

ความเชื่อด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย High School Students' Scientific Epistemic Beliefs

วิชุนกร นามมุงคุณ^{1*} ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ² และ Fang-Ying Yang³

Wisanukorn Nammungkun^{1*}, Chaiyapong Ruangsuan² and Fang-Ying Yang³

¹ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, wisanugorn@kkumail.com

(Faculty of Education, Khon Kaen University)

² คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, chaiyapong@kku.ac.th.

(Faculty of Science, Khon Kaen University)

³ Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University, Taiwan, fangyang@ntnu.edu.tw

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเชื่อด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 291 คน จากโรงเรียนที่มีขนาดต่างกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามความเชื่อด้วยความรู้วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาโดย Conley และคณะ (2004) จำนวน 26 ข้อ ซึ่งมีสี่มิติ ได้แก่ แหล่งความรู้ ความแน่นอนของความรู้ พัฒนาการของความรู้ และการอ้างเหตุผล ใช้สถิติเชิงพรรณนา วิเคราะห์และนำเสนอผลการวิเคราะห์ในรูปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประกอบกับสถิติเชิงอนุมาน วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างเพศกับความเชื่อเกี่ยวกับความรู้และที่มาของความรู้โดยใช้การทดสอบ T ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความเชื่อในมิติการอ้างเหตุผลในระดับเชิงซ้อนมากกว่ามิติอื่น ๆ และไม่พบความแตกต่างระหว่างเพศในสามมิติได้แก่ แหล่งความรู้ ความแน่นอนของความรู้ และการอ้างเหตุผล ในมิติพัฒนาการของความรู้พบว่านักเรียนชายมีความเชื่อเชิงซ้อนสูงกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=.05$)

คำสำคัญ: ความเชื่อด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ABSTRACT

This study was to explore students' epistemic beliefs in learning science. There were 291 Thai high school students participated. The average age of the participant was 17 years old. They were from different school areas over Northeastern regional of Thailand. The Scientific Epistemological Beliefs (SEBs) Questionnaire by Conley et.al. (2004) was used for probing the participants' epistemic beliefs in science. The Descriptive statistics were used to analyze by considering to mean and standard deviation. To analyze the gender difference, the t-test analysis was conducted. The result shown that the scores of dimensions of 'justification' and 'development' were high. That is, most of students held complex beliefs, but 'source' and 'certainty' dimensions have still high scores. It maybe due to having the students' simple beliefs in science. However, boys tend to have beliefs the science knowledge is uncertainty more than girls in statically ($p=.05$)

KEYWORDS: Scientific Epistemic Beliefs, High school students.

**Corresponding Author, E-mail: wisanugorn@kkumail.com*

Received: 17 June 2019 / Revised: 11 December 2019 / Accepted: 14 April 2020 / Published online: 30 April 2020

บทนำ

ความเชื่อด้วยความรู้ (Epistemic beliefs) มีอิทธิพลต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน (Ryan, 1984) มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียน (Hofer, 2000) ยุทธศาสตร์และทัศนคติต่อการเรียนรู้ (Edmonson & Novak, 1993) และการรับรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Tsai, 2000) แนวคิดและการรับรู้ถึงความสามารถของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ (Tsai, Liang & Lin, 2011) ความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Nussbaum, Sinatra & Poliquin, 2008) ตลอดจนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (Hotulainen, & Telivuo, 2014) นอกจากนี้ Duschl (2008) ได้สังเคราะห์การวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และจัดออกเป็นสามกลุ่ม ได้แก่ (1) ศึกษาแนวคิดและกระบวนการสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์ “นักเรียนเรียนรู้อะไร” (2) ศึกษากรอบความรู้และที่มาของความรู้ “นักเรียนมีเกณฑ์ที่นับสิ่งใดสิ่งหนึ่งว่าเป็นความรู้” และ (3) กระบวนการเชิงสังคม “นักเรียนสื่อสารและแสดงแนวคิด หลักฐานและคำอธิบาย” นอกจากนี้กรอบการประเมินโครงการความร่วมมือนานาชาติหรือ PISA ซึ่งมุ่งประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ในฐานะเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมสามด้านซึ่งมิได้ให้ความสำคัญกับความรู้ในเนื้อหา (Content knowledge) แต่ยังมีความรู้เชิงกระบวนการ (Procedural knowledge) และความรู้ด้วยความรู้ (Epistemic knowledge) นั่นคือ ความเชื่อของผู้เรียนมีความเชื่อมโยงกับกระบวนการเรียนรู้ในมิติอื่น ยกตัวอย่างในการศึกษาของ Nussbaum et al., (2008) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อด้วยความรู้กับบทบาทการโต้แย้งในการเรียนวิทยาศาสตร์ในนักศึกษาพบความเชื่อด้วยความรู้ของนักศึกษามีความเชื่อมโยงกับบทบาทการโต้แย้งในชั้นเรียน โดยนักศึกษาที่มีความเชื่อแบบสัมพัทธ์ (relativist) มีปฏิสัมพันธ์และโต้แย้งได้มากกว่านักเรียนที่มีความเชื่อแบบพหุลักษณ์ (multiplist) ดังนั้น การตรวจสอบความเชื่อด้วยความรู้ของนักเรียนจึงมีความสำคัญต่อการทำความเข้าใจมุมมอง ความเชื่อของนักเรียนต่อความรู้และการเรียนรู้ ซึ่งสัมพันธ์กับมิติการเรียนรู้อื่น นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูเข้าใจผู้เรียนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้เหมาะกับนักเรียนพื้นฐานความเชื่อของนักเรียนแต่ละคน

