

พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะ 4Cs ที่จำเป็นของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21: การทบทวนวรรณกรรมอย่างกระชับ

Indicators of Super 4Cs Skills for Learners in the 21st Century: A Concise Literature Review

ภิญโญ วงษ์ทอง¹, วันชัย น้อยวงศ์²

Pinyo Wongthong¹, Wanchai Noi Wong²

สถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ¹,

สาขาวิทยาศาสตร์ภาคบังคับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี²

Educational Research Development and Demonstration Institute, Srinakharinwirot University¹,

Compulsory Science Department, Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology²

pinyowongthong@hotmail.com¹

บทคัดย่อ

ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรมถือเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญและเป็นตัวกำหนดความพร้อมของผู้เรียนเพื่อเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับที่ The Partnership for 21st Century Skills และ National Education Association ได้กำหนดว่าทักษะ 4Cs ที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (critical thinking and problem solving) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) ทักษะการสื่อสาร (communication) และทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น (collaboration) ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนควรส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาวิชาแกนหลักและสอดแทรกทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ผู้เรียนมีทั้งความรู้ ความสามารถ และมีทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตและอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในบทความนี้ผู้เขียนมุ่งนำเสนอพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะ 4Cs ที่จำเป็นของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งดำเนินการศึกษาโดยศึกษาทบทวนวรรณกรรมจากหนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นสรุปความหมายและสังเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะดังกล่าว โดยมุ่งหวังให้ผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผลผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้

คำสำคัญ: การทบทวนวรรณกรรม, พฤติกรรมบ่งชี้, ทักษะ 4Cs, ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

Abstract

Learning and innovation skills are important for learners in order to achieve purpose of many more complex tasks in their future. This is in line with the Partnership for 21st Century Skills and the National Education Association stipulating that the 4Cs skills consisting of critical thinking and problem solving, creative thinking, communication, and collaboration are essential to sustaining life in the 21st century. Therefore, teaching and learning activities should be elaborated understanding of core subjects and integrate 21st century skills so that the learners have sustained both knowledge and skills to live happily with others in society. In this academic article, the author aims to present the Indicators of 4Cs skills for learners in the 21st century. Relevant literature from various sources including books and related research articles were the subject to study. The meaning of 4Cs skills was summarized and the indicators of those skills were then synthesized. This aims to enable teachers to apply them as the assessment tools to evaluate the learners' skills and to develop learning activities that promote the essential 21st century skills.

Keywords: Literature review, Indicators, 4Cs skills, Learners in 21st century

บทนำ

แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ได้กำหนดยุทธศาสตร์และเป้าหมายของการจัดการศึกษาซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงานและทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ของคนในแต่ละช่วงวัยตามความเหมาะสมเพื่อเตรียมความพร้อมกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะเปลี่ยนแปลงในอนาคต ตลอดจนการยกระดับคุณภาพการศึกษาสู่ความเป็นเลิศ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ก็ให้ความสำคัญกับการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนเป็นสำคัญที่เน้นการนำทักษะกระบวนการไปบูรณาการกับตัวชี้วัดให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และมีทักษะในศตวรรษที่ 21 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ประกอบกับแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควบคู่กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลายผ่านการฝึกให้ผู้เรียนได้สังเกต สำรวจ ทดลอง ตั้งคำถาม ระบุปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา สรุปความรู้จากการลงมือปฏิบัติแล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง ตลอดจนเกิดการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ดังนั้นการก้าวสู่สังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 มีความจำเป็นอย่างหนึ่งที่มนุษย์จะต้องสามารถคิดและแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ สื่อสาร รู้เท่าทันสื่อ เทคโนโลยี มีทักษะทางอาชีพ และการเรียนรู้เข้าใจความแตกต่างทางวัฒนธรรม ตลอดจนมีคุณธรรม เมตตา กรุณา และมีระเบียบวินัย ซึ่งสอดคล้องกับที่ The Partnership for 21st Century Skills และ National Education Association ได้กำหนดว่าทักษะ 4Cs ที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (critical thinking and problem solving) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) ทักษะการสื่อสาร (communication) และทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น (collaboration) (National Education Association, 2019; The Partnership for 21st Century Skills, 2009)

ดังนั้นเพื่อเป็นการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ชาติและเตรียมความพร้อมคนให้สามารถปรับตัวรองรับผลกระทบจากสภาวการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลกได้อย่างเหมาะสม การจัดการศึกษาของไทยตามโมเดล Thailand 4.0 จะต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนหรือเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดทักษะดังกล่าว ครูจะต้องมีความตื่นตัวและเตรียมพร้อมในการจัดการ

เรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนมีทักษะสำหรับการออกไปดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้โดยเน้นการเรียนรู้เชิงรุกที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ ฝึกคิด ประยุกต์องค์ความรู้และทักษะเพื่อใช้ในการคิดและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ครูจะต้องออกแบบการเรียนรู้โดยฝึกให้ตนเองเป็นโค้ชและเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นต้น

จากปัญหาและความสำคัญข้างต้น สิ่งที่จะต้องทำอย่างหนึ่งในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียนคือการวัดและประเมินผลทักษะที่เกิดขึ้นซึ่งผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะที่จะประเมิน ผู้เรียนจะต้องกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงลักษณะหรือทักษะที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ชัดเจน เพื่อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาว่าผู้เรียนเกิดทักษะตามวัตถุประสงค์และเกณฑ์มาตรฐานการเรียนรู้หรือไม่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับการประเมินทักษะของผู้เรียนและใช้ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน โดยการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนสามารถประเมินได้ทั้งด้านความรู้และทักษะโดยใช้การประเมินผลสรุปรวม (summative assessment) ที่เน้นที่ผลการเรียนรู้ หรือใช้การประเมินความก้าวหน้า (formative assessment) ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ซึ่งการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ควรใช้การประเมินตามสภาพจริง (Stufflebeam & Shinkfield, 2007)

วัตถุประสงค์

เพื่อสังเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะ 4Cs ประกอบด้วย ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ประโยชน์ที่ได้รับ

ผู้สอนสามารถนำพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะ 4Cs ไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือในการวัดและประเมินผล ผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนเพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ได้

วิธีดำเนินการศึกษา

ดำเนินการศึกษาดำเนินการทบทวนวรรณกรรมจากหนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสรุปความหมายและสังเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะ 4Cs

การทบทวนวรรณกรรมทักษะ 4Cs

1. ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving)

Ennis (1985) สรุปพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาดังนี้ 1) ระบุประเด็นคำถามหรือปัญหา 2) คิดวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง 3) ถามคำถามที่ท้าทายและตอบคำถามได้ชัดเจน 4) พิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล 5) สังเกตและพิจารณาข้อมูล 6) นำหลักการไปประยุกต์ใช้ 7) อุปนัยและตัดสินคุณค่า 8) ระบุข้อสันนิษฐาน 9) ตัดสินใจเพื่อนำไปปฏิบัติ และ 10) การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น (ทิสนา แซมมณี, 2563) สรุปพฤติกรรมบ่งชี้ดังนี้ 1) กำหนดเป้าหมายในการคิดอย่างถูกต้อง 2) ระบุประเด็นในการคิดให้ชัดเจน 3) ประมวลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่คิดทั้งทางกว้าง ลึก และไกล 4) วิเคราะห์จำแนก แยกแยะหมวดหมู่ของข้อมูลและเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้ 5) ประเมินข้อมูลที่ใช้นั้นความถูกต้องเพียงพอและน่าเชื่อถือ 6) ใช้หลักเหตุผลในการพิจารณาข้อมูลเพื่อแสวงหาทางเลือกที่สมเหตุสมผล 7) เลือกทางเลือกที่เหมาะสมด้วยเหตุผล 8) ชั่งน้ำหนักผลได้และผลเสีย 9) ไตร่ตรองทบทวนอย่างรอบคอบ และ 10) ประเมินทางเลือกและความเห็นเกี่ยวกับปัญหา (Kim and Chae, 2016) จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEAM Education) สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมี 3 ขั้นตอน คือ

1) การนำเสนอสถานการณ์ ให้นักเรียนระบุปัญหาและเข้าใจความจำเป็นของการแก้ปัญหา 2) การออกแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ให้นักเรียนค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และ 3) การสัมผัสทางอารมณ์ กระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีแรงจูงใจ และพึงพอใจต่อความสำเร็จในการแก้ไขปัญหา ผลการวิจัยพบว่าสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ (Kembara, Rozak, and Hadian, 2018) ได้สรุปพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีคือความสามารถของผู้เรียนในการใช้เหตุผลที่หลากหลายแบบอุปนัยหรือแบบนิรนัยในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการคิดที่เป็นระบบในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้ (ทรงยศ สุกุลยา และ วรินทร์ สุภาพ, 2563) ได้ศึกษากระบวนการคิดให้เป็นในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีเกณฑ์การประเมิน 5 ข้อ ได้แก่ การค้นพบความจริง การค้นพบปัญหา การค้นพบแนวคิด การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา และการสร้างสรรค์ความรู้ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับมาก

สรุปได้ว่าทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหามีถึงความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน คิดอย่างรอบคอบ คิดอย่างมีเหตุผล วิเคราะห์ จำแนกแยกแยะ และประเมินข้อมูลจากข้อเท็จจริงและแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและเชื่อถือได้ สามารถอธิบาย อภิปราย ได้แย่ง และแสดงความคิดเห็นด้วยหลักเหตุและผล รวมทั้งพิจารณาถึงเหตุและผลที่เกิดขึ้นได้ สามารถแสวงหาความรู้ เชื่อมโยง และประยุกต์ใช้ความรู้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา คิดหาแนวทางการแก้ไขปัญหาได้หลากหลาย และเลือกรูปแบบการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเหมาะสมตามหลักเหตุผล โดยคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับตนเองและสังคม

2. ทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking)

National Education Association (2019) กล่าวว่า การคิดอย่างสร้างสรรค์เป็นการสร้างความคิดที่หลากหลายแปลกใหม่ คุ่มค่า โดยวิเคราะห์และประเมินจากความคิดต้นแบบเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (Guilford, 1967) ได้สรุปองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ความคิดริเริ่ม (originality) คือการคิดแปลกใหม่และแตกต่างจากความคิดธรรมดา 2) ความคิดคล่องแคล่ว (fluency) คือปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน 3) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) คือการคิดได้หลายทางอย่างอิสระและสามารถดัดแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ในหลายด้าน และ 4) ความคิดละเอียดลออ (elaboration) คือการคิดในรายละเอียดสามารถอธิบายให้เห็นภาพหรือเป็นแผนงานที่ชัดเจน (Torrance, 1967) ได้เสนอองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ไว้ 3 ด้าน คือ 1) ความคิดคล่องแคล่วคือสามารถคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และหาคำตอบได้มากในเวลาจำกัด 2) ความคิดยืดหยุ่นคือสามารถคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายรูปแบบ หลายทิศทาง และ 3) ความคิดริเริ่มคือสามารถคิดได้แปลกใหม่และแตกต่างจากความคิดที่มีอยู่ทั่วไป (Wandari, Wijaya, and Agustin, 2018) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องแสงสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าผู้เรียนเกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งประเมินจากองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ความแปลกใหม่ (novelty) คุณค่าและการนำไปประโยชน์ (resolution) ความละเอียดลออ สวยงาม และมีความคิดสร้างสรรค์ (elaboration) Husniawati, Prihandoko, and Utomo (2019) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยประเมินจาก 1) ความคิดคล่อง พิจารณาจากจำนวนคำถามและคำตอบ ทำงานได้เร็วกว่าและได้งานมากกว่าคนอื่น 2) ความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการตีความรูปภาพ เรื่องราว หรือปัญหาได้อย่างหลากหลาย ประยุกต์ใช้แนวคิดหรือหลักการในรูปแบบที่แตกต่างกัน อภิปรายสถานการณ์ด้วยประเด็นที่แตกต่างจากกลุ่มส่วนใหญ่ มีวิธีคิดที่แตกต่าง จำแนกสิ่งต่าง ๆ เป็นหมวดหมู่ และสามารถเปลี่ยนทิศทางของการคิด 3) ความคิดริเริ่ม พิจารณาจากการคิดถึงปัญหาที่แตกต่างจากคนอื่นหรือคิดวิธีการใหม่ และ 4) ความคิดละเอียดลออ พิจารณาจากการค้นหาความหมายของคำตอบหรือการแก้ปัญหาอย่างละเอียด เป็นขั้นตอน และลึกซึ้งมากขึ้น (พงศกร วังศิลา, วรินทร์ สุภาพ, และ จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม, 2563) ได้ศึกษาการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมี 6 องค์ประกอบดังนี้ 1) ความอยากรู้อยากเห็น (curiosity) คือความสามารถในการถามคำถาม การตั้งสมมติฐาน และการสืบเสาะหาความรู้เพื่อค้นหาความหมายของสิ่งต่าง ๆ

