อนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี: บริบทการเรียนการสอนเคมี ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

สุทธิดา จำรัส

ภาควิชาหลักสูตร การสอนและการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมือง เชียงใหม่ 50200
*E-mail: suthida.c@cmu.ac.th

รับบทความ: 2 ตุลาคม 2559 ยอมรับตีพิมพ์: 20 สิงหาคม 2560

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเนื้อหาและแนวทางการนำอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมีไปใช้ในบริบทการเรียนการสอนโดยอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมีเป็นข้อตกลงระหว่างประเทศเพื่อการปลดและทำลายอาวุธเคมี รวมทั้งสร้างความเข้าใจและความตระหนักในการใช้สารเคมีที่เป็นพิษอย่างมั่นคงและปลอดภัย ซึ่งประเทศไทยในฐานะรัฐภาคีที่อยู่ภายใต้อนุสัญญานี้ได้ให้สัตยาบันมาตั้งแต่ พ.ศ. 2545 ทั้งนี้เนื้อหาของอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมีมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับแนวคิดทางเคมี สารเคมี การจัดการสารเคมี การจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาที่เกี่ยวกับสารและการเปลี่ยนแปลงสามารถใช้อนุสัญญาห้ามอาวุธเคมีเป็นบริบทและแนวทางเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้แก่ผู้เรียนผ่านเรื่องราวประวัติทางวิทยาศาสตร์ของการใช้อาวุธเคมีและสารเคมีที่เป็นพิษในอดีตและปัจจุบัน บทความนี้ยังนำเสนอประวัติความเป็นมาและบทบัญญัติของอนุสัญญา แนวคิดหลักที่เกี่ยวข้องกับเคมี กฎหมาย สังคมและผลกระทบที่เกิดขึ้น รวมทั้งประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังนำเสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ การเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน แนวการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม และแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ เพื่อสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม รวมทั้งกิจการทางวิทยาศาสตร์ขององค์กรที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้เรื่องสารเคมีและอาวุธเคมี

คำสำคัญ: การเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม อาวุธเคมี

Chemical Weapons Convention (CWC): The Context of Teaching and Learning Chemistry that Reflects the Nature of Science

Suthida Chamrat

Department of Curriculum Instruction and Learning, Faculty of Education,
Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50200, Thailand
*E-mail: suthida.c@cmu.ac.th

Received: 2 October 2016 Accepted: 20 August 2017

Abstract

Chemical Weapons Convention (CWC) is the international agreement that determine on disarmament and destruction of chemical weapons including the outreach understanding and concern of chemical security and safe management of toxic chemicals. Thailand as a State Party has deposited this Convention since 2002. The contents of CWC directly relate to the concepts of chemistry: chemical and chemical management. Currently learning and teaching matter and its properties could use CWC as the context and framework for design leaning activities by the agenda of historical approach via history and present of chemical weapons or toxic chemical usage. This article provides the information of the history and provisions of the convention, together with the core concepts of chemistry, law, society and its effects and the relevance to nature of science. Furthermore, there are the discussion of approaches for teaching and learning with CWC namely Context-based learning, Science Technology Society and Environment (STSE) and Historical Approach which reflect nature of science in the aspect of Science – society interaction, scientific enterprise with the issues of chemicals and chemical weapons.

Keywords: Context–based learning, Nature of science, Historical approach, Science technology and society, Chemical weapon

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องสะท้อนลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์ โดยอาจสะท้อนในเชิงการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) ที่เน้นกระบวนการในการค้นหาหลักฐานหรือประจักษ์พยานเพื่อนำไปสู่การอธิบายปรากฏการณ์ หรืออาจสะท้อนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific epistemology) โดย

เน้นไปที่กระบวนการยืนยันความน่าเชื่อถือ การตรวจสอบความรู้ ระบบของการตรวจสอบจากผู้ที่อยู่ในแวดวงหรือกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ (peer review) ทั้งนี้การสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนเป็นที่ยอมรับว่าสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (science literate person) ซึ่งตรงตามเป้าหมายในระดับนานาชาติ (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2013) และระดับชาติ (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2012) โดยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เองก็มีความเกี่ยวพันกับบริบทไม่ว่าจะในระดับปัจเจกบุคคล สังคม/ท้องถิ่น หรือระดับโลก (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2013)

ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในสาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสารตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2012) หรือที่เรียกกันว่าวิชาเคมีนั้นมีเนื้อหาเกี่ยวกับสารเคมีและปฏิกิริยาเคมีที่สามารถใช้บริบทของอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมีมาเป็นแกนหลักหรือหัวเรื่อง (theme) ซึ่งใช้ขับเคลื่อนกิจกรรมที่ออกแบบภายใต้แนวการจัดการเรียนรู้ (teaching approach) ที่แตกต่างกัน เช่น แนวการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (science technology society and environment, STSE) การเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน (context–based learning, CBL) และแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ โดยจะเน้นการใช้เหตุผลเพื่อข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (scientific argumentation) ซึ่งสามารถบ่งชี้และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม รวมทั้งกิจการทางวิทยาศาสตร์ โดยบทความนี้จะอภิปรายประวัติและที่มาของอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามตัวอย่างที่กล่าวถึงข้างต้น และสรุปถึงความเกี่ยวข้องในมุมมองที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะประเด็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม รวมทั้งกิจการทางวิทยาศาสตร์ขององค์กรที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้เรื่องสารเคมีและอาวุธเคมี เช่น สหภาพเคมีบริสุทธิ์และเคมีประยุกต์ระหว่างประเทศ (International Union of Pure and Applied Chemistry: IUPAC) และองค์กรที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายระหว่างประเทศ ซึ่งแสดงให้เห็นความเชื่อมโยงเกี่ยวพันระหว่างวิทยาศาสตร์ กฎหมาย กลุ่มทางสังคม ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ในชั้นเรียนที่ออกแบบมาอย่างดีในการบ่งชี้และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาให้บุคคลมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ที่สามารถดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบันได้อย่างมีความสุข รวมถึงช่วยสร้างสังคมที่พัฒนาอย่างยั่งยืน

อนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี

อนุสัญญาห้ามอาวุธเคมีเป็นชื่อย่อของอนุสัญญาว่าด้วยการห้ามพัฒนา ผลิต สะสม และใช้อาวุธเคมีและว่าด้วยการทำลายอาวุธเคมี พ.ศ. 2536 (Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on Their Destruction 1993) ซึ่งกฎหมายระหว่างประเทศที่เข้าร่วมเป็นภาคี เพื่อยอมรับข้อตกลงในการห้ามพัฒนา ผลิต สะสม และใช้อาวุธเคมี รวมทั้งการให้ความร่วม