มีการวิจัยในต่างประเทศจำนวนมากเกี่ยวกับความเชื่อด้วยความรู้ และยังชี้ว่าความเชื่อเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับบริบทของนักเรียนแต่ละสังคม Yang (2016) ศึกษาความเชื่อในบริบทวัฒนธรรมที่แตกต่างกันสามประเทศ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ตุรกี และไต้หวัน พบว่าในสังคมที่มีรากเหง้าวัฒนธรรมและประวัติศาสตร์ที่ยาวนาน คือ ไต้หวันและตุรกี ผู้เรียนจะค่อนข้างเชื่อความรู้ที่ผ่านผู้มีอำนาจ ในขณะที่สหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นประเทศที่มีประวัติศาสตร์ชนชาติที่สั้นกว่า นักเรียนจะมีความโดดเด่นในด้านความเชื่อเชิงซ้อนในความรู้ (Complex beliefs) เมื่อพิจารณาในบริบทสังคมไทยยังขาดแคลนการวิจัยด้านนี้ มีเพียงการวิจัยของ Takoyashi, Piti, and Brian (2012) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อด้วยความรู้กับประสบการณ์การเรียนของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในประเทศไทย แต่ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานแทบไม่พบการศึกษาประเด็นความเชื่อกับปัจจัยด้านการเรียนรู้อื่น ๆ โดยเฉพาะการเรียนวิทยาศาสตร์ บทความนี้จึงเป็นการเสนอผลการศึกษาความเชื่อด้วยความรู้ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความเชื่อด้วยความรู้

ญาณวิทยา (Epistemology) เป็นสาขาหนึ่งในวิชาปรัชญา (philosophy) ศึกษาเกี่ยวกับความรู้และการได้มาซึ่งความรู้ บ่อเกิดของความรู้ และรวมถึงมนุษย์มีวิธีการเข้าถึงความรู้เหล่านั้นได้อย่างไร ในขณะที่การศึกษาความเชื่อเกี่ยวกับความรู้และที่มาของความ เชื่อข้องในสาขาจิตวิทยา (Psychology) เป็นความเชื่อของบุคคลต่อธรรมชาติของความรู้และการได้มาซึ่งความรู้ (nature of knowledge and nature of knowing belief)

ภายหลัง William Perry, Jr. (1968) ในฐานะหัวหน้าทีมวิจัยทำการศึกษาเก็บข้อมูลระยะยาวของนักศึกษา ระดับปริญญาตรีแห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ดตลอดการเรียนสี่ปี พบว่านักศึกษาชั้นปีที่หนึ่งส่วนใหญ่มีความเชื่อว่างค ความรู้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และจะถูกสอนจากผู้มีความรู้หรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ เมื่อพวกเขาได้เรียนในชั้นปีที่สูงขึ้น ความเชื่อจะค่อย ๆ เปลี่ยนไปในทิศทางที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เริ่มมองเห็นว่าความรู้นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีหลักฐาน เชิงประจักษ์และสามารถให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือกว่าเดิม (Schommer, 2004) ซึ่ง Perry จึงสร้างข้อโต้แย้งว่าในเบื้องต้น นักศึกษาจะมีความเชื่อซึ่งถูกเรียกว่านักคิดแบบคู่ (dualistic thinker) ความรู้จะต้องได้รับมาจากผู้รู้เท่านั้น ในแง่นี้จึงมี ความรู้ที่ถูกและผิดที่สามารถแบ่งแยกได้อย่างเด็ดขาด หลังจากที่ได้เรียนรู้จนถึงปีการศึกษาสุดท้าย พวกเขาจะมีความเชื่อ อีกแบบหนึ่ง ซึ่ง Perry เรียกว่านักคิดแบบสัมพัทธ์มุ่งมั่น (committed relativistic thinker) มองว่าความรู้ไม่ได้มี ลักษณะสมบูรณ์แต่สัมพัทธ์อย่างแยกไม่ออกจากผู้เรียน ประสบการณ์และโลกทัศน์ของผู้สร้างความรู้มีผลต่อความรู้ที่ถูก สร้างขึ้น อย่างไรก็ตามพัฒนาการความเชื่อตามทฤษฎีของ Perry เป็นกลไกที่สอดคล้องกับแบบแผนพัฒนาการตามทฤษฎี ของ Piaget ซึ่ง Perry ได้หยิบยืมวิธีการอธิบายของ Piaget เกี่ยวกับภาวะเสียสมดุลทาง (Cognitive disequilibrium) มาใช้กับทฤษฎีของเขาเอง กล่าวคือบุคคลจะเปลี่ยนแปลงความเชื่อของตนเมื่อได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งภายนอกและ ตอบสนองต่อประสบการณ์ในลักษณะของการปรับประสานเข้ากับโครงสร้างทางความเชื่อเดิมที่มีอยู่ Perry (1970) กำหนดความเชื่อของบุคคลเกี่ยวกับความรู้และการรู้ออกเป็น 9 ตำแหน่ง ใน 4 กลุ่ม ได้แก่ ทวินิยม (Dualism), พหุนิยม (Multiplicity), สัมพัทธนิยม (Relativism) และสัมพัทธนิยมเชิงวิพากษ์ (Commitment within relativism) นอกจากนี้ Kuhn (1991) เสนอขั้นพัฒนาการความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้และที่มาของความรู้ (Epistemic understanding) ซึ่ง สอดคล้องกับโมเดลของ Perry (1970) เริ่มจากความเชื่อสัมบูรณ์นิยม (Absolutist) ความรู้คือการค้นพบจากโลกภายนอก ความรู้เป็นภววิสัย (objectivity) พหุนิยม (Multiplist) ความรู้نب่เป็นเพียงความคิดเห็น เริ่มมองเห็นว่าความรู้เป็นอัตวิสัย (subjectivity) และวิพากษ์นิยม (Evaluativist) แม้ว่าบุคคลจะรับรู้สิ่งเดียวกัน แต่ย่อมมีความเข้าใจต่อสิ่งนั้นแตกต่างกัน ไปตามประสบการณ์ ตามความเชื่อแบบพหุนิยม แต่ประเมินค่านิยมเรียกร้องไปอีกว่าการเรียนรู้คือการประเมิน (Judgement) ความคิดเห็นเหล่านั้นด้วยหลักฐานและการให้เหตุผล

