Chulalongkorn University
Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2023

# การพัฒนาแบบวัดและหลักการออกแบบต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู

อนุรักษ์ นิลหุต
*คณะครุศาสตร์*

Follow this and additional works at: https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd

Part of the Educational Assessment, Evaluation, and Research Commons

## Recommended Citation

นิลหุต, อนุรักษ์, "การพัฒนาแบบวัดและหลักการออกแบบต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู" (2023). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 10180.
https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/10180

This Thesis is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD) by an authorized administrator of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

# การพัฒนาแบบวัดและหลักการออกแบบต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู

นายอนุรักษ์ นิลหุต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2566

# DEVELOPING THE MEASUREMENT INSTRUMENT AND DESIGN PRINCIPLE OF THE PROTOTYPE OF SCIENTIFIC EPISTEMIC BELIEF ADJUSTMENT FOR STUDENT TEACHERS

Mr. Anurak Ninlahoot

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Methodology for Innovation Development in Education
Department of Educational Research and Psychology
Faculty Of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2023

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การพัฒนาแบบวัดและหลักการออกแบบต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู |
| โดย | นายอนุรักษ์ นิลหุต |
| สาขาวิชา | วิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม | ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สุวิมล ว่องวาณิช |

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สุวิมล ว่องวาณิช)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา สุรเศรษฐ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อนุรักษ์ นิลหุต : การพัฒนาแบบวัดและหลักการออกแบบต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู. ( DEVELOPING THE MEASUREMENT INSTRUMENT AND DESIGN PRINCIPLE OF THE PROTOTYPE OF SCIENTIFIC EPISTEMIC BELIEF ADJUSTMENT FOR STUDENT TEACHERS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ศ.กิตติคุณ ดร.สุวิมล ว่องวาณิช

ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแนวคิดของครูที่ยอมรับและยึดถือเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของความรู้ และลักษณะวิธีการเข้าถึงความรู้วิทยาศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู 2) วิเคราะห์และจัดประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู 3) พัฒนาหลักการออกแบบ และสร้างต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูให้เหมาะสมกับประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4) ตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำต้นแบบวิธีปรับความเชื่อไปปฏิบัติ ในขั้นแรกเป็นการวิจัยเชิงสำรวจ ประกอบด้วยการพัฒนาเครื่องมือวัด และวิเคราะห์ประเภทของความเชื่อโดยใช้การวิเคราะห์จัดกลุ่ม เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้น มีตัวอย่างวิจัย คือ นิสิตครูวิทยาศาสตร์ 4 วิชาเอก จำนวน 120 คน ขั้นตอนต่อมาเป็นการวิจัยการออกแบบ เพื่อพัฒนาหลักการออกแบบ และต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู ผลการวิจัยมีดังนี้

1. แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู เป็นลักษณะแบบสอบถามมาตรประมาณค่า 5 ระดับ มีทั้งหมด 28 ข้อ ประกอบไปด้วย 4 มิติ ได้แก่ ความแน่นอนของความรู้ พัฒนาการความรู้ แหล่งความรู้ และ การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ มีตรงเชิงเนื้อหาจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ มีความเที่ยงในระดับที่เหมาะสม และมีความตรงเชิงโครงสร้างจากผลการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Chi-square (3, $N$ =130) = 3.292, $p$ = .348; CFI = .998 TLI = .997, RMSEA = .027, SRMR = .182)

2. การจัดประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู ด้วยเทคนิค Hierarchical cluster analysis และ k-mean clustering สามารถแบ่งความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย 2) ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในความรู้และแหล่งความรู้ 3) ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ 4) ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้

3. ผลการวิจัยเอกสารนำไปสู่การพัฒนาหลักการออกแบบประกอบไปด้วยข้ออ้างเชิงเหตุผล 3 ข้อ คือ 1) ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด 2) การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง 3) การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำข้ออ้างเชิงเหตุผลมาสร้างเป็นแผนที่คาดการณ์เพื่อนำมาพัฒนาเป็นต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน 4 ต้นแบบ คือ 1) ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย 2) ต้นแบบการปรับความเชื่อของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในความรู้และแหล่งความรู้ 3) ต้นแบบการปรับความเชื่อของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ 4) ต้นแบบการปรับความเชื่อของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้

4. ต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้จริง และเพื่อให้ต้นแบบมีความเหมาะสมมากขึ้น จึงได้ปรับปรุงต้นแบบตามข้อเสนอแนะเรื่องความเหมาะสมของต้นแบบ ได้ผลผลิตเป็น 1) ส่วนประกอบของการออกแบบในแผนที่คาดการณ์ปรับใหม่ 2) กรอบแนวทางออกแบบกิจกรรมปรับใหม่ และ 3) การปรับปรุงตัวอย่างกิจกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| | | |
|---|---|---|
| สาขาวิชา | วิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา | ลายมือชื่อนิสิต ..... |
| ปีการศึกษา | 2566 | ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก ..... |
| | | ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม ..... |

# # 6380199527 : MAJOR METHODOLOGY FOR INNOVATION DEVELOPMENT IN EDUCATION
KEYWORD: scientific epistemic belief, DESIGN RESEARCH
Anurak Ninlahoot : DEVELOPING THE MEASUREMENT INSTRUMENT AND DESIGN PRINCIPLE OF THE PROTOTYPE OF SCIENTIFIC EPISTEMIC BELIEF ADJUSTMENT FOR STUDENT TEACHERS. Advisor: Asst. Prof. KANIT SRIKLAUB, Ph.D. Co-advisor: Prof. Emeritus SUWIMON WONGWANICH, Ph.D.

Scientific epistemic beliefs are teachers' beliefs about the nature of science knowledge and the nature of science knowing. The purposes of this research were 1) to develop a measurement instrument of student teachers' scientific epistemic belief 2) to analyze the level and profile of science student teachers' scientific epistemic belief 3) to develop design principle and a prototype for adjusting scientific epistemic beliefs in student teachers 4) to evaluate the results and reflect on the prototype's implementation. The first phase involved survey research to develop a measurement instrument of student teachers' scientific epistemic belief and analyze profile of science student teachers' scientific epistemic belief by using cluster analysis. The sample included 120 students from four science majors. Next, the design principle and prototype for adjusting scientific epistemic beliefs in student teachers were develop using design research, The key finding are as follow

1. The measurement instrument of student teachers' scientific epistemic belief was 5-point rating scale questionnaire. It has content validity as examined by experts. The reliability coefficients ranged between .774 - .826. it also had 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)

2. The results of classification of student teachers using Hierarchical Cluster Analysis and k- mean clustering technique revealed four distinct groups; 1) simple scientific epistemic belief 2) mixed scientific epistemic belief with naive certainty & source 3) Sophisticated scientific epistemic belief with naive certainty 4) Sophisticated scientific epistemic belief with naive justification

3. Based on the results of document study, design principle and corresponding arguments were developed: conceptual change theory, explicit reflection, scientific argumentation. The study identified 3 arguments, and each of these arguments can generate a conjecture map, resulting distinct 3 conjecture maps. The developed conjecture maps led to 4 prototypes with different features: 1) Prototype for students' simple scientific epistemic belief 2) Prototype for students' mixed scientific epistemic belief with naive certainty & source 3) Prototype for students' Sophisticated scientific epistemic belief with naive certainty 4) Prototype for students' Sophisticated scientific epistemic belief with naive justification

4.Prototypes were found to have the potential for practical use. To enhance their appropriateness, adjustments were made based on feedback and analysis. The resulted in adjusted design element in conjecture maps, adjusted activity guidance frameworks, and improved details in the activity examples.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| | | |
|---|---|---|
| Field of Study: | Methodology for Innovation Development in Education | Student's Signature ..... |
| Academic Year: | 2023 | Advisor's Signature ..... |
| | | Co-advisor's Signature ..... |

# กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้ แนะนำวิธีคิด และเป็นพลังสำคัญที่ทำให้ผมเขียนวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จได้ อาจารย์คอยให้คำแนะนำ และไม่จำกัดกรอบคิดของผม ทุกครั้งที่ได้พูดคุยกับอาจารย์ผมได้เรียนรู้อะไรใหม่ ๆ และสนุกกับการทำวิจัยมาก

ขอขอบพระคุณ ศ.กิตติคุณ ดร.สุวิมล ว่องวาณิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้เริ่มต้นให้ผมมีมุมมองต่อการทำวิจัยที่กว้างขึ้น อาจารย์จะคอยสอนให้ผมฝึกคิดเสมอจากทั้งการสอนโดยตรง หรือการเป็นแบบอย่าง อีกทั้งมองหาความถนัดของข้าพเจ้า คอยส่งเสริม และให้คำแนะนำทั้งด้านวิชาการ การใช้ชีวิตอยู่เสมอ ช่วงเวลาที่ผมได้เรียนกับอาจารย์ เป็นช่วงเวลาที่สนุกและตื่นเต้นมาก ๆ ยังจดจำภาพบรรยากาศห้องเรียน และประสบการณ์ทำวิจัยที่ได้รับจากอาจารย์ได้ดีครับ

ผมซาบซึ้งใจสิ่งดี ๆ ความเมตตาที่ได้รับจากอาจารย์ทั้งสองท่านมาก และถึงแม้ผมจะตอบแทนสิ่งเหล่านี้ได้ไม่หมด แต่ผมสัญญาว่าจะส่งต่อสิ่งดี ๆ ทั้งความรู้ ประสบการณ์การเป็นนักวิจัยที่ได้รับ รวมถึงความเมตตาจากอาจารย์ ไปให้ลูกศิษย์ของผมในอนาคตต่อไป

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และผศ.ดร ชุติมา สุรเชษ กรรมการสอบ ที่ชี้ให้เห็นวิธีคิดที่สำคัญ ประเด็นที่ควรปรับปรุงให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ และก่อให้เกิดประโยชน์มากขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิจัย และจิตวิทยาการศึกษาที่ให้ความรู้ สิ่งดี ๆ ตลอดช่วงการเรียน ขอขอบพระคุณผศ. ดร. ชยุตม์ ภิรมย์สมบัติ อาจารย์ผู้ที่คอยสอนวิธีวิทยาการวิจัยที่ทันสมัย และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณผศ. ดร. สิวะโชติ ศรีสุทธิยากร ที่สะท้อนวิธีคิดเรื่องกระบวนวิเคราะห์ข้อมูลในวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน รศ.ดร.กมลวรรณ ตังธนกานนท์ ผศ.ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ ผศ.ดร. มิ่งขวัญ ภาคสัญไชย ดร.เพียรกิจ นิมิตรดี ดร.สุรยศ ทรัพย์ประกอบ ดร.กรกนก เลิศเดชาภัทร ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ข้าพเจ้าได้เรียนรู้มากมายผ่านคำแนะนำจากอาจารย์

ขอบคุณเพื่อนพี่น้องในสาขาวิชาวิจัย และจิตวิทยาการศึกษา โดยเฉพาะโยธณัฐ บุญโญที่คอยแลกเปลี่ยนความคิด สะท้อนงานของกันและกัน เสียสละเวลาให้คำแนะนำสิ่งที่ดีมาเสมอโดยที่ไม่หวังสิ่งตอบแทนใด ๆ ทำให้ช่วงเวลาที่เรียนด้วยกันเป็นช่วงเวลาน่าจดจำ และเป็นประสบการณ์ที่ดีมาก ขอบคุณพลากร จันทร์บูรณ์ เพื่อนอีกคนที่เดินทางกันมาตั้งแต่ปตรี คอยช่วยเหลือ สะท้อนคิด และให้คำแนะนำที่มีประโยชน์กับข้าพเจ้าเสมอมา ขอบคุณจิระเมศร์ รุจิกรหิรันต์ที่คอยให้กำลังใจ และสนับสนุนให้เขียนงานมาเสมอ ขอบคุณพี่ศิริปรียา ใจบุญมา ธีรวัฒน์ ศรีบุญ ณัฏฐริญา ชินะพัฒนวงศ์ พี่ดวงฤทัย เด่นจารุกูล พี่จีรศักดิ์ วงศ์กาญจนฉัตร พี่สุจิตรา โง้วอมราภรณ์ กรวิกอยู่พันดุง และเพื่อนพี่น้องทุกคนในสาขา ที่ช่วยเหลือ และเปลี่ยนเรียนรู้กันในระหว่างการเรียน ขอบคุณเพื่อนชาวไบโอโดยเฉพาะสิริยา ไทยภักดี จิณวัตร จุดาบุตร ที่ยังส่งกำลังใจ พูดคุยกันอยู่เรื่อย ๆ ขอบคุณน้องพลอยสิริ คำโสภา เป็นทั้งน้องและเพื่อนที่รับฟังทุกอย่างโดยที่ไม่เคยตัดสินพี่คนนี้ สุดท้าย ขอบคุณเขตพัศ สุโยธีธนรัตน์ ธนพงศ์ พันบุรี สิทธิชาติ ตันศิริวิวัฒน์กุล และเพื่อนพี่น้องนิวจีจีที่เป็นสีสันตลอดเส้นทาง

ขอบพระคุณครอบครัว นายพินิชสิน นิลหุตและนางวัชรีพร นิลหุต คุณพ่อแม่ที่สนับสนุนและส่งแรงใจมาให้เสมอ ให้อิสระทางความคิด และให้การสนับสนุนผมเสมอมา และได้ลองใช้ชีวิตด้วยตัวเอง ขอบใจหลานๆ เบต้า ปอร์เช่ จีน่า และบีเอ็ม ที่เป็นความสุขให้อากิ้ว สุดท้ายขอบคุณร่างกาย จิตใจ และความเชื่อของตัวเอง ที่ยังเข้มแข็ง ถึงแม้เกือบจะถอดใจหลายครั้ง แต่ยังเดินทางมาถึงตรงนี้ได้ ขอเอางานชิ้นนี้ที่เป็นจุดเริ่มต้นเล็ก ๆ ทางวิชาการของตัวเอง ไว้เป็นสิ่งเตือนใจและเป็นบทเรียนที่มีค่าสำหรับวันข้างหน้าต่อไป หากท้อใจ ก็กลับมาเปิดอ่านวิทยานิพนธ์เล่มนี้อีกครั้ง

อนุรักษ์ นิลหุต

# สารบัญ

**หน้า**


..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 ..... 1

บทนำ ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาวิจัย ..... 1

คำถามวิจัย ..... 5

วัตถุประสงค์การวิจัย ..... 5

ขอบเขตการวิจัย ..... 5

นิยามศัพท์ในการวิจัย ..... 7

ประโยชน์ที่ได้รับ ..... 8

บทที่ 2 ..... 9

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 9

ตอนที่ 1 มโนทัศน์ของความเชื่อด้านความรู้ ..... 9

1.1 ความเป็นมาของความเชื่อด้านความรู้ (epistemic beliefs) ..... 9

1.2 ความหมายของความเชื่อด้านความรู้ (epistemic beliefs) ..... 11



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific epistemic beliefs) ..... 12
1.4 มิติของความเชื่อด้านความรู้ (epistemic beliefs) ..... 14
1.5 มิติของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific epistemic beliefs) ..... 18
1.6 ระดับพัฒนาการความเชื่อด้านความรู้ ..... 20
1.7 การสังเคราะห์งานวิจัยที่แสดงวิธีการปรับเปลี่ยนความเชื่อ ..... 21
1.8 เครื่องมือวัดความด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ..... 24
ตอนที่ 2 แนวคิดการออกแบบกิจกรรมการปรับความเชื่อ ..... 28
2.1 ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (conceptual change theory) ..... 28
2.2 การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง (explicit reflection) ..... 29
2.3 การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (scientific argumentation) ..... 29
ตอนที่ 3 งานวิจัยที่ศึกษาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทประเทศไทย ..... 30
ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย ..... 31
บทที่ 3 ..... 32
วิธีการดำเนินการวิจัย ..... 32
ขั้นที่ 1 การพัฒนาเครื่องมือวัด และวิเคราะห์ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ..... 32
1.1 การพัฒนาเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู ..... 32
1.2 การวิเคราะห์ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู ..... 37
ขั้นที่ 2 การออกแบบและพัฒนาหลักการออกแบบเพื่อปรับความเชื่อด้านความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู ..... 40
2.1 การกำหนดหลักการออกแบบของวิธีปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ..... 40
2.2 การตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ ..... 41
บทที่ 4 ..... 43
ผลการวิจัย ..... 43
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู 44

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1.1 ลักษณะของเครื่องมือ ..... 44
ตอนที่ 1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ..... 45
ตอนที่ 1.3 การใช้เครื่องมือวัด และการแปลผลระดับความเชื่อด้านความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ..... 53
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู ..... 58
ตอนที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์ระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ..... 58
ตอนที่ 2.2 ผลการวิเคราะห์ประเภทความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู 65
ตอนที่ 3 หลักการออกแบบ และต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู ..... 75
ตอนที่ 3.1 ประเด็นที่ควรพัฒนานิสิตความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท ..... 75
ตอนที่ 3.2 การพัฒนาหลักการออกแบบเพื่อปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนิสิตที่มีความเชื่อประเภทต่าง ๆ ..... 80
ตอนที่ 3.3 การพัฒนากิจกรรมสำหรับปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ..... 86
ตอนที่ 3.4 การพัฒนาต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ..... 97
ตอนที่ 4 ผลประเมินและสะท้อนคิดต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู ..... 102
ตอนที่ 4.1 ประเด็นความเหมาะสมของต้นแบบวิธีปรับความเชื่อ ..... 102
ตอนที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ในการนำไปปฏิบัติ ..... 107
ตอนที่ 4.3 ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับใหม่ ..... 108
บทที่ 5 ..... 120
สรุปผลวิจัย อภิปรายผลวิจัย ข้อเสนอแนะ ..... 120
สรุปผลการวิจัย ..... 120
ตอนที่ 1 การพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู .. 120

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์และจัดประเภทความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู ..... 121
ตอนที่ 3 การพัฒนาหลักการออกแบบ ต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู ..... 122
ตอนที่ 4 ผลตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการนำไปปฏิบัติ ..... 125
อภิปรายผลวิจัย ..... 127
ข้อเสนอแนะงานวิจัย ..... 136
1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลวิจัยไปใช้ ..... 136
2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ..... 137
บรรณานุกรม ..... 138
ภาคผนวก ..... 149
ภาคผนวก ก ..... 150
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ..... 150
ภาคผนวก ข ..... 153
ต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อ ..... 153
ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู ..... 153
ภาคผนวก ง ..... 187
ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ ..... 187
ภาคผนวก จ ..... 189
การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ..... 189
ประวัติผู้เขียน ..... 194

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# สารบัญตาราง

ตาราง 2.1 ลักษณะของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ..... 13
ตาราง 2.2 มิติของความเชื่อด้านความรู้ ..... 14
ตาราง 2.3 การจำแนกความเชื่อด้านความรู้ ..... 17
ตาราง 2.4 มิติความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ..... 18
ตาราง 2.5 การสังเคราะห์งานวิจัยงานวิจัยที่แสดงวิธีการปรับเปลี่ยนความเชื่อ ..... 22
ตาราง 2.6 ลักษณะและองค์ประกอบของเครื่องมือวัดความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ ..... 24
ตาราง 3.1 โครงสร้างเนื้อหาของเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ ..... 34
ตาราง 3.2 เครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้นก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ..... 34
ตาราง 3.3 การแปลผลระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่มีมิติแตกต่างกัน ..... 40
ตาราง 4.1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ..... 45
ตาราง 4.2 ผลการตรวจสอบความเที่ยงและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ($N$ = 106) ..... 48
ตาราง 4.3 การปรับปรุงคำถามจากค่าความเที่ยงและค่าน้ำหนักองค์ประกอบหลังการทดลองใช้ ..... 50
ตาราง 4.4 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโมเดลความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ..... 52
ตาราง 4.5 เกณฑ์การแปลผลระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู ..... 57
ตาราง 4.6 ข้อมูลภูมิหลังของตัวอย่างวิจัย ..... 58
ตาราง 4.7 ค่าสถิติพื้นฐานของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ..... 60
ตาราง 4.8 ผลการตอบของนิสิตครูในด้านความแน่นอนของความรู้ (วงเล็บคือจำนวนคน) ..... 61
ตาราง 4.9 ผลการตอบของนิสิตครูในด้านพัฒนาการของความรู้ (วงเล็บคือจำนวนคน) ..... 62
ตาราง 4.10 ผลการตอบของนิสิตครูในด้านด้านแหล่งความรู้ (วงเล็บคือจำนวนคน) ..... 63
ตาราง 4.11 ผลการตอบของนิสิตครูในด้านการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (วงเล็บคือจำนวนคน) ..... 64
ตาราง 4.12 ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่ม และการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่ม ..... 67
ตาราง 4.13 จำนวนสมาชิกโดยใช้เทคนิคการจัดกลุ่ม ..... 67
ตาราง 4.14 ชื่อกลุ่มของนิสิตครูจำแนกตามประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ ..... 68
ตาราง 4.15 ลักษณะความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตแต่ละกลุ่ม ..... 69
ตาราง 4.16 ประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู จำแนกตามภูมิหลัง ..... 71

ตาราง 4.17 การวิเคราะห์คะแนนความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามกลุ่มนิสิตครู ..... 72
ตาราง 4.18 ประเด็นผลวิจัยของนิสิตครูจำแนกตามประเภทความเชื่อ ..... 75
ตาราง 4.19 ข้ออ้างเชิงเหตุผล และหลักการสำคัญ ..... 80
ตาราง 4.20 กิจกรรมการปรับความเชื่อที่สอดคล้องกับหลักการของข้ออ้างเชิงเหตุผล ..... 86
ตาราง 4.21 สรุปกิจกรรมวิธีปรับความเชื่อสำหรับนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ ..... 97
ตาราง 4.22 ผลการประเมินต้นแบบการปรับความเชื่อ : ทฤษฎีทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ..... 102
ตาราง 4.23 ผลการประเมินต้นแบบการปรับความเชื่อ : การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง ..... 105
ตาราง 4.24 ผลการประเมินต้นแบบการปรับความเชื่อ : แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ..... 106
ตาราง 5.1 สรุปกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม ..... 124

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# สารบัญภาพ

ภาพ 2.1 โมเดลการวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ..... 19
ภาพ 2.2 โมเดลเชิงพัฒนาที่สรุปจาก 5 โมเดล เป็นระดับพัฒนาการความเชื่อ 3 ระยะ ..... 20
ภาพ 2.3 โมเดลเชิงพัฒนาของความเชื่อด้านความรู้ในวัยรุ่น และวัยผู้ใหญ่ ..... 21
ภาพ 2.4 กรอบแนวคิดการวิจัย ..... 31
ภาพ 3.1 ระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ..... 39
ภาพ 4.1 โมเดลความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ..... 52
ภาพ 4.2 ผลการพัฒนาข้อคำถามในเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ..... 53
ภาพ 4.3 Dendrogram ของเทคนิคการจัดกลุ่มด้วยวิธี Hierarchical cluster analysis ..... 66
ภาพ 4.4 คะแนนเฉลี่ยแต่ละมิติ จำแนกตามประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ ..... 68
ภาพ 4.5 รายละเอียดกระบวนการส่งผ่านของแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 1 ..... 82
ภาพ 4.6 รายละเอียดกระบวนการส่งผ่านของแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 2 ..... 83
ภาพ 4.7 รายละเอียดกระบวนการส่งผ่านของแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 3 ..... 83
ภาพ 4.8 แผนที่คาดการณ์การออกแบบ ..... 84
ภาพ 4.9 แผนที่คาดการณ์เชิงทฤษฎี ..... 85
ภาพ 4.10 แผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 1 ..... 87
ภาพ 4.11 แผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 2 ..... 91
ภาพ 4.12 แผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 3 ..... 94
ภาพ 4.13 ต้นแบบวิธีปรับความเชื่อของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ความเชื่อเรียบง่าย ..... 99
ภาพ 4.14 ต้นแบบวิธีปรับความเชื่อของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ .. 100
ภาพ 4.15 ต้นแบบวิธีปรับความเชื่อของนิสิตประเภทความเชื่อซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ ..... 101
ภาพ 4.16 ต้นแบบวิธีปรับความเชื่อของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้ ..... 101
ภาพ 4.17 แผนที่คาดการณ์ภายใต้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่ปรับใหม่ ..... 109
ภาพ 4.18 เปรียบเทียบแผนที่คาดการณ์เดิม และปรับใหม่ภายใต้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ..... 110
ภาพ 4.19 กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมภายใต้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดปรับใหม่ ..... 111
ภาพ 4.20 แผนที่คาดการณ์ภายใต้การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้งที่ปรับใหม่ ..... 113
ภาพ 4. 21 เปรียบเทียบแผนที่คาดการณ์เดิม และปรับใหม่ภายใต้การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง ..... 114

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพ 4.22 กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมภายใต้การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้งที่ปรับใหม่ ..... 115
ภาพ 4.23 แผนที่คาดการณ์ภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับใหม่ ..... 117
ภาพ 4.24 เปรียบเทียบแผนที่คาดการณ์เดิม และปรับใหม่ภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ..... 118
ภาพ 4.25 กรอบแนวทางออกแบบกิจกรรมภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับใหม่ ..... 119



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# บทที่ 1
# บทนำ

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาวิจัย

ญาณวิทยา (epistemology) เป็นปรัชญาที่ว่าด้วยธรรมชาติและการให้เหตุผลของความรู้ในมนุษย์ เป็นที่สนใจของการนักปรัชญามายาวนาน Piaget(1950) ได้นำญาณวิทยามาพัฒนาและอธิบายมโนทัศน์กระบวนการแสวงหาความรู้และความรู้ของบุคคล ทำให้แนวคิดสำคัญที่ว่าด้วยเรื่องความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ของแต่ละบุคคล เป็นเป้าหมายของการศึกษาวิจัยมาตลอด การศึกษาวิจัยของ Perry และคณะ ในช่วงเวลา 1950s – 1960s ทำให้ญาณวิทยาเกิดเป็นทฤษฎีพัฒนาทางด้านปัญญา แบ่งเป็น 4 องค์ประกอบ คือ บุคคลเริ่มมีมุมมองด้านทวินิยม (dualistic) คือการรู้ว่าผิด รู้ว่าถูก ต่อมามุมมองด้านสัมบูรณ์นิยม (absolutist) คือมุมมองของบุคคลที่เชื่อว่าความรู้ความจริงมาจากครูผู้สอน หลังจากนั้น มุมมองของบุคคลสามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นพหุนิยม (multiplism) คือความเชื่อที่มองว่าความรู้เกิดจากมุมมองที่หลากหลาย ความเห็นที่แตกต่างกันนั้นเท่าเทียม และไม่ยึดมั่นต่อความรู้เดียว ต่อมาการเปลี่ยนแปลงของพหุนิยมเปลี่ยนแปลงไปสู่สัมพัทธนิยม (relativism) คือแนวคิดของบุคคลที่เชื่อว่ามุมมองความรู้มีความสำคัญไม่เท่ากัน ความเห็นที่ต่างกันนั้นไม่เท่าเทียม แนวคิดนี้นำไปสู่การพัฒนาความสามารถของบุคคลที่เกิดความผูกพันว่าไม่มีแนวคิดหรือความใดสมบูรณ์ ต้องเลือกแนวคิดที่เชื่อว่าถูกต้องเป็นฐานในการเรียนรู้ต่อไป (Hofer, 2001 ; Hofer & Pintrich, 1997)

รูปแบบของญาณวิทยาในตัวบุคคล พบว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้รับอิทธิพลมาจากการยึดถือความเชื่อของแต่ละบุคคลที่แตกต่างกัน ดังนั้น มุมมองของธรรมชาติของความรู้และกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นหัวใจสำคัญของญาณวิทยาของแต่ละบุคคล จึงถูกให้นิยามว่า “epistemological belief” (Ryan, 1984; Schommer, 1990; Schommer et al., 1992 อ้างถึงใน Hofer, 2001) ทำให้มีนักวิจัยการศึกษาได้ทำการศึกษาในองค์ประกอบของความเชื่อด้านความรู้เกิดเป็นโครงสร้างของความเชื่อด้านความรู้แบบพหุมิติ (multidimensional structure) และความเชื่อด้านความรู้ในโดนเมนเฉพาะด้าน (domain-specificity) (Kampa et al., 2016)

ในงานวิจัยของ Nussbaum, Sinatra, Poliquin (2008) ได้แนะนำการใช้คำ “epistemic beliefs หรือ epistemological beliefs” ไว้ว่าให้เลือกใช้ epistemic beliefs เพราะเป็นคำที่กระชับขึ้น และต้องการให้เป็นคำเฉพาะที่ใช้กับความเชื่อด้านความรู้ และวิธีการแสวงหาความรู้ของนักเรียน นักศึกษา นอกจากคำว่า epistemic beliefs มีความหมายชัดเจนเกี่ยวกับมุมมอง ความเชื่อด้านความรู้แต่ epistemological beliefs จะมีความหมายไปในทิศทางเกี่ยวกับความเชื่อในปรัชญา

มากกว่า (Greene, Sandoval, & Bråten, 2016; Guilfoyle, McCormack & Erduran, 2020; Kitchener, 2002)

การศึกษาวิจัยของต่างประเทศมีหลายหลายแง่มุม ทั้งการศึกษาในด้านผู้สอน และในด้านผู้เรียน เนื่องจากความเชื่อด้านความรู้ (epistemic belief) เป็นหัวข้อการวิจัยการศึกษาที่โดดเด่นที่ส่งผลสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ (Kampa et. al, 2016) ในด้านการศึกษาความเชื่อด้านความรู้ของผู้สอน มีนักวิจัยด้านการศึกษาจำนวนมากแสดงให้เห็นว่า 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) ส่วนการศึกษาความเชื่อในผู้เรียน พบว่า ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถส่งผลต่อการรับรู้การเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจในการเรียน กลยุทธ์ทางการเรียน มโนทัศน์การเรียน การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์อีกด้วย (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)

การศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างความเชื่อด้านความรู้กับโดเมนเฉพาะทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific epistemic beliefs) ผลการศึกษา พบว่าความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์ของครู (Kaya, 2017) และสามารถเป็นตัวบ่งชี้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาได้ เพราะความเชื่อในด้านนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดในการอ้างความรู้โดยใช้หลักฐานที่อยู่และนำมาตัดสินว่าความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนั้นความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูยังมีส่วนสำคัญต่อกระบวนการที่ครูนำมาใช้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (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 “จะทำอย่างไร เพื่อปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น” (วิชญาดา นวนิจบำรุง และสลา สามิภักดิ์, 2562)

จากความสำคัญข้างต้นทำให้ในประเทศไทยเริ่มมีการศึกษาความเชื่อด้านความรู้ โดยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทของนักเรียน (กอบแก้ว สิงหเนตรวัฒน์ และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2555; วิศนุกร นามมงคุณ และคณะ, 2563; มยุรฉัตร ยลวิลาศ และ ปาริชาติ แสนนา, 2563) และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยที่ไม่ใช่นักศึกษาครู (Fujiwara, Laulathaphol & Phillips, 2012) โดยใช้คำศัพท์ภาษาไทยที่แตกต่างกันไปในแต่ละงานวิจัย เช่น ความเชื่อว่าด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (วิศนุกร นามมงคุณ, ไชยพงศ์ เรืองสุวรรณ และ Fang-Ying Yang, 2563) ความเชื่อทางญานวิทยาทางวิทยาศาสตร์ (มยุรฉัตร ยลวิลาศ และปาริชาติ แสนนา, 2563) และความเชื่อในการได้มาซึ่งความรู้ (กอบแก้ว สิงหเนตรวัฒน์ และ ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2555) ส่วนการศึกษาความเชื่อของนักศึกษาครูและครูในประเทศไทย เป็นการศึกษาความเชื่อของครูแบบองค์รวม คือ ความเชื่อของครูวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งความเชื่อออกเป็น 4 ประเภท คือ ความเชื่อเกี่ยวกับเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ความเชื่อเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ (วิชญาดา นวนิจบำรุง และ สลา สามิภักดิ์, 2562) ไม่ได้ศึกษาในความเชื่อด้านความรู้

จากการทบทวนเอกสารข้างต้น ทำให้ทราบว่าการศึกษาความเชื่อด้านความรู้ในประเทศไทยยังมีประเด็นวิจัยที่ไม่ค่อยแพร่หลาย และเป็นการศึกษาความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทของนักเรียน นักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษาครู ซึ่งแม้ว่าจะมีงานวิจัยต่างประเทศ แสดงให้เห็นว่าความเชื่อด้านความรู้ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์สามารถส่งผลต่อพฤติกรรมในห้องเรียน เช่น การศึกษาของ Wu et al. (2021) ได้แสดงให้เห็นว่าความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์กับความรู้ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับกลยุทธ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (science-specific PCK) และความเชื่อในการสอนวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู (science teaching beliefs) กล่าวคือ หากครูหรือนักศึกษาครูมีระดับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ในระดับพื้นฐาน ก็จะส่งให้ครูมีไม่มีความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ และมีกลยุทธ์ในการสอนที่ไม่หลากหลายได้

เมื่อพิจารณาจากประสบการณ์ของผู้วิจัยเองที่เคยมีประสบการณ์เป็นนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพ และเป็นครูประจำการในโรงเรียน พบว่าการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์บางอย่างแสดงถึงความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งสะท้อนไปถึงความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระดับง่ายบางประการ เช่น นิสิตนักศึกษาครูรวมถึงครูประจำการมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่บ้าง โดยเชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเท่านั้น ไม่ได้เกี่ยวข้องกับวิธีได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์สามารถตอบคำถามได้ทุกคำถาม เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ ลือชา ลดาชาติ (2561) ที่ได้ชี้ให้เห็นถึงสถานการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย และต่างประเทศค่อนข้างคล้ายกัน คือ การสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปไม่ได้สะท้อนลักษณะสำคัญทาง

ปรัชญาและธรรมชาติของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ตัวอย่างประการแรก เช่น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หลายแห่งยังอยู่ในรูปแบบการบรรยายเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก (ญาณพัฒน์ พรมประสิทธิ์ และคณะ, 2551) ประการที่สอง การจัดการเรียนการสอนอาจอยู่ในรูปแบบของการลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2552) ซึ่งการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้สะท้อนลักษณะสำคัญทางปรัชญาและธรรมชาติของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมา อาจขัดแย้งกับจุดมุ่งหมายบางประการของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน (Adult & Dodick, 2010 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2565) ต้องการให้ผู้เรียน ผู้สอนเข้าใจวิธีการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถปฏิบัติตนเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่เพียงความเข้าให้ผู้เรียนจำองค์ประกอบความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์รุ่นก่อนค้นพบ

ข้อสังเกตนี้จึงนำไปสู่การกำหนดประเด็นวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific epistemic beliefs) ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในระหว่างเตรียมพร้อมในการที่จะเป็นครูวิทยาศาสตร์ในอนาคต เครื่องมือดังกล่าวจะให้ข้อมูลเฉพาะด้านเกี่ยวกับลักษณะมุมมองความคิดที่มีต่อความรู้ และอธิบายความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่ประเด็นวิจัยที่สอง คือ การพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับระดับง่าย (naïve beliefs)

แม้ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวคิดหรือมุมมองของส่วนบุคคล แต่ก็มีงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่า ความเชื่อของบุคคลสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้น การพัฒนาวิธีการปรับเปลี่ยนความเชื่อเป็นสิ่งที่สามารถจะกระทำได้ โดย Muiz (2007) แสดงให้เห็นว่าความเชื่อเป็นกลไกเชิงพัฒนาจากโมเดลของความเชื่อในอดีตไว้ตั้งแต่ระดับง่าย จนถึงระดับซับซ้อน พัฒนาการของความเชื่อนี้เองทำให้มีงานวิจัยที่แสดงนวัตกรรมหรือตัวแทรกแซง มีทั้งการใช้ตัวแทรกแซงระยะสั้น (short-term intervention) และตัวแทรกแซงระยะยาว (long -term intervention) โดยผลการศึกษางานวิจัยในอดีตจะมุ่งเน้นไปที่ผลลัพธ์ คือ การเปลี่ยนแปลงความเชื่อด้านความรู้ของนักเรียน นักศึกษาครู และครูประจำการ (Bayar & Gur, 2017; Brownlee, 2003; Deniz, 2010; Johnson & Willoughb, 2018; Kerwer & Rosman, 2020; Kalman et al., 2015; Kienhues, Bromme & Stahl, 2008; Schiefer et al., 2020; Valanides & Angeli, 2004) แต่ยังขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับหลักการออกแบบและ พัฒนาวิธีการที่นำไปสู่การปรับความเชื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในวงกว้าง ในงานวิจัยนี้จึงพยายามค้นหาคำตอบเพื่อเติมเต็มช่องว่างของความรู้จากการวิจัยโดยการพัฒนาหลักการออกแบบเพื่อสร้างต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู โดยมีเป้าหมายในการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ซับซ้อน อันเป็นส่วนหนึ่งของการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น

ในการพัฒนาต้นแบบตัวแทรกแซง ผู้วิจัยได้เลือกวิธีวิทยาการวิจัยการออกแบบซึ่งมีจุดเน้นที่การสร้างความรู้จากการวิจัยเพื่อให้ได้หลักการออกแบบ รวมทั้งการปรับความเชื่อของครูให้เหมาะสม แต่ด้วยข้อจำกัดของระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย ในการวิจัยนี้ไม่สามารถนำต้นแบบไปทดลองซ้ำให้เห็นผลสำเร็จจนมั่นใจได้ แนวทางการศึกษาวิจัยจึงใช้การวิจัยเชิงบรรยายประกอบในขั้นของการตรวจสอบและประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ เพื่อให้ต้นแบบมีความเหมาะสมกับการนำไปปฏิบัติในสถานการณ์จริง ผลผลิตของการศึกษาจะทำให้ได้ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูที่น่าจะนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาหลักสูตรครุศึกษาได้

**คำถามวิจัย**

1. แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครูมีลักษณะอย่างไร
2. ประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูเป็นอย่างไร
3. หลักการออกแบบและต้นแบบที่ออกแบบโดยใช้การวิจัยการออกแบบ เพื่อปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร
4. ต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติอย่างไร

**วัตถุประสงค์การวิจัย**

1. เพื่อพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู
2. เพื่อวิเคราะห์และจัดประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู
3. เพื่อพัฒนาหลักการออกแบบ และต้นแบบวิธีปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูซึ่งเหมาะสมกับประเภทของความเชื่อฯ
4. เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

**ขอบเขตการวิจัย**

การศึกษาที่ผ่านมามีวิจัยศึกษาหลากหลายแง่มุม ทั้งการศึกษาในโดเมนเฉพาะของความเชื่อ-ด้านความรู้ มิติองค์ประกอบ และการปรับความเชื่อด้านความรู้ที่หลากหลายวิธี ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำว่าความเชื่อด้านความรู้ (Epistemic Beliefs, EB) แปลเป็นไทยว่า ความเชื่อด้านความรู้ ซึ่งเป็นความหมายทั่วไปที่กว้าง หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับอะไรก็ได้ แต่ในการวิจัยมีมักใช้กับการศึกษาความเชื่อที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยมีการใช้คำภาษาอังกฤษเป็นสองแบบ ได้แก่ 1) ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Epistemic Beliefs) เนื้อหาสาระที่ถามเกี่ยวกับความเชื่อในการวิจัยจะเน้นที่ความรู้ที่มีความเป็นวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของความเป็นวิทยาศาสตร์ และการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางทางวิทยาศาสตร์ และ 2) ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ (Science Epistemic Beliefs) มุ่งเน้นไปที่ความรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์ (Hoffer & Pintrich, 1997)

ในการวิจัยนี้ใช้ชื่อตัวแปรภาษาไทยว่า ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Epistemic Beliefs) ที่มีความหมายครอบคลุมความเชื่อทางแนวคิดปรัชญาในสาขาญานวิทยา ประกอบด้วย 1) ความเชื่อเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (the known) และ 2) ความเชื่อเกี่ยวกับวิธีการเข้าถึงความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (the knowing) ตัวแปรที่ศึกษาไม่ได้เน้นความรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์อย่างเดียว

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้กำหนดขอบเขตของโดเมนความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยเหตุผล 2 ประการ ประการแรก ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิดในการอ้างความรู้โดยใช้หลักฐานที่อยู่ และการตัดสินว่าความรู้และสร้างความด้วยตนเองโดยใช้หลักฐาน เป็นเป้าหมายสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Conley et al., 2004) และประการที่สอง การศึกษาโดเมนเฉพาะด้านนี้ทำให้ได้มุมมองต่อความรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นข้อมูลสะท้อนถึงความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการที่ครูนำมาใช้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Liang & Tsai, 2010; Muis et al., 2006; Tsai et al., 2011, Wu et al., 2021) และระดับความเชื่อด้านความรู้สามารถทำนายพฤติกรรมการสอน (constructivist and traditional teaching) ของครูได้ (Ekinci, 2017)

การวิจัยนี้ศึกษาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ตัวอย่างวิจัยที่ศึกษา คือ นิสิตครูชั้นปีที่ 1 -5

สำหรับการพัฒนาแบบวัดระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยพัฒนาแบบวัดโดยอิงองค์ประกอบ 4 มิติ ตามแนวคิดของ Hoffer & Pintrich (1997) ซึ่งมีการอ้างอิงในงานของ Conley et al. (2004) ประกอบด้วย 1) แหล่งความรู้ 2) ความแน่นอนของความรู้ 3) พัฒนาการของความรู้ และ 4) การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้

การวิจัยนี้ใช้แนวคิดวิจัยการออกแบบสำหรับการสร้างหลักการ และการสร้างต้นแบบเพื่อพัฒนาความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์การวิจัยส่วนใหญ่สร้างตัวแทรกแซงในอดีตมักใช้การวิจัยเชิงทดลอง มีทั้งการใช้ตัวแทรกแซงระยะสั้น (short-term intervention) และตัวแทรกแซงระยะยาว

(long -term intervention) ผลงานวิจัยในอดีตมุ่งเน้นไปที่ผลลัพธ์ คือ การเปลี่ยนแปลงความเชื่อด้านความรู้ของนักเรียน นักศึกษาครู หรือครูประจำการ แต่ไม่ได้พัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับการกำหนดหลักการออกแบบในการสร้างตัวแทรกแซง ขอบเขตของการวิจัยในงานวิจัยนี้ เน้นผลลัพธ์ของการศึกษาเป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับการสังเคราะห์หลักการ (principle) ข้ออ้างเชิงเหตุผล (argument) ในการออกแบบกิจกรรมต้นแบบการเปลี่ยนแปลงความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเนื่องจากระยะเวลาในการดำเนินการมีจำกัด และสถานการณ์ไม่เหมาะสมในการนำต้นแบบที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ได้ จึงมีการตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ ผ่านการระดมความคิดจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวิจัย และการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ต้นแบบมีความเหมาะสมกับการนำไปปฏิบัติในสถานการณ์จริง

**นิยามศัพท์ในการวิจัย**

**ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific epistemic belief)** หมายถึง แนวคิดของครูที่ยอมรับและยึดถือเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ และลักษณะของวิธีการเข้าถึงความเป็นวิทยาศาสตร์ โดยลักษณะธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ครอบคลุม 2 ส่วนคือ พัฒนาการความรู้ และความแน่นอนของความรู้ ส่วนลักษณะของวิธีการเข้าถึงความเป็นวิทยาศาสตร์ครอบคลุม 2 ส่วน คือ แหล่งความรู้ และการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้

**พัฒนาการความรู้ (development) หมายถึง** ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่ไม่เปลี่ยนแปลง เป็นความรู้ที่คงที่ ไปจนถึงการมองว่าความรู้เปลี่ยนแปลงได้ หรือความรู้ไม่คงที่

**ความแน่นอนของความรู้ (certainty)** หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่ามีคำตอบที่ถูกต้องของวิทยาศาสตร์มีเพียงคำตอบเดียว ความรู้เป็นเรื่องที่ถูกหรือผิดเท่านั้น หรือมีความมองว่าคำตอบสำหรับวิทยาศาสตร์สามารถมีคำตอบที่หลากหลายได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา

**แหล่งความรู้ (source)** หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าความรู้ไม่เกิดจากตนเอง ความรู้เกิดจากแหล่งข้อมูลภายนอก จากการถ่ายทอดโดยผู้รู้ หรือผู้ที่มีเกี่ยวข้องในวิทยาศาสตร์ หรือมองว่าความรู้สามารถเกิดได้โดยตัวผู้เรียนเอง ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

**การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification)** หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ต้องเกิดจากการอ้างเหตุผลผ่านการสังเกต และยืนยันจากผู้รู้ภายนอก หรือบนพื้นฐานที่รู้สึกว่าถูกต้อง จนไปถึงการใช้วิธีการสืบสอบ การประเมินความรู้ และรวบรวมแหล่งที่มาของหลักฐานที่แตกต่างกันให้เกิดเป็นความรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง** ชุดกิจกรรมที่มีการออกแบบ และพัฒนาจากการวิจัยการออกแบบ มีเป้าหมายเพื่อปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในมิติต่าง ๆ ให้ซับซ้อนสำหรับนิสิตครูในแต่ประเภทความเชื่อต่าง ๆ

**ประโยชน์ที่ได้รับ**

**ประโยชน์เชิงวิชาการ**

1. ได้เครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้สำหรับโดเมนเฉพาะด้าน คือ วิทยาศาสตร์ ที่มีการพัฒนาข้อคำถามให้เหมาะสมกับนักศึกษาครู และสามารถนำไปใช้ในการวัดความด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ศึกษาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์นักศึกษาครูสาขาวิชาต่าง ๆ
2. ได้ต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนำไปใช้ในการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในมิติต่าง ๆ ของนักศึกษาครู

**ประโยชน์เชิงปฏิบัติการ**

1. ผู้บริหาร หรืออาจารย์มหาวิทยาลัยสามารถนำเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ ไปใช้วัดความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ของครูหรือนักศึกษาครู เพื่อให้ได้ข้อมูลความเชื่อของครูเป็นส่วนหนึ่งของการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น
2. อาจารย์มหาวิทยาลัยสามารถนำหลักการออกแบบ และต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อไปประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย และแนวคิดการออกแบบกิจกรรมการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยจะแบ่งการนำเสนอออกเป็น 4 ตอนคือ ตอนที่ 1 มโนทัศน์ของความเชื่อด้านความรู้ (epistemic beliefs) ตอนที่ 2 แนวคิดการออกแบบกิจกรรมการปรับความเชื่อ ตอนที่ 3 งานวิจัยที่ศึกษาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทประเทศไทย ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย รายละเอียดมีดังนี้

## ตอนที่ 1 มโนทัศน์ของความเชื่อด้านความรู้

มโนทัศน์ของความเชื่อด้านความรู้ จะกล่าวถึง ความเป็นมาของการศึกษา ความเชื่อด้านความรู้ (epistemic beliefs หรือ epistemological beliefs) เพื่อแสดงให้เห็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาวิจัย และการศึกษางานวิจัยในอดีตที่มีการศึกษาความเชื่อด้านความรู้ ในมุมมองต่าง ๆ ในช่วงสามสิบปีที่ผ่านมา จากนั้นจะอธิบายความหมาย ความเป็นไปได้ในการใช้คำนี้ในภาษาไทย และระบุองค์ประกอบที่มีมาจนถึงปัจจุบัน

### 1.1 ความเป็นมาของความเชื่อด้านความรู้ (epistemic beliefs)

ในอดีตจนถึงปัจจุบัน มีคำศัพท์ที่ใช้สื่อถึงความเชื่อด้านความรู้ 2 คำศัพท์ คือ epistemological beliefs (Bromme, Pieschl, Stahl, 2010; Hammer, 1995, Jehng et al., 1993; Kardash & Howell, 2000; Kardash & Scholes, 1996; Price & Lee, 2013; Qian & Alvermann, 1995; Ryan,1984; Schommer, 1990, 1994; Silverman, 2007) และ epistemic beliefs (Bendixen, Schraw & Dunkle, 1998; Braten, Britt, Strømsø & Rouet, 2011; Chai, 2010; Ferguson & Braten, 2013; Muiz, 2007; Nussbaum, Sinatra & Poliquin, 2008, Rosman, Mayer, Merk & Kerwer, 2019; Trevors et al., 2017) โดยในงานวิจัยในปัจจุบันยังใช้คำศัพท์ 2 คำนี้อยู่

นอกจากนั้นยังพบตัวแปรที่มีบริบท และนิยามใกล้เคียงกับความเชื่อด้านความรู้ เช่น Epistemological positions (Perry, 1970, as cited in West, 2004) เป็นการพัฒนาของความเชื่อในธรรมชาติของความรู้ ต่อมา Epistemological assumptions (Baxter Magolda, 2002) เป็นวิธีในการศึกษาธรรมชาติกระบวนการหาความรู้ และความแน่นอนของความรู้ และสุดท้าย Epistemological thinking (Kuhn, Cheney, & Weinstock, 2000) เป็นการศึกษาความเชื่อในธรรมชาติของความรู้และการแสวงหาความรู้ เป็นต้น

ในบทความวิจัยของ Hofer (2001) ได้อธิบายจุดเริ่มต้นของความเชื่อด้านความรู้กับความสัมพันธ์ในการเรียนรู้ พบว่าการศึกษาความเชื่อด้านความรู้ เริ่มต้นจาก Ryan (1984) ได้ทำการศึกษาความเชื่อด้านความรู้ (epistemological beliefs) ซึ่งเน้นศึกษาที่ผลของความเชื่อในตัวบุคคลที่เกี่ยวข้องกับความรู้ และกระบวนการแสดงหาความรู้ที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ การศึกษาระดับความเชื่อในครั้งนี้ นักวิจัยได้แบ่งระดับความเชื่อของผู้เรียนเป็นมองว่าความรู้ถูกผิด (dualism) หรือ มองว่าความรู้จะเกิดขึ้นได้ต้องมีการเปรียบเทียบกับหลักฐาน หรือความรู้อื่น (relativism) ผลของการวิจัยทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเชื่อด้านความรู้กับกลยุทธ์การประมวลข้อมูล (information processing strategies) ต่อมา มิติเฉพาะของความเชื่อด้านความรู้ ในชุดการศึกษาของ Schommer (1990) ก็ได้แสดงให้เห็นว่าเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น การศึกษาความเข้าใจข้อความแสดงให้เห็นว่าผู้ที่มองว่าความรู้บางอย่างเป็นความรู้ที่แน่นอน (certain) จะมีแนวโน้มที่จะสร้างข้อสรุปความรู้ที่ไม่เหมาะสม และผู้ที่เชื่อในการเรียนรู้อย่างรวดเร็วมีแนวโน้มที่จะให้ข้อสรุปที่ง่ายเกินไปและมีคะแนนการทดสอบต่ำ (Schommer, 1990) ในการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเข้าใจของข้อความ พบว่า ผลการเรียนของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางลบกับความเชื่อด้านความรู้ที่ง่าย การวิเคราะห์เส้นทาง(path analysis) ชี้ให้เห็นผลทางอ้อมของความเชื่อต่อประสิทธิภาพโดยความเชื่อที่มีผลต่อการเลือกกลยุทธ์การศึกษา (study strategies) (Schommer et al., 1992) โดยการที่ความเชื่อด้านความรู้ที่ส่งผลต่อการเลือกวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน ยังต้องคำนึงถึงกรอบทฤษฎีที่เกี่ยวกับการกำกับตนเอง (self-regulated learning) (Garrett-Ingram, 1997)

นอกจากนั้นในบทความวิจัยของ Hofer (2001) ก็ได้แสดงให้เห็นถึงความสันพันธ์ของความเชื่อด้านความรู้ ต่อการเรียนรู้ในด้านอื่น ๆ จากงานวิจัยในช่วงสามสิบปีถึงยี่สิบปีก่อน (ค.ศ.1990 - 2000) เช่น การศึกษา EB ที่เชื่อมโยงกับกลยุทธ์ทางการเรียนที่กล่าวมาข้างต้น การปรับมโนทัศน์ทางการเรียน (conceptual change learning) และ โดเมนเฉพาะของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาความเชื่อด้านความรู้ที่เชื่อมโยงกับการปรับมโนทัศน์ทางการเรียน (conceptual change learning) โดยในการศึกษาของ Songer & Linn(1991) ได้ศึกษาความสามารถในการทำความเข้าใจหัวข้อประเด็นต่าง ๆ ในวิทยาศาสตร์ พบว่า ความเข้าใจวิทยาศาสตร์สามารถถูกทำนายจากความเชื่อด้านความรู้ของผู้เรียนด้านวิทยาศาสตร์ได้ เช่น ผู้เรียนที่มีมุมมองความรู้เป็นแบบพลวัตเปลี่ยนได้ (dynamic views) จะพยายามทำความเข้าใจความรู้วิทยาศาสตร์ ส่วนผู้เรียนที่มีมุมมองความรู้แบบความรู้คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง (static view) จะกังวลเรื่องการจดจำความรู้ที่เป็นความจริงต่าง ๆ มากกว่า สอดคล้องกับ Qian & Alvermann (1995) การศึกษาการปรับมโนทัศน์ทางการเรียน

พบว่าผู้เรียนที่มีความเชื่อด้านความรู้ที่ยึดติดและเรียบง่าย (certain and simple) จะมีความสัมพันธ์ทางลบกับการปรับมโนทัศน์ทางการเรียน

การศึกษาที่เชื่อมโยงที่เชื่อมโยงกับโดเมนเฉพาะของความเชื่อด้านความรู้ในด้านแหล่งที่มาของข้อมูลเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน Hogan (2000) ได้ตรวจสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชิงใกล้ (Proximal) หรือ มุมมองที่เกี่ยวข้องกับความรู้และการแสดงหาความรู้ของตนเองที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (own epistemological perspectives on science) และเชิงไกล (Distal) หรือมุมมองที่เกี่ยวข้องกับความรู้และการแสดงหาความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์แบบมืออาชีพ (the epistemology of professional science) ทำให้ได้แบบจำลองของ Epistemology ที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ความเชื่อที่เกี่ยวกับการแสดงหาความรู้ของบุคคลอื่น กับความเชื่อที่เกี่ยวกับการแสดงหาความรู้ของตนเอง นอกจากนั้น ยังมีการศึกษาความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ระบุว่าเป็นบุคคลใดมีแนวคิดเป็นคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist) หรือมีแนวคิดของนักประจักษ์นิยม (empiricist) (Tsai, 1998) โดยผู้เรียนที่มีความเชื่อแบบนักประจักษ์นิยมมีแนวโน้มที่จะใช้กลยุทธ์การเรียนรู้แบบท่องจำมากกว่าคอนสตรัคติวิสต์

จากจุดเริ่มต้นของแนวคิดของ Perry ที่เป็นรากใหญ่ มาสู่การศึกษาความเชื่อในด้านความรู้ และ การแสวงหาความรู้ในมุมมองต่าง ๆ ในช่วงยี่สิบถึงสามสิบปีที่ผ่านมา และในปัจจุบันมีการศึกษาหลากหลายแง่มุม และยังมีการใช้คำว่า epistemic beliefs และ epistemological beliefs อยู่ ซึ่งผู้วิจัยจะขอนิยามคำศัพท์ และความเป็นไปได้ในการใช้แปลเป็นคำในภาษาไทย และกล่าวถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ของคำศัพท์นี้ต่อไป

**1.2 ความหมายของความเชื่อด้านความรู้ (epistemic beliefs)**

ความเชื่อด้านความรู้(epistemic beliefs) หมายถึง ความเชื่อในธรรมชาติของความรู้ และธรรมชาติของวิธีการแสวงหาความรู้ที่อยู่ในตัวบุคคล (Hofer & Pintrich, 1997; Hofer, 2001; Schommer, 1990) สำหรับการคัดกรองข้อมูลใหม่ ๆ ที่ได้รับเข้ามาเป็นความรู้ (Five, 2011)

Epistemic มีรากศัพท์มาจากภาษากรีกที่ว่า episteme แปลว่าความรู้ และบางครั้งสามารถอ้างไปถึงทักษะเชี่ยวชาญ (professional skill or expertise) หรือ ความรู้วิทยาศาสตร์ได้ (Hazlett, 2016) คำนี้อยู่ในปรัชญาว่าด้วยวิธีการได้มาซึ่งความรู้ความจริง หรือ ปรัชญาญาณวิทยา (epistemology) โดยญาณวิทยา หมายถึง การได้มาซึ่งความรู้ เมื่อเรามีคำถามเดียวกัน แต่ใช้วิธีการในหาความรู้ที่แตกต่างกัน อาจส่งผลให้ได้รับคำตอบที่แตกต่างกัน (ศุภชัย ยาวะประภาษ, 2545 อ้างถึงใน ชนิดา จิตตรุทธะ, 2552) ในการศึกษาเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ จะเกี่ยวข้องกับคำถามที่ว่า วิธีการค้นหาความจริงคืออะไร ใช้อย่างไร และใช้ได้ถูกต้องหรือไม่ (สุวิมล ว่องวาณิช, 2563)

คำศัพท์คำว่า epistemic beliefs ยังไม่มีการใช้ที่แพร่หลายในประเทศไทย และจากการศึกษางานวิจัย ในบริบทประเทศไทย พบว่านักวิจัยใช้คำว่า epistemological beliefs (วิศนุกร

นามมงคุณ, ไชยพงศ์ เรืองสุวรรณ และ Fang-Ying Yang, 2563; มยุรฉัตร ยลวิลาศ และ ปาริชาติ แสนนา, 2563; กอบแก้ว สิงหเนตรวัฒน์ และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2555; Rongbutsri & Yuan, 2021) มากกว่า epistemic beliefs (Fujiwara, Laulathaphol, Phillips, 2012) เมื่อพิจารณาการให้ความหมายของศัพท์ในภาษาไทย พบว่า ในแต่ละงานวิจัยมีการใช้ที่แตกต่างกันไป เช่น ความเชื่อว่าด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (วิศนุกร นามมงคุณ และคณะ, 2563) ความเชื่อทางญานวิทยาทางวิทยาศาสตร์ (มยุรฉัตร ยลวิลาศ และ ปาริชาติ แสนนา, 2563) และความเชื่อในการได้มาซึ่งความรู้ (กอบแก้ว สิงหเนตรวัฒน์ และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2555)

**1.3 ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific epistemic beliefs)**

ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific epistemic beliefs) เป็นความเชื่อในธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิธีการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดความรู้เดิมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ (Wu & Tsai, 2011) ประโยชน์ของการศึกษาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครู จะทำให้สามารถทำความเข้าใจการสอนวิทยาศาสตร์ของครูได้ โดยครูวิทยาศาสตร์ที่มีการพัฒนาให้ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของตนเองมีความซับซ้อนขึ้น จะทำให้สามารถจัดกิจกรรมการสอน และมีความเชื่อในการจัดการสอน (pedagogical beliefs) ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซับซ้อน (Lee & Tsai, 2011)

ธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิธีการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะของวิทยาศาสตร์ ซึ่งธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้เราเข้าใจได้ว่า โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้ ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนในระยะหนึ่ง และวิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่คำถามทุกคำถามได้ และธรรมชาติของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เราเข้าใจได้ว่า วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานวิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและทำนาย นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ และสุดท้ายวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องการเชื่อฟังผู้มีอำนาจหรือเผด็จการ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563) ในหนังสือกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เคมี ได้อธิบายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแง่มุมของ AAAS (1990) พบว่า ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์และลักษณะของวิทยาศาสตร์มีความเชื่อมโยงในการด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงนำส่วนของลักษณะของวิทยาศาสตร์ (AAAS,1990; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563) มาสรุปเพื่อให้เห็นความเชื่อมโยงของสองตัวแปร ผ่านตารางลักษณะของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตาราง 2.1 ลักษณะของธรรมชาติวิทยาศาสตร์**

| ลักษณะของวิทยาศาสตร์ (AAAS,1990; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563) | |
|---|---|
| **ด้าน** | **มโนทัศน์** |
| **ความรู้ทางวิทยาศาสตร์** | - โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้ (the word is understandable)<br>- ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ (scientific idea are subject to change)<br>- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนในระยะหนึ่ง (scientific knowledge is durable)<br>- วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่คำถามทุกคำถามได้ (science cannot provide complete answers to all questions) |
| **วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์แสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์** | - วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (science demands evidence)<br>- วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ (science is a blended of logic and imagination)<br>- วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและทำนาย (science explain and predicts)<br>- นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ (scientists try to identify and avoid bias)<br>- วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องการเชื่อฟังผู้มีอำนาจหรือเผด็จการ (science is not authoritarian) |
| **สังคมของนักวิทยาศาสตร์และคุณค่าของวิทยาศาสตร์ต่อสังคม** | - วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน (science is a complex social activity)<br>- วิทยาศาสตร์ถูกจัดระบบในเนื้อหาวิชาสาขาต่าง ๆ (science is organized into content disciplines and is conducted in various institutions)<br>- การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ (there are generally accepted ethical principles in the conduct of science)<br>- นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญและพลเมือง (scientist participate in public affairs both as specialist and as citizens) |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**1.4 มิติของความเชื่อด้านความรู้ (epistemic beliefs)**

ในการศึกษาความเชื่อด้านความรู้ กลุ่มของนักวิจัยที่ได้มุ่งเน้นศึกษาพัฒนาการความเชื่อในแง่ของมิติ (dimension) (Conley et al., 2004; Hofer & Pintrich, 1997; Schommer, 1990) โดย Hofer & Pintrich (1997) เสนอว่ามิติองค์ประกอบจะสามารถแยกออกจากกัน ไม่เกี่ยวข้องกัน แต่หากมองความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบสามารถสะท้อนให้เป็นระดับของความเชื่อด้านความรู้ว่าเป็นบุคคลมีระดับความเชื่อแบบง่าย (naïve beliefs) จนไปถึงความเชื่อแบบซับซ้อน (advanced /sophisticated beliefs)

**ตาราง 2.2 มิติของความเชื่อด้านความรู้**

| ผู้วิจัย | มิติความเชื่อด้านความรู้ |
|---|---|
| Schommer (1990) | 1. การยึดติดความสามารถเดิม (Fixed ability) คือ ระดับความเชื่อที่เชื่อว่าความสามารถต้องได้รับมา และไม่เปลี่ยนแปลง ไปจนถึงความสามารถเป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาขึ้นได้<br>2. ระยะเวลาในการเรียนรู้ (the speed of learning) คือ ความเชื่อในมุมมองที่ว่าความรู้สามารถเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว ไปจนถึงความรู้ต้องเกิดขึ้นทีละเล็กน้อย แบบค่อยเป็น ค่อยไป<br>3. ความเรียบง่ายของความรู้ (simple knowledge) คือความเชื่อที่มองความรู้ว่าประกอบด้วยข้อเท็จจริงที่แยกกันไป จนถึงความรู้เป็นสายใยความรู้ที่สัมพันธ์<br>4. ความแน่นอนของความรู้ (certain knowledge) คือความเชื่อที่มองว่าความรู้ว่าความรู้คงที่ และไม่เป็นเปลี่ยนแปลง ไปจนถึงความรู้ไม่คงที่ และเปลี่ยนแปลงได้ บุคคลอาจมีเชื่อว่ามีคำตอบที่ถูกต้องมีเพียงคำตอบเดียว หรือมีความเชื่อว่าคำตอบสามารถมีคำตอบที่หลากหลายได้ ขึ้นอยู่กับมุมมองและความซับซ้อนของปัญหา |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| ผู้วิจัย | มิติความเชื่อด้านความรู้ |
|---|---|
| Hofer & Pintrich (1997) | 1. ความเรียบง่ายของความรู้ (simplicity of knowledge) คือ ระดับความเชื่อตั้งแต่ความเชื่อที่เชื่อว่าความรู้ที่ประกอบการสะสมของข้อเท็จจริงไปเรื่อย ๆ จนถึงความรู้ที่เกิดขึ้นมาอยู่ในรูปแบบของแนวคิดที่สัมพันธ์กัน<br>2. ความแน่นอนของความรู้ (certainty of knowledge) คือ ระดับความเชื่อของบุคคลที่เชื่อว่าความรู้สมบูรณ์ คงที่ ไม่เปลี่ยนแปลง ไปถึงความเชื่อที่เชื่อว่า ความรู้ไม่คงที่ และเปลี่ยนแปลงได้<br>3. แหล่งความรู้ (source of knowledge) คือ ระดับความเชื่อของบุคคลที่เชื่อว่าความรู้ก่อขึ้นแหล่งข้อมูลภายนอกตนเอง และได้รับการถ่ายความรู้จาก external authority จนถึงความเชื่อที่เชื่อว่าความรู้ที่ก่อนขึ้นมาเกิดขึ้นจากการสร้างความรู้ (actively construct) ด้วยตัวเองร่วมกับการมีปฏิสัมพันธ์ความรู้จากผู้อื่น บุคคลที่มีความเชื่อนี้ในระดับที่ซับซ้อนน้อย มักมีความเชื่อว่าความรู้มีจุดกำเนิดมาจากแหล่งข้อมูลภายนอก<br>4. การตัดสินเพื่อให้ได้วามรู้ (justification for knowing) คือ ระดับความเชื่อตั้งแต่ความรู้เกิดจาก การอ้างเหตุผลผ่านการสังเกต และยืนยันจาก external authority หรือบนพื้นฐานที่รู้สึกว่าถูกต้อง จนไปถึงการใช้วิธีการสืบสอบการประเมินความรู้ และรวบรวมแหล่งที่มาของหลักฐานที่แตกต่างกันให้เกิดเป็นความรู้ บุคคลที่มีระดับการตัดสินข้อมูลที่สูง จะเชื่อเรื่องการทดลอง และนำข้อมูลที่ได้รับมาสนับสนุนเป็นข้ออ้างเชิงเหตุผล (argument) |
| Chan & Elliot (2004) | 1. ความรู้จากผู้มีอำนาจ (authority/Expert Knowledge) คือ ความเชื่อของตนเองที่มองว่าความรู้ต้องมาจากตำรา หรือผู้รู้เท่านั้นหรือไม่<br>2. ความสามารถในการเรียนรู้เดิมของตน (innate/Fixed Ability) คือ ความเชื่อของตนเองที่คิดว่าการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับความสามารถโดยกำเนิดหรือไม่<br>3. กระบวนการเรียนรู้ (learning Effort/Process) การยึดถือวิธีการเรียนรู้ของตนเองว่าความรู้ที่เราไม่รู้เราสามารถพยายามเรียนรู้ด้วยตนเองได้ หรือมองว่าวิธีการเรียนรู้สำคัญกว่าความรู้ที่ได้ |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ผู้วิจัย | มิติความเชื่อด้านความรู้ |
|---|---|
| | 4. ความแน่นอนของความรู้ (certainty Knowledge) ความเชื่อของตนเองที่ยึดมั่นว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เปลี่ยนแปลง |
| Peter et al. (2015) | 1. absolutism คือ ความเชื่อของบุคคลที่มองว่าความรู้เป็นสองขั้ว (dualistic) ความรู้นี้ถูกหรือผิด ควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อ<br>2. multiplism คือ ความเชื่อของบุคคลการมองว่าความรู้เป็นปรนัย (subjective) เชื่อว่าความเห็นที่แตกต่างกันว่าถูกต้องและแลกเปลี่ยนกันได้ ดังนั้นจึงกลายเป็นความเห็นที่ขึ้นอยู่กับบุคคล (fully arbitrary) ในมุมมองทางวิทยาศาสตร์<br>3. evaluativism คือ ความเชื่อของบุคคลการมองว่า ตนเองเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสร้างความรู้ และความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มีน้ำหนัก หรือความน่าเชื่อถือไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการประเมินความถูกต้องและการให้น้ำหนักของหลักฐาน<br>ข้อสังเกต งานวิจัยของ Peter et al. (2015) ไม่ได้แบ่งเป็นองค์ประกอบของความเชื่อด้านความรู้ แต่วัดเป็นขั้นพัฒนาการความเชื่อ |
| Guilfoyle, McCormack & Erduran (2020) | 1. ความแน่นอนของความรู้ (certainty of knowledge) คือ การมองว่าความรู้คงที่ (fixed) หรือเปลี่ยนไปได้ (fluid)<br>2. ความเรียบง่ายของความรู้ (simplicity of knowledge) คือ การมองว่าความรู้สะสมจากการได้รับมาผ่านระยะเวลา หรือความรู้ต้องเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กัน<br>3. การประยุกต์ใช้ความรู้ (universality of knowledge) คือการมองว่าความรู้สามารถประยุกต์ใช้ได้ในทุกบริบท หรือความรู้ที่เกิดขึ้นอยู่ในบริบทใดบริบทหนึ่งเท่านั้น<br>4. แหล่งที่มาของความรู้ (source of knowledge) คือการมองว่าความรู้ได้มาจาก expert/authority โดยที่ตนเองไม่มีส่วนเกี่ยวข้อง หรือได้มาจากการนำความรู้ที่ได้รับมาเชื่อมโยงกันเป็นความรู้ของตน<br>5. การตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้ (justification for knowing) คือมุมมองของตนเองว่ามีวิธีการประเมินความรู้อย่างไร มีการประเมินจากหลักฐาน การทดลอง ผู้รู้ที่เกี่ยวข้องอย่างไร |