ที่สนใจ ทำให้เกิดการสำรวจ ตรวจสอบข้อมูลในระดับลึกลงไป 2) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) คือความสามารถในการคิดหาแนวทางที่ถูกต้องได้หลายทาง หลายรูปแบบ สามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาถ้ามีความจำเป็น และเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม 3) ความคิดริเริ่ม (originality) เป็นความสามารถในการคิดที่แปลกใหม่เป็นเอกลักษณ์หรือแตกต่างจากแนวคิดของคนอื่น ไม่ซ้ำแบบคนส่วนใหญ่ 4) ความคิดละเอียดลออ (elaboration) เป็นความสามารถในการคิดรายละเอียดเป็นขั้นเป็นตอน สามารถเขียนอธิบายหรือนำเสนอให้เห็นภาพได้อย่างชัดเจน ละเอียด และสมบูรณ์ 5) ความคิดคล่อง (fluency) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบ แนวทาง วิธีการ หรือข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว ในปริมาณมากในเวลาที่ยำกัด และ 6) จินตนาการ (imagination) เป็นความสามารถในการนึกคิดเป็นภาพ การเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันในสมอง และถ่ายทอดผ่านการวาดรูป วาดกราฟ หรือการออกแบบแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา นอกจากนี้ (Ritter, Gu, Crijns, and Biekens, 2020) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่สำคัญสำหรับการทำงานในศตวรรษที่ 21 และได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนโดยประเมินจากพฤติกรรมบ่งชี้ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการคิดวิเคราะห์เพื่อแยกแยะ คิดถึงสิ่งใหม่ ๆ มองหาความน่าจะเป็นของปัญหา สำรวจทางออกที่เป็นไปได้หลาย ๆ ทางเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายภายในเวลาที่กำหนด ประกอบด้วยความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดสร้างสรรค์ และการนำไปใช้ประโยชน์ 2) ด้านการคิดเชิงวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกและตัดสินใจวิธีการแก้ไขปัญหโดยใช้ความรู้และเหตุผลที่เหมาะสมและถูกต้อง และ 3) ด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยให้ผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ต่าง ๆ และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์

สรุปได้ว่าทักษะการคิดสร้างสรรค์หมายถึงความสามารถในการคิดที่แปลกใหม่ คิดได้อย่างคล่องแคล่ว คิดได้หลายแนวทาง หรือคิดได้หลายด้าน สามารถเก็บรายละเอียดในการคิดได้อย่างเป็นขั้นเป็นตอน เชื่อมโยงทฤษฎีหรือหลักการได้อย่างถูกต้องนำไปสู่การคิดค้นสิ่งแปลกใหม่และเกิดเป็นนวัตกรรมได้ องค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์มี 6 ด้าน ได้แก่ 1) ความคิดคล่อง คือการคิดหรือได้ตอบปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้อย่างรวดเร็ว คล่องแคล่ว และมีจำนวนมากในเวลาที่ยำกัด 2) ความคิดยืดหยุ่นคือการคิดได้หลากหลายแนวทางและสอดคล้องกับสถานการณ์ 3) ความคิดริเริ่มคือความคิดสิ่งที่มีความโดดเด่น แปลกใหม่ และสอดคล้องกับสถานการณ์ 4) ความคิดละเอียดลออคือการเก็บรายละเอียดในการคิดได้อย่างเป็นระบบและมีขั้นเป็นตอน สามารถอธิบายและเชื่อมโยงข้อมูลให้เห็นภาพได้อย่างชัดเจน และสอดคล้องกับสถานการณ์ 5) ความอยากรู้อยากเห็นคือการถามคำถาม การตั้งสมมติฐาน และการสืบเสาะหาความรู้เพื่อค้นหาความหมายของสิ่งต่าง ๆ ที่สนใจ ทำให้เกิดการสำรวจ ตรวจสอบข้อมูลในระดับลึกมากขึ้น และ 6) จินตนาการคือการนึกคิดเป็นภาพ การเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันและถ่ายทอดผ่านการวาดรูปหรือการออกแบบแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา

3. ทักษะการสื่อสาร (Communication)

DeWitt and Alias (2017) กล่าวว่า การสื่อสารในศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากเนื่องจากอิทธิพลของสื่อและเทคโนโลยี ซึ่งการสื่อสารไม่ใช่แค่การสื่อสารในรูปแบบปากเปล่าและลายลักษณ์อักษรเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการสื่อสารที่ไม่ใช่คำพูด (non-verbal communication) ทักษะการสื่อสารนอกเหนือจากทักษะทางภาษาแล้วยังรวมถึงความสามารถในการเข้าใจความหมายเมื่อฟังอย่างมีประสิทธิภาพและความสามารถในการใช้สื่อและเทคโนโลยีที่หลากหลาย เช่น พาวเวอร์พอยท์ วิดีโอ โปสเตอร์ และอินโฟกราฟิก (National Education Association, 2019) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลทางการสื่อสารที่มีอยู่อย่างท่วมท้นในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องรู้ว่าแหล่งข้อมูลใดถูกต้องและจะใช้ข้อมูลเหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพได้อย่างไร โดยสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ดังนี้ 1) ถ่ายทอดความคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้วาจา ลายลักษณ์อักษร และอวัจนภาษาในหลากหลายรูปแบบและบริบท 2) ฟังอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้เข้าใจถึงความหมาย รวมถึงความรู้ ค่านิยม ทศนคติ และความตั้งใจ 3) ใช้การสื่อสารเพื่อวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย เช่น เพื่อแจ้ง สั่ง กระตุ้น และชักชวน 4) ใช้สื่อและเทคโนโลยีที่หลากหลาย และ 5) สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายรวมถึงหลายภาษาและความหลากหลายทางวัฒนธรรม (Wongdaeng and

Hajihama, 2018) จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และได้กำหนดพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะดังนี้ 1) แสดงความคิดและความคิดเห็นอย่างมีประสิทธิภาพผ่านการสื่อสารด้วยวาจาอวัจนภาษาและการเขียนในบริบทที่แตกต่างกัน 2) ทำความเข้าใจ ประเมินค่า ทักษะคิด และจุดประสงค์ของสิ่งที่ฟังได้ 3) ใช้สื่อและเทคโนโลยีในการรับข้อมูลอย่างเหมาะสม และ 4) สื่อสารเพื่อวัตถุประสงค์ที่หลากหลายได้

สรุปได้ว่าทักษะการสื่อสารหมายถึงความสามารถในการรับและส่งสาร การถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึก ทักษะคิด การเลือกรับและไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง การเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ความสามารถในการเลือกใช้สื่อและเทคโนโลยีที่หลากหลายในการนำเสนอข้อมูล สามารถสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย รวมถึงหลายภาษาและความหลากหลายทางวัฒนธรรม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อตนเองและสังคมด้วย

4. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaboration)

The 21st Century Educational Technology and Learning (2020) กล่าวว่า “การทำงานร่วมกันเป็นทีมถือเป็นกุญแจสำคัญในการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้เป็นกลุ่มจะมีพลังและประสิทธิผลมากกว่าการเรียนรู้แบบเดี่ยว” โดยวิธีสนับสนุนการทำงานร่วมกันคือการจัดกิจกรรมให้เรียนรู้วิธีการทำงานร่วมกัน ให้เวลาในการทำงานร่วมกัน ประเมินการทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่อง บูรณาการความคิดในการทำงานร่วมกัน สร้างสิ่งแวดล้อมเพื่อส่งเสริมวัฒนธรรมการทำงานร่วมกัน แบ่งความรับผิดชอบที่เท่าเทียมกัน เห็นคุณค่าความคิดเห็นของผู้อื่น ประนีประนอม เอาใจใส่ และให้ความสำคัญกับจุดแข็ง ทักษะ และความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม (PBLWorks-Buck Institute for Education, 2020) ได้กำหนดพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะดังนี้ 1) การเตรียมพร้อมและพร้อมทำงานของตนเองและทีม 2) การช่วยกันแก้ไขปัญหา ร่วมกันอภิปราย และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้อื่นเพื่อใช้ในการพัฒนางานของทีม 3) การเคารพผู้อื่น สุภาพ มีน้ำใจต่อเพื่อนร่วมทีม และเคารพมุมมองของสมาชิกในทีม (Microsoft Innovative Learning, 2020) และ (National Education Association, 2019) ได้กำหนดพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะดังนี้ 1) ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ 2) ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเคารพการทำงานของทีมงาน 3) ยืดหยุ่น เต็มใจ และประนีประนอมในการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน 4) รับผิดชอบในการทำงานร่วมกันและให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของสมาชิกแต่ละคนในทีม และ 5) ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพในทีมเพื่อพัฒนางานที่มีประสิทธิภาพ (Thuneberg, Salmi, and Bogner, 2018) ได้จัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและการเรียนรู้แบบสืบเสาะสำหรับนักเรียนระดับปริญญาตรี พบว่าการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือทำกิจกรรม (hands-on learning) ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ (Wongdaeng and Hajihama, 2018) ได้จัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งกำหนดพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะดังนี้ 1) ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและเคารพผู้อื่น 2) มีความยืดหยุ่นและเปิดใจกว้างเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน และ 3) รับผิดชอบ มีส่วนร่วมในการทำงาน และให้ความเคารพต่อสมาชิกในทีมอื่น นอกจากนี้ (กนิษฐา เทาสี, สิริณภา กิจเกื้อกุล, และ มลิวรรณ นาคขุนทด, 2563) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารและทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าการแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มรับผิดชอบในหน้าที่ของตน มีความกระตือรือร้นในการทำงาน มีส่วนร่วมในการอภิปราย นำเสนอ และแสดงความคิดเห็นสามารถส่งเสริมการทำงานเป็นทีมได้

สรุปได้ว่าทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นหมายถึงความสามารถในการร่วมกันทำงานของสมาชิกภายในกลุ่มที่มีความเชี่ยวชาญและมีทักษะที่แตกต่างกัน มีความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกัน ให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของสมาชิกแต่ละคนในทีม โดยสมาชิกทุกคนจะต้องมีส่วนร่วมในการอภิปราย เสนอแนะ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็น

และยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี ร่วมกันวางแผนกันทำงานอย่างเป็นระบบ และปฏิบัติงานตามแผนเพื่อไปถึงเป้าหมายได้ในระยะเวลาที่กำหนดและมีประสิทธิผล

พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะ 4Cs

พฤติกรรมบ่งชี้ (indicators) หมายถึงพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงลักษณะ ทักษะ หรือ พฤติกรรมที่คาดหวังที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการระบุถึงพฤติกรรมที่แสดงออกในรูปของการปฏิบัติการแสดงออกหรือการกระทำ เช่น ฟัง อ่าน เขียน บอก อธิบาย อภิปราย นำเสนอ จำแนก ยกตัวอย่าง และวาด เป็นต้น เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาว่าผู้เรียนเกิดทักษะตามวัตถุประสงค์และเกณฑ์มาตรฐานการเรียนรู้หรือไม่ จากการพัฒนาบรรณกรรมข้างต้นสามารถสังเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะ 4Cs ดังตารางที่ 1 และสรุปได้ดังภาพที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 การสังเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะ 4Cs จากการพัฒนาบรรณกรรม

| ทักษะ 4Cs | พฤติกรรมบ่งชี้ที่สังเคราะห์ได้ |
|--|--|
| 1) ทักษะการคิดอย่างมี วิจาร์ณญาณและการ แก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving) | <ol style="list-style-type: none"> 1) สามารถสืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นในการคิดและแก้ปัญหา 2) สามารถประมวล พิจารณาข้อมูล ข้อโต้แย้ง และความคิดเห็นตามหลักเหตุผล 3) สามารถวิเคราะห์ จำแนก แยกแยะข้อมูล และเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา 4) สามารถระบุประเด็นในการคิดหรือปัญหาจากสถานการณ์ได้ชัดเจน 5) สามารถเชื่อมโยงปัญหา สาเหตุ และผลที่ตามมา 6) สามารถกำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการคิดและแก้ปัญหาย่างถูกต้อง 7) สามารถระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่มีความสมเหตุสมผล 8) สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดด้วยเหตุผล 9) สามารถวางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือการทำงานให้ชัดเจน 10) สามารถปฏิบัติตามกิจกรรมตามขั้นตอนและแผนการทำงาน 11) สามารถบันทึก วิเคราะห์ เปรียบเทียบผลที่ได้กับเป้าหมายที่ตั้งไว้ 12) สามารถควบคุมและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามแผนที่ตั้งไว้ 13) สามารถอภิปราย สรุป และประเมินผลที่ได้จากการแก้ปัญหา 14) ตระหนัก เห็นคุณค่า และประโยชน์ที่ได้รับจากการคิดและแก้ปัญหา |
| 2) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) | <ol style="list-style-type: none"> 1) ความคิดคล่องคือความสามารถคิดหรือโต้ตอบปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และจำนวนมากในเวลาจำกัด 2) ความคิดยืดหยุ่นคือความสามารถคิดได้หลากหลายหมวดหมู่หรือหลายแนวทาง และสอดคล้องกับสถานการณ์ 3) ความคิดริเริ่มคือความสามารถคิดสิ่งแปลกใหม่ โดดเด่น และสอดคล้องกับสถานการณ์ 4) ความคิดละเอียดลออคือความสามารถคิดและเก็บรายละเอียดของเรื่องต่าง ๆ อย่างมีขั้นตอน อธิบายให้เห็นภาพชัดเจน สามารถจัดแต่งความคิดหลักให้น่าสนใจยิ่งขึ้น 5) ความอยากรู้อยากเห็นคือความสามารถถามคำถาม ตั้งสมมติฐาน และสืบเสาะหาความรู้เพื่อค้นหาความหมายของสิ่งต่าง ๆ ที่สนใจ ทำให้เกิดการสำรวจตรวจสอบข้อมูลในระดับลึกมากขึ้น |

| ทักษะ 4Cs | พฤติกรรมบ่งชี้ที่สังเคราะห์ได้ |
|--|---|
| | 6) จินตนาการคือความสามารถนึกคิดเป็นภาพ เชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันและถ่ายทอดผ่านการวาดรูปหรือการออกแบบแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา |
| 3) ทักษะการสื่อสาร (Communication) | <ol style="list-style-type: none"> 1) สามารถรับและส่งสารอย่างมีประสิทธิภาพ 2) สามารถถ่ายทอดความรู้ ความคิด และความเข้าใจโดยใช้ภาษาอย่างเหมาะสม 3) สามารถใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม 4) สามารถเลือกใช้สื่อและเทคโนโลยีที่หลากหลายในการนำเสนอข้อมูล 5) สามารถสื่อสารในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ 6) สามารถเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ ได้ 7) สามารถเลือกรับและไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง 8) สามารถใช้ภาษาท่าทางและใช้เสียงแสดงความรู้สึกได้เหมาะสมกับกาลเทศะ 9) สามารถแลกเปลี่ยนความคิด ความรู้สึก และทัศนคติของตนเอง |
| 4) ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaboration) | <ol style="list-style-type: none"> 1) การวางแผนการทำงานร่วมกัน 2) การแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในกลุ่ม 3) การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม 4) การเคารพในสิทธิของผู้อื่น 5) การเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี 6) การร่วมมือปรับปรุงผลงาน 7) การเห็นคุณค่าของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม 8) การแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 9) การยอมรับในความคล้ายคลึงและความแตกต่างของตนเองและผู้อื่น 10) การตั้งใจปฏิบัติงานอย่างมุ่งมั่นและกระตือรือร้นเพื่อให้ถึงเป้าหมายของกลุ่ม |



ภาพที่ 1 สรุบทักษะ 4Cs ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

ที่มา: พงศกร วังศิลา, วรินทร์ สุภาพ, และ จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม, 2563; Ennis, 1985;

National Education Association, 2019; PBLWorks-Buck Institute for Education, 2020

บทสรุป

การจัดการเรียนรู้เพื่อขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ชาติควรส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะ 4Cs ที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ซึ่งในการวัดและประเมินผลทักษะที่เกิดขึ้น ผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมบ่งชี้ทักษะที่จะประเมินผู้เรียน สามารถกำหนดพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงลักษณะหรือทักษะที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ชัดเจนเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาว่าผู้เรียนเกิดทักษะตามวัตถุประสงค์และเกณฑ์มาตรฐานการเรียนรู้หรือไม่ ซึ่งจะ เป็นประโยชน์สำหรับการประเมินทักษะของผู้เรียนและใช้ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน ทั้งนี้ผู้สอนสามารถนำ พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะ 4Cs จากบทความนี้ไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือในการวัดและประเมินผลผู้เรียนใน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนเพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้

เอกสารอ้างอิง

กนิษฐา เทาสี, สิริินภา กิจเกื้อกูล, และ มลิวรรณ นาคขุนทด. (2563). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะ การสื่อสารและทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต. *วารสาร ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*. 22(2): 31-48.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. กรุงเทพฯ: พริก หวานกราฟฟิค.