การเปลี่ยนแปลงความเชื่อด้วยความรู้ของบุคคลตามทฤษฎีของ Perry จึงเป็นการกลไกเชิงพัฒนาการ (Developmental) หลังจากข้อเสนอของ Perry ได้ตีแผ่ในวงวิชาการโดยเฉพาะสาขาจิตวิทยาการศึกษา มีนักวิชาการ สนใจศึกษามากขึ้นเป็นลำดับ โดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ศึกษาในแง่ของพัฒนาการ (Development) (Perry, 1970; Belenky, 1986; Baxter Magolda, 1992; King and Kitchener, 1994; Kuhn, 1991) และกลุ่มที่ศึกษา ในแง่ของมิติ (Dimension) (Shommer, 1990; Hofer and Pintrich, 1997)

ตาราง 1 โมเดลเชิงพัฒนาการ (Dimension) ของความเชื่อด้วยความรู้ในวัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่ (Hoffer, 1997)

<i>Perry (Intellectual and ethical development)</i>	<i>Belenky et al. (Women's way of knowing)</i>	<i>Baxter Magolda (Epistemological reflection)</i>	<i>King and Kitchener (Reflective judgment)</i>	<i>Kuhn (Argumentative reasoning)</i>
ทวินิยม (Dualism)	นิ่งเงียบ (Silence)	การรู้แบบสัมบูรณ์ (absolute knowing)	การคิดก่อนการสะท้อนกลับ (Pre-reflective thinking)	แนวสัมบูรณ์นิยม (Absolutists)
พหุนิยม (Multiplicity)	ความรู้รับมา (Received knowledge)	การรู้แบบเฉพาะกาล (Transitional knowing)	การคิดถึงการสะท้อนกลับ (Quasi-reflective thinking)	แนวพหุนิยม (Multiplists)
สัมพัทธนิยม (Relativism)	ความรู้อัตนัย (Subjective knowledge)	การรู้แบบอิสระ (Independent knowing)	การคิดเชิงสะท้อนกลับ (Reflective thinking)	แนววิพากษ์นิยม (Evaluativists)
สัมพัทธนิยมเชิงคุณค่า Commitment within relativism	ความรู้เชิงกระบวนการ (Procedural knowledge) - การรู้แบบเชื่อมโยง (Connected knowing) - การรู้แบบแยกส่วน (Separate knowing) Constructed knowledge	การรู้แบบมีบริบท (Contextual knowing)		