มือในการทำลายอาวุธเคมี ซึ่งมีมาก่อนการจัดทำและประกาศใช้อนุสัญญาฯ นอกจากนี้ยังเกี่ยวเนื่องไปถึงการยินยอมให้ตรวจสอบยืนยันตามที่หน่วยงานกลางคือ องค์การห้ามอาวุธเคมี (Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons: OPCW[1]) ได้รับแจ้งหรือรับข้อกล่าวหา (Office of National Implementation for the Chemical, 2011) โดยที่สารเคมีอื่น ๆ ที่สามารถนำไปเป็นสารตั้งต้นในการผลิตอาวุธเคมีหรือสารเคมีที่มีพิษอันตราย ซึ่งสามารถใช้ในการเกษตรกรรม การแพทย์ เภสัชกรรม ในภาคอุตสาหกรรม ต้องได้รับการตรวจ สอบและควบคุม โดยสารเคมีต้องนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ที่ไม่ใช่การทำลายล้างและอยู่ภายใต้การควบคุมภายใต้อนุสัญญาห้ามอาวุธเคมีเท่านั้น

อนุสัญญาเปิดให้ลงนาม ณ กรุงปารีส ระหว่าง 13–15 มกราคม 2536 หลังการเจรจากันยาวนานถึง 24 ปี โดยกำหนดให้เลขาธิการสหประชาชาติเป็นผู้รับมอบสัตยาบันสารและภาคยานุวัติสาร อนุสัญญามีผลบังคับใช้เมื่อ 29 เมษายน 2540 ประเทศไทยลงนามเมื่อ 14 มกราคม 2536 มอบสัตยาบันสารเมื่อ 10 ธันวาคม 2545 อนุสัญญามีผลบังคับใช้ต่อไทยซึ่งเป็นรัฐภาคี เมื่อ 9 มกราคม 2546 ประเทศไทยได้เข้าเป็นภาคีอนุสัญญานี้ และเพื่อให้เป็นไปตามพันธกรณีได้จัดตั้งหน่วยงานระดับชาติ คือ ศูนย์ปฏิบัติการแห่งชาติว่าด้วยการห้ามอาวุธเคมี ซึ่งอยู่ภายใต้การดำเนินงานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งกำกับดูแลการดำเนินการใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีที่เป็นพิษตามข้อตกลงของอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี อย่างไรก็ตาม การให้การศึกษาผู้เรียนเกี่ยวกับสารเคมีที่เป็นพิษและโอกาสของการนำสารเคมีที่เป็นพิษไปใช้ในทางที่ผิด ผ่านเรื่องราวและเนื้อหาของอนุสัญญาห้ามอาวุธแคมี แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนในฐานะพลเมืองของสังคมมีส่วนร่วมในการป้องกันที่ยั่งยืน

สาระสำคัญของอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี

เมื่อรัฐภาคี (state party) ได้ลงนามรับรองให้สัตยาบัน (deposit) หรือให้การภาคยานุวัติ[2] (accession) กับอนุสัญญาแล้ว จะต้องปฏิบัติตามเนื้อหาของอนุสัญญาซึ่งเป็นเอกสารที่ประกอบด้วย (1) อารัมภบท (2) เนื้อหาซึ่งแบ่งเป็น 24 ข้อ (3) ภาคผนวกว่าด้วยสารเคมี ภาคผนวกเกี่ยวกับการปฏิบัติให้เป็นไปตามและการพิสูจน์ยืนยัน และภาคผนวกเกี่ยวกับการคุ้มครองข้อสนเทศที่เป็นความลับ โดยศูนย์ปฏิบัติการแห่งชาติว่าด้วยการห้ามอาวุธเคมี ได้สรุปเนื้อหาสำคัญไว้ (Office of National Implementation for the Chemical, 2011) ทั้งนี้การทำความเข้าใจสาระสำคัญของอนุสัญญาต้องใช้ความรู้และทักษะในสาขาวิชาเคมีค่อนข้างมาก ซึ่งผู้เขียนจัดกลุ่มสาระ สำคัญของอนุสัญญา ดังในตาราง 1

จากตาราง 1 พบว่า เนื้อหาของอนุสัญญาเกี่ยวพันกับประเด็นที่หลากหลาย ในบริบททั้งตัวบุคคล ประเทศ และระดับโลก โดยมีเนื้อหาเกี่ยว-

[1]องค์การห้ามอาวุธเคมี เป็นที่รู้จักในชื่อย่อ OPCW และ CWC ซึ่งหมายถึง อนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี ดังนั้นบทความนี้จะใช้ชื่อย่อ OPCW และ CWC ไปตลอดจนจบบทความ

[2]คือการที่รัฐหนึ่งเข้าไปเป็นภาคีสนธิสัญญา (หรืออนุสัญญา) ซึ่งรัฐอื่น ๆ ได้วินิจฉัยตกลงก่อนแล้วและสนธิสัญญา (หรืออนุสัญญา) นั้นได้มีผลใช้บังคับก่อนแล้วด้วย (Devawongse Varopakarn Institute of Foreign Affairs, n.d.)

ตาราง 1 สาระสำคัญของอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี

หัวข้อสาระสำคัญ	เนื้อหาโดยสรุป
การทำลายอาวุธเคมี	รัฐภาคีต้องสำแดงการครอบครองอาวุธเคมี และทำลายอาวุธเคมีที่มีอยู่และสถานที่ที่เกี่ยวข้องให้หมด
ข้อห้ามในการใช้อาวุธเคมี	- ห้ามรัฐภาคีพัฒนา ผลิต ได้มา สะสม และใช้อาวุธเคมี รวมถึงโยกย้ายอาวุธเคมีไปให้ผู้หนึ่งผู้ใด - ห้ามรัฐภาคีกระทำการใดที่เป็นการเตรียมการทางทหารเพื่อที่จะใช้อาวุธเคมี - ห้ามรัฐภาคีช่วยเหลือ ส่งเสริมหรือจูงใจ เพื่อให้ผู้ใดกระทำกิจกรรมใดที่ห้ามไว้ภายใต้อนุสัญญานี้ - ห้ามใช้สารควบคุมการจลาจลเป็นวิธีหนึ่งในการทำสงคราม (ใช้เพื่อการบังคับใช้กฎหมายได้)
การจัดตั้งองค์กรเพื่อดำเนินการเกี่ยวกับอนุสัญญา	ให้จัดตั้งองค์การห้ามอาวุธเคมี (OPCW) ซึ่งเป็นหน่วยงานระหว่างประเทศ ณ กรุงเฮก ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์ มีหน้าที่ดำเนินการให้มีการปฏิบัติให้เป็นไปตามอนุสัญญา และให้แต่ละรัฐภาคีจัดตั้งหน่วยงานระดับชาติ (national authority) ขึ้นเพื่อประสานงานกับองค์การและช่วยเหลือดำเนินการให้เป็นไปตามพันธกรณีในชาติของตนฯ (หน่วยงานของประเทศไทยคือ ศูนย์ปฏิบัติการแห่งชาติว่าด้วยการห้ามอาวุธเคมี กรมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม)
การพิสูจน์ยืนยัน	- มีบัญชีรายการสารเคมี (schedules) สำหรับใช้เพื่อการพิสูจน์ยืนยัน (verification) และการทำคำประกาศ กำหนดไว้ในอนุสัญญา สารเคมีที่มีชื่อในบัญชีรายการประกอบด้วยสารเคมีพิษที่ใช้เพื่อการสงครามเคมี รวมทั้งทอกซิน และสารที่ใช้ผลิตสารเคมีพิษ (precursors) ในประการหลังส่วนใหญ่เป็นสารที่ใช้ในอุตสาหกรรมเคมีทั่วไป - มีระบบการพิสูจน์ยืนยันซึ่งประกอบด้วยการจัดทำคำประกาศโดยรัฐภาคี การตรวจโดยคระผู้ตรวจขององค์การฯ การตรวจตามคำกล่าวหา (challenge inspection) และการสอบสวนกรณีการกล่าวหาว่ามีการใช้อาวุธเคมี ทั้งนี้รัฐภาคีจะต้องยินยอมให้มีการพิสูจน์ยืนยัน ณ สถานที่ซึ่งมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นสถานที่ทางทหารหรือทางพลเรือน
ความช่วยเหลือของรัฐภาคี	รัฐภาคีที่ถูกคุกคามหรือถูกโจมตีด้วยอาวุธเคมีจะได้รับความช่วยเหลือจากรัฐภาคีอื่นหรือจากองค์การฯ และแต่ละรัฐภาคีมีพันธกรณีต้องให้ความช่วยเหลือแก่รัฐภาคีที่ถูกคุกคามหรือถูกโจมตีในรูปของเงินสมทบกองทุนช่วยเหลือและ/หรือสิ่งอุปกรณ์ป้องกันและอาจให้คำแนะนำหรือส่งบุคลากรไปช่วยเป็นการเพิ่มเติมในกรณีฉุกเฉิน
การใช้สารเคมีอย่างมั่นคงและปลอดภัย	อนุญาตให้รัฐภาคีมีหรือหาสารเคมีพิษไว้ใช้เพื่อกิจกรรมที่ไม่ห้ามไว้ภายใต้อนุสัญญา เช่น การวิจัยเกี่ยวกับการป้องกันอันตรายจากสารเคมีพิษ การวิจัยทางทหารที่ไม่เกี่ยวกับการใช้สารเหล่านั้นเพื่อการทำสงคราม
การออกกฎหมาย	ให้รัฐภาคีออกกฎหมายเพื่อให้มีการปฏิบัติตามพันธกรณี ซึ่งรวมทั้งการห้ามและการลงโทษบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลที่จะกระทำกิจกรรมใดที่อนุสัญญาห้ามรัฐภาคีไว้

