มุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิชาเอกชีววิทยา

Pre-service biology teachers' perspectives on and understandings of scientific models

ลือชา ลดาชาติ[a,*] และ ลฎาภา ลดาชาติ[b]
Luecha Ladachart[a,*] and Ladapa Ladachart[b]

[a] วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000
School of Education, University of Phayao, Phayao 56000, Thailand
[b] คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
Faculty of Education, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

ARTICLE INFO

Article history:
Received 25 October 2016
Received in revised form 7 February 2017
Accepted 13 February 2017

Keywords:
nature of science,
pre-service science teachers,
scientific models

ABSTRACT

This research investigated 82 pre-service biology teachers' perspectives on and understandings of scientific models. The researchers collected data using a questionnaire in both Likert scale (quantitative data) and written (qualitative data) formats. The researchers analyzed the quantitative data through determining frequencies and percentages and analyzed qualitative data through interpretation. The research results revealed that most of the pre-service teachers understood that models are constructed to represent targets in order to describe and explain natural phenomena, that one target can have multiple models depending on scientists' ideas and purposes, and that models are subject to change when scientists have new evidence or a theoretical framework. However, the analyses of both the quantitative and qualitative data confirmed that most pre-service teachers had a misconception that models should be the same as their target in all aspects, which might result from recollecting scale models. Moreover, the pre-service teachers had a "learning perspective" and/or a "pedagogical perspective" on models. They emphasized the use of models to present scientific content. This research article suggests ways to develop pre-service teachers' understandings so that they can have a "research perspective" and be able to deliver science lessons that allow students to construct models of scientific inquiry.

* Corresponding author.
E-mail address: ladachart@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิชาเอกชีววิทยา จำนวน 82 คน จากมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในภาคเหนือ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม ทั้งแบบมาตราส่วนประเมินค่า (ข้อมูลเชิงปริมาณ) และแบบเขียนตอบ (ข้อมูลเชิงคุณภาพ) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการหาค่าความถี่และร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตีความ ผลการวิจัยเปิดเผยว่า นิสิตส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่า แบบจำลองเป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นตัวแทนของเป้าหมายบางอย่าง ทั้งนี้เพื่อบรรยายและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เป้าหมายเดียวกันสามารถมีแบบจำลองได้หลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความคิดและวัตถุประสงค์ของนักวิทยาศาสตร์ และแบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อนักวิทยาศาสตร์มีหลักฐานหรือกรอบแนวคิดทางทฤษฎีใหม่ อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งสองประเภทยืนยันว่า นิสิตมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่าแบบจำลองควรเหมือนกับเป้าหมายทุกประการ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการคิดถึงแบบจำลองขนาด (Scale model) เป็นหลัก นอกจากนี้ นิสิตมี "มุมมองด้านการเรียน" และ/หรือ "มุมมองด้านการสอน" ต่อแบบจำลอง นิสิตจึงเน้นการใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ บทความวิจัยนี้เสนอแนะแนวทางการพัฒนาความเข้าใจของนิสิต ทั้งนี้เพื่อให้นิสิตมี "มุมมองด้านการวิจัย" ต่อแบบจำลอง และสามารถจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นิสิตครูวิทยาศาสตร์ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบันมุ่งเน้นให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553; Abd-El-Khalick et al., 2004) ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองหลายด้านไปพร้อมกัน ทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553) นอกจากนี้ การทำการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานให้นักเรียนได้เข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นเป็นที่ยอมรับ และก้าวหน้าได้อย่างไร (ลือชา ลฎาภา และ ชาตรี, 2556) ผลการเรียนรู้เหล่านี้เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับนักเรียนในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต (Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD], 2013) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยการสืบเสาะจึงกลายเป็นภาพแห่งความสำเร็จของการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Anderson, 2002; Dahsah & Faikhamta, 2008)

การสร้างแบบจำลองเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสืบเสาะเพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Gilbert, 2004) ทั้งนี้เพราะแบบจำลองไม่เพียงแต่ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สื่อสารความคิดของตนเองเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมแล้ว แบบจำลองยังช่วยให้นักวิทยาศาสตร์อธิบายและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในธรรมชาติอีกด้วย (van Driel & Verloop, 1999) ยิ่งไปกว่านั้น แบบจำลองยังช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สร้างสมมติฐานใหม่ ทั้งนี้เพื่อนำไปทดสอบกับหลักฐานเชิงประจักษ์ อันจะนำไปสู่การยืนยันหรือหักล้างสมมติฐานนั้นต่อไป (van Driel & Verloop, 2002) ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงควรมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองเพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (NGSS Lead States, 2013)

ครูมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างแบบจำลองในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Justi & Gilbert, 2002) อย่างไรก็ดี ครูหลายคนกลับไม่ได้ให้โอกาสนักเรียนได้สร้างแบบจำลองมากนัก ครูส่วนใหญ่มักใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (van Driel & Verloop, 1999) ราวกับว่า แบบจำลองนั้นเป็นสิ่งที่ถูกต้องสมบูรณ์และจะไม่เปลี่ยนแปลงอีกต่อไป (Grosslight, Unger, Jay, & Smith, 1991) นักเรียนจึงมีบทบาทเพียงแค่ทำความเข้าใจแบบจำลองที่ครูนำเสนอ ทั้ง ๆ ที่ในความเป็นจริงแล้ว แบบจำลองเป็นเพียงสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นจากการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ร่วมกับข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ (Harrison & Treagust, 2000) แบบจำลองจึงนำเสนอเพียงลักษณะบางอย่างตามวัตถุประสงค์ของนักวิทยาศาสตร์ (van Driel & Verloop, 2002) และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2002) ทั้งนี้ไม่มีแบบจำลองใดสามารถแทนปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้อย่างสมบูรณ์

ด้วยความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ทุกคนจึงควรมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ดี การวิจัยที่มุ่งศึกษามุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลอง

ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ไทยยังคงมีอยู่อย่างจำกัด การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามุมมองและความเข้าใจของนิสิตครูวิชาเอกชีววิทยาเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยนี้ คำว่า "มุมมอง" หมายถึงความคิดเห็นต่อการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้แบบจำลองเป็นสื่อเพื่อนำเสนอเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ หรือการใช้แบบจำลองเป็นกรอบแนวคิดในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ส่วนคำว่า "ความเข้าใจ" หมายถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เช่น รูปแบบ สถานะ และหน้าที่ ผลการวิจัยจะให้แนวทางในการผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และนำความเข้าใจเหล่านั้นไปจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองได้ต่อไป

กรอบแนวคิดทางทฤษฎี

ถึงแม้ว่าแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ยังไม่มีนิยามที่แน่นอนตายตัว (van Driel & Verloop, 1999) แต่โดยทั่วไปแล้วแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หมายถึงสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อเป็น "ตัวแทน" ของลักษณะบางอย่างเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (Windschitl & Thompson, 2006) นักวิทยาศาสตร์อาจสร้างแบบจำลองด้วยวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน เช่น เพื่อสื่อสารความคิดของตนเองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อบรรยายว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเป็นอย่างไร เพื่ออธิบายว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเกิดขึ้นได้อย่างไร และ/หรือเพื่อพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (Schwarz et al., 2009) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จึงทำหน้าที่เสมือนเป็น "สะพาน" ที่เชื่อมโยงความคิดของนักวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (Oh & Oh, 2011) ด้วยวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลองที่แตกต่างกัน แบบจำลองจึงมีได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ข้อความ ภาพวาด กราฟ สมการ แผนผัง โครงสร้างทางกายภาพ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Treagust et al., 2002)

ในการนี้ van Driel and Verloop (1999, 2002) ได้สรุปลักษณะสำคัญของแบบจำลองไว้ ดังนี้

- แบบจำลองต้องเชื่อมโยงกับเป้าหมาย โดยเป้าหมายในที่นี้หมายถึงลักษณะบางประการของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่แบบจำลองเป็นตัวแทน เป้าหมายอาจหมายถึงวัตถุ (เช่น อะตอม เซลล์ ร่างกายมนุษย์ และโลก) ระบบ (เช่น วงจรไฟฟ้า ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบสุริยะ) กระบวนการ (เช่น ปฏิกิริยาเคมี การคัดเลือกโดยธรรมชาติ และการถ่ายโอนพลังงานในระบบนิเวศ) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และความเร่ง ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊ส และความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเหยื่อและผู้ล่าในระบบนิเวศ) และปรากฏการณ์ต่างๆ (เช่น การเกิดภาพจากกระจกเงาโค้ง การเกิดแผ่นดินไหว และการเกิดสุริยุปราคา)
- แบบจำลองมักเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรง เช่น อะตอม ไดโนเสาร์ หลุมดำ แบบจำลองมักช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ตั้งสมมติฐานใหม่เกี่ยวกับเป้าหมายที่มันเป็นตัวแทน เช่น โครงสร้างภายในอะตอมเป็นอย่างไร ไดโนเสาร์กินอะไรเป็นอาหาร และหลุมดำมีสมบัติหรือพฤติกรรมอย่างไร
- แบบจำลอง*ไม่ใช่*ผลที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มันเป็นตัวแทน เช่น ภาพถ่ายก้อนเมฆจากมุมสูง สเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน และภาพของเซลล์ต้นหอมจากกล้องจุลทรรศน์ แต่ผลที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอาจนำไปสู่การสร้างแบบจำลอง เช่น ภาพถ่ายก้อนเมฆอาจนำไปสู่การสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ สเปกตรัมของอะตอมอาจนำไปสู่การสร้างแบบจำลองโครงสร้างอะตอม และภาพจากกล้องจุลทรรศน์อาจนำไปสู่การสร้างแบบจำลองโครงสร้างภายในเซลล์
- แบบจำลองมีลักษณะที่คล้ายกับเป้าหมายเพียงบางประการ (ไม่ใช่ทุกประการ) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง เช่น แบบจำลองระบบสุริยะมีส่วนคล้ายกับระบบสุริยะเพียงแค่จำนวนและลักษณะการโคจรของดาวเคราะห์ต่างๆ เท่านั้น แต่อัตราส่วนของระยะทางระหว่างดาวเคราะห์แต่ละดวงอาจแตกต่างไป แผนภาพสายใยอาหารในระบบนิเวศก็มีลักษณะที่คล้ายกับระบบนิเวศเพียงแค่รูปแบบการถ่ายทอดพลังงานจากผู้ผลิตไปยังผู้ล่าลำดับต่างๆ เท่านั้น แต่จำนวนของเหยื่อและผู้ล่าแต่ละชนิดในระบบนิเวศอาจไม่ปรากฏในแผนภาพสายใยอาหาร
- ในการสร้างแบบจำลอง นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องพิจารณาว่า แบบจำลองจะมีลักษณะอะไรบ้างที่จำเป็นต้องคล้ายกับเป้าหมาย และลักษณะอะไรบ้างที่ไม่จำเป็นต้องคล้ายกับเป้าหมาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง ดังนั้น เป้าหมายเดียวกันอาจมีแบบจำลองได้หลายแบบ เช่น นักวิทยาศาสตร์อาจจำลองโมเลกุลของน้ำด้วยสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น H_2O, H-O-H, H:O:H, หรือแม้กระทั่งรูปภาพ

• กระบวนการพัฒนาแบบจำลองใดๆ ไม่ได้เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวแล้วเสร็จสิ้น หากแต่จะเกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำอีก (Recursive process) โดยนักวิทยาศาสตร์ต้องทดสอบแบบจำลองกับหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งมาจากการศึกษาสิ่งที่เป็นเป้าหมายของแบบจำลอง จนกระทั่งพวกเขาเห็นว่า แบบจำลองนั้นสามารถเป็นตัวแทนของเป้าหมายได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตนเองต้องการ ดังเช่นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ในแต่ละยุคสมัยสร้าง ทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลองอะตอมด้วยกระบวนการนี้ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จึงสามารถเปลี่ยนแปลงได้

