วารสารบัณฑิตวิทยาลัยรำไพพรรณี
Journal of Graduate Studies Rambhai Barni

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานวิทยาศาสตร์ยุคใหม่
(Learning Management in Science According to Next Generation Science Standards: NGSS)

ปิณิดา สุวรรณพรม[1]
เยาวเรศ ใจเย็น[2]

บทคัดย่อ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ ประกอบด้วยหลักการเรียนรู้สำคัญ 3 มิติที่สัมพันธ์เชื่อมโยงกัน ได้แก่ มิติที่ 1 การฝึกปฏิบัติวิทยาศาสตร์ควบคู่กับวิศวกรรมศาสตร์ มิติที่ 2 การเชื่อมโยงแนวความคิดหลักระหว่างสาขาวิชา และมิติที่ 3 การเข้าใจแนวคิดแกนของแต่ละสาขาวิชา หลักการทั้ง 3 มิตินี้เป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 โดยห้องเรียนวิทยาศาสตร์ที่ใช้หลักการเรียนรู้ 3 มิตินี้ ผู้เรียนมีโอกาสออกแบบการสืบค้น สร้างรูปแบบ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ สร้างคำอธิบาย และถกเถียงข้อขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้น นำไปสู่การพัฒนาผลการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงไปสู่ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์, มาตรฐานวิทยาศาสตร์ยุคใหม่, ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

Abstract

Learning management in science according to Next Generation Science Standards: NGSS consists of 3 essential connective dimensions which are dimension 1: scientific and engineering practices, dimension 2: crosscutting concepts, and dimension 3: disciplinary core ideas. Those 3 dimensions are crucial factors for designing learning management in science in the 21st century. Science classroom that applies those 3 dimensions promotes learners to involve in conducting investigations, creating models, sharing ideas, generating explanations, and debating disagreement. These activities lead to foster learning outcomes which consistent with the 21st century skills.

Keywords: Learning management in science, NGSS, 21st century skills

---

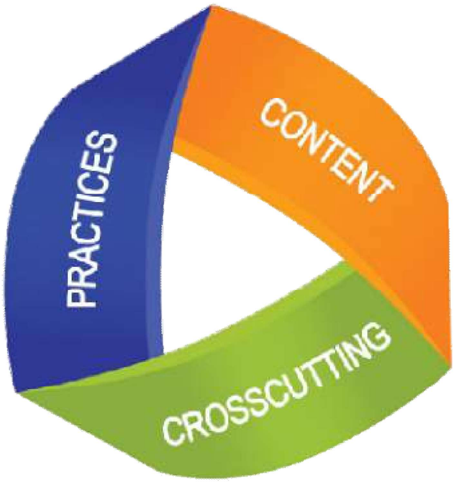
[1] นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
[2] อาจารย์สังกัดคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทนำ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกานั้น เป็นต้นแบบของการออกแบบแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในอีกหลายประเทศทั่วโลก เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกาก็ย่อมส่งผลต่อแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของอีกหลายประเทศเช่นเดียวกัน และเมื่อปี 2012 สภาวิจัยแห่งชาติ (National research council: NRC) ของสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นองค์กรของรัฐที่ทำหน้าที่พัฒนามาตรฐานการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เผยแพร่แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ที่เรียกว่ามาตรฐานวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ (Next generation science standards: NGSS) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

มาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษายุคใหม่ (NGSS)

มาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษายุคใหม่ (NGSS) (NRC, 2012a: 29 – 31) ประกอบด้วยหลักการเรียนรู้สำคัญ 3 มิติที่สัมพันธ์เชื่อมโยงกัน ได้แก่ มิติที่ 1 การฝึกปฏิบัติวิทยาศาสตร์ควบคู่กับวิศวกรรมศาสตร์ (Dimension 1: Scientific and engineering practices) มิติที่ 2 การเชื่อมโยงแนวความคิดหลักระหว่างสาขาวิชา (Dimension 2: Crosscutting concepts) และ มิติที่ 3 การเข้าใจแนวคิดแกนของแต่ละสาขาวิชา (Dimension 3: Disciplinary core ideas)



ภาพที่ 1.1 หลักการเรียนรู้ที่สำคัญ 3 มิติตามแนวคิดของ NGSS
ที่มา (นิพนธ์ จันเลน, 2558)

1. มิติที่ 1 การฝึกปฏิบัติวิทยาศาสตร์ควบคู่กับวิศวกรรมศาสตร์ (Dimension 1: Scientific and engineering practices)

มิติที่ 1 การฝึกปฏิบัติวิทยาศาสตร์ควบคู่กับวิศวกรรมศาสตร์ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 2 ด้าน ได้แก่ 1) แนวปฏิบัติทางด้านวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ สร้างรูปแบบ ทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และ 2) แนวปฏิบัติทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่วิศวกรใช้ในการออกแบบและสร้างสรรค์ระบบ ทั้งนี้สภาวิจัยแห่งชาติ (NRC) ใช้คำว่า practices ซึ่งหมายถึง การฝึกปฏิบัติ หรือ แนวปฏิบัติ แทนคำว่า skills ซึ่งหมายถึง ทักษะ หรือ ความเชี่ยวชาญ เนื่องมาจากการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยทั้งทักษะหรือความเชี่ยวชาญควบคู่กับความรู้เฉพาะศาสตร์นั้น ๆ ด้วย

หากย้อนกลับไปวิเคราะห์มาตรฐานวิทยาศาสตร์ในยุคก่อนศตวรรษที่ 21 จะเห็นว่า เดิมสภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ใช้คำว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) แทนคำว่า การฝึกปฏิบัติ (Practices) ดังที่ เมื่อ พ.ศ. 2539 สภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ได้เสนอมาตรฐานวิทยาศาสตร์แห่งชาติที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งให้นิยามไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้ คือ ชุดของกระบวนการที่เกี่ยวโยงกันที่เริ่มจากการตั้งคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติโดยนักวิทยาศาสตร์และนักเรียน จากนั้นดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบนั้นและ ด้วยกระบวนการดังกล่าวนี้เองจึงทำให้ นักเรียนได้ มาซึ่งความรู้ และสามารถสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับ แนวคิด หลักการ แบบจำลอง และ ทฤษฎี

> “Inquiry is a set of interrelated process by which scientists and students pose questions about the natural world and investigate phenomena; in doing so, students acquire knowledge and develop a rich understanding of concepts, principles, models, and theories.” (NRC, 1996: 214)

จากจุดเน้นของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในยุคก่อนศตวรรษที่ 21 ที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ที่นำเสนอโดยสภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกานั้น ส่งผล กระทรวงศึกษาธิการ โดยการดำเนินงานของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และนิยามความหมายของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

> “กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการอื่นๆ เช่น การสำรวจ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การทดลอง การสร้างแบบจำลอง การสืบค้นข้อมูล เป็นต้น” (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551: 105)

อย่างไรก็ตาม คำว่า “กระบวนการสืบเสาะหาความรู้” มีความหมายที่ครอบคลุมถึงทุกกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการหาคำตอบเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งอาจทำให้เกิดความคลุมเครือในการทำความเข้าใจและการนำไปปฏิบัติจริงในห้องเรียน ในยุคศตวรรษที่ 21 สภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกาจึงเลือกใช้คำว่า “การฝึกปฏิบัติ” ซึ่งหมายถึงการหลอมรวมกันของความรู้และทักษะของสาขาวิชานั้นๆ ซึ่งไม่สามารถแยกออกจากกันได้ และนักเรียนจะเกิดความรู้ความเข้าใจก็ต่อเมื่อนักเรียนได้ลงมือใช้ความรู้และทักษะนั้นในการลงมือปฏิบัติจริง (NRC, 2012a: 29) การเปลี่ยนแปลงมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษายุคใหม่ (NGSS) ในมิติที่ 1 นี้ไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงใหม่ทั้งหมด หากแต่หลอมรวมแนวคิดของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เข้ากับแนวคิดที่สะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรเพื่อกระตุ้นให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับบริบท (NRC, 2012a: 41)

ตาราง 1.1 ลักษณะสำคัญของห้องเรียนที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เทียบกับลักษณะสำคัญของห้องเรียนที่เน้นการฝึกปฏิบัติ

ลักษณะสำคัญของห้องเรียนที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (NRC, 2000: 29)	**ลักษณะสำคัญของห้องเรียนที่เน้นการฝึกปฏิบัติ (NRC, 2012a: 49)**
ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ Learner engages in scientifically oriented questions	ตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ และ นิยามปัญหาทางวิศวกรรม Asking question (for science) and defining problem (for engineering)
ผู้เรียนค้นคว้าหาข้อมูลหลักฐานในการตอบคำถาม Learner gives priority to evidence in responding to questions	สร้างและใช้แบบจำลอง Developing and using model
ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่ Learner formulates explanations from evidence	วางแผนและดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ Planning and carrying out investigations

วารสารบัณฑิตวิทยาลัยรำไพพรรณี
Journal of Graduate Studies Rambhai Barni

ตาราง 1.1 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของห้องเรียนที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (NRC, 2000: 29)	ลักษณะสำคัญของห้องเรียนที่เน้นการฝึกปฏิบัติ (NRC, 2012a: 42)
ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ Leaner connects explanations to scientific knowledge	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล Analyzing and interpreting data
ผู้เรียนสื่อสารและตัดสินประเมินคำอธิบาย Learner communicates and justifies explanations	ใช้การคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์และการคำนวณ Using mathematics and computational thinking
	สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หรือออกแบบวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม Constructing explanations (for science) and designing solution (for engineering)
	มีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานที่มีอยู่ Engaging in argument from evidence
	สืบค้น ประเมิน และ สื่อสารข้อมูล Obtaining, evaluating, and communicating information

มิติที่ 1 ของมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษายุคใหม่มุ่งเน้นการฝึกปฏิบัติวิทยาศาสตร์ควบคู่กับวิศวกรรมศาสตร์ตามองค์ประกอบสำคัญ 8 องค์ประกอบข้างต้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reasoning) ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อน มีความหลากหลายตามบริบท แต่การฝึกปฏิบัติวิทยาศาสตร์ควบคู่กับวิศวกรรมศาสตร์นี้ก็ยังคงเกี่ยวข้องกับกระบวนการ

สืบเสาะหาความรู้ หากแต่ การฝึกปฏิบัตินี้ให้ความสำคัญกับ กระบวนการวิเคราะห์ วิจารณ์ โต้แย้งในทุก ๆ ขั้นตอนของการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแก้ปัญหาทางวิศวกรรม อีกทั้งยังให้ความสำคัญของการใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมในห้องเรียนมากยิ่งขึ้น เมื่อผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติวิทยาศาสตร์จะส่งผลให้เข้าใจพื้นฐานและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ นั่นคือ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั่นเอง

2. มิติที่ 2 การเชื่อมโยงแนวความคิดหลักระหว่างสาขาวิชา (Dimension 2: Crosscutting concepts)

มิติที่ 2 การเชื่อมโยงแนวความคิดหลักระหว่างสาขาวิชาเป็นการมุ่งเน้นความเชื่อมโยงระหว่างแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์และแนวความคิดหลักทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งแนวความคิดหลักเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงกรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปสู่ความรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ ได้

สภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NRC, 2012a: 84) ระบุว่า การเชื่อมโยงแนวความคิดหลักระหว่างสาขาวิชา ประกอบด้วย 7 แนวความคิดหลัก ได้แก่ รูปแบบ (Patterns) สาเหตุและผลกระทบ (Cause and effect) มาตราส่วน สัดส่วน และปริมาณ (Scale, proportion, and quantity) ระบบและรูปแบบของระบบ (System and system models) พลังงานและสสาร (Energy and matter) โครงสร้างและหน้าที่ (Structure and function) ความมีเสถียรภาพและการเปลี่ยนแปลง (Stability and change)

แนวความคิดหลัก 2 ประการเบื้องต้น คือ รูปแบบ และสาเหตุและผลกระทบ เป็นแนวความคิดหลักที่เป็นพื้นฐานของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นั่นคือ รูปแบบต่าง ๆ ที่เกิดจากการสังเกตจะต้องสามารถอธิบายได้ และวิทยาศาสตร์สืบค้นความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลกระทบโดยการค้นหากลไกที่เป็นพื้นฐานของความสัมพันธ์นั้น

ส่วนแนวความคิดหลักที่ 3 คือ มาตราส่วน สัดส่วน และปริมาณ เป็นแนวความคิดหลัก ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งของที่มีขนาดแตกต่างกันและความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์

แนวความคิดหลัก 4 ประการสุดท้าย คือ ระบบและรูปแบบของระบบ พลังงานและสสาร โครงสร้างและหน้าที่ และความมีเสถียรภาพและการเปลี่ยนแปลง เป็นแนวความคิดที่มีความเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน โดยที่แนวความคิดหลักด้านพลังงานและสสาร โครงสร้างและหน้าที่ และความมีเสถียรภาพและการเปลี่ยนแปลงจะช่วยทำให้แนวความคิดหลักด้านระบบและรูปแบบของระบบมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ แนวความคิดหลักทั้ง 4 ประการนี้จะปรากฏในเนื้อหาเสมือนจริงของวิทยาศาสตร์และเป็นแนวความคิดหลักที่มีความสำคัญต่อการตัดสินใจทางด้านระบบทางวิศวกรรมศาสตร์เช่นเดียวกัน

การเชื่อมโยงแนวความคิดหลักระหว่างสาขาวิชามีประโยชน์ต่อผู้เรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นการแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ความรู้ระหว่างวิทยาศาสตร์สาขาวิชา

ต่าง ๆ การเชื่อมโยงแนวความคิดหลักระหว่างสาขาวิชาเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ ในการเรียนรู้แนวคิดแกนของแต่ละสาขาวิชา หากวิเคราะห์รายละเอียดของการเชื่อมโยงแนวความคิดหลักระหว่างสาขาวิชาและเปรียบเทียบกับจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในยุคก่อนศตวรรษที่ 21 จะเห็นได้ว่าการเชื่อมโยงแนวความคิดหลักระหว่างสาขาวิชามีความคล้ายคลึงกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การจำแนก การวัด ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติหรือความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา เป็นต้น หากแต่การเชื่อมโยงแนวความคิดหลักระหว่างสาขาวิชาให้ความสำคัญกับการบูรณาการกิจกรรมกับเนื้อหาวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรม จึงกล่าวได้ว่าการเชื่อมโยงแนวความคิดหลักระหว่างสาขาวิชาเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจการในศึกษาวิทยาศาสตร์และช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ภายใต้แนวคิดแกนของแต่ละสาขาวิชาได้ดียิ่งขึ้น

3. มิติที่ 3 การเข้าใจแนวคิดแกนของแต่ละสาขาวิชา (Dimension 3: Disciplinary core ideas)

สภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NRC, 2012a: 30- 31) นำเสนอองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สำหรับจัดการเรียนรู้ในระดับอนุบาลจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (K - 12 years) โดยจำแนกออกเป็นสาขาวิชาต่าง ๆ 4 สาขาวิชา ได้แก่ 1).วิทยาศาสตร์กายภาพ 2).วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 3).โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และ 4).วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีและการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ทั้งนี้ สภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกาตั้งข้อสังเกตว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดแกนของแต่ละสาขาวิชานั้น ควรจัดกิจกรรมเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนได้รับองค์ความรู้ที่เพียงพอเพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับการแสวงหาความรู้ใหม่ด้วยตนเองต่อไปแทนการจัดกิจกรรมที่เน้นการบอกข้อมูลหรือความรู้ทั้งหมดแก่ผู้เรียน

กราจคิก (Krajcik, 2015: 50-52) กล่าวว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 นั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้หลักการเรียนรู้ 3 มิติ ได้แก่ การฝึกปฏิบัติวิทยาศาสตร์ควบคู่กับวิศวกรรมศาสตร์ (Science and engineering practices) การเชื่อมโยงแนวความคิดหลักระหว่างสาขา (Crosscutting concepts) และการเข้าใจแนวคิดแกนของแต่ละสาขาวิชา (Disciplinary core ideas) โดยมุ่งเน้นการเรียนรู้โดยการบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติหรือสามารถออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากห้องเรียนวิทยาศาสตร์ที่ใช้หลักการเรียนรู้ 3 มิตินี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการออกแบบการสืบค้น การสร้างรูปแบบ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การสร้างคำอธิบาย และการถกเถียงข้อขัดแย้ง ที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการสร้างคำอธิบาย สภาวิจัยแห่งชาติ (National research council: NRC, 2012b) กล่าวว่า กิจกรรมต่าง ๆ ของห้องเรียนที่ใช้หลักการเรียนรู้ 3 มิตินี้ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงไปสู่ทักษะ

แห่งศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการแก้ปัญหา (Problem solving) การคิดวิจารณญาณ (Critical thinking) การสื่อสาร (Communication) การทำงานแบบร่วมมือร่วมใจ (Collaboration) และการบริหารจัดการด้วยตนเอง (Self management)

NGSS กับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษายุคใหม่ (NGSS) เป็นแนวคิดสำคัญในการออกแบบแนวการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 โดย NGSS มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathmetics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) หรือที่รู้จักโดยทั่วไปว่าการจัดการศึกษาแบบ STEM ซึ่งมีความเชื่อพื้นฐานว่าการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ไม่สามารถแยกออกจากการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้น ถ้าต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการหลักการเรียนรู้ที่สำคัญ 3 มิติดังกล่าวข้างต้น (Krajcik, 2015: 50)

กราจคิก (Krajcik, 2015: 51) แนะนำว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนที่สอดคล้องและเชื่อมโยงกับหลักการเรียนรู้ 3 มิติตาม NGSS นั้น ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับสถานการณ์ (Phenomena) หรือ ปัญหา (Problems) ที่ใช้สำหรับกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจบทเรียนและมีส่วนร่วมในการแสดงความสามารถเพื่อแก้ไขสถานการณ์หรือปัญหาที่นำเสนอ ซึ่งสถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้สำหรับการเริ่มต้นบทเรียนควรมีลักษณะสำคัญ 5 ลักษณะดังนี้

ตาราง 1.2 ลักษณะสำคัญของสถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้สำหรับการเริ่มต้นบทเรียน

ลักษณะสำคัญของสถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้สำหรับการเริ่มต้นบทเรียน
มีความเป็นไปได้ (Feasible) สถานการณ์หรือปัญหานั้น ควรเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน นั่นคือ ผู้เรียนควรออกแบบและสืบเสาะหาความรู้เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์หรือปัญหานั้นได้
มีความคุ้มค่า (Worthwhile) เมื่อผู้เรียนเข้าใจสถานการณ์หรือปัญหานั้นแล้ว การปฏิบัติกิจกรรมเพื่อแก้ไขสถานการณ์หรือปัญหานั้นๆ ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเมื่อปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนดแล้วเสร็จ

ตาราง 1.2 ลักษณะสำคัญของสถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้สำหรับการเริ่มต้นบทเรียน (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของสถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้สำหรับการเริ่มต้นบทเรียน
สอดคล้องกับบริบท (Contextualized) สถานการณ์หรือปัญหาที่นำมาใช้ควรเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงหรือเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่นของผู้เรียน **ถูกต้องตามหลักจริยธรรม (Ethical)** ในการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อสำรวจหรือค้นหาคำตอบของสถานการณ์หรือปัญหา ผู้เรียนควรหลีกเลี่ยงการทำลายสิ่งมีชีวิตหรือทำลายทรัพยากรสิ่งแวดล้อม **มีความยั่งยืน หรือมีเสถียรภาพ (Sustainable)** ผู้เรียนสามารถสำรวจหรือสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือปัญหาได้ตลอดเวลา

กราจคิก (Krajcik, 2015: 52) กล่าวว่า สถานการณ์หรือปัญหาที่สะท้อนลักษณะสำคัญ 5 ประการข้างต้นเป็นจุดเริ่มถภต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยสถานการณ์หรือปัญหาจะท้าทายและกระตุ้นให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมที่สอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ 3 มิติของ NGSS เพื่อสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ในการค้นหาคำตอบ เมื่อผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ นั้น จะส่งผลดีต่อผู้เรียน 3 ประการ ได้แก่

1. ผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการเรียนรู้ 3 มิติของ NGSS อย่างลึกซึ้ง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ไขสถานการณ์หรือปัญหาที่ท้าทายนั้นได้

2. การออกแบบให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแก้ไขสถานการณ์หรือปัญหาที่ท้าทายจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา (Problem-solving) การคิดวิจารณญาณ (Critical thinking) ทักษะการสื่อสาร (Communication) และทักษะการบริหารจัดการ (Self-management skills) ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21 และ

3. การให้ความสำคัญกับการบูรณาการหลักการเรียนรู้ 3 มิติของ NGSS ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจใฝ่รู้ เนื่องจาก ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นให้ตั้งคำถาม เช่น ฉันสงสัยว่า .... หรือ... มีลักษณะเป็นอย่างไร ซึ่งคำถามต่าง ๆ เหล่านี้เป็นคำถามที่ไม่ค่อยพบบ่อยนักในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ แต่การบูรณาการหลักการเรียนรู้ 3 มิติของ NGSS จะช่วยทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและมีโอกาสในการตั้งคำถามที่นำไปสู่การพัฒนาความสนใจใฝ่รู้มากยิ่งขึ้น

แนวคิดในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงหลาย ๆ ด้าน ทั้งในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานและอุดมศึกษา มีการศึกษาวิจัยและนำผลการวิจัยมาปรับเปลี่ยนการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพมากขึ้น การศึกษามุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21 มีการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนการสอน ให้ความสำคัญ

และให้ผู้เรียนมีบทบาทมากขึ้นใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนรูปแบบต่าง ๆ มาใช้เพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะการคิด เช่น การจัดการสอนแบบบูรณาการ การสอนโดยใช้โครงงาน การสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐาน จากการปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ในการจัดการศึกษาของไทย ย่อมแสดงให้เห็นถึงความพร้อมของไทยในการจัดการศึกษาที่เป็นไปในทิศทางเดียวกับมาตรฐานวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ โดยการนำกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หรือ STEM Education มาสู่กระบวนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐที่อยู่ในการกำกับดูแลของกระทรวงศึกษาธิการมีการริเริ่มและส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนตามแนวทาง STEM Education เป็นการจัดการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้และกระบวนการต่าง ๆ ระหว่างสาขาวิชาใช้ทักษะศตวรรษที่ 21 เน้นการแก้ปัญหาใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) ซึ่งทั้งสองกระบวนการมีขั้นตอนการทำงานที่คล้ายคลึงกัน แตกต่างกันตรงที่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นในการหาคำตอบของสิ่งที่สงสัย หรืออธิบายคำตอบ ในขณะที่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเน้นการประยุกต์องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยออกแบบกระบวนการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนและสถานศึกษานำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้และวัดผลประเมินผล ซึ่งมีกระบวนการจัดการเรียนการสอนสำคัญ 6 ขั้นตอน (สสวท., 2558: 3) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหาที่พบ

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหา

ในแต่ละขั้นตอน ผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมที่ปรากฏร่องรอย ผลงานหรือการแสดงออกเพื่อให้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้การประเมินคุณภาพผู้เรียน เมื่อผู้เรียนผ่านการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงแนวคิด ประยุกต์ความรู้และทักษะในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิต สื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่น เกิดทักษะที่สามารถนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเองและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556: 55) กล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมาตรฐานวิทยาศาสตร์ยุคใหม่โดยใช้แนวทาง

STEM Education จึงเป็นการส่งเสริมเยาวชนไทยให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและมีความพร้อมในการดำเนินชีวิตในโลกยุคใหม่

บทสรุป

มาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษายุคใหม่ (NGSS) เป็นกรอบแนวคิดสำหรับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 และเริ่มใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา NGSS ประกอบด้วยหลักการเรียนรู้ 3 มิติที่สัมพันธ์เชื่อมโยงกัน ได้แก่ มิติที่ 1 การฝึกปฏิบัติวิทยาศาสตร์ควบคู่กับวิศวกรรมศาสตร์ (Dimension 1: Scientific and engineering practices) มิติที่ 2 การเชื่อมโยงแนวความคิดหลักระหว่างสาขาวิชา (Dimension 2: Crosscutting concepts) และ มิติที่ 3 การเข้าใจแนวคิดแกนของแต่ละสาขาวิชา (Dimension 3: Disciplinary core ideas)

แนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับ NGSS คือ มุ่งเน้นการบูรณาการระหว่างสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง โดยใช้สถานการณ์หรือปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาแนวทางแก้ไขหรือคำตอบเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์และเรียนรู้การปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับทิศทางการจัดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศไทยที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน หรือที่เรียกว่าการศึกษาแบบ STEM ซึ่งนักการศึกษาเชื่อว่าจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง ส่งเสริมทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา การคิดวิจารญาณ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการบริหารจัดการ และท้ายที่สุดคือพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ ดังนั้นมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษายุคใหม่ของประเทศสหรัฐอเมริกาจึงเป็นแนวคิดที่น่าสนใจอย่างยิ่งในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

เอกสารอ้างอิง

นิพนธ์ จันเลน. (2558). Inquriy กำลังจะหายไป. **สาระน่ารู้การศึกษาวิทยาศาสตร์**. เข้าถึงจากhttp://secondsci.ipst.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=457:inquirydisappear&catid=19:2009-05-04-05-01-56&Itemid=34, 15 พฤศจิกายน 2558.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. **วารสารนักบริหาร**. 33(2): 49-56.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). มาตรฐานสะเต็มศึกษา. กรุงเทพ ฯ ซัคเซสพับลิเคชัน จำกัด.

Krajcik, J. (2015). Three-dimentional instruction using a new type of teaching in the science classroom. **The science teacher**, *November, 2015*, 50 – 52.

National Research Council. (1996). **National science education standards**. Washington, DC: National Academy Press.

______. (2000). **Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning**. Washington, DC: National Academies Press.

______. (2007). **Taking science to school: Learning and teaching science in grade K-8**. Washington, DC: National Academies Press.

______. (2012a). **Next generation science standards: For States, By States**. Washington, DC: The National Academies Press.

______. (2012b). **Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century**. Washington, DC: National academies press.