ข้องกับความรู้ด้านเคมี สุขภาพ กฎหมาย กลุ่มทางสังคมและองค์กร กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เชี่ยวชาญและนักวิทยาศาสตร์ต้องลงพื้นที่จริงในการตรวจสอบและทำลายอาวุธเคมีด้วยวิธีการที่ถูกต้องและปลอดภัยต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม ยกตัวอย่างกรณีของการทำลายอาวุธเคมีที่ซีเรียอันเป็นกรณีศึกษาที่ทั่วโลกต่างให้ความสนใจ (Pita and Domingo, 2014) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้โดยเฉพาะในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

(Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2012)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการตามอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี

จากการดำเนินการภายใต้สัตยาบันของอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี ประเทศต่าง ๆ ได้กำหนดกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพื่อป้องกันการใช้อาวุธเคมี ตรวจสอบและทำลายอาวุธเคมีที่หลงเหลือจากอดีต โดยทำงานร่วมกับสำนักงานเลขาธิการฝ่ายวิชาการ (technical secretariat) ที่ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ นักวิทยาศาสตร์ ผู้ตรวจสอบและเจ้าหน้าที่ โดยการดำเนินงานมาประมาณ 25 ปี อาวุธเคมีทั่วโลกถูกทำลายไปไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ในปี 2013 หน่วยงาน OPCW ได้รับรางวัลโนเบลสาขาสันติภาพ โดยคณะกรรมการรางวัลโนเบลให้เหตุผลว่า “เป็นองค์กรที่มีความพยายามอย่างต่อเนื่องในการทำลายอาวุธเคมี” (The Nobel Peace Prize 2013, 2014) จากผลสืบเนื่องในการทำลายอาวุธเคมี OPCW ได้วางเป้าหมายต่อไปคือการป้องกันการกลับมาของอาวุธเคมีผ่านกิจกรรมหลักคือ การเผยแพร่ความรู้ การจัดการศึกษาและการสร้างความตระหนักเกี่ยวกับอาวุธเคมี รวมทั้งการสร้างความเข้าใจในการใช้สารเคมีอย่างมั่นคงและปลอดภัย ดังที่ปรากฏแนวทางการจัดการศึกษาและการให้ความรู้เกี่ยวกับอาวุธเคมีและสารเคมีที่เป็นพิษใน เอกสาร Education and Engagement: Promoting a Culture of Responsible Chemistry ซึ่งจัดทำโดยคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของ OPCW (Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons, 2014)

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี

ในเอกสาร CWC ปรากฏเนื้อความที่ต้องใช้ความเข้าใจทางเคมี โดยเฉพาะการทำความเข้าใจประเภทและชนิดของสารเคมีในส่วนภาคผนวก (annex) ที่ระบุรายชื่อสารเคมีที่เป็นอาวุธเคมีและสารตั้งต้นของอาวุธเคมี นอกจากนี้ยังระบุถึงนิยามศัพท์ทางเคมีหลายคำ เช่น สารเคมีพิษ และสารที่ใช้ผลิตสารเคมีพิษ องค์ประกอบหลักของระบบเคมีที่มีองค์ประกอบทวิภาคหรือพหุภาค (Office of National Implementation for the Chemical, 2011)

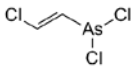
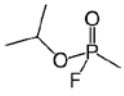
ตามนิยามของอนุสัญญาอาวุธเคมีสามารถตีความหมายหรือให้นิยามได้ถึง 3 ข้อ ทั้งนี้อาจหมายถึง (1) สารเคมีพิษและสารเคมีที่ใช้ผลิตสารเคมีพิษ (2) ยุทธปัจจัยหรืออุปกรณ์ที่ใช้สารเคมีพิษที่มุ่งก่อให้เกิดความตายหรืออันตรายอื่น ๆ และ (3) เครื่องมือที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับยุทธปัจจัยหรืออุปกรณ์ทั้งโดยตรงหรือมีความเกี่ยวข้อง

สำหรับสารเคมีพิษนั้น อนุสัญญาได้ให้คำนิยามว่า “สารเคมีใดที่โดยกิริยาเคมีของสารเคมีนั้นมีผลต่อกระบวนการของชีวิตซึ่งสามารถก่อให้เกิดความตาย การไร้ความสามารถชั่วคราวหรืออันตรายถาวรต่อมนุษย์และสัตว์ ทั้งนี้รวมถึงสารเคมีเช่นว่าทั้งปวง โดยไม่คำนึงถึงต้นกำเนิดหรือวิธีการผลิตสารเคมีนั้น และไม่คำนึงว่าสารเหล่านี้ถูกผลิตขึ้นในสถานที่ผลิต ในยุทธปัจจัยหรือที่อื่น” (Office of National Implementation for the Chemical, 2011)

OPWC แบ่งอาวุธเคมีออกเป็น 9 กลุ่มตามกลไกการออกฤทธิ์ต่อร่างกาย (ตาราง 2) ซึ่งแสดงตัวอย่างจำนวน 8 กลุ่มของอาวุธเคมีที่เป็นที่รู้จัก และได้อธิบายรายละเอียดตัวอย่างสารเคมี

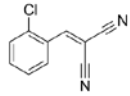
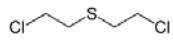
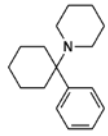
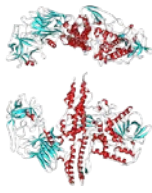
โดยสังเขป ประกอบด้วย สูตรเคมี สมบัติ การนำไปใช้เป็นอาวุธเคมีและผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ส่วนกลุ่มที่ 9 คือ สารที่มีศักยภาพเป็นอาวุธเคมี (potential chemical weapons) ซึ่ง OPCW ไม่ได้แสดงตัวอย่างที่เจาะจงไว้ แต่ให้นิยามว่าหมายถึงสารเคมีที่อาจถูกสังเคราะห์ขึ้น มาในอนาคตด้วยกระบวนการทางชีวภาพ ซึ่งมีความเป็นพิษและมีศักยภาพจะถูกนำไปใช้เป็นอาวุธเคมี

ตาราง 2 ตัวอย่างและรายละเอียดอาวุธเคมีที่แบ่งเป็นกลุ่มโดย OPCW

กลุ่มอาวุธเคมี	ตัวอย่างสาร	ชื่อเคมี (IUPAC)	สูตรเคมี / โครงสร้าง[3]	ลักษณะทางกายภาพบางประการ	การนำไปใช้เป็นอาวุธเคมี	ผลต่อมนุษย์
1. สารทำให้สำลัก (choking agents)	ฟอสจีน (phosgene)	carbonyl dichloride	CCl_2O	แก๊ส ไม่มีสี	ใช้ในสงครามโลกครั้งที่ 2 และการสังหารเชลยชาวยิว	เป็นสารมีพิษต่อมนุษย์ ส่งผลต่อระบบหายใจ เมื่อรับปริมาณมาก ปอดจะบวมน้ำแน่นหน้าอก หายใจไม่ออก สำลักและไอเป็นเลือด
2. สารทำให้พุพอง (blister agents)	ลิวิไซต์ (Lewisites)	2-chloro ethenyl arsonous dichloride	$C_2H_2AsCl_3$ 	ใส ไม่มีสีและไม่มีกลิ่น แต่ Lewisite ผสมกับสารอื่น ๆ จะเป็น ของหลวสีเหลืองหรือสีน้ำตาล มีกลิ่นฉุน	ใช้ในสงครามโลกครั้ง ที่ 1 และ 2	ระคายเคืองผิวหนังอย่างรุนแรง ทำให้ปวดแสบปวดร้อน เป็นตุ่มพุพอง มีน้ำใสภายใน หากได้รับปริมาณมากจะทำให้เสียชีวิต
3. สารที่มีอันตรายต่อเลือด (blood agents)	ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen Cyanide)	formonitrile	HCN	แก๊สหรือของเหลว ไม่มีสี เนื่องจากจุดเดือดอยู่ที่ 25.6°C	ใช้ในสงครามโลกครั้งที่ 2 และการฆ่าล้างเผ่าพันธุ์ชาวยิว และใช้ในสงครามอิรักกับอิหร่านและสงครามอิรักกับชาวเคิร์ด ช่วงทศวรรษ 1980	อาการขึ้นอยู่กับปริมาณที่ร่างกายได้รับ เริ่มจากอาการกระสับกระส่าย หายใจถี่ขึ้น เวียนหัว ปวดหัวใจสั่นหายใจลำบาก จากนั้นจะอาเจียนและชัก ระบบหายใจล้มเหลวและหมดสติ หากรับในปริมาณมากในทันทีจะไม่ปรากฏอาการข้างต้นแต่จะหมดสติและเสียชีวิตในทันที
4. สารทำอันตรายต่อประสาท (nerve agents)	ซาริน (Sarin)	(RS)-propan-2-yl methyl phosphono fluoridate	$C_4H_{10}FO_2P$ 	ของเหลว ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น	ใช้ในสงครามโลกครั้งที่ 1 สงครามซีเรีย และการก่อการร้ายที่ญี่ปุ่น	เมื่อได้รับในปริมาณต่ำ อาการจะพัฒนาดังนี้ มีน้ำมูกและน้ำลายไหลมากขึ้น แน่นหน้าอก มองภาพระยะใกล้ไม่ชัด ปวดหัวเมื่อเพ่งสาย ตาปวดเมื่อยตามร่างกาย พูดไม่ชัด เกิดอาการหลอน และคลื่นไส้ เมื่อได้รับปริมาณมากหลอดลมจะตีบ เกิดเมือกในทางเดินหายใจ หายใจ ลำบาก ไอ รู้สึกไม่สบายในระบบ

[3] ลิขสิทธิ์รูปโครงสร้างทางเคมีภายใต้ข้อตกลง Creative Commons (CC)

ตาราง 2 ตัวอย่างและรายละเอียดอาวุธเคมีที่แบ่งเป็นกลุ่มโดย OPCW (ต่อ)

กลุ่มอาวุธเคมี	ตัวอย่างสาร	ชื่อเคมี (IUPAC)	สูตรเคมี/โครงสร้าง[3]	ลักษณะทางกายภาพบางประการ	การนำไปใช้เป็นอาวุธเคมี	ผลต่อมนุษย์
4. สารทำอันตรายต่อประสาท (nerve agents)						ระบบทางเดินอาหาร เกิดตะคริวและอาเจียน บางรายมีน้ำตาไหลและเหงื่อออก กล้ามเนื้ออ่อนแรง ชักและหมดสติในที่สุด หากรับปริมาณมากในทันที จะแสดงอาการข้างต้น แต่จะเสียชีวิตจากระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับการหายใจล้มเหลว หมดสติและเสียชีวิตในทันที
5. สารควบคุมการจลาจล (riot control agent)	ซีเอส (CS)	2-chloro benzalmalononitrile	$C_{10}H_5ClN_2$ 	ผงผลึกสีขาว เมื่อเผาไหม้จะได้แก๊สไม่มีสี	ใช้ในการปราบจลาจลในหลายประเทศ โดยใช้เป็นส่วนผสมของแก๊สน้ำตาบางชนิด	ระคายเคืองต่อตา จมูก ปาก และผิวหนัง ทำให้น้ำตาไหล ไอ ทางเดินหายใจตีบตัน ตาปิด
6. สารกลุ่มมัสตาร์ด (mustard agents)	ซัลเฟอร์มัสตาร์ด (sulfur mustard)	Bis (2-chloro ethyl) sulfide	$C_4H_8Cl_2S$ 	เป็นของเหลวข้นที่อุณหภูมิห้อง ไม่มีสี	ใช้ในสงครามโลกครั้งที่ 1 และใช้ในสงครามตะวัน ออกกลาง	ออกฤทธิ์เช่นเดียวกับกลุ่มสารที่ทำให้พุพองมาก แต่ออกฤทธิ์ช้ากว่า และยังส่งผลต่อตา อวัยวะภายใน และระบบหายใจด้วย
7. สารที่ออกฤทธิ์ต่อจิตประสาท (psychotomimetic agents)	เฟนไซคลิดีน (phencyclidine)	1-(1-phenyl cyclohexyl) piperidine	$C_{17}H_{25}N$ 	เป็นผงผลึกไม่มีสี	ปรากฏในการทดลองทางทหารเกี่ยวกับผลของ PCP ต่อกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นทหาร 260 คน (Department of Veterans Affairs, 2006)	ออกฤทธิ์ในการหลอนประสาท ทำให้สมองทำงานผิดปกติ หากรับในปริมาณระบบหายใจจะล้มเหลวและเสียชีวิต นอกจากนี้ยังถูกจัดให้เป็นสารเสพติดด้วย รู้จักกันในชื่อ PCP
8. สารพิษ (toxins)	โบทอกซ์	botulinum toxin (A)	$C_{6760}H_{10447}N_{1743}O_{2010}S_{32}$ โครงสร้างโปรตีนที่ซับซ้อน 	ลักษณะเป็นสายของโปรตีน (poly peptide) เมื่อสกัดออกมา มีลักษณะเป็นผลึก (crystalline form)	เป็นที่รู้จักในช่วงสงครามโลกครั้ง ที่ 1 เริ่มมีการวิจัยในการนำไปใช้เป็นสารพิษในทศวรรษที่ 1920 และมีการวิจัยในฐานะอาวุธชีวภาพในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 (Erbguth, 2009)	เป็นโปรตีนที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท ทำให้กล้ามเนื้อ แขนขาอ่อนแรง ตาพร่ามัว กลืนอาหารลำบาก เป็นอัมพาตและเสียชีวิตได้ อาการเหล่านี้รู้จักกันในชื่อโรคโบทูลิซึม (botulism) (Winai, 2008)

สารพิษบางชนิดเป็นได้ทั้งอาวุธเคมีและสารที่ใช้ทางการแพทย์ เช่น โบทอกซ์เมื่อใช้งานในปริมาณความเข้มข้นต่ำ จะช่วยในการลดริ้วรอย (Schantz and Johnson, 1992) หากรับปริมาณมาก โบทอกซ์จัดเป็นสารพิษที่สามารถใช้เป็นอาวุธเคมีได้ การสำรวจ การทดสอบ พิสูจน์ยืนยันสารเคมีที่เป็นพิษ รวมถึงการระบุว่าสารต้องสงสัยเป็นอาวุธเคมีหรือไม่ ต้องดำเนินด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นหลักฐานเป็นสำคัญ เนื่องจากบางครั้งเป็นประเด็นทางการเมืองที่อ่อนไหว กระทบกับความมั่นคงในระดับนานาชาติ นอกจากนี้ OPCW ยังเรียกร้องและส่งเสริมให้มีการใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและปลอดภัย ถูกต้องตามหลักการ ใช้เพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะไม่ใช่เพื่อทำร้าย มีศีลธรรม จริยธรรม และต้องมีหลักเกณฑ์ความปลอดภัย หากจะทำลายสารเคมีเหล่านี้ ต้องทำลายอย่างปลอดภัย ยกตัวอย่างกระบวนการพิสูจน์ยืนยันและทำลายอาวุธเคมีที่ตกค้างมาจากสงครามในอดีตที่ประเทศสมาชิกร้องขอไปยัง OPCW โดยมีการจัดส่งชุดผู้เชี่ยวชาญลงพื้นที่ เข้าตรวจสอบ ทดสอบ และทำลายอาวุธเคมีเหล่านั้น นอกจากนี้การที่สามารถระบุชนิดอาวุธเคมีเหล่านี้ได้ในกรณีที่เกิดเหตุ จะช่วยให้การรักษาบรรเทาเป็นไปอย่างถูกต้องและทันเวลา เนื่องจากสมบัติทางเคมีแต่ต่างกัน การรักษาจึงต้องจำเพาะต่อประเภทของสารเคมีเหล่านั้น

จากข้อมูลที่นำเสนอไปข้างต้น อนุสัญญาห้ามอาวุธเคมีจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจและมีศักยภาพเพียงพอที่จะนำมาจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้ในฐานะที่ประเทศไทยเป็นภาคีสมาชิกและผู้เรียนจะเติบโตไปเป็นสมาชิกของสังคมทั้งในระดับประเทศและระดับโลก การใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและปลอดภัย รวมทั้งการเฝ้าระวังไม่ให้สารเคมีถูกนำมาใช้เป็นอาวุธอีก เพื่อรับประกันว่าวิทยาศาสตร์จะนำไปสู่การดำรงชีวิตที่ปลอดภัยสมดุล โดยใช้ไปในทางสร้างสรรค์มิใช่ทำลาย โดยการให้การศึกษาด้านอาวุธเคมีกับผู้เรียนที่จะเติบโตไปเป็นพลเมือง เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้สารเคมีถูกใช้อย่างปลอดภัย รวมทั้งเป็นผู้เฝ้าระวังการนำสารเคมีที่เป็นพิษมาใช้เป็นอาวุธ ทั้งนี้การจัดการศึกษาเกี่ยวกับอาวุธเคมีโดยใช้บริบทของอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมีสามารถดำเนินการได้หลายแนวทาง ดังที่จะนำเสนอเป็นตัวอย่างในหัวข้อถัดไป

แนวทางการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงกับอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี

หัวข้อนี้นำเสนอตัวอย่างแนวทางการนำประเด็นเกี่ยวกับเนื้อหาในอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมีไปจัดการเรียนการสอน โดยขอนำเสนอ 3 ตัวอย่างประกอบด้วย การเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ ตามลำดับดังต่อไปนี้

การเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน (context-based Learning, CBL)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน หรือ CBL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เพราะเกิดขึ้นภายใต้ปฏิสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่รอบตัวนักเรียนทั้งทางกายภาพและกรอบแนวคิด การจัดการเรียนรู้นี้อยู่ภายใต้ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเชิงสังคม (social constructivism) (Gilbert, 2006) การใช้บริบทเป็นฐานในการเรียนรู้สำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งนี้องค์การเพื่อความร่วม

มือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2013) ในฐานะหน่วยงานที่ทำวิจัยเพื่อศึกษาสมรรถนะผู้เรียนในระดับโลกได้ให้ความสำคัญของการนำบริบทมาเชื่อมโยงสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนตามกรอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (scientific literacy)

ในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน Cubase (2006) ได้นำเสนอ 4 ขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้ ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ ขั้นที่ 2 การลงมือปฏิบัติ ขั้นที่ 3 การเรียนรู้แนวคิดสำคัญขั้น และขั้นที่ 4 การนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับบริบทของอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี ครูอาจเริ่มต้นด้วยการนำเสนอสถานการณ์หรือบริบทเกี่ยวกับผลของการใช้อาวุธเคมี โดยนำเสนอรายละเอียดเบื้องต้นของเหตุการณ์ว่าเกิดขึ้นที่ไหน เมื่อไหร่ อย่างไรและผลกระทบต่อผู้ได้รับสารเคมีที่เป็นพิษเป็นอย่างไร จากนั้นจึงให้ผู้เรียนนำเสนอกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเช่นการป้องกันไม่ให้มีการนำอาวุธเคมีกลับมาใช้อีกครั้งหนึ่ง โดยการสังเกตและเฝ้าระวังความผิดปกติ ตัวอย่างดังการปล่อยแก๊สพิษซารินในรถไฟฟ้าใต้ดิน จากนั้นอภิปรายเพื่อเรียนรู้แนวคิดสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ เช่น สมบัติทางเคมีของสารเคมีพิษ ความรู้เบื้องต้นในการปฐมพยาบาล องค์ประกอบหรือกลไกการออกฤทธิ์ของสารเคมีที่มีต่อร่างกาย จากนั้นจึงนำเข้าสู่สถานการณ์ใหม่เช่นอาจจะกำหนดภาพอนาคต (scenario) ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์สุดวิสัย ผู้เรียนในฐานะที่ได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับอาวุธเคมีมาแล้ว จะปฏิบัติตนอย่างไรเพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจากอาวุธเคมี

การจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (science technology society and environment, STSE)

แนวการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม หรือ STSE เป็นรูปแบบการเรียนการสอน (teaching and learning approach) หนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนโดยใช้ประเด็นปัญหาสังคม หรือสิ่งที่ผู้เรียนสนใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นตัวนำเข้าสู่บทเรียนและเป็นแกนเรื่อง (theme) ในการดำเนินไปของกิจกรรม การเรียนรู้ของผู้เรียนถูกกระตุ้นโดยข้อสงสัยหรือการตั้งคำถามที่ผู้เรียนสนใจ โดยผู้เรียนอาจจะเป็นผู้ตั้งคำถามเองหรือไม่ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับทักษะการตั้งคำถามและประสบการณ์ของผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนนี้จึงมีจุดเด่นคือผู้เรียนมีบทบาทสูงในการดำเนินกิจกรรม และสร้างจิตสำนึกสาธารณะและความรับผิดชอบต่อสังคมในฐานะพลเมืองหรือสมาชิกของสังคม (Predetti, 2003 ;Sasithep, 2014) ซึ่งเนื้อหาเกี่ยวกับอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมีมีความเหมาะสมมาก เพราะเป็นกฎหมายระหว่างประเทศ ส่งผลต่อสังคมโลกและจำเป็นต้องมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะทางเคมี

การจัดการเรียนการสอนด้วยแนวคิด STSE ยังบ่งชี้และสะท้อน (explicit and reflective) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมต่างได้รับอิทธิพลและส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน เนื้อหาของอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมีและเรื่องราวที่เกี่ยวข้องจึงเหมาะสมที่จะนำมาจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ STSE โดยเฉพาะความมุ่งหมายที่จะสร้างความเข้าใจและสร้างความตระ-

หนักในพิษภัยของอาวุธเคมีรวมไปถึงสารเคมีพิษ ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว STSE สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ขั้นวางแผน ขั้นสอน และประเมินผล โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นวางแผนเป็นขั้นที่ผู้สอนวางแผนการสอนและออกแบบแนวการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม และกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน

ขั้นสอนใช้รูปแบบการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นย่อย ทั้งหมด 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นสงสัย (I wonder) ขั้นวางแผน (I plan) ขั้นค้นหาคำตอบ (I investigate) ขั้นสะท้อนความคิด (I reflect) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (I share) ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (I act)

ขั้นประเมินผล ขั้นประเมินผลสามารถประเมินได้ 3 ทางคือ การประเมินโดยผู้สอน การประเมินโดยผู้เรียนและการประเมินโดยบุคคลอื่น ๆ โดยรูปแบบการประเมินอาจทำได้โดย การประเมินชิ้นงาน การประเมินผลตอบรับจากผู้ชม การประเมินความสำเร็จของการปฏิบัติและการประเมินตามสภาพจริง

การสอนโดยวิธี STSE อาจเลือกประเด็นใดประเด็นหนึ่งของ อาวุธเคมี มาใช้เป็นแกนเรื่อง เช่น การตกค้างและหลงเหลืออาวุธเคมี อันเป็นผลมาจากสงครามในอดีต พร้อมทั้งให้ผู้เรียนเสนอแนวทางการกำจัด ทำลายอาวุธเคมี โดยขั้นแรกเป็นการนำเสนอสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนสงสัยเกี่ยวกับการใช้อาวุธเคมีว่ามีการหลงเหลือหรือตกค้างในสถานที่ต่าง ๆ ทั่วโลกอย่างไร โดยการวางแผนสืบค้น ทั้งนี้อาจให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มตามภาคพื้นทวีป หรือ แบ่งกลุ่มตามสถานการณ์ เช่น สงครามโลกครั้งที่ 1 สงครามโลกครั้งที่ 2 สงครามเวียดนาม สงครามเกาหลี สงครามอ่าวเปอร์เซีย การก่อการร้าย จากนั้นค้นหาคำตอบจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น เว็บไซต์ ข่าว หนังสือ ภาพยนตร์สารคดี จากนั้นให้สมาชิกในกลุ่มสะท้อนคิดต่อข้อค้นพบ แล้ววางแผนเพื่อนำเสนอและอภิปรายในชั้นเรียน โดยประเด็นจะเน้นไปที่สมบัติทางเคมีของอาวุธเคมีที่ตกค้างในที่ต่าง ๆ ระบุจำนวนหรือปริมาณอาวุธเคมีและนำเสนอพิษภัย อันตรายที่อาจเกิดขึ้น วิธีการทำลายอาวุธเคมีเหล่านั้นอย่างถูกวิธี รวมไปถึงการนำความรู้ไปเผยแพร่ให้กับคนทั่วไป โดยวิธีที่แตกต่างกัน ซึ่งการเผยแพร่ (outreach) ความรู้นั้นเป็นเป้าหมายหนึ่งของ OPCW ที่จะรณรงค์ให้ผู้คนในฐานะพลโลกตระหนักถึงโทษของอาวุธเคมีและเฝ้าระวังไม่ให้มีการนำอาวุธเคมีกลับมาใช้อีก (Pearson and Mahaffy, 2006)

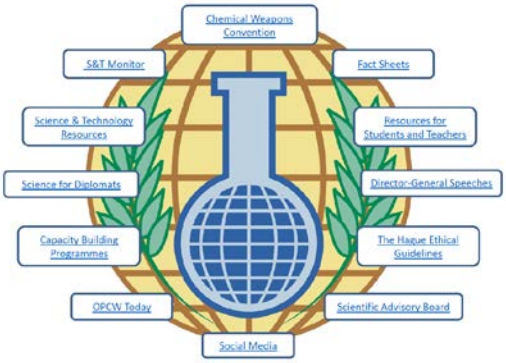
แนวการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ (historical approach)

แนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ เป็นแนวการเรียนการสอนหนึ่งที่มีงานวิจัยยืนยันว่ามีประสิทธิภาพ (Mathews et al., 1994) ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เคมีของผู้เรียน (Laird, 2013) นอกจากนี้ยังเป็นรูปแบบการสอนที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน รวมทั้งทักษะการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Tolvanen et al., 2014) โดยแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ อาจใช้การอภิปรายถึงทฤษฎีที่ขัดแย้งกันในอดีต โดยอภิปรายถึงข้อมูล หลักฐาน และการลงข้อสรุปของทฤษฎีคู่ขัดแย้งนั้น ซึ่งจะเป็นการอภิปรายระดับชั้นเรียน หรือจะนำเสนอเป็นการสนทนา (dialogue) ระหว่างบุคคลก็ได้ นอกจากนี้ยังมีการแสดงละครหรือบทบาทสมมุติเพื่อนำเสนอสิ่ง

