



Life Cycle Assessment (LCA) เข้าใจวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ทางเลือกเพื่อโลกที่ยั่งยืน

- เส้นทางสายบรรพชีวินวิทยา: จากความฝันวัยเด็กสู่การค้นพบ “อูรคาซอริส กาพสึนรุเอนซิส” ไดโนเสาร์ชนิดใหม่ของไทย
- ใช้กล้องจุลทรรศน์ให้เป็น...สังเกตทักษะให้ชัด
- งานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Tasks) เครื่องมือการประเมินที่สะท้อนการเรียนรู้ของผู้เรียน
- เรียนรู้ด้วยการคิด (Learning by Thinking): คุณค่าสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนยุค AI





แบบฝึกหัดส่งเสริมกระบวนการคิด

คณิตศาสตร์

ป.4-6

แบบฝึกหัด 3 ระดับ

Level 1

Level 2

Level 3



เสริมพลังสมอง

ด้วยแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ที่ไต่ระดับอย่างเป็นระบบ
ออกแบบเพื่อนักเรียนระดับประถมศึกษาทุกความสามารถ จากระดับพื้นฐาน
สู่ระดับท้าทายอย่างมั่นใจ

เสริมสร้างกระบวนการคิด
การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้นักเรียน

ก้าวข้ามการท่องจำ
สู่การคิดอย่างนักคณิตศาสตร์

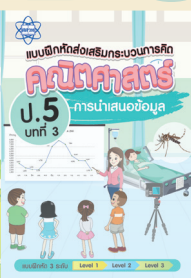
Download
e-BOOK



• แบบฝึกหัด



• เฉลย / ตัวอย่างคำตอบ



ช่องทางสั่งซื้อ



วิทยาศาสตร์คือ วิชาที่ว่าด้วยการศึกษาธรรมชาติและการจัดระเบียบองค์ความรู้ที่เกิดจากหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างเป็นระบบผ่านการสังเกต การตั้งคำถาม การคิด การลงมือปฏิบัติ และการใช้หลักฐานเพื่อสร้างคำอธิบายอย่างมีเหตุผล เนื้อหาในเล่มนี้จึงรวบรวมเรื่องราวและแนวคิดที่สะท้อนให้เห็นถึงการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลากหลายมิติ ตั้งแต่ “เส้นทางสายบรรพชีวินวิทยา” ที่ขวนย้อนรอยอดีตของโลกผ่านหลักฐานและซากดึกดำบรรพ์ การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตลอดจนการเรียนรู้การใช้กล้องจุลทรรศน์อย่างถูกต้องเพื่อเปิดมุมมองสู่โลกขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

ขณะเดียวกัน เมื่อโลกของวิทยาศาสตร์ศึกษากำลังเปลี่ยนผ่าน การจัดการเรียนรู้จึงต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการคิดของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น “การเรียนรู้ด้วยการคิด” รวมถึงการใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุกจึงเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนได้คิด ตั้งคำถาม ลงมือค้นคว้า และพัฒนาความเข้าใจของตนเองอย่างต่อเนื่อง

หวังว่าเนื้อหาในเล่มนี้จะเป็นอีกหนึ่งแหล่งเรียนรู้ที่ช่วยเปิดมุมมอง สร้างแนวคิด และจุดประกายการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อร่วมกันพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและความหมายต่อผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

นิตยสาร สสวท.ยังคงเปิดโอกาสให้นักวิชาการ ครู อาจารย์ ส่งบทความที่เกี่ยวข้องมานำเสนอเช่นเดิม โดยผู้สนใจสามารถส่งบทความมาได้ที่ e-mail: rmane@ipst.ac.th หรือ rmane2511@gmail.com และสามารถติดตามนิตยสาร สสวท. ฉบับออนไลน์ได้ที่ emagazine.ipst.ac.th และ Facebook <http://facebook.com/ipstmag> หวังว่าทุกท่านยังคงติดตามนิตยสารต่อไป และหากมีข้อเสนอแนะใดๆ ก็สื่อสารมาได้ตลอดเวลา

ขจรรัตน์ ปิยกุล
หัวหน้ากองบรรณาธิการ

วัตถุประสงค์

1. เผยแพร่และส่งเสริมความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีให้แก่ครูและผู้สนใจทั่วไป
2. เผยแพร่กิจกรรมและผลงานของ สสวท.
3. เสนอความก้าวหน้าของวิทยาการในด้านการศึกษาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่จะสนับสนุนการศึกษาของชาติให้ทันกับเหตุการณ์ปัจจุบัน
4. แลกเปลี่ยนและรับฟังความเห็นต่างๆ เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จากครูและผู้สนใจทั่วไป

เจ้าของ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

924 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110 โทรศัพท์: 0-2392-4021 ต่อ 2251

(ข้อเขียนทั้งหมดเป็นความเห็นอิสระของผู้เขียน มิใช่ของ สสวท. หากข้อเขียนใดผู้อ่านเห็นว่าได้มีการลอกเลียนแบบหรือแอบอ้างโดยปราศจากการอ้างอิง กรุณาแจ้งให้กองบรรณาธิการทราบด้วยจักเป็นพระคุณยิ่ง)



คณะที่ปรึกษา

ประธานกรรมการ สสวท.
ผู้อำนวยการ สสวท.
รองผู้อำนวยการ สสวท.

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

ขจรรัตน์ ปิยกุล

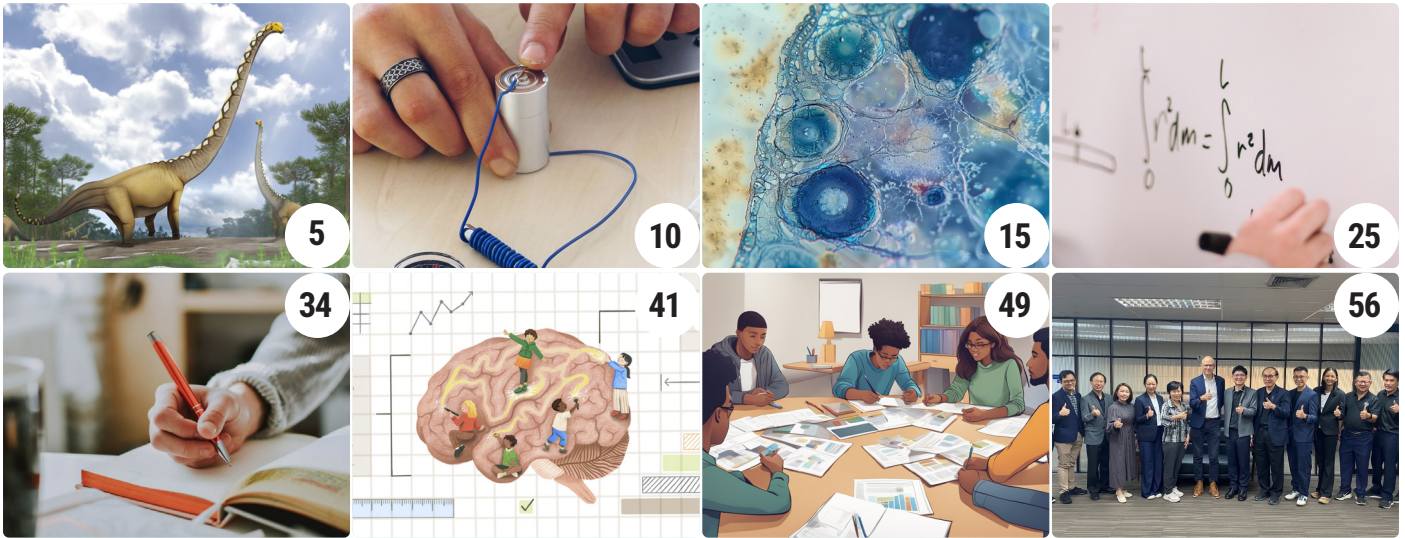
กองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยผู้อำนวยการ
ผู้อำนวยการสาขา/ฝ่าย
ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ/ผู้เชี่ยวชาญ
ดร.ขจิต เมตตาเมธา
จินดาพร หมวกหมื่นไวย
ดร.ดวงกมล เบ้าวัน
ดร.บัญชา ธนบุญสมบัติ
ดร.ประวีณา ติระ
ดร.ภัทรวิทย์ หาดแก้ว
ดร.รณชัย ปานะโปย
ดร.สนธิ พลชัยยา
ดร.อรสา ชูสกุล

ผู้ช่วยกองบรรณาธิการ

จิรวัดน์ นิยะมะ
จิราภรณ์ เจริญยิ่ง
เทอด พิธิยานุวัฒน์
รัชนิกร มณีโชติรัตน์
สินีนาง จันทะภา
สิริมดี นาคสังข์
สุประดิษฐ์ รุ่งศรี

สารบัญ



- 5** | เส้นทางสายบรรพชีวินวิทยา: จากความฝันวัยเด็กสู่การค้นพบ “อูราซอร์ส กาลสินธุ์เอนซิส” ไดโนเสาร์ชนิดใหม่ของไทย
ตะวันวิษณ์ เหลืองวันทา

- 10** | การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง แม่เหล็กและไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับกลยุทธ์ QPOCER
เทวัญ ศิจรัส

- 15** | ใช้กล้องจุลทรรศน์ให้เป็น... สังเกตทักษะให้ชัด
ปณยาพร บริเวธานนท์ | ดร.อัญชนก ศรีทาสู้ | ดร.นันทยา อัครอารีย์

- 20** | เมื่อโลกวิทยาศาสตร์ศึกษากำลังเปลี่ยนผ่าน: ถอดบทเรียนจากการประชุม NARST 2026
มุตตากัม อาแว | ศุภวิชย์ คณิตจินดา | รศ. ดร.ชาตรี ฝ้ายคำดา

- 25** | งานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Tasks) เครื่องมือการประเมินที่สะท้อนการเรียนรู้ของผู้เรียน
วริศรา ดีชาติ | ผศ. ดร.พงศธร มหาวิจิตร

- 34** | การเขียนบันทึกด้วยมือ วิธีโบราณที่ยังคงได้ผล
รุจิกร พิมพ์สอน

- 37** | Life Cycle Assessment (LCA) เข้าใจวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ทางเลือกเพื่อโลกที่ยั่งยืน
ยุพาพร ลาภหลาย

- 41** | การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วย Multimodal Representation จากทฤษฎีการปฏิบัติในห้องเรียน
วิมลมาศ ถนอมเกียรติ

- 45** | เรียนรู้ด้วยการคิด (Learning by Thinking): กฎแห่งสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนยุค AI
ดร.อภิสิทธิ์ ธงไชย

- 49** | เทคนิคการประเมินระหว่างเรียน ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุกในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์
ผศ. ดร.เอกภูมิ จันทรรณดี

- 55** | เว็บช่วยสอน
รชต ทรวงอยู่

- 56** | ข้าว

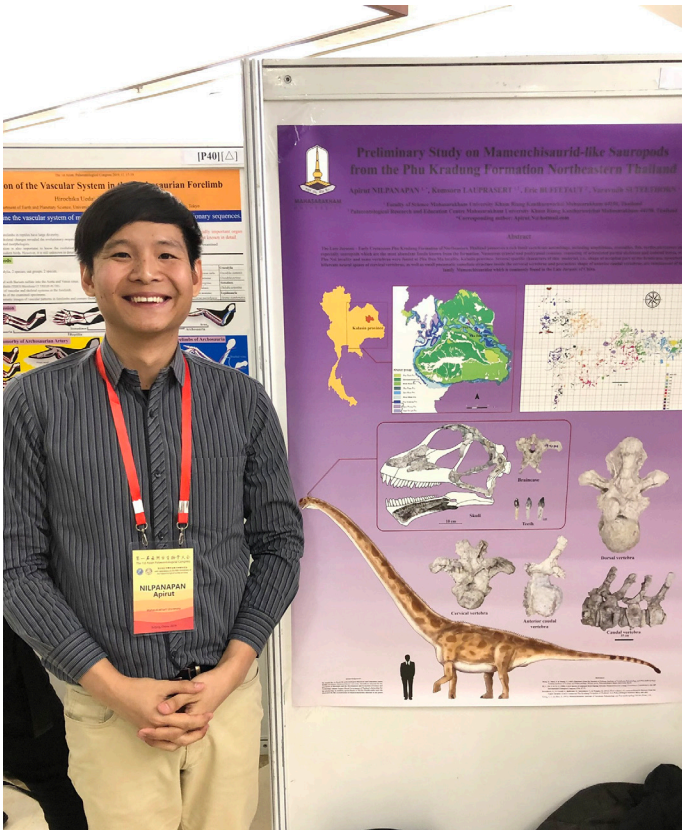
- 59** | QUIZ
ต่ายแสนชน

เส้นทางสายบรรพชีวินวิทยา: จากความฝันวัยเด็กสู่การค้นพบ “อูรคาซอร์ส กาฟลินธุ์เอนซิส” ไดโนเสาร์ชนิดใหม่ของไทย



ภาพจำลอง “อูรคาซอร์ส กาฟลินธุ์เอนซิส” (ที่มา: Pakorn Chotchaiyaporn และ Scientific Report)

“นักวิจัยไดโนเสาร์” อาจเป็นอาชีพที่หลายคนเคยได้ยินผ่านภาพยนตร์หรือสารคดี แต่แท้จริงแล้วคือหนึ่งในสายงานด้านบรรพชีวินวิทยา (Paleontology) ซึ่งทำหน้าที่ศึกษาซากดึกดำบรรพ์ ฟอสซิล และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตในอดีตเพื่อไขปริศนาประวัติศาสตร์ของโลกที่ถูกบันทึกไว้ในชั้นหินนับล้านปี การค้นพบฟอสซิลแต่ละชิ้นไม่ได้เป็นเพียงการพบกระดูกโบราณ แต่คือการต่อจิ๊กซอว์องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้เข้าใจวิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตบนโลกได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น แม้เส้นทางสายนี้จะต้องอาศัยทั้งความรู้ ความอดทน และความมุ่งมั่นอย่างยาวนาน แต่ก็ยังมีนักวิทยาศาสตร์ไทยที่เดินตามความฝันจนสามารถสร้างผลงานระดับโลกได้สำเร็จ



ภาพ 1 ดร. อภิรัตน์ นิลพานาพรณ
ที่มา: Apirut Nilpanapan (MSU)

อะไรคือจุดเริ่มต้นที่ทำให้สนใจไดโนเสาร์ และเลือกเดินบนเส้นทางนักวิจัยไดโนเสาร์

ดร.อภิรัตน์ เล่าย้อนถึงจุดเริ่มต้นของความฝันว่า ความผูกพันในสัตว์ดึกดำบรรพ์ของเขาไม่ได้เริ่มต้นภายในห้องเรียน แต่ก่อตัวขึ้นจากหนังสือและของเล่นตั้งแต่เยาว์วัย ในยุคที่องค์ความรู้เรื่องไดโนเสาร์กำลังเปลี่ยนผ่านจากภาพลักษณ์กึ่งยักษ์ย่นลึกลับทางในลักษณะ Godzilla มาสู่ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ร่วมสมัยมากขึ้น เขาโชคดีที่มีคุณตาซึ่งเป็นอดีตครูใหญ่ คอยอ่านหนังสือไดโนเสาร์ผลงานของ อาจารย์ ดร.วราวุธ สุธีธร ที่แปลจากหนังสือสารานุกรมไดโนเสาร์ของ Dr. David B. Norman ให้ฟังทุกคืน ข้อมูลทางกายวิภาค (Anatomy) และชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนอย่าง Tyrannosaurus rex ที่มีความหมายว่า สัตว์เลื้อยคลานทรงราช หรือไดโนเสาร์กลุ่ม Sauropod อย่าง Brontosaurus (กิ้งก่าสายฟ้า) และ Brachiosaurus (สัตว์เลื้อยคลานมีแขน) ค่อยๆ ซึมซับและฝังแน่นอยู่ในความทรงจำของเขา ตั้งแต่ในวัยที่ยังอ่านหนังสือเองไม่ได้

เมื่อเริ่มอ่านหนังสือได้ เขาก็ได้เปิดโลกของไดโนเสาร์ผ่านสื่อหลากหลายรูปแบบ ทั้งภาพยนตร์ Jurassic Park ในรูปแบบวีดีทัศน์ (VDO) ภาพยนตร์แอนิเมชัน The Land Before Time สารคดี BBC Walking with Dinosaurs รวมถึงหนังสือสารานุกรมด้านไดโนเสาร์อีกจำนวนมาก ซึ่งล้วนเป็นแรงบันดาลใจสำคัญที่หล่อหลอมความสนใจ และค่อยๆ นำพาเขาไปสู่เส้นทางการอยากเป็นนักวิจัยไดโนเสาร์ในเวลาต่อมา

ระหว่างการเติบโต เคยมีช่วงที่รู้สึกว่าการเป็นนักวิจัยไดโนเสาร์เป็นเรื่องที่คนรอบข้างไม่ค่อยเข้าใจบ้างหรือไม่

ดร.อภิรัตน์ เล่าถึงช่วงเวลาเมื่อเข้าสู่รั้วโรงเรียนประถมศึกษาว่า เมื่อครูสอบถามถึงอาชีพในฝัน ในขณะที่เพื่อนร่วมชั้นต่างตอบว่าอยากเป็นแพทย์หรือวิศวกร แต่เขากลับประกาศอย่างมั่นใจว่า “ผมจะเป็นนักวิจัยไดโนเสาร์” ทว่าคำตอบนั้นกลับได้รับเสียงหัวเราะจากทั้งเพื่อนและครู พร้อมคำแนะนำให้เลือกอาชีพที่ดูปกติมากกว่านี้จนทำให้เขาต้องเก็บซ่อนความชื่นชอบนั้นไว้ และแจ้งบุคคลอื่นว่าอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์เพื่อความกลมกลืนในสายตาคนรอบข้าง

อย่างไรก็ตาม แนวการเป็นนักวิทยาศาสตร์ของเขายังคงฉายชัด ดร.อภิรัตน์ กล่าวเพิ่มเติมว่า เมื่อครั้งศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ครูได้มอบหมายให้เขียนจำแนกประเภทสัตว์ ดร.อภิรัตน์ ได้เขียนอนุกรมวิธานตามที่ศึกษามาด้วยตนเอง ทั้งการจำแนกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์เลื้อยคลาน

เมื่อช่วงเดือนกรกฎาคมที่ผ่านมา วงการวิทยาศาสตร์ไทยมีข่าวน่ายินดีกับการประกาศค้นพบไดโนเสาร์ชนิดใหม่ของประเทศไทยเป็นครั้งที่ 15 “อูราซอรัส กาลัสสินูเชนซิส (Uragosaurus kalasinensis)” เบื้องหลังผลงานระดับโลกชิ้นนี้คือความพยายามอันยาวนานของ ดร.อภิรัตน์ นิลพานาพรณ บัณฑิตทุนพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) รุ่นที่ 23 สาขาบรรพชีวินวิทยา (หลักสูตรนานาชาติ) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ภายใต้การดูแลของรองศาสตราจารย์ ดร.คมศร เล่าห์ประเสริฐ

วันนี้จะชวนทุกท่านได้เปิดโลกทัศน์ผ่านเส้นทางชีวิต ความฝัน และเบื้องหลังการค้นพบครั้งสำคัญนี้กับ ดร.อภิรัตน์ นิลพานาพรณ ผู้ที่ไม่เคยละทิ้งความฝันในการเป็นนักวิจัยไดโนเสาร์ แม้จะต้องผ่านเส้นทางที่คดเคี้ยวมานานนับสิบปี

ตลอดจนการแยกกลุ่มจะเข้มข้น เพราะความรู้นั้นถูกบันทึกอยู่ในความทรงจำทั้งข้อยุคและข้อไดโนเสาร์จนครูต้องนำสมุดงานไปแสดงให้ทั้งชั้นดู ซึ่งประสบการณ์นี้ทำให้เขารู้สึกว่า “เราสามารถทำได้” แต่เมื่อขึ้นสู่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่การเรียนหนักขึ้นและความกังวลที่จะถูกล้อเลียนเหมือนในอดีตทำให้เขาห่างเหินจากเรื่องไดโนเสาร์ไปบ้างโดยหันไปสนใจเกมคอมพิวเตอร์ มังงะ อนิเมะ และกีฬาต่างๆ เช่น ฟุตบอล บาสเก็ตบอล

การได้เป็นนักเรียนทุน พสวท. มีบทบาทอย่างไรในการพาเข้าสู่เส้นทางสายบรรพชีวินวิทยา

ดร.อภิรัตน์ ย้อนความว่า เส้นทางสายวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงเริ่มต้นขึ้นเมื่อเขาได้รับคัดเลือกเป็นนักเรียนทุน พสวท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ณ ศูนย์โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ในวันสัมภาษณ์เขาเลือกที่จะข้อสัต์ต่อความฝันของตนเองโดยแจ้งคณะกรรมการว่า “ผมชอบไดโนเสาร์” พร้อมอธิบายเรื่องวิวัฒนาการจนได้รับคัดเลือกเป็นตัวจริง ซึ่งเป็นจุดที่เขาตั้งใจว่าในอนาคตจะต้องศึกษาด้านนี้ให้สำเร็จ

ทว่าเส้นทางหลังจากนั้นไม่ได้โรยด้วยกลีบกุหลาบ เขาต้องเผชิญความท้าทายในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและการทำโครงการที่ไม่ได้ตรงตามความสนใจ เช่น การเพาะเลี้ยงยีสต์ตามแนวทางรุ่นพี่ซึ่งทำให้เขาไม่มีความสุขในการปฏิบัติการในห้องทดลอง (Lab) เมื่อต้องเลือกศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา เขาต้องเข้าเรียนในสาขาที่สังคมและครอบครัวมองว่า “สร้างประโยชน์ต่อประเทศชาติ” ที่สำคัญกว่าอย่างชีวโมเลกุล (DNA) หรือวิทยาศาสตร์การแพทย์

ในระดับปริญญาตรีและโท เขาได้เลือกศึกษาด้านชีววิทยาที่มหาวิทยาลัยศิลปากร และวิทยาศาสตร์ทางทะเลที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยตามลำดับ ซึ่งเขาต้องผ่านประสบการณ์ที่สะท้อนใจจากการวิจัยในสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นการเจาะเลือดนกเพื่อทำแผนที่โครโมโซม การเห็นปะการังฟอกขาวตายในการทดลอง ผลกระทบจากคราบน้ำมัน หรือการต้องฝังซากฉลามที่ตายยกบ่อ ประสบการณ์เหล่านี้ย้ำเตือนเขาว่า “ไม่สามารถทำงานวิจัยกับสัตว์ที่มีชีวิตได้” และใจของเขายังคงผูกพันกับฟอสซิลที่หลับใหลอยู่ใต้ดิน จึงตัดสินใจกลับคืนสู่ “สิ่งที่ตายไปแล้วนับล้านปี” อีกครั้ง

อะไรคือจุดเปลี่ยนสำคัญที่ทำให้ได้กลับมาศึกษาด้านบรรพชีวินวิทยาอีกครั้ง

ดร.อภิรัตน์ กล่าวว่า จุดเปลี่ยนสำคัญเกิดขึ้นเมื่อได้รับคำปรึกษาจาก รองศาสตราจารย์ ดร. กันตภณ สุระประสิทธิ์ (สหายอดแพนพันธุ์แท้ สัตว์ดึกดำบรรพ์) ซึ่งแนะนำให้รู้จักกับหลักสูตรบรรพชีวินวิทยาที่มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยมีอาจารย์ ดร.วราวุธ สุธีธร ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและการศึกษาบรรพชีวินวิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคามในขณะนั้น และมีอาจารย์ ดร.สุรเวช สุธีธร บุตรชายของท่านเป็นผู้สืบทอดอุดมการณ์ และได้มีโอกาสเข้าร่วมค่ายขุดค้นฟอสซิลที่ “ภูน้อย” จังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งทำให้เขาประทับใจเป็นอย่างมาก จากการพบกระดูกสัตว์ดึกดำบรรพ์ปะปนกันอยู่กว่าพันชิ้น ทั้งไดโนเสาร์ จระเข้ และปลา อาจารย์ ดร.สุรเวช สุธีธร จึงชักชวนให้เข้าศึกษาในระดับปริญญาเอก ประกอบกับการที่เป็น



ภาพ 2 ดร.อภิรัตน์ นิลพานาพรรณ (ซ้าย) ถ่ายรูปคู่กับ ดร.วราวุธ สุธีธร (ขวา)
ณ แหล่งซากดึกดำบรรพ์ภูน้อย จังหวัดกาฬสินธุ์
ที่มา: Apirut Nilpanapan (MSU)

นักเรียนทุน พสวท. จึงได้ทำเรื่องขอเปิดหลักสูตรบรรพชีวินวิทยาร่วมกับ พสวท. เพื่อศึกษาไดโนเสาร์กินพืชคอยาวกลุ่ม Mamenchisauridae หรือ Mamenchisaurid ที่มีความคล้ายคลึงกับสายพันธุ์ที่พบในประเทศจีน

การทำวิจัยระดับปริญญาเอก มีความท้าทายหรือบทเรียนสำคัญอะไรบ้างที่ได้เรียนรู้จากการทำงานวิจัยครั้งนี้

ดร.อภิรัตน์ ยอมรับว่าการทำวิจัยระดับปริญญาเอกเป็นช่วงเวลาที่ทำทนายที่สุดช่วงหนึ่ง เนื่องจากองค์ความรู้ปัจจุบันก้าวไปไกลมาก เช่น เรื่องไดโนเสาร์มีขน หรือความสัมพันธ์ระหว่างนกกับไดโนเสาร์ การวิจัยในยุคนี้ต้องพึ่งพาซอฟต์แวร์วิเคราะห์สายวิวัฒนาการ (Phylogenetic Analysis) อย่างโปรแกรม Tree Analysis Using New Technology (TNT) ซึ่งยากสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้พื้นฐานคอมพิวเตอร์ และในปี ค.ศ. 2019 เขาได้เข้าร่วมงานประชุมไดโนเสาร์ที่ประเทศมองโกเลียซึ่งสร้างความสุขให้เขาอย่างมาก แต่เมื่อเกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ทำให้ไม่สามารถเดินทางไปศึกษาตัวอย่างที่ประเทศจีนได้ ต้องปรับเปลี่ยนหัวข้อวิจัย ใช้เวลาหลายปีในการวิเคราะห์ข้อมูล และขยายระยะเวลาการศึกษาออกไป จนมีหลายช่วงที่รู้สึกท้อแท้กับเส้นทางการวิจัย

อย่างไรก็ตาม จุดเปลี่ยนสำคัญเกิดขึ้นจากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.คมศร เล่าห์ประเสริฐ ให้กลับมามุ่งเน้นการศึกษาฟอสซิลจากแหล่งภูน้อยอีกครั้งจนทำให้เขาสามารถพัฒนาทักษะในการจำแนกประเภทกระดูก การวิเคราะห์รอยกัดจากไดโนเสาร์กินเนื้อ รอยแมลงกินซาก และร่องรอยของโรคที่ปรากฏในกระดูกได้อย่างเชี่ยวชาญ เขาได้เลือกใช้กระดูกสันหลังชิ้นเดียวที่มีความสมบูรณ์ที่สุดเพื่อใช้เป็นตัวอย่างต้นแบบ (Holotype) และประยุกต์ใช้เทคโนโลยี CT Scan ในการสำรวจลักษณะทางกายวิภาค จากการศึกษาครั้งนี้ ดร.อภิรัตน์ ได้ค้นพบลักษณะที่โดดเด่นและเป็นเอกลักษณ์สำคัญ ได้แก่ โครงสร้างกระดูกรูปตัว Y (Y-shaped Configuration) ซึ่งถือเป็นลักษณะเด่นที่สุดที่พบในกระดูกสันหลังส่วนต้น (Anterior Dorsal Vertebra) โดยมีสันกระดูกที่เรียกว่า Intraprezygapophyseal laminae (tpri) มาบรรจบกัน



ภาพ 3 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ภูน้อย จังหวัดกาฬสินธุ์
ที่มา: Komsorn Lauprasert, Ph.D.) (MSU)



ภาพ 4 กระดูกสันหลังขั้นต้นแบบที่ใช้ในการศึกษา
ที่มา: Apirut Nilpanapan (MSU)

ที่กึ่งกลางและเชื่อมต่อกับสันกระดูกแนวตั้งเดี่ยว (Single Vertical Intraprezygapophyseal lamina, stpr1) จนเกิดเป็นรูปตัว Y ซึ่งลักษณะเฉพาะนี้ ยังไม่เคยมีรายงานการค้นพบในไดโนเสาร์กลุ่ม Mamenchisaurid ชนิดอื่น มาก่อน

นอกจากนี้ ผลจากการ CT Scan ยังเผยให้เห็นโครงสร้างภายในแบบรังผึ้ง (Camellate Internal Structure) ภายในข้อต่อกระดูกสันหลัง (Centrum) ซึ่งมีลักษณะเป็นโพรงอากาศขนาดเล็กจำนวนมากแยกจากกัน ด้วยผนังกระดูกบางๆ คล้ายรังผึ้ง อันเป็นลักษณะที่แสดงถึงวิวัฒนาการของระบบกระดูกที่แทรกเข้าไปในกระดูกเพื่อช่วยลดน้ำหนักของร่างกายลง อีกทั้งยังมีการค้นพบโพรงอากาศ (Teardrop-shaped Pneumatic Fossae) ขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเรียวยาวปรากฏอยู่บนส่วนปลายของแขนกระดูกสันหลัง (Transverse Processes) ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง โดยเฉพาะในส่วนหลังที่มีความชัดเจนและขนาดใหญ่เป็นพิเศษ ซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะ (Autapomorphy) ที่ใช้ในการระบุชนิดพันธุ์ ร่วมกับการพบรอยมุ่มข้างกระดูกสันหลัง (Pleurocoel) ที่เป็นรูปลิ่มเหลี่ยมตื้นๆ บริเวณด้านข้างของตัวกระดูกสันหลัง โดยที่ภายในไม่มีผนังกั้น (Internal Septum) ซึ่งเป็นจุดที่แตกต่างจากไดโนเสาร์คอยาวบางชนิด และลักษณะของสันกระดูกสันหลังแยกเป็นสองแฉก (Bifurcated Neural Spine) ที่ส่วนบนมีลักษณะแยกออกเป็นสองแฉกรูปตัว U ที่สั้นและกว้าง

ดร.อภิรัตน์ เล่าเพิ่มเติมว่า ในช่วงเวลาที่เผชิญกับปัญหาในการวิเคราะห์สสารวิวัฒนาการนี้เอง เขายังได้มีโอกาสติดต่อสื่อสารและปรึกษาร่วมกับนักบรรพชีวินวิทยาในระดับโลกอย่าง Prof. Philip Mannion จาก University College London (UCL) ประเทศอังกฤษ ผ่านทางอีเมล ซึ่งเขาได้รับคำแนะนำอันเป็นประโยชน์จนสามารถยืนยันได้ว่า ซากดึกดำบรรพ์จากภูน้อยชิ้นนี้คือไดโนเสาร์ชนิดใหม่ของโลกไม่เคยรู้จักมาก่อน ในนาม “อูราซอรัส กาฬสินธุ์เอนซิส” (Uragasaurus kalasinensis) โดยนามสกุล “อูราคา (Urago)” มีรากศัพท์มาจากภาษาสันสกฤตที่แปลว่า “งู” เพื่อสื่อถึงลักษณะคอที่มีความยาวโดดเด่นอันเป็นเอกลักษณ์ของ

ไดโนเสาร์ในวงศ์นี้ ส่วนคำว่า “ซอรัส (sauros)” มีรากศัพท์มาจากภาษากรีกโบราณ หมายถึง กิ้งก่าหรือสัตว์เลื้อยคลาน ส่วนชื่อระบุนิต “Kalasinensis” ตั้งขึ้นเพื่อเป็นเกียรติแก่จังหวัดกาฬสินธุ์ซึ่งเป็นแหล่งขุดค้นพบฟอสซิลที่สำคัญ

การค้นพบครั้งนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อวงการบรรพชีวินวิทยา เพราะไม่เพียงแต่เป็นการยืนยันการกระจายตัวของไดโนเสาร์กลุ่ม Mamenchisaurid นอกเหนือจากในประเทศจีนเท่านั้น แต่ยังช่วยสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในช่วงรอยต่อระหว่างยุคจูราสสิกและครีเทเชียส ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

อยากฝากข้อคิดอะไรถึงน้องๆ นักเรียนทุน พสวท. ที่กำลังเดินตามความฝันบนเส้นทางสายวิทยาศาสตร์

ดร.อภิรัตน์ ฝากข้อคิดถึงน้องๆ ทุน พสวท. ว่า “ควรวางแผนเส้นทาง (Roadmap) ของตนเองให้ชัดเจนตั้งแต่เนิ่นๆ หมั่นหาความรู้เพิ่มเติมและพัฒนาทักษะเฉพาะทางอยู่เสมอ เพื่อให้พร้อมเมื่อโอกาสสำคัญมาถึง” พร้อมเน้นย้ำว่า อย่าลืมนั่งสมาธิและขอคำแนะนำจากอาจารย์ ผู้เชี่ยวชาญ หรือรุ่นพี่ พสวท. เพราะทุกคนพร้อมที่จะสนับสนุนและอย่าให้ขั้นตอนทางเอกสารหรือการย้ายสถาบันมาเป็นอุปสรรคในการเดินตามสิ่งที่รัก เพราะความรักในสิ่งที่ทำจะนำพาเราไปสู่ความสำเร็จ แม้ในวันที่เส้นทางนั้นอาจจะดูแปลกแยกจากผู้อื่นก็ตาม

“การค้นพบของ ดร. อภิรัตน์ นิลพนานพรณ์ ในวันที่ ไม่ได้เป็นเพียงการเพิ่มรายชื่อไดโนเสาร์ของไทยลงในสารบบของโลก หากยังเป็นเครื่องพิสูจน์ว่า ความฝันที่ชัดเจนเมื่อมาพร้อมกับความมุ่งมั่นและการเดินอย่างไม่ย่อท้อย่อมพาเราไปสู่การค้นพบที่ยิ่งใหญ่ได้เสมอ จากเด็กชายที่เคยถูกหัวเราะเยาะเพราะหลงใหลในไดโนเสาร์ วันนี้เขาได้กลายเป็นนักบรรพชีวินวิทยาผู้ค้นพบไดโนเสาร์ชนิดใหม่ของโลกอย่างภาคภูมิใจ”

ดร.อภิรัตน์ กล่าวปิดท้ายด้วยการร่วมแสดงความอาลัยต่อ



ภาพ 5 ขณะกำลังทำ CT Scan กระดูกสันหลังชิ้นต้นแบบ
ที่มา: Apirut Nilpanapan (MSU)



ภาพ 6 ภาพจำลอง “อูราซอร์ส กาลิโนเอ็นซิส” ขณะยืน
ที่มา: Pakorn Chotchaiyaporn

การจากไปของ Sam Neill นักแสดงชาวนิวซีแลนด์ ผู้ถ่ายทอดบทบาท Dr.Alan Grant นักบรรพชีวินวิทยาผู้เชี่ยวชาญด้านไดโนเสาร์จากภาพยนตร์ชุด Jurassic Park ซึ่งถึงแก่กรรมเมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม 2569

“แม้ว่าผมจะชอบไดโนเสาร์มาตั้งแต่เด็กอยู่แล้ว แต่ตัวละคร Dr.Alan Grant ก็เป็นแรงบันดาลใจสำคัญของผม รวมถึงเด็กอีกหลายคน ที่หลงใหลในโลกของไดโนเสาร์ ผมเพิ่งกลับไปชม Jurassic Park อีกครั้ง หลังทราบข่าวการจากไปของคุณ Sam Neill และยิ่งรู้สึกประทับใจกับการถ่ายทอดบทบาทของเขา”

ดร.อภิรัตน์ ยังกล่าวถึงความประทับใจในรายละเอียดทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในภาพยนตร์ว่า หลายประเด็นถือว่าก้าวหน้ามาก เมื่อเทียบกับองค์ความรู้ในช่วงเวลาที่ภาพยนตร์เข้าฉาย ไม่ว่าจะเป็นการอธิบายความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการระหว่างไดโนเสาร์กับนก รวมถึงแนวคิดที่ว่า

ไดโนเสาร์อาจมีระบบการเผาผลาญแบบ Endotherms (Warm-blooded) ซึ่งเป็นประเด็นที่วงการวิทยาศาสตร์กำลังให้ความสนใจในขณะนั้น นอกจากนี้ เขายังตั้งข้อสังเกตว่า จากชุดค้นฟอสซิลในรัฐ Montana ที่ระบุว่าเป็น Velociraptor หากอ้างอิงจากองค์ความรู้ในปัจจุบัน ตัวอย่างฟอสซิลดังกล่าวน่าจะสอดคล้องกับ Deinonychus หรืออาจเป็น Dakotaraptor มากกว่า เนื่องจาก Velociraptor มีถิ่นกระจายพันธุ์อยู่ในบริเวณทะเลทรายโกบีของประเทศมองโกเลีย

“สำหรับผม Jurassic Park ไม่ใช่เพียงภาพยนตร์บันเทิง แต่เป็นแรงบันดาลใจที่ทำให้เด็กหลายคนรวมถึงผมเรียนรู้อย่างจริงจัง และเชื่อว่าความหลงใหลในวัยเด็กสามารถเติบโตจนกลายเป็นอาชีพนักวิจัยได้จริง”

บรรณานุกรม

- Mannion, P. D. & Upchurch, P. & Daniela, S. W. & Wings, O. (2019). Taxonomic Affinities of the Putative Titanosaurs from the Late Jurassic Tendaguru formation of Tanzania: phylogenetic and biogeographic implications for eusauropod dinosaur evolution. *Zool. J. Linn. Soc.* 185: 784–909.
- Moore, A. J. & Barrett, P.M. & Upchurch P. & Liao C. C. & Ye, Y. & Hao, B. & Xu, X. (2023). Reassessment of the Late Jurassic eusauropod Mamenchisaurus sinocanadorum Russell and Zheng, 1993, and the evolution of exceptionally long necks in mamenchisaurids. *Journal of Systematic. Palaeontol.* 21(1). 2171818. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10169082/>.
- Nilpanapan, A. & Manitkoon, S. & Suteethorn, V. & Lauprasert, K. (2026). A New Mamenchisaurid Sauropod from the Lower Phu Kradung Formation, Upper Jurassic of Northeastern Thailand. *Sci Rep.* 16: 21205.
- Norman, B. D. (1985). *The Illustrated Encyclopedia Of Dinosaurs*. Salamander Books Limited.
- Ouyang, H. & Ye, Y. (2002). *The First Mamenchisaurian Skeleton with Complete Skull: Mamenchisaurus Youngi* (Sichuan Publishing House of Science and Technology).
- Rogers, K. C. & Wilson, J. (2005). *The Sauropods: evolution and paleobiology* (University of California Press).
- Upchurch, P. (1998). The Phylogenetic Relationships of Sauropod Dinosaurs. *Zool. J. Linn. Soc.* 124: 43–103.
- Wilson, J. A. & Sereno, P. C. (1998). Early Evolution and Higher-Level Phylogeny of Sauropod Dinosaurs. *J. Vertebr. Paleontol.* 18: 1–79.
- Wilson, J. A. & D’Emic, M. D. & Ikejiri, T. & Moacdieh, E. M. & Whitlock, J. A. (2011). A Nomenclature for Vertebral Fossae in Sauropods and other Saurischian Dinosaurs. *PLoS ONE* 6, e17114.
- Young, C. C. & Zhao, X. J. (Science Press, 1972) Mamenchisaurus, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology. Monograph Series I. 8 (in Chinese).
- Zhang, X. Q. & Li, N. & Xie, Y. & Li, D.-Q. & Hai-Lu, Y. (2022). Redescription of the Dorsal Vertebrae of the Mamenchisaurid Sauropod Xinjiangtitan Shanshanensis Wu et al. 2013. *Hist. Biol.* 32: 803–822.
- วราวุธ สุธีธร. (2535). ไดโนเสาร์. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.

การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แม่เหล็กและไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับกลยุทธ์ QPOCER



ภาพจาก: <https://www.thoughtco.com/introduction-electricity-and-magnetism-4172372>

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตามระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Design) โดยเลือกใช้แผนการทดลองรูปแบบกลุ่มเดียวที่มีการวัดผลทั้งก่อนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Claim, Evidence, Reasoning: CER) และศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์อย่างเป็นระบบในห้องเรียนจริง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 และได้ลงทะเบียนเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย รายวิชาฟิสิกส์ส่งเสริมวิทยาศาสตร์ 4 (ว30214) รายวิชาไฟฟ้าและแม่เหล็ก (ว30204) และรายวิชาฟิสิกส์พลัส 4 (ว32212) ซึ่งเป็นรายวิชาเพิ่มเติมภายใต้โครงการวิทยาศาสตร์พลัส รวมจำนวน 7 ห้องเรียน มีจำนวนผู้เรียนรวม 257 คน สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติหน้าที่สอนจริงในโรงเรียนดังกล่าว โดยเลือกผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 แผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งกำลังเรียนรายวิชาฟิสิกส์ส่งเสริมวิทยาศาสตร์ 4 (ว30214) มีจำนวนผู้เรียนที่เข้าร่วมกระบวนการวิจัยอย่างครบถ้วนตลอดภาคเรียนรวม 35 คน

เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้คิดค้น ปรับเปลี่ยน และพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็นสี่ส่วนหลัก ส่วนแรกคือ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E บูรณาการร่วมกับกลยุทธ์ QPOCER (Question, Prediction, Observation, Claim, Evidence, Reasoning) เนื้อหาเรื่อง แม่เหล็กและไฟฟ้า จำนวน 26 แผนการสอน คิดเป็นเวลารวม 26 ชั่วโมงการเรียนรู้ ควบคู่กับการใช้ชุดบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกรายบุคคล ทั้งนี้ กลยุทธ์ QPOCER หมายถึง กรอบแนวคิดและขั้นตอนปฏิบัติเชิงรุกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วย Q (Question) การวิเคราะห์

คำถามและระบุประเด็นปัญหา P (Prediction) การคาดคะเนคำตอบหรือตั้งสมมติฐานอย่างมีเหตุผล O (Observation) การสังเกต การลงมือปฏิบัติทดลอง หรือการแจกแจงปริมาณของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา C (Claim) การสร้างข้อกล่าวอ้างหรือสรุปคำตอบที่ค้นพบ E (Evidence) การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์และการแสดงขั้นตอนวิธีการคำนวณทางฟิสิกส์เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และ R (Reasoning) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างตามหลักการของฟิสิกส์ ซึ่งเครื่องมือในส่วนนี้ผ่านการตรวจสอบและประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน โดยได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.85 ถึง 1.00 ทุกแผนการสอน ส่วนที่สองคือ เครื่องมือที่ใช้ประเมินสัมฤทธิ์ผลการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง แม่เหล็กและไฟฟ้า ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 25 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.42 ถึง 0.71 มีค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง 0.35 ถึง 0.68 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับตามสูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสันเท่ากับ 0.84 ส่วนที่สามคือ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเต็มรวม 70 คะแนน โครงสร้างแบบวัดประกอบด้วยข้อคำถามแบบสองชั้นตอน (Two-tier) ที่เป็นแบบเลือกตอบพร้อมระบุเหตุผล (ตัวอย่างเช่น คำถามเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่ศูนย์กลางของวงกลมเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด โดยมีตัวเลือก ได้แก่ ก. ไม่เกิดสนามแม่เหล็ก ข. สนามแม่เหล็กที่ล้ากันหมด ค. สนามแม่เหล็กอยู่เฉพาะรอบขอบขดลวด ง. สนามแม่เหล็กเสริมกันทำให้มีค่ามากที่สุด พร้อมช่องให้ระบุคำอธิบายเพิ่มเติม) ร่วมกับข้อคำถามเชิงลึกที่ต้องเขียนอธิบายตามกรอบแนวคิดสากล Claim, Evidence, และ Reasoning โดยแบบวัดชุดนี้ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) จากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.57 ถึง 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นแอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.81 และส่วนสุดท้ายคือ แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญอยู่ระหว่าง 0.57 ถึง 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นแอลฟาของครอนบาคทั้งฉบับเท่ากับ 0.92

การจัดรูปแบบกระบวนการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลและแบบแผนปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการควบคู่กับการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action Research) โดยแบ่งออกเป็นสามระยะที่ชัดเจนระยะแรกเริ่มก่อนการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยให้ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียน โดยใช้เวลาในการทดสอบนอกเวลาเรียนชุดละ 60 นาที ระยะต่อมาคือระหว่างการทำทดลอง ผู้วิจัย



- E1 คือ Engagement หรือขั้นกระตุ้นความสนใจ ซึ่งในโมเดลนี้บูรณาการกับ Q-Question คือ การตั้งคำถามหรือระบุประเด็นปัญหา
E2 คือ Elaboration หรือขั้นขยายความรู้ ซึ่งบูรณาการกับ P-Predict และ O-Observe คือ การคาดคะเนและการสังเกตหรือทดลอง

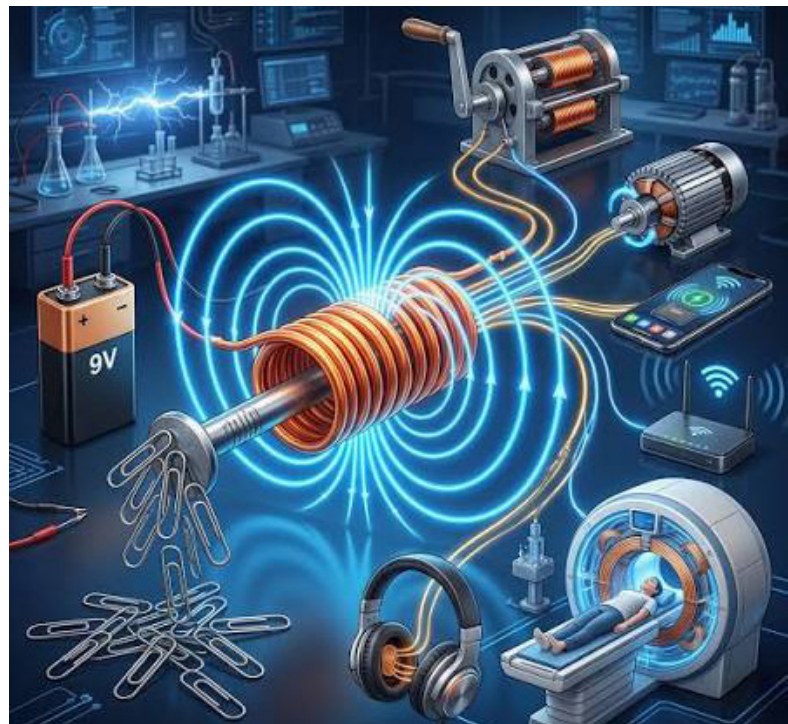
ได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 26 แผนไปปฏิบัติการสอนจริง พร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจประเมินร่องรอยการเขียนสรุปของผู้เรียนในรูปแบบบันทึกกิจกรรมย่อยเพื่อนำไปวิเคราะห์คำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ ในระยะนี้ผู้วิจัยได้ฝังกลไกระดับประคองทางปัญญา (Cognitive Scaffolding) โดยในแผนการสอนที่ 1 ถึง 5 จะจัดเตรียมกรอบข้อความนำทางหรือโครงสร้างประโยคชี้แนะเพื่อช่วยเหลือผู้เรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มปานกลางในการเรียบเรียงความคิด จากนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการลดการช่วยเหลือลงทีละน้อย (Fading) โดยทำการถอดข้อความนำทางออกทั้งหมดตั้งแต่แผนการสอนที่ 6 ไปจนถึงแผนการสอนที่ 26 เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายและเชื่อมโยงหลักการฟิสิกส์ได้อย่างเป็นอิสระ สำหรับระยะสุดท้ายหลังสิ้นสุดการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบและแบบวัดชุดเดิม พร้อมทั้งประเมินระดับความพึงพอใจ และนำข้อความบันทึกสะท้อนคิดมาวิเคราะห์เนื้อหาเชิงคุณภาพ

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมจัดการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับกลยุทธ์ QPOCER เรื่อง แม่เหล็กและไฟฟ้า ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E₁/E₂ พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E₁) ที่ได้จากการประเมินและสะสมคะแนนจากแบบบันทึกกิจกรรมในระหว่างเรียนมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 82.45 และ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₂) ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน (Post-test) ที่ครอบคลุมทั้งส่วนที่เป็นปรนัยเลือกตอบวัดเหตุผลและส่วนอัตนัยเขียนอธิบายเชิงลึกตามองค์ประกอบ CER มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 81.36 ส่งผลให้นวัตกรรมมีค่าประสิทธิภาพ E₁/E₂ เท่ากับ 82.45/81.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ในขั้นต้นคือร้อยละ 80/80 ทั้งนี้ การทดสอบประสิทธิภาพดังกล่าวจัดทำขึ้นเพื่อยืนยันว่าชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและมีความเหมาะสมเชิงกระบวนการก่อนนำไปใช้จริง ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยที่มุ่งพัฒนาและหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนอย่างมีมาตรฐาน

ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อพิจารณาคะแนนพัฒนาการและความก้าวหน้าทางการเรียนรู้รายบุคคลของผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าทางการเรียนรู้สะสมอยู่ที่ร้อยละ 83.96 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เป้าหมายขั้นต่ำที่ทางสถานศึกษาและสถานการณ์เรียนรู้คาดหวังไว้ที่ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญ

ในส่วนของผลลัพธ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน มาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ภายหลังการได้รับจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยจากการประเมินคะแนนเต็ม 25 คะแนน พบว่าก่อนเรียนผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 9.34 คะแนน มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.45 ในขณะที่หลังการทดลองเรียนรู้ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 18.86 คะแนน และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพจาก: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRbstuOuvcsj2FG2jHd-8Vdyvg6sl7RIUFTn6KNNB8czVOD25tWY9Ww-l1&s=10>

เท่ากับ 2.12 ซึ่งเมื่อทดสอบด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกันได้ค่าสถิติที่เท่ากับ 18.54 และมีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติต่ำกว่า .001 แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาการด้านความรู้ความเข้าใจเนื้อหาแม่เหล็กและไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด

สำหรับผลประเมินด้านความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่าผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีขนาดอิทธิพลของโคเฮน (Cohen's d) เท่ากับ 23.23 ซึ่งอยู่ในระดับสูงมาก เมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบตามกรอบแนวคิด CER พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกองค์ประกอบ โดยภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 18.94 เป็น 48.09 จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละของคะแนนพัฒนาการที่เพิ่มขึ้น 47.74 อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณารายองค์ประกอบพบว่าด้านการใช้เหตุผลสนับสนุน (Reasoning) มีพัฒนาการสูงที่สุด โดยคะแนนเฉลี่ยเพิ่มจาก 3.26 เป็น 15.60 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 61.70 รองลงมาคือ ด้านการระบุหลักฐาน (Evidence) เพิ่มจาก 5.66 เป็น 14.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 46.55 และด้านการสร้างข้อกล่าวอ้าง (Claim) เพิ่มจาก 10.03 เป็น 17.51 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 37.40 ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดให้มีพัฒนาการไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ในทุกองค์ประกอบ โดยด้านการใช้เหตุผลสนับสนุนมีทั้งคะแนนพัฒนาการและสัดส่วนคะแนนหลังเรียนสูงที่สุด ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาพัฒนาการเชิงคุณภาพจากการวิเคราะห์คำตอบของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนตามกรอบแนวคิด CER ในเรื่อง แม่เหล็กและไฟฟ้า พบการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน ดังตัวอย่างในตาราง 1

ตาราง 1 การเปรียบเทียบตัวอย่างคำตอบตามกรอบแนวคิด CER ก่อนและหลังเรียน

องค์ประกอบ	คำตอบก่อนเรียน (Pre-test)	คำตอบหลังเรียน (Post-test)	การวิเคราะห์พัฒนาการ ของผู้เรียน
ข้อกล่าวอ้าง (Claim: C)	เกิดสนามแม่เหล็กแรงขึ้น ที่ตรงกลาง	เกิดสนามแม่เหล็กที่ศูนย์กลางขดลวด วงกลมในทิศทางเดียวกันเสริมกัน ทำให้มีความเข้มสนามแม่เหล็กสูงสุด	ก่อนเรียน: ระบุข้อสรุปไม่สมบูรณ์ ขาดทิศทางและความชัดเจน หลังเรียน: สร้างข้อกล่าวอ้างได้ตรงประเด็น ครอบคลุมทั้งทิศทางและขนาด
หลักฐาน (Evidence: E)	ดูจากรูปที่มีขดลวดพันทับกัน หลายๆ รอบ	จากการทดลอง เมื่อกระแสไฟฟ้า (I) ไหลผ่านขดลวดวงกลมที่พันทับกัน N รอบเข็มทิศที่วาง ณ จุดศูนย์กลาง เกิดการเบี่ยงเบนมากที่สุด	ก่อนเรียน: อ้างอิงจากสิ่งที่เห็นภายนอก ไม่ใช่ข้อมูลจากการทดลอง หลังเรียน: นำข้อมูลการทดลองและตัวแปร เชิงประจักษ์มาระบุเป็นหลักฐาน
การให้เหตุผล (Reasoning: R)	เพราะลวดมันหนาขึ้น สนามแม่เหล็กเลยแรงขึ้น ตามไปด้วย	ตามกฎมือขวาและหลักการซ้อนทับ ของสนามแม่เหล็ก กระแสไฟฟ้าที่ ไหลผ่านขดลวดแต่ละรอบจะสร้าง สนามแม่เหล็กย่อยในทิศเดียวกัน ณ จุดศูนย์กลาง เมื่อพันขดลวด N รอบ สนามแม่เหล็กรวมจึงเท่ากับ N เท่า ของหนึ่งรอบ	ก่อนเรียน: อธิบายตามความรู้สึก ไม่ถูกต้องตามหลักการทางฟิสิกส์ หลังเรียน: สามารถเชื่อมโยงหลักฐานเข้ากับ ข้อกล่าวอ้าง โดยใช้ทฤษฎี/กฎทาง ฟิสิกส์ได้อย่างเป็นระบบ

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาแยกตามเนื้อหาย่อยทั้ง 5 หน่วยการเรียนรู้ พบว่าร้อยละพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนผันแปรอยู่ระหว่างร้อยละ 31.20 ถึง 35.40 ซึ่งล้วนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และผล การศึกษาด้านความพึงพอใจพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อภาพรวมของ นวัตกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 และมี ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.42

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ แบบ 5E ร่วมกับกลยุทธ์ QPOCER สามารถบรรลุประสิทธิภาพตาม เกณฑ์ที่กำหนด ทั้งยังช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พัฒนา ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทาง CER และ ส่งเสริมความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมี ประสิทธิภาพ โดยสามารถอภิปรายผลเชิงวิชาการแยกตามประเด็นสำคัญ ได้เป็นสามประการ ประการแรกคือ ความสำเร็จของประสิทธิภาพรวม ที่วัดได้เกิดจากการวางโครงสร้างโครงข่ายการเรียนรู้ที่สอดคล้องกัน อย่างเหมาะสม โดยผู้วิจัยนำวัฏจักรการสืบเสาะ 5 ขั้นตอนมาสร้างเป็น แกนหลักในการดำเนินกิจกรรมการสอนในชั้นเรียน ควบคู่กับการออกแบบ แบบบันทึกกิจกรรมรายบุคคลจำนวน 26 ชุดที่ทำหน้าที่กำหนดทิศทาง และลำดับขั้นของความคิด การจัดระเบียบกระบวนการเรียนรู้เช่นนี้ช่วย ป้องกันไม่ให้ผู้เรียนหลุดออกนอกขอบเขตเนื้อหา และส่งผลให้คะแนนเก็บ ระหว่างเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียนสอดคล้องกันอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับข้อค้นพบของ นกมล ดวงจิตร (2568) ที่ระบุว่ากระบวนการ

สืบเสาะเชิงรุกช่วยจัดระบบความรู้ในสมองและส่งเสริมความสามารถใน การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์รวมถึงส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ อย่างเป็นระบบ ประการที่สอง พัฒนาการความสามารถในการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นอย่างชัดเจนและมีขนาดอิทธิพลที่สูงมาก เป็นผลสัมฤทธิ์โดยตรงจากการนำกลยุทธ์ QPOCER มาฝังลงในสื่อและ แบบบันทึกกิจกรรมอย่างมีกลยุทธ์ โดยเฉพาะการใช้เทคนิคการประดับ ประครองและการลดการช่วยเหลือทางปัญญา การจัดรูปแบบให้มีโครงสร้าง ประโยชน์แนะชั่วคราวในช่วง 5 แผนการสอนแรก มีส่วนสำคัญอย่างยิ่ง ในการช่วยลดภาวะโหลดทางปัญญาที่มากเกินไปสำหรับกลุ่มผู้เรียนที่ เรียนอ่อนและปานกลาง ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียบเรียงความคิดและเขียน ระบุข้อสรุปได้ถูกทิศทาง และเมื่อผู้วิจัยดำเนินการถอดกรอบประโยคชี้แนะ ออกตั้งแต่แผนการสอนที่ 6 เป็นต้นไป ผู้เรียนจึงสามารถดึงพารามิเตอร์ เชิงตัวเลขที่ได้จากการทดลองจริงและการแสดงวิธีคำนวณทางฟิสิกส์มาทำ หน้าที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อใช้เป็นสะพานเชื่อมโยงเชิงตรรกะไปสู่ การอ้างอิงกฎหรือทฤษฎีได้อย่างเป็นอิสระและยั่งยืน สอดคล้องกับงานวิจัย ของ อริยพล ปรุงศักดิ์ (2564) และ ปิยนุช ชันทอง (2566) ที่ค้นพบ ตรงกันว่าโครงสร้างแบบ CER ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกช่วยพัฒนา ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และยกระดับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ ประการสุดท้าย การที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้นและผู้เรียนมีความพึงพอใจ ในระดับมากที่สุด เกิดจากการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนและ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยบทบาทของผู้สอนได้ปรับเปลี่ยนจากการ เป็นผู้บรรยายเนื้อหาหรือบอกสูตรสำเร็จลัด มาเป็นการทำหน้าที่เป็น

ผู้อำนวยการความสะอาดในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลองจริง วิเคราะห์ผลคำนวณ ตลอดจนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มเพื่อสร้างข้อสรุปเหตุผลด้วยตนเอง ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นและมีเจตคติเชิงบวกต่อวิชาฟิสิกส์ สอดคล้องกับกิตติพงษ์ พันธุระสรรค์ (2565) และ ธนพล สุขเกษม (2566) ที่พบว่ากระบวนการสืบเสาะร่วมกับเทคนิคที่เน้นการทำนาย การสังเกต และการอธิบายส่งผลเชิงบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ

องค์ความรู้ใหม่

ผลจากการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณร่วมกับการวิเคราะห์เนื้อหาคำตอบของผู้เรียน ทำให้ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์และตกผลึกโครงสร้างนวัตกรรมออกมาเป็นองค์ความรู้ใหม่ทางวิชาการที่เรียกว่า โมเดลระบบประคับประคองคิวฟิโอสี่อาร์ (QPOCER Scaffolding Model) ซึ่งเป็นแบบแผนนวัตกรรมสำหรับผู้สอนในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เนื้อหาที่มีความซับซ้อนและเป็นนามธรรมสูง โมเดลดังกล่าวระบุถึงความจำเป็นในการใช้โครงสร้างของวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ทำหน้าที่เป็นกรอบใหญ่ในการควบคุมทิศทางภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด ในขณะที่ใช้กลยุทธ์กระบวนการคิดย่อยของ QPOCER ทำหน้าที่ควบคุมพฤติกรรม การเรียนรู้และการเขียนสะท้อนความคิดของผู้เรียนในแต่ละรายชั่วโมงผ่านสื่อบันทึกกิจกรรม โดยกระบวนการทั้งหมดจะได้รับการหนุนเสริมด้วยกลไกการใส่ประโยคนำทางเพื่อประคับประคองปัญญาในระยะแรกและถอดออกเมื่อผู้เรียนเกิดความเชี่ยวชาญ องค์ความรู้ใหม่นี้ชี้ชัดว่าความสำเร็จในการเรียนฟิสิกส์จะเกิดขึ้นได้เมื่อครูสามารถปรับขั้นตอนการคำนวณเชิงตัวเลขให้ทำหน้าที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ในฝั่งของโครงสร้างเพื่อใช้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ผู้สอนวิชาฟิสิกส์สามารถนำโครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E บูรณาการร่วมกับ

กลยุทธ์ QPOCER ทั้ง 26 แผน และชุดบันทึกกิจกรรมเชิงรุกไปปรับประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทาง CER ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ในช่วงแรกของการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนควรใช้ประโยคชี้แนะ (Scaffolding) เพื่อประคับประคองและลดภาวะไหลตทางปัญญาของผู้เรียน โดยเฉพาะผู้เรียนกลุ่มอ่อนและปานกลาง แล้วจึงค่อยๆ ถอดกรอบการช่วยเหลือออกเมื่อผู้เรียนเกิดความเชี่ยวชาญ นอกจากนี้ ฝ่ายบริหารวิชาการของโรงเรียนควรสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ให้เพียงพอเพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลองจริง และนำข้อมูลตัวเลขจากการทดลองมาใช้เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ (Evidence) ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นรูปธรรม

สำหรับข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรขยายผลการศึกษาโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลองที่แท้จริง (True-Experimental Design) ที่มีกลุ่มควบคุม (Control Group) เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือทางสถิติ รวมทั้งควรศึกษาการใส่กลยุทธ์ QPOCER ร่วมกับตัวแปรอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น การวินิจฉัยและแก้ไขข้อผิดพลาดที่คลาดเคลื่อนทางฟิสิกส์ หรือการติดตามความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียนในระยะยาว

อย่างไรก็ตาม ในการควบคุมกลไกทางปัญญา ผู้สอนต้องรักษาวินัยในการจัดกิจกรรมโดยใช้โครงสร้างประโยคชี้แนะไว้เฉพาะในช่วงแรกของการฝึกฝน และต้องดำเนินการถอดถอนการช่วยเหลือออกในระยะต่อมาอย่างจริงจังเพื่อสร้างความคงทนและความเป็นอิสระในการคิดวิเคราะห์ให้เกิดแก่ตัวผู้เรียน นอกจากนี้ ผู้สอนรายวิชาเคมีหรือชีววิทยาสามารถนำโครงสร้างย่อยของแบบบันทึกกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการสรุปผลปฏิบัติการทดลองเพื่อฝึกทักษะการเขียนสรุปผลเชิงเหตุผลที่มีมาตรฐานระดับสากลให้เกิดขึ้นในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้

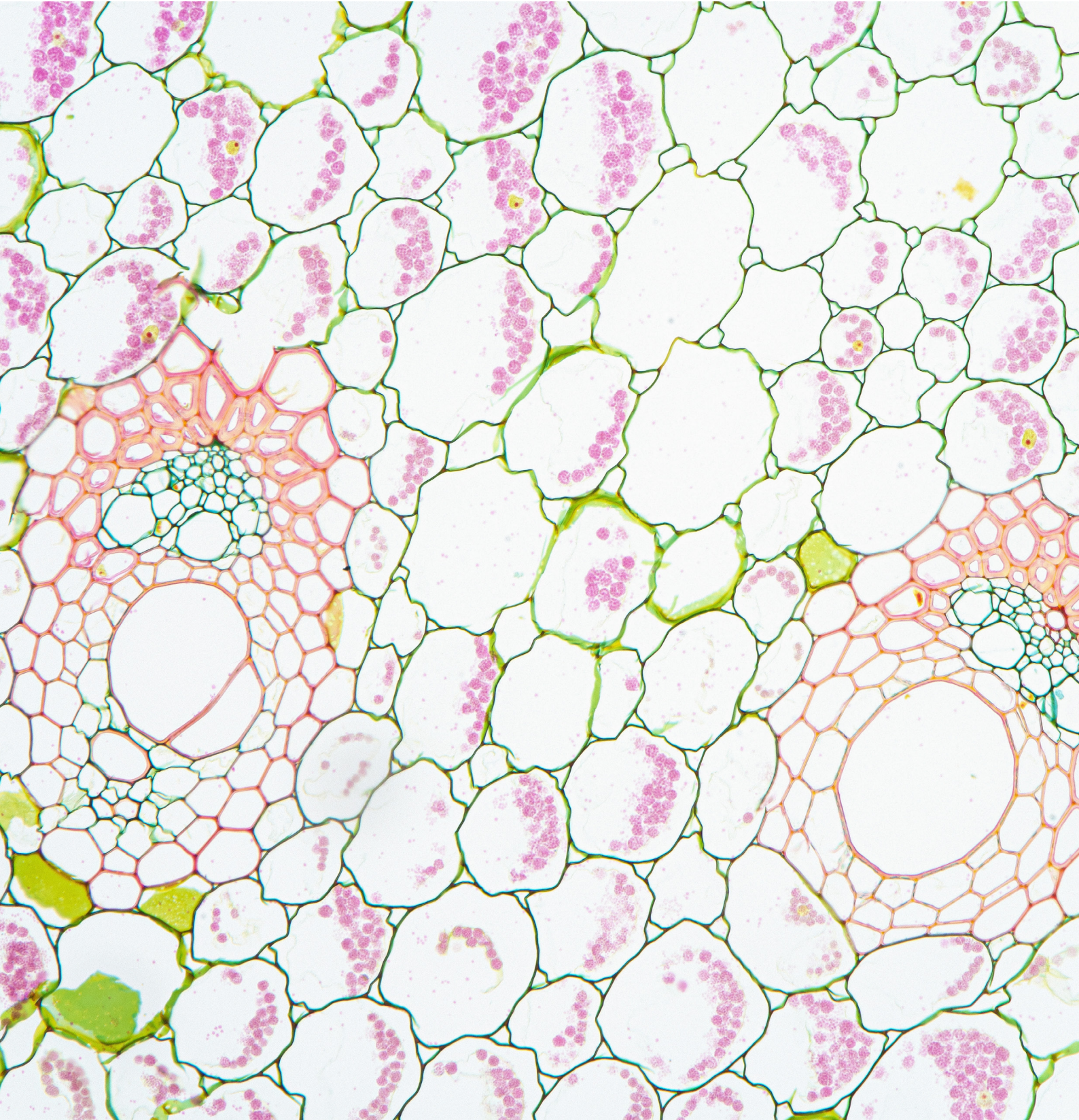


QR Code แบบบันทึกกิจกรรม
การจัดกิจกรรม

บรรณานุกรม

- Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E Instructional Model: creating teachable moments. NSTA Press.
- McNeill, K. L. & Krajcik, J. S. (2008). Inquiry and Scientific Explanations: helping students use evidence and reasoning. *Science as Inquiry in the Secondary Setting*, 121–134.
- Pedaste, M., et al. (2015). Phases of Inquiry-Based Learning: definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14: 47–61.
- Piaget, J. (1970). *Science of Education and the Psychology of the Child*. Viking Press.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิตติพงษ์ พันธุระสรรค์. (2565). ผลของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค POE ในวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 4(2): 75–85.
- กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ. (2567). รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ประจำปีการศึกษา 2566–2567. โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ.
- ธนพล สุขเกษม. (2566). การพัฒนามโนทัศน์ทางฟิสิกส์ด้วยกระบวนการ Predict–Observe–Explain. *วารสารวิจัยและนวัตกรรมการศึกษา*, 18(2): 73–89.
- นภดล ดวงจิต. (2568). กระบวนการสืบเสาะเชิงรุกด้วยวัฏจักร 5E เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. *วารสารนวัตกรรมการจัดการศึกษา*, 10(1): 45–58.
- ปัญหุ ชันทอง. (2566). การพัฒนาความสามารถในการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้กรอบ CER ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก. *วารสารวิทยาการการเรียนรู้และการสอน*, 4(1): 44–60.
- พัชรินทร์ รัตนจิราพันธ์. (2565). การใช้ Scaffolding เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ฟิสิกส์และการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์. *วารสารครุศาสตร์*, 50(3): 101–118.
- อริยพล ปรงศักดิ์. (2564). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกรอบแนวคิด CER เพื่อลดข้อบกพร่องในการแปลความหมายข้อมูลวิชาฟิสิกส์. *วารสารครุศาสตร์ฟิสิกส์*, 8(2): 89–104.

ใช้กล้องจุลทรรศน์ให้เป็น... สังเกตทักษะให้ชัด



“กล้องเลนส์ชนสไลด์มาก ๆ อะ เลยไม่กล้าปรับกล้อง”
“มองไปก็เห็นแค่แสง ไม่เห็นเซลล์แบบที่ครูบอกเลย ไม่รู้ต้องปรับตรงไหนก่อนครับ”
“ตอนแรกผมไม่เคยรู้เลยว่าต้องเริ่มจากเลนส์ 4x ทุกครั้ง”

เสียงสะท้อนเหล่านี้ไม่ใช่เรื่องแปลกในห้องปฏิบัติการชีววิทยาเพราะสำหรับนักเรียนหลายคนกล้องจุลทรรศน์ไม่ใช่อุปกรณ์ที่คุ้นชิน การปรับกล้องจุลทรรศน์จนมองเห็นเซลล์ได้อย่างชัดเจนจึงไม่ใช่เรื่องง่ายในครั้งแรกๆ

กล้องจุลทรรศน์เป็นเหมือน “ประตูสู่โลกจิ๋ว” ที่เปิดให้นักเรียนได้สำรวจความซับซ้อนของสิ่งมีชีวิตในระดับเซลล์ สังเกตสิ่งที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า และเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนกับประสบการณ์ตรงที่จับต้องได้ การใช้กล้องจุลทรรศน์ยังเป็นจุดเริ่มต้นในการฝึกฝนทักษะที่สำคัญ เช่น การสังเกต การลงมือปฏิบัติ และการแปลความหมายของสิ่งที่สังเกตอย่างมีเหตุผล

แต่การจัดปฏิบัติการใช้กล้องจุลทรรศน์ในห้องปฏิบัติการจริงยังมีความท้าทายไม่น้อย เช่น กล้องจุลทรรศน์มีจำนวนจำกัดไม่เพียงพอ

บางเครื่องชำรุด นักเรียนหลายคนขาดทักษะพื้นฐานในการใช้กล้องจุลทรรศน์ อีกทั้งครูไม่สามารถสังเกตทักษะการใช้กล้องของนักเรียนได้อย่างทั่วถึง จึงเพิ่มความเสี่ยงต่อการทำให้อุปกรณ์ที่มีราคาและมีความละเอียดอ่อนเสียหายได้ง่าย

เพื่อช่วยให้ครูสามารถประเมินทักษะการใช้กล้องของนักเรียนได้อย่างมีระบบ สสวท. ได้พัฒนา “แบบสังเกตทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ ใช้สังเกตเชิงประกอบ” สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แบบสังเกตนี้ออกแบบเพื่อให้ครูสามารถนำไปใช้ในห้องเรียนได้ ทั้งเพื่อการประเมินเพื่อพัฒนา (Formative Assessment) และใช้เป็นแนวทางในการฝึกทักษะของนักเรียนอย่างเป็นขั้นตอน โดยประเมินตั้งแต่การเริ่มใช้งานกล้องจุลทรรศน์ การปรับกล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาสไลด์ตัวอย่าง ไปจนถึงการเก็บกล้องจุลทรรศน์ รวมรายการประเมินทั้งหมด 7 รายการ ดังตาราง

ตาราง การประเมินทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์

รายการ	รายละเอียด	สัดส่วนคะแนน
A. การเริ่มใช้งานกล้องจุลทรรศน์	เปิดสวิตช์แหล่งกำเนิดแสงของกล้องจุลทรรศน์ ผู้ศึกษามองผ่านเลนส์ใกล้ตายตัวตาทั้งสองข้างในการสังเกตตัวอย่าง	2
B. การจัดวางสไลด์	วางสไลด์ที่ต้องการศึกษานบนแท่นวางวัตถุและยึดสไลด์เข้ากับที่จับของตัวเลื่อนสไลด์ เลื่อนให้ตัวอย่างบนสไลด์อยู่ตรงกลางช่องของแท่นวางวัตถุ	2
C. การปรับกำลังขยาย	เริ่มต้นศึกษาจากเลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยายต่ำสุด และค่อยๆ ปรับกำลังขยายสูงขึ้น โดยจับแป้นที่เลนส์ใกล้วัตถุติดอยู่ และผู้ศึกษาสามารถระบุกำลังขยายของภาพที่กำลังศึกษาได้	4
D. การปรับความชัดของภาพ	ปรับภาพโดยหมุนปุ่มปรับภาพหยาบให้เห็นภาพได้กล้อง จากนั้นปรับปุ่มปรับภาพละเอียดเพื่อให้ภาพชัด โดยไม่ใช้ปุ่มปรับภาพหยาบเมื่อใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยายสูง (40x)	3
E. การปรับตำแหน่งของภาพ	ใช้ตัวเลื่อนสไลด์เพื่อปรับตำแหน่งของสไลด์ให้บริเวณที่ต้องการศึกษาอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการภายใต้กล้องจุลทรรศน์	1
F. การปรับความสว่างของภาพ	ปรับปุ่มควบคุมระดับความเข้มแสงและ/หรือปรับไดอะแฟรม เพื่อให้ได้ภาพที่มีความสว่างที่เหมาะสม	1
G. การเก็บกล้องจุลทรรศน์	หมุนเลนส์ใกล้วัตถุจากที่กำลังศึกษาไปที่กำลังขยายต่ำสุด (4x) โดยไม่เลื่อนผ่านเลนส์ 100x แล้วนำสไลด์ออก ปิดสวิตช์แหล่งกำเนิดแสง เก็บสายไฟให้เรียบร้อย และยกกล้องจุลทรรศน์โดยจับที่แขนของกล้องและใช้มือรองที่ฐาน	3
คะแนนรวม		16

ในการสังเกตทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติใช้กล้องจุลทรรศน์ศึกษาสไลด์ตัวอย่างที่ครูกำหนดให้ เช่น สไลด์ลำต้นพืชตัดตามขวาง และครูจะสังเกตทักษะของนักเรียนโดยละเอียดรวมทั้งสังเกตภาพใต้กล้องจุลทรรศน์ที่นักเรียนปรับได้ในแต่ละกำลังขยาย โดยครูสามารถบันทึกข้อผิดพลาด ข้อควรระวัง หรือสิ่งที่นักเรียนปฏิบัติได้ดีในช่อง “ข้อสังเกต” เพื่อใช้ประกอบในการให้ Feedback กับนักเรียนหลังจากประเมินเพื่อให้นักเรียนพัฒนาทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างถูกต้อง สามารถดาวน์โหลดแบบประเมินทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบได้ที่ ipst.me/LMskill



แบบสังเกต
ทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ

วิธีการให้คะแนน: ทำได้ถูกต้อง = 1 ไม่ได้ถูกต้อง = 0

คำสั่งที่ 1

ให้นักเรียนสาธิตวิธีใช้กล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาสไลด์..... (เช่น สไลด์ลำต้นพืชตัดตามขวาง) เมื่อปรับจนได้ภาพที่เห็นชัดเจนและมีความสว่างเหมาะสมแล้วให้แจ้งครูเพื่อตรวจสอบภาพใต้กล้อง

ที่	รายการประเมิน	ทักษะ	คะแนน	ข้อสังเกต
1	เปิดสวิตช์แหล่งกำเนิดแสง	A. เริ่มใช้กล้องจุลทรรศน์		
2	วางสไลด์บนแท่นวางวัตถุและยึดด้วยที่จับสไลด์ (วางสไลด์โดยเลนส์ใกล้วัตถุอยู่ที่กำลังขยาย 4x และสไลด์ไม่กระทบกับเลนส์หรือตัวกล้อง)	B. จัดวางสไลด์		
3	ใช้ตัวเลื่อนสไลด์เลื่อนให้ตัวอย่างอยู่ตรงกลางช่องของแท่นวางวัตถุ โดยไม่มองผ่านเลนส์ใกล้ตา	B. จัดวางสไลด์		
4	เริ่มต้นศึกษาจากเลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยายต่ำสุด (4x) โดยไม่ข้ามไปศึกษาที่กำลังขยายอื่นก่อน	C. ปรับกำลังขยาย		
5	มองผ่านเลนส์ใกล้ตาด้วยตาทั้งสองข้างในระหว่างศึกษาสไลด์ (ไม่มองด้วยตาเดียว)	A. เริ่มใช้กล้องจุลทรรศน์		
6	ปรับปุ่มควบคุมระดับความเข้มแสงให้ได้ความสว่างที่เหมาะสมและ/หรือมีการใช้ไดอะแฟรม (☺☺ ครูให้คะแนนจากการตรวจสอบภาพใต้กล้อง)	F. ปรับความสว่างของภาพ		
7	ที่เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 4x ใช้ปุ่มปรับภาพหยาบปรับจนเห็นภาพชัดเจน (☺☺ ครูให้คะแนนจากการตรวจสอบภาพใต้กล้อง)	D. ปรับความชัดของภาพ		

☺☺ ครูตรวจสอบภาพใต้กล้องที่เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 4x ว่ามีความสว่างเหมาะสมและเห็นภาพชัดเจน

คำสั่งที่ 2

ให้นักเรียนปรับกล้องจุลทรรศน์ไปที่ละขั้นตอนเพื่อศึกษา..... (บริเวณที่จะศึกษา เช่น มัดท่อลำเลียง) ที่เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40x เมื่อปรับจนได้ภาพที่เห็นชัดเจนและมีความสว่างเหมาะสมแล้วให้แจ้งครูเพื่อตรวจสอบภาพได้กล้อง