ต่อมาเมื่อมีการศึกษาความเชื่อว่าจะด้วยความรู้มากขึ้น แผ่ขยายออกไปในวงการศึกษากว้างขวาง ทำให้มีนักวิจัยส่วนหนึ่งเสนอแนวทางการศึกษาความเชื่อว่าจะด้วยความรู้ในมุมมองมิติ (Dimension) แนวทางแรก Schommer (1990) มีแนวคิดที่ว่า ความเชื่อของบุคคลต่อความรู้และที่มาของความรู้ มีความเป็นระบบมากกว่าเป็นความเชื่อที่เป็นอิสระจากไม่มีเลย (less) จนถึงมีมาก (more) ซึ่ง Schommer ได้เสนอระบบความเชื่อ 5 ด้าน ได้แก่ ความรู้เชิงเดียว (Simple Knowledge) เป็นความรู้ที่เกิดจากการสะสมข้อความรู้และข้อเท็จจริงที่ไม่ต้องตั้งข้อสงสัย ความรู้ที่แน่นอน (Certainty knowledge) เป็นความรู้ที่สมบูรณ์ไม่เปลี่ยนแปลง ผู้มีอำนาจรอบรู้ (Omniscient authority) เป็นผู้ที่มีอำนาจเข้าถึงความรู้ได้มากที่สุด การเรียนรู้ได้ฉับไว (Quick Learning) การเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วหรือไม่เกิดการเรียนรู้เลย และความสามารถโดยธรรมชาติ (Innate ability) เป็นความสามารถของบุคคลที่จะเข้าถึงความรู้ที่ผ่านแปรแล้ว หลังจากนั้นเกิดแนวทางที่สอง Hofer and Pintrich (1997) เสนอว่าควรแบ่งมิติความเชื่อออกเป็นสองประเภท ได้แก่ หนึ่ง ธรรมชาติของความรู้ (Nature of Knowledge) ประกอบด้วยสองมิติ คือ ความแน่นอนของความรู้ (Certainty of knowledge) ความรู้มีความแน่นอนไม่ผันแปรหรือมีพัฒนาอยู่อย่างต่อเนื่อง และความเรียบง่ายของความรู้ (Simplicity of knowledge) ความรู้มีความสมบูรณ์หรือสัมพัทธ์ สอง ธรรมชาติของการรู้หรือการได้มาซึ่งความรู้ (Nature of knowing) ประกอบด้วย แหล่งที่มาของความรู้ (Source of knowing) ความรู้มาจากผู้ชำนาญความรู้หรือสามารถถูกทำลายได้ และมติการประเมินความรู้ (Justification of knowing) ความรู้สามารถเรียนรู้เอาได้ด้วยกระบวนการคิดเชิงวิพากษ์

การวิจัยที่ทบทวนข้างต้นนั้นเป็นการเสนอให้เห็นความเป็นมาของการศึกษาความเชื่อว่าจะด้วยความรู้แบบทั่วไป (General domain) ในด้านของการวิจัยด้านการสอนวิทยาศาสตร์ การศึกษาของ Conley, Pintrich, Vekiri, and Harrison (2004) ถือเป็นการบุกเบิกความเชื่อว่าจะด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนารอบและแบบวัดความเชื่อเกี่ยวกับความรู้และที่มาของความรู้ในแบบจำเพาะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Specific domain) ซึ่งพัฒนาต่อเนื่องจากกรอบของ Pintrich สองด้าน ได้แก่ ธรรมชาติของการรู้ ประกอบด้วย มิติแหล่งที่มาของการรู้ (Source of knowing) ความรู้วิทยาศาสตร์มาจากผู้มีอำนาจหรือผู้เชี่ยวชาญ มิติการอ้างเหตุผล (Justification of knowing) ความรู้วิทยาศาสตร์มาจากการให้เหตุผลและประเมินจากหลักฐาน และธรรมชาติของความรู้ ประกอบด้วย มิติความแน่นอนของความรู้ (Certainty of knowledge) ความรู้วิทยาศาสตร์มีค่าถูกที่ถูกต้องเพียงหนึ่งคำตอบ พัฒนาการของความรู้ (Development of knowledge) ความรู้วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงและการพัฒนา ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้กรอบในงานวิจัยของ Conley et al. (2004) เพื่อสำรวจความเชื่อเกี่ยวกับความรู้และที่มาของความรู้ของนักเรียนจำเพาะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ความเชื่อในการศึกษานี้ไม่ได้หมายถึงความเชื่อในทางศาสนาหรือสิ่งลึกลับ หากแต่เป็นความเชื่อของบุคคลต่อธรรมชาติของความรู้ และการได้มาซึ่งความรู้ โดยเฉพาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อจึงอาจเทียบได้กับกรอบความคิด (Mindset) ซึ่งย่อมมีอิทธิพลต่อท่าที การแสดงออก หรือพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของบุคคลนั้นด้วย ดังนั้นการทำความเข้าใจความเชื่อว่าจะด้วยความรู้มีประโยชน์ทั้งสำหรับนักเรียนและครูผู้สอน นักเรียนจะได้ทำความเข้าใจและตรวจสอบกรอบความคิด ความเชื่อของตนเอง เพราะโดยปกติแล้วแม้ว่ามนุษย์มักทำอะไรไปภายใต้อิทธิพลของความเชื่อก็ตาม แต่มิติทางความเชื่อกลับไม่ค่อยได้รับการตระหนักถึง ยกตัวอย่าง เช่น เด็กชาย ก. เป็นนักเรียนคนหนึ่งซึ่งตั้งใจเรียน ทุกครั้งที่ครูบรรยายและเขียนเนื้อหาวิชาบนกระดาน เขาจะตั้งใจฟังและจดตามอย่างขะมักเขม้น แต่ในภายหลังครูมีการปรับเปลี่ยนแนวทางการสอน มีการให้นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกัน เป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาซึ่งต้องใช้ความคิดการอภิปราย และการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเอง สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะนี้ เด็กชาย ก. กลับรู้สึกว่านี่ไม่ใช่การเรียน มีแนวคิดมากมายเกิดขึ้นทั้งจากการค้นคว้าและการเสนอของเพื่อนๆ ในชั้น แต่ครูกลับไม่ได้บอกว่าแบบใดที่ถูกต้อง จะเห็นว่าแนวทางการสอนอย่างหลังสอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมสมัยมากกว่า การตรวจสอบความเชื่อของ