ที่เคยเกิดขึ้นในอดีต จากนั้นก็อภิปรายในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมทั้งการศึกษาและอภิปรายกรณีศึกษา (case study) ที่เกิดขึ้นในอดีต โดยอาจจะอ่านเป็นเนื้อเรื่องสั้นๆ (vignettes) หรือเป็นเนื้อเรื่องสั้น ๆ หลาย ๆ เรื่องที่มีแกนเรื่องร่วมกัน (thematic narratives) ก็ได้

ในการเรียนการสอนเรื่องประวัติการใช้อาวุธเคมี ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาประวัติของการใช้สารเคมีพิษในอดีตที่ผ่านมาเริ่มต้นจากยุคโบราณจนถึงยุคปัจจุบันซึ่งจะแสดงให้นักเรียนเห็นว่าการใช้สารเคมีพิษเป็นอาวุธเคมีวิวัฒนาการความเป็นมาอย่างไร โดยวิเคราะห์และเปรียบเทียบลักษณะ สมบัติ วิธีการใช้ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมเปรียบเทียบจากอดีตจนถึงปัจจุบัน นอกจากนี้ยังให้ผู้เรียนวิเคราะห์แนวโน้มและวิธีป้องกันการกลับมาของอาวุธเคมี กิจกรรมที่สามารถใช้เนื้อหาอนุสัญญา ในประเด็นที่ว่า เพราะเหตุใดนานาชาติรวมทั้งองค์กรระหว่างประเทศจึงต้องร่วมมือกันสร้างกฎเกณฑ์เพื่อป้องกันหรือกำหนดไม่ให้มีการใช้อาวุธเคมี รวมถึงกฎเกณฑ์ในการค้นหาและทำลายอาวุธเคมี แล้วจึงอภิปรายเหตุผลที่อาวุธเคมีไม่ควรนำมาใช้ทั้งกับมนุษย์และสัตว์ หรือใช้ในสิ่งแวดล้อม โดยสามารถออกแบบกิจกรรมให้เป็นการสนทนาระหว่างบุคคล การแสดงละครหรือบทบาทสมมุติ การอภิปรายกรณีศึกษา การอ่านเป็นเนื้อเรื่องสั้น ๆ หรือเรื่องสั้นหลายเรื่องที่มีแกนเรื่องร่วมกัน จากนั้นจึงการอภิปรายถึงข้อมูล หลักฐาน และการลงข้อสรุป โดยการอภิปรายในระดับชั้นเรียนก็ได้

เนื่องจากมีข้อค้นพบว่าการใช้แนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์นั้นต้องมีสื่อและเอกสารที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับการเรียนรู้ (Tolvanen et al., 2014) ดังนั้นสื่อควรจะมาจากแหล่งการเรียนรู้ที่น่าเชื่อถือ หรือจากวารสารด้านวิทยาศาสตร์หรือเคมีที่มีระบบการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาหรือประเด็นเฉพาะหรือที่เรียกว่าระบบ peer review โดยข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับอาวุธเคมีที่ครูสามารถนำมาใช้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สามารถสืบค้นได้จากเว็บไซต์ของหน่วยงาน OPCW หรือ IUPAC ซึ่งจัดเตรียมการให้ความรู้ด้านอาวุธเคมีเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาเช่นวีดีโอ ภาพ และแนวคิดสำคัญทางเคมี (OPCW, IUPAC, 2008) เช่น เว็บไซต์ Multiple Uses of Chemicals ที่พัฒนาโดย IUPAC ร่วมกับ OPCW และผู้เชี่ยวชาญด้านเคมีจากหลายหน่วยงาน พัฒนาสื่อและแหล่งเรียนรู้ของการใช้สารเคมีในหลากหลายประเด็น ทั้งการใช้ที่เป็นประโยชน์ต่อคนและสิ่งแวดล้อม และการใช้ในทางที่ผิด เช่น การทำลายล้าง การใช้เป็นอาวุธเคมี แหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายนำในเสนอในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แหล่งการเรียนรู้ออนไลน์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี (Foreman, 2015)

ทั้งนี้ในประเทศไทยก็มีแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับอาวุธเคมี และอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี เช่น

ศูนย์ปฏิบัติการแห่งชาติว่าด้วยอนุสัญญาอาวุธเคมี การนำบริบทเกี่ยวกับอาวุธเคมีมาใช้ในการเรียนการสอนจะเป็นการกระตุ้นความสนใจให้กับผู้เรียน และแสดงแง่มุมที่หลากหลายของความรู้เคมีที่มีทั้งทางบวกและทางลบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยการเรียนการสอนที่ใช้บริบทเป็นฐานในการเรียนรู้ ทั้งบริบทในประวัติศาสตร์หรือปัจจุบัน รวมทั้งการสอนแบบ STSE ที่ได้นำเสนอไปแล้ว สามารถพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (Bennett et al., 2007)

ประเด็นวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี

อนุสัญญาห้ามอาวุธเคมีเป็นตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมของปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม เนื่องจากบริบทของอนุสัญญาประกอบด้วย องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเชี่ยวชาญของนักวิทยาศาสตร์ การรวมตัวกันเพื่อประกอบเป็นกิจการทางวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise) ที่รวมอยู่กับองค์กรด้านสังคมและกฎหมายระหว่างประเทศที่ต้องอาศัยความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความเชี่ยวชาญในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ข้อตกลงพื้นฐานคือต้องปราศจากอคติ ความลำเอียงและวิทยาศาสตร์ต้องมีระบบการกำจัดอคติและความลำเอียงนั้นด้วยกระบวนการตรวจสอบยืนยันที่ให้ความสำคัญต่อหลักฐาน ความเกี่ยวข้องระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคม กฎหมาย รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ ดังที่ Foreman (2015) ที่ปรึกษานโยบายด้านวิทยาศาสตร์ สำนักงานกลยุทธ์และนโยบายของ OPCW ได้นำเสนอในเอกสารเคมีและการทูต: วิทยาศาสตร์ศึกษาและการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในการลดอาวุธ (chemistry and diplomacy: science education and science communication in disarmament) ไว้ว่า

"วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในนโยบายและการดำเนินการด้านการทูตในการลดอาวุธระดับนานาชาติ วิทยาศาสตร์ให้ความรู้เพื่อที่จะช่วยในการบรรลุข้อตกลงระหว่างประเทศ รวมทั้งมีบทบาทสำคัญที่ช่วยในการให้นิยามของกลไกและวิธีปฏิบัติ [ตามนโยบาย]....ในการลดอาวุธนั้นถูกขับเคลื่อนโดยวิธีทางการทูตและผู้กำหนดนโยบายไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการลดอาวุธจะประสบความสำเร็จจึงต้องการความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างวิทยาศาสตร์และผู้กำหนดนโยบาย"

ในการดำเนินตามนโยบายที่มุ่งให้ใช้สารเคมีอย่างสร้างสรรค์ OPCW จึงต้องสร้างความร่วมมือกับหน่วยงานอย่างเช่น IUPAC รวมไปถึงความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั่วโลก สำหรับประเทศไทยนั้นหน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับดูแลการขับเคลื่อนนโยบายเกี่ยวกับอาวุธเคมี คือ ศูนย์ปฏิบัติการแห่งชาติว่าด้วยอนุสัญญาอาวุธเคมี กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น หน่วยงานทางทหาร หน่วยงานที่กำกับดูแลด้านอากาศยาน

บทสรุป

รายละเอียดความเป็นมาของการใช้สารเคมีที่เป็นพิษในการเป็นอาวุธเพื่อทำลายล้างศัตรูในสงครามจนกระทั่งการนำไปก่อการร้าย และความพยายามในการยุติการกระทำดังกล่าวโดย

กำหนดกฎหมายระหว่างประเทศ การตรวจสอบพิสูจน์ยืนยัน จนนำไปสู่การปลดอาวุธหรือทำลายอาวุธเคมี เป็นจุดมุ่งหมายของ CWC ซึ่งสะท้อนให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์สังคมและสิ่งแวดล้อมในประเด็นความรู้เกี่ยวกับสารเคมีที่เป็นพิษ สารเคมีทั้งที่เกิดโดยธรรมชาติและการสังเคราะห์สามารถเป็นทั้งประโยชน์และโทษ ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ การกำหนดกฎเกณฑ์ที่เป็นข้อบังคับของการใช้น่าจะเป็นเครื่องมือในการรับประกันความปลอดภัยของสังคมและสิ่งแวดล้อมในโลกที่ปลอดจากอาวุธเคมี ซึ่งสามารถบรรลุวัตถุประสงค์โดยการสร้างพลเมืองที่มีความรับผิดชอบ การมีส่วนร่วมในฐานพลโลก การทำงานร่วมกันระหว่างสถาบันหรือหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังที่ OPCW (2014) แสดงวิสัยทัศน์ไว้ว่า

> *"การป้องกันการกลับมาของอาวุธเคมีโดย OPCW [หน่วยงานที่รับผิดชอบ] จึงต้องเพิ่มความเข้มข้นของกิจกรรมและโครงการที่ทำโดยการแสวงหาความร่วมมือจากหน่วยงานต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสังคมทางวิทยาศาสตร์ เครือข่ายด้านการศึกษาและอุตสาหกรรมทางเคมี รวมไปถึงภาคประชาสังคม"*

การนำเรื่องราวและเนื้อหาของอนุสัญญาห้ามอาวุธแคมี แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มาออกแบบการจัดการเรียนรู้ในวิชาเคมี จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีความหมาย สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม รวมทั้งกิจการทางวิทยาศาสตร์ขององค์กรที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้เรื่องสารเคมีและอาวุธเคมี เพื่อเป้าหมายของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์นั่นคือ การสร้างบุคคลที่มีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (scientific literate person) ที่สามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุขและยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

Bennett, J., Lubben, F., and Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. **Science Education** 91(3): 347-370.

Bureau of Academic Affairs and Educational Standards. (2012). **Indicators and Core Concept for Sciences Subject Area**. Bangkok: Agriculture Cooperative of Thailand. (in Thai)

Department of Veterans Affairs (2006). **Health Effects from Chemical, Biological, and Radiological Weapons**. Retrieved from http://www.publichealthva.gov/docs/vhi/chem_bio_rad_weapons.pdf, August 15, 2016.

Devawongse Varopakarn Institute of Foreign Affairs. (n.d.) Vocabulary – Abbreviation. Retrieved form http://www.mfa.go.th/dvifa/th/code, August 1, 2016. (in Thai)

Erbguth, F. J. (2009). The pretherapeutic history of botulinum toxin. In Truong, D., Dressler, D. and Hallett, D. (Ed.), **Manual of Botulinum Toxin Therapy**. (pp. 1–10). USA: Cambridge University.

Forman, J. E., Monitor, S. T., and Board, S. A. (2015). Chemistry and diplomacy: science education and science communication in disarmament. **Fall 2015 ACS CHED CCCE Newsletter** 1: 1–17.

Gilbert, J. K. (2006). On the nature of "context" in chemical education. **International Journal of Science Education** *28*(9): 957–976.

Hague, T. (2013). **IUPAC, OPCW, and the Chemical Weapons Convention, (August), 4–8 Organic Chemistry Principles in Context: A Story Telling Historical Approach**. (2013), 400045.

Matthews, M. R., Cobern, W. W., Loving, C. C., and Kraus, R. (1994). **Science Teaching: The role of History and Philosophy of Science**. London: Routledge.

Office of National Implementation for the Chemical. (2011). **Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on their Destruction B. E. 2536**. Retrieved form http://na-cwc.diw.go.th/edoc-detail-6.html, June 1, 2016. (in Thai)

OPCW–UPAC. (2013). **Multiple Uses of Chemicals**. Retrieved form http://multiple.kcvs.ca/site/index.html#, June 15, 2016.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). **PISA 2015 Draft Science Framework**. Paris: OECD. Retrieved from http://www.oecd.org/pisapisaproducts/Draft PISA 2015 Science Framework.pdf, September 15, 2016.

Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons. (2005). **Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on their Destruction.** Hague: The Technical Secretariat of the Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons.

Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons. (2014). **Education and: Promoting a Culture of Responsible Chemistry Final Report of the Scientific Advisory Board's Temporary Working Group**. Retrieved from http://www.opcw.org/index.php?eID=dam_frontend_push&docID=18014, June 1, 2016.

Pearson, G. S., and Mahaffy, P. (2006). Education, outreach, and codes of conduct to further the norms and obligations of the Chemical Weapons Convention (IUPAC technical report). **Pure and Applied Chemistry** 78(11): 2169–2192.

Pedretti, E. (2003). Teaching science, technology, society and environment (STSE) education. In Zeidler, D. L. (Ed.), **The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education** (pp. 219–239). Dordrecht: Kluwer Academic.

Pita, R., and Domingo, J. (2014). The use of chemical weapons in the Syrian conflict. **Toxics** 2(3): 391–402.

Sasithep, P. (2014). I used outside classroom learning resources for enhancing pre–service science teachers' linking their knowledge about teaching science based on science, technology and society (STS) approach into practice. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 5(1): 77–85. (in Thai)

Schantz, E. J., and Johnson, E. A. (1992). Properties and use of botulinum toxin and other microbial neurotoxins in medicine. **Microbiological reviews** 56(1): 80–99.

The Nobel Peace Prize 2013. (2014). Nobel Media AB 2014. Retrieved from http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/peace/laureates/2013/, June 1, 2016.

Tolvanen, S., Jansson, J., Vesterinen, V. M., and Aksela, M. (2014). How to use historical approach to teach nature of science in chemistry education? **Science & Education** 23(8): 1605–1636.

Winai, W. (2008). Botulism. **Thai Journal of Toxicology** 23(2): 19–24. (in Thai)