นอกจากนั้นยังพบว่าความเชื่อด้านความรู้ สามารถจำแนกองค์ประกอบของความเชื่อออกเป็นธรรมชาติของความรู้ และธรรมชาติของการแสวงหาความรู้ โดยธรรมชาติของการแสวงหาความรู้สามารถแบ่งเป็น 2 ด้านคือ กระบวนการค้นหาความรู้ (process of knowing) และ การควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (controlling influencing factors) ดังตารางที่ 2.3

**ตาราง 2.3 การจำแนกความเชื่อด้านความรู้**

| ความเชื่อในธรรมชาติของ | Schommer (1990) | Jehng et al. (1993) | Schraw et al. (1995) | Hofer (2001) | Wood & Kardash (2002) |
|---|---|---|---|---|---|
| **ความรู้** | - Certain knowledge<br>-Structure of knowledge | Certain knowledge | -Certain knowledge<br>-Structure of knowledge | -Certain knowledge<br>-Structure of knowledge | -Attainability of objective truth<br>-Structure of knowledge |
| **การแสวงหาความรู้** | | | | | |
| กระบวนการค้นหาความรู้ | -Quick Learning | -Quick Learning<br>-Source of knowledge<br>-Orderly process | -Quick Learning<br>-Source of knowledge | - Justification for knowing<br>-Source of knowledge | - Speed of knowledge acquisition<br>- Knowledge construction and modification |
| การควบคุมปัจจัย | Innate Ability | Control of knowledge acquisition | Control of knowledge acquisition | | Characteristics of successful students |

(ประยุกต์จาก Buehl, 2008)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**1.5 มิติของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific epistemic beliefs)**

ความเชื่อด้านความรู้ และการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาโดนเมนเฉพาะได้เพื่อศึกษาว่าบุคคลมีธรรมชาติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างไร

**ตาราง 2.4 มิติความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

| ผู้วิจัย | มิติความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ |
|---|---|
| Conley et al. (2004) | 1. source คือ ความเชื่อในการแสดงหาความรู้ว่าต้องได้รับความรู้วิทยาศาสตร์จากผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญ (external authority)<br>2. certainty คือ ความเชื่อที่มองว่าความรู้ หรือปัญหาวิทยาศาสตร์จะมีคำตอบหรือข้อค้นพบที่แน่นอน<br>3. development คือ ความเชื่อที่มองว่าความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลง และพัฒนาต่อไปได้<br>4. justification คือ ความเชื่อในการแสดงหาความรู้ว่าต้องเกิดจากการทดลอง การนำหลักฐานหลายอย่างมาเปรียบเทียบ และตัดสินออกมาเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ |
| Brownlee et al. (2021) | 1. beliefs about the nature of knowledge in science คือ ความเชื่อในความรู้วิทยาศาสตร์ที่มองว่าเป็นความรู้คงทน ไม่เปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนแปลงได้<br>2. beliefs about knowing in science คือ ความเชื่อในการแสวงหาความรู้ที่มองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ของบุคคลมีการสร้างขึ้นมาอย่างไร |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในงานวิจัยนี้สร้างพัฒนาแบบสอบถาม โดยใช้แนวคิดของ Conley et al. (2004) เนื่องจากเป็นการวัดความเชื่อด้านความรู้ ในโดเมนวิทยาศาสตร์ และครอบคลุมทั้ง 2 ส่วนของทฤษฎีญาณวิทยาของ Hofer & Pintrich (1997) โดยวิธีการที่บุคคลระบุความรู้ออกมาได้ (ธรรมชาติของความรู้) วิธีการที่บุคคลใช้ในการแสดงหาความรู้ (ธรรมชาติของการแสวงหาความรู้) ในการแปลระดับความซับซ้อนความเชื่อแต่ละมิติ จะมีการแปลผลตั้งแต่ความเชื่อด้านความรู้ ระดับง่าย (simple/naïve) จนไปถึงความเชื่อในระดับซับซ้อน (sophisticated/complex) โดยแต่ละมิติสามารถแปลผลได้ดังนี้

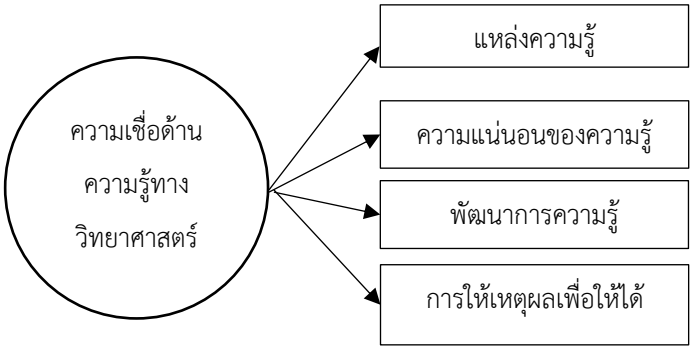
1) แหล่งความรู้ (source) ในมิติความเชื่อนี้ ผู้เรียนอาจจะมีระดับความเชื่อตั้งแต่ความเชื่อด้านความรู้พื้นฐาน คือ ผู้เรียนจะมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง มาจากการฟัง การเรียนจากผู้รู้ภายนอกหรือมาจากครู อาจารย์เท่านั้น จนไปถึงความรู้สามารถสร้างขึ้นจากตนเองผ่านการประสบการณ์และความรู้ที่ได้รับมาได้

2) ความแน่นอนของความรู้ (certainty) ในมิติความเชื่อนี้ ผู้เรียนอาจจะมีระดับความเชื่อตั้งแต่ความเชื่อในความรู้ ฯ พื้นฐาน คือ ผู้เรียนมีมุมมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ถูกหรือผิด จนไปถึงผู้เรียนที่มีระดับความเชื่อด้านความรู้ในระดับที่ซับซ้อน คือ มองว่าความรู้จะถูกหรือผิด ต้องใช้หลักฐานมากกว่าหนึ่งแนวคิด

3) พัฒนาการความรู้ (development) ในมิติความเชื่อนี้ ผู้เรียนอาจมีระดับความเชื่อตั้งแต่ความเชื่อในความรู้ ฯ พื้นฐาน คือ ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไปจนถึงผู้เรียนที่มีระดับความเชื่อด้านความรู้ที่ซับซ้อน คือ ไอเดีย แนวคิด ทฤษฎีในวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามหลักฐาน และการทดลองใหม่ตามยุคสมัยที่เปลี่ยนไป

4) การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (Justification) ในมิติความเชื่อนี้ ผู้เรียนอาจมีระดับความเชื่อตั้งแต่ความเชื่อด้านความรู้พื้นฐาน คือ มองว่าความรู้วิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้แค่จากการสังเกตและการทดลอง ในขณะผู้เรียนที่ความเชื่อด้านความรู้ที่ซับซ้อน จะมีมุมมองว่าการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ขึ้นมาต้องมาจากการให้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ในการทดลองหรือการสังเกตที่หลากหลาย

การศึกษาความเชื่อด้านความรู้เชิงมิตินี้ช่วยให้นักวิจัยสามารถตรวจสอบว่ามุมมองเกี่ยวกับมิติความเชื่อด้านความรู้ ทางวิทยาศาสตร์นั้นแยกจากกัน และเลือกพัฒนาอย่างอิสระ ตัวอย่างเช่น บุคคลอาจมองการรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าถูกหรือผิดโดยสิ้นเชิง มีมุมมองความเชื่อถือในด้านแหล่งที่มาในระดับที่ง่าย (naïve belief) และในขณะเดียวกันบุคคลนั้นก็อาจเชื่อว่าการรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับการพิสูจน์โดยหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการทดลอง (มุมมองความเชื่อที่ซับซ้อนเกี่ยวกับการให้เหตุผล)



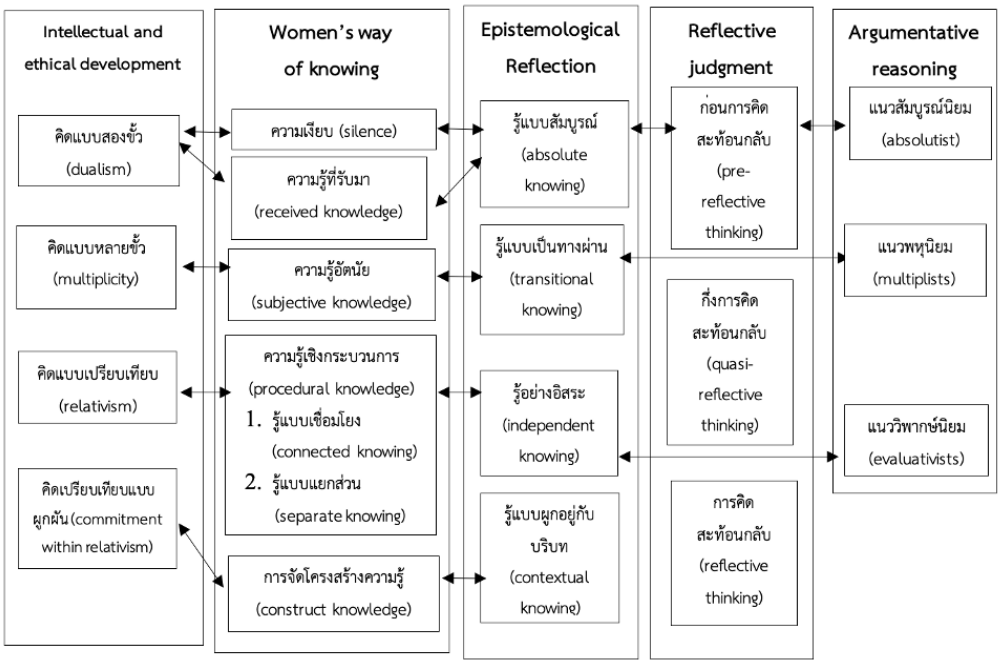

**ภาพ 2.1 โมเดลการวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

**1.6 ระดับพัฒนาการความเชื่อด้านความรู้**

Muis (2007) ได้พัฒนาลำดับขั้นของความเชื่อออกเป็น 3 ระยะ จากโมเดลความเชื่อของงานในอดีต 5 โมเดลซึ่งเป็นกลุ่มนักวิจัยในแง่ของพัฒนาการของความเชื่อด้านความรู้ คือ “Perry scheme” (Perry, 1970), “women’s ways of knowing” (Belenky et al., 1986), the Epistemological Reflection Model (Baxter Magolda, 2004), reflective judgment (King & Kitchener, 1994) และ argumentative reasoning (Kuhn, 1991) ซึ่งนำโมเดลมาแสดงให้เห็นว่าความเชื่อเป็นกลไกเชิงพัฒนาเหมือนกัน และสามารถสรุปเป็นระดับพัฒนาการความเชื่อ 3 ระยะ คือ (1) ความเชื่อสัมบูรณ์นิยม/ภวนิยม (absolutism/objectivism) (2) ความเชื่อพหุนิยม กับอัตนิสัย (multiplism/subjectivism) (3) ความเชื่อวิพากษ์นิยม/อัตนิยม (evaluativism/objectivism–subjectivism) มีรายละเอียดดังนี้

ความเชื่อสัมบูรณ์นิยม/ภวนิยมเป็นความเชื่อระยะแรก ที่ผู้เรียนมองความรู้ว่าเป็นสิ่งที่ถูกหรือผิด เชื่อว่าความรู้มีวัตถุประสงค์เพื่อสะท้อนถึงสภาพที่แท้จริงของโลก และเชื่อว่า authority มีคำตอบทั้งหมด ความเชื่อพหุนิยมกับอัตนิสัยหลังจากผู้เรียนได้สัมผัสกับกระบวนทัศน์(paradigms) และโมเดลที่ขัดแย้งกันมากขึ้น ก็จะเริ่มแยกแยะ และสรุปได้มากขึ้นว่า มุมมองความรู้หนึ่ง ดีพอ ๆ กับมุมมองความรู้อีกมุมมองหนึ่ง หรืออีกมุมมองหนึ่งเป็นเพียงแค่ความคิดเห็น และระดับความเชื่อสุดท้ายที่เป็นระยะพัฒนาการสูงสุด คือ ความเชื่อวิพากษ์นิยม/อัตนิยมเมื่อผู้เรียนก้าวผ่านการศึกษาในระดับที่สูงขึ้นนักเรียนจะเริ่มมองว่าความรู้ที่ถูกต้องเมื่อเทียบกับบริบทต่าง ๆ และผู้เรียนตระหนักว่ามีความเป็นไปได้หลายประการสำหรับความรู้และการอ้างความรู้จะต้องได้รับการประเมินคุณสมบัติของข้อโต้แย้งและหลักฐาน

**ภาพ 2.2โมเดลเชิงพัฒนาที่สรุปจาก 5 โมเดล เป็นระดับพัฒนาการความเชื่อ 3 ระยะ**




**ภาพ 2.3 โมเดลเชิงพัฒนาของความเชื่อด้านความรู้ในวัยรุ่น และวัยผู้ใหญ่**

แม้ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวคิดหรือมุมมองของส่วนบุคคล แต่จากโมเดลเชิงพัฒนการความเชื่อในภาพ 2.2 และ ภาพ 2.3 ก็แสดงให้เห็นว่าความเชื่อของบุคคลสามารถเปลี่ยนแปลงได้เป็นลำดับขั้นของความเชื่อออกเป็น 3 ระยะ จากโมเดลความเชื่อของงานในอดีต 5 โมเดล ความรู้ คือ “Perry scheme” (Perry, 1970), “women’s ways of knowing” (Belenky et al., 1986), the Epistemological Reflection Model (Baxter Magolda, 2004), reflective judgment (King & Kitchener, 1994) และ argumentative reasoning (Kuhn, 1991) ดังนั้นการพัฒนาวิธีการปรับเปลี่ยนความเชื่อเป็นสิ่งที่สามารถจะกระทำได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**1.7 การสังเคราะห์งานวิจัยที่แสดงวิธีการปรับเปลี่ยนความเชื่อ**

การวิจัยเพื่อเปลี่ยนแปลงความเชื่อในอดีตส่วนใหญ่จะเป็นการทดลอง มีทั้งการใช้ตัวแทรกแซงระยะสั้น (short-term intervention) และตัวแทรกแซงระยะยาว (long -term intervention) แตกต่างกันไปในงานวิจัย และเนื่องจากงานวิจัยในอดีตจะมุ่งเน้นไปที่ผลลัพธ์ คือ การเปลี่ยนแปลงความความเชื่อด้านความรู้ของนักเรียน นักศึกษา และครู จึงอาจไม่ได้กำหนดหลักการ (principle) ข้ออ้างเชิงเหตุผล(argument) หรือส่วนประกอบ (ingredient) ที่ชัดเจนในงานวิจัย ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษางานวิจัยในอดีต เพื่อสังเคราะห์หลักการ(principle) ข้ออ้างเชิงเหตุผล (argument) หรือส่วนประกอบ (ingredient) ในงานวิจัยในอดีตให้เป็นชัดเจนมากยิ่งขึ้น และนำมาสร้างเป็นหลักการในงานวิจัย ต่อไป โดยขั้นตอนมีดังนี้

1. ผู้วิจัยสืบค้น และคัดเลือกงานวิจัยที่เปลี่ยนแปลงความเชื่อด้านความรู้ในอดีต (Epistemic belief ) ปี 2540 – 2565 โดยมีคำค้นที่สำคัญ คือ “Foster” , “Development”, “Change”

2. ศึกษาตัวแทรกแซง (intervention) และแนวคิดของการสร้าง intervention ของงานวิจัยที่เลือกจากนั้นสังเคราะห์ออกมาเป็นเพื่อให้ได้ส่วนประกอบสำคัญที่สามารถส่งผลต่อการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

**ตาราง 2.5 การสังเคราะห์งานวิจัยงานวิจัยที่แสดงวิธีการปรับเปลี่ยนความเชื่อ**

| ผู้วิจัย | ตัวอย่างวิจัย | วิธีการเปลี่ยนแปลง EB |
|---|---|---|
| Bayar & Gur (2017) | นักศึกษาครูวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 10 คน | **บทความพิสูจน์หักล้าง (Refutation texts)** พัฒนาจากหลักการที่ว่าหากต้องการให้ครูเปลี่ยนแปลงบางสิ่ง ผู้วิจัยต้องให้สภาพแวดล้อมทางสังคมที่จัดให้ครูสามารถตั้งคำถามกับความเชื่อในปัจจุบันของพวกเขา และเข้าถึงตัวแทนที่แท้จริง |
| Valanides & Angeli (2005) | นักศึกษาในมหาวิทยาลัย จำนวน 126 คน | **Teaching intervention** แบ่งเป็น general, infusion และ immersion โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้หลักการคิดเชิงวิพากษ์ (critical thinking principles) และให้สะท้อนความคิดในบทความที่เป็น controversial real-world issues ผ่านกิจกรรมคู่ โดยใช้หลักการที่ว่าความเชื่อ EB จะซับซ้อนได้เกิดจากทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ (King & Kitchener, 1994; Kuhn, 1991; Perry, 1970) และการอภิปราย (Schraw , 2001) |
| Deniz (2010) | นักศึกษาครูระดับชั้นประถมศึกษา จำนวน 161 คน โดยตัวอย่างวิจัยทุกคนได้เรียนวิชา introductory Science ในรายวิชาประกอบไปด้วย | **Epistemic belief explicit and reflection paper** ซึ่งพัฒนาขึ้นจากสมมติฐานที่ว่าการเปลี่ยนแปลงมโนมติสามารถพัฒนาความเชื่อในความรู้ และการแสดงหาความรู้ได้ (Abd-El-Khalick & Akerson 2004; Akerson et al. 2000; Schwartz & Lederman 2002) โดยในนวัตกรรมจะเป็นหัวข้อการสอนที่เกี่ยวกับญาณวิทยาของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS aspects) จำนวน 4 สัปดาห์ โดย |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| ผู้วิจัย | ตัวอย่างวิจัย | วิธีการเปลี่ยนแปลง EB |
|---|---|---|
| | 1) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์<br>2) ทักษะทางวิทยาศาสตร์<br>3) ธรรมชาติของสสาร | ในกิจกรรมการสอนจะมีช่วงให้ผู้เรียนมีการแสดง EBs ของตนอย่างชัดแจ้ง (EBs explicit) และมีการสะท้อน EBs ของตัวเองผ่านการเขียนหลังจากอ่านบทความที่แตกต่างในนวัตกรรม(reflection paper) ผ่านคำถามหลักในงานเขียนที่ว่า “Are the ideas in this reading consistent with our discussions of EBs? If yes, how? If no, why?” |
| Kerwer & Rosman (2020) | ตัวอย่างวิจัย จำนวน 509 คนที่มีภูมิหลังด้านการศึกษา อายุ เพศที่แตกต่างกัน | **ข้อความรู้ที่ขัดแย้งกัน (diverging information or conflicting evidence )** ซึ่งบทความที่พัฒนาเป็นส่วนหนึ่งใน innovation พัฒนาจากแนวคิดที่ว่า บุคคลต้องเริ่มมีประสบการณ์ในการสงสัยในความรู้และการแสดงหาความรู้ของตนเอง (epistemic doubt; a specific type of cognitive dissonance) เพื่อกระตุ้นให้เกิด epistemic doubt จึงมีการเลือกใช้การนำเสนอข้อมูลที่แตกต่างกันหรือหลักฐานที่ขัดแย้งกัน diverging information เป็นตัวแทรกแซงที่ใช้เป็นข้อความรู้ที่แตกต่างกัน ได้แก่ Non-diverging information หรือบทความที่มีเนื้อหาแตกต่างกันแต่ไม่ข้อความรู้ไม่ขัดแย้ง กัน (เช่นบทความ Learning strategies in higher education) Resolvable diverging information หรือบทความที่มีเนื้อหาความรู้ขัดแย้งกันแต่สามารถแก้ไข และรวมกันใหม่ได้ (เช่นบทความ Gender stereotyping at secondary schools) และสุดท้าย Unresolvable diverging information หรือบทความที่มีเนื้อหาความรู้ขัดแย้งกันและไม่สามารถแก้ไขรวมกันใหม่ได้ |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ผู้วิจัย | ตัวอย่างวิจัย | วิธีการเปลี่ยนแปลง EB |
|---|---|---|
| Schiefer et al. (2020) | นักเรียนช่วงชั้นประถมในประเทศเยอรมัน จำนวน 65 คน | **The extracurricular science intervention** โดยในตัวแทรกแซงจะเป็นที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ผ่านการเรียนรู้แบบสืบสอบ และคอนสตรัคติวิสต์ หรือวิธีการสะท้อนกลับอย่างชัดแจ้ง ซึ่งครูจะต้องมีกิจกรรมการอภิปรายเชิงวิพากษ์เกี่ยวกับประเด็นทางญาณวิทยาหรือการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ผ่านหลักสูตรจำนวน 10 สัปดาห์ มีชื่อหลักสูตรว่า "นักวิจัยรุ่นเยาว์ – เราทำงานเหมือนนักวิทยาศาสตร์" |

**1.8 เครื่องมือวัดความด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

ในการศึกษาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาด้วยการวิจัยเชิงปริมาณ เครื่องมือที่ใหญ่ส่วนใหญ่แบบสอบถามแบบมาตรประมาณค่า แบบตอบบังคับให้เลือกและแบบตอบหลายตัวเลือก (Forced-choice and multiple-choice) โดยแต่ละเครื่องมือมีการวัดองค์ประกอบย่อยของความเชื่อด้านความรู้ (EB) หรือมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน โดยเครื่องมือที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย (Lee et al., 2021) คือ แบบสอบถาม Scientific Epistemic Beliefs (SEB) ของ Conley et al. (2004) โดยในการศึกษาครั้งนี้ จะนำเสนอเครื่องมือในอดีตประเภทเครื่องมือแบบมาตรประมาณค่า แบบตอบบังคับให้เลือกและแบบตอบหลายตัวเลือก โดยมีการศึกษาในประชากรและตัวอย่างวิจัยที่แตกต่างกัน ดังตาราง 2.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตาราง 2.6 ลักษณะและองค์ประกอบของเครื่องมือวัดความเชื่อทางวิทยาศาสตร์**

| เครื่องมือ | องค์ประกอบ/มิติของเครื่องมือ | ตัวอย่างวิจัย/ผู้ตอบ |
|---|---|---|
| 1. **Epistemological Questionnaire (EQ)** สร้างโดย Schommer (1990)<br>แบบวัดเป็นมาตรประมาณค่า จำนวน 63 ข้อ | • ความง่ายของความรู้ (Simple knowledge)<br>• ความแน่นอนของความรู้ (certain knowledge)<br>• การยึดติดความสามารถเดิม (fixed ability)<br>• ระยะเวลาในการเรียนรู้ (quick learning) | นักเรียนประถมศึกษา<br>นักเรียนมัธยมต้น<br>นักเรียนมัธยมปลาย |

| | เครื่องมือ | องค์ประกอบ/มิติของเครื่องมือ | ตัวอย่างวิจัย/ผู้ตอบ |
|---|---|---|---|
| 2. | **The Scientific Epistemic Beliefs Questionnaire (SEB)** พัฒนาโดย Conley et al. (2004)<br>แบบวัดเป็นมาตรประมาณค่า (Rating scale)<br>จำนวน 26 ข้อ<br>$\alpha_{dimension}$ = 0.57 - 0.82 | • พัฒนาการความรู้ (development)<br>• ความแน่นอนของความรู้ (certainty)<br>• แหล่งความรู้ (source)<br>• การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification) | นักเรียนประถมศึกษา นักเรียนมัธยมต้น นักเรียนมัธยมปลาย และนักศึกษาครู |
| 3. | **Scientific Epistemological Views (SEVs)** พัฒนาโดย Tsai & Liu (2005)<br>แบบวัดเป็นมาตรประมาณค่า (Rating scale)<br>จำนวน 19 ข้อ<br>$\alpha_{dimension}$ = 0.60 - 0.71 | • บทบาทการต่อรองทางสังคมในวิทยาศาสตร์ (The role of social negotiation on science (SN))<br>• การประดิษฐ์และการสร้างสรรค์วิทยาศาสตร์ (the invented and creative reality of science (IC))<br>• การมีทฤษฎีนำทางเพื่อการค้นพบวิทยาศาสตร์ (the theory-laden exploration of science (TL)<br>• ผลกระทบทางวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์ (the cultural impact on science (CU))<br>• การเปลี่ยนแปลงความรู้และลักษณะทางวิทยาศาสตร์ (the changing and tentative features of science (CT)) | นักเรียนชั้นมัธยมต้น และมัธยมปลาย |
| 4. | **The Epistemological Beliefs Assessment for Physical Science (EBAPS)** สร้างโดย Elby et al. (1997) และนำมาประยุกต์ใช้โดย | • โครงสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ (Structure of science knowledge (SSK)) | นักเรียนมัธยมศึกษา และนักศึกษาครู |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| เครื่องมือ | องค์ประกอบ/มิติของเครื่องมือ | ตัวอย่างวิจัย/ผู้ตอบ |
|---|---|---|
| Johnson & Willoughby (2018)<br>แบบวัดเป็นมาตรประมาณค่า (Rating scale) และแบบตอบบังคับให้เลือก จำนวน 30 ข้อ | • ธรรมชาติของการแสวงหาความรู้และกระบวนการเรียนรู้ (nature of knowing and learning (NKL))<br>• การใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง (Real-life applicability (RLA)<br>• พัฒนาการของความรู้ (evolving knowledge (EK))<br>• แหล่งที่มาสำหรับความสามารถในการเรียนรู้ (source of ability to learn (SAL)) | |
| 5. **Epistemic Belief Questionnaire (EBQ)** สร้างโดย Kuhn et al. (2000)<br>เครื่องมือวัดเป็นแบบตอบบังคับให้เลือก จำนวน 15 ข้อ<br>$\alpha_{total}$ =.74 | • สัมบูรณ์นิยม (absolutists)<br>• พหุนิยม (multiplists)<br>• วิพากษ์นิยม (evaluativists) | นักศึกษาครู |
| 6. **Justification for Knowing Questionnaire (JFK-Q)** สร้างโดย Bråten et al. (2013)<br>แบบวัดเป็นมาตรประมาณค่า 10 ระดับ (Rating scale) จำนวน 14 ข้อ<br>$\alpha_{dimension}$ =.63 – .81 | • การตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้โดยตัวบุคคล (Personal justification)<br>• การตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้โดยผู้มีอำนาจ (justification by authority)<br>• การตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้โดยหลักฐานที่หลากหลาย (justification by multiple sources) | นักเรียนมัธยมปลาย |
| 7. **Test for Epistemic Knowledge of Science** สร้างโดย Yang et al. (2018) | • สถานะความรู้วิทยาศาสตร์ (Status of scientific knowledge) | นักเรียนมัธยมปลาย |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| เครื่องมือ | องค์ประกอบ/มิติของเครื่องมือ | ตัวอย่างวิจัย/ผู้ตอบ |
|---|---|---|
| เครื่องมือวัด เป็นแบบตอบหลายตัวเลือก แบบให้เขียนตอบ ซึ่งการถามจะมีสถานการณ์มาให้ เช่น ผลกระทบจากครีมกันแดด การทำงานของบอลลูน เป็นต้น จำนวน 36 ข้อ<br>$\alpha_{total}$ =.77 | • ธรรมชาติของกิจการทางวิทยาศาสตร์ (The nature of the scientific enterprise)<br>• การวัดทางวิทยาศาสตร์ (Measurement in science)<br>• การใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Use of models in science)<br>• เหตุผล และการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Reasoning and argumentation)<br>• การสืบสอบเชิงประจักษ์ (Role of empirical inquiry) | |
| 8. **Scale on Scientific Epistemological views (SSEV)**<br>สร้างโดย Gunes & Bati (2018) | • แหล่งที่มาและความถูกต้องของความรู้วิทยาศาสตร์ (Authority and accuracy)<br>• กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ (Methodological approach and scientific attitude)<br>• ธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ (Nature of scientific knowledge) | นักศึกษาครู |
| เป็นมาตรประมาณค่า (Rating scale) จำนวน 23 ข้อ<br>$\alpha_{dimension}$ =.582 – 866 | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การพัฒนาแบบสอบถามของการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้แนวคิดของ Conley et al. (2004) และแนวคิดของ Gunes & Bati (2018) โดยทั้งสองแนวคิดนี้มีการใช้ในบริบทของนักศึกษาครูอย่างแพร่หลาย โดยจากการศึกษาของ Lee et al. (2021) ที่ทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (systemic reviews) พบว่า ในช่วงสิบปีที่ผ่านมา (ตั้งแต่ปี 2010) มีการนำแนวคิดของ Conley et al. (2004) มาใช้มากกว่า 30 งานวิจัย และนอกจากนั้นแนวคิดนี้ยังครอบคลุมทั้ง 2 ส่วนของทฤษฎีญานวิทยาของ Hofer & Pintrich (1997) คือ วิธีการที่บุคคลระบุความรู้ออกมาได้ ประกอบไปด้วย พัฒนาการความรู้ และความแน่นอนของความรู้ ส่วนวิธีการการเข้าถึงลักษณะความรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย แหล่งความรู้ และการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้

**ตอนที่ 2 แนวคิดการออกแบบกิจกรรมการปรับความเชื่อ**

การวิจัยนี้นำแนวคิดวิจัยการออกแบบมาสร้างหลักการออกแบบและพัฒนาความเชื่อด้านความรู้และการแสวงหาความรู้ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ โดยอิงข้อมูล 2 ส่วน คือ ผลการวิจัยที่ศึกษาระดับความเชื่อด้านความรู้ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยในครั้งนี้ และ การวิจัยเพื่อเปลี่ยนแปลงความเชื่อในอดีตที่ส่วนใหญ่จะเป็นการทดลอง และมีทั้งการใช้ตัวแทรกแซงระยะสั้น (short-term intervention) และตัวแทรกแซงระยะยาว (long -term intervention)

**ทฤษฎีและแนวคิดการเปลี่ยนแปลงความเชื่อด้านความรู้**

การเปลี่ยนแปลงความเชื่อด้านความรู้ ถูกกล่าวถึงในบทความวิจัยเรื่องการเปลี่ยนแปลง personal epistemologies ของนักศึกษาครู (Lunn et al., 2016) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหนังสือเรื่อง Handbook of epistemic cognition โดยการเปลี่ยนแปลงความเชื่อว่าสามารถเปลี่ยนแปลงได้จากโดย 2 วิธีการ คือ โดยใช้กระบวนการคิดขั้นสูง (higher order thinking) ในทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (conceptual change theory) และกระบวนการสะท้อนคิดแบบชัดแจ้ง (explicit reflection) (Lunn Brownlee, Ferguson & Ryan, 2017)

**2.1 ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (conceptual change theory)**

ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (conceptual change theory) เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ไขความขัดแย้งทางปัญญา(cognitive conflict) (Bendixen, 2002; Lunn Brownlee et al., 2016) โดยปัจจัยสำคัญที่ทำให้การเปลี่ยนแปลงความเชื่อ คือ ความสงสัยหรือความขัดแย้งทางความรู้เดิมที่เกิดขึ้นจากผู้เรียน โดยในขั้นแรกจะต้องทำให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยเกี่ยวกับความเชื่อเดิมของตนก่อน และตามด้วยการมีส่วนร่วมในประสบการณ์ใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในแนวคิดใหม่ที่แตกต่างจากความเชื่อเดิม โดยกระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับการคิดในลำดับที่สูงขึ้น (bendixen, 2002)

ความสงสัย หรือความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเชื่อด้านความรู้ โดยความสงสัย หรือความขัดแย้งทางปัญญา สามารถถูกกระตุ้นได้จากการเรียนรู้ผ่านการใช้แนวทางการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivist approaches) หรือใช้ทฤษฎีความขัดแย้ง (exposure to conflicting theories) (Sosu & Gray, 2012) ที่อยู่ในหลักสูตรการผลิตนักศึกษาครู

ตัวอย่างการออกแบบเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเชื่อจากตัวแทรกแซงระยะสั้น( short-term interventions) อยู่ในรูปแบบตัวแทรกแซงที่เกี่ยวข้องกับ refutational texts ซึ่งเป็นบทความที่เป็นกลไกกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) เช่น การทำให้ผู้อ่านเกิดคำถามกับความคิดเดิมของผู้อ่าน เกิดรู้สึกไม่พอใจในความคิดเดิมของตน และในกลยุทธ์ของตัวแทรกแซง ต้องรวมข้อเท็จจริง (factual information) ไว้ในบทความด้วยเสมอ เพราะการ

เปลี่ยนแปลง conceptual change ไม่เพียงแค่ต้องจัดรูปแบบความรู้เดิมที่มีอยู่ แต่ยังต้องมีการผสานรวมกับความรู้ใหม่ที่ได้รับมาด้วย (Kienhues et al., 2008)

**2.2 การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง (explicit reflection)**

การสะท้อนคิดถึงความรู้และวิธีการแสวงหาความรู้ในการเรียนรู้ ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาความเชื่อในความรู้ และกระบวนการหาความรู้ของผู้เรียนได้ การทดลอง Brownlee, Thorpe & Stacey (2005) ได้พัฒนาตัวแทรกแซงประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ (1) ให้ผู้เรียนสัมภาษณ์ผู้เรียนเกี่ยวกับความเชื่อด้านความรู้ที่ยึดถือไว้ จากนั้นทำการสลับกันสัมภาษณ์ในประเด็นเดียวกัน (2) การสะท้อนคิดเกี่ยวกับความเชื่อ โดยการวิเคราะห์ความเชื่อของผู้เรียนที่สัมภาษณ์ และสรุปผลของการสัมภาษณ์ในรูปแบบของการทบทวนความเชื่อด้านความรู้ของตน (personal epistemology literature) ผลการทดลองพบว่าผู้เรียนมีความเชื่อด้านความรู้ที่ซับซ้อนขึ้น

**2.3 การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (scientific argumentation)**

การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมทางสังคมของนักวิทยาศาสตร์ ใช้เมื่อมีความเห็นต่าง โดยจะมีการอภิปรายร่วมกันเพื่อแสดงความคิดเห็นของฝ่ายตน พยายามใช้เหตุผลเพื่อสนับสนุนความคิดเห็นของตน และคัดค้านความเห็นของผู้อื่น โดย Samson & Schleigh (2013 อ้างถึงใน จีระวรรณ์ เกษสิงห์, 2565) กล่าวว่าทักษะนี้ต้องอาศัย 1) การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล 2) การใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การสร้างสรุปหรือคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

Sengul, Enderle & Schwartz (2020) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของความเชื่อด้านความรู้และทักษะการโต้แย้งของครูวิทยาศาสตร์ 12 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการโต้แย้ง และความเชื่อด้านความรู้ที่แตกต่างกัน ทั้งสองตัวแปรมีความเชื่อมโยงกันในแง่ของการใช้การสืบสวนข้อโต้แย้ง (argumentation investigations) ของครู ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการทักษะการโต้แย้งในรูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษรของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพสาขาวิทยาศาสตร์ พบว่าทักษะการโต้แย้งระดับสูง สัมพันธ์กับระดับความเชื่อด้านความรู้ซับซ้อน (higher epistemic belief levels) (Isbilir, ÇAKIROĞLU, & Ertepinar, 2014) เมื่อพิจารณามิติของความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์จากการศึกษาของ Linn จำนวน 2 งานวิจัย (Bell & Linn, 2000; Songer & & Linn, 1992) พบว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถในสร้างข้อโต้แย้งที่ซับซ้อนและบูรณาการมาก สัมพันธ์กับการมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่คงที่ และเปลี่ยนแปลง (เชื่อมโยงกับมิติพัฒนาการของความรู้) และมีความสามารถในการทำความเข้าใจความหมาย และหลักการของวิทยาศาสตร์ในเรื่องต่างได้ดีกว่า

**ตอนที่ 3 งานวิจัยที่ศึกษาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทประเทศไทย**

ในประเทศไทยมีการให้คำจำกัดความของคำว่า epistemological beliefs/epistemic belief ที่แตกต่างกัน เช่น ความเชื่อเรื่องความรู้ (สุปราณี จำปา, 2548) ความเชื่อว่าด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (วิศนุกร นามมงคุณ และคณะ, 2563) ความเชื่อทางญาณวิทยาวิทยาศาสตร์ (มยุรฉัตร ยลวิลาศ และ ปาริชาติ แสนนา, 2563) ตัวอย่างวิจัยที่ศึกษาจะมีทั้งนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา นักศึกษาในมหาวิทยาลัยที่ไม่ใช่นิสิตนักศึกครูดังนี้

วิศนุกร นามมงคุณ, ไชยพงศ์ เรืองสุวรรณ และ Fang-Ying Yang (2563) ได้ทำการศึกษาความเชื่อว่าด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตัวอย่างวิจัยจำนวน 291 คน จากโรงเรียนที่มีขนาดต่างกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ วิเคราะห์ความเชื่อสี่มิติ ได้แก่ แหล่งความรู้ ความแน่นอนของความรู้ พัฒนาการของความรู้ และการอ้างเหตุผล วิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงบรรยาย และสถิติเชิงอนุมาน โดยใช้การทดสอบ T เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างเพศชายและหญิง พบว่านักเรียนมีความเชื่อในมิติการอ้างเหตุผลในระดับเชิงซ้อนมากกว่ามิติอื่น ๆ และพบว่าความเชื่อมิติพัฒนาการความรู้ในเพศชายสูงกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญ

มยุรฉัตร ยลวิลาศ และ ปาริชาติ แสนนา (2563) ได้วิเคราะห์เส้นทาง (Path analysis) โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเส้นทางความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์กับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 76 คน พบว่ามิติแหล่งที่มาของความรู้ และมิติการให้เหตุผลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการสร้างแบบจำลองวิทยาศาสตร์ ในขณะที่มิติการเปลี่ยนแปลงความรู้ และความแน่นอนของความรู้ มีความสัมพันธ์เชิงลบกับการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

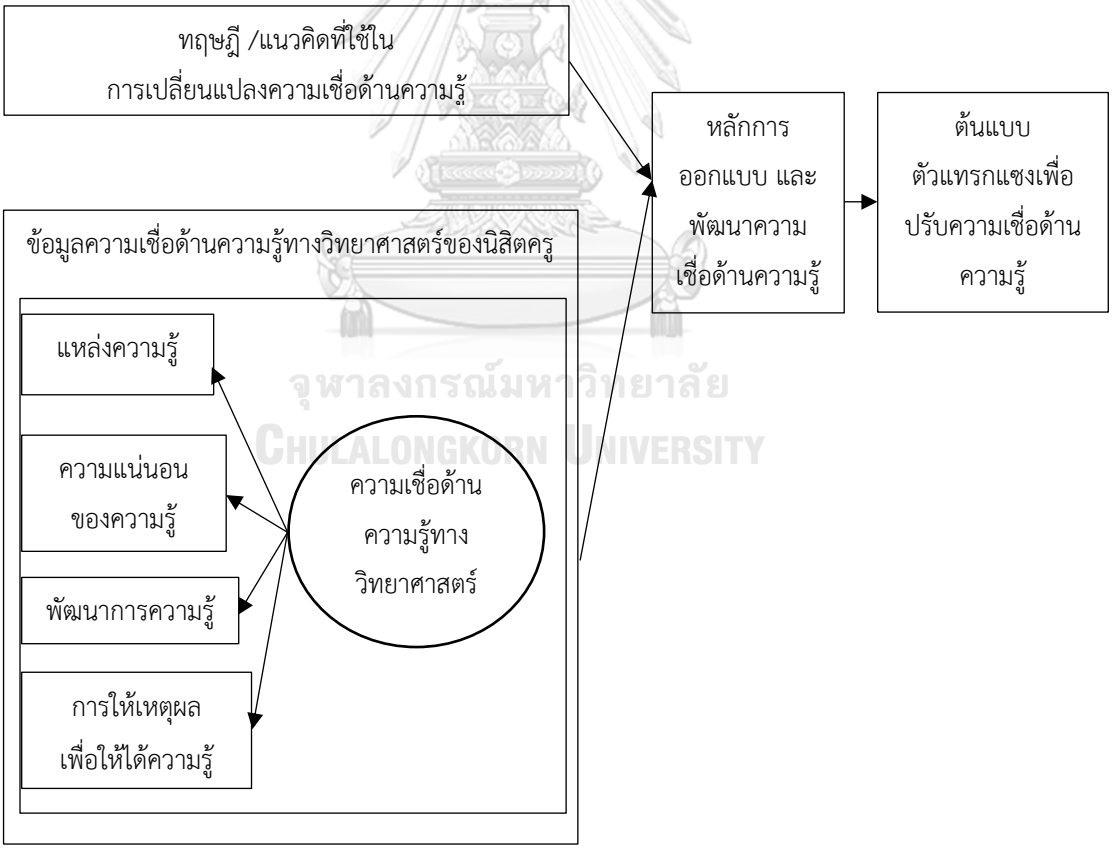
สุปราณี จำปา (2548) ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลความเชื่อเรื่องความรู้ โดยใช้แนวคิดตั้งตนของ Schommer (1990) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 900 คน ผลการวิจัยพบว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ คือ ความสามารถในการเรียนรู้ โครงสร้างของความรู้ ความแน่นอนของความรู้ และความเร็วในการเรียนรู้

Fujiwara, Laulathaphol & Phillips (2012) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมา และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามตัวแปรภูมิหลัง กับนักศึกษาในประเทศไทย จำนวน 388 คน พบว่า 1) ค่าเฉลี่ยของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างเมื่อจำแนกตาม เพศ สาขาวิชา ระดับความสนใจและระดับความชอบในวิชาชีววิทยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2) ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมา

**ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย**

ข้อมูลจากระดับตัวแปรความเชื่อด้านความรู้ที่แตกต่างกันของนิสิตครู โดยวัดจากแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ใช้แนวคิดของ Conley et al. (2004) และมีปรับให้ข้อคำถามเหมาะสมกับการวัดในบริบทนิสิตนักศึกษาครู โดยวัดครอบคลุมความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4 มิติ คือ แหล่งความรู้ ความแน่นอนของความรู้ พัฒนาการของความรู้ และการให้เหตุผลของ ครอบคลุมทั้ง 2 ส่วนของทฤษฎีญานวิทยา คือธรรมชาติของความรู้ และการแสวงหาความรู้ (Hofer & Pintrich, 1997)

ในกระบวนการสร้างหลักการออกแบบ และพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ หัวใจสำคัญ คือต้องมีการนำทฤษฎีและผลการวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องการเปลี่ยนแปลงความเชื่อด้านความรู้ มากำหนดเป็นข้ออ้างเชิงเหตุผลในการกำหนดหลักการออกแบบ ซึ่งจะเป็นฐานในการออกแบบต้นแบบตัวแทรกแซงต่อไป โดยแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบ รายละเอียดของกรอบแนวคิดการวิจัยมีดังนี้




**ภาพ 2.4 กรอบแนวคิดการวิจัย**

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้การวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) เพื่อให้ได้สารสนเทศเกี่ยวกับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู และใช้แนวคิดการวิจัยการออกแบบเป็นฐานคิดในการพัฒนาหลักการออกแบบ (design principle) แล้วนำไปสร้างเป็นต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู โดยในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) การพัฒนาเครื่องมือวัด และวิเคราะห์ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู และ 2) การออกแบบและพัฒนาหลักการออกแบบเพื่อสร้างเป็นต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

## ขั้นที่ 1 การพัฒนาเครื่องมือวัด และวิเคราะห์ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การวิจัยในขั้นตอนนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู 2) เพื่อวิเคราะห์และจัดประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

### 1.1 การพัฒนาเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู

ในงานวิจัยนี้สร้างพัฒนาแบบสอบถาม โดยใช้แนวคิดของ Conley et al. (2004) เนื่องจากเป็นการวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมทั้ง 2 ส่วนของทฤษฎีญานวิทยาของ Hofer & Pintrich (1997) และมีการนำไปใช้ศึกษานักเรียน นักศึกครูอย่างแพร่หลาย โดยจากการศึกษาของ Lee et al. (2021) ที่ทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (systemic reviews) พบว่าในช่วงสิบปีที่ผ่านมา (ตั้งแต่ปี 2010) มีการนำแนวคิดของ Conley et al. (2004) มาใช้มากกว่า 30 งานวิจัย นอกจากนั้นยังใช้งแนวคิดของ Gunes & Bati (2018) ที่ศึกษาในบริบทบความเชื่อด้านความรู้ในบริบนักศึกษาครูโดยเฉพาะ

การพิจารณาทฤษฎีญานวิทยาของ Hofer & Pintrich (1997) ประกอบไปด้วยส่วนความเชื่อเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ (ธรรมชาติของความรู้; the nature of knowledge) ระกอบไปด้วย พัฒนาการความรู้ (development) และความแน่นอนของความรู้ (certainty) และลักษณะของวิธีการเข้าถึงความเป็นวิทยาศาสตร์ (ธรรมชาติของการแสวงหาความรู้; the nature of knowing)ประกอบไปด้วย แหล่งความรู้ (source) และการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification) จากนั้นนำมาปรับข้อคำถามให้สอดคล้องกับนิสิตนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ และบริบทของประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตัวแปรวิจัย**

ในการพัฒนาเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้นิยามความหมายของตัวแปรจากการศึกษาเอกสาร โดยมี 5 ตัวแปร คือ ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความแน่นอนของความรู้ พัฒนาการความรู้ แหล่งความรู้ การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ รายละเอียดมีดังนี้

**1) ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific epistemic belief)** หมายถึง แนวคิดของครูที่ยอมรับและยึดถือเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ และลักษณะของวิธีการเข้าถึงความเป็นวิทยาศาสตร์ โดยลักษณะธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ครอบคลุม 2 ส่วน คือ พัฒนาการความรู้ และความแน่นอนของความรู้ ส่วนลักษณะของวิธีการเข้าถึงความเป็นวิทยาศาสตร์ ครอบคลุม 2 ส่วน คือ แหล่งความรู้ และการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้

**2) ความแน่นอนของความรู้ (certainty)** คือ ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่ามีคำตอบที่ถูกต้องของวิทยาศาสตร์มีเพียงคำตอบเดียว ความรู้เป็นเรื่องที่ถูกหรือผิดเท่านั้น หรือมีความมองว่าคำตอบสำหรับวิทยาศาสตร์สามารถมีคำตอบที่หลากหลายได้ ขึ้นอยู่กับมุมมองและความซับซ้อนของปัญหา

**3) พัฒนาการความรู้ (development)** คือ ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไปจนถึงการมองว่าความรู้เปลี่ยนแปลงได้ และไม่คงที่

**4) แหล่งความรู้ (source)** คือ ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าความรู้ไม่เกิดจากตนเอง ความรู้เกิดจากแหล่งข้อมูลภายนอก จากการถ่ายทอดโดยผู้รู้ หรือผู้ที่มีเกี่ยวข้องในวิทยาศาสตร์ หรือมองว่าความรู้สามารถเกิดได้โดยตัวผู้เรียนเอง ภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

**5) การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification)** คือ ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ต้องเกิดจากการอ้างเหตุผลผ่านการสังเกต และยืนยันจากผู้รู้ภายนอก หรือบนพื้นฐานที่รู้สึกว่าถูกต้อง จนไปถึงการใช้วิธีการสืบสอบ การประเมินความรู้ และรวบรวมแหล่งที่มาของหลักฐานที่แตกต่างกันให้เกิดเป็นความรู้

**ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือวิจัย**

การพัฒนาเครื่องมือวิจัย มีดังนี้

1. ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นักศึกษาครู และครู ดังที่แสดงไว้ในบทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวัด เพื่อนำไปกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และโครงสร้างของตัวแปรที่ต้องการวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 3.1

2. สร้างตารางวิเคราะห์โครงสร้างของตัวแปร และเขียนข้อคำถาม โดยผู้วิจัยปรับคำถามให้เข้ากับบริบทนิสิตนักศึกษาในประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ดำเนินการสร้างข้อคำถาม และแบบสอบถามฉบับร่าง โดยมีลักษณะเป็นมาตรประเมินค่า (rating scale) 5 ระดับ

4. นำไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุง แก้ไขในเบื้องต้น ในเรื่องความถูกต้องของภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมกับนิยามตัวบ่งชี้ที่กำหนด ดังตารางที่ 3.2

5. ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดด้านความตรง และด้านความเที่ยงของเครื่องมือ

**ตาราง 3.1 โครงสร้างเนื้อหาของเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์**

| ตัวแปรหลัก | มิติย่อย | จำนวนข้อ |
|---|---|---|
| ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific epistemic belief) | 1. ความแน่นอนของความรู้ (certainty) | 8 |
| | 2. พัฒนาการความรู้ (development) | 7 |
| | 3. แหล่งความรู้ (source) | 7 |
| | 4. การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification) | 8 |
| | รวม | 30 |

แบบร่างเครื่องมือวิจัย มี 2 ตอน คือ ข้อมูลภูมิหลังส่วนบุคคลของนิสิต และความเชื่อด้านความรู้และการแสวงหาความรู้ในวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ

ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific epistemic belief) เบื้องต้นจาก Conley et al. (2004) มาสร้างข้อคำถามให้เหมาะสมกับบริบทครู โดยความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 มิติ คือ แหล่งความรู้ (source) ความแน่นอนของความรู้ (certainty) พัฒนาการความรู้ (development) และการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification) ตามตาราง 3.2 ดังนี้

**ตาราง 3.2 เครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้นก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ**

| ตัวบ่งชี้ | ข้อรายการ |
|---|---|
| ความแน่นอนของความรู้ (certainty) | 1. ฉันเชื่อว่าคำถามเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวเสมอ |
| | 2. เมื่อฉันสอนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ฉันจะให้ความสำคัญกับคำตอบที่ถูกต้อง |
| | 3. ฉันชอบชั้นเรียนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้อะไรผ่านการสอนแบบบรรยายและต้องทำอะไรแบบชัดเจน |
| | 4. ทุกข้อมูลที่อ้างอิงว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องจริง |

| ตัวบ่งชี้ | ข้อรายการ | |
|---|---|---|
| | 5. | ทุกความรู้วิทยาศาสตร์ที่พิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องจริง |
| | 6. | ฉันเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์มีความรู้ทุกเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ |
| | 7. | ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ถูกต้องเสมอ |
| | 8. | ฉันไม่ชอบปัญหาวิทยาศาสตร์ที่มีคำตอบไม่แน่นอน หรือคลุมเครือ |
| พัฒนาการความรู้ (development) | 1. | มีบางคำถามหรือปัญหาที่แม้แต่นักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถตอบได้ |
| | 2. | ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบ/หลักฐานใหม่ ๆ ได้ |
| | 3. | การค้นพบสิ่งใหม่ สามารถเปลี่ยนความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์คิดว่าเป็นจริง |
| | 4. | บางครั้งนักวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงความคิดที่ว่าสิ่งใดเป็นความจริงในวิทยาศาสตร์ |
| | 5. | บางครั้งแนวคิดวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 6. | ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นแทนที่ความรู้เดิมได้ |
| | 7. | การพยายามหาคำตอบในปัญหาวิทยาศาสตร์ แล้วไม่ได้รับคำตอบที่แน่ชัด คลุมเครือ หรือมีหลายคำตอบ ไม่ถือเป็นเรื่องที่เสียเวลา |
| แหล่งความรู้ (source) | 1. | ทุกคนต้องเชื่อความรู้วิทยาศาสตร์ในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์บอก |
| | 2. | ทุกคนต้องเชื่อเนื้อหาความรู้ที่อยู่ในหนังสือวิทยาศาสตร์ |
| | 3. | ความรู้ที่ฉันถ่ายทอดในห้องเรียนเป็นสิ่งที่ถูกต้องเสมอ |
| | 4. | มีเพียงนักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สามารถมั่นใจได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริงในวิทยาศาสตร์ |
| | 5. | เมื่อฉันอ่านความรู้บางอย่างที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ฉันสามารถมั่นใจได้ว่าเรื่องไหนคือเรื่องจริง |
| | 6. | เมื่อฉันต้องสอนเนื้อหาบางเรื่องในหนังสือที่ฉันไม่เข้าใจ/สับสน ฉันยังคงเลือกสอนโดยใช้เนื้อหาจากหนังสือวิทยาศาสตร์ |
| | 7. | ฉันตระหนักดีว่าอาจารย์รู้มากกว่าฉัน ดังนั้นฉันจึงอาศัยวิจารณญาณ การตัดสินความรู้จากอาจารย์ |
| การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification) | 1. | ความรู้วิทยาศาสตร์มีที่มาจากความสงสัย ผ่านการทดลอง หรือการหาคำตอบผ่านกระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์ |
| | 2. | ความรู้วิทยาศาสตร์มีวิธีการตรวจสอบความจริงมากกว่าหนึ่งวิธี |
| | 3. | สิ่งที่สำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ ความคิดสร้างสรรค์และความรู้นั้นนั้นมีกระบวนการอย่างไร |
| | 4. | ฉันมักประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล/ความรู้วิทยาศาสตร์ แม้ว่าข้อมูลนั้นมาจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ก็ตาม |
| | 5. | ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ดี สามารถเกิดจากบุคคลใดก็ได้ ไม่จำเป็นต้องมาจากนักวิทยาศาสตร์ |
| | 6. | ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ควรตรวจสอบได้จากการทดลองหรือมีหลักฐานสนับสนุน |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| ตัวบ่งชี้ | ข้อรายการ |
|---|---|
| | 7. ทุกคนสามารถสร้างองค์ความรู้หรือค้นหาความรู้จากคำถามที่สงสัย และลงมือทดลองด้วยตนเอง |
| | 8. วิธีที่ดีที่จะรู้ว่าสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นสิ่งที่ถูกต้องคือต้องใช้หลักฐานต่าง ๆ และการทดลอง |

**การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ**

ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู มีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบเครื่องมือวิจัยที่พัฒนาขึ้น โดยมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดจำนวน 3 ประเด็น คือ ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน (internal consistency) ความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) ดังนี้

**1. ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity)** ผู้วิจัยนำเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 4 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการในแต่ละตัวแปร โดยใช้วิธีหาดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (content validity index : CVI) ผู้ทรงคุณวุฒิ มีคุณสมบัติดังนี้ (1) ผู้ทรงคุณวุฒิการสอนวิทยาศาสตร์ และศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน (2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิธีวิทยาการวิจัยและวัดผลการศึกษา จำนวน 1 ท่าน (3) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านจิตวิทยาการศึกษา จำนวน 1 ท่าน ในการวิเคราะห์เครื่องมือด้านความตรงเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ระดับความเห็น คือ -1 +0 +1 ตามการเก็บข้อมูลเพื่อตรวจสอบเครื่องมือโดยทั่วไป แต่ต่อมาผู้วิจัยได้เรียนในรายวิชา 2756718 ADV RES INSTRU CON ได้เรียนรู้ว่าในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาควรใช้ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (content validity index : CVI) แทนการตรวจสอบในรูปแบบเดิม จึงได้แปลงจากค่า -1 +0 +1 เป็น +1 +2 +3 ตามลำดับ โดยมีการใช้เกณฑ์ใหม่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีหาดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (content validity index : CVI) (Almanasreh, Moles & Chen, 2019; Polit & Beck, 2006) ดังนี้

**1.1 ค่าเฉลี่ยความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถาม** (scale-level content validity index, averaging calculation method; S-CVI/Ave) นำค่า I-CVI ของทุกข้อมาหาค่าเฉลี่ย โดย S-CVI/Ave ควรมีค่าอย่างน้อย .80 จะถือว่ามีความตรงเชิงเนื้อหาในระดับดี (Polit & Hungler, 2013) โดยค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหารายข้อคำถาม (item-level content validity index: I-CVI) คำนวณจากผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้คะแนน 3 หรือ 4 ในข้อรายการนั้นหารด้วยจำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

**1.2 ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด** (scale-level content validity index, universal agreement calculation; S-CVI/UA) คำนวณจากจำนวนข้อคำถามที่ได้คะแนน 3 หรือ 4 จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดคะแนนหารด้วยจำนวนข้อคำถามทั้งหมด (การวิจัยครั้งนี้ประยุกต์ทุกข้อคำถามรายที่ได้คะแนน +3 จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนขึ้นไป หารด้วยจำนวนข้อคำถามทั้งหมด)

โดยค่า S-CVI/UA ควรมีค่าอย่างน้อย .80 จะถือว่ามีความตรงเชิงเนื้อหาในระดับดี (Polit & Hungler, 2013)

นอกจากนั้นยังพิจารณาสัดส่วนความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (mean expert proportion) คำนวณจากจำนวนข้อคำถามที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้คะแนน +3 หารด้วยจำนวนข้อคำถามทั้งหมด จากนั้นนำสัดส่วนความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิของแต่ละท่านมาหาค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ

**2. ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน (internal consistency)** ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) โดยการนำเครื่องมือที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (tryout) กับนิสิตครูที่ไม่ใช่ตัวอย่างวิจัยจำนวน 106 คน เกณฑ์การพิจารณาความเที่ยงคือ สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค มีค่ามากกกว่า .50 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2560)

**3. ความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity)** เพื่อทำการตรวจสอบว่าโมเดลการวัดตัวแปรจากผลการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันขององค์ประกอบความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ (Chi-square) ที่มีความน่าจะเป็นที่มากกว่า .05 ค่าดัชนี CFI และ TLI ที่มีค่าเข้าใกล้ 1 และค่า ดัชนี RMSEA และ SRMR ที่ควรมีค่าเข้าใกล้ 0

**1.2 การวิเคราะห์ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู**

การวิเคราะห์ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู ควรพิจารณาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นมิติ (dimension) ที่แยกกัน เพราะบุคคลอาจมีระดับความเชื่อซับซ้อนในแต่มิติแตกต่างกัน บางความมิติอยู่ในระดับง่าย แต่ในขณะที่บางมิติซับซ้อน เช่น บางคนมีมุมมองความเชื่อถือในด้านความแน่นอนของความรู้ในระดับที่พื้นฐานหรือมองแค่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นแค่เรื่องถูกหรือผิด และในขณะเดียวกันบุคคลนั้นก็มีมุมมองความเชื่อที่ซับซ้อนเกี่ยวกับการให้เหตุผล หรือเชื่อว่าการรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับการพิสูจน์โดยหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการทดลอง

โดยข้อมูลของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ จะนำไปประกอบเพื่อพิจารณาให้สอดคล้องกับหลักการออกแบบ และต้นแบบเพื่อปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนต่อไป

**ประชากรและตัวอย่างวิจัย**

ประชากร คือ นิสิตครูวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต โดยมี 4 วิชาเอก คือ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ วิชาเอกฟิสิกส์ วิชาเอกเคมี และวิชาเอกชีววิทยา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างวิจัย คือ นิสิตครู ชั้นปีที่ 1 – 5 ในสาขาวิชามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) 4 วิชาเอก คือ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ วิชาเอกฟิสิกส์ วิชาเอกเคมี และวิชาเอกชีววิทยา ในปีการศึกษา 2564 คำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้แนวคิดของ Soper (2021) รายละเอียดการกำหนดตัวอย่าง อิงจากโมเดลการวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ อิทธิพลที่คาดหวังระดับ .05 เป็นระดับปานกลางค่อนข้างสูง และกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทำให้ได้ตัวอย่างสำหรับการศึกษาอย่างน้อย 100 คน

**การพิทักษ์สิทธิตัวอย่างวิจัย**

ในการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจะส่งแบบสอบถามออนไลน์ไปให้ตัวอย่างวิจัยโดยตรง ผ่านช่องทางการสื่อสารต่าง ๆ โดยประสานงานกับหัวหน้าชั้นปีในสาขาวิชามัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 1 – 5 โดยผู้วิจัยจะชี้แจงจุดประสงค์ของงานวิจัย และขอความร่วมมือจากตัวอย่าง และต้องให้ตัวอย่างเป็นผู้ตัดสินใจเอง ผลการวิจัยระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นข้อมูลในภาพรวมเท่านั้น ไม่ได้เจาะจงถึงตัวอย่างวิจัย

**เครื่องมือวิจัย**

เครื่องมือวิจัยเป็นแบบสอบถามเพื่อวัดระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นจากการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 มีลักษณะแบบสอบถามมาตรประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ มีทั้งหมด 28 ข้อ ในเครื่องมือมีส่วนประกอบ 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลภูมิหลังของนิสิตนักศึกษาครู ตอนที่ 2 แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การแปลผลของระดับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ โดยก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล ตัวแปรที่มาของความรู้ (source) และความแน่นอนของความรู้ (certainty) ต้องมีการแปลงระดับคะแนนในแต่ละข้อคำถามก่อน เนื่องจากเป็นข้อคำถามแต่ละข้อในสองตัวแปรนี้เป็นข้อคำถามเชิงลบ หากค่าเฉลี่ยคะแนนของความเชื่อใน 2 มิตินี้อยู่ในระดับสูง แสดงว่ามีความเชื่อด้านความรู้ระดับง่าย (simple belief) กล่าวคือบุคคลเชื่อแค่ที่มาของความรู้ และเชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์มีความแน่นอนคงทนไม่เปลี่ยนแปลง

**การเก็บรวบรวมข้อมูล**

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดโดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลออนไลน์ โดยได้อาศัยความร่วมมือจากหัวหน้าชั้นปีของสาขามัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ให้ช่องทางการติดต่อของนิสิต

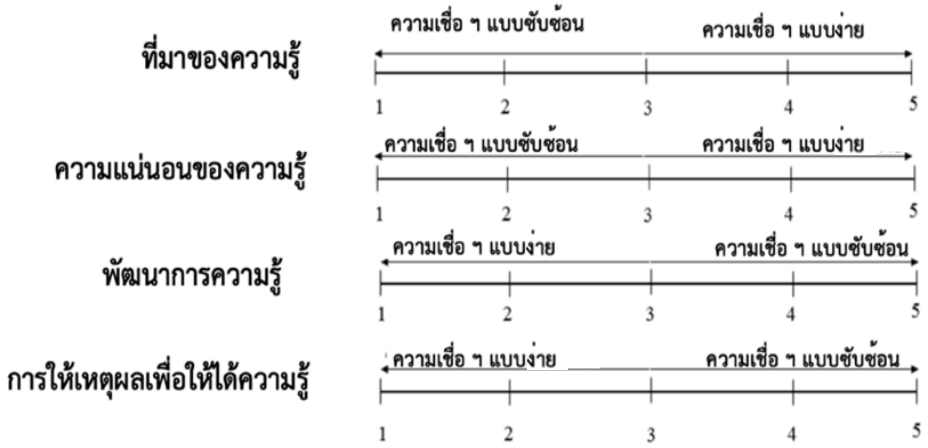
**การวิเคราะห์ข้อมูล**

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และการวิเคราะห์ ข้อมูลเพื่อการตอบปัญหาวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1) การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โดยวิเคราะห์ข้อมูลภูมิหลังของตัวอย่างวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของตัวแปรในโมเดล โดยใช้สถิติบรรยาย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์การกระจาย ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง

2) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2) เพื่อวิเคราะห์และจัดประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู ได้แก่ การวิเคราะห์จัดกลุ่ม (cluster analysis) ในการวิเคราะห์ผลความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีการแปลผล 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การแปรผลของระดับความเชื่อด้านความรู้ แบ่งตามมิติของความเชื่อในสถิติบรรยาย ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การแปลผลที่แตกต่างกันไปตามมิติของความเชื่อด้านด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตาม Conley et al.(2004) และ Yang et al. (2016) โดยคะแนนตัวแปรที่มาของความรู้ และความแน่นอนของความรู้ หากยังไม่กลับระดับคะแนน คะแนนที่สูง จะหมายถึงบุคคลนั้นความเชื่อด้านที่มาของความรู้และความแน่นอนของความรู้ในระดับที่ง่าย




**ภาพ 3.1 ระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

ส่วนที่ 2 ในการแปลผลสำหรับการวิเคราะห์จัดกลุ่ม (cluster analysis) ผู้วิจัยประยุกต์เกณฑ์การแปลผลของ Kampa et. al. (2016) เป็นแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์จัดกลุ่มประยุกต์จากการจัดกลุ่มความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4 มิติของนิสิตครู โดยหากคะแนนเฉลี่ยของสูง จะแปลความหมายได้ว่า ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซับซ้อนมาก (sophisticated beliefs) โดยคะแนนเฉลี่ยของสูง คือ คะแนนมากว่าหรือเท่ากับ 4 ส่วนมิติใดที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่า 4 แปลความหมายได้ว่า มีความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับง่ายหรือซับซ้อนน้อย (naive beliefs) โดยเกณฑ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในวิทยานิพนธ์มีดังนี้

**ตาราง 3.3 การแปลผลระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่มีมิติแตกต่างกัน**

| ประเภทของความเชื่อ | รายละเอียด |
|---|---|
| 1. ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบง่าย | มีคะแนนเฉลี่ย ต่ำกว่า 4 คะแนนทุกมิติ |
| 2. ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ | มีคะแนนเฉลี่ย ต่ำกว่า 4 ในมิติ certainty & source |
| 3. ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ | มีคะแนนเฉลี่ย ต่ำกว่า 4 ในมิติ certainty |
| 4. ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้ | มีคะแนนเฉลี่ย ต่ำกว่า 4 ในมิติ justification |
| 5. ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อน | มีคะแนนมากว่าหรือเท่ากับ 4 ทุกมิติ |

**ขั้นที่ 2 การออกแบบและพัฒนาหลักการออกแบบเพื่อปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู**

ในส่วนของการสร้างต้นแบบเพื่อปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ 1) การกำหนดหลักการออกแบบ และต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) การตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ รายละเอียดดังนี้

**2.1 การกำหนดหลักการออกแบบของวิธีปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

การวิจัยนี้ในขั้นนี้มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อออกแบบและพัฒนาหลักการออกแบบเพื่อปรับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูให้เหมาะสมกับประเภทของความเชื่อ

2.1.1 กำหนดหลักการออกแบบ (design principle) โดยการคัดเลือกทฤษฎีเกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในอดีตที่ใช้เป็นข้อคาดการณ์ระดับสูงหรือข้ออ้างเชิงเหตุผลสำหรับการออกแบบ (argument)

2.1.2 นำทฤษฎีที่กำหนดเป็นข้ออ้างเชิงเหตุผล มาสร้างเป็นแผนที่คาดการณ์ขั้นต้น (initial conjecture map) (Sandoval, 2014; สุวิมล ว่องวาณิช, 2563) จำแนกตามแต่ละข้ออ้างเชิงเหตุผล

2.1.3 การพัฒนาหลักการออกแบบในรูปของแผนที่คาดการณ์ (conjecture map) มีการพัฒนาสาระสำคัญมี 6 ส่วนได้แก่ 1) ข้อคาดการณ์ระดับสูง/ข้ออ้างเชิงเหตุผล (high level conjecture) 2) ส่วนประกอบของการออกแบบ (design element) แบ่งเป็น วัสดุอุปกรณ์ (tool and materials) โครงสร้างการดำเนินงานและปฏิสัมพันธ์การสื่อสาร (task structure and discursive practices) และโครงสร้างผู้เข้าร่วม (participant structure) 3) กระบวนการส่งผ่าน

(mediating process) 4) ข้อคาดการณ์การออกแบบ (design conjecture) 5) ข้อคาดการณ์เชิงทฤษฎี (theorical conjecture) และสุดท้าย 6) ผลลัพธ์ปลายทาง (intervention outcome)

**2.2 การตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ**

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูไปปฏิบัติ ผ่านการระดมความคิดจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวิจัย และการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ต้นแบบมีความเหมาะสมกับการนำไปปฏิบัติในสถานการณ์จริง

2.2.1 ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสนทนากลุ่ม ในขั้นตอนการตรวจความสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มเป้าหมายโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 4 ท่าน โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้ 1) มีคุณวุฒิหรือการศึกษาเกี่ยวกับวิชาเอกวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา 2) มีประสบการณ์ด้านการวิจัยเพื่อพัฒนานิสิตนักศึกษาครู

2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ใช้กรอบคำถามเพื่อประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการปฏิบัติโดยการประชุมกลุ่มย่อยผู้ทรงคุณวุฒิ (focus group) และต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.2.3 การเก็บรวมรวมข้อมูล ผู้วิจัยประสานสาขาวิชาวิจัย และจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเพื่อทำหนังสือขอความอนุเคราะห์เชิญผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมประชุมกลุ่ม โดยนัดหมายผู้ทรงคุณวุฒิและส่งต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการประชุมกลุ่ม ผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย และรายละเอียดของต้นแบบ โดยจะดำเนินการประชุมประมาณ 2 ชั่วโมงผ่านแอพพลิเคชัน zoom พร้อมกับขออนุญาตบันทึกเสียงและวิดีโอในการประชุม เพื่อป้องกันการตกหล่นของข้อมูล และสามารถทวนซ้ำเพื่อหาสรุปผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของต้นแบบ