นักเรียนจึงเป็นวิธีหนึ่งในการสะท้อนเพื่อปรับเปลี่ยนความเชื่อนั้นให้สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมสมัยซึ่งจะช่วยให้
นักเรียนได้เรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ ยิ่งไปกว่านั้นความเชื่อว่าด้วยความรู้ของนักเรียนเป็นข้อมูลอีกด้านหนึ่งที่จะช่วย
ครูผู้สอนออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องและปรับเปลี่ยนความเชื่อดังที่กล่าวไปแล้วนั้นด้วย

วัตถุประสงค์

เพื่อสำรวจความเชื่อว่าด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างวิจัย

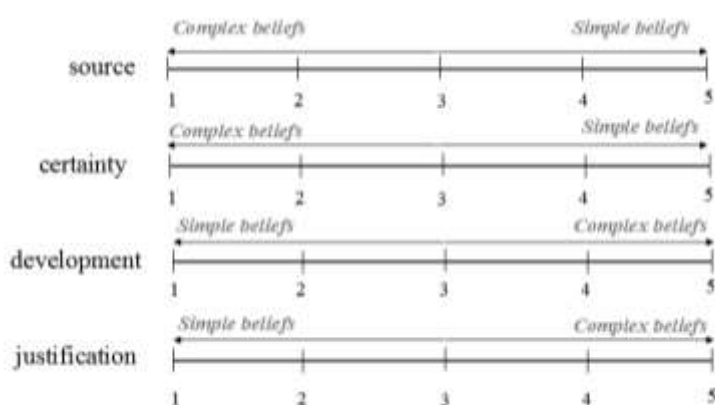
กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 291 คน เพศหญิงจำนวน 223 คน
และเพศชายจำนวน 68 คน มีอายุเฉลี่ย 17 ปี กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปลาย ซึ่งส่วนใหญ่กำลังศึกษาอยู่ใน
โรงเรียนขนาดกลางถึงขนาดใหญ่พิเศษ โดยกำหนดพื้นที่เก็บข้อมูลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เนื่องจาก
เป็นพื้นที่ที่ผู้วิจัยส่วนใหญ่อาศัยอยู่และสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือวิจัย

ในการศึกษานี้ใช้แบบสำรวจ Scientific Epistemological Beliefs questionnaire ของ Conley et al.
(2004) มาดัดแปลงแบบลิเคิ์ทสเกล 5 ระดับ เพื่อวัดความเชื่อว่าด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบว่าความรู้
วิทยาศาสตร์มาจากสิ่งภายนอก มีความแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลง หรือมีธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลงได้ เพียงแต่คงทนอยู่ช่วง
ระยะหนึ่ง ความรู้วิทยาศาสตร์เกิดจากการลงมือปฏิบัติและใช้ความคิดไตร่ตรองตามเหตุผล ซึ่งแสดงรายละเอียดตาม
ตารางที่ 2 ผู้วิจัยได้หาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย โดยการทดลองและวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability)
โดยใช้สูตรคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ซึ่งสะท้อนความคงเส้นคงวา
ของข้อคำถามจำนวนทั้งสิ้น 26 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 มิติ ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า มิติแหล่งความรู้ มิติความแน่นอนของ
ความรู้ มิติการพัฒนาของความรู้ และมิติการอ้างเหตุผล มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาเท่ากับ 0.76, 0.65, 0.76 และ 0.84
ตามลำดับ ซึ่งถือว่ายอมรับและสามารถใช้เครื่องมือนี้ในการศึกษาวิจัยได้

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลการตอบแบบสอบถามของนักเรียนใช้สถิติเชิงพรรณนาและนำเสนอผลการวิเคราะห์ในรูปแบบ
ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นอกจากนี้สถิติเชิงอนุมานในการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างเพศกับความเชื่อ
เกี่ยวกับความรู้และที่มาของความรู้ โดยใช้การทดสอบ T-test, Independent T-test



ภาพ 1 แนวโน้มความเชื่อด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างความเชื่อเชิงซ้อนและความเชื่อเชิงเดี่ยวในแต่ละมิติ

ในการแปรผลข้อมูลนั้น หากค่าเฉลี่ยคะแนนสำหรับมิติแหล่งความรู้ (Source) และ (Certainty) สูง แปรผลได้ว่าความเชื่อด้วยความรู้วิทยาศาสตร์โน้มไปแบบเชิงเดี่ยว (Simple beliefs) เชื่อในสิ่งที่ผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ บอกเท่านั้นว่าสิ่งใดเป็นความรู้ สิ่งใดถูกหรือผิด ดีหรือชั่ว และความรู้วิทยาศาสตร์มั่นคง ไม่เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาหรือปัจจัยอื่นใด ในขณะที่หากค่าเฉลี่ยคะแนนสำหรับมิติพัฒนาการของความรู้ (Development) และ การอ้างเหตุผล (Justification) ต่ำ แสดงว่ามีความเชื่อด้วยความรู้โน้มไปในแบบเชิงซ้อนซ้อน (Complex beliefs) กล่าวคือ มีความเชื่อว่าความรู้เป็นสิ่งที่บุคคลสร้างขึ้นภายในความความคิดด้วยเหตุผล หลักฐาน และความรู้ดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงได้ (Yang, Chang, Chen & Chen, 2016)

