นิตยสาร
สสวท
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี www.ipst.ac.th
IPST MAGAZINE
ปีที่ 45 ฉบับที่ 205 มีนาคม - เมษายน 2560

ปรับกิจกรรมเก่า ให้เข้ากับเทรนด์ สะเต็ม

STEM EDUCATION THAILAND สะเต็มศึกษา ประเทศไทย

- สิ่งที่คุณอาจไม่รู้เกี่ยวกับพันธุศาสตร์
- ครั้งหนึ่งที่ไทยเป็นเจ้าภาพ คณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ
- STEM Showcase โชว์โครงงานสะเต็มศึกษาดีเด่นระดับนานาชาติ

ISSN 0857-2801
0 09 77085 72803 0

หนังสือใหม่น่าอ่าน

New

STEM Education

Science Technology Engineering and Mathematics Education

Empower world class teaching & learning experiences

- **กิจกรรมสะเต็มศึกษา** ระดับชั้นประถมศึกษา (ป.1-6)
- **คู่มือ กิจกรรมสะเต็มศึกษา** ระดับชั้นมัธยมศึกษา (ม.1-6)

การเรียนรู้แบบ STEM เป็นการผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

หนังสือ STEM
หนังสือช่วยเสริมกิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้

- ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสาขาวิชาที่เรียนกับสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องซึ่งทำให้ผู้เรียนมีทัศนะกว้างไกล
- ผู้เรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริงและใช้ได้อย่างเหมาะสม
- ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆ อย่างครบถ้วน สอดคล้องกับแนวการพัฒนา ทั้งด้านปัญญา ด้านทักษะการคิดและด้านคุณลักษณะ

สนใจสั่งซื้อ

สำนักบริการวิชาการและบริหารทรัพย์สิน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

924 ถนนสุขุมวิท เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110 โทรศัพท์ 0-2392-4021 ต่อ 3101 และ 3102 โทรสาร 0-2392-3596
E-mail: bookstore@ipst.ac.th Facebook: สำนักบริการวิชาการและบริหารทรัพย์สิน สสวท.

นิตยสาร สสวท
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี www.ipst.ac.th
ปีที่ 45 ฉบับที่ 205 มีนาคม - เมษายน 2560 IPST MAGAZINE

เปิดเล่ม สสวท.

สะเต็มศึกษา ก่อเกิดกระบวนการคิดแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน ทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ สสวท. ได้คัดเลือกโครงงานสะเต็มศึกษาดีเด่นระดับนานาชาติที่มาจัดแสดงในงาน “STEM Showcase” ให้ท่านได้ติดตามอ่านกัน หรือหากมีกิจกรรมเก่า เราอาจนำมาปรับให้เข้ากับเทรนด์สะเต็มก็จะช่วยท่านในการแตกแนวคิดให้เป็นกิจกรรมสะเต็มได้อย่างเป็นระบบ

พันธุศาสตร์เป็นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของทุกคน บางครั้งความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียนอาจเกิดจากประสบการณ์ ครูอาจใช้สิ่งที่มักเข้าใจผิดเป็นคำถามเพื่อวัดความรู้เบื้องต้น ให้เกิดความสนใจและเข้าใจพันธุศาสตร์ยิ่งขึ้น สงสัยหรือไม่ถ่านสีดำในท้องตลาดนั้นแตกต่างกันอย่างไร ทำไมถ่านชีวภาพจึงได้รับความสนใจ รวมทั้งคุณประโยชน์อื่น ๆ มาเปิดโลกของถ่านกัน

worksheet เป็นแนวทางในการจัดลำดับกิจกรรมและควบคุมชั้นเรียน โดยเป้าหมายเพื่อค้นหาข้อบกพร่อง ขั้นตอนการสร้างและออกแบบ worksheet จะช่วยเพิ่มความเข้าใจให้แก่ผู้เรียน

เมื่อไทยเป็นเจ้าภาพจัดการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 56 หรือ IMO 2015 มีการเตรียมการด้านวิชาการอย่างไร จัดแข่งขันเป็นอย่างไร ซึ่งเป็นโอกาสสำคัญในการรวมตัวของนักคณิตศาสตร์ชั้นนำของประเทศไทยที่พร้อมกลับมารวมตัวกัน เพื่อปฏิบัติหน้าที่เจ้าภาพอย่างเต็มความสามารถ

การอบรมของ GLOBE (GLOBE Protocol) ผ่าน Protocol eTraining ทางเว็บไซต์ www.globe.gov จะช่วยสร้างบุคลากรด้าน GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment) ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี ขอเชิญทุกท่านร่วมเป็น Teacher กับเรา

ประสบการณ์เยี่ยมชมการจัดการเรียนการสอน ณ รัฐอิสราเอล กับความประทับใจที่ได้พบเห็นความสำเร็จในการสอนของแต่ละโรงเรียน ได้เกร็ดความรู้ให้นำมาประยุกต์ใช้เพียบแน่ ๆ เลย และอีกคณะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้กับคณะครู ส.ป.ป. ลาว ที่หนองคาย โดยมีบุคลากรจาก สสวท. และ โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร เป็นวิทยากรด้านการทดลองปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ทั้งในเรื่องของภาษา วัฒนธรรม และเทคนิควิธีสอน

Charles Lyell ผู้ที่ได้รับการขนานนามว่าเป็นบิดาคนหนึ่งของวิชาธรณีวิทยา เพราะตำรา Principles of Geology ของเขามีอิทธิพลต่อความคิดของ Darwin ส่วนคำศัพท์ Assessment จากพจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ชุดการประเมินและวิจัย ฉบับราชบัณฑิตยสภา ก่อให้เกิดความเข้าใจในการพัฒนาผู้เรียนอย่างไรเปิดอ่านได้เลย...

ธรชญา พันธุนาวนิช
บรรณาธิการบริหาร

คณะที่ปรึกษา
ประธานกรรมการ สสวท.
ผู้อำนวยการ สสวท.
รองผู้อำนวยการ สสวท.

บรรณาธิการบริหาร
ธรชญา พันธุนาวนิช

หัวหน้ากองบรรณาธิการ
พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์

กองบรรณาธิการ
ผู้ช่วยผู้อำนวยการ
ผู้อำนวยการสาขา/ฝ่าย
ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ/ผู้เชี่ยวชาญ
ขจิต เมตตาเมธา
ดร.ดวงกมล เบ้าวัน
ดร.เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว
นันทฉัตร วงษ์ปัญญา
ดร.บัญชา ธนบุญสมบัติ
ดร.ภัทรวดี หาดแก้ว
ดร.รณชัย ปานะโปย
ดร.สนธิ พลชัยยา
ดร.สุนัดดา โยมญาติ

ผู้ช่วยกองบรรณาธิการ
ดวงมาลย์ บัวสังข์
เทอด พิธิยานุวัฒน์
นิลุบล กองทอง
รัชนีกร มณีโชติรัตน์
ศิลปเวท คนธิคามี
ดร.สมชาติ ไพศาลรัตน์
สินีนาฏ ทาบึงกาฬ
สิริมดี นาคสังข์
สุประดิษฐ์ รุ่งศรี
ดร.อนุชิต อารมณ์สาวะ

วัตถุประสงค์

1. เผยแพร่และส่งเสริมความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยีให้แก่ครูและผู้สนใจทั่วไป
2. เผยแพร่กิจกรรมและผลงานของ สสวท.
3. เสนอความก้าวหน้าของวิทยาการในด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะสนับสนุนการศึกษาของชาติให้ทันกับเหตุการณ์ปัจจุบัน
4. แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีจากครูและผู้สนใจทั่วไป

เจ้าของ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
924 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย
กรุงเทพมหานคร 10110
โทร. 0-2392-4021 ต่อ 3307
Call Center: 0-2335-5222

(ข้อเขียนทั้งหมดเป็นความเห็นอิสระของผู้เขียน มิใช่ของ สสวท. หากข้อเขียนใดผู้อ่านเห็นว่าได้มีการลอกเลียนแบบหรือแอบอ้างโดยปราศจากการอ้างอิง กรุณาแจ้งให้กองบรรณาธิการทราบด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง)

สารบัญ

3 STEM Showcase
โชว์โครงงานสะเต็มศึกษาดีเด่นระดับนานาชาติ
สินีนาฏ ทาบึงกาฬ

รอบรู้วิทย์

8 สิ่งที่คุณอาจไม่รู้เกี่ยวกับพันธุศาสตร์
ดร. นันทยา อัครอารีย์

14 มารู้จักถ่านชีวภาพกันเถอะ
กุลธิดา สะอาด

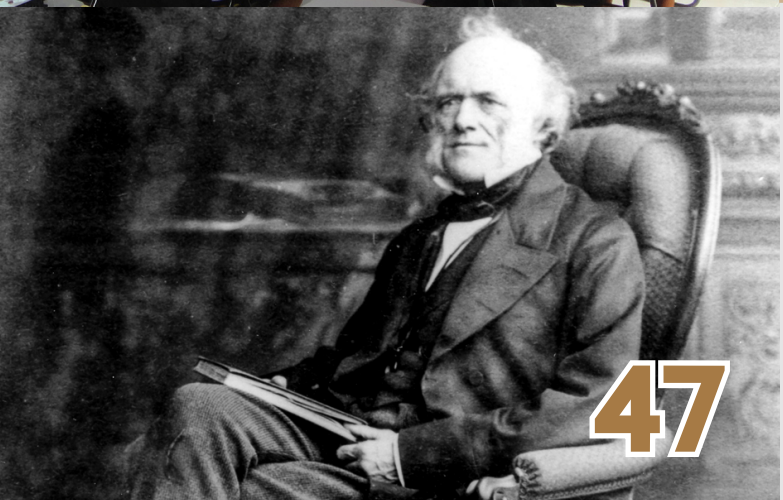
รอบรู้คณิต

18 การสร้างและออกแบบ Worksheet เพื่อความเข้าใจ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมพร วัจนะ

24 ครั้งหนึ่งที่ไทยเป็นเจ้าภาพ
คณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ
อัมริสา จันทนะศิริ

รอบรู้เทคโนโลยี

28 การอบรมครูผ่าน GLOBE Protocol eTraining
ยุพาพร ลาภหลาย



การเรียนกระตุ้นความคิด

32 ศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย: การประเมินและวิจัย
วิโรจน์ ลิ่วคงสถาพร • จุฑามาส สรุปราษฎร์

38 ประสบการณ์เยี่ยมชมการจัดการเรียนการสอน ณ รัฐอิสราเอล
วสุ ทัพพะรังสี

43 ปันความรู้...สู่ครูลาว
ณัฏฐิกา งามกิจภิญโญ • ดร.สนธิ พลชัยยา

นานาสาระและข่าวสาร

47 Charles Lyell บิดาคนหนึ่งของวิชาธรณีวิทยา
ศ.ดร.สุทัศน์ ยกส้าน

50 ปรับกิจกรรมเก่า ให้เข้ากับเทรนด์สะเต็ม
จินดาพร หมวกหมื่นไวย

54 เว็บช่วยสอน
สุประดิษฐ์ รุ่งศรี

55 ข่าว-สสวท

58 QUIZ

สินีนาฏ ทาบึงกาฬ • ผู้ชำนาญด้านการประชาสัมพันธ์ ฝ่ายสื่อสารองค์กรและวิเทศสัมพันธ์ สสวท. • e-mail: schan@ipst.ac.th

STEM Showcase

โชว์โครงงานสะเต็มศึกษาดีเด่นระดับนานาชาติ

ข้อมูลเพิ่มเติม

bit.ly/205-v1

เยาวชนไทยจะมีผลงานที่โดดเด่นในระดับนานาชาติจำนวนมากทุกปี และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ได้คัดเลือกโครงงานสะเต็มศึกษาที่ดีเด่นระดับนานาชาติมาจัดแสดงในงาน "STEM Showcase" ที่โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ถนนสุขุมวิท กรุงเทพฯ เมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 เพื่อเป็นตัวอย่างให้นักวิชาการของ สสวท. ครูผู้สอน และวิทยากรในเครือข่าย สสวท. ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมที่มีจุดเริ่มต้นจากการพยายามคิดแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้อย่างเป็นรูปธรรม และเพื่อการนำไปเผยแพร่ให้แก่ครูผู้สอนคนอื่น ๆ ต่อไป

โครงงานที่นำเสนอในงานได้แก่ **การศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงของหนอนไหมในการควบคุมการพ่นใยเพื่อผลิตแผ่นใยไหม ของโรงเรียนดำรงราษฎร์สงเคราะห์ จังหวัดเชียงราย ถุงเพาะชำ REUSE ของโรงเรียนคลองแดนวิทยา จังหวัดสงขลา ถ่านเศษไม้เหลาดินสอของโรงเรียนเซนต์โยเซฟทิพวัล จังหวัดสมุทรปราการ** และ **การศึกษาผลการประยุกต์ใช้เทคนิคนิวเมติกส์ (pneumatic) ภาษาซีและระบบควบคุมอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการล้างเครื่องปรับอากาศโดยใช้เครื่องล้างแบบอัตโนมัติ ของโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก** นอกจากนั้นยังมีการจัดแสดงผลงานของครูสะเต็มศึกษาดีเด่นของประเทศไทยด้วย ซึ่งโครงงานที่จัดแสดงภายในงานนี้ นับเป็นตัวอย่างที่ดีในการใช้สะเต็มศึกษาเพื่อบูรณาการการเรียนรู้ และที่สำคัญคือโครงงานสามารถแก้ปัญหาที่พบเห็น หรือเกิดขึ้นในชุมชน และในชีวิตประจำวันด้วย

ดร. พรพรรณ ไวทยางกูร ผู้อำนวยการ สสวท. ได้อธิบายว่า สสวท. กำลังดำเนินงานภายใต้นโยบายขับเคลื่อน "สะเต็มศึกษา" หรือ STEM Education ของรัฐบาล ที่ต้องการสร้างผู้ประกอบการที่รู้จักใช้เทคโนโลยีใหม่ รวมทั้งมุ่งผลิตกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้สามารถแข่งขันกับชาติอื่นได้ในระดับนานาชาติ และต้องการเตรียมกำลังคนสู่อนาคต คำว่า STEM ประกอบด้วยอักษร S จากคำ Science : วิทยาศาสตร์ อักษร T จากคำ Technology : เทคโนโลยี, อักษร E จากคำ Engineering : วิศวกรรมศาสตร์ และอักษร M จากคำ Mathematics : คณิตศาสตร์

ข้อคิดที่ควรคำนึงถึงเวลานำสะเต็มศึกษาไปใช้ในการเรียนรู้ ประเด็นแรก คือ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำสิ่งที่เรียนรู้ตามหลักสูตรไปใช้ ให้นักเรียนมองเห็นปัญหา แล้วประยุกต์ใช้องค์ความรู้เหล่านั้นให้สอดคล้องกับวิธีการประเมินสมรรถนะของผู้เรียน

ประเด็นที่ 2 คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ต้องอาศัยเทคนิค วิธีการ ความรอบรู้ ความใจเย็นและความอดทนของครู ระบบการผลิตครูโดยมหาวิทยาลัยที่ในขณะนี้ยังไม่มีหลักสูตรผลิตครูที่จะสอนสะเต็มศึกษาเชิงบูรณาการในอนาคต สสวท. มีโครงการร่วมผลิตครูสะเต็มศึกษากับเครือข่ายมหาวิทยาลัย ที่ผลิตครูผู้สอนในเชิงบูรณาการ เพื่อสร้างนวัตกรรม เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศให้จงได้ ซึ่งถือว่าเป็นการแก้ปัญหาระยะยาว ทั้งนี้ความเชื่อมโยงของหลักสูตรผลิตครู และหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่เรียนในระบบนั้นจำเป็นต้องสอดคล้องกัน

ประเด็นที่ 3 การสร้างเครือข่ายผู้รู้ด้านวิชาชีพ ไม่ว่าจะเป็นแพทย์ วิศวกร เภสัชกร นายธนาคาร ฯลฯ ที่เข้ามาเป็นทูตสะเต็ม เพื่อถ่ายทอดประสบการณ์ว่า พวกเขาได้ใช้สิ่งที่เรียนรู้จากโรงเรียนอย่างไรในชีวิตการทำงาน กระบวนการต่าง ๆ ที่นำไปใช้เป็นอย่างไรบ้าง มีการสร้างแรงบันดาลใจให้แก่นักเรียนให้มองเห็นอาชีพในอนาคต

และประเด็นที่ 4 คือ การสร้างความตระหนักรู้ของสังคม จากการได้ส่งข้อมูลสื่อสารออกไปช่วยให้สังคมเห็นความสำคัญของการใช้ประโยชน์ และคุณค่าของ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์

"การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานับเป็นทักษะชีวิตพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคน เพราะเมื่อพวกเขาเรียน เขาอาจต้องเผชิญกับปัญหาที่ท้าทาย นอกจากนั้นยังมีความรู้ใหม่ๆ ที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การที่นักเรียนมีภูมิคุ้มกันจากการที่มีทักษะในการคิดแก้ปัญหาได้ นับเป็นส่วนที่สามารถช่วยเขาได้ตลอดชีวิตเลยทีเดียว"

นางสาวชลันธร ดวงงา และ นางสาวรุ้งลาวัลย์ ชาภักดี นักเรียนในโรงเรียนดำรงราษฎร์สงเคราะห์ จังหวัดเชียงราย เจ้าของโครงงาน การศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงของหนอนไหม ที่ใช้ในการควบคุมการพ่นใย เพื่อผลิตแผ่นใยไหม ซึ่งได้คว้ารางวัล INTEL ISEF 2016 ในสาขาสัตวศาสตร์ และอีกสองรางวัลจากสหรัฐอเมริกา ได้แก่ Sigma Xi: The Scientific Research Society, First Physical Science Award และ Second Place Grand Award in Animal Sciences เมื่อ ปี พ.ศ. 2559 โครงงานนี้มีนายเกียรติศักดิ์ อินราษฎร และนายสุธิพงษ์ ใจแก้ว เป็นครูที่ปรึกษา

นักเรียนได้ทดลองศึกษาพฤติกรรมตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงของหนอนไหม เพื่อหาแนวคิดในการพัฒนาวิธีการควบคุมความสม่ำเสมอในการผลิตแผ่นใยไหมจากพฤติกรรมการพ่นใยต่อสู้กับแรงโน้มถ่วง โดยได้ทดลองศึกษาผลของมุมเอียงต่อคุณภาพแผ่นใยไหม จากนั้นได้สร้างแผ่นเฟรมพื้นเอียงโดยใช้หลักการโมเมนต์ของแรงทำมุมเอียง 45 องศา ให้สามารถพลิกกลับด้านได้โดยอัตโนมัติ และทดลองปล่อยหนอนไหมให้พ่นใยโดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (เฟรมพื้นราบ) วิเคราะห์คุณภาพแผ่นใยไหมและต้นทุนการผลิตต่อแผ่น พบว่าแผ่นใยไหมจากแผ่นเฟรมพื้นเอียงที่สร้างขึ้นโดยมีการจัดเรียงเส้นใยไหมที่สม่ำเสมอมีคุณภาพดีกว่าชุดควบคุม และมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าถึง 1.92 เท่า

นักเรียนเจ้าของผลงานทั้งสองเล่าว่า โครงงานนี้เริ่มถือกำเนิดจากปัญหาใกล้ตัวผู้ปกครองที่เลี้ยงหนอนไหมอยู่ เพราะต้องใช้มือจับตัวหนอนไหมวางบนเฟรมบ่อย ๆ เพื่อควบคุมความสม่ำเสมอของเส้นใย ซึ่งกระบวนการดังกล่าวอาจทำให้หนอนไหมมีโอกาสเสี่ยงต่อการติดเชื้อและเป็นโรค รวมทั้งต้องใช้เวลานาน และยุ่งยาก จึงคิดว่าจะต้องหาอะไรมาช่วยแบ่งเบา ให้ผู้ปกครองได้มีเวลาพักผ่อนบ้าง จึงนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ แล้วทำการทดลองมาเรื่อย ๆ จนได้ผลการทดลองเป็นที่พึงพอใจ จากนั้นได้ทดลองใช้จริงกับเกษตรกร จนเกิดผลประโยชน์จริง สามารถพูดได้เลยว่า เป็นเรื่องใกล้ตัวมากและง่ายได้ประโยชน์

"การนำแผ่นใยไหมไปใช้ในชุมชนปรากฏว่าผลตอบรับดี เพราะว่าสามารถลดต้นทุนจากเดิมได้ และการกระจายตัวของเส้นใยไหมมีความสม่ำเสมอดีกว่าของเดิมที่เคยทำ ในอนาคตจะมีการพัฒนานวัตกรรมชิ้นนี้ เพราะแผ่นเฟรมมีขนาดใหญ่ จึงต้องใช้มือพลิก ในขั้นตอนต่อไปอาจทดลองติดเซนเซอร์ หรือเทคโนโลยีอะไรก็แล้วแต่ เพื่อให้แผ่นเฟรมสามารถพลิกตัวได้เองโดยอัตโนมัติ สะเต็มศึกษาในความคิดของพวกเรา นับว่า เป็นการศึกษาที่มีความสมบูรณ์ครบองค์ประกอบ เพราะข้องเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน และเป็นสิ่งที่มีอยู่รอบตัว"

