

การสังเคราะห์ความหมายและองค์ประกอบของจิตนิสัยทางสะเต็ม*

อนงค์นาถ คุณรัมย์^{**}

พินิจ ขำวงษ์^{***} มนัส บุญประกอบ^{****} ชีรวัฒน์ ประกอบผล^{*****}

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ กำหนดความหมาย และนิยาม ความหมายขององค์ประกอบของจิตนิสัยทางสะเต็ม ทำการศึกษา ด้วยวิธีการวิเคราะห์เอกสาร จากการศึกษาทบทวนเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ จิตนิสัยทางวิทยาศาสตร์ จิตนิสัยทางเทคโนโลยี จิตนิสัยทางวิศวกรรมศาสตร์ และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ เพื่อสังเคราะห์ความหมาย และองค์ประกอบของจิตนิสัยทางสะเต็ม จากนั้นจึงให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความหมาย นิยามคุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบของจิตนิสัยทางสะเต็ม ทำการวิเคราะห์ความเหมาะสม และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ผลการศึกษา พบว่า จิตนิสัยทางสะเต็ม คือ คุณลักษณะการคิดของผู้เรียนที่เน้นการ บูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน มีคุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบ 6 ประการ กล่าวคือ 1) ความสนใจใฝ่รู้ 2) ความละเอียดรอบคอบในการตัดสินใจ 3) การคิดแบบบูรณาการ 4) การยอมรับในเหตุและผล 5) ความสามารถในการสื่อสาร และ 6) การสร้างนวัตกรรม

คำสำคัญ: จิตนิสัย, จิตนิสัยทางสะเต็ม

* วิทยานิพนธ์หลักสูตรการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2560

** นิสิตหลักสูตรการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, E-mail: Anongnatk@gmail.com

*** อาจารย์ ดร. ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

**** ว่าที่ ร้อยตรี ดร., ข้าราชการบำนาญ สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

***** รองศาสตราจารย์, คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

STEM Habits of Mind; It's Meaning And Component^{*}

Anongnat Karunram^{**}

Pinit Khumwong^{***} Manat Boonprakob^{****} Teerawat Prakobphon^{*****}

Abstract

The purpose of this study is to clarify the definition and to identify the element of STEM habits of mind. The process of this study was consisted of 2 phase. Firstly, literature about scientific, technological, engineering, and mathematical habits of mind and the relevant literature, documents, article and researches were analyzed and compared to synthesize the definition and elements of STEM habits of mind. Second, the proposed definition and elements were evaluated by five experts using questionnaires. Then the definition and elements of STEM habits of mind were adjusted. The findings are as follows:

STEM habits of mind is the way of thinking that focuses on the integration of science, technology, engineering and mathematics to solve problems in the real world. The STEM Habits of Mind are composed of 6 features; 1) Curiosity 2) Carefully Making decision 3) Integrative thinking 4) Recognizing cause and effect 5) Communicative ability and 6) Innovative ability.

Keywords: Habits of mind, STEM Habits of mind

^{*} Research Article from thesis for the Doctor of Education Degree, Science Education Program, Srinakharinwirot University, 2017

^{**} Student in the Doctor of Education Degree in Science Education Program, Faculty of Science, Srinakharinwirot University,

E-mail: Anongnatk@gmail.com

^{***} Dr, Science Education Center, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

^{****} Acting Sub Lt. Dr, Retired official, Behavioral Science Research Institute, Srinakharinwirot University

^{*****} Associate Professor, Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology

บทนำ

ในการจัดการเรียนรู้ไม่ใช่แค่การพัฒนาความรู้เพียงอย่างเดียว แต่ต้องพัฒนาให้ครบทั้งด้านความรู้ ทักษะและจิตพิสัย ซึ่งจิตนิสัยเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งทางจิตพิสัย จากการศึกษา พบว่า จิตนิสัย (Habits of Mind) มีความสำคัญ เนื่องจาก 1) เป็นสิ่งที่แสดงถึงอัจฉริยภาพของบุคคล ที่มีทักษะทางด้านความคิด ความเข้าใจ สามารถเชื่อมโยงไปยังเจตคติ นิสัย และพฤติกรรมที่นักเรียนได้แสดงออก (Tishman, 2000, p. 50) 2) เป็นมิติที่สำคัญที่สุดของการเรียนรู้ เพราะเป็นมิติที่เน้นให้นักเรียน ได้ใช้ความคิด วิเคราะห์ (Critical Thinking) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) และการกำกับความคิดของตนเอง (Self-Regulation Thinking) ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวทำให้เกิดการคิดที่มีคุณค่า และเป็นประโยชน์ต่อการฝึกคิดอย่างมาก (Marzano, 1992, pp. 131-139) 3) เป็นคุณลักษณะที่สะท้อนว่าผู้เรียนมีความรู้และรู้วิธีที่จะจัดการหรือตอบสนองต่อข้อมูลนั้น เมื่อต้องเผชิญกับปัญหา หรือสถานการณ์ (Costa, 2008, pp. 16-17) ดังนั้น จิตนิสัย จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องส่งเสริม และพัฒนาให้เกิดขึ้นในสมาชิกของสังคมที่ต้องการการเรียนรู้ตลอดเวลา