งานวิจัยในต่างประเทศเปิดเผยว่า ทั้งนักเรียนและครูมีความเข้าใจที่จำกัดเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีแนวโน้มที่จะเข้าใจว่า แบบจำลองควรมีลักษณะที่เหมือนของจริงทุกประการ (Grosslight et al., 1991) และมีมุมมองด้านการเรียนต่อแบบจำลอง (Learning perspective) (Lee, Chang, & Wu, 2015) นักเรียนมักมองแบบจำลองในฐานะเครื่องมือในการเรียน ทำความเข้าใจ หรือจดจำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ครูนำเสนอผ่านแบบจำลอง ด้วยเหตุนี้นักเรียนจึงมักคิดว่า ยิ่งแบบจำลองเหมือนของจริงเท่าไร ตนเองก็จะยิ่งเข้าใจของจริงได้ง่ายและครบถ้วนเท่านั้น ในขณะเดียวกัน ครูก็มีแนวโน้มที่จะมีมุมมองด้านการสอนต่อแบบจำลอง (Pedagogical perspective) (Crawford & Cullin, 2004) ซึ่งเป็นการมองแบบจำลองในฐานะเครื่องมือหรือสื่อในการถ่ายทอดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น มุมมองทั้งสองเป็นผลมาจากการใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก (Crawford & Cullin, 2004; Lee et al., 2015) แต่ในอีกมุมมองหนึ่ง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรเน้นให้นักเรียนใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (NGSS Lead States, 2013) ทั้งในส่วนของการกำหนดคำถาม การตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น ซึ่งเป็นการมองแบบจำลองในฐานะเครื่องมือวิจัย (Research perspective) เพื่อสร้างความรู้ใหม่ การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาว่า นิสิตครูวิชาเอกชีววิทยา (ซึ่งมีประสบการณ์ในฐานะผู้เรียน และกำลังจะเป็นผู้สอนในอนาคต) มีมุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างไร

วิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตอบคำถามวิจัยที่ว่า "นิสิตครูวิชาเอกชีววิทยามีมุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างไร" รายละเอียดของวิธีการวิจัยมีดังต่อไปนี้

ผู้ให้ข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูลเป็นนิสิตครูวิชาเอกชีววิทยาชั้นปีที่ 3 จำนวน 82 คน (ชาย 21 คน และหญิง 61 คน) ที่กำลังศึกษาในหลักสูตรปริญญาตรีคู่ขนาน (วิทยาศาสตร์บัณฑิต และการศึกษาบัณฑิต) ณ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในภาคเหนือ นิสิตเหล่านี้ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาศิลปะการสอน ซึ่งเปิดสอนในภาคเรียนฤดูร้อนของปีการศึกษา 2559 (มิถุนายน–กรกฎาคม 2559) โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้สอน และยินดีให้ข้อมูลกับผู้วิจัย นิสิตเหล่านี้ได้ผ่านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างๆ จากคณะวิทยาศาสตร์ และผ่านการเรียนวิชาชีพครูต่างๆ จากวิทยาลัยการศึกษา ในจำนวนนิสิตทั้งหมด นิสิต 60 คน ยินดีเปิดเผยผลการเรียนของตนเอง ซึ่งมีผลการเรียนตั้งแต่ 1.91 ถึง 3.85 (ค่าเฉลี่ย = 2.69 และส่วนเบี่ยงมาตรฐาน = 0.50) จากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้น แม้นิสิตเหล่านี้ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านแบบจำลองต่างๆ และเคยสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในนิทรรศการวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีนิสิตคนใดเคยเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยคำถามปลายเปิด จำนวน 4 ข้อ ได้แก่ (1) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์คืออะไร โปรดยกตัวอย่าง (2) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ "ที่ดี" ควรมีลักษณะอย่างไร (3) แบบจำลองมีบทบาทในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างไร และ (4) หากนิสิตเป็นครู นิสิตจะนำแบบจำลองไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หรือไม่ และอย่างไร ข้อคำถามเหล่านี้เปิดโอกาสให้นิสิตได้แสดงมุมมองที่ตนเองมีต่อแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างอิสระ ในขณะที่ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยข้อคำถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง) จำนวน 24 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยดัดแปลงมาจากข้อคำถามในแบบสอบถาม "Students' Understanding of Models in Science" (SUMS) ของ Treagust et al. (2002) ข้อคำถามทั้งหมดมุ่งวัดความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่ (1) แบบจำลองมีได้หลากหลายรูปแบบ (2) แบบจำลองไม่จำเป็นต้องเหมือนกับเป้าหมายทุกประการ (3) แบบจำลองมีหน้าที่หลายประการ และ