2.2.4 วิเคราะห์ข้อมูล โดยการนำประเด็นการสนทนามาสรุปเป็นข้อเสนอแนะในการปรับปรุงต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อจากผลการสนทนากลุ่ม จากการพิจารณา 1. แนวคิด ทฤษฎี 2. กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม 3. ตัวอย่างกิจกรรม ให้ครอบคลุมความเหมาะสม 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการใช้ประโยชน์ และด้านการใช้ภาษา

2.2.5 นำข้อเสนอแนะในการปรับปรุงต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อจากผลการสนทนากลุ่ม มาปรับปรุงหลักการออกแบบและแผนที่คาดการณ์ขั้นต้น กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม และต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การดำเนินการวิจัยในขั้นที่ 2 เป็นการดำเนินการเพื่อพัฒนาหลักการออกแบบ และต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู สามารถสรุปได้ เป็น 3 ขั้นตอนของการวิจัยการออกแบบ ดังตาราง 3.5 ดังนี้ ขั้นตอนการวิเคราะห์และสำรวจ ขั้นการออกแบบและพัฒนาตัวแทรกแซง และขั้นการประเมินและสะท้อนคิด (McKenney & Reeves, 2019; สุวิมล ว่องวาณิช, 2563)

**ตาราง 3.5 ขั้นตอนการพัฒนาหลักการออกแบบ และต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู**

| | วิเคราะห์และสำรวจ | การออกแบบและพัฒนา | การประเมินและสะท้อนคิด |
|---|---|---|---|
| **กิจกรรมการวิจัย** | ● สำรวจ และวิเคราะห์ระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู | ● กำหนดทฤษฎี/หลักการที่ใช้ในการออกแบบ<br>● กำหนดข้ออ้างเชิงเหตุผล<br>● การเสนอแผนที่คาดการณ์ขั้นต้น และกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม<br>● พัฒนาต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ | ● การประเมินและสะท้อนคิดหลักการออกแบบและต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์<br>● สรุปประเด็นจากการประเมินสะท้อนคิด<br>● ปรับแผนที่คาดการณ์ขั้นต้น และกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม<br>● ปรับต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ |
| **ผลผลิต** | ● ระดับความเชื่อของนิสิตครูแบ่งออกเป็น 4 ประเภท | ● หลักการออกแบบ(ขั้นต้น) ประกอบไปด้วย แผนที่คาดการณ์ขั้นต้น<br>● ต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ขั้นต้น) | ● หลักการออกแบบ (แผนที่คาดการณ์ กรอบแนวทางออกแบบกิจกรรม)<br>● ต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# บทที่ 4
# ผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู 2) วิเคราะห์และจัดประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู 3) เพื่อพัฒนาหลักการออกแบบ และต้นแบบวิธีปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูซึ่งเหมาะสมกับประเภทของความเชื่อฯ 4) ตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการดำเนินการวิจัยใช้การวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) เพื่อให้ได้สารสนเทศเกี่ยวกับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู จากนั้นใช้แนวคิดการวิจัยการออกแบบเป็นฐานคิดในการพัฒนาหลักการออกแบบ (design principle) แล้วนำไปสร้างเป็นต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู โดยผลการวิจัยนี้แบ่งเป็น 4 ตอน รายละเอียดดังนี้

**ตอนที่ 1 การพัฒนาเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู**

ตอนที่ 1.1 ลักษณะของเครื่องมือ

ตอนที่ 1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ตอนที่ 1.3 การใช้เครื่องมือวัด และการแปลผลระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

**ตอนที่ 2 การวิเคราะห์และจัดประเภทความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู**

ตอนที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของตัวอย่างวิจัย

ตอนที่ 2.2 ผลการวิเคราะห์ประเภทความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

**ตอนที่ 3 หลักการออกแบบ และต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

ตอนที่ 3.1 ประเด็นที่ควรพัฒนานิสิตที่ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ

ตอนที่ 3.2 การพัฒนาหลักการออกแบบเพื่อปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3.3 การพัฒนากิจกรรมสำหรับปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิต

ตอนที่ 3.4 การพัฒนาต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู

**ตอนที่ 4 การประเมินและสะท้อนคิดต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู**

ตอนที่ 4.1 ผลประเมินความเหมาะสมของต้นแบบ

ตอนที่ 4.2 ผลการประเมินความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ

ตอนที่ 4.3 ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูที่ปรับใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู**

การพัฒนาเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ตอนได้แก่ 1) ลักษณะของเครื่องมือ 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 3) การใช้เครื่องมือวัด ดังนี้

**ตอนที่ 1.1 ลักษณะของเครื่องมือ**

เครื่องมือที่พัฒนาขึ้น เป็นลักษณะแบบสอบถามมาตรประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ มีทั้งหมด 28 ข้อ ในเครื่องมือมีส่วนประกอบ 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลภูมิหลังของนิสิตนักศึกษาครู ตอนที่ 2 แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีนิยายเชิงปฏิบัติการและตัวอย่างข้อคำถาม ดังนี้

**1. ความแน่นอนของความรู้ (certainty)** หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่ามีคำตอบที่ถูกต้องของวิทยาศาสตร์มีเพียงคำตอบเดียว ความรู้เป็นเรื่องที่ถูกหรือผิดเท่านั้น หรือมีมุมมองว่าคำตอบสำหรับวิทยาศาสตร์สามารถมีคำตอบที่หลากหลายได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา โดยองค์ประกอบนี้เป็นข้อคำถามเชิงลบ หากผู้ตอบตอบในระดับ 5 จะต้องเปลี่ยนเป็นระดับ 1 สามารถวัดได้จากข้อคำถาม 7 ข้อ

**ตัวอย่างคำถาม** *เมื่อฉันให้นักเรียนทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ฉันจะคาดหวังผลการทดลองที่ถูกต้องแบบเดียวเสมอ*

**2. พัฒนาการความรู้ (development)** หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไปจนถึงการมองว่าความรู้เปลี่ยนแปลงได้ และไม่คงที่ สามารถวัดได้จากข้อคำถาม 7 ข้อ

**ตัวอย่างคำถาม** *ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นแทนที่ความรู้เดิม*

**3. แหล่งความรู้ (source)** หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าความรู้ไม่เกิดจากตนเอง ความรู้เกิดจากแหล่งข้อมูลภายนอก จากการถ่ายทอดโดยผู้รู้ หรือผู้ที่มีเกี่ยวข้องในวิทยาศาสตร์ หรือมองว่าความรู้สามารถเกิดได้โดยตัวผู้เรียนเอง ภายการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยองค์ประกอบนี้เป็นข้อคำถามเชิงลบ สามารถวัดได้จากข้อคำถาม 7 ข้อ

**ตัวอย่างคำถาม** *หากผลการทดลองของนักเรียนต่างจากผลการทดลองที่ระบุไว้ในคู่มือครูแสดงว่าการทำการทดลองผิดพลาด*

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

**ตัวอย่างคำถาม** *ความรู้วิทยาศาสตร์มีที่มาจากความสงสัย ผ่านการทดลอง หรือการหาคำตอบผ่านกระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์*

**ตอนที่ 1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ**

**1) ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา**

การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พบว่า แบบวัดมีดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (content validity index : CVI) ผ่านเกณฑ์ทุกองค์ประกอบ แต่ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงภาษาให้สมบูรณ์ในข้อคำถามที่ ค่า I-CVI น้อยกว่า 1 (Almanasreh, Moles & Chen, 2019) และปรับปรุงให้สอดคล้องกับนิยาม และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิก่อนนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับนิสิตนักศึกษาครูที่มีลักษณะใกล้เคียงแต่ไม่ใช่ตัวอย่างวิจัย

แบบวัดมีค่าเฉลี่ยดัชนีความตรงเชิงเนื้อหารายข้อคำถาม (S-CVI/Ave) เท่ากับ .82 มีดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด ( S-CVI/UA) เท่ากับ .93 และมีค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิเท่ากับ .92 รายละเอียดดังตารางที่ 4.1

**ตาราง 4.1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา**

| ข้อคำถาม | ผู้ทรงคุณวุฒิ | | | | จำนวนคนที่เห็นด้วย | I-CVI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| **ความแน่นอนทางความรู้ (certainty)** | | | | | | |
| 1. ฉันเชื่อว่าคำถามเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวเสมอ | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0.75 |
| 2. เมื่อฉันสอนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ฉันจะให้ความสำคัญกับคำตอบที่ถูกต้อง | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0.75 |
| 3. ฉันชอบชั้นเรียนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้อะไรผ่านการสอนแบบบรรยายและต้องทำอะไรแบบชัดเจน | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 4. ทุกข้อมูลที่อ้างอิงว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องจริง | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 5. ทุกความรู้วิทยาศาสตร์ที่พิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องจริง | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 6. ฉันเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์มีความรู้ทุกเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 7. ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ถูกต้องเสมอ | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 8. ฉันไม่ชอบปัญหาวิทยาศาสตร์ที่มีคำตอบไม่แน่นอนหรือคลุมเครือ | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0.75 |

| ข้อคำถาม | ผู้ทรงคุณวุฒิ | | | | จำนวนคนที่เห็นด้วย | I-CVI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| **พัฒนาการความรู้ (development)** | | | | | | |
| 1. มีบางคำถามหรือปัญหาที่แม้แต่นักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถ ตอบได้ | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 2. ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบ/หลักฐานใหม่ ๆ ได้ | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 3. การค้นพบสิ่งใหม่ สามารถเปลี่ยนความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์คิดว่าเป็นจริง | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 4. บางครั้งนักวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงความคิดที่ว่าสิ่งใดเป็นความจริงในวิทยาศาสตร์ | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 5. บางครั้งแนวคิดวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลง | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 0.75 |
| 6. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นแทนที่ความรู้เดิมได้ | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 7. การพยายามหาคำตอบในปัญหาวิทยาศาสตร์ แล้วไม่ได้รับคำตอบที่แน่ชัด คลุมเครือ หรือมีหลายคำตอบ ไม่ถือเป็นเรื่องที่เสียเวลา | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 0.75 |
| **แหล่งที่มาของความรู้ (source)** | | | | | | |
| 1. ทุกคนต้องเชื่อความรู้วิทยาศาสตร์ในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์บอก | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0.75 |
| 2. ทุกคนต้องเชื่อเนื้อหาความรู้ที่อยู่ในหนังสือวิทยาศาสตร์ | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0.75 |
| 3. ความรู้ที่ฉันถ่ายทอดในห้องเรียนเป็นสิ่งที่ถูกต้องเสมอ | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0.75 |
| 4. มีเพียงนักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สามารถมั่นใจได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริงในวิทยาศาสตร์ | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0.75 |
| 5. เมื่อฉันอ่านความรู้บางอย่างที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ฉันสามารถมั่นใจได้ว่าเรื่องไหนคือเรื่องจริง | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 0.5 |
| 6. เมื่อฉันต้องสอนเนื้อหาบางเรื่องในหนังสือที่ฉันไม่เข้าใจ/สับสน ฉันยังคงเลือกสอนโดยใช้เนื้อหาจากหนังสือวิทยาศาสตร์ | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 7. ฉันตระหนักดีว่าอาจารย์รู้มากกว่าฉัน ดังนั้นฉันจึงอาศัยวิจารณญาณ การตัดสินความรู้จากอาจารย์ | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0.75 |
| 8. ทุกคนต้องเชื่อความรู้วิทยาศาสตร์ในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์บอก | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0.75 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ข้อคำถาม | ผู้ทรงคุณวุฒิ | | | | จำนวนคนที่เห็นด้วย | I-CVI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| **การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification)** | | | | | | |
| 1. ความรู้วิทยาศาสตร์มีที่มาจากความสงสัย ผ่านการทดลอง หรือการหาคำตอบผ่านกระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์ | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0.75 |
| 2. ความรู้วิทยาศาสตร์มีวิธีการตรวจสอบความจริงมากกว่าหนึ่งวิธี | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0.75 |
| 3. สิ่งที่สำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ ความคิดสร้างสรรค์และความรู้นั้นนั้นมีกระบวนการอย่างไร | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 0.25 |
| 4. ฉันมักประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล/ความรู้วิทยาศาสตร์ แม้ว่าข้อมูลนั้นมาจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ก็ตาม | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0.75 |
| 5. ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ดี สามารถเกิดจากบุคคลใดก็ได้ ไม่จำเป็นต้องมาจากนักวิทยาศาสตร์ | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0.75 |
| 6. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ควรตรวจสอบได้จากการทดลองหรือมีหลักฐานสนับสนุน | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0.75 |
| 7. ทุกคนสามารถสร้างองค์ความรู้หรือค้นหาความรู้จากคำถามที่สงสัย และลงมือทดลองด้วยตนเอง | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| สัดส่วนความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ | 0.99 | 0.96 | 0.84 | 1 | S-CVI/Ave = .82 | |
| ค่าเฉลี่ยสัดส่วนความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ | .94 | | | | | |
| ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (S-CVI/UA) | .93 | | | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**2) ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยง**

การวิเคราะห์ความเที่ยงมี 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก ผู้วิจัยเก็บข้อมูลกับตัวอย่างที่เป็นนิสิตนักศึกษาครูที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างวิจัยจำนวน 106 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์ในการปรับปรุงข้อคำถาม ผลการวิจัย พบว่า ความเที่ยงทั้งฉบับ มีค่า .826 และมีความเที่ยงของทั้ง 4 องค์ประกอบ มีค่าอยู่ระหว่าง .702 - .898 และเมื่อพิจารณาและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และค่าความเที่ยงหากตัดข้อคำถามรายข้อนั้นทิ้งไป พบว่า ข้อคำถามขององค์ประกอบความแน่นอนของความรู้ และแหล่งความรู้สามารถปรับรวมกับข้อคำถามในองค์ประกอบนั้น ๆ เพื่อให้คุณภาพของเครื่องมือดีขึ้น ทำให้ข้อคำถามในองค์ประกอบความแน่นอนของความรู้ และแหล่งความรู้ เหลือองค์ประกอบละ 7 ข้อ จากเดิม 8 ข้อ ดังตารางที่ 4.2

**ตาราง 4.2 ผลการตรวจสอบความเที่ยงและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (*N* = 106)**

| ข้อ | คำถาม | ค่าอำนาจจำแนก | ความเที่ยงหากตัดข้อคำถามนี้ทิ้งไป |
|---|---|---|---|
| **ความแน่นอนทางความรู้ (certainty)** ค่าความเที่ยงเท่ากับ .811 | | | |
| 1. | เมื่อนักวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์จะมีคำอธิบายที่ถูกได้แบบเดียว | .345 | .815 |
| 2. | เมื่อฉันให้นักเรียนทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ฉันจะคาดหวังผลการทดลองที่ถูกต้องแบบเดียวเสมอ | .566 | .784 |
| 3. | ฉันชอบชั้นเรียนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการสอนแบบบรรยาย มีแบบแผนของกิจกรรมและคำตอบที่ชัดเจน | .479 | .797 |
| 4. | ทุกข้อมูลที่อ้างอิงว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องจริง | .674 | .767 |
| 5. | ความรู้ทุกเรื่องที่พิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญเป็นเรื่องจริง | .643 | .772 |
| 6. | ฉันเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์มีคำตอบทุกเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ | .562 | .784 |
| 7. | ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ถูกต้องเสมอ | .586 | .781 |
| 8. | ฉันไม่ชอบปัญหาวิทยาศาสตร์ที่มีคำตอบไม่แน่นอน หรือคลุมเครือ | .387 | .810 |
| **พัฒนาการความรู้ (development)** ความเที่ยงเท่ากับ .898 | | | |
| 1. | มีบางคำถามหรือปัญหาที่แม้แต่นักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถตอบได้ | .671 | .886 |
| 2. | ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบหรือหลักฐานใหม่ ๆ ได้ | .847 | .867 |
| 3. | การค้นพบสิ่งใหม่ สามารถเปลี่ยนความรู้วิทยาศาสตร์เดิมที่มีอยู่ได้ | .854 | .868 |
| 4. | แม้นักวิทยาศาสตร์คิดว่าข้อสรุปบางเรื่องถูกต้องแล้ว แต่ในอนาคตนักวิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนความคิดได้ | .872 | .863 |
| 5. | บางครั้งความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์แล้ว ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ | .715 | .882 |
| 6. | ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นแทนที่ความรู้เดิมได้ | .634 | .890 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ข้อ | คำถาม | ค่าอำนาจจำแนก | ความเที่ยงหากตัดข้อคำถามนี้ทิ้งไป |
|---|---|---|---|
| 7. | การพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์ แม้ไม่ได้คำตอบที่แน่ชัด ไม่ถือเป็นเรื่องที่เสียเวลา | .507 | .921 |
| **แหล่งความรู้ (source)** ค่าความเที่ยงเท่ากับ .702 | | | |
| 1. | ทุกคนต้องเชื่อความรู้วิทยาศาสตร์ในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์บอก | .348 | .684 |
| 2. | หากผลการทดลองของนักเรียนต่างจากผลการทดลองที่ระบุไว้ในคู่มือครู แสดงว่าการทำการทดลองผิดพลาด | .462 | .658 |
| 3. | เมื่อเกิดความสงสัยหรือไม่แน่ใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หนังสือเรียนจะให้คำตอบดีที่สุด | .542 | .641 |
| 4. | ความรู้ที่ฉันถ่ายทอดในห้องเรียนเป็นสิ่งที่ถูกต้องที่สุด | .527 | .645 |
| 5. | มีเพียงนักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สามารถมั่นใจได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริงในวิทยาศาสตร์ | .512 | .645 |
| 6. | เมื่อฉันอ่านความรู้บางอย่างที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ฉันสามารถบอกได้ว่าเรื่องไหนคือเรื่องจริง | .187 | .714 |
| 7. | เมื่อฉันต้องสอนเนื้อหาบางเรื่องในหนังสือที่ฉันไม่เข้าใจหรือสับสน ฉันยังคงเลือกสอนโดยใช้เนื้อหาจากหนังสือวิทยาศาสตร์ | .344 | .687 |
| 8. | เมื่อฉันมีความรู้บางเรื่องต่างจากที่อาจารย์บอก ฉันจะเชื่ออาจารย์มากกว่าตนเอง เนื่องจากอาจารย์มีความรู้มากกว่า | .238 | .704 |
| **การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification)** ค่าความเที่ยงเท่ากับ .874 | | | |
| 1. | ความรู้วิทยาศาสตร์มีที่มาจากความสงสัย ผ่านการทดลอง หรือการหาคำตอบผ่านกระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์ | .721 | .846 |
| 2. | ความรู้วิทยาศาสตร์มีวิธีการตรวจสอบความจริงมากกว่าหนึ่งวิธี | .748 | .847 |
| 3. | ฉันมักประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล/ความรู้วิทยาศาสตร์ แม้ว่าข้อมูลนั้นมาจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ก็ตาม | .467 | .883 |
| 4. | ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ดี สามารถเกิดจากบุคคลใดก็ได้ ไม่จำเป็นต้องมาจากนักวิทยาศาสตร์ | .549 | .871 |
| 5. | ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ควรตรวจสอบได้จากการทดลองหรือมีหลักฐานสนับสนุน | .783 | .841 |

| ข้อ | คำถาม | ค่าอำนาจจำแนก | ความเที่ยงหากตัดข้อคำถามนี้ทิ้งไป |
|---|---|---|---|
| 6. | ทุกคนสามารถสร้างองค์ความรู้หรือค้นหาความรู้จากคำถามที่สงสัย และลงมือทดลองด้วยตนเอง | .677 | .853 |
| 7. | วิธีที่ดีที่จะรู้ว่าสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นสิ่งที่ถูกต้องคือต้องใช้หลักฐานต่าง ๆ และการทดลอง | .724 | .848 |

หลังจากทดลองใช้กับนิสิตนักศึกษาครูที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างวิจัย ผู้วิจัยได้ปรับปรุงข้อคำถามก่อนนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลจริงกับตัวอย่างวิจัย โดยประเด็นการพิจารณา มี 3 ส่วน คือ พิจารณาจากน้ำหนักองค์ประกอบ (loading) ของข้อคำถาม ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ในส่วนที่สอง ค่าความเที่ยง โดยพิจารณาและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และค่าความเที่ยงหากตัดข้อคำถามรายข้อนั้นทิ้งไป เพื่อปรับปรุงคำถามนั้นก่อนเพื่อให้ความเที่ยงของแต่ละตัวแปรวิจัยสูงขึ้น รายละเอียดของผลการปรับปรุงข้อคำถาม ดังตาราง 4.3

**ตาราง 4.3 การปรับปรุงคำถามจากค่าความเที่ยงและค่าน้ำหนักองค์ประกอบหลังการทดลองใช้**

| ข้อคำถามเดิม | คุณภาพข้อคำถาม | การแก้ไข |
|---|---|---|
| **ความแน่นอนทางความรู้ (certainty)** | | |
| เมื่อนักวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์จะมีคำอธิบายที่ถูกได้แบบเดียว (CERT1) | - มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .303<br>- มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับ .345<br>- หากตัดข้อคำถามนี้ทิ้งจะทำให้ความเที่ยงของเครื่องมือในส่วนความแน่นอนทางความรู้สูงขึ้นจาก .811 เป็น .815 | คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะมีคำตอบที่ถูกต้องได้เพียงแบบเดียว |
| ฉันไม่ชอบปัญหาวิทยาศาสตร์ที่มีคำตอบไม่แน่นอน หรือคลุมเครือ (CERT8) | - มีค่านำหนักองค์ประกอบ .384<br>- มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับ .387 | ตัดข้อรายข้อนี้ออก และนำประเด็นในข้อรายการนี้ไปเพิ่มในข้อคำถาม CERT3 |
| **พัฒนาการความรู้ (development)** | | |
| การพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์ แม้ไม่ได้คำตอบที่แน่ชัด ไม่ถือเป็นเรื่องที่เสียเวลา (DEV7) | - ข้อคำถามนี้มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับ .507<br>- หากตัดข้อคำถามนี้ทิ้งจะทำให้ความเที่ยงของเครื่องมือในส่วน | การพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์อาจจะได้คำตอบที่ไม่แน่ชัด |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ข้อคำถามเดิม | คุณภาพข้อคำถาม | การแก้ไข |
|---|---|---|
| | พัฒนาการความรู้ สูงขึ้นจาก .898 เป็น .921 | |
| **แหล่งที่มาของความรู้ (source)** | | |
| ทุกคนต้องเชื่อความรู้วิทยาศาสตร์ในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์บอก (SOU1) | - มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .467<br>- มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ .348<br>- ความเที่ยงเหมาะสม | ทุกคนต้องเชื่อในทุกความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์บอก |
| เมื่อฉันอ่านความรู้บางอย่างที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ฉันสามารถบอกได้ว่าเรื่องไหนคือเรื่องจริง (SOU6) | - มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .203<br>- ข้อคำถามนี้มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับ .187<br>- หากตัดข้อคำถามนี้ทิ้งจะทำให้ความเที่ยงสูงขึ้นเป็น .714 | ตัดข้อรายข้อนี้ออก |
| เมื่อฉันต้องสอนเนื้อหาบางเรื่องในหนังสือที่ฉันไม่เข้าใจหรือสับสน ฉันยังคงเลือกสอนโดยใช้เนื้อหาจากหนังสือวิทยาศาสตร์ (SOU7) | - มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .359<br>- ข้อคำถามนี้มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับ .187<br>- ความเที่ยงเหมาะสม | เมื่อฉันต้องสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ฉันจะใช้ความรู้จากหนังสือเพียงแหล่งเดียว |
| เมื่อฉันมีความรู้บางเรื่องต่างจากที่อาจารย์บอก ฉันจะเชื่ออาจารย์มากกว่าตนเอง เนื่องจากอาจารย์มีความรู้มากกว่า (SOU8) | - มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ .246<br>- ข้อคำถามนี้มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับ .238<br>- หากตัดข้อคำถามนี้ทิ้งจะทำให้ความเที่ยง จาก.702 เป็น .704 | เมื่อฉันมีความรู้บางเรื่องต่างจากที่อาจารย์บอก ฉันจะเชื่อความรู้จากอาจารย์มากกว่าตนเองเสมอ |
| **การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification)** | | |
| ฉันมักประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล/ความรู้วิทยาศาสตร์ แม้ว่าข้อมูลนั้นมาจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ก็ตาม (JUT3) | ข้อคำถามนี้มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับ .467 หากตัดข้อคำถามนี้ทิ้งจะทำให้ความเที่ยงของเครื่องมือในส่วนการตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้ สูงขึ้นจาก .873 เป็น .874 | ฉันมักประเมินความสมเหตุสมผลของข้อมูล แม้ว่าข้อมูลนั้นมาจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ก็ตาม |

CHULALONGKORN UNIVERSITY

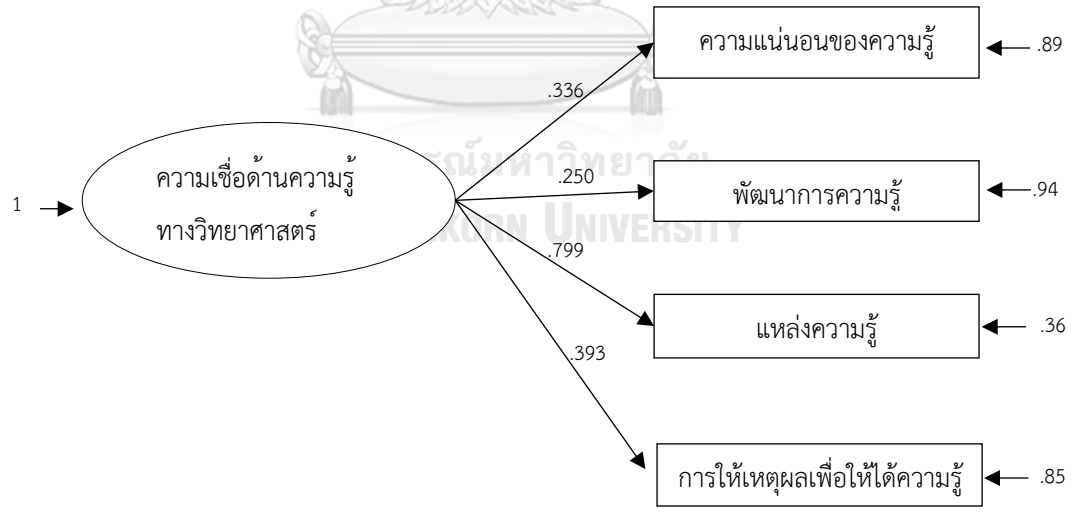
**4) ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง**

การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ โดยพิจารณาจาก ค่าไค-สแควร์ ที่มีความน่าจะเป็นที่มากกว่า .05 ค่าดัชนี CFI และ TLI ที่มีค่าเข้าใกล้ 1 และค่า ดัชนี RMSEA และ SRMR ที่ควรมีค่าเข้าใกล้ 0 จากการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันพบว่า โมเดลความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ Chi-square (3, *N* =130) = 3.292, *p*= .348; CFI =.998 TLI=.997, RMSEA= .027 SRMR=.182 รายละเอียดของค่าน้ำหนักองค์ประกอบพบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวมีค่าเป็นบวก และนัยยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกตัว โดยแหล่งความรู้มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงที่สุด (β =.799) รองลงมาได้แก่ การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (β =.393) ความแน่นอนของความรู้ (β =.336) พัฒนาการความรู้(β =.250) ตามลำดับ รวมทั้งแต่ละองค์ประกอบมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประมาณร้อยละ 6.3 ถึง 63.9 รายละเอียดดัง ตาราง 4.4

**ตาราง 4.4 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโมเดลความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

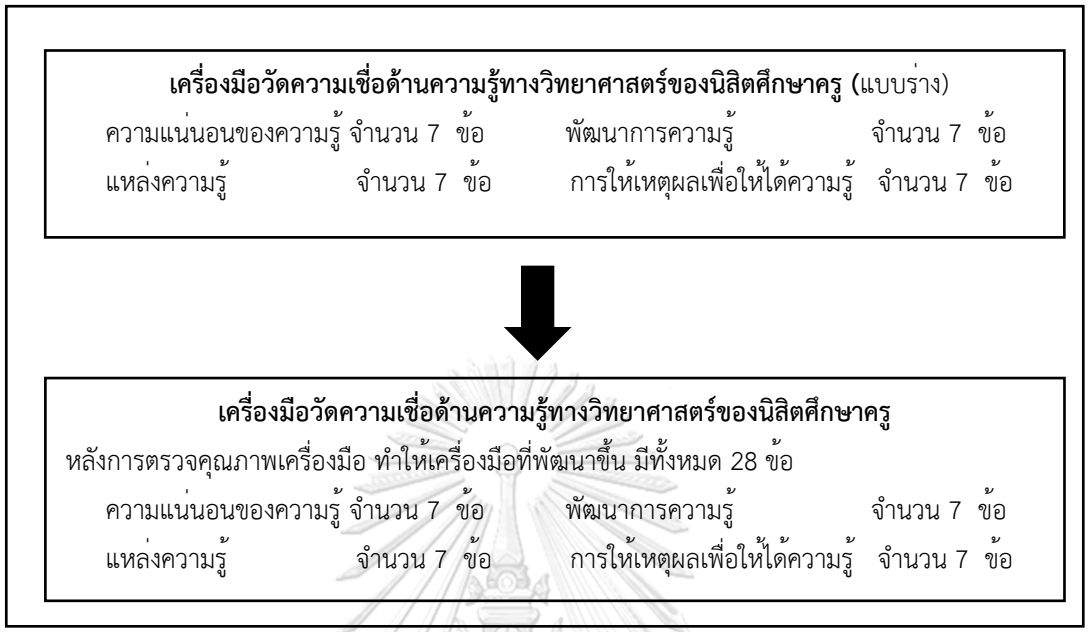
| องค์ประกอบ | β | SE | $R^2$ |
|---|---|---|---|
| ความแน่นอนของความรู้ (Certainty) | .336 | .064 | .113 |
| พัฒนาการความรู้ (Development) | .250 | .097 | .063 |
| แหล่งความรู้ (Source) | .799 | .024 | .639 |
| การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (Justification) | .393 | .074 | .155 |




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

**ภาพ 4.1 โมเดลความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

จากผลการตรวจสอบเครื่องมือทำให้ได้เครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู ทำให้มีการปรับปรุงรายละเอียด และมีการตัดข้อคำถามบางข้อออกไป ดังภาพ 4.2




**ภาพ 4.2 ผลการพัฒนาข้อคำถามในเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

**ตอนที่ 1.3 การใช้เครื่องมือวัด และการแปลผลระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

**1.3.1 การใช้เครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู**

เครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือวัดที่อาจารย์หรือนักวิจัยนำไปให้นิสิตนักศึกษาครูตอบด้วยตนเอง (self-report) โดยประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลภูมิหลังของนิสิตนักศึกษาครู ตอนที่ 2 แบบสอบถามความเห็นในวิทยาศาสตร์ มีโครงสร้างดังนี้

| |
|---|
| **ตอนที่ 1 ข้อมูลภูมิหลังของนิสิตนักศึกษาครู** ประกอบด้วย เพศ ชั้นปี วิชาเอก เกรดเฉลี่ยสะสม ปัจจุบัน ประสบการสอนในระหว่างเรียน |
| **ตอนที่ 2 แบบสอบถามความเห็นในวิทยาศาสตร์** ซึ่งสะท้อนความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์<br>1 ความแน่นอนของความรู้ (certainty)<br>2 พัฒนาการความรู้ (development)<br>3 แหล่งความรู้ (source)<br>4 การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification) |

ข้อรายการมีในส่วนของความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 28 ข้อ การนำไปให้นิสิตตอบแบบสอบถามข้อคำถามไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับข้อรายการ แต่ในที่นี้เพื่อให้สะดวกต่อการนำไปแปลผลในขั้นตอนต่อไป รายละเอียดข้อรายการและการคิดค่าเฉลี่ยตามมิติความเชื่อ มีดังนี้

**เครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู**

**คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านเห็นด้วยด้วยมากที่สุด**

| คุณเห็นด้วยกับข้อความต่อไปนี้มากน้อยเพียงใด | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **ความแน่นอนของความรู้ (certainty)** | | | | | |
| 1. คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะมีคำตอบที่ถูกต้องได้เพียงแบบเดียว | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 2. เมื่อฉันให้นักเรียนทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ฉันจะคาดหวังผลการทดลองที่ถูกต้องแบบเดียวเสมอ | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 3. ฉันชอบชั้นเรียนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการสอนแบบบรรยาย มีแบบแผนของกิจกรรมและคำตอบที่ชัดเจน | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 4. ทุกข้อมูลที่อ้างอิงว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องจริง | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 5. ความรู้ทุกเรื่องที่พิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญเป็นเรื่องจริง | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 6. ฉันเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์มีคำตอบทุกเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 7. ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ถูกต้องเสมอ | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| **รวมคะแนนมิติความแน่นอนของความรู้ ข้อ 1-7** (ตัวเลขสีเทาในช่องระดับความคิดเห็น คือ คะแนนในข้อนั้น หากนิสิตครูตอบระดับ 1 จะได้คะแนน 5 คะแนน) | **หาค่าเฉลี่ย** (นำคะแนนรวมหารด้วย 7) | | | | |
| **พัฒนาการความรู้ (development)** | | | | | |
| 8. มีบางคำถามหรือปัญหาที่แม้แต่นักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถตอบได้ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9. ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบหรือหลักฐานใหม่ ๆ ได้ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10. การค้นพบสิ่งใหม่ สามารถเปลี่ยนความรู้วิทยาศาสตร์เดิมที่มีอยู่ได้ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11. แม้นักวิทยาศาสตร์คิดว่าข้อสรุปบางเรื่องถูกต้องแล้ว แต่ในอนาคตนักวิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนความคิดได้ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12. บางครั้งความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์แล้วก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| คุณเห็นด้วยกับข้อความต่อไปนี้มากน้อยเพียงใด | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 13. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นแทนที่ความรู้เดิมได้ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 14. การพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์ อาจจะได้คำตอบที่ไม่ชัดเจนก็ได้ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **รวมคะแนนมิติพัฒนาการความรู้ ข้อ 8 -14** | **หาค่าเฉลี่ย** (นำคะแนนรวมหารด้วย 7) | | | | |
| **แหล่งความรู้ (source)** | | | | | |
| 15. หากผลการทดลองของนักเรียนต่างจากผลการทดลองที่ระบุไว้ในคู่มือครู แสดงว่าการทำการทดลองผิดพลาด | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 16. ทุกคนต้องเชื่อความรู้วิทยาศาสตร์ในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์บอก | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 17. เมื่อเกิดความสงสัยหรือไม่แน่ใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หนังสือเรียนจะให้คำตอบดีที่สุด | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 18. ความรู้ที่ฉันถ่ายทอดในห้องเรียนเป็นสิ่งที่ถูกต้องที่สุด | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 19. มีเพียงนักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สามารถมั่นใจได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริงในวิทยาศาสตร์ | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 20. เมื่อฉันต้องสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ฉันจะใช้ความรู้จากหนังสือแบบเรียนเพียงแหล่งเดียว | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 21. เมื่อฉันมีความรู้บางเรื่องต่างจากที่อาจารย์บอก ฉันจะเชื่อความรู้จากอาจารย์มากกว่าตนเอง | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| **รวมคะแนนมิติแหล่งความรู้ ข้อ 15 -21** (ตัวเลขสีเทาในช่องระดับความคิดเห็น คือ คะแนนในข้อนั้น หากนิสิตครูตอบระดับ 1 จะได้คะแนน 5 คะแนน) | **หาค่าเฉลี่ย** (นำคะแนนรวมหารด้วย 7) | | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| คุณเห็นด้วยกับข้อความต่อไปนี้มากน้อยเพียงใด | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification)** | | | | | |
| 22. ความรู้วิทยาศาสตร์มีที่มาจากความสงสัย ผ่านการทดลอง หรือการหาคำตอบผ่านกระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 23. ความรู้วิทยาศาสตร์มีวิธีการตรวจสอบความจริงมากกว่าหนึ่งวิธี | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 24. ฉันมักประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล/ความรู้วิทยาศาสตร์ แม้ว่าข้อมูลนั้นมาจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ก็ตาม | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 25. บุคคลทุกคน ทุกอาชีพสามารถสร้างข้อสรุปหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ไม่จำเป็นต้องมาจากนักวิทยาศาสตร์ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 26. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ควรมีหลักฐานสนับสนุน หรือตรวจสอบได้จากการทดลอง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 27. ทุกคนสามารถสร้างองค์ความรู้หรือค้นหาความรู้จากคำถามที่สงสัยและลงมือทดลองด้วยตนเอง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 28. วิธีที่ดีที่จะรู้ว่าสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นสิ่งที่ถูกต้อง ควรมีหลักฐานสนับสนุน | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **รวมคะแนนมิติการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ ข้อ 21 - 28** | **หาค่าเฉลี่ย** (นำคะแนนรวมหารด้วย 7) | | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**หมายเหตุ** ตัวเลขสีเทาในช่องระดับความคิดเห็นใส่เพื่อให้ง่ายต่อการรวมคะแนน โดยในแบบสอบถามที่ให้นิสิตครูตอบจะไม่มีการระบุคะแนน

### 1.3.2 เกณฑ์การแปลผลระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู

เมื่อดำเนินการวัดระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูแล้ว สามารถนำคะแนนการตอบทั้งหมดของนิสิตครูมาคำนวนค่าเฉลี่ยระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละมิติ แล้วพิจารณาเกณฑ์การแปลผลตามตาราง 4.6 เกณฑ์การแปลผลระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู โดยมีรายละเอียดของการแปลผลเป็นระดับความเชื่อในแต่ละช่วงคะแนนค่าเฉลี่ย และลักษณะความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละระดับ ดังนี้

**ตาราง 4.5 เกณฑ์การแปลผลระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู**

| ร้อยละ | ระดับความเชื่อ | ลักษณะความเชื่อ |
|---|---|---|
| **มิติความแน่นอนของความรู้ (certainty)** | | |
| ต่ำกว่าร้อยละ 80 (น้อยกว่า 4 คะแนน) | ง่าย | นิสิตมีมุมมองว่าวิทยาศาสตร์มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ถูกหรือผิดเท่านั้น |
| ร้อยละ 80 ขึ้นไป (มากกว่าหรือเท่ากับ 4 คะแนน) | ซับซ้อน | นิสิตมีมุมมองว่าวิทยาศาสตร์สามารถมีคำตอบที่หลากหลายได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา |
| **พัฒนาการความรู้ (development)** | | |
| ต่ำกว่าร้อยละ 80 (น้อยกว่า 4 คะแนน) | ง่าย | นิสิตมีมุมมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่ไม่เปลี่ยนแปลง |
| ร้อยละ 80 ขึ้นไป (มากกว่าหรือเท่ากับ 4 คะแนน) | ซับซ้อน | นิสิตมีมุมมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่เปลี่ยนแปลงได้ และความรู้ไม่คงที่ |
| **แหล่งความรู้ (source)** | | |
| ต่ำกว่าร้อยละ 80 (น้อยกว่า 4 คะแนน) | ง่าย | นิสิตมีมุมมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ไม่สามารถเกิดจากตนเอง ความรู้เกิดจากแหล่งข้อมูลภายนอก จากการถ่ายทอดโดยผู้รู้ หรือผู้ที่มีเกี่ยวข้องในวิทยาศาสตร์ |
| ร้อยละ 80 ขึ้นไป (มากกว่าหรือเท่ากับ 4 คะแนน) | ซับซ้อน | นิสิตมีมุมมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ความรู้สามารถเกิดได้โดยตัวผู้เรียนเอง ภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม |
| **การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification)** | | |
| ต่ำกว่าร้อยละ 80 (น้อยกว่า 4 คะแนน) | ง่าย | นิสิตมีมุมมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์การได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ต้องเกิดจากการอ้างเหตุผลยืนยันจากผู้รู้ภายนอก เช่น อาจารย์ นักวิทยาศาสตร์ |
| ร้อยละ 80 ขึ้นไป (มากกว่าหรือเท่ากับ 4 คะแนน) | ซับซ้อน | นิสิตมีมุมมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์การได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้ผู้รู้ภายนอกเพียงอย่างเดียว ยังต้องการใช้วิธีการสืบสอบ การประเมินความรู้ และรวบรวมแหล่งที่มาของหลักฐานที่แตกต่างกันให้เกิดเป็นความรู้ |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู**

ผลวิจัยนี้เก็บจากแบบสอบถามออนไลน์ โดยวิธีการสำรวจแบบออนไลน์ (online survey) แบ่งเป็น 2 ตอน คือ 1) ผลการวิเคราะห์ระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) ผลการวิเคราะห์ประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู

**ตอนที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์ระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

ตัวอย่างวิจัยในครั้งนี้ คือ นิสิตครู สาขามัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ จำนวน 130 คน ประกอบไปด้วยนิสิตเพศชาย จำนวน 61 คน คิดเป็นร้อยละ 46.9 เพศหญิง จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 53.1 โดยตัวอย่างวิจัย แบ่งเป็น 4 วิชาเอก คือ นิสิตเอกฟิสิกส์ จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 27 เอกเคมี จำนวน 42 คิดเป็นร้อยละ 32.3 เอกชีววิทยา จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 21.5 และเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 19.2 ตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่เป็นนิสิตชั้นปีที่ 1 และ 2 จำนวนชั้นปีละ 35 คน คิดเป็นร้อยละ 26.9 รองลงมา คือ ชั้นปีที่ 3 จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 19.2 ชั้นปีที่ 4 จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 16.2 และสุดท้าย ชั้นปีที่ 5 จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 10.8 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเกรดเฉลี่ยสะสม พบว่า นิสิตส่วนใหญ่มีเกรดเฉลี่ยสะสม 3.01 - 3.50 จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 46.2 รองลงมาคือ เกรดเฉลี่ยสะสม 2.51 - 3.00 จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 24.6 เกรดเฉลี่ยสะสม 3.51 – 4.00 จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 20.8 สุดท้าย เกรดเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า 2.50 จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 8.5 นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาประสบการณ์การสอนในระหว่างเรียน พบว่านิสิตที่ไม่มีประสบการณ์สอนระหว่างเรียน มีจำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 42.3 ส่วนนิสิตที่มีประสบการณ์สอนส่วนใหญ่จะมีประสบการณ์อยู่ในช่วงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ปี จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 26.9 รองลงมา มีประสบการณ์สอน 2 ปี จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 13.1 มีประสบการณ์สอน 3 ปี จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 และสุดท้ายนิสิตที่มีประสบการณ์สอน 4 ปี จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 7.7 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตาราง 4.6 ข้อมูลภูมิหลังของตัวอย่างวิจัย**

| ข้อมูลภูมิหลังของนิสิตครู | เอกฟิสิกส์ *n = 35* | | เอกเคมี *n = 42* | | เอกชีววิทยา *n = 28* | | เอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป *n = 25* | | รวม *N = 130* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *n* | % | *n* | % | *n* | % | *n* | % | *n* | % |
| **เพศ** | | | | | | | | | | |
| ชาย | 21 | 16.2 | 23 | 17.7 | 10 | 7.7 | 6 | 5.4 | 61 | 46.9 |
| หญิง | 14 | 10.8 | 19 | 14.6 | 18 | 13.8 | 19 | 13.8 | 69 | 53.1 |
| รวม | 35 | 27.0 | 42 | 32.3 | 28 | 21.5 | 25 | 19.2 | 130 | 100 |

| ข้อมูลภูมิหลังของนิสิตครู | เอกฟิสิกส์ *n = 35* | | เอกเคมี *n = 42* | | เอกชีววิทยา *n = 28* | | เอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป *n = 25* | | รวม *N = 130* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *n* | % | *n* | % | *n* | % | *n* | % | *n* | % |
| **ชั้นปี** | | | | | | | | | | |
| 1 | 11 | 8.5 | 9 | 6.9 | 10 | 7.7 | 5 | 3.8 | 35 | 26.9 |
| 2 | 10 | 7.7 | 13 | 10.0 | 5 | 3.8 | 7 | 5.4 | 35 | 26.9 |
| 3 | 10 | 7.7 | 9 | 6.9 | 3 | 2.3 | 3 | 2.3 | 25 | 19.2 |
| 4 | 4 | 3.1 | 6 | 4.6 | 3 | 2.3 | 8 | 6.2 | 21 | 16.2 |
| 5 | - | - | 5 | 3.8 | 7 | 5.4 | 2 | 1.5 | 14 | 10.8 |
| รวม | 35 | 27 | 42 | 32.2 | 28 | 21.5 | 25 | 19.2 | 130 | 100 |
| **เกรดเฉลี่ยสะสม** | | | | | | | | | | |
| 3.51 – 4.00 | 2 | 1.5 | 8 | 6.2 | 13 | 10.0 | 4 | 3.1 | 27 | 20.8 |
| 3.01 - 3.50 | 13 | 10.0 | 25 | 19.2 | 10 | 7.7 | 12 | 9.2 | 60 | 46.2 |
| 2.51 - 3.00 | 14 | 10.8 | 6 | 4.6 | 5 | 3.8 | 7 | 5.4 | 32 | 24.6 |
| ต่ำกว่า 2.50 | 6 | 4.6 | 3 | 2.3 | - | - | 2 | 1.5 | 11 | 8.5 |
| รวม | 35 | 26.9 | 42 | 32.3 | 28 | 21.5 | 25 | 19.2 | 130 | 100 |
| **ประสบการณ์การสอนในระหว่างเรียน** | | | | | | | | | | |
| ไม่เคย | 17 | 13.1 | 17 | 13.1 | 9 | 6.9 | 13 | 10.0 | 55 | 42.3 |
| น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ปี | 12 | 9.2 | 10 | 7.7 | 8 | 6.2 | 5 | 3.8 | 35 | 26.9 |
| 2 ปี | 3 | 2.3 | 6 | 4.6 | 5 | 2.8 | 3 | 2.3 | 17 | 13.1 |
| 3 ปี | 2 | 1.5 | 8 | 6.2 | 1 | 0.8 | 2 | 1.5 | 13 | 10.0 |
| 4 ปี หรือมากกว่า 4 ปี | 1 | 0.8 | 1 | 0.8 | 5 | 2.8 | 3 | 2.3 | 10 | 7.7 |
| รวม | 35 | 26.9 | 42 | 32.4 | 28 | 19.5 | 26 | 19.9 | 130 | 100 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพรวมของระดับของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่วิเคราะห์ด้วยข้อมูลค่าเฉลี่ยของตัวแปรโดยภาพรวมพบว่า นิสิตมีความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 (M=3.97, SD=.46) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่าในภาพรวมนิสิตมีค่าเฉลี่ยในความเชื่อด้านพัฒนาการของความรู้สูงที่สุด (M=4.54, SD=.54) รองลงมาคือ การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (M=4.23, SD=.56) แหล่งที่มาของความรู้ (M=3.70, SD=.70) และความแน่นอนของความรู้(M=3.42, SD=.73) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการกระจายพบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) มีค่าอยู่ระหว่าง .54 - .73 และค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) อยู่ที่ 11.89 ถึง 21.35 โดยความแน่นอนของความรู้มีการกระจายของข้อมูลมากที่สุด แสดงว่าตัวอย่างวิจัยมีความเชื่อด้านความแน่นอนของความรู้แตกต่างกันสูงกว่าด้านอื่น ข้อมูลตัวแปรความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมมีการแจกแจงแบบ

เบ้ซ้าย (Sk= -.19) และมีการแจกแจงในลักษณะที่เป็นโค้งต่ำกว่าปกติ(Ku= -.34) แสดงว่าตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่มีความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ย

**ตาราง 4.7 ค่าสถิติพื้นฐานของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

| ตัวแปร | *M* | *SD* | *Sk* | *Ku* | CV (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์** | 3.67 | .43 | -.19 | -.34 | 11.72 |
| ความแน่นอนของความรู้ (certainty) | 3.42 | .73 | -.11 | -.32 | 21.35 |
| พัฒนาการความรู้ (development) | 4.54 | .54 | -1.52 | 1.82 | 11.89 |
| แหล่งความรู้ (source) | 3.70 | .70 | -.26 | -.59 | 18.92 |
| การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification) | 4.23 | .56 | -.91 | .77 | 13.24 |

ในส่วนนี้จะนำเสนอค่าร้อยละของความถี่ผู้ตอบ และค่าสถิติพื้นฐานในมิติธรรมชาติของความรู้ คือ ความแน่นอนของความรู้ (certainty) และพัฒนาการความรู้ (development) และมิติธรรมชาติของการแสวงหาความรู้ คือ แหล่งความรู้ (source) การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification) ดังนี้

**1. ความแน่นอนของความรู้ (certainty)**

การแปลผลของระดับความแน่นอนของความรู้ (certainty) จากการวัดในเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ ต้องมีการแปลงระดับคะแนนในแต่ละข้อคำถามก่อน เนื่องจากเป็นข้อคำถามตัวแปรนี้เป็น ข้อรายการเชิงลบ โดยค่าเฉลี่ยของแต่ละข้อรายการต่อไปนี้เป็นการแปลงระดับคะแนนเรียนร้อยแล้ว ผลการวิเคราะห์ความแน่นอนของความรู้ นำเสนอข้อรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรก และนำเสนอข้อรายการที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด พบว่า ข้อที่ 2 เมื่อฉันให้นักเรียนทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ฉันจะคาดหวังผลการทดลองที่ถูกต้องแบบเดียวมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (*M* = 4.07, *SD*=.95) รองลงมา คือ ข้อที่ 1 คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะมีคำตอบที่ถูกต้องได้เพียงแบบเดียว (*M* = 3.49, *SD*=1.16) ต่อมาคือ ข้อที่ 6 ฉันเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์มีคำตอบทุกเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (*M* = 3.48, *SD*=1.23) ส่วนข้อมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ข้อ 5 ความรู้ทุกเรื่องที่พิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญเป็นเรื่องจริง (*M* = 3.02, *SD*=1.15) รายละเอียดแสดงดังตาราง 4.8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตาราง 4.8 ผลการตอบของนิสิตครูในแต่ละระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความแน่นอนของความรู้ (วงเล็บคือจำนวนคน)**

| | รายการ | น้อยที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด | *M* | *SD* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะมีคำตอบที่ถูกต้องได้เพียงแบบเดียว | 5.4 (7) | 15.4 (20) | 26.2 (34) | 30.8 (40) | 22.3 (29) | 3.49 | 1.16 |
| 2. | เมื่อฉันให้นักเรียนทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ฉันจะคาดหวังผลการทดลองที่ถูกต้องแบบเดียว | 1.5 (2) | 3.8 (5) | 20.8 (27) | 33.8 (44) | 40.0 (52) | 4.07 | .95 |
| 3. | ฉันชอบชั้นเรียนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการสอนแบบบรรยาย มีแบบแผนของกิจกรรมและคำตอบที่ชัดเจน | 6.2 (8) | 17.7 (23) | 30 (39) | 26.2 (34) | 20 (26) | 3.36 | 1.17 |
| 4. | ทุกข้อมูลที่อ้างอิงว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องจริง | 4.6 (6) | 18.5 (24) | 38.5 (50) | 26.2 (34) | 12.3 (16) | 3.23 | 1.04 |
| 5. | ความรู้ทุกเรื่องที่พิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญเป็นเรื่องจริง | 8.5 (11) | 26.9 (35) | 30.8 (40) | 21.5 (28) | 12.3 (16) | 3.02 | 1.15 |
| 6. | ฉันเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์มีคำตอบทุกเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ | 5.4 (7) | 19.2 (25) | 24.6 (32) | 23.8 (31) | 26.9 (35) | 3.48 | 1.23 |
| 7. | ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ถูกต้องเสมอ | 7.7 (10) | 16.9 (22) | 33.8 (44) | 24.6 (32) | 16.9 (22) | 3.26 | 1.16 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**2. พัฒนาการความรู้ (development)**

ผลการวิเคราะห์พัฒนาการความรู้ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ข้อ 2 ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบหรือหลักฐานใหม่ ๆ ได้ (*M* = 4.73, *SD* = .57) รองลงมา คือ ข้อ 3 การค้นพบสิ่งใหม่ สามารถเปลี่ยนความรู้วิทยาศาสตร์เดิมที่มีอยู่ได้ (*M* = 4.69, *SD* = .62) ต่อมา คือ ข้อ 6 ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นแทนที่ความรู้

เดิมได้ (*M* = 4.63, *SD* =.62) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ข้อ 7 การพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์ อาจจะได้คำตอบที่ไม่แน่ชัด (*M* = 4.10, *SD* =.91) รายละเอียดแสดงดังตาราง 4.9

**ตาราง 4.9 ผลการตอบของนิสิตครูจำแนกตามระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านพัฒนาการของความรู้ (วงเล็บคือจำนวนคน)**

| | รายการ | น้อยที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด | *M* | *SD* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | มีบางคำถามหรือปัญหาที่แม้แต่นักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถตอบได้ | 1.5 (2) | 2.3 (3) | 16.2 (21) | 36.9 (48) | 43.1 (56) | 4.39 | .90 |
| 2. | ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบหรือหลักฐานใหม่ ๆ ได้ | - | 0.8 (1) | 11.5 (15) | 27.7 (36) | 60.0 (78) | 4.73 | .57 |
| 3. | การค้นพบสิ่งใหม่ สามารถเปลี่ยนความรู้วิทยาศาสตร์เดิมที่มีอยู่ได้ | - | 0.8 (1) | 6.2 (8) | 16.9 (22) | 76.2 (99) | 4.69 | .62 |
| 4. | แม้นักวิทยาศาสตร์คิดว่าข้อสรุปบางเรื่องถูกต้องแล้ว แต่ในอนาคตนักวิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนความคิดได้ | - | 1.5 (2) | 7.7 (10) | 18.5 (24) | 72.3 (94) | 4.62 | .70 |
| 5. | บางครั้งความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์แล้วก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ | - | - | 8.5 (11) | 23.1 (30) | 68.5 (89) | 4.60 | .64 |
| 6. | ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ทำให้ความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นแทนที่ความรู้เดิมได้ | - | - | 7.7 (10) | 20.8 (27) | 71.5 (93) | 4.63 | .62 |
| 7. | การพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์อาจจะได้คำตอบที่ไม่แน่ชัด | - | 5.4 (7) | 20.0 (26) | 33.8 (44) | 40.8 (53) | 4.10 | .91 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**3. แหล่งความรู้ (source)**

การแปลผลของระดับความเชื่อด้านแหล่งความรู้ (source) จากการวัดในเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ ต้องมีการแปลงระดับคะแนนในแต่ละข้อคำถามก่อน เนื่องจากเป็นข้อคำถามตัวแปรนี้เป็นข้อรายการเชิงลบ โดยค่าเฉลี่ยของแต่ละข้อรายการต่อไปนี้เป็นการแปลงระดับคะแนนเรียนร้อยแล้ว ผลการวิเคราะห์ความเชื่อด้านแหล่งความรู้ พบว่า มีเพียงข้อที่ 6 เมื่อฉันต้องสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ฉันจะใช้ความรู้จากหนังสือเพียงแหล่งเดียว มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (*M* = 4.28, *SD* = 1.00) รองลงมา คือ ข้อ 1 ทุกคนต้องเชื่อในทุกความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์บอก (*M* = 3.86, *SD* = 1.01) ต่อมาคือ ข้อ 2 หากผลการทดลองของนักเรียนต่างจากผลการทดลองที่ระบุไว้ในคู่มือครูแสดงว่าการทำการทดลองผิดพลาด (*M* = 3.75 , *SD* = 1.07) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ข้อ 7 เมื่อฉันมีความรู้บางเรื่องต่างจากที่อาจารย์บอก ฉันจะเชื่อความรู้จากอาจารย์มากว่าตนเองเสมอ (*M* = 3.22, *SD* = .93) รายละเอียดแสดงดังตาราง 4.10

**ตาราง 4.10 ผลการตอบของนิสิตครูจำแนกตามระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านด้านแหล่งความรู้ (วงเล็บคือจำนวนคน)**

| | รายการ | น้อยที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด | M | *SD* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | ทุกคนต้องเชื่อในทุกความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์บอก | 0.8 (1) | 7.7 (10) | 30.8 (40) | 26.2 (34) | 34.6 (45) | 3.86 | 1.01 |
| 2. | หากผลการทดลองของนักเรียนต่างจากผลการทดลองที่ระบุไว้ในคู่มือครู แสดงว่าการทำการทดลองผิดพลาด | 3.1 (4) | 10.0 (13) | 23.8 (31) | 34.6 (45) | 28.5 (37) | 3.75 | 1.07 |
| 3. | เมื่อเกิดความสงสัยหรือไม่แน่ใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หนังสือเรียนจะให้คำตอบดีที่สุด | 1.5 (2) | 11.5 (15) | 30.0 (39) | 40.0 (52) | 16.9 (22) | 3.59 | .95 |
| 4. | ความรู้ที่ฉันถ่ายทอดในห้องเรียนเป็นสิ่งที่ถูกต้องที่สุด | 0.8 (1) | 16.2 (21) | 33.8 (44) | 27.7 (36) | 21.5 (28) | 3.53 | 1.03 |
| 5. | มีเพียงนักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สามารถมั่นใจได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริงในวิทยาศาสตร์ | 1.5 (2) | 10.8 (14) | 30.0 (39) | 32.3 (42) | 25.4 (33) | 3.69 | 1.02 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| | รายการ | น้อยที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด | M | *SD* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6. | เมื่อฉันต้องสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ฉันจะใช้ความรู้จากหนังสือเพียงแหล่งเดียว | 1.5 (2) | 5.4 (7) | 14.6 (19) | 20.8 (27) | 57.7 (75) | 4.28 | 1.00 |
| 7. | เมื่อฉันมีความรู้บางเรื่องต่างจากที่อาจารย์บอก ฉันจะเชื่อความรู้จากอาจารย์มากว่าตนเองเสมอ | 2.3 (3) | 16.9 (22) | 48.5 (63) | 21.5 (28) | 10.8 (14) | 3.22 | .93 |

**4. การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification)**

ผลการวิเคราะห์การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ข้อ 7 วิธีที่ดีที่จะรู้ว่าสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นสิ่งที่ถูกต้องควรมีหลักฐานสนับสนุน (*M* = 4.59, *SD* = .67) รองลงมา คือ ข้อ 2 ความรู้วิทยาศาสตร์มีวิธีการตรวจสอบความจริงมากกว่าหนึ่งวิธี (*M* = 4.47, *SD* = .73) ต่อมา คือ ข้อ 5ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ควรตรวจสอบได้จากการทดลองหรือมีหลักฐานสนับสนุน (*M* = 4.37, *SD* = .83) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ข้อ 3 ฉันมักประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล/ความรู้วิทยาศาสตร์ แม้ว่าข้อมูลนั้นมาจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ก็ตาม (*M* = 3.80 , *SD* = .93) รายละเอียดแสดงดังตาราง 4.11

**ตาราง 4.11 ผลการตอบของนิสิตครูจำแนกตามระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (วงเล็บคือจำนวนคน)**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| | รายการ | น้อยที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด | *M* | *SD* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | ความรู้วิทยาศาสตร์มีที่มาจากความสงสัย ผ่านการทดลอง หรือการหาคำตอบผ่านกระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์ | 1.5 (2) | 2.3 (3) | 16.2 (21) | 36.9 (48) | 43.1 (56) | 4.18 | .89 |
| 2. | ความรู้วิทยาศาสตร์มีวิธีการตรวจสอบความจริงมากกว่าหนึ่งวิธี | - | 0.8 (1) | 11.5 (15) | 27.7 (36) | 60.0 (78) | 4.47 | .73 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3. | ฉันมักประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล/ ความรู้วิทยาศาสตร์ แม้ว่าข้อมูลนั้นมาจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ก็ตาม | 3.1 (4) | 6.9 (9) | 24.6 (32) | 37.7 (49) | 27.7 (36) | 3.80 | 1.02 |
| 4. | บุคคลทุกคนทุกอาชีพสามารถสร้างข้อสรุปหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ไม่จำเป็นต้องมาจากนักวิทยาศาสตร์ | 0.8 (1) | 8.5 (11) | 23.1 (30) | 35.4 (46) | 32.3 (42) | 3.90 | .98 |
| 5. | ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ควรตรวจสอบได้จากการทดลองหรือมีหลักฐานสนับสนุน | 1.5 (2) | - | 13.1 (17) | 30.8 (40) | 54.6 (71) | 4.37 | .83 |
| 6. | ทุกคนสามารถสร้างองค์ความรู้หรือค้นหาความรู้จากคำถามที่สงสัย และลงมือทดลองด้วยตนเอง | 0.8 (1) | 0.8 (1) | 14.6 (19) | 33.8 (44) | 50.0 (60) | 4.32 | .81 |
| 7. | วิธีที่ดีที่จะรู้ว่าสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นสิ่งที่ถูกต้องควรมีหลักฐานสนับสนุน | - | 0.8 (1) | 7.7 (10) | 23.1 (30) | 68.5 (89) | 4.59 | .67 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

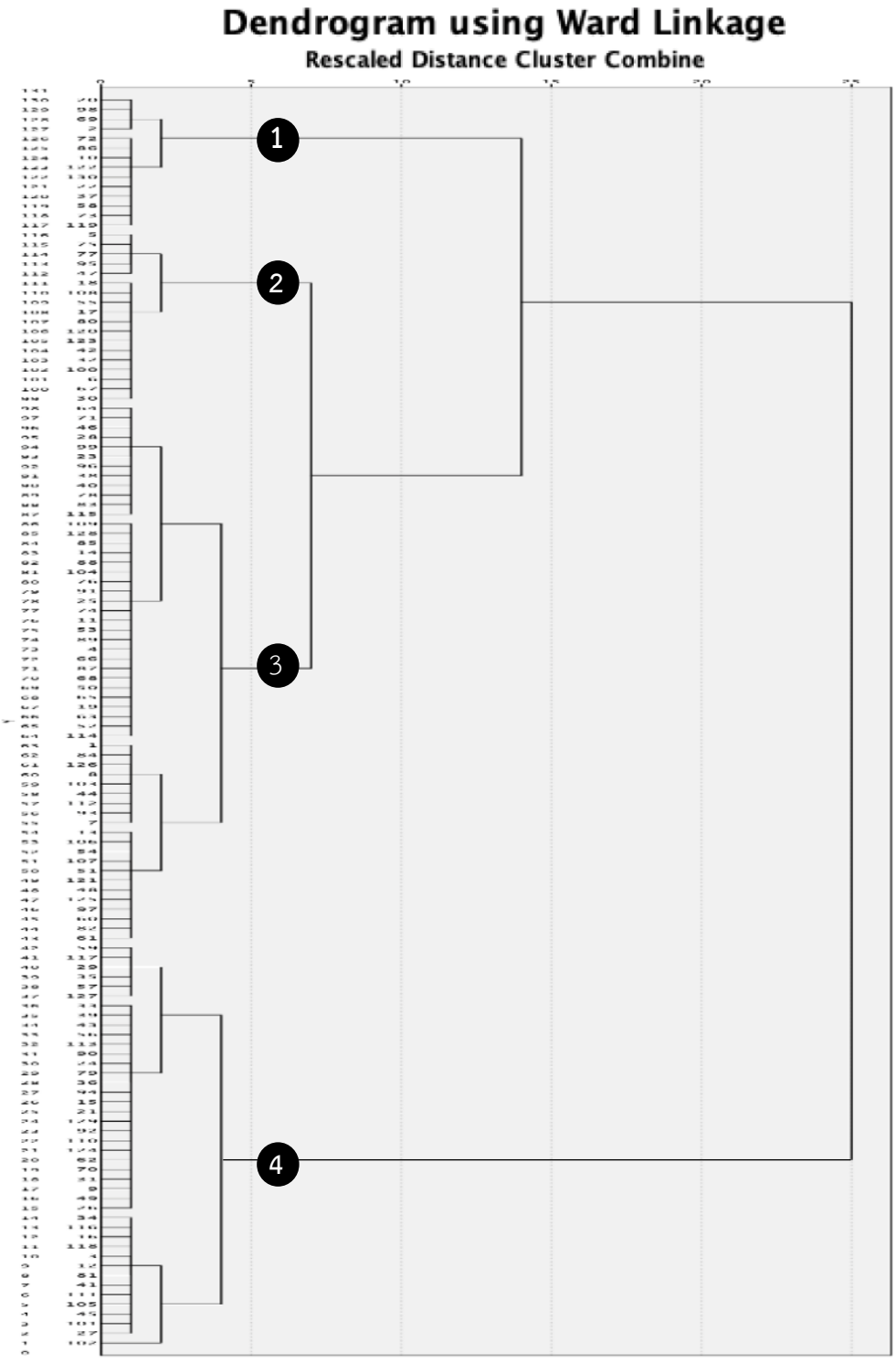
**ตอนที่ 2.2 ผลการวิเคราะห์ประเภทความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู**

**2.2.1 การวิเคราะห์ประเภทของความเชื่อโดยใช้การวิเคราะห์จัดกลุ่ม (cluster analysis)**

ในการวิเคราะห์ประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู โดยใช้การวิเคราะห์จัดกลุ่ม (cluster analysis) มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะสำคัญหรือโปรไฟล์ของกลุ่มนิสิตครู โดยใช้คะแนนเฉลี่ยของมิติความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้านเป็นเกณฑ์ ได้แก่ ความแน่นอนของความรู้ พัฒนาการของความรู้ แหล่งความรู้ และการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้

ผู้วิจัยใช้เทคนิคการจัดกลุ่มด้วยวิธี Hierarchical cluster analysis และประมวลผลอีกครั้งเพื่อจัดกลุ่มด้วยวิธีแบบ K- mean

ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี Hierarchical cluster analysis โดยการใช้ Ward Linkage มีดังนี้




**ภาพ 4.3** Dendrogram ของเทคนิคการจัดกลุ่มด้วยวิธี Hierarchical cluster analysis

จากภาพ 4.3 ผู้วิจัยพิจารณาแล้วเห็นว่าการจัดกลุ่มประเภทนิสิตครู โดยใช้คะแนนเฉลี่ยของมิติความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้านเป็นเกณฑ์สามารถจัดกลุ่มนิสิตได้ 4 กลุ่ม จากนั้นผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ต่อโดยใช้การจัดกลุ่มด้วยวิธีแบบ K- mean และกำหนดให้จำนวนกลุ่มเป็น 4 กลุ่ม ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

**ตาราง 4.12 ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่ม และการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่ม**

| **องค์ประกอบ** | **ค่าเฉลี่ย** | | | | **ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (ANOVA)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | กลุ่มที่ 1 | กลุ่มที่ 2 | กลุ่มที่ 3 | กลุ่มที่ 4 | **F** | **Sig.** |
| ความแน่นอนของความรู้ (CERT) | 3.28 | 2.78 | 3.88 | 4.35 | 59.694 | <.001* |
| พัฒนาการความรู้ (DEV) | 3.40 | 4.62 | 4.80 | 4.21 | 71.938 | <.001* |
| แหล่งความรู้ (SOU) | 3.47 | 3.11 | 4.18 | 4.44 | 56.234 | <.001* |
| การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (JUS) | 3.40 | 4.36 | 4.46 | 3.33 | 43.907 | <.001* |

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์ประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู ผู้วิจัยใช้เทคนิคการจัดกลุ่มแบบ k- mean clustering จากเทคนิคนี้สามารถแบ่งกลุ่มนิสิตครูได้เป็น 4 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีจำนวนนิสิตครูดังนี้

**ตาราง 4.13 จำนวนสมาชิกโดยใช้เทคนิคการจัดกลุ่ม**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

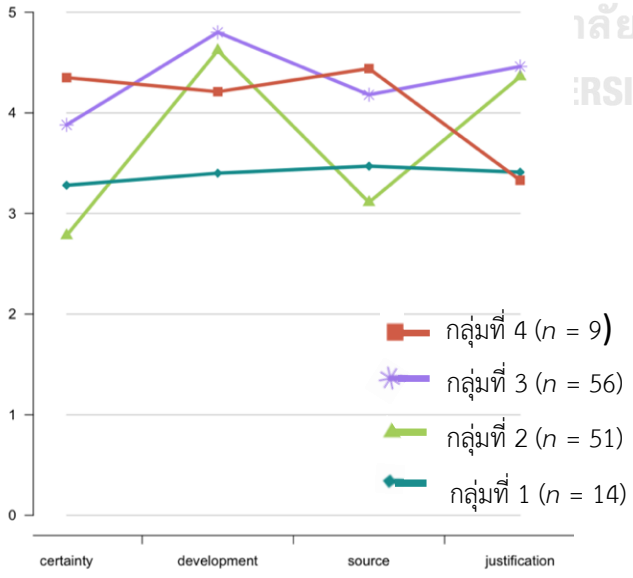
| ชื่อกลุ่มนิสิตครู | จำนวนสมาชิก | |
|---|---|---|
| | จำนวนนิสิต | ร้อยละ |
| **กลุ่มที่ 1** ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย | 14 | 10.77 |
| **กลุ่มที่ 2** ความเชื่อด้านความรู้ ฯ แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ | 51 | 39.23 |
| **กลุ่มที่ 3** ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ | 56 | 43.08 |
| **กลุ่มที่ 4** ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้ | 9 | 6.92 |
| รวม | 130 | 100 |

### 2.2.2 การแปลผลคะแนนประเภทของความเชื่อของนิสิตครู

การแปลผลคะแนนผู้วิจัยประยุกต์ใช้เกณฑ์การแปลผลของ Kampa et al. (2016) หากคะแนนมากว่าหรือเท่ากับ 4 จะแปลผลได้ว่าความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับซับซ้อน ส่วนมิติใดที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่า 4 แปลผลได้ว่า มีความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับเรียบง่าย รายละเอียด ดังนี้

**ตาราง 4.14 ชื่อกลุ่มของนิสิตครูจำแนกตามประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์**

| กลุ่ม | ชื่อกลุ่ม |
|---|---|
| 1 | **ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย** (simple SEB) |
| | คะแนนความแน่นอนของความรู้ (*M*=3.28) พัฒนาการความรู้ (*M*=3.40) แหล่งความรู้ (*M*=3.47) และการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (*M*= 3.40) ทุกมิติอยู่ในระดับง่าย |
| 2 | **ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้** (naive certainty & source ) |
| | คะแนนความแน่นอนของความรู้ (*M*=2.78) อยู่ระดับง่าย พัฒนาการความรู้ (*M*=4.62) ในระดับซับซ้อน แหล่งความรู้ (*M*=3.11) อยู่ระดับง่าย และการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (*M*=4.36) อยู่ในระดับซับซ้อน |
| 3 | **ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้** (Sophisticated SEB with naive certainty) |
| | คะแนนความแน่นอนของความรู้ (*M*=3.88) อยู่ระดับง่าย ส่วนพัฒนาการความรู้ (*M*=4.80) แหล่งความรู้แหล่ง (*M*=4.18) และการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (*M*=4.46) อยู่ในระดับซับซ้อน |
| 4 | **ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้** (Sophisticated SEB with naive justification) |
| | คะแนนความแน่นอนของความรู้ (*M*=4.35) พัฒนาการความรู้ (*M*=4.21) แหล่งความรู้ (*M*=4.44) อยู่ในระดับซับซ้อน แต่การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (*M*=3.33) อยู่ระดับง่าย |




**ภาพ 4.4 คะแนนเฉลี่ยแต่ละมิติ จำแนกตามประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์**

เมื่ออธิบายลักษณะความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำแนกเป็นความเชื่อด้านธรรมชาติของความรู้ และการแสดงหาความรู้ (Hofer & Pintrich, 1997) สามารถอธิบายลักษณะสำคัญ ได้ดังนี้

**ตาราง 4.15 ลักษณะความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตแต่ละกลุ่ม**

| กลุ่ม | ระดับ SEB | | | | ลักษณะสำคัญ |
|---|---|---|---|---|---|
| | CERT | DEV | SOU | JUS | |
| **นิสิตครูกลุ่มที่ 1** ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรียบง่าย ($n$ = 14) | 3.28 | 3.40 | 3.47 | 3.40 | ● ความเชื่อด้านธรรมชาติของความรู้<br>เชื่อว่าความรู้มักไม่เปลี่ยนแปลง และมีความรู้นั้นมีความคงทน<br>● ด้านความเชื่อด้านธรรมชาติของการแสวงหาความรู้<br>นิสิตครูเชื่อในแหล่งที่มาหรือผู้รู้ภายนอก โดยไม่จำเป็นต้องจัดกระทำข้อมูลหรือมีการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ |
| **นิสิตครูกลุ่มที่ 2** ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ ($n$ = 51) | 2.78 | 4.62 | 3.11 | 4.36 | ● ความเชื่อด้านธรรมชาติของความรู้<br>นิสิตเชื่อว่าคำตอบของความรู้ที่เกิดขึ้นมาจะมีถูกต้อง แน่นอน แต่สามารถเปลี่ยนแปลงหากมีหลักฐานใหม่ ๆ มาสนับสนุน<br>● ด้านความเชื่อด้านธรรมชาติของการแสวงหาความรู้<br>นิสิตเชื่อว่าความรู้ต้องสามารถอธิบาย และให้เหตุผลได้ แต่ยึดติดว่าความรู้เกิดขึ้นจากผู้รู้หรือแหล่งความรู้ภายนอก |
| **นิสิตครูกลุ่มที่ 3** ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ ($n$ = 56) | 3.88 | 4.80 | 4.18 | 4.46 | ● ความเชื่อด้านธรรมชาติของความรู้<br>นิสิตเชื่อว่าความรู้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ยึดติดว่าความรู้มีความแน่นอนหรือมองว่าความรู้มีสองด้าน คือถูกหรือผิด<br>● ด้านความเชื่อด้านธรรมชาติของการแสวงหาความรู้<br>นิสิตเชื่อว่าการแสวงหาความรู้ต้องมีใช้วิธีการสืบสอบ การประเมินความรู้ และรวบรวมแหล่งที่มาของหลักฐานที่แตกต่างกันให้เกิดเป็นความรู้ และความรู้ไม่จำเป็นต้องอาศัยผู้รู้ภายนอกอย่างเดียว |
| **นิสิตครูกลุ่มที่ 4** ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้ ($n$ = 9) | 4.35 | 4.21 | 4.44 | 3.33 | ● ความเชื่อด้านธรรมชาติของความรู้<br>นิสิตเชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ และไม่มีคำตอบสมบูรณ์แก่คำถามทุกคำถาม<br>● ด้านความเชื่อด้านธรรมชาติของการแสวงหาความรู้<br>นิสิตเชื่อว่าการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเกิดขึ้นจากตนเอง แต่มักยึดติดการอ้างเหตุผลจากผู้รู้ภายนอก โดยอาจไม่ได้คำนึงว่าหลักมีความน่าเชื่อถือหรือมีจำนวนมากน้อยเพียงใด |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**2.2.3 ภูมิหลังนิสิตครูจำแนกประเภทของความเชื่อของนิสิตครู**

นิสิตครูกลุ่มที่ 1 ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรียบง่าย มีจำนวน 14 คน (ร้อยละ 10.77) ประกอบด้วยนิสิตชั้นปี 1 – 4 ไม่พบในนิสิตชั้นปีที่ 5 เป็นนิสิตชั้นปีที่ 3 มากที่สุด จำนวน 6 คน (ร้อยละ 42.86) ด้านวิชาเอก พบว่า เป็นนิสิตวิชาเอกเคมี และฟิสิกส์มากที่สุด วิชาเอกละ 6 คน (ร้อยละ นิสิตมีเกรดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.51 -3.00 และ 3.01-3.50 มากที่สุด ช่วงละ 6 คน (ร้อยละ 42.86) เมื่อพิจารณาประสบการณ์การสอนในระหว่างเรียน พบว่า นิสิตกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ ไม่เคยมีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียน จำนวน 6 คน (ร้อยละ 42.86) มีประสบการณ์น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ปีและเป็นเพศชายและหญิงเท่า ๆ กัน

นิสิตครูกลุ่มที่ 2 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ มีจำนวน 51 คน (ร้อยละ 39.23) ประกอบด้วย นิสิตชั้นปี 2 มากที่สุด จำนวน 16 คน (ร้อยละ 31.37) และน้อยที่สุดคือ นิสิตชั้นปีที่ 5 จำนวน 3 คน (ร้อยละ 5.88) ด้านวิชาเอก พบว่าเป็นนิสิตวิชาเอกเคมีมากที่สุด จำนวน 17 คน (ร้อยละ 33.33) รองลงมา คือ วิทยาศาสตร์ จำนวน 15 คน (ร้อยละ 29.41) นิสิตส่วนใหญ่มีเกรดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.01 – 3.50 จำนวน 25 คน (ร้อยละ 49.02) เมื่อพิจารณาประสบการณ์การสอนในระหว่างเรียน พบว่า นิสิตกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ ไม่เคยมีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียน จำนวน 22 คน (ร้อยละ 43.14) และเป็นเพศชายและหญิงเท่า ๆ กัน

นิสิตครูกลุ่มที่ 3 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ จำนวน 56 คน (ร้อยละ 43.08) ประกอบด้วย นิสิตชั้นปี 1 และ 2 มากที่สุด จำนวนชั้นปีละ 14 คน (ร้อยละ 25) รองลงมาคือ ชั้นปีที่ 5 จำนวน 11 คน (ร้อยละ 19.64) ด้านวิชาพบว่าเป็นนิสิตวิชาเอกชีววิทยามากที่สุด จำนวน 19 คน (ร้อยละ 33.93) รองลงมา คือ เคมีจำนวน 16 คน (ร้อยละ 28.57) นิสิตส่วนใหญ่มีเกรดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.01 – 3.50 จำนวน 25 คน (ร้อยละ 44.64) เมื่อพิจารณาประสบการณ์การสอนในระหว่างเรียน พบว่า นิสิตกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ ไม่เคยมีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียน จำนวน 21 คน (ร้อยละ 37.50) รองลงมา และเป็นเพศชายและหญิงเท่า ๆ กัน

นิสิตครูกลุ่มที่ 4 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้ จำนวน 9 คน (ร้อยละ 6.92) ประกอบด้วย นิสิตชั้นปี 1 จำนวน 4 คน (ร้อยละ 44.44) ชช ไม่พบนิสิตชั้นปีที่ 5 ด้านวิชาเอก เป็นนิสิตเอกฟิสิกส์ และเคมี มากที่สุดจำนวนเอกละ 3 คน (ร้อยละ 33.33) นิสิตส่วนใหญ่มีเกรดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.01 – 3.50 จำนวน 4 คน เมื่อพิจารณาประสบการณ์การสอนในระหว่างเรียน พบว่า นิสิตกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ ไม่เคยมีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียน จำนวน 6 คน (ร้อยละ 66.67) และเป็นเพศชายและหญิงเท่า ๆ กัน รายละเอียดดังตาราง 4.16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตาราง 4.16 ประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู จำแนกตามภูมิหลัง**

| ข้อมูลภูมิหลังของนิสิตครู | กลุ่มที่ 1 *n=14* | | กลุ่มที่ 2 *n=51* | | กลุ่มที่ 3 *n=56* | | กลุ่มที่ 4 *n=9* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *n* | % | *n* | % | *n* | % | *n* | % |
| **ชั้นปี** | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 21.43 | 14 | 27.45 | 14 | 25.00 | 4 | 44.44 |
| 2 | 3 | 21.43 | 16 | 31.37 | 14 | 25.00 | 2 | 22.22 |
| 3 | 6 | 42.86 | 10 | 19.61 | 8 | 14.29 | 1 | 11.11 |
| 4 | 2 | 14.29 | 8 | 15.69 | 9 | 16.07 | 2 | 22.22 |
| 5 | 0 | 0 | 3 | 5.88 | 11 | 19.64 | - | 0.00 |
| **วิชาเอก** | | | | | | | | |
| ฟิสิกส์ | 6 | 42.86 | 12 | 23.53 | 14 | 25.00 | 3 | 33.33 |
| เคมี | 6 | 42.86 | 17 | 33.33 | 16 | 28.57 | 3 | 33.33 |
| ชีววิทยา | 1 | 7.14 | 7 | 13.73 | 19 | 33.93 | 1 | 11.11 |
| วิทยาศาสตร์ทั่วไป | 1 | 7.14 | 15 | 29.41 | 7 | 12.50 | 2 | 22.22 |
| **เกรดเฉลี่ยสะสม** | | | | | | | | |
| 3.51 – 4.00 | 1 | 7.14 | 8 | 15.69 | 17 | 30.36 | 1 | 11.11 |
| 3.01 – 3.50 | 6 | 42.86 | 25 | 49.02 | 25 | 44.64 | 4 | 44.44 |
| 2.51 – 3.00 | 6 | 42.86 | 15 | 29.41 | 8 | 14.29 | 3 | 33.33 |
| ต่ำกว่า 2.50 | 1 | 7.14 | 3 | 5.88 | 6 | 10.71 | 1 | 11.11 |
| **ประสบการณ์การสอนในระหว่างเรียน** | | | | | | | | |
| ไม่เคย | 6 | 42.86 | 22 | 43.14 | 21 | 37.50 | 6 | 66.67 |
| น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ปี | 3 | 21.43 | 15 | 29.41 | 17 | 30.36 | - | 0.00 |
| 2 ปี | 3 | 21.43 | 7 | 13.73 | 7 | 12.50 | - | 0.00 |
| 3 ปี | 0 | 0.00 | 6 | 11.76 | 5 | 8.93 | 2 | 22.22 |
| 4 ปี หรือมากกว่า 4 ปี | 2 | 14.29 | 1 | 1.96 | 6 | 10.71 | 1 | 11.11 |
| **เพศ** | | | | | | | | |
| ชาย | 6 | 42.86 | 29 | 56.86 | 21 | 37.50 | 5 | 55.56 |
| หญิง | 8 | 57.14 | 22 | 43.14 | 35 | 62.50 | 4 | 44.44 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**2.2.4 คะแนนเฉลี่ยของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามกลุ่มนิสิตครู**

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของข้อรายการของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามกลุ่มนิสิตครู 4 กลุ่ม พบว่ารายละเอียดเป็นไปดังตาราง 4.17 ต่อไปนี้

**ตาราง 4.17 การวิเคราะห์คะแนนความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามกลุ่มนิสิตครู**

| ข้อรายการ | ค่าเฉลี่ยจำแนกตามกลุ่มนิสิตครู | | | |
|---|---|---|---|---|
| | กลุ่มที่ 1 | กลุ่มที่ 2 | กลุ่มที่ 3 | กลุ่มที่ 4 |
| **ความแน่นอนของความรู้ (certainty)** | | | | |
| คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะมีคำตอบที่ถูกต้องได้เพียงแบบเดียว | 3.14 | 3.04 | 3.84 | 4.44 |
| เมื่อฉันให้นักเรียนทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ฉันจะคาดหวังผลการทดลองที่ถูกต้องแบบเดียว | 4.07 | 3.51 | 4.46 | 4.78 |
| ฉันชอบชั้นเรียนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการสอนแบบบรรยาย มีแบบแผนของกิจกรรมและคำตอบที่ชัดเจน | 2.93 | 2.96 | 3.71 | 4.11 |
| ทุกข้อมูลที่อ้างอิงว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องจริง | 3.07 | 2.59 | 3.71 | 4.11 |
| ความรู้ทุกเรื่องที่พิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญเป็นเรื่องจริง | 3.07 | 2.20 | 3.61 | 4.00 |
| ฉันเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์มีคำตอบทุกเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ | 3.14 | 2.76 | 4.07 | 4.33 |
| ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ถูกต้องเสมอ | 3.50 | 2.41 | 3.75 | 4.67 |
| **พัฒนาการความรู้ (development)** | | | | |
| มีบางคำถามหรือปัญหาที่แม้แต่นักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถตอบได้ | 3.29 | 4.53 | 4.59 | 4.11 |
| ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบหรือหลักฐานใหม่ ๆ ได้ | 3.71 | 4.78 | 4.96 | 4.56 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ข้อรายการ | ค่าเฉลี่ยจำแนกตามกลุ่มนิสิตครู | | | |
|---|---|---|---|---|
| | กลุ่มที่ 1 | กลุ่มที่ 2 | กลุ่มที่ 3 | กลุ่มที่ 4 |
| การค้นพบสิ่งใหม่ สามารถเปลี่ยนความรู้วิทยาศาสตร์เดิมที่มีอยู่ได้ | 3.43 | 4.82 | 4.93 | 4.33 |
| แม้นักวิทยาศาสตร์คิดว่าข้อสรุปบางเรื่องถูกต้องแล้ว แต่ในอนาคตนักวิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนความคิดได้ | 3.21 | 4.71 | 4.95 | 4.22 |
| บางครั้งความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์แล้ว ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ | 3.36 | 4.76 | 4.80 | 4.33 |
| ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นแทนที่ความรู้เดิมได้ | 3.64 | 4.71 | 4.84 | 4.56 |
| การพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์ อาจจะได้คำตอบที่ไม่แน่ชัด | 3.14 | 4.02 | 4.54 | 3.33 |
| **แหล่งความรู้ (source)** | | | | |
| ทุกคนต้องเชื่อในทุกความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์บอก | 3.43 | 3.12 | 4.55 | 4.44 |
| หากผลการทดลองของนักเรียนต่างจากผลการทดลองที่ระบุไว้ในคู่มือครู แสดงว่าการทำการทดลองผิดพลาด | 3.50 | 3.33 | 4.09 | 4.44 |
| เมื่อเกิดความสงสัยหรือไม่แน่ใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หนังสือเรียนจะให้คำตอบดีที่สุด | 3.36 | 3.10 | 4.00 | 4.22 |
| ความรู้ที่ฉันถ่ายทอดในห้องเรียนเป็นสิ่งที่ถูกต้องที่สุด | 3.57 | 2.80 | 4.00 | 4.67 |
| มีเพียงนักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สามารถมั่นใจได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริงในวิทยาศาสตร์ | 3.36 | 2.96 | 4.32 | 4.44 |
| เมื่อฉันต้องสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ฉันจะใช้ความรู้จากหนังสือเพียงแหล่งเดียว | 3.79 | 3.73 | 4.84 | 4.67 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ข้อรายการ | ค่าเฉลี่ยจำแนกตามกลุ่มนิสิตครู | | | |
|---|---|---|---|---|
| | กลุ่มที่ 1 | กลุ่มที่ 2 | กลุ่มที่ 3 | กลุ่มที่ 4 |
| เมื่อฉันมีความรู้บางเรื่องต่างจากที่อาจารย์บอก ฉันจะเชื่อความรู้จากอาจารย์มากว่าตนเองเสมอ | 3.29 | 2.75 | 3.46 | 4.22 |
| **การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification)** | | | | |
| ความรู้วิทยาศาสตร์มีที่มาจากความสงสัย ผ่านการทดลอง หรือการหาคำตอบผ่านกระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์ | 3.29 | 4.35 | 4.46 | 2.78 |
| ความรู้วิทยาศาสตร์มีวิธีการตรวจสอบความจริงมากกว่าหนึ่งวิธี | 3.50 | 4.53 | 4.77 | 3.78 |
| ฉันมักประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล/ความรู้วิทยาศาสตร์ แม้ว่าข้อมูลนั้นมาจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ก็ตาม | 3.43 | 4.08 | 3.89 | 2.22 |
| บุคคลทุกคนทุกอาชีพสามารถสร้างข้อสรุปหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ไม่จำเป็นต้องมาจากนักวิทยาศาสตร์ | 3.00 | 3.92 | 4.16 | 3.56 |
| ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ควรตรวจสอบได้จากการทดลองหรือมีหลักฐานสนับสนุน | 3.43 | 4.55 | 4.55 | 3.67 |
| ทุกคนสามารถสร้างองค์ความรู้หรือค้นหาความรู้จากคำถามที่สงสัย และลงมือทดลองด้วยตนเอง | 3.50 | 4.45 | 4.55 | 3.33 |
| วิธีที่ดีที่จะรู้ว่าสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นสิ่งที่ถูกต้องควรมีหลักฐานสนับสนุน | 3.71 | 4.67 | 4.84 | 4.00 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตอนที่ 3 หลักการออกแบบ และต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู**

หลักการออกแบบ และต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อฯ แบ่งออกเป็น 4 ตอน คือ 1) ประเด็นที่ควรพัฒนานิสิตที่ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ 2) การพัฒนาหลักการออกแบบเพื่อปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตที่มีความเชื่อประเภทต่าง ๆ 3) การพัฒนากิจกรรมสำหรับปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิต 4) การพัฒนาต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู

**ตอนที่ 3.1 ประเด็นที่ควรพัฒนานิสิตความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท**

ประเด็นจากผลวิจัยจำแนกตามประเภทของนิสิต พบว่านิสิตมีระดับความเชื่อระดับง่ายหรือซับซ้อนแตกต่างกันไปในแต่ละมิติความเชื่อ ในมิติใดที่อยู่ในระดับง่ายจำเป็นจะต้องพัฒนา โดยนิสิตที่มีประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย มีระดับความเชื่อทุกมิติอยู่ในระดับง่าย นิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ มีความเชื่อระดับง่าย 2 มิติ คือ ความแน่นอนของความรู้ และแหล่งความรู้ นิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อน แบบยึดมั่นในความรู้ มีระดับความเชื่อระดับง่ายเพียงมิติเดียว คือ ความแน่นอนของความรู้ และสุดท้ายนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อน แบบยึดมั่นในผู้รู้ มีระดับความเชื่อแบบง่ายเพียงมิติเดียว คือ การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ รายละเอียด ดังตาราง 4.18

**ตาราง 4.18 ประเด็นผลวิจัยของนิสิตครูจำแนกตามประเภทความเชื่อ**

| ลักษณะความเชื่อ | ประเด็นจากผลวิจัย |
|---|---|
| **นิสิตกลุ่มที่ 1** ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย (simple SEB) เป็นนิสิตครูที่ยังไม่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ส่วนใหญ่มีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียนไม่เกิน 2 ปี สอนด้านวิทยาศาสตร์สายคำนวณ ได้แก่ ฟิสิกส์และเคมีเป็นส่วนใหญ่ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลาง | |
| **ความแน่นอนของความรู้** (ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ที่พิสูจน์ที่มาจากนักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญเป็นเรื่องจริงแท้ ยึดแบบแผนของกิจกรรมที่เป็นวิทยาศาสตร์ชัดเจน ความรู้ต้องถูกตัดสินเป็นเพียงสองด้านหรือเป็นเรื่องที่ถูกผิด และความรู้ หรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะมีคำตอบที่ถูกต้องได้เพียงแบบเดียว และความรู้ใดๆ ที่พิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญเป็นเรื่องจริง และเชื่อมั่นว่านักวิทยาศาสตร์ต้องมีคำตอบให้กับทุกเรื่องของวิทยาศาสตร์ โดยขาดความเข้าใจที่ว่าคำตอบสำหรับวิทยาศาสตร์สามารถมีคำตอบที่หลากหลายได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา |

| ลักษณะความเชื่อ | ประเด็นจากผลวิจัย |
|---|---|
| **พัฒนาการความรู้** (ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่ไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อพยายาหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องได้รับคำตอบที่แน่ชัด ไม่ได้มองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพิสูจน์จากนักวิทยาศาสตร์แล้วก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งจากการค้นพบหลักฐานใหม่ หรือเทคโนโลยีใหม่ที่พัฒนาขึ้นมา นอกจากนั้นนิสิตครูอาจไม่ได้มีมุมมองว่าการพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์ อาจจะได้คำตอบที่ไม่แน่ชัด แม้ว่าวิทยาศาสตร์จะอาศัยการสังเกต การทดลอง และการใช้เหตุผล แต่กระบวนการนี้ไม่สามารถให้คำตอบที่แน่นอนได้เสมอไป เนื่องจากการสังเกตและการทดลองไม่สามารถครอบคลุมทุกแง่มุมของธรรมชาติ นอกจากนี้ การใช้ศึกษาด้วยวิธีที่ต่างกันอาจนำไปสู่คำตอบที่ขัดแย้งกันได้ |
| **แหล่งความรู้** (ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้รับมาจากแหล่งความรู้ภายนอกเท่านั้น เช่น จากหนังสือเรียน ผู้รู้ อาจารย์ผู้สอน หากความรู้ที่ตนเชื่อว่าถูกขัดแย้งกับอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญ จะเลือกเชื่อความรู้จากผู้อื่นมากกว่าตนเอง ไม่ได้สนใจแหล่งความรู้ที่หลากหลาย และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากการสังเกต ตั้งคำถาม และศึกษาจากหลักฐานต่าง ๆ คิดว่าทุกคนต้องเชื่อในทุกความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์บอก เนื่องจากยึดติดว่านักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สามารถมั่นใจได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริงในวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้น นิสิตยังเชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ที่นิสิตได้ถ่ายทอดในห้องเรียนเป็นสิ่งที่ถูกต้องที่สุด |
| **การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้** (ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าว่าการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ต้องเกิดจากการอ้างเหตุผลจากนักวิทยาศาสตร์ ไม่ได้สนใจวิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้เช่น กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือหลักฐานที่มาสนับสนุนความรู้นั้น และมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ต้องตรวจสอบ หรือจำเป็นต้องประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่จำเป็นต้องตรวจสอบจากการทดลองหรือการใช้หลักฐานสนับสนุน หรือไม่ให้ความสำคัญวิธีการตรวจสอบความจริงที่หลากหลาย และมีมุมมองว่าไม่ใช่ทุกคนที่สามารถสร้างองค์ความรู้หรือค้นหาความรู้จากคำถามที่สงสัย และลงมือทดลองด้วยตนเอง |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ลักษณะความเชื่อ | ประเด็นจากผลวิจัย |
|---|---|
| **นิสิตกลุ่มที่ 2 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ (mixed SEB with naive certainty & source)** เป็นนิสิตครูที่มีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียนหลากหลาย บางส่วนผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ส่วนใหญ่เป็นนิสิตด้านเคมี และวิทยาศาสตร์ทั่วไป และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูง | |
| **ความแน่นอนของความรู้** (ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ถูกต้องเสมอ โดยความรู้ที่พิสูจน์จากนักวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญเป็นเรื่องจริงแท้ อีกทั้งเชื่อมั่นว่านักวิทยาศาสตร์ต้องมีคำตอบให้กับทุกเรื่องของวิทยาศาสตร์ ความรู้ต้องถูกตัดสินเป็นเพียงสองด้านหรือเป็นเรื่องที่ถูกผิด และความรู้ หรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะมีคำตอบที่ถูกต้องได้เพียงแบบเดียว โดยขาดความเข้าใจที่ว่าคำตอบสำหรับวิทยาศาสตร์สามารถมีคำตอบที่หลากหลายได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา จึงยึดแบบแผนของกิจกรรมและคำตอบที่ชัดเจน รวมไปถึงการคาดหวังผลการทดลองที่ถูกต้องแบบเดียว |
| **พัฒนาการความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบ หลักฐานใหม่ ๆ หรือเทคโนโลยีที่ทันสมัย โดยความรู้วิทยาศาสตร์บางเรื่องที่ได้รับการพิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์แล้ว ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ |
| **แหล่งความรู้** (ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้รับมาจากแหล่งความรู้ภายนอกเท่านั้น เช่น จากหนังสือเรียน ผู้รู้ อาจารย์ผู้สอน หากความรู้ที่ตนเชื่อว่าถูกขัดแย้งกับอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญ จะเลือกเชื่อความรู้จากผู้อื่นมากกว่าตนเอง และเมื่อตนเองมีโอกาสสอนจะเชื่อว่าความรู้ที่ครูถ่ายทอดในห้องเรียนเป็นสิ่งที่ถูกต้องที่สุด ไม่ได้สนใจแหล่งความรู้ที่หลากหลาย และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากการสังเกต ตั้งคำถาม และศึกษาจากหลักฐานต่าง ๆ คิดว่าทุกคนต้องเชื่อในทุกความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์บอก เนื่องจากยึดติดว่านักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สามารถมั่นใจได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริงในวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้น ยังไม่ยืดหยุนกับข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ เช่น ผลการทดลองของนักเรียนต่างจากผลการทดลองที่ระบุไว้ในคู่มือครู นิสิตจะเชื่อว่าการทดลองผิดพลาด |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ลักษณะความเชื่อ | ประเด็นจากผลวิจัย |
|---|---|
| **การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น เกิดจากการใช้วิธีการสืบสอบ การประเมินหลักฐานต่าง ๆ ให้เกิดเป็นความรู้ได้อย่างมีวิจารณาญาณที่ดี รวบรวมแหล่งที่มาของหลักฐานที่แตกต่างกันให้เกิดเป็นความรู้ และวิทยาศาสตร์สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้มากกว่าหนึ่งวิธี |
| **นิสิตกลุ่มที่ 3 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อน แบบยึดมั่นในความรู้ (Sophisticated SEB with naive certainty)** เป็นนิสิตครูชั้นปีหลายหลาย ส่วนใหญ่เป็นนิสิตชั้นปี 1 และ 2 และมีนิสิตที่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพอยู่ในกลุ่มนี้มากที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น มีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียนมากไปถึงไม่มีเลย ส่วนใหญ่เป็นนิสิตด้านชีววิทยา และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลางถึงสูง | |
| **ความแน่นอนของความรู้** (ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ที่พิสูจน์ที่มาจากนักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญเป็นเรื่องจริงแท้ และยึดแบบแผนความรู้ชัดเจน ความรู้ต้องถูกตัดสินเป็นเรื่องที่ถูกผิด หากถูกต้องจะมีความแน่นอน และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะมีคำตอบที่ถูกต้องได้เพียงแบบเดียว โดยขาดความเข้าใจที่ว่าคำตอบสำหรับวิทยาศาสตร์สามารถมีคำตอบที่หลากหลายได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา |
| **พัฒนาการความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบ หลักฐานใหม่ ๆ หรือเทคโนโลยีที่ทันสมัย โดยความรู้วิทยาศาสตร์บางเรื่องที่ได้รับการพิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์แล้ว ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ |
| **แหล่งความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกิดจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย ไม่อยากยึดติดในหลักฐานใดหลักฐานหนึ่ง หรือไม่เกิดจากจากนักวิทยาศาสตร์หรือผู้รู้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง |
| **การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น เกิดจากการใช้วิธีการสืบสอบ การประเมินหลักฐานต่าง ๆ ให้เกิดเป็นความรู้ได้อย่างมีวิจารณาญาณที่ดี รวบรวมแหล่งที่มาของหลักฐานที่แตกต่างกันให้เกิดเป็นความรู้ และวิทยาศาสตร์สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้มากกว่าหนึ่งวิธี |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ลักษณะความเชื่อ | ประเด็นจากผลวิจัย |
|---|---|
| **นิสิตกลุ่มที่ 4 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อน แบบยึดมั่นในผู้รู้ (Sophisticated SEB with naive justification)** เป็นนิสิตครูที่ยังไม่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ มีประสบการณ์ในการสอน และไม่มีประสบการณ์การสอนในระหว่างเรียนจำนวนเท่า ๆ กัน เป็นนิสิตแขนงวิทยาศาสตร์ทุกแขนงเท่า ๆ กัน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลาง | |
| **ความแน่นอนของความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้มีความจริงสัมบูรณ์ และเชื่อว่าวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ มีแบบแผนของวิธีการหาความรู้ที่หลากหลาย และมีวิธีการคาดคะเนคำตอบหลากหลายวิธีเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาความรู้ |
| **พัฒนาการความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบ หลักฐานใหม่ ๆ หรือเทคโนโลยีที่ทันสมัย โดยความรู้วิทยาศาสตร์บางเรื่องที่ได้รับการพิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์แล้ว ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ |
| **แหล่งความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกิดจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย ไม่ยึดติดในหลักฐานใดหลักฐานหนึ่ง หรือไม่ได้เกิดจากจากนักวิทยาศาสตร์หรือผู้รู้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง |
| **การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้** (ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าว่าการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ต้องเกิดจากการอ้างเหตุผลผ่านการสังเกต ยืนยันจากผู้รู้ภายนอก หากข้อมูลความรู้มาจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ ไม่จำเป็นต้องประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล ไม่ได้ให้ความสำคัญกับวิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้เช่น กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือหลักฐานที่มาสนับสนุนความรู้นั้น และมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ต้องตรวจสอบ หรือจำเป็นต้องประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล และเชื่อว่าไม่ใช่ทุกคนที่สามารถสร้างองค์ความรู้หรือค้นหาความรู้จากคำถามที่สงสัย และลงมือทดลองด้วยตนเอง เนื่องจากข้อสรุปหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากนักวิทยาศาสตร์ |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตอนที่ 3.2 การพัฒนาหลักการออกแบบเพื่อปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตที่มีความเชื่อประเภทต่าง ๆ**

การพัฒนาหลักการออกแบบผู้วิจัยนำเสนอในรูปของแผนที่คาดการณ์ (conjecture map) สาระสำคัญมี 6 ส่วนได้แก่ 1) ข้อคาดการณ์ระดับสูง/ข้ออ้างเชิงเหตุผล 2) ส่วนประกอบของการออกแบบ 3) กระบวนการส่งผ่าน 4) ข้อคาดการณ์การออกแบบ 5) ข้อคาดการณ์เชิงทฤษฎี และ 6) ผลลัพธ์ปลายทาง รายละเอียดดังนี้

**1) ข้อคาดการณ์ระดับสูง (high level conjecture)**

ขั้นตอนของการออกแบบและพัฒนาหลักการออกแบบ ผู้วิจัยได้คัดเลือกทฤษฎีเกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นข้อคาดการณ์ระดับสูงหรือข้ออ้างเชิงเหตุผล (argument) ได้แก่ 1) ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (conceptual change theory) 2) การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง (explicit reflection) 3) การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (scientific argumentation) จากทฤษฎีที่ผู้วิจัยนำมากำหนดเป็นข้ออ้างเชิงเหตุผล ผู้วิจัยได้นำมาสร้างเป็นแผนที่คาดการณ์ขั้นต้น จำแนกตามแต่ละข้ออ้างเชิงเหตุผล แต่ละแนวคิดทฤษฎีมีหลักการ รายละเอียดดังตาราง ดังนี้

**ตาราง 4.19 ข้ออ้างเชิงเหตุผล และหลักการสำคัญ**

| ข้ออ้างเชิงเหตุผล (argument) | หลักการสำคัญ |
|---|---|
| **ข้ออ้างเชิงเหตุผลสำหรับแผนที่คาดการณ์ขั้นต้น (initial conjecture map) ที่ 1** | |
| ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด | การที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ได้ ต้องพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยการปรับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อน โดยการสร้างความขัดแย้งทางปัญญากับความรู้เดิม และการกระตุ้นให้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นมีการบูรณาการความรู้ใหม่เข้ามาแทนที่ความรู้เดิม |
| **ข้ออ้างเชิงเหตุผลสำหรับแผนที่คาดการณ์ขั้นต้น (initial conjecture map) ที่ 2** | |
| การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง | หากผู้เรียนมีการเขียนสะท้อนการแสดงความเชื่อฯ ของตนแบบชัดแจ้ง ในระหว่างการอภิปรายหรือการทำกิจกรรมของห้องเรียน ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความเชื่อด้านการตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้ |

| ข้ออ้างเชิงเหตุผล (argument) | หลักการสำคัญ |
|---|---|
| **ข้ออ้างเชิงเหตุผลสำหรับแผนที่คาดการณ์ขั้นต้น (initial conjecture map) ที่ 3** | |
| การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ | หากผู้เรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานสนับสนุนเหตุผล ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป และการโต้แย้งกลับ (Lin & Mintzes, 2010) จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (conceptual shifts) และเกิดการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Nussbaum, Sinatra & Poliquin, 2008) |

**2) ส่วนประกอบของการออกแบบ (design element)**

ส่วนประกอบของการออกแบบประกอบด้วย 1) วัสดุอุปกรณ์ (tool and materials) และ 2) โครงสร้างผู้เข้าร่วม (task structure) 3) โครงสร้างการดำเนินงานและปฏิสัมพันธ์การสื่อสาร (task structure and discursive practices) ส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนนี้จะเป็นคุณลักษณะตัวแทรกแซงที่ใช้ในการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละมิติ โดยด้านวัสดุและอุปกรณ์จะขึ้นอยู่กับต้นแบบกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น เช่น บทความ ภาพประกอบ ประเด็นการอภิปรายกิจกรรม/ประเด็นคำถามที่ใช้ เป็นต้น ส่วนโครงสร้างผู้เข้าร่วม โครงสร้างการดำเนินงาน และปฏิสัมพันธ์การสื่อสาร สามารถออกแบบภายใต้การดำเนินงานของแนวคิดที่คัดเลือกมาใช้ในข้อคาดการณ์ระดับสูง ดังนี้

การออกแบบส่วนประกอบของแบบในแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการภายใต้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด พบว่าสามารถนำแนวคิดมากำหนดเป็นโครงสร้างการดำเนินงาน ได้ดังนี้ การปรับโครงสร้างความรู้เดิม การสร้างความขัดแย้งทางปัญญากับความรู้เดิม การกระตุ้นให้สงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ การยอมรับแนวคิดใหม่ และการบูรณาการความรู้ใหม่แทนที่ความรู้เดิม โดยโครงสร้างการดำเนินงานนี้เป็นการปฏิบัติที่อาศัยการสื่อสารระหว่างผู้เข้าร่วมที่เป็นส่วนหนึ่งของส่วนประกอบของแบบสำหรับการออกแบบตัวแทรกแซง เพื่อให้นิสิตครูเกิดผลลัพธ์คือ มีมิติความเชื่อด้านความแน่นอนของความรู้ และมิติความเชื่อด้านแหล่งความรู้ซับซ้อนขึ้น

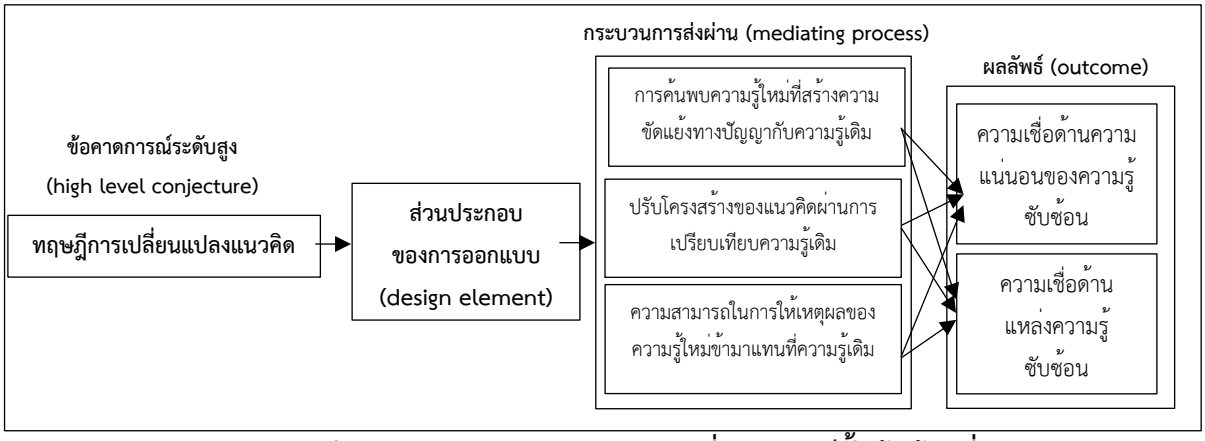
การออกแบบส่วนประกอบของแบบในแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการภายใต้แนวคิดการสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง พบว่าสามารถนำแนวคิดมากำหนดเป็นเป็นโครงสร้างการดำเนินงาน ได้ดังนี้ การสะท้อนคิดความเชื่อของตน การอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ การเขียน

สะท้อนคิดความเชื่อ โดยโครงสร้างการดำเนินงานจะเป็นการปฏิบัติที่อาศัยการสื่อสารระหว่างผู้เข้าร่วมที่เป็นส่วนหนึ่งของส่วนประกอบของแบบสำหรับการออกแบบตัวแทรกแซง เพื่อให้นิสิตครูเกิดผลลัพธ์คือ มีมิติความเชื่อด้านการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ซับซ้อนขึ้น

การออกแบบส่วนประกอบของแบบในแผนแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พบว่าสามารถนำแนวคิดมากำหนดเป็นเป็นโครงสร้างการดำเนินงาน ได้ดังนี้ การแสดงข้อกล่าวอ้าง การให้เหตุผลสนับสนุน หาหลักฐานสนับสนุนเหตุผล การเสนอข้ออ้างที่ต่างออกไป และการโต้แย้งกลับ โดยโครงสร้างการดำเนินงานจะเป็นการปฏิบัติที่อาศัยการสื่อสารระหว่างผู้เข้าร่วมที่เป็นส่วนหนึ่งของส่วนประกอบของแบบสำหรับการออกแบบตัวแทรกแซง เพื่อให้นิสิตครูเกิดผลลัพธ์คือ มีมิติความเชื่อด้านแหล่งความรู้ และพัฒนาการความรู้ซับซ้อนขึ้น

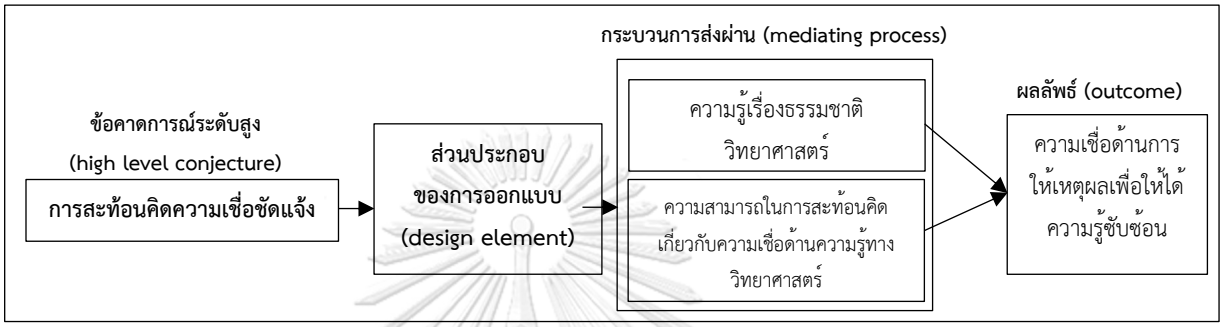
**3) กระบวนการส่งผ่าน (mediating process)**

กระบวนการส่งผ่าน เป็นการสื่อกลางระหว่างส่วนประกอบของแบบไปยังผลลัพธ์ (outcome) สามารถอธิบายแบ่งตามแผนที่คาดการณ์ขั้นต้น ได้ดังนี้ กระบวนการส่งผ่านในแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 1 หากนิสิตครูจะมีความเชื่อด้านความแน่นอนของความรู้ และมิติความเชื่อด้านแหล่งความรู้ซับซ้อนขึ้นได้ภายใต้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่ว่า “การที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ได้ ต้องพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยการปรับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อน โดยการสร้างความขัดแย้งทางปัญญากับความรู้เดิม และการกระตุ้นให้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นมีการบูรณาการความรู้ใหม่เข้ามาแทนที่ความรู้เดิม ทำให้ผู้เรียนเกิดเปลี่ยนแปลงแนวคิดซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” โดยมีกระบวนการส่งผ่านที่ทำให้นิสิตเกิด 1) นิสิตครูค้นพบความรู้ใหม่ที่สร้างความขัดแย้งทางปัญญากับความรู้เดิม 2) นิสิตครูปรับโครงสร้างของแนวคิดผ่านการเปรียบเทียบความรู้เดิม 3) ความสามารถในการให้เหตุผลของความรู้ใหม่ที่มาแทนที่ความรู้เดิม




**ภาพ 4.5 รายละเอียดกระบวนการส่งผ่านของแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 1**

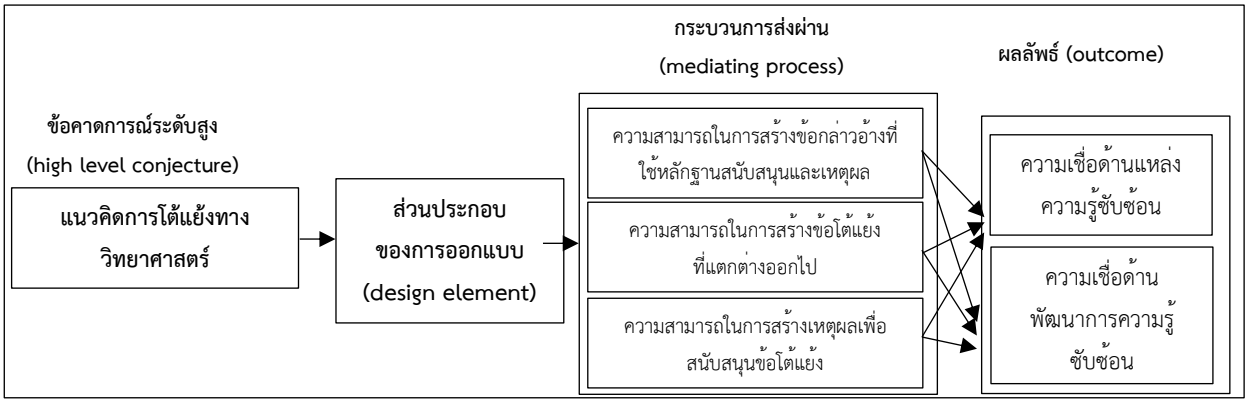
กระบวนการส่งผ่านในแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 2 หากนิสิตครูจะมีความเชื่อด้านการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ซับซ้อนขึ้นได้ภายใต้แนวคิดที่ว่า “หากผู้เรียนมีการเขียนสะท้อนการแสดงความเชื่อของตนแบบชัดแจ้ง ในระหว่างการอภิปรายหรือการทำกิจกรรมของห้องเรียน ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์” โดยมีกระบวนการส่งผ่านที่ทำให้นิสิตเกิด 1) ความรู้เรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 2) ความสามารถในการสะท้อนคิดเกี่ยวกับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์




**ภาพ 4.6 รายละเอียดกระบวนการส่งผ่านของแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 2**

กระบวนการส่งผ่านในแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 3 หากนิสิตครูจะมีมิติความเชื่อด้านแหล่งความรู้ และความเชื่อด้านพัฒนาการความรู้ซับซ้อนขึ้นได้ ภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า “หากผู้เรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานสนับสนุนเหตุผล ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป การโต้แย้งกลับ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดและเกิดการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์” โดยเกิดจากกระบวนการส่งผ่านที่ทำให้เกิด 1) ความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้างที่ใช้หลักฐานสนับสนุนและเหตุผล 2) ความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป 3) ความสามารถในการสร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง ดังรายละเอียดของภาพ 4.7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University




**ภาพ 4.7 รายละเอียดกระบวนการส่งผ่านของแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 3**

**4) ข้อคาดการณ์การออกแบบ (design conjecture)**

ข้อคาดการณ์สำหรับออกแบบ มีบทบาทในการการกำหนดส่วนประกอบของการออกแบบ (design element) เมื่อออกแบบส่วนประกอบของการออกแบบและนำตัวแทรกแซงในส่วนประกอบของแบบไปทดลองใช้ จะคาดหวังว่าจะทำให้เกิดผลเป็นตัวแปรในกระบวนการส่งผ่าน (Sandoval,2014; สุวิมล ว่องวาณิช, 2563) กล่าวคือ ข้อคาดการณ์การออกแบบ จะเป็นส่วนที่เชื่อมโยงระหว่างส่วนประกอบของแบบกับกระบวนการส่งผ่านที่กำหนดขึ้น

**ข้อคาดการณ์การออกแบบ**

**ภาพ 4.8 แผนที่คาดการณ์การออกแบบ**

รายละเอียดของข้อคาดการณ์การออกแบบในแต่ละแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นมีดังนี้

เมื่อพิจารณาแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 1 ดำเนินการภายใต้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด หากออกแบบตัวแทรกแซงให้มีลักษณะ [การปรับโครงสร้างความรู้เดิม, การสร้างความขัดแย้งทางปัญญากับความรู้เดิม, การกระตุ้นให้สงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์, การยอมรับแนวคิดใหม่ และการบูรณาการความรู้ใหม่แทนที่ความรู้เดิม] ผลของกระบวนการส่งผ่านจะทำให้นิสิตครู [ค้นพบความรู้ใหม่ที่สร้างความขัดแย้งทางปัญญากับความรู้เดิม, ปรับโครงสร้างของแนวคิดผ่านการเปรียบเทียบความรู้เดิม, มีความสามารถในการให้เหตุผลของความรู้ใหม่ที่เข้ามาแทนที่ความรู้เดิม]

เมื่อพิจารณาแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 2 ดำเนินการภายใต้การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง หากออกแบบตัวแทรกแซงให้มีลักษณะ [การสะท้อนคิดความเชื่อของตน, การอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้, การเขียนสะท้อนคิดความเชื่อ] ผลของกระบวนการส่งผ่านจะทำให้นิสิตครู [มีความรู้เรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์, ความสามารถในการสะท้อนคิดเกี่ยวกับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์]

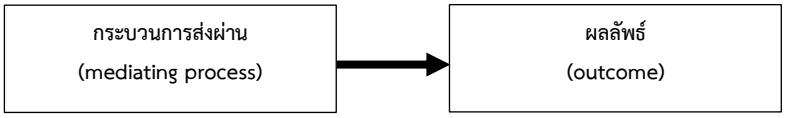
เมื่อพิจารณาแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 3 ดำเนินการภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หากออกแบบตัวแทรกแซงให้มีลักษณะ [การแสดงข้อกล่าวอ้าง, การให้เหตุผลสนับสนุน, หาหลักฐานสนับสนุนเหตุผล, การเสนอข้ออ้างที่ต่างออกไป, และการโต้แย้งกลับ] ผลของกระบวนการส่งผ่านจะทำให้นิสิตครู [มีความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้างที่ใช้หลักฐานสนับสนุนและเหตุผล, มีความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป และมีความสามารถในการสร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**5) ข้อคาดการณ์การเชิงทฤษฎี (theorical conjecture)**

ข้อคาดการณ์การเชิงทฤษฎี เป็นการอธิบายและเป็นส่วนที่เชื่อมโยงตัวแปรในกระบวนการส่งผ่านมีความสัมพันธ์กับตัวแปรผลลัพธ์ ดังภาพ

**ข้อคาดการณ์เชิงทฤษฎี**




**ภาพ 4.9 แผนที่คาดการณ์เชิงทฤษฎี**

ในแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 1 ถ้ากระบวนการส่งผ่านเกิดขึ้นได้ กระบวนการส่งผ่านจะทำให้นิสิตครูจะสามารถ [ค้นพบความรู้ใหม่ที่สร้างความขัดแย้งทางปัญญากับความรู้เดิม, ปรับโครงสร้างของแนวคิดผ่านการเปรียบเทียบความรู้เดิม, มีความสามารถในการให้เหตุผลของความรู้ใหม่ที่เข้ามาแทนที่ความรู้เดิม] จะนำไปสู่ [มิติความเชื่อด้านความแน่นอนของความรู้ซับซ้อนขึ้น, มิติความเชื่อด้านแหล่งความรู้ซับซ้อนขึ้น]

ในแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 2 ถ้ากระบวนการส่งผ่านเกิดขึ้นได้ กระบวนการส่งผ่านจะทำให้นิสิตครูเกิด [มีความรู้เรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์, ความสามารถในการสะท้อนคิดเกี่ยวกับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์] จะนำไปสู่ [มิติความเชื่อด้านการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ซับซ้อนขึ้น]

ในแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 3 ถ้ากระบวนการส่งผ่านเกิดขึ้นได้ ผลของกระบวนการส่งผ่านจะทำให้นิสิตครูสามารถ [มีความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้างที่ใช้หลักฐานสนับสนุนและเหตุผล, มีความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป และมีความสามารถในการสร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง] จะนำไปสู่ [มิติความเชื่อด้านแหล่งความรู้ซับซ้อนขึ้น, ความเชื่อด้านพัฒนาการความรู้ซับซ้อนขึ้น]

**6) ผลลัพธ์ปลายทาง (intervention outcome)**

เป็นผลที่เกิดขึ้นจากกลไกของกระบวนการส่งผ่าน โดยผลลัพธ์ปลายทางของการศึกษา มีดังนี้

| ผลลัพธ์ปลายทาง (intervention outcome) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| แผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ | ความเชื่อที่พัฒนา | | | |
| | ความแน่นอนของความรู้ | พัฒนาการความรู้ | แหล่งความรู้ | การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ |
| 1 | ✓ | | ✓ | |
| 2 | | | | ✓ |
| 3 | | ✓ | ✓ | |

**ตอนที่ 3.3 การพัฒนากิจกรรมสำหรับปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

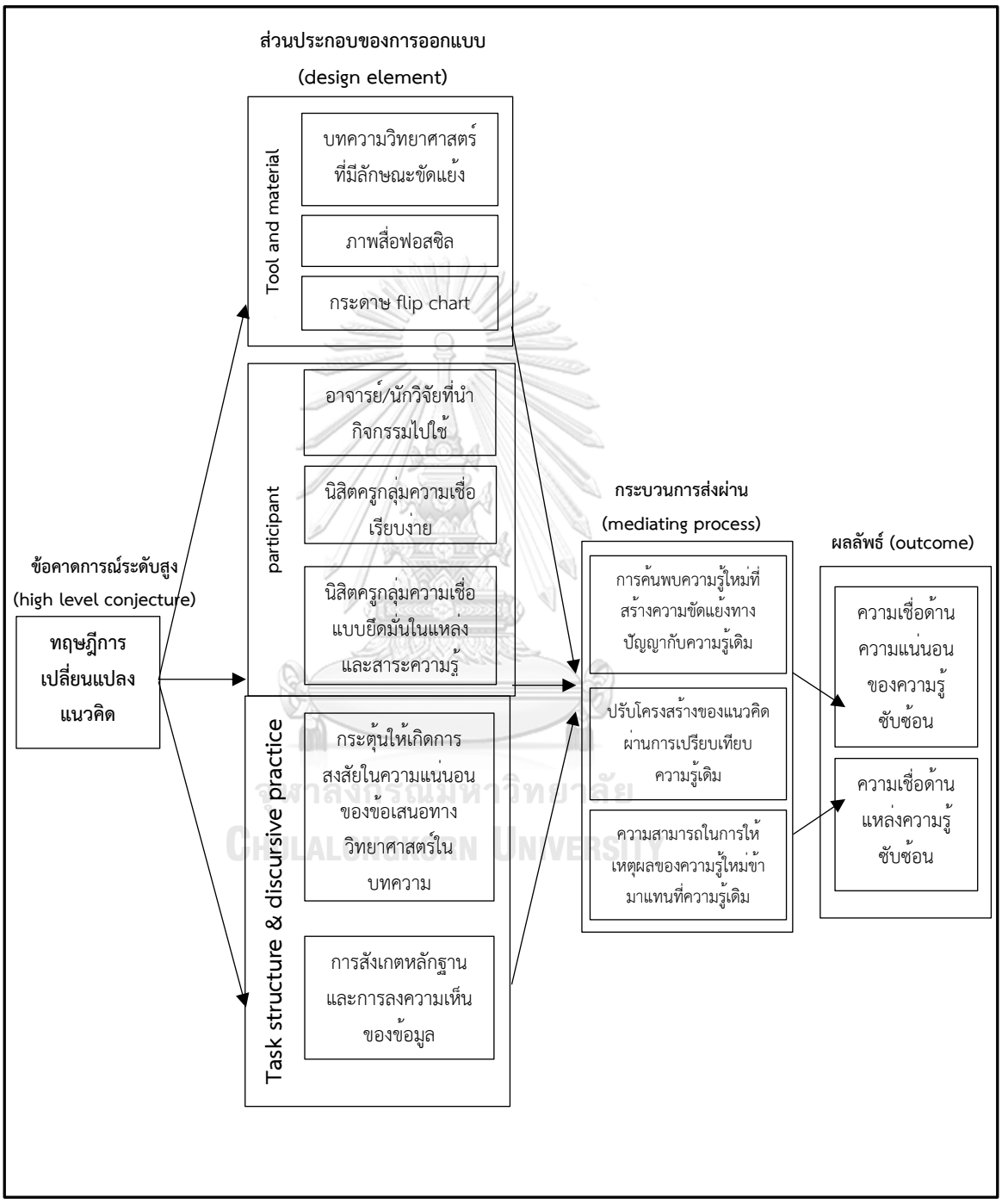
จากแผนที่คาดการณ์ขั้นต้น สามารถออกแบบลักษณะกิจกรรมได้ 4 ลักษณะพร้อมตัวอย่างอย่างกิจกรรมที่สอดคล้องกับหลักการของข้ออ้างเชิงเหตุผล ดังตารางที่ 4.20 ดังนี้

**ตาราง 4.20 กิจกรรมการปรับความเชื่อที่สอดคล้องกับหลักการของข้ออ้างเชิงเหตุผล**

| หลักการของข้ออ้างเชิงเหตุผล | ลักษณะกิจกรรม | ชื่อกิจกรรม |
|---|---|---|
| การที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ได้ ต้องพัฒนาให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยการปรับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อน โดยการสร้างความขัดแย้งทางปัญญากับความรู้เดิม และการกระตุ้นให้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นมีการบูรณาการความรู้ใหม่เข้ามาแทนที่ความรู้เดิม | 1. การอภิปรายบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง<br>2. การทำกิจกรรมที่แสดงถึงความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ | 1. การศึกษาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง<br>2. ซากฟอสซิลนี้คือตัวอะไร |
| หากผู้เรียนมีการเขียนสะท้อนการแสดงความเชื่อของตนแบบชัดแจ้ง ในระหว่างการอภิปรายหรือการทำกิจกรรมของห้องเรียน ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความเชื่อด้านการตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้ | 3. การสะท้อนคิดเรื่องความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ | 3. บัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์ |
| หากผู้เรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้างเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานสนับสนุนเหตุผล ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป และการโต้แย้งกลับ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด และเกิดการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ | 4. กิจกรรมการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร | 4. การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

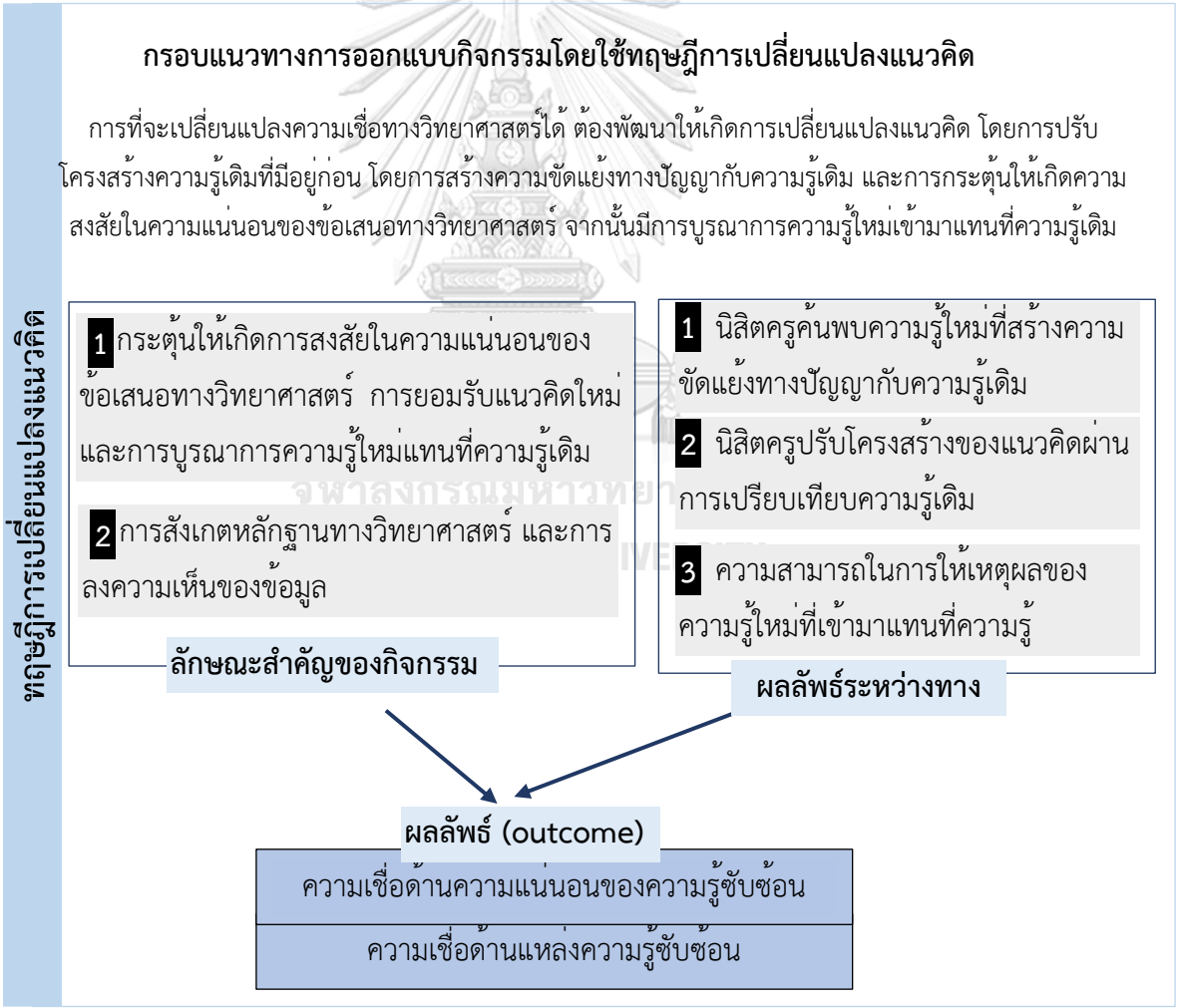
การพัฒนาต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู อิงจากแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นที่ 1 ประกอบไปด้วย กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม และกิจกรรม 2 กิจกรรม คือ 1) การศึกษาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง 2) ซากฟอสซิลนี้คือตัวอะไร




**ภาพ 4.10 แผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 1**

**กิจกรรมการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ : ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด**

การพัฒนากิจกรรมการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู อิงจากทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาให้ความเชื่อด้านความแน่นอนของความรู้ และความเชื่อด้านแหล่งความรู้ซับซ้อนขึ้น โดยการออกแบบกิจกรรมจะต้องทำให้ลักษณะกิจกรรมมี 1) กระตุ้นให้เกิดการสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ การยอมรับแนวคิดใหม่ และการบูรณาการความรู้ใหม่แทนที่ความรู้เดิม 2) การสังเกตหลักฐาน และการลงความเห็นของข้อมูล และจะต้องมีกระบวนการส่งผ่านหรือสิ่งที่ต้องเกิดขึ้นกับนิสิตครู 3 ประการ คือ 1) นิสิตครูค้นพบความรู้ใหม่ที่สร้างความขัดแย้งทางปัญญากับความรู้เดิม 2) นิสิตครูปรับโครงสร้างของแนวคิดผ่านการเปรียบเทียบความรู้เดิม และ 3) ความสามารถในการให้เหตุผลของความรู้ใหม่ที่เข้ามาแทนที่ความรู้



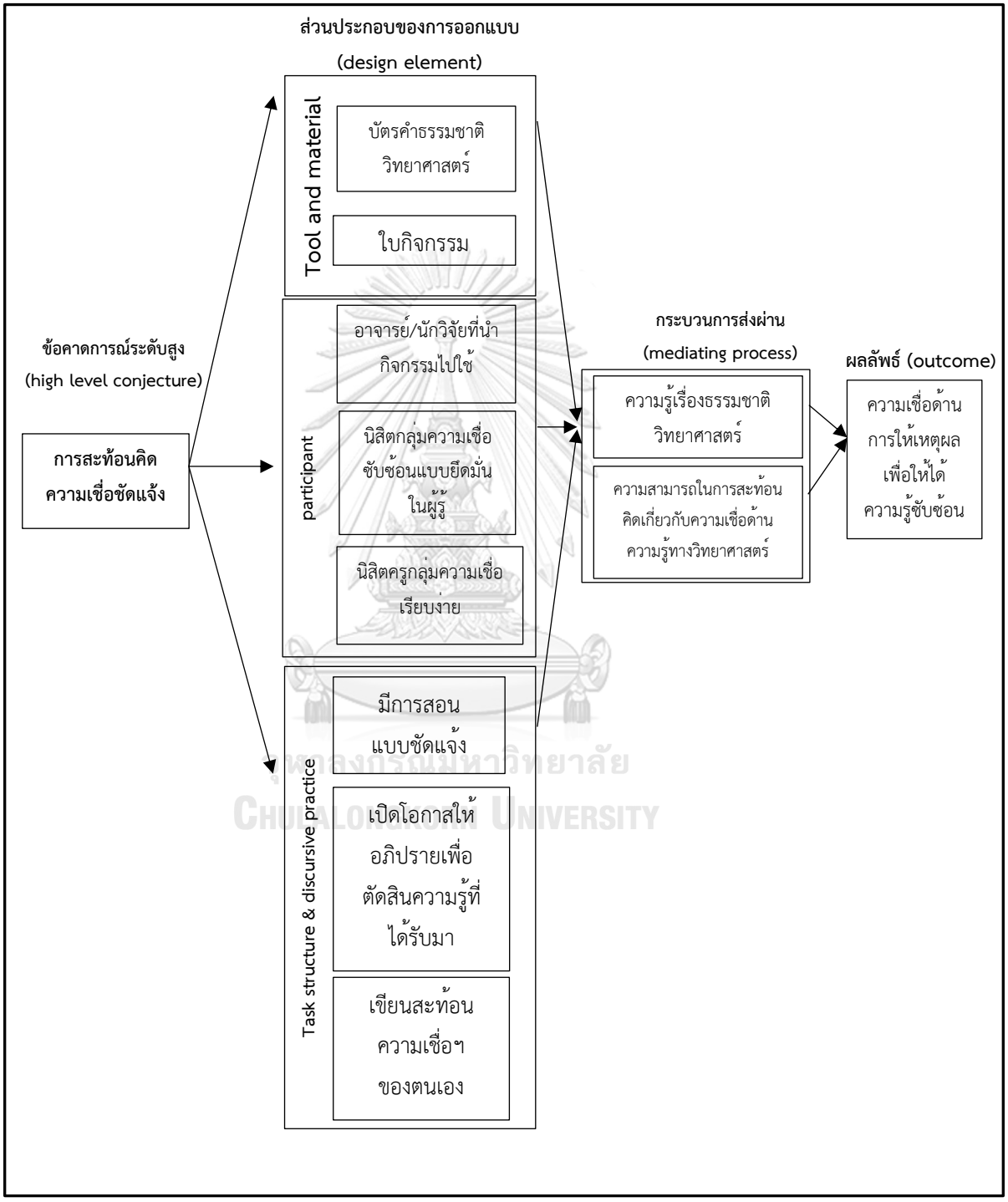
<table>
<tr><th colspan="2">แผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 1</th></tr>
<tr><th>ข้ออ้างเชิงเหตุผล/กระบวนการจัดกิจกรรม</th><th>ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง</th></tr>
<tr><td colspan="2">1. กิจกรรม การศึกษาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง</td></tr>
<tr><td>ข้ออ้างเชิงเหตุผล<br>การที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ได้ ต้องพัฒนาให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยการปรับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อน โดยการสร้างความขัดแย้งทางปัญญากับความรู้เดิม และการกระตุ้นให้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นมีการ บูรณาการความรู้ใหม่เข้ามาแทนที่ความรู้เดิม</td><td>แหล่งอ้างอิง/หลักการ/แนวคิดทฤษฎี<br>ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด</td></tr>
<tr><td>ลักษณะกิจกรรม<br>เน้นให้นิสิตครูได้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ในบทความ โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากการปรับปรุงความรู้ที่มีอยู่เดิมและความรู้เดิมนั้นก็ยังคงอยู่ต่อไป หรืออาจการหักล้างความรู้เดิมก็ได้<br>การเตรียมปัจจัยป้อน<br>บทความ refutational epistemological instruction* ที่ให้นิสิตครูศึกษาโดยอาจารย์หรือนักวิจัย เลือกข้อสันนิษฐานที่นิสิตครูคุ้นชินหรือยึดถือกันอย่างแพร่หลาย แล้วเสนอหักล้างมันด้วยทฤษฎีทางเลือก (ทางวิทยาศาสตร์) หรือข้อมูลใหม่ที่มีการรับรอง เป็นข้อความสองด้านที่ทำให้ผู้เรียนตั้งคำถามถึงแนวความคิดก่อนหน้าและไม่พอใจกับแนวคิดก่อนหน้าเหล่านั้น<br>หมายเหตุ* refutational epistemological instruction เป็นรูปแบบของข้อมูลที่มีลักษณะขัดแย้ง และมีข้อมูลข้อเท็จจริงใหม่ (new information) อยู่ในบทความนั้น<br>กระบวนการดำเนินงาน<br>1) อาจารย์หรือนักวิจัยและเลือกข้อสันนิษฐานที่นิสิตนักศึกษาครูคุ้นชินหรือยึดถือกันอย่างแพร่หลาย มาสร้างเป็นบทความให้นิสิตได้ศึกษา<br>2. ตั้งคำถามให้นิสิตเปรียบเทียบสองบทความที่แตกต่างกัน</td><td>บทบาทผู้เกี่ยวข้อง<br><u>1) อาจารย์หรือนักวิจัย คือ บุคคลที่นำกิจกรรมไปพัฒนานิสิตครู</u><br>■ ออกแบบบทความที่ให้นิสิตครูศึกษา<br>■ นำอภิปรายหลังจากนิสิตครูเปรียบเทียบบทความ<br><u>2) นิสิตครูที่เป็นเป้าหมายของกิจกรรม</u> คือ<br>2.1) นิสิตครูกลุ่มความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย (simple SEB)<br>2.2) นิสิตครูกลุ่มความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ (mixed SEB)<br>■ ศึกษาบทความ<br>■ อภิปรายในประเด็นความแน่นอนของความรู้ และแหล่งความรู้วิทยาศาสตร์</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. กิจกรรม ซากฟอสซิลนี้คือตัวอะไร</td></tr>
<tr><td>ข้ออ้างเชิงเหตุผล<br>การที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ได้ ต้องพัฒนาให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยการปรับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อน โดยการสร้างความขัดแย้งทางปัญญากับความรู้เดิม และการกระตุ้นให้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นมีการ บูรณาการความรู้ใหม่เข้ามาแทนที่ความรู้เดิม</td><td>แหล่งอ้างอิง/หลักการ/แนวคิดทฤษฎี<br>ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด</td></tr>
</table>