เด็กหญิงกัญยาณี จันทร์ซู และเด็กหญิงบัวชมพู อุบลสิงห์ จากโรงเรียนคลองแดนวิทยา จังหวัดสงขลา เจ้าของ ถุงเพาะชำ REUSE เจ้าของรางวัลเหรียญทอง Asian Young Inventors Exhibition ประเภทสิ่งประดิษฐ์ จากประเทศมาเลเซีย เมื่อปี พ.ศ. 2559 ได้เล่าถึงแรงบันดาลใจว่า เกิดจากปัญหาครอบครัวทำอาชีพเกษตรกรรม โดยวิธีการที่จะปลูกต้นกล้านั้นต้องใช้ถุงเพาะชำ และโดยปกติวิธีการใช้ถุงเพาะชำจะใช้วิธีการ กรีด ฉีก บีบ ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะทำให้รากของต้นกล้าได้รับความเสียหาย และถุงเพาะชำไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก ซึ่งเมื่อเสร็จงานแล้ว ก็จะนำไปกลบฝังหรือเผาทำลาย ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงเกิดแนวคิดเรื่องถุงเพาะชำ REUSE ขึ้นมา เพื่อการนำต้นกล้าออกจากถุงเพาะชำได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่ายของเกษตรกรที่ไม่ต้องซื้อถุงเพาะชำใหม่ เพราะถุงสามารถฉีกที่ปลายซิปล็อกได้ ซึ่งไม่ทำให้รากของต้นกล้าได้รับความเสียหาย หลังจากนั้นก็นำต้นกล้าไปปลูกในแปลงที่เตรียมไว้ ส่วนถุงเพาะชำเพียงแค่ติดซิปล็อกอีก ก็สามารถใช้งานได้แล้ว

เด็กหญิงพรลภัส อัครบุปผา เด็กหญิงอันติมา อันติมะสุวพัชร เด็กหญิงศุภิสรา วณิกกุล จากโรงเรียนเซนต์โยเซฟทิพวัล จังหวัดสมุทรปราการ เสนอผลงานถ่านเศษไม้เหลาดินสอ ซึ่งได้เข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัยใน Student Science Research Program ประเทศอินเดีย ในปี พ.ศ. 2560 เธอเล่าที่มาของงานว่ามีเศษไม้เหลาดินสอที่เป็นขยะของโรงเรียน จึงนำมาทำเป็นถ่านซึ่งเป็นการลดปริมาณขยะวิธีหนึ่ง โครงงานนี้ใช้เวลาคิดค้นจนสำเร็จภายในเวลา 1 เดือน ร่วมกันคิด 3 คน และมีครูที่ปรึกษาด้วย ขั้นตอนต่อไปในการพัฒนาต่อยอดสินค้าอาจทำเป็นรูปแบบเรขาคณิตต่าง ๆ เช่น วงกลม สี่เหลี่ยม ดาว ด้วย

ว่าที่พันตรีสาธิต อธิวาส ครูจากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก ได้นำเสนอโครงงาน การศึกษาผลการประยุกต์ใช้เทคนิคนิวเมติกส์ (pneumatic) ภาษาซี และระบบควบคุมอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการล้างเครื่องปรับอากาศโดยใช้เครื่องล้างแบบอัตโนมัติ และได้เป็นที่ปรึกษาให้แก่นายธีรภัทร์ สนองญาติ นายรังสิมันต์ กุลเพชรจิระ และนายภาวัต หมีนิ่ม ซึ่งได้รางวัลโล่และเหรียญ The First ASEAN Student Science Project Competition ในการแข่งขันที่ประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2558 โดยโครงงานนี้ แสดงว่านิวเมติกส์ ภาษาซี สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบควบคุมอัตโนมัติ และสามารถสั่งการให้เครื่องล้างเครื่องปรับอากาศทำงานอย่างอัตโนมัติได้ และผลจากการใช้งาน ปรากฏว่า เครื่องล้างเครื่องปรับอากาศแบบอัตโนมัติมีประสิทธิภาพของการทำงานดีกว่าระบบล้างเครื่องปรับอากาศอัตโนมัติรุ่นเดิม ๆ คือ ประหยัดน้ำล้างได้มากกว่าร้อยละ16.38 และประหยัดเวลาล้างได้มากกว่าร้อยละ16.00

"สะเต็มศึกษานั้นเป็นเรื่องที่สำคัญ เพราะจะทำให้นักเรียนเริ่มกระบวนการคิด แล้วเรียนรู้ตามที่ที่ต้องการอยากจะเรียน ทำให้สามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ถ้าเน้นการท่องจำเนื้อหาต่าง ๆ ที่มีในหนังสือ นักเรียนก็จะไม่มีความคิดใหม่ ๆ นวัตกรรมของประเทศก็จะไม่เกิด การนำสิ่งที่เรียนรู้ออกมาให้เกิดเป็นชิ้นงานและประยุกต์ใช้งานให้ได้ จึงจะทำให้เกิดผลที่แท้จริงครับ" นายเฉลิมพรกล่าว

นายเฉลิมพร พงศ์ธีระวรรณ ครูวิทยาศาสตร์แห่งโรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเคยได้รับรางวัลครูดีเด่นคือรางวัลสมเด็จเจ้าฟ้ามหาจักรี และเป็นผู้อยู่เบื้องหลังความสำเร็จของนักเรียนจำนวนมาก นับเป็นผู้ที่จุดประกาย สร้างแรงบันดาลใจให้แก่นักเรียนหลายต่อหลายรุ่น จนล่าสุด นักเรียนได้ทำโครงงานนวัตกรรมการกักเก็บน้ำโดยเลียนแบบธรรมชาติ ซึ่งใช้สับปะรดสีพันธุ์ *Aechmea aculeatosepala* และได้รับรางวัลชนะเลิศ Stockholm Junior Water Prize จากประเทศสวีเดนในปี พ.ศ. 2559 ได้เล่าให้ฟังว่า โรงเรียนได้เน้นให้นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการบูรณาการเข้ากับสะเต็มศึกษาอยู่แล้ว นักเรียนต้องมีความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน แล้วนำความรู้ดังกล่าวไปแก้ปัญหาหรือทำให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งต้องใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม Engineering Design Process เพื่อให้เกิดชิ้นงานขึ้นมา ผนวกกับการต้องใช้เทคโนโลยี และต้องใช้คณิตศาสตร์ในการคิดคำนวณต่าง ๆ ด้วย

ผู้สนใจสามารถเข้าไปศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา โดยดาวน์โหลดเอกสาร สื่อและกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้ที่เว็บไซต์สะเต็มศึกษา ประเทศไทย www.stemedthailand.org

ดร. นันทยา อัครอารีย์ • นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท. • e-mail: nauck@ipst.ac.th

สิ่งที่คุณอาจไม่รู้เกี่ยวกับพันธุศาสตร์

พันธุศาสตร์อาจจะเป็นยาขมสำหรับนักเรียนหลายคน เวลาเรียนชีววิทยา เพราะเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรามองไม่เห็น และจับต้องไม่ได้ อีกทั้งมีคำศัพท์เฉพาะมากมายที่สร้างความสับสนให้แก่นักเรียน จึงทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ยาก และอาจเข้าใจคลาดเคลื่อน (misconception) ในสาระของพันธุศาสตร์ได้ ความรู้พื้นฐานทางพันธุศาสตร์นั้นนอกจากจะมีความสำคัญในการเรียนรู้เนื้อหาอื่น ๆ เช่น เรื่องวิวัฒนาการแล้ว ยังเป็นพื้นฐานในการเข้าใจเกี่ยวกับสุขภาพของตนเองและเทคโนโลยีดีเอ็นเอที่มีรอบตัวเราในปัจจุบันด้วย เมื่อครูตระหนักถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน การรู้นี้จะช่วยให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่ 1:

การแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ ในสิ่งมีชีวิตถูกควบคุมด้วยยีนเท่านั้น

นักเรียนอาจมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า เมื่อลูกได้รับยีนหนึ่ง ๆ จากพ่อและแม่แล้ว ลูกจะต้องแสดงลักษณะนั้นอย่างแน่นอน แม้ลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะจะถูกกำหนดด้วยพันธุกรรม เช่น หมู่เลือด ลักษณะผิวเผือก และโรคธาลัสซีเมีย แต่ธรรมชาติมีหลายลักษณะที่ถูกกำหนดด้วยยีนและสิ่งแวดล้อมควบคู่กัน เช่น ความสูงซึ่งนอกจากจะขึ้นกับยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโต (growth hormone) แล้วนั้น ยังมีปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมด้วย เช่น การรับประทานอาหาร และการออกกำลังกาย

อีกหนึ่งตัวอย่างที่การควบคุมลักษณะที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมคือโรคหัวใจ โดยบางกลุ่มอาการของโรคหัวใจได้รับจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม เช่น มีมิวเทชันที่ทำให้การทำงานของโปรตีนในการรับส่งโซเดียมไอออนบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจทำงานผิดปกติ แต่ความเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจจากการมีความดันโลหิตสูงอาจเกิดจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมด้วย เช่น การออกกำลังกาย การรับประทานอาหารรสเค็ม ความเครียด ดังนั้นการที่เรามียีนต่าง ๆ มากมายไม่ได้เป็นการกำหนดว่าเราจะต้องมีลักษณะนั้นเสมอไป เพราะขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตด้วย

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่ 2:

ลักษณะทางพันธุกรรม 1 ลักษณะถูกควบคุมด้วยยีน 1 ยีนเท่านั้น

ลักษณะทางพันธุกรรมที่สอนกันในชั้นเรียนส่วนใหญ่อาจเป็นไปตามคำกล่าวที่ว่า one gene = one protein = one trait นั่นคือ ยีนหนึ่งยีนมีหน้าที่ควบคุมการสร้างสายพอลิเพปไทด์หนึ่งสาย ซึ่งจะส่งผลต่อฟีโนไทป์หรือลักษณะที่ปรากฏหนึ่งลักษณะ ยกตัวอย่างเกี่ยวกับลักษณะของต้นถั่วลันเตา เช่น ความสูง สีดอก และรูปร่างเมล็ด อย่างไรก็ตามในธรรมชาตินั้น ลักษณะทางพันธุกรรมส่วนใหญ่ถูกควบคุมด้วยยีนหลายยีน (polygenes) ในตำแหน่งต่าง ๆ บนคู่ฮอมอโลกัส (homologous) โครโมโซม เช่น สีผิวของมนุษย์ถูกควบคุมด้วยยีนหลายตำแหน่งที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารสี ซึ่งทำให้เรามีสีผิวที่แตกต่างกันหลายระดับนั่นเอง

ที่มา http://www.nbcnews.com/id/15447465/ns/health-health_care/t/british-twins-have-different-skin-color/#.WMswVNKGPIU

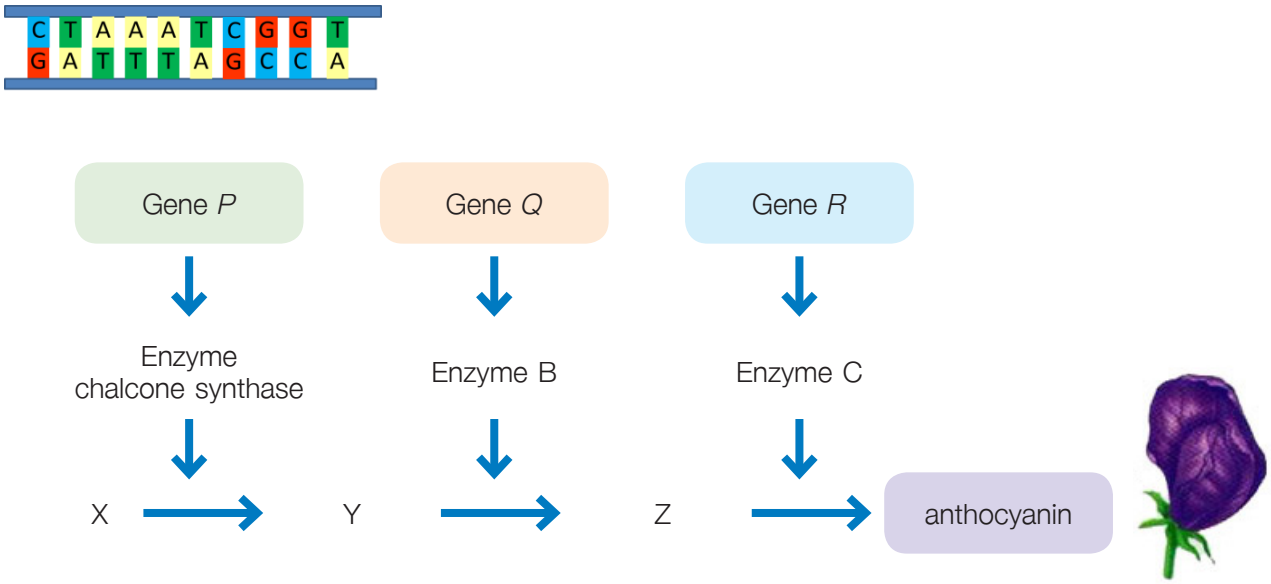
ความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่ 3:

ยีนและแอลลีลมีความหมายเหมือนกัน

นักเรียนอาจเข้าใจสับสนในความหมายของ **ยีน (gene)** และ**แอลลีล (allele)** เนื่องจากมีการใช้คำว่ายีนและแอลลีลแทนความหมายกันบ่อยในบริบทต่าง ๆ ทั้งที่สองคำนี้มีความหมายแตกต่างกัน เช่น กล่าวว่าต้นถั่วมีทั้งยีนดอกสีม่วงและยีนดอกสีขาว ซึ่งไม่ถูกต้อง เนื่องจากลักษณะสีดอกไม่ได้เกิดจากยีนสองยีนที่อยู่คนละตำแหน่งของโครโมโซม แต่ลักษณะสีดอกถูกควบคุมด้วยยีนหนึ่งยีนที่มีหลายแอลลีล ตัวอย่างในที่นี้มีสองรูปแบบ ได้แก่ แอลลีลเด่น (P) ควบคุมดอกสีม่วงและแอลลีลด้อย(p)ควบคุมดอกสีขาว

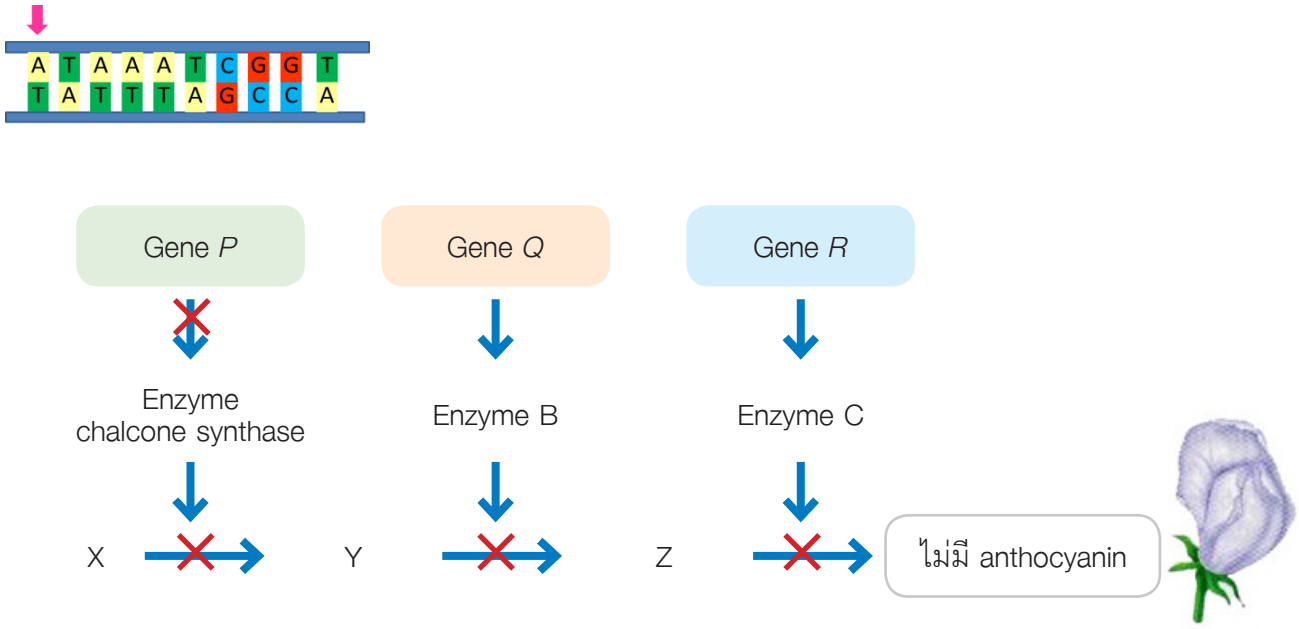
คำว่ายีนจะใช้เวลากล่าวถึงหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรม และใช้คำว่า แอลลีล เมื่อกล่าวถึงรูปแบบต่าง ๆ ของยีน

เมื่อเมนเดลศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของต้นถั่ว ความรู้ทางพันธุศาสตร์ยังไม่ก้าวหน้าอย่างในปัจจุบัน จึงยังไม่มีการอธิบายว่าต้นถั่วที่มีแอลลีลเด่นนั้นให้ดอกสีม่วงได้อย่างไร ใน ค.ศ. 2010 กลุ่มนักวิทยาศาสตร์ (Hellens R.P. และคณะ; 2010) ได้ศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนควบคุมสีดอกในต้นถั่ว และพบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ในแอลลีลด้อยแตกต่างจากในแอลลีลเด่น โดยแอลลีลเด่นควบคุมการสร้างสารสี (pigment) ชื่อ anthocyanin ทำให้กลีบดอกมีสีม่วง และกระบวนการสร้าง anthocyanin นั้นเป็นปฏิกิริยาต่อเนื่องที่ต้องอาศัยเอนไซม์หลายชนิดมาทำงานร่วมกัน โดยยีนควบคุมสีดอกที่เมนเดลศึกษาทำการควบคุมการสังเคราะห์เอนไซม์ chalcone synthase ซึ่งเป็นเอนไซม์ตัวแรกในกระบวนการสังเคราะห์ anthocyanin



การแสดงออกของยีนควบคุมการสร้าง anthocyanin ในต้นถั่วดอกสีม่วง

ในต้นถั่วที่มีดอกสีขาวซึ่งถูกควบคุมด้วยแอลลีลด้อยนั้นมีลำดับนิวคลีโอไทด์แตกต่างไปจากต้นถั่วที่มีดอกสีม่วง จาก...CTA..เป็น ...ATA...ทำให้ดอกสีขาวไม่มีการสร้างเอนไซม์ chalcone synthase จึงไม่มีการสร้างสารสี anthocyanin

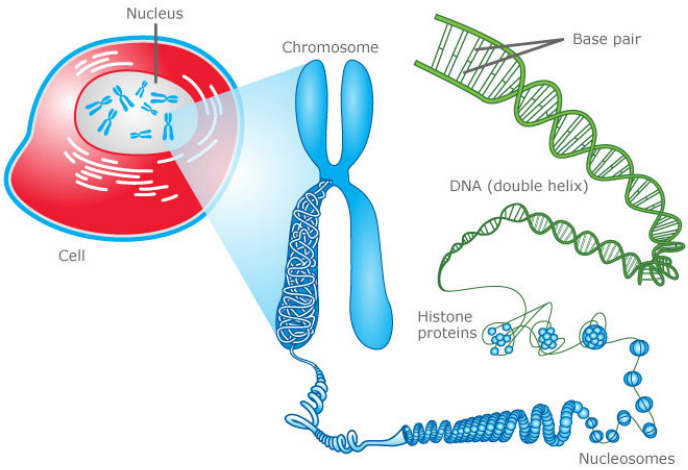


การแสดงออกของยีนควบคุมสีดอกในต้นถั่วดอกสีขาว

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่ 4:
เซลล์ที่ทำหน้าที่ต่างกันมีข้อมูลทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน

ดีเอ็นเอในเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจมีความแตกต่างจากดีเอ็นเอในเซลล์ประสาทของบุคคลเดียวกันหรือไม่

คำถามนี้สามารถระบุได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่ เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจทำหน้าที่บีบและคลายหัวใจเพื่อส่งเลือดไปยังส่วนต่าง ๆ และเซลล์ประสาททำหน้าที่รับส่งกระแสประสาท นักเรียนอาจเข้าใจว่าเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกายมีข้อมูลทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันเพราะเซลล์แต่ละชนิดทำหน้าที่แตกต่างกัน แต่แท้จริงแล้วเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกายมีข้อมูลทางพันธุกรรมที่เหมือนกันไม่ว่าจะเป็นเซลล์ชนิดใดเพราะแต่ละเซลล์มีการควบคุมการแสดงออกของยีนที่แตกต่างกัน เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจมียีนเหมือนกับเซลล์ประสาท แต่มีการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและการทำงานของระบบหัวใจแตกต่างจากของเซลล์ประสาท



ที่มา https://www.sciencelearn.org.nz/images/198-cell-chromosomes-and-dna

ที่มา https://runkle-science.wikispaces.com/Polydactyly

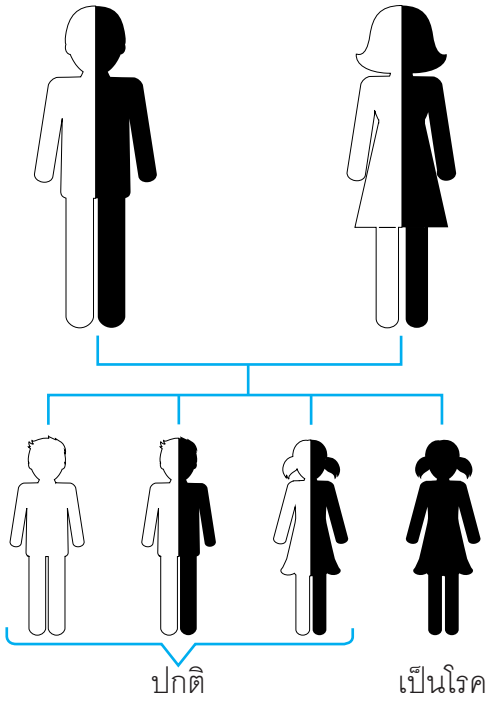
ที่มา http://www.healthhype.com/achondroplasia.html

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่ 5:
ลักษณะเด่นคือลักษณะที่พบมากในประชากร