(4) แบบจำลองเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามทั้ง 2 ส่วนให้ผู้เชี่ยวชาญที่จบปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างและการใช้ภาษา ในการนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอให้มีการปรับภาษาเล็กน้อย ดังเช่นในข้อที่ 17 จากเดิมที่ผู้วิจัยใช้คำว่า "การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์" ผู้เชี่ยวชาญเสนอให้ใช้คำว่า "การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์" แทน ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับคำที่ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553, หน้า 1, 94, 105) จากนั้น ผู้วิจัยจึงขอให้นิสิตจากมหาวิทยาลัยใกล้เคียง จำนวน 3 คน ทดลองทำแบบสอบถาม ซึ่งเวลาทำประมาณ 30 นาทีและไม่มีข้อสงสัย ผู้วิจัยให้นิสิตที่เป็นกลุ่มเป้าหมายทำแบบสอบถามในระหว่างการเรียนการสอนรายวิชาศิลปะการสอน ก่อนที่นิสิตจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยแบบจำลอง ซึ่งนิสิตใช้เวลาในการทำแบบสอบถามประมาณ 30 นาทีเช่นเดียวกัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนตามประเภทของข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ แม้คำถามแบบมาตราส่วนประเมินค่ามี 5 ระดับ ซึ่งผู้วิจัยสามารถแปลงเป็นคะแนน (5, 4, 3, 2, และ 1) เพื่อเปรียบเทียบกับคำตอบหลังเรียนได้ในอนาคต แต่ในการวิจัยช่วงแรกนี้ ผู้วิจัยมุ่งสำรวจความเข้าใจเบื้องต้นของนิสิตโดยไม่มีการเปรียบเทียบใดๆ ผู้วิจัยจึงแบ่งคำตอบของนิสิตในแต่ละข้อออกเป็น 3 กลุ่ม (คำตอบถูกต้อง คำตอบที่ไม่แน่ใจ และคำตอบที่ไม่ถูกต้อง) เพื่อความชัดเจนของผลการวิจัย สำหรับคำถามเชิงบวก คำตอบ "เห็นด้วยอย่างยิ่ง" และ "เห็นด้วย" จะถูกรวมเข้าด้วยกันเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ส่วนคำตอบ "ไม่เห็นด้วย" และ "ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง" จะถูกรวมเข้าด้วยกันเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง สำหรับคำถามเชิงลบ คำตอบ "เห็นด้วยอย่างยิ่ง" และ "เห็นด้วย" จะถูกรวมเข้าด้วยกันเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ส่วนคำตอบ "ไม่เห็นด้วย" และ "ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง" จะถูกรวมเข้าด้วยกันเป็นคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้น ผู้วิจัยจึงคำนวณหาค่าความถี่และร้อยละของคำตอบแต่ละกลุ่ม ผู้วิจัยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพในการยืนยันผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ในการนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (ลือชา , 2558) โดยการอ่านคำตอบของนิสิตทีละคน ทั้งความหมายของแบบจำลอง ตัวอย่างของแบบจำลอง และลักษณะของแบบจำลอง "ที่ดี" ทั้งนี้เพื่อตีความว่านิสิตมีมุมมองต่อแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างไร และมีแนวโน้มที่จะใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนอย่างไร

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิชาเอกชีววิทยา ชั้นปีที่ 3 จำนวน 82 คน โดยผู้วิจัยใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ ในการนี้ ผู้วิจัยจึงแบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอนตามประเภทของข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ตารางที่ 1 แสดงความเข้าใจของนิสิตกลุ่มนี้ในภาพรวม โดยนิสิตส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่ถูกต้องในด้านที่ 1 ว่า แบบจำลองไม่ใช่ของจริง แต่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ในรูปแบบต่างๆ (ข้อที่ 15) ดังนั้น ปรากฏการณ์เดียวกันสามารถมีแบบจำลองได้หลายรูปแบบ (ข้อที่ 1 และ 9) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความคิดและวัตถุประสงค์ของนักวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 4, 6, และ 24) ในขณะเดียวกัน นิสิตส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจที่ถูกต้องในด้านที่ 3 ด้วยว่า แบบจำลองมีหน้าที่หลายประการ ไม่ว่าจะเป็นการสร้างและแสดงความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ (ข้อที่ 3, 12, 14, และ 18) การทำนายหรือพยากรณ์ปรากฏการณ์ (ข้อที่ 7) การอธิบายและการสร้างทฤษฎี (ข้อที่ 11 และ 18) และการเป็นกรอบแนวคิดที่ชี้นำกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 17) นอกจากนี้ นิสิตส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจที่ถูกต้องในด้านที่ 4 ด้วยว่า แบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งในกรณีที่มีข้อมูล หลักฐาน และ/หรือแนวคิดทางทฤษฎีใหม่ (ข้อที่ 2, 21, และ 22)

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้นิสิตส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่ถูกต้องในด้านที่ 1, 3, และ 4 แต่นิสิตส่วนใหญ่กลับมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในด้านที่ 2 ว่า แบบจำลองจำเป็นต้องเหมือนกับของจริงทุกประการ (ข้อที่ 23) หรืออย่างน้อยควรเหมือนกับของจริงให้ได้มากที่สุด (ข้อที่ 8) ทั้งนี้เพื่อแสดงว่า ของจริงมีลักษณะอย่างไร (ข้อที่ 16 และ 19) และมีองค์ประกอบย่อยอะไร (ข้อที่ 5) ในความเข้าใจของนิสิตส่วนใหญ่ แบบจำลองแตกต่างจากของจริงได้ในแง่ของขนาดที่อาจเล็กหรือใหญ่กว่าของจริง (ข้อที่ 10) นิสิตส่วนใหญ่เชื่อว่า หากแบบจำลองเหมือนกับของจริงแล้ว แบบจำลองนั้นจะไม่ถูกหักล้าง (ข้อที่ 8) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนี้อาจเป็นผลมาจากการนึกถึงแบบจำลองของวัตถุที่เป็นรูปธรรม (ข้อที่ 13 และ 16)

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของนิสิตที่ตอบคำถามแต่ละข้อ

ธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	คำถามข้อที่	ประเภทของคำตอบ		
		ถูกต้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่ถูกต้อง
ด้านที่ 1 แบบจำลองมีได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความคิดและวัตถุประสงค์ของนักวิทยาศาสตร์	1	**58 (70.73%)**	18 (21.95%)	6 (7.32%)
	4	**62 (75.61%)**	15 (18.29%)	5 (6.10%)
	6	**69 (84.15%)**	13 (15.85%)	0 (0.00%)
	9	**50 (60.98%)**	25 (30.49%)	7 (8.54%)
	15	**74 (90.24%)**	8 (9.76%)	0 (0.00%)
	24	**74 (90.24%)**	7 (8.54%)	1 (1.22%)
ด้านที่ 2 แบบจำลองไม่จำเป็นต้องเหมือนกับเป้าหมายทุกประการ ทั้งนี้เพราะแบบจำลองเป็นเพียงตัวแทนของเป้าหมาย	5	2 (2.44%)	12 (14.63%)	**68 (82.93%)**
	8	10 (12.20%)	27 (32.93%)	**45 (54.88%)**
	10	4 (4.88%)	9 (10.98%)	**69 (84.15%)**
	13	28 (34.15%)	19 (23.17%)	**35 (42.68%)**
	16	4 (4.88%)	6 (7.32%)	**72 (87.80%)**
	19	2 (2.44%)	9 (10.98%)	**71 (86.59%)**
	20	2 (2.44%)	11 (13.41%)	**69 (84.15%)**
	23	14 (17.07%)	20 (24.39%)	**48 (58.54%)**

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์		คำถามข้อที่	ประเภทของคำตอบ		
			ถูกต้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่ถูกต้อง
ด้านที่ 3	แบบจำลองมีหน้าที่หลายประการ ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสาร การบรรยาย การอธิบาย การพยากรณ์ และการเป็นกรอบแนวคิดในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์	3	**68** (**82.93%**)	11 (13.41%)	3 (3.66%)
		7	**38** (**46.34%**)	**38** (**46.34%**)	6 (7.32%)
		11	**71** (**86.59%**)	10 (12.20%)	1 (1.22%)
		12	**76** (**92.68%**)	4 (4.88%)	2 (2.44%)
		14	**58** (**70.73%**)	23 (28.05%)	1 (1.22%)
		17	**77** (**93.90%**)	5 (6.10%)	0 (0.00%)
		18	**63** (**76.83%**)	19 (23.17%)	0 (0.00%)
ด้านที่ 4	แบบจำลองเป็นสิ่งชั่วคราวที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้	2	**75** (**91.46%**)	6 (7.32%)	1 (1.22%)
		21	**65** (**79.27%**)	17 (20.73%)	0 (0.00%)
		22	**72** (**87.80%**)	10 (12.20%)	0 (0.00%)

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ข้อมูลเชิงคุณภาพยืนยันผลการวิจัยเชิงปริมาณ นิสิตส่วนใหญ่ (77 คน, 93.90%) เข้าใจดีว่า แบบจำลองไม่ใช่ของจริง แต่เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์คิดขึ้นมาเพื่อเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ดังจะเห็นได้จากนิยามของคำว่า "แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์" ที่นิสิตระบุไว้ เช่น *"(แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์คือ) แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อจำลองสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ หรือจำลองเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยใช้หลักทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดทำโดยนักวิทยาศาสตร์และได้รับการยอมรับ"* (S59) *"(แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์) คือสิ่งที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายลักษณะกระบวนการที่เป็นนามธรรม หรือต้องการให้เห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น"* (S70) และ *"(แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์) คือสิ่งที่ทำขึ้นมาให้เหมือนกับของจริงมากที่สุด ทำให้เราเห็นภาพและเข้าใจมากขึ้น เมื่อนำมาประกอบการเรียน"* (S80) นิยามเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า นิสิตเข้าใจวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลองทั้งการสื่อสารความคิด (S80) การบรรยายและการอธิบาย (S70) และการพยากรณ์ (S59) อย่างไรก็ดี ไม่มีนิสิตคนใดระบุหน้าที่ของแบบจำลองได้อย่างครบถ้วน โดยนิสิตส่วนใหญ่ (79 คน, 96.34%) ละเลยหน้าที่ของแบบจำลองในการเป็นกรอบแนวคิดหรือสมมติฐานของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

นิสิตส่วนใหญ่ (80 คน, 97.56%) สามารถยกตัวอย่างแบบจำลองได้อย่างหลากหลาย โดยแบบจำลองส่วนใหญ่ที่นิสิตมักอ้างถึงเรียงตามลำดับ ดังนี้ แบบจำลองทางชีววิทยา (เช่น แบบจำลองเซลล์ แบบจำลองดีเอ็นเอ แบบจำลองโครงสร้างร่างกาย และแบบจำลองระบบนิเวศ) แบบจำลองทางธรณีวิทยา (เช่น แบบจำลองภูมิศาสตร์ แบบจำลองโครงสร้างของโลก และแบบจำลองการระเบิดของภูเขาไฟ) แบบจำลองทางดาราศาสตร์ (เช่น แบบจำลองระบบสุริยะ และท้องฟ้าจำลอง) แบบจำลองทางเคมี (เช่น แบบจำลองอะตอม และแบบจำลองโมเลกุล) และแบบจำลองทางฟิสิกส์ (เช่น แบบจำลองสนามแม่เหล็ก และแบบจำลองรังสีของแสง) แบบจำลองเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นแบบจำลองของสิ่งหรือวัตถุต่างๆ ในขณะที่แบบจำลองส่วนน้อยอยู่ในรูปแบบของสมการ แผนภาพ หรือกราฟ

นิสิตส่วนใหญ่ (80 คน, 97.56%) ให้คำตอบที่ยืนยันผลการวิจัยเชิงปริมาณว่า แบบจำลอง "ที่ดี" ควรเหมือนของจริงให้มากที่สุด มีองค์ประกอบหรือรายละเอียดครบถ้วน มีความชัดเจน ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ และทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย ดังตัวอย่างคำตอบ เช่น *"(แบบจำลอง) ควรเสมือนของจริงหรือเหมือนตัวต้นแบบตามหนังสือ มีครบทุกองค์ประกอบตามของจริง"* (S10) *"แบบจำลองตรงตามวัตถุประสงค์ มีส่วนประกอบของแบบจำลองที่ชัดเจน และสร้างให้เหมือนของจริงมากที่สุด"* (S47) และ *"(แบบจำลอง) มีลักษณะเหมือนของจริงให้มากที่สุด และครบถ้วน ดูแล้วเข้าใจง่าย"* (S76) ในขณะที่นิสิตส่วนน้อย (2 คน, 2.44%) ไม่ตอบคำถามหรือให้คำตอบที่คลุมเครือว่า *"(แบบจำลองที่ดีต้อง) ตรงกับวัตถุประสงค์ที่มีการนำไปใช้"* (S67) เนื่องจากนิสิตส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะนึกถึงแบบจำลองของสิ่งหรือวัตถุต่าง ๆ ดังนั้น นิสิตเหล่านี้จึงพิจารณาคุณภาพของแบบจำลองจากลักษณะภายนอกมากกว่าคุณลักษณะอื่นๆ เช่น ความแม่นยำในการพยากรณ์ ความสามารถในการอธิบายหลักฐาน และศักยภาพในการชี้นำกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

นิสิตทุกคนระบุตรงกันว่า แบบจำลองช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายหรือเป็นรูปธรรมขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อโรงเรียนไม่มีของจริงให้นักเรียนได้เรียนรู้ และ/หรือเมื่อนักเรียนไม่สามารถสังเกตของจริงได้โดยตรง ดังตัวอย่างคำตอบที่ว่า *"(แบบจำลอง) เป็นเหมือนสื่อการสอนอีกแบบหนึ่งที่ผู้เรียนสามารถศึกษาได้เพื่อความเข้าใจ และเป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนไม่ได้เรียนแบบบรรยาย แต่ได้สัมผัสกับของจริง"* (S6) *"(แบบจำลอง) ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เข้าใจยิ่งขึ้น จากเรื่องที่เป็นนามธรรม หรือเรื่องที่เข้าใจยากให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น และแบบจำลองยังช่วยเป็นสื่อให้ผู้เรียนสนใจมากยิ่งขึ้น"* (S32) และ *"(แบบจำลอง) ช่วยให้นักเรียนเห็นภาพมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนสนุกกับการเรียน ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้น"* (S63) นิสิตส่วนใหญ่ (81 คน, 98.78%) ยืนยันว่า ตนเองจะใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อสื่อสารหรือถ่ายทอดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย ชัดเจน และสนุกสนาน ในขณะที่นิสิตคนหนึ่ง (S75) ไม่แน่ใจว่า ตนเองจะใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนหรือไม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

บทสรุปและการอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิชาเอกชีววิทยาชั้นปีที่ 3 จำนวน 82 คน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม ซึ่งมีทั้งส่วนที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณและส่วนที่เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการหาค่าความถี่และร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตีความหมายว่า นิสิตมองแบบจำลองในฐานะอะไร ใช้เกณฑ์อะไรในการตัดสินคุณภาพของแบบจำลอง และจะใช้แบบจำลองอย่างไรในการจัดการเรียนการสอน ผลการวิจัยเปิดเผยว่า นิสิตส่วนใหญ่เข้าใจถูกต้องว่า แบบจำลองเป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นตัวแทนของเป้าหมายบางอย่าง ทั้งนี้เพื่อบรรยายและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เป้าหมายเดียวกันสามารถมีแบบจำลองได้หลายรูปแบบ และแบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยก่อนหน้านี้ (Treagust et al., 2002) ที่ระบุว่า ผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้

อย่างไรก็ดี นิสิตส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่า แบบจำลองควรเหมือนกับเป้าหมายทุกประการ หรืออย่างน้อยควรเหมือนกับเป้าหมายให้มากที่สุด เนื่องจากความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนี้มักปรากฏในผู้เรียนระดับประถมศึกษา (Grosslight et al., 1991) และผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา (Treagust et al., 2002) ผลการวิจัยนี้จึงเพิ่มเติมว่า ผู้เรียนระดับอุดมศึกษาก็มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนี้เช่นกัน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนี้เป็นสิ่งที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลง แม้ผู้เรียนได้รับการศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นก็ตาม

ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่า "แบบจำลองควรเหมือนกับเป้าหมายทุกประการ" เกิดขึ้นได้อย่างไร ในตอนแรก ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่า ผลการวิจัยนี้อาจมีความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากคำถามแบบมาตราส่วนประเมินค่าในแบบสอบถาม ทั้งนี้เพราะคำถามเกี่ยวกับความเข้าใจด้านนี้ล้วนเป็นคำถามเชิงลบ ในขณะที่คำถามเกี่ยวกับความเข้าใจด้านอื่น ๆ เป็นคำถามเชิงบวก ดังนั้น ในระหว่างที่นิสิตกำลังทำแบบสอบถามอยู่นั้น หากนิสิตไม่ได้ตั้งใจอ่านคำถาม นิสิตก็อาจเลือกที่จะเห็นด้วยกับคำถามเชิงลบ อย่างไรก็ดี สมมติฐานนี้เป็นไปได้น้อย ทั้งนี้เพราะข้อมูลจากการเขียนตอบยืนยันว่า นิสิตส่วนใหญ่เข้าใจว่า แบบจำลองควรเหมือนกับเป้าหมายทุกประการ หรือควรเหมือนกับเป้าหมายให้ได้มากที่สุด

จากการพิจารณาตัวอย่างแบบจำลองที่นิสิตส่วนใหญ่อ้างถึงในคำถามปลายเปิด ผู้วิจัยพบว่า แบบจำลองส่วนใหญ่ที่นิสิตอ้างถึงเป็น "แบบจำลองขนาด" (Scale model) (Harrison & Treagust, 2000, p. 1014) ซึ่งเป็นการย่อหรือขยายขนาดของสิ่งต่างๆ ทั้งนี้เพื่อนำเสนอองค์ประกอบและโครงสร้างของสิ่งเหล่านั้นให้ชัดเจน ในขณะที่แบบจำลองรูปแบบอื่น ๆ เช่น สมการ แผนภาพ หรือกราฟ ถูกอ้างถึงเป็นส่วนน้อย ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ภรทิพย์ ชาตรี และ พจนารถ (2557) ที่ระบุว่า ผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีแนวโน้มที่จะคิดถึงแบบจำลองขนาดมากกว่าแบบจำลองรูปแบบอื่น โดยผู้เรียนมักมองว่า แบบจำลองที่มีรายละเอียดมากย่อมดีกว่าแบบจำลองที่มีรายละเอียดน้อย (Lee et al., 2015)