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| แผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 1 | |
|---|---|
| **ข้ออ้างเชิงเหตุผล/กระบวนการจัดกิจกรรม** | **ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง** |
| **ลักษณะกิจกรรม**<br>เน้นให้นิสิตได้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของความรู้จากหลักฐานและการลงความเห็นของข้อมูล โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นอาจได้รับการยอมรับในยุคหนึ่งก็อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานเพิ่มเติม<br>**การเตรียมปัจจัยป้อน**<br>รูปตัวอย่างฟอสซิลเป็นส่วนหนึ่งของปะการัง ในกิจกรรมของ Lederman & Abd-El-Khalick (1998) ซึ่งประเทศไทยเคยได้นำกิจกรรมนี้มาพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมที่ชื่อ รอยปริศนา และซากฟอสซิส (เจษฎา เนตรสว่างวิชา และคณะ ,2555)<br>**กระบวนการดำเนินงาน**<br>1) นิสิตครูได้ลงความเห็นจากหลักฐานที่กำหนดอาจารย์หรือนักวิจัยที่กำหนดให้บางส่วน<br>2) อาจารย์หรือนักวิจัยใช้หลักฐานเดิมเดิม แต่ให้ข้อมูลการลงความเห็นจากข้อมูลนักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งที่ได้ลงความเห็น<br>3) อาจารย์หรือนักวิจัยให้นิสิตครูเปรียบเทียบข้อสรุปของนิสิตและข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์กลุ่มดังกล่าว<br>4) อาจารย์หรือนักวิจัยใช้คำถามสำคัญเพื่อสรุปให้นิสิตครูเห็นถึงโอกาสที่นักวิทยาศาสตร์จะพบกับความคลาดเคลื่อนของข้อมูล และลงข้อสรุป ในกรณีที่หลักฐานที่มีนั้น ข้อมูลมีน้อยเกินไป หรือไม่เพียงพอ<br>คำถามสำคัญใช้ได้แก่<br>● ข้อมูลของนิสิตตรงกับข้อสรุปวิทยาศาสตร์หรือไม่<br>● ข้อมูลอะไรบ้างที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์ลงความเห็นเช่นนั้น และมีข้อมูลอีกหรือไม่ที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์อาจลงความเห็นเป็นอย่างอื่น<br>● หลักฐานมีลักษณะมีความสำคัญอย่างไร หากหลักฐานทีมีน้ำหนักน้อยในการลงข้อสรุปจะเป็นอย่างไร | **บทบาทผู้เกี่ยวข้อง**<br><u>1) อาจารย์หรือนักวิจัย คือ บุคคลที่นำกิจกรรมไปพัฒนานิสิตครู</u><br>■ จัดกรรมให้นิสิตได้ลงความเห็นจากหลักฐาน<br>■ เสนอข้อเสนอของนักวิทยาศาสตร์ที่มีต่อและหลักฐานชิ้นนี้ และกระตุ้นให้นิสิตเปรียบกับแนวคิดตน<br>■ ใช้คำถามสำคัญให้นิสิตเห็นถึงความแน่นอน และแหล่งความรู้ของวิทยาศาสตร์<br><br><u>2) นิสิตครูที่เป็นเป้าหมายของกิจกรรม</u> คือ<br>2.1) นิสิตครูกลุ่มความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย (simple SEB)<br>2.2) นิสิตครูกลุ่มความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ (mixed SEB)<br>■ ลงความเห็น และสร้างข้อสรุปจากหลักฐาน<br>■ ตอบ และอภิปรายความสำคัญของหลักฐาน |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

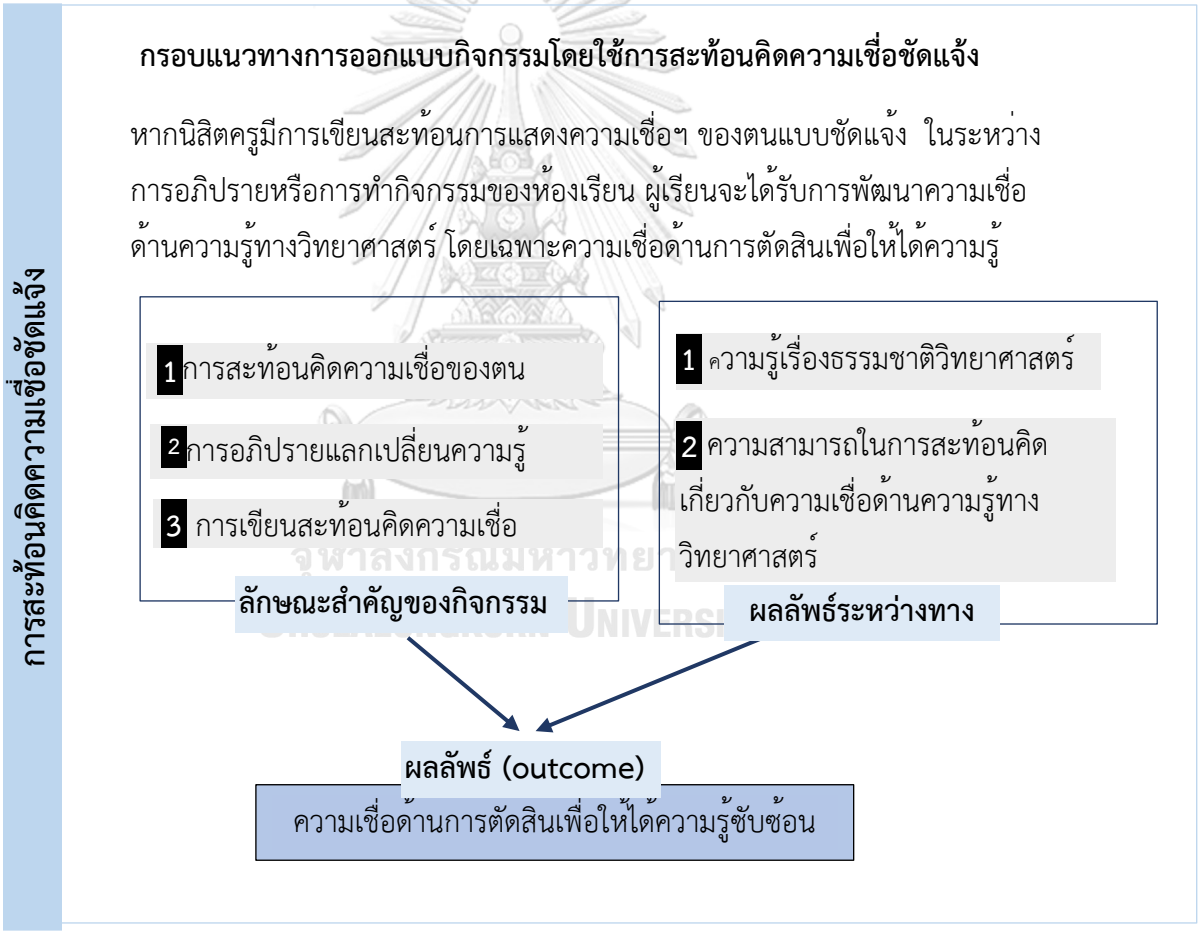
การพัฒนาต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อิงจากแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 2 ประกอบไปด้วย กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม กิจกรรมการอภิปรายธรรมชาติวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้




**ภาพ 4.11 แผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 2**

**กิจกรรมการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ : การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง**

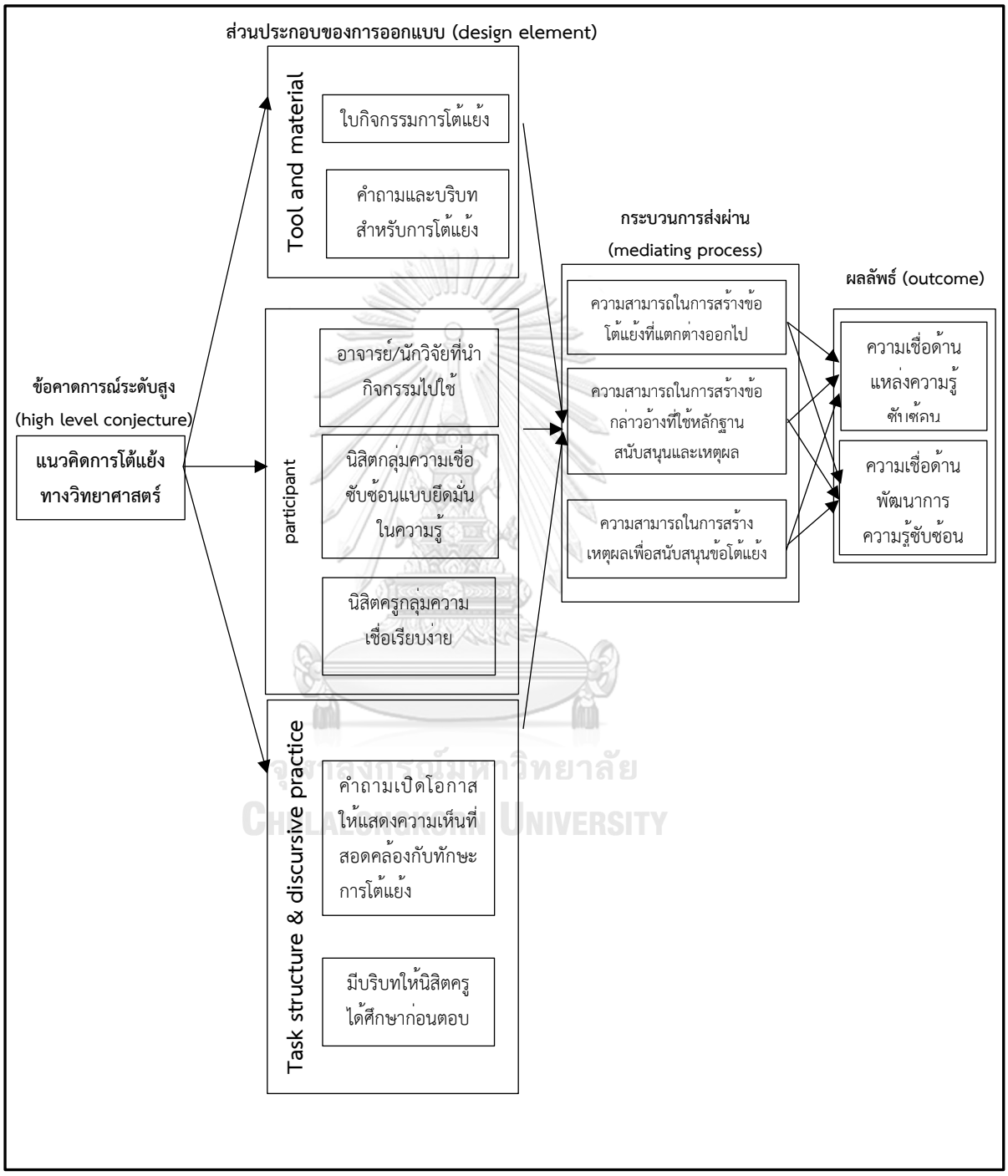
การพัฒนากิจกรรมการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูอิงจากแนวคิดการสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง จากแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นที่ 2 มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาให้ความเชื่อด้านความเชื่อด้านการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ซับซ้อนขึ้น โดยการออกแบบกิจกรรมจะต้องทำให้ลักษณะกิจกรรมมี1) การสะท้อนคิดความเชื่อของตน 2) การอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ 3) การเขียนสะท้อนคิดความเชื่อ และจะต้องมีกระบวนการส่งผ่านหรือสิ่งที่ต้องเกิดขึ้นกับนิสิตครู 2 ประการ คือ 1) ความรู้เรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 2) ความสามารถในการสะท้อนคิดเกี่ยวกับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์



<table>
<tr><th colspan="2">แผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 2</th></tr>
<tr><th>ข้ออ้างเชิงเหตุผล/กระบวนการจัดกิจกรรม</th><th>ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง</th></tr>
<tr><td colspan="2">กิจกรรมการอภิปรายบัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์</td></tr>
<tr><td>ข้ออ้างเชิงเหตุผล<br>หากนิสิตครูมีการเขียนสะท้อนการแสดงความเชื่อฯ ของตนแบบชัดแจ้ง ในระหว่างการอภิปรายหรือการทำกิจกรรมของห้องเรียน ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความเชื่อด้านการตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้</td><td>แหล่งอ้างอิง/หลักการ<br>การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง</td></tr>
<tr><td>ลักษณะกิจกรรม<br>ต้องมีการสอนแบบชัดแจ้ง (explicitly teach) ในเรื่อง ธรรมชาติของความรู้ และธรรมชาติของการแสวงหาความรู้ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (epistemology of NOS aspects) และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายเพื่อตัดสินความรู้ที่ได้รับมา และมีการการเขียนสะท้อนความเชื่อฯ ของตนเอง<br>การเตรียมปัจจัยป้อน<br>1) บัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์<br>2) ใบความรู้เรื่องเรื่อง ธรรมชาติของความรู้ และธรรมชาติของการแสวงหาความรู้ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์<br>3) บทความวิทยาศาสตร์<br>กระบวนการดำเนินงาน<br>1) นิสิตครูอภิปรายกันเกี่ยวกับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (pre-instruction SEB) เพื่อให้เกิดการสะท้อนความเชื่ออย่างชัดแจ้ง ผ่านกิจกรรม “The Card Exchange Activity” โดยกิจกรรมนี้อาจารย์หรือนักวิจัยสามารถให้นิสิตครูสามารถนำกลับทบทวนความคิดของตนได้<br>2) อาจารย์หรือนักวิจัย ทำการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS aspects) จากนั้นนิสิตครูและอาจารย์ทำการอภิปรายร่วมกัน และเปรียบเทียบความเข้าใจเดิมของตน และนำตัดสินเพื่อให้เกิดเป็นความรู้ใหม่<br>3) อาจารย์หรือนักวิจัย เปิดโอกาสให้นิสิตครูได้อ่าน และอภิปรายเกี่ยวกับบทความวิทยาศาสตร์ โดยให้เขียนสะท้อนเขียนความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ของตนเองผ่านคำถามที่ว่า “แนวคิดในการอ่านนี้สอดคล้องกับการสนทนาของเราเกี่ยวกับเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือไม่ ถ้าสอดคล้อง สอดคล้องอย่างไร ถ้าไม่สอดคล้องทำไมถึงไม่สอดคล้อง”</td><td>บทบาทผู้เกี่ยวข้อง<br><u>1) อาจารย์หรือนักวิจัย คือ บุคคลที่นำกิจกรรมไปพัฒนานิสิตครู</u><br>■ มีความเข้าใจธรรมชาติของความรู้ และธรรมชาติของการแสวงหาความรู้ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (epistemology of NOS aspects)<br>■ กระตุ้นให้นิสิตครูสะท้อนความเชื่อของตนเอง<br><u>2) นิสิตครูที่เป็นเป้าหมายของกิจกรรม</u><br>คือ นิสิตกลุ่มความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้<br>■ อภิปรายกันเกี่ยวกับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบความเข้าใจเดิมของตน และนำมาตัดสินเพื่อให้เกิดเป็นความรู้ใหม่<br>■ สะท้อนความเชื่อการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ของตนเอง</td></tr>
</table>

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

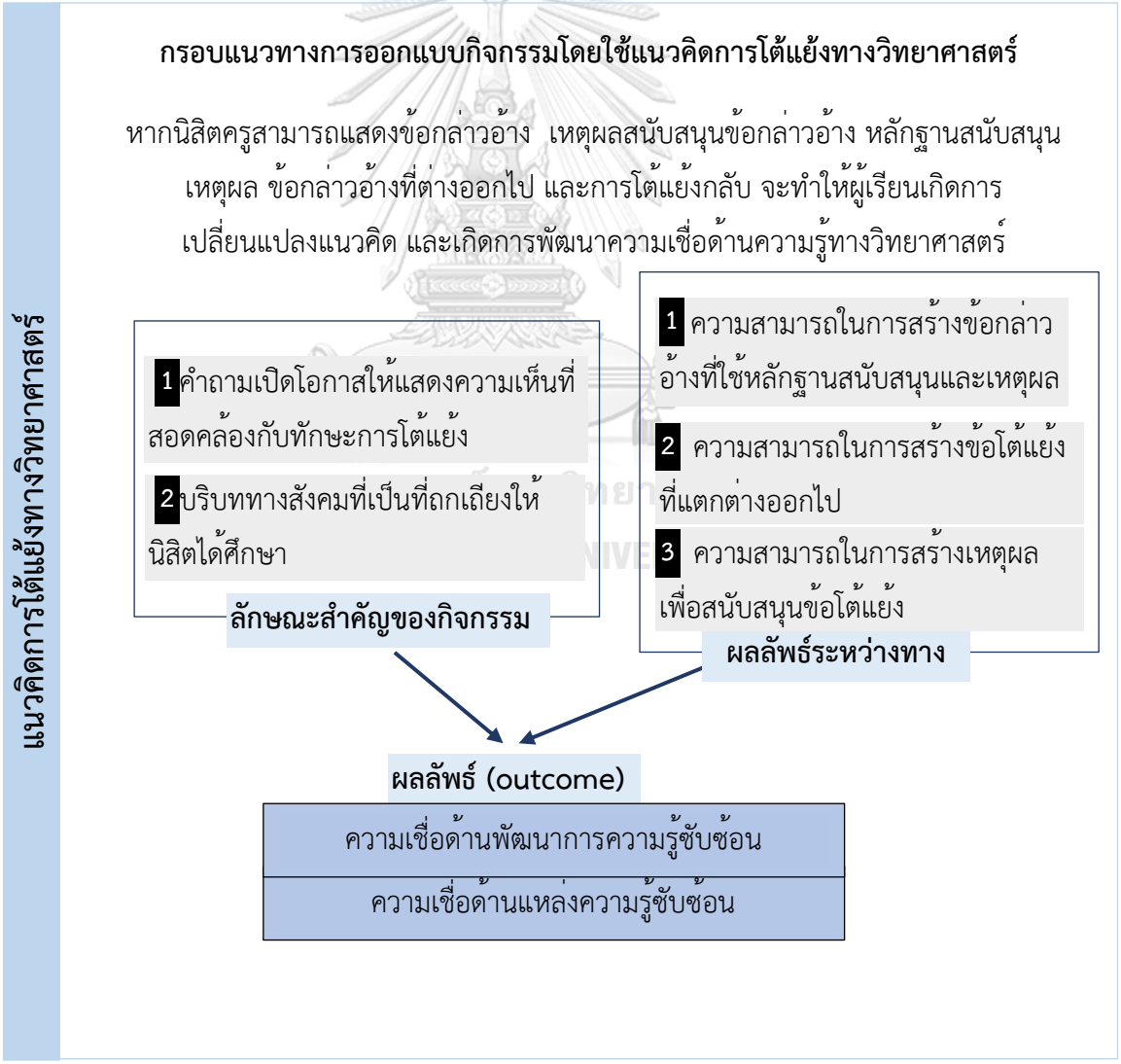
การพัฒนาต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู อิงจากแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นที่ 3 ประกอบไปด้วย กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม กิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นลายลักษณ์อักษรมีรายละเอียดดังนี้




**ภาพ 4.12 แผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 3**

**กิจกรรมการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ : แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์**

การพัฒนากิจกรรมการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูอิงจากแนวคิดการแนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาให้ความเชื่อด้านความเชื่อด้านพัฒนาการความรู้และด้านแหล่งความรู้ซับซ้อนขึ้น โดยการออกแบบกิจกรรมจะต้องทำให้ลักษณะกิจกรรมมี 1) บริบททางสังคมที่เป็นที่ถกเถียงให้นิสิตได้ศึกษา 2) คำถามเปิดโอกาสให้แสดงความเห็นที่สอดคล้องกับทักษะการโต้แย้ง และจะต้องมีกระบวนการส่งผ่านหรือสิ่งที่ต้องเกิดขึ้นกับนิสิตครู 3 ประการ คือ 1) ความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้างที่ใช้หลักฐานสนับสนุนและเหตุผล 2) ความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป 3) ความสามารถในการสร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง



ตัวอย่างกิจกรรมที่ได้จากกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมโดยใช้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ คือกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (scientific argumentation)

<table>
<tr><th colspan="2">แผนที่คาดการณ์ขั้นต้นด้านที่ 3</th></tr>
<tr><th>ข้ออ้างเชิงเหตุผล/กระบวนการจัดกิจกรรม</th><th>ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง</th></tr>
<tr><td colspan="2">กิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นลายลักษณ์อักษร</td></tr>
<tr><td>ข้ออ้างเชิงเหตุผล<br>หากนิสิตครูสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานสนับสนุนเหตุผล ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป และการโต้แย้งกลับ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด และเกิดการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์</td><td>แหล่งอ้างอิง/หลักการ/แนวคิดทฤษฎี<br>การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์</td></tr>
<tr><td>ลักษณะกิจกรรม<br>1) เครื่องมือที่เป็นรูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร ต้องมีคำถามเปิดโอกาสให้นิสิตครูได้แสดงความเห็นที่สอดคล้องกับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์<br>2) ในคำถามของเครื่องมือที่เป็นรูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร ต้องมีบริบทให้นิสิตครูได้ศึกษาก่อนตอบคำถาม<br>การเตรียมปัจจัยป้อน<br>1) บริบทหรือสถานการณ์วิทยาศาสตร์<br>2) ใบกิจกรรมและข้อคำถามสำหรับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์<br>กระบวนการดำเนินงาน<br>1) อาจารย์หรือนักวิจัย เลือกรูปแบบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (scientific argumentation) โดยรูปแบบที่แนะนำคือ รูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร (written argumentation) (McNeill & Pimentel, 2010; Lin & Mintzes, 2010; ทรงพล ผดุงพัฒนากูล, 2021) เนื่องจากการเขียนในรูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษรของนิสิตนักศึกษาครูสามารถแสดงความเห็นได้ครอบคลุมกับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (McNeill & Pimentel, 2010)<br>2). อาจารย์หรือนักวิจัย นำเครื่องมือที่เป็นรูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร ไปใช้กับนิสิตครู<br>3) อาจารย์หรือนักวิจัย นำข้อมูลทักษะการโต้แย้งสะท้อนกลับ (explicit reflection) ไปนิสิตครูทราบว่าองค์ประกอบใดควรปรับปรุงเพื่อให้นิสิตทราบถึงทักษะของตนพัฒนาให้สูงขึ้น</td><td>บทบาทผู้เกี่ยวข้อง<br><u>1) อาจารย์หรือนักวิจัย</u> คือ บุคคลที่นำกิจกรรมไปพัฒนานิสิตครู<br>■ จัดกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นรายลักษณ์อักษร<br>■ ข้อมูลทักษะการโต้แย้งสะท้อนกลับ (explicit reflection) ไปสะท้อนให้นิสิตครู<br><u>2) นิสิตครูที่เป็นเป้าหมายของกิจกรรม</u> คือ นิสิตความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้<br>■ นิสิตครูศึกษาบริบทหรือสถานการณ์วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ก่อนตอบคำถาม</td></tr>
</table>

**ตอนที่ 3.4 การพัฒนาต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

ส่วนนี้เป็นแนวทางการปรับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ของนิสิตครูที่มีประเภทความเชื่อแตกต่างกันออกไป ในการวิจัยนี้เสนอตัวอย่าง 4 กิจกรรมที่ครอบคลุมทุกมิติ ดังตาราง 4.21

**ตาราง 4.21** สรุปกิจกรรมวิธีปรับความเชื่อสำหรับนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์

| ต้นแบบกิจกรรมวิธีปรับความเชื่อ | มิติความเชื่อที่ถูกพัฒนา | | | |
|---|---|---|---|---|
| | cert | dev | sou | just |
| **1 กิจกรรม การศึกษาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง** | ✓ | | ✓ | |
| ■ เน้นให้นิสิตครูได้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ในบทความ โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากการปรับปรุงความรู้ที่มีอยู่เดิมและความรู้เดิมนั้นก็ยังคงอยู่ต่อไป หรืออาจการหักล้างความรู้เดิมก็ได้ | | | | |
| ■ เป็นกิจกรรมที่ให้นิสิตโดยอาจารย์หรือนักวิจัย เลือกข้อสันนิษฐานที่นิสิตครูคุ้นชินหรือยึดถือกันอย่างแพร่หลาย แล้วเสนอหักล้างมันด้วยทฤษฎีทางเลือก (ทางวิทยาศาสตร์) หรือข้อมูลใหม่ที่มีการรับรอง เป็นข้อความสองด้านที่ทำให้นิสิตตั้งคำถามถึงแนวความคิดก่อนหน้าและไม่พอใจกับแนวคิดก่อนหน้าเหล่านั้น | | | | |
| **2 กิจกรรม ซากฟอสซิลนี้คือตัวอะไร** | ✓ | | ✓ | |
| ■ เน้นให้นิสิตได้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของความรู้จากหลักฐานและการลงความเห็นของข้อมูล โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นอาจได้รับการยอมรับในยุคหนึ่งก็อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานเพิ่มเติม | | | | |
| ■ กิจกรรมทำให้นิสิตลงความเห็นจากหลักฐานที่กำหนดอาจารย์หรือนักวิจัยที่กำหนดให้บางส่วน จากนั้นใช้หลักฐานเดิมเดิม แต่เพิ่มการลงข้อมูลจาดการลงความเห็นจากข้อมูลนักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งเพื่อให้เกิดการเปรียบเทียบข้อสรุปของนิสิตและข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์กลุ่มดังกล่าว จากนั้นใช้คำถามสำคัญเพื่อสรุปให้นิสิตครูเห็นถึงโอกาสที่นักวิทยาศาสตร์จะพบกับความคลาดเคลื่อนของข้อมูล และลงข้อสรุป ในกรณีที่หลักฐานที่มีนั้นข้อมูลมีน้อยเกินไปหรือไม่เพียงพอ | | | | |
| **3 กิจกรรม การอภิปรายบัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์** | | | | ✓ |
| ■ ต้องมีการสอนแบบชัดแจ้ง ในเรื่อง ธรรมชาติของความรู้ และธรรมชาติของการแสวงหาความรู้ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (epistemology of NOS aspects) และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายเพื่อตัดสินความรู้ที่ได้รับมาและมีการการเขียนสะท้อนความเชื่อฯ ของตนเอง | | | | |

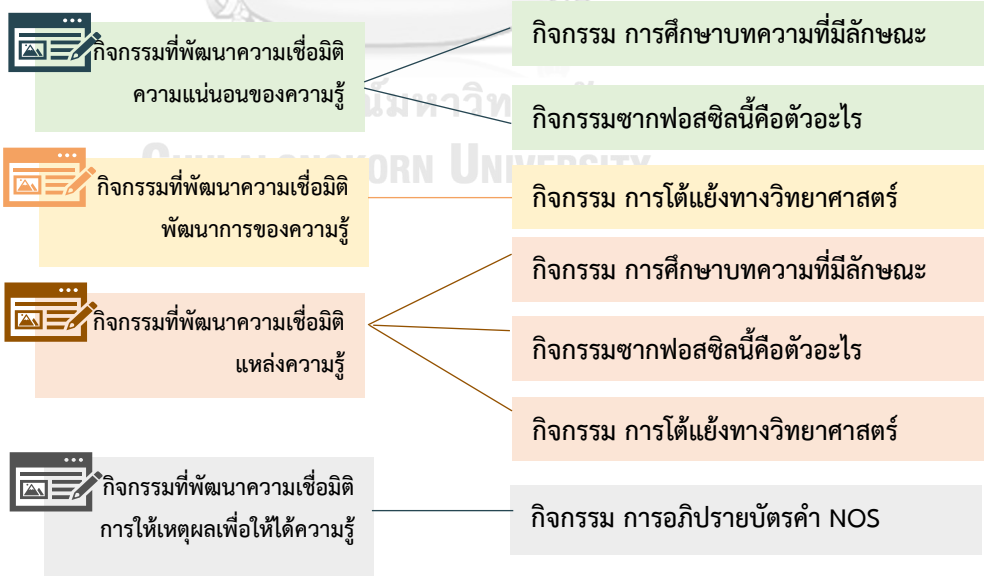
| ต้นแบบกิจกรรมวิธีปรับความเชื่อ | มิติความเชื่อที่ถูกพัฒนา | | | |
|---|---|---|---|---|
| | cert | dev | sou | just |

- เปิดโอกาสให้นิสิตครูได้อ่าน และอภิปรายเกี่ยวกับบทความวิทยาศาสตร์ โดยให้เขียนสะท้อนเขียนความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ของตนเองผ่านคำถามที่ว่า“แนวคิดในการอ่านนี้สอดคล้องกับการสนทนาของเราเกี่ยวกับเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือไม่ ถ้าสอดคล้อง สอดคล้องอย่างไร ถ้าไม่สอดคล้อง ทำไมถึงไม่สอดคล้อง

| 4 | **กิจกรรม การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นลายลักษณ์อักษร** | ✓ | ✓ |
|---|---|---|---|

- ช่วงการเตรียมเครื่องมือที่เป็นรูปแบบการโต้แย้ง ต้องมีคำถามเปิดโอกาสให้นิสิตครูได้แสดงความเห็นที่สอดคล้องกับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และคำถามของเครื่องมือที่เป็นรูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร ต้องมีบริบทให้นิสิตครูได้ศึกษาก่อนตอบคำถาม
- หลังจากนำเครื่องมือที่เป็นรูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร ไปใช้กับนิสิตครูอาจารย์หรือนักวิจัย นำข้อมูลทักษะการโต้แย้งสะท้อนกลับ (explicit reflection) ไปนิสิตครูทราบว่าองค์ประกอบใดควรปรับปรุง เพื่อให้นิสิตทราบถึงทักษะของตนพัฒนาให้สูงขึ้น

แผนภาพแสดงกิจกรรมจำแนกตามมิติความเชื่อที่พัฒนา โดยบางกิจกรรมสามารถพัฒนาความเชื่อได้มากกว่า 1 มิติ

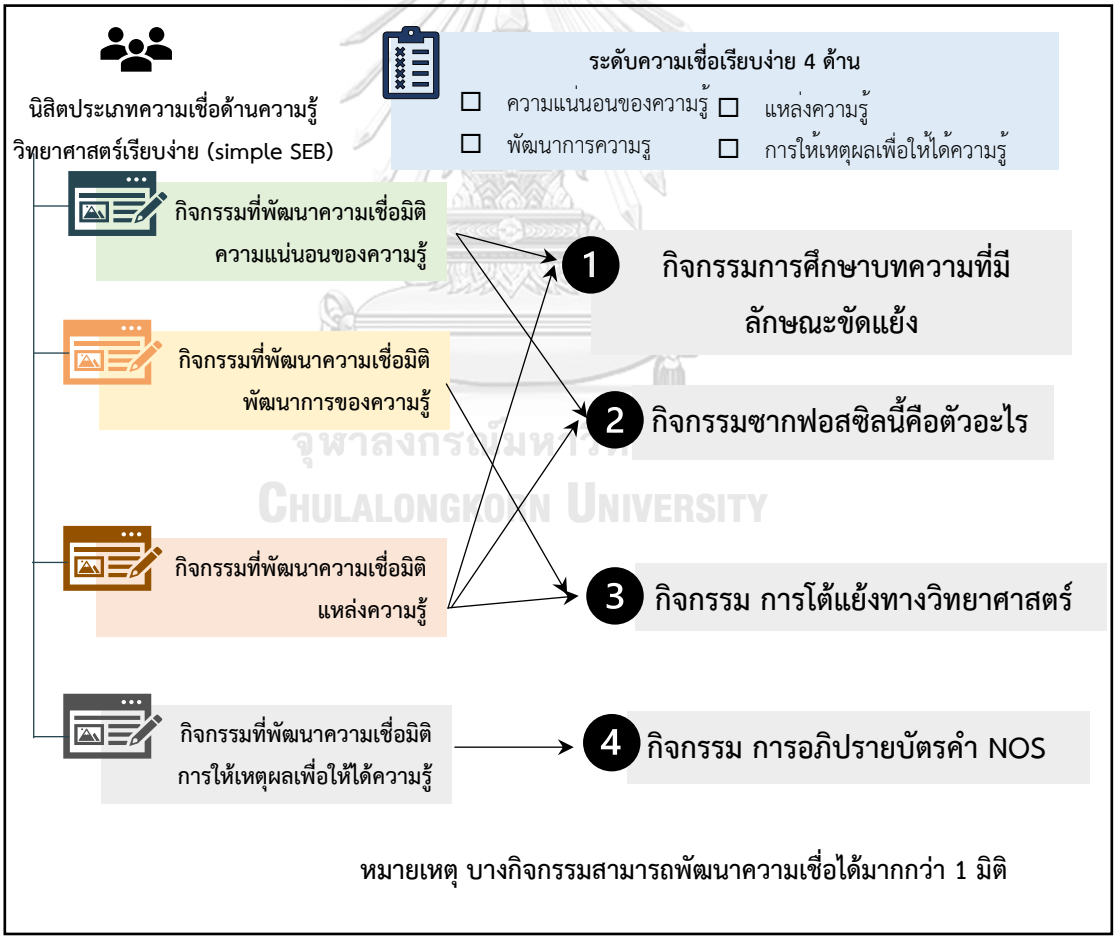


จากกิจกรรมวิธีปรับความเชื่อสำหรับนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ นำมาสร้างเป็นต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ของนิสิตครูที่มีประเภทความเชื่อแตกต่างกันออกไป รายละเอียดดังนี้

| | |
|---|---|
| 1 | ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย (simple SEB) |

**ภูมิหลังของนิสิตนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย (simple SEB)**

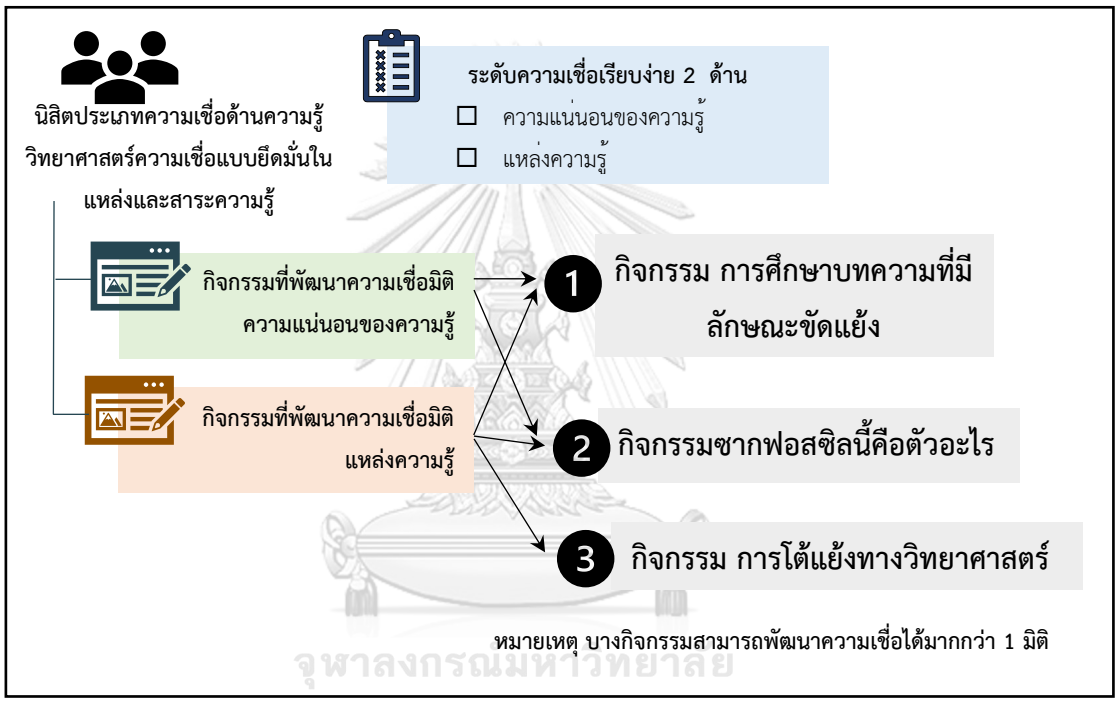
นิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย (simple SEB) เป็นนิสิตครูที่ยังไม่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ส่วนใหญ่มีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียนไม่เกิน 2 ปี สอนด้านวิทยาศาสตร์สายคำนวณ ได้แก่ ฟิสิกส์และเคมีเป็นส่วนใหญ่ และมีผลสัมฤทธิ์การเรียนในระดับปานกลาง มีความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ระดับง่ายทุกมิติ ดังนั้น ต้องพัฒนาความเชื่อทุกมิติ คือ ความแน่นอนของความรู้ พัฒนาการความรู้ แหล่งความรู้ การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้




**ภาพ 4.13 ต้นแบบวิธีปรับความเชื่อของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ความเชื่อเรียบง่าย**

| | |
|---|---|
| 2 | ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ความเชื่อแบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ (mixed SEB with naïve certainty & source) |

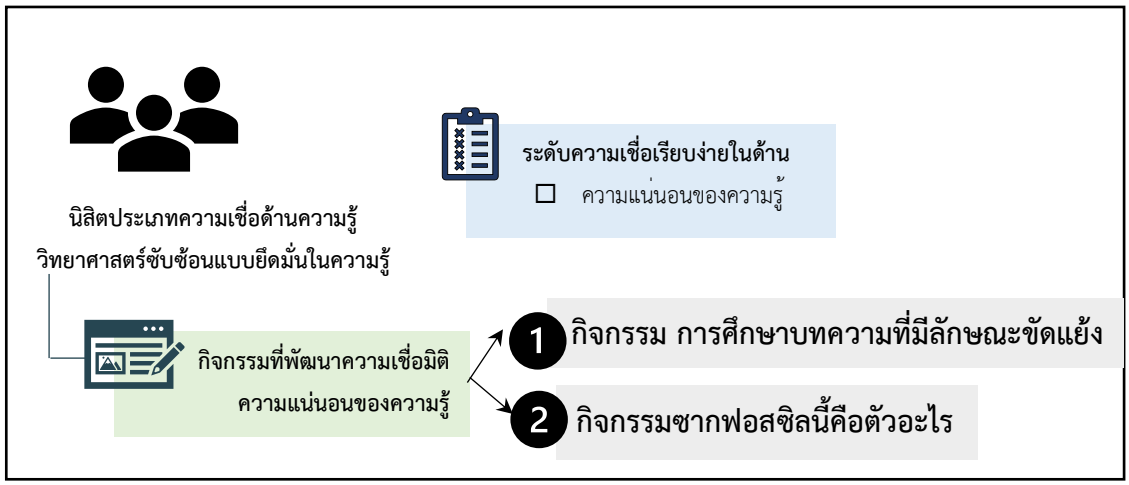
นิสิตกลุ่มที่ 2 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ เป็นนิสิตครูที่มีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียนหลากหลาย บางส่วนผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ส่วนใหญ่เป็นนิสิตด้านเคมี และวิทยาศาสตร์ทั่วไป และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูง มีความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ระดับง่าย 2 มิติ คือ ความแน่นอนของความรู้ แหล่งความรู้




**ภาพ 4.14 ต้นแบบวิธีปรับความเชื่อของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้**

| | |
|---|---|
| 3 | ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ |

นิสิตกลุ่มที่ 3 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ (Sophisticated SEB with naive certainty) เป็นนิสิตครูชั้นปีหลายหลาย ส่วนใหญ่เป็นนิสิตชั้นปี 1 และ 2 และมีนิสิตที่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพอยู่ในกลุ่มนี้มากที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น มีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียนมากไปถึงไม่มีเลย ส่วนใหญ่เป็นนิสิตด้านชีววิทยา และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลางถึงสูง มีความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ระดับง่ายในมิติความแน่นอนของความรู้




**ภาพ 4.15 ต้นแบบวิธีปรับความเชื่อของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้**

| | |
|---|---|
| 4 | ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้ |

นิสิตกลุ่มที่ 4 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้ (Sophisticated SEB with naive justification) เป็นนิสิตครูที่ยังไม่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ มีประสบการณ์ในการสอน และไม่มีประสบการณ์การสอนในระหว่างเรียนจำนวนเท่า ๆ กัน เป็นนิสิตแขนงวิทยาศาสตร์ทุกแขนงเท่า ๆ กัน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลาง ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ระดับง่ายในมิติการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ภาพ 4.16 ต้นแบบวิธีปรับความเชื่อของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้**

**ตอนที่ 4 ผลประเมินและสะท้อนคิดต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู**

การประเมินและสะท้อนคิดต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู ใช้การสนทนากลุ่มออนไลน์ (online focus group) ผ่านผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 4 ตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการนำไปปฏิบัติ ประเด็นการสนทนากลุ่ม แบ่งเป็น 2 ประเด็นหลัก คือ 1) ความเหมาะสมของต้นแบบวิธีปรับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ 2) ความเป็นไปได้ในการนำต้นแบบวิธีปรับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้

**ตอนที่ 4.1 ประเด็นความเหมาะสมของต้นแบบวิธีปรับความเชื่อ**

ประเด็นความเหมาะสมของต้นแบบวิธีปรับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ จะพิจารณาจากความเหมาะสม 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการใช้ประโยชน์ และด้านการใช้ภาษา โดยเริ่มจากการสนทนาเพื่อประเมินกิจกรรมการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูอิงจากทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด จากนั้นสนทนาเพื่อประเมินกิจกรรมการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูอิงจากการสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง และสุดท้าย สนทนาเพื่อประเมินกิจกรรมการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูอิงจากแนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด มีรายละเอียดดังตาราง 4.22

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตาราง 4.22 ผลการประเมินต้นแบบการปรับความเชื่อ : ทฤษฎีทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด**

| ผลการประเมินต้นแบบการปรับความเชื่อ | ที่มา |
|---|---|
| **ด้านเนื้อหา** | |
| ▪ **[แนวคิด ทฤษฎี]** แนวคิด ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบกิจกรรมยังไม่ปรากฏที่มาของแนวคิดที่ชัดเจน จากการอ่านคำอธิบายข้ออ้างเชิงเหตุผลของผู้วิจัยสอดคล้องมุมมองด้าน Epistemology and conceptual change ของ Treagust and Duit (2010) แต่จากยังขาดมุมมองด้านอื่น ๆ ของ conceptual change เช่น ontology and conceptual change, affect and conceptual change เป็นต้น | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1 |

| ผลการประเมินต้นแบบการปรับความเชื่อ | ที่มา |
|---|---|
| ▪ **[แนวคิด ทฤษฎี]** เห็นด้วยกับแนวคิด ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ และองค์ประกอบกรอบของกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมโดยใช้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด เช่น ลักษณะสำคัญของกิจกรรมมีอะไรบ้าง ผลลัพธ์ระหว่างทางคืออะไร ซึ่งสามารถออกแบบไปสู่การปฏิบัติได้ | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3 |
| ▪ **[กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม]** ลักษณะสำคัญของกิจกรรมในกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมโดยใช้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดมีความชัดเจน แต่ควรเพิ่มรายละเอียดในขั้นตอนของลักษณะให้ชัดเจน เช่น “ข้อ 1 กระตุ้นให้เกิดการสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ การยอมรับแนวคิดใหม่ และการบูรณาการความรู้ใหม่แทนที่ความรู้เดิม” ควรมีคุณลักษณะเพิ่มเติมหลังจากการกระตุ้นความสงสัย เพื่อให้เกิดยอมรับแนวคิดใหม่หรือไม่ | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2 |
| ▪ **[กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม]** ความสำคัญไม่ได้อยู่ที่ตัวอย่างกิจกรรม แต่ความสำคัญอยู่ที่ลักษณะการทำกิจกรรม และลักษณะที่แสดงให้เห็นว่าถ้าผู้วิจัยจะต้องนำสิ่งนี้ไปพัฒนากิจกรรม ผู้วิจัยจะต้องทำอะไรบ้าง โดยลักษณะใดจะพัฒนาความเชื่อมิติแน่นอนของความรู้ และลักษณะสำคัญใดจะพัฒนาความเชื่อมิติแหล่งความรู้ | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1 |
| ▪ **[ตัวอย่างกิจกรรมที่ 1]** การเตรียมปัจจัยป้อนของกิจกรรมที่ 1 และบทบาทของอาจารย์ที่ต้องการนำกิจกรรมไปพัฒนานิสิต ควรมีตัวอย่างบทความที่หลากหลาย ที่ครอบคลุมกับสาขาวิชาต่าง ๆ ในวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้สนใจนำไปต่อยอดได้ | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1,2,3 |
| ▪ **[ตัวอย่างกิจกรรมที่ 1]** ในด้านกระบวนการดำเนินงาน ควรเขียนรายละเอียดเพิ่มให้ชัดเจนขึ้น เช่น ศึกษาประเด็นใดของบทความ เปรียบอะไรของบทความ ที่จะเชื่อมโยงไปสู่มิติความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนา | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1 |
| ▪ **[ตัวอย่างกิจกรรมที่ 2]** รายละเอียดมีความชัดเจน เขียนอธิบายกระบวนการดำเนินงานได้ดี | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2 |
| **ด้านการใช้ประโยชน์** | |
| ▪ **[แนวคิด ทฤษฎี] [กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม]** นอกจากจะนำไปใช้ในการพัฒนานิสิตครูได้ ยังเห็นประโยชน์ในการนำไปเป็นต้นแบบให้ครูวิทยาศาสตร์ไปปรับใช้ในโรงเรียน | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2,3 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ผลการประเมินต้นแบบการปรับความเชื่อ | ที่มา |
|---|---|
| ▪ **[ตัวอย่างกิจกรรมที่ 1]** อาจารย์หรือนักวิจัยสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาประเภทความเชื่อนิสิตที่แตกต่างกันได้ และเพื่อความเหมาะสมกับทุกสาขาวิชาในแขนงวิทยาศาสตร์มากขึ้น ควรเพิ่มตัวอย่างที่หลากหลาย และให้ชัดเจน | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2,3 |
| ▪ **[ตัวอย่างกิจกรรมที่ 1]** การเตรียมบทความที่เป็นปัจจัยป้อนของกิจกรรมที่ 1 ควรเขียนให้บุคคลที่สนใจนำกิจกรรมหรือแนวคิดไปนี้ไปใช้ประโยชน์เข้าใจรายละเอียดควรบอกว่าสิ่งที่มุ่งเน้นคืออะไร เช่น บทความที่มีลักษณะขัดแย้ง ขัดแย้งของอะไรเป็นการขัดแย้งความรู้เดิม กับความรู้ใหม่ในลักษณะไหน ที่แสดงการเปลี่ยนแปลงแนวคิด | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2 |
| ▪ **[ตัวอย่างกิจกรรมที่ 2]** คำถามสำคัญในกระบวนการดำเนินการ ควรมีตัวอย่างคำถามสำคัญ เพื่อให้เหตุภาพการนำไปใช้ และแสดงให้เห็นว่าคำถามสำคัญจะนำไปสู่การพัฒนามิติความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนาได้อย่างไร | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1,2 |
| **ด้านการใช้ภาษา และการสื่อสาร** | |
| ▪ **[กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม]และ[ตัวอย่างกิจกรรมที่ 1,2]** เขียนอธิบายชัดเจน เพื่อให้ผู้ที่จะประยุกต์ใช้เข้าใจตรงกัน เช่น คำว่าความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้อะไร หรือการอธิบานขั้นตอนกระบวนการดำเนินงานของกิจกรรม ควรปรับคำเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1,3 |

**สรุปข้อเสนอแนะในปรับปรุงต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อจากผลการสนทนากลุ่ม**

1. อธิบายที่มาของทฤษฎี conceptual change ให้ชัดเจน และให้เหตุผลการนำบางนโมทัศน์ของทฤษฎี conceptual change มาใช้ พร้อมทั้งอธิบายความสำคัญของด้านอื่น ๆ ของทฤษฎี
2. ปรับลักษณะสำคัญของกิจกรรมในกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมโดยใช้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด และเชื่อมโยงให้เห็นว่าลักษณะสำคัญนั้น ๆ นำไปสู่การพัฒนามิติความเชื่อด้านความแน่นอนของความรู้ และความเชื่อด้านแหล่งความรู้
3. เสนอแหล่งที่มาที่เป็นทางเลือกการพัฒนาบทความให้ครอบคลุมกับสาขาวิชาในวิทยาศาสตร์ในตัวอย่างกิจกรรมที่ 1 การศึกษาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง และอธิบายลักษณะสำคัญในตัวอย่างบทความที่เชื่อมโยงไปพัฒนามิติความเชื่อด้านความแน่นอนของความรู้ และความเชื่อด้านแหล่งความรู้
4. ตัวอย่างกิจกรรมที่ 1 และ 2 ควรเพิ่มการอธิบายกระบวนการดำเนินงาน และปรับการเขียนให้ชัดเจนเพื่อให้สะดวกแก่ผู้ที่จะนำกิจกรรมไปใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง มีรายละเอียดดังตาราง 4.23

**ตาราง 4.23 ผลการประเมินต้นแบบการปรับความเชื่อ : การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง**

| ผลการประเมินต้นแบบการปรับความเชื่อ | ที่มา |
|---|---|
| **ด้านเนื้อหา** | |
| ▪ **[แนวคิด ทฤษฎี]** ควรระบุนิยาม และความสำคัญของแนวคิดสะท้อนความเชื่อแบบชัดแจ้ง ที่มาของแนวคิดให้ชัดเจนขึ้น | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2 |
| ▪ **[กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม]** ลักษณะสำคัญของกิจกรรมในกรอบแนวทางยัง เป็นคำที่กว้าง ควรเชื่อมโยงกับ 1) การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง 2) ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และ3) ความเชื่อมิติการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (Justification) ให้มากขึ้น | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2 |
| ▪ **[กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม]** ลักษณะสำคัญของกิจกรรมในกรอบแนวทาง ควรเพิ่มเรื่องการให้เหตุผลในลักษณะของกิจกรรม เนื่องจากต้องการพัฒนาความเชื่อมิติความเชื่อการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1 |
| ▪ **[ตัวอย่างกิจกรรมที่ 3]** ในส่วนของกระบวนการดำเนินการ และบทบาทที่เกี่ยวข้อง เพิ่มการให้เหตุผลในพฤติกรรมของนิสิตครู เช่น การอภิปรายกันเกี่ยวกับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เดิมของตนเอง ให้นิสิตครูให้เหตุผล ว่าเข้าใจเดิมเป็นแบบนั้น เพราะอะไร ความเข้าใจใหม่ที่เกิดขึ้นมีจเหตุผลเพื่ออะไร | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1 |
| ▪ **[ตัวอย่างกิจกรรมที่ 3]** การอภิปรายบัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เป็นมโนทัศน์ที่ใหญ่ และมีหลายแนวคิด ควรระบุและแนะนำ framework ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับกิจกรรม | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2 |
| **ด้านการใช้ประโยชน์** | |
| ▪ **[ตัวอย่างกิจกรรมที่ 3]** กิจกรรมอภิปรายบัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีความสมบูรณ์ แต่ความเชื่อในมิติการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้เป็นประเด็นที่สำคัญมาก โดยมิติความเชื่อนี้เชื่อมโยงกับ scientific explanation ของ PISA2025 จึงควรมีตัวอย่างในกิจกรรมเพิ่มเติม หรือเพิ่มรายละเอียดการให้เหตุผลมากขึ้นในกิจกรรม | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1 |
| ▪ **[ตัวอย่างกิจกรรมที่ 3]** ในปัจจัยป้อนของกระบวนการดำเนินกิจกรรม หากต้องการให้นิสิตครูพัฒนาความเชื่อมิติการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ ควรมีปัจจัยป้อนเพิ่มเติมจากใบความรู้เรื่อง ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ผลการประเมินต้นแบบการปรับความเชื่อ | ที่มา |
|---|---|
| **ด้านการใช้ภาษา และการสื่อสาร** | |
| ▪ **[แนวคิด ทฤษฎี]** การใช้แนวคิดสะท้อนความเชื่อแบบชัดแจ้ง ควรมีการระบุภาษาอังกฤษกำกับเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2 |
| ▪ **[ตัวอย่างกิจกรรมที่ 3]** การอธิบายในกระบวนการดำเนินงานควรระบุให้ละเอียดมากขึ้น เช่น สะท้อนคิดอย่างไร รูปแบบการสะท้อนคิดเป็น อภิปรายอย่างไร | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่1, 2,3 |
| ▪ **[ตัวอย่างกิจกรรมที่ 3]** การอธิบายขั้นตอน ควรใช้คำให้สม่ำเสมอ และชัดเจนว่าใครจะเอาไปใช้ อธิบายบทบาทของอาจารย์หรือผู้วิจัย บทบาทของนิสิตครูให้ชัดเจน | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3 |
| **สรุปข้อเสนอแนะในปรับปรุงต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อจากผลการสนทนากลุ่ม** | |
| 1. ระบุนิยาม และความสำคัญของแนวคิดสะท้อนความเชื่อแบบชัดแจ้ง ที่มาของแนวคิดให้ชัดเจน | |
| 2. ปรับลักษณะสำคัญของกิจกรรมของกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม โดยเน้นให้เชื่อมโยงกับ 1) การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง 2) ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และ3) ความเชื่อมิติความเชื่อการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ ให้มากขึ้น | |
| 3. เสนอทางเลือก หรือบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และระบุที่มาของแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ | |
| 4. เพิ่มการบทบาทของนิสิตครู โดยเฉพาะการให้เหตุผลในกิจกรรม | |
| 5. การอธิบายกระบวนการดำเนินงานใช้คำให้สม่ำเสมอ และอธิบายบทบาทของอาจารย์หรือผู้วิจัย บทบาทของนิสิตครูให้ชัดเจน | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีรายละเอียดดังตาราง 4.25

**ตาราง 4.24 ผลการประเมินต้นแบบการปรับความเชื่อ : แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์**

| ผลการประเมินต้นแบบการปรับความเชื่อ | ที่มา |
|---|---|
| **ด้านเนื้อหา** | |
| ▪ **[แนวคิด ทฤษฎี]** นอกจากการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร อาจเพิ่มรูปแบบอื่นของการโต้แย้งได้หรือไม่ เพื่อให้เหมาะสมกับนิสิตที่มีความถนัดแตกต่างกัน | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1,3 |
| ▪ **[แนวคิด ทฤษฎี]** การโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร จัดกิจกรรมและวัดประเมินได้ง่าย | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1 |

| ผลการประเมินต้นแบบการปรับความเชื่อ | ที่มา |
|---|---|
| ▪ **[แนวคิด ทฤษฎี]** แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีหลายโมเดล ควรระบุให้ว่าการออกแบบนี้ใช้โมเดลใด มีขั้นตอนสำคัญอย่างไร บางโมเดลเป็นมิติของตัวแปรต้น บางโมเดลเป็นตัวแปรตาม บริบทของงานเป็นตัวแปรต้น | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2 |
| ▪ **[กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม]** ลักษณะสำคัญของกิจกรรมในกรอบแนวทางควรเพิ่มความเชื่อมโยงความเชื่อมิติพัฒนาการความรู้ และแหล่งความรู้ | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2 |
| **ด้านการใช้ประโยชน์** | |
| ▪ **[กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม]** ควรเรียงลำดับลักษณะของกิจกรรมให้ต่อเนื่องเพื่อให้ผู้ที่นำไปใช้ประโยชน์เห็นภาพมากขึ้น | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1 |
| ▪ **[กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม]** ส่วนของลักษณะของผลลัพธ์ระหว่างทาง เช่น ความสามารถในการสร้างเหตุผลคืออะไร ควรมีการให้นิยามเพื่อให้ผู้ที่จะนำไปใช้ประโยชน์เข้าใจตรงกัน | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1 |
| **ด้านการใช้ภาษา และการสื่อสาร** | |
| ▪ [กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม] เขียนอธิบายความหมายหรือคำอธิบายให้ชุดและวงเล็บภาษาอังกฤษเพื่อให้เข้าใจตรงกัน | ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1,2 |
| **สรุปข้อเสนอแนะในปรับปรุงต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อจากผลการสนทนากลุ่ม** | |
| 1. อธิบายแนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นไปที่การอธิบายแนวคิดการโต้แย้งที่ส่งผลต่อการพัฒนาความเชื่อมิติพัฒนาการความรู้ และแหล่งความรู้ พร้อมระบุที่มาให้ชัดเจน<br>2. ปรับปรุงลักษณะสำคัญของกิจกรรมในกรอบแนวทางโดยเพิ่มความเชื่อมโยงความเชื่อมิติพัฒนาการความรู้ และแหล่งความรู้ และเรียงลำดับขั้นตอนใหม่<br>3. ปรับปรุงภาษาที่ใช้ เพิ่มนิยามของคำเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น | |

**ตอนที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการนำไปปฏิบัติ**

ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านเห็นด้วยว่าต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง และเพื่อให้ต้นแบบสมบูรณ์มีความเหมาะสมมากขึ้น ควรปรับปรุงต้นแบบตามข้อเสนอแนะเรื่องความเหมาะสมของต้นแบบ และตัวอย่างกิจกรรมในต้นแบบควร 1) ให้นิยามคำศัพท์ต่าง ๆ 2) มีตัวอย่างกิจกรรม 3) อธิบายกระบวนการดำเนินงานให้ชัดเจน และ 4) ระบุบทบาทผู้เกี่ยวข้องให้ชัดเจน

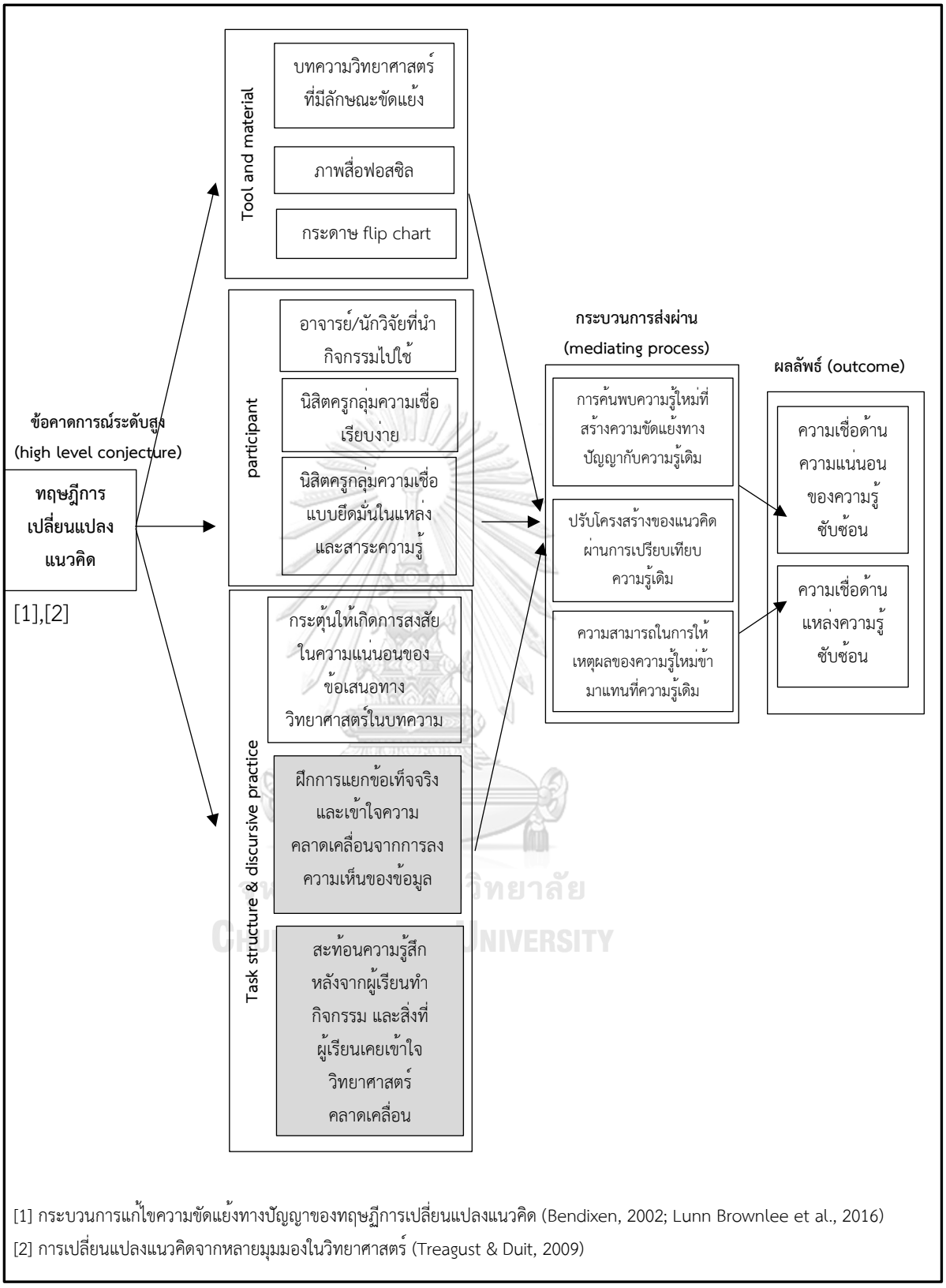
**ตอนที่ 4.3 ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับใหม่**

ผลการประเมินผลความเหมาะสมของต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจากประชุมสนทนากลุ่ม พบว่าต้นแบบมีความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ แต่ต้องพัฒนาต้นแบบให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ผลการวิจัยส่วนนี้มี 2 ส่วนคือ 1) แผนที่คาดการณ์ของหลักการออกแบบที่ปรับใหม่ และ 2) กรอบแนวทางการพัฒนากิจกรรมที่ปรับใหม่ หลังจากมีการปรับหลักการออกแบบและกรอบแนวทางการพัฒนากิจกรรมแล้ว จะนำเสนอการปรับปรุงต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความด้านความรู้วิทยาศาสตร์ในภาคผนวก

**1) แผนที่คาดการณ์ของหลักการออกแบบและกรอบแนวทางการพัฒนากิจกรรมจากทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่ปรับใหม่**

จากแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นที่ 1 ที่ดำเนินการภายใต้กระบวนการแก้ไขความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) ของทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (Bendixen, 2002; Lunn Brownlee et al., 2016) ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงแนวคิดตามมุมมองญาณวิทยา เพื่อให้ทฤษฎีมีความครอบคลุมมากขึ้น ต้องพิจารณาในภาพรวมและหลายมิติมากขึ้น ดังนั้นจึงปรับโครงสร้างการดำเนินงานและปฏิสัมพันธ์การสื่อสาร ในแผนที่คาดการณ์ให้สอดคล้องกับมุมมองอื่นเพิ่มเติมตามกรอบแนวคิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดจากหลายมุมมองในวิทยาศาสตร์ (Treagust & Duit, 2009) มีโครงสร้างดำเนินงานดังนี้ 1) *[epistemological perspective]* กระตุ้นให้เกิดการสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักวิทยาศาสตร์ก็มีแนวคิดเดิม แต่เวลาผ่านไป แนวคิดเดิมก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 2) *[ontological perspective]* ให้ผู้เรียนฝึกการแยกข้อเท็จจริง และเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์มีโอกาสพบกับความคลาดเคลื่อนของข้อมูล และลงข้อสรุปหากข้อมูลมีน้ำหนักน้อยเกินไป 3) *[affective perspective]* เน้นให้ผู้เรียนสะท้อนความรู้สึกหลังจากผู้เรียนทำกิจกรรม และสิ่งที่ผู้เรียนเคยเข้าใจวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนในชีวิตประจำวันหรือการเรียนที่ผ่านมา จากการปรับโครงสร้างดำเนินการจึงปรับลักษณะสำคัญของกิจกรรมของกระบวนการออกแบบกิจกรรม ดังนี้ 1) กระตุ้นให้เกิดการสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ สะท้อนความเข้าใจ เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม 2) ฝึกการแยกข้อเท็จจริง และเข้าใจความคลาดเคลื่อนจากการลงความเห็นของข้อมูล 3) สะท้อนความรู้สึกหลังจากผู้เรียนทำกิจกรรมและสิ่งที่ผู้เรียนเคยเข้าใจวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน

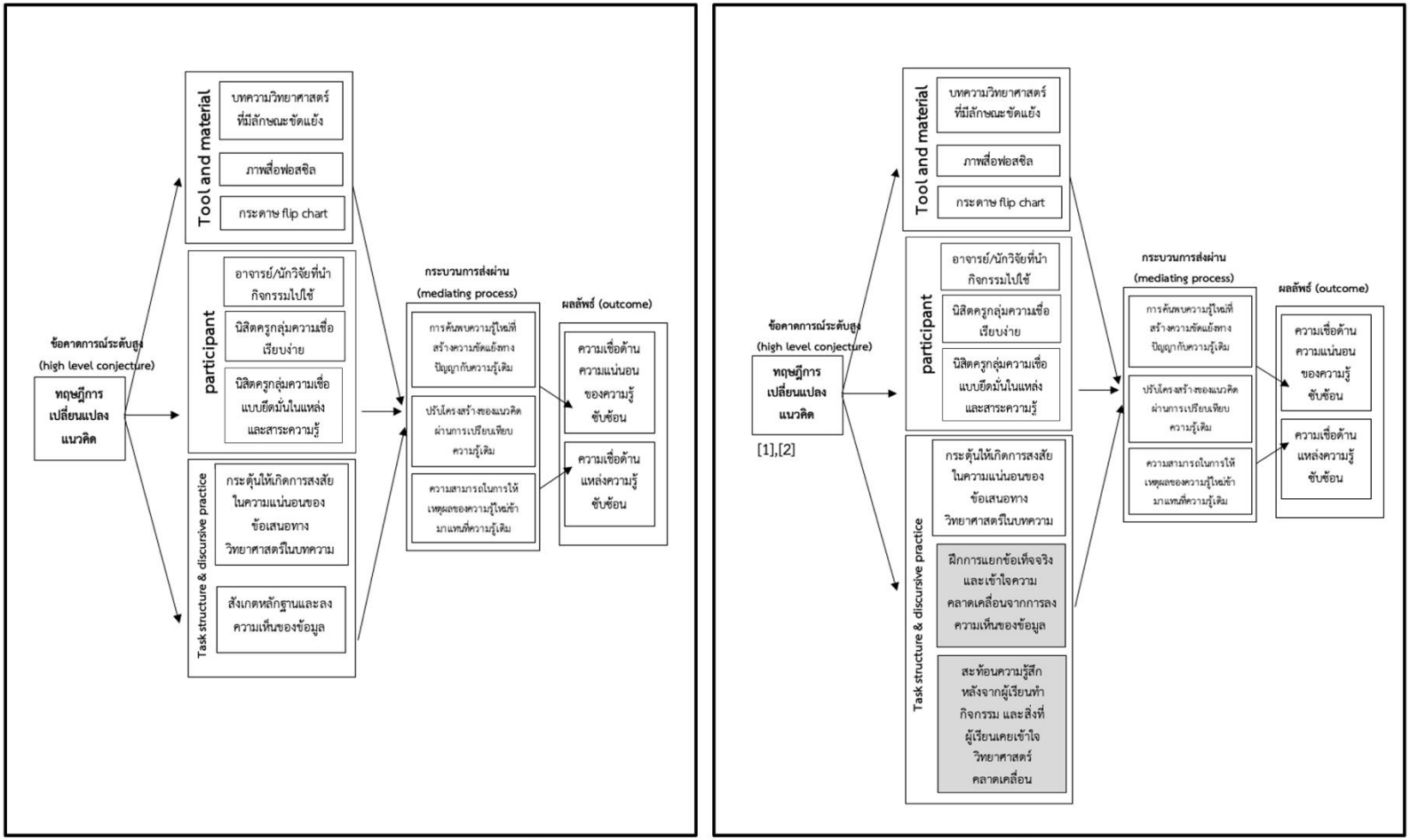
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University