ลักษณะเด่นมิใช่ลักษณะที่พบมากในประชากร คำว่าเด่นในที่นี้หมายถึงแอลลีลเด่นที่สามารถข่มการแสดงออกของแอลลีลด้อยได้ นั่นคือจีโนไทป์ที่เป็น heterozygote จะแสดงฟีโนไทป์ที่เป็นลักษณะเด่น การระบุว่าลักษณะใดเป็นลักษณะเด่นหรือลักษณะด้อยไม่สามารถบอกได้จากความถี่ที่พบในประชากร แต่สามารถระบุได้จากการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะนั้นจากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่ง ตัวอย่างของลักษณะเด่นที่มีโอกาสพบได้น้อยในประชากรคือลักษณะนิ้วเกิน (polydactyly) ซึ่งพบประมาณ 0.3-6.2 ในประชากร 1,000 คน ทั้งนี้ขึ้นกับเชื้อชาติและโรคคนแคระ (achondroplasia) ที่พบประมาณ 1 ในประชากร 10,000 คน

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่ 6:

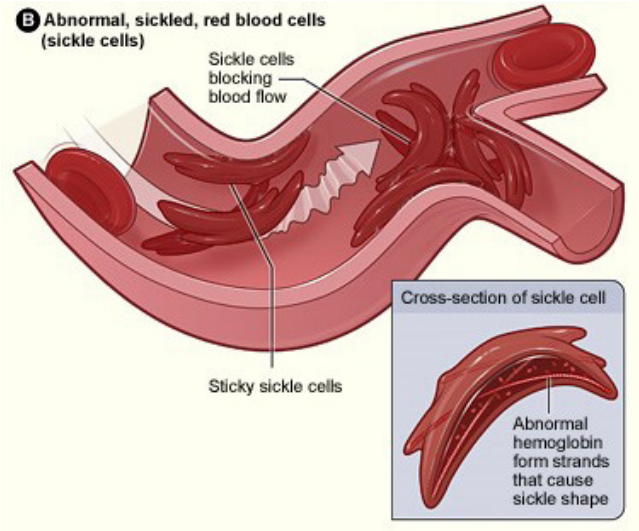
ถ้าครอบครัวหนึ่งมีโอกาส 1 ใน 4 ที่ลูกจะเป็นโรคทางพันธุกรรม เมื่อลูกคนแรกเป็นโรค ลูกคนถัดไปจะไม่มีโอกาสเป็นโรคทางพันธุกรรมอีกเลย



เราสามารถทำนายความน่าจะเป็นที่ลูก ๆ ในครอบครัวหนึ่งจะมีโอกาสเป็นโรค หรือมีลักษณะพันธุกรรมต่าง ๆ ได้ โดยพิจารณาจากการถ่ายทอดแอลลีลของพ่อและแม่สู่รุ่นลูก แต่เราไม่สามารถระบุได้อย่างแน่นอนว่าลูกแต่ละคนจะมีลักษณะใด ถ้าพ่อและแม่เป็นพาหะของโรคโลหิตจางแบบซิกเคิลเซลล์ ครอบครัวนี้มีโอกาสมีลูกที่เป็นโรคในสัดส่วน1 ต่อ 4 โดยลูกคนแรกมีโอกาสเป็นโรคในสัดส่วน 1 ต่อ 4 และลูกคนที่สองยังมีโอกาสเป็นโรคในสัดส่วนเท่ากันคือ 1 ต่อ 4 แม้ลูกคนแรกจะเป็นโรคโลหิตจางแล้วก็ตาม โอกาสในการเป็นโรคของลูกคนถัดไปจะเท่ากันทุกครั้งที่แม่ตั้งครรภ์ การคำนวณการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเป็นเพียงการทำนายความน่าจะเป็นที่อาจเกิดขึ้นในครรภ์ในแต่ละครั้งเช่นเดียวกับการที่จะมีลูกเพศชายหรือเพศหญิงที่มีโอกาสเป็น 50% เราไม่สามารถกำหนดได้ว่าลูกคนที่จะเกิดมามีเพศใด ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับโอกาสการเกิดโรคทางพันธุกรรมจะช่วยในการวางแผนครอบครัวได้

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่ 7:

มิวเทชันทำให้เกิดโรค และมีผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตเท่านั้น



ที่มา What is Sickle Cell Anemia. (Online) Available: http://www.nhlbi.nih.gov/health/health-topics/topics/sca/ (retrieved 26/09/2014).

มิวเทชัน (mutation) เป็นการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในสายดีเอ็นเอ ซึ่งอาจส่งผลให้ฟีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลง มิวเทชันบางอย่างทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรมที่มีความผิดปกติของร่างกายและอาจส่งผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต เช่น โรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์ซึ่งเกิดจากมิวเทชันในดีเอ็นเอส่งผลให้โปรตีนที่สังเคราะห์ได้มีลำดับกรดอะมิโนเปลี่ยนจากกรดกลูตามิกเป็นวาลีน ส่งผลให้เซลล์เม็ดเลือดแดงมีรูปร่างเป็นรูปเคียว จึงทำให้เกิดการอุดตันของเม็ดเลือดแดงในหลอดเลือดได้ง่ายกว่ารูปร่างปกติ อย่างไรก็ตาม มิวเทชันไม่ได้ทำให้เกิดโรคร้ายแรงเท่านั้น แต่อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตได้ดีกว่าเดิม และสิ่งมีชีวิตมีลักษณะที่แตกต่างกันอย่าง

หลากหลายก่อให้เกิดการมีความหลากหลายทางพันธุกรรมซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่นำไปสู่วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างของการเกิดมิวเทชันที่ไม่ทำให้เกิดโรค เช่น ในยีน CCR5 มีมิวเทชันที่นิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอหายไป จึงส่งผลให้การสร้างโปรตีน CCR5 มีความผิดปกติ โดยโปรตีนนี้ทำหน้าที่เป็น co-receptor บนเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด T-cell การเกิดมิวเทชันจะส่งผลให้ไวรัส HIV ไม่สามารถจับกับเซลล์เพื่อเข้าสู่โฮสต์ได้ ดังนั้นบุคคลที่เป็น homozygous ของแอลลีลนี้จะมีความต้านทานต่อการติดเชื้อ HIV บางสายพันธุ์ได้ (Marmor และคณะ; 2006)

พันธุศาสตร์เป็นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของทุกคน นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ทั้งจากในชั้นเรียน จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือจากสื่อต่าง ๆ บางครั้งความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียนอาจเกิดจากประสบการณ์ เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิชาพันธุศาสตร์มากขึ้น ครูอาจใช้คำถามเหล่านี้เพื่อวัดความรู้เบื้องต้นและความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนสอน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องมากขึ้น

ข้อมูลเพิ่มเติม

bit.ly/205-v2

บรรณานุกรม

Chi, M. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. In S. Vosniadou (Ed.), Handbook of research on conceptual change (pp. 61–82). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Hellens, R. P., Moreau C., Lin-Wang K., Schwinn K.E., Thomson S.J., et al. 2010. Identification of Mendel's White Flower Character. *PLoS ONE. 5*(10)

Lewis, J., & Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: revisiting students' understandings of genetics. *International Journal of Science Education*, *26*(2), 195–206.

Marmor M., Hertzmark K., Thomas S. M., Halkitis P. N. & Vogler M. (2006 January). Resistance to HIV Infection. *J Urban Health*, *83*(1), 5–17.

Tsui, C., & Treagust, D. F. (2007). Understanding genetics: Analysis of secondary students' conceptual status. *Journal of Research in Science Teaching*, *44*(2), 205–235.

Venville, G., & Treagust, D. F. (1998). Exploring conceptual change in genetics using a multidimensional interpretive framework. *Journal of Research in Science Teaching*, *35*(9), 1031–1055.

Things You May Not Know About DNA. Retrieved February 2,2009, from http://learn.genetics.utah.edu/content/molecules/dnathings/.

กุลธิดา สะอาด • นักวิชาการ ฝ่ายพัฒนาวิชาชีพครูฯ สสวท. • e-mail: ksaar@ipst.ac.th

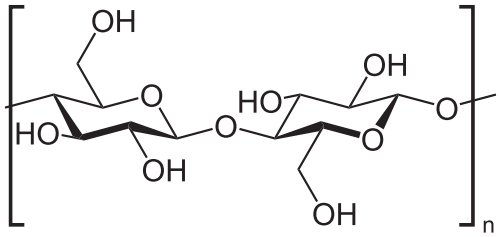
มารู้จักถ่านชีวภาพกันเถอะ

ที่มา http://www.stellarviolets.org/put-foot-biochar-makes-compost-faster/

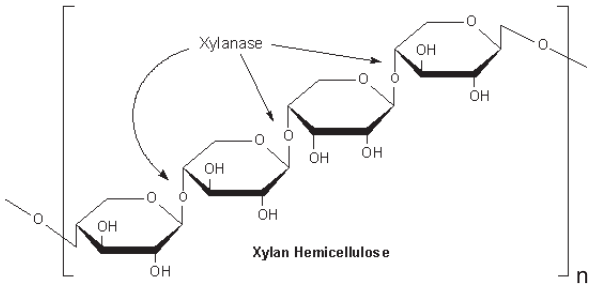
ปัจจุบัน **"ถ่านชีวภาพ"** กำลังได้รับความสนใจและเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในบรรดานักวิจัยและเกษตรกร เนื่องจากถ่านชีวภาพมีคุณประโยชน์หลากหลาย เช่น ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของดินและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ช่วยดูดซับโลหะหนักในน้ำเสีย

ถ่านชีวภาพคืออะไร?

ถ่านชีวภาพ (biochar) คือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน และผลิตจากชีวมวลอินทรีย์ เช่น เปลือกมังคุด ซังข้าวโพด แกลบ เศษไม้ ฯลฯ องค์ประกอบหลักคือ เซลลูโลส ซึ่งเป็นเส้นใย และมีเฮมิเซลลูโลสเป็นตัวยึดเซลลูโลสไว้ด้วยกัน รวมถึงลิกนิน ซึ่งทำหน้าที่ให้เส้นใยยึดเหนี่ยวกันอย่างแข็งแรง ทั้งหมดนี้รวมเรียกว่า ชีวมวลลิกโนเซลลูโลส ดังรูปที่ 1 – 2



รูปที่ 1 โครงสร้างเซลลูโลส
ที่มา https://en.wikipedia.org/wiki/Cellulose



รูปที่ 2 โครงสร้างเฮมิเซลลูโลส
ที่มา http://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigma-aldrich/life-science/biochemicals/migrationbiochemicals1/hemicullulase_xylanase.gif

ถ่านชีวภาพแตกต่างจากถ่านกัมมันต์อย่างไร

ถ่านชีวภาพมีลักษณะที่เหมือนและที่แตกต่างจากถ่านกัมมันต์ (activated carbon) ดังนี้

ถ่านชีวภาพ ผลิตจากชีวมวล (biomass) เช่น แกลบ ซังข้าวโพด กากอ้อย หรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ โดยกระบวนการย่อยสลายด้วยความร้อนที่ไม่ใช้ออกซิเจน ด้วยการให้ความร้อนตั้งแต่ 10 - 500 องศาเซลเซียส กระบวนการย่อยสลายดังกล่าว เรียกว่า กระบวนการไพโรไลซิสแบบช้า (slow pyrolysis) ชีวมวลซึ่งประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทคาร์บอนิล (carbonyl group) ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) และอะโรมาติก (aromatic compound) (Kumar at al., 2011) เมื่อผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบช้า จะทำให้ลักษณะผิวของชีวมวลเปลี่ยนไป

รูปที่ 3 เตาเผาถ่านแกลบ
ที่มา https://phorakfarm.files.wordpress.com/2015/08/wpid-picsart_1440067521479.jpg

คือ เริ่มมีรูพรุน ธาตุที่ไม่ใช่คาร์บอน อันได้แก่ ไฮโดรเจน ออกซิเจน จะแตกตัวในรูปของแก๊ส (gasification process) ที่เรียกว่า การคาร์บอไนเซชัน (carbonization) อนุมูลคาร์บอนอิสระ (free – radical carbon) ที่มีอยู่จะรวมกลุ่มกันเป็นถ่านชีวภาพที่มีประจุลบ ซึ่งช่วยดูดซับไอออนโลหะหนักหรือธาตุอาหารที่มีประจุบวกได้ แต่การยังคงมีน้ำมันดิน (tar) ตกค้างอยู่ในช่องว่าง (pore) ทำให้ถ่านมีความสามารถในการดูดซับต่ำ จึงมีการนำถ่านชีวภาพไปปรับปรุงคุณภาพดินทรายจัด (sandy soils) ตัวอย่างเช่น การใช้ปรับปรุงดินในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่ตำบลสามพระยา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี เนื่องจากสภาพดินในพื้นที่ดังกล่าวมีวัตถุต้นกำเนิดดิน (soil parent materials) จากหินทราย (sandstone) ทำให้ดินมีลักษณะเป็นดินปนทรายที่มีเนื้อดินค่อนข้างหยาบและมีสภาพเป็นกรดคือ pH ประมาณ 5 – 6 ฮิวมัสที่อยู่ในดินจะจับกับธาตุอะลูมิเนียมและเหล็ก โดยมีกรดเป็นตัวดูดซับทำให้เกิดตะกอนของสารประกอบโลหะอินทรีย์ (organometallic compounds) เมื่อเวลาผ่านไป ตะกอนที่เกิดขึ้นจะสะสมและจับตัวกันเป็นชั้นดินดานแข็ง เมื่อน้ำไหลซึมลงมามันจะขังน้ำ เพราะน้ำซึมผ่านได้ยาก ทำให้รากพืชขาดอากาศหายใจ เพราะดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ จึงมีการนำถ่านชีวภาพมาผสมเพื่อให้ดินไม่จับตัวแน่น มีความสามารถในการอุ้มน้ำ โปร่งร่วนซุยยิ่งขึ้น และช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-เบส ของดินให้มีสภาพเป็นกลาง เพื่อจะได้เป็นแหล่งอาศัยของจุลินทรีย์ในการสร้างอาหารในดิน เพราะเมื่อดินถูกชะล้าง สารอาหารจะยึดเกาะกับถ่าน แทนที่จะถูกชะล้างออกไป

ถ่านกัมมันต์ ผลิตจากชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเช่นเดียวกับถ่านชีวภาพ โดยกระบวนการย่อยสลายด้วยความร้อนที่ไม่ใช้ออกซิเจนและมีการให้ความร้อนในอัตรา 900 – 1,100 องศาเซลเซียส กระบวนการย่อยสลายดังกล่าว เรียกว่า กระบวนการไพโรไลซิสแบบเร็ว (fast pyrolysis) และเมื่อชีวมวลผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบเร็วแล้ว ลักษณะพื้นผิวจะเปลี่ยนไป เกิดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทคาร์บอนิล (carbonyl group) ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) และอะโรมาติก (aromatic compound) ซึ่งมีประจุลบเช่นเดียวกับถ่านชีวภาพ มีการกระตุ้นทางเคมีและทางกายภาพ (chemical and physical activation) โดยมีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะทำให้น้ำมันดินที่ตกค้างอยู่ในช่องว่างสลายตัว และช่องว่างถูกปิดไว้ด้วยน้ำมันดินจะถูกกระตุ้นให้เปิดออก ทำให้ถ่านกัมมันต์มีพื้นผิวเป็นรูพรุนและมีความสามารถในการดูดซับมากกว่าถ่านชีวภาพ โดยทั่วไปจึงใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ เช่น การทำถ่านอัดเม็ดเพื่อใช้เป็นยาดูดสารพิษในร่างกาย

ดังนั้น ถ่านชีวภาพจึงมีความแตกต่างจากถ่านกัมมันต์ตรงที่กระบวนการผลิต และจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ โดยถ่านชีวภาพจะถูกผลิตโดยผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบช้า และอุณหภูมิที่ใช้ต่ำกว่า 500 องศาเซลเซียส จึงนิยมใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดิน เช่น ดินทรายจัด ส่วนถ่านกัมมันต์จะถูกผลิต โดยผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบเร็ว อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 900 – 1,100 องศาเซลเซียส และนิยมทำเป็นถ่านอัดเม็ดเพื่อดูดสารพิษในร่างกาย

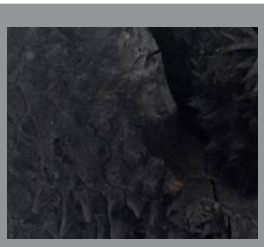
กะลามะพร้าว

เปลือกมังคุด

เศษไม้

วัสดุชีวมวลต่าง ๆ (Biomass)

→ กระบวนการไพโรไลซิสแบบช้า Pyrolysis →



ถ่านชีวภาพ (Biochar)

ประโยชน์จากถ่านชีวภาพ (Utility)

- ช่วยปรับปรุงคุณภาพดิน
- แหล่งกักเก็บคาร์บอนในดิน
- สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้
- กำจัดกลิ่นและดูดความชื้น

ประโยชน์จากถ่านชีวภาพ

ชีวมวลที่นำมาผลิตถ่านชีวภาพ เช่น เศษไม้ หรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่าง ๆ เมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายด้วยความร้อนที่ไม่ใช้ออกซิเจนที่มีความร้อนตั้งแต่ 10 – 500 องศาเซลเซียส หรือที่เรียกว่า กระบวนการไพโรไลซิสแบบช้านั้น จะได้ผลิตภัณฑ์หลักเป็นถ่านชีวภาพ ซึ่งประโยชน์จากถ่านชีวภาพมีหลากหลาย เช่น ช่วยในการปรับปรุงเนื้อดินที่มีความแข็งดานให้ร่วนซุยและสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น ปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของเนื้อดินให้มีสภาพเป็นกลาง เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนลงในดิน ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นและดูดความชื้น รวมถึงสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยในการทำเกษตร

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถเป็นแนวทางสำหรับนักเรียนในการจัดกิจกรรมนอกเวลาเรียนหรือทำโครงงาน (Project) ที่เกี่ยวกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ เช่น การดูดซับโลหะหนักในน้ำเสียโดยใช้ถ่านชีวภาพ การศึกษาสภาพดินที่เสื่อมสภาพและปรับปรุงคุณภาพดินนั้นโดยใช้ถ่านชีวภาพ เพื่อฝึกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้จริง อันจะเป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยที่กำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบัน

รูป โครงการ "ถ่านเปลือกทุเรียน"
ที่มา http://164.115.22.186/webmost/main/index.php/organization-news.html?start=705

ข้อมูลเพิ่มเติม

bit.ly/205-v3

บรรณานุกรม

Hüppi, R., Felber, R., Neftel, A., Six, J. & Leifeld, J. (2015). Effect of biochar and liming on soil nitrous oxide emissions from a temperature maize cropping system. *European Geosciences Union, 1,* 707 – 717.

Kumar, S., Loganathan, V.A., Gupta, R.B. & Bamett, M.O. (2011). An Assessment of U (VI) removal from groundwater using biochar produced from hydrothermal carbonization. *Journal of Environmental Management, 92*(10), 2504 – 2512.

Tan, X., Lui, Y., Zeng, G., Wang, X., Hu, X., Gu, Y. & Yang, Z. (2015). Application of biochar for the removal of pollutants from aqueous solutions. *Chemosphere, 125*, 70 – 85.

พินิจภณ ปิตุยะ และคณะ. (2557). เอกสารองค์ความรู้เรื่องถ่านชีวภาพ. สืบค้นเมื่อ 23 ตุลาคม 2559, จาก http://www.huaysaicenter.org/index2.php?ge=nav_view&gen_lang=030030216041&lang=.

ศิริลักษณ์ ศิริสิงห์. คู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2559, จาก http://pirun.ku.ac.th/~fsocoss.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

อรสา สุกสว่าง. (2554). ไบโอชาร์: เทคโนโลยีขับเคลื่อนการพัฒนาพลังงานสีเขียว. สืบค้นเมื่อ 23 ตุลาคม 2559, จาก http://www.conference.tgo.or.th/download/2011/workshop/190811/PPT/04_JAFT.pdf.

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมพร วัจนะ • คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง • e-mail: peak_um@hotmail.com

การสร้างและออกแบบ Worksheet เพื่อความเข้าใจ

เราอาจเคยเห็น worksheet ในหลายลักษณะ โดยทั่วไปอาจจะเป็น worksheet ที่เน้นการให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด หลังจากที่ผู้สอนได้อธิบายวิธีการทำ พร้อมทั้งยกตัวอย่างให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนลงมือทำ แต่ worksheet เพื่อความเข้าใจนั้นไม่มีการอธิบายวิธีการหรือยกตัวอย่างก่อน แต่จะเน้นการให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระและวิธีการต่าง ๆ จากการลงมือทำ worksheet ด้วยตนเอง ผู้สอนจะทำหน้าที่ชี้แนะในบางจุด ที่ผู้เรียนต้องการความช่วยเหลือเท่านั้น โดยวิธีการสร้าง worksheet จะเริ่มด้วยการ

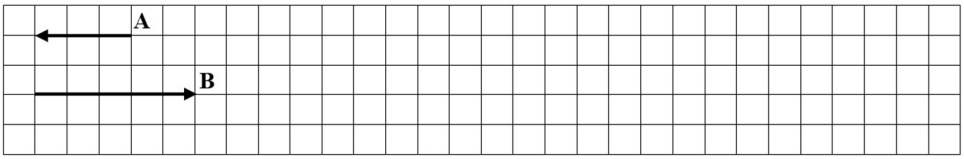
กำหนดหัวข้อ

หัวข้อในที่นี้ คือหัวเรื่องหรือเนื้อหาสาระที่สนใจจะพัฒนา worksheet ขึ้นมาเอง โดยเริ่มจากการกำหนดขอบเขตของเนื้อหาสาระที่จะสอน ทั้งนี้ควรเป็นหัวข้อที่ชัดเจน เจาะจง และไม่กว้างจนเกินไป เช่น การบวกเวกเตอร์ในหนึ่งมิติและสองมิติ

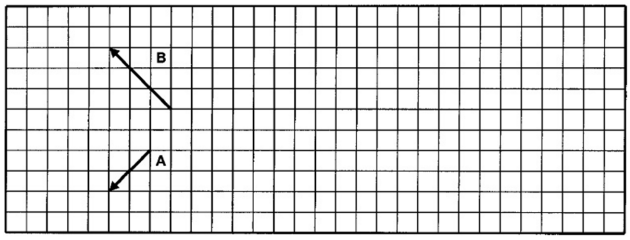
สร้างคำถามปลายเปิด

เมื่อได้หัวข้อที่ชัดเจนแล้ว ก็เริ่มสร้างคำถามปลายเปิด เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว โดยคำถามไม่ควรมีจำนวนมาก จำนวนที่เหมาะสมคือ 2 - 3 คำถาม คำถามปลายเปิดอาจเป็นคำถามที่คิดขึ้นเองจากกรอบของเนื้อหาสาระที่กำหนด หรืออาจดัดแปลงจากคำถามที่ใช้ในงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง หรืออาจตัดทอนมาใช้โดยไม่มีการดัดแปลงเลยก็ได้ เช่น

จงเขียนเวกเตอร์ $\vec{R}$ เมื่อ $\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$ (เขียนในตารางด้านล่าง)



จงเขียนเวกเตอร์ $\vec{R}$ เมื่อ $\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$ (เขียนในตารางด้านล่าง)

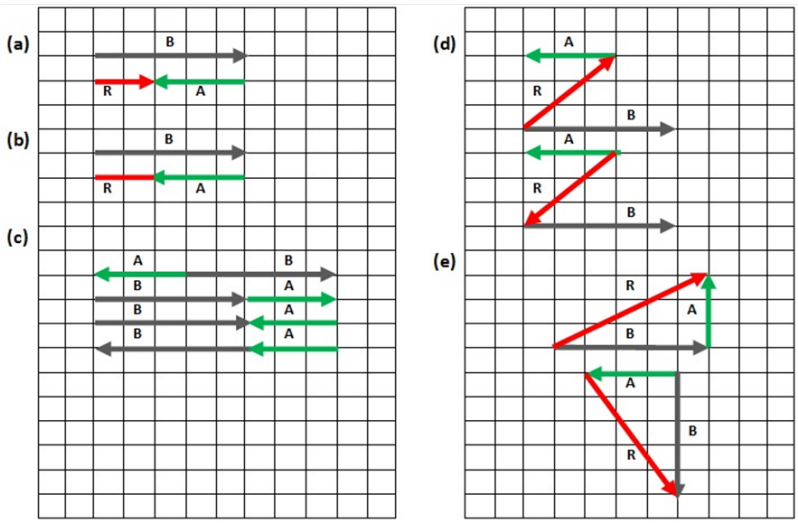


เมื่อได้คำถามปลายเปิดที่สอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหาสาระที่สนใจแล้ว ให้นำคำถามดังกล่าวไปทดสอบหรือสอบถามผู้เรียนกลุ่มที่เรียนเนื้อหานั้นไปแล้ว เพื่อสำรวจและรวบรวมมโนมติของผู้เรียนในเรื่องนั้น ๆ การสอบถามจากผู้เรียนจำนวนมากจะทำให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและเที่ยงตรงกว่า

จัดหมวดหมู่คำตอบ

เมื่อได้คำตอบจากผู้เรียนในจำนวนที่เพียงพอแล้ว ให้นำคำตอบของผู้เรียนที่ได้มาแบ่งเป็นหมวดหมู่และกลุ่ม โดยจัดคำตอบที่คล้ายคลึงกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน จากนั้นพิจารณาคำตอบของผู้เรียนในแต่กลุ่มอย่างละเอียด เพื่อให้เข้าใจเหตุผล และวิธีคิดของผู้เรียนในกลุ่มนั้น ๆ เช่น

กลุ่มคำตอบของผู้เรียนการบวกเวกเตอร์ในหนึ่งมิติ

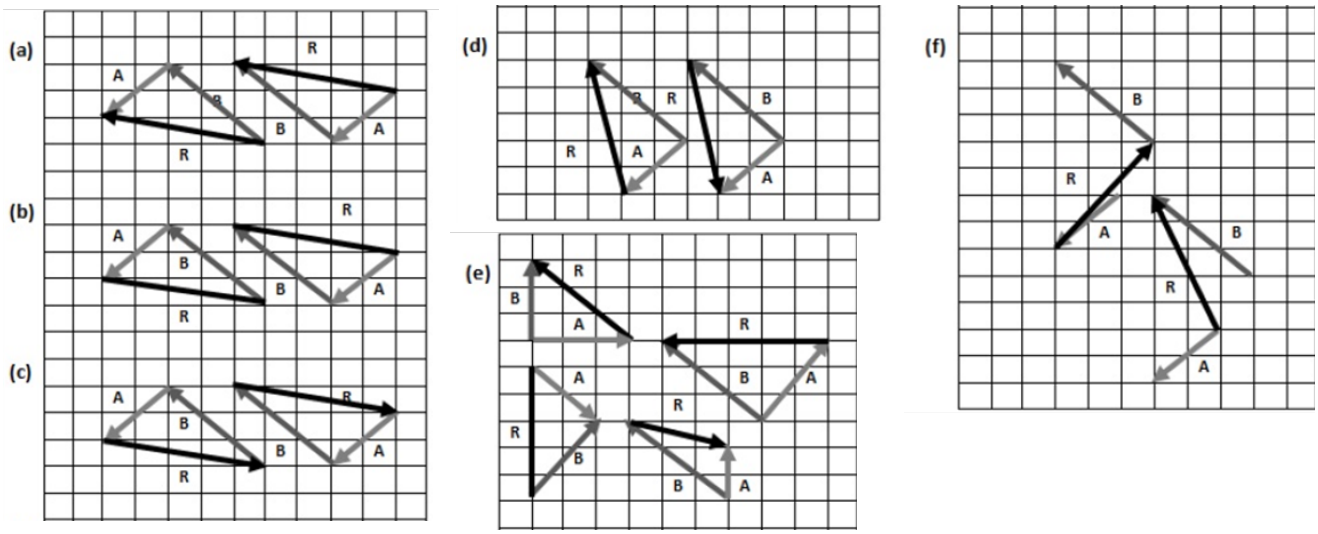


จากกลุ่มคำตอบของผู้เรียนในการบวกเวกเตอร์ในหนึ่งมิตินั้นอาจแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ประกอบด้วยกลุ่มที่ตอบถูก 1 กลุ่ม คือกลุ่ม (a) และ กลุ่มอีก 4 กลุ่มที่ตอบผิด คือ (b) (c) (d) และ (e) โดยเราพิจารณากลุ่มที่ตอบผิดว่ามีลักษณะการตอบเป็นอย่างไร

จะเห็นว่าคำตอบที่ผิดของทั้ง 4 กลุ่ม นั้น ประกอบด้วย กลุ่มที่ไม่ระบุทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ (b) กลุ่มที่นำเวกเตอร์ A และ B มาเขียนต่อกันในลักษณะต่าง ๆ โดยไม่ระบุเวกเตอร์ลัพธ์ (c) กลุ่มที่เขียนเวกเตอร์ลัพธ์เชื่อมระหว่างเวกเตอร์ A และ B ที่ให้มาโดยไม่เคลื่อนย้าย (d) และกลุ่มที่สร้างสามเหลี่ยมโดยเขียนเวกเตอร์ A และ B ขึ้นมาใหม่ (e)

เมื่อพิจารณาคำตอบของผู้เรียน ที่เขียนตอบในการบวกเวกเตอร์ในสองมิติ ก็พบว่าสามารถแบ่งได้เป็น 6 กลุ่ม คือ กลุ่มคำตอบที่ถูกมี 1 กลุ่มคือ (a) และกลุ่มอีก 5 กลุ่มที่ให้คำตอบผิด คือ (b) (c) (d) (e) และ (f)

กลุ่มคำตอบของผู้เรียนการบวกเวกเตอร์ในสองมิติ



โดยกลุ่มที่ตอบผิดเป็นกลุ่มที่ไม่ระบุทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ (b) กลุ่มที่ระบุทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ผิด (c) กลุ่มที่บวกเวกเตอร์โดยการเชื่อมหางของเวกเตอร์ A และ B เข้าด้วยกัน (d) กลุ่มที่สร้างสามเหลี่ยมโดยเขียนเวกเตอร์ A และ B ขึ้นใหม่ (e) และกลุ่มที่ลากเวกเตอร์ลัพธ์เชื่อมระหว่างเวกเตอร์ A กับ B ที่ให้มาโดยไม่เคลื่อนย้าย (f)

หากพิจารณาความเชื่อมโยงระหว่างคำตอบของผู้เรียนในการบวกเวกเตอร์ในหนึ่งมิติและสองมิติแล้ว จะพบว่า ในการบวกเวกเตอร์โดยวิธีเขียนรูปนั้น มีประเด็นที่ทำให้ผู้เรียนบวกเวกเตอร์ผิดทั้งหมด 5 ประเด็นคือ

- การไม่ระบุทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์
- การระบุทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ผิด
- การเขียนเวกเตอร์ลัพธ์เชื่อมระหว่างเวกเตอร์ที่ให้มาโดยไม่เคลื่อนย้าย
- การเขียนเวกเตอร์ขึ้นใหม่ โดยที่ขนาดและทิศทางไม่เหมือนเดิม
- การบวกเวกเตอร์โดยการเชื่อมหางหรือหัวของเวกเตอร์เข้าด้วยกัน

ตีกรอบความคิด

หลังจากพิจารณาคำตอบของผู้เรียนในแต่ละกลุ่มจนเข้าใจเหตุผล และวิธีคิดของผู้เรียนแล้ว ก็เป็นขั้นตอนการตีกรอบความคิด กำหนดขอบเขตในการคิด หรือกำหนดโจทย์ในการคิด เรียกได้ว่าเป็นการวางแผนการคิดเพื่อให้สามารถคิดได้อย่างเป็นระบบและตรงเป้าหมาย

โดยจากข้อมูลการจัดหมวดหมู่คำตอบของผู้เรียน จะต้องมีการรวบรวมประเด็นสำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดเป็นโจทย์ในการคิดและออกแบบ worksheet เพื่อให้การคิดไม่ไร้กรอบไร้ทิศทางและโจทย์ที่จะต้องคิดหาวิธีการแก้ปัญหา โดยการออกแบบ worksheet เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจการบวกเวกเตอร์ในหนึ่งมิติและสองมิติได้ง่ายขึ้น คือ

- การทำให้ผู้เรียนมีการระบุขนาดและทิศทางของเวกเตอร์อย่างถูกต้อง
- การทำให้ผู้เรียนเขียนเวกเตอร์ขึ้นใหม่โดยที่ขนาดและทิศทางยังคงเดิม
- การทำให้ผู้เรียนเชื่อมหรือบวกเวกเตอร์ที่ให้มาได้อย่างถูกต้อง
- การทำให้ผู้เรียนสามารถระบุขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ได้อย่างถูกต้อง

จะเห็นได้ว่ากรอบแนวคิดที่กำหนดขึ้นนี้ จะเป็นตัวชี้นำแนวทางและลำดับขั้นตอนในการสร้างและออกแบบกิจกรรมใน worksheet อย่างคร่าว ๆ

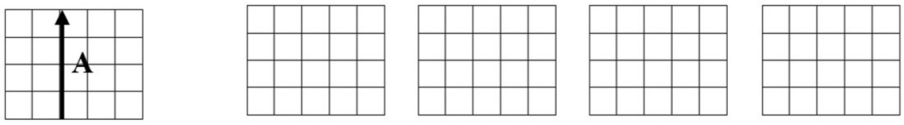
ออกแบบworksheet

เป็นขั้นตอนของการคิดภายใต้โจทย์ที่กำหนด โดยมีแนวคิดที่หลากหลาย ครอบคลุม แล้วเลือกสิ่งที่เข้าใจง่ายที่สุด ซึ่งบางครั้งในการคิดเราอาจไม่ได้คำตอบในทันที แต่ต้องอาศัยความตั้งใจจริง และความอดทน ค่อย ๆ คิด และเก็บรวบรวมข้อมูล บางครั้งอาจจะไม่ได้คำตอบอย่างสมบูรณ์ แต่อาจจะได้คำตอบเพียงบางส่วน ก็ขอให้มีการจดบันทึก และเก็บรวบรวมข้อมูลไว้เพื่อนำมาเปรียบเทียบและขัดเกลาให้ดีขึ้นในภายหลัง โดยการนำสิ่งที่คิดได้แม้จะเพียงเล็กน้อยไปทดลองใช้ ก็อาจช่วยขยายมุมมองให้กว้างขึ้น และอาจทำให้เกิดความคิดใหม่ มองเห็นวิธีการต่าง ๆ ตามมาอีกมากมาย ดังนั้น การคิดไป ทำไป และทดลองไป จะเป็นวิธีที่ช่วยกระตุ้นความคิดได้อีกวิธีหนึ่ง

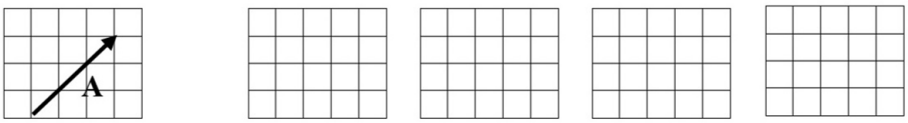
โดยผลจากการคิดเพื่อให้ตอบโจทย์ที่กำหนดขึ้น คือ การเน้นให้ผู้เรียน ระบุขนาดและทิศทางของเวกเตอร์และเวกเตอร์ลัพธ์ หรือเขียนเวกเตอร์ขึ้นมาใหม่โดยที่ขนาดและทิศทางคงเดิม สามารถเชื่อมหรือบวกเวกเตอร์ที่ให้มาได้อย่างถูกวิธี และระบุขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ได้อย่างถูกต้อง เราจะได้ worksheet เพื่อนำไปทดลองใช้ในขั้นตอนต่อไป

กิจกรรม 1 ขนาด และ ทิศทาง ของเวกเตอร์

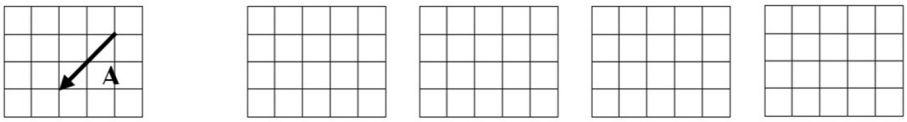
จงเขียนเวกเตอร์ที่มี **ขนาด** เท่ากับ $\vec{A}$



จงเขียนเวกเตอร์ที่มี **ทิศทาง** เดียวกับ $\vec{A}$



ย้าย $\vec{A}$ ตามตำแหน่งที่กำหนดให้ (ทุกเวกเตอร์สามารถ **เคลื่อนที่ ย้ายตำแหน่ง** โดยที่ **ขนาด** และ **ทิศทางยังคงเดิม**)

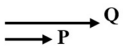


กิจกรรม 2 การบวกเวกเตอร์ในหนึ่งมิติ และสองมิติ

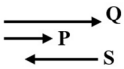
การบวกเวกเตอร์ คือ การนำเวกเตอร์ ซึ่งมี**ขนาด**และ**ทิศทางคงเดิม** มาเขียนต่อกันในลักษณะหางต่อหัว โดยนำหางของเวกเตอร์ตัวบวก ต่อกับหัวของเวกเตอร์ตัวตั้ง และหาผลบวกของเวกเตอร์หรือเวกเตอร์ลัพธ์ ($\vec{R}$) โดยการลากลูกศรจากหางของเวกเตอร์ตัวตั้งมาที่หัวของเวกเตอร์ตัวบวกตัวสุดท้าย

จงระบุหัวและหางของเวกเตอร์ที่กำหนดให้

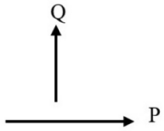
จงหา $\vec{R}$ เมื่อ $\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q}$ โดย $\vec{P}$ คือ เวกเตอร์..... และ $\vec{Q}$ คือ เวกเตอร์.....



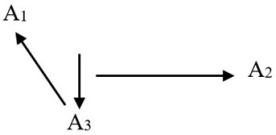
จงหา $\vec{R}$ เมื่อ $\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q} + \vec{S}$



จงหา $\vec{R}$ เมื่อ $\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q}$



จงหา $\vec{R}$ เมื่อ $\vec{R} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2 + \vec{A}_3$



ทดลอง ปรับปรุง

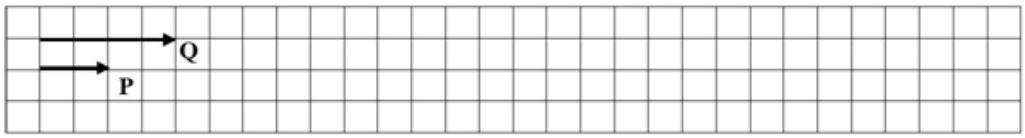
หลังจากที่การออกแบบ worksheet สิ้นสุด ขั้นตอนต่อไปของการทดลองคือใช้ผลการทดลองมาปรับปรุง worksheet โดยมีการเพิ่มตารางเข้าไปในกิจกรรมที่ 2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวาดเวกเตอร์ได้ง่ายและสะดวกขึ้น

กิจกรรม 2 การบวกเวกเตอร์ในหนึ่งมิติ และสองมิติ

การบวกเวกเตอร์ คือ การนำเวกเตอร์ ซึ่งมี**ขนาด**และ**ทิศทางคงเดิม** มาเขียนต่อกันในลักษณะหางต่อหัว โดยนำหางของเวกเตอร์ตัวบวก ต่อกับหัวของเวกเตอร์ตัวตั้ง และหาผลบวกของเวกเตอร์หรือเวกเตอร์ลัพธ์ ($\vec{R}$) โดยการลากลูกศรจากหางของเวกเตอร์ตัวตั้งมาที่หัวของเวกเตอร์ตัวบวกตัวสุดท้าย

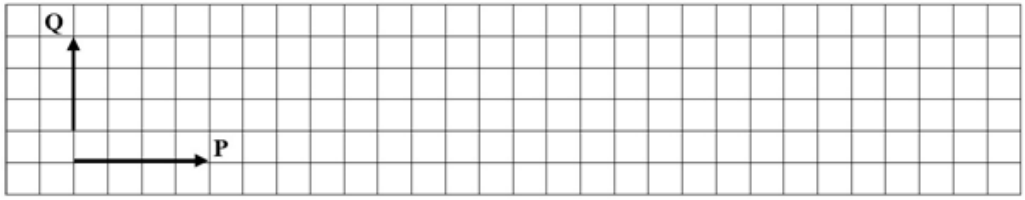
จงระบุหัวและหางของเวกเตอร์ที่กำหนดให้

จงหา $\vec{R}$ เมื่อ $\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q}$ โดย $\vec{P}$ คือ เวกเตอร์..... และ $\vec{Q}$ คือ เวกเตอร์.....



จงหา $\vec{R}$ เมื่อ $\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q} + \vec{S}$

จงหา $\vec{R}$ เมื่อ $\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q}$



จงหา $\vec{R}$ เมื่อ $\vec{R} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2 + \vec{A}_3$

ในการทดลองใช้นั้นสามารถทำได้หลายรูปแบบ โดยการทดลองใช้ในแต่ละลักษณะจะให้ข้อมูลที่แตกต่างกัน เช่น การทดลองใช้กับกลุ่มผู้สอน ทำให้ได้มุมมองที่แตกต่าง มีการคาดการณ์และสถานการณ์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในห้องเรียน ทำให้สามารถวางแผนรับมือได้ทัน การทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มย่อยที่มีจำนวนน้อยจะทำให้ได้รายละเอียดในการปรับปรุงขั้นตอนในแต่ละกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น การทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ จะทำให้ได้บรรยากาศจริงในการใช้ worksheet เป็นแนวทางในการจัดลำดับกิจกรรมและควบคุมชั้นเรียน หรือการขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ นับเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่เป็นการเปิดโลกทัศน์ และเปิดมุมมองให้แก่ตัวเอง โดยเป้าหมายของการทดลองใช้ก็เพื่อค้นหาข้อบกพร่องและลดข้อจำกัดต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้ระหว่างการทดลองใช้ควรมีการสังเกต สอบถาม สัมภาษณ์และจดบันทึกเพื่อเก็บข้อมูลสำหรับการปรับปรุง worksheet เพื่อจะได้ worksheet ที่มีขั้นตอนหรือกิจกรรมที่เข้าใจง่าย สามารถใช้งานได้ดีและสมบูรณ์ที่สุด อย่างไรก็ตาม worksheet ที่ได้มา สามารถจะปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยและเหมาะสมกับผู้เรียนได้ทุกครั้งหลังการใช้งานจริง

เพียงทำตามขั้นตอนเหล่านี้ ก็จะได้ worksheet ที่ถูกสร้างและได้รับการออกแบบจากพื้นฐานความเข้าใจของผู้เรียนในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งจะใช้งานได้ง่ายและช่วยเพิ่มความเข้าใจให้แก่ผู้เรียนยิ่งขึ้น ทั้งนี้ในการเริ่มต้นลงมือทำ เราอาจติดขัดในเรื่องของขั้นตอน แต่ทุกขั้นตอนสามารถทำซ้ำได้จนกว่าเราจะแน่ใจและมั่นใจในผลลัพธ์ การลงมือทำบ่อย ฝึกคิดบ่อย และฝึกออกแบบจะช่วยให้เกิดความชำนาญ และสามารถออกแบบ worksheet ได้ดียิ่ง ๆ ขึ้นไป

บรรณานุกรม

Bunrangsri, K., & Wutchana, U.(2015). *Teaching Basic Vector Concepsts: Effectiveness of Worksheet Design.* The 3nd international conference of science educators and teachers: ISET2015 Proceedings. 17-19 July, Bangkok, Thailand.