ที่	รายการประเมิน	ทักษะ	คะแนน	ข้อสังเกต
8	เปลี่ยนไปยังเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายอื่น โดยหมุน Revolving Nosepiece หรือที่เรียกว่าแป้นที่เลนส์ใกล้วัตถุติดอยู่ (ไม่จับที่กระบอกเลนส์เพื่อหมุนเปลี่ยน)	C. ปรับกำลังขยาย		
9	ศึกษาต่อที่เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายถัดไป (10x) โดยไม่ข้ามไปศึกษาที่กำลังขยาย 40x ทันที	C. ปรับกำลังขยาย		
10	ที่เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 10x ใช้ปุ่มปรับภาพละเอียด	D. ปรับความชัดของภาพ		
11	ที่เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40x ใช้เฉพาะปุ่มปรับภาพละเอียดปรับจนเห็นภาพที่ชัด (! ห้ามใช้ปุ่มปรับภาพหยาบ) (👁️ ครูให้คะแนนจากการตรวจสอบภาพได้กล้อง)	D. ปรับความชัดของภาพ		
12	ใช้ตัวเลื่อนสไลด์เลื่อนให้บริเวณที่ต้องการศึกษาอยู่ในตำแหน่งตรงกลางของจอภาพ (👁️ ครูให้คะแนนจากการตรวจสอบภาพได้กล้อง)	E. ปรับตำแหน่งภาพ		
13	ระบุกำลังขยายของภาพที่กำลังศึกษาได้ถูกต้อง (👄 ครูให้คะแนนจากการถาม-ตอบคำถาม)	C. ปรับกำลังขยาย		

👁️ ครูตรวจสอบภาพได้กล้องที่เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40x ว่าเห็นภาพชัดเจนและบริเวณที่ต้องการศึกษาอยู่ตรงกลางจอภาพ จากนั้น
👄 ครูให้นักเรียนระบุว่าภาพที่นักเรียนเห็นมีขนาดใหญ่ขึ้นกี่เท่า ถ้าเลนส์ใกล้ตัวมีกำลังขยายเป็น 10x และนักเรียนกำลังศึกษาที่เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40x

คำสั่งที่ 3

เมื่อศึกษาเสร็จแล้ว ให้นักเรียนเก็บกล้องจุลทรรศน์ให้เรียบร้อย และยกกล้องจุลทรรศน์ไปเก็บ

ที่	รายการประเมิน	ทักษะ	คะแนน	ข้อสังเกต
14	เปลี่ยนจากเลนส์ใกล้วัตถุที่ศึกษาย้อนไปที่กำลังขยายต่ำสุด (4x) พร้อมเลื่อนแท่นวางวัตถุลง แล้วนำสไลด์ออก (! ห้ามหมุนผ่านเลนส์ใกล้วัตถุ 100x)	G. เก็บกล้องจุลทรรศน์		
15	ปิดสวิตช์แหล่งกำเนิดแสง	G. เก็บกล้องจุลทรรศน์		
16	เก็บสายไฟเรียบร้อย แล้วยกกล้องไปเก็บโดยจับที่แขนของกล้อง และใช้มือรองที่ฐานอย่างมั่นคง	G. เก็บกล้องจุลทรรศน์		

แนวทางการนำแบบสังเกตไปใช้

- เวลาที่ใช้ในการประเมินรายบุคคลคือประมาณ 15 - 20 นาที/คน
- สไลด์ตัวอย่างสามารถเลือกได้ตามบทเรียน เช่น สไลด์ลำต้นพืช ตัดตามขวาง สไลด์การแบ่งเซลล์ หรือสไลด์ตัวอักษร
- ก่อนเริ่มครูควรตรวจสอบความพร้อมของกล้องจุลทรรศน์ และเตรียมกล้องดังนี้

- ☐ วางกล้องจุลทรรศน์ในตำแหน่งที่ใช้งานได้สะดวก
- ☐ ปิดเครื่อง และปรับแสงอยู่ระดับต่ำสุด
- ☐ เลนส์ใกล้วัตถุอยู่ที่กำลังขยาย 4x
- ☐ แทนวางวัตถุอยู่ต่ำสุด
- ☐ จัดสไลด์ไว้ในกล้องสไลด์

ข้อควรระวังในการสังเกตทักษะ

ถ้าสังเกตว่านักเรียนกำลังจะทำให้เกิดความเสียหายกับกล้อง เช่น หมุนผ่านเลนส์ 100x โดยไม่ตั้งใจ ใช้ปุ่มปรับภาพหยกกับเลนส์ 40x ทำให้เลนส์ชนสไลด์ ให้หยุดนักเรียนทันที แล้วให้ดำเนินการขั้นตอนต่อไป โดยหลีกเลี่ยงการชี้หน้าโดยตรง

กล้องจุลทรรศน์เป็นอุปกรณ์พื้นฐานในวิชาชีววิทยา ปฏิบัติการในชั้นเรียนชีววิทยาที่ใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบมีทั้งการศึกษาโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ การศึกษาเนื้อเยื่อพืช โดยเป็นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ได้เรียนรู้จากการรวบรวมหลักฐานจริง รวมทั้งฝึกการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน

แต่การใช้กล้องจุลทรรศน์อย่างถูกต้องไม่ใช่เรื่องง่ายสำหรับนักเรียนทุกคน แบบสังเกตทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้พัฒนาและปรับปรุงจากการทดลองใช้จริงกับนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นครูมือใหม่



หรือครูมากประสบการณ์ แบบสังเกตนี้จะช่วยให้การจัดปฏิบัติการใช้กล้องจุลทรรศน์ในชั้นเรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เปิดโอกาสให้ครูได้ให้คำแนะนำอย่างตรงจุด และยังเป็นคู่มือที่ช่วยให้ครูมองเห็นขั้นตอนการลงมือปฏิบัติของนักเรียนได้อย่างเป็นระบบ 



บรรณานุกรม

- Azubuike, A. & Azubuike, A. S. (2014). Students' Common Difficulties in Manipulating Microscope Selected Schools in Kano State, Nigeria. *Creative Education*, 5(13): 1125–1131. <https://doi.org/10.4236/ce.2014.513127>.
- Eidesen, P. B. & Bjune, A. E. & Lang, S. I. (2023). "Show Me How to Use a Microscope" – The Development and Evaluation of Certification as Direct Assessment of Practical Lab Skills. *Ecology and Evolution*, 13(10): e10592. <https://doi.org/10.1002/ece3.10592>.
- นันทยา อัครอารีย์ ชวัญชนก ศรธาสาสุ และปณยาพร บริเวธานันท์. (2567). การศึกษาประสิทธิภาพของสื่อ Virtual Microscope ในการใช้ประกอบการเรียนเรื่องวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยวิธี Simulation-based Learning (รายงานวิจัยภายในไม่ได้ตีพิมพ์). สาขาเคมีและชีววิทยา. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2568). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

เมื่อโลกวิทยาศาสตร์ศึกษากำลังเปลี่ยนผ่าน: ถอดบทเรียนจากการประชุม NARST 2026



ภาพจาก: chrome-extension://efmnpnnibpcajpgcldefndmkaj/https://narst.org/sites/default/files/2026-04/NARST_2026_Conference_Program_updated_4-18-26.pdf

ท่ามกลางการประชุมของ NARST 2026 จัดขึ้น ณ เมืองซีแอตเทิล ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่เต็มไปด้วยนักวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากทั่วทุกมุมโลก สิ่งที่น่าทึ่งอย่างชัดเจนอาจไม่ใช่เพียงจำนวนงานวิจัยหรือเทคโนโลยีใหม่ที่ถูกนำเสนอ หากแต่เป็น “คำถามใหม่” ที่วงการวิทยาศาสตร์ศึกษากำลังร่วมกันตั้งขึ้นเพื่อเติมเต็มช่องว่างของงานวิจัย (Research Gap) งานวิจัยในงานประชุมวิชาการนี้ไม่ได้มุ่งเพียงแสวงหาวิธีสอน หรือการสร้างโมเดลการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น แต่กำลังย้อนกลับไปตั้งคำถามต่อเป้าหมายพื้นฐานของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ว่า ภายใต้การเข้ามามีบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (AI) การจัดการเรียนรู้ที่เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (Wicked Problems) และการรับมือความไม่แน่นอน สิ่งที่เกิดขึ้นใน NARST 2026 จึงไม่ได้สะท้อนเพียงแนวโน้มงานวิจัยใหม่ แต่ต้องให้หันกลับไปพิจารณาสิ่งที่มีความสำคัญกับการสร้างความเข้าใจเชิงลึก (Sensemaking) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) ความเสมอภาคทางการศึกษา (Equity) อัตลักษณ์ของผู้เรียน (Identity) ตลอดจนบทบาทของครูในการทำงานร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ ทั้งนี้ คำถามสำคัญที่ NARST 2026 กำลังส่งสัญญาณกลับมาหาวงการวิทยาศาสตร์ศึกษาไทย อาจไม่ใช่เพียงว่า “ควรสอนอะไร” แต่คือ “การศึกษาวissenschaftควรสร้างผู้เรียนแบบใด” ภายใต้โลกที่กำลังเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

การประชุม NARST คืออะไร และมีอิทธิพลอย่างไรต่อโลกวิทยาศาสตร์ศึกษา

National Association for Research in Science Teaching หรือ NARST เป็นองค์กรระดับโลกที่มุ่งมั่นพัฒนาการสอนและการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ผ่านการวิจัย และในปี ค.ศ. 2026 ได้มีการจัดประชุม NARST 2026 Annual International Conference ซึ่งเป็นเวทีวิชาการระดับนานาชาติ ด้านการวิจัยการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในระดับโลก โดยในปีนี้ จัดขึ้นระหว่างวันที่ 19 - 22 เมษายน พ.ศ. 2569 ณ เมือง Seattle ประเทศสหรัฐอเมริกา ทั้งนี้ NARST มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนองค์ความรู้ งานวิจัย และทิศทางการพัฒนาการเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์ การประชุมวิชาการประจำปีของ NARST จึงไม่ได้เป็นเพียงเวทีนำเสนอผลงานวิจัยทั่วไป แต่ถือเป็นพื้นที่กำหนดทิศทาง (Agenda-Setting Space) ของวงการวิทยาศาสตร์ศึกษาโลกที่นักวิจัย นักการศึกษา ผู้กำหนดนโยบาย และสถาบันผลิตครูจากหลากหลายประเทศใช้แลกเปลี่ยนข้อค้นพบ แนวคิด และประเด็นท้าทายใหม่ๆ ทางการศึกษา

นอกจากนี้ งานวิจัยและแนวคิดจำนวนมากที่กลายเป็นฐานสำคัญของวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน ล้วนมีจุดเริ่มต้นหรือถูกผลักดันผ่านเวที NARST ไม่ว่าจะเป็นแนวคิดเรื่อง Nature of Science (NOS), Inquiry-based Learning, Scientific Argumentation, STEM Education, Socio-scientific Issues, Equity in Science Education ตลอดจนงานด้านการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ กล่าวได้ว่า หลายแนวคิดที่ภายหลังถูกนำไปใช้ในหลักสูตรระดับชาติ กรอบการประเมินนานาชาติ เช่น PISA หรือแนวทางการพัฒนาครูในหลายประเทศก็เริ่มต้นจากการถกเถียงและพัฒนางานองค์ความรู้ภายในชุมชนวิชาการของ NARST ก่อนเสมอ

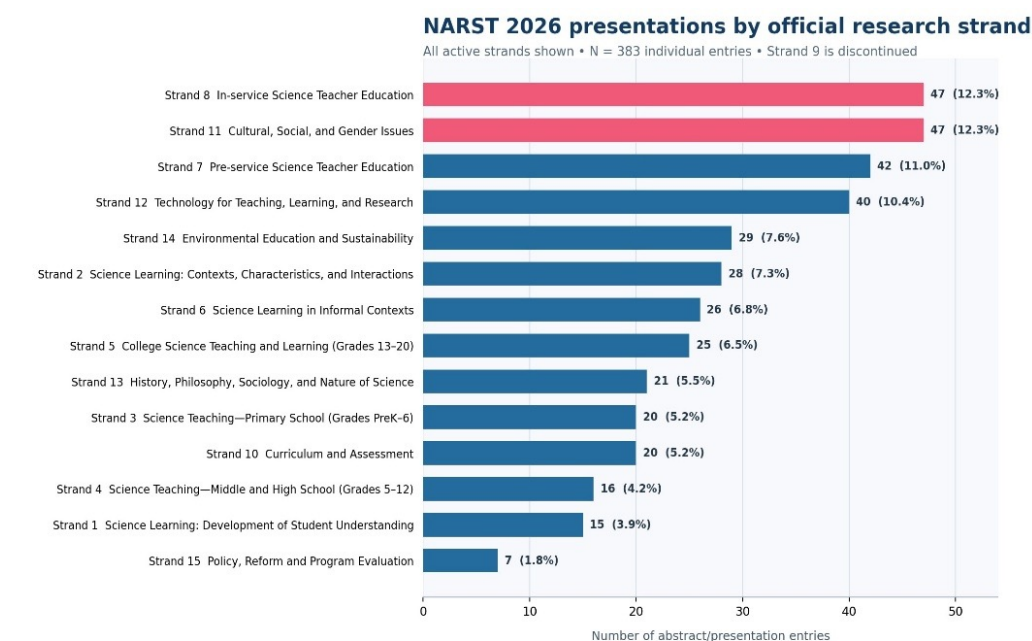
บทความฉบับนี้จึงไม่ได้มุ่งสรุปกิจกรรมหรือหัวข้อการประชุมทั้งหมด หากแต่ต้องการถอดบทเรียนจากประสบการณ์การเข้าร่วม

NARST 2026 โดยชวนให้ผู้อ่านมองภาพการเปลี่ยนผ่านของวงการวิทยาศาสตร์ศึกษาโลก และย้อนกลับมาตั้งคำถามต่อทิศทางการวิจัยและการจัดการเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบัน

ภาพรวมประเด็นการวิจัยและการเปลี่ยนผ่านของการเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์

หากพิจารณาภาพรวมของงานวิจัยที่นำเสนอใน NARST 2026 จะเห็นได้ว่า ประเด็นที่วงการวิทยาศาสตร์ศึกษาให้ความสนใจไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการเรียนรู้เนื้อหาของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึงการพัฒนาครู มิติทางสังคมและวัฒนธรรม เทคโนโลยี ตลอดจนสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน จากรายการนำเสนอทั้งหมด 383 รายการ แบ่งเป็น 15 Strand พบว่า งานด้านการศึกษาของครูมีสัดส่วนโดดเด่นที่สุด ทั้งนี้ เมื่อรวม Strand 7 การศึกษาของครูก่อนประจำการ และ Strand 8 การศึกษาของครูประจำการ มีจำนวน 89 รายการ หรือร้อยละ 23.2 ของทั้งหมด ขณะเดียวกัน Strand 11 ซึ่งครอบคลุมประเด็นทางวัฒนธรรม สังคม และเพศภาวะ มีจำนวนสูงถึงร้อยละ 12.3 ใกล้เคียงกับงานด้านเทคโนโลยีเพื่อการสอน การเรียนรู้ และการวิจัยใน Strand 12 ซึ่งมีจำนวนร้อยละ 10.4 ส่วนงานด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนใน Strand 14 มีจำนวน 29 รายการ หรือร้อยละ 7.6 การกระจายตัวของประเด็นวิจัยดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า วิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันกำลังขยายขอบเขตจากคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนควรรู้ไปสู่การพิจารณาว่าใครมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ การเรียนรู้เกิดขึ้นภายใต้บริบทใด และวิทยาศาสตร์ควรตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมและโลกอย่างไร ดังแสดงในภาพ 1

การเปลี่ยนผ่านดังกล่าวไม่ได้หมายความว่าเนื้อหาวิทยาศาสตร์กำลังหมดความสำคัญ แต่หมายถึงการตั้งคำถามที่มีความลึกซึ้งขึ้น เช่น เนื้อหาที่เป็นความรู้เฉพาะเรื่อง (Topic-Specific Content Knowledge) ตามกรอบแนวคิดการผนวกความรู้ร่วมกับวิธีการสอน (Pedagogical



ภาพ 1 ภาพรวมประเด็นวิจัยใน NARST 2026 สะท้อนการขยายของวิทยาศาสตร์ศึกษาระดับโลกไปสู่ประเด็นความเสมอภาคของการศึกษา การเรียนรู้ของครู เทคโนโลยี AI และประเด็นความยั่งยืน

Content Knowledge, PCK) ยังเพียงพอหรือไม่ หรือควรจำเป็นจะต้องออกแบบการสอนบนพื้นฐานของการบูรณาการหลายศาสตร์วิชา (Interdisciplinary) เพื่อแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน รวมถึงการตั้งคำถามที่สำคัญว่า ในห้องเรียนที่จัดตามแนวการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) รวมถึงการสร้างนวัตกรรม การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หรือการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้เรียนยังคงได้พัฒนาความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้งอยู่หรือไม่ งานวิจัยในด้านการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Practices) และด้าน STEM จำนวนมากจึงเริ่มหันกลับมาสนใจประเด็นเรื่อง ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรม (Epistemic Coherence) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และการสร้างแบบจำลอง เพราะในหลายกรณีผู้เรียนอาจสามารถสร้างชิ้นงานหรือบรรลุเป้าหมายของกิจกรรมได้สำเร็จ แต่ยังไม่สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ สอดคล้องกับงานของ Berland และคณะ (2016) ชี้ว่า การมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายความว่าผู้เรียนกำลังสร้างความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์เสมอไป ขณะที่ Krist และคณะ (2019) เสนอว่า ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ควรเปิดพื้นที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการสร้าง อธิบาย และประเมินความรู้ มากกว่าการทำกิจกรรมตามขั้นตอนเพียงอย่างเดียว

ประเด็นดังกล่าวสอดคล้องกับข้อถกเถียงสำคัญในวงการวิทยาศาสตร์ศึกษาปัจจุบันที่พยายามวิพากษ์การใช้กระบวนการสืบเสาะ (Inquiry) หรือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นลักษณะที่เน้นไปที่ “การจัดกิจกรรม” (Activity) มากกว่า “กระบวนการได้มาซึ่งความรู้” (Epistemic Engagement) ยิ่งไปกว่านั้นงานวิจัยด้านการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning) และการศึกษาด้านการสร้างความเข้าใจลึกซึ้งทางวิทยาศาสตร์ศึกษา (Sensemaking Science Education) แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับปรากฏการณ์จริงจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นความหมายของวิทยาศาสตร์มากกว่าการเรียนแบบแยกส่วนเนื้อหา (Krajcik, 2015)

ภาพเหล่านี้จึงสะท้อนว่า โลกวิทยาศาสตร์ศึกษาไม่ได้กำลังละทิ้งเนื้อหา แต่กำลังตั้งคำถามใหม่ว่าเราจะทำให้นิเวศวิทยาการศึกษา กลายเป็นเครื่องมือในการคิด อธิบาย และทำความเข้าใจโลกได้อย่างไร และนี่อาจเป็นหนึ่งในจุดเปลี่ยนสำคัญที่สุดของวงการวิทยาศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน

เมื่อ STEM ไทยยังแข็งแกร่งด้าน “กิจกรรม” แต่ยังมีช่องว่างด้านการอธิบายการเรียนรู้

เมื่อย้อนกลับมาองงานวิจัยสะเต็มศึกษาในประเทศไทย ภาพที่ปรากฏมีความน่าสนใจอย่างมาก งานวิจัยทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ ชาตรี ฝ่ายคำตาและคณะ (2566) ซึ่งวิเคราะห์บทความสะเต็มศึกษาไทยจำนวน 273 บทความจากฐานข้อมูล ThaiJO พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่กระจุกอยู่ที่ “การจัดการเรียนรู้” มากที่สุด ขณะที่งานด้านการวัดและประเมินผลมีน้อยมาก ภาพดังกล่าวสะท้อนว่า วงการวิทยาศาสตร์ศึกษาไทยกำลังให้ความสนใจอย่างมากในการพัฒนากิจกรรม

รูปแบบการสอน และนวัตกรรมการเรียนรู้ แต่ในอีกนัยหนึ่ง ก็ยังมีพื้นที่สำคัญให้ขยับต่อจากคำถามว่า “กิจกรรมนี้ได้ผลหรือไม่” ไปสู่คำถามที่ลึกซึ้งว่าผู้เรียนสร้างความหมายทางวิทยาศาสตร์อย่างไร ใช้หลักฐานอย่างไร และการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมีความเป็นวิทยาศาสตร์เพียงใด

ที่น่าสนใจคือ พบว่างานวิจัยสะเต็มศึกษาไทยส่วนใหญ่ใช้ระเบียบวิธีเชิงปริมาณถึงร้อยละ 83.42 ขณะที่งานวิจัยเชิงคุณภาพมีเพียงร้อยละ 10.7 และงานวิจัยผสมวิธีร้อยละ 5.88 ข้อค้นพบนี้ไม่ได้หมายความว่างานวิจัยเชิงทดลองหรือเชิงปริมาณไม่มีคุณค่า แต่กำลังสะท้อนว่างานวิจัยไทยจำนวนมากยังมุ่งตอบคำถามในลักษณะได้ผลหรือไม่ มากกว่าการอธิบายกระบวนการเรียนรู้ หรือผู้เรียนคิดและให้เหตุผลอย่างไรภายในกิจกรรมซึ่งเป็นประเด็นที่งานวิจัยระดับนานาชาติกำลังให้ความสำคัญมากขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะพบว่า ช่องว่างสำคัญของงานวิจัยไทย อาจไม่ใช่ว่าขาดแคลนกิจกรรมสะเต็ม แต่คือ การขาดงานวิจัยที่อธิบายกลไกการเรียนรู้ภายในกิจกรรมนั้นอย่างลุ่มลึก เพราะท้ายที่สุดแล้วคำถามสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อาจไม่ใช่เพียงว่าผู้เรียนทำอะไรได้ แต่คือผู้เรียนเข้าใจโลกผ่านวิทยาศาสตร์อย่างไร

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยไทยไม่ได้เริ่มจากศูนย์ งานวิจัยทบทวนแนวโน้มสะเต็มศึกษาไทยพบว่าระยะหลังเริ่มมีงานวิจัยที่เชื่อม STEM กับท้องถิ่น เศรษฐกิจพอเพียง อาชีพ และบริบทชุมชนมากขึ้น ทิศทางนี้มีคุณค่ามากเพราะสอดคล้องกับสิ่งที่ NARST 2026 กำลังชี้ว่า STEM ที่มีความหมายไม่ควรแยกออกจากชีวิตของผู้เรียนและสังคมรอบตัว แต่ประเด็นที่ต้องไปต่อคือ เราจะทำให้ STEM บนฐานชุมชนไม่หยุดเพียงการสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา แต่พาผู้เรียนไปสู่การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผล และการตัดสินใจบนหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้

ความเสมอภาค (Equity) ไม่ใช่เพียงการเข้าถึง แต่คือการมีตัวตนในห้องเรียนวิทยาศาสตร์

อีกหนึ่งประเด็นที่ปรากฏชัดมากใน NARST 2026 คือ การที่วงการวิทยาศาสตร์ศึกษาโลกตั้งคำถามว่าใครกำลังมีพื้นที่อยู่ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียนกำลังสอนนั้นเชื่อมโยงกับชีวิต ความรู้สึก และประสบการณ์ของผู้เรียนจริงหรือไม่ ประเด็นนี้ไม่ได้ถูกพูดผ่านข้อมูลเชิงสถิติหรือผลคะแนนเพียงอย่างเดียว แต่ถูกสะท้อนผ่าน Keynote Speaker ที่ทรงพลังอย่าง Melba Ayco ซึ่งใช้ทั้งการเคลื่อนไหว จังหวะดนตรี และเรื่องเล่าชีวิต เพื่อสื่อสารว่าการเรียนรู้ของมนุษย์ไม่ได้เกิดขึ้นผ่านสติปัญญาเพียงอย่างเดียว แต่เกี่ยวข้องกับร่างกาย อารมณ์ ความทรงจำ วัฒนธรรม และความรู้สึกว่าตนเองมีตัวตนอยู่ในพื้นที่การเรียนรู้นั้นด้วย

สิ่งที่ Melba พยายามกระตุ้นวงการวิทยาศาสตร์ศึกษาจึงอาจไม่ใช่เพียงเรื่องความเท่าเทียมทางการศึกษาในความหมายเดิมที่พูดถึงโอกาสหรือการเข้าถึงโรงเรียน แต่คือการตั้งคำถามว่าห้องเรียนวิทยาศาสตร์เปิดพื้นที่ให้ผู้เรียนได้ใช้ประสบการณ์ ภาษา วัฒนธรรม และตัวตนของตนเองในการเรียนรู้มากขึ้นน้อยเพียงใด เพราะในหลายครั้ง



ภาพ 2 Keynote Speaker ของ NARST 2026 สะท้อนการขยายความหมายของการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ไปสู่ Body, Emotion, Identity และ Social Imagination

ห้องเรียนวิทยาศาสตร์อาจเต็มไปด้วยเนื้อหาที่ถูกต้อง แต่กลับทำให้ผู้เรียน บางกลุ่มรู้สึกห่างไกลจากวิทยาศาสตร์มากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะเมื่อ วิทยาศาสตร์ถูกทำให้เป็นเรื่องของการท่องจำ การแข่งขัน หรือคำตอบ ที่มีเพียงแบบเดียว

ประเด็นนี้สอดคล้องกับแนวโน้มงานวิจัยใน NARST 2026 ที่ ให้ความสำคัญกับประเด็นทางสังคม วัฒนธรรม ภาษา ชุมชน และ ความแตกต่างของผู้เรียนมากขึ้น เห็นได้จาก Strand ด้านประเด็นทาง วัฒนธรรม สังคม และเพศภาวะ (Cultural, Social, and Gender Issues) ที่มีสัดส่วนสูงมากของงานวิจัยทั้งหมดในปีนี้ ซึ่งได้สะท้อนให้เห็นว่า วงการวิทยาศาสตร์ศึกษากำลังขยายจากการมองผู้เรียนในฐานะคนที่ ต้องรับความรู้ไปสู่การมองผู้เรียนในฐานะมนุษย์ที่มีภูมิหลัง ความเชื่อ ประสบการณ์ และวิธีมองโลกแตกต่างกัน

เมื่อย้อนกลับมามองบริบทไทยจะพบว่า ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา เริ่มมีงานที่พยายามขยายไปสู่การมองมนุษย์ในห้องเรียนมากขึ้น เช่น งานวิจัยด้านอัตลักษณ์ทาง STEM ของผู้เรียน งานวิจัยที่เชื่อมโยง วิทยาศาสตร์กับชุมชนท้องถิ่น งานวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน ตลอดจนงานวิจัยที่ใช้บริบทวัฒนธรรมและวิถีชีวิตของผู้เรียนในการ ออกแบบการเรียนรู้ นอกจากนี้ ยังเริ่มเห็นงานวิจัยที่ตั้งคำถามเกี่ยวกับ ความรู้สึกเป็นเจ้าของการเรียนรู้ ความมั่นใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และบทบาทของภาษาในห้องเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งสะท้อนว่า วงการศึกษาไทยเองก็กำลังเริ่มตระหนักว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อาจไม่ใช่เพียงกระบวนการทางความคิด แต่เป็นประสบการณ์ทางสังคม และความรู้สึกของผู้เรียนด้วย

อย่างไรก็ตาม หากมองอย่างตรงไปตรงมาห้องเรียน วิทยาศาสตร์ไทยจำนวนไม่น้อยยังคงให้ความสำคัญกับคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า การรับฟังวิธีคิดหรือประสบการณ์ของผู้เรียน บางครั้งผู้เรียนอาจเรียน วิทยาศาสตร์ได้คะแนนดี แต่ไม่เคยรู้สึกวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิต

ของตนเองจริงๆ คำถามสำคัญจึงอาจไม่ใช่เพียงว่า ผู้เรียนทุกคนเข้าถึง การศึกษาหรือยัง แต่คือ ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าตนเอง มีคุณค่า มีเสียง และมีที่ยืนอยู่ในโลกของวิทยาศาสตร์หรือไม่ เพราะ ทำายที่สุดแล้วการเรียนรู้ที่มีความหมายอาจเริ่มต้นจากช่วงเวลา que ผู้เรียน รู้สึกว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้อยู่ไกลจากชีวิตของเขาต่างหาก

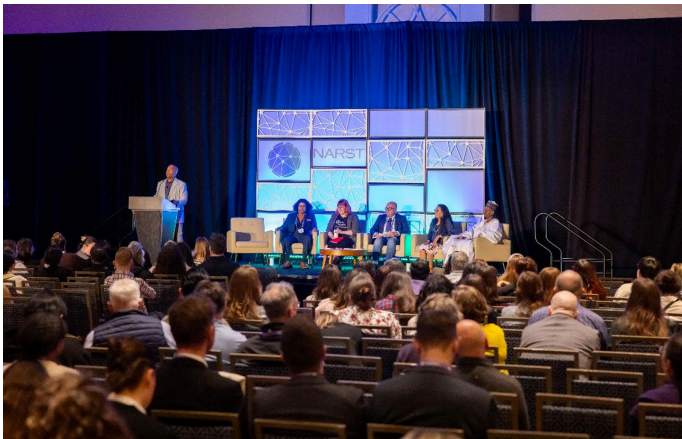
เมื่อการพัฒนาครูไม่ใช่เพียง “การอบรม” แต่คือการสร้างความสามารถในการตัดสินใจ

อีกหนึ่งประเด็นที่ปรากฏชัดใน NARST 2026 คือ การพัฒนาครู ไม่ได้ถูกมองเป็นเพียงการถ่ายทอดเทคนิค วิธีการสอน หรือรูปแบบกิจกรรม ใหม่ ๆ อีกต่อไป หากแต่กำลังขยับไปสู่การพัฒนาครูให้สามารถตัดสินใจ ผ่านการสังเกตการคิดของผู้เรียน การปรับการสอนให้สอดคล้อง และ เหมาะสมกับความต้องการที่หลากหลายของผู้เรียน รวมถึงการประเมิน ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้จริงท่ามกลางห้องเรียนที่ซับซ้อน (Complex Classroom) และเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา หลายงานวิจัยในการเตรียม ความพร้อมของครูก่อนประจำการให้ความสำคัญกับการเป็นผู้นำ การเปลี่ยนแปลง (Teacher Agency) และทักษะการปรับการสอน (Adaptive Expertise) ผ่านกระบวนการสะท้อนคิด (Reflective Practices) มากกว่าการใช้วิธีสอนสำเร็จรูปเพียงแบบเดียว

ภาพดังกล่าวสะท้อนผ่านสัดส่วนงานด้านการพัฒนาครูใน NARST 2026 ที่มีจำนวนสูงมาก ทั้งในกลุ่มครูก่อนประจำการและครู ประจำการรวมกันเกือบหนึ่งในสี่ของงานทั้งหมด แสดงให้เห็นว่า วงการ วิทยาศาสตร์ศึกษาโลกกำลังให้ความสำคัญกับครูในฐานะผู้ตัดสินใจทาง วิชาชีพมากกว่าผู้ปฏิบัติตามนโยบายหรือคู่มือการสอนเพียงอย่างเดียว แนวคิดนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Darling-Hammond และ Hyler (2020) ที่เสนอว่า การพัฒนาครูที่มีประสิทธิภาพควรเชื่อมโยงกับ การปฏิบัติจริง การสะท้อนคิด และการเรียนรู้ร่วมกันมากกว่าการอบรม ระยะสั้นที่แยกขาดจากบริบทห้องเรียน ขณะเดียวกัน งานวิจัยของ Opfer และ Pedder (2011) ก็ชี้ว่าการเรียนรู้ของครูเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและ สัมพันธ์กับทั้งตัวครู โรงเรียน และบริบททางสังคม ไม่สามารถพัฒนาได้ด้วย การส่งผ่านความรู้เพียงทางเดียว

เมื่อย้อนกลับมามองประเทศไทย แม้จะมีความพยายามพัฒนาครู อย่างต่อเนื่องทั้งในรูปแบบการอบรม ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ หรือ การพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะ แต่ในทางปฏิบัติระบบการพัฒนาครู จำนวนไม่น้อยยังคงให้ความสำคัญกับการทำตามรูปแบบมากกว่าการ สร้างความเข้าใจต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน และปรับตัวตามงานวิจัย การทบทวน แนวโน้มสะเต็มศึกษาไทยเองก็สะท้อนว่า งานวิจัยด้านการพัฒนาครูยังมี สัดส่วนค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับงานวิจัยด้านการจัดการเรียนรู้ ขณะที่ งานวิจัยจำนวนมากยังมุ่งวัดผลหลังการอบรมมากกว่าศึกษาว่าครูใช้ความรู้ ตัดสินใจหรือปรับการสอนในสถานการณ์จริงอย่างไร

คำถามสำคัญของการพัฒนาครูในอนาคตอาจไม่ใช่เพียงว่าครู ผ่านการอบรมอะไรมาแล้วบ้าง แต่คือ ครูสามารถอ่านห้องเรียน เข้าใจ ผู้เรียน และตัดสินใจทางวิชาชีพได้ดีเพียงใด เพราะในโลกที่การเรียนรู้



ภาพจาก: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://narst.org/sites/default/files/2026-04/NARST_2026_Conference_Program_updated_4-18-26.pdf

มีความหลากหลายและซับซ้อนขึ้นเรื่อยๆ ห้องเรียนวิทยาศาสตร์อาจไม่ต้องการครูที่ทำตามขั้นตอนได้สมบูรณ์แบบที่สุดเท่าที่นั่น แต่ต้องการครูที่สามารถปรับเปลี่ยน และสร้างการเรียนรู้ให้เหมาะกับนักเรียนจริงๆ ในแต่ละบริบทได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทส่งท้าย: คำถามที่ NARST 2026 ส่งกลับมาถึงเรา

ท้ายที่สุดแล้ว สิ่งที่ NARST 2026 สะท้อนอาจไม่ใช่เพียงทิศทางใหม่ของงานวิจัยวิทยาศาสตร์ศึกษาโลก แต่คือการกลับมาตั้งคำถามพื้นฐานอีกครั้งว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ควรมีความหมายต่อชีวิตผู้เรียนอย่างไร ในวันที่โลกเต็มไปด้วย AI ความขัดแย้งทางสังคมและปัญหาที่ไม่มีคำตอบตายตัว วิทยาศาสตร์ศึกษาอาจไม่สามารถยืนอยู่บนเป้าหมายเดิมที่เน้นเพียงการจดจำเนื้อหา การทำข้อสอบ หรือการผลิตชิ้นงานได้อีกต่อไป แต่ต้องขยับไปสู่การสร้างผู้เรียนที่สามารถตั้งคำถาม ใช้เหตุผล มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม และใช้ความรู้เพื่อตัดสินใจต่อโลกที่ซับซ้อนได้อย่างมีวิจารณญาณ

สำหรับประเทศไทย บทเรียนสำคัญจาก NARST 2026 อาจไม่ใช่การรับนำเทรนด์ใหม่มาใช้ให้ทันโลก หากแต่คือ การใช้แนวโน้มเหล่านี้เป็นกระจกสะท้อนว่าเรากำลังให้น้ำหนักกับอะไรในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และอะไรที่อาจยังขาดหายไป คำถามสำคัญของวิทยาศาสตร์ศึกษาอาจไม่ใช่เพียงว่าผู้เรียนได้รู้วิทยาศาสตร์มากแค่ไหน แต่คือวิทยาศาสตร์ได้เปลี่ยนวิธีที่ผู้เรียนมองโลก คิดต่อปัญหา และเข้าใจความเป็นมนุษย์ของตนเองมากน้อยเพียงใดต่างหาก



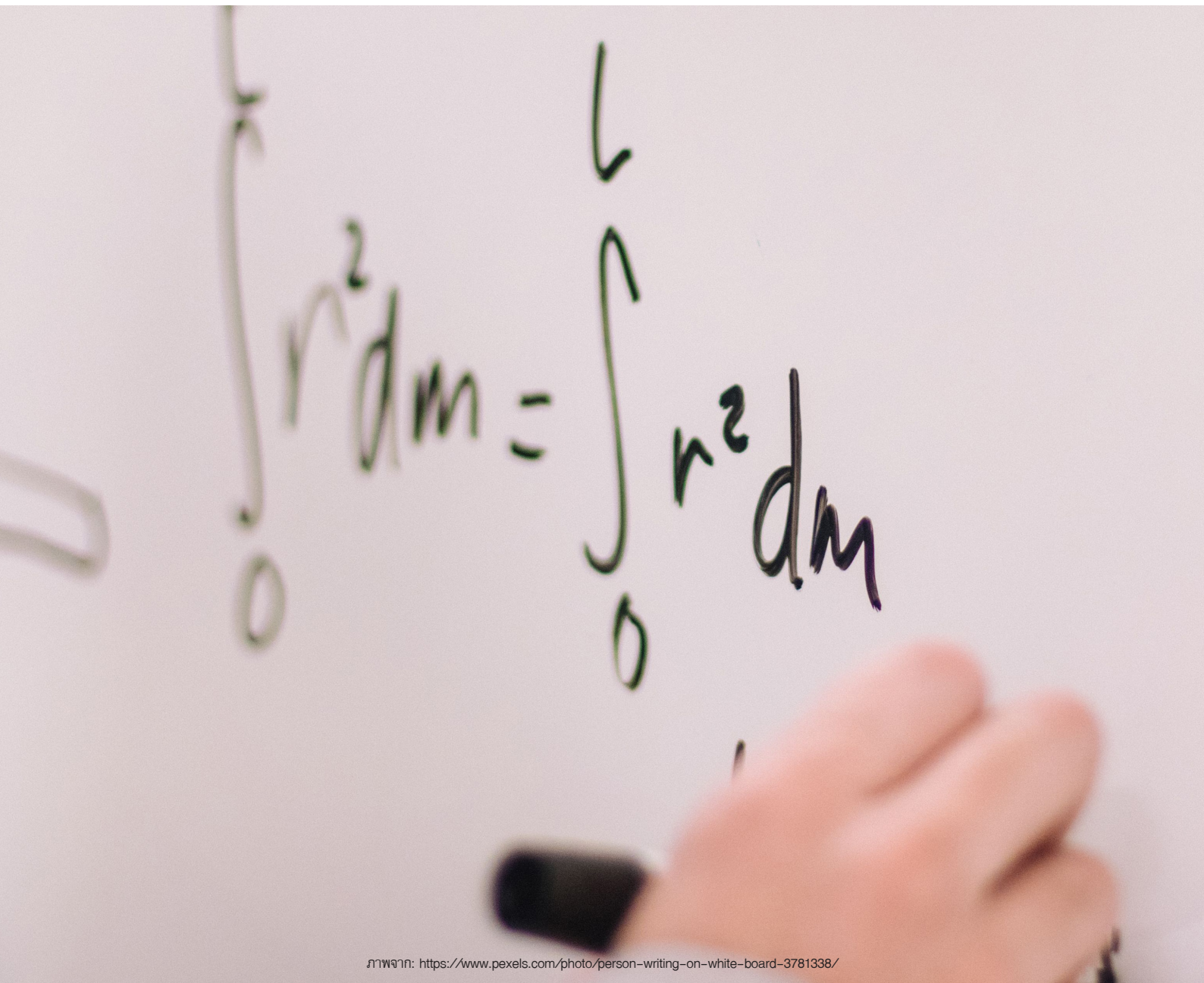
ภาพจาก: <https://pngtree.com/so/science-icon>

บรรณานุกรม

- Berland, L. K. & Schwarz, C. V. & Krist, C. & Kenyon, L. & Lo, A. S. & Reiser, B. J. (2016). Epistemologies in Practice: making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(7): 1082–1112. <https://doi.org/10.1002/tea.21257>.
- Darling–Hammond, L. & Hyler, M. E. (2020). Preparing Educators for the Time of COVID ... and Beyond. *European Journal of Teacher Education*, 43(4): 457–465. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1816961>.
- Krajcik, J. S. (2015). Three-Dimensional Instruction and Phenomenon-Based Learning. In *Science Education Through Multiple Literacies: project-based learning in elementary and middle school* (pp. 25–38). Springer.
- Krist, C. & Schwarz, C. & Reiser, B. J. (2019). Identifying Essential Epistemic Heuristics for Guiding Mechanistic Reasoning in Science Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 28(2): 160–205. <https://doi.org/10.1080/10508406.2018.1510404>.
- Opfer, V. D. & Pedder, D. (2011). Conceptualizing Teacher Professional Learning. *Review of Educational Research*, 81(3): 376–407. <https://doi.org/10.3102/0034654311413609>.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา มุสตาเก็ม อาแว ณภัทร สุชนฤเศรษฐกุล และปริญญา มังฉา. (2566). แนวโน้มการวิจัยด้านสะเต็มศึกษาในประเทศไทย. *ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 7(1): 29–43.

งานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Tasks)

เครื่องมือการประเมินที่สะท้อนการเรียนรู้ของผู้เรียน



ภาพจาก: <https://www.pexels.com/photo/person-writing-on-white-board-3781338/>

ผลการประเมิน PISA (Programme for International Student Assessment) จากอดีตจนถึงปัจจุบันสะท้อนให้เห็นว่า ผู้เรียนของไทยยังมีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง หรือที่เรียกว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) อยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐานนานาชาติของ OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) เป็นผลมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน คณิตศาสตร์ยังขาดการออกแบบให้ผู้เรียนได้ฝึกการใช้ความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย มีความสมจริง และเป็นปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตประจำวัน

National Council for Teachers of Mathematics (2014) เสนอว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Tasks) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง สามารถสร้างองค์ความรู้และค้นหายุทธวิธีที่หลากหลายที่สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ โดยงานทางคณิตศาสตร์จะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของวีรวรรณ ไทยฆ่า สกล ตั้งเก้าสกุล และณัฐพัชญ์ มุกดา (2567) ที่ชี้ให้เห็นว่างานทางคณิตศาสตร์สามารถช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ โดยลักษณะสำคัญของงานทางคณิตศาสตร์ควรประกอบด้วย 1) งานต้องเป็นสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงที่มีบริบทใกล้ตัวผู้เรียน 2) คำถามที่ใช้ในงาน ต้องกระตุ้นให้ผู้ตอบแสดงแนวความคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ การใช้คณิตศาสตร์ การตีความและการประเมินผลลัพธ์ 3) งานต้องเป็นปัญหาแบบเปิด และ 4) งานต้องเป็นปัญหาที่มีความท้าทาย

งานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Tasks) เป็นกิจกรรมในชั้นเรียนที่มีวัตถุประสงค์เพื่อดึงความสนใจของผู้เรียนไปที่แนวคิดทางคณิตศาสตร์เฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่ง กิจกรรมเฉพาะทางที่ครูนำเสนอจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ โดยจะดึงเอาแนวคิด ขั้นตอน และทักษะต่าง ๆ ออกมา ซึ่งช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน (Stein et al., 1996; Paredes et al., 2020) โดย National Council of Teachers of Mathematics (2014) ได้แบ่งงานทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ระดับความสามารถทางปัญญาที่ใช้ปฏิบัติงานตามกรอบแนวคิดของ Stein et al. (1996) ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) Lower-level Demands (Memorization) 2) Lower-level Demands (Procedures without Connections) 3) Higher-level Demands (Procedures with Connections) และ 4) Higher-level Demands (Doing Mathematics)

สำหรับบทความนี้ ผู้เขียนจำแนกงานทางคณิตศาสตร์ตามระดับ

ความท้าทายและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยประยุกต์จากหลักการออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ ซึ่งเสนอโดย Papert (1980) และ Resnick (2017) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ “พื้นล่าง-เพดานสูง-กำแพงกว้าง” (Low Floor, High Ceiling, and Wide Walls) ทั้งนี้ หากนำมาเทียบเคียงกับแนวคิดการแบ่งระดับงานของ National Council of Teachers of Mathematics (2014) จะพบว่า พื้นล่าง (Low Floor) จะมีความสอดคล้องกับงานระดับ Memorization และ Procedures without Connections ขณะที่เพดานสูง (High Ceiling) จะสอดคล้องกับงานระดับ Procedures with Connections และกำแพงกว้าง (Wide Walls) จะสอดคล้องกับงานระดับ Doing Mathematics โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. พื้นล่าง (Low Floor) หรืองานระดับพื้นฐาน เป็นงานที่ทุกคนในชั้นเรียนสามารถเข้าถึงและเริ่มต้นทำได้ เน้นการใช้ความรู้ความจำฝึกทักษะการแก้ปัญหาตามขั้นตอน ไม่มีการเชื่อมโยงความรู้ และมีคำตอบเพียงคำตอบเดียว

2. เพดานสูง (High Ceiling) หรืองานระดับเชื่อมโยง เป็นงานที่เปิดกว้างให้มีการใช้ความคิดที่ลึกซึ้งขึ้น เน้นการอธิบายแนวคิดและวิธีการในการแก้ปัญหา แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนโดยมีการเชื่อมโยงความรู้ มีลักษณะเป็นปัญหาแบบเปิด สามารถแก้ปัญหได้หลายวิธี แต่มีเป้าหมายเพียงเป้าหมายเดียว

3. กำแพงกว้าง (Wide Walls) หรืองานระดับขยายความคิด เป็นงานที่มีพื้นที่ให้ผู้เรียนสำรวจเส้นทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ใช้ระดับการคิดขั้นสูง เน้นการลงมือทำกิจกรรม ใช้ความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียนในการหาแนวทางการแก้ปัญหา เป้าหมายแบบเปิด มีผลลัพธ์ได้หลายแบบขึ้นอยู่กับผู้เรียนและประสบการณ์ของผู้เรียน เปิดกว้างให้มีการต่อยอดความคิดสำหรับผู้ที่ก้าวหน้า

ผู้เขียนขอยกตัวอย่าง งานทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ระดับ โดยใช้เนื้อหาเรื่องเศษส่วนและจำนวนคละ และเลือกบริบทงานที่เหมาะสมกับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

ตัวอย่าง 1 พนักงานนั่งขนมมือโปร (งานระดับพื้นฐาน)

สถานการณ์: โรงเรียนวัดหนองคนที(พลาญกุล) ดำเนินโครงการจัดจำหน่ายขนมกุยช่าย โดยนั่งขนมเป็นถาดขนาดใหญ่ (1 ถาด ตัดแบ่งได้เป็น 12 ชิ้น) นักเรียนได้รับมอบหมายจัดเตรียมขนมให้ถูกต้องเท่ากับปริมาณที่ลูกค้าสั่ง ดังนี้

- ลูกค้าคนที่ 1 สั่งขนม 6 ชิ้น
- ลูกค้าคนที่ 2 สั่งขนม 45 ชิ้น
- ลูกค้าคนที่ 3 สั่งขนม 28 ชิ้น

คำถาม: ลูกค้าแต่ละคนสั่งขนมปริมาณเท่าใดของถาด นักเรียนจะต้องนั่งขนมอย่างน้อยกี่ถาด และถ้าจำหน่ายแล้วจะเหลือขนมกี่ชิ้น

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณปริมาณขนมที่ลูกค้าแต่ละคนสั่ง
วิธีคิด ลูกค้าคนที่ 1 สั่งขนม 6 ชิ้น

$$\frac{6}{12} = \frac{6 \div 6}{12 \div 6} = \frac{1}{2}$$

ดังนั้น ลูกค้าคนที่ 1 สั่งขนม $\frac{1}{2}$ ของถาด (0.5 คะแนน)

ลูกค้าคนที่ 2 สั่งขนม 45 ชิ้น

$$\frac{45}{12} = \frac{45 \div 3}{12 \div 3} = \frac{15}{4} = 3\frac{3}{4}$$

ดังนั้น ลูกค้าคนที่ 2 สั่งขนม $3\frac{3}{4}$ ของถาด (1 คะแนน)

ตัวอย่าง 1 (ต่อ) พนักงานนั่งขนมมือโปร (งานระดับพื้นฐาน)



ที่มา: Open AI

ลูกค้าคนที่ 3 สั่งขนม 28 ชิ้น

$$\frac{28}{12} = \frac{28 \div 4}{12 \div 4} = \frac{7}{3} = 2\frac{1}{3}$$

ดังนั้น ลูกค้าคนที่ 3 สั่งขนม $2\frac{1}{3}$ ของถาด
(0.5 คะแนน)

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณจำนวนขนมที่ต้องนั่ง

วิธีคิด จำนวนขนมทั้งหมด $6 + 45 + 28 = 79$ ชิ้น

$$\text{คิดเป็นอย่างน้อย } \frac{79}{12} = 6\frac{7}{12} \approx 7 \text{ ถาด}$$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาขนมที่เหลือ

วิธีคิด ปริมาณขนมที่ลูกค้าสั่ง $6\frac{7}{12}$ ถาด

เมื่อนักเรียนนั่งขนมทั้งหมด 7 ถาด

$$\text{จึงเหลือขนม } 7 - 6\frac{7}{12} = \frac{5}{12} \text{ ถาด}$$

หรือเหลือขนม 5 ชิ้น (1 คะแนน)

ตัวอย่าง 2 ชมรมขายขนม (งานระดับเชื่อมโยง)

สถานการณ์: นักเรียนได้รับมอบหมายให้จัดเตรียมขนมไทยทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ ขนมชั้น ขนมฟักทอง เปียกปูนใบเตย ตะโก้เผือก และวุ้นกะทิ สำหรับนักเรียนชั้น ป.5 คนละเท่าๆ กัน รวมขนมทั้งหมด 8 ถาด (1 ถาด ใส่ขนมได้เพียง 1 ชนิด) จากการเก็บข้อมูลความชอบขนมไทยของนักเรียนชั้น ป.5 ทั้งหมด พบว่า

- นักเรียนชอบขนมชั้น 15 คน
- นักเรียนชอบขนมฟักทอง 7 คน
- นักเรียนชอบเปียกปูนใบเตย 5 คน
- นักเรียนชอบตะโก้เผือก 3 คน
- นักเรียนชอบวุ้นกะทิ 10 คน

คำถาม: นักเรียนจะจัดขนมไทยแต่ละชนิดอย่างไร ให้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับความชอบของเพื่อนๆ ได้ขนมไทยรวมทั้งหมด 8 ถาดพอดี พร้อมอธิบายเหตุผล



ภาพจาก: https://img.magnific.com/free-vector/sweet-bakery-dessert-with-strawberry_1308-106559.jpg?semt=ais_hybrid&w=740&q=80

เกณฑ์การประเมินงาน ชมรมชายชนม

องค์ประกอบ	ระดับคุณภาพงาน		
	ยอดเยี่ยม (3 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)	กำลังพัฒนา (1 คะแนน)
1. การคำนวณจำนวนชนมไทย	คำนวณจำนวนชนมไทยถูกต้องทั้งหมด	คำนวณจำนวนชนมไทยถูกต้องอย่างน้อย 4 ชนิด	คำนวณจำนวนชนมไทยถูกต้องอย่างน้อย 3 ชนิด
2. การจัดเตรียมชนมไทย	จัดเตรียมจำนวนถาดชนมไทยแต่ละชนิดสอดคล้องกับความชอบของนักเรียนชั้น ป.5 และรวมทั้งหมด 8 ถาดพอดี	จัดเตรียมจำนวนถาดชนมไทยแต่ละชนิดสอดคล้องกับความชอบของนักเรียนชั้น ป.5 แต่รวมไม่เท่ากับ 8 ถาด	จัดเตรียมจำนวนถาดชนมไทยแต่ละชนิดไม่สอดคล้องกับความชอบของนักเรียนชั้น ป.5 และรวมไม่เท่ากับ 8 ถาด
3. การให้เหตุผล	ให้เหตุผลในการจัดเตรียมชนมไทยโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสอดคล้องกับความชอบของนักเรียนชั้น ป.5 ได้สมเหตุสมผล และชัดเจน	ให้เหตุผลในการจัดเตรียมชนมไทยโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสอดคล้องกับความชอบของนักเรียนชั้น ป.5 ได้สมเหตุสมผล แต่ไม่ชัดเจน	ให้เหตุผลในการจัดเตรียมชนมไทยโดยไม่ได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และไม่สอดคล้องกับความชอบของนักเรียนชั้น ป.5

ตัวอย่างการตอบ

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาจำนวนผู้เรียนสำหรับชนม 1 ถาด

จากการสำรวจพบว่าผู้เรียนทั้งหมด $15 + 7 + 5 + 3 + 10 = 40$ คน

ดังนั้น ชนม 1 ถาด สำหรับผู้เรียน $40 \div 8 = 5$ คน

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาจำนวนถาดชนมตามความชอบของผู้เรียน

พิจารณาจากข้อมูลความชอบของผู้เรียน (ใช้เกณฑ์การประเมินข้อที่ 1)

- ผู้เรียนชอบชนมชั้น 15 คน คิดเป็น $\frac{15}{5} = 3$ ถาด
- ผู้เรียนชอบชนมผักทอง 7 คน คิดเป็น $\frac{7}{5} = 1\frac{2}{5} = 1.4$ ถาด
- ผู้เรียนชอบเป็ยกปูนใบเตย 5 คน คิดเป็น $\frac{5}{5} = 1$ ถาด
- ผู้เรียนชอบตะไกวเผือก 3 คน คิดเป็น $\frac{3}{5} = 0.6$ ถาด
- ผู้เรียนชอบวันกะทิ 10 คน คิดเป็น $\frac{10}{5} = 2$ ถาด

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลความชอบของผู้เรียน จะได้ว่า ต้องจัดเตรียมชนมชั้น 3 ถาด เป็ยกปูนใบเตย 1 ถาด วันกะทิ 2 ถาด รวมเป็น 6 ถาด เหลืออีก 2 ถาด

จากโควตาถาดที่เหลือ 2 ถาด พิจารณาจากหลักการประมาณทศนิยม พบว่า ควรจัดเตรียมชนมผักทอง $1.4 \approx 1$ ถาด และจัดเตรียมตะไกวเผือก $0.6 \approx 1$ ถาด (เพื่อให้ผู้เรียนที่ชอบเป็นส่วนน้อย ได้ทานชนมที่ชอบด้วย) (ใช้เกณฑ์การประเมินข้อที่ 3 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยให้หลักการประมาณทศนิยม รวมกับการให้ความสำคัญเกี่ยวกับความชอบของผู้เรียนส่วนน้อย)

ดังนั้น ผู้เรียนจะจัดเตรียมขนม ดังนี้ ขนมชั้น 3 ถาด ขนมฟักทอง 1 ถาด เปียกปูนใบเตย 1 ถาด ตะโก้เผือก 1 ถาด และวุ้นกะทิ 2 ถาด รวมทั้งหมด 8 ถาดพอดี (ใช้เกณฑ์การประเมินข้อที่ 2 จัดเตรียมขนมแต่ละชนิดสอดคล้องกับความชอบของผู้เรียน) โดยตัดแบ่งขนมในแต่ละถาดดังนี้



ที่มา: Open AI

การจัดเตรียม ขนมชั้น เปียกปูนใบเตย และวุ้นกะทิ มีจำนวนผู้เรียนที่ชอบพอดีกับจำนวนถาดขนม (1 ถาด รับประทาน 5 คน) ในการตัดแบ่งขนมในถาดจึงสามารถตัดแบ่งเป็น 5 ชิ้น เท่าๆ กัน ได้ (ผู้เรียนได้ทานคนละ 1 ชิ้น) แต่ถ้าแบ่งขนมฟักทอง และตะโก้เผือก ออกเป็นถาดละ 5 ชิ้น พบว่ามีผู้เรียน 2 คนที่ชอบทานขนมฟักทอง แต่ไม่ได้ทานขนมฟักทองเลย ได้ทานตะโก้เผือกแทน ดังนั้น ในถาดของขนมฟักทองและตะโก้เผือกอาจจะแบ่งขนมเป็นจำนวนชิ้นเล็กลง เช่น แบ่งเป็นถาดละ 10 ชิ้น ผู้เรียนได้ทานขนมคนละ 2 ชิ้น โดยจัดแบ่งขนม ดังนี้

ผู้เรียนที่ชอบตะโก้เผือก 3 คน ได้ตะโก้เผือกคนละ 2 ชิ้น รวม 6 ชิ้น เหลือตะโก้เผือก 4 ชิ้น

ผู้เรียนที่ชอบขนมฟักทอง 7 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ผู้เรียน 3 คน ได้รับขนมฟักทองคนละ 2 ชิ้น รวม 6 ชิ้น

กลุ่มที่ 2 ผู้เรียน 4 คน ได้รับขนมฟักทอง 1 ชิ้น ตะโก้เผือก 1 ชิ้น

การแบ่งขนมในถาดให้เล็กลงในลักษณะนี้จะทำให้ผู้เรียนทุกคนได้รับประทานขนมที่ตนเองชอบ



ที่มา: Open AI

ตัวอย่าง 3 กลยุทธ์ลับ นักขายขนมไทย (งานระดับขยายความคิด)

สถานการณ์: นักเรียนได้รับมอบหมายให้จัดขนมไทยให้กับนักเรียนชั้น ป.1 - 3 ในกิจกรรมการอบรมบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย โดยทุกคนจะได้รับขนมอย่างน้อยคนละ 2 ชิ้น (1 ถาด มีขนม 12 ชิ้น) นักเรียนชั้น ป.1 มีจำนวน 30 คน นักเรียนชั้น ป.2 มีจำนวน 26 คน และนักเรียนชั้น ป.3 มีจำนวน 28 คน จากการตรวจสอบขนมไทยพบว่า มีขนมไทยแต่ละชนิดเหลืออยู่ดังนี้

- ขนมชั้น 48 ชิ้น
- ขนมฟักทอง 30 ชิ้น
- เปียกปูนใบเตย 42 ชิ้น
- ตะโก้เผือก 24 ชิ้น
- วุ้นกะทิ 36 ชิ้น

นักเรียนจะออกแบบการจัดขนมไทยใส่ถาดให้กับนักเรียนแต่ละชั้นอย่างไร ให้ขนมไทยแต่ละถาดต้องมีขนมอย่างน้อย 3 ชนิด เพื่อความสวยงาม น่ารับประทาน เหมาะสมกับจำนวนนักเรียนในแต่ละชั้น และมีขนมเหลือน้อยที่สุด พร้อมอธิบายเหตุผล (ตัวอย่าง ถาดที่ 1 มีขนมชั้น 4 ชิ้น เปียกปูนใบเตย 4 ชิ้น และวุ้นกะทิ 4 ชิ้น)

เกณฑ์การประเมินงาน กลยุทธ์ลับ นักขายขนมไทย

องค์ประกอบ	ระดับคุณภาพงาน		
	ยอดเยี่ยม (3 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)	กำลังพัฒนา (1 คะแนน)
1. การคำนวณจำนวนขนมไทย	คำนวณจำนวนขนมไทยของนักเรียนถูกต้องทุกชั้น สอดคล้องกับจำนวนขนมแต่ละชนิด	คำนวณจำนวนขนมไทยของนักเรียนถูกต้อง 2 ชั้น แต่ไม่สอดคล้องกับจำนวนขนมแต่ละชนิด	คำนวณจำนวนขนมไทยของนักเรียนถูกต้องน้อยกว่า 2 ชั้น และไม่สอดคล้องกับจำนวนขนมแต่ละชนิด
2. การเขียนแสดงจำนวนขนมไทยในถาด	เขียนแสดงจำนวนขนมไทยในถาดที่จัดให้กับนักเรียนได้ถูกต้องทุกชั้น และมีขนมไทยในถาดอย่างน้อย 3 ชนิด	เขียนแสดงจำนวนขนมไทยในถาดที่จัดให้กับนักเรียนได้ถูกต้อง 2 ชั้น และมีขนมไทยในถาดอย่างน้อย 3 ชนิด	เขียนแสดงจำนวนขนมไทยในถาดที่จัดให้กับนักเรียนได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 ชั้น หรือมีขนมไทยในถาดน้อยกว่า 3 ชนิด
3. การให้เหตุผล	ให้เหตุผลในการจัดถาดขนมครบถ้วนสำหรับนักเรียนแต่ละชั้น ชัดเจน และมีวิธีการบริหารจัดการขนมที่เหลืออย่างสมเหตุสมผล	ให้เหตุผลในการจัดถาดขนมครบถ้วนสำหรับนักเรียนแต่ละชั้น และชัดเจน แต่ไม่มีวิธีการบริหารจัดการขนมที่เหลือ	ให้เหตุผลในการจัดถาดขนมไทยไม่ครบถ้วนสำหรับนักเรียนแต่ละชั้น หรือไม่ชัดเจน และไม่มีวิธีการบริหารจัดการขนมที่เหลือ

ตัวอย่างการตอบ

1. พิจารณาจำนวนขนมทั้งหมด $48 + 30 + 42 + 24 + 36 = 180$ ชิ้น
จำนวนผู้เรียนทั้งหมด $30 + 26 + 28 = 84$ คน ได้รับขนมคนละ 2 ชิ้น รวมเป็น 168 ชิ้น
จะเหลือขนมทั้งหมด $180 - 168 = 12$ ชิ้น
2. พิจารณาจำนวนผู้เรียนแต่ละชั้น (ได้รับขนมคนละ 2 ชิ้น)
ชั้น ป.1 มีผู้เรียน 30 คน ได้รับขนม 60 ชิ้น คิดเป็น $\frac{60}{12} = 5$ ถาด
ชั้น ป.2 มีผู้เรียน 26 คน ได้รับขนม 52 ชิ้น คิดเป็น $\frac{52}{12} = 4 \frac{4}{12} = 4$ ถาด กับอีก 4 ชิ้น

ชั้น ป.3 มีผู้เรียน 28 คน ได้รับขนม 56 ชิ้น คิดเป็น $\frac{56}{28} = 2$ ชิ้น = 4 8/12 = 4 ถาด กับอีก 8 ชิ้น

3. การจัดขนมในแต่ละถาด (ใช้เกณฑ์การประเมินข้อที่ 1 และ 2 คำนวณจำนวนขนมไทย และเขียนแสดงจำนวนขนมไทยในแต่ละถาด)

- ชั้น ป.1 ขนม 5 ถาด (เลือกจัดเหมือนกันทั้ง 5 ถาด น้อง ๆ สามารถเลือกหยิบจากถาดใดก็ได้ และเลือกใช้ขนมที่มีปริมาณเยอะที่สุดก่อน)

ขนม 1 ถาดจัดเป็น ขนมชั้น เปียกปูนใบเตย และวุ้นกะทิอย่างละ 4 ชิ้น รวม 5 ถาด จะใช้ขนมชั้น เปียกปูนใบเตย และวุ้นกะทิอย่างละ 20 ชิ้น เหลือขนมแต่ละชนิด ดังนี้



ที่มา: Open AI

ชนิด	จำนวนคงเหลือ
ขนมชั้น	$48 - 20 = 28$
ขนมฟักทอง	30
เปียกปูนใบเตย	$42 - 20 = 22$
ตะโก้เผือก	24
วุ้นกะทิ	$36 - 20 = 16$

- ชั้น ป.2 ขนม 4 ถาด กับอีก 4 ชิ้น (เลือกจัดเหมือนกันทั้ง 4 ถาด น้อง ๆ สามารถเลือกหยิบจากถาดใดก็ได้ และเลือกใช้ขนมที่มีปริมาณเยอะที่สุดก่อน)

ขนม 1 ถาดจัดเป็น ขนมชั้น ขนมฟักทอง และตะโก้เผือกอย่างละ 4 ชิ้น รวม 4 ถาด จะใช้ขนมชั้น ขนมฟักทอง และตะโก้เผือกอย่างละ 16 ชิ้น



ที่มา: Open AI

ชนิด	จำนวนคงเหลือ
ขนมชั้น	$28 - 16 = 12$
ขนมฟักทอง	$30 - 16 = 14$
เปียกปูนใบเตย	22
ตะโก้เผือก	$24 - 16 = 8$
วุ้นกะทิ	16

ส่วนอีก 4 ชิ้น เลือกเป็นวุ้นกะทิที่มีปริมาณเหลือเยอะที่สุด ทั้ง 4 ชิ้น เหลือขนมแต่ละชนิด ดังนี้



ชนิด	จำนวนคงเหลือ
ขนมชั้น	12
ขนมฟักทอง	14
เปียกปูนใบเตย	22
ตะโก้เผือก	8
วุ้นกะทิ	$16 - 4 = 12$

- ชั้น ป.3 ขนม 4 ถาด กับอีก 8 ชิ้น (เนื่องจากขนมที่เหลือไม่เพียงพอที่จะจัดเหมือนกันทั้ง 4 ถาดได้จึงจัดโดยเลือกใช้ขนมที่มีปริมาณเยอะที่สุดก่อน)
ถาดที่ 1 - 3 จัดเป็น ขนมชั้น ขนมฟักทอง และเปียกปูนใบเตย อย่างละ 4 ชิ้น รวม 3 ถาด จะใช้ขนมชั้น ขนมฟักทอง และเปียกปูนใบเตยอย่างละ 12 ชิ้น เหลือขนมแต่ละชนิด ดังนี้



ที่มา: Open AI

ชนิด	จำนวนคงเหลือ
ขนมชั้น	$12 - 12 = 0$
ขนมฟักทอง	$14 - 12 = 2$
เปียกปูนใบเตย	$22 - 12 = 10$
ตะโก้เผือก	8
วุ้นกะทิ	12

- ถาดที่ 4 (เลือกจัดขนมที่เหลือน้อยให้หมด) จัดเป็น ขนมฟักทอง 2 ชิ้น เปียกปูนใบเตย 5 ชิ้น และ ตะโก้เผือก 5 ชิ้น เหลือขนมแต่ละชนิด ดังนี้



ที่มา: Open AI

ชนิด	จำนวนคงเหลือ
ขนมชั้น	0
ขนมฟักทอง	$2 - 2 = 0$
เปียกปูนใบเตย	$10 - 5 = 5$
ตะโก้เผือก	$8 - 5 = 3$
วุ้นกะทิ	12

- ส่วนอีก 8 ชิ้น เลือกเป็นเปียกปูนใบเตย 5 ชิ้น และตะโก้เผือก 3 ชิ้น ซึ่งหมดพอดี และจะเหลือขนมวุ้นกะทิ 12 ชิ้นเพียงชนิดเดียว



ชนิด	จำนวนคงเหลือ
ขนมชั้น	0
ขนมฟักทอง	0
เปียกปูนใบเตย	$5 - 5 = 0$
ตะโก้เผือก	$3 - 3 = 0$
วุ้นกะทิ	12

4. ขนมวุ้นกะทิที่เหลือ 12 ชิ้น เลือกจัดเป็น 1 ถาด ให้เพิ่มเป็นถาดพิเศษป.3 เนื่องจากป.3 จะเป็นกำลังสำคัญในการทำกิจกรรมบ้านวิทยาศาสตร์น้อย รวมถึงการช่วยดูแลน้องๆ ชั้น ป.1 และ ป.2
ดังนั้น จึงใช้ขนมหมดพอดี (ใช้เกณฑ์การประเมินข้อที่ 3 ให้เหตุผลในการจัดถาดขนมและมีวิธีการบริหารจัดการขนมที่เหลือ)

จากตัวอย่างจะเห็นว่า งานระดับพื้นฐาน ผู้สอนสามารถตรวจสอบความถูกต้องและประเมินผลได้แบบปรนัย แต่มีจุดอ่อนตรงที่จำกัดวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบ มีลักษณะคล้ายโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั่วไปที่เน้นเพียงการประเมินความรู้ของผู้เรียน และอาจทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าขาดความสอดคล้องกับชีวิตจริง ส่วนงานระดับเชื่อมโยงจะเริ่มเป็นสถานการณ์ที่สามารถมีอิสระการตอบมากขึ้น เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่ต้องพิจารณาประกอบ พร้อมให้ผู้เรียนได้สื่อสารความคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยเกณฑ์สำหรับการประเมินงานจะมีทั้งส่วนที่ประเมินความถูกต้องของการคำนวณ และความครบถ้วนสมบูรณ์ของการให้เหตุผล และสุดท้าย งานระดับขยายความคิด จะเป็นสถานการณ์ที่

เปิดกว้างทางความคิด ผู้เรียนจะต้องวางแผนเพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นกระบวนการ โดยไม่มีคำตอบที่ถูกต้องตายตัว เกณฑ์การประเมินงานจึงเป็นเพียงหลักสำหรับประกอบการประเมินผลที่ค่อนข้างมีความเป็นอัตนัยเท่านั้น งานประเภทนี้จัดเป็นงานที่มีความใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากที่สุด

การลดการจำกัดวิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่ตายตัว จะเป็นการช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์อย่างสะท้อนความเป็นจริงมากขึ้น รวมทั้งได้แสดงระดับความสามารถที่แท้จริงของแต่ละคนออกมาผ่านการทำงานที่ท้าทาย จึงอาจสรุปได้ว่างานทางคณิตศาสตร์สามารถใช้เป็นเครื่องมือการประเมินที่สะท้อนการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี 



ภาพจาก: https://img.magnific.com/free-vector/tiny-students-with-huge-sign-pi-flat-vector-illustration-boy-girl-studying-math-algebra-school-college-holding-ruler-using-laptop-geometric-figures-background-education-concept_74855-23227.jpg?semt=ais_hybrid&w=740&q=80

บรรณานุกรม

- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to Actions: ensuring mathematical success for all*. Reston, VA: NCTM.
- OpenAI. (2026). Gemini. from May 19, 2026, [AI-generated image] [ภาพเจนเนอเรตด้วย AI]. <http://gemini.google.com>.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Paredes, S. & Cáceres, M. J. & Diego-Mantecón, J. M. & Blanco, T. F. & Chamoso, J. M. (2020). Creating Realistic Mathematics Tasks Involving Authenticity, Cognitive Domains, and Openness Characteristics: A Study with Pre-Service Teachers. *Sustainability*, 12: 1–17.
- Resnick, M. (2017). *Lifelong kindergarten: cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Stein, M. K. & Grover, B. W. & Henningsen, M. (1996). Building Student Capacity for Mathematical Thinking and Reasoning. An Analysis of Mathematical Tasks Used in Reform Classrooms. *American Educational Research Journal*, 33(2): 455–488.
- วีรวัฒน์ ไทยชา สกล ตั้งเก้าสกุล และณัฐพัชญ์ มุกดา. 2567. การพัฒนางานทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. 52(3): 1–14.

การเขียนบันทึกด้วยมือ วิธีโบราณที่ยังคงได้ผล



ภาพจาก: <https://www.popticles.com/wp-content/uploads/2022/05/เทคนิคการเขียนสำหรับการพูดแบบสร้างแรงจูงใจ-1024x682.jpg>

เป็นเรื่องปกติในห้องเรียนปัจจุบันที่ผู้สอนหลายท่านทั้งระดับประถม มัธยม จนถึงระดับอุดมศึกษาจะพบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่เปลี่ยนจากการจดบันทึกในสมุดมาเป็นการจดในแท็บเล็ตแทน รวมถึงพวกเราที่เป็นผู้สอนที่เปลี่ยนจากการเขียนกระดานอย่างเดียวมาใช้ไฟล์ในแท็บเล็ตในการสอนแทน ซึ่งต่างจากสมัยที่ผู้สอนเช่นพวกเราเป็นนักเรียน (ยุค พ.ศ. 2550 ย้อนกลับไป) ที่จะได้ใช้เพียงสมุด ปากกา และดินสอในการจดบันทึกเนื้อหาที่เราได้เรียนในห้องเรียน ในอดีตช่วงหนึ่งมีกระแสการต่อต้านการใช้แท็บเล็ตในห้องเรียนอย่างจริงจัง รวมถึงการใช้โทรศัพท์มือถือในห้องเรียนเป็นสิ่งที่ต้องห้ามเป็นอย่างมาก แต่ในปัจจุบันกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้าทำให้การใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้กลายเป็นส่วนหนึ่งในห้องเรียนโดยการบูรณาการอุปกรณ์หรือเครื่องมือเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งที่ผ่านมาได้มีผลการศึกษา พบว่ามีส่วนช่วยส่งเสริมในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Dias & Victor, 2017; Yusuf et al., 2024; Mohd et al., 2026)

หนึ่งที่เปลี่ยนไปคือ การเขียนหรือจดบันทึกในสมุดหรือกระดาษ กลายเป็นการจดบันทึกในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือใช้การพิมพ์ในอุปกรณ์แทน ในบางกรณี หรือบางรายวิชาไม่มีการจดบันทึกใดๆ เลย เพียงส่งไฟล์ให้นักเรียนเท่านั้น สิ่งนี้อาจจะเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่ทั้งผู้เรียนและผู้สอนเป็นอย่างมาก แต่ในอีกมุมหนึ่งเรากำลังละเลยประโยชน์ของการเขียนด้วยมือไปหรือไม่

มีงานศึกษาวิจัยประโยชน์ของการเขียนเป็นจำนวนมาก เปรียบเทียบกับการบันทึกในหลายรูปแบบพบว่า การเขียนด้วยมือมีส่วนช่วยในการจดจำและการวิเคราะห์เชื่อมโยงได้มากขึ้น จากการทดลองของ Muller และ Oppenheimer (2014) ซึ่งได้ทำการทดลองกับอาสาสมัครโดยเปรียบเทียบการเรียนรู้ด้วยการพิมพ์ในคอมพิวเตอร์และการจดบันทึกด้วยมือ พบว่าทั้งสองกลุ่มสามารถทำได้ดีพอๆ ในการตอบคำถามระดับพื้นฐาน (Factual-recall Question) จากเนื้อหา แต่ในกรณีคำถามเชิงเชื่อมโยงและการวิเคราะห์ (Conceptual-application Question) กลุ่มที่ใช้การพิมพ์จะทำได้แย่กว่ากลุ่มที่เขียนด้วยมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทำการผสมคำถามทั้งสองรูปแบบเข้าด้วยกันในการทดสอบ กลุ่มทดลองที่เขียนด้วยมือสามารถทำได้ดีกว่าอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองอื่นๆ ขึ้นที่ได้ทำการศึกษากลุ่มตัวอย่างและเนื้อหารูปแบบอื่นๆ (Abersek et al., 2018; Bisio et al., 2016)

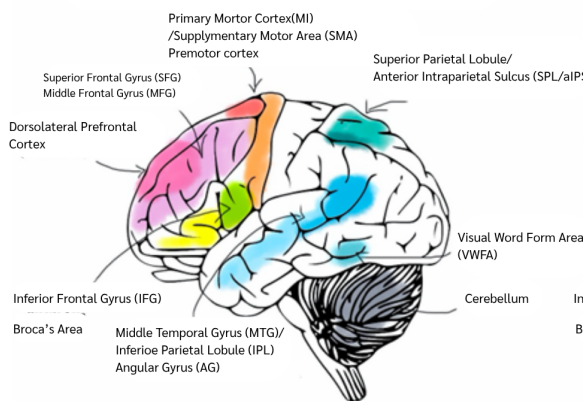
นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบการเขียนด้วยมือ ระหว่างการเขียนบนกระดาษและการเขียนบนแท็บเล็ตด้วยเช่นกัน เช่น งานทดลองในกลุ่มนักเรียนภาษาอังกฤษระดับ L1 ได้ให้ผู้เข้าร่วมทดลองศึกษาตัวอักษรคันจิ โดยเปรียบเทียบในกลุ่มที่ใช้การเขียนในแท็บเล็ต และอีกกลุ่มเขียนในกระดาษ พบว่าทั้งสองกลุ่มสามารถทำข้อสอบท้ายบทเรียน (Posttest) ได้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แต่เมื่อทำการทดสอบย้อนหลัง (Delayed Posttest) หลังจากผ่านไป 24 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มที่ใช้การจดบันทึกในกระดาษมีผลการทดสอบที่ดีกว่า (Lee, 2021) อย่างไรก็ดี ในการทดสอบกับกลุ่มนักศึกษาแพทย์ในสหรัฐอเมริกา (Wiechmann et al., 2022) พบว่าการเขียนในกระดาษและในแท็บเล็ตไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งในการตอบคำถามระดับพื้นฐานและคำถามเชื่อมโยง-วิเคราะห์ (ในงานทดลองนี้ได้มีการทดลองในกลุ่ม

ที่ใช้คอมพิวเตอร์ด้วย ซึ่งให้ผลที่ไม่แตกต่างจากอีกสองกลุ่ม แต่เนื่องจากจำนวนตัวอย่งมีน้อยมากเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ จึงอาจจะมีคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ผลได้)

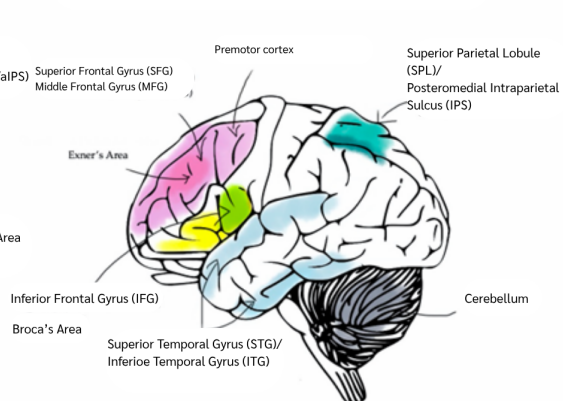
ผลการทดลองเหล่านี้แสดงความได้เปรียบของการเขียน เนื่องจากการเขียนสามารถกระตุ้นการทำงานของวงจรประสาท (Neural Circuit) รวมถึงกระตุ้นโครงข่ายของสมองได้หลายส่วนมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรพิมพ์ โดยกระตุ้นทั้งส่วนรับรู้ (Sensory) ส่วนสั่งการ (Motor) และความรู้ความเข้าใจ (Cognitive) ในส่วนเปลือกสมอง (Cerebral Cortex) ทาลามัส (Thalamus) และ ซีรีเบลลัม (Cerebellum) (ภาพ 1) ซึ่งมีผลต่อการเก็บรักษาความทรงจำ (Memory Retention) ได้มากกว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไป และช่วยในการเชื่อมโยงข้อมูลในสมองได้มากขึ้น เมื่อทำการพิจารณาโดยละเอียดจะพบว่า การเขียนนั้นจะมีความซับซ้อนในระบบประสาทมาก จากการขยับและท่าทางการขยับที่ซับซ้อนทำให้การเขียนส่งผลให้การเชื่อมโยงระบบประสาทส่วนสั่งการ ส่วนเรียนรู้และเข้าใจ ซึ่งทับซ้อนกับส่วนที่ใช้ในการเรียนรู้ในเรื่องของภาษา การสะกด การผสมคำ และการเรียนรู้เรื่องรูปร่าง เช่น สมองส่วน Broca's area Parietal และ Temporal Lobe อีกด้วย ในขณะที่การพิมพ์ซึ่งมีรูปแบบการขยับที่น้อยกว่าเนื่องจากเป็นเพียงการขยับนิ้วแบบซ้ำๆ กัน ทำให้เกิดการเชื่อมโยงการทำงานของสมองได้น้อยกว่าการเขียนอย่างมาก จากการที่สมองและระบบประสาทได้ทำงานเชื่อมโยงกันอย่างมากในกิจกรรมการเขียนนี้เป็นผลดีในการพัฒนาความจำและการคิดวิเคราะห์อย่างมาก และสนับสนุนการแปลงข้อมูล (Encoding) ในสมองอีกด้วย ส่งผลให้การเรียนรู้ของผู้เรียนได้ผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้น (Askvik et al., 2020; Marano et al. 2025)