Gobert et al. (2011) ได้ให้มุมมองเพิ่มเติมว่า ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองอาจขึ้นอยู่กับบริบทของวิทยาศาสตร์แต่ละสาขา ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากผลการวิจัยของ Krell, Reinisch, and Kruger (2015) ซึ่งสุ่มแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม เพื่อตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในสาขาใดสาขาหนึ่ง (ฟิสิกส์ เคมี หรือชีววิทยา) ในการนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับแบบจำลองทางชีววิทยามีแนวโน้มที่จะคิดถึงแบบจำลองขนาด ในขณะที่นักเรียนอีก 2 กลุ่มที่มีแนวโน้มที่จะคิดถึงแบบจำลองในรูปแบบที่เป็นนามธรรมมากกว่า ดังนั้น วิชาเอกชีววิทยาจึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้นิสิตเหล่านี้คิดถึงแบบจำลองขนาดเป็นหลัก

เนื่องจากแบบจำลองขนาดมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำเสนอองค์ประกอบหรือโครงสร้างของสิ่งต่าง ๆ (Harrison & Treagust, 2000) การคิดถึงแบบจำลองขนาดเป็นหลักอาจทำให้นิสิตเข้าใจไปว่า แบบจำลอง "ที่ดี" ต้องนำเสนอรายละเอียดของเป้าหมายอย่างชัดเจนและครบถ้วน นอกจากนี้ การคิดถึงแบบจำลองขนาดเป็นหลักอาจทำให้นิสิตละเลยแบบจำลองในรูปแบบที่เป็นนามธรรม ซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างออกไป เช่น การพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในธรรมชาติ และการเป็นกรอบแนวคิดที่ชี้นำการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนิสิตเหล่านี้ต้องแสดงมุมมองต่อการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นิสิตส่วนใหญ่จึงเน้นการใช้แบบจำลองเพื่อแสดง สื่อสาร บรรยาย และอธิบายเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น ถึงแม้ว่านิสิตเหล่านี้จะเห็นคุณค่าของการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แต่ในความเข้าใจของนิสิตเหล่านี้ การใช้แบบจำลองยังคงจำกัดอยู่ที่การนำแบบจำลองมาเป็นสื่อเพื่อนำเสนอเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ van Driel & Verloop (1999) ที่เปิดเผยว่า ครูวิทยาศาสตร์มักเข้าใจว่า แบบจำลองมีหน้าที่หลักคือการบรรยายและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ครูวิทยาศาสตร์มักละเลยการมองแบบจำลองด้วย "มุมมองด้านการวิจัย" ว่าแบบจำลองมีบทบาทในการพยากรณ์และตั้งสมติฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ นิสิตส่วนใหญ่ในการวิจัยครั้งนี้ก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกัน

มุมมองที่นิสิตกลุ่มนี้มีต่อแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อาจเป็นผลมาจากปัจจัยบางอย่าง Henze, van Driel, and Verloop (2007) พบว่า ความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนรู้มีบทบาทสำคัญที่กำหนดว่าครูจะใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างไร ครูที่มีความเชื่อในการถ่ายทอดความรู้มักใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่ครูที่มีความเชื่อในการสร้างความรู้มักเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างและทดสอบแบบจำลอง ดังนั้น ผลการวิจัยนี้อาจบอกเป็นนัยว่า นิสิตในการวิจัยครั้งนี้อาจมีความเชื่อในการถ่ายทอดความรู้มากกว่าการสร้างความรู้ นอกจากนี้ การนำเสนอแบบจำลองในหนังสือเรียนชีววิทยาก็อาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อมุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตกลุ่มนี้ด้วยเช่นกัน (Harrison, 2001)

การนำไปใช้

จากผลการวิจัยที่ระบุว่า นิสิตส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจที่จำกัดเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และมีมุมมองต่อการใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งไม่สอดคล้องกับแนวทางที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้กำหนดไว้ให้นักเรียนได้ "สร้างแบบจำลอง" เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553, หน้า 101–102) ดังนั้น นิสิตจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความเข้าใจนั้นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ ในการนี้ผู้วิจัยจำเป็นต้องสร้างความเข้าใจกับนิสิตก่อนว่า แบบจำลองไม่จำเป็นต้องเหมือนกับเป้าหมายทุกประการ โดยนิสิตอาจจำเป็นต้องเห็นตัวอย่างว่า แบบจำลองที่มีเป้าหมายเดียวกันสามารถมีได้หลากหลายรูปแบบ โดยเฉพาะตัวอย่างในบริบทวิชาชีววิทยา (Gericke, Hagberg, & Jorde, 2013)

เมื่อนิสิตเห็นความหลากหลายของแบบจำลองที่มีเป้าหมายเดียวกันแล้ว นิสิตควรได้อภิปรายเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองแต่ละรูปแบบ ทั้งนี้เพื่อให้นิสิตเข้าใจว่า แม้แบบจำลองเหล่านั้นมีเป้าหมายเดียวกัน แต่ด้วยวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน แบบจำลองแต่ละรูปแบบจึงมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดในตัวเอง ในการนี้ นิสิตควรได้เห็นตัวอย่างความหลากหลายของแบบจำลองที่มีเป้าหมายเดียวกันในวิทยาศาสตร์สาขาอื่นด้วย อาทิ นักฟิสิกส์ใช้ทั้ง "แบบจำลองคลื่น" และ "แบบจำลองอนุภาค" แทนแสง ในขณะที่นักเคมีใช้ทั้ง "สัญลักษณ์" และ "รูปภาพ" แทนโมเลกุลของสาร นอกจากนี้นิสิตควรได้อภิปรายเพิ่มเติมด้วยว่า นักวิทยาศาสตร์เองบางครั้งก็ไม่ได้เข้าใจสิ่งที่ตนเองศึกษาทุกมิติดังเช่นในกรณีของหลุมดำ มันจึงเป็นไปไม่ได้ที่นักวิทยาศาสตร์จะสร้างแบบจำลองให้เหมือนกับสิ่งนั้นทุกประการ

หัวใจสำคัญของการอภิปรายเช่นนี้คือการทำให้ลักษณะสำคัญของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปรากฏอย่างชัดแจ้ง งานวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ลือชา และคณะ, 2556) ได้ให้แนวทางว่า ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเกิดขึ้นเองจากการให้ผู้เรียนทำหรือปฏิบัติตามกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ หากแต่ผู้สอนต้องรู้จักหยิบยกตัวอย่างการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอภิปรายกับผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจลักษณะสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในการนี้ ผู้วิจัยเห็นด้วยกับ Windschitl and Thompson (2006) ว่า การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก็ควรเป็นไปในทำนองเดียวกัน

เนื่องจากนิสิตส่วนใหญ่ในการวิจัยนี้มักละเลย "มุมมองด้านการวิจัย" ซึ่งเป็นการมองแบบจำลองในฐานะเครื่องมือในการทำวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ทั้งการตั้งคำถาม การกำหนดสมมติฐาน การออกแบบการศึกษา การตีความหลักฐาน และการให้เหตุผล ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของแบบจำลองที่นอกเหนือจากการบรรยายและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยการนำเสนอตัวอย่างอาทิ การศึกษาโครงสร้างอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ซึ่งเกิดจากการมีแบบจำลองอะตอมของทอมสันเป็นกรอบแนวคิดอันนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและการทดสอบโดยการยิงอนุภาคแอลฟาไปยังอะตอมของทองคำ จากนั้น ทิศทางการกระเจิงของอนุภาคแอลฟาถูกนำมาตีความบนพื้นฐานของแบบจำลองของทอมสันอีกครั้ง ซึ่งนำไปสู่การให้เหตุผลหักล้างว่า ประจุบวกและประจุลบไม่ได้กระจายไปทั่วทั้งอะตอม ตัวอย่างเช่นนี้อาจช่วยให้นิสิตเข้าใจบทบาทของแบบจำลองที่มีต่อกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ นิสิตควรมีโอกาสได้สร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสร้างทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลองร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้นิสิตได้มีแนวทางในการจัดการเรียนการสอนด้วยแบบจำลองในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากวิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา รหัสโครงการ 3030059113

เอกสารอ้างอิง

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ ชาตรี ฝ่ายคำตา และ พจนารถ สุวรรณรุจิ. (2557). ความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 25*(1), 37–50.

ลือชา ลดาชาติ. (2558). *การวิจัยเชิงคุณภาพสำหรับครูวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลือชา ลดาชาติ ลฎาภา สุทธกูล และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2556). ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างการส่งเสริมการเรียนการสอน "ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์" ภายนอกและภายในประเทศไทย. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์, 34*(2), 269–282.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, P., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., & Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education, 88*(3), 397–419.

Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education, 13*(1), 1–12.

Crawford, B. A., & Cullin, M. J. (2004). Supporting prospective teachers' conceptions of modelling in science. *International Journal of Science Education, 26*(11), 1379–1401.

Dahsah, C., & Faikhamta, C. (2008). Science education in Thailand: Science curriculum reform in transition. In R. K. Coll, & N. Taylor. (Eds.), *Science education in context: An international examination of the influence of context on science curricula development and implementation* (pp. 291–300). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

Gericke, N., Hagberg, M., & Jorde, D. (2013). Upper secondary students' understanding of the use of multiple models in biology textbooks—The importance of conceptual variation and incommensurability. *Research in Science Education, 43*(2), 755–780.

Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education, 2*(2), 115–130.

Gobert, J. D., O'Dwyer, L., Horwitz, P., Buckley, B. C., Levy, T., & Wilensky, U. (2011). Examining the relationship between students' understanding of the nature of models and conceptual learning in biology, physics, and chemistry. *International Journal of Science Education, 33*(5), 653–684.

Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching, 28*(9), 799–822.

Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education, 31*(3), 401–435.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education, 22*(9), 1011–1026.

Henze, I., van Driel, J. H., & Verloop, N. (2007). Science teachers' knowledge about teaching models and modelling in the context of a new syllabus on public understanding of science. *Research in Science Education, 37*(2), 99–122.

Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modelers. *International Journal of Science Education, 24*(4), 369–387.

Krell, M., Reinisch, B., & Kruger, D. (2015). Analyzing students' understanding of models and modeling referring to the disciplines biology, chemistry, and physics. *Research in Science Education, 45*(3), 367–393.

Lee, S. W., Chang, H., & Wu, H. (2015). Students' views of scientific models and modeling: Do representational characteristics of models and students' educational levels matter? *Research in Science Education, 47*(2), 305–328. doi 10.1007/s11165-015-9502-x

NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academy of Sciences.

Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education, 33*(8), 1109–1130.

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2013). *PISA 2015: Draft science framework.* Retrieved from http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching, 46*(6), 632–654.

Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education, 24*(4), 357–368.

van Driel, J. H., & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education, 21*(11), 1141–1153.

van Driel, J. H., & Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education. *International Journal of Science Education, 24*(12), 1255–1272.

Windschitl, M., & Thompson, J. (2006). Transcending simple forms of school science investigation: The impact of preservice instruction on teachers' understandings of model-based inquiry. *American Educational Research Journal, 43*(4), 783–835.

Translated Thai References

Bureau of Academic Affairs and Educational Standards. (2010). *Indicators and core learning content in science according to the 2008 national science curriculum standards.* Bangkok, Thailand: The Press of the Agricultural Co-operative Federation of Thailand. [in Thai]

Ladachart, L. (2015). *Qualitative research for science teachers*. Bangkok, Thailand: Chulalongkorn University Press. [in Thai]

Ladachart, L., Suttakun, L., & Faikhamta, C. (2013). A critical difference between the promotion of "nature of science" instruction outside and inside Thailand. *Kasetsart Journal: Social Sciences, 34*(2), 269–282. [in Thai]

Supatchaiyawong, P., Faikhamta, C. & Suwanruji, P. (2014). Grade 10 students' understanding of the nature of the scientific model. *Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus, 25*(1), 37–50. [in Thai]