- ทรงยศ สกุลยา และ วรินทร์ สุภาพ. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวด้วยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*. 22(4): 88-100.
- ทีศนา แชมมณี. (2563) ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงศกร วังศิลา, วรินทร์ สุภาพ, และ จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม. (2563). การศึกษาการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*. 22(3): 150-163.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับประถมศึกษา*. สืบค้นเมื่อ 3 กันยายน 2563, จาก <https://www.scimath.org/ebook-science/item/8922-2018-10-01-01-54-11>.
- DeWitt, D., & Alias, N. (2017). *Infographic posters for enhancing 21st century communication skills*. In World Conference on Education (WCEDU-2017), 12-13 October 2017, Colombo, Sri Lanka.
- Ennis, R.H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skill. *Educational Leadership*. 43(2): 44-48.
- Guilford, J.P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Husniawati, H., Prihandoko, A.C., & Utomo, B.T. (2019). Students' creative thinking skill on scientific approach based on lesson study for learning community. *Journal of Physics: Conference Series*. p. 1-13. doi:10.1088/1742-6596/1211/1/012081.
- Kembara, M.D., Rozak, R.W.A., & Hadian, V.A. (2018). Research-based lectures to improve students' 4C (communication, collaboration, critical Thinking, and creativity) skills. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. 306: 22-26.
- Kim, H., & Chae, D.H. (2016). The development and application of a STEAM program based on traditional Korean Culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 2(7): 1925-1936.
- Microsoft Innovative Learning. (2020). *4Cs definition review*. Retrieved February 5, 2020, from https://easdinno.vativelearning.weebly.com/uploads/7/7/1/6/77162025/4cs_review.pdf.
- Ministry of Education. Office of the Education Council. (2017). *National education plan 2017–2036*. Bangkok: Prickwan Graphic. (in Thai)
- National Education Association. (2019). *An educator's guide to the "Four Cs" preparing 21st century students for a global society*. Retrieved December 5, 2019, from <http://www.nea.org/tools/52217.htm>
- PBLWorks-Buck Institute for Education. (2020). *Collaboration rubric for PBL: (for grades 6-12)*. Retrieved February 5, 2020, from https://my.pblworks.org/resource/document/6_12_collaboration_rubric_non_ccss.
- Ritter, S.M., Gu, X., Crijns, M., & Biekens, P. (2020). Fostering students' creative thinking skills by means of a one-year creativity training program. *PLOS ONE*. 15(3): 1-18.
- Stufflebeam, D.L., & Shinkfield, A.J. (2007). *Evaluation theory, models, and applications*. City, U.S.A.: Jossey-Bass.

- The 21st Century Educational Technology and Learning. (2020). *Collaboration: facilitating and assessing the 21st century skills in education*. Retrieved February 5, 2020, from <https://21centuryedtech.wordpress.com/2019/11/08/collaboration-facilitating-and-assessing-the-21st-century-skills-in-education/>
- The Partnership for 21st Century Skills. (2009). *Framework for 21st century learning*. Retrieved May 31, 2019, from <http://www.battelleforkids.org/networks/p21>.
- Thuneberg, H.M., Salmi, H.S., & Bogner, F.X. (2018). How creativity, autonomy and visual reasoning contribute to cognitive learning in a STEAM hands-on inquiry-based math module. *Thinking Skills and Creativity*. 29: 153-160.
- Torrance, E.P. (1967). *Creative learning and teaching*. New York: Dood, Mead and Company.
- Wandari, G.A., Wijaya, A.F.C., & Agustin, R.R. (2018). The effect of STEAM-based learning on students' concept mastery and creativity in learning light and optics. *Journal of Science Learning*. 2(1): 26-32.
- Wongdaeng, M., & Hajihama, S. (2018). Perceptions of project-based learning on promoting 21st century skills and learning motivation in a Thai EFL setting. *Journal of Studies in the English Language*. 3(2): 158-190.

Translated Thai References

- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2017). *Manual for basic science division (revised edition 2017) according to the basic education core curriculum B.E. 2551 for primary students*. Retrieved 3 September 2020, from <https://www.scimath.org/ebook-science/item/8922-2018-10-01-01-54-11>. (in Thai)
- Khammani, T. (2020). *Teaching techniques: Knowledge for effective learning process*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Ministry of Education. (2017). *Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (Revised A.D. 2017)*. Bangkok: Printing House Agricultural Cooperatives of Thailand Ltd. (in Thai)
- Sakunya, S., & Supap, W. (2020). The development of creative problem solving competency on the application of linear equation for on variable topic on mathemating process of 7th grade students. *Journal of Education Naresuan University*. 22(4): 88-100. (in Thai)
- Taosi, K., Kijkuakul, S., & Nakkuntod, M, (2020). The problem-based learning approach to develop grade 10th students' communication skills and group working skills in the topic of basic chemicals for organisms. *Journal of Education Naresuan University*. 22(2): 31-48. (in Thai)
- Wangsila, P., Supap, W., & Klineam, C. (2020). The study of using mathematical modeling to enhance mathematical creative thinkin in geometric analysis topic for 10th grade students. *Journal of Education Naresuan University*. 22(3): 150-163. (in Thai)