ตาราง 2 มิติของความเชื่อเกี่ยวกับความรู้และการรู้ และตัวอย่างข้อความ (Peer, & Atputhasamy, 2005)

ชื่อมิติ	คำอธิบาย	ตัวอย่างข้อความ
แหล่งความรู้ (Source of knowing)	เชื่อว่าความรู้มีได้เกิดขึ้นภายในตัวผู้รู้ แต่ผู้รู้เป็นผู้รับความรู้มาจากสิ่งภายนอก ผู้มีอำนาจผู้เชี่ยวชาญ หรือนักวิทยาศาสตร์	ทุกคนจะต้องเชื่อในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์กล่าว
ความแน่นอนของความรู้ (Certainty of knowledge)	เชื่อว่าความรู้มีเพียงสองด้าน ถูกและผิดเท่านั้น	ทุก ๆ คำถามในวิทยาศาสตร์จะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว
การพัฒนาของความรู้ (Development of knowledge)	เชื่อว่าความรู้ไม่ได้มีเพียงสองด้าน ผู้รู้สร้างความรู้ขึ้นบนพื้นฐานประสบการณ์ของตน และความรู้มีการเปลี่ยนแปลงได้	ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์มีแนวคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์บางอย่างในธรรมชาติ แตกต่างไปจากอดีต
การอ้างเหตุผล (Justification of knowing)	เชื่อว่าความรู้คือการลงมือปฏิบัติและผู้รู้ใช้ความคิดไตร่ตรอง ให้เหตุผล พร้อมกับสร้างความเข้าใจขึ้นมาได้	แนวคิด ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากความใคร่รู้ และมนุษย์ใช้ความคิดเพื่อทำความเข้าใจว่าธรรมชาติมีกลไกการทำงานอย่างไร

ผลการวิจัย

ความเชื่อเกี่ยวกับความรู้และการรู้ทางวิทยาศาสตร์

การวิจัยนี้สำรวจความเชื่อเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 291 คน ใช้แบบสอบถาม SEBs ของ Conley et al. (2004) โดยใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ต 5 ระดับ พบว่า นักเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยความเชื่อเกี่ยวกับความรู้สูงสุดและต่ำสุดในมิติ การอ้างเหตุผล และพัฒนาการของความรู้ ความแน่นอนของความรู้ และแหล่งความรู้ ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง ที่ 3

ตาราง 3 แสดงจำนวน ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเชื่อเกี่ยวกับความรู้ของนักเรียน

มิติ	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
แหล่งความรู้	291	3.09	0.67
ความแน่นอนของความรู้	291	3.20	0.67
พัฒนาการของความรู้	291	3.97	0.59
การอ้างเหตุผล	291	4.24	0.58

ผลการวิจัยชี้ว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการศึกษามีค่าเฉลี่ยสูงในมิติการอ้างเหตุผลและพัฒนาการของความรู้ หรือมีความเชื่อเชิงซ้อน (Complex beliefs) เชื่อว่าความรู้ได้มาด้วยการสร้างความเข้าใจด้วยตนเองจากหลักฐานการทดลอง (experimentation) และหรือการสังเกต (Observation) และเชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์ตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน มีการเปลี่ยนแปลง ความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นสิ่งที่ใช้อธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้เพียงช่วงเวลาจำเพาะเท่านั้น หากมีคำอธิบายอื่นที่มีหลักฐานที่น่าเชื่อถือมากกว่าเดิม ชุมชนวิทยาศาสตร์มักจะยอมรับคำอธิบาย หรือความรู้ใหม่นั้น

เพศกับความเชื่อเกี่ยวกับความรู้และการรู้ทางวิทยาศาสตร์

หากพิจารณาความแตกต่างกันระหว่างบุคคล ซึ่งในบทความนี้ผู้วิจัยสนใจเปรียบเทียบลักษณะทางชีวภาพของนักเรียน เพื่อสำรวจว่าเพศแตกต่างกันส่งผลต่อความเชื่อเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ผลการวิเคราะห์ค่าที่ระหว่างความเชื่อเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์ทั้งสี่มิติและเพศ ผลการวิเคราะห์พบว่าส่วนใหญ่ ได้แก่ แหล่งความรู้ ความแน่นอนของความรู้ และการอ้างเหตุผล ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในมิติพัฒนาการของความรู้พบความแตกต่างระหว่างเพศชายและหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=.05$) จากแนวโน้มของข้อมูลชี้ให้เห็นว่านักเรียนชายมีความเชื่อในด้านความเชื่อเชิงซ้อนเกี่ยวกับพัฒนาการของความรู้มากกว่าเพศหญิง ซึ่งค่าเฉลี่ยแยกตามเพศแสดงดังตาราง ที่ 4

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยความเชื่อเกี่ยวกับความรู้และที่มาของความรู้ทั้งสี่มิติ แยกตามเพศ

	แหล่งความรู้		ความแน่นอนของความรู้		พัฒนาการของความรู้		การอ้างเหตุผล	
	Mean	F	Mean	F	Mean	F	Mean	F
ชาย	3.22		3.30		4.13		4.27	
หญิง	3.06	1.12	3.17	0.38	3.92	0.03*	4.23	2.74

$p < .05$

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยชิ้นนี้ส่วนใหญ่มีความเชื่อแบบเชิงซ้อน (Complex beliefs) ในมิติการอ้างเหตุผล (ค่าเฉลี่ย = 4.24) กล่าวคือนักเรียนมีความเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นความรับผิดชอบของแต่ละบุคคลผ่านกระบวนการให้เหตุผลบนประจักษ์พยาน ผลการศึกษาชี้ว่านักเรียนมีแนวโน้มจะเชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าที่จะหยุดนิ่ง (ค่าเฉลี่ย = 3.97) Conley et al. (2004) ชี้ว่าในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติการทดลองและเน้นการทำกิจกรรม (Hands-on) มีแนวโน้มมีความเชื่อที่ซับซ้อนในมิติการอ้างเหตุผลความรู้ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่ได้เปรียบเทียบความเชื่อด้วยความรู้ระหว่างนักเรียนในชั้นเรียนดั้งเดิม (traditional instruction) และชั้นเรียนที่เน้นการสืบเสาะ (inquiry instruction) นอกจากนี้ผลการศึกษาชี้สะท้อนว่านักเรียนยังมีความเชื่อแบบเชิงเดี่ยวในมิติแหล่งความรู้ (ค่าเฉลี่ย = 3.09) และความแน่นอนของความรู้ (ค่าเฉลี่ย = 3.20)

Tsai (2000) ชี้ว่านักเรียนที่มีความเชื่อเชิงซ้อนมีแนวโน้มที่จะมองว่าการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นหัวใจของการเรียน (constructivist-oriented learning) แทนที่จะคิดว่าการเรียนรู้เป็นเพียงการรับความรู้มาจากภายนอก (empiricist-oriented learning) อาทิ ครู ผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้รู้ภายนอก ดังนั้น การศึกษาความเชื่อด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจึงมีความสำคัญในแง่ของการตรวจสอบย้อนทวนปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเฉพาะในด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) ได้แก่ การสร้างความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์ (Sandoval, 2003) การสร้างข้อโต้แย้ง (argument) และการโต้แย้ง (argumentation) (Kuhn, 1991; Lucia Mason and Fabio Scirica, 2006) ความเข้าใจผ่านการอ่านเนื้อหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Yang, Change, Chen and Chen, 2015) การให้เหตุผลและการใช้หลักฐาน (Yang, 2005)

นอกจากนี้ นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีความเชื่อด้วยความรู้วิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในสามมิติ ได้แก่ แหล่งความรู้ ความแน่นอนของความรู้ และการอ้างเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Conley et al (2004) และ Peer and Atputhasmy (2005) แต่อย่างไรก็ตามการศึกษานี้กลับเสนอข้อค้นพบบางประการที่แตกต่างไป พบว่าบริบทนักเรียนไทยในมิติพัฒนาการของความรู้ นักเรียนชายมีความซับซ้อนกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องและถูกสนับสนุนโดยการศึกษาของ Ozkal, Tekkaya, Sngur and Cakirohlu (2011) สสำรวจความเชื่อในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (นักเรียนเกรด 8 ผู้วิจัยเทียบอายุในระบบการศึกษาไทย) พบว่านักเรียนชายมองว่าความรู้เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงและพัฒนาได้สูงกว่านักเรียนหญิง Yang (2016) กล่าวอ้างว่าความเชื่อเกี่ยวกับความรู้และที่มาของความรู้ของนักเรียนเกี่ยวข้องกับบริบทสังคมและวัฒนธรรมด้วย ในบริบทชั้นเรียนของไทย เรามักพบว่าเมื่อนักเรียนได้รับภารกิจการเรียนรู้ (Task) นักเรียนชายมักจะมีความยืดหยุ่นในการใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาและทำการกิจ พยายามหาวิธีทางเลือกเพื่อจัดการกับภารกิจได้ เพราะความเชื่อเกี่ยวกับความรู้และการรู้ของนักเรียนก่อตัวขึ้นมาจากการใช้ชีวิต ประสบการณ์ที่พวกเขาได้เผชิญ การศึกษาที่ได้รับ และมีความสัมพันธ์กับวัฒนธรรมที่นักเรียนเป็นอยู่ (Chan, 2007)

การนำผลการวิจัยไปใช้ในการเรียนการสอน

ความเชื่อที่ว่าด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกิดและได้รับผลกระทบจากประสบการณ์ โดยเฉพาะประสบการณ์ทางการศึกษา ในการเรียนวิทยาศาสตร์มีการศึกษา Tsai (1999) เสนอว่า แนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญและพัฒนาให้นักเรียนพัฒนาความเชื่อที่ว่าด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากความเชื่อเชิงเดี่ยวสู่ความเชื่อเชิงซ้อนหรือมุมมองต่อการเรียนรู้แบบ constructivist มากขึ้น ได้แก่ แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science-Technology-Society : STS) เพราะผนวกแนวคิดการส่งเสริมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Nature of Science : NOS) สองแนวทาง คือ การสอนตามแนวทางธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยชัดแจ้ง (Explicit NOS) และการสอนตามแนวทางธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยนัย (Implicit NOS) การสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง มีความสำคัญระดับความเข้าใจแนวคิด (cognition) ในการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ (Scientific Conceptual Understanding) แต่การที่จะชี้ให้นักเรียนมองเห็นและตระหนักเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยความเข้าใจในระดับความเข้าใจธรรมชาติและที่มาของความรู้ (Epistemic cognition) กล่าวคือการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้งยังไม่เพียงพอที่เหนี่ยวนำให้นักเรียนเชื่อว่าความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งชั่วคราว และเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้ Abd-El-Khalick, Lederman (2000) การพัฒนามุมมองและความเชื่อเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องผสมทั้งแนวการสอนแบบไม่ชัดแจ้ง และการสอนแบบชัดแจ้งแนวทางหลังเป็นการบูรณาการประวัติศาสตร์และปรัชญาวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมการสอนด้วย



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ชาตรี ฝ้ายคำดา. (2551). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้.
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 11(1) ,33-45.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701.
- Baxter Magolda, M. B. (1992). *Knowing and reasoning in college: Gender-related patterns in students' intellectual development*. San Francisco: Jossey Bass.
- Belenky, M., Clinchy, B., Goldberger, N. and Tarule, J. (1986). *Women's ways of knowing: The development of self, voice, and mind*. New York: Basic Books.
- Chan, K. . (2007). Hong Kong Teacher Education Students' Epistemological Beliefs and their relationships with conceptions of learning and learning strategies. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 16, 199-214.
- Conley, A. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I., & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 184-204.
- Duschl, R. (2008). Science education in 3 part harmony: Balancing conceptual, epistemic and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32, 268-291.
- 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(1), 88-140.
- Hotulainen, R & Telivuo , J. (2015). Epistemological Beliefs and Scientific Reasoning in Finnish Academic Upper Secondary Education. *Kasvatus & Aika*, 9(1) , 92-106.
- Kelly, G. J., McDonald, S., & Wickman, P.-O. (2012). *Science Learning and Epistemology*. In B. J. Fraser, K. G. Tobin & C. J. McRobbie (Eds.). *Second International Handbook of Science Education*, 1, 281-291. Dordrecht: Springer.
- King, P. M, & Kitchener, K. S. (1994). *Developing reflective judgment: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults*. San Francisco: Jossey-Bass.

- Kudret Ozkal, Ceren Tekkaya, Semra Sungur, Jale Cakiroglu & Erdinc Cakiroglu. (2010). Elementary Students' Scientific Epistemological Beliefs in Relation to Socio-Economic Status and Gender. *Journal of Science Teacher Education*, 21(7), 873-885.
- Kuhn, D. (1991). The skills of argument. New York: Cambridge University Press.
- Edmondson, K. M. and Novak, J. D. (1993), The interplay of scientific epistemological views, learning strategies, and attitudes of college students. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(6), 547-559.
- Nussbaum, E. Michael, Sinatra, Gale M. and Poliquin, Anne. (2008). Role of Epistemic Beliefs and Scientific Argumentation in Science Learning. *International Journal of Science Education*, 30(15), 1977-1999.
- Özkal, K., Tekkaya, C., Sungur, S., Çakiroğlu, J. & Çakiroğlu, E. (2011). Elementary students' scientific epistemological beliefs in relation to socio-economic status and gender. *Journal of Science Teacher Education*, 22(2), 115-127.
- Peer, J. and Atputhasamy, L. (2005). Students' epistemological beliefs about science: The impact of school science experience. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 28(2), 81-95.
- Perry, W.G. (1970). *Forms of intellectual and ethical development in the college years: A scheme*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ryan, M. P. (1984). *Monitoring text comprehension: Individual differences in epistemological standards*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED233300.pdf>.
- Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82, 498-504.
- Schommer, M. (1990). Beliefs about the nature of knowledge in epistemological standards. *Journal of Educational Psychology*, 76, 248-258.
- Schommer-Aikins, M. (2004). Explaining the epistemological belief system: Introducing the embedded systemic model and coordinated research approach. *Educational Psychologist*, 39, 19-29.
- Takayoshi, F., Piti, L., & Phillips, B. J. (2012). Thai University Students' Scientific Epistemic Beliefs: Relationships with Past Learning Experiences. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 69, 187-196.
- Tsai, C.-C. (1999). The progression toward constructivist epistemological views of science: A case study of the STS instruction of Taiwanese high school female students. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1201-1222.
- Tsai, C.-C. (2000). Relationships between student scientific epistemological beliefs and perceptions of constructivist learning environments. *Educational Research*, 42, 193-205.

- Tsai, C.-C., 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.
- Weinstock, M. (2006). Psychological research and the epistemological approach to argumentation. *Informal Logic*, 25(1), 3-20.
- Yang F-Y. (2016). *Learners' Epistemic Beliefs and Their Relations with Science Learning-Exploring the Cultural Differences*. In: Chiu MH. (Eds.) *Science Education Research and Practices in Taiwan*. Springer: Singapore.
- 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.