[1] กระบวนการแก้ไขความขัดแย้งทางปัญญาของทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (Bendixen, 2002; Lunn Brownlee et al., 2016)

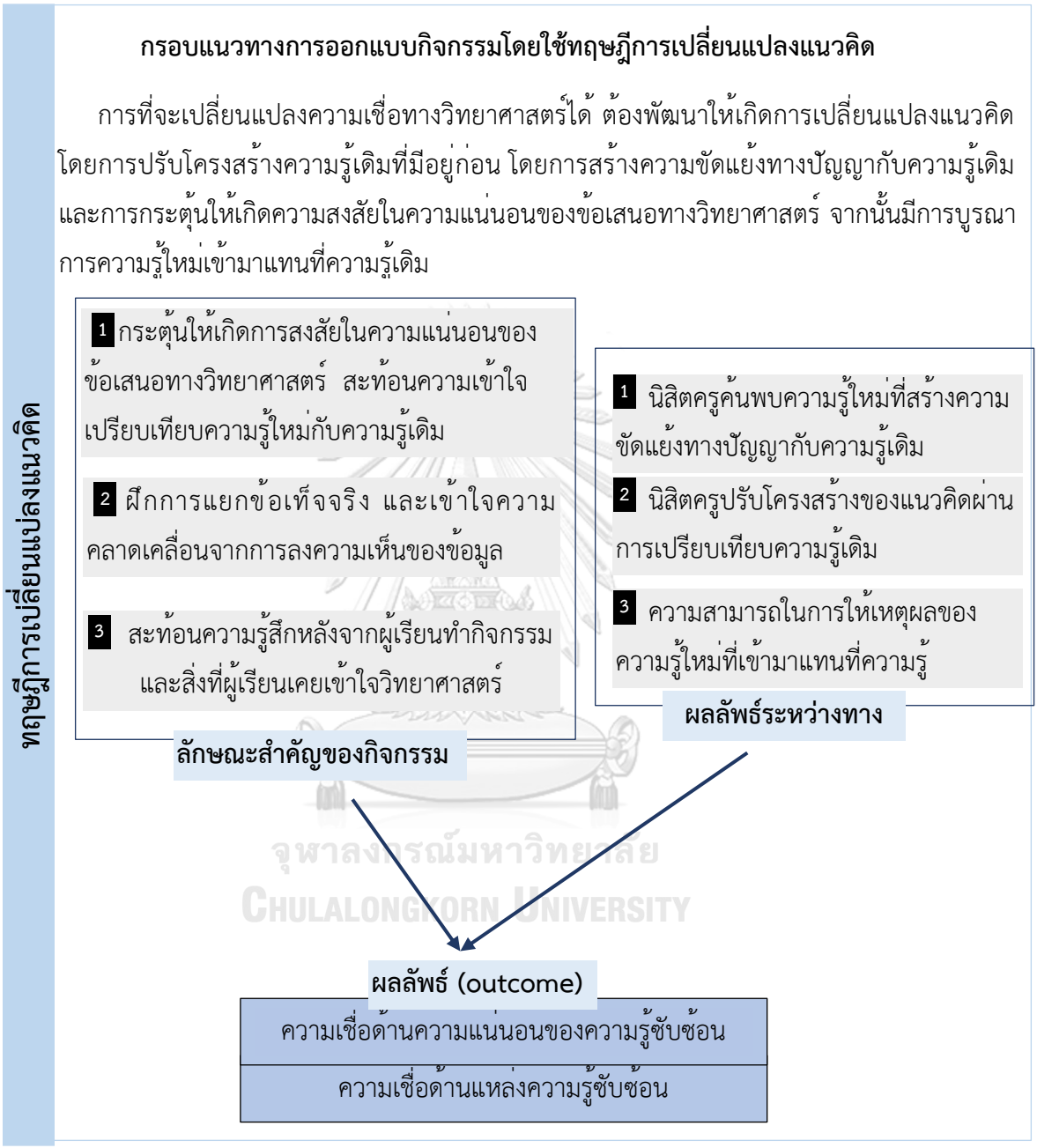
[2] การเปลี่ยนแปลงแนวคิดจากหลายมุมมองในวิทยาศาสตร์ (Treagust & Duit, 2009)

**ภาพ 4.17 แผนที่คาดการณ์ภายใต้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่ปรับใหม่**




**ภาพ 4.18 เปรียบเทียบแผนที่คาดการณ์เดิม และปรับใหม่ภายใต้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด**

ผลการปรับโครงสร้างการดำเนินงานและปฏิสัมพันธ์การสื่อสาร จึงมีการปรับกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมโดยใช้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด รายละเอียดดังดังนี้




**ภาพ 4.19 กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมภายใต้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดปรับใหม่**

**`2) แผนที่คาดการณ์ของหลักการออกแบบและกรอบแนวทางการพัฒนากิจกรรมจากการสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้งที่ปรับใหม่**

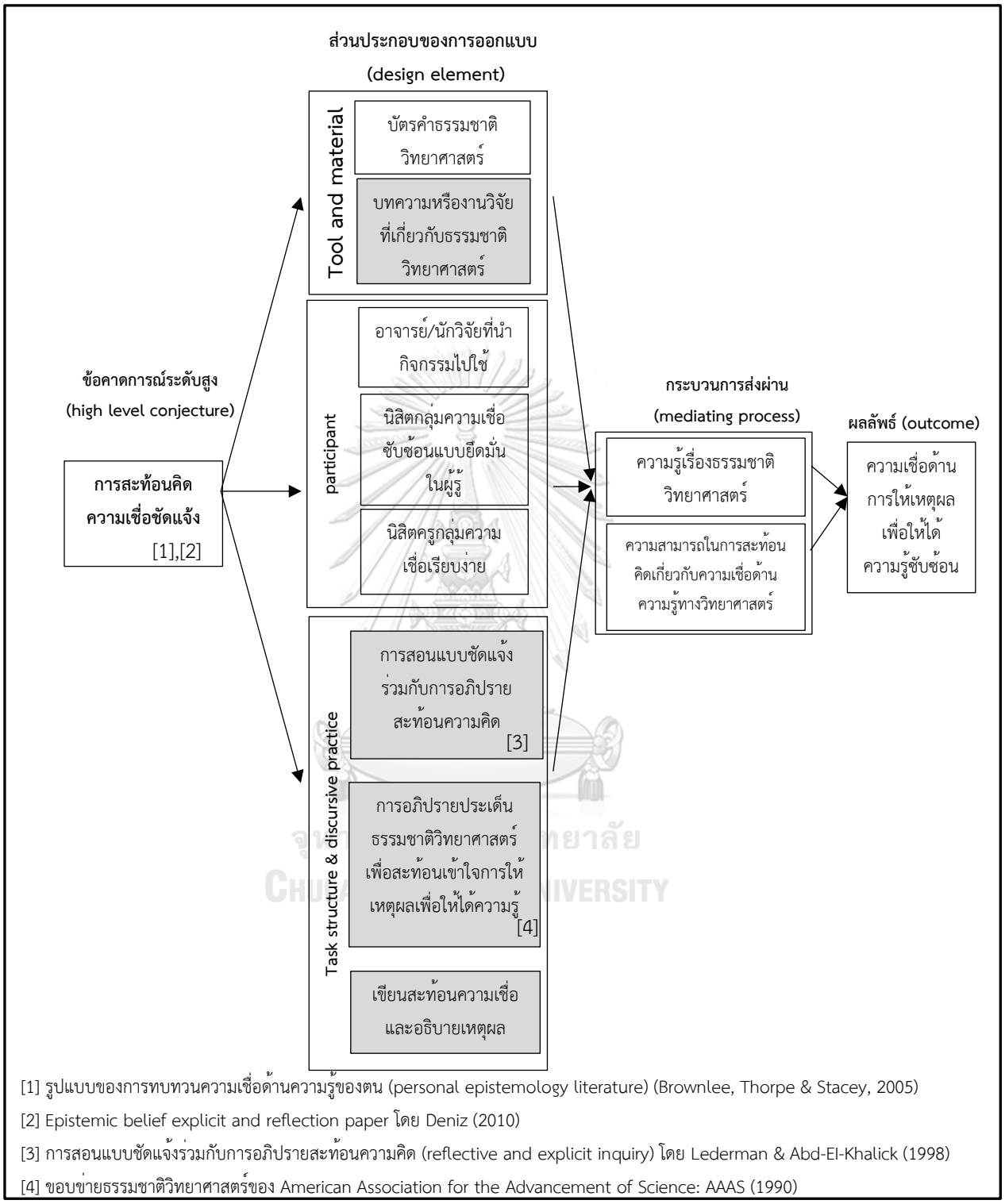
จากแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นที่ 2 ที่ดำเนินการภายใต้การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง (explicit reflection) ของ Brownlee, Thorpe & Stacey (2005) และ Deniz (2010) ที่มีข้ออ้างเชิงเหตุผลดังนี้ หากนิสิตครูมีการเขียนสะท้อนการแสดงความเชื่อฯ ของตนแบบชัดแจ้ง ในระหว่างการอภิปรายหรือการทำกิจกรรมของห้องเรียน ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะความเชื่อด้านการตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้

ผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบ พบว่า ลักษณะสำคัญของกิจกรรมยังขาดการเชื่อมโยงกับการสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และความเชื่อมิติความเชื่อการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ ดังนั้นจึงปรับโครงสร้างการดำเนินงานและปฏิสัมพันธ์การสื่อสาร (task structure and discursive practices) ในแผนที่คาดการณ์ ดังนี้ 1) การสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนความคิด (reflective and explicit inquiry) โดยการสอนรูปแบบนี้ยึดแนวคิดของ Lederman & Abd-El-Khalick (1998) ที่ได้ออกแบบกิจกรรมไม่ได้ยึดติดกับเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่ง แต่เป็นการเน้นประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 2) การอภิปรายประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในขอบข่ายของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อเมริกัน AAAS (1990) เพื่อสะท้อนเข้าใจการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ 3) เขียนสะท้อนความเชื่อและอธิบายเหตุผล

ต่อมามีการเพิ่มวัสดุอุปกรณ์ (tool and materials) คือ บทความหรืองานวิจัยที่เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการปรับโครงสร้างดำเนินการ จึงปรับลักษณะสำคัญของกิจกรรมของกระบวนการออกแบบกิจกรรม ดังนี้ จากการสะท้อนคิดความเชื่อของตน ปรับปรุงเป็น 1) รูปแบบการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนความคิด จากการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ ปรับปรุงเป็น 2) การอภิปรายประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพื่อสะท้อนเข้าใจการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ และสุดท้ายปรับปรุงการเขียนสะท้อนคิดความเชื่อให้เป็น 3) เขียนสะท้อนความเชื่อและอธิบายเหตุผล



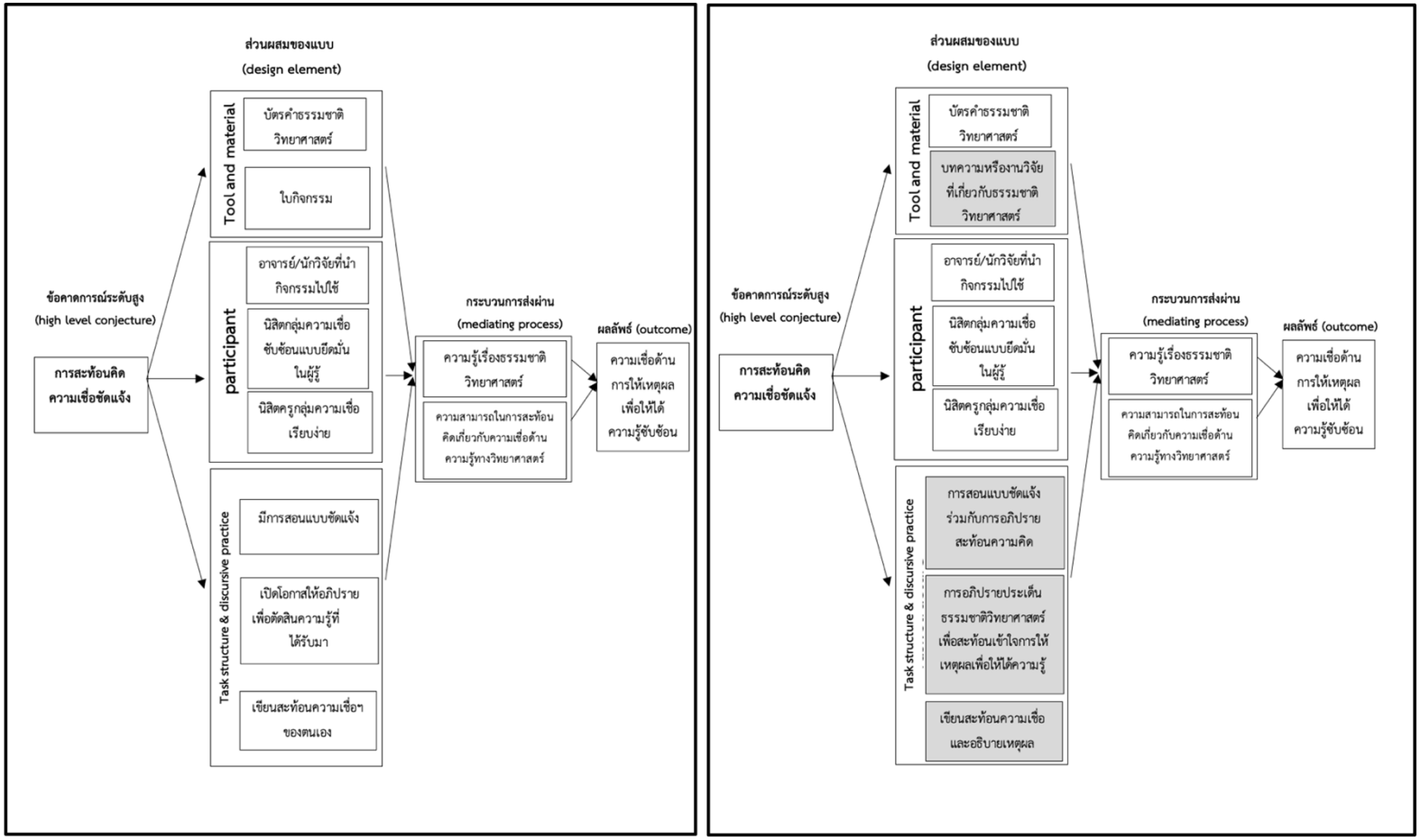

[1] รูปแบบของการทบทวนความเชื่อด้านความรู้ของตน (personal epistemology literature) (Brownlee, Thorpe & Stacey, 2005)

[2] Epistemic belief explicit and reflection paper โดย Deniz (2010)

[3] การสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนความคิด (reflective and explicit inquiry) โดย Lederman & Abd-El-Khalick (1998)

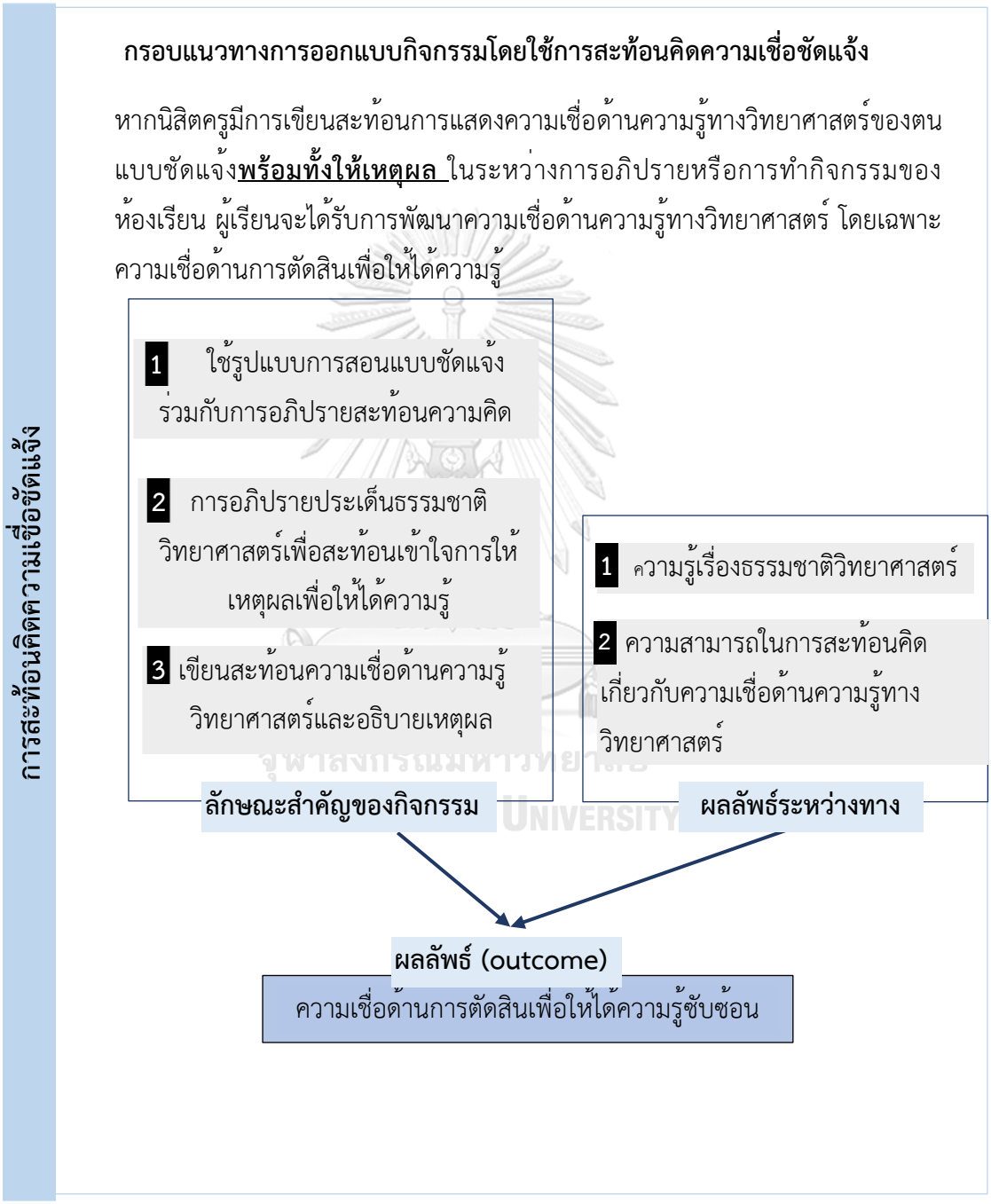
[4] ขอบข่ายธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของ American Association for the Advancement of Science: AAAS (1990)

**ภาพ 4.20 แผนที่คาดการณ์ภายใต้การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้งที่ปรับใหม่**




**ภาพ 4. 21 เปรียบเทียบแผนที่คาดการณ์เดิม และปรับใหม่ภายใต้การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง**

ผลการปรับโครงสร้างการดำเนินงาน ปฏิสัมพันธ์การสื่อสาร และวัสดุอุปกรณ์ จึงมีการปรับกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมโดยใช้การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง รายละเอียดดังนี้



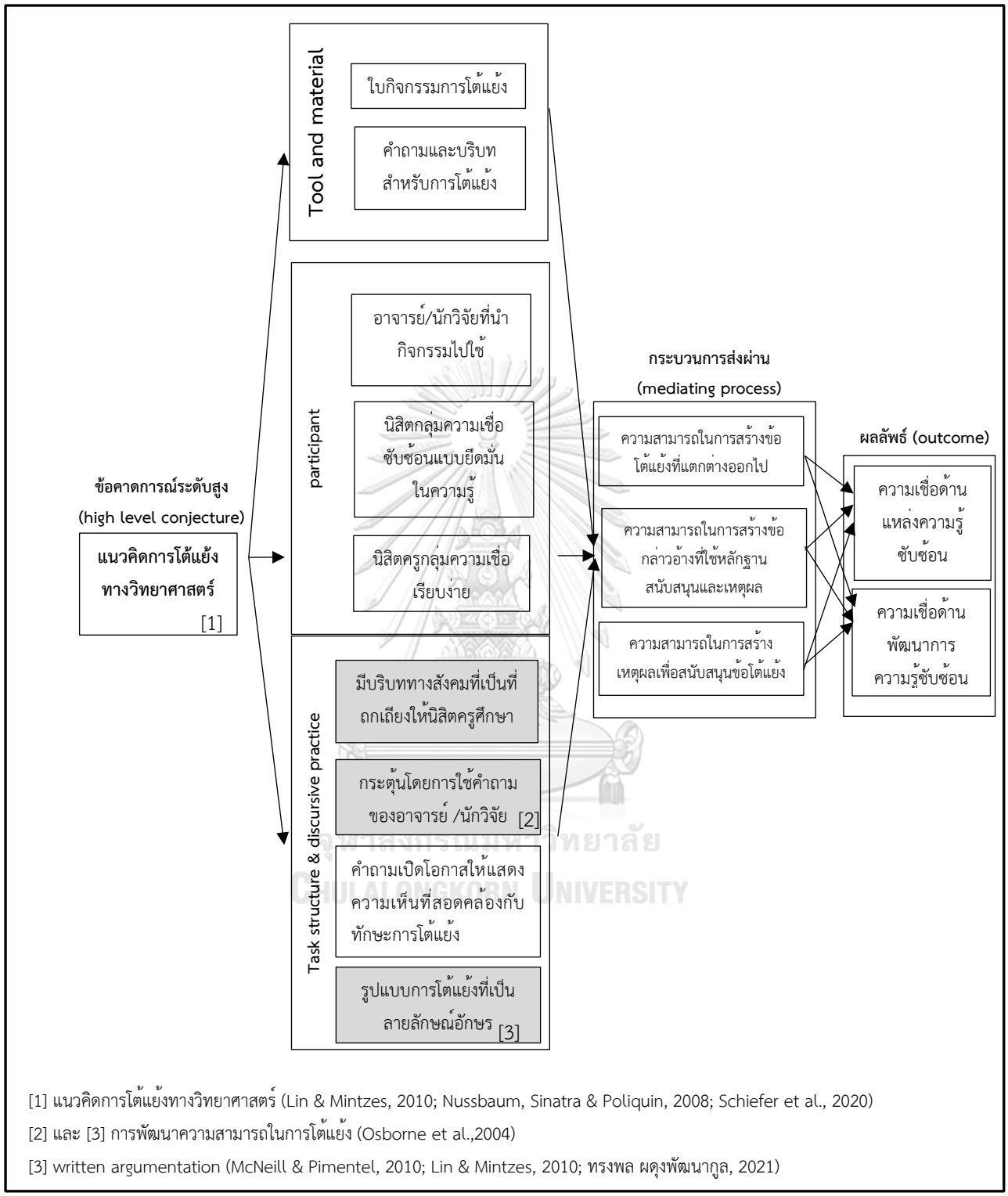

**ภาพ 4.22 กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมภายใต้การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้งที่ปรับใหม่**

**3) แผนที่คาดการณ์ของหลักการออกแบบและกรอบแนวทางการพัฒนากิจกรรมจากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับใหม่**

จากแผนที่คาดการณ์ขั้นต้นที่ 3 ภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Lin & Mintzes, 2010; Nussbaum, Sinatra & Poliquin, 2008; Schiefer et al., 2020) จากผลการประเมินต้นแบบ เมื่อพิจารณาข้ออ้างเชิงเหตุผลเดิม พบว่า ควรเน้นไปที่การอธิบายแนวคิดการโต้แย้งที่ส่งผลต่อการพัฒนาความเชื่อมิติพัฒนาการความรู้ และแหล่งความรู้ พร้อมระบุที่มาให้ชัดเจน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพิจารณาปรับข้ออ้างเชิงเหตุผล โดยการเพิ่มสาระในมิติพัฒนาการของความรู้ แต่ยังคงแนวคิดสำคัญเดิมเนื่องจากมีความสัมพันธ์กับมิติแหล่งความรู้ค่อนข้างชัดเจน ในส่วนของพัฒนาการของความรู้ให้ชัดเจนขึ้น ผู้วิจัยดำเนินการโดยการนำข้อค้นพบจากการศึกษาของ Linn 2 งานวิจัย (Bell & Linn, 2000; Songer & Linn, 1992 as cited in Sengul, Enderle & Schwartz, 2020) พบว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถในสร้างข้อโต้แย้งที่ซับซ้อนและบูรณาการมากสัมพันธ์กับการมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่คงที่ และเปลี่ยนแปลงได้ (เชื่อมโยงกับมิติพัฒนาการของความรู้) และยังมีความสามารถในการทำความเข้าใจหลักการของวิทยาศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ได้ดีกว่า จึงนำข้อค้นพบมาปรับเป็นข้ออ้างเชิงเหตุผล เป็นดังนี้

> *“หากนิสิตครูสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานสนับสนุนเหตุผล ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป และการโต้แย้งกลับ และสามารถสร้างข้อโต้แย้งที่ซับซ้อนและบูรณาการมากขึ้น จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด สามารถทำความเข้าใจความหมาย หลักการของวิทยาศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ได้ดี และเกิดการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่คงที่ และเปลี่ยนแปลงได้”*

ผลการประเมินต้นแบบต่อมา คือ ควรปรับปรุงลักษณะสำคัญของกิจกรรมในกรอบแนวทางโดยเพิ่มความเชื่อมโยงความเชื่อมิติพัฒนาการความรู้ และแหล่งความรู้ และเรียงลำดับขั้นตอนใหม่ ผู้วิจัยจึงพิจารณาปรับโครงสร้างการดำเนินงานและปฏิสัมพันธ์การสื่อสารในแผนที่คาดการณ์ โดยเพิ่มรายละเอียดที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งมากขึ้น (Osborne et al.,2004) คือ การกระตุ้นผ่านการใช้คำถาม (arguing prompts) และมีกรอบแนวการการเขียน (writing frame) โดยกรอบการเขียนมีการระบุไว้แล้วในต้นแบบเดิม เนื่องจากผู้วิจัยได้เสนอรูปแบบที่แนะนำคือ รูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร (written argumentation) (McNeill & Pimentel, 2010; Lin & Mintzes, 2010; ทรงพล ผดุงพัฒนากูล, 2021) จึงได้ทำการเพิ่มในโครงสร้างการดำเนินงานเพื่อให้ชัดเจนขึ้น

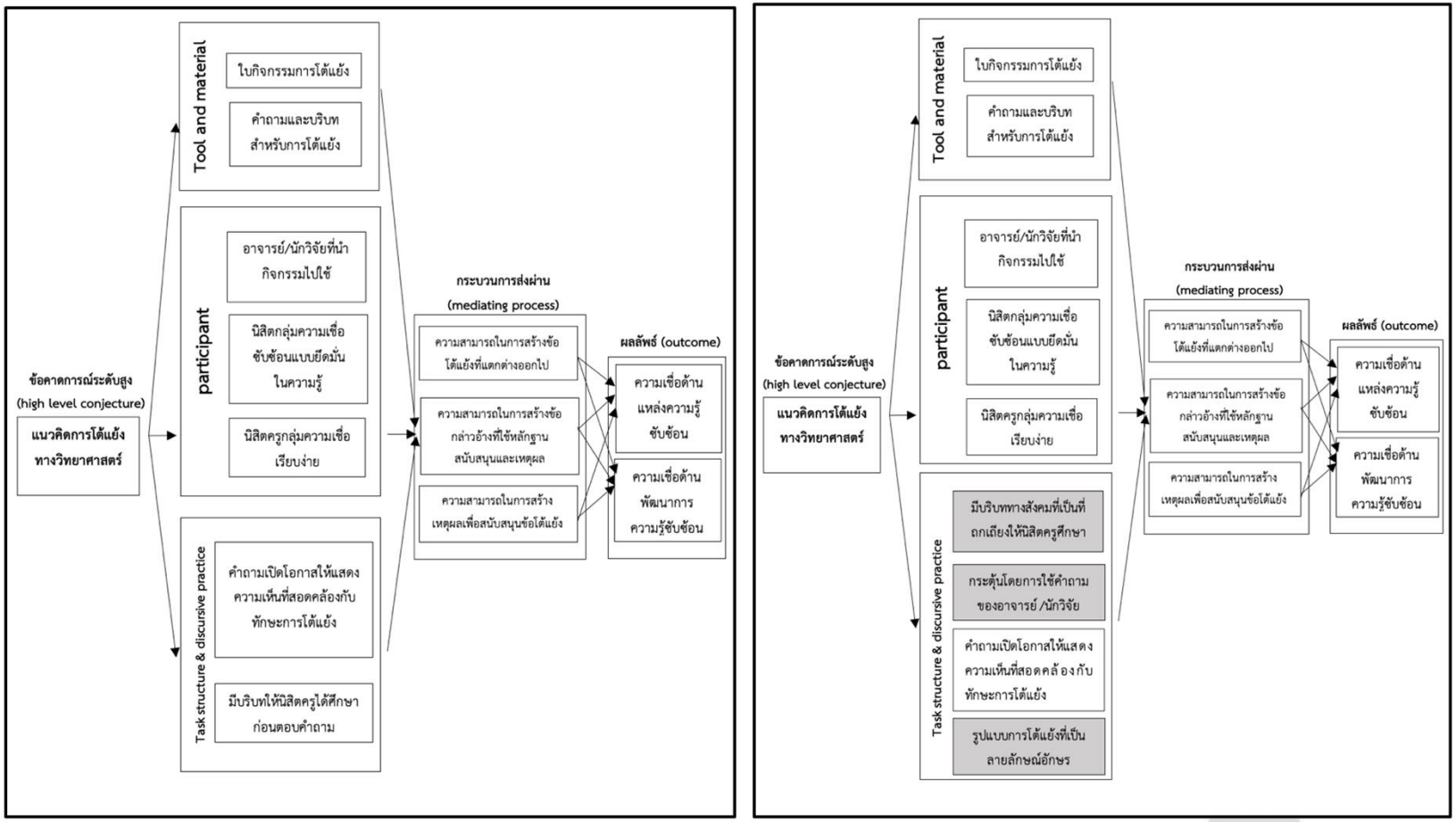



[1] แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Lin & Mintzes, 2010; Nussbaum, Sinatra & Poliquin, 2008; Schiefer et al., 2020)

[2] และ [3] การพัฒนาความสามารถในการโต้แย้ง (Osborne et al.,2004)

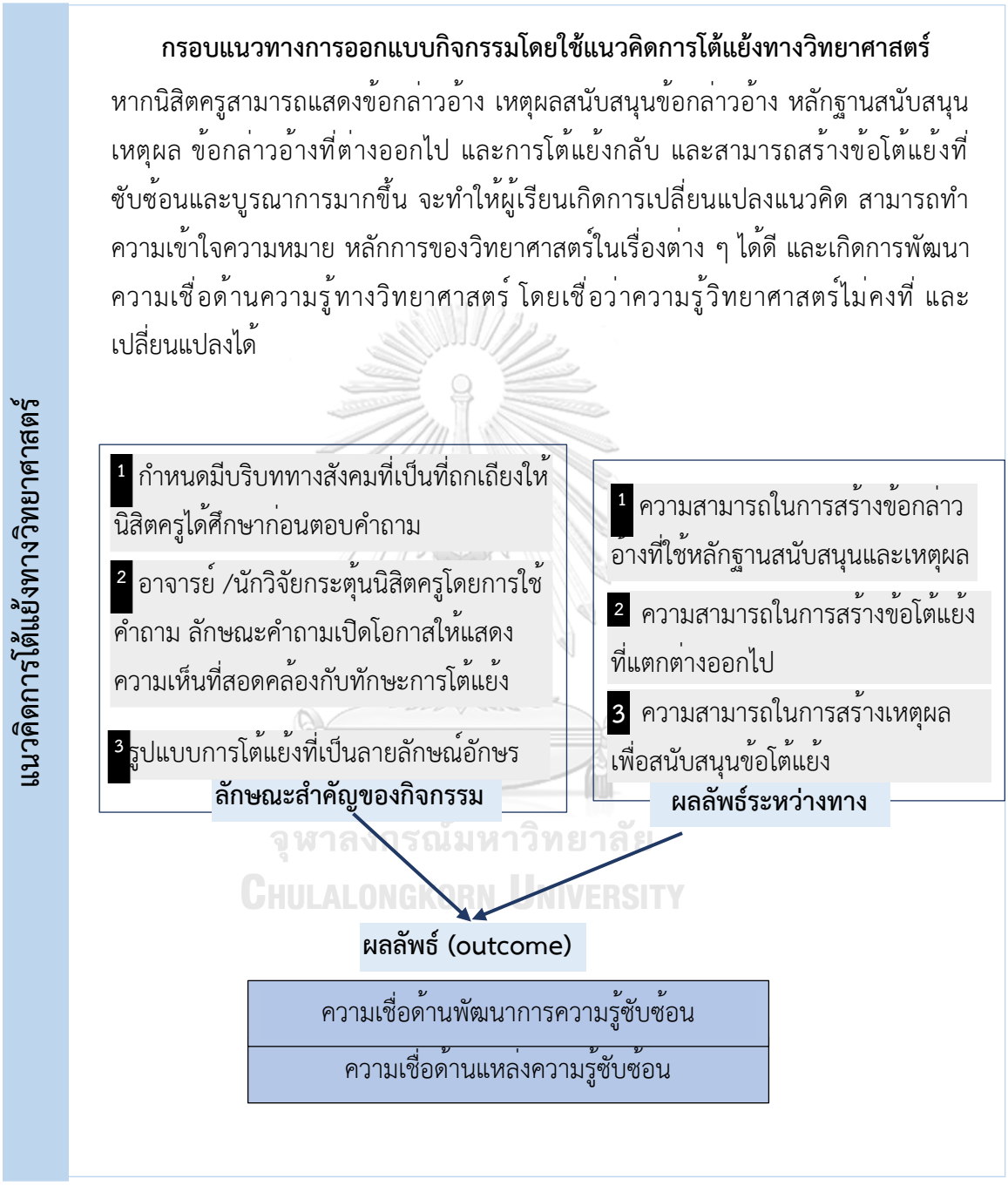
[3] written argumentation (McNeill & Pimentel, 2010; Lin & Mintzes, 2010; ทรงพล ผดุงพัฒนากูล, 2021)

**ภาพ 4.23** แผนที่คาดการณ์ภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับใหม่




**ภาพ 4.24 เปรียบเทียบแผนที่คาดการณ์เดิม และปรับใหม่ภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์**

ผลการปรับโครงสร้างการดำเนินงานและปฏิสัมพันธ์การสื่อสาร จึงมีการปรับกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมโดยใช้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์รายละเอียดดังนี้




**ภาพ 4.25 กรอบแนวทางออกแบบกิจกรรมภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับใหม่**

# บทที่ 5
# สรุปผลวิจัย อภิปรายผลวิจัย ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู 2) วิเคราะห์และจัดประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู 3)พัฒนาหลักการออกแบบ และสร้างต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูให้เหมาะสมกับประเภทของความเชื่อฯ 4) ตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการนำไปปฏิบัติ

## สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ตอน คือ ตอนที่ 1 การพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู ตอนที่ 2 การวิเคราะห์และจัดประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู ตอนที่ 3 การพัฒนาหลักการออกแบบ และสร้างต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูให้เหมาะสมกับประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 4 ตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการนำไปปฏิบัติ

### ตอนที่ 1 การพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู

การพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู แบ่งเป็น 3 ตอน คือ 1) ลักษณะของเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ และ 3) การใช้เครื่องมือวัด และการแปลผลระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

#### 1.1 ลักษณะของเครื่องมือวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู

แบบวัดที่พัฒนาขึ้น เป็นลักษณะแบบสอบถามมาตรประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ มีทั้งหมด 28 ข้อ ในแบบวัดมีส่วนประกอบ 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลภูมิหลังของนิสิตนักศึกษาครู และตอนที่ 2 แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 28 ข้อ ประกอบไปด้วย ความแน่นอนของความรู้ พัฒนาการความรู้ แหล่งความรู้ และ การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ สามารถวัดได้จากข้อคำถามมิติละ 7 ข้อรายการ

**1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ**

แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าแบบวัดมีค่าเฉลี่ยความตรงเชิงเนื้อหารายข้อคำถาม (I-CVI) เท่ากับ .82 มีดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด ( S-CVI/UA) เท่ากับ .93 ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงพบว่าค่าความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ค่าความเที่ยงรวมทั้งฉบับ มีค่า .826 ความเที่ยงของทั้ง 4 องค์ประกอบ มีค่าอยู่ระหว่าง .702 - .898 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า โมเดลการวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Chi-square(3, *N*=130) = 3.292, *p*= .348; CFI =.998 TLI=.997, RMSEA= .027, SRMR=.182) ดังนั้น เครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้นจะเหมาะแก่การนำไปใช้

**1.3 การใช้เครื่องมือวัด และการแปลผลระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

การใช้แบบวัดเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 28 ข้อ แบ่งเป็นมิติละ 7 ข้อรายการ ไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับข้อรายการ ในมิติความแน่นอนของความรู้ และแหล่งความรู้ เป็นข้อคำถามเชิงลบ หากนิสิตและนักศึกษาครูตอบคะแนนในข้อนั้นระดับ 1 จะได้คะแนน 5 คะแนน ในการแปลผลระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลังจากนำคะแนนการตอบทั้งหมดของนิสิตครูมาคำนวณค่าเฉลี่ยระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละมิติ หากความเชื่อมิติใดมีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 80 (คะแนนเฉลี่ยน้อยกว่า 4) แปลผลได้ว่า ระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในมิตินั้นอยู่ในระดับง่าย ส่วนความเชื่อมิติใดมีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป (คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4 คะแนนขึ้นไป) แปลผลได้ว่า ระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในมิตินั้นซับซ้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตอนที่ 2 การวิเคราะห์และจัดประเภทความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู**

การวิเคราะห์และการจัดประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ใช้เทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม K-means clustering พบว่าสามารถแบ่งนิสิตออกเป็น 4 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีประเภทของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

**นิสิตกลุ่มที่ 1 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย (simple scientific epistemic belief)** มีจำนวน 14 คน (ร้อยละ 10.77) มีคะแนนเฉลี่ยความแน่นอนของความรู้ (*M* = 3.28) คะแนนเฉลี่ยพัฒนาการความรู้ (*M* = 3.40) คะแนนเฉลี่ยแหล่งความรู้ (*M* = 3.47) และคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (*M* = 3.40) ซึ่งคะแนนเฉลี่ยทุกมิติอยู่ในระดับง่าย

**นิสิตครูกลุ่มที่ 2 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ ((mixed SEB with naive certainty & source))** มีสมาชิกจำนวน 51 คน (ร้อยละ 39.23) มีคะแนนเฉลี่ยความแน่นอนของความรู้ (*M* = 2.78) อยู่ระดับง่าย คะแนนเฉลี่ยพัฒนาการความรู้ (*M* = 4.62) ในระดับซับซ้อน คะแนนเฉลี่ยแหล่งความรู้ (*M* = 3.11) อยู่ระดับง่าย และคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (*M* = 4.36) อยู่ในระดับซับซ้อน

**นิสิตกลุ่มที่ 3 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อน แบบยึดมั่นในความรู้ (Sophisticated SEB with naïve certainty)** มีสมาชิกจำนวน 56 คน (ร้อยละ 43.08) มีคะแนนเฉลี่ยความแน่นอนของความรู้ (*M* = 3.88) อยู่ระดับง่าย ส่วนคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการความรู้ (*M* = 4.80) คะแนนแหล่งความรู้ (*M* = 4.18) และคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (*M* = 4.46) อยู่ในระดับซับซ้อน

**นิสิตกลุ่มที่ 4 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อน แบบยึดมั่นในผู้รู้ (Sophisticated SEB with naïve justification)** มีสมาชิกจำนวน 9 คน (ร้อยละ 6.92) มีคะแนนเฉลี่ยความแน่นอนของความรู้ (*M* = 4.35) คะแนนเฉลี่ยพัฒนาการความรู้ (*M* = 4.21) คะแนนเฉลี่ยแหล่งความรู้ (*M* = 4.44) อยู่ในระดับซับซ้อน แต่คะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (*M* = 3.33) อยู่ระดับง่าย

**ตอนที่ 3 การพัฒนาหลักการออกแบบ ต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิจัยส่วนนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ 1) หลักการออกแบบ 2) ต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู

**3.1 หลักการออกแบบ**

ผลการวิจัยด้านหลักการออกแบบ นำเสนอ 3 ส่วนคือ 1) ข้อคาดการณ์ระดับสูงหรือข้ออ้างเชิงเหตุผล (argument) 2) ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ที่ต้องพัฒนาของนิสิตประเภทต่าง ๆ สำหรับนำไปเป็นส่วนหนึ่งของแผนที่คาดการณ์ 3) แผนที่คาดการณ์ รายละเอียดดังนี้

3.1.1 จากการวิเคราะห์เอกสารและทฤษฎีเกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นข้ออ้างเชิงเหตุผล (argument) ประกอบด้วย 3 หลักการ คือ 1) ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด 2) การสะท้อนคิดความเชื่อชัด 3) การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3.1.2 ผลการวิเคราะห์กลุ่มความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า นิสิตกลุ่มที่ 1 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาความเชื่อให้ซับซ้อนขึ้นทั้ง 4 ด้าน ส่วนนิสิตกลุ่มที่ 2 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาความเชื่อให้ซับซ้อนขึ้นทั้ง 2 ด้าน ความแน่นอนของความรู้ และที่มาของความรู้ นิสิตกลุ่มที่ 3 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อน แบบยึดมั่นในความรู้ จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาความเชื่อให้ซับซ้อนขึ้นในด้านความแน่นอนของความรู้ นิสิตกลุ่มที่ 4 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อน แบบยึดมั่นในผู้รู้ จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาความเชื่อให้ซับซ้อนขึ้นในด้านการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้

3.1.3 แผนที่คาดการณ์ ประกอบไปด้วย 3 แผนที่ คือ แผนที่คาดการณ์ด้านที่ 1 ออกแบบจากทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด เหมาะสำหรับนิสิตครูกลุ่มที่ 1 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย นิสิตกลุ่มที่ 2 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ แบบยึดมั่นในความรู้ต่อมาแผนที่คาดการณ์ด้านที่ 2 ออกแบบจากแนวคิดการสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง เหมาะสำหรับการปรับความเชื่อของนิสิตครูกลุ่มที่ 1 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย และนิสิตกลุ่มที่ 4 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อน แบบยึดมั่นในผู้รู้ และสุดท้ายแผนที่คาดการณ์ด้านที่ 3 ออกแบบจากแนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เหมาะสำหรับการปรับความเชื่อของนิสิตครูกลุ่มที่ 1 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย และนิสิตกลุ่มที่ 3 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อน แบบยึดมั่นในความรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**3.2 ต้นแบบของวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู**

ผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม และตัวอย่างกิจกรรม และ 2) ต้นแบบการปรับความเชื่อของนิสิตครูที่มีประเภทความเชื่อแตกต่างกัน ดังนี้

**3.2.1 กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม**

กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม ประกอบไปด้วย 3 กรอบแนวทาง คือ 1) กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมภายใต้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด มีตัวอย่างกิจกรรม คือ การศึกษาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง และกิจกรรมซากฟอสซิลนี้คือตัวอะไร ต่อมากรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมภายใต้การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง ตัวอย่างกิจกรรม คือ การอภิปรายบัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และสุดท้ายกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างกิจกรรม คือ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางสรุป 5.1

**ตาราง 5.1 สรุปกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม**

| แนวคิดของกรอบแนวทาง | ลักษณะกิจกรรม | ผลลัพธ์ประหว่างทาง | ผลลัพธ์ปลายทาง |
|---|---|---|---|
| ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด | 1. กระตุ้นให้เกิดการสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์สะท้อนความเข้าใจ<br>2. ฝึกการแยกข้อเท็จจริง และเข้าใจความคลาดเคลื่อนจากการลงความเห็นของข้อมูล<br>3. สะท้อนความรู้สึกหลังจากผู้เรียนทำกิจกรรม และสิ่งที่ผู้เรียนเคยเข้าใจวิทยาศาสตร์ | 1. นิสิตครูค้นพบความรู้ใหม่ที่สร้างความขัดแย้งทางปัญญากับความรู้เดิม<br>2. นิสิตครูปรับโครงสร้างของแนวคิดผ่านการเปรียบเทียบความรู้เดิม<br>3. ความสามารถในการให้เหตุผลของความรู้ใหม่ที่เข้ามาแทนที่ความรู้เดิม | - ความเชื่อมิติความแน่นอนของความรู้ซับซ้อน<br>- ความเชื่อด้านแหล่งความรู้ซับซ้อน |
| ตัวอย่างกิจกรรม คือ การศึกษาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง และกิจกรรมซากฟอสซิลนี้คือตัวอะไร | | | |
| การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง | 1. ใช้รูปแบบการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนความคิด<br>2. การอภิปรายประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพื่อสะท้อนเข้าใจการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้<br>3. เขียนสะท้อนความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์และอธิบายเหตุผล | 1. ความรู้เรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์<br>2. ความสามารถในการสะท้อนคิดเกี่ยวกับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ | ■ ความเชื่อมิติการตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้ |
| ตัวอย่างกิจกรรม คือ การอภิปรายบัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์ | | | |
| แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ | 1. กำหนดบริบททางสังคมที่เป็นที่ถกเถียงให้ศึกษาก่อนตอบคำถาม<br>2. อาจารย์ /นักวิจัยกระตุ้นนิสิตครูโดยการใช้คำถาม ลักษณะคำถามเปิดโอกาสให้แสดงความเห็นที่สอดคล้องกับทักษะการโต้แย้ง<br>3. รูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร | 1. ความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้างที่ใช้หลักฐานสนับสนุนและเหตุผล<br>2. ความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป<br>3. ความสามารถในการสร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง | ■ ความเชื่อมิติความแน่นอนของความรู้ซับซ้อน<br>■ ความเชื่อมิติแหล่งความรู้ซับซ้อน |
| ตัวอย่างกิจกรรม คือ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**3.2.2 ต้นแบบการปรับความเชื่อของนิสิตครูที่มีประเภทความเชื่อแตกต่างกัน**

ต้นแบบการปรับความเชื่อของนิสิตครูที่มีประเภทความเชื่อแตกต่างกัน มี 4 ต้นแบบ คือ 1) ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย (simple SEB) 2) ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ความเชื่อแบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ (mixed SEB with naïve certainty & source) 3) ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ (sophisticated SEB with naive certainty) 4) ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้ (sophisticated SEB with naive justification)

**ตอนที่ 4 ผลตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการนำไปปฏิบัติ**

ผลตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการนำไปปฏิบัติ มี 3 ตอน คือ 1) ผลการประเมินความเหมาะสม 2) ผลความเป็นไปได้ในการนำต้นแบบไปปฏิบัติ และ 3) ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับใหม่

**4.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบวิธีปรับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์**

ผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด พบว่าต้องปรับปรุงเพื่อให้มีความเหมาะสมของต้นแบบ ดังนี้ 1) อธิบายที่มาของทฤษฎี conceptual change ให้ชัดเจน และให้เหตุผลการนำบางนโมทัศน์ของทฤษฎี conceptual change มาใช้ พร้อมทั้งอธิบายความสำคัญของด้านอื่น ๆ ของทฤษฎี 2) ปรับลักษณะสำคัญของกิจกรรมในกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมโดยใช้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด และเชื่อมโยงให้เห็นว่าลักษณะสำคัญนั้น ๆ นำไปสู่การพัฒนามิติความเชื่อด้านความแน่นอนของความรู้ และความเชื่อด้านแหล่งความรู้ 3) เสนอแหล่งที่มาที่เป็นทางเลือกการพัฒนาบทความให้ครอบคลุมกับสาขาวิชาในวิทยาศาสตร์ ในตัวอย่างกิจกรรมที่ 1 การศึกษาบทความที่มีลักษณะขัดแย้งและอธิบายลักษณะสำคัญในตัวอย่างบทความที่เชื่อมโยงไปพัฒนามิติความเชื่อด้านความแน่นอนของ

ความรู้ และความเชื่อด้านแหล่งความรู้ 4) ตัวอย่างกิจกรรมที่ 1 และ 2 ควรเพิ่มการอธิบายกระบวนการดำเนินงาน และปรับการเขียนให้ชัดเจนเพื่อให้สะดวกแก่ผู้ที่จะนำกิจกรรมไปใช้

ผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง พบว่าต้องปรับปรุงเพื่อให้มีความเหมาะสมของต้นแบบมีดังนี้ 1) ระบุนิยาม และความสำคัญของแนวคิดสะท้อนความเชื่อแบบชัดแจ้ง ที่มาของแนวคิดให้ชัดเจน 2) ปรับลักษณะสำคัญของกิจกรรมของกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรม โดยเน้นให้เชื่อมโยงกับ การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และความเชื่อมิติความเชื่อการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ ให้มากขึ้น 3) เสนอทางเลือก หรือบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และระบุที่มาของแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 4) เพิ่มการบทบาทของนิสิตครูโดยเฉพาะการให้เหตุผลในกิจกรรม 5) การอธิบายกระบวนการดำเนินงานใช้คำให้สม่ำเสมอ และอธิบายบทบาทของอาจารย์หรือผู้วิจัย บทบาทของนิสิตครูให้ชัดเจน

ผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พบว่าต้องปรับปรุงเพื่อให้มีความเหมาะสมของต้นแบบ มีดังนี้ 1) อธิบายแนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นไปที่การอธิบายแนวคิดการโต้แย้งที่ส่งผลต่อการพัฒนาความเชื่อมิติพัฒนาการความรู้ และแหล่งความรู้ พร้อมระบุที่มาให้ชัดเจน 2) ปรับปรุงลักษณะสำคัญของกิจกรรมในกรอบแนวทางโดยเพิ่มความเชื่อมโยงความเชื่อมิติพัฒนาการความรู้และแหล่งความรู้ และเรียงลำดับขั้นตอนใหม่ 3) ปรับปรุงภาษาที่ใช้ เพิ่มนิยามของคำเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**4.2 ผลความเป็นไปได้ของต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการนำไปปฏิบัติ**

ต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง และเพื่อให้ต้นแบบสมบูรณ์มีความเหมาะสมมากขึ้น ควรปรับปรุงต้นแบบตามข้อเสนอแนะเรื่องความเหมาะสมของต้นแบบ และตัวอย่างกิจกรรมในต้นแบบควร 1) ให้นิยามคำศัพท์ต่าง ๆ 2) มีตัวอย่างกิจกรรม 3) อธิบายกระบวนการดำเนินงานให้ชัดเจน 4) ระบุบทบาทผู้เกี่ยวข้องให้ชัดเจน

**4.3 ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับใหม่จากการประเมิน**

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการนำไปปฏิบัติ จึงสร้างแผนที่คาดการณ์ของหลักการออกแบบที่ปรับใหม่และกรอบแนวทางการพัฒนากิจกรรมที่ปรับใหม่ ดังนี้ 1) แผนที่คาดการณ์ภายใต้ทฤษฎีการ

เปลี่ยนแปลงแนวคิดที่ปรับใหม่ และกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมภายใต้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดปรับใหม่ 2) แผนที่คาดการณ์ภายใต้การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้งที่ปรับใหม่ และกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมภายใต้การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้งที่ปรับใหม่ 3) แผนที่คาดการณ์ภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับใหม่ และกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับใหม่ หลังจากมีการปรับหลักการออกแบบและกรอบแนวทางการพัฒนากิจกรรมแล้ว จะนำเสนอการปรับปรุงต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความด้านความรู้วิทยาศาสตร์ในภาคผนวก

**อภิปรายผลวิจัย**

ประเด็นการอภิปรายผลวิจัย แบ่งเป็น 4 ประเด็น คือ 1) แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู 2) การจัดประเภทความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู 3) หลักการออกแบบสำหรับวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู และ 4) ต้นแบบสำหรับวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู

**1. แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู**

ผลการพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า แบบวัดของนิสิตนักศึกษาครู มี 4 มิติ คือ ความแน่นอนทางความรู้ พัฒนาการของความรู้ แหล่งที่มาของความรู้ และการตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้ โดยมิติของความแน่นอนทางความรู้ พัฒนาการของความรู้ สอดคล้องกับมุมมองที่มีต่อธรรมชาติของลักษณะความรู้วิทยาศาสตร์ (Hofer & Pintrich, 1997) และมิติแหล่งที่มาของความรู้ และการตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้ สอดคล้องกับมุมมองที่มีต่อธรรมชาติของลักษณะการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ (Hofer & Pintrich, 1997)

ด้านคุณภาพของแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า เป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพทั้งความตรง และความเที่ยง นอกจากนั้นผลการวิจัยในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง พบว่าโมเดลมีความตรงเชิงโครงสร้างจากผลการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยน้ำหนักองค์ประกอบของแหล่งความรู้ (β =. 799) มีค่ามากที่สุด ซึ่งแสดงว่าตัวแปรที่สังเกตได้มีความสัมพันธ์กับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ โดยองค์ประกอบแหล่งที่มาของความรู้สอดคล้องกับเครื่องมือวัดสำหรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น แหล่งที่มาสำหรับความสามารถในการเรียนรู้ (source of ability to learn) ของ Johnson and Willoughby (2018) แหล่งที่มาและความถูกต้องของความรู้วิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(authority and accuracy in scientific Knowledge) ของ Gunes & Bati (2018) แหล่งที่มาของความรู้ (source of knowledge) ของ Guilfoyle, McCormack & Erduran (2020) แต่เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบของการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (β =.393) ความแน่นอนของความรู้ (β =.336) พัฒนาการความรู้ (β =.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 ท้วมรุ่งโรจน์, 2560) ดังนั้นในการใช้ข้อความเชิงบวกและข้อความเชิงลบในแบบวัดมาตรประมาณค่าชุดเดียวกันควรต้องมีการระมัดระวังในการใช้

ด้านการใช้แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตศึกษาครู ที่เสนอการแปลระดับความเชื่อในแต่ละมิติแยกจากกัน โดยมิติใดที่มีคะแนนน้อยกว่าร้อยละ 80 (มีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่า 4คะแนน) จะจัดอยู่ในระดับความเชื่อแบบง่าย มิติใดที่มีคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป (มีคะแนนเท่ากับหรือมากกว่า 4 คะแนน) จะจัดอยู่ในระดับความเชื่อซับซ้อน สอดคล้องกับผลการวิจัยในครั้งนี้ที่พบว่า นิสิตบางประเภทอาจมีความเชื่อซับซ้อนบางมิติ ในขณะเดียวกันก็อาจจะมีความเชื่อระดับง่ายในบางมิติ นอกจากนั้น ยังสอดคล้องกับการวิเคราะห์โปรไฟล์ของครูอดีตอีกด้วย (Kampa et al., 2016)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**2. การจัดประเภทความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู**

การวิเคราะห์จัดประเภทความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู พบว่า นิสิตครูวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภทความเชื่อ ได้แก่ ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ และสุดท้าย ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้ ผลการศึกษาทำให้เข้าใจลักษณะความเชื่อของนิสิตครูว่านิสิตครูอาจจะมีความเชื่อซับซ้อนบางมิติ ในขณะเดียวกันก็อาจจะมีความเชื่อระดับง่ายในบางมิติ เช่น นิสิตครูที่มีความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ มีความเชื่อมิติความแน่นอนของความรู้ และ

แหล่งความรู้ระดับง่าย แต่มีความเชื่อมิติพัฒนาการความรู้และการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ซับซ้อน นอกจากนิสิตที่ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์บางมิติซับซ้อน แต่ก็มีความเชื่อบางมิติอยู่ในระดับง่าย ได้แก่ นิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ และนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้

นอกจากนั้นนิสิตที่จัดอยู่ในประเภทความเชื่อ 3 ประเภทแรกมีมิติความเชื่อระดับง่าย และจำเป็นต้องพัฒนาร่วมกัน คือ ความเชื่อมิติความแน่นอนของความรู้ ซึ่งความเชื่อมิติความแน่นอนของความรู้ สอดคล้องกับผลการศึกษาธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูในประเทศไทย ที่พบว่านิสิตนักศึกษาบางส่วนมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมหรือเป็นความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับในด้านความรู้และความหมายของวิทยาศาสตร์ (วันเพ็ญ ประทุมทอง, 2561; สุรยศ ทรัพย์ประกอบ, 2553) โดยความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระดับง่ายในด้านความแน่นอนของความรู้ยังสอดคล้องกับความคลาดเคลื่อนที่พบบ่อยในผู้เรียน เช่น วิทยาศาสตร์สามารถตอบได้ทุกคำถาม (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563) การที่จะทำให้นิสิตมีระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบซับซ้อนขึ้นในด้านความแน่นอนของความรู้ ควรทำให้นิสิตเข้าใจว่าคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีคำตอบที่ถูกต้องได้เพียงแบบเดียว (Conley et al., 2004) และข้อมูลทุกข้อมูลที่อ้างอิงว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือความรู้ทุกเรื่องที่พิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญ อาจไม่เป็นความจริงสมบูรณ์ และเมื่อพิจารณานิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ และความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้ พบว่าลักษณะความเชื่อมิติพัฒนาการความรู้จัดอยู่ในระดับซับซ้อนร่วมกัน แสดงว่านิสิตส่วนใหญ่มีมุมมองต่อความรู้วิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงหากมีหลักฐานใหม่ ๆ มาสนับสนุน ลักษณะความเชื่อที่ซับซ้อนนี้ สอดคล้องกับประเด็นลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ของ AAAS (1990) ที่ว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ แม้ความรู้วิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือ แต่ความรู้วิทยาศาสตร์ก็เป็นสิ่งชั่วคราว สามารถเปลี่ยนแปลง และเมื่อพิจารณาภูมิหลังเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างภูมิหลังกับมิติพัฒนาการความรู้ระดับซับซ้อน พบว่า 3 ประเภทความเชื่อนี้ มีนิสิตทั้งนิสิตที่ได้รับและไม่ได้รับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ และมีทั้งนิสิตที่มีและไม่ประสบประสบการณ์สอนในระหว่างเรียน สอดคล้องกับการศึกษาของ Chai et al.(2006) ที่พบว่าประสบการณ์สอนกับความเชื่อด้านความรู้ไม่มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**3. หลักการออกแบบสำหรับวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู**

ผลการพัฒนาหลักการออกแบบในรูปแผนที่คาดการณ์ (conjecture map) พบ สาระสำคัญ 6 ส่วนได้แก่ 1) ข้อคาดการณ์ระดับสูง/ข้ออ้างเชิงเหตุผล 2) ส่วนประกอบของการออกแบบ 3) กระบวนการส่งผ่าน 4) ข้อคาดการณ์การออกแบบ 5) ข้อคาดการณ์เชิงทฤษฎี และ 6) ผลลัพธ์ปลายทาง เนื่องจากการพัฒนาและปรับความเชื่อด้านความรู้ของนิสิตครูมีหลายมิติ จึงต้องใช้ข้ออ้างเชิงเหตุผลที่แตกต่างกันเพื่อให้ครอบคลุมกับมิติความเชื่อที่ต้องการปรับให้ซับซ้อนขึ้น อันเป็นที่มาของแผนที่คาดการณ์ (conjecture map) 3 ด้านที่แตกต่างกัน ในส่วนนี้จะอภิปรายประเด็นที่น่าสนใจในแต่ละแนวคิดเพื่อเชื่อมโยงให้เห็นถึงลักษณะสำคัญของหลักการว่าไปสู่ผลลัพธ์ปลายทางได้อย่างไร รวมถึงประเด็นในการปรับปรุงหลักการเพื่อให้ต้นแบบมีความเหมาะสมขึ้น

**หลักการออกแบบภายใต้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด**

การกำหนดข้ออ้างเชิงเหตุผลในหลักการออกแบบของแผนที่คาดการณ์ (conjecture map) ที่ 1 อ้างอิงทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด เหมาะสำหรับนิสิตครูที่จำเป็นต้องพัฒนาความเชื่อมิติความแน่นอนของความรู้ และความเชื่อมิติแหล่งความรู้ซับซ้อนขึ้น จากผลของการพัฒนาโครงสร้างดำเนินงานทำให้สามารถกำหนดลักษณะสำคัญสำหรับการออกแบบกิจกรรม 2 ประการ คุณลักษณะสำคัญประการแรก คือ 1) กระตุ้นให้เกิดการสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ การยอมรับแนวคิดใหม่ และการบูรณาการความรู้ใหม่แทนที่ความรู้เดิม สามารถพัฒนามิติความแน่นอนของความรู้ และแหล่งความรู้ได้ เนื่องจากคุณลักษณะสำคัญประการแรก จะช่วยให้นิสิตครูตระหนักว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้มีความจริงสัมบูรณ์ แต่เป็นความรู้วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นจากการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) (ชลิตา จูงพันธ์, 2566) ซึ่งต้องอาศัยการสังเกต การทดลองและการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ กล่าวคือ ความรู้ที่เกิดขึ้นให้ความสำคัญกับเหตุผลเชิงตรรกะ (logic) และหลักฐานเชิงประจักษ์ (empirical evidence) และข้อสังเกตนี้ทำให้สามารถอธิบายได้ว่าแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แต่ละแนวคิดจะได้รับการยอมรับอาจจะต้องใช้เวลานาน เนื่องจากต้องผ่านการสังเกตจากนักวิทยาศาสตร์และได้รับการยอมรับ เพื่อให้มีงานวิจัยและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ มาสนับสนุนเรื่อย ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาความเชื่อมิติแหล่งความรู้ของนิสิตครูได้ ในประเด็นความหลากหลายของแหล่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ถูกสร้างขึ้นจากนักวิทยาศาสตร์หรือผู้รู้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเท่านั้น แต่เป็นความรู้ที่เกิดจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย คุณลักษณะสำคัญประการสอง คือ 2) การสังเกตหลักฐาน และการลงความเห็นของข้อมูล ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการสังเกตหลักฐานนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด เนื่องจากการออกแบบกิจกรรมที่เสนอหลักฐานให้นิสิตครูได้รับรู้ข้อมูลใหม่ ๆ ที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดเดิม ข้อมูลใหม่เหล่านี้อาจทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งกับแนวคิดเดิม และกระตุ้นให้เกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิด แต่ความท้าทายในการออกแบบกิจกรรม คือ การจะเสนอข้อมูลที่ขัดแย้งกับความรู้เดิมได้ จำเป็นต้องเข้า

ใจความรู้เดิมของนิสิตครูก่อน ดังนั้น จากข้อจำกัดและความท้าทายเรื่องความการตรวจความรู้เดิม การออกแบบกิจกรรมจึงประยุกต์เรื่องความขัดแย้งของข้อมูลในรูปแบบบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง (Bayar & Gur, 2017; Kerwer & Rosman, 2020) เพื่อให้นิสิตครูเห็นข้อถกเถียง เห็นความสำคัญของหลักฐาน และความรู้วิทยาศาสตร์มีความไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลงได้จากวิธีการค้นหาความจริงและหลักฐานที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบอยู่เรื่อย ๆ ซึ่งเป็นตัวอย่างกิจกรรมในหลักการออกแบบ

ผลการประเมินในส่วนของหลักการออกแบบและลักษณะสำคัญของการออกแบบกิจกรรม พบว่า หากจะออกแบบทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดให้มีความครอบคลุมมากขึ้น ต้องพิจารณาในภาพรวมและหลายมิติมากขึ้น สอดคล้องกับนักการศึกษาหลายท่านที่เสนอว่า ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ไม่ควรจะจำกัดอยู่ในกรอบของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิด radial constructivism เพียงเท่านั้น แต่ควรมอง sociocultural constuctivism ด้วย (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563) ดังนั้นจึงปรับโครงสร้างการดำเนินงาน ในแผนที่คาดการณ์ให้สอดคล้องกับมุมมองอื่นเพิ่มเติมตามกรอบแนวคิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดตามกรอบทฤษฎีที่เรียกว่ากรอบแนวคิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดจากหลายมุมมองในวิทยาศาสตร์ (multi-perspective epistemological framework) (Treagust & Duit, 2009) ประกอบไปด้วย การเปลี่ยนแปลงแนวคิดตามมุมมองภววิทยา (ontological perspective) การเปลี่ยนแปลงแนวคิดตามมุมมองญาณวิทยา(epistemological perspective) และการเปลี่ยนแปลงแนวคิดตามมุมมองเชิงสังคมและความรู้สึก (affective perspective) โดยมีเหตุผลในการเลือกกรอบแนวคิด คือ กรอบคิดนี้สอดคล้องกับคุณลักษณะเดิมของหลักการออกแบบ 2 ประการที่กล่าวมาข้างต้น โดยสอดคล้องกับทฤษฎีในมุมมองญาณวิทยา และมุมมองภววิทยา ดังนั้น การปรับปรุงตามข้อค้นพบจากผลประเมินจึงเพิ่มลักษณะสำคัญบางประการให้ชัดเจนขึ้น ดังนี้ 1) (epistemological perspective) กระตุ้นให้เกิดการสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักวิทยาศาสตร์ก็มีแนวคิดเดิม แต่เวลาผ่านไป แนวคิดเดิมก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 2) (ontological perspective) ให้ผู้เรียนฝึกการแยกข้อเท็จจริง และเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์มีโอกาสพบกับความคลาดเคลื่อนของข้อมูล และลงข้อสรุป หากข้อมูลมีน้ำหนักน้อยเกินไป 3) (affective perspective) เน้นให้ผู้เรียนสะท้อนความรู้สึกหลังจากผู้เรียนทำกิจกรรม และสิ่งที่ผู้เรียนเคยเข้าใจวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนในชีวิตประจำวันหรือการเรียนที่ผ่านมา

**หลักการออกแบบภายใต้แนวคิดการสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง**

หลักการออกแบบภายใต้ทฤษฎีการการสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง สอดคล้องกับการทดลองของการทดลอง Brownlee, Thorpe & Stacey (2005) และ Deniz (2010) แนวคิดนี้สอดคล้องกับพัฒนากลยุทธ์การจัดการเรียนที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระและลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์เช่น วิธีการสืบเสาะหาความรู้กับการสะท้อนคิดอย่างชัดเจน (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563) การสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (รัฐพงษ์ วงศ์เขื่อนแก้ว, 2564) จากแนวคิดทำให้นำมาพัฒนาเป็น

โครงสร้างการดำเนินงาน โดยมีลักษณะสำคัญ คือ การสะท้อนคิดความเชื่อของตน การอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ การเขียนสะท้อนคิดความเชื่อ และสร้างเป็นลักษณะสำคัญของการออกแบบกิจกรรม 3 ประการ คือ 1) การสะท้อนคิดความเชื่อของตน 2) การอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ 3) การเขียนสะท้อนคิดความเชื่อ โดยลักษณะแรก เป็นการสะท้อนคิดความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ของตน สอดคล้องกับรูปแบบของการทบทวนความเชื่อด้านความรู้ของตน (Brownlee, Thorpe & Stacey, 2005) ซึ่งหากนิสิตครูได้ตระหนักถึงความคิด ความเชื่อของตนแบบรอบด้านมากยิ่งขึ้น จะทำให้นิสิตครูมีทักษะในการให้เหตุผลอย่างมีวิจารณญาณมากขึ้น ในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างเป็นความรู้ใหม่ ๆ ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น คุณลักษณะที่สอง การอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นการอภิปรายเกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สาวิตรี สิทธิชัยกานต์ และคณะ (2560) ที่ได้พัฒนาครูระดับมัธยมศึกษาให้มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พบว่าการเรียนรู้ที่ควบคู่ไปกับการสะท้อนประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์จะทำให้ครูผู้ฝึกอบรมมีความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และการเปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่หลากหลาย และเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้ คุณลักษณะที่สาม การเขียนสะท้อนคิดความเชื่อ สอดคล้องกับรูปแบบการเขียนสะท้อนคิด (reflective paper) (Deniz, 2010) ด้วยแนวคิดนี้ออกแบบภายใต้ความเชื่อของการสะท้อนคิดแบบชัดแจ้ง เช่น หากนิสิตครูเชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากการใช้วิธีการสืบสอบ การประเมินหลักฐานต่าง ๆ ให้เกิดเป็นความรู้ได้อย่างมีวิจารณญาณที่ดี รวบรวมแหล่งที่มาของหลักฐานที่แตกต่างกันให้เกิดเป็นความรู้ และวิทยาศาสตร์สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้มากกว่าหนึ่งวิธี เมื่อนิสิตครูที่มีลักษณะแบบนี้จะมีโอกาสเขียนสะท้อนคิดความเชื่อของตนเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าว นิสิตครูคนนี้จะสามารถจดจำและจัดระเบียบความคิดของตนเกี่ยวกับความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ และมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น และจะความเชื่อมีมิติการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ซับซ้อนเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นการเขียนสะท้อนคิดยังทำให้นิสิตครูพัฒนาความสามารถในการสะท้อนคิด ทักษะการคิดวิเคราะห์ กระบวนการคิดขั้นสูง และการประเมินความรู้ได้ (เชษฐา แก้วพรม, 2556; ปิยาภรณ์ พุ่มแก้ว, 2562; ศิราณี เก็จกรแก้ว, 2552)