จากประสบการณ์ส่วนตัวของผู้เขียนซึ่งเป็นครูสอนพิเศษชีววิทยา และเป็นอาจารย์พิเศษในระดับมัธยมมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 ได้แนะนำเทคนิคการเรียนรู้ชีววิทยาให้แก่ักเรียนด้วยการเขียนสรุปเนื้อหา ระหว่างการเรียนรู้และระหว่างอ่านหนังสือทบทวน โดยเขียนลงในกระดาษและใช้ปากกาหลายสี รวมถึงการใช้แท็บเล็ตส่วนตัวของนักเรียนร่วมด้วย โดยให้นักเรียนใช้การสรุปในรูปแบบที่ถนัดและผู้สอนช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องอีกทีที่เห็นผลตอบรับของนักเรียนที่ใช้วิธีนี้ค่อนข้างเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ

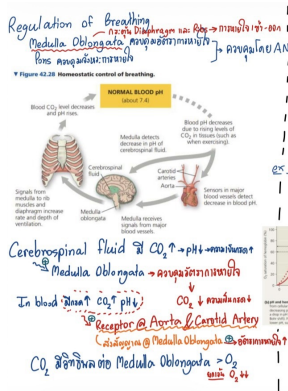
ส่วนของสมองที่เชื่อมโยงกับการเขียนด้วยมือ



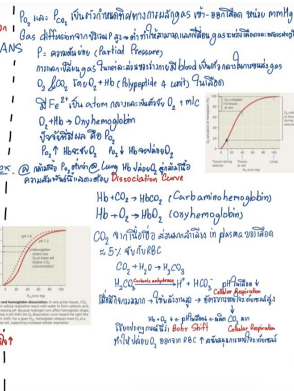
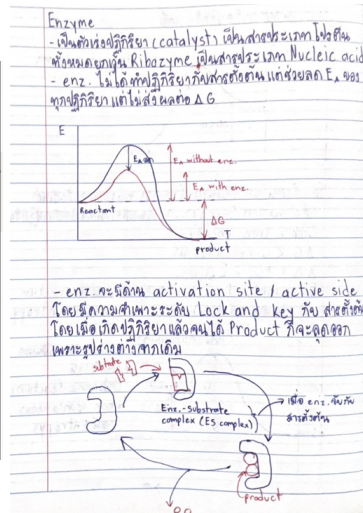
ส่วนของสมองที่เชื่อมโยงกับการพิมพ์



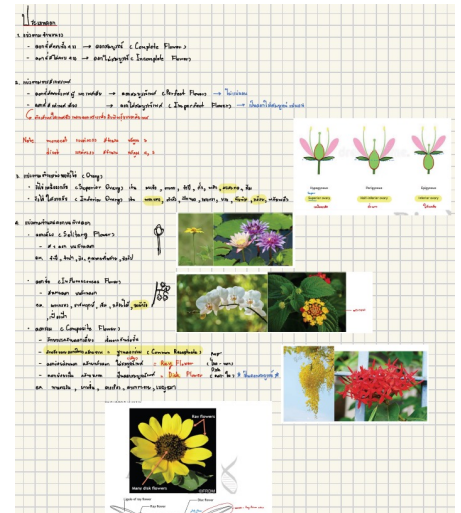
ภาพ 1 แสดงบริเวณของสมองที่เชื่อมโยงกับการเขียนและการพิมพ์ปรับปรุงจาก Marano et al. (2025)



ภาพ 2 ตัวอย่างการเขียนสรุปของผู้เรียนในแท็บเล็ต (ได้รับความยินยอมในการเผยแพร่จากนักเรียน)



ภาพ 3 ตัวอย่างการเขียนสรุปของผู้เรียนในสมุดบันทึก (ได้รับความยินยอมในการเผยแพร่จากนักเรียน)



ภาพ 4 ตัวอย่างการเขียนสรุปของผู้เรียนในแท็บเล็ต (ได้รับความยินยอมในการเผยแพร่จากนักเรียน)

1. สามารถลดระยะเวลาในการจดจำเนื้อหาจากการอ่าน หรือฟังเพียงอย่างเดียว
2. สามารถจดจ่อกับเนื้อหาระหว่างการทบทวน และการเรียนได้เป็นอย่างดี
3. สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาระหว่างบทได้ดีมากขึ้นมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาได้เป็นอย่างดี ทำให้สามารถเข้าใจหลักการและเหตุผลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
4. นักเรียนมีความสามารถในการศึกษาจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิด้วยตนเองได้มากขึ้น

อย่างไรก็ดี ในส่วนนี้เป็นเพียงประสบการณ์ส่วนตัวของผู้เขียน ซึ่งยังไม่ได้ทำการทดลองเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ทางสถิติอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เป็นเพียงมุมมองจากการปฏิบัติงานเท่านั้น ซึ่งพบว่ามีผลสอดคล้องกับข้อมูลทางวิชาการข้างต้น

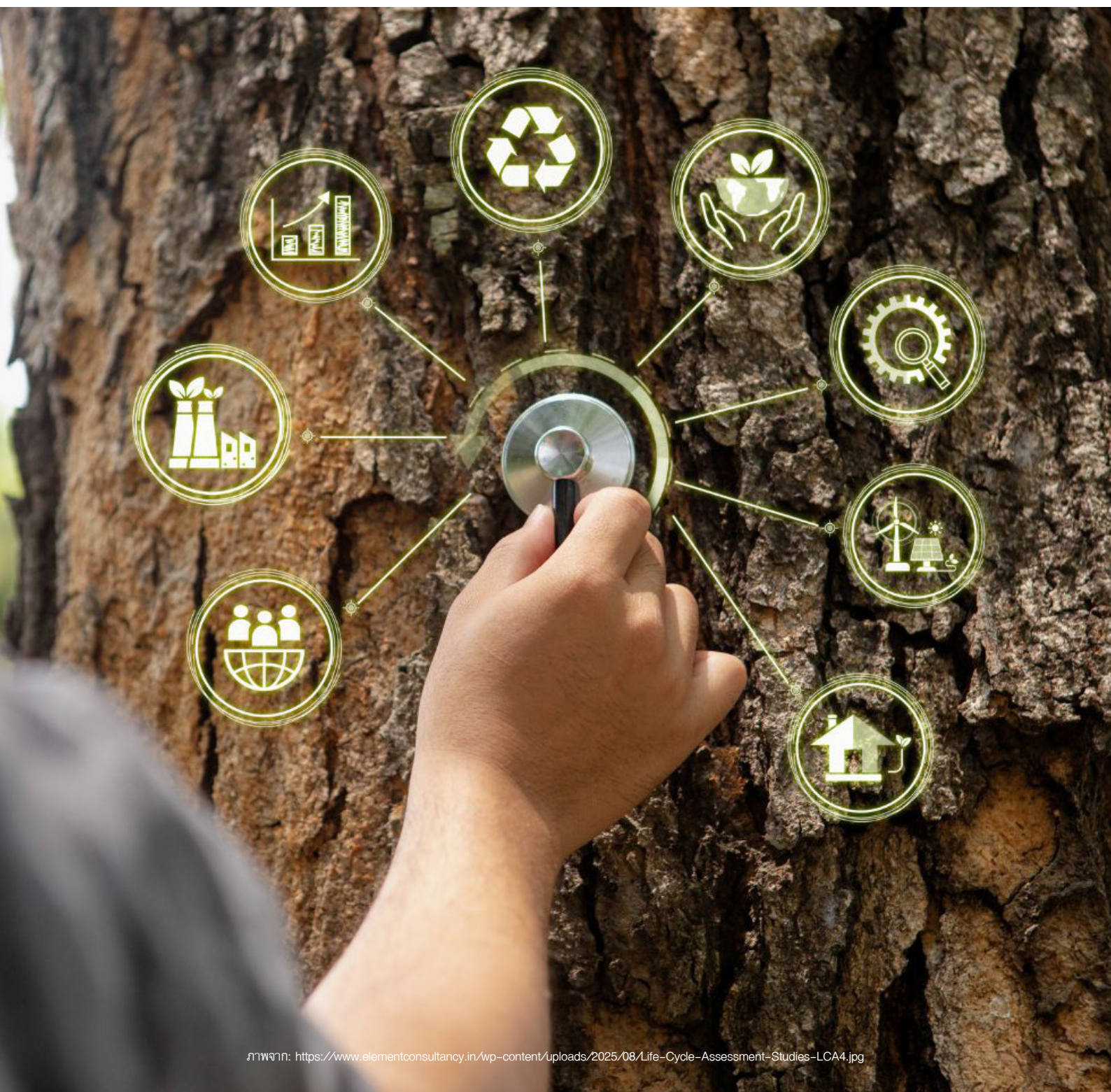
บทความนี้จึงนำเสนอประโยชน์ของการเขียนด้วยมือจากหลักฐานเชิงวิชาการบางส่วน รวมถึงประสบการณ์ส่วนตัวของผู้เขียนเองจากการรับหน้าที่ผู้สอนวิชาชีววิทยาซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์แก่ผู้สอนในการทบทวนกิจกรรมในห้องเรียนและรูปแบบการเรียนการสอนที่อาจจะทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ถึงแม้จะไม่ใช่วิธีที่ทันสมัยแต่อาจจะเหมาะกับการเรียนรู้ของมนุษย์ และช่วยในการพัฒนาทักษะอื่นๆ ของนักเรียนด้วยก็เป็นได้

บรรณานุกรม

- Aberšek, M. K. & Aberšek, B. & Flogie, A. (2018). Writing versus Typing during Science Teaching: case study in slovenia. *Journal of Baltic Science Education*, 17(1): 84–96.
- Askvik E. O. & Weel, F.R.R. & Audrey, L.H. (2020). The Importance of Cursive Handwriting over Typewriting for Learning in the Classroom: a high-density EEG study of 12-year-old children and young adults. *Frontiers in Psychology*, 11.
- Bisio, A. & Pedullà, L. & Bonzano, L. & Ruggeri, P. & Brichetto, G. & Bove, M. (2016). Evaluation of Handwriting Movement Kinematics: from an ecological to a magnetic resonance environment. *Neurosci.* 10.
- Dias, L. & Victor, A. (2017). Teaching and Learning with Mobile Devices in the 21st Century Digital World: Benefits and Challenges. *European Journal of Multidisciplinary Studies*, 5: 339. <https://doi.org/10.26417/ejms.v5i1.p339-344>.
- Lee, J. B. (2021). Writing Medium's Impact on Memory: a comparison of paper vs. tablet. *Technology in Language Teaching & Learning*, 3(2): 51–66.
- Marano, G. and other. (2025). The Neuroscience behind Writing: handwriting vs. Typing-Who Wins the Battle. *Life*, 15(345): 103 – 124.
- Mohd Salim, M. N. F., Mohd Salim, M. S. A., Mohamad Shah, D., & Yusuf, A. (2026). Explaining Perceived ESL Learning Outcomes in Mobile-Assisted English Learning Through Self-Determination Theory. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 10, 5178–5189. <https://doi.org/10.47772/IJRISS.2026.100300384>.
- Mueller, P. A. & Oppenheimer, D. M. (2014). The Pen Is Mightier than the Keyboard: advantages of longhand over laptop note taking. *Psychological Science*, 25(6): 1159 –1168.
- Wiechmann, W., Edwards, R., Low, C., Wray, A., Boysen-Osborn, M., & Toohey, S. (2022). No difference in factual or conceptual recall comprehension for tablet, laptop, and handwritten note-taking by medical students in the United States: a survey-based observational study. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 19(8). <https://doi.org/10.3352/jeehp.2022.19.8>.
- Yusuf, A., Mohd Salim, M. N. F., Mohd Salim, M. S. A., Rusmi, A., Amri, W., Sobirin, N., & Rohaizad, N. (2024). Gadget Dependency and Its Impact on Academic Performance: a study among higher education student. *International Journal of Modern Education*, 6: 227–242. <https://doi.org/10.35631/IJMOE.623016>.

Life Cycle Assessment (LCA)

เข้าใจวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ทางเลือกเพื่อโลกที่ยั่งยืน



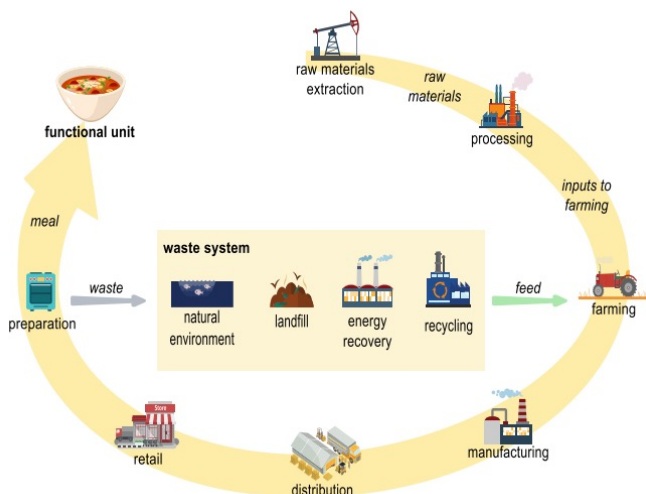
ภาพจาก: <https://www.elementconsultancy.in/wp-content/uploads/2025/08/Life-Cycle-Assessment-Studies-LCA4.jpg>

เราเคยคิดหรือไม่ว่าคำพูดที่มักจะได้ยินบ่อยครั้งเช่นการใช้ขวดพลาสติกใส่ น้ำดื่มไม่ดี ควรใช้ขวดพกพาใส่น้ำถึงจะช่วยโลกได้” และเราเคยคิดต่ออีกหรือไม่ว่า “ขวดน้ำพลาสติกนี้ผลิตมาจากวัตถุดิบอะไรบ้าง?” “เราควรใช้ขวดนี้กี่ครั้ง?” “เราจะกำจัดขวดพลาสติกนี้ได้อย่างไร” ถ้าเราฝึกตั้งคำถามต่อเนื่องแบบนี้บ่อยๆ คำถามลักษณะนี้จะช่วยพัฒนาความคิดของเรา อย่างเป็นระบบซึ่งเป็นความท้าทายทำให้เกิดความคิดเชิงวิเคราะห การให้เหตุผลบนพื้นฐานของหลักฐานและความเข้าใจ อย่างชัดเจนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ทักษะและกระบวนการเหล่านี้จะช่วยให้เรา สามารถเตรียมรับและปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องได้อย่างสร้างสรรค์และมีความ รับผิดชอบต่องlobalร่วมกัน การผลิตสินค้าเพื่อสนองความสะดวกในการดำเนินชีวิตของมนุษย์มีส่วนอย่างยิ่งในการเร่ง ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เกิดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกเป็นจำนวนมาก สิ่งเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อคนทุกวัย การดำรงชีวิตของเรา

การส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านภูมิอากาศ (Climate Literacy) และ ความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment Awareness) ให้กับพลเมืองจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อให้พลเมืองมีความสามารถในการจัดการตนเองต่อประเด็นปัญหาด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ที่เปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมที่เราดำเนินการหรือเกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตประจำวันจึงเป็นทางหนึ่งที่จะทำให้เราเกิดความตระหนักในการอุปโภคและบริโภคในชีวิตประจำวัน การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) จะช่วยให้เราเข้าใจผลกระทบที่เกิดขึ้นและเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการบริโภค

Life Cycle Assessment (LCA) คืออะไร

การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ บริการ หรือกิจกรรมต่างๆ ตลอดวัฏจักรชีวิต ในเชิงปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการผลิตผลิตภัณฑ์ บริการ หรือกิจกรรมต่างๆ โดยพิจารณารอบคลุม ตั้งแต่ การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง การใช้งาน/บริโภค การกำจัดทิ้งหลังหมดอายุการใช้งาน/บริโภค รวมถึงการแปรรูป



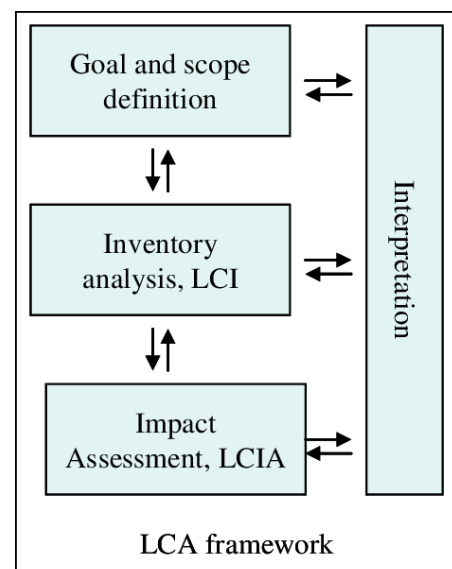
ภาพ 1 กระบวนการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA)
ที่มา: Cucurachi et al. 2019

การหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่ หรือการใช้ซ้ำ หรืออาจกล่าวได้ว่า พิจารณาตั้งแต่เกิดจนตาย (Cradle to Grave)

กรอบแนวคิดการประเมิน LCA ตามมาตรฐานสากล ISO 14040/14044 ทำได้อย่างไร

การจัดทำ LCA ตามมาตรฐานสากล ISO 14040 และ 14044 มีกรอบแนวคิดหลักในการประเมิน 4 ขั้นตอนดังนี้

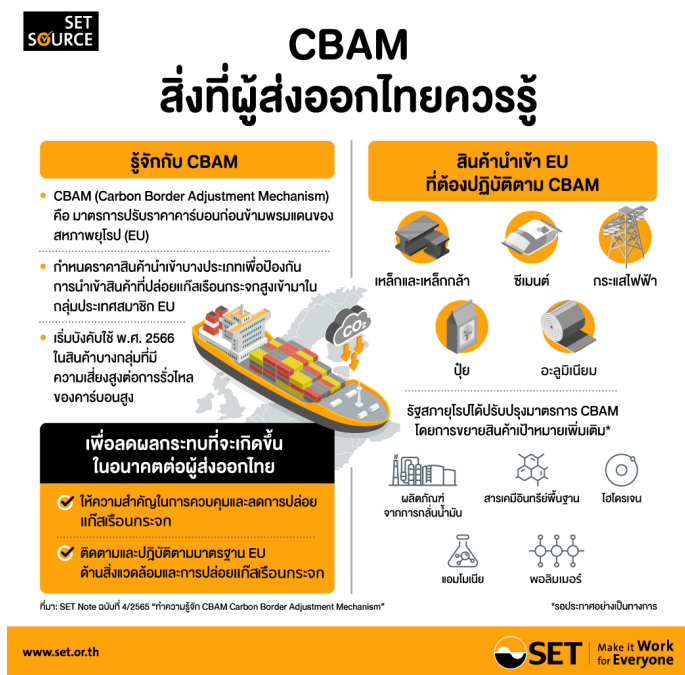
1. กำหนดเป้าหมายและขอบเขต (Goal and Scope Definition) โดยกำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขต และกลุ่มเป้าหมายของการประเมิน
2. การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Inventory Analysis) รวบรวมข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต เช่น ปริมาณการใช้พลังงาน วัตถุดิบ และมลพิษที่ปล่อยออกมาในแต่ละขั้นตอน
3. การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment) นำข้อมูลของบัญชีรายการมาวิเคราะห์ และประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การประเมินค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) ปริมาณการใช้น้ำ
4. การแปลผล (Interpretation) วิเคราะห์และสรุปผลเพื่อนำไปใช้ปรับปรุงและตัดสินใจลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม



ภาพ 2 กรอบการประเมิน LCA ตามมาตรฐานสากล ISO 14040/14044
ที่มา: Bayer et al. 2009

ทำไมต้องทำ LCA?

Life Cycle Assessment (LCA) เป็นเครื่องมือสำคัญในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ บริการ หรือกิจกรรมต่างๆ ช่วยให้องค์กรยุคใหม่ได้รับแนวทางการช่วยลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม ทำให้เห็นภาพรวมของกระบวนการผลิต เช่น จุดที่สร้างมลพิษในกระบวนการผลิต จุดที่สิ้นเปลืองพลังงานหรือวัตถุดิบโดยไม่จำเป็นเพื่อนำไปปรับปรุงและแก้ไขยังช่วยสนับสนุนความยั่งยืนผ่านการส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและการพัฒนานวัตกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หากพบผลกระทบจากการปล่อยแก๊สเรือนกระจกและมีมาตรการในกระบวนการผลิตโดยมีการลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกซึ่งจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถทางการค้าต่อโจทย์มาตรการทางการค้าสากล เช่น มาตรการปรับคาร์บอนก่อนเข้าพรมแดนของยุโรป หรือ EU-CBAM (Carbon Border Adjustment Mechanism) สำหรับองค์กรภาครัฐหรือผู้ประกอบการที่ดำเนินการจัดทำ LCA ข้อมูลเหล่านี้จะช่วยประกอบการตัดสินใจในการออกแบบนโยบายและเลือกใช้วัตถุดิบที่เหมาะสมในกระบวนการผลิต



ภาพ 3 มาตรการปรับคาร์บอนก่อนเข้าพรมแดน (Carbon Border Adjustment Mechanism: CBAM)

ที่มา: ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

LCA มีความสอดคล้องโดยตรงกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) เป้าหมายที่ 12 การผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน (Responsible Consumption and Production) และสนับสนุนเป้าหมายที่ 9 อุตสาหกรรม นวัตกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน (Industry, Innovation and Infrastructure) และเป้าหมายที่ 11 เมืองและชุมชนที่ยั่งยืน (Sustainable Cities and Communities) นอกจากนี้ผลลัพธ์จากการประเมิน LCA ยังสามารถนำไปใช้สนับสนุนเป้าหมายอื่นๆ

ได้แก่ เป้าหมายที่ 3 สุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี (Good Health and Well-Being) เป้าหมายที่ 6 น้ำสะอาดและการสุขาภิบาล (Clean Water and Sanitation) เป้าหมายที่ 13 การรับมือการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate Action) เป้าหมายที่ 14 ทรัพยากรทางน้ำ (Life Below Water) และเป้าหมายที่ 15 ระบบนิเวศบนบก (Life on Land) จากการลดการใช้ทรัพยากร การปล่อยมลพิษ และผลกระทบต่อระบบนิเวศตลอดห่วงโซ่ของผลิตภัณฑ์

แนวทางประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ LCA กับการเรียนรู้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศระดับโรงเรียน

การประยุกต์ใช้กระบวนการ LCA เป็นกิจกรรมหนึ่งที่จะพัฒนาความฉลาดรู้ด้านภูมิอากาศ โดยจะช่วยพัฒนาความคิดเชิงระบบ (System Thinking) มีลักษณะประกอบด้วย คิดแบบองค์รวม (Holistic) การคิดที่สัมพันธ์กับการมองบริบท (Context) คิดเป็นลำดับขั้น (Hierarchy) คิดแบบมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน (Interaction) และคิดแบบวงจรป้อนกลับ (Feedback-loop) (ฤทัยรัตน์ ชิดมงคล และสมยศ ชิดมงคล, 2560) โดย LCA จะช่วยให้ผู้ทำกิจกรรมเข้าใจแหล่งกำเนิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือแหล่งปล่อยแก๊สเรือนกระจก วิเคราะห์ข้อมูลโดยการให้เหตุผลบนพื้นฐานของหลักฐาน พร้อมสามารถตัดสินใจโดยใช้เหตุผลและพัฒนาความเป็นพลเมืองด้านสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างแนวทางการประยุกต์ใช้ LCA กับการเรียนรู้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับโรงเรียนที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาความคิดเชิงระบบ ความคิดเชิงวิเคราะห์ การให้เหตุผลบนพื้นฐานของหลักฐาน และความเข้าใจอย่างชัดเจนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

ตัวอย่างกิจกรรม “ตามรอยเส้นทางอาหารโปรดของฉัน”

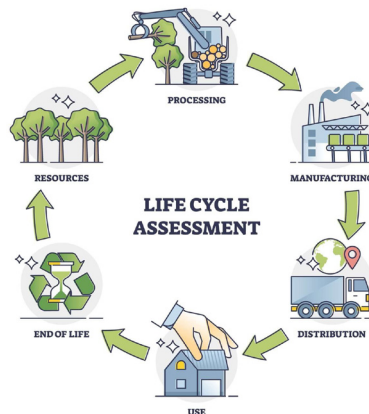
ขอยกตัวอย่างการเริ่มต้นเรียนรู้เพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากสิ่งใกล้ตัวโดยการประเมินอย่างง่ายเน้นที่การประเมินตัวหลักที่มีการใช้พลังงานและของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน การทำกิจกรรมให้นักเรียนวิเคราะห์ และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเส้นทางของผลิตภัณฑ์ทั้งระบบ ตั้งแต่ใช้วัตถุดิบอะไรในการผลิต วัตถุดิบแต่ละชนิดเดินทางมาได้อย่างไร โดยเชื่อมโยงกับพลังงานที่ใช้ และของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตในแต่ละขั้นตอน ในที่นี้ขอยกตัวอย่างอาหารโปรดของฉัน คือ มันฝรั่งทอด (French Fries) โดยมีขั้นตอนหลัก 7 ขั้นตอน ตั้งแต่การปลูกและเก็บเกี่ยวมันฝรั่ง การแปรรูปเป็นมันฝรั่งแช่แข็ง การขนส่งโดยการแช่แข็ง การจัดจำหน่าย การแปรรูปเป็นมันฝรั่งทอด การบริโภค และการกำจัดทิ้ง โดยแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนวิเคราะห์ว่ามีการใช้พลังงานอะไรบ้าง และเกิดของเสียอะไรบ้าง รายละเอียดดังภาพ 4 ซึ่งหากเพิ่มความเชื่อมโยงกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) ก็จะทำให้ทราบถึงแหล่งที่มีการปล่อยแก๊สเรือนกระจก นอกจากนี้ อาจจะลองให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และสร้างแผนภาพวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพิ่มเติม เช่น เสื้อยืด น้ำดื่มบรรจุขวด โดยกระบวนการเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดเชิงระบบได้



ภาพ 4 ตัวอย่างการประเมินวัฏจักรชีวิตมันฝรั่งทอด (French Fries)

ทางหนึ่ง อีกทั้งยังช่วยสร้างความตระหนักในการบริโภคอย่างยั่งยืนต่อไป การเรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไม่ควรจำกัดเพียงความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับภูมิอากาศ สาเหตุและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ แต่ต้องเข้าใจความเชื่อมโยงของระบบทั้งหมด เพื่อให้เรามี

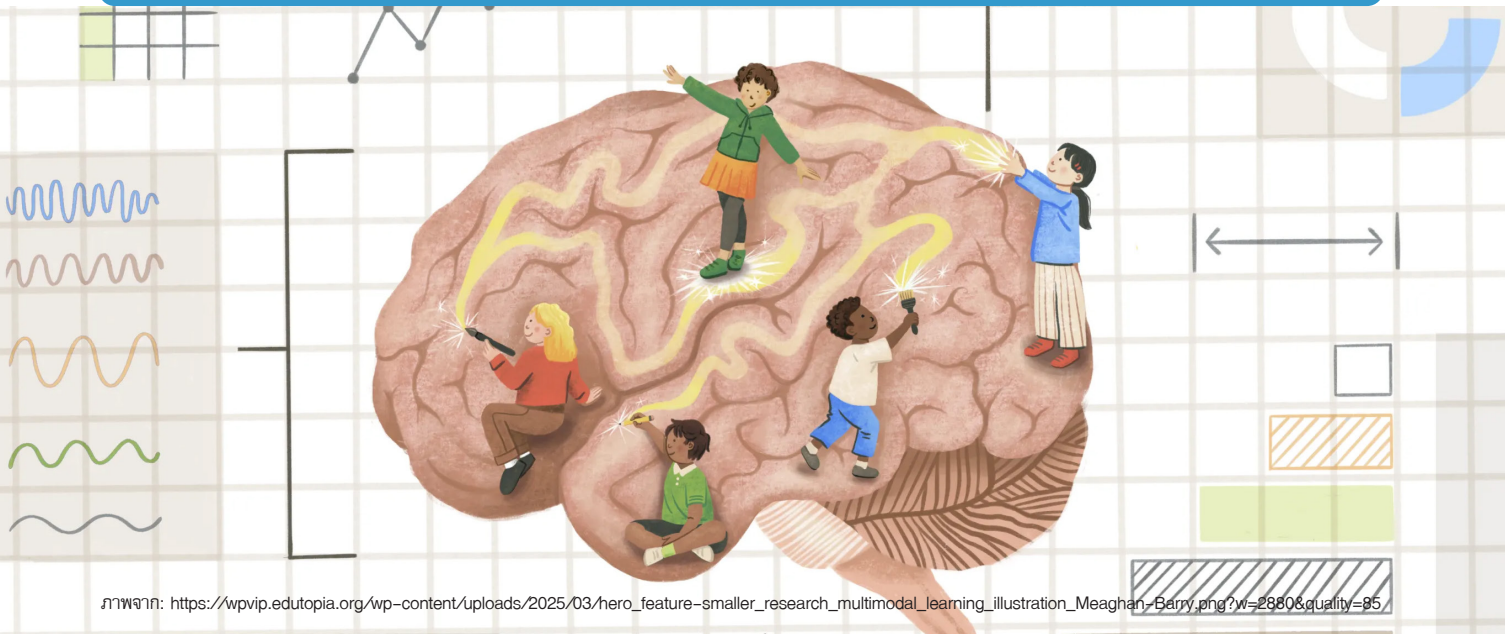
องค์ความรู้ที่พร้อมจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ และเป็นข้อมูลเพื่อเตรียมรับและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และสิ่งแวดล้อมที่กำลังเปลี่ยนแปลงไป เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตบนโลกที่กำลังเปลี่ยนแปลงนี้ได้ อย่างยั่งยืนต่อไป



ภาพจาก: <https://www.capecrystalbrands.com/cdn/shop/articles/acd3ac2ec15a4fac458e9fc86a5d13b6.jpg?v=1751898672>

บรรณานุกรม

- Bayer, Peter & Pfister, Stephan & Hellweg, Stefanie. (2009). Indirect Water Management: how we all can participate. *IAHS-AISH Publication*. 330: 98–102.
- Cucurachi, S. & Scherer, L. & Guinée, J. B. & Tukker, A.. (2019). *Life Cycle Assessment of Food Systems, One Earth*, 1(3,2019):292–297, ISSN 2590–3322, <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.014>.
- ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. (2565). ทำความรู้จัก CBAM (Carbon Border Adjustment Mechanism). สืบค้นเมื่อ 29 กันยายน 2569 จาก <https://www.set.or.th/th/about/mediacenter/insights/article/55-cbam>.
- ฤทัยรัตน์ ชิตมงคล สมยศ ชิตมงคล. (2017). การคิดเชิงระบบ: ประสบการณ์การสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ. *Journal of Education Studies*, 45(2), Article 14. DOI: 10.58837/CHULA.EDUCU.45.2.14 Available at: <https://digital.car.chula.ac.th/educujournal/vol45/iss2/14>.



ภาพจาก: https://wpvip.edutopia.org/wp-content/uploads/2025/03/hero_feature-smaller_research_multimodal_learning_illustration_Meaghan-Barry.png?w=2880&quality=95

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วย Multimodal Representation จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติในห้องเรียน

วิทยาศาสตร์ (Science) เป็นความรู้ที่เกิดจากสติปัญญาและความพยายามของมนุษย์ในการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติทั้งบนโลกและในเอกภพ (คู่มือการใช้หลักสูตร สสวท., 2560) โดยเด็กๆ ในแต่ละช่วงวัยจะเรียนรู้และพยายามทำความเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้นรอบตัวผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่วนการเรียนรู้ในห้องเรียน วิทยาศาสตร์เริ่มเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา เมื่อเข้าสู่ระดับมัธยมศึกษา นักเรียนจะได้เรียนรู้เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ต้องอาศัยความเข้าใจในแนวคิดที่เป็นนามธรรมมากขึ้น เช่น แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ โครงสร้างอะตอม การถ่ายทอดพลังงาน ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ทำให้รูปแบบของการจัดการเรียนการสอน รวมถึงรูปแบบของสื่อการเรียนรู้ที่ใช้เข้ามามีบทบาทสำคัญ

แนวคิดของการจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนรูปแบบผสมผสาน (Multimodal Teaching)

รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) ของผู้เรียน มีมากกว่า 70 แบบ (Centre for Educational Neuroscience, n.a.) แต่กลับพบว่า มีการแบ่งผู้เรียนตามโมเดล VARK เป็น 4 กลุ่มเท่านั้น ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เรียนรู้ได้ดีผ่านการเห็นภาพ (Visual Learning) เช่น การสื่อความหมายด้วยภาพ กราฟ สัญลักษณ์ กลุ่มที่ 2 เรียนรู้ได้ดีผ่านการได้ยิน (Auditory Learning) เช่น การอ่านออกเสียง การอภิปราย การฟังบรรยาย กลุ่มที่ 3 เรียนรู้ได้ดีผ่านการอ่านการเขียน (Read/Write Learning) และกลุ่มที่ 4 เรียนรู้ได้ดีผ่านการลงมือทำ การเคลื่อนไหวร่างกาย การสัมผัสด้วยตัวเอง (Kinesthetic Learning) ดังภาพ 1 (Fleming & Mills, 1992)



ภาพ 1 รูปแบบการเรียนรู้ตามโมเดล VARK

จากแนวคิดดังกล่าวทำให้สื่อการเรียนรู้ถูกกำหนดรูปแบบการนำเสนอ โดยพิจารณาจากผู้เรียนมากกว่าเนื้อหาที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนกลับไม่พบหลักฐานยืนยันว่าการจัดการเรียนรู้ที่ปรับตามความชอบส่วนบุคคลจะช่วยให้ผลการเรียนดีขึ้นจริง (American Psychological Association, 2023) ซึ่งอาจส่งผลให้เสียเวลาและทรัพยากรเพื่อระบุความชอบหรือความถนัดของผู้เรียน ทางศูนย์วิจัย Centre for Educational Neuroscience โดย University College London (UCL) จึงเสนอว่าการสอนรูปแบบผสมผสาน (Multimodal Teaching) ที่ให้เด็กทุกคนเข้าถึงสื่อหลากหลายรูปแบบจะส่งเสริมให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับการทำงานของสมองมากกว่า และควรสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียนมากกว่าการยึดติดกับความต้องการส่วนตัวของผู้เรียนเพียงอย่างเดียว (Centre for Educational Neuroscience, n.a.) ทั้งนี้ การส่งเสริมให้เกิดการสอนรูปแบบผสมผสาน ทำได้โดยใช้การแสดงผลแทนหลากหลายรูปแบบ (Multimodal Representation)

การแสดงผลแทนหลากหลายรูปแบบ (Multimodal Representation)

ในปัจจุบันความฉลาดรู้ (Literacy) ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่การอ่านออกเขียนได้เท่านั้น แต่ขยายไปถึงความสามารถในการตีความ (Interpret) และการสร้าง (Construct) ความหมาย โดยใช้รูปแบบที่หลากหลายของการแสดงผลเหล่านี้ร่วมกัน (Yeo & Nielsen, 2020) เพื่อทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างลึกซึ้ง การแสดงผลแทน (Representation) ใช้สำหรับสื่อความหมายและถ่ายทอดแนวคิด โดยการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับการใช้การแสดงผลแทนหลากหลายรูปแบบ (Multimodal Representation) (Kress et al., 2001; Lemke, 1998) เช่น ภาษาเขียน ภาษาพูด ภาพ สัญลักษณ์ การแสดงท่าทางการลงมือปฏิบัติ แบบจำลอง ซึ่งการใช้การแสดงผลแทนในรูปแบบต่างๆ ประกอบกันจะช่วยให้การเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนเป็นนามธรรมหรือเป็นเทคนิคเฉพาะได้ (Cheng et al. 2020)

รูปแบบของการแสดงผลแทนแต่ละรูปแบบ มีจุดเด่นและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ดังตาราง 1

ตาราง 1 จุดเด่นและข้อจำกัดของการแสดงผลแทนในแต่ละรูปแบบ (Bezemer, 2023; Cheng et al. 2020)

รูปแบบ (mode)	จุดเด่น	ข้อจำกัด
1. ภาษาเขียนและภาษาพูด	เหมาะสำหรับการนำเสนอลำดับเหตุการณ์ หรือความเป็นเหตุเป็นผลกันของข้อมูล	ในบางกรณี ภาษาเขียนและภาษาพูดอาจมีความคลุมเครือเมื่อเทียบกับภาพ
2. ภาพ	ทำให้เห็นรายละเอียดเป็นรูปธรรม แสดงองค์ประกอบและตำแหน่งขององค์ประกอบในภาพได้ชัดเจน รวมทั้งขนาด สี และรูปร่าง	อาจสร้างความเข้าใจคลาดเคลื่อน เช่น ขนาดของอะตอม ขนาดของเซลล์
3. สัญลักษณ์	นำเสนอแนวคิดที่เป็นนามธรรม ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความคิดในระดับมหภาคกับกึ่งจุลภาคได้	ในกรณีที่ผู้เรียนไม่มีความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์นั้นๆ อาจทำให้ไม่เข้าใจความหมายของแนวคิดที่นำเสนอ ซึ่งแตกต่างจากการใช้ภาพทั่วไปที่มักจะสื่อสารให้เข้าใจได้ทันที
4. การแสดงท่าทาง และการลงมือปฏิบัติ	เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม และดึงดูดความสนใจ เช่น การชี้ด้วยนิ้วหรือปากกา	ขึ้นอยู่กับความตั้งใจในการมีส่วนร่วมของผู้เรียน สภาพแวดล้อม เช่น ความสว่าง รวมถึงระยะที่ผู้เรียนมองเห็นการแสดงท่าทางนั้น ๆ
5. แบบจำลอง	ช่วยแปลงโครงสร้างระดับกึ่งจุลภาคที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น การจัดเรียงอนุภาค ให้กลายเป็นภาพหรือวัตถุ 3 มิติที่ผู้เรียนมองเห็นได้ชัดเจน ทำให้เห็นความสัมพันธ์เชิงขนาดและตำแหน่ง	สื่อความหมายได้สอดคล้องกับข้อเท็จจริงบางส่วน ส่วนที่ไม่สอดคล้องกับข้อเท็จจริง อาจทำให้เกิดแนวคิดคลาดเคลื่อน เช่น ขนาด จำนวนของอนุภาคในแบบจำลองอนุภาค