Nguyen, N., & Meltzer, D. E. (2003). Initial understanding of vector concepts among students in introductory physics course. *American Journal of Physics, 71*(6), 630-638.

Wutchana, Umporn, Bunrangsri, K. & Emarat, N. (2015). Teaching Basic Vector Concepts: A Worksheet for the Recovery of Students' Vector Understanding, Eurasian. *Journal of Physics and Chemistry Education, 7*(1), 18.

Wutchana, Umporn & Emarat, Narumon. (2011). Students' understanding of graphical vector addition in one and two dimensions, Eurasian. *Journal of Physics and Chemistry Education, 3*(2), 102-111.

อัมริสา จันทนะศิริ • นักวิชาการ สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท. • e-mail: amcha@ipst.ac.th / amarisa@gmail.com

ครั้งหนึ่งที่ไทยเป็นเจ้าภาพ คณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ

ความเป็นมา

การแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ (The International Mathematical Olympiad) เรียกย่อว่า IMO เป็นการแข่งขันคณิตศาสตร์ในระดับนานาชาติ สำหรับนักเรียนก่อนเข้าเรียนมหาวิทยาลัย มักถูกจัดขึ้นเป็นประจำทุกปีในราวเดือนกรกฎาคม IMO เป็นการแข่งขันโอลิมปิกเชิงวิชาการที่โบราณที่สุด โดยมีจัดเป็นครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2502 ณ สาธารณรัฐสังคมนิยมโรมาเนีย

ในปีพ.ศ. 2532 เมื่อสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ทรงทราบข่าวการส่งผู้แทนประเทศไทยเข้าร่วมการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ณ สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (เยอรมนีตะวันตก) เป็นครั้งแรก พระองค์ทรงพระราชทานพระราชทรัพย์ส่วนพระองค์เพื่อสนับสนุนการจัดส่งผู้แทนประเทศในครั้งนั้น และตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา พระองค์ทรงติดตามความเคลื่อนไหวของการแข่งขันมาโดยตลอด เช่น ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมให้ผู้แทนประเทศไทยเข้าเฝ้ารับพระราชทานพรก่อนออกเดินทางไปร่วมการแข่งขัน และทรงโปรดให้เข้าเฝ้ารายงานผลการแข่งขันหลังจากที่กลับจากเข้าร่วมการแข่งขันทุกครั้ง และในปี พ.ศ. 2542 ทรงพระราชทานพระราชทรัพย์ส่วนพระองค์ก่อตั้ง มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า มูลนิธิ สอวน. โดยทรงรับเป็นองค์ประธานมูลนิธิด้วยพระองค์เอง ต่อมาสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้ทรงสืบสานพระปณิธานของพระปิตุจฉาในภารกิจของมูลนิธิ สอวน. และทรงรับเป็นองค์ประธานมูลนิธิต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน

การส่งผู้แทนประเทศไทยเข้าร่วมการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ถือได้ว่าเป็นการพัฒนาศักยภาพนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ให้ทัดเทียมนานาชาติ และเปิดโอกาสให้คณาจารย์กับนักเรียนที่เข้าร่วมการแข่งขันได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความรู้ รวมถึงเสริมสร้างสัมพันธภาพอันดีระหว่างผู้แทนจากนานาประเทศ ตั้งแต่ พ.ศ. 2532 ถึง พ.ศ. 2557 ประเทศไทยได้จัดส่งผู้แทนประเทศเข้าร่วมการแข่งขัน IMO เป็นประจำทุกปี โดยผู้แทนประเทศไทยได้รับรางวัลเหรียญทอง 14 เหรียญ เหรียญเงิน 45 เหรียญ เหรียญทองแดง 43 เหรียญ และเกียรติคุณประกาศ (รางวัลสำหรับการทำข้อสอบได้คะแนนเต็มอย่างน้อยหนึ่งข้อ แต่ไม่ได้รับเหรียญรางวัล) 21 รางวัล บรรดาผู้แทนประเทศเหล่านี้นอกจากจะได้สร้างชื่อเสียงให้แก่ประเทศไทยแล้ว ยังถือได้ว่าเป็นบุคลากรชั้นนำด้านคณิตศาสตร์ของประเทศด้วย

พ.ศ. 2558 นับเป็นปีมหามงคล เนื่องในโอกาสที่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงเจริญพระชนมายุครบ 5 รอบคือ 60 พรรษา ประเทศไทย โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และมูลนิธิ สอวน. ได้เสนอตัวรับเป็นเจ้าภาพจัดการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศครั้งที่ 56 หรือ IMO 2015 เพื่อเป็นการเฉลิมพระเกียรติในวโรกาสที่เป็นมงคลนี้ โดยการแข่งขันได้ถูกจัดขึ้นตั้งแต่วันที่ 4 ถึง 16 กรกฎาคม พ.ศ. 2558 ณ จังหวัดเชียงใหม่

การเตรียมการด้านวิชาการ

ในการเป็นเจ้าภาพจัดการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 56 หรือ IMO 2015 การเตรียมการหนึ่งที่นับว่าสำคัญคือ การเตรียมการด้านวิชาการ คณะเจ้าภาพจึงได้แบ่งการทำงานออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนการคัดกรองข้อสอบ ซึ่งดำเนินงานโดยคณะอนุกรรมการฝ่าย Problem Selection Committee ส่วนการดำเนินการการประชุมหัวหน้าทีมที่เข้าร่วมการแข่งขัน ดำเนินงานโดยคณะอนุกรรมการฝ่าย International Jury Executive Meeting ส่วนการตรวจทานคะแนน ดำเนินงานโดยคณะอนุกรรมการฝ่าย Coordination และส่วนการสนับสนุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ดำเนินงานโดยคณะอนุกรรมการฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ Information Technology โดยได้คำนึงถึงการพัฒนาและยกระดับศักยภาพของบุคลากรด้านคณิตศาสตร์ของประเทศให้ทัดเทียมนานาชาติ จึงได้เชิญคณาจารย์และบุคลากร จาก 18 หน่วยงานทั่วประเทศ จำนวน 58 คน รวมถึงอดีตผู้แทนประเทศไทยที่กำลังศึกษาอยู่ในต่างประเทศ อีก 17 คน มาเข้าร่วมเป็นกรรมการวิชาการ และเพื่อให้การดำเนินการได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล จึงได้เรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศเข้าร่วมเป็นกรรมการอีก 21 คน รวมกรรมการวิชาการทั้งสิ้น 96 คน โดยในแต่ละอนุกรรมการมีบทบาทและหน้าที่ดังต่อไปนี้

บรรยากาศการประชุม PSC

- **คณะอนุกรรมการฝ่าย Problem Selection Committee (PSC)** มีนายดังเจตน์ เชี่ยววัฒนา เป็นประธาน คณะอนุกรรมการชุดนี้มีหน้าที่คัดกรองโจทย์ข้อสอบที่ได้รับจากประเทศที่เข้าร่วมการแข่งขัน (ยกเว้นประเทศเจ้าภาพ) ให้เหลือโจทย์ข้อสอบประมาณ 28 – 30 ข้อ เพื่อจัดทำเอกสารรวมข้อสอบ (problem shortlist) สำหรับ IMO 2015 มีโจทย์เสนอทั้งสิ้น 155 ข้อ จาก 53 ประเทศ คณะกรรมการฝ่าย PSC ได้คัดเลือกโจทย์ไว้ 29 ข้อ
- **คณะอนุกรรมการฝ่าย International Jury Executive Meeting (IJE)** มี รศ.ดร.สุนทร อรอินทร์ เป็นประธาน คณะอนุกรรมการชุดนี้มีหน้าที่ดำเนินการการประชุมหัวหน้าทีม หรือที่เรียกว่า Jury meeting เพื่อคัดเลือกโจทย์ข้อสอบจาก problem shortlist ให้เหลือข้อสอบ 6 ข้อ และรับรองข้อสอบฉบับภาษาต่าง ๆ พิจารณาและรับรองเกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละข้อสอบ กำหนดเกณฑ์และตัดสินผลการแข่งขันรวมถึงพิจารณาตอบคำถามจากผู้เข้าแข่งขัน หรือที่เรียกว่า Q&A session นอกจากนี้ ยังต้องพิจารณาตัดสินกรณีหัวหน้าทีมและอนุกรรมการฝ่าย Coordination ไม่สามารถตกลงคะแนนที่จะให้ได้
- **คณะอนุกรรมการฝ่าย Coordination** มี ศ.ดร.วิเชียร เลาหโกศล เป็นประธาน คณะอนุกรรมการชุดนี้ประกอบด้วย ประธานตรวจทานคะแนน (chief coordinator) ประธานข้อสอบ (problem captain) 6 คน และผู้ตรวจทานคะแนน (coordinator) 6 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะรับผิดชอบข้อสอบหนึ่งข้อ และมีหน้าที่จัดทำเกณฑ์การให้คะแนน จัดทำเฉลยข้อสอบให้ครอบคลุมและหลากหลาย ตรวจข้อสอบ และตรวจทานการให้คะแนนของแต่ละทีม หรือที่เรียกว่า coordination

บรรยากาศภายในห้องตรวจทานคะแนน

- **คณะอนุกรรมการฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology)** มี ว่าที่ ร.อ.ดร.ภณัฐ ก้วยเจริญพานิชก์ เป็นประธาน คณะอนุกรรมการชุดนี้มีหน้าที่ดูแลงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในส่วนที่เกี่ยวข้องกับฝ่ายวิชาการทั้งหมด กล่าวคือ การจัดการระบบช่วงเวลาในการถาม ตอบข้อสงสัยในการสอบ (Q&A session) การจัดทำไฟล์สำเนากระดาษคำตอบ การจัดการระบบช่วงเวลาในการตรวจทานคะแนน (Coordination) และการบันทึกคะแนน

การเตรียมการด้านวิชาการสำหรับ IMO 2015 นั้นได้เริ่มตั้งแต่ พ.ศ. 2555 โดยได้จัดส่งตัวแทนกรรมการเข้าร่วมสังเกตการณ์การจัดการแข่งขัน IMO 2012 ณ ประเทศอาร์เจนตินา IMO 2013 ณ ประเทศโคลอมเบีย และ IMO 2014 ณ ประเทศแอฟริกาใต้ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการจัดการและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการแข่งขัน และยังได้รับความอนุเคราะห์จากมูลนิธิ สอวน. ซึ่งเปิดโอกาสให้คณะกรรมการวิชาการได้ฝึกประสบการณ์ในส่วนที่เกี่ยวกับการตรวจข้อสอบ การจัดการสอบ และงานด้าน IT ในการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระดับชาติ (IMO) ตั้งแต่ พ.ศ. 2555 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา พ.ศ. 2556 ณ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี พ.ศ. 2557 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น และ พ.ศ. 2558 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร การเตรียมการดังกล่าวเปรียบเสมือนสนามจำลองสำหรับคณะกรรมการและทีมงานที่เกี่ยวข้อง นับว่ามีความสำคัญมากในการฝึกฝนการแก้ปัญหา และสร้างความมั่นใจ เพื่อปฏิบัติหน้าที่ใน IMO 2015 ในฐานะเจ้าภาพจัดการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ

การจัดแข่งขัน

การแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 56 หรือ IMO 2015 จัดขึ้นระหว่างวันที่ 4 ถึง 16 กรกฎาคม พ.ศ. 2558 ณ จังหวัดเชียงใหม่ ได้รับพระมหากรุณาธิคุณจากสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินเป็นองค์ประธานในพิธีเปิดการแข่งขัน ในวันที่ 9 กรกฎาคม พ.ศ. 2558 ณ หอประชุมมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ใน IMO 2015 มีประเทศเข้าร่วมการแข่งขันจำนวนทั้งสิ้น 108 ประเทศ จำแนกเป็นประเทศที่ส่งผู้แทนเข้าแข่งขัน 104 ประเทศ และประเทศสังเกตการณ์ 4 ประเทศ มีผู้เข้าร่วมการแข่งขันจำนวนทั้งสิ้น 889 คน ประกอบด้วย หัวหน้าทีม 103 คน รองหัวหน้าทีม 99 คน ผู้เข้าแข่งขัน 577 คน (ชาย 525 คน หญิง 52 คน) และผู้สังเกตการณ์ 110 คน

บรรยากาศหลังพิธีเปิดการแข่งขัน

นอกจากการจัดแข่งขันแล้ว ประเทศไทยยังได้ส่งผู้แทนประเทศเข้าร่วมการแข่งขัน IMO 2015 จำนวน 6 คน ดังเช่นทุกปี โดยมี รศ.ดร.วิชาญ ลิ่วกีรติยุตกุล เป็นหัวหน้าทีม และ รศ.ดร.อุษณีย์ ลีรวัฒน์ เป็นรองหัวหน้าทีม สำหรับคณะวิทยากรในปีนี้ถือว่าได้เสียสละเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากกำลังคนทางคณิตศาสตร์ของประเทศส่วนใหญ่ต้องปฏิบัติหน้าที่เป็นกรรมการวิชาการในการแข่งขัน จึงไม่สามารถทำหน้าที่เป็นวิทยากรในการอบรมได้ เพื่อความโปร่งใสในการเป็นเจ้าภาพจัดการแข่งขัน แต่อย่างไรก็ตามคณะวิทยากรได้ปฏิบัติหน้าที่อย่างเต็มความสามารถ ทำให้ผลการแข่งขันปรากฏว่า ผู้แทนประเทศไทยสามารถคว้ามาได้ 2 เหรียญทอง 3 เหรียญเงิน กับ 1 เหรียญทองแดง และได้คะแนนรวมเป็นอันดับที่ 12 จาก 104 ประเทศ

ผู้แทนประเทศไทยในการแข่งขัน IMO 2015 (จากซ้ายไปขวา) นายวิชญ์พล อัครเสรีนนท์ ได้เหรียญทอง นายทัชชนก คำพิทักษ์ ได้เหรียญทองแดง นายสุชาญ วิวัฒน์เศรษฐชัย ได้เหรียญทอง นายศิวกร สงวนหมู่ ได้เหรียญเงิน นายธีร์ งามแสงรัตน์ ได้เหรียญเงิน และนายพชร เศวตมาลย์ ได้เหรียญเงิน

การเป็นเจ้าภาพจัดการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 56 เป็นประสบการณ์ที่มีค่าอย่างยิ่งสำหรับคณะกรรมการฯ และผู้เกี่ยวข้องทุกคน อีกทั้งยังเป็นโอกาสสำคัญในการรวมตัวครั้งสำคัญของนักคณิตศาสตร์ชั้นนำของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอดีตผู้แทนประเทศไทย ซึ่งบางคนสำเร็จการศึกษากลับมาเป็นอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา และบางคนกำลังศึกษาต่อต่างประเทศ การรวมตัวกันในครั้งนี้สามารถตอบคำถามของสังคมที่เคยสงสัยว่า **"เด็กโอลิมปิกวิชาการหายไปไหน"** คำตอบก็คือ *พวกเขาเหล่านั้นไม่เคยหายไปไหน* หลายคนกำลังมุ่งมั่นตั้งใจศึกษาเล่าเรียนเพื่อกลับมาเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ หลายคนที่สำเร็จการศึกษาได้กระจายตัวไปทำงานตามหน่วยงานต่าง ๆ ทั่วประเทศ และเมื่อประเทศชาติต้องการความช่วยเหลือ ดังเช่นครั้งนี้ พวกเขาเหล่านี้ก็พร้อมจะกลับมารวมตัวกัน เพื่อปฏิบัติหน้าที่อย่างเต็มความสามารถ

สุดท้ายนี้ ผู้เขียนขอขอบคุณหน่วยงานเจ้าภาพร่วมและหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนการจัดการแข่งขันเป็นอย่างดี รวมถึงผู้ที่ให้การสนับสนุนหลัก ได้แก่ Google บริษัทเซฟรอนประเทศไทยสำรวจและผลิต จำกัด ธนาคารออมสิน และบริษัท วิริยะประกันภัย จำกัด (มหาชน) ล้วนมีส่วนทำให้การแข่งขันครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นอกจากนี้ สสวท. ยังได้จัดทำรายงานสรุปผลการดำเนินงานการเป็นเจ้าภาพจัดการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 56 (IMO 2015 Final Report) ฉบับภาษาอังกฤษด้วย ผู้สนใจสามารถเข้าไปอ่านได้ที่ http://www.ipst.ac.th/files/IMO2015_FinalReport.pdf โดยรายงานฉบับนี้ได้มอบให้แก่หัวหน้าทีมประเทศต่าง ๆ ที่เข้าร่วมในการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 57 ณ เขตบริหารพิเศษฮ่องกง แห่งสาธารณรัฐประชาชนจีน

bit.ly/205-I1

สำหรับผู้ที่สนใจโครงการคณิตศาสตร์โอลิมปิก สามารถเข้าชมเรื่องราวต่าง ๆ เกี่ยวกับค่ายคณิตศาสตร์โอลิมปิก ณ สสวท. พร้อมบทสัมภาษณ์นักเรียนในค่าย และคณะวิทยากร รายละเอียดความเป็นมา และขั้นตอนการอบรมคัดเลือก รวมถึงบรรยากาศการจัดการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 56 ที่ประเทศไทยเป็นเจ้าภาพ ผ่านวีดิทัศน์ชุด "ตามติดคณิตโอ (ลิมปิก)" จำนวน 8 ตอน ทาง YouTube ช่อง IMO 2015

bit.ly/205-I2

ขอขอบคุณ ว่าที่ ร.อ.ดร.ภณัฐ ก้วยเจริญพานิชก์ ที่ช่วยตรวจสอบความถูกต้องและเพิ่มเติมข้อมูลให้บทความนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ยุพาพร ลาภหลาย • ผู้ชำนาญ โครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโลก (GLOBE) สสวท. • e-mail: ytipj@ipst.ac.th

การอบรมครูผ่าน GLOBE Protocol eTraining

โครงการ GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment) เป็นโครงการที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษา โดยให้นักเรียนและชุมชนทั่วโลกร่วมกันเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และสร้างการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้โลก ในลักษณะทั้งระบบรวมถึงสิ่งแวดล้อมของโลกอย่างมีความหมาย การจะส่งข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดสภาพของสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ บรรยากาศ และสิ่งปกคลุมดินไปร่วมแบ่งปันข้อมูลกับสมาชิก GLOBE ทั่วโลก ผู้ส่งข้อมูลจะต้องผ่านการอบรมตามหลักวิธีดำเนินการของโครงการ GLOBE ที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งเดิมการอบรมจะถูกดำเนินการโดยวิทยากรในโครงการ GLOBE โดยตรงซึ่งมีอยู่ทั่วโลก สำหรับในประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานระหว่างประเทศ และมีเครือข่ายวิทยากรที่สามารถให้การอบรมหลักวิธีดำเนินการของโครงการ GLOBE ได้ทั่วประเทศ และประสบปัญหาทำนองเดียวกันทั่วโลกคือ ความต้องการและช่วงเวลาในการอบรมอาจจะไม่เหมาะสมกับเวลาที่จะสามารถจัดสรรได้

ปัจจุบัน GLOBE Implementation Office (GIO) ได้พัฒนาการอบรมให้ผู้สนใจที่อาจจะเป็นครูหรือบุคคลที่สนใจทั่วไปสามารถเข้าอบรมหลักวิธีดำเนินการตรวจวัดของ GLOBE (GLOBE Protocol) ผ่าน Protocol eTraining ทางเว็บไซต์ www.globe.gov และสามารถอบรมได้ทันที ไม่ว่าจะอยู่ที่ใด โดยไม่ต้องรอการเปิดอบรมหลักวิธีดำเนินการตรวจวัดของ GLOBE โดยตรงจากวิทยากรของโครงการ GLOBE ในแต่ละประเทศ ทั้งนี้การอบรมแบบออนไลน์เป็นการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดีวิธีหนึ่ง ซึ่งเหมาะกับการทำงานและการเรียนรู้ในโลกปัจจุบัน

การอบรมผ่าน GLOBE Protocol eTraining ต้องทำอย่างไร

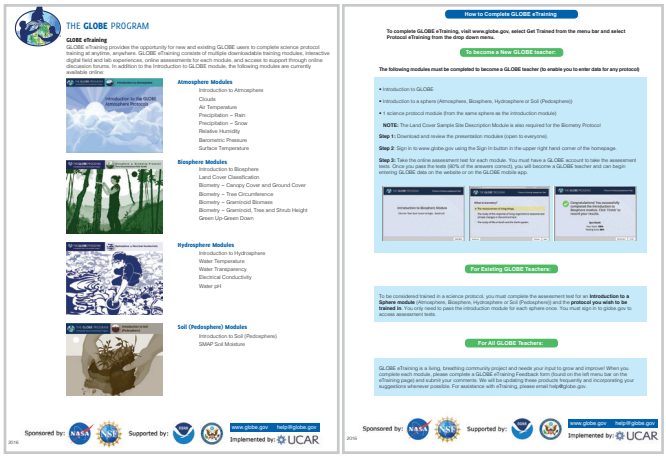
ครูหรือบุคคลทั่วไปที่สนใจจะเข้ารับการอบรมหลักวิธีดำเนินการตรวจวัดข้อมูลสิ่งแวดล้อมของ GLOBE ผ่าน GLOBE Protocol eTraining สามารถส่งข้อมูลการตรวจวัดสิ่งแวดล้อมตามหลักวิธีดำเนินการของ GLOBE ตามขั้นตอนดังนี้

1. สมัครเป็นสมาชิกโครงการ GLOBE ที่เว็บไซต์ www.globe.gov

2. เลือกประเภทของการอบรมหลักวิธีดำเนินการตรวจวัดของ GLOBE ผ่าน Protocol eTraining ตามที่ตนสนใจ ได้แก่