จากผลการประเมินต้นแบบ พบว่า หลักการออกแบบและกรอบการออกแบบกิจกรรมควรกำหนดรูปแบบวิธีการสอนที่ชัดเจน หากนำธรรมชาติวิทยาศาสตร์มาเป็นประเด็นในการอภิปรายควรกำหนดกรอบธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และเน้นให้นิสิตนักศึกษาครูฝึกการให้เหตุผล ดังนั้น จึงปรับแผนที่คาดการณ์ตามผลการประเมิน เพื่อให้เพิ่มโอกาสที่จะพัฒนามิติการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้มากที่สุด ทำให้มีลักษณะของโครงสร้างดำเนินงานดังนี้ 1) การสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนความคิด(reflective and explicit inquiry) ที่สอดคล้องกับ Lederman & Abd-El-Khalick

(1998) โดยกิจกรรมไม่ได้ยึดติดกับเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่ง แต่เป็นการเน้นประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 2) การอภิปรายประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในขอบข่ายของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อเมริกัน AAAS (1990) เพื่อสะท้อนเข้าใจการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ 3) เขียนสะท้อนความเชื่อและอธิบายเหตุผล เพื่อให้นิสิตนักศึกษาครูฝึกการให้เหตุผล

**หลักการออกแบบภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์**

การนำแนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มากำหนดหลักการออกแบบ (Lin & Mintzes, 2010; Nussbaum, Sinatra & Poliquin, 2008; Schiefer et al., 2020) สามารถสร้างหลักการสำหรับการออกแบบลักษณะกิจกรรม คือ 1) บริบททางสังคมที่เป็นที่ถกเถียงให้นิสิตได้ศึกษา 2) คำถามเปิดโอกาสให้แสดงความเห็นที่สอดคล้องกับทักษะการโต้แย้ง โดยคุณลักษณะแรก สามารถพิจารณาตามบริบททางสังคมได้หลากหลายสำหรับนำมากำหนดเป็นประเด็นในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เช่น ประเด็นเรื่องวัคซีน ประเด็นเรื่องปัญญาประดิษฐ์ ประเด็นเรื่องอาหารเสริม เป็นต้น ประเด็นเหล่านี้จัดเป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (socio-scientific issue) ซึ่งเป็นขั้นตอนการกระตุ้นความสนใจ (identification) (พัชราพร พูลบุญ และธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์, 2565) และเป็นสื่อกลางให้นิสิตครูได้มีโอกาสเลือกใช้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและใช้แหล่งอ้างอิงที่ได้รับการยอมรับทางวิชาการในระหว่างการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองในระหว่างการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ การฝึกฝนทักษะเหล่านี้ผ่านประเด็นทางสังคมที่ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน และมีความเกี่ยวข้องหรือส่งผลกระทบต่อสังคมในวงกว้าง จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้วิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการเลือกประเมินความน่าเชื่อถือจากหลักฐาน และมีความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (พัชราพร พูลบุญ และธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์, 2565; เอกภูมิ จันทรขันดี, 2559) ซึ่งสอดคล้องการพัฒนาความเชื่อมิติพัฒนาการความรู้ และความเชื่อด้านมิติแหล่งความรู้ เนื่องจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มักมีมุมมองและความคิดเห็นที่แตกต่างกัน นิสิตครูจึงมีโอกาสได้เรียนรู้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเกิดจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย ไม่ยึดติดในหลักฐานใดหลักฐานหนึ่ง หรือไม่ได้เกิดจากจากนักวิทยาศาสตร์หรือผู้รู้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ต่อมาคุณลักษณะที่สอง คำถามเปิดโอกาสให้แสดงความเห็นที่สอดคล้องกับทักษะการโต้แย้ง เป็นบทบาทของนักวิจัย หรืออาจารย์ที่สำคัญมาก เนื่องจาก เป็นการกำหนดให้นิสิตครูได้แสดง 1) ข้อกล่าวอ้าง (claim) 2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (warrant) 3) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (evidence) 4) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (counter claim) และ 5) การโต้แย้งกลับ (rebuttal)

ผลการประเมินต้นแบบ พบว่า ควรเน้นไปที่การอธิบายแนวคิดการโต้แย้งที่ส่งผลต่อการพัฒนาความเชื่อมิติพัฒนาการความรู้ และแหล่งความรู้ พร้อมระบุที่มาให้ชัดเจน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพิจารณาปรับข้ออ้างเชิงเหตุผลโดยนำข้อค้นพบที่ว่า “ผู้เรียนที่มีความสามารถในสร้างข้อโต้แย้งที่ซับซ้อนและบูรณาการมาก สัมพันธ์กับการมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่คงที่ และเปลี่ยนแปลงได้

(เชื่อมโยงกับมิติพัฒนาการของความรู้” ซึ่งสอดล้องกับ Sengul, Enderle & Schwartz (2020) ผลลัพธ์จึงได้ข้ออ้างเชิงเหตุผลในหลักการปรับใหม่ นอกจากนั้นยังได้ผลการปรับปรุงต้นแบบยังมีเพิ่มหลักการสำหรับการออกแบบลักษณะกิจกรรม โดยเน้นลักษณะการพัฒนาการโต้แย้ง 2 ข้อ คือ 1) การกระตุ้นผ่านการใช้คำถาม (arguing prompts) 2) มีกรอบแนวการการเขียน (writing frame) ซึ่งสอดคล้องกับ Osborne et al.(2004) โดย 2 ลักษณะนี้ยังสอดคล้องกับขั้นการสร้างคำถามนำทางและขั้นการสะท้อนผ่านงานเขียนส่วนบุคคล (chen et al. 2016) ซึ่งเป็นแนวทางการสอนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ทำให้หลักการในกรอบการออกแบบกิจกรรมภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จาก 2 ลักษณะเป็น 3 ลักษณะคือ 1) กำหนดมีบริบททางสังคมที่เป็นที่ถกเถียงให้นิสิตครูได้ศึกษาก่อนตอบคำถาม 2) อาจารย์ /นักวิจัยกระตุ้นนิสิตครูโดยการใช้คำถามลักษณะคำถามเปิดโอกาสให้แสดงความเห็นที่สอดคล้องกับทักษะการโต้แย้งและ 3) รูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร

**4. ต้นแบบสำหรับวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู**

ต้นแบบการปรับความเชื่อของนิสิตครูที่มีประเภทความเชื่อแตกต่างกัน พบว่า มี 4 ต้นแบบ ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมในต้นแบบที่ใช้ในการพัฒนานิสิตร่วมกันมากที่สุดคือ หลักการออกแบบภายใต้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด มีตัวอย่างกิจกรรม 2 กิจกรรม คือ 1) การศึกษาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง 2) ซากฟอสซิลนี้คือตัวอะไร ซึ่งสามารถใช้สำหรับนิสิตครู ประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ เนื่องจากนิสิตที่จัดอยู่ในประเภทความเชื่อ 3 ประเภทแรกมีมิติความเชื่อเรียบง่าย และจำเป็นต้องพัฒนาร่วมกัน คือ ความเชื่อมิติความแน่นอนของความรู้ ซึ่งความเชื่อมิติความแน่นอนของความรู้ ในตัวอย่างกิจกรรมที่ 1 การศึกษาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง มีตัวอย่างบทความบทความเทคนิคลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ เป็น refutational epistemological instruction (Kienhues, Bromme & Stahl, 2008) ลักษณะของบทความ มีการแสดงให้เห็นว่า บางความรู้วิทยาศาสตร์ อาจถูกยอมรับแนวคิดวิทยาศาสตร์ในภาพหลัง โดยอาศัยหลักฐานต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับประวัติศาสตร์การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ (ลือชา ลดาชาติ, 2561) ที่ได้แสดงถึงสามารถนำการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่มีความหลาย ดังนั้นจึงสามารถนำการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มาประยุกต์เป็นบทความให้นิสิตครูศึกษาเพื่อให้นิสิตครูเข้าใจในความแน่นอนของความรู้วิทยาศาสตร์ และเห็นถึงการใช้หลักฐานในยุคต่าง ๆ ของนักวิทยาศาสตร์ได้ตัวอย่างแนวคิดจาก ลือชา ลดาชาติ (2561) เช่น ความรู้เรื่องเสียง การเผาไหม้ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต การแปรสัญฐานของธรณี และอนุภาคมูลฐานของเอกภพ ต่อมากิจกรรมที่ 2 ซากฟอสซิลนี้คือตัวอะไร ประยุกต์ใช้กิจกรรมจากกิจกรรมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของ Lederman & Abd-El-Khalick (1998) และปรับปรุงมีลักษณะสำคัญของทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดมากขึ้น โดย

กิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่อิงเนื้อหา ซึ่งสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563; รัฐพงษ์ วงศ์เขื่อนแก้ว, 2564; คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน,สำนักงาน, 2555)

ส่วนผลของหลักการออกแบบภายใต้การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง ได้ตัวอย่างกิจกรรม คือ การอภิปรายบัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และผลของหลักการออกแบบภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ได้ตัวอย่างกิจกรรม คือ กิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างกิจกรรมการอภิปรายบัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบใน 2 ต้นแบบ คือ ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย และต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้ โดยกิจกรรมการอภิปรายบัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ใช้กรอบธรรมชาติวิทยาศาสตร์ AAAS (1990) เป็นประเด็นสำคัญในกิจกรรม ซึ่งเหตุผลของการเลือกกรอบแนวคิดนี้มี เนื่องจากมีการวิจัยในบริบทครู และนักเรียนในประเทศไทย (กาญจนา มหาลี, 2553; ณภัทร พระโพธิ์วังซ้าย, 2560; เบญจพร สาภัคดี, 2555; ปริณดา ลิมปานนท์, 2547, สุรยศ ทรัพย์ประกอบ และคณะ, 2560) และปรากฏในตำราที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ การวิจัยวิทยาศาสตร์ หรือปรัชญาวิทยาศาสตร์หลายเล่ม เช่น เรื่องเล่าของวิทยาศาสตร์:ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการสื่อสารวิทยาศาสตร์กับสังคมไทย (ชลิตา จูงพันธ์, 2566) การวิจัยปฏิบัติกการในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์: วิธีปฏิบัติสู่การพัฒนาตนเอง (จีรวรรณ เกษสิงห์, 2562) กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เคมี (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563) และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2566) โดยกรอบธรรมชาติวิทยาศาสตร์นี้มีลักษณะสำคัญ 3 ด้าน คือ ลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์แสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ และสังคมของนักวิทยาศาสตร์และคุณค่าของวิทยาศาสตร์ต่อสังคม

และสุดท้าย ตัวอย่างกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นออกแบบกิจกรรมจากหลักการออกแบบภายใต้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พบใน 2 ต้นแบบคือ คือ ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ความเชื่อแบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาการพัฒนาความเชื่อมิติพัฒนาการความรู้ และแหล่งความรู้ในนิสิตทั้งสองประเภทนี้ ในตัวอย่างกิจกรรมใช้รูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร เนื่องจากสามารถช่วยให้คำถามที่ผู้วิจัยหรืออาจารย์ที่นำไปใช้ได้ครอบคลุมกับทักษะการโต้แย้ง ซึ่งสอดคล้องกับ McNeill & Pimentel (2010) และทรงพล ผดุงพัฒนากูล (2564) ที่แนะนำประโยชน์ของการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษรว่าสามารถช่วยให้นิสิตครูแสดงการโต้แย้งได้ดีกว่ารูปแบบอื่น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการพัฒนากิจรรรมทั้ง 4 กิจกรรม ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความเชื่อมิติต่าง ๆ ในรูปแบบกิจกรรมระยะสั้น (short-term intervention) ซึ่งมีความเหมาะสมในการประยุกต์เป็นกิจกรรมของของนิสิตนักศึกษาครู โดยการจัดกิจกรรมแบบระยะสั้น สอดคล้องกับงานวิจัยในอดีตที่จัดกิจกรรมในรูปแบบการอ่านบทความ (Ferguson et al. 2012; Kienhues et al, 2008) หนังสือพิมพ์ที่มีการโต้แย้งทางแนวคิด (Kienhues & Broome, 2012)

**ข้อเสนอแนะงานวิจัย**

**1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลวิจัยไปใช้**

1.1 แบบวัดที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพเครื่องมือเหมาะสม สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับนิสิตนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากการพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูในครั้งนี้ครอบคลุมบริบทครูวิทยาศาสตร์ของไทย โดยในแบบวัดมีเนื้อหาในด้านความเชื่อด้านธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของความรู้ที่ครอบคลุมความเชื่อที่สะท้อนผ่านพฤติกรรมการสอนในห้องเรียน

1.2 ผลการวิจัย พบลักษณะความเชื่อนิสิตครูอาจจะมีความเชื่อซับซ้อนบางมิติ ในขณะเดียวกันก็อาจจะมีความเชื่อระดับง่ายในบางมิติ ดังนั้นในการแปลระดับความเชื่อ ควรพิจารณาในแต่ละมิติแยกกัน

1.3 ผลการจัดประเภทความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู พบว่า นิสิตครูวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภทความเชื่อ ได้แก่ ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ และสุดท้ายความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้ ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการสอน หรือการพัฒนานิสิตนักศึกษาครู ควรต้องคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน เพราะนิสิตมีความเชื่อซับซ้อนหรือระดับง่ายในมิติที่แตกต่างกัน

1.4 หลักการออกแบบ และต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าต้นแบบสามารถปรับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ในมิติที่แตกต่างกัน ดังนั้น ก่อนนำต้นแบบไปใช้ควรพิจารณาก่อนว่านิสิตนักศึกษาครูที่ต้องการพัฒนาจัดอยู่ประเภทในประเภทความเชื่อใด จากนั้นเลือกใช้กรอบแนวทางออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับนิสิตประเภทต่าง ๆ และสามารถศึกษาลักษณะดำเนินงาน การเตรียมปัจจัยป้อน บทบาทผู้เกี่ยวข้องของตัวอย่างกิจกรรมที่ออกแบบจากกรอบแนวทางออกแบบกิจกรรม (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

1.5 ตัวอย่างกิจกรรม มี 4 กิจกรรม เป็นรูปแบบกิจกรรมระยะสั้น ประกอบไปด้วยกิจกรรม 1) การศึกษาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง 2) ซากฟอสซิลนี้คือตัวอะไร 3) การอภิปรายบัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และ 4) กิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้เป็นกิจกรรมในชั้นเรียนของนิสิตนักศึกษาครู และหากมีข้อจำกัดด้านระยะเวลาในการทำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กิจกรรม ควรเลือก 2 กิจกรรมแรกที่ออกแบบจากหลักการออกแบบภายในทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเนื่องจากสามารถพัฒนาความเชื่อมิติความแน่นอนของความรู้ ซึ่งเป็นมิติที่ครอบคลุมประเภทของนิสิตของนิสิตมากที่สุด

**2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป**

2.1 แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนาขึ้นในรูปแบบสอบถามโดยสอดคล้องกับนิสิตนักศึกษาครูในประเทศไทย และอ้างอิงแนวคิดของ 1) Hofer & Pintrich (1997) 2) Conley et al. (2004) ซึ่งสามารถนำแบบวัดนี้ไปศึกษาต่อยอด โดยนำแบบวัดไปใช้ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ของนิสิตนักศึกษาครู นอกจากนั้นยังสามารถนำไปศึกษากับครูประจำการวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยได้ เนื่องจากครอบคลุมกับพฤติกรรมการสอนในห้องเรียนด้วย

2.2 การวิจัยนี้ได้พัฒนาแบบวัดด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหมาะสำหรับนิสิตนักศึกษาวิทยาศาสตร์ แต่ในงานวิจัยนี้ศึกษากับบริบทนิสิตครูมัธยมวิทยาศาสตร์ ทำให้มีประเด็นที่น่าศึกษาต่อไปว่า หากการศึกษากับนิสิตครูปฐมวัย ประถมศึกษา ผลการจัดประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์จะสอดคล้องกับงานวิจัยนี้หรือไม่

2.3 ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า สามารถจำแนกนิสิตครูออกเป็น 4 ประเภทความเชื่อ ได้แก่ ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ และสุดท้ายความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้ ซึ่งสามารถนำไปศึกษาในรูปแบบโมเดลเชิงสาเหตุระหว่านิสิตที่มีประเภทความเชื่อที่แตกต่างกับพฤติการสอน หรือความสัมพันธ์ของตัวแปรวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ของนิสิตนักศึกษาครู

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บรรณานุกรม

.


Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science education*, 82(4), 417-436.

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.

Bayar, H., & Gür, H. (2017). A New Approach to change epistemological beliefs; discussion of the refutational texts.

Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International journal of science education*, 22(8), 797-817.

Bendixen, L. D. (2002). A process model of epistemic belief change. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 191–208). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Bendixen, L. D., Schraw, G., & Dunkle, M. E. (1998). Epistemic beliefs and moral reasoning. *The Journal of Psychology*, *132*(2), 187-200.

Bråten, I., Britt, M. A., Strømsø, H. I., & Rouet, J. F. (2011). The role of epistemic beliefs in the comprehension of multiple expository texts: Toward an integrated model. *Educational Psychologist*, 46(1), 48-70.

Bråten, I., Ferguson, L. E., Strømsø, H. I., & Anmarkrud, Ø. (2013). Justification beliefs and multiple-documents comprehension. *European Journal of Psychology of Education*, 28(3), 879–902.

Bromme, R., Pieschl, S., & Stahl, E. (2010). Epistemological beliefs are standards for adaptive learning: a functional theory about epistemological beliefs and metacognition. *Metacognition and learning*, 5, 7-26.

Brownlee, J., Thorpe, K., & Stacey, P. (2005). Improving learning and teaching in early childhood teacher education: A focus on personal epistemology. In Higher Education in a Changing World: Proceedings of the 2005 Annual International


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Conference of the Higher Education Research and Development Society of Australasia Inc (Herdsa) (pp. 60-67). Higher Education Research and Development Society of Australasia-HERDSA.

Buehl, M. M. (2008). Assessing the multidimensionality of students' epistemic beliefs across diverse cultures. In *Knowing, knowledge and beliefs: Epistemological studies across diverse cultures* (pp. 65-112). Dordrecht: Springer Netherlands.

Chai, C. S. (2010). Teachers' Epistemic Beliefs and Their Pedagogical Beliefs: A Qualitative Case Study among Singaporean Teachers in the Context of ICT-Supported Reforms. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 9(4), 128-139.

Chan, K. W., & Elliott, R. G. (2004). Relational analysis of personal epistemology and conceptions about teaching and learning. *Teaching and teacher education*, *20*(8), 817-831.

Chen, J. A. (2012). Implicit theories, epistemic beliefs, and science motivation: A person-centered approach. *Learning and Individual Differences*, 22, 724-735. DOI: 10.1016/j.lindif.2012.07.013.

Chen, J. A. (2012). Implicit theories, epistemic beliefs, and science motivation: A person-centered approach. *Learning and Individual Differences*, 22, 724-735. DOI: 10.1016/j.lindif.2012.07.013.

Chen, Y. C., Benus, M. J., & Yarker, M. B. (2016). Using models to support argumentation in the science classroom. *The American Biology Teacher*, 78(7), 549-559.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2004.01.004.

Deniz, H. (2011). Examination of changes in prospective elementary teachers' epistemological beliefs in science and exploration of factors meditating that change. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 750-760.

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.

Ferguson, L. E., & Bråten, I. (2013). Student profiles of knowledge and epistemic beliefs: Changes and relations to multiple-text comprehension. *Learning and Instruction*, 25, 49-61.

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). An introduction to epistemic cognition. *Handbook of epistemic cognition*, 1-15.

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.

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.

Hammer, D. (1995). Epistemological considerations in teaching introductory physics. *Science Education*, 79(4), 393-413.

Hazlett, A. (2016). What does "epistemic". Episteme, 13(4), 539.

Hofer, B. K. (2001). Personal epistemology research: Implications for learning and teaching. *Educational Psychology Review*, 13, 353–383. DOI: 10.1023/A :1011965830686

Hofer, 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. DOI: 10.3102/00346543067001088

Hogan, K. (2000). Exploring a process view of students' knowledge about the nature of science. *Science education*, *84*(1), 51-70.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Jehng, J. C. J., Johnson, S. D., & Anderson, R. C. (1993). Schooling and students' epistemological beliefs about learning. *Contemporary educational psychology*, 18(1), 23-35.

Johnson, K., & Willoughby, S. (2018). Changing epistemological beliefs with nature of science implementations. *Physical Review Physics Education Research*, 14(1), 010110.

Kalman, C. S., Sobhanzadeh, M., Thompson, R., Ibrahim, A., & Wang, X. (2015). Combination of interventions can change students' epistemological beliefs. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 11(2), 020136.

Kampa, N., Neumann, I., Heitmann, P., & Kremer, K. (2016). Epistemological beliefs in science—a person-centered approach to investigate high school students' profiles. *Contemporary educational psychology*, *46*, 81-93.

Kardash, C. M., & Howell, K. L. (2000). Effects of epistemological beliefs and topic-specific beliefs on undergraduates' cognitive and strategic processing of dual-positional text. *Journal of Educational psychology*, 92(3), 524.

Kardash, C. M., & Scholes, R. J. (1996). Effects of preexisiting beliefs, epistemological beliefs, and need for cognition on interpretation of controversial issues. *Journal of Educational psychology*, 88(2), 260.

Kerwer, M., & Rosman, T. (2020). Epistemic change and diverging information: How do prior epistemic beliefs affect the efficacy of short-term interventions. *Learning and Individual Differences,* 80, 101886.

Kienhues, D., Bromme, R., & Stahl, E. (2008). Changing epistemological beliefs: The unexpected impact of a short‐term intervention. *British Journal of Educational Psychology*, 78(4), 545-565. DOI: 10.1348/000709907X268589

Kitchener, R. F. (2002). Folk epistemology: An introduction [Editorial]. *New Ideas in Psychology,* 20(2-3), 89–105. https://doi.org/10.1016/S0732-118X(02)00003-X

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. DOI: 10.3200/ JOER.102.4.243-256

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Kuhn, D., Cheney, R., & Weinstock, M. (2000). The development of epistemological understanding. *Cognitive development*, 15(3), 309-328.

Lederman, N., & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of the nature of science. In The nature of science in science education: *Rationales and strategies* (pp. 83-126). Dordrecht: Springer Netherlands.

Lee, S. W. Y., Luan, H., Lee, M. H., Chang, H. Y., Liang, J. C., Lee, Y. H., ... & Tsai, C. C. (2021). Measuring epistemologies in science learning and teaching: A systematic review of the literature. *Science Education*, 105(5), 880-907.

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.

Lunn Brownlee, J., Ferguson, L. E., & Ryan, M. (2017). Changing teachers' epistemic cognition: A new conceptual framework for epistemic reflexivity. *Educational Psychologist*, *52*(4), 242-252.

Lunn Brownlee, J., Ferguson, L., Scholes, L., McDonald, S., Stahl, G., Comber, B., & Mills, R. (2020). Middle school students' science epistemic beliefs: Implications for measurement. *International Journal of Educational Research*, *105*, 1-11.

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. http://doi.org/10.1007/s11251-012-9210-0

McKenney, S., & Reeves, T. (2018). Conducting educational design research. Routledge.

McNeill, K. L., & Pimentel, D. S. (2010). Scientific discourse in three urban classrooms: The role of the teacher in engaging high school students in argumentation. *Science Education*, 94(2), 203-229.

Muis, K. R. (2007). The role of epistemic beliefs in self-regulated learning. *Educational psychologist*, 42(3), 173-190. DOI: 10.1080/00461520701416306

Muis, K. R., Bendixen, L. D., & Haerle, F. C. (2006). Domain-generality and domain-specificity in personal epistemology research: Philosophical and empirical

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

reflections in the development of a theoretical framework. *Educational Psychology Review*, 18, 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.

Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of research in science teaching*, 41(10), 994-1020.

Perry, W. G. (1970). Forms of Intellectual and Ethical Development in the College Years: A Scheme, Holt, Rinehart and Winston, New York.

Peter, J., Rosman, T., Mayer, A. K., Leichner, N., & Krampen, G. (2016). Assessing epistemic sophistication by considering domain-specific absolute and multiplicistic beliefs separately. *British Journal of Educational Psychology*, 86(2), 204-221

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.

Polit, D. F., & Hunger, B.P. (2013). Nursing research: principle & method(8th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

Price, C. A., & Lee, H. S. (2013). Changes in participants' scientific attitudes and epistemological beliefs during an astronomical citizen science project. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(7), 773-801.

Qian, G., & Alvermann, D. (1995). Role of epistemological beliefs and learned helplessness in secondary school students' learning science concepts from text. *Journal of educational psychology*, 87(2), 282.

Rongbutsri, 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. *Jornal of education Khonkaen university* . 44(1), 13-33.

Rosman, T., Mayer, A. K., Merk, S., & Kerwer, M. (2019). On the benefits of 'doing science': Does integrative writing about scientific controversies foster epistemic beliefs?. *Contemporary educational psychology,* 58, 85-101.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Ryan, M. P. (1984). Conceptions of prose coherence: Individual differences in epistemological standards. *Journal of Educational Psychology*, 76(6), 1226.

Sandoval, W. (2014). Conjecture mapping: An approach to systematic educational design research. *Journal of the learning sciences*, 23(1), 18-36.

Sandoval, W. A. (2004). Developing learning theory by refining conjectures embodied in educational designs. *Educational psychologist*, 39(4), 213-223.

Schiefer, J., Golle, J., Tibus, M., Herbein, E., Gindele, V., Trautwein, U., & Oschatz, K. (2020). Effects of an extracurricular science intervention on elementary school children's epistemic beliefs: A randomized controlled trial. *British Journal of Educational Psychology*, *90*(2), 382-402

Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of educational psychology*, 82(3), 498.

Schommer, M. (1994). Synthesizing epistemological belief research: Tentative understandings and provocative confusions. *Educational Psychology Review*, 6, 293–319. https://doi.org/10.1007/BF02213418

Sengul, O., Enderle, P. J., & Schwartz, R. S. (2020). Science teachers' use of argumentation instructional model: linking PCK of argumentation, epistemological beliefs, and practice. *International Journal of Science Education*, 42(7), 1068-1086.

Silverman, J. C. (2007). Epistemological beliefs and attitudes toward inclusion in pre-service teachers. Teacher education and special education, 30(1), 42-51.

Songer, N. B., & Linn, M. C. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration?. *Journal of research in science teaching*, 28(9), 761-784.

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.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Trevors, G. J., Muis, K. R., Pekrun, R., Sinatra, G. M., & Muijselaar, M. M. (2017). Exploring the relations between epistemic beliefs, emotions, and learning from texts. *Contemporary Educational Psychology*, 48, 116-132.

Tsai, C. C., Ho, H. N. J., 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(6), 757-769.

Tsai, C.-C., & Liu, S.-Y. (2005). Developing a multi-dimensional instrument for assessing students' epistemological views toward science. International *Journal of Science Education*, 27, 1621–1638.

Valanides, N., & Angeli, C. (2005). Effects of instruction on changes in epistemological beliefs. *Contemporary Educational Psychology*, *30*(3), 314-330.

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.

West, E. J. (2004). Perry's legacy: Models of epistemological development. *Journal of adult development*, 11, 61-70.

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.

Wu, Y. T., & Tsai, C. C. (2011). High school students' informal reasoning regarding a socio-scientific issue, with relation to scientific epistemological beliefs and cognitive structures. *International Journal of Science Education*, 33(3), 371-400.

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.

Yang, F. Y., Chang, C. C., Chen, L. L., & Chen, Y. C. (2016). Exploring learners' beliefs about science reading and scientific epistemic beliefs, and their relations with science text understanding. *International Journal of Science Education*, *38*(10), 1591-1606.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Yang, F. Y., Liu, S. Y., Hsu, C. Y., Chiou, G. L., Wu, H. K., Wu, Y. T., ... & Tsai, C. C. (2018). High-school students' epistemic knowledge of science and its relation to learner factors in science learning. *Research in Science Education*, 48, 325-344.

กอบแก้ว สิงหเนตรวัฒน์ และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2555. การศึกษาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และ ความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในแรงจูงใจกับการเปลี่ยนแปลงมโนมติ เรื่องการรักษาดุลยภาพของเซลล์ ชั้น มัธยมศึกษา ปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ Predict-Observe-Explain (POE). *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 35(2), 7-15.

กาญจนา มหาลี. (2553). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด.กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จีระวรรณ เกษสิงห์. (2565). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์: วิถีปฏิบัติสู่การพัฒนาตัวเอง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์.

ชนิดา จิตตรุทธะ. (2552). ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณกับระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ: ความแตกต่างของความเชื่อทางญาณวิทยา *วารสารการจัดการสมัยใหม่*, 7(2), 13-26.

ชลิตา จูงพันธ์ (2566). *เรื่องเล่าของวิทยาศาสตร์:ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการสื่อสารวิทยา.ศาสตร์กับสังคมไทย* กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2563). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เคมี*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์

เชษฐา แก้วพรหม. (2556). การพัฒนาทักษะสะท้อนคิดของนักศึกษาพยาบาลด้วยการเขียนบันทึกการเรียนรู้ในรายวิชาการสอนและการให้คำปรึกษาทาง*สุขภาพ. วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้าจันทบุรี*, 24(2), 12-20.

ญาณพัฒน์ พรมประสิทธิ์ นฤมล ยุตาคม และ พัฒนี จันทรโรทัย. (2551). การรับรู้ของครูและนักเรียนเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนเรื่องความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต.*วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์ (สาขาสังคมศาสตร์),* 29(1),1-10

ณภัทร พระโพธิ์วังซ้าย. (2560). ผลของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR).

ทรงพล ผดุงพัฒนากูล, (2564). ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์สาขาการสอนเคมี. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 36(1). 16-31

ปริณดา ลิมปานนท์. (2547). การศึกษาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR).

ปิยาภรณ์ พุ่มแก้ว. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสะท้อนคิดของนักศึกษาครู. *วารสารการวัดผลทางการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *25*(1), 188-205.

พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2552). สอนวิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็น. *วารสารวิทยาศาสตร์*, 63(1), 84-89

พัชราภร พูลบุญ และ ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์. (2564). การพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมความสามารถในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์. *วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ*, 6(3), 387-403.

มยุรฉัตร ยลวิลาศ และปาริชาติ แสนนา. (2563). การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และความเชื่อทางญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 7 : นวัตกรรมการเรียนรู้สู่การพัฒนาชุมชน* (น.296 - 306) บัณฑิตมหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา

รัฐพงศ์ วงค์เขื่อนแก้ว. (2564). ผลการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR).

ลือชา ลดาชาติ. (2561). *การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิทยาศาสตร์: ประวัติศาสตร์ ปรัชญา และการศึกษา*(พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชญาดา นวนิจบำรุง และสลา สามิภักดิ์. (2562). ความเชื่อของครูวิทยาศาสตร์: ทบทวนวรรณกรรมและแนวทาง การศึกษา. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 10(2), 300-314.

วิษนุกร นามมุงคุณ ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ และ Fang-Ying Yang. (2563). ความเชื่อว่าด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนปลาย. *CMU Journal of Education*, 4(1), 37-49.

ศิราณี เก็จกรแก้ว. (2552). การจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติโดยวิธีการส่งเสริมการสะท้อนคิด. *วารสารการพยาบาลและสุขภาพ*, 3(3): 10-17

ศิริชัย กาญจนวาสี.(2560). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (classical test theory)*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิรินนภา กิจเกื้อกูล (2566). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). พิษณุโลก: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ (2553). ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตรผลิตครู 5 ปี.วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ, ชาตรี ฝ่ายคำตา, และ พจนารถ สุวรรณธุจิ. (2560). ความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 38(3), 704-716.

สาวิตรี สิทธิชัยกานต์, มารุต พัฒผล, วิชัย วงษ์ใหญ่, & โชติมา หนูพริก. (2560). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์สำหรับครูระดับมัธยมศึกษา. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts*, 10(2), 1076-1088.

สุวิมล ว่องวาณิช. (2566). *การวิจัยออกแบบทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์

อมรรัตน์ ท้วมรุ่งโรจน์. (2560). ข้อพึงระวังในการใช้แบบสอบถามสำหรับเก็บข้อมูลจากแหล่งเดียวในบริบทของประเทศเอเชีย ตะวันออก. *วารสารวิชาการบริหารธุรกิจ*, 6(2), 11-23.

เอกภูมิ จันทรขันตี. (2559). การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 11(1), 217-232.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ภาคผนวก ก

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย**
**แบบสอบถามความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

1. **รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังธนกานนท์**
   ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
   ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัด และประเมินผล
2. **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา สุรเศรษฐ**
   ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
   ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา
3. **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์**
   ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
   ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ (ธรรมชาติวิทยาศาสตร์)
4. **อาจารย์ ดร.สุรยศ ทรัพย์ประกอบ**
   สาขาวิชาฟิสิกส์ วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
   ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ (ธรรมชาติวิทยาศาสตร์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประชุมสนทนากลุ่มเพื่อประเมินควาเหมาะสม**
**และความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ**

1. **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มิ่งขวัญ ภาคสัญไชย**

   คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. **ดร.เพียรกิจ นิมิตรดี**

   ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพะเยาวิทยาคม

3. **ดร.กรกนก เลิศเดชาภัทร**

   ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ภาคผนวก ข
# ต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อ
# ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อ ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู

**อนุรักษ์ นิลหุต**

**อาจารย์ที่ปรึกษา**

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ**

**ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สุวิมล ว่องวาณิช**

ต้นแบบนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดและหลักการออกแบบต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู สาขาวิชาวิธีวิทยาพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# คำนำ

ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความหมายครอบคลุมความเชื่อทางแนวคิดปรัชญาในสาขาญานวิทยา ซึ่งเป็นปรัชญาที่ว่าด้วยธรรมชาติความรู้และการให้เหตุผลของความรู้ในมนุษย์ แนวคิดในปรัชญาประกอบด้วย ความเชื่อเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (the known) และ ความเชื่อเกี่ยวกับวิธีการเข้าถึงความรู้ด้วยวิธีการทางวิยาศาสตร์ (the knowing) เมื่อนำสองลักษณะมารวมกันจึงสรุปความหมายของความเชื่อได้ว่า แนวคิดของครูที่ยอมรับและยึดถือเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ พัฒนาการความรู้ (development) ความแน่นอนของความรู้ (certainty) และลักษณะธรรมชาติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ แหล่งความรู้ (source) และการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification)

แม้ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวคิดหรือมุมมองของส่วนบุคคล แต่ก็มีงานวิจัยในอดีตก็แสดงให้เห็นว่า ความเชื่อของบุคคลสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้น การพัฒนาวิธีการปรับเปลี่ยนความเชื่อเป็นสิ่งที่สามารถจะกระทำได้ ผู้วิจัยจึงมีความมุ่งหวังที่จะเสนอต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ โดยมีเป้าหมายเพื่อปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ซับซ้อนขึ้น อันเป็นส่วนหนึ่งของการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์นี้ จะช่วยให้ครู อาจารย์ นักวิจัย นำกิจกรรมในต้นแบบไปใช้ในการส่งเสริมความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิต นักศึกษาครู หรือแม้กระทั่งประยุกต์ใช้กับนักเรียนในระดับมัธยม ให้ซับซ้อนขึ้น

**นายอนุรักษ์ นิลหุต**

## ทำไมต้องปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิต นักศึกษาครู ?

ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูมีส่วนสำคัญต่อกระบวนการที่ครูนำมาใช้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Liang & Tsai, 2010; Muis et al., 2006; Tsai et al., 2011, Wu et al., 2020) ผลการวิจัยในอดีต พบว่าระดับความเชื่อด้านความรู้สามารถทำนายพฤติกรรมการสอนของครูได้ (Ekinci, 2017) นอกจากนั้น การศึกษาของ Wu et al. (2021) ได้แสดงให้เห็นว่าความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญกับกลยุทธ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (science-specific PCK) และความเชื่อในการสอนวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู (science teaching beliefs) กล่าวคือ หากครูหรือนักศึกษาครูมีระดับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ในระดับพื้นฐาน ก็จะส่งให้ครูมีไม่มีความมั่นใจในการสอนวิทยาศาสตร์ และมีกลยุทธ์ในการสอนที่ไม่หลากหลายได้ ดังนั้นการศึกษาความเชื่อของครูวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยผลลัพธ์ของการศึกษาความเชื่อของครูวิทยาศาสตร์ อาจทำให้เพิ่มการค้นพบคำตอบของคำถามที่ว่า “จะทำอย่างไร เพื่อปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น” (วิชญาดา นวกิจบำรุง และสลา สามิภักดิ์, 2562)

จากความสำคัญข้างต้น จึงนำไปสู่การกำหนดประเด็นวิจัยเพื่อพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific epistemic beliefs) และสำรวจประเภทความเชื่อของนิสิตนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ระหว่างเตรียมพร้อมในการที่จะเป็นครูวิทยาศาสตร์ในอนาคต ผลการวิจัยที่ศึกษาบริบทนิสิตครูวิทยาศาสตร์ในวิชาเอกที่แตกต่างกันของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง พบว่า ระดับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ของนิสิตสามารถจำแนกเป็นประเภทตามความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4 ประเภท คือ ประเภทความเชื่อเรียบง่าย ประเภทความเชื่อแบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ ประเภทความเชื่อซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้ ประเภทความเชื่อซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ นิสิตครูวิทยาศาสตร์แต่ละประเภทความเชื่อมีมิติความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระดับง่ายแตกต่างกันไป (อนุรักษ์ นิลหุต, กนิษฐ์ ศรีเคลือบ สุวิมล ว่องวาณิช, 2566) ซึ่งมิติความเชื่อใดที่อยู่ในระดับง่าย จำเป็นต้องปรับหรือพัฒนาให้ความเชื่อนั้นมีระดับซับซ้อนขึ้น อันเป็นส่วนหนึ่งของการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สำหรับการพัฒนาต้นแบบตัวแทรกแซงเพื่อปรับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้เลือกวิธีวิทยาการวิจัยการออกแบบซึ่งมีจุดเน้นที่การสร้างความรู้จากการวิจัยเพื่อให้ได้หลักการออกแบบ รวมทั้งวิธีการปรับความเชื่อของครูให้เหมาะสม ซึ่งจะนำเสนอในส่วนของต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทต่าง ๆ ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## ความหมายของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

**ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific epistemic belief)** หมายถึง แนวคิดของครูที่ยอมรับและยึดถือเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ และลักษณะธรรมชาติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 4 มิติคือ พัฒนาการความรู้ (development) ความแน่นอนของความรู้ (certainty) แหล่งความรู้ (source) และการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification)

**Scientific epistemic belief construct**

| ลักษณะธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ |
| --- |
| ■ ความแน่นอนของความรู้ (certainty) |
| ■ พัฒนาการความรู้ (development) |
| **ลักษณะธรรมชาติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์** |
| ■ แหล่งความรู้ (source) |
| ■ การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification) |

## มิติของความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

**พัฒนาการความรู้ (development)** หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไปจนถึงการมองว่าความรู้ไม่คงที่ และเปลี่ยนแปลงได้ หากต้องพัฒนาให้นิสิตครูมีความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในมิติพัฒนาการของความรู้ให้ซับซ้อนขึ้น โดยควรพัฒนาให้นิสิตครูเชื่อ ดังนี้

- ☑ *การพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์ อาจจะได้คำตอบที่ไม่แน่ชัดก็ได้ โดยการศึกษาหาความรู้วิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี เช่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ความบังเอิญ การทดลองโดยวิธีคิด (thought experiment) การต่อยอดความรู้*
- ☑ *แม้นักวิทยาศาสตร์คิดว่าข้อสรุปบางเรื่องถูกต้องแล้ว แต่ในอนาคตนักวิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนความคิดได้*
- ☑ *มีบางคำถามหรือปัญหาที่แม้แต่นักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถตอบได้*
- ☑ *บางครั้งความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์แล้ว ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ อาจถูกหักล้างหรือเพิ่มเติมให้สมบูรณ์มากขึ้นจากหลักฐานหรือการแปลข้อมูลใหม่*
- ☑ *การค้นพบสิ่งใหม่ สามารถเปลี่ยนความรู้วิทยาศาสตร์เดิมที่มีอยู่ได้*
- ☑ *ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นแทนที่ความรู้เดิมได้*
- ☑ *ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบหรือหลักฐานใหม่ ๆ ได้*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ความแน่นอนของความรู้ (certainty)** หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่ามีคำตอบที่ถูกต้องของวิทยาศาสตร์มีเพียงคำตอบเดียว ความรู้เป็นเรื่องที่ถูกหรือผิดเท่านั้น หรือมีความมองว่าคำตอบสำหรับวิทยาศาสตร์สามารถมีคำตอบที่หลากหลายได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา หากต้องพัฒนาให้นิสิตครูมีความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในมิติความแน่นอนของความรู้ให้ซับซ้อนขึ้น ควรพัฒนาให้นิสิตครูเชื่อ ดังนี้

- ☑ *ชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ไม่ควรใช้การสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว ควรมีแบบแผนของกิจกรรมที่หลากหลาย และมีวิธีการคาดคะเนคำตอบหลากหลายวิธี*
- ☑ *ข้อมูลที่อ้างอิงว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องจริงทุกอย่าง ข้อมูลอาจสร้างขึ้นมาเพื่อบิดเบือนหรือสนับสนุนความเชื่อบางอย่าง หรือข้อมูลอาจมีการเปลี่ยนแปลงในภายหลังได้*
- ☑ *ไม่ใช่ความรู้ทุกเรื่องที่พิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญเป็นเรื่องจริง เพราะวิทยาศาสตร์ไม่ได้เป็นความจริงที่ เมื่อมีการค้นพบหลักฐานใหม่ ความรู้ก็อาจเปลี่ยนแปลงได้*
- ☑ *คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อาจมีหลายคำตอบที่เป็นไปได้ อาจไม่ได้ถูกต้องได้เพียงแบบเดียว*
- ☑ *นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีคำตอบทุกเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเวลาผ่านไป*
- ☑ *ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้เป็นสิ่งที่ถูกต้อง ข้อค้นพบใหม่สามารถหักล้างข้อค้นพบที่คิดว่าถูกต้องในอดีตได้*

**แหล่งความรู้ (source)** หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าความรู้ไม่เกิดจากตนเอง ความรู้เกิดจากแหล่งข้อมูลภายนอก จากการถ่ายทอดโดยผู้รู้ หรือผู้ที่มีเกี่ยวข้องในวิทยาศาสตร์ หรือมองว่าความรู้สามารถเกิดได้โดยตัวผู้เรียนเอง ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม หากต้องพัฒนาให้นิสิตครูมีความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในมิติแหล่งความรู้ให้ซับซ้อนขึ้น ควรพัฒนาให้นิสิตครูเชื่อ ดังนี้

- ☑ *เมื่อนิสิตครูได้รับความรู้จากอาจารย์ที่แตกต่างจากตนเอง ไม่ควรเชื่ออาจารย์มากกว่าตนเองทันที หากปราศจากการตั้งคำถามและอภิปรายความรู้กับอาจารย์ได้ผ่านหลักฐานใหม่ที่สามารถชี้ให้เห็นได้ว่าความรู้จากอาจารย์นั้นอาจคลาดเคลื่อน*
- ☑ *เมื่อเกิดความสงสัยหรือไม่แน่ใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หนังสือเรียนเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่ให้คำตอบดีที่สุด แม้ว่าหนังสือเรียน(textbook) จะเป็นแหล่งความรู้ที่ดีของวิทยาศาสตร์ แต่ก็อาจมีจุดผิดพลาดได้ ควรตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้อื่น เช่น หนังสือเรียนสำนักพิมพ์อื่น ๆ งานวิจัย หรือบทความวิทยาศาสตร์เป็นต้น*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- ☑ *ไม่ได้มีเพียงนักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สามารถมั่นใจได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริงในวิทยาศาสตร์ แม้ว่านักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ แต่ความรู้ก็อาจไม่ครอบคลุมและมีจุดผิดพลาดได้ สิ่งสำคัญต้องตรวจสอบข้อมูล การค้นพบของนักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์ หรือเปรียบเทียบกับแหล่งข้อมูล ความคิดเห็นอื่น ๆ*
- ☑ *บุคคล ทุกคนไม่จำเป็นต้องเชื่อในทุกความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์บอกทันที ทุกคนสามารถตั้งคำถาม โต้แย้งความรู้ที่ได้รับ ผ่านหลักฐานใหม่ที่ชี้ให้เห็นว่าความรู้วิทยาศาสตร์ผิดได้*
- ☑ *หากผลการทดลองของนักเรียนต่างจากผลการทดลองที่ระบุไว้ในคู่มือครู ไม่ได้แสดงว่าการทำการทดลองผิดพลาดเสมอไป วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลง เป็นโอกาสดีที่ครูจะตั้งคำถาม แล้วให้นักเรียนได้ลองสืบค้นหาคำตอบว่าทำไมผลการทดลองจึงแตกต่าง*
- ☑ *ความรู้ที่ครูถ่ายทอดในห้องเรียนเป็นสิ่งอาจไม่ถูกต้องที่สุด เพราะวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งชั่วคราว สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีหลักฐาน ข้อสังเกต และการวิจัยใหม่ ๆ เกิดขึ้น*
- ☑ *เมื่อต้องสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ อาจจะใช้ความรู้จากหนังสือเพียงแหล่งเดียวไม่เพียงพอ เพราะวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีแหล่งความรู้เพิ่มเติม เพื่อฝึกทักษะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน*

**การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ (justification)** หมายถึง ระดับมุมมองของบุคคลที่มองว่าการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ต้องเกิดจากการอ้างเหตุผลผ่านการสังเกต และยืนยันจากผู้รู้ภายนอกหรือบนพื้นฐานที่รู้สึกว่าถูกต้อง จนไปถึงการใช้วิธีการสืบสอบ การประเมินความรู้ และรวบรวมแหล่งที่มาของหลักฐานที่แตกต่างกันให้เกิดเป็นความรู้ หากต้องพัฒนาให้นิสิตครูมีความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในมิตินี้ซับซ้อนขึ้น ควรพัฒนาให้นิสิตครูเชื่อ ดังนี้

- ☑ *บุคคลทุกคนทุกอาชีพสามารถสร้างข้อสรุปหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ไม่จำเป็นต้องมาจากนักวิทยาศาสตร์*
- ☑ *ความรู้วิทยาศาสตร์มีที่มาจากความสงสัย ผ่านการทดลอง หรือการหาคำตอบผ่านกระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์*
- ☑ *ควรประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล/ ความรู้วิทยาศาสตร์ แม้ว่าข้อมูลนั้นมาจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ก็ตาม*
- ☑ *ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ควรตรวจสอบได้จากการทดลองหรือมีหลักฐานสนับสนุน*
- ☑ *ความรู้วิทยาศาสตร์มีวิธีการตรวจสอบความจริงมากกว่าหนึ่งวิธี*
- ☑ *ทุกคนสามารถสร้างองค์ความรู้หรือค้นหาความรู้จากคำถามที่สงสัย และลงมือทดลองด้วยตนเอง*
- ☑ *วิธีที่ดีที่จะรู้ว่าสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นสิ่งที่ถูกต้องควรมีหลักฐานสนับสนุน*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## ขั้นตอนการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู

การพัฒนาความเชื่อของนิสิตครู จำเป็นต้องวัดความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเป็นลำดับแรก เพื่อจัดประเภทความเชื่อของนิสิตครู จากนั้นเลือกต้นแบบวิธีการปรับความเชื่อที่เหมาะสมกับความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป

1. **ผลจากการวัดและประเมินระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**
2. **การพัฒนาต้นแบบให้เหมาะสมกับประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์**

**ขั้นตอนที่ 1 ผลการวัดและประเมินผลระดับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

- วัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

**แบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

อนุรักษ์ นิลหุต, กนิษฐ์ ศรีเคลือบ, สุวิมล ว่องวาณิช (2566). การพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้

- แปลผลระดับความเชื่อ และจัดประเภทความเชื่อความเชื่อด้านความรู้ของนิสิตครู

**ผลลัพธ์** ความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ

**ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

- สร้างหลักการออกแบบ และออกแบบกิจกรรมภายใต้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด การสะท้อนคิดแบบชัดแจ้ง การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
- นำกิจกรรมที่สร้างขึ้นมาพัฒนาต้นแบบวิธีปรับความเชื่อที่จำแนกตามประเภทความเชื่อ
- นำต้นแบบไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความเชื่อด้านวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู

**ผลลัพธ์** ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

**ประเภทความเชื่อของนิสิตครู และประเด็นที่ควรพัฒนาให้กับนิสิตที่มีความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ**

ประเด็นจากผลวิจัยจำแนกตามประเภทของนิสิต พบว่า 1) นิสิตมีระดับความเชื่อเรียบง่ายหรือซับซ้อนแตกต่างกันไปในแต่ละมิติความเชื่อ 2) ในแต่ละประเภทความเชื่อมีอย่างน้อยหนึ่งมิติที่ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับเรียบง่าย ดังนั้น มิติใดที่อยู่ในระดับเรียบง่ายจำเป็นจะต้องปรับให้ซับซ้อนขึ้น รายละเอียดภูมิหลัง และประเด็นระดับความเชื่อเรียบง่ายที่ต้องพัฒนา มีตามตารางดังนี้

**ตารางที่ 1 ประเด็นผลวิจัยของนิสิตครูจำแนกตามประเภทความเชื่อ**

| ลักษณะความเชื่อ | ประเด็นจากผลวิจัย |
|---|---|
| **นิสิตกลุ่มที่ 1** ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย (simple SEB) เป็นนิสิตครูที่ยังไม่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ส่วนใหญ่มีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียนไม่เกิน 2 ปี สอนด้านวิทยาศาสตร์สายคำนวณ ได้แก่ ฟิสิกส์และเคมีเป็นส่วนใหญ่ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลาง | |
| **ความแน่นอนของความรู้** (ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ที่พิสูจน์ที่มาจากนักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญเป็นเรื่องจริงแท้ ยึดแบบแผนของกิจกรรมที่เป็นวิทยาศาสตร์ชัดเจน ความรู้ต้องถูกตัดสินเป็นเพียงสองด้านหรือเป็นเรื่องที่ถูกผิด และความรู้ หรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะมีคำตอบที่ถูกต้องได้เพียงแบบเดียว และความรู้ใดๆ ที่พิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญเป็นเรื่องจริง และเชื่อมั่นว่านักวิทยาศาสตร์ต้องมีคำตอบให้กับทุกเรื่องของวิทยาศาสตร์ โดยขาดความเข้าใจที่ว่าคำตอบสำหรับวิทยาศาสตร์สามารถมีคำตอบที่หลากหลายได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา |
| **พัฒนาการความรู้** (ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่ไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อพยายามหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องได้รับคำตอบที่แน่ชัด ไม่ได้มองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพิสูจน์จากนักวิทยาศาสตร์แล้วก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งจากการค้นพบหลักฐานใหม่ หรือเทคโนโลยีใหม่ที่พัฒนาขึ้นมา นอกจากนั้นนิสิตครูอาจไม่ได้มีมุมมองว่า |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ลักษณะความเชื่อ | ประเด็นจากผลวิจัย |
|---|---|
| | การพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ทางวิทยาศาสตร์ อาจจะได้คำตอบที่ไม่แน่ชัด แม้ว่าวิทยาศาสตร์จะอาศัยการสังเกต การทดลอง และการใช้เหตุผล แต่กระบวนการนี้ไม่สามารถให้คำตอบที่แน่นอนได้เสมอไป เนื่องจากการสังเกตและการทดลองไม่สามารถครอบคลุมทุกแง่มุมของธรรมชาติ นอกจากนี้ การใช้ศึกษาด้วยวิธีที่ต่างกันอาจนำไปสู่คำตอบที่ขัดแย้งกันได้ |
| **แหล่งความรู้**<br>(ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้รับมาจากแหล่งความรู้ภายนอกเท่านั้น เช่น จากหนังสือเรียน ผู้รู้ อาจารย์ผู้สอน หากความรู้ที่ตนเชื่อว่าถูกขัดแย้งกับอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญ จะเลือกเชื่อความรู้จากผู้อื่นมากกว่าตนเอง ไม่ได้สนใจแหล่งความรู้ที่หลากหลาย และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากการสังเกต ตั้งคำถาม และศึกษาจากหลักฐานต่าง ๆ คิดว่าทุกคนต้องเชื่อในทุกความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์บอก เนื่องจากยึดติดว่านักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สามารถมั่นใจได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริงในวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้น นิสิตยังเชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ที่นิสิตได้ถ่ายทอดในห้องเรียนเป็นสิ่งที่ถูกต้องที่สุ |
| **การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้**<br>(ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าว่าการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ต้องเกิดจากการอ้างเหตุผลจากนักวิทยาศาสตร์ ไม่ได้สนใจวิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้เช่น กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือหลักฐานที่มาสนับสนุนความรู้นั้น และมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ต้องตรวจสอบ หรือจำเป็นต้องประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่จำเป็นต้องตรวจสอบจากการทดลองหรือการใช้หลักฐานสนับสนุน หรือไม่ให้ความสำคัญวิธีการตรวจสอบความจริงที่หลากหลาย และมีมุมมองว่าไม่ใช่ทุกคนที่สามารถสร้างองค์ความรู้หรือค้นหาความรู้จากคำถามที่สงสัย และลงมือทดลองด้วยตนเอง |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ลักษณะความเชื่อ | ประเด็นจากผลวิจัย |
|---|---|
| **นิสิตกลุ่มที่ 2 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้** เป็นนิสิตครูที่มีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียนหลากหลาย บางส่วนผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ส่วนใหญ่เป็นนิสิตด้านเคมี และวิทยาศาสตร์ทั่วไป และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูง | |
| **ความแน่นอนของความรู้** (ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ถูกต้องเสมอ โดยความรู้ที่พิสูจน์จากนักวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญเป็นเรื่องจริงแท้ อีกทั้งเชื่อมั่นว่านักวิทยาศาสตร์ต้องมีคำตอบให้กับทุกเรื่องของวิทยาศาสตร์ ความรู้ต้องถูกตัดสินเป็นเพียงสองด้านหรือเป็นเรื่องที่ถูกผิด และความรู้ หรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะมีคำตอบที่ถูกต้องได้เพียงแบบเดียว โดยขาดความเข้าใจที่ว่าคำตอบสำหรับวิทยาศาสตร์สามารถมีคำตอบที่หลากหลายได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา จึงยึดแบบแผนของกิจกรรมและคำตอบที่ชัดเจน รวมไปถึงการคาดหวังผลการทดลองที่ถูกต้องแบบเดียว |
| **พัฒนาการความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบ หลักฐานใหม่ ๆ หรือเทคโนโลยีที่ทันสมัย โดยความรู้วิทยาศาสตร์บางเรื่องที่ได้รับการพิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์แล้ว ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ |
| **แหล่งความรู้** (ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้รับมาจากแหล่งความรู้ภายนอกเท่านั้น เช่น จากหนังสือเรียน ผู้รู้ อาจารย์ผู้สอน หากความรู้ที่ตนเชื่อว่าถูกขัดแย้งกับอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญ จะเลือกเชื่อความรู้จากผู้อื่นมากกว่าตนเอง และเมื่อตนมีโอกาสสอนจะเชื่อว่าความรู้ที่ครูถ่ายทอดในห้องเรียนเป็นสิ่งที่ถูกต้องที่สุด ไม่ได้สนใจแหล่งความรู้ที่หลากหลาย และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากการสังเกต ตั้งคำถาม และศึกษาจากหลักฐานต่าง ๆ คิดว่าทุกคนต้องเชื่อในทุกความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์บอก เนื่องจากยึดติดว่านักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สามารถมั่นใจได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริงในวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้น ยังไม่ยืดหยุนกับข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ เช่น ผลการ |

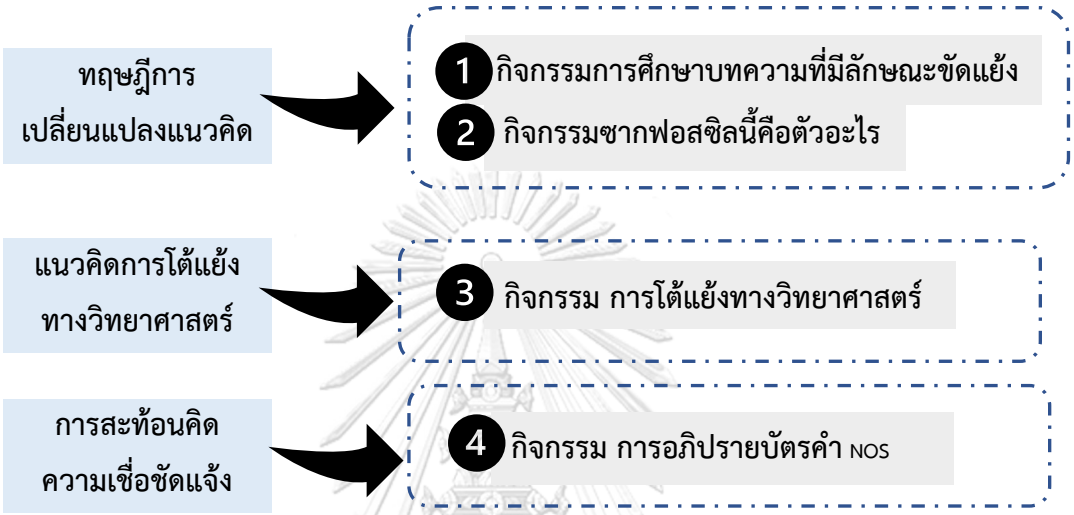
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ลักษณะความเชื่อ | ประเด็นจากผลวิจัย |
|---|---|
| | ทดลองของนักเรียนต่างจากผลการทดลองที่ระบุไว้ในคู่มือครู นิสิตจะเชื่อว่าการทดลองผิดพลาด |
| **การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น เกิดจากการใช้วิธีการสืบสอบ การประเมินหลักฐานต่าง ๆ ให้เกิดเป็นความรู้ได้อย่างมีวิจารณาญาณที่ดี รวบรวมแหล่งที่มาของหลักฐานที่แตกต่างกันให้เกิดเป็นความรู้ และวิทยาศาสตร์สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้มากกว่าหนึ่งวิธี |
| **นิสิตกลุ่มที่ 3 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อน แบบยึดมั่นในความรู้ (Sophisticated SEB with naive certainty)** เป็นนิสิตครูชั้นปีหลายหลาย ส่วนใหญ่เป็นนิสิตชั้นปี 1 และ 2 และมีนิสิตที่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพอยู่ในกลุ่มนี้มากที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น มีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียนมากไปถึงไม่มีเลย ส่วนใหญ่เป็นนิสิตด้านชีววิทยา และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลางถึงสูง | |
| **ความแน่นอนของความรู้** (ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ที่พิสูจน์ที่มาจากนักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญเป็นเรื่องจริงแท้ และยึดแบบแผนความรู้ชัดเจน ความรู้ต้องถูกตัดสินเป็นเรื่องที่ถูกผิด หากถูกต้องจะมีความแน่นอน และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะมีคำตอบที่ถูกต้องได้เพียงแบบเดียว โดยขาดความเข้าใจที่ว่าคำตอบสำหรับวิทยาศาสตร์สามารถมีคำตอบที่หลากหลายได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา |
| **พัฒนาการความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบ หลักฐานใหม่ ๆ หรือเทคโนโลยีที่ทันสมัย โดยความรู้วิทยาศาสตร์บางเรื่องที่ได้รับการพิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์แล้ว ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ |
| **แหล่งความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกิดจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย ไม่อยากยึดติดในหลักฐานใดหลักฐานหนึ่ง หรือไม่เกิดจากจากนักวิทยาศาสตร์หรือผู้รู้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง |
| **การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น เกิดจากการใช้วิธีการสืบสอบ การประเมินหลักฐานต่าง ๆ ให้เกิดเป็นความรู้ได้อย่างมีวิจารณาญาณที่ดี รวบรวมแหล่งที่มาของหลักฐานที่แตกต่างกันให้เกิดเป็นความรู้ และวิทยาศาสตร์สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้มากกว่าหนึ่งวิธี |

| ลักษณะความเชื่อ | ประเด็นจากผลวิจัย |
|---|---|
| **นิสิตกลุ่มที่ 4 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อน แบบยึดมั่นในผู้รู้ (Sophisticated SEB with naive justification)** เป็นนิสิตครูที่ยังไม่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ มีประสบการณ์ในการสอน และไม่มีประสบการณ์การสอนในระหว่างเรียนจำนวนเท่า ๆ กัน เป็นนิสิตแขนงวิทยาศาสตร์ทุกแขนงเท่า ๆ กัน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลาง | |
| **ความแน่นอนของความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้มีความจริงสัมบูรณ์ และเชื่อว่าวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ มีมีแบบแผนของวิธีการหาความรู้ที่หลากหลาย และมีวิธีการคาดคะเนคำตอบหลากหลายวิธีเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาความรู้ |
| **พัฒนาการความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการค้นพบ หลักฐานใหม่ ๆ หรือเทคโนโลยีที่ทันสมัย โดยความรู้วิทยาศาสตร์บางเรื่องที่ได้รับการพิสูจน์โดยนักวิทยาศาสตร์แล้ว ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ |
| **แหล่งความรู้** | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกิดจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย ไม่ยึดติดในหลักฐานใดหลักฐานหนึ่ง หรือไม่ได้เกิดจากจากนักวิทยาศาสตร์หรือผู้รู้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง |
| **การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้** (ระดับง่าย; naive) | นิสิตครูกลุ่มนี้เชื่อว่าว่าการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ต้องเกิดจากการอ้างเหตุผลผ่านการสังเกต ยืนยันจากผู้รู้ภายนอก หากข้อมูลความรู้มาจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ ไม่จำเป็นต้องประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล ไม่ได้ให้ความสำคัญกับวิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้เช่น กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือหลักฐานที่มาสนับสนุนความรู้นั้น และมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ต้องตรวจสอบ หรือจำเป็นต้องประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล และเชื่อว่าไม่ใช่ทุกคนที่สามารถสร้างองค์ความรู้หรือค้นหาความรู้จากคำถามที่สงสัย และลงมือทดลองด้วยตนเอง เนื่องจากข้อสรุปหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากนักวิทยาศาสตร์ |

## ภาพรวมตัวอย่างกิจกรรมการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมออกแบบโดยใช้ 3 แนวคิดเป็นฐานในการกำหนดข้ออ้างเชิงเหตุผล (ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์) ทำให้ได้ผลผลิตของวิจัยออกแบบ คือ แผนที่คาดการณ์ 3 แผนที่ ซึ่งสามารถออกแบบเป็น 4 กิจกรรม มีภาพรวม ดังนี้




## ภาพรวมต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทต่าง ๆ

ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิต มี 4 ต้นแบบ ดังนี้

1. ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย (simple SEB)
2. ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ความเชื่อแบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ (mixed SEB)
3. ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้ (sophisticated SEB with naive certainty)
4. ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้ (sophisticated SEB with naive justification)

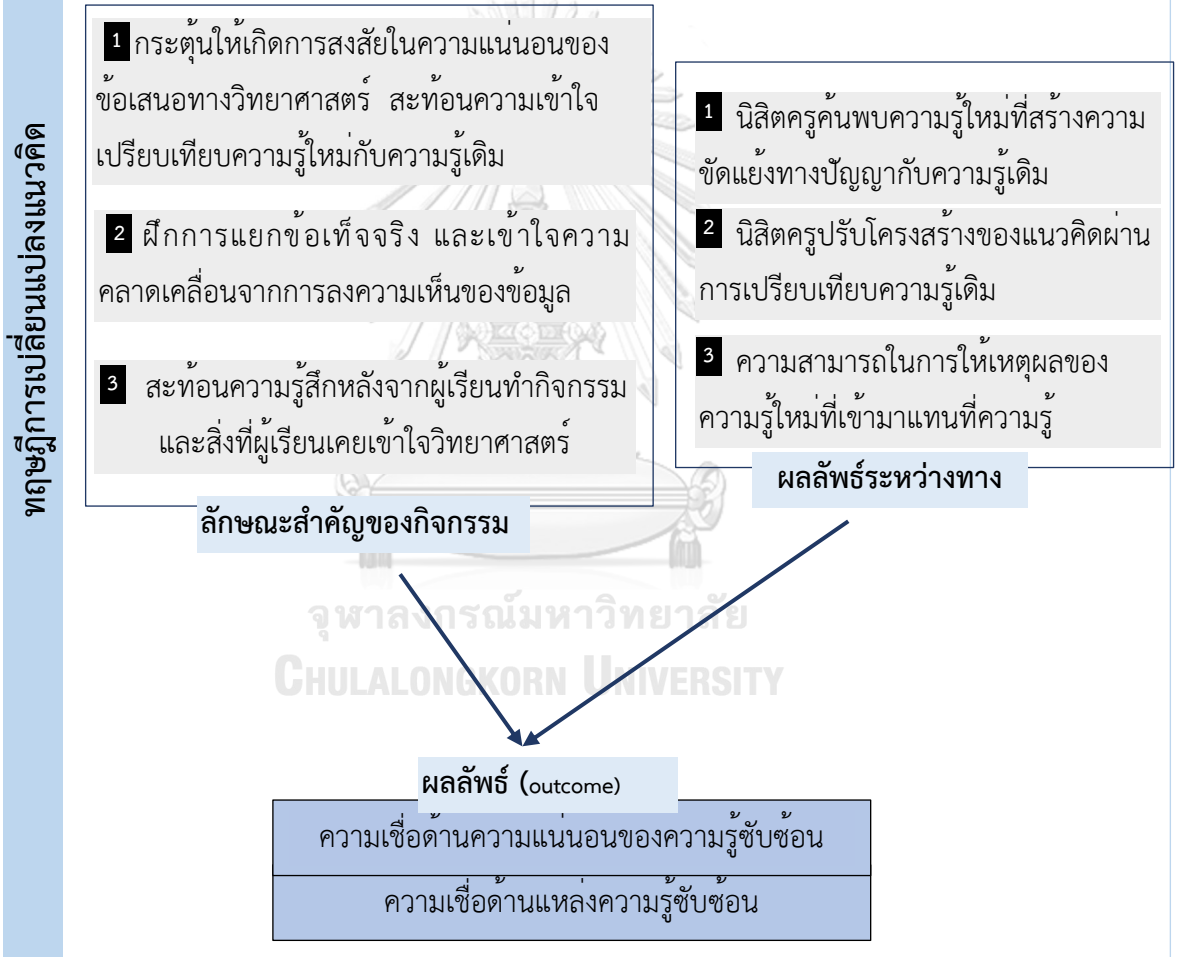
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

## รายละเอียดกิจกรรมการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

### กิจกรรมการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ : ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด

**กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมโดยใช้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด**

การที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ได้ ต้องพัฒนาให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยการปรับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อน โดยการสร้างความขัดแย้งทางปัญญากับความรู้เดิม และการกระตุ้นให้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นมีการบูรณาการความรู้ใหม่เข้ามาแทนที่ความรู้เดิม




จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างจากกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมโดยใช้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด คือ 1) กิจกรรมที่ 1 การศึกษาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง 2) กิจกรรมที่ 2 ซากฟอสซิลนี้คือตัวอะไร