ความสำคัญของการใช้การแสดงผลแทนหลากหลายรูปแบบ มีดังนี้

1. ช่วยสื่อสารแนวคิดที่เป็นนามธรรม

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลายแนวคิดเป็นแนวคิดที่มีความเป็นนามธรรมทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการใช้การแสดงผลแทนหลากหลายรูปแบบ ทั้งในรูปแบบที่เป็นภาพและคำพูด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ได้ดีขึ้น การทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนต้องคิดเชื่อมโยงระหว่างระดับมหภาค (Macroscopic Level) ซึ่งเป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถสังเกตได้ เชื่อมโยงกับระดับกึ่งจุลภาค (Sub-micro Level) ซึ่งเป็นระดับที่ผู้เรียนไม่สามารถสังเกตได้ หรือจับต้องไม่ได้ (Cheng, 2020) เช่น อะตอม โมเลกุล ตัวอย่างการเชื่อมโยงระหว่างระดับมหภาค

กับระดับกึ่งจุลภาค เช่น การอธิบายปริมาตรและรูปร่างของสสารในแต่ละสถานะผ่านการใช้แบบจำลองอนุภาคของสสาร

2. ช่วยกระตุ้นการคิด

การใช้การแสดงผลแทนหลากหลายรูปแบบในชั้นเรียนจะช่วยกระตุ้นการคิดและการรับรู้ของสมอง ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Batir & Akçay, 2022)

3. ช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการเรียนรู้และส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เชิงรุก

การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างการแสดงผลแทนหลากหลายรูปแบบด้วยตนเอง เช่น การวาดภาพประกอบคำอธิบาย หรือการสร้างแอนิเมชันประกอบการพากย์เสียงอธิบายไม่เพียงกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน แต่ยัง

ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย (Prain & Tytler, 2012) ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เชิงรุก โดยผู้เรียนจะได้คิดวิเคราะห์ ตีความ และสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง

4. ช่วยพัฒนาสมรรถนะในการใช้และการสร้างการแสดงแทน (Representational Competencies)

การใช้การแสดงแทนหลากหลายรูปแบบช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้การแสดงแทนในรูปแบบต่างๆ เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ สามารถเลือกและสร้างตัวแทนความคิดที่มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการนำเสนอได้ รวมถึงสามารถแปลความหมาย เปรียบเทียบความแตกต่าง และเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตัวแทนความคิดรูปแบบต่างๆ ได้ (Yeo, 2017) เช่น การปรับการแสดงแทนจากข้อความ เป็นภาพ จากตาราง เป็นกราฟได้

5. ช่วยนำเสนอความคิดเพื่อใช้ประเมินความเข้าใจและให้ข้อมูลย้อนกลับได้

การแสดงแทนทำให้ความคิดของผู้เรียนถูกนำเสนอออกมา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยน และปรับปรุงความเข้าใจร่วมกับเพื่อนๆ ได้ นอกจากนี้ ยังช่วยให้ครูเข้าใจความคิดของผู้เรียน ทำให้ครูสามารถประเมินความเข้าใจและให้ข้อมูลย้อนกลับในเรื่องนั้นๆ ได้ รวมถึงใช้วางแผนการสอนเพื่อช่วยเหลือผู้เรียนต่อไป

6. ช่วยดึงศักยภาพของการแสดงแทนแต่ละรูปแบบมาส่งเสริมกัน

การแสดงแทนแต่ละรูปแบบมีข้อดีและข้อจำกัดในการสร้างความเข้าใจที่แตกต่างกัน ดังตาราง 1 ดังนั้น การประยุกต์ใช้ตัวแทนความคิดหลายรูปแบบเข้าด้วยกันจึงช่วยสร้างความเข้าใจที่ครอบคลุมและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ตัวอย่างการใช้การแสดงแทนหลากหลายรูปแบบในการจัดการเรียนรู้เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสาร

ตัวอย่างการใช้สื่อการสอนที่มีการใช้การแสดงแทนหลากหลายรูปแบบในการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดระดับมหภาคเชื่อมโยงกับระดับกึ่งจุลภาคได้นั้นจำเป็นต้องอาศัยการสื่อสารผ่านการใช้รูปแบบการแสดงแทนที่มีความหลากหลาย เช่น ภาษาพูด การลงมือปฏิบัติ ภาพวาด สัญลักษณ์ และแบบจำลอง (Cheng et al. 2020)

ตัวอย่างที่ 1 การขยายตัวของแก๊สเมื่อได้รับความร้อน สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ในกิจกรรมนี้ ผู้เรียนต้องอธิบายปรากฏการณ์ที่ลูกโป่งที่ครอบอยู่บนปากขวดแก้วโดยแช่ขวดแก้วไว้ในน้ำแข็ง จากนั้นย้ายออกมาวางในภาชนะที่มีน้ำร้อน พบว่าลูกโป่งพองตัวขึ้น โดยครูสามารถจัดการเรียนการสอนโดยใช้การแสดงแทนหลากหลายรูปแบบได้ ดังนี้

1. การลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในระดับมหภาค ในส่วนนี้ผู้เรียนจะได้ลงมือปฏิบัติจริง และได้รับประสบการณ์ตรงจากการสังเกตโดยพบว่า เมื่อแช่ขวดแก้วไว้ในน้ำแข็ง จากนั้นย้ายออกมาวางในภาชนะที่มีน้ำร้อน พบว่าลูกโป่งพองตัวขึ้น ดังภาพ 2

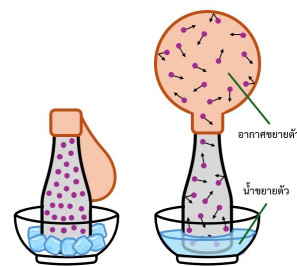
2. การแสดงท่าทางผ่านการเคลื่อนไหวร่างกายเพื่อจำลองตนเองเป็นอนุภาค โดยครูจัดกิจกรรมโมเลกุลเต้นระบำ (Molecule Dance)



ภาพ 2 ลูกโป่งที่ครอบอยู่บนปากขวดแก้วที่แช่ไว้ในน้ำแข็ง (ซ้าย) เปรียบเทียบกับขนาดของลูกโป่งที่ครอบอยู่บนปากขวดแก้วที่แช่ไว้ในน้ำร้อน (ขวา)

เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในระดับกึ่งจุลภาค ผู้เรียนสมมติบทบาทเป็นอนุภาคของอากาศ และขยับตัวเร็วขึ้นและห่างกันมากขึ้นเมื่อได้รับความร้อน ทำให้ผู้เรียนได้สัมผัสด้วยตนเองว่าเมื่ออากาศร้อนขึ้น อนุภาคจะเคลื่อนที่เร็วขึ้นและต้องการพื้นที่ระหว่างกันมากขึ้น

3. การวาดภาพและเขียนอธิบาย ผู้เรียนจะได้อธิบายปรากฏการณ์ในระดับมหภาค โดยการวาดภาพขวดและลูกโป่ง ควบคู่กับการอธิบายปรากฏการณ์ในระดับกึ่งจุลภาค โดยการวาดแบบจำลองอนุภาคของสสารเมื่อได้รับความร้อน เช่น ให้วงกลมแทนอนุภาค ลูกศรแทนความเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาค ดังภาพ 3 นอกจากนี้ ผู้เรียนยังสามารถเขียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ที่สังเกตได้กับการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาค



ภาพ 3 การวาดภาพเพื่ออธิบายเชื่อมโยงปรากฏการณ์ในระดับมหภาคและระดับกึ่งจุลภาค

4. การเรียนรู้ผ่านแอนิเมชัน ผู้เรียนจะเห็นการเคลื่อนที่ของอนุภาคแตกต่างจากการดูภาพนิ่ง ทำให้ผู้เรียนเปรียบเทียบความเร็วและระยะห่างระหว่างอนุภาคได้ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถอธิบายและเชื่อมโยงการขยายตัวของลูกโป่งเข้ากับความเร็วและการชนกันของอนุภาคในแอนิเมชันได้



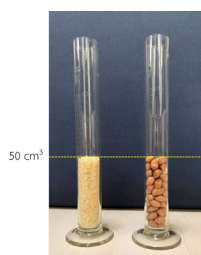
ภาพ 4 แอนิเมชันแสดงการขยายตัวของอนุภาคเมื่อได้รับความร้อน

จากสื่อการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบที่ผู้เขียนได้ยกตัวอย่างไปนั้น จะพบว่าเมื่อสสารได้รับความร้อนทำให้สสารขยายตัว และเมื่อนำไปใช้กับ ผู้เรียน จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างคำอธิบายได้ว่า เมื่อสสารได้รับความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้นจึงทำให้สสารขยายตัว

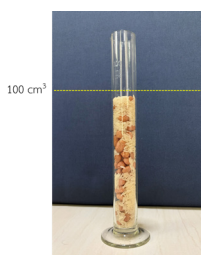
ตัวอย่างที่ 2 หลังการผสมน้ำกับแอลกอฮอล์ พบว่าปริมาตรรวมลดลง ถ้าผู้เรียนต้องการอธิบายว่า เพราะเหตุใดเมื่อผสมน้ำปริมาตร 50

ลูกบาศก์เซนติเมตร กับเอทานอลปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วปริมาตรรวมที่ได้จึงเหลือไม่ถึง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ครูสามารถจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการใช้การแสดงแทนหลากหลายรูปแบบเพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ได้ ดังนี้

1. การเปรียบเทียบเชิงอุปมาอุปไมย (Analogy) โดยให้เมล็ดข้าวซึ่งมีขนาดเล็กกว่าแทนอนุภาคน้ำ ส่วนเมล็ดถั่วซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าแทนอนุภาคแอลกอฮอล์ ดังภาพ 5 จากนั้นครูให้ผู้เรียนผสมเมล็ดข้าวกับเมล็ดถั่ว ในปริมาณอย่างละ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในระดับมหาคว่าปริมาตรรวมลดลง โดยพบว่าปริมาตรรวมไม่ถึง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังภาพ 6 เนื่องจากเมล็ดข้าวเข้าไปแทรกในช่องว่างระหว่างเมล็ดถั่วนั่นเอง



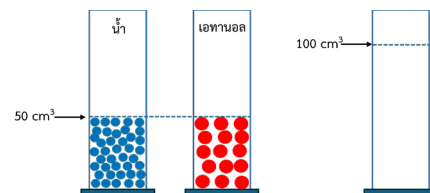
ภาพ 5 การใช้เมล็ดข้าว (ซ้าย) แทนอนุภาคน้ำ และใช้เมล็ดถั่ว (ขวา) แทนอนุภาคแอลกอฮอล์



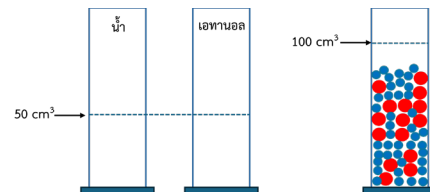
ภาพ 6 ปริมาตรที่ได้หลังผสมเมล็ดข้าวและเมล็ดถั่วเข้าด้วยกัน

2. การนำเสนอการแสดงแทนผ่านภาพวาด ผู้เรียนแปลงภาพจากสถานการณ์ในระดับมหาคของเมล็ดถั่วและเมล็ดข้าว เป็นภาพวาดแสดงความสัมพันธ์เชื่อมโยงไปยังสถานการณ์ในระดับจุลภาค โดยใช้วงกลมสองขนาดที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ดังภาพ 7 ซึ่งแสดงถึงขนาดของอนุภาคที่แตกต่างกันเพื่อสื่อสารและอธิบายการกระจายตัวของสารหลังผสมกัน ดังภาพ 8

3. การตีความเกี่ยวกับอนุภาคผ่านภาพและการอธิบาย (Visual and Verbal Modes) ครูนำเสนอแบบจำลองแสดงอนุภาคของน้ำและแอลกอฮอล์หลังผสมกัน จากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันอธิบายแบบจำลองดังกล่าวเป็นภาษาพูด เช่น ระบุว่าอนุภาคจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบเพื่อนำคำอธิบายที่ได้ไปเขียนแผนภาพแสดงอนุภาคน้ำที่มีขนาดเล็กกว่าเข้าไปแทรกในช่องว่างระหว่างอนุภาคแอลกอฮอล์ที่มีขนาดใหญ่กว่า นำไปสู่การไขปริศนาเรื่องปริมาตรที่หายไป



ภาพ 7 แบบจำลองแสดงอนุภาคของน้ำและแอลกอฮอล์



ภาพ 8 แบบจำลองแสดงอนุภาคของน้ำและแอลกอฮอล์หลังผสมกัน

ดัดแปลงภาพจาก : <https://learn.concord.org/resources/460/unit-1-inv-3-what-are-all-materials-made-of-v2>

บทสรุป

การแสดงแทนหลากหลายรูปแบบ (Multimodal Representation) มีบทบาทอย่างมากในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนควรมีโอกาสได้เรียนรู้ผ่านสื่อหลากหลายรูปแบบ ทั้งที่เป็นคำพูด ท่าทาง รูปภาพ สัญลักษณ์ แบบจำลอง เนื่องจากการแสดงแทนในรูปแบบต่างๆ มีจุดเด่นและข้อจำกัดในการใช้งานที่แตกต่างกันเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ได้มากขึ้น

นอกจากนี้ ยังพบว่าในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ ผู้เรียนมักถูกจำกัดบทบาทอยู่เพียงแค่การแปลความหมายจากการแสดงแทนที่ผู้อื่นสร้างขึ้น แต่ยังไม่ค่อยได้รับโอกาสให้ฝึกสร้างสรรค์การแสดงแทนเพื่อถ่ายทอดความเข้าใจของตนเองมากนัก ซึ่งครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างการแสดงแทนหลากหลายรูปแบบด้วยตนเอง เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารแนวคิดจากที่เป็นนามธรรมให้จับต้องได้มากขึ้น กระตุ้นการคิดและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน รวมทั้งยังช่วยให้ครูสามารถประเมินความเข้าใจและให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียนได้อีกด้วย ทั้งนี้ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับโอกาสในการเข้าถึงสื่อหลากหลายรูปแบบ และครูควรจัดการเรียนรู้โดยใช้การแสดงแทนหลากหลายรูปแบบ โดยอาจเริ่มจากการลองใช้ตัวอย่างการจัดกิจกรรมที่ผู้เขียนได้นำเสนอ ทั้งนี้ การเลือกใช้การแสดงแทนควรคำนึงถึงความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียนเป็นสำคัญ มากกว่าการยึดติดกับความต้องการส่วนตัวของผู้เรียนเพียงอย่างเดียว

บรรณานุกรม

- American Psychological Association (APA). (2023). *Where did the Visual, Auditory, and Kinesthetic Learning Style Typology Come from?* Retrieved August 18, 2026, from <https://www.apa.org/pubs/highlights/spotlight/issue-277>.
- Batr, S. B. & Akçay, H. (2022). *Effects of Multimodal Representations on Students' Science Learning*. *International Society for Technology, Education, and Science (ISTES)*. Retrieved August 24, 2026, from <https://eric.ed.gov/?id=ED626707>.
- Bezemer, J. (2023). What Modes can and cannot do: affordance in gunther kress's theory of sign making. *Text & Talk*, 44(4): 493–510. <https://doi.org/10.1515/text-2022-0055>.
- Centre for Educational Neuroscience. (n.d.). *Children have Different Learning Styles*. University College London. Retrieved August 24, 2026, from <https://educationalneuroscience.org.uk/wordpress/resources/neuromyth-or-neurofact/children-have-different-learning-styles/>.
- Fleming, N.D. & Mills, C. (1992). Not Another Inventory, Rather a Catalyst for Reflection. *To Improve the Academy*, 11: 137–155.
- Kress, G. & Van Leeuwen, T. (2001). *Multimodal Discourse: the modes and media of contemporary communication*. London: Arnold Publishers.
- Lemke, J. L. (1998). *Multiplying Meaning: visual and verbal semiotics in scientific text*. In J. R. Martin, & R. Veel (Eds.), *Reading Science* (pp. 87–113). Routledge.
- Prain, V. & Tytler, R. (2012). Learning through Constructing Representations in Science: a framework of representational construction affordances. *International Journal of Science Education*. 2011. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.626462>.
- Yeo, J. & Nielsen, W. (2020). Multimodal Science Teaching and Learning. *Learning: research and practice*, 6(1): 1–4. <https://doi.org/10.1080/23735082.2020.1752043>.
- Yeo, J. (2017). Role of Representations in Producing Scientific Explanations in Physics. *OER Knowledge Bites*, 5: 11–12. <https://ebook.ntu.edu.sg/20190607-oer-knowledge-bitesvolume5/full-view.html>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. สืบค้นเมื่อ 24 สิงหาคม 2569, จาก <https://www.scimath.org/ebook-science/item/8923-2018-10-01-01-59-16>.

เรียนรู้ด้วยการคิด (Learning by Thinking): กุญแจสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนยุค AI



ภาพจาก: <https://s39613.pcdn.co/wp-content/uploads/2025/07/iStock-1605523233-scaled.jpg>

ในอดีตการเข้าถึงแหล่งข้อมูลความรู้เป็นอุปสรรคสำคัญของการศึกษา แต่ในปัจจุบันสถานการณ์ได้เปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิง ผู้เรียนต้องเผชิญกับภาวะที่ข้อมูลมีปริมาณมหาศาล (Information Overload) และการกำเนิดของเทคโนโลยี Generative AI เช่น ChatGPT, Gemini หรือ Claude ที่สามารถสร้างคำอธิบาย เฉลยโจทย์คณิตศาสตร์ หรือเขียนเรียงความที่ ชับซ้อนให้เสร็จสิ้นได้ในเวลาไม่กี่วินาที ความสะดวกสบายนี้ทำให้เกิดคำถามที่น่ากังวลว่ามนุษย์เรายังจำเป็นต้องคิด และอธิบายสิ่งต่างๆ ด้วยตัวเองอีกหรือไม่ในเมื่อเทคโนโลยีสามารถทำสิ่งเหล่านั้นแทนเราได้ทั้งหมด

นักจิตวิทยาพุทธิปัญญา (Cognitive Psychologists) เตือนถึงวิกฤตที่กำลังเกิดขึ้นในสมองของผู้เรียนจากการพึ่งพา AI ซึ่งทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า “ภาพลวงตาของความเข้าใจ” (Illusion of Understanding) และ “ภาพลวงตาของความลึกในการอธิบาย” (Illusion of Explanatory Depth - IOED) กล่าวคือ คนเรามักประเมินว่าตนเองเข้าใจสิ่งต่างๆ ลึกซึ้งกว่าที่เป็นจริงและจะตระหนักถึงขีดจำกัดของความเข้าใจก็ต่อเมื่อได้ลงมือพยายามอธิบายสิ่งนั้นด้วยตนเอง (Rozenblit & Keil, 2002) ผู้เรียนจึงมักสับสนระหว่าง “การเข้าถึงข้อมูลจากภายนอก” กับ “ความเข้าใจที่แท้จริงภายใน” เมื่ออ่านคำอธิบายที่สละสลวยจาก AI ผู้เรียนมักหลงคิดว่าตนเองเข้าใจเนื้อหาแล้ว ทั้งที่ในความเป็นจริงความรู้ที่ยังไม่ได้ถูกบ่มเพาะลงในความจำระยะยาว และเป็นเพียงความรู้ที่ฉาบฉวย หากปล่อยให้สถานการณ์นี้เกิดขึ้นต่อไป ผู้เรียนอาจเผชิญกับภาวะ “ความถดถอยทางปัญญา” (Cognitive Atrophy) จากการเลิกใช้ความคิด และแก้ปัญหาด้วยตนเองซึ่งอาจทำให้ผู้คนในสังคมยุคใหม่สูญเสียความหลากหลายทางปัญญาเนื่องจากการพึ่งพาคำตอบจาก AI ซึ่งมีรูปแบบคล้ายคลึงกัน (Doshi & Hauser, 2024)

ปรากฏการณ์นี้สะท้อนค่าเปรียบเทียบในบทความของ Kortemeyer (2026) ที่ตีพิมพ์ในวารสาร The Physics Teacher ซึ่งอุปมาเหตุการณ์ที่ AI มีความสามารถเพิ่มขึ้นทีละน้อยจนผู้สอนไม่ทันตระหนักว่า “คำตอบที่ถูกต้อง” ไม่อาจใช้เป็นหลักฐานของความเข้าใจได้อีกต่อไปกับ “ปรากฏการณ์กบต้ม” (Boiling Frog Phenomenon) หากขยายอุปมานี้มาสู่ตัวผู้เรียนจะเห็นว่า เมื่อผู้เรียนเริ่มใช้ AI ช่วยเหลือในงานเพียงเล็กน้อย ความสะดวกสบายที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นเปรียบเสมือนการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำอย่างช้าๆ จนผู้เรียนเกิดความคุ้นชินและละเลยต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของตนเอง กว่าที่จะตระหนักถึงวิกฤตนี้ภาวะถดถอยทางปัญญาก็อาจรุนแรงจนยากจะเยียวยา และกลายเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการพัฒนาศักยภาพขั้นสูงของมนุษย์ ปรากฏการณ์ “กบต้ม” ในการเรียนรู้ยุค AI สอดคล้องกับรายงาน OECD (2026) เรื่องความเสี่ยงจากการพึ่งพา AI ในการสังเคราะห์ข้อมูล (Cognitive Offloading) ซึ่งอาจบั่นทอนโครงสร้างความรู้เดิมและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ



ภาพ 1 การอุปมาอุปไมย “ปรากฏการณ์กบต้ม” (Boiling Frog Phenomenon)
มาจาก: The boiling-frog problem of physics education, The Physics Teacher, Kortemeyer (2026) .

ด้วยเหตุนี้ แนวคิด “การเรียนรู้ด้วยการคิด” (Learning by Thinking) จึงไม่ใช่เรื่องล้าสมัยในยุค AI แต่กลับจะทำให้เป็นวิธีการหลักที่ขาดไม่ได้และมีความสำคัญยิ่งกว่ายุคใดๆ เพราะความเข้าใจที่แท้จริงและคงทนของมนุษย์ไม่ได้เกิดขึ้นจากการอ่านหรือรับข้อมูลสำเร็จรูป แต่เกิดจากการที่สมองต้อง “ทำงาน” เพื่อเชื่อมโยงข้อมูล สร้างข้อสรุป และอธิบายสิ่งเหล่านั้นด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทางจิตวิทยาพุทธิปัญญา ทั้งทฤษฎีการอธิบายด้วยตนเอง (Self-Explanation Theory) (Chi et al., 1994) และทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ (Generative Learning Theory) (Fiorella & Mayer, 2016) ซึ่งยืนยันว่าความเข้าใจที่คงทนเกิดจากการที่ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงเชิงเหตุและผลผ่านกระบวนการทางปัญญาภายใน

การเรียนรู้ด้วยการคิด (Learning by Thinking: LbT) คืออะไร

โดยทั่วไปแล้ว แบบจำลองการเรียนรู้ที่เราคุ้นเคยจะแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบหลัก ได้แก่ การเรียนรู้จากการสังเกต (Learning from Observation) เช่น การทดลอง การสังเกตการณ์โลกภายนอก หรือ การลงมือปฏิบัติ และการเรียนรู้จากการบอกเล่าหรือการรับฟังผู้เชี่ยวชาญ (Learning from Testimony) เช่น การฟังครูบรรยาย การอ่านตำรา หรือ การอ่านข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตและ AI (Lombrozo, 2024)

ทั้งสองรูปแบบนี้เป็นการนำเข้าสู่ข้อมูลความรู้ใหม่จากภายนอก (Outside the Head) แต่ “การเรียนรู้ด้วยความคิด” (Learning by Thinking - LbT) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจโดยปราศจากข้อมูลนำเข้าใหม่จากภายนอกในขณะนั้น ตัวอย่างเช่น นักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบแนวคิดใหม่จากการจำลองความคิดในสมอง (Thought Experiment) (Bascandziev et al., 2025) หรือผู้เรียนที่ค้นพบความเชื่อมโยงของสูตรคณิตศาสตร์หลังจากพยายามอธิบายเรื่องนี้ให้เพื่อนฟัง อย่างไรก็ตาม อาจมีข้อสงสัยว่า หากเราไม่มีข้อมูลใหม่เข้ามาเลยแล้วเราจะสร้าง “ความรู้ใหม่” จาก “ข้อมูลเก่า” ที่มีอยู่ในสมองได้อย่างไร คำตอบคือ สมองของมนุษย์มีศักยภาพในการ “อธิบายข้อมูลตัวแทนความรู้ใหม่” (Representational Redescription) (Karmiloff-Smith, 1992) ความรู้หลายอย่างในสมองของเราถูกจัดเก็บไว้ในลักษณะกระจัดกระจายเป็นเพียงความทรงจำเชิงภาพ เสียง หรือทักษะทางกายภาพที่ยังไม่ได้ถูกเปลี่ยนเป็นระบบภาษาที่ชัดเจน กระบวนการคิดและอธิบายจะเข้ามาทำหน้าที่หลอมรวม ผสมผสาน และจัดเรียงข้อมูลที่มีอยู่นั้นใหม่ ทำให้เกิดความรู้ใหม่ที่มี “เงื่อนไขการเข้าถึงที่ดีขึ้น” (New Accessibility Conditions) ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นรูปแบบความสอดคล้องหรือช่องว่างของความรู้เดิมที่ตนเองไม่เคยสังเกตเห็นมาก่อน

การวิจัยด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ได้จำแนกกลไกของกระบวนการ “การเรียนรู้ด้วยการคิด” ผ่านกิจกรรมการอธิบาย 3 รูปแบบหลัก ได้แก่

1) การอธิบายด้วยตัวเอง (Self-Explanation - SE)

ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงเชิงเหตุและผล (Causal Inferences) ระหว่างข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม โดยมุ่งเน้นที่การสร้าง “แบบจำลองทางความคิด” (Mental Models) แทนการท่องจำข้อมูลเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการทำความเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อน (Chi et al., 1994)

2) การอธิบายให้เพื่อนฟัง (Peer Explanation - PE)

กระบวนการนี้กระตุ้นให้ผู้เรียนต้องจัดระเบียบข้อมูล (Knowledge Organization) และติดตามความเข้าใจของตนเอง (Self-monitoring) เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ ส่งผลให้เกิดการบูรณาการความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น (Roscoe & Chi, 2007)

3) การอธิบายให้บุคคลสมมติฟัง (Explanation to Fictitious Others - EFO)

การเตรียมตัวเพื่อสอนผู้อื่นจะกระตุ้นผลของความคาดหวังที่จะสอน (Expectancy of Teaching Effect) ซึ่งปรับโหมดการทำงานของสมองให้เป็นการจัดลำดับที่ครอบคลุมและเข้มข้นกว่าการเรียนรู้เพื่อสอบ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดึงข้อมูล (Retrieval) และความจำระยะยาว (Nestojko et al., 2014)



ภาพ 2 แนวทางของกระบวนการ “การเรียนรู้ด้วยการคิด”

ความสำคัญของกระบวนการคิดของมนุษย์ในการใช้ AI

แม้ AI จะมีศักยภาพในการประมวลผล แต่กระบวนการ “สร้างความหมาย” ของผู้ใช้ (Meaning-making Process) ยังคงเป็นสิ่งสำคัญของมนุษย์ บทบาทของมนุษย์ในยุคนี้คือ การรักษากระบวนการสร้างความเข้าใจที่เทคโนโลยีไม่สามารถทำแทนได้ โดยมีเหตุผลสำคัญดังนี้

- **ความเข้าใจไม่ใช่การถ่ายโอนข้อมูล แต่คือการปรับโครงสร้างภายใน (Internalization and Integration)** งานวิจัยด้านพุทธิปัญญาชี้ให้เห็นว่า “ความเข้าใจ” (Understanding) ไม่ใช่สินค้าทางปัญญาที่สามารถถ่ายโอน (Transfer) จากภายนอกสู่สมองได้โดยตรง แต่เป็นผลลัพธ์ของการปรับโครงสร้างความรู้ของผู้เรียนเองผ่านการลงมือคิด (Lombrozo, 2024) แม้คำอธิบายจาก AI จะแม่นยำ แต่หากกระบวนการทางปัญญายภายในไม่ได้เกิดขึ้นผ่านการเชื่อมโยง (Integration) และการอธิบายด้วยตนเอง (Self-explanation) ข้อมูลนั้นมักเป็นเพียงความรู้ระยะสั้น (Chi et al., 1994)

- **ความเสี่ยงของการละทิ้งภาระทางปัญญา (Cognitive Offloading)** การพึ่งพา AI ในการสังเคราะห์ข้อมูล (Cognitive Offloading) อาจนำไปสู่การขาดโอกาสในการฝึกฝนทักษะการสืบค้นและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แม้เทคโนโลยีจะช่วยเพิ่มผลผลิตแต่การส่งออกภาระทางปัญญายังคงต่อเนื่องอาจบั่นทอนโครงสร้างความรู้เดิมของผู้เรียน (Risko &

Gilbert, 2016) การเรียนรู้ที่มีคุณภาพจำเป็นต้องอาศัย “ความพยายามทางปัญญา” (Cognitive effort) ที่ต้องใช้ความตั้งใจในการฝึกฝน คิดวิเคราะห์ ไม่ใช่แค่การรับข้อมูลแบบสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว

- **การตรวจสอบทักษะการกำกับตนเอง (Metacognitive Monitoring)** ความสามารถในการประเมินความรู้ของตนเองหรือ “อภิปัญญา” (Metacognition) มีความสำคัญยิ่ง การฝึกอธิบายตนเองช่วยให้ผู้เรียนสามารถระบุ “ช่องว่างของความรู้” (Knowledge Gaps) ทำให้สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบจาก AI ได้อย่างมีวิจารณญาณ แทนการยอมรับข้อมูลโดยปราศจากการไตร่ตรอง (Chi, 2000)

การออกแบบห้องเรียนยุค AI เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการคิด

ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับยุคดิจิทัล และการมี AI ที่สร้างสรรค์ผลงานได้อย่างง่ายสามารถประยุกต์ใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม “การเรียนรู้ด้วยการคิด” ผ่านแนวทางปฏิบัติดังนี้

ถามเพื่อกระตุ้น ไม่ใช่แค่บอกคำตอบ (Prompt, Don't Just Present)

ครูควรเปลี่ยนบทบาทจากการเป็น “ผู้นำเสนอความรู้แต่เพียงผู้เดียว” มาเป็น “ผู้ออกแบบโอกาสในการคิด” แทนที่จะให้นักเรียนอ่านคำอธิบายในสไลด์หรือฟังครูบรรยายเพียงอย่างเดียว ครูควรถามคำถามประเภท “ทำไม” และ “อย่างไร” เช่น “ในตัวอย่างการคำนวณสูตรนี้ เพราะเหตุใดเราจึงต้องย้ายข้างตัวแปรค่าคงที่ก่อนลงอธิบายความคิดเบื้องหลังขั้นตอนนี้ด้วยภาษาของตัวเองลงในสมุด” การหยุดให้นักเรียนเขียนคำอธิบายด้วยตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนมีสมาธิและเข้าใจแก่นแท้ของบทเรียนมากขึ้น

ใช้แบบฝึกหัดแบบค่อยๆ ลดระดับการช่วยเหลือ (Faded Worked Examples)

สำหรับนักเรียนที่ยังขาดพื้นฐานความรู้ (Novice Learners) การให้ทำโจทย์ยากๆ ทันทีอาจทำให้นักเรียนเกิดความเครียดมากเกินไป ครูควรใช้วิธีนำเสนอ “โจทย์ตัวอย่างที่แสดงวิธีการทำทีละขั้นตอนอย่างละเอียด” จากนั้นในข้อถัดไปจึงค่อยๆ ลบบางขั้นตอนออก (Fading Steps) เพื่อให้นักเรียนต้องคิดคำนวณและเขียนอธิบายด้วยตนเองเฉพาะขั้นตอนที่หายไป (Renkl & Atkinson, 2003) ตัวอย่างเช่น ขั้นแรกให้ตัวอย่างการแก้สมการคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์ก่อน ข้อต่อไปให้มีสมการคณิตศาสตร์เหมือนเดิม แต่ลบขั้นตอนสุดท้ายออกแล้วให้นักเรียนทำต่อพร้อมเขียนเหตุผลสั้นๆ ว่า “ขั้นตอนนี้จำเป็นเพราะอะไร” วิธีนี้จะช่วยสนับสนุนเด็กที่มีความรู้พื้นฐานน้อยให้สามารถพัฒนาคุณภาพการคิดและสร้างความมั่นใจได้ดีขึ้น

จัดกิจกรรมการอธิบายที่หลากหลายและชัดเจน (Diverse Explanation Modes)

ครูสามารถผสมผสานรูปแบบการคิดโดยอธิบายผ่าน 3 กิจกรรมหลัก ได้แก่

- 1) อธิบายด้วยตัวเอง ใช้เวลา 3 - 5 นาที ท้ายชั่วโมงเรียนให้นักเรียนเขียนสะท้อนความเห็นหรือข้อสรุปของเรื่องที่เรียนด้วยภาษาของตัวเองลงในบันทึกความรู้ซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการอธิบายของนักเรียนได้ดีขึ้น

2) จับคู่แลกเปลี่ยน (Think-Pair-Share) ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นคู่ โดยกำหนดบทบาทอย่างชัดเจน เช่น นักเรียน A เป็นผู้อธิบายเหตุผลของคำตอบ ส่วนนักเรียน B ทำหน้าที่ตั้งคำถาม ซักถาม และสรุปสิ่งที่นักเรียน A พูดในมุมมองของตนเองเพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน การกำหนดบทบาทนี้จะป้องกันไม่ให้นักเรียนที่เก่งกว่าพูดฝ่ายเดียวและช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างเท่าเทียม

3) สอนบุคคลสมมติ (Teach-Back Videos) มอบหมายให้นักเรียนบันทึกวิดีโอที่สั้นๆ ความยาว 1 นาทีผ่านโทรศัพท์มือถือเพื่ออธิบายแนวคิดต่างๆ ให้กับบุคคลสมมติฟัง เช่น อธิบายเรื่องแรงเสียดทานให้เด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เข้าใจ การคาดหวังว่าตนเองจะต้องสวมบทบาทเป็นผู้สอนผู้อื่นจะกระตุ้นสมองให้จัดระเบียบเนื้อหาอย่างเป็นระบบโดยอัตโนมัติ และยังช่วยลดความกังวลหรือการประหม่าเมื่อเทียบกับการอธิบายในห้องเรียนจริง

ปรับเปลี่ยนบทบาท AI จาก “ผู้เฉลย” เป็น “เพื่อนคู่คิด” (AI as a Reflective Partner)

เพื่อเปลี่ยนบทบาท AI จาก “แหล่งคำตอบ” สู่ “เพื่อนคู่คิด” (Reflective Partner) ครูสามารถประยุกต์ใช้แนวทางการตั้งคำถาม 3 ระยะที่พัฒนาตามกรอบแนวคิด ของ OECD และคณะกรรมการการยุโรป (OECD & European Commission, 2026) เพื่อยกระดับความรู้เท่าทัน AI ดังนี้

- คำถามในสถานการณ์ (In-the-Moment) กระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตพฤติกรรม AI เช่น ข้อมูลนี้มีความถูกต้องเพียงใด เราต้องตรวจสอบจากแหล่งใดจึงจะมั่นใจ มีร่องรอยหรือภาษาใดที่บ่งชี้ว่าข้อมูลนี้สร้างโดย AI

- คำถามเพื่อการสะท้อนคิด (Reflective Use) ถามผู้เรียน

ในเรื่องปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับเทคโนโลยี เช่น การใช้ AI ในกรณีนี้ส่งผลต่อกระบวนการคิดของเราอย่างไร หรือสถานะความเป็นเจ้าของงาน (Authorship) เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรเมื่อมี AI เข้ามามีส่วนร่วม

- คำถามเพื่อการต่อยอด (Exploring Further) ให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดในประเด็นด้านจริยธรรม เช่น ระบบ AI ตอกย้ำหรือลดทอนความเหลื่อมล้ำทางสังคมเดิมอย่างไรและเราจะรักษาอำนาจการตัดสินใจของมนุษย์ (Human Agency) ไว้ได้อย่างไร

บทสรุป

ในยุคของ AI และข้อมูลที่มีปริมาณมหาศาล บทบาทของครูจำเป็นต้องเปลี่ยนไปจาก “ผู้ส่งผ่านข้อมูลความรู้” สู่การเป็น “ผู้ออกแบบและสร้างโอกาสเพื่อส่งเสริมการคิด” (Designer of Thinking Opportunities) การประยุกต์ใช้แนวคิด “การเรียนรู้ด้วยการคิด” ไม่ใช่การปฏิเสธเทคโนโลยี แต่คือ การช่วยให้ผู้เรียนหลุดจากกับดักของคำตอบสำเร็จรูปและกลับมาพัฒนาความคิดที่มนุษย์ยังคงต้องควบคุมได้ด้วยตนเอง

การอธิบายด้วยตนเอง (Self-Explanation) การสะท้อนความคิด (Reflection) และการทดลองทางความคิด (Thought Experiments) เปรียบเสมือนสะพานที่เชื่อมโยงข้อมูลปริมาณมหาศาลให้กลายเป็นความเข้าใจที่แท้จริง เมื่อการเรียนรู้ให้ความสำคัญกับการ “คิด” มากกว่าการ “หาคำตอบ” เราจะสามารถสร้างผู้เรียนที่ไม่เพียงแต่ใช้ AI เป็น แต่ยังเป็นผู้ที่มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในศักยภาพตนเอง และเป็นเจ้าของความคิด รวมทั้งพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการรับมือกับโลกที่ข้อมูลมีปริมาณมหาศาล และยากที่จะแยกได้ว่าสิ่งใดเกิดจากมนุษย์หรือจาก AI ได้อย่างยั่งยืน 

บรรณานุกรม

- Bascandziev, I. & Abutto, A. & Walker, C. M. & Bonawitz, E. (2025). *The Mind Lab: thought experiments as a means to teaching science effectively and efficiently* [Preprint]. PsyArXiv. https://osf.io/preprints/psyarxiv/jr4nx_v2.
- Chi, M. T. H. (2000). Self-explaining Expository Texts: the dual processes of generating inferences and repairing mental models. *Advances in Instructional Psychology*, 5, 161–238.
- Chi, M. T. H. & de Leeuw, N. & Chiu, M.-H. & LaVancher, C. (1994). Eliciting Self-Explanations Improves Understanding. *Cognitive Science*, 18(3): 439–477. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(94\)90016-7](https://doi.org/10.1016/0364-0213(94)90016-7).
- Doshi, A. R. & Hauser, O. P. (2024). Generative AI Enhances Individual Creativity but Reduces The Collective Diversity of Novel Content. *Science Advances*, 10(28): eadn5290.
- Fiorella, L. & Mayer, R. E. (2016). Eight Ways to Promote Generative Learning. *Educational Psychology Review*, 28(4): 717–741.
- Kortemeyer, G. (2026). The Boiling-frog Problem of Physics Education. *The Physics Teacher*, 64(1): 8–12. <https://doi.org/10.1119/5.0296601>.
- Lombrozo, T. (2024). Learning by Thinking in Natural and Artificial Minds. *Trends in Cognitive Sciences*, 28(11): 1011–1022. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2024.07.007>.
- Nestorjko, J. F. & Bui, D. C. & Kornell, N. & Bjork, E. L. (2014). Expecting to Teach Enhances Learning and Organization of Knowledge in Free Recall of Text Passages. *Memory & Cognition*, 42(7): 1038–1048. <https://doi.org/10.3758/s13421-014-0416-z>.
- OECD & European Commission. (2026). *Empowering Learners for the Age of AI: an AI literacy framework for primary and secondary education*. OECD Publishing. <https://ailliteracyframework.org>.
- Renkl, A. & Atkinson, R. K. (2003). Structuring the Transition from Example Study to Problem Solving in Cognitive Skill Acquisition: a cognitive load perspective. *Educational Psychologist*, 38(1): 15–22.
- Risko, E. F. & Gilbert, S. J. (2016). Cognitive Offloading. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(9): 676–688. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.07.002>.
- Roscoe, R. D. & Chi, M. T. H. (2007). Understanding Tutor Learning: knowledge-building and knowledge-telling in peer tutors. *Review of Educational Research*, 77(4): 534–574. <https://doi.org/10.3102/0034654307309919>.
- Rozenblit, L. & Keil, F. (2002). The Misunderstood Limits of Folk Science: an illusion of explanatory depth. *Cognitive Science*, 26(5): 521–562.

เทคนิคการประเมินระหว่างเรียน ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุกในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์



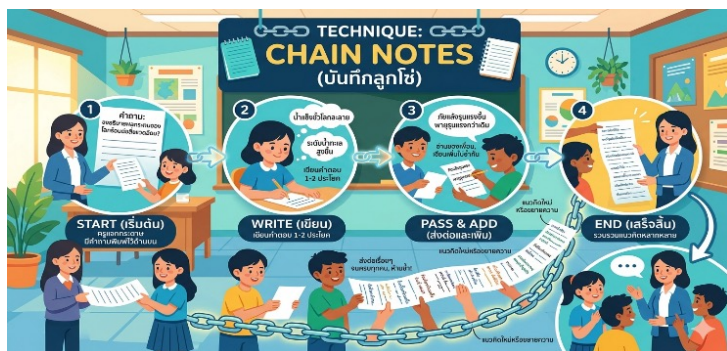
ภาพจาก: <https://learningmole.com/wp-content/uploads/2024/12/v2-bv1do-uumrg.jpg>

ในยุคที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันทั้งการเชื่อมต่ออุปกรณ์และการแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต (Internet of Things: IoT) และการบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เข้ากับการจัดการเรียนรู้ ทำให้บริบทของการศึกษาและคุณลักษณะของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยเทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ได้เปิดโอกาสให้เกิดรูปแบบการเรียนรู้ที่สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างรวดเร็ว (Instant Feedback) และทำให้เกิดรูปแบบการเรียนรู้ที่ปรับให้เข้ากับบริบทส่วนบุคคล (Personalized Learning) (UNESCO, 2021) แต่เมื่อมองกลับเข้ามาในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ หลายแห่งยังคงยึดติดกับกระบวนการจัดการเรียนรู้และการประเมินแบบดั้งเดิมที่มุ่งเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาและจบลงด้วยการประเมินเพื่อตัดสินผล (Summative Assessment) หรือการประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment of Learning) ในช่วงท้ายของบทเรียน การประเมินแบบดั้งเดิมนี้เปรียบเสมือนการ “ตัดสินผล” ที่บอกได้เพียงว่านักเรียนสอบผ่านหรือไม่ แต่ไม่สามารถแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Misconception) ได้ทันเวลาที่ สภาพการณ์เช่นนี้ส่งผลให้นักเรียนเกิดทัศนคติเชิงลบต่อการประเมิน รู้สึกเบื่อหน่าย เครียด และมองว่าการสอบคือ การจับผิดเพื่อตัดเกรดมากกว่าจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้พวกเขาเห็นว่าตนเองต้องพัฒนาสิ่งใดต่อไป เมื่อการประเมินสร้างความกดดัน ความอยากรู้อยากเห็นซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงลดลงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

๖ ด้วยเหตุนี้การประเมินระหว่างเรียน (Formative Assessment) หรือ การประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (Assessment for Learning) จึงมีความสำคัญที่เข้ามาเปลี่ยนผ่านการประเมินในรูปแบบเดิมๆ โดยการประเมินระหว่างเรียนจะไม่ได้แยกการประเมินออกจากการจัดการเรียนรู้ซึ่งมุ่งไปที่การตัดสินจากการสอบเป็นหลัก แต่เป็นกระบวนการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนที่แทรกซึมเป็นเนื้อเดียวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อรวบรวมข้อมูลว่านักเรียนกำลังอยู่จุดใด เข้าใจสิ่งใด นักเรียนสามารถแสดงแนวคิดของตนเองออกมาได้อย่างเป็นธรรมชาติโดยไม่ต้องกังวลว่าจะผิดหรือถูก หรือมุ่งแสดงแต่แนวคิดที่คิดว่าครูคาดหวังจะให้ตอบ ครูสามารถนำแนวคิดที่นักเรียนแสดงออกมาไปใช้ปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการเรียนรู้ได้ในทันทีถ้าพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเนื้อหาที่กำลังเรียนเพื่อให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้อง แนวคิดนี้สอดคล้องอย่างยิ่งกับเทคโนโลยีการเรียนรู้ในยุค AI และ IoT ที่เน้นการวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time Data Analytics) เพื่อให้ครูสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพ (Effective Feedback) แก่นักเรียนได้อย่างรวดเร็วและตรงจุด (Shute, 2008)

การประเมินระหว่างเรียนเป็นกลไกหลักที่สำคัญอย่างหนึ่งในการขับเคลื่อนการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ให้เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งการเรียนรู้เชิงรุกไม่ใช่เพียงการให้นักเรียนได้ขยับร่างกายหรือทำกิจกรรม แต่คือการมีส่วนร่วมทางสติปัญญา (Cognitive Engagement) ผ่านการตั้งคำถามกระตุ้นคิด การตอบคำถาม การสะท้อนความคิดต่อคำตอบของเพื่อนและของตนเอง (Freeman et al., 2014) ในบทความนี้ผู้เขียนขอเสนอแนวทางการใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 เทคนิค ที่นำเสนอโดย Keeley (2015) เพื่อทำให้ผู้อ่านมองเห็นภาพว่าเราสามารถเปลี่ยนแนวทางการประเมินการเรียนรู้ที่สร้างความตึงเครียดให้กับนักเรียนมาเป็นการประเมินการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เชิงรุกและเกิดความสุขสนทนในระหว่างการประเมินได้อย่างไร

เทคนิคที่ 1 บันทึกลูกโซ่ (Chain Notes) เทคนิคนี้คือ การพิมพ์คำถามไว้ด้านบนของกระดาษและให้นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบของตนเองลงในกระดาษ โดยจำกัดให้เขียนได้คนละ 1 - 2 ประโยค (ขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียนในห้อง ถ้านักเรียนมีจำนวนน้อย ให้เขียนคนละ 2 ประโยค ถ้านักเรียนมีจำนวนมาก ให้เขียนคนละ 1 ประโยคเพื่อเป็นการประหยัดเวลา)



ภาพ 1 การใช้เทคนิคบันทึกลูกโซ่ในชั้นเรียน
ที่มา: AI (Gemini)

เมื่อนักเรียนเขียนคำตอบเสร็จแล้วให้ส่งกระดาษแผ่นเดิมไปให้เพื่อนคนต่อไปเขียน ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกคน นักเรียนที่ได้รับกระดาษต่อจากเพื่อนต้องเขียนคำตอบที่สอดคล้องกับคำถามที่พิมพ์ไว้ด้านบนของกระดาษ และห้ามซ้ำกับที่เพื่อนคนก่อนหน้าได้เขียนไว้โดยนักเรียนอาจเขียนแนวคิดใหม่หรือขยายความแนวคิดที่เพื่อนๆ คนก่อนหน้าเขียนไว้ก็ได้ ดังภาพ 1 บันทึกลูกโซ่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวคิดของผู้อื่นเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับแนวคิดของตนเอง กระบวนการตรวจสอบแนวคิดของผู้อื่นทำให้นักเรียนสามารถเพิ่มเติมแนวคิดใหม่ๆ เข้าไปในแนวคิดของตนเองซึ่งช่วยกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักสังเคราะห์และประเมินว่าผู้อื่นมีความคิดอย่างไรก่อนที่จะเขียนแนวคิดของตนเองลงไปในเทคนิคนี้ทำให้นักเรียนได้เขียนระดับของความรู้ที่หลากหลายลงไปในบันทึกลูกโซ่ เช่น ข้อเท็จจริง นิยาม แนวคิดเฉพาะอย่าง (Specific Ideas) แนวคิดใหญ่ (Big Ideas) การอุปมา (Analogies) การแสดงตัวอย่างโดยใช้รูปภาพหรือไดอะแกรม (Illustrative Examples) รวมถึงหลักฐานจากประสบการณ์ในชีวิตของนักเรียนหรือประสบการณ์ที่ได้รับภายในห้องเรียน ภาพ 2 แสดงให้เห็นตัวอย่างของบันทึกลูกโซ่ที่นักเรียนเขียนในแนวคิดเรื่อง สสาร

การตรวจสอบบันทึกลูกโซ่ที่นักเรียนเขียนจะทำให้ครูทราบว่าบทเรียนที่สอนไปทำให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ต้องการมากน้อยเพียงใด ครูสามารถนำข้อมูลที่ได้ออกจากการประเมินระหว่างเรียนมาพิจารณาว่านักเรียนคนใดควรมีการเปลี่ยนแปลงหรือทบทวนแนวคิดของตนเอง และครูจะออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไรเพื่อให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของตนเองมาเป็นแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น การนำเทคนิคบันทึกลูกโซ่ไปใช้จริงในห้องเรียนมีข้อควรพิจารณาดังนี้ 1) คำถามที่ระบุไว้ด้านบนกระดาษ ควรเป็นคำถามปลายเปิดกว้างๆ ที่เน้นไปที่แนวคิดใดแนวคิดหนึ่ง 2) ถ้าไม่เขียนคำถามไว้ด้านบนของกระดาษครูอาจเขียนคำถามไว้ที่ใดสักแห่งหนึ่งในห้องเรียนซึ่งนักเรียนทุกคนสามารถมองเห็นได้ 3) ประโยคที่นักเรียนแต่ละคนเขียน

สสาร คืออะไร?

- สสารคือสิ่งที่อยู่รอบตัวเราและใช้ทำสิ่งของต่าง ๆ
- สสารมีมวลและต้องการที่อยู่
- สสารมีมวลและปริมาตร
- สสารเป็นสิ่งที่มองไม่เห็นหรือรู้สึกได้
- สสารบางชนิดเหมือนแก๊สคือไม่สามารถมองเห็นได้
- สสารสามารถอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลวหรือแก๊ส
- สสารสามารถอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลวหรือแก๊ส อาจเป็นธาตุหรือสารประกอบก็ได้
- สสารเกือบทุกชนิดมีอะตอมอยู่ภายใน
- ของทุกสิ่งทุกอย่างที่ทำขึ้นจากอะตอม คือ สสาร
- กิ่งมะเดื่อจะมีลักษณะเหมือนไม้เห็นแต่กิ่งก็ว่าเป็นสสาร
- แม้เราจะมองไม่เห็นสสารบางชนิดแต่ก็ถือว่าเป็นสสาร ถ้าเราสามารถได้กลิ่นหรือรู้สึกได้ เช่น อากาศเป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวเราแต่เรามองไม่เห็นแต่เราสามารถได้กลิ่นหรือรู้สึกถึงมันได้
- แก๊สเป็นสสารเพราะแก๊สต้องการที่อยู่ เมื่อเราปลูกโป๊ยะพวงบวบมันมีปากหนักไม่มากนัก
- สสารมีน้ำหนัก ถ้าสสารมีปริมาณมากพอจะสามารถยกสิ่งของได้
- สิ่งที่ไม่สามารถยกสิ่งใด ๆ ได้ แต่เป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวเราเพราะเราสามารถได้ยินเสียง เสียง ไม่ใช่สสารแต่เป็นบางสิ่งบางอย่างคล้ายพลังงานซึ่งไม่ใช่สสารแต่สามารถเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ บางครั้งก็สามารถรู้สึกได้
- ความร้อนคล้ายกับเสียงสามารถรู้สึกได้ แต่ความร้อนไม่ใช่สสารเพราะเราไม่สามารถถือมันได้ ดังนั้นจึงมีบางอย่างที่แตกต่างไปบางครั้งสสารก็คือพลังงานบางชนิดหนึ่ง
- ของบางอย่างประกอบด้วยสสาร บางอย่างประกอบด้วยพลังงาน



ภาพ 2 การใช้เทคนิคบันทึกลูกโซ่ในชั้นเรียน
ที่มา: AI (Gemini)

ลงไปในกระดาษ อาจเป็นประโยคที่ขยายความของเพื่อนหรือประโยคที่ไม่เห็นด้วย/ขัดแย้งกับประโยคของเพื่อนก็ได้ 4) ก่อนที่นักเรียนจะเขียนประโยคของตนเองลงในกระดาษครูควรกระตุ้นให้นักเรียนอ่านประโยคทั้งหมดของเพื่อนที่เขียนไปก่อนหน้านี้ 5) ถ้าเขียนไม่พอใน 1 หน้าที่กระดาษให้นักเรียนที่เหลือพลิกไปเขียนด้านหลังของกระดาษ 6) นักเรียนแต่ละคนไม่ควรใช้เวลาเกิน 1 - 2 นาที 7) ถ้านักเรียนในห้องมีจำนวนมาก เช่น 40 คน อาจจัดกิจกรรมบันทึกลูกโซ่ 2 สายๆ ละ 20 คนหรือ 4 สายๆ ละ 10 คน เพื่อให้ประหยัดเวลาและนักเรียนจะได้ไม่ต้องรอนานในการเขียนบันทึกลูกโซ่ 8) เมื่อทุกคนเขียนประโยคครบแล้วครูอ่านบันทึกทั้งหมดดั่งๆ หรือนำไปวางบนโปรเจคเตอร์เพื่อให้นักเรียนให้ข้อมูลย้อนกลับต่อข้อความที่นักเรียนแต่ละคนเขียนขึ้น นักเรียนต้องอภิปรายว่าเขาเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อข้อความในกระดาษและนักเรียนคนที่เขียนก็ต้องให้เหตุผลเพื่อปกป้องข้อความของตัวเองและหาข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกันในตอนท้าย 9) เทคนิคนี้สามารถนำไปใช้ก่อนเริ่มต้นบทเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน หรือนำไปใช้หลังจบบทเรียนเพื่อดูพัฒนาการของความลุ่มลึก

ของแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ก็ได้

เทคนิคที่ 2 สิ่งที่ไม่เข้าพวก (Odd One Out) คือ การให้นักเรียน

เปรียบเทียบความเหมือนของสิ่งของและท้าทายให้นักเรียนเลือกสิ่งของในกลุ่มที่ไม่เข้าพวก เมื่อนักเรียนเลือกแล้วนักเรียนต้องให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดของสิ่งนั้นจึงไม่เข้าพวกกับสิ่งของอื่นๆ ที่อยู่ในกลุ่ม เทคนิคนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งของที่อยู่ภายในกลุ่ม การให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับความเหมือนและความต่างเป็นการกระตุ้นทักษะการใช้เหตุผลและส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของนักเรียน เทคนิคนี้สามารถนำไปใช้กระตุ้นการอภิปรายกลุ่มเล็กภายในหลังจากที่นักเรียนแต่ละคนได้มีโอกาสคิดพิจารณาเกี่ยวกับแนวคิดของตนเองแล้ว การอภิปรายแนวคิดของนักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มอาจทำให้นักเรียนปรับเปลี่ยนการคิดของตัวเองหรือทำให้นักเรียนเห็นแนวทางในการทดสอบหรือตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดที่ตนเองมีภาพ 3 และ 4 แสดงการใช้เทคนิคสิ่งที่ไม่เข้าพวก ในการจัดการเรียนรู้แนวคิดเรื่อง การจำแนกสิ่งมีชีวิต



ที่มา: <https://shorturl.at/g1fgb>

สันทะเล



ที่มา: <https://shorturl.at/oZ5b9>

ผักบุ้งทะเล

ภาพ 3 ตอบ ชนนกทะเล เป็นสัตว์



ที่มา: <https://shorturl.at/ikPv8>

ชนนกทะเล



ที่มา: <https://shorturl.at/N4bZq>

หญ้าทะเล



ที่มา: <https://shorturl.at/rzEpB>

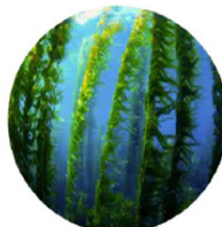
ตะไคร่ใน้ำ



ที่มา: <https://shorturl.at/CTZRJ>

หญ้าแห้วหมู

ภาพ 4 ตอบ หญ้าแห้วหมู เป็นพืชดอก



ที่มา: <https://shorturl.at/4SR9D>

เคลป์



ที่มา: <https://shorturl.at/1StpB>

ไลเคน

การนำเทคนิคสิ่งที่ไม่เข้าพวกไปใช้จริงในห้องเรียนมีข้อควรพิจารณาดังนี้ 1) การเลือกรูปภาพหรือสิ่งของให้เข้ามาอยู่ในกลุ่มตามหัวข้อที่ต้องการจัดการเรียนรู้ต้องมีรูปภาพหรือสิ่งของหนึ่งอย่างที่ไม่เข้าพวกกับของชนิดอื่นๆ ในกลุ่มดังกล่าว เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน 2) ก่อนให้นักเรียนดูรายชื่อสิ่งของควรบอกให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับหัวข้อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจะต้องใช้แยกสิ่งของที่ไม่เข้าพวกออกมาก่อน 3) ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจนว่านักเรียนต้องตอบอย่างมีเหตุผลตามความคิดของตนเองจริงๆ ไม่ใช่ตอบโดยการเดาคำตอบที่คิดว่าครูต้องการ 4) ครูควรบอกให้นักเรียนบันทึกการคิด

ของตนเองก่อนที่จะมีการอภิปรายแนวคิดร่วมกับเพื่อนคนอื่นในกลุ่ม เพื่อจะทำให้นักเรียนเห็นการพัฒนาแนวคิดหรือความเข้าใจของตนเอง 5) การนำเทคนิคนี้ไปใช้ควรใช้เวลาให้นักเรียนอย่างเพียงพอในการอภิปรายความเป็นไปได้ต่างๆ ก่อนที่จะทำการตัดสินใจสิ่งใดที่แตกต่างไปจากสิ่งอื่นๆ ในกลุ่ม 6) การให้นักเรียนพิจารณาสิ่งที่ไม่เข้าพวกอาจให้นักเรียนทำเดี่ยวหรือทำเป็นกลุ่มก็ได้

นอกจากการใช้เทคนิคนี้ในรูปแบบรูปภาพดังตัวอย่างด้านบน อาจใช้เทคนิคนี้ในรูปแบบของใบงานก็ได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ใบงานเรื่อง สมบัติของสสาร

คำชี้แจง: จงวงกลมคำที่ไม่เข้าพวกในแต่ละกลุ่มและอธิบายว่าทำไมคำๆ นั้นจึงไม่เข้าพวกกับคำอื่นๆ

คำใดไม่เข้าพวก			
น้ำหนัก	ความหนาแน่น	ความยาว	สี
ทำไมคำนั้นจึงไม่เข้าพวก :			
คำใดไม่เข้าพวก			
จุดหลอมเหลว	ความหนาแน่น	ความสามารถในการถูกละลาย	มวล
ทำไมคำนั้นจึงไม่เข้าพวก :			

ภาพ 5 สิ่งที่ไม่เข้าพวกสำหรับสอนเรื่อง สมบัติของสสาร

เทคนิคที่ 3 คำแรก-คำสุดท้าย (First Word-Last Word) คือ การทำให้เกิดการแปรผันของคำ โดยการให้นักเรียนสร้างข้อความที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่เรียนออกมา ซึ่งครูจะเป็นผู้กำหนดตัวอักษรเริ่มต้นให้แล้วให้นักเรียนสร้างข้อความต่อจากตัวอักษรที่ครูกำหนด นักเรียนจะต้องสร้างข้อความสองครั้งคือ ก่อนการจัดการเรียนรู้ (คำแรก) และหลังการจัดการเรียนรู้ (คำสุดท้าย) โดยคำแรกใช้ในการกระตุ้นความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดหรือหัวข้อที่กำลังจะเรียน การให้นักเรียนเขียนข้อความเพื่อแสดงแนวคิดของตนเองเป็นการสะท้อนความเข้าใจและประสบการณ์เดิมต่อหัวข้อการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนออกมาให้ผู้อื่น

รับรู้ ทำให้นักเรียนเกิดการรู้คิด (Metacognition) เพราะนักเรียนจะต้องคิดว่าในขณะที่พวกเขารู้อะไรบ้างเกี่ยวกับแนวคิดที่กำลังจะเรียน ส่วนคำสุดท้ายก็สามารถส่งเสริมการรู้คิดของนักเรียนได้เช่นกันเพราะนักเรียนจะต้องพิจารณาความเข้าใจเดิมของตนเองในตอนเริ่มต้นบทเรียนและทำการเปรียบเทียบว่าภายหลังการจัดการเรียนรู้ของครู แนวคิดของพวกเขา มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่อย่างไร ภาพ 6 คือ กิจกรรมคำแรกที่นักเรียนเขียนออกมาเพื่อแสดงแนวคิดที่ตนเองมีก่อนการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

คำแรกของคำว่า การสังเคราะห์ด้วยแสง (PHOTOSYNTHESIS)

Plant make their own food. พืชสร้างอาหารด้วยตนเอง
Happens in cell. เกิดขึ้นภายในเซลล์
Other animals eat plants. สัตว์ชนิดอื่น ๆ กินพืช
The root take up food and water. รากทำหน้าที่ดูดอาหารและน้ำ
Oxygen is breathed in through leaves. ใบทำหน้าที่ดูดซึมน้ำออกซิเจน
Sun Light makes food for plants. แสงอาทิตย์สร้างอาหารให้พืช
You can't make your own food. คนไม่สามารถสร้างอาหารด้วยตนเองได้
Needs water, sunlight, oxygen, and minerals. ต้องการน้ำ แสงอาทิตย์ ออกซิเจนและแร่ธาตุ
The leaves, roots, and stems are all parts that make food. ใบ รากและลำต้นล้วนสามารถสร้างอาหารได้
Have to have sun and water. ต้องการน้ำและแสงอาทิตย์
Energy comes from the sun. พลังงานมาจากดวงอาทิตย์
Sun Light turns plants green. แสงอาทิตย์ทำให้พืชมีสีเขียว
It happens in all plants. เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในพืชทุกชนิด
Soil is used by plants to make food. ดินถูกพืชใช้ในการสร้างอาหาร

ภาพ 6 กิจกรรมคำแรกในหัวข้อการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

ครูสามารถอ่านสิ่งที่นักเรียนเขียนมาดังตัวอย่างเพื่อดูว่านักเรียนรู้อะไรมาบ้างแล้ว นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ในเรื่องที่กำลังจะเรียนมากน้อยเพียงใด และประสบการณ์เดิมของนักเรียนทำให้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนอะไรบ้าง จากตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนที่สำคัญคือ การคิดว่าพืชได้รับอาหารโดยตรงจากพื้นดิน การนำเทคนิคนี้ไปใช้จะทำให้ครูได้ข้อมูลสำคัญสำหรับไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้ออื่นๆ เพื่อท้าทายแนวคิดของนักเรียน เช่น เรื่อง “อาหารของพืช” เพื่อทำให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดคลาดเคลื่อนมาเป็นแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์

การให้นักเรียนเขียนคำสุดท้ายคือ การประเมินนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้ว่านักเรียนมีพัฒนาการของแนวคิดวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด คำสุดท้ายยังทำให้ครูทราบด้วยว่าแนวคิดคลาดเคลื่อนใดที่นักเรียนยังคงยึดถือไว้ในความคิดและไม่ยอมปรับเปลี่ยนมายอมรับแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ เทคนิคนี้มักจะทำให้นักเรียนประหลาดใจและตื่นเต้นเมื่อเห็นว่าแนวคิดของพวกเขามีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน ดังภาพ 7 คือ ตัวอย่างกิจกรรมคำสุดท้ายในหัวข้อการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

คำสุดท้ายของคำว่า การสังเคราะห์ด้วยแสง (PHOTOSYNTHESIS)

Producers such as plants use energy from the sun to make their food. ผู้ผลิต เช่น พืชใช้พลังงานจากดวงอาทิตย์ในการสร้างอาหาร

Happens in cell that have structures called chloroplasts. เกิดขึ้นภายในเซลล์ซึ่งมีโครงสร้างที่เรียกว่าคลอโรพลาสต์

Organisms that eat plants are using stored energy from the plant. สิ่งมีชีวิตที่กินพืชจะได้รับพลังงานที่สะสมไว้ในพืช

The roots take water up to the leaves, where it is used with carbon dioxide and light energy in photosynthesis.

รากดูดน้ำขึ้นไปใบ ซึ่งน้ำจะถูกใช้ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์และพลังงานแสงเพื่อสังเคราะห์ด้วยแสง

Oxygen is given off during photosynthesis and is used by plants and animals for respiration.

การสังเคราะห์ด้วยแสงทำให้ออกซิเจนและออกซิเจนจะถูกใช้ในการหายใจโดยพืชและสัตว์

Sunlight provides the energy so plants and chlorophyll to make food. แสงอาทิตย์ให้พลังงานจึงทำให้พืชสามารถสร้างอาหารได้

You need to have cells with chloroplasts and chlorophyll to make food. คุณจะต้องมีเซลล์ที่ประกอบด้วยคลอโรพลาสต์และคลอโรฟิลล์จึงจะสร้างอาหารได้

Need water, carbon dioxide, and sunlight to make food. ต้องการน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์และแสงอาทิตย์ในการสร้างอาหาร

The leaf is the food making part. ใบ คือ ชิ้นส่วนในการสร้างอาหาร

Have to have sunlight, water, and carbon dioxide. ต้องมีแสงอาทิตย์ น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์

Energy comes from sunlight. พลังงานมาจากแสงอาทิตย์

Sunlight is trapped in the chlorophyll. แสงอาทิตย์ถูกกักเก็บไว้ในคลอโรฟิลล์

Is a necessary life process for all plants. เป็นกระบวนการการมีชีวิตที่จำเป็นของพืชทุกชนิด

ภาพ 7 กิจกรรมคำสุดท้ายในหัวข้อการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

การนำเทคนิคคำแรก-คำสุดท้ายไปใช้จริงในห้องเรียนมีข้อควรพิจารณาดังนี้ 1) ครูต้องเลือกคำหนึ่งคำหรือวลีสั้นๆ ซึ่งเป็นตัวแทนของแนวคิดหลักที่ต้องการจะสอน เช่น คำว่า แรง และให้นักเรียนทำคำแรกตั้งแต่ตอนเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มเขียนตัวอักษรแต่ละตัวของคำที่ครูกำหนดไว้ในแนวตั้งของหน้ากระดาษ ครูบอกให้นักเรียนเขียนประโยคหรือวลีท้ายตัวอักษรแต่ละตัวที่ละบรรทัดจนครบทุกตัวอักษรของคำๆ นั้น (ไม่ควรให้นักเรียนเขียนเพียงแค่คำเดียวคำเดียว) 2) ถ้านักเรียนไม่สามารถเขียนประโยคที่สมบูรณ์ได้ ครูควรยกตัวอย่างการใช้เทคนิคนี้โดยใช้แนวคิดที่นักเรียนได้เคยเรียนไปแล้วเพื่อทำให้นักเรียนเห็นว่าเทคนิคนี้มีลักษณะอย่างไร 3) เทคนิคนี้เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความรู้ด้านคำศัพท์สำหรับการเขียนประโยคหรือวลีพอสมควร 4) อาจให้นักเรียนทำเดี่ยวหรือช่วยกันทำเป็นกลุ่มก็ได้ 5) ครูควรแจกกระดาษแผ่น “คำแรก” และ “คำสุดท้าย” คินให้แก่ักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบและเปรียบเทียบกับ

แนวคิดของตนเองในตอนเริ่มการจัดการเรียนรู้กับแนวคิดในปัจจุบัน ถ้านักเรียนคิดว่าแนวคิดของตนเองไม่มีการเปลี่ยนแปลงนักเรียนอาจเขียนประโยคเดิมก็ได้ หรือนักเรียนอาจปรับเปลี่ยนประโยคเดิมให้มีรายละเอียดมากขึ้น มีความซับซ้อนมากขึ้น มีการใช้คำศัพท์เฉพาะทางที่มีความเหมาะสมมากขึ้น หรือแก้ไขแนวคิดที่ผิดพลาดโดยการเขียนเรียบเรียงประโยคทั้งหมดใหม่ให้มีความถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างของคำสุดท้ายในภาพ 7 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการทบทวนแนวคิดของตนเองและนักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเหมาะสมมากขึ้นเกี่ยวกับการได้รับอาหารของพืชจากพื้นดิน

เทคนิคที่ 4 คิดแล้วโยน (Commit and Toss) เป็นเทคนิคที่มีลักษณะสำคัญ คือ นักเรียนไม่ต้องเปิดเผยชื่อของตนเองในการทำกิจกรรม โดยการให้นักเรียนอ่านแนวคิดที่ต่างกันของเพื่อนๆ ในห้อง เป็นเทคนิคที่ปลอดภัย สนุก และทำให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงแนวคิดของตนเองให้ครูและเพื่อนๆ คนอื่นทราบ การใช้เทคนิคนี้คือ การที่ครู

จะเป็นผู้ตั้งคำถามจากสถานการณ์และให้นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบหรือบรรยายความคิดของตนเองลงในกระดาษ เมื่อนักเรียนเขียนคำตอบของตนเองเสร็จแล้วให้ยกกระดาษของตัวเองให้เป็นรูปลูกบอล เมื่อทุกคนพร้อมแล้วครูให้สัญญาณให้นักเรียนยืนขึ้นและปาลูกบอลไปหาเพื่อนคนอื่นให้นักเรียนเก็บและปาลูกบอลไปเรื่อย ๆ จนกว่าครูจะบอกให้หยุด เมื่อครูบอกให้หยุด นักเรียนทุกคนจะต้องมีกระดาษอยู่ในมือคนละ 1 ชิ้น (ซึ่งไม่ใช่กระดาษที่ตนเองได้เขียนคำตอบไว้) ครูให้นักเรียนคิดและแสดงความคิดเห็นต่อคำตอบที่ปรากฏอยู่ในกระดาษที่ตนเองรับได้ โดยพยายามให้นักเรียนทำความเข้าใจว่าเพื่อนคนนั้นกำลังคิดอะไร จากนั้นให้นักเรียนจับกลุ่มกันเล็กๆ โดยให้คนที่ได้กระดาษซึ่งตอบคำตอบเหมือนหรือคล้ายกันอยู่ด้วยกัน ให้นักเรียนอภิปรายความเหมือนและความแตกต่างของคำอธิบายในแต่ละตัวเลือกที่เพื่อนแต่ละคนเขียนไว้ในกระดาษ จากนั้นให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอคำอธิบายที่แตกต่างกันที่เพื่อนนักเรียนแต่ละคนเขียนไว้ในตัวเลือกนั้นๆ ครูจัดบันทึกแนวคิดทุกแนวคิดที่นักเรียนนำเสนอ

โดยไม่มีการตัดสินว่าผิดหรือถูก เมื่อแนวคิดทุกแนวคิดได้ถูกนำเสนอและอภิปรายแล้ว ครูกระตุ้นให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันอภิปรายเพื่อตัดสินใจว่าแนวคิดใดที่พวกเขาคิดว่ามีเหตุผลที่สุด และตัดสินว่าการคิดของตัวเองในตอนเริ่มต้นผิดหรือถูก เสร็จแล้วครูถามและให้นักเรียนยกมือเพื่อตรวจสอบว่ามีนักเรียนที่ปรับเปลี่ยนแนวคิดเล็กน้อยหรือเปลี่ยนแปลงแนวคิดของตัวเองอย่างสิ้นเชิงทั้งหมดกี่คน และมีนักเรียนที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเดิมของตัวเองกี่คน ครูเลือกแนวคิดที่นักเรียนส่วนใหญ่มีมา 4 - 5 แนวคิด และให้นักเรียนในกลุ่มย่อยหรือนักเรียนทั้งห้องช่วยกันตัดสินใจว่าจะลงมือสำรวจตรวจสอบแนวคิดเหล่านั้นอย่างไรที่จะนำมาซึ่งคำอธิบายที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ โดยพยายามให้นักเรียนได้มีการทดสอบ ทดลองสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง สามารถแสดงตัวอย่างคำถามประกอบสถานการณ์สำหรับเทคนิคคิดแล้วโยนได้ดังภาพ 8

เทคนิคนี้จะทำให้นักเรียนรู้ว่าเป็นเรื่องปกติที่นักเรียนแต่ละคน



น้ำหนักของปฏิภาณ

ปฏิภาณยืนอยู่บนตาชั่งและบันทึกน้ำหนักของตนเองไว้ จากนั้นจึงกางแขนและขาอย่างละหนึ่งข้างออกนอกตาชั่ง ทำให้เขาอยู่บนตาชั่งด้วยขา 1 ข้าง ข้อใดต่อไปนี้เป็นคำอธิบายที่ดีที่สุดของค่าที่อ่านได้จากตาชั่ง

- ก. จะอ่านค่าน้ำหนักได้มากขึ้น
- ข. จะอ่านค่าน้ำหนักได้น้อยลง
- ค. จะอ่านค่าน้ำหนักได้เท่าเดิม

อธิบายการคิดของนักเรียนโดยการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบที่นักเรียนเลือก

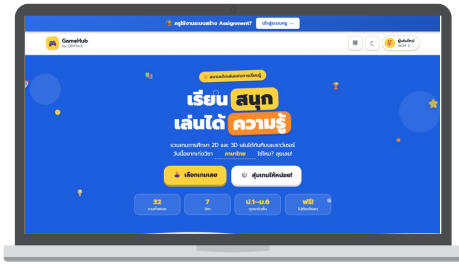
ภาพ 8 ตัวอย่างคำถามประกอบสถานการณ์สำหรับเทคนิคคิดแล้วโยน
ที่มา: AI (Gemini)

ในห้องจะมีแนวคิดที่แตกต่างกัน นักเรียนจะรู้สึกผ่อนคลายเมื่อพบว่าตัวเองไม่ได้ตอบคำตอบนั้นเพียงคนเดียวและทำให้นักเรียนเห็นว่าคำตอบที่ผิดเป็นสิ่งที่มีความสำคัญสำหรับใช้สร้างโอกาสในการเรียนรู้และทำให้เกิดการสร้างแนวคิดใหม่ที่ต้องการ เทคนิคนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงแนวคิดให้ผู้อื่นรู้ โดยไม่ต้องกลัวว่าจะเป็นแนวคิดที่ผิดหรือถูกทำให้นักเรียนเห็นแนวคิดของเพื่อนแล้วนำมาใช้เปรียบเทียบกับแนวคิดของตัวเอง เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนกล้าที่จะแสดงแนวคิดที่แท้จริงของตนเองออกมามากกว่าการพยายามตอบเฉพาะคำตอบที่ครูคาดหวัง การนำเทคนิคคิดแล้วโยนไปใช้จริงในห้องเรียนมีข้อควรพิจารณาดังนี้

- 1) ครูต้องย้ำกับนักเรียนว่าไม่ต้องเขียนชื่อของตนเองลงบนกระดาษ
- 2) ให้อ่านนักเรียนในการคิดและเขียนคำตอบลงบนกระดาษอย่างเพียงพอ
- 3) ครูกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายแนวคิดของตัวเองให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
- 4) เตือนนักเรียนว่านักเรียนจะต้องพูดถึงสิ่งที่ปรากฏอยู่ในกระดาษที่แต่ละคนถือ ไม่ใช่พูดหรืออธิบายสิ่งที่ตนเองเขียนไว้ในกระดาษของตนเอง
- 5) อาจกำหนดบริเวณโยนลูกบอลให้ชัดเจน เช่น บริเวณพื้นที่ว่างหน้ากระดานดำ หรือโยนใส่ตะกร้า 3 ใบที่ครูเตรียมไว้ให้เพื่อไม่ให้ลูกบอลกระจัดกระจายและห้องเรียนมีความวุ่นวายจนเสียเวลามากเกินไปในการทำกิจกรรม

บรรณานุกรม

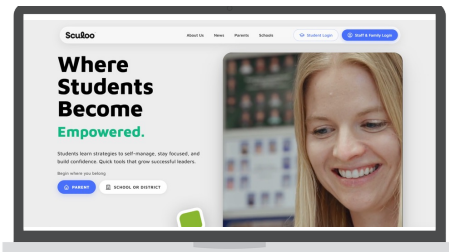
- Freeman, S. and other. (2014). Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 111(23): 8410-8415.
- Google. (2024). Imagen. from March 26, 2026, [Text-to-image generative AI model] [โมเดลเอไอสร้างภาพจากข้อความ]. <https://deepmind.google/technologies/imagen/>.
- Keeley, P. (2015). *Science Formative Assessment, volume 1: 75 practical strategies for linking assessment, instruction, and learning*. 2nd ed. Corwin Press.
- OpenAI. (2023). DALL-E. from April 1, 2026, [Text-to-image model] [โมเดลสร้างภาพจากข้อความ]. <https://openai.com/dall-e>.
- Shute, V. J. (2008). Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research*, 78: 153-189.
- UNESCO. (2021). *AI and Education: guidance for policy-makers*. UNESCO.



GameHub by QR4Tech

<https://gamehub.qr4tech.com/>

GameHub by QR4Tech เป็นเว็บแอปพลิเคชันประเภท Educational Game Platform ที่ออกแบบมาเพื่อเป็นศูนย์กลาง เกมการศึกษาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (ป.1) ถึง มัธยมศึกษา (ม.6) โดยเน้นความสะดวกในการใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม รองรับการใช้งานทั้งฝั่งครู และนักเรียน โดยที่ฝั่งครูนั้น มีระบบจัดการ Assignment และฟีเจอร์สร้าง QR Code สำหรับเกมเพื่อให้ครูนำไปแจกนักเรียนในห้องเรียนได้ทันที อีกทั้งยังมีระบบสร้างโจทย์ด้วย AI Prompt และ Global Template ตามวิชาและประเภทเกม และสามารถแชร์กับครูท่านอื่นได้ สามารถดูผลคะแนนราย Assignment และรายบุคคล สำหรับฝั่งนักเรียนจะเน้นความสนุกสนาน เข้าถึงง่าย มีระบบ Gamification เช่น การสร้างโปรไฟล์ผู้เล่น การสะสม XP/Level ระบบเหรียญตรา (Badges) กระดานคะแนน (Leaderboard) 🌟

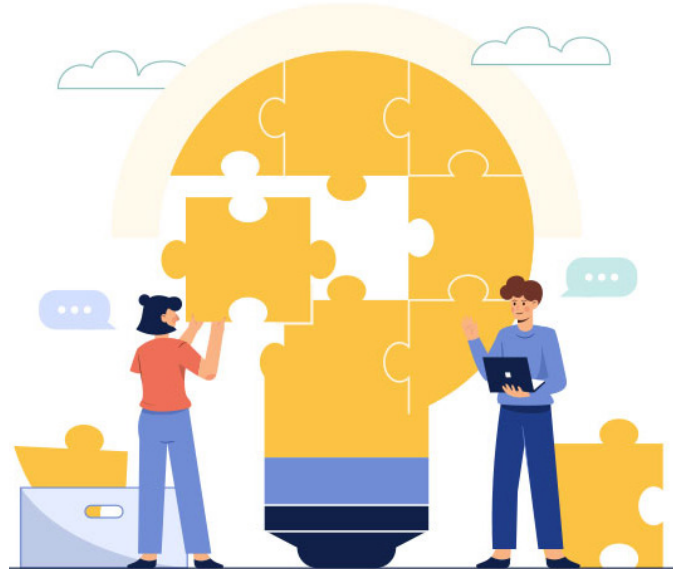
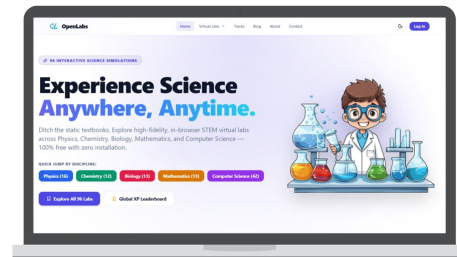


Sculoo

<https://sculoo.com/>

Sculoo เป็นแพลตฟอร์มที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะทางอารมณ์และสังคม (Social-Emotional Learning - SEL) การกำกับดูแลตนเอง (Self-Regulation) และการสร้างภาวะผู้นำ (Leadership) สำหรับนักเรียนในโรงเรียนและครอบครัว เน้นพัฒนา Soft Skill & Future-Ready Skill มุ่งเน้นสร้างความรับผิดชอบ การตั้งเป้าหมาย การมีสมาธิ การตัดสินใจและทักษะการทำงานในอนาคต ผสมผสานการเรียนรู้กับสุขภาพจิต (Mindfulness & SEL) ให้เด็กๆ รู้จักการจัดการอารมณ์ของตนเอง ลดพฤติกรรมรบกวนในห้องเรียน และเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่บทเรียน ใช้งานง่าย ใช้เวลาต่อวันน้อย โดยออกแบบมาเป็นกิจกรรมสั้นๆ ในรูปแบบ Micro-lessons และ Micro-interventions เพื่อให้สามารถแทรกเข้าไปในตารางเรียนประจำวันของครูได้โดยไม่เป็นภาระเพิ่ม 🌟

เว็บช่วยสอน



OpenLabs

<https://www.openlabs.org.in>

OpenLabs (openlabs.org.in) เป็นแพลตฟอร์มห้องปฏิบัติการเสมือนจริงแบบโต้ตอบได้ (Interactive Virtual STEM Labs) ฟรี ที่ออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนและครูสามารถทดลองวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ผ่านเบราว์เซอร์ได้ทันที โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม ใช้งานฟรี โดยครอบคลุม 5 สาขาวิชาหลัก ฟิสิกส์ วิทยาการคอมพิวเตอร์ คณิตศาสตร์ เคมี ชีววิทยา โดยมีฟีเจอร์ที่น่าสนใจประกอบด้วย Live Parameter Tuning สามารถปรับค่าตัวแปร เช่น แรงดันไฟฟ้า หรือค่าคงที่ของสปริง แล้วดูผลลัพธ์ผ่านกราฟคำนวณแบบ Real-time ได้ทันที AI Lab Mentor ระบบ AI ให้คำแนะนำ คำนวณสูตรทฤษฎี และช่วยแก้ปัญหาเบื้องต้นระหว่างทดลอง Gamified XP & Leaderboard เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ด้วยการเก็บคะแนน (XP) ปลดล็อกระดับและมีกระดานผู้นำการแก้ไขโจทย์ประจำวัน 🌟



สสวท. ผนึก SEAMEO STEM-ED หรือความร่วมมือด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการพัฒนาหลักสูตรนำร่องห้องเรียนอนาคต

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระเดช เจียรสุขสกุล ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) พร้อมผู้บริหารและนักวิชาการ สสวท. ให้การต้อนรับ ดร.เกศรา อมรวิวัฒน์ ผู้อำนวยการศูนย์ภูมิภาคด้วยสะเต็มศึกษาขององค์การรัฐมนตรีศึกษาแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEAMEO STEM-ED) และคณะ เพื่อหารือแนวทางความร่วมมือระหว่าง Micro Educational Foundation, SEAMEO STEM-ED, Flocino และ สสวท. ในการส่งเสริมและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้าน STEM และปัญญาประดิษฐ์ (AI) พร้อมนำเสนอหลักสูตรนำร่อง “ห้องเรียนอนาคตเพื่อเสริมสร้าง AI Literacy (Future-Oriented Classrooms for AI Literacy: FOCAL Initiative)” ให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 และต่อยอดการเรียนรู้ด้าน AI สู่สถานศึกษาในประเทศไทยและประเทศสมาชิกซีมีโอในอนาคต เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2569 ณ อาคารสิริปัญญา ชั้น 9 สำนักงานชั่วคราว สสวท. วิทยาเขตกรุงเทพมหานคร



สสวท. ปรับรูปแบบทุน พสวท. ยกระดับบทบาทจากให้ทุนการศึกษาเป็นการสร้างระบบนิเวศ การพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของประเทศ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เสนอแนวทางการปรับรูปแบบการบริหารทุนพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ทุน พสวท.) ควบคู่กับการพัฒนากลไกความร่วมมือภายใต้ DPST Talent Partnership Framework เพื่อเปลี่ยนบทบาทของโครงการ พสวท. ซึ่งจากการประชุมคณะกรรมการกำหนดนโยบายผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 42-1/2569 ที่ประชุมได้ให้ความเห็นชอบในหลักการต่อข้อเสนอของ สสวท. ทั้งการปรับรูปแบบการบริหารทุน และการพัฒนากลไกความร่วมมือเพื่อสนับสนุนการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมของประเทศ พร้อมมอบหมายให้ สสวท. นำหลักการดังกล่าวไปจัดทำกรอบความร่วมมือ แผนปฏิบัติการ และดำเนินการร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นรูปธรรม เมื่อวันที่ 5 สิงหาคม พ.ศ. 2569 ณ ทำเนียบรัฐบาล



สสวท. หนุนครูผู้ดูแลนักเรียน พสวท. ใช้ AI ในชั้นเรียนและเสริมเทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาโครงการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จัดกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาศักยภาพครูผู้ดูแลนักเรียนทุน พสวท. ให้แก่คณะครูจากศูนย์โรงเรียน พสวท. และโรงเรียนที่มีนักเรียนทุน พสวท. ศึกษาอยู่ จำนวน 56 คน เมื่อวันที่ 28 - 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2569 ณ โรงแรมมารี ดอนเมือง แอร์พอร์ต กรุงเทพมหานคร เพื่อพัฒนาและส่งเสริมให้ครูผู้ดูแลนักเรียนทุน พสวท. สามารถนำเทคโนโลยี AI และแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางโปรแกรมเสริม พสวท. ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาศักยภาพนักเรียนทุน พสวท. ให้พร้อมเติบโตเป็นกำลังสำคัญด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมของประเทศต่อไป



สสวท. ร่วมพิธีทำบุญตักบาตรถวายพระราชกุศล “สมเด็จพระพันปีหลวง” เนื่องในวันแม่แห่งชาติ 12 สิงหาคม 2569

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระเดช เจียรสุขสกุล ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) นำคณะผู้บริหารและบุคลากร สสวท. ร่วมพิธีสวดพระพุทธรูปและทำบุญตักบาตรถวายพระราชกุศล เนื่องในวันคล้ายวันพระราชสมภพ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ พระบรมราชชนนีพันปีหลวง และวันแม่แห่งชาติ 12 สิงหาคม พ.ศ. 2569 โดยมี นายประเสริฐ จันทรวงทอง รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ เป็นประธานในพิธี พร้อมด้วยคณะผู้บริหารกระทรวงศึกษาธิการ ข้าราชการ และบุคลากรในสังกัด เข้าร่วมพิธีอย่างพร้อมเพรียง ณ หอประชุมคุรุสภา กระทรวงศึกษาธิการ เมื่อวันที่ 11 สิงหาคม พ.ศ. 2569



สสวท. ร่วมเปิดเวที LINE MAN Wongnai Tech Camp 2026 เสริมพลังเยาวชนไทยด้วย AI Thinking พร้อมต่อยอดสู่โลกการทำงาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมพิธีเปิดงาน “LINE MAN Wongnai Tech Camp 2026” ค่ายเทคโนโลยีสำหรับเยาวชนระดับมัธยมศึกษา พร้อมเปิดตัว “AI Thinking Framework” กรอบการเรียนรู้ที่ถอดบทเรียนจากการทำงานร่วมกับ AI ของทีม LINE MAN Wongnai เพื่อเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ ตั้งคำถาม ประเมินผล และประยุกต์ใช้ AI ในการแก้ปัญหาจากโจทย์จริง โดยมี **ศ.ดร.ยศนันท์ วงศ์สวัสดิ์** รองนายกรัฐมนตรีและรัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) เป็นประธานในพิธี พร้อมด้วย **นายบุญพร ปุณณกันต์** ผู้ช่วยรัฐมนตรีประจำกระทรวงอว. **รศ.ดร.ธีระเดช เจียรสุขสกุล** ผู้อำนวยการ สสวท. **ดร.ชัยวุฒิ เลิศวนสิริวรรณ** ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท. และนายยอด ชินสุภัคกุล ประธานเจ้าหน้าที่บริหาร LINE MAN Wongnai เข้าร่วมงาน เมื่อวันที่ 13 สิงหาคม พ.ศ. 2569 ณ ออฟฟิศ LINE MAN Wongnai ชั้น 24 Tower 4 One Bangkok

เปิดเวทีระดับชาติ “พสวท. สู่ความเป็นเลิศ” ครั้งที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2569 จุดประกายเยาวชนวิทย์-คณิต-เทคโนโลยี ต่อยอดสู่นวัตกรรมอนาคต

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จัดการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนโครงการห้องเรียน พสวท. (สู่ความเป็นเลิศ) ระดับชาติ ครั้งที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2569 ระหว่างวันที่ 26 - 28 สิงหาคม พ.ศ. 2569 ณ โรงแรมเอเซีย แอร์พอร์ต ดอนเมือง กรุงเทพฯ โดยมี **นายยุทธพงศ์ จรัสเสถียร** ที่ปรึกษารัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ เป็นประธานในพิธีเปิด พร้อมด้วย **ดร.สุพรรณิ ขาญประเสริฐ** ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท. และ **นายยศพล เวณุโกเศศ** เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ร่วมเป็นเกียรติในพิธีเปิด ท่ามกลางผู้บริหาร ครู และนักเรียนโครงการห้องเรียน พสวท. (สู่ความเป็นเลิศ) จากทั่วประเทศ



สสวท. ลงพื้นที่เทศहनุนำ ยกระดับการเรียนรู้ในถิ่นทุรกันดาร ภายใต้โครงการพระราชดำริฯ ปิงปประมาณ 2569 (หัว่งที่ 2)

ดร.กุลสิน มุสิกกุล ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) พร้อมด้วย **ดร.เขมวดี พงศานนท์** ผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา คณะนักวิชาการ และวิทยากรผู้เชี่ยวชาญ ลงพื้นที่เทศहनุนำและสังเกตการจัดการเรียนรู้ ณ โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน (ตชด.) และโรงเรียนพระปริยัติธรรม แผนกสามัญศึกษา ทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นในพื้นที่ดำเนินการ (หัว่งที่ 2) ครอบคลุม 5 พื้นที่ ได้แก่ กรุงเทพมหานคร ปทุมธานี ฉะเชิงเทรา อุบลราชธานี และศรีสะเกษ ระหว่างวันที่ 10 - 21 สิงหาคม พ.ศ. 2569

สสวท. หนุนการแข่งขันบอร์ดเกมเชิงวิชาการ ชิงถ้วยพระราชทานฯ

ดร.สุพรรณิ ขาญประเสริฐ ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมงาน “Suksapan Ed-Fest : Board Game 2569” การแข่งขันบอร์ดเกมเชิงวิชาการ ชิงถ้วยรางวัลพระราชทาน สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เมื่อวันที่ 27 สิงหาคม พ.ศ. 2569 ณ BCC Hall ชั้น 5 ศูนย์การค้าเซ็นทรัลลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร จัดโดยกระทรวงศึกษาธิการร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สสวท. องค์การดาของ สกสค. และศึกษากณฑ์พาณิชย์ โดยมี **นายสุรชาติ ขาญประดิษฐ์** ผู้ช่วยรัฐมนตรีประจำกระทรวงศึกษาธิการเป็นประธานเปิดการแข่งขันและมอบรางวัล



ผอ. สสวท. นำบุคลากรถวายสัตย์ปฏิญาณฯ แสดงพลังความจงรักภักดี เนื่องในโอกาสวันเฉลิมพระชนมพรรษา พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระเดช เจริญสุขสกุล ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) นำคณะผู้บริหารและพนักงาน สสวท. ร่วมพิธีถวายสัตย์ปฏิญาณเพื่อเป็นข้าราชการที่ดีและพลังของแผ่นดิน ประจำปี พ.ศ. 2569 เนื่องในโอกาสวันเฉลิมพระชนมพรรษา พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2569 เพื่อร่วมแสดงความจงรักภักดี น้อมสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณ และประกาศเจตนารมณ์ในการปฏิบัติหน้าที่ด้วยความซื่อสัตย์สุจริต ยึดมั่นในคุณธรรม จริยธรรม และร่วมเป็นพลังสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศให้ก้าวหน้าอย่างมั่นคงและยั่งยืนต่อไป เมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2569 ณ ลานเอนกประสงค์ ชั้น 9 อาคารสิริวิทยุ สำนักงานชั่วคราว สสวท. 



สสวท. อาสาเต็มความรู้ เต็มความสุข สู้เด็กดาราคาม สนุกทุกฐาน วิทย์-คณิต-เทคโนโลยี พร้อมส่งต่อโอกาสแห่งการเรียนรู้

ดร.สุพัตรา ผาติวิสันต์ รองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นประธานเปิดกิจกรรม “สสวท. อาสา พาน้องเรียนรู้ วิทย์ คณิต และเทคโนโลยี” ปีที่ 2 พร้อมด้วยผู้อำนวยการโรงเรียนดาราคาม คณะครู บุคลากร ทีมจิตอาสา สสวท. และข้าวตราฉัตร ร่วมส่งต่อโอกาสและประสบการณ์การเรียนรู้แก่เด็กและเยาวชน เมื่อวันที่ 26 สิงหาคม พ.ศ. 2569 ณ โรงเรียนดาราคาม แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภายในงานมีกิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายฐาน พร้อมกิจกรรมทำเข็มกลัดและฐาน Barber บริการตัดผมให้นักเรียน นอกจากนี้ สสวท. ได้มอบสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้สำหรับห้องสมุดและห้องสนุก ขณะที่ข้าวตราฉัตรสนับสนุนข้าวสาร 150 กิโลกรัม 



สสวท. ร่วมลงนาม MOU ผนึก 14 หน่วยงาน ขับเคลื่อน Digital Transformation ยุกระดับการศึกษาไทยสู่ยุคดิจิทัล

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระเดช เจริญสุขสกุล ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมพิธีลงนามบันทึกความร่วมมือทางวิชาการ (Memorandum of Understanding: MOU) ว่าด้วยแนวทางการพัฒนาดิจิทัล (Digital Transformation) ระหว่าง 14 หน่วยงานในสังกัดและองค์กรในกำกับของกระทรวงศึกษาธิการ กับบริษัทอินเทอร์เน็ตประเทศไทย จำกัด (มหาชน) (INET) ณ หอประชุมคุรุสภา กระทรวงศึกษาธิการ เมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2569 ณ หอประชุมคุรุสภา กระทรวงศึกษาธิการ โดยมี นายประเสริฐ จันทรวงทอง รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการเป็นประธานในพิธี เพื่อบูรณาการความร่วมมือด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล ระบบคลาวด์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ ยุกระดับการบริหารจัดการและการจัดการเรียนรู้ของกระทรวงศึกษาธิการให้มีประสิทธิภาพ เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยงาน และขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านสู่การศึกษาในยุคดิจิทัลอย่างเป็นรูปธรรม สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาประเทศสู่สังคมดิจิทัลอย่างยั่งยืน 



สสวท. เชิดชูเกียรติ ผู้บริหาร ศึกษาพิเศษ ครู และโรงเรียน ผู้ร่วมยกระดับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี บนเวที วทร.25

ดร.สุพัตรา ผาติวิสันต์ รองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นประธานในพิธีประกาศเกียรติคุณและเชิดชูเกียรติผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษาพิเศษ ครู และโรงเรียนศูนย์พัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาของ สสวท. ประจำจังหวัดผู้ร่วมขับเคลื่อนการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2569 ภายในงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ในโรงเรียน ระดับชาติ ครั้งที่ 25 (วทร.25) เมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ. 2569 ณ ห้องราชชนดิรินทร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนดิรินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงพร ภูเภา อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนดิรินทร์ ร่วมเป็นเกียรติ โดยมี ดร.กุศลีน มุสิกกุล ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท. กล่าวรายงาน รวมถึงคณะผู้บริหาร สสวท. ผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษาพิเศษ ครู และผู้แทนโรงเรียนจากทั่วประเทศเข้าร่วมอย่างพร้อมเพรียง 

ทำไมกล้ามเนื้อถึงฝ่อลีบเมื่อเราแก่ตัวลง วันนี้ตายจะพามาทำความเข้าใจแบบเจาะลึกเกี่ยวกับกลไกการทำงานของไมโทคอนเดรียที่ทำหน้าที่เสมือนเป็นโรงไฟฟ้าที่สร้างพลังงานให้กับเซลล์ ซึ่งเป็นเรื่องใกล้ตัวที่ทุกคนควรต้องรู้และทำความเข้าใจกับมันเพื่อป้องกันสุขภาพของตนเองในระยะยาว เมื่อกาลเวลาผ่านไปหลายคนอาจสังเกตเห็นว่าร่างกายของเราเริ่มไม่แข็งแรงเหมือนเดิมและเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น เรี่ยวแรงที่เคยมีในการยกของเริ่มลดลง ขนาดมวลกล้ามเนื้อของร่างกายดูเล็กลง และสูญเสียความกระชับ สิ่งนี้ไม่ได้เกิดขึ้นจากความเสื่อมตามวัยที่มองเห็นได้จากภายนอกเพียงอย่างเดียว แต่มันยังมีเบื้องลึกเบื้องหลังที่เชื่อมโยงกับการทำงานของ “ไมโทคอนเดรีย” (Mitochondria) โรงงานผลิตพลังงานขนาดจิ๋วที่อยู่ภายในเซลล์ของเราอย่างแยกไม่ออก

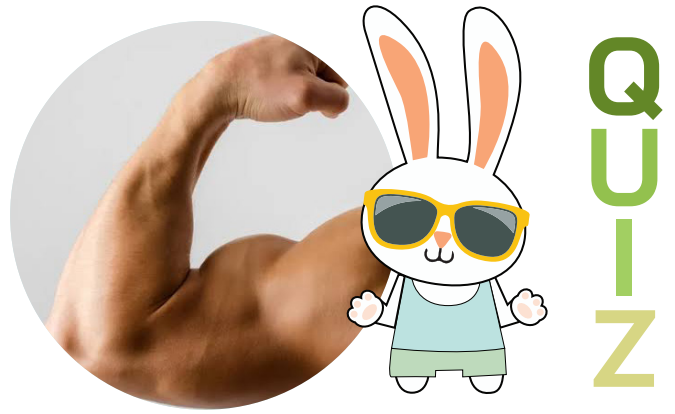
ในฉบับนี้ ตายจะชวนผู้อ่านมาแกะรอยจากงานวิจัยของ Hernández-Camacho, J. D., & Saclier, M. (2026). The Impact of Ageing on Skeletal Muscle: Roles of Mitochondrial Dysregulation, Systemic Communication, and Exercise. Journal of Cellular Physiology, 241(8) และทำความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดความตระหนักถึงความสำคัญของการขยับร่างกายและการออกกำลังกายซึ่งควรจะต้องทำให้ติดเป็นนิสัยก่อนที่จะสายเกินไป

แล้วไมโทคอนเดรียคืออะไรและเกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อ หลายคนอาจจะลืมไปแล้วว่าเราเคยเรียนเกี่ยวกับออร์แกเนลล์นี้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ตายจะทบทวนความทรงจำก่อนว่า ภายในเซลล์ทุกๆ เซลล์ รวมทั้งเซลล์กล้ามเนื้อของเรามีโครงสร้างขนาดเล็กที่ทำหน้าที่เปรียบเสมือนโรงไฟฟ้า เรียกว่า “ไมโทคอนเดรีย” ซึ่งหน้าที่หลักของโรงงานนี้ก็คือ การแปลงสารอาหารและออกซิเจนให้กลายเป็นพลังงาน (โดยเซลล์จะใช้พลังงานในรูปแบบของ ATP) เพื่อให้กล้ามเนื้อหดตัวและเคลื่อนไหวได้ ไม่ว่าจะเป็นการเดิน การวิ่ง การยกของ และการทำกิจกรรมอื่นๆ อีกมากมายในร่างกายของเราทุกๆ คนเพื่อทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตต่อไปได้

เมื่อเรายังเป็นวัยรุ่น โรงงานเหล่านี้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ผลิตพลังงานได้ล้นเหลือ และมีการซ่อมแซมตัวเองอยู่ตลอดเวลา แต่เมื่ออายุมากขึ้นโรงงานเหล่านี้เริ่มเสื่อมสภาพลง เกิดความเสียหายจากอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นสะสมภายในเซลล์ตลอดเวลา ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการสร้างพลังงานของไมโทคอนเดรียลดลง และที่สำคัญคือ จำนวนและขนาดของไมโทคอนเดรียในเซลล์กล้ามเนื้อจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด นี่คือการเปลี่ยนแปลงในระดับเซลล์

ส่วนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระดับร่างกายจะเกิดการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อตามอายุขัยหรือที่เรียกว่าภาวะ “ซาร์โคพีเนีย” (Sarcopenia) โดยจะมีอัตราการลดลงของมวลกล้ามเนื้อเฉลี่ยประมาณ 0.64% ถึง 0.70% ต่อปีในผู้หญิง และประมาณ 0.80% ถึง 0.90% ต่อปีในผู้ชาย การสูญเสียโครงสร้างเหล่านี้ไม่ได้ส่งผลแค่เรื่องความสวยงามหรือความอ่อนแอทั่วไป แต่ยังเชื่อมโยงโดยตรงกับความเสี่ยงต่ออัตราการเสียชีวิตที่สูงขึ้นในผู้สูงอายุ

เมื่อพิจารณาในแง่ของสมดุลโปรตีน กล้ามเนื้อปกติจะรักษาขนาดไว้ได้ผ่านความสมดุลระหว่างการสร้างโปรตีน (Muscle Protein Synthesis - MPS) และการสลายโปรตีน (Muscle Protein Breakdown -

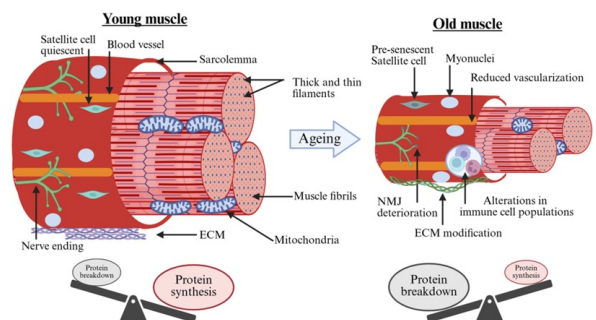


ภาพจาก: <https://naturalhealthcarecenter.com/more-muscle-longer-life/>

MPB) แต่เมื่ออายุมากขึ้นร่างกายจะเกิดภาวะ “ดื้อต่อสารอาหารและแรงกระตุ้นหรืออนาบอลิกเรซิสแตนซ์” (Anabolic Resistance คือ การดื้อต่อการสร้างพลังงานในกระบวนการเมแทบอลิซึม) ทำให้กล้ามเนื้อตอบสนองต่อการกระตุ้นด้วยการออกกำลังกายหรือสารอาหารได้แยลงอย่างมาก นอกจากนี้ ยังมีการสูญเสียหน่วยประสาทสั่งการ (Motor Units) โดยเซลล์ประสาทสั่งการบริเวณไขสันหลังเสื่อมสลายลง ส่งผลให้เส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวเร็ว (Fast-twitch Type II Fibers) ขาดการหล่อเลี้ยงและถูกแทนที่ด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวช้า (Slow-twitch Type I Fibers) หรือฝ่อสลายไปในที่สุด ทำให้ความเร็ว การออกแรงของกล้ามเนื้อ และความคล่องตัวของร่างกายลดลง

จุดเริ่มต้นของการฝ่อลีบของเซลล์กล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์กล้ามเนื้อขาดพลังงาน และตอนนั้นนักวิทยาศาสตร์ก็พบว่า เมื่อไมโทคอนเดรียทำงานได้ไม่ดี พังทลาย หรือฝ่อสลาย ถือเป็นจุดเริ่มต้นของวิกฤตพลังงานระดับเซลล์ โดยพบว่าในระยะแรกๆ พลังงานที่สร้างขึ้นภายในเซลล์กล้ามเนื้อจะไม่เพียงพอ เซลล์กล้ามเนื้อที่เคยแข็งแรงจะเริ่มส่งสัญญาณเตือนว่าไม่สามารถรักษาสภาพโครงสร้างขนาดใหญ่ไว้ได้ เนื่องจากกล้ามเนื้อเป็นเนื้อเยื่อที่มีความต้องการพลังงาน (ATP) สูงมากเพื่อใช้ในการหดตัว ซึ่งหน้าที่หลักนี้ต้องพึ่งพิง “ไมโทคอนเดรีย” ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มได้เยื่อหุ้มเซลล์ (Subsarcolemmal) และกลุ่มแทรกระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อ (Intermyofibrillar)

หากผู้อ่านลองสังเกตจากภาพเปรียบเทียบโครงสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อระหว่างวัยหนุ่มสาวและวัยชราด้านล่างนี้ จะเห็นความเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนมาก ๆ



ภาพ แผนภาพเปรียบเทียบโครงสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อระหว่างวัยหนุ่มสาวและวัยชรา ซึ่งแสดงให้เห็นความเสื่อมถอยของไมโทคอนเดรีย ความหนาแน่นของเส้นเลือดฝอย ความผิดปกติของจุดเชื่อมต่อของเซลล์ประสาทและกล้ามเนื้อ ขนาดและจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อ รวมถึงความไม่สมดุลของการสร้างและการสลายโปรตีน

ที่มา Hernández-Camacho & Saclier, 2026

จากภาพจะสังเกตเห็นว่า ในกล้ามเนื้อหนุ่มสาว (Young Muscle) ไมโทคอนเดรียจะเรียงตัวกันอย่างหนาแน่นและสมบูรณ์ พร้อมทั้งมีความสมดุลของการสร้างโปรตีนที่มีมากกว่าการสลาย แต่เมื่อเวลาผ่านไป เมื่อกล้ามเนื้อเข้าสู่ช่วงวัยชรา (Old Muscle) ภาพโครงสร้างจะเปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิง (ภาพ 1) โดยไมโทคอนเดรียจะเกิดความผิดปกติของโครงสร้างอย่างรุนแรง เช่น บวมขยายใหญ่ คริสตี (Cristae) ภายในเสื่อมสลาย เยื่อหุ้มไมโทคอนเดรียฉีกขาดและความสามารถในการแบ่งตัวหรือสร้างใหม่ (Biogenesis) ลดลงเนื่องจากการลดลงของโปรตีนควบคุมหลักอย่าง PGC-1 α (หรือชื่อเต็มคือ peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha)

ไมโทคอนเดรียเริ่มมีจำนวนลดลง ไมโทคอนเดรียที่สร้างมาใหม่ก็จะมีขนาดหดเล็กลงและโครงสร้างภายในพังทลายลงอย่างเห็นได้ชัด ความเปลี่ยนแปลงนี้ไม่ได้เกิดขึ้นโดดๆ แต่มาพร้อมกับ “ความไม่สมดุลของโปรตีน” ที่ทำขึ้นของการสลายโปรตีน (Protein Breakdown) เอียงเทน้ำหนักมากกว่าการสร้างโปรตีนใหม่อย่างชัดเจน นอกจากนี้ ในภาพยังชี้ให้เห็นถึงปัจจัยสมทบอื่นๆ ทั้งการลดลงของเส้นเลือดฝอยที่มาหล่อเลี้ยง (Reduced Vascularization) การเสื่อมสลายของจุดเชื่อมต่อระหว่างเส้นประสาทกับกล้ามเนื้อ (NMJ Deterioration) รวมถึงการรุกรานของกลุ่มเซลล์ภูมิคุ้มกันและเนื้อเยื่อรอบข้างที่เปลี่ยนไป นอกจากนี้ การเสื่อมของไมโทคอนเดรียยังกระตุ้นให้เกิดการอักเสบเรื้อรังระดับเซลล์และเพิ่มการตายของเซลล์กล้ามเนื้อ (Apoptosis) และผลลัพธ์ที่ตามมาคือ มวลของกล้ามเนื้อจะลดลงเรื่อยๆ หรือที่ในทางการแพทย์เรียกว่าภาวะ “มวลกล้ามเนื้อลดลง” (Sarcopenia) ซึ่งทำให้ความแข็งแรงของร่างกายลดลงอย่างช้าๆ เสี่ยงต่อการหกล้ม กระดูกหัก และสูญเสียความสามารถในการช่วยเหลือตัวเองในบั้นปลายชีวิต เมื่อไมโทคอนเดรียในภาพเสื่อมสภาพลง มันจึงกลายเป็นแหล่งผลิต อนุมูลอิสระ (Reactive Oxygen Species - ROS) ในปริมาณที่สูงเกินควบคุม เข้าไปก่อกวนทำลายองค์ประกอบภายในเซลล์ แรงให้เซลล์กล้ามเนื้อขาดแคลนพลังงาน ส่งสัญญาณเตือนให้ร่างกายลดขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อลงจนกลายเป็นที่มาของการฝ่อลีบในที่สุด

แล้วคุณๆ รู้ไหมว่า การฝ่อลีบของกล้ามเนื้อไม่ได้เกิดจากไมโทคอนเดรียพังทลายเพียงอย่างเดียว แต่ยังมีภาพสะท้อนจากความเสื่อมระดับจุลภาคอื่นๆ ที่รวมเข้ามามีส่วนร่วมๆ กัน ตามที่ปรากฏในงานวิจัย คือ

1) **ความเสื่อมของสเต็มเซลล์กล้ามเนื้อ (Muscle Stem Cells or Satellite Cells)** โดยปกติแล้วกล้ามเนื้อจะมีเซลล์ต้นกำเนิดที่คอยซ่อมแซมเส้นใยที่เสียหาย แต่เมื่ออายุมากขึ้นเซลล์เหล่านี้จะเข้าสู่ภาวะก่อนชรา (Pre-senescence) จากการสะสมของโปรตีนยับยั้งวัฏจักรเซลล์ทำให้สูญเสียความสามารถในการแบ่งตัวและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ

2) **การเปลี่ยนสภาพเป็นพังผืดและไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (Fibrogenesis & Adipogenesis)** โดยเซลล์ต้นกำเนิดในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (FAPs) ที่เคยช่วยสนับสนุนการสร้างกล้ามเนื้อจะเกิดความแปรปรวนเมื่ออายุมากขึ้น ส่งผลให้มีการสร้างเนื้อเยื่อพังผืดและสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อมากขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อสูญเสียความยืดหยุ่นและแรงหดตัว

3) **ภาวะอักเสบเรื้อรังทั่วร่างกาย (Inflammaging)** พบว่าเซลล์ที่ชราภาพจะหลั่งสารสื่ออักเสบออกมาอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ระบบ

ภูมิคุ้มกันรวนเกิดการอักเสบทั่วร่างกาย ซึ่งทำหน้าที่เสมือนตัวขัดขวางการสร้างโปรตีนใหม่ในกล้ามเนื้อโดยตรง

ท่ามกลางความเสื่อมถอยอันซับซ้อนนี้ งานวิจัยยืนยันตรงกันว่า การออกกำลังกายคือกุศโลบายธรรมชาติที่ทรงพลังที่สุดในการพลิกฟื้นคืนความอ่อนเยาว์ให้แก่กล้ามเนื้อ เป็นกุญแจสำคัญที่สุดในการปลุกโรงไฟฟ้าที่ทำหน้าที่สร้างพลังงานให้กับเซลล์เหล่านี้กลับมาทำงานได้เต็มประสิทธิภาพเหมือนเดิมได้ โดยเราสามารถทำได้ 2 แบบ คือ

1. **การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน (Resistance Training)** เช่น การยกเวท การทำบอดี้เวท หรือการดัดยางที่ใช้อย่างแรงต้านในรูปแบบต่างๆ จะกระตุ้นให้เซลล์กล้ามเนื้อส่งสัญญาณสร้างไมโทคอนเดรียใหม่ขึ้นมาทดแทนของเดิมที่เสื่อมสภาพ พร้อมทั้งเพิ่มขนาดและจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อให้กลับมาหนาแน่นมากขึ้น

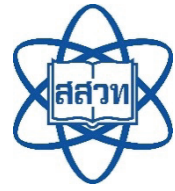
2. **การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic Exercise)** เช่น การวิ่ง การปั่นจักรยาน หรือการเดินเร็ว ช่วยกระตุ้นการทำงานของโปรตีนควบคุมหลัก เพิ่มประสิทธิภาพการเผาผลาญสารอาหารผ่านออกซิเจน และส่งเสริมกระบวนการกำจัดไมโทคอนเดรียที่เสียหายทิ้ง เพื่อเคลียร์พื้นที่ให้ไมโทคอนเดรียใหม่ที่แข็งแรงเข้ามาทำหน้าที่แทน

3. **พลังแห่งไมโอไคน์ (Myokines)** ทุกครั้งที่กล้ามเนื้อหดตัวขณะออกกำลังกาย มันจะหลั่งเปปไทด์ชนิดพิเศษที่เรียกว่า “ไมโอไคน์” เช่น อิริซิน (Irisin) และอะเปลิน (Apelin) ซึ่งสารเหล่านี้จะวิ่งไปสื่อสารกับอวัยวะทั่วร่างกาย ช่วยลดการอักเสบเรื้อรัง กระตุ้นการสร้างหลอดเลือดฝอย และฟื้นฟูระบบการเผาผลาญโดยรวมได้อย่างยอดเยี่ยม

สุดท้ายถ้าอยากรู้ว่าสรุปให้มองเห็นภาพรวมอีกครั้งว่า การฝ่อลีบของกล้ามเนื้อตามวัยไม่ใช่ชะตากรรมที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่มันคือผลลัพธ์ของการที่ไมโทคอนเดรียขาดการกระตุ้นและเสื่อมสภาพลงตามกาลเวลา หากปล่อยให้ร่างกายอยู่อย่างนี้ โรงไฟฟ้าของเซลล์จะยิ่งปิดตัวลงเร็วขึ้น ดังนั้น การที่เราลุกขึ้นมาออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอในวันนี้ ไม่ใช่แค่เรื่องของความมีหุ่นดีหรือความสวยงาม แต่เป็นการลงทุนเชิงชีววิทยาเพื่อรักษาโรงงานไฟฟ้าในเซลล์กล้ามเนื้อให้อยู่กับเราไปนานที่สุดเพื่อความแข็งแรง ความคล่องตัว และอิสระในการใช้ชีวิตในอนาคต จากที่ตายเปล่ามาตายเชื่อมั่นว่า สามารถเริ่มต้นออกกำลังกายวันนี้เพื่อสร้างอนาคตที่แข็งแรงยั่งยืนให้กับตนเองในอนาคตได้อย่างแน่นอน และถ้าคุณมีประเด็นไหนที่สนใจ เช่น เรื่อง “อ้วนสะสม ไม่ใช่แค่เรื่องน้ำหนัก ทำความรู้จัก ภาวะไขมันพอกตับ ในเด็กและวัยรุ่น” คุณๆ สามารถอ่านได้ที่ <https://www.blockdit.com/posts/6a6ffeb90767bd3c9529fb73> หรือถ้าอยากให้ตายไปหาเรื่องราวอะไรเพื่อมาเล่าให้ฟังอีก แวะมาคุยกับตายได้ที่ Blockdit นะจ๊ะ แล้วพบกันใหม่ฉบับหน้า 🍷



“ขยับวันนี้ คืนพลังให้ชีวิต เพื่ออิสระและความสุขที่ยั่งยืนในบั้นปลาย” ตาย แชนซัน



e-Book

แบบฝึกหัดส่งเสริมกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ 3 ระดับ
(พื้นฐาน พัฒนา ก้าวหน้า) ชั้น ป.6 ภาคเรียนที่ 1

สอดคล้องตามหลักสูตร ฯ 60

เล่มแบบฝึกหัด

เล่ม 1 : บทที่ 1 ห.ร.ม. และ ค.ร.น.

เล่ม 3 : บทที่ 3 ทศนิยม

เล่ม 5 : บทที่ 5 แบบรูป

เล่ม 2 : บทที่ 2 เศษส่วน

เล่ม 4 : บทที่ 4 ร้อยละและอัตราส่วน



สั่งซื้อได้แล้ว



www.chulabook.com

หมายเหตุ

มีเล่มเฉลย/ตัวอย่างคำตอบแต่ละบทจำหน่าย



หนังสือ และ ของ สสวท.



BOOK องค์การคำของ สสวท.

ติดต่อได้ตาม
ช่องทางด้านล่าง ▼



ร้านหนังสือ สสวท.
bookstore.ipst.ac.th



CU e-Bookstore



ร้านศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
suksapananit.com



SE-ED



Bundanjai
by SE-ED



e-BOOK



NAIINPANN



meb



OOKBEE



The 1 book