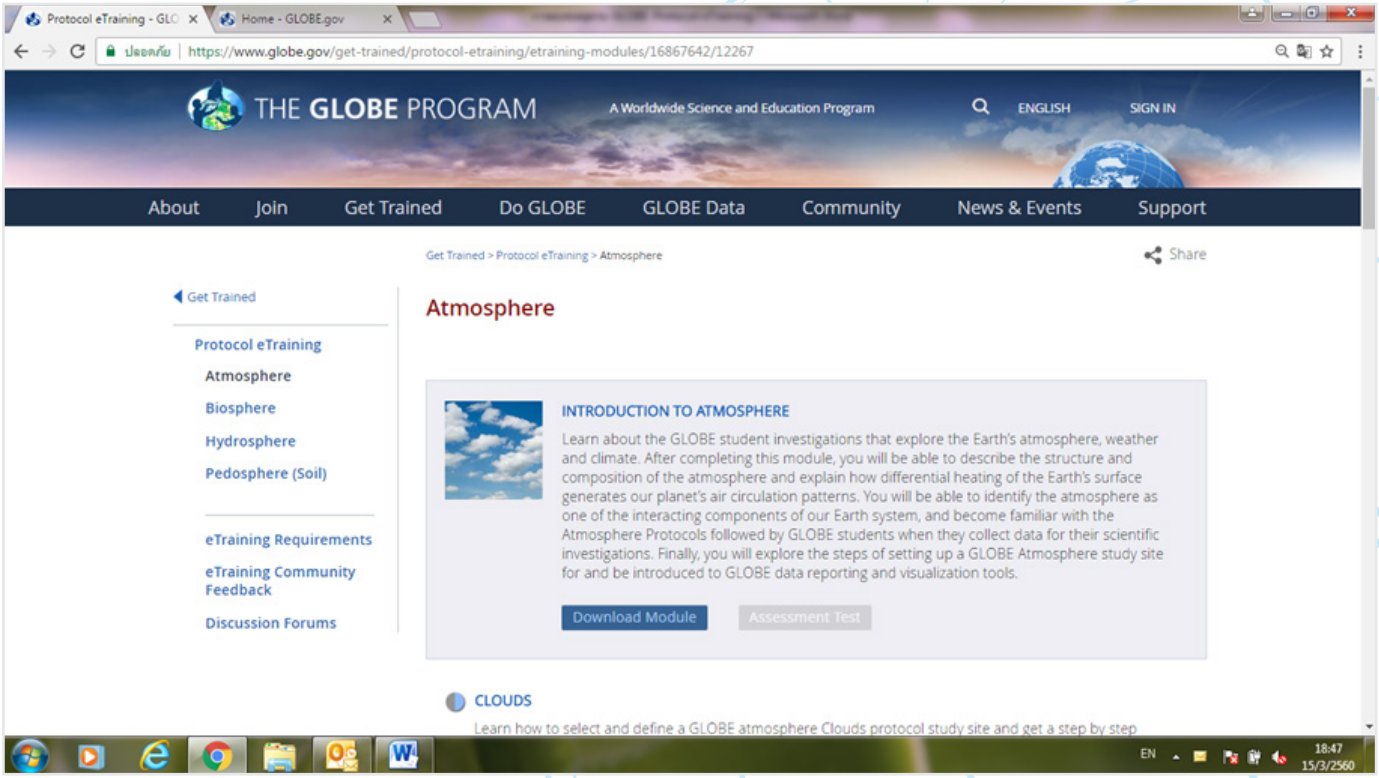
- **ถ้าเป็นครูที่ยังไม่เคยผ่านการอบรม**
  ให้เลือก New GLOBE Teachers ซึ่งสามารถส่งข้อมูลการตรวจวัดได้ทุกหลักวิธีดำเนินการ (ดิน น้ำ บรรยากาศ และสิ่งปกคลุมดิน/สิ่งมีชีวิต) โดยเนื้อหาที่ต้องศึกษามีดังนี้
  - Introduction to GLOBE
  - Introduction to a Sphere [บรรยากาศ (Atmosphere) ชีวภาค (Biosphere) อุทกภาค (Hydrosphere) หรือ ธรณีภาค (Pedosphere)]
  - เลือก 1 Protocol Module จากหลักวิธีดำเนินการที่เลือกมาก่อนหน้านี้
- **ถ้าเป็นบุคคลทั่วไปที่สนใจเข้ารับการฝึกอบรมการตรวจวัดตามหลักวิธีดำเนินการของ GLOBE**
  ให้เลือก GLOBE Observers ซึ่งมีเนื้อหาที่ต้องผ่านการอบรมเหมือน New GLOBE Teachers
- **ถ้าเป็นครูที่เคยผ่านการอบรม GLOBE Protocol มาแล้ว**
  ให้เลือก Trained GLOBE Users โดยครูสามารถเลือกอบรม Protocol ในเรื่องอื่น ๆ ที่สนใจ และยังไม่เคยผ่านการอบรม เนื้อหาที่ต้องผ่านการอบรมเหมือน New GLOBE Teachers ยกเว้นไม่ต้องเข้ารับการอบรม Introduction to GLOBE

รายละเอียดของการเลือกประเภทการอบรม Protocol eTraining หาได้เพิ่มเติมที่เว็บไซต์ https://www.globe.gov/get-trained/protocol-etraining/etraining-modules/0/0/requirements ดังภาพ

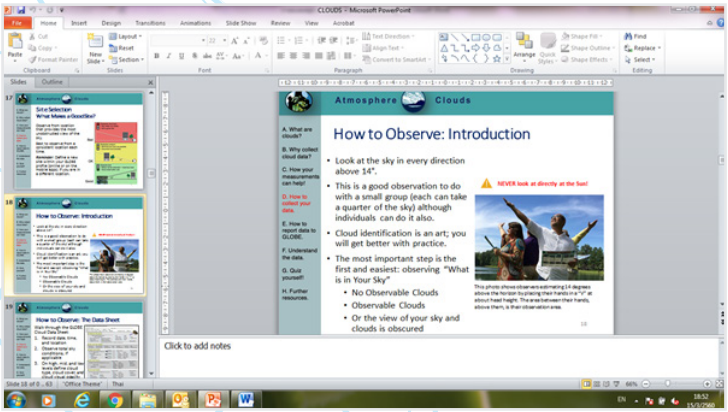


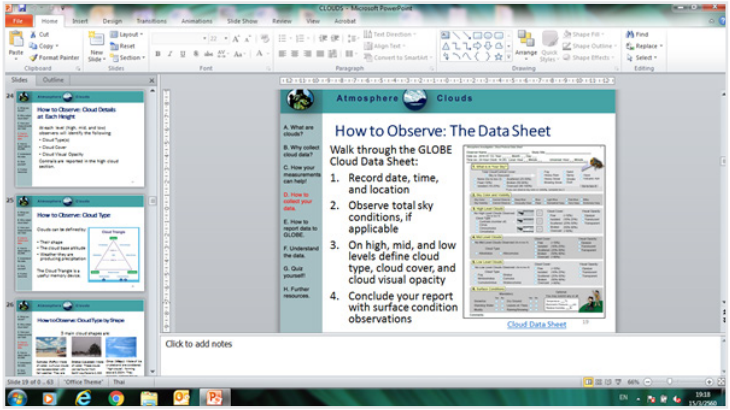
ภาพเงื่อนไขในการอบรมผ่าน Protocol eTraining ที่เว็บไซต์ https://www.globe.gov/documents/10157/18287328/GLOBE+eTraining+.pdf/69ed6c2e-a24b-4422-94de-2318099c3da5

3. การอบรมหลักวิธีดำเนินการตรวจวัดของ GLOBE ผ่าน Protocol eTraining สามารถทำได้โดย download เนื้อหาของบทนำเกี่ยวกับโครงการ GLOBE และหลักวิธีดำเนินการตรวจวัดของ GLOBE ที่สนใจจะเข้ารับการอบรม เมื่ออ่านและศึกษาเนื้อหาของแต่ละ module แล้วจะต้องทำแบบทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ โดย download แบบทดสอบเพื่อประเมินผลออนไลน์ในแต่ละหลักวิธีดำเนินการที่ได้อบรม ซึ่งจะสอบผ่านเมื่อตอบคำถามได้ถูกมากกว่า 80% ถ้าไม่ผ่านจะต้องกลับไปศึกษาใหม่และกลับมาทำแบบทดสอบจนผ่าน จึงจะถือว่าเป็น ครู GLOBE (GLOBE Teacher) จึงจะสามารถส่งข้อมูลที่ตรวจวัดผ่านทางเว็บไซต์ GLOBE ได้



ภาพตัวอย่างการอบรม Atmosphere Protocol eTraining

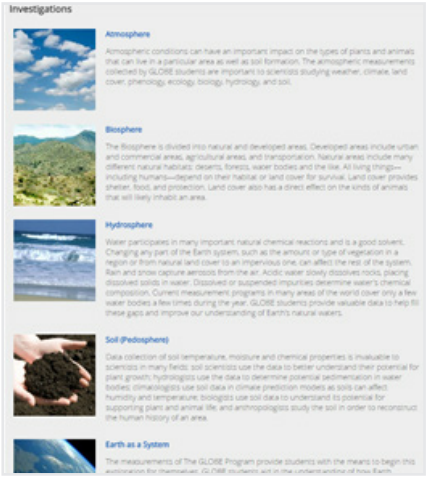


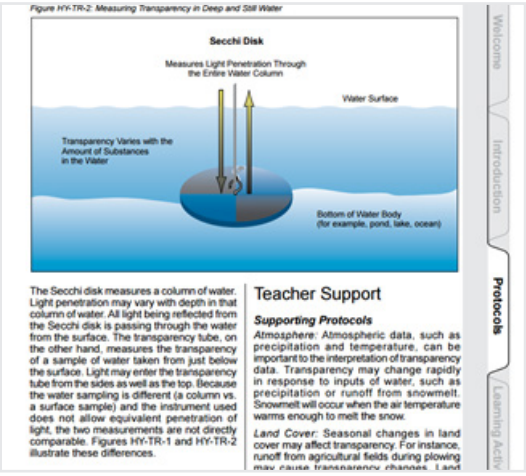


ภาพตัวอย่างเนื้อหาที่ใช้ในการอบรมการตรวจวัดเรื่องเมฆ (Cloud Protocol)

ภาพตัวอย่างเอกสารเสริมซึ่งเป็นสื่อประสมปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ในการเลือกจุดศึกษาเรื่อง Surface Temperature

นอกจากจะมีเนื้อหาการอบรมตาม GLOBE Protocol แล้ว ในเว็บไซต์ยังมีเนื้อหาเสริมเพื่อเพิ่มเติมความรู้ที่เกี่ยวข้องกับหลักวิธีดำเนินการนั้นด้วย และถ้าต้องการ download คู่มือครูสำหรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนก็สามารถศึกษาได้ตามหลักวิธีดำเนินการในแต่ละเรื่องที่สนใจ

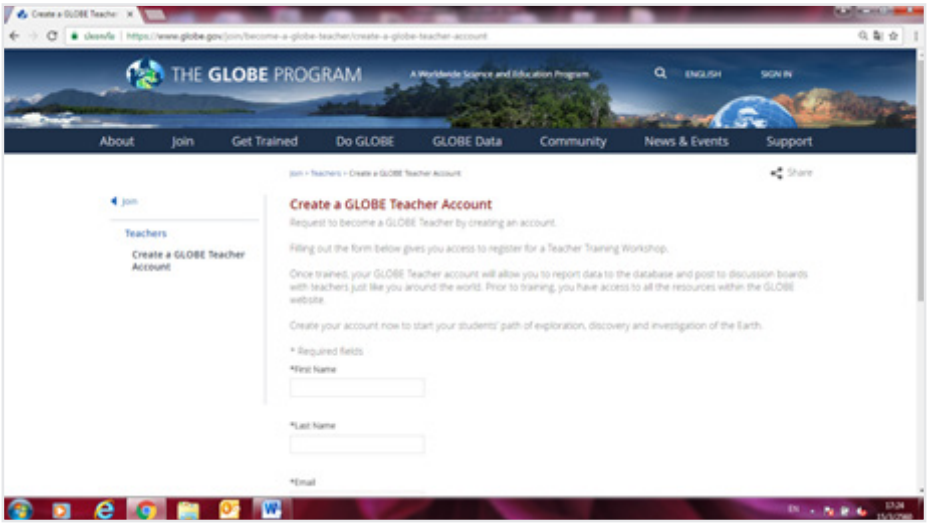




ตัวอย่างคู่มือครูในการตรวจวัดสิ่งแวดล้อมตามหลักวิธีดำเนินการของ GLOBE

วิธีสมัครเป็นสมาชิกในโครงการ GLOBE

ครูที่สนใจสามารถสมัครเป็นสมาชิกในโครงการ GLOBE ได้ที่เว็บไซต์ www.globe.gov โดยเลือกเมนู join จากนั้นเลือกประเภท Teacher กรอกรายละเอียดของข้อมูลโดยใช้ e-mail ของครู ในการกรอกรายละเอียด ถ้ามีคำถามว่า Are you a pre-service teacher? ถ้าผู้สมัครเป็นครู ให้ตอบว่า “ไม่ใช่” ถ้าเป็นนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่และในอนาคตจะเป็นครู ให้ตอบว่า “ใช่” และถ้าเป็นนักศึกษาที่เรียนจบแล้วก็สามารถแก้ไขข้อมูลของตนเองได้ว่าสังกัดโรงเรียนอะไร



การกรอกข้อมูลเพื่อสมัครเป็นสมาชิกในโครงการ GLOBE

เมื่อสมัครเป็นสมาชิกเรียบร้อยแล้ว ระบบได้แก้ไขสถานภาพของผู้สมัครให้สามารถใช้งานในบัญชีของโครงการ GLOBE เรียบร้อยแล้ว ผู้สมัครก็จะสามารถเริ่มรับการอบรม Protocol eTraining ได้ โดยก่อนการอบรมให้ลงชื่อเข้าใช้เว็บไซต์ของ GLOBE ตามบัญชีอีเมลและรหัสผ่านที่ได้สมัครสมาชิกไว้ สำหรับการส่งข้อมูลการตรวจวัดสิ่งแวดล้อมเพื่อร่วมแบ่งปันในโครงการ GLOBE สามารถศึกษารายละเอียดและขั้นตอนการกรอกข้อมูลได้จากเนื้อหาในแต่ละ protocol และศึกษาเพิ่มเติมได้ทางเว็บไซต์ https://www.globe.gov/get-trained/using-the-globe-website

ผู้สนใจที่จะเข้าร่วมเป็นสมาชิกโครงการ GLOBE ในประเทศไทย สามารถเข้าไปรับการอบรมแบบออนไลน์ได้ทุกที่ทุกเวลา หากมีข้อสงสัยหรือต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับโครงการ GLOBE สามารถติดต่อได้ที่ โครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโลก (GLOBE) e-mail : globeproject@ipst.ac.th หรือ globethailand2015@gmail.com หรือดูรายละเอียดและติดตามข่าวสารจากโครงการ GLOBE ประเทศไทยได้ที่ http://globethailand.ipst.ac.th/

บรรณานุกรม

“GLOBE Teacher Guide.” Retrieved March 16, 2017, from https://www.globe.gov/documents/11865/6384d688-d6bc-4d35-bf5d-cf3b1292a9b3.

“Protocol eTraining Requirements.” Retrieved March 16, 2017, from https://www.globe.gov/documents/10157/18287328/GLOBE+eTraining+.pdf/69ed6c2e-a24b-4422-94de-2318099c3da5.

“Protocol eTraining Requirements.” Retrieved March 16, 2017, from https://www.globe.gov/get-trained/protocol-etraining/etraining-modules/0/0/requirements.

วิโรจน์ ลิ่วคงสถาพร • ผู้ชำนาญ สำนักพัฒนาและส่งเสริมศักยภาพผู้มีความสามารถพิเศษ ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี สสวท. • e-mail: wliew@ipst.ac.th
จุฑามาส สรุปราษฎร์ • ผู้ชำนาญ สาขาวิจัยและประเมินมาตรฐาน สสวท. • e-mail: csaru@ipst.ac.th

ศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย: การประเมินและวิจัย

ในช่วงที่มีการส่งท้ายปีเก่าต้อนรับปีใหม่ของ พ.ศ. 2560 ที่ผ่านมา ผู้เขียนได้รับ ส.ค.ส. ที่เป็นพจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ชุดการประเมินและวิจัย ฉบับราชบัณฑิตยสภา จาก ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ ซึ่งเป็นราชบัณฑิต ประเภทวิชาศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ทางสารัตถะ สำนักธรรมศาสตร์และการเมือง และเป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิของ สสวท. โดยพจนานุกรมฉบับนี้จัดพิมพ์เพียง 1,000 เล่มเท่านั้น ผู้เขียนจึงขอนำเสนอศัพท์บางคำที่น่าสนใจในพจนานุกรมมาเผยแพร่ให้เป็นที่รู้จักกันมากขึ้นโดยได้เสริมเนื้อหาจากผู้เขียนท่านอื่น ๆ ไว้ในส่วน “เรียนรู้เพิ่มเติม” ด้วย

AaL – AfL – AoL

AaL	ย่อมาจาก Assessment as Learning หรือ การประเมินขณะเรียนรู้
AfL	ย่อมาจาก Assessment for Learning หรือ การประเมินเพื่อการเรียนรู้
AoL	ย่อมาจาก Assessment of Learning หรือ การประเมินผลการเรียนรู้

ศัพท์ทั้ง 3 คำนี้เกี่ยวข้องกับคำว่า **Assessment** หรือ**การประเมิน** ซึ่งหมายถึง กระบวนการพิจารณาและรวบรวมข้อมูล สภาพปัญหา และเหตุปัจจัยอย่างครบถ้วน รอบด้านทุกมิติ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องที่พิจารณา ซึ่งจะนำไปสู่การประเมินคุณค่าโดยรวม เพื่อการตัดสินใจและออกแบบแก้ไขจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องต่าง ๆ รวมถึงการปรับปรุงพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเดิม มักใช้คำว่า การทดสอบ (testing) การวัด (measurement) และการประเมินผล (evaluation) ซึ่งอาจทดแทนกันได้ แต่หลังปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา ได้มีการใช้คำว่า การประเมิน หรือการประเมินค่า (assessment) ซึ่งเป็นทางเลือกของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเดิมที่เน้นการทดสอบ ได้แก่ การประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) การประเมินภาคปฏิบัติ (performance assessment) และการประเมินโดยใช้ประจักษ์พยานการเรียนรู้ หรือแฟ้มสะสมผลงาน (portfolio assessment)

การประเมินหรือการประเมินค่า แบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

1. **การประเมินเชิงวินิจฉัย (diagnostic assessment)** เป็นกระบวนการใช้ดุลยพินิจในการศึกษาพิจารณาสิ่งที่จะประเมิน เพื่อให้เข้าใจสภาพปัญหา จุดแข็ง จุดอ่อน และสาเหตุของปัญหาเพื่อนำไปสู่หนทางการแก้ปัญหา และสามารถวางแผนการทำงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. **การประเมินความก้าวหน้า (formative assessment)** เป็นกระบวนการใช้ดุลยพินิจในการวินิจฉัยและพิจารณาการปฏิบัติและผลที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแผนปฏิบัติงานที่กำหนดไว้รอบด้านในทุกมิติ เพื่อแสดงความก้าวหน้าของกิจกรรมที่มุ่งประเมิน ซึ่งจะก่อให้เกิดสารสนเทศเกี่ยวกับประเด็นหรือจุดที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ปัญหา อุปสรรคและเหตุปัจจัยต่าง ๆ ของการดำเนินการที่ผ่านมาให้สามารถนำไปใช้ปรับปรุงพัฒนาการดำเนินงานได้ทันที เพื่อความสำเร็จของกิจกรรมนั้น

3. **การประเมินรวบยอด (summative assessment)** เป็นกระบวนการใช้ดุลยพินิจในการวินิจฉัยและพิจารณาคุณค่าของผลสรุปที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับผลตามเป้าประสงค์ที่อาจครอบคลุมถึงผลผลิต ผลลัพธ์ และผลกระทบ รวมทั้งความยั่งยืนและการขยายผล ซึ่งจะก่อให้เกิดสารสนเทศเพื่อช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับการคงอยู่และการดำเนินการต่อไป การปรับเปลี่ยน การขยาย การยุติหรือล้มเลิกของกิจกรรมนั้น ๆ

ส่วนการประเมินขณะเรียนรู้ การประเมินเพื่อการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ เป็นการประเมินที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการประเมินทั้ง 3 รูปแบบข้างต้น ดังนี้

การประเมินขณะเรียนรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ประเภทหนึ่งที่เน้นให้ผู้เรียนทำหน้าที่ประเมินตนเองและประเมินเพื่อนเป็นระยะ ๆ ในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินมีลักษณะเป็นการประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

การประเมินเพื่อการเรียนรู้ โดยอาศัยข้อมูลสารสนเทศทางการประเมิน เพื่อวินิจฉัยปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน ปรับปรุงวิธีการเรียนรู้หรือวิธีการทำงานของผู้เรียน เพื่อพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล ผู้สอนวางแผนการเรียนในขั้นตอนต่อไปเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จ โดยกำหนดให้ข้อมูลที่มีคุณค่า ประกอบด้วย

- การให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ (feed-up) เป็นการให้ข้อมูลพื้นฐานของการเรียนรู้ซึ่งได้แก่ จุดประสงค์ วิธีการ กระบวนการ สื่อ แหล่งการเรียนรู้ และภาระงาน ตลอดจนถึงวิธีการวัดและเกณฑ์การประเมินผล ที่ผู้สอนต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบก่อนที่จะเริ่มสอน เพื่อให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจและอยากเรียนรู้ เห็นเป้าหมายของการเรียนรู้ ภาระงานที่ต้องปฏิบัติ และวิธีการประเมินผล
- การให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) เป็นการให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของผู้เรียน คุณภาพของผลงาน พฤติกรรม คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์ ระหว่างและภายหลังที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนรู้จุดแข็งและจุดอ่อนที่ต้องปรับปรุงแก้ไขของตนเอง

- การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (feed-forward) เป็นการให้ข้อมูลภายหลังการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง โดยเน้นการชี้แนะแนวทางและวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพิ่มแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ให้กำลังใจผู้เรียนและเสริมพลังของการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ทบทวนตนเองและสามารถนำไปพัฒนาการเรียนรู้ต่อไป

การประเมินผลการเรียนรู้ มีวัตถุประสงค์สำคัญคือเพื่อตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้สอนเป็นผู้มีบทบาทหลักในการประเมิน มีลักษณะเป็นการประเมินรวบยอดที่ใช้วัตถุประสงค์หรือผลลัพธ์การเรียนรู้เป็นมาตรฐานการประเมิน ตลอดจนใช้วิธีการและเครื่องมือประเมินที่มีคุณภาพเชื่อถือได้ มีความเป็นทางการมากกว่าการประเมินขณะเรียนรู้และการประเมินเพื่อการเรียนรู้

ทั้งนี้ ผู้สอนควรใช้การประเมินผลการเรียนรู้ควบคู่กับการประเมินขณะเรียนรู้และการประเมินเพื่อการเรียนรู้ เพื่อการมีผลการประเมินที่หลากหลาย ที่สามารถใช้พัฒนาผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง รวมทั้งการใช้สารสนเทศจากการประเมินเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอน

เรียนรู้เพิ่มเติม

Earl (2003) และ Gupta (2016) ได้สรุปลักษณะที่สำคัญของการประเมินขณะเรียนรู้ เพื่อการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ ดังนี้

การประเมิน	จุดประสงค์ของการประเมิน	วิธีการประเมิน	ผู้ประเมินที่สำคัญ
การประเมินขณะเรียนรู้	ให้โอกาสผู้เรียนได้ตรวจสอบและปรับปรุงหรือแก้ไขตนเอง	วิธีการประเมินที่ให้โอกาสผู้เรียนได้ทำงานร่วมกัน เช่น การประเมินภาคปฏิบัติ	นักเรียน
การประเมินเพื่อการเรียนรู้	ให้สารสนเทศเพื่อปรับปรุงการเรียนและการสอน	วิธีการประเมินในขณะเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่ให้โอกาสผู้สอนได้นำไปใช้ปรับปรุงการสอนและแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน	ครู
การประเมินผลการเรียนรู้	ตัดสินผลการเรียนรู้	วิธีการประเมินรวบยอด เช่น การทดสอบเมื่อจบหน่วยการเรียนรู้	ครู

จุฑามาส สรุปราษฎร์ (2557) ได้พบว่า เครื่องมือหนึ่งที่สำคัญในการใช้การประเมินขณะเรียนรู้และการประเมินเพื่อการเรียนรู้ คือ เกณฑ์การให้คะแนน (scoring rubrics) ที่มีประสิทธิภาพ กล่าวคือ นอกจากเกณฑ์การให้คะแนนจะระบุระดับคะแนนเชิงคุณภาพของผลงานหรือผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนแล้ว เกณฑ์จะต้องให้ข้อมูลป้อนกลับที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย

คะแนน O-NET

รหัสวิชา	กลุ่มสาระการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	คะแนน O-NET ที่ได้	คะแนนมาตรฐาน (T-Score)	โรงเรียน
61	ภาษาไทย	100.00	45.00	46.81	42.50
64	คณิตศาสตร์	100.00	40.00	48.28	42.50
65	วิทยาศาสตร์	100.00	30.00	40.45	26.75
62	สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม	100.00	36.00	40.35	33.00
63	ภาษาอังกฤษ	100.00	22.50	40.51	25.00

ตัวอย่างการรายงานคะแนน O-NET

Research – based Learning หรือ การเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน

ศัพท์คำนี้มีความเกี่ยวข้องกับคำว่า research หรือการวิจัย ซึ่งหมายถึงการคิดและกระบวนการแสวงหาความรู้ใหม่ ด้วยวิธีการที่เชื่อถือได้

การเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนใช้กระบวนการวิจัยหรือผลวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้ การเรียนรู้ และการคิดวิเคราะห์ รวมถึงการพัฒนาเป็นทักษะพื้นฐานในการเรียนรู้ตลอดชีวิต

แนวทางในการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน แบ่งออกได้เป็น 4 แนวทาง ดังนี้

1. ผู้เรียนใช้ผลวิจัยในการเรียนรู้ โดยสืบค้นและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระที่เรียนด้วยตนเอง

2. ผู้เรียนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนรู้ ทำวิจัยในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อแสวงหาคำตอบหรือความรู้ใหม่ตามความสนใจของตนเองโดยใช้กระบวนการวิจัยครบทุกขั้นตอน ซึ่งได้แก่ 1) การตั้งคำถามวิจัย 2) การหาเหตุ ปัจจัย และผลเพื่อตอบคำถามวิจัย 3) การตั้งสมมติฐานของการวิจัย ซึ่งในบางกรณีอาจจะไม่มีก็ได้ 4) การเก็บรวบรวมข้อมูล 5) การวิเคราะห์ข้อมูล และ 6) การสรุปผลการวิจัย

3. ผู้สอนใช้ผลวิจัยในการเรียนการสอน เพื่อประกอบการสอนเนื้อหาสาระต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถขยายขอบเขตของความรู้ ได้ความรู้ที่ทันสมัยและคุ้นเคยกับแนวคิดการวิจัย

4. ผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน หรืออาจใช้กระบวนการวิจัยในบางขั้นตอนหรือครบทุกขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน โดยพิจารณาตามความเหมาะสมของสาระการเรียนการสอน และวัยของผู้เรียน

การเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้และได้รับการพัฒนาทั้งความคิดและทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (21st century skills) โดยเฉพาะทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างเต็มศักยภาพ ช่วยให้ผู้สอนสามารถนำกระบวนการวิจัยมาใช้พัฒนารูปแบบหรือเทคนิคกระบวนการเรียนรู้ใหม่ ๆ ที่เหมาะสมกับผู้เรียน อีกทั้งการเรียนการสอนโดยใช้การวิจัยเป็นฐานยังเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียน ผู้สอน และสถานศึกษา

เรียนรู้เพิ่มเติม

นอกจากแนวทางการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานจะแบ่งได้ 4 แนวทางแล้ว ยังแบ่งระดับของการเรียนรู้ได้ 7 ระดับด้วย (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และ ทัศนีย์ บุญเติม, 2537) ดังนี้

ระดับที่ 1 เป็นระดับต่ำสุด กล่าวคือระดับนี้เป็นทักษะพื้นฐานของกระบวนการวิจัย โดยผู้เรียนสามารถศึกษาหลักการ ความรู้ จากตำรา เอกสาร สื่อต่าง ๆ หรือคำบรรยายของผู้สอน แล้วนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

ระดับที่ 2 เป็นการเรียนรู้ผลการวิจัยของผู้อื่นโดยผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง หรือจากคำบรรยายของผู้สอน แล้วอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

ระดับที่ 3 เป็นการเรียนรู้โดยศึกษาจากงานวิจัยโดยตรงของผู้อื่น (ไม่ใช่ศึกษาเฉพาะผลการวิจัยแบบระดับที่ 2 เท่านั้น) แล้วมาร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียน

ระดับที่ 4 เป็นการทำรายงานเชิงวิจัย เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาตัวอย่างงานวิจัยต่าง ๆ ของผู้อื่นในระดับที่ 3 แล้ว ผู้เรียนควรสามารถทำรายงานเชิงวิจัยด้วยตนเองได้ เช่น กรณีศึกษา การสำรวจ การวิจัยเอกสาร [ไม่ใช่รายงานประเภทตัดแปะ (cut and paste)]

ระดับที่ 5 เป็นการทำวิจัยเล็ก ๆ หรือฉบับจิ๋ว (baby research) เพื่อให้ผู้เรียนได้คุ้นเคยกับกระบวนการวิจัยในลักษณะของการได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จุดมุ่งหมายสำคัญ คือ เป็นแบบฝึกหัดในการทำวิจัย ไม่ได้เน้นประเด็นที่ค้นพบจากการทำวิจัยมากนัก

ระดับที่ 6 เป็นการทำวิจัยภายใต้การแนะนำของผู้สอน หรือ ผู้เรียนเป็นผู้ช่วยวิจัยในโครงการวิจัยของผู้สอน ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสัมผัสการวิจัยจริง ๆ

ระดับที่ 7 เป็นระดับสูงสุด โดยผู้เรียนได้ทำวิจัยด้วยตนเอง

ตัวอย่างการนำเสนอโครงงานคณิตศาสตร์ของโรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ

ส่งท้าย

การประเมินและวิจัยเป็นสมรรถนะที่สำคัญของความเป็นครู กล่าวคือ ครูต้องสามารถวัดและประเมินผลได้ นำผลการประเมินไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียน นำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียน (ประกาศคณะกรรมการคุรุสภา, 2556) ซึ่งอาจจะไม่เพียงพอ ดังนั้น ครูผู้สอนจึงควรให้โอกาสผู้เรียนได้ประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเอง ให้ผู้เรียนได้ใช้ผลการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง ใช้ผลวิจัยและกระบวนการวิจัยในการเรียนรู้ รวมทั้งให้ผู้เรียนเองได้ทำวิจัยด้วย

บรรณานุกรม

Earl, L.M. (2003). *Assessment as learning: using classroom assessment to maximize student learning*. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Gupta, K. (2016). Assessment as learning. *The Science Teacher, 83*(1), 43-47.

คณะกรรมการคุรุสภา. (2556, 12 พฤศจิกายน). สาระความรู้ สมรรถนะ และประสบการณ์วิชาชีพของผู้ประกอบวิชาชีพครู ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้บริหารการศึกษา และศึกษานิเทศก์ ตามข้อบังคับคุรุสภา ว่าด้วยมาตรฐานวิชาชีพ พ.ศ. 2556. *ราชกิจจานุเบกษา*, เล่ม 130 ตอนพิเศษ 156 ง, 43-54.

จุฑามาส สรุปราษฎร์. (2557). วิจารณ์เรื่อง How to create and use rubrics for formative assessment and grading. โดย Brookhart, S. M. *วารสารวิธีวิทยาการวิจัย*, *27*(2), 253-257.

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และ ทัศนีย์ บุญเติม. (2537). การสอนแบบ Research Based Learning. *วารสารวิธีวิทยาการวิจัย, 6*(1), 1-14.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2559). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ชุดการประเมินและวิจัย ฉบับราชบัณฑิตยสภา.* กรุงเทพมหานคร: สำนักงานราชบัณฑิตยสภา.

วสุ ทัพพะรังสี • นิสิตปริญญาดุษฎีบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย/
นักวิเคราะห์ ฝ่ายบริหารบ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
• e-mail: vasu.dabbaransi@nstda.or.th

ประสบการณ์เยี่ยมชมการจัดการเรียนการสอน ณ รัฐอิสราเอล

"Promised Land of Jew หรือ **Holy Land of Christian** หรือ**รัฐอิสราเอล (State of Israel)"** เป็นดินแดนแห่งประวัติศาสตร์ของชาวยิวที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรมและศาสนาเป็นประเทศผู้นำทางเทคโนโลยีด้านเกษตรกรรม และประเทศลำดับที่ 19 ซึ่งประสบความสำเร็จด้านการศึกษาจากการจัดอันดับ 142 ประเทศที่เป็นสมาชิกขององค์การสหประชาชาติ (ข้อมูลจาก The 2016 Legatum Prosperity Index) หนังสือ "คิดอย่างไร ให้ใหญ่อย่างอิสราเอล" ได้ให้นิยามว่า **อิสราเอลเป็นประเทศเล็กที่สามารถทำอะไรได้สารพัด เพราะมีความคิดใหม่ รวมถึงการค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** เมื่อผู้เขียนมีโอกาสเข้าร่วมโครงการของศูนย์ความร่วมมือระหว่างประเทศ ในสังกัดกระทรวงการต่างประเทศอิสราเอล หรือที่มีชื่อย่อในภาษาฮีบรูว์ว่า มาชาฟ (MASHAV) เมื่อวันที่ 7 – 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ในหัวข้อ "Innovation and Entrepreneurship in the Education System" ยิ่งทำให้เข้าใจความเป็นชาติอิสราเอลที่มีการผสมผสานอย่างกลมกลืนกันและน่าทึ่ง ในโอกาสนี้จึงขอแบ่งปันประสบการณ์ที่ได้จากการเข้าร่วมโครงการมาชาฟและขอนำทุกท่านสู่ Land of Contrasts ด้วยภาษาฮีบรูว์ว่า Yalla! (อ่านออกเสียงว่า ยาลละ) ซึ่งหมายถึง Hurry up! หรือ Let's go! หรือไปกันเลย

โรงเรียนมัธยมการเกษตรไอน์ คาเรม ณ กรุงเยรูซาเล็ม หรือ "Ein Karem" Agricultural High School – Jerusalem

Mr. Ariel Cegla – Courses Coordinator เจ้าบ้านผู้ใจดี และช่วยดูแลการสัมมนาครั้งนี้ ได้นัดหมายสมาชิก 21 คน ที่มีคน 13 สัญชาติออกเดินทางจากรามัต เรเชล รีสอร์ต (Ramat Rachel Resort) ตั้งแต่เช้าตรู่

โรงเรือนสำหรับปลูกพืช

ผลิตภัณฑ์สบู่ยี่ห้อ Ein Karem

เรื่องที่ประทับใจเมื่อเดินทางถึงโรงเรียนแห่งนี้ในประการแรก คือ บรรยากาศของโรงเรียนที่มีโรงเรือนปลูกพืชหลายโรง รวมถึงเครื่องจักรขนาดเล็กสำหรับแปรรูปผลผลิตการเกษตรไปสู่ผลิตภัณฑ์ เช่น สบู่ก้อน หรือน้ำมันหอมระเหยยี่ห้อไอน์ คาเรม ที่มีกลิ่นเฉพาะ โรงเรือนเลี้ยงสัตว์นานาชนิด และโรงเรียนสำหรับฝึกสุนัข โดยผู้บรรยายคือตัวแทนของนักเรียนได้นำชมพร้อมเล่าให้ฟังว่า การบริหารจัดการทั้งหมดถูกดำเนินการโดยกลุ่มนักเรียน และคณาอาจารย์ร่วมกับคนในชุมชน ซึ่งใช้เวลาช่วงบ่ายที่ไม่มีการเรียนการสอนมาทำกิจกรรมเหล่านี้ หลังจากที่ได้ชมบริเวณรอบโรงเรียนแล้ว ตัวแทนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้นำเสนอโครงการเพื่อความยั่งยืน หรือที่รู้จักกันในกลุ่มนักเรียนว่า "The Sustainability Project" โดยที่โครงการต้องตอบคำถามว่า "พวกคุณจะช่วยอนุรักษ์โลกของเราอย่างไร?" นักเรียนกลุ่มนี้แปลโจทย์ออกมาเป็นโครงการ "ปัญหาการรับประทานอาหารกลางวันไม่หมดของนักเรียน

The Sustainability Project

โรงเรียนสำหรับฝึกสุนัข

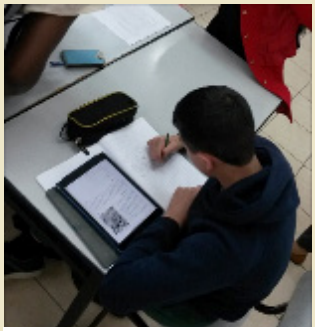
ในโรงเรียนไอน์ คาเรม” โดยการเก็บผลและวิเคราะห์ข้อมูลจนได้ข้อสรุปที่น่าสนใจ อาทิเช่น ข้อมูลอาหารเหลือทิ้งที่มีปริมาณมากในแต่ละวัน ความหลากหลายของส่วนประกอบของอาหารกลางวันที่สัมพันธ์กับครอบครัวที่มาจากพื้นฐานที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ก็ยังมีโครงการ “The Little Prince” เพื่อแก้ปัญหาเพื่อนนักเรียนไม่ชอบอ่านหนังสือ โดยกลุ่มนักเรียนอาสาสมัครจะทำหน้าที่อ่านหนังสือ และทำภาพวาดหรือโปสเตอร์เพื่อแปลงตัวอักษรที่น่าเบื่อไปเป็นภาพที่น่าตื่นเต้น เป็นการดึงดูดเพื่อนนักเรียนคนอื่นๆ ให้หันมาสนใจอ่านหนังสือเล่มนั้น เหมือนเป็นโครงการที่ยิงปืนนัดเดียวแต่ได้ประโยชน์คือนกหลายตัว

ความเชื่อมโยงของกิจกรรมภายในรั้วโรงเรียนมัธยมการเกษตรไอน์ คาเรมสู่ชีวิตจริงของนักเรียนผ่านสถานการณ์จำลองทั้งในเรื่องฝึกปฏิบัติด้านเกษตรกรรมจนได้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับบางโรงเรียนในประเทศไทย แต่การบริหารจัดการที่น่าสะกิดใจให้คิดต่อไป คือ การดึงชุมชนโดยรอบให้เข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ของโรงเรียน และเปิดพื้นที่ให้กลุ่มเยาวชนพิเศษที่มีอาการดาวน์ซินโดรมสามารถเข้าร่วมกิจกรรมที่เหมาะกับศักยภาพของตน ร่วมกับนักเรียนคนอื่นๆ ในโรงเรียนนี้ จึงเป็นรูปแบบหนึ่งที่อาจนำมาปรับใช้ได้ในบริบทของประเทศไทยเช่นกัน

โรงเรียนสาธิตมัธยมเชวาช-โมเฟต ณ นครเทลอาวีฟ หรือ “Shevach Moffet” Experimental High School – Tel Aviv

แม้จะเป็นวันอาทิตย์ที่เป็นวันพักผ่อนสากลของผู้คนในหลายประเทศทั่วโลก แต่ไม่ใช่สำหรับรัฐอิสราเอล ซึ่งได้กำหนดวันหยุดประจำสัปดาห์ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ คือตั้งแต่เวลา 12:00 น. ของวันศุกร์จนถึงวันเสาร์ การเดินทางข้ามเมืองและประสบการณ์การจราจรติดขัดบนถนนในเวลาเช้าของวันอาทิตย์จากกรุงเยรูซาเล็มอันเก่าแก่สู่เมืองศูนย์กลางการพาณิชย์และอุตสาหกรรมเทล อาวีฟจึงเริ่มขึ้น

ผู้เขียนกับครูใหญ่ Mr. Max Sivan


การใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในชั้นเรียน

โรงเรียนแห่งนี้มีชื่อเรียกขานทั่วไปว่า “Schools of Geniuses” ซึ่งที่มาของชื่อได้รับการอธิบายขณะมีการนำชมรอบโรงเรียนโดยครูใหญ่มาดเท่ห์ที่มีผมสีดอกเลายาวประบ่า Mr. Max Sivan ได้นำชมห้องสตูดิโอที่พร้อมไปด้วยอุปกรณ์ถ่ายทำที่ทันสมัย และกลุ่มนักเรียนได้นำเสนอภาพยนตร์สั้นที่ชมแล้วต้องร้อง “ว้าว!” เพราะจัดทำทุกขั้นตอนโดยกลุ่มนักเรียนเอง เมื่อแวะไปเยี่ยมห้องเรียนที่อยู่ระหว่างมีการเรียนการสอนก็พบกับบรรยากาศการเรียนที่ทันสมัย อาจารย์และ

ห้องสตูดิโอของโรงเรียน Shevach Moffet

นักเรียนได้นำเทคโนโลยีมาทำกิจกรรมในชั้นเรียนได้อย่างเหมาะสมลงตัว ปิดท้ายคำอธิบายของ Schools of Geniuses ด้วยการนำเสนอโครงการการเขียน application ชื่อ “SAYWUT” ของนักเรียนเจ้าของโครงการคือ Mr. Ronan Pimhasov เป็นโครงการที่คิดขึ้นมาและทดลองใช้แล้วได้ผลดี เพื่อแก้ปัญหาอุบัติเหตุบนท้องถนนจากผู้ขับรถยนต์ ด้วยการพิมพ์ Chat ผ่าน Social network ขณะขับรถ และพูดใส่โปรแกรม SAYWUT จากนั้นโปรแกรมจะแปลงเสียงเป็นตัวอักษร แม้ในเบื้องต้นโปรแกรมจะถูกจำกัดการใช้เฉพาะภาษาฮีบรูว์ แต่เมื่อฟังวิธีคิดและขั้นตอนการทำโครงการจากเด็กชายระดับชั้นมัธยมผู้เต็มไปด้วยความมุ่งมั่นเช่น Ronan แล้ว บรรดาผู้ใหญ่จาก 13 สัญชาติก็ต้องร้อง “ว้าว!” ในสำเนียงภาษาที่แต่ละคนถนัดให้กับความน่าทึ่งของโรงเรียนสาธิตมัธยมเชวาช-โมเฟต สมกับที่ชื่อ Schools of Geniuses จริง ๆ

ภายในโรงเรียน Shevach Moffet

Mr. Ronan Pimhasov นักเรียนระดับชั้นมัธยมปลาย นำเสนอโครงการ application ชื่อ "SAYWUT"