# กิจกรรมที่ 1 การศึกษาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง

**เป้าหมายของกิจกรรม**

☑ พัฒนาความเชื่อด้านความแน่นอนของความรู้ของนิสิตครูให้ซับซ้อนขึ้น

☑ พัฒนาความเชื่อด้านความเชื่อด้านแหล่งความรู้ของนิสิตครูให้ซับซ้อนขึ้น

| ข้ออ้างเชิงเหตุผล/กระบวนการจัดกิจกรรม | ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง |
|---|---|
| **ข้ออ้างเชิงเหตุผล**<br>การที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ได้ ต้องพัฒนาให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยการปรับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อน โดยการสร้างความขัดแย้งทางปัญญากับความรู้เดิม และการกระตุ้นให้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นมีการ บูรณาการความรู้ใหม่เข้ามาแทนที่ความรู้เดิม | **แหล่งอ้างอิง/หลักการ/แนวคิดทฤษฎี**<br>ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด |
| **ลักษณะกิจกรรม**<br>เน้นให้นิสิตครูได้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ในบทความ โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากการปรับปรุงความรู้ที่มีอยู่เดิมและความรู้เดิมนั้นก็ยังคงอยู่ต่อไป หรืออาจการหักล้างความรู้เดิมก็ได้<br>**การเตรียมปัจจัยป้อน**<br>บทความ refutational epistemological instruction* ที่ให้นิสิตครูศึกษาโดยอาจารย์หรือนักวิจัย เลือกข้อสันนิษฐานที่นิสิตครูคุ้นชินหรือยึดถือกันอย่างแพร่หลาย แล้วเสนอหักล้างมันด้วยทฤษฎีทางเลือก (ทางวิทยาศาสตร์) หรือข้อมูลใหม่ที่มีการรับรอง เป็นข้อความสองด้านที่ทำให้ผู้เรียนตั้งคำถามถึงแนวความคิดก่อนหน้าและไม่พอใจกับแนวคิดก่อนหน้าเหล่านั้น<br>**กระบวนการดำเนินงาน**<br>1) อาจารย์หรือนักวิจัย เลือกข้อสันนิษฐานที่นิสิตนักศึกษาครูคุ้นชินหรือยึดถือกันอย่างแพร่หลาย มาสร้างเป็นบทความให้นิสิตได้ศึกษา<br>2. อาจารย์หรือนักวิจัย ตั้งคำถามให้นิสิตเปรียบเทียบสองบทความที่แตกต่างกัน | **บทบาทผู้เกี่ยวข้อง**<br><u>1) อาจารย์หรือนักวิจัย คือ บุคคลที่นำกิจกรรมไปพัฒนานิสิตครู</u><br>■ ออกแบบบทความที่ให้นิสิตครูศึกษา<br>■ นำอภิปรายหลังจากนิสิครูเปรียบเทียบบทความ<br><u>2) นิสิตครูที่เป็นเป้าหมายของกิจกรรม</u> คือ<br>2.1) นิสิตครูกลุ่มความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย (simple SEB)<br>2.2) นิสิตครูกลุ่มความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ (mixed SEB)<br>■ ศึกษาบทความ<br>■ อภิปรายในประเด็นความแน่นอนของความรู้ และแหล่งความรู้วิทยาศาสตร์ |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## ตัวอย่างบทความ เทคนิคลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

บทความ เทคนิคลายพิมพ์ดีเอ็นเอเป็น refutational epistemological instruction โดยตัวเอียงคือข้อความขัดแย้งที่เพิ่มเข้ามาจากบทความทั่วไป (Kienhues, Bromme and Stahl, 2008)

### บทความทั่วไป

กลุ่มนักวิจัยของ A. Jeffreys พบว่าข้อมูลทางพันธุกรรมของมนุษย์ทุกคนถูกเข้ารหัสโดยลำดับของคู่เบสที่ไม่ซ้ำกัน การค้นพบนี้นำไปสู่การใช้เพื่อเปรียบเทียบลำดับที่แตกต่างกันในเทคนิคลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ลายพิมพ์ดีเอ็นเอหมายถึงการระบุลักษณะเฉพาะของวัสดุชีวภาพแต่ละชนิดในระดับจีโนม มีเพียงฝาแฝดที่เหมือนกันเท่านั้นที่มีลายนิ้วมือทางพันธุกรรมเหมือนกัน ดังนั้น ลายนิ้วมือทางพันธุกรรมจะมีลักษณะเฉพาะสำหรับมนุษย์ทุกคน แต่ต้องคำนึงว่าความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดจะแสดงโปรไฟล์ DNA ที่คล้ายคลึงกันมากกว่าคนที่ไม่เกี่ยวข้องกัน ตัวอย่างเช่น ความน่าจะเป็นที่โปรไฟล์ดีเอ็นเอของบุคคลสองคนที่ไม่เกี่ยวข้องทางเครือญาติกันจะจับคู่กันโดยบังเอิญคือ 1 ใน49,000 แต่เมื่อเป็นพี่น้องกันจะมีโอกาสจับคู่กับโดยบังเอิญ 1 ใน 16

### บทความที่มีลักษณะขัดแย้ง

(...) ***มากกว่า 40 ปีหลังจากนั้น*** กลุ่มนักวิจัยของ A. Jeffreys พบว่าข้อมูลทางพันธุกรรมของมนุษย์ทุกคนถูกเข้ารหัสโดยลำดับของคู่เบสที่ไม่ซ้ำกัน การค้นพบนี้นำไปสู่การใช้เพื่อเปรียบเทียบลำดับที่แตกต่างกันในเทคนิคลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ***ในตอนแรก ศาลและสื่อต่างให้ความเห็นว่า เทคนิคลายพิมพ์ดีเอ็นเอ เป็นวิธีการที่ผิดพลาดได้ อย่างไรก็ตาม ความคิดเห็นนี้ถูกวิพากษ์วิจารณ์ เนื่องจากจำนวนของข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในการสร้างและตีความลายนิ้วมือทางพันธุกรรมมีน้อยมาก*** ลายพิมพ์ดีเอ็นเอหมายถึงการระบุลักษณะเฉพาะของวัสดุชีวภาพแต่ละชนิดในระดับจีโนม มีเพียงฝาแฝดที่เหมือนกันเท่านั้นที่มีลายนิ้วมือทางพันธุกรรมเหมือนกัน ดังนั้น ลายนิ้วมือทางพันธุกรรมจะมีลักษณะเฉพาะสำหรับมนุษย์ทุกคน แต่ต้องคำนึงว่าความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดจะแสดงโปรไฟล์ DNA ที่คล้ายคลึงกันมากกว่าคนที่ไม่เกี่ยวข้องกัน ตัวอย่างเช่น ความน่าจะเป็นที่โปรไฟล์ดีเอ็นเอของบุคคลสองคนที่ไม่เกี่ยวข้องทางเครือญาติกันจะจับคู่กันโดยบังเอิญคือ 1 ใน 49,000 แต่เมื่อเป็นพี่น้องกันจะมีโอกาสจับคู่กับโดยบังเอิญ 1 ใน 16 ***การเปลี่ยนแปลงความน่าจะเป็นเหล่านี้มักถูกละเลยในการประเมินลายนิ้วมือทางพันธุกรรม***

## แนวทางการพัฒนาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง

การพัฒนาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง สามารถนำความรู้ที่เกิดจากพัฒนาการของความรู้วิทยาศาสตร์มาพัฒนาเป็นบทความ โดยในหนังสือ เรื่อง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิทยาศาสตร์ : ประวัติศาสตร์ ปรัชญา และการศึกษา (ลือชา ลดาชาติ, 2561) ได้เสนอการทำงานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความหลากหลาย ได้แก่ ฟิสิกส์ (เสียง) เคมี(การเผาไหม้) ชีววิทยา(วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต) และธรณีวิทยา (การแปรสัณฐานของธรณี) ในส่วนนี้จะแนะนำแนวคิดสำคัญ และสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้ในหนังสือเรื่อง หนังสือเรื่อง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิทยาศาสตร์ ในตัวอย่างกิจกรรมนี้ จะยกตัวอย่าง 2 เรื่อง คือ ฟิสิกส์ (เสียง) และ ชีววิทยา (วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

**เสียง**

ความเข้าใจเกี่ยวกับเสียงในยุคกรีกโบราณ (เสียงเป็นสสาร กับเสียงเป็นเคลื่อน) ตามมาด้วยการทดลองของ Galileo Galilei ที่ทำการการทดลองและให้เกิดหลักฐานชิ้นสำคัญ ที่ทำให้เห็นความสำคัญของเสียง และคลื่น ทำให้มีนักวิทยาศาสตร์หลายคนศึกษาต่อ และเกิดเป็นประเด็นต่าง ๆ หลายไปเป็น ในระหว่างการศึกษามีทั้งการเห็นแย้งกัน เช่นการศึกษาว่าอากาศจำเป็นต่อการเดินทางของเสียงหรือไม่ การพยายามหาคำตอบ การเสนอการทดลองที่ข้อสรุปไม่สอดคล้องกัน (เครื่องมือวัดยังมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอ) จากนั้นมีการพัฒนาเครื่องมือวัดที่แสดงหลักฐานได้ว่า เสียงเป็นคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเดินทาง ซึ่งองค์ความรู้นี้ขัดแย้งกับเสียงเป็นสสาร จนเกิดการหักล้างเสียงว่าเป็นคลื่น การยอมรับความรู้เกี่ยวกับอัตราเร็วเสียงในช่วงเวลาหนึ่ง และการค้นพบอัตราเร็วเสียงใหม่ที่ขัดแย้งกับองค์ความรู้เดิม การใช้หลักฐานหลาย ๆ ชิ้นประกอบกัน การใช้สมการคณิตศาสตร์แสดงการเคลื่อนที่แบบสั่น จนเกิดเป็นความรู้ใหม่ถึงปัจจุบัน และเริ่มเข้าใจค่าอัตราเร็วเสียง และค้นพบค่าอัตราเร็วเสียงที่สอดคล้องกับการวัดมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**วิวัฒนาการ**

การริเริ่มเขียนแนวคิด และยอมเผยแพร่ ในค.ศ. 1748 หลังจากตนเองเสียชีวิต 10 ปีของนักสำรวจจากที่ขัดแย้งกับความเชื่อของศาสนา เช่น โลกในอดีตและปัจจุบันอาจจะไม่เหมือนกัน อาจเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ ต่อมาจึงเริ่มมีการเสนอแนวคิดของการมีจุดกำเนิดของชีวิต เช่น สัตว์เลือดอุ่นเกิดจากเส้นใยสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ (ค.ศ. 1794) จนเริ่มมีการเสนอว่ามนุษย์มาจากลิงไร้หาง การเสนอหลักฐานที่โต้แย้งกับแนวคิดมนุษย์มาจากลิง การเริ่มสังเกตหลักฐานจากชิ้นกะโหลกของสัตว์และการอธิบายเหตุผลของการสูญพันธ์ (ค.ศ. 1796) การมีมุมมองที่แตกต่างกันออกไปเกี่ยวกับการสูญพันธุ์ การเริ่มเผยแพร่ การเปลี่ยนแปลงอวัยวะ และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไป และกฎการใช้ หรือไม่ใช้ ของ Larmarck (ค.ศ. 1809) การเผยแพร่หลักการเปลี่ยนแปลงของโลก (ค.ศ. 1830-1833) การเสนอแนวคิดของ Darwin จากหลักฐานจำนวนมาก โดยในช่วงเวลานั้น แนวคิดของ Darwin และ Larmarck สอดคล้องในบางประเด็น เช่น สิ่งมีชีวิตหนึ่งเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนามาจากสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งได้ แต่กลไกของทั้งสองคนหักล้างและแตกต่างกันสิ้นเชิง ต่อมา Darwin นำความรู้จากนักวิทยาศาสตร์ในอดีตมาต่อยอดความรู้มาอธิบายเรื่องการดำรงเผ่าพันธุ์มาจนถึงปัจจุบัน จึ่งเริ่มร่างแนวคิดตั้งแต่ ค.ศ. 1842 แต่ไม่ได้เผยแพร่เพราะขัดแย้งกับศาสนา จากนั้นใรนักวิทยาศาสตร์ที่มีคิดที่สอดคล้องกัน จนในที่สุด Darwin และ Wallace และตีพิมพ์ร่วมกัน (ค.ศ.1856) หลังจากนั้น แม้แนวคิดนี้ได้เผยแพร่ออกไป ความรู้เรื่องวิวัฒนาการก็ยังไม่เป็นที่พูดถึง จนในที่สุด Darwin ได้ตีพิมพ์หนังสือ เรื่อง The origin of species (ค.ศ. 1859) ซึ่งมีเพียงนักวิทยาศาสตร์ไม่กี่คนที่สนับสนุนเรื่องนี้ ต่อมาได้ตีพิมพ์หนังสือ เรื่อง The descent of man (ค.ศ.1936) กระแสต่อต้านไม่รุนแรงมากนัก และหลังจากนั้นก็เริ่มมีนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ยอมรับ และสนใจทฤษฎีวิวัฒนาการมากขึ้น และในช่วงเวลานั้นก็เริ่มมีการหักล้างจากการทดลอง เช่น การศึกษาวิวัฒนาการผ่านกลไก “การใช้และไม่ใช้” ของ Larmarck โดยนักวิทยาศาสตร์ Weismann (ค.ศ.1889) เสนอการทดลองเกี่ยวกับหนู ซึ่งในผลการทดลองมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่หักล้างว่าลักษณะบางลักษณะไม่ถูกถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่ง ซึ่งทำให้ “การใช้และไม่ใช้อวัยวะ” ถูกหักล้างไป ทำให้เหลือเพียงทฤษฎีวิวัฒนาการของ Darwin ซึ่งต้องรอเวลาอีกหลายสิบปีที่มีการสนับสนุนทฤษฎีของ Darwin เช่น ผลการสังเกตลักษณะของนกฟินซ์ ตั้งแต่ 1973 – 1982 ที่เป็นหลักฐานสนับสนุนการคัดเลือกทางธรรมชาติ จากลักษณะจะงอยปากของนก นอกจากนั้นยังมีการค้นพบโครงกระดูก Lucy (ค.ศ.1974) และ Ardi (ค.ศ.1994) ซึ่งเป็นโครงกระดูกที่สนับสนุนทฤษฎีวิวัฒนาการของ Darwin ซึ่งต้องใช้เวลากว่า 20 ปี

# กิจกรรมที่ 2 ซากฟอสซิลนี้คือตัวอะไร

**เป้าหมายของกิจกรรม**

☑ พัฒนาความเชื่อด้านความแน่นอนของความรู้ของนิสิตครูให้ซับซ้อนขึ้น

☑ พัฒนาความเชื่อด้านความเชื่อด้านแหล่งความรู้ของนิสิตครูให้ซับซ้อนขึ้น

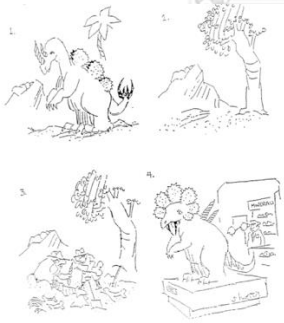
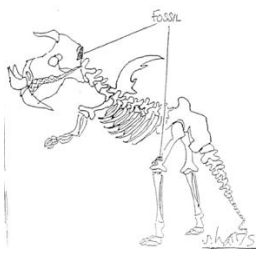
| ข้ออ้างเชิงเหตุผล/กระบวนการจัดกิจกรรม | ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง |
|---|---|
| **ข้ออ้างเชิงเหตุผล**<br>การที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ได้ ต้องพัฒนาให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยการปรับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อน โดยการสร้างความขัดแย้งทางปัญญากับความรู้เดิม และการกระตุ้นให้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นมีการ บูรณาการความรู้ใหม่เข้ามาแทนที่ความรู้เดิม | **แหล่งอ้างอิง/หลักการ/แนวคิดทฤษฎี**<br>ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด |
| **ลักษณะกิจกรรม**<br>เน้นให้นิสิตได้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นอาจได้รับการยอมรับในยุคหนึ่งก็อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลเพิ่มเติม<br>**การเตรียมปัจจัยป้อน**<br>รูปตัวอย่างฟอสซิลเป็นส่วนหนึ่งของปะการัง ในกิจกรรมของ Lederman & Abd-El-Khalick (1998) ซึ่งประเทศไทยเคยได้นำกิจกรรมนี้มาพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมที่ชื่อ รอยปริศนา และซากฟอสซิส (เจษฎา เนตรสว่างวิชา และคณะ ,2555)<br>**กระบวนการดำเนินงาน**<br>1) นิสิตครูได้ลงความเห็นจากหลักฐานที่กำหนดอาจารย์หรือนักวิจัยที่กำหนดให้บางส่วน<br>2) อาจารย์หรือนักวิจัยใช้หลักฐานเดิมเดิม แต่ให้ข้อมูลการลงความเห็นจากข้อมูลนักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งที่ได้ลงความเห็น<br>3) อาจารย์หรือนักวิจัยให้นิสิตครูเปรียบเทียบข้อสรุปของนิสิตและข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์กลุ่มดังกล่าว<br>4) อาจารย์หรือนักวิจัยใช้คำถามสำคัญเพื่อสรุปให้นิสิตครูเห็นถึงโอกาสที่นักวิทยาศาสตร์จะพบกับความคลาดเคลื่อนของข้อมูล และลงข้อสรุป ในกรณีที่หลักฐานที่มีนั้น ข้อมูลมีน้อยเกินไป หรือไม่เพียงพอ คำถามสำคัญใช้ได้แก่<br>● ข้อมูลของนิสิตตรงกับข้อสรุปวิทยาศาสตร์หรือไม่ | **บทบาทผู้เกี่ยวข้อง**<br><u>1) อาจารย์หรือนักวิจัย คือ บุคคลที่นำกิจกรรมไปพัฒนานิสิตครู</u><br>■ จัดกรรมให้นิสิตได้ลงความเห็นจากหลักฐาน<br>■ เสนอข้อเสนอของนักวิทยาศาสตร์ที่มีต่อและหลักฐานชิ้นนี้ และกระตุ้นให้นิสิตเปรียบกับแนวคิดตน<br>■ ใช้คำถามสำคัญให้นิสิตเห็นถึงความแน่นอน และแหล่งความรู้ของวิทยาศาสตร์<br><u>2) นิสิตครูที่เป็นเป้าหมายของกิจกรรม</u> คือ<br>2.1) นิสิตครูกลุ่มความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย (simple SEB)<br>2.2) นิสิตครูกลุ่มความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ (mixed SEB)<br>■ ลงความเห็น และสร้างข้อสรุปจากหลักฐาน |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ข้ออ้างเชิงเหตุผล/กระบวนการจัดกิจกรรม | ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง |
|---|---|
| • ข้อมูลอะไรบ้างที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์ลงความเห็นเช่นนั้น มีข้อมูลอีกหรือไม่ที่นักวิทยาศาสตร์อาจลงความเห็นเป็นอย่างอื่น<br>• หลักฐานมีลักษณะมีความสำคัญอย่างไร หากหลักฐานที่มีน้ำหนักน้อยในการลงข้อสรุปจะเป็นอย่างไร | ▪ ตอบ และอภิปรายความสำคัญของหลักฐาน |

**การจัดกิจกรรม ซากฟอสซิลนี้คือตัวอะไร**

ซากฟอสซิลนี้คือตัวอะไร ใช้รูปตัวอย่างฟอสซิลที่เป็นส่วนหนึ่งของปะการัง ในกิจกรรมของ Lederman & Abd-El-Khalick (1998)

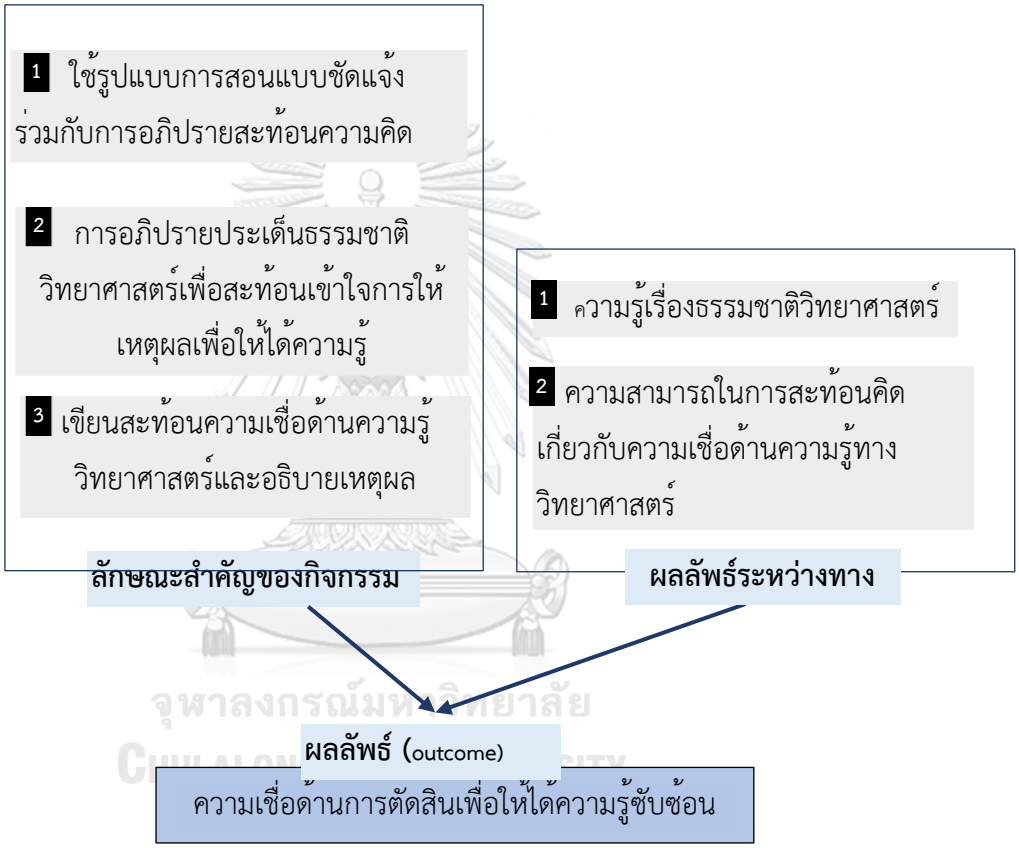
| รูป | รายละเอียด |
|---|---|
| | รูปชิ้นส่วนฟอสซิล ที่ผู้สอนนำมาให้นิสิตลองวาดรูปสิ่งมีชีวิตที่อาจเป็นไปได้จากฟอสซิลนี้ |
| | รูปชิ้นส่วนฟอสซิลที่นักวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่งลงข้อสรุป เพื่อให้นิสิตเปรียบเทียบข้อสรุปรูปฟอสซิลของนิสิตและข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์ |
|  | รูปการ์ตูนที่ตีความรูปร่างของฟอสซิลที่แตกต่างกันจำลองให้เห็นว่านักวิทยาศาสตร์อาจพบกับความคลาดเคลื่อนของข้อมูล และการลงข้อสรุปจากฟอสซิลปะการังนี้ เป็นเพียงชิ้นส่วนเล็ก ๆ หากนำมาลงข้อสรุปเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ในความเป็นจริงอาจไม่ใช่สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นก็ได้ หากไม่มีหลักฐานอื่นยืนยันก็อาจจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้มาก และข้อสรุปอาจเกิดข้อโต้แย้ง ไม่น่าเชื่อถือ |
|  | |

## กิจกรรมการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ : การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง

การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง

**กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมโดยใช้การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง**

หากนิสิตครูมีการเขียนสะท้อนการแสดงความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของตนแบบชัดแจ้ง**<u>พร้อมทั้งให้เหตุผล</u>** ในระหว่างการอภิปรายหรือการทำกิจกรรมของห้องเรียน ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความเชื่อด้านการตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้




ตัวอย่างจากกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมโดยใช้แนวคิดการสะท้อนความเชื่อชัดแจ้ง คือกิจกรรมบัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์ “The NOS Card Exchange Activity”

**กิจกรรมที่ 3 บัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์ “The NOS Card Exchange Activity”**

**เป้าหมายของกิจกรรม**

☑ พัฒนาความเชื่อด้านการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ของนิสิตครูให้ซับซ้อนขึ้น

| ข้ออ้างเชิงเหตุผล/กระบวนการจัดกิจกรรม | ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง |
|---|---|
| **ข้ออ้างเชิงเหตุผล**<br>หากนิสิตครูมีการเขียนสะท้อนการแสดงความเชื่อฯ ของตนแบบชัดแจ้ง ในระหว่างการอภิปรายหรือการทำกิจกรรมของห้องเรียน ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความเชื่อด้านการตัดสินเพื่อให้ได้ความรู้ | **แหล่งอ้างอิง/หลักการ/แนวคิดทฤษฎี**<br>การสะท้อนคิดความเชื่อชัดแจ้ง |
| **ลักษณะกิจกรรม**<br>ต้องมีการสอนแบบชัดแจ้ง (explicitly teach) ในเรื่อง ธรรมชาติของความรู้ และธรรมชาติของการแสวงหาความรู้ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (epistemology of NOS aspects) และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายเพื่อตัดสินความรู้ที่ได้รับมา และมีการการเขียนสะท้อนความเชื่อฯ ของตนเอง<br>**การเตรียมปัจจัยป้อน**<br>1) บัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์<br>2) งานวิจัยที่เกี่ยวกับ ธรรมชาติของความรู้ และธรรมชาติของการแสวงหาความรู้ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (epistemology of NOS aspects)<br>3) บทความวิทยาศาสตร์<br>**กระบวนการดำเนินงาน**<br>1) นิสิตครูอภิปรายกันเกี่ยวกับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (pre-instruction SEB) เพื่อให้เกิดการสะท้อนความเชื่ออย่างชัดแจ้งผ่านกิจกรรม “The Card Exchange Activity” โดยกิจกรรมนี้อาจารย์หรือนักวิจัยสามารถให้นิสิตครูสามารถนำกลับทบทวนความคิดของตนได้<br>2) อาจารย์หรือนักวิจัย ทำการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS aspects) จากนั้นนิสิตครูและอาจารย์หรือนักวิจัยทำการอภิปรายร่วมกัน และเปรียบเทียบความเข้าใจเดิมของตน และนำตัดสินเพื่อให้เกิดเป็นความรู้ใหม่<br>3) อาจารย์หรือนักวิจัย เปิดโอกาสให้นิสิตครูได้อ่าน และอภิปรายเกี่ยวกับบทความวิทยาศาสตร์ โดยให้เขียนสะท้อนเขียนความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ของตนเองผ่านคำถามที่ว่า “แนวคิดในการอ่านนี้ | **บทบาทผู้เกี่ยวข้อง**<br><u>1) อาจารย์หรือนักวิจัย คือ บุคคลที่นำกิจกรรมไปพัฒนานิสิตครู</u><br>■ มีความเข้าใจธรรมชาติของความรู้และธรรมชาติของการแสวงหาความรู้ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ( epistemology of NOS aspects)<br>■ กระตุ้นให้นิสิตครูสะท้อนความเชื่อของตนเอง<br><u>2) นิสิตครูที่เป็นเป้าหมายของกิจกรรม</u> คือ นิสิตกลุ่มความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้<br>■ อภิปรายกันเกี่ยวกับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบความเข้าใจเดิมของตน และนำมาตัดสินเพื่อให้เกิดเป็นความรู้ใหม่<br>■ สะท้อนความเชื่อการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้ของตนเอง |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| ข้ออ้างเชิงเหตุผล/กระบวนการจัดกิจกรรม | ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง |
|---|---|
| สอดคล้องกับการสนทนาของเราเกี่ยวกับเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือไม่ ถ้าสอดคล้อง สอดคล้องอย่างไร ถ้าไม่สอดคล้อง ทำไมถึงไม่สอดคล้อง” | |

**ขั้นตอนการจัดกิจกรรม**

1. นิสิตนักศึกษาครูอภิปรายกันเกี่ยวกับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (pre-instruction SEB) เพื่อให้เกิดการสะท้อนความเชื่ออย่างชัดแจ้ง ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ตัวอย่างกิจกรรม เช่น “The Card Exchange Activity” โดยกิจกรรมนี้ผู้สอนให้นิสิตครูสามารถนำกลับทบทวนความคิดของตนได้
2. ผู้สอนทำการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามกรอบธรรมชาติวิทยาศาสตร์ AAAS (1990)

   จากนั้นผู้สอนและนิสิตครูทำการอภิปรายร่วมกัน และเปรียบเทียบความเข้าใจเดิมของตน และนำตัดสินเพื่อให้เกิดเป็นความรู้ใหม่ ได้แก่

   2.1 อาจารย์ควรนำอภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากอะไร ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ อย่างไร (ด้านธรรมชาติความรู้วิทยาศาสตร์)

   2.2 อาจารย์ควรนำอภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร หลักฐานทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างไร เหตุผลและจินตนาการมีบทบาทอย่างไรในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ด้านวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์แสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์)

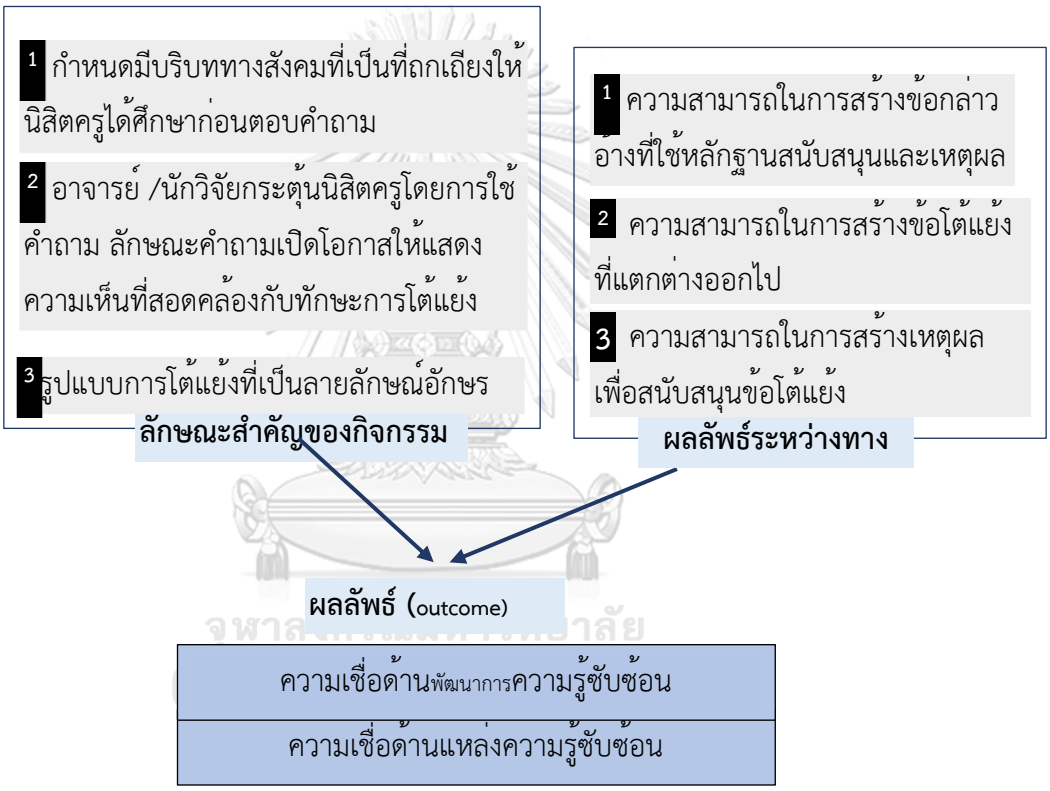
   2.3 ควรอภิปรายเกี่ยวกับการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคมว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทอย่างไรในสังคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลต่อสังคมอย่างไร (สังคมของนักวิทยาศาสตร์และคุณค่าของวิทยาศาสตร์ต่อสังคม)
3. ผู้สอนเปิดโอกาสให้นิสิตครูได้อ่าน และอภิปรายเกี่ยวกับบทความวิทยาศาสตร์ โดยให้เขียนสะท้อนเขียนความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ของตนเองผ่านคำถามที่ว่า “แนวคิดในการอ่านนี้สอดคล้องกับการสนทนาของเราเกี่ยวกับเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือไม่ ถ้าสอดคล้อง สอดคล้องอย่างไร ถ้าไม่สอดคล้อง ทำไมถึงไม่สอดคล้อง”

## กิจกรรมการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ : แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

**แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์**

**กรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมโดยใช้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์**

หากนิสิตครูสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานสนับสนุนเหตุผล ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป และการโต้แย้งกลับ และความสามารถสร้างข้อโต้แย้งที่ซับซ้อนและบูรณาการมากขึ้น จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด และสามารถทำความเข้าใจความหมาย หลักการของวิทยาศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ได้ดี และเกิดการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยความรู้วิทยาศาสตร์ไม่คงที่ และเปลี่ยนแปลงได้




ตัวอย่างกิจกรรมที่ได้จากกรอบแนวทางการออกแบบกิจกรรมโดยใช้แนวคิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (scientific argumentation)

## กิจกรรมที่ 4 การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (scientific argumentation)

**เป้าหมายของกิจกรรม**

☑ พัฒนาความเชื่อด้านพัฒนาการความรู้ของนิสิตครูให้ซับซ้อนขึ้น

☑ พัฒนาความเชื่อด้านแหล่งความรู้ของนิสิตครูให้ซับซ้อนขึ้น

| ข้ออ้างเชิงเหตุผล/กระบวนการจัดกิจกรรม | ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง |
|---|---|
| **ข้ออ้างเชิงเหตุผล**<br>หากนิสิตครูสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานสนับสนุนเหตุผล ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป และการโต้แย้งกลับ และความสามารถสร้างข้อโต้แย้งที่ซับซ้อนและบูรณาการมากขึ้น จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด และสามารถทำความเข้าใจความหมาย หลักการของวิทยาศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ได้ดี และเกิดการพัฒนาความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยความรู้วิทยาศาสตร์ไม่คงที่ และเปลี่ยนแปลงได้ | **แหล่งอ้างอิง/หลักการ/แนวคิดทฤษฎี**<br>การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ |
| **ลักษณะกิจกรรม**<br>1) เครื่องมือที่เป็นรูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร ต้องมีคำถามเปิดโอกาสให้นิสิตครูแสดงความเห็นที่สอดคล้องกับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์<br>2) ในคำถามของเครื่องมือที่เป็นรูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร ต้องมีบริบทให้นิสิตครูได้ศึกษาก่อนตอบคำถาม<br>**การเตรียมปัจจัยป้อน**<br>1) บริบทหรือสถานการณ์วิทยาศาสตร์<br>2) ใบกิจกรรมและข้อคำถามสำหรับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์<br>**กระบวนการดำเนินงาน**<br>1) อาจารย์หรือนักวิจัย เลือกรูปแบบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (scientific argumentation) โดยรูปแบบที่แนะนำคือ รูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร (written argumentation) (McNeill & Pimentel, 2010; Lin & Mintzes, 2010; ทรงพล ผดุงพัฒนากูล, 2021) เนื่องจากการเขียนในรูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษรของนิสิตนักศึกษาครูสามารถแสดงความเห็นได้ครอบคลุมกับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (McNeill & Pimentel, 2010)<br>2). อาจารย์หรือนักวิจัย นำเครื่องมือที่เป็นรูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร ไปใช้กับนิสิตครู | **บทบาทผู้เกี่ยวข้อง**<br><u>1) อาจารย์หรือนักวิจัย</u> คือ บุคคลที่นำกิจกรรมไปพัฒนานิสิตครู<br>■ จัดกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นรายลักษณ์อักษร<br>■ ข้อมูลทักษะการโต้แย้งสะท้อนกลับ (explicit reflection) ไปสะท้อนให้นิสิตครู<br><u>2) นิสิตครูที่เป็นเป้าหมายของกิจกรรม</u> คือ นิสิตความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้<br>■ นิสิตครูศึกษาบริบทหรือสถานการณ์วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ก่อนตอบคำถาม |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ข้ออ้างเชิงเหตุผล/กระบวนการจัดกิจกรรม | ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง |
|---|---|
| 3) อาจารย์หรือนักวิจัย นำข้อมูลทักษะการโต้แย้งสะท้อนกลับ (explicit reflection) ไปนิสิตครูทราบว่าองค์ประกอบใดควรปรับปรุงเพื่อให้นิสิตทราบถึงทักษะของตนพัฒนาให้สูงขึ้น | |

**ตัวอย่างกิจกรรมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ บริบทการทดสอบประสิทธิภาพวิตามินซี**

ตัวอย่างของคำถามตามแนวคิดของ Lin and Mintzes (2010) ที่นำมาประยุกต์กับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ (ทรงพล ผดุงพัฒนากูล, 2021)

| องค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ | ข้อคำถาม |
|---|---|
| การแสดงข้อกล่าวอ้าง และเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง | 1. “เจ้าของซีรัมวิตามินซียี่ห้อ The Best Skin ที่สรุปว่า ซีรัมวิตามินซี The Best Skin มีประสิทธิภาพดีกว่าของยี่ห้อ Skin mate และ ProVit C อย่างเห็นได้ชัด และไม่มีความเป็นกรด ซึ่งสังเกตได้จากกระดาษสีขาวที่จุ่มลงไปนั้นไม่เปลี่ยนสี ลูกค้าจึงไม่ต้องกังวลว่าซีรัมวิตามินซีของ The Best Skin นั้นจะทำให้ใบหน้าของลูกค้าเกิดการระคายเคือง และสามารถใช้ได้กับผู้ที่มีผิวแพ้ง่าย” นิสิตเห็นด้วยกับข้อสรุปนี้หรือไม่ พร้อมแสดงเหตุผลประกอบ |
| การแสดงหลักฐานสนับสนุนเหตุผล | 2. หากมีเพื่อนนิสิตหรือบุคคลอื่นไม่เห็นด้วยกับความคิดของคุณที่ตอบในคำถามที่ 1 นิสิตจะแสดงหลักฐานเพิ่มเติมอย่างไรบ้างเพื่อโน้มน้าวให้คนอื่น ๆ เห็นด้วยกับความคิดของนิสิตที่ตอบในคำถามที่ 1 |
| การแสดงข้อกล่าวอ้างที่ต่างกัน | 3. หากมีเพื่อนนิสิตหรือบุคคลอื่นไม่เห็นด้วยกับความคิดของคุณที่ตอบในคำถามข้อที่ 1 และข้อที่ 2 นิสิตคิดว่าเขาจะแสดงข้อโต้แย้งที่เห็นต่างจากนิสิต ด้วยเหตุผลในประเด็นใดได้บ้าง |
| การแสดงการโต้แย้งกลับ | 4. หากคุณต้องการแสดงข้อโต้แย้งกลับเพื่อปฏิเสธความคิดเห็นของคนอื่นตามคำถามที่ 3 นิสิตจะใช้หลักฐานหรือ ข้อมูลใด ๆ มาอธิบายได้บ้าง |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 2 สรุปกิจกรรมวิธีปรับความเชื่อสำหรับนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์

| ต้นแบบกิจกรรมวิธีปรับความเชื่อ | มิติความเชื่อที่ถูกพัฒนา | | | |
|---|---|---|---|---|
| | cert | dev | sou | just |
| **1 กิจกรรม การศึกษาบทความที่มีลักษณะขัดแย้ง** | ✓ | | ✓ | |
| ■ เน้นให้นิสิตครูได้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์ในบทความ โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากการปรับปรุงความรู้ที่มีอยู่เดิมและความรู้เดิมนั้นก็ยังคงอยู่ต่อไป หรืออาจการหักล้างความรู้เดิมก็ได้ | | | | |
| ■ เป็นกิจกรรมที่ให้นิสิตโดยอาจารย์หรือนักวิจัย เลือกข้อสันนิษฐานที่นิสิตครูคุ้นชินหรือยึดถือกันอย่างแพร่หลาย แล้วเสนอหักล้างมันด้วยทฤษฎีทางเลือก (ทางวิทยาศาสตร์) หรือข้อมูลใหม่ที่มีการรับรอง เป็นข้อความสองด้านที่ทำให้นิสิตตั้งคำถามถึงแนวความคิดก่อนหน้าและไม่พอใจกับแนวคิดก่อนหน้าเหล่านั้น | | | | |
| **2 กิจกรรม ซากฟอสซิลนี้คือตัวอะไร** | ✓ | | ✓ | |
| ■ เน้นให้นิสิตได้เกิดความสงสัยในความแน่นอนของความรู้จากหลักฐานและการลงความเห็นของข้อมูล โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นอาจได้รับการยอมรับในยุคหนึ่งก็อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานเพิ่มเติม | | | | |
| ■ กิจกรรมทำให้นิสิตลงความเห็นจากหลักฐานที่กำหนดอาจารย์หรือนักวิจัยที่กำหนดให้บางส่วน จากนั้นใช้หลักฐานเดิมเดิม แต่เพิ่มการลงข้อมูลจาดการลงความเห็นจากข้อมูลนักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งเพื่อให้เกิดการเปรียบเทียบข้อสรุปของนิสิตและข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์กลุ่มดังกล่าว จากนั้นใช้คำถามสำคัญเพื่อสรุปให้นิสิตครูเห็นถึงโอกาสที่นักวิทยาศาสตร์จะพบกับความคลาดเคลื่อนของข้อมูล และลงข้อสรุป ในกรณีที่หลักฐานที่มีนั้นข้อมูลมีน้อยเกินไปหรือไม่เพียงพอ | | | | |
| **3 กิจกรรม การอภิปรายบัตรคำธรรมชาติวิทยาศาสตร์** | | | | ✓ |
| ■ ต้องมีการสอนแบบชัดแจ้ง (explicitly teach) ในเรื่อง ธรรมชาติของความรู้ และธรรมชาติของการแสวงหาความรู้ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (epistemology of NOS aspects) และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายเพื่อตัดสินความรู้ที่ได้รับมา และมีการการเขียนสะท้อนความเชื่อฯ ของตนเอง | | | | |
| ■ เปิดโอกาสให้นิสิตครูได้อ่าน และอภิปรายเกี่ยวกับบทความวิทยาศาสตร์ โดยให้เขียนสะท้อนเขียนความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ของตนเองผ่านคำถามที่ว่า“แนวคิดในการอ่านนี้สอดคล้องกับการสนทนาของเราเกี่ยวกับเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือไม่ ถ้าสอดคล้อง สอดคล้องอย่างไร ถ้าไม่สอดคล้อง ทำไมถึงไม่สอดคล้อง | | | | |

| ต้นแบบกิจกรรมวิธีปรับความเชื่อ | มิติความเชื่อที่ถูกพัฒนา | | | |
|---|---|---|---|---|
| | cert | dev | sou | just |
| **4 กิจกรรม การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นลายลักษณ์อักษร** | | ✓ | ✓ | |
| ■ ในช่วงการเตรียมเครื่องมือที่เป็นรูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร ต้องมีคำถามเปิดโอกาสให้นิสิตครูได้แสดงความเห็นที่สอดคล้องกับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และคำถามของเครื่องมือที่เป็นรูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร ต้องมีบริบทให้นิสิตครูได้ศึกษาก่อนตอบคำถาม<br>■ หลังจากนำเครื่องมือที่เป็นรูปแบบการโต้แย้งที่เป็นลายลักษณ์อักษร ไปใช้กับนิสิตครูอาจารย์หรือนักวิจัย นำข้อมูลทักษะการโต้แย้งสะท้อนกลับ (explicit reflection) ไปนิสิตครูทราบว่าองค์ประกอบใดควรปรับปรุง เพื่อให้นิสิตทราบถึงทักษะของตนพัฒนาให้สูงขึ้น | | | | |

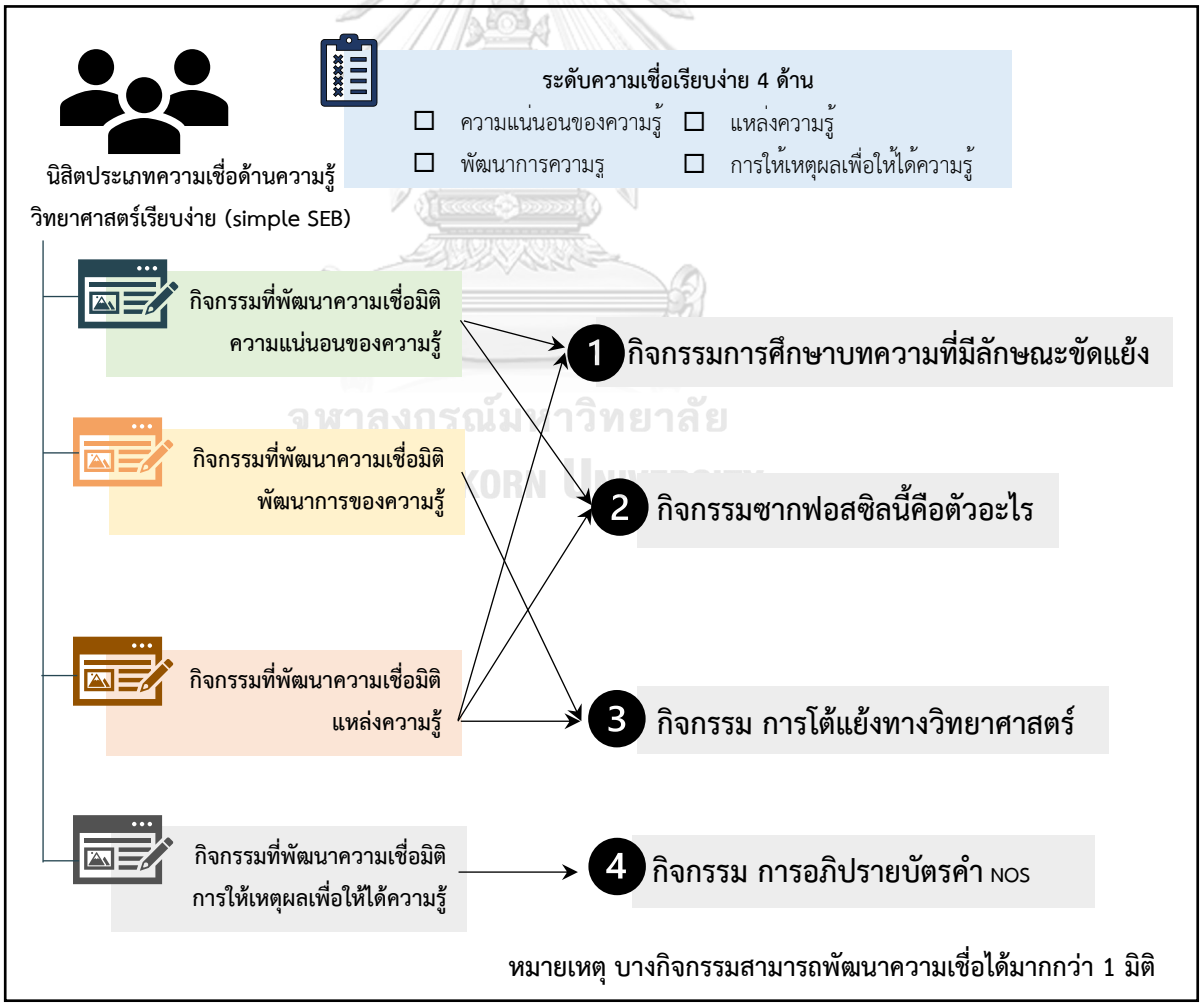
แผนภาพแสดงกิจกรรมจำแนกตามมิติความเชื่อที่พัฒนา โดยบางกิจกรรมสามารถพัฒนาความเชื่อได้มากกว่า 1 มิติ

## รายละเอียดต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

| 1 | ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย (simple SEB) |
|---|---|

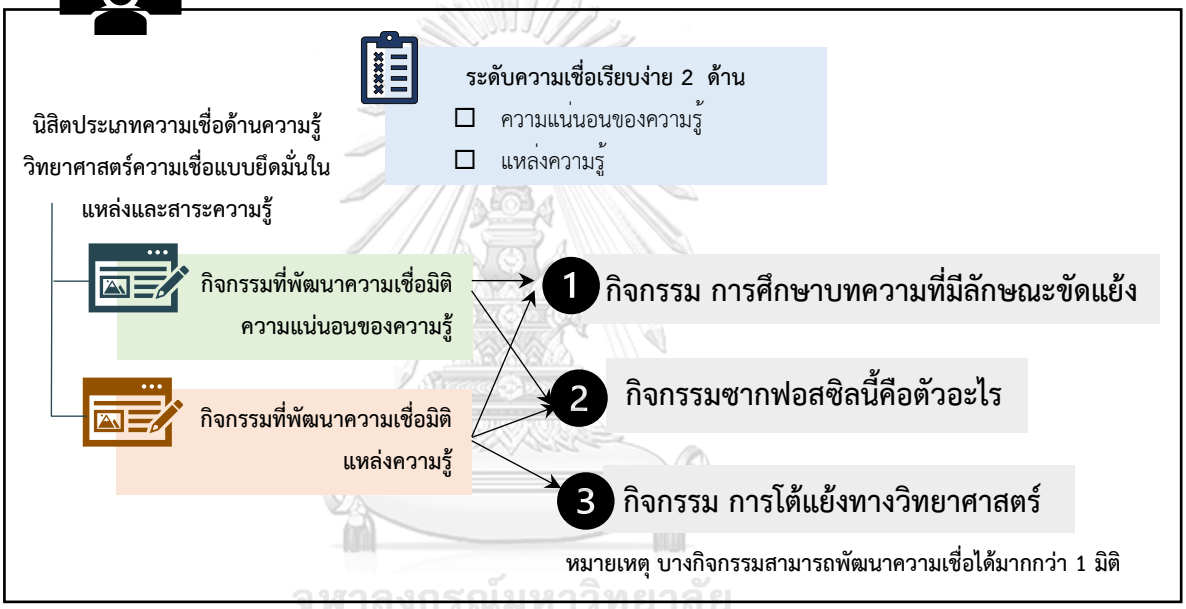
**ภูมิหลังของนิสิตนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย (simple SEB)**

นิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย (simple SEB) เป็นนิสิตครูที่ยังไม่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ส่วนใหญ่มีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียนไม่เกิน 2 ปี สอนด้านวิทยาศาสตร์สายคำนวณ ได้แก่ ฟิสิกส์และเคมีเป็นส่วนใหญ่ และมีผลสัมฤทธิ์การเรียนในระดับปานกลาง มีความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ระดับง่ายทุกมิติ ดังนั้น ต้องพัฒนาความเชื่อทุกมิติ คือ ความแน่นอนของความรู้ พัฒนาการความรู้ แหล่งความรู้ การให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้



| 2 | **ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ความเชื่อแบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ (mixed SEB with naive certainty & source)** |
|---|---|

นิสิตกลุ่มที่ 2 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้ (mixed SEB) เป็นนิสิตครูที่มีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียนหลากหลาย บางส่วนผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ส่วนใหญ่เป็นนิสิตด้านเคมี และวิทยาศาสตร์ทั่วไป และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูง มีความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ระดับง่าย 2 มิติ คือ ความแน่นอนของความรู้ แหล่งความรู้

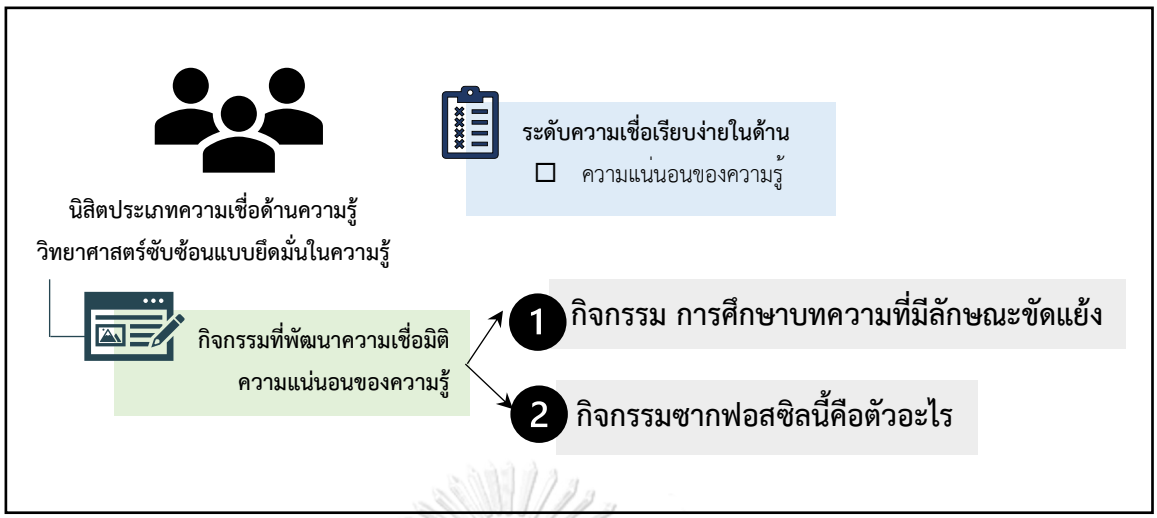



**แผนภาพ ต้นแบบวิธีปรับความเชื่อของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ความเชื่อแบบยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| 3 | **ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้** |
|---|---|

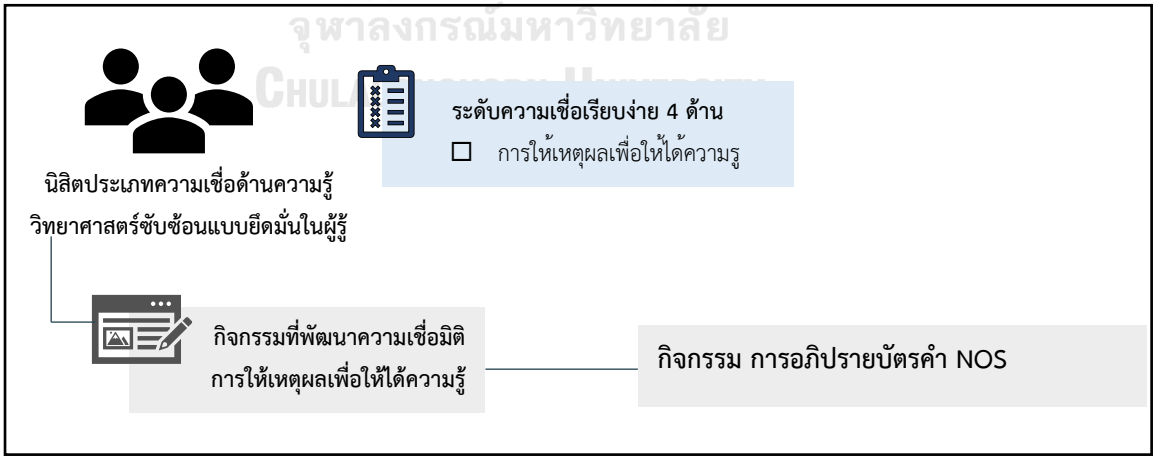
นิสิตกลุ่มที่ 3 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อน แบบยึดมั่นในความรู้ (Sophisticated SEB with naive certainty) เป็นนิสิตครูชั้นปีหลายหลาย ส่วนใหญ่เป็นนิสิตชั้นปี 1 และ 2 และมีนิสิตที่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพอยู่ในกลุ่มนี้มากที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น มีประสบการณ์สอนในระหว่างเรียนมากไปถึงไม่มีเลย ส่วนใหญ่เป็นนิสิตด้านชีววิทยา และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลางถึงสูง มีความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ระดับง่ายในมิติความแน่นอนของความรู้




**แผนภาพ ต้นแบบวิธีปรับความเชื่อของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้**

| 4 | **ต้นแบบการปรับความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้** |
|---|---|

นิสิตกลุ่มที่ 4 ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อน แบบยึดมั่นในผู้รู้ (Sophisticated SEB with naive justification) เป็นนิสิตครูที่ยังไม่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ มีประสบการณ์ในการสอน และไม่มีประสบการณ์การสอนในระหว่างเรียนจำนวนเท่า ๆ กัน เป็นนิสิตแขนงวิทยาศาสตร์ทุกแขนงเท่า ๆ กัน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลาง ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ระดับง่ายในมิติการให้เหตุผลเพื่อให้ได้ความรู้




**แผนภาพ ต้นแบบวิธีปรับความเชื่อของนิสิตประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้**

## รายการอ้างอิง

ทรงพล ผดุงพัฒนากูล. (2565). ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู วิทยาศาสตร์สาขาการสอนเคมี*วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 36(1).

สถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2555) *คู่มือการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.* สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ลือชา ลดาชาติ.(2561). *การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิทยาศาสตร์: ประวัติศาสตร์ ปรัชญาและการศึกษา*(พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนุรักษ์ นิลหุต, กนิษฐ์ ศรีเคลือบ, สุวิมล ว่องวาณิช (2566). การพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู. *Journal of Inclusive and Innovative Education*. 7(1), 1–15.

Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science education*, 82(4), 417-436.

Kienhues, D., Bromme, R., & Stahl, E. (2008). Changing epistemological beliefs: The unexpected impact of a short-term intervention. *British Journal of Educational Psychology*, 78(4), 545-565.

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.

Lin, S. S., & Mintzes, J. J. (2010). Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issues: The effect of ability level. International *Journal of Science and Mathematics Education,* 8, 993-1017.

McNeill, K. L., & Pimentel, D. S. (2010). Scientific discourse in three urban classrooms: The role of the teacher in engaging high school students in argumentation. *Science Education*, 94(2), 203-229.

Muis, K. R. (2007). The role of epistemic beliefs in self-regulated learning. *Educational psychologist*, 42(3), 173-190. DOI: 10.1080/00461520701416306

Nawanidbumrung, W. and Samiphak, S. (2019). The Study of Relationship between Science Student teachers' Beliefs about Teaching and Learning of Science and their Teaching Practices. *Master of Education Thesis (Science Education).* Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

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.http://doi.org/10 .1016/j.learninstruc.2011.05.002

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.

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.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# ภาคผนวก ง

## ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์**

การวิเคราะห์ประเภทความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้มิติความเชื่อเป็นเกณฑ์พบว่า ประเภทนิสิตครูที่มีโอกาสเป็นไปได้สูงสุด คือ 16 ประเภท แบ่งเป็นได้เป็น 5 ประเภทใหญ่ คือ 1) นิสิตที่มีความเชื่อระดับง่ายทุกมิติ 2) นิสิตที่มีความเชื่อระดับซับซ้อน 1 มิติ ระดับง่าย 3 มิติ 3) นิสิตที่มีความเชื่อระดับซับซ้อน 2 มิติ ระดับง่าย 2 มิติ 4) นิสิตที่มีความเชื่อระดับซับซ้อน 3 มิติ ระดับง่าย 1 มิติ และ 5) นิสิตที่มีความเชื่อระดับซับซ้อน 4 มิติ

| ประเภทนิสิต | มิติความเชื่อ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | CERT | DEV | SOU | JUS |
| **1) นิสิตที่มีความเชื่อระดับง่ายทุกมิติ** | | | | |
| **นิสิตประเภทที่ 1** | **ง่าย** | **ง่าย** | **ง่าย** | **ง่าย** |
| **2) นิสิตที่มีความเชื่อระดับซับซ้อน 1 มิติ ระดับง่าย 3 มิติ** | | | | |
| นิสิตประเภทที่ 2 | ง่าย | ง่าย | ง่าย | ซับซ้อน |
| นิสิตประเภทที่ 3 | ง่าย | ง่าย | ซับซ้อน | ง่าย |
| นิสิตประเภทที่ 4 | ง่าย | ซับซ้อน | ง่าย | ง่าย |
| นิสิตประเภทที่ 5 | ซับซ้อน | ง่าย | ง่าย | ง่าย |
| **3) นิสิตที่มีความเชื่อระดับซับซ้อน 2 มิติ ระดับง่าย 2 มิติ** | | | | |
| นิสิตประเภทที่ 6 | ง่าย | ง่าย | ซับซ้อน | ซับซ้อน |
| **นิสิตประเภทที่ 7** | **ง่าย** | **ซับซ้อน** | **ง่าย** | **ซับซ้อน** |
| นิสิตประเภทที่ 8 | ง่าย | ซับซ้อน | ซับซ้อน | ง่าย |
| นิสิตประเภทที่ 9 | ซับซ้อน | ซับซ้อน | ง่าย | ง่าย |
| นิสิตประเภทที่ 10 | ซับซ้อน | ง่าย | ซับซ้อน | ง่าย |
| นิสิตประเภทที่ 11 | ซับซ้อน | ง่าย | ง่าย | ซับซ้อน |
| **4) นิสิตที่มีความเชื่อระดับซับซ้อน 3 มิติ ระดับง่าย 1 มิติ** | | | | |
| **นิสิตประเภทที่ 8** | **ง่าย** | **ซับซ้อน** | **ซับซ้อน** | **ซับซ้อน** |
| นิสิตประเภทที่ 12 | ซับซ้อน | ง่าย | ซับซ้อน | ซับซ้อน |
| นิสิตประเภทที่14 | ซับซ้อน | ซับซ้อน | ง่าย | ซับซ้อน |
| **นิสิตประเภทที่ 15** | **ซับซ้อน** | **ซับซ้อน** | **ซับซ้อน** | **ง่าย** |
| **5) นิสิตที่มีความเชื่อระดับซับซ้อน 4 มิติ** | | | | |
| นิสิตประเภทที่ 16 | ซับซ้อน | ซับซ้อน | ซับซ้อน | ซับซ้อน |

**ประเภทความเชื่อในตัวอย่างวิจัยที่ค้นพบในวิทยานิพนธ์**

**ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์เรียบง่าย**

**ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ยึดมั่นในแหล่งและสาระความรู้**

**ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในความรู้**

**ความเชื่อด้านความรู้วิทยาศาสตร์ซับซ้อนแบบยึดมั่นในผู้รู้**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# ภาคผนวก จ

# การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

## การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

```
  TITLE: CFA

  DATA:
  FILE IS "data.csv";

  VARIABLE:
    NAMES ARE cer sor dev jus;
    USEVARIABLES ARE cer sor dev jus;


  ANALYSIS:
  ESTIMATOR = ML;

  MODEL:
  sci by cer sor dev jus@1;
  sor@.162;
  JUS WITH DEV;
  jus@.3;
  SOR WITH CER@.2;
  JUS WITH CER;
  JUS WITH SOR;
  dev@0.25;

  !cer@.099;
  !dev@.052;
  !sor@.162;
  !jus@.065;

  OUTPUT: stdyx mod(0)


INPUT READING TERMINATED NORMALLY
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

```
CFA

SUMMARY OF ANALYSIS

Number of groups                                                 1
Number of observations                                         130

Number of dependent variables                                    4
Number of independent variables                                  0
Number of continuous latent variables                            1

Observed dependent variables

  Continuous
   CER         SOR         DEV         JUS

Continuous latent variables
   SCI

Estimator                                                       ML
Information matrix                                        OBSERVED
Maximum number of iterations                                  1000
Convergence criterion                                  0.500D-04
```

Maximum number of steepest descent iterations 20

Input data file(s)
data.csv

Input data format FREE
UNIVARIATE SAMPLE STATISTICS

UNIVARIATE HIGHER-ORDER MOMENT DESCRIPTIVE STATISTICS

| Variable/ Sample Size | Mean/ Variance | Skewness/ Kurtosis | Minimum/ Maximum | % with Min/Max | Percentiles 20%/60% | 40%/80% | Median |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CER | 3.417 | -0.113 | 1.710 | 1.54% | 2.860 | 3.290 | 3.430 |
| 130.000 | 0.533 | -0.349 | 5.000 | 1.54% | 3.570 | 4.000 | |
| SOR | 3.703 | -0.260 | 1.860 | 0.77% | 3.000 | 3.570 | 3.710 |
| 130.000 | 0.488 | -0.616 | 5.000 | 2.31% | 4.000 | 4.430 | |
| DEV | 4.537 | -1.501 | 2.860 | 1.54% | 4.140 | 4.570 | 4.710 |
| 130.000 | 0.285 | 1.698 | 5.000 | 27.69% | 4.860 | 5.000 | |
| JUS | 4.231 | -0.910 | 2.140 | 0.77% | 3.710 | 4.140 | 4.290 |
| 130.000 | 0.311 | 0.701 | 5.000 | 6.15% | 4.430 | 4.710 | |

THIS ANALYSIS MAY HAVE MULTIPLE SOLUTIONS. EXPLORE THIS USING RANDOM STARTS,
FOR EXAMPLE, STARTS = 20. USE A LARGE ENOUGH NUMBER OF STARTS SO THAT THE
BEST FIT FUNCTION VALUE IS REPLICATED SEVERAL TIMES.

THE MODEL ESTIMATION TERMINATED NORMALLY

MODEL FIT INFORMATION

Number of Free Parameters 11

Loglikelihood

| | |
|---|---|
| H0 Value | -408.011 |
| H1 Value | -406.365 |

Information Criteria

| | |
|---|---|
| Akaike (AIC) | 838.022 |
| Bayesian (BIC) | 869.565 |
| Sample-Size Adjusted BIC (n* = (n + 2) / 24) | 834.775 |

Chi-Square Test of Model Fit

| | |
|---|---|
| Value | 3.292 |
| Degrees of Freedom | 3 |
| P-Value | 0.3488 |

RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)

| | | |
|---|---|---|
| Estimate | 0.027 | |
| 90 Percent C.I. | 0.000 | 0.153 |
| Probability RMSEA <= .05 | 0.486 | |

CFI/TLI

| | |
|---|---|
| CFI | 0.998 |
| TLI | 0.997 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Chi-Square Test of Model Fit for the Baseline Model

| | |
|---|---|
| Value | 172.764 |
| Degrees of Freedom | 6 |
| P-Value | 0.0000 |

SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)

| | |
|---|---|
| Value | 0.182 |

STANDARDIZED MODEL RESULTS

STDYX Standardization

| | | Estimate | S.E. | Est./S.E. | Two-Tailed P-Value |
|---|---|---|---|---|---|
| SCI | BY | | | | |
| CER | | 0.336 | 0.064 | 5.231 | 0.000 |
| SOR | | 0.799 | 0.024 | 33.225 | 0.000 |
| DEV | | 0.250 | 0.097 | 2.577 | 0.010 |
| JUS | | 0.393 | 0.074 | 5.293 | 0.000 |
| JUS | WITH | | | | |
| DEV | | 0.572 | 0.055 | 10.440 | 0.000 |
| CER | | -0.323 | 0.108 | -2.994 | 0.003 |
| SOR | | -0.495 | 0.218 | -2.273 | 0.023 |
| SOR | WITH | | | | |
| CER | | 0.757 | 0.029 | 26.129 | 0.000 |
| Intercepts | | | | | |
| CER | | 4.904 | 0.250 | 19.585 | 0.000 |
| SOR | | 5.530 | 0.307 | 18.009 | 0.000 |
| DEV | | 8.785 | 0.244 | 35.978 | 0.000 |
| JUS | | 7.103 | 0.261 | 27.256 | 0.000 |
| Variances | | | | | |
| SCI | | 1.000 | 0.000 | 999.000 | 999.000 |
| Residual Variances | | | | | |
| CER | | 0.887 | 0.043 | 20.524 | 0.000 |
| SOR | | 0.361 | 0.038 | 9.396 | 0.000 |
| DEV | | 0.937 | 0.049 | 19.275 | 0.000 |
| JUS | | 0.845 | 0.058 | 14.472 | 0.000 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

R-SQUARE

| Observed Variable | Estimate | S.E. | Est./S.E. | Two-Tailed P-Value |
|---|---|---|---|---|
| CER | 0.113 | 0.043 | 2.615 | 0.009 |
| SOR | 0.639 | 0.038 | 16.612 | 0.000 |
| DEV | 0.063 | 0.049 | 1.288 | 0.198 |
| JUS | 0.155 | 0.058 | 2.646 | 0.008 |

MODEL MODIFICATION INDICES

NOTE: Modification indices for direct effects of observed dependent variables

regressed on covariates may not be included. To include these, request MODINDICES (ALL).

Minimum M.I. value for printing the modification index 0.000

| | | M.I. | E.P.C. | Std E.P.C. | StdYX E.P.C. |
|---|---|---|---|---|---|
| BY Statements | | | | | |
| SCI | BY CER | 2.645 | 0.811 | 0.190 | 0.273 |
| SCI | BY JUS | 2.645 | -0.811 | -0.190 | -0.319 |
| WITH Statements | | | | | |
| SOR | WITH CER | 1.181 | 0.057 | 0.057 | 0.216 |
| DEV | WITH CER | 0.272 | 0.012 | 0.012 | 0.038 |
| DEV | WITH SOR | 1.039 | -0.039 | -0.039 | -0.195 |
| Variances/Residual Variances | | | | | |
| SOR | | 0.050 | -0.038 | -0.038 | -0.084 |
| DEV | | 1.149 | 0.033 | 0.033 | 0.123 |
| JUS | | 2.645 | -0.089 | -0.089 | -0.251 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| **ชื่อ-สกุล** | อนุรักษ์ นิลหุต |
| **วัน เดือน ปี เกิด** | 02 พฤษภาคม 2540 |
| **สถานที่เกิด** | สุรินทร์ |
| **วุฒิการศึกษา** | ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) เอกเดี่ยวชีววิทยา (เกียรตินิยมอันดับ 1) ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| **ที่อยู่ปัจจุบัน** | 121 หมู่ 1 ตำบลประทัดบุ อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ 32140 |
| **ผลงานตีพิมพ์** | อนุรักษ์ นิลหุต, กนิษฐ์ ศรีเคลือบ และสุวิมล ว่องวาณิช. 2566. การพัฒนาแบบวัดความเชื่อด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครู. Journal of Inclusive and Innovative Education. 7, 1 (ม.ค. 2023), 1–15. |
| **รางวัลที่ได้รับ** | - Certificate of recognition as an outstanding student on making top scores in inverterbrate Zoology of academic year 2017, Department of Biology, Faculty of science, Chulalongkorn University |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University