คอสตา (Costa, 2000, pp. 21-38) ได้รวบรวมคุณลักษณะจิตนิสัยทั่วไป ไว้ 16 ประการ โดยแต่ละศาสตร์ก็จะมีลักษณะเฉพาะของจิตนิสัยที่แตกต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น จิตนิสัยทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 7 ประการ คือ ความใจกว้าง ความช่างสงสัย ความมีเหตุผล การไม่ถือตนเป็นใหญ่ การไม่ด่วนสรุปเพราะเป็นข้อโต้แย้งจากผู้รู้ ความรอบคอบในการตัดสินใจ และความอยากรู้อยากเห็น (Calik & Coll, 2012: pp. 1909-1910; Royal Academy of Engineering, 2014, p. 17) จิตนิสัยทางเทคโนโลยีและทางวิศวกรรมศาสตร์ มีองค์ประกอบ 6 ประการ คือ การคิดเชิงระบบ ความคิดสร้างสรรค์ การมองในแง่ดี ความร่วมมือร่วมใจ การสื่อสาร และการใส่ใจในจรรยาบรรณ (Royal Academy of Engineering, 2014, p.23; Loveland & Dunn, 2014, p. 13; The National Academy of Engineering, 2010, p. 45) และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบ 8 ประการ คือ นักสืบค้น แบบรูป นักทดลอง นักพรรณานักคิด นักประดิษฐ์ นักจินตนาการ นักคาดการณ์ และ นักเดาคำตอบ (Cuoco, Goldenberg & Mark, 1996, pp. 375-383; Royal Academy of Engineering, 2014, p. 15)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาของประเทศไทย เป็นการจัดการเรียนรู้แบบแยกสาระวิชาตามแนวทางการสืบเสาะด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes) หรือจิตนิสัยทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Habits of Mind) ควบคู่ไปกับการพัฒนาความรู้ และทักษะ (สสวท, 2555, น. 10) ปัจจุบันประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับสะเต็มศึกษา ดังนั้น หากมีการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็น การบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เน้นให้นักเรียนรู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและ

สร้างทักษะการหาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ (มนตรี จุฬาววัฒนทล, 2556, น. 9) การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์เพียงด้านเดียว จึงไม่เพียงพอและไม่สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ และคุณลักษณะของผู้เรียนที่ต้องมีความสามารถ และการคิดเชิงบูรณาการ การเรียนรู้ควรสนับสนุน และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดจิตนิสัยเชิงบูรณาการ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงต้องการสังเคราะห์ ความหมาย และนิยาม ความหมายขององค์ประกอบของจิตนิสัยทางสะเต็ม (STEM Habits of mind) จากความหมายและองค์ประกอบของจิตนิสัยของศาสตร์ทางด้านจิตนิสัยทางวิทยาศาสตร์ จิตนิสัยทางเทคโนโลยี จิตนิสัยทางวิศวกรรมศาสตร์ และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ที่มีการให้นิยามและความหมายแยกกัน ซึ่งจิตนิสัยทางสะเต็ม จะเป็นกรอบคุณลักษณะที่จะช่วยในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ หรือประเมินผู้เรียนสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อกำหนดความหมายของจิตนิสัยทางสะเต็ม
2. เพื่อระบุและให้ความหมาย องค์ประกอบของจิตนิสัยทางสะเต็ม

แนวคิดและทฤษฎีในการวิจัย

จิตนิสัย คือ คุณลักษณะของบุคคลที่ใช้ความคิดในการทำงานจนเป็นนิสัย ส่งผลต่อการตัดสินใจ และการแก้ปัญหาในการทำงาน ทำให้สามารถเผชิญกับปัญหาหรือสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่สามารถรู้คำตอบได้ในทันทีอย่างมีประสิทธิภาพ (Costa, 2000, p. 21; Marzano, 1992, pp. 131-134; Resnick, 1999, pp. 38-40) นับว่า จิตนิสัย เป็นสิ่งสำคัญที่ควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ต้องพัฒนาให้ครบทั้งด้านความรู้ ทักษะและเจตคติ ซึ่งจิตนิสัยเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งทางเจตคติ การวิจัยนี้เป็นการศึกษาความหมาย และให้ความหมายขององค์ประกอบของจิตนิสัยทางสะเต็ม โดยได้สังเคราะห์จากการนำกรอบแนวคิดของจิตนิสัยทางวิทยาศาสตร์ (Gauld, 2005, p. 292; Calik & Coll, 2012, pp. 1909-1910) กรอบแนวคิดของจิตนิสัยทางเทคโนโลยี และจิตนิสัยทางวิศวกรรมศาสตร์ (Loveland & Dunn, 2014, pp. 13-16; NAE, 2010, p. 45) และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ (Cuoco, Goldenberg & Mark, 1996, pp. 375-383; Royal Academy of Engineering, 2014, p. 16)

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยเอกสาร โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) เพื่อสังเคราะห์ความหมาย และให้ความหมายขององค์ประกอบของจิตนิสัยทางสะเต็ม ประกอบกับการประเมินความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อการหาค่าเฉลี่ย

หน่วยการวิเคราะห์

หน่วยในการวิเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษา คือ เอกสาร บทความ และงานวิจัย ที่เกี่ยวกับจิตนิสัยทางวิทยาศาสตร์ จิตนิสัยทางเทคโนโลยีและทางวิศวกรรมศาสตร์ และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ของหน่วยงานองค์กรที่สำคัญในแต่ละสาขา ดังนี้

เอกสารจิตนิสัยทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 รายการ ได้แก่ 1) การพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา (ทรายทอง พวกสันเทียะ, 2553, น. 26) 2) Habits of Mind, Scholarship and Decision Making in Science and Religion (Gauld, 2005, p. 292) 3) Investigating Socioscientific Issue via Scientific Habits of Mind: Development and Validation of the Scientific Habits of Mind Survey (Calik & Coll, 2012, pp. 1909-1910 และ 4) Thinking Like an Engineering Implication for The Education System (Royal Academy of Engineering, 2014, p. 17)

เอกสารจิตนิสัยทางเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 3 รายการ ได้แก่ 1) Standard for K-12 Engineering Education? (NAE, 2010, p. 45) 2) Thinking Like an Engineering Implication for the Education System (Royal Academy of Engineering, 2014, p. 23) และ 3) Teaching Engineering Habits of Mind in Technology Education (Loveland & Dunn, 2014, p. 13)

เอกสารจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 รายการ ได้แก่ 1) Habits of Mind: An Organizing Principle for Mathematics Curriculum (Cuoco, Goldenberg & Mark, 1996, pp. 375-383) 2) Mathematics Habits of Mind for Young Children (Goldenberg, Shteingold & Feurzeig, 2002) 3) Mathematics Habits of Mind for Teaching: Using Language in Algebra Classroom (Matsuura, et al, 2013, p. 736) และ 4) Thinking Like an Engineering Implication for the Education System (Royal Academy of Engineering, 2014, p. 15)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาและวิเคราะห์เอกสาร บทความ และงานวิจัยที่กล่าวถึง ความหมาย และองค์ประกอบของจิตนิสัยทางวิทยาศาสตร์ จิตนิสัยทางเทคโนโลยีและทางวิศวกรรมศาสตร์ และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

2. ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร บทความ และสรุปความหมายของจิตนิสัยทางสะเต็ม จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ประกอบของจิตนิสัยทางสะเต็ม

3. ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างผู้ร่วมวิจัย พิจารณาความถูกต้อง และความเหมาะสม แล้วนำข้อเสนอมาปรับแก้ไข โครงร่างของแบบประเมิน

4. จัดทำแบบประเมิน เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และลงความคิดเห็น และนำข้อเสนอแนะ มาปรับปรุงแก้ไข

เครื่องมือที่ใช้

เครื่องมือที่นำมาใช้เก็บข้อมูล เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทำการพิจารณาและลงความคิดเห็น เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 7 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารมาวิเคราะห์ และสังเคราะห์ เกี่ยวกับความหมาย และให้ความหมายองค์ประกอบของจิตนีสัยทางสะเต็ม ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากนั้นนำมาสร้างแบบประเมิน เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ย