คนในวงการการศึกษาไทยคงคุ้นหูกับการทำโครงการหรือโครงงานเพื่อสนับสนุนกลุ่มนักเรียนที่ชอบวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีโอกาสได้ลงสนามจริง รวมทั้งพยายามผลักดันให้นักเรียนมีโอกาสได้รับประสบการณ์ตั้งแต่เรียนชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งครูใหญ่โรงเรียนสาธิตมัธยมเชวาช-โมเฟต ได้แนะนำคณะที่ไปเยี่ยมชมว่าโครงการของนักเรียนที่จะพัฒนาขึ้นต้องอาศัยความร่วมมือกับเครือข่ายอื่น ๆ ด้วย เช่น มหาวิทยาลัย และองค์กรเอกชนต่าง ๆ ให้มาเป็นพี่เลี้ยงแก่เยาวชนของประเทศ ผู้เขียนเห็นด้วยกับคำแนะนำของครูใหญ่ และเมื่อทราบประวัติของโรงเรียนที่มีชื่อเสียงแห่งนี้มานานว่าเป็นโรงเรียนที่มีเด็กเกเรที่สุดในเมือง จากโรงเรียนเชวาช (ซึ่งแปลว่า การสรรเสริญ) และเดิมเป็นโรงเรียนสอนสายอาชีพ (Vocational School) แล้วได้พัฒนาจนมีชื่อเสียง เมื่อเด็กจากโรงเรียนแห่งนี้ติดอันดับถึงเจ็ดคนในสิบอันดับสุดยอดของการแข่งขันคณิตศาสตร์ทั่วอิสราเอล ผู้เขียนก็ยิ่งทวีความชื่นชมในความพยายามของผู้ที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จของโรงเรียนแห่งนี้

โรงเรียนมัธยม Zalman Shasar ณ เมืองบัทยัม หรือ “Zalman Shasar” High School – Bat Yam

ระหว่างที่รอเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนพร้อมนักเรียน สายตาผู้เขียนได้สะดุดกับพื้นที่แสดงผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งนอกจากจะแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์แล้ว ยังสื่อให้เห็นความเข้าใจในแต่ละชิ้นงาน ก่อนที่จะแสวงหาวัสดุมาจัดเรียงได้อย่างลงตัวด้วย โดยชั้นเรียนแรกที่เรียนวิชานวัตกรรมมีนักเรียนเพียง 10 คน ต่อครู 1 คน นักเรียนอยู่ในชุดแต่งกายสบาย ๆ คือกางเกงยีนส์และเสื้อยืด หลังห้องเรียนมีเครื่องพิมพ์สามมิติเรียงกันอยู่ 3 เครื่อง และมีกองแล็ปท็อปบนโต๊ะหน้าห้องแทนที่หนังสือเรียน บทเรียนเริ่มด้วยการฝึกออกแบบสามมิติด้วยโปรแกรมฟรี ชื่อ www.tinkercad.com ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่ายและสามารถออกแบบได้สวยงามเหมาะกับผู้เริ่มต้นเรียนรู้การออกแบบ

ห้องเรียนวิชานวัตกรรม

ห้องเรียนวิชาประวัติศาสตร์

งานออกแบบ 3 มิติ ของนักเรียน

นักเรียนในชั้นเรียนประวัติศาสตร์

ผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
โรงเรียน Zalman Shasar

วัสดุสามมิติ แม้แต่ผู้ใหญ่ถ้าได้เข้าไปทดลองใช้งานก็ยากที่จะหยุดจินตนาการ ดังจะเห็นได้จากชิ้นงานที่ออกแบบโดยนักเรียนระดับมัธยมต้น อาทิเช่น กบเหลาดินสอรูปดอกกุหลาบที่ออกแบบเป็นฝาปิดขวดพลาสติกสำหรับรองรับเศษดินสอ หรือฝาปิดขวดน้ำที่ออกแบบสำหรับเด็กเล็กหรือคนที่มีแรงน้อยจะช่วยให้การเปิดน้ำดื่มเป็นเรื่องทำได้ง่ายขึ้น ชั้นเรียนถัดมาเป็นการเรียนวิชาประวัติศาสตร์ที่บรรยากาศภายในชั้นเรียนคล้ายกับชั้นเรียนแรก หน้าห้องมีครูประจำวิชากำลังอธิบายบทเรียนผ่านการดาวน์โหลด QR codes เมื่อเข้าสู่เว็บไซต์แล้วนักเรียนจะพบกับงานที่ครูจัดไว้ให้ นักเรียนใช้เวลาในชั้นเรียนร่วมกันทำกิจกรรมโดยใช้เครื่องมือสื่อสารของแต่ละคนร่วมกับเพื่อน ๆ บรรยากาศในห้องเรียนจึงเต็มไปด้วยความสนุกสนานและการเปิดกว้างรับความคิดเห็น

Thailand 4.0 กล่าวถึงการเปลี่ยนสู่ยุคดิจิทัลและอินเทอร์เน็ต IoT (Internet of Things) หรือยุคแนวคิด เมื่อได้เห็นการสอนของโรงเรียน Zalman Shasar ที่เริ่มต้นจากสื่อที่ผู้สอนนำมาประยุกต์ได้ง่ายเช่นการทำ QR code เพื่อเปลี่ยนเนื้อหาในหนังสือมาเป็นกิจกรรมผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่นักเรียนทุกคนนิยมใช้ นับเป็นการปรับกลยุทธ์ที่ดึงความสนใจจากนักเรียนสำหรับวิชาที่ฟังเพียงแค่ชื่อก็ชวนง่วงนอนแล้ว เช่น ประวัติศาสตร์ ผู้เขียนได้ตั้งใจจะทดลองสร้าง QR code สำหรับกิจกรรมวิทยาศาสตร์ของบ้านวิทยาศาสตร์เช่นกัน รวมทั้งส่วนของโปรแกรม www.tinkercad.com ด้วย ผู้เขียนได้เข้าไปทดลองเรียนรู้แล้วรู้สึกเพลิดเพลินมาก และจะทดสอบการพิมพ์โดยใช้เครื่องพิมพ์สามมิติดูในภายหลัง ถ้าได้ผลลัพธ์เป็นอย่างไร เมื่อมีโอกาสจะมาแบ่งปันประสบการณ์ให้ทราบต่อไป

โรงเรียนสาธิตประถม Yadlin และศูนย์ต้นแบบการฝึกอบรมเมือง Rishon Le Zion หรือ "Yadlin" Experimental School and Training Model Center in Rishon Le Zion City

การเยี่ยมชมโรงเรียนแห่งสุดท้ายของโปรแกรมได้เรียกรอยยิ้มจากคณะเยี่ยมชมตั้งแต่เมื่อผ่านเข้าประตูโรงเรียน และพบวิทยากรตัวน้อยที่นำชมภาคภาษาอังกฤษได้ดีเยี่ยม บรรยากาศของโรงเรียนมีทั้งมุมที่จัดแสดงงานศิลป์ฝีมือนักเรียน มุมเลี้ยงสัตว์ เช่น กระต่าย หนูแฮมสเตอร์ และไก่เพื่อฝึกความรับผิดชอบในการดูแลสัตว์รวมทั้งเรียนรู้พฤติกรรมสัตว์ มุมปลูกพืชสวนครัว ในช่วงเวลาพักเพื่อทำกิจกรรมกลางแจ้งก็พบความมีวินัยระหว่างการทำกิจกรรมของนักเรียน โดยในทุกกิจกรรมนักเรียนต้องเข้าแถว และทำกิจกรรมหลากหลายให้นักเรียนทุกระดับชั้นร่วมกันเล่น หลังการเดินชมรอบ ๆ โรงเรียนก็มีโอกาสร่วมเรียนวิชา

มุมจัดแสดงงานศิลป์ฝีมือนักเรียน

นักเรียนเข้าแถวรอเล่นเกม

การแสดงความคิดเห็นการร่วมอภิปราย
ในชั้นเรียนวิชาสิทธิของพลเมือง

สิทธิของพลเมืองอิสราเอลทำให้ผู้เขียนนึกถึงวิชาหน้าที่พลเมืองของประเทศไทย โดยครูประจำวิชาจะเปิดประเด็นเกี่ยวกับสิทธิของเยาวชนในเรื่องต่าง ๆ เช่น พฤติกรรมอย่างไรถือว่าละเมิดสิทธิผู้อื่น แล้วตอบคำถามของครู การอภิปรายในชั้นนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 เริ่มขึ้นอย่างสนุกสนาน โดยมีกติกาง่าย ๆ ว่า ใครที่ต้องการอภิปรายให้ยกมือขึ้นและชูนิ้วชี้ เมื่อเพื่อนอภิปรายแล้วนักเรียนคนอื่นในชั้นก็สามารถแสดงความเห็นด้วยหรือโต้แย้งความคิดนั้นได้ ถ้าไม่ได้คิดไปเอง ผู้เขียนได้กลิ่นอายของความเป็นประชาธิปไตยลอยมาจากชั้นเรียนระดับประถมศึกษานี้ และได้แต่แอบส่งยิ้มน้อย ๆ อย่างชื่นชมในเพื่อนร่วมชั้นตัวจิ๋ว

ความคล้ายกันระหว่างโรงเรียนทั้ง 4 คือ ไม่มีเสียงกริ่งบอกเวลาที่กระชากอารมณ์ของนักเรียนกลุ่มที่เดินนวยนาดอยู่นอกห้องเรียน แต่เปลี่ยนเป็นเสียงเพลงบรรเลงเพื่อให้มีอารมณ์สุนทรีย์แทน และที่สุดของเรื่องเสียงคือการไม่มีเสียงกริ่งบอกเวลาในโรงเรียนสาธิตประถม Yadlin นี้ ซึ่งเป็นหนึ่งในประเด็นเล็กน้อยที่ครูโรงเรียนนี้ได้แฝงการฝึกความมีวินัยในตนเองของนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นประถม Mrs. Orna Shelly ครูใหญ่ได้เล่าให้ฟังเรื่องการฝึกฝนพิเศษอื่น ๆ อาทิเช่น นักเรียนสามารถเลือกโปรแกรมวิชาเรียนของตัวเองได้ตามความสนใจ โปรแกรม A – เน้นศิลปะ และโปรแกรม B – เน้นวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งช่วยให้เด็ก ๆ ฝึกตัดสินใจเลือกเรียนตามความถนัดของตัวเองตั้งแต่อายุยังน้อย และถ้าเรียนไปแล้วพบว่าไม่ถนัดภายหลังก็สามารถเปลี่ยนได้ ผู้เขียนได้ฟังคำบรรยายแล้วเผลอยกมือพร้อมชูนิ้วชี้ถามครูใหญ่ Orna ไปว่า “โรงเรียนนี้รับครูต่างชาติไหมคะ ^^”

“My kindergarten teacher encouraged me to learn, as did my school headmaster, who gave me a grant to study.”

Prof. Ada E. Yonath
นักวิทยาศาสตร์ชาวอิสราเอล
ผู้ได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมีปี ค.ศ. 2009

เป็นหนึ่งในบรรดานักวิทยาศาสตร์รางวัลโนเบลที่ให้เกียรติมาบรรยายเพื่อสร้างแรงบันดาลใจให้แก่เยาวชนที่เข้าร่วม The Asian Science Camp 2015 (ASC 2015) ปี พ.ศ. 2558 ณ ประเทศไทย เธอได้กล่าวว่า “ครู” เป็นผู้อยู่เบื้องหลังความสำเร็จทางการศึกษาของเธอ จากการได้เยี่ยมชมโรงเรียนทั้ง 4 แห่ง ผู้เขียนจึงไม่แปลกใจในปาฏิหาริย์ด้านการศึกษาที่อิสราเอลได้พัฒนาโดยใช้เวลาเพียง 69 ปีในการก่อตั้งประเทศ กับความสำเร็จที่ได้ปรับเปลี่ยนบทบาทของครูจาก Teachers มาเป็น Facilitators เพื่อทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสนใจ และชี้แนะแนวทางในการสืบค้นความรู้ต่อได้เอง การเรียนการสอนแบบนี้ช่วยปลูกฝังทั้งในเรื่องการยอมรับความเห็นที่แตกต่าง ความคิดสร้างสรรค์ การสร้างความเป็นประชาธิปไตยในชั้นเรียน และการสร้างนิสัยคุตซ์ปาห์ (Chutzpah) อันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของชาวอิสราเอลตั้งแต่วัยเด็ก (คุตซ์ปาห์ คือ กล้าแบบบ้าบิ่น กล้าที่จะทำอะไรนอกกรอบ และไม่กลัวความล้มเหลว) สุดท้ายนี้ ผู้เขียนขออนุญาตแนะนำทุกท่านที่สนใจร่วมการสัมมนาพร้อมศึกษาดูงานกับโครงการมาชาฟ (MASHAV) ณ รัฐอิสราเอล สามารถติดตามโปรแกรมต่าง ๆ ได้ที่ http://mfa.gov.il/MFA/mashav/Courses/Pages/default.aspx ทั้งนี้ผู้เขียนมิได้มีส่วนได้ส่วนเสียกับโครงการนี้แต่อย่างใด เพียงอยากแนะนำประสบการณ์ดี ๆ ให้แก่เพื่อนผู้อ่านร่วมสายงานที่สนใจและอยากรู้จักรัฐอิสราเอลที่มีปาฏิหาริย์ในความสำเร็จหลายด้านที่สามารถนำมาปรับใช้กับประเทศไทยและเยาวชนไทยได้ ผู้เขียนขอขอบคุณทุกท่านที่ร่วมเดินทางผ่านตัวหนังสือด้วยภาษาฮีบรูว์ ว่า Toda (ออกเสียงว่า โทดะ) ซึ่งหมายถึง Thank you.

bit.ly/205-l3

บรรณานุกรม

LEGATUM INSTITUTE. The Legatum Prosperity Index TM 2016. TENTH EDITION 2007 – 2016. Retrieved January 15, 2017, from http://www.prosperity.com/about/resources.

Senor, Dan & Singer, Saul. (2556). *คิดอย่างไร จะใหญ่อย่างอิสราเอล.* กรุงเทพมหานคร: อินสปายร์.

โปรแกรมออกแบบสามมิติ Tinkercad. สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2560, จาก www.tinkercad.com.

ศูนย์ความร่วมมือระหว่างประเทศมาชาฟ (MASHAV). สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2560, จาก http://embassies.gov.il/bangkok/mashav/Pages/mashav.aspx.

ณัฏฐิกา งามกิจภิญโญ • นักวิชาการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท. • e-mail: nngam@ipst.ac.th
ดร.สนธิ พลชัยยา • ผู้ชำนาญ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท. • e-mail: sopho@ipst.ac.th

ปันความรู้ : สู่ครูลาว

โลกยุคปัจจุบันเป็นสังคมไร้พรมแดนที่ผู้คนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างง่ายดายและสะดวกมาก ซึ่งความเจริญนี้ส่งผลให้การเรียนรู้ต่าง ๆ มิได้เกิดขึ้นเฉพาะแต่ในโรงเรียน หรือในภูมิภาคเท่านั้น แต่สามารถเกิดขึ้นได้นอกประเทศด้วย ในช่วงเดือนกรกฎาคมที่ผ่านมาผู้เขียนและคณะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้กับคณะครูจากประเทศลาว ตามโครงการพระราชทานความช่วยเหลือด้านการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์แก่โรงเรียนวัฒนธรรมชนเผ่าเด็กกำพร้าแขวงเวียงจันทน์ (หลัก 67) ซึ่งเป็นโครงการที่เกิดจากความร่วมมือระหว่างสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) สถานเอกอัครราชทูตไทย ณ เวียงจันทน์ สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) และ โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร

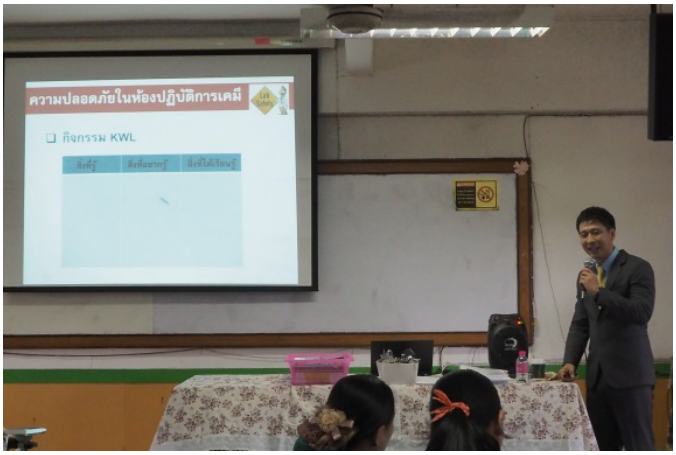
ในการแบ่งปันความรู้ครั้งนี้ นอกจากจะเป็นการให้การอบรมความรู้ที่เป็นทฤษฎี และการทดลองปฏิบัติการแก่ครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แล้ว ยังมีการมอบเครื่องแก้วและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รวมถึงสารเคมีที่ใช้ในการทดลองให้แก่โรงเรียนวัฒนธรรมชนเผ่าเด็กกำพร้าแขวงเวียงจันทน์ (หลัก 67) สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (ส.ป.ป.ลาว) เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนด้วย

การอบรมแลกเปลี่ยนความรู้ ถูกจัดขึ้นระหว่างวันที่ 23 – 26 กรกฎาคม พ.ศ.2559 ณ โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร จังหวัดหนองคาย โดยมีบุคลากรจาก สสวท. และ โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร เป็นวิทยากรให้การอบรม และผู้เข้ารับการอบรมเป็นครูจากประเทศลาว โดยให้การอบรมเรื่องความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการทดลองปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเนื้อหาที่ประกอบด้วย ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เทคนิคพื้นฐานในการใช้เครื่องแก้วและอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับการทดลอง การดูแลรักษาและการใช้เครื่องชั่ง การคำนวณความเข้มข้น การเตรียมสารละลาย และการใช้กล้องจุลทรรศน์ นอกจากความรู้พื้นฐานแล้ว การอบรมยังเปิดโอกาสให้ครูได้ฝึกปฏิบัติทำการทดลองวิทยาศาสตร์อีกด้วย

สำหรับเรื่องความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการทดลองปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียด ดังนี้

1. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

เป็นหัวข้อแรกที่มีการแลกเปลี่ยนความรู้กัน เนื่องจากในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องจึงจำเป็นต้องทราบข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อควรระวัง และการปฏิบัติตัวที่ถูกต้องในห้องปฏิบัติการเคมี เนื้อหาในการอบรมได้แก่ ลักษณะของห้องปฏิบัติการ การปฏิบัติตัวในห้องปฏิบัติการ ข้อควรปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติภัย ข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์ (SDS : Safety Data Sheet หรือบางครั้งเรียกว่า MSDS : Material Safety Data Sheet) การจัดเก็บ และการกำจัดสารเคมี



รูปที่ 1 บรรยากาศการอบรมหัวข้อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

รูปที่ 2 บรรยากาศการอบรมหัวข้ออุปกรณ์พื้นฐานและเครื่องแก้ว การดูแลรักษา และการใช้เครื่องชั่ง

2. อุปกรณ์พื้นฐานและเครื่องแก้ว การดูแลรักษา และการใช้เครื่องชั่ง

การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นอกจากจะเรียนทางทฤษฎีแล้ว ยังมีการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการด้วย ซึ่งในการทำปฏิบัติการนั้น จำเป็นต้องใช้เครื่องแก้วและอุปกรณ์ต่าง ๆ หลายชนิด ดังนั้นจึงต้องมีการแลกเปลี่ยนความรู้กันในเรื่องดังกล่าวนี้ เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในการใช้อุปกรณ์และเครื่องแก้วพื้นฐาน เช่น เครื่องชั่ง เครื่องแก้วที่ใช้วัดปริมาตร และถ่ายเทสาร นอกจากการอบรมจะมีการบรรยายเนื้อหาภาคทฤษฎีแล้ว ยังเปิดโอกาสให้ครูได้ฝึกทดลองใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วย

รูปที่ 3 บรรยากาศการอบรมหัวข้อการเตรียมสารละลาย การคำนวณความเข้มข้น และเทคนิคพื้นฐานต่าง ๆ

3. การเตรียมสารละลาย การคำนวณความเข้มข้น และเทคนิคพื้นฐานต่าง ๆ

การทดลองวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักเกี่ยวข้องกับสารเคมีที่อยู่ในสภาพของสารละลาย ดังนั้นจึงต้องมีการให้ความรู้เรื่องการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ การเลือกอุปกรณ์และเครื่องแก้วที่เหมาะสมในการเตรียมสารละลาย และเทคนิคการเตรียมสารละลาย และหลังจากที่วิทยากรให้ความรู้เบื้องต้นแล้วได้เปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการอบรมเตรียมสารละลายตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งในการฝึกเตรียมสารละลายนี้ นอกจากผู้เข้ารับการอบรมจะต้องใช้ทักษะการคำนวณแล้ว ยังได้รับการทบทวนการใช้เครื่องชั่งและเครื่องแก้วต่าง ๆ ด้วย

รูปที่ 4 บรรยากาศระหว่างการอบรมเรื่องการใช้กล้องจุลทรรศน์

4. การใช้กล้องจุลทรรศน์

ในการศึกษาวิทยาศาสตร์นั้น ถ้าเป็นการศึกษาที่เกี่ยวกับวัตถุหรือสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก บางครั้งผู้เรียนอาจไม่สามารถสังเกตเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ได้ด้วยตาเปล่า จึงจำเป็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ ด้วยเหตุนี้จึงมีการแลกเปลี่ยนความรู้ในหัวข้อดังกล่าวนี้ เพื่อให้ครูมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับประเภทของวัตถุและการเลือกใช้ การเคลื่อนย้าย และวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ รวมถึงวิธีการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในการอบรมครั้งนี้ เป็นกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงธรรมดา (light microscope) จึงเหมาะที่จะใช้กับวัตถุตัวอย่างที่ค่อนข้างบางเพื่อให้แสงส่องผ่านได้ และกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stereo microscope) ซึ่งเหมาะสำหรับวัตถุตัวอย่าง 3 มิติที่มีขนาดไม่เล็กมาก

หลังการอบรมแลกเปลี่ยนความรู้ ผู้เขียนสังเกตเห็นว่าครูลาวได้ให้ความร่วมมือและมีความตั้งใจในการอบรมเป็นอย่างมาก แม้การอบรมจะต่อเนื่องเกินกว่าเวลาที่กำหนด ครูทุกคนก็ยังพยายามเรียนรู้อย่างเต็มที่ รวมถึงมีความพยายามเข้าร่วมในการอบรม ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม สