แนวทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

Guidelines for Science Instruction to Promoting Students' Ability in Scientific Explanation in Basic Education

คัทลียา สิงห์วี[1]
Kattaleeya Singwee[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ (1) เพื่อศึกษาคุณลักษณะงานวิจัยที่มีผลต่อค่าขนาดอิทธิพลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2) เพื่อสรุปองค์ความรู้จากการวิเคราะห์อภิมานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (3) เพื่อเสนอแนวทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยแบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ คือ (1) ระยะการวิเคราะห์อภิมานงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (2) ระยะการสังเคราะห์แนวทางทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย คือ วิทยานิพนธ์ในระดับบัณฑิตศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำนวนทั้งสิ้น 11 เล่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัยและแบบประเมินคุณภาพงานวิจัย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ค่าสถิติที่ใช้ ได้แก่ สถิติเชิงบรรยาย การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และค่าขนาดอิทธิพลตามแนวคิดของ Glass

ผลการวิจัยจากการวิเคราะห์อภิมานพบว่า (1) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวพบว่าตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยทั้งหมด 22 ตัวแปรส่งผลต่อขนาดอิทธิพลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .05 (2) องค์ความรู้จากการวิเคราะห์อภิมานพบว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่เป็นที่นิยมมากที่สุด คือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง (45.5%) โดยบทบาทของครูมีทั้งหมด 10 ข้อ บทบาทของนักเรียนมีทั้งหมด 7 ข้อ ทั้งนี้จำนวนแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 8 แผน และระยะเวลาเฉลี่ยใช้ในการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีค่าประมาณ 20 คาบ (3) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองมีค่าขนาดอิทธิพลต่อการส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานสูงสุดเท่ากับ 2.38

คำสำคัญ: การอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การศึกษาขั้นพื้นฐาน

[1] นิสิตปริญญาโท สาขาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[1] M.Ed. student, Major of Curriculum and instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University

Abstract

The research was aimed to (1) study the effect size of the research attributes on science instruction to promoting students' ability in scientific explanation in basic education (2) predicate on science instruction to promoting students' ability in scientific explanation in basic education by using meta-analysis (3) propose guideline for science instruction to promoting students' ability in scientific explanation in basic education. The research consists of two phases: (1) meta-analysis on related researches and (2) synthesis the guideline for science instruction to promoting students' ability in scientific explanation in basic education. The sample of the research is eleven research reports about science instruction to promoting students' ability in scientific explanation in basic education. The characteristics of research record and the quality of research assessment were used as the research tools. The data analysis included descriptive statistic, one-way ANOVA and the calculation of effect size by Glass method.

The research findings were: (1) The analysis of using one-way ANOVA found none of the twenty-two research characteristics affecting the effect size at significant level of 0.05. (2) Bases on meta-analysis, the science instruction using model-based learning is the most popular (45.5%). Moreover, the results of meta-analysis show the ten significant teacher's roles and the seven significant student's roles in classroom. The average lesson plan is eight lesson plans and the average period used is approximately twenty periods. and (3) The science instruction using model-based learning has the highest effect size (d=2.38).

Keywords: Scientific explanation, science instruction, basic education

บทนำ

กรอบทิศทางแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560-2574 กรอบทิศทางของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 และกรอบแนวคิดการดำเนินงานแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ได้ระบุถึงปัญหาการศึกษาของประเทศไทยที่สะสมมาอย่างช้านาน ไม่ว่าจะเป็นปัญหาความแตกต่างของคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาระหว่างสถานศึกษา ปัญหาความเหลื่อมล่ำในโอกาสและความเสมอภาคทางการศึกษา ปัญหาการผลิตกำลังคนไม่สนองตอบความต้องการของตลาดแรงงานและปัญหาผู้สำเร็จการศึกษาขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ การใช้เหตุผล ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะในการปฏิบัติงาน ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลิตภาพของกำลังแรงงานภายใต้ระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศและของโลกที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมและความคิด อีกทั้งยังทำให้ขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยลดลง ด้วยเหตุนี้การส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพทุนมนุษย์จึงเป็นสิ่งที่ถูกกำหนดเป็นยุทธศาสตร์แรกในการพัฒนาประเทศในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 เพื่อให้ภาคการศึกษาสอดรับกับยุทธศาสตร์ของแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 (ร่าง) กรอบทิศทางแผนการศึกษาแห่ง

ชาติ พ.ศ.2560-2574 จึงกำหนดเป้าหมายต่อตัวผู้เรียน โดยผู้เรียนแต่ละระดับการศึกษาจะต้องได้รับการพัฒนาขีดความสามารถเต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคล มีคุณลักษณะนิสัยหรือพฤติกรรมที่พึงประสงค์ มีองค์ความรู้ที่สำคัญ และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 รวมทั้งทักษะการดำรงชีวิต ความรู้ความสามารถและสมรรถนะในการปฏิบัติงานที่ตอบสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงานและการพัฒนาประเทศ

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการจัดการศึกษาจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผู้รับผิดชอบหลักในการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยได้ร่วมมือกับองค์กรเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ดำเนินโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาของประเทศสมาชิกและประเทศร่วมโครงการ PISA โดยทำการประเมินใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านรู้เรื่องการอ่าน ด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และด้านการรู้วิทยาศาสตร์ การประเมินแต่ละครั้งจะให้ความสำคัญแต่ละด้านแตกต่างกัน เพื่อได้ข้อมูลที่สะท้อนถึงคุณภาพทางการศึกษา ว่าได้เตรียมความพร้อมให้แก่ผู้เรียนเพื่อเป็นพลเมือง ที่มีคุณภาพ และมีสมรรถนะในการแข่งขันในระดับใดเมื่อเทียบกับประชาคมโลก (สสวท., 2561) ทั้งนี้ในเดือนกันยายน พ.ศ.2559 ผู้นำของโลกได้ร่วมกันวางเป้าหมายของประชาคมโลกในด้านการพัฒนาการศึกษาที่ยั่งยืน โดยหนึ่งในเป้าหมายที่กำหนดไว้คือ การให้มีการศึกษาที่ทั่วถึงมีคุณภาพ การศึกษาที่เท่าเทียมกันและส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งวิถีที่จะใช้ตรวจสอบและประเมินเป้าหมายดังกล่าวคือ การพิจารณาว่าประเทศนั้น ๆ ได้มีการเตรียมความพร้อมสำหรับการดำเนินชีวิตให้แก่นักเรียนที่จบการศึกษาได้ดีเพียงใด โดยดูจากสัดส่วนของจำนวนนักเรียนอายุ 15 ปีของประเทศนั้น ๆ ที่มีผลสอบสูงกว่าเส้นพื้นฐานต่ำสุดจากการประเมิน PISA ทั้งสามด้าน (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2560)

ในปี 2015 PISA ได้กำหนดกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) โดยให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์เข้ากับสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสดงถึงความเป็นพลวัตของพลเมือง ซึ่งบุคคลที่มีความสามารถด้านการรู้วิทยาศาสตร์จะประกอบด้วย 3 สมรรถนะ คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (OECD, 2013) ผลการประเมิน PISA ของประเทศไทยในปี 2015 พบว่าด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีคะแนนต่ำลงจนเท่ากับการประเมิน PISA 2006 ที่ให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์เป็นหลักเช่นกัน ชี้วัดได้ว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทยนั้น ยังไม่บรรลุผลตามจุดเน้นการประเมิน PISA ที่เน้นการใช้ความสามารถในการใช้ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหา ซึ่งถือเป็นสิ่งจำเป็นของการเรียนรู้ตลอดชีวิตและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (สสวท., 2560)

จากสมรรถนะทั้ง 3 ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่าการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะแรกและถือเป็นสมรรถนะพื้นฐานที่สำคัญของการสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักวิชาการหลายท่านเชื่อว่าการส่งเสริมให้นักเรียน

ได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อาจช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลหรือประจักษ์พยานเพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม และช่วยให้นักเรียนเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่อาจช่วยให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ และสร้างองค์ความรู้ใหม่ การอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ 1) ข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปที่เป็นคำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 2) ข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปนั้น ๆ 3) การให้เหตุผล โดยใช้การเชื่อมโยงระหว่าง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากข้อกล่าวอ้าง หรือข้อสรุป และหลักฐานเชิงประจักษ์ (วิโรจน์ ลิ่วคงสถาพร, 2552)

การเปลี่ยนแปลงเป้าหมายของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเปลี่ยนไปจากการเก็บรวบรวม ข้อเท็จจริงของปรากฏการณ์ที่ศึกษาเป็นการสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ที่ศึกษา นักการศึกษาหลายท่านจึงได้พัฒนาหรือใช้รูปแบบการเรียนการสอนต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนบบรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์อันเป็นความสามารถพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความสามารถอื่น ๆ ต่อไป เช่น จงกลบุญรอด (2558) ศึกษาเกี่ยวกับผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง MORE ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนั้นนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม พจีลักษณ์ ขวัญใจ (2555) ศึกษาเกี่ยวกับผลของการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตา เลิร์นนิ่งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยสรุปได้ว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

เห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูจะส่งผลต่อความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะประสบความสำเร็จหรือไม่นั้น ปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญคือ ครู ผู้ซึ่งเป็นผู้ออกแบบการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายการศึกษา ดังนั้นการศึกษาแนวทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงเป็นสิ่งสำคัญ และควรมีการจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างเป็นรูปธรรมและเป็นระบบ

จากการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์อภิมานงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในช่วงการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2 พ.ศ.2552-2561 พบว่ายังไม่ปรากฏนักวิจัยท่านใดทำการวิเคราะห์อภิมานงานวิจัยในประเด็นดังกล่าวผนวกกับการ