สรุปผลการวิจัย

จากการทบทวนเอกสาร พบว่า ได้มีการกำหนดความหมายและ ให้ความหมายองค์ประกอบของจิตนีสัยทางวิทยาศาสตร์ จิตนีสัยทางเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ และจิตนีสัยทางคณิตศาสตร์ โดยได้ให้ความหมายของแต่ละศาสตร์แยกกัน ผู้วิจัยจึงได้นำความหมายและลักษณะที่สำคัญของจิตนีสัยทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาทำการสังเคราะห์ หากดูร่วมความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยงระหว่างจิตนีสัยแต่ละศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปความหมาย และให้ความหมายองค์ประกอบของจิตนีสัยทางสะเต็มได้ ดังนี้

1. ความหมายของจิตนีสัยทางสะเต็ม

จิตนีสัยทางสะเต็ม คือ คุณลักษณะการคิดบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการบูรณาการทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการกำหนดประเด็นปัญหา มีการวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้ มีการรับฟังแนวคิดและมีการอธิบายให้เหตุผลเพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือ มีการอธิบายและแสดงความคิดเห็นที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และมีแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่าง และหลากหลาย จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญซึ่งระดับความคิดเห็น อยู่ในระดับเห็นด้วยว่าเหมาะสม ($\bar{X} = 4.00$)

2. นิยามคุณลักษณะองค์ประกอบของจิตนิสัยทางสะเต็ม

2.1 ความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่มีความคิด ความต้องการหาความรู้ใหม่ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงออกด้วย การซักถามในสิ่งที่ตนเองสงสัยหรือสนใจ ค้นคว้าทดลอง และมีความมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็น อยู่ในระดับเห็นด้วยว่าเหมาะสมอย่างยิ่ง ($\bar{X} = 4.80$)

2.2 ความละเอียดรอบคอบในการตัดสินใจ หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่มีการคิดไตร่ตรอง วางแผน เพื่อรวบรวมหลักฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือ ของข้อมูลอย่างละเอียด ก่อนนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการคาดการณ์ และการตัดสินใจ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็น อยู่ในระดับเห็นด้วยว่าเหมาะสมอย่างยิ่ง ($\bar{X} = 4.80$)

2.3 การคิดแบบบูรณาการ หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อระบุ จำแนก องค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา โดยใช้องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็น อยู่ในระดับเห็นด้วยว่าเหมาะสมอย่างยิ่ง ($\bar{X} = 4.80$)

2.4 การยอมรับในเหตุและผล หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่มีการรับฟังแนวคิดหรือคำอธิบาย ซึ่งมีข้อมูลที่ต้อง และน่าเชื่อถือมาสนับสนุนอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัว จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็น อยู่ในระดับเห็นด้วยว่าเหมาะสมอย่างยิ่ง ($\bar{X} = 4.60$)

2.5 ความสามารถในการสื่อสาร หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่มีความสามารถในการนำเสนอ อธิบาย อภิปราย ถ่ายทอดความคิดของตนไปยังผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ประกอบการสื่อสารได้อย่างเหมาะสม จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็น อยู่ในระดับเห็นด้วยว่าเหมาะสมอย่างยิ่ง ($\bar{X} = 5.00$)

2.6 การสร้างนวัตกรรม หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดค้นประดิษฐ์สิ่งใหม่ หรือวิธีการใหม่ ๆ ที่มีความแปลกใหม่ ได้อย่างหลากหลาย และอย่างเหมาะสม โดยใช้ องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็น อยู่ในระดับเห็นด้วยว่าเหมาะสมอย่างยิ่ง ($\bar{X} = 4.80$)

จากองค์ประกอบของจิตนิสัยทางสะเต็ม 6 ประการ ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยงของจิตนิสัยแต่ละสาขากับจิตนิสัยทางสะเต็มได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการสังเคราะห์ จิตนิสัยทางสะเต็ม (STEM Habits of Mind)

จิตนิสัยทางวิทยาศาสตร์	จิตนิสัยทางเทคโนโลยีและ ทางวิศวกรรมศาสตร์	จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์	จิตนิสัย ทางสะเต็ม
- การถามคำถามและ แสวงหาความรู้ (ความช่างสงสัย) - บรรณานาที่จะเรียนรู้ สิ่งต่าง ๆ (ความอยากรู้ อยากเห็น)	มองปัญหาว่าเป็นโอกาส และมีความมุ่งมั่น ตั้งใจใน การแก้ปัญหา (การมองโลก ในแง่ดี)	ช่างสงสัย และหาคำตอบ ในสิ่งที่อยากรู้โดยใช้การ ทดลอง (นักทดลอง)	ความสนใจใฝ่รู้
- การรวบรวมหลักฐานที่ เชื่อถือได้ (ความรอบคอบ ในการตัดสินใจ)	-	สามารถทำนายผลโดยใช้ หลักฐานจากแหล่งต่าง ๆ (นักคาดการณ์)	ความละเอียด รอบคอบในการ ตัดสินใจ
-	การรับรู้ถึงความเกี่ยวข้อง สัมพันธ์กันของสิ่งต่าง ๆ และองค์ประกอบหนึ่งมีผล ต่อองค์ประกอบอื่น ๆ (การคิดเชิงระบบ)	ความยินดีจะค้นหาแบบ รูปและนำแบบรูปที่ ค้นพบมาใช้แก้ปัญหา และนำมาประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ (นักสืบค้นแบบรูป) มีความสามารถในการคิด วิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ ในการแก้ปัญหา (นักคิด)	การคิดแบบบูรณาการ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จิตนัยทางวิทยาศาสตร์	จิตนัยทางเทคโนโลยีและ ทางวิศวกรรมศาสตร์	จิตนัยทางคณิตศาสตร์	จิตนัยทางสะเต็ม
- ยอมรับในความแตกต่าง และไม่ใช้ความคิดเห็น ส่วนตัว (การไม่ถือตน เป็นใหญ่)	-	การคาดคะเนคำตอบ ตรวจสอบผลจากการ คาดคะเนคำตอบ และนำ ผลจากการคาดคะเน คำตอบมาวิเคราะห์เพื่อ การปรับใช้อย่างมีเหตุผล (นักเดาคำตอบ)	การยอมรับใน เหตุและผล
- พร้อมเปลี่ยนแปลง แนวคิดถ้ามีหลักฐาน หรือข้อมูลเพิ่มเติม (ความใจกว้าง)			
- แสดงเหตุผล ข้อคิดเห็น จากหลักฐานที่มี (ความ ไม่ด่วนสรุป เพราะเป็น ข้อโต้แย้งจากผู้รู้)			
- ยอมรับในคำอธิบาย หรือความคิดเห็นที่มี เหตุผล (ความมีเหตุผล)			
-	อธิบายและให้เหตุผลได้อย่าง ชัดเจน (การสื่อสาร)	อธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้อย่าง ชัดเจน (นักพรรณนา)	ความสามารถใน การสื่อสาร
-	การหาแนวทางแก้ปัญหาที่ แตกต่างจากบุคคลอื่น (ความคิดสร้างสรรค์)	ประดิษฐ์คิดค้น สิ่งต่าง ๆ และอธิบายหลักในการ ทำงาน (นักประดิษฐ์)	การสร้างนวัตกรรม
-	ให้ความสำคัญกับการสร้าง และการเลือกใช้เทคโนโลยี (การใส่ใจในจรรยาบรรณ)	มีความสามารถในการ สร้างจินตนาการเกี่ยวกับ สิ่งต่าง ๆ (นักจินตนาการ)	

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์เอกสาร และการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ว่า

จิตนิสัยทางสะเต็ม คือ คุณลักษณะการคิดบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งความหมายนี้เป็นการสังเคราะห์อยู่บนพื้นฐานของจิตนิสัย คือ คุณลักษณะของบุคคลที่ใช้ความคิดในการทำงานจนเป็นนิสัย ส่งผลต่อการตัดสินใจ และการแก้ปัญหาในการทำงาน ทำให้สามารถเผชิญกับปัญหาหรือสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่สามารถรู้คำตอบได้ในทันทีอย่างมีประสิทธิภาพ (Costa, 2000, p. 21; Marzano, 1992, pp. 131-134; Resnick, 1999, pp. 38-40) และเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เน้นให้นักเรียนรู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ (มนตรี จุฬาวัดนทล, 2556, น. 9) ดังนั้น จิตนิสัยทางสะเต็ม จึงเป็นคุณลักษณะการคิดเพื่อนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา

ซึ่งจากความหมายของจิตนิสัยทางสะเต็ม สังเคราะห์ได้คุณลักษณะ 6 ประการ ดังต่อไปนี้

1. ความสนใจใฝ่รู้ มีความสอดคล้องกับจิตนิสัยทางวิทยาศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวกับ 1) ความช่างสงสัย คือ การถามคำถาม และการแสวงหาความรู้ 2) ความอยากรู้อยากเห็น คือ ปรารถนาที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ (Guald, 2005, p. 292; Calik & Coll, 2012, p. 1921; Royal Academy of Engineering, 2014, p. 17) จิตนิสัยทางเทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวกับการมองโลกในแง่ดี คือ มีความมุ่งมั่นตั้งใจในการแก้ปัญหา (NAE, 2010, p. 45; Loveland & Dunn, 2014, pp. 14-15) และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวกับ นักทดลอง คือ ผู้ที่ช่างสงสัย และหาคำตอบในสิ่งที่อยากรู้โดยการทดลอง (Cuoco, Goldenberg & Mark, 1996, p. 378; Royal Academy of Engineering, 2014, p. 16)

2. ความละเอียดรอบคอบในการตัดสินใจ มีความสอดคล้องกับ จิตนิสัยทางวิทยาศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวกับ ความรอบคอบในการตัดสินใจ คือ การรวบรวมหลักฐานที่เชื่อถือได้เพียงพอก่อนที่จะตัดสินใจหรือสรุปสิ่งต่าง ๆ (Guald, 2005, p. 292; Calik & Coll, 2012, p. 1922; Royal Academy of Engineering, 2014, p. 17) และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวกับนักคาดการณ์ คือ ผู้ที่มีความสามารถในการทำนายผลโดยใช้หลักฐานจากแหล่งต่าง ๆ (Cuoco, Goldenberg & Mark, 1996, p. 378; Royal Academy of Engineering, 2014, p. 16)

3. การคิดแบบบูรณาการนี้ มีความสอดคล้องกับ จิตนิสัยทางเทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวกับการคิดเชิงระบบ คือ การมีมุมมองในการรับรู้ถึงความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน และองค์ประกอบหนึ่งมีผลต่อองค์ประกอบอื่น ๆ (NAE, 2010, p. 45; Loveland & Dunn, 2014, pp. 13-14) และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวกับ 1) นักสืบค้นแบบรูป คือ ความยินดีที่จะค้นหาแบบรูป

และสามารถนำแบบรูปที่ค้นพบนั้นมาใช้แก้ปัญหา และสามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และ 2) นักคิด คือ ผู้ที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ เพื่อใช้ออกแบบในการแก้ปัญหา (Cuoco, Goldenberg & Mark, 1996, pp. 378-380; Royal Academy of Engineering, 2014, p. 17)

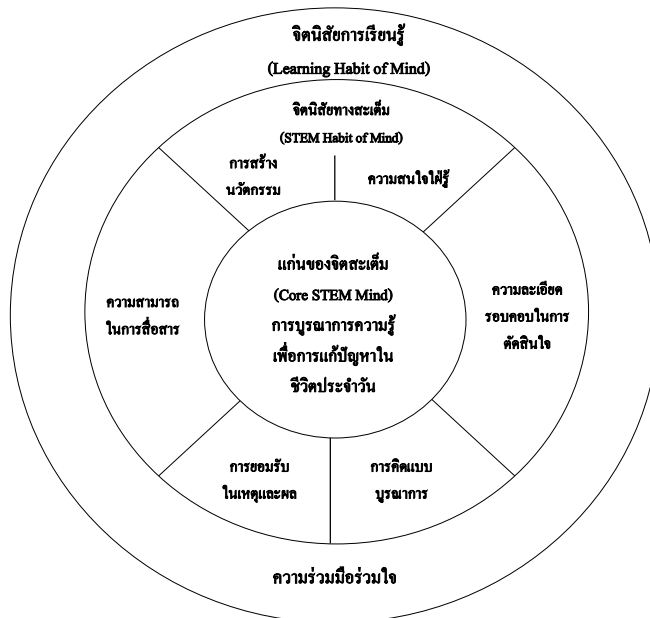
4. การยอมรับในเหตุและผลนี้ มีความสอดคล้องกับ จิตนิสัยทางวิทยาศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวข้อง 1) การไม่ถือตนเป็นใหญ่ คือ การยอมรับในรูปแบบการสืบเสาะ หาความรู้ที่แตกต่างกันในแต่ละสาขาวิชา มีความถูกต้องเที่ยงตรงในการรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การตีความ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวเข้าไปเกี่ยวข้อง 2) ความมีเหตุผล คือ ความสามารถในการแสดงความคิดเห็น ตรวจสอบความถูกต้อง และยอมรับในคำอธิบายอย่างมีเหตุผลโดยการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้มาสนับสนุนอย่างเพียงพอ และอย่างมีเหตุผลก่อนที่จะยอมรับคำอธิบายใด ๆ 3) ความไม่ด่วนสรุปเพราะเป็นข้อโต้แย้งจากผู้รู้ คือ การแสดงเหตุผล ข้อคิดเห็นที่สงสัยโดยไม่คำนึงถึง ข้อคิดเห็นของผู้ที่มีอยู่มาก่อน และ 4) ความใจกว้าง คือ การยอมรับแนวคิดใหม่ การพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงแนวคิดถ้ามีหลักฐาน หรือข้อมูลเพิ่มเติมโดยไม่ยึดมั่นในแนวความคิดของตน (Guald, 2005, p. 292; Calik & Coll, 2012, p. 1921; Royal Academy of Engineering, 2014, p. 17) และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับนักเดาคำตอบ คือ ผู้ที่มีความสามารถในการคาดคะเน คำตอบ ตรวจสอบผลจากการคาดคะเนคำตอบ และนำผลจากการคาดคะเนคำตอบมาวิเคราะห์ เพื่อการปรับใช้อย่างมีเหตุผล (Cuoco, Goldenberg & Mark, 1996, pp. 383-384; Royal Academy of Engineering, 2014, p. 17)

5. ความสามารถในการสื่อสารนี้ มีความสอดคล้องกับ จิตนิสัยทางเทคโนโลยี และ วิศวกรรมศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสาร คือ ความสามารถในการใช้ภาษา ท่าทาง สัญลักษณ์ เพื่อสื่อสารความคิดในการออกแบบ อธิบายกระบวนการและผลของการแก้ปัญหา ๆ (NAE, 2010, p. 45; Loveland & Dunn, 2014, p. 15) และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ นักพรรณนา คือ ผู้ที่มีความสามารถในการอธิบายขั้นตอนกระบวนการต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน สามารถใช้สัญลักษณ์ การพิสูจน์ การให้เหตุผล ประกอบการอธิบาย และการนำเสนอได้ (Cuoco, Goldenberg & Mark, 1996, p. 379; Royal Academy of Engineering, 2014, p. 17)

6. การสร้างนวัตกรรมนี้ มีความสอดคล้องกับ จิตนิสัยทางเทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวข้อง 1) ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันจากผู้อื่น มีการตรวจสอบหลากหลายแง่มุม โดยผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ๆ และ 2) การใส่ใจในจรรยาบรรณ คือ การส่งเสริมให้นักเรียนให้ความสำคัญต่อการสร้างและการเลือกใช้ ผลผลิตที่เกิดจากเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ ที่มีต่อสังคม บุคคล และสิ่งแวดล้อม (NAE, 2010, p. 45; Loveland & Dunn, 2014, pp. 14-16) และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับจิตนิสัยคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับ 1) นักประดิษฐ์คิดค้น คือ ผู้ที่มีความสามารถในการประดิษฐ์ คิดค้น สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งมีการ

อธิบายการทำงาน หรือหลักการที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ได้ และ 2) นักจินตนาการ คือ ผู้ที่มีความสามารถ ที่ในการสร้างจินตนาการกับสิ่งต่าง ๆ จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม และนามธรรม (Cuoco, Goldenberg & Mark, 1996, pp. 380-382; Royal Academy of Engineering, 2014, p. 17)

การที่จะส่งเสริมเพื่อให้นักเรียนได้เกิดคุณลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวนั้น ต้องผ่านกระบวนการเรียน แบบความร่วมมือร่วมใจ (Collaboration) ซึ่งเป็นสิ่งหนึ่งที่เสริมการเรียนรู้ที่เรียกว่า จิตนิสัยการเรียนรู้ (Learning Habits of Mind) คือ เป็นคุณลักษณะที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ การทำงาน การแก้ปัญหา (Royal Academy of Engineering, 2014, p. 27) โดยความร่วมมือร่วมใจ คือ การทำงานร่วมกันของสมาชิกภายใน กลุ่มในการประสานมุมมอง ความรู้ ความสามารถ เพื่อนำมาใช้ในการตั้งคำถาม การสืบเสาะ การออกแบบ การคิดค้น และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ เนื่องจากความร่วมมือร่วมใจ เกิดจากการแลกเปลี่ยนแนวคิด ความรู้ และประสบการณ์ ของสมาชิก (Shawn Callahan et.al, 2009, p. 2; Stoner, 2013; Microsoft, 2017) โดยจะ มีการแลกเปลี่ยน แบ่งปัน การสะท้อนและรับฟังความคิดเห็น ทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน (Microsoft, 2017) ซึ่งความร่วมมือร่วมใจนี้ก่อให้เกิดความคิดใหม่ ๆ วิธีการแก้ปัญหาแบบใหม่ ๆ และเพื่อสร้างสรรค์ สิ่งใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่ม ส่งผลทำให้การทำงานประสบความสำเร็จ (Shawn Callahan et.al, 2009, p. 2; Stoner, 2013) ดังนั้น จากที่กล่าวมาแล้ว จึงสามารถสรุปความสัมพันธ์ ระหว่างจิตนิสัยการเรียนรู้ จิตนิสัยทางสะเต็ม และแก่นของจิตสะเต็ม ได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงคุณลักษณะของจิตนิสัยทางสะเต็ม

ที่มา: ปรับปรุงจากแนวคิดของ Royal Academy of Engineering (2014, p.2)

ข้อเสนอแนะ

1. เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการนำไปออกแบบการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลการเรียนรู้ ควรจะต้องมีการกำหนดพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละองค์ประกอบ
2. การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงทฤษฎี จึงควรต้องมีการศึกษาขั้นต่อไปโดยการนำไปออกแบบการจัดการเรียนรู้จริงและศึกษาผลที่เกิดขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ทรายทอง พวงสันเทียะ. (2553). *การพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา*.
ปริญญาณพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- มนตรี จุฬาวัฒนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและจุดสะเต็ม. *วารสาร สสวท*, 42(185): 8-9.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*.
กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- Callick, M., & Coll, R.K. (2012). Investigating Socioscientific Issue via Scientific Habits of Mind:
Development and Validation of the Scientific Habits of Mind Survey. *International Journal of
Science Education*, 24, 1909-1930.
- Costa, A.L. (2000). Describing the Habits of Mind. In *Discovering & Exploring Habits of Mind*.
Costa, A.L., & Kallick, B. pp.21-38. USA: ASCD.
- _____. (2008). Describing the Habits of Mind. In *Learning and Leading with Habits of Mind*.
Costa, A.L., & Kallick, B. pp.15-38. USA: ASCD.
- Cuoco, A.L., Goldenberg, B.P., & Mark, J. (1996). Habits of Mind: An Organizing Principle for
Mathematics Curriculum. *Journal of Mathematics Behavior*, 5, 375-402.
- Gauld, C.F. (2005). Habits of Mind, Scholarship and Decision Making in Science and Religion.
Science & Education, 14, 291-308.
- Goldenberg, E.P., Shteingold, N., & Feurzeig, N. (2002). *Mathematics Habits of Mind for
Young Children*. Retrieved April 20, 2015, from www.thinkmath.edc.org.
- Loveland, T., & Dunn, D. (2014). Teaching Engineering Habits of Mind in Technology Education.
Technology and Engineering Teacher. 73, 13-19.

- Marzano, R.J. (1992). *A Different Kind of Classroom: Teaching with Dimension of Learning*. Alexandria: ASCD.
- Matsuura, R., Sword, S., Piecham, M.B., Stevens, G., & Cuoco, A.L. (2013). Mathematics Habits of Mind for Teaching: Using Language in Algebra Classroom. *The Mathematics Enthusiast*. 10(3), 735-760.
- Microsoft. (2017). *21st Century Skill Collaboration*. Retrieved July 15, 2017, from www.innovativeteachertoolkit.com/links/collaboration.html.
- Resnick, L.B. (1999). *Making America Smarter*. Retrieved June 10, 2015, from www.edweek.org.
- Royal Academy of Engineering. (2014). *Thinking Like an Engineer Implication for the Education System*. Retrieved October 20, 2015, from www.raeng.org.uk/think.likeengineer.
- Shawn Callahan; Mark Schenk; & Nabcy White. (2009). *Building a Collaborative Workplace*. Retrieved October 20, 2015, from www.fullcric.com.
- Stoner, J.L. (2015). *What is Collaboration and Where Does it Begin?*. Retrieved December 1, 2015, from <http://seapoincenter.com>.
- The National Academy of Engineering (NAE). (2010). *Standard for K-12 Engineering Education?*. Retrieved March 15, 2015, from www.nap.edu.
- Tishman, S. (2000). Why Teach Habits of Mind?. In *Discovering & Exploring Habits of Mind*. Costa, A.L., & Kallick, B. pp. 41-51. USA: ASCD.