ให้ความสำคัญต่อการศึกษาดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการวิเคราะห์อภิมานงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานแล้วนำข้อสรุปจากการวิเคราะห์อภิมานงานวิจัยมาใช้ในการสังเคราะห์แนวทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งผู้วิจัยพิจารณาว่าหากมีการวิเคราะห์อภิมานงานวิจัยในหัวข้อนี้ ข้อค้นพบที่ได้น่าจะเป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แนวทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและได้องค์ความรู้ใหม่ อันเป็นประโยชน์แก่โรงเรียน หน่วยงานทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องหรือครู ในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเตรียมความพร้อมให้แก่นักเรียนต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต พัฒนาผู้เรียนให้กลายเป็นบุคคลที่มีคุณภาพทั้งในด้านของความรู้ ทักษะ และการดำรงชีวิตในสังคมพลวัตสนองตอบต่อเป้าหมายในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของแผนการศึกษาชาติและร่างรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2559

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณลักษณะงานวิจัยที่มีผลต่อค่าขนาดอิทธิพลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. เพื่อสรุปองค์ความรู้จากการวิเคราะห์อภิมานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3. เพื่อนำเสนอสภาพแนวทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ได้จากการวิเคราะห์อภิมาน

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งระยะของการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การวิเคราะห์อภิมานงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

การวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวกับทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่จัดทำขึ้นในช่วงการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2 ตั้งแต่ปี พ.ศ.2552–2561 แต่เนื่องจากขณะผู้วิจัยทำการศึกษาเรื่องนี้ในปี พ.ศ.2560 ดังนั้นงานวิจัยที่จะนำมาวิเคราะห์อภิมาน จะเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าวในช่วงปี พ.ศ.2552-2560

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรการวิจัยประกอบด้วย 2 กลุ่ม คือ 1) วิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยปิดในกำกับของรัฐ 8 สถาบัน ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยบูรพา มหาวิทยาลัยศิลปากร และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2) งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการ

สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สาเหตุที่เลือกประชากร 2 กลุ่มนี้ เนื่องจากเป็นมหาวิทยาลัยของรัฐที่มีการเปิดสอนในสาขาวิทยาศาสตร์/การสอนวิทยาศาสตร์ และสถาบันที่เน้นศาสตร์ทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จำนวนทั้งสิ้น 17 ฉบับ

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ วิทยานิพนธ์ในระดับบัณฑิตศึกษาที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่จัดทำขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ.2552-2560 จำนวนทั้งสิ้น 11 เล่ม คิดเป็นร้อยละ 65

ระยะที่ 2 การสังเคราะห์แนวทางทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

หลังจากการวิเคราะห์อภิมานของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในระยะที่ 1 แล้ว ผู้วิจัยทำการสังเคราะห์แนวทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 1 คือ แบบบันทึกคุณลักษณะด้านการจัดการเรียนการสอนโดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านผู้วิจัยและการพิมพ์ ด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการวัดและประเมิน ด้านคุณภาพงานวิจัย และสมุดรหัส โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัย และสมุดรหัส แบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านผู้วิจัยและการพิมพ์ ด้านเนื้อหาด้านนวัตกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านผลการใช้นวัตกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านคุณภาพงานวิจัย ทั้งนี้ในด้านคุณภาพงานวิจัยผู้วิจัยใช้แบบประเมินคุณภาพงานวิจัยที่ปรับมาจากแบบประเมินงานวิจัยของพรทิทย์ พันตา (2554) โดยจะนำเสนอรายละเอียดในข้อถัดไป ซึ่งผลการตรวจความสอดคล้องระหว่างผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ดังนั้นในงานวิจัยในครั้งนี้มีตัวแปรจำนวน 22 ตัวแปร รายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 รายละเอียดตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยจำแนกตามประเภทตัวแปร

คุณลักษณะงานวิจัย	ตัวแปรเชิงคุณลักษณะ	ตัวแปรเชิงปริมาณ
1. ด้านผู้วิจัยและการพิมพ์	- สถาบันที่ผลิตงานวิจัย - สาขาที่ผลิตงานวิจัย - เพศของผู้วิจัย - ภูมิภาค - แหล่งที่ผลิตงานวิจัย - ระดับการศึกษาของผู้วิจัย - ปีที่พิมพ์	-

ตาราง 1 รายละเอียดตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยจำแนกตามประเภทตัวแปร (ต่อ)

คุณลักษณะงานวิจัย	ตัวแปรเชิงคุณลักษณะ	ตัวแปรเชิงปริมาณ
2. ด้านการจัดการเรียนการสอน	- ระดับชั้น – นวัตกรรม - ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง - รูปแบบการสืบสอบวิทยาศาสตร์ - ขั้นตอนในการเรียนการสอน - บทบาทครู - บทบาทนักเรียน - เทคนิคที่ใช้ร่วมกับนวัตกรรม	- จำนวนขั้นตอนการเรียนการสอน - จำนวนนวัตกรรมที่ใช้ - จำนวนคาบเรียนที่ใช้
3. ด้านการวัดและประเมิน	- การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ - การประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	- จำนวนข้อคำถามในแบบทดสอบ
4. ด้านคุณภาพงานวิจัย	-	- คะแนนคุณภาพงานวิจัย
รวม	**17 ตัวแปร**	**5 ตัวแปร**

2.2 แบบประเมินคุณภาพงานวิจัย เป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยปรับมาจากแบบประเมินคุณภาพงานวิจัยของพรทิพย์ พันตา (2554) เพื่อให้สอดคล้องกันงานวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 7 ส่วน คือ 1) การกำหนดปัญหาการวิจัยและวัตถุประสงค์ 2) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3) วิธีดำเนินการวิจัย 4) ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 5) การสรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 6) การนำเสนอผลวิจัย 7) คุณภาพงานวิจัยโดยรวม จำนวน 27 ข้อ มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ตั้งแต่ 0 คือ คุณภาพงานวิจัยต่ำ ถึง 4 คือ คุณภาพงานวิจัยสูง และใช้เกณฑ์การประเมินผลคุณภาพงานวิจัยของทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ (2548) แล้วนำข้อมูลที่ได้บันทึกลงในแบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัยในด้านที่ 4 ต่อไป

ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินคุณภาพงานวิจัยและเกณฑ์การประเมินคุณภาพงานวิจัยเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา แล้วตรวจสอบความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยการประเมินความสอดคล้องรายข้อนั้นผู้วิจัยพิจารณาจากค่า IOC โดยใช้เกณฑ์ IOC > 0.5 จึงถือว่ามีความสอดคล้องกัน หลังจากปรับแบบประเมินคุณภาพงานวิจัยตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว เช่น ปรับจาก 1 หมายถึง เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีอายุระหว่าง 1-5 ปีมีปริมาณ 5-10 เล่ม เป็น 1 หมายถึง เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีอายุระหว่าง 1-5 ปี มีปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 20 เนื่องจากในงานวิจัยแต่ละเล่มอาจจะมีจำนวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไม่เท่ากัน จึงควรทำการปรับเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบของร้อยละ เป็นต้น หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำเครื่องมือฉบับดังกล่าวไปทดสอบกับงานวิจัยที่ไม่ใช่ตัวอย่างจำนวน 3 เล่มร่วมกับผู้บันทึกอีก 2 ท่าน แล้วนำผลการบันทึกข้อมูลมาคำนวณค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันและตรวจสอบความสอดคล้องในการประเมินโดยใช้สูตรการหาค่าความสอดคล้องในการประเมิน และเกณฑ์ในการแปลค่าความสอดคล้องในการประเมินของ Copper และ Hedge (2009) พบว่าการประเมิน

ระหว่างผู้วิจัยและผู้ร่วมบันทึกมีประเด็นสอดคล้องกัน 25 ข้อจากจำนวน 27 ข้อ คำนวณค่าความสอดคล้องในการประเมินได้ 92.6 แสดงว่าความสอดคล้องในการประเมินคุณภาพงานวิจัยของผู้วิจัยและผู้บันทึกอยู่ในระดับดีมาก

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. สำรวจรายชื่องานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จากการสืบค้นทางคอมพิวเตอร์ของสถาบันที่ผลิตงานวิจัยทั้ง 9 สถาบัน คือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยบูรพา มหาวิทยาลัยศิลปากร และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่จัดทำขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ.2552-2560 โดยกำหนดคำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้น คือ การอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ Scientific explanation และ Scientific explanation making

2. สำรวจและค้นหาตัวเล่มจริงของวิทยานิพนธ์ และงานวิจัย ตามรายการที่สืบค้นได้จากขั้นตอนที่ 1 แล้วทำการติดต่อตามแหล่งข้อมูลข้างต้น โดยผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมตัวเล่มจริงของวิทยานิพนธ์ใน 2 รูปแบบ คือ ไฟล์ภาพเอกสาร และสำเนาตัวเล่มจริง ขึ้นอยู่กับแหล่งข้อมูลตัวเล่มจริงของวิทยานิพนธ์ฉบับนั้นๆ

3. อ่านงานวิจัยในเบื้องต้น 1 รอบ เพื่อสำรวจเนื้อหาภายในตัวเล่มงานวิจัยนั้นว่ามีคุณสมบัติเข้าเกณฑ์ในการคัดเลือกงานวิจัยตามที่ผู้วิจัยกำหนด คือ 1) เป็นงานวิจัยเชิงทดลองที่ศึกษาตัวแปรต้นคือการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และตัวแปรตามคือเป็นรายงานการวิจัยที่รายงานค่าสถิติพื้นฐานและสถิติที่เป็นผลมาจากการทดสอบนับสำคัญทางสถิติเพียงพอต่อการนำไปใช้คำนวณค่าขนาดอิทธิพลตามสูตรของ Glass

4. อ่านงานวิจัยที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยละเอียด เพื่อประเมินคุณภาพงานวิจัยตามแบบประเมินคุณภาพงานวิจัย และบันทึกข้อมูลจากงานวิจัยลงในแบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัย โดยผู้วิจัยเป็นผู้ประเมินคุณภาพงานวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

5. เตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ โดยทำการลงรหัสตัวแปรทั้ง 22 ตัวแปรดังที่แสดงในตาราง 1 ข้างต้นโดยใช้โปรแกรม Excel 2016 แล้วนำไฟล์ข้อมูล (Import) เข้าสู่โปรแกรม SPSS for Window Version 13

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในระยะการวิจัยที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของงานวิจัย ตอนที่ 2 การวิเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณด้วยวิธีการวิเคราะห์อภิมาน โดยมีรายละเอียดในแต่ละตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของงานวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของงานวิจัยที่นำมาวิเคราะห์อภิมาน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยที่เป็นตัวแปรเชิงคุณลักษณะ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติร้อยละ และความถี่

2. ตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยที่เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อให้ทราบลักษณะการกระจายของข้อมูลของตัวแปร

คุณลักษณะการวิจัยทั้ง 4 ด้าน และวิเคราะห์รวมทุกด้านเพื่อให้เห็นภาพรวมของงานวิจัย

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณด้วยวิธีการวิเคราะห์อภิมาน

การวิเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณด้วยวิธีการวิเคราะห์อภิมาน ซึ่งผลการคำนวณค่าขนาดอิทธิพลเพื่อนำเสนอสถิติเชิงบรรยาย ผู้วิจัยวิเคราะห์ประมาณค่าขนาดอิทธิพล (d) ตามแนวคิดของ Glass จากสูตร

$$d = \frac{\bar{y}_E - \bar{y}_C}{S_C}$$

เมื่อ y แทนค่าเฉลี่ยกลุ่มทดลอง แทนค่าเฉลี่ยกลุ่มควบคุม และ S_C แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม และใช้เกณฑ์การแปลความหมายค่าขนาดอิทธิพลของ Glass, McGaw และ Smith (1981) แปลผลค่าขนาดอิทธิผลที่คำนวณได้ โดยนำไปเปรียบเทียบหาตำแหน่งของ Percentiles ในการเปรียบเทียบค่าระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดังนี้

ค่าขนาดอิทธิพลน้อยกว่า Percentile ที่ 33.33 แปลว่า มีอิทธิพลน้อย

ค่าขนาดอิทธิพลระหว่าง Percentile ที่ 33.34-6.67 แปลว่า มีอิทธิพลปานกลาง

ค่าขนาดอิทธิพลตั้งแต่ Percentile ที่ 66.68 แปลว่า มีอิทธิพลมาก

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์งานวิจัยข้อที่ 1 เพื่อศึกษาคุณลักษณะงานวิจัยที่มีผลต่อค่าขนาดอิทธิพลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ คุณลักษณะงานวิจัยที่เป็นตัวแปรเชิงคุณลักษณะ และคุณลักษณะงานวิจัยที่เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ รวมทั้งสิ้น 22 ตัวแปร ผลการวิเคราะห์พบว่าคุณลักษณะงานวิจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องมาจากงานวิจัยส่วนใหญ่มีคะแนนการประเมินคุณภาพงานวิจัยเฉลี่ย 2.98 คะแนน โดยมีคะแนนการประเมินคุณภาพงานวิจัยสูงสุด 3.41 คะแนนและต่ำสุด 2.08 คะแนน ทั้งนี้แสดงว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาสังเคราะห์ส่วนใหญ่มีคุณภาพดี โดยใช้เกณฑ์การประเมินผลคุณภาพงานวิจัยของทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ (2548)

วัตถุประสงค์งานวิจัยข้อที่ 2 เพื่อสรุปองค์ความรู้จากการวิเคราะห์อภิมานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่เป็นที่นิยมมากที่สุด คือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง คิดเป็นร้อยละ 45.5 เนื่องจากการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถาม สืบค้น วางแผน สร้างแบบจำลอง แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และลงข้อสรุป โดยมีโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาและปรับปรุงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของตนเองมากกว่า 1 ครั้ง นอกจากนี้นวัตกรรมที่ใช้มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมากที่สุดเท่ากัน คือ Constructivism และการผสมผสานกันของ Constructivism และ Social-constructivism คิดเป็นร้อยละ 36.4 เท่ากัน อย่างไรก็ตามพบว่าการผสมผสานกันของ 3 ทฤษฎี อันได้แก่ Constructivism, Social-constructivism และ Jean Piaget's cognitive development theory มีค่าขนาดอิทธิพลสูงสุด

เท่ากับ 3.14 สำหรับบทบาทครูที่ปรากฏมากที่สุด คือ ให้นักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมเพื่อคาดคะเนคำตอบของปรากฏการณ์ที่กำหนด จำนวนร้อยละ 100 ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของทฤษฎี Constructivism ทั้งนี้จากการสังเคราะห์งานวิจัยพบว่าบทบาทของครูมีทั้งหมด 10 ข้อ ดังนี้ 1) ให้นักเรียนรู้จักการสร้างแบบจำลองตนเอง 2) ให้นักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมเพื่อคาดคะเนคำตอบของปรากฏการณ์ที่กำหนด 3) ให้นักเรียนออกแบบและวางแผนการทดสอบ 4) ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและปฏิบัติตามแผนที่ออกแบบ 5) ให้นักเรียนมีโอกาสในการปรับปรุงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป 6) ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการทำงานร่วมกัน 7) นำห้องเรียนสู่ปรากฏการณ์โลกด้วยการเชื่อมโยงปรากฏการณ์กับเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง 8) ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน 9) มีการสนับสนุน กระตุ้นเสริมแรง สร้างแรงบันดาลใจและให้คำแนะนำแก่นักเรียน 10) มุ่งให้นักเรียนสามารถนำความรู้สู่การปฏิบัติได้ในชีวิตประจำวัน สำหรับบทบาทนักเรียนที่ปรากฏมากที่สุด คือ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์การการจัดการเรียนการสอนที่ต้องการส่งเสริมการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ทั้งนี้จากการสังเคราะห์งานวิจัยพบว่าบทบาทของนักเรียนที่ปรากฏมีทั้งหมด 7 ข้อ ดังนี้ 1) เชื่อมโยงความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา 2) ร่วมมือทำกิจกรรมด้วยความกระตือรือร้น 3) หาข้อมูล วางแผน และสื่อสารภายในกลุ่มและนำเสนอต่อชั้นเรียน 4) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ รับฟังความเห็นของผู้อื่น 5) ประเมิน ปรับปรุง และแก้ไขผลงานของกลุ่ม 6) สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง 7) สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม นอกจากนี้จากการสังเคราะห์งานวิจัยพบว่าจำนวนแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 8 แผน และระยะเวลาเฉลี่ยใช้ในการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีค่าประมาณ 20 คาบ คาบละ 50 นาที ทั้งนี้พบว่าเทคนิคที่ใช้ร่วมกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ เทคนิคคิดเดี่ยว-คิดคู่-คิดร่วมกัน เทคนิคพูดรอบวง เทคนิคการใช้สิทธิ์ในการอภิปราย และ เทคนิคการเขียนรอบวง การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของแบบทดสอบอัตนัย เฉลี่ยจำนวน 4 ข้อ และประเมินใน 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และ การให้เหตุผล

วัตถุประสงค์งานวิจัยข้อที่ 3 เพื่อเสนอแนวทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่ารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีอิทธิพลสูงในการส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองโดยทฤษฎีที่ผู้สอนควรยึดถือคือการผสมผสานกันระหว่าง Constructivism, Social-constructivism และ Jean Piaget's cognitive development theory ที่มีอิทธิพลสูงต่อความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองจากการอภิมานมีอยู่ 3 วิธี ดังนี้

(1) ขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based inquiry: MBI) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมพารามิเตอร์ (Setting the general parameter) ขั้นที่ 2 ขั้นการดำเนินกิจกรรม (Teaching) ซึ่งประกอบ

ด้วย 4 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) การรวบรวมสิ่งที่นักเรียนรู้และต้องการรู้ (Organizing what we know and what we want to know) 2) การตั้งสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ (Generating testable hypotheses) 3) การค้นหาหลักฐาน (Seeking evidences) 4) การสร้างข้อโต้แย้ง (Constructing an argument) (2) ขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง MORE ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น (Model) 2) ขั้นการสังเกต (Observer) 3) ขั้นสะท้อนความคิด (Reflect) 4) ขั้นการอธิบาย (Explain) (3) ขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) 2) ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate) 3) ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) 4) ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply) สำหรับบทบาทครูและบทบาทของนักเรียนเป็นสิ่งที่กำหนดหน้าที่ของแต่ละบุคคลในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองเป็นวิธีการที่มีขนาดอิทธิพลมากต่อการส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากทั้ง 3 วิธีในข้างต้นมีลำดับขั้นการสอนที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการสรุปบทบาทของครู และบทบาทของนักเรียนตามขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนแบบปกติบนพื้นฐานของขั้นการเรียนการสอนทั้งสามข้างต้น แสดงได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองทั้ง 3 รูปแบบจำแนกตามขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบแบบปกติ

วิธีสืบสอบแบบปกติ	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	1) นำห้องเรียนสู่ปรากฏการณ์โลกด้วยการเชื่อมโยงปรากฏการณ์กับเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง 2) ให้นักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมเพื่อคาดคะเนคำตอบของปรากฏการณ์ที่กำหนด	1) เชื่อมโยงความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา
2. ขั้นกิจกรรม	3) ให้นักเรียนรู้จักการสร้างแบบจำลองของตนเอง 4) ให้นักเรียนออกแบบและวางแผนการตรวจสอบ 5) ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและปฏิบัติตามแผนที่ตนเองออกแบบ 6) ให้โอกาสนักเรียนในการปรับปรุงคำอธิบายตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป 7) ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการทำงานร่วมกัน	2) ร่วมมือทำกิจกรรมด้วยความกระตือรือร้น 3) หาข้อมูล วางแผน และสื่อสารภายในกลุ่มและนำเสนอต่อชั้นเรียน
3. ขั้นสรุป	8) ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน 9) มีการสนับสนุน กระตุ้น เสริมแรง สร้างแรงบันดาลใจและให้คำแนะนำแก่นักเรียน 10) มุ่งให้นักเรียนสามารถนำความรู้สู่การปฏิบัติได้ในชีวิตประจำวัน	4) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ รับฟังความเห็นของผู้อื่น 5) ประเมิน ปรับปรุง และแก้ไขผลงานของกลุ่ม 6) สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง

จำนวนแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 8 แผน ระยะเวลาเฉลี่ยใช้ในการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีค่าประมาณ 20 คาบ คาบละ 50 นาที ทั้งนี้พบว่าเทคนิคที่ใช้ร่วมกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ เทคนิคคิดเดี่ยว-คิดคู่-คิดร่วมกัน เทคนิคพูดรอบวง เทคนิคการใช้สิทธิ์ในการอภิปราย และ เทคนิคการเขียนรอบวง เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ควรอยู่ในรูปแบบของแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ และประเมินใน 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และ การให้เหตุผล

อภิปรายผล

ผู้วิจัยแบ่งการอภิปรายผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. ผลการวิจัยพบว่าการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองมีขนาดอิทธิพลต่อการส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานสูงสุด ทั้งนี้อาจจะเนื่องมากจากเหตุผลดังนี้

ประการที่ 1 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้มีพื้นฐานมาจากการสืบสอบไม่ว่าจะเป็นทั้งการสืบสอบรายบุคคลหรือการสอบสอบแบบกลุ่ม นักเรียนได้มีโอกาสในการสร้างและเขียนคำอธิบายของตนเอง โดยต้องใช้ทั้งความรู้ความเข้าใจ หลักฐานเชิงประจักษ์ และการให้เหตุผล โดยหลักฐานเชิงประจักษ์นั้น นักเรียนจะต้องทำการสืบค้น หรือการทดลองด้วยตนเอง จะเห็นได้ว่าการการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้แบบจำลองนี้มีพื้นฐานมีทฤษฎีพื้นฐาน คือ ทฤษฎี Constructivism ที่ระบุว่าการเรียนการสอนบนพื้นฐานของทฤษฎี Constructivism จะเน้นให้นักเรียนค้นหาความรู้หรือข้อเท็จจริงด้วยตนเอง อีกทั้งยังเป็นการฝึกฝนให้นักเรียนรู้จักการวางแผน การคิดหาคำตอบ การได้มาซึ่งเหตุผล การแก้ปัญหาด้วยตนเอง (พิมพันธ์ เดชะคุปต์และพเยาว์ ยินดีสุข (2557)

ประการที่ 2 การเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นการเรียนรู้แบบกลุ่ม นักเรียนมีโอกาสได้ร่วมออกแบบการทดลองของกลุ่ม แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม แสดงความคิดเห็นต่อผลงาน รับฟังของเสนอแนะของเพื่อนในชั้นเรียนหรือสมาชิกในกลุ่มผ่านการอภิปราย เพื่อให้นักเรียนได้ทราบจุดดี จุดที่ควรปรับปรุง ข้อจำกัด ของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง แล้วนำไปพัฒนาเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความสมบูรณ์ถูกต้องต่อไป สอดคล้องกับทิศนา แขมมณี (2556) ที่กล่าวว่า การใช้การอภิปรายกลุ่มเป็นกระบวนการที่ครูช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ มุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทั่วถึง มีโอกาสในการแสดงผลงาน ความคิดเนและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่กว้างขึ้น พัฒนาการคิดด้านการหาเหตุผลของนักเรียนส่งเสริมการค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อเป็นหลักฐานในการสนับการอภิปราย และนักเรียนสามารถนำวิธีการอภิปรายไปใช้ได้ในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป

ประการที่ 3 การเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองครูจะอยู่ในบทบาทของผู้ดำเนินการชั้นเรียน ให้เกิดความราบรื่นและบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ การสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเป็นระยะ ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ทำให้ครูทราบถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน ความรู้สึกของนักเรียน เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นข้อมูลในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน สอดคล้องกับ Angelo and Cross (1993 อ้างถึงในบดินทร์ เชนย์วิบูลย์, 2558) ที่กล่าวว่าการสอบถามความ

คิดเห็นของนักเรียนมีส่วนช่วยให้ครูทราบถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาส่วนที่นักเรียนอาจยังไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน ความน่าสนใจของกิจกรรมต่อนักเรียน ความต้องการเพิ่มเติมของนักเรียน เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาการการจัดการเรียนการสอนต่อไป

2. ผลการวิจัยยังสะท้อนให้เห็นว่าความรู้เดิมของนักเรียนมีผลต่อการส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะถูกครูกระตุ้นและส่งเสริมให้เกิดแรงบันดาลใจต่อการศึกษาในปรากฏการณ์นั้น ๆ เห็นได้จากการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลอง ขั้นตอนแรกของการเรียนการสอนที่ปรากฏ คือ ครูยกตัวอย่างสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ครูต้องการให้นักเรียนศึกษา โดยนักเรียนจะได้ใช้ความรู้เดิมมาเป็นพื้นฐานต่อสถานการณ์ใหม่ที่มีความท้าทายทางด้านความคิดมากยิ่งขึ้น หรือแม้แต่ข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ที่ขัดกับความรู้เดิม นอกจากนี้การที่นักเรียนได้ใช้พื้นฐานของความรู้เดิมก่อนที่จะถูกนำเสนอความรู้ใหม่จากครูก็จะถือเป็นการทบทวนและตรวจสอบความรู้เดิมที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว และเป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนในการรับเนื้อหาใหม่

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ผลการสังเคราะห์งานวิจัยมีหลักฐานพบว่า การใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในการส่งเสริมการอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีค่าขนาดอิทธิพลสูงที่สุดและความนิยมสูงสุด ดังนั้นเมื่อผู้ที่สนใจนำรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไปใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรทำความเข้าใจหลักการ ขั้นตอน บทบาทครู บทบาทนักเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

1.2 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควรนำผลการวิจัยมาเป็นส่วนหนึ่งในการผลักดันให้เกิดแนวทางการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นรูปธรรม เพื่อเอื้อประโยชน์ให้แก่ครูและโรงเรียนในการนำไปปฏิบัติ อันซึ่งอาจจะส่งผลให้การประเมิน PISA ครั้งต่อ ๆ ไปแก่ด้านการรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทยสูงกว่าค่าเฉลี่ย และอยู่ในลำดับที่สูงขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยในครั้งนี้มุ่งสังเคราะห์นวัตกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเท่านั้น ข้อค้นพบที่ได้เป็นเพียงหนึ่งในสมรรถนะของการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับการวิจัยในครั้งต่อไปนักวิจัยที่สนใจอาจจะสังเคราะห์นวัตกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ หรือสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสมรรถนะองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์

2.2 ควรมีการศึกษาสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจากโรงเรียนที่มีคะแนนด้านความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยแล้วนำมาสังเคราะห์เป็นแนวทางในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. *แผนการศึกษาแห่งชาติ.* [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://backoffice.onec.go.th/uploaded/Outstand/2017-EdPlan60-79.pdf.

จงกล บุญรอด. (2558). *ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.* (มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ. (2548). *การสังเคราะห์งานวิจัยด้านการมีส่วนร่วมของโรงเรียนกับชุมชน: การวิเคราะห์อภิมานและการวิเคราะห์กระบวนการทางปัญญาอภิมาน.* (มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ทิศนา แขมมณี. (2556). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (Vol. 7).* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บดินทร์ เชนย์วิบูลย์. (2558). *แนวทางการจัดการนิเทศการสอนภาษาอังกฤษของครูต่างชาติในโครงการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการเป็นภาษาอังกฤษในชั้นมัธยมศึกษาของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* (มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พจีลักษณ์ ขวัญใจ. (2555). *ผลการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาเลิร์นนิ่งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.* (มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พรทิพย์ พันตา. (2554). *การสังเคราะห์งานวิจัยนวัตกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์: การวิเคราะห์อภิมาน และการวิเคราะห์กลุ่มแฝง.* (มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2557). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิโรจน์ ลิ่วคงสถาพร. (2552). การอธิบายทางวิทยาศาสตร์. *IPST Magazine, 173* (37): 68-69.

ศิระ ศิริจันทร์. (2549). *การวิเคราะห์อภิมานงานวิจัย ด้านการเรียนการสอนบนเว็บระหว่างปี พ.ศ. 2542-2546*. (มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา.* [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://pisathailand.ipst.ac.th/isbn-9786163627179.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2557). *(ร่าง) กรอบทิศทางแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2574*. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=47905&Key=news20.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2560). *เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน.* [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://e-plan.dla.go.th/activityImage/422.pdf.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. *กรอบแนวคิดการดำเนินงานแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี*. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2561/A/082/T_0001.PDF.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2558). *กรอบทิศทางของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ.2560-2564*. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.neS.D.b.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422.

Cooper, & Hedge. (2009). *The handbook of research systhesis*. (Vol. Rusee). Newyork: Russell sage foundation.

Glass, McGraw, & Smith. (1981). *Meta-analysis in scocial rsearch*. (Vol. Sage Publications). California.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013). *PISA 2012 Result in focus*. Retrieved from https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *PISA 2015 result in focus*. In A. Schleicher (Ed.). Retrieved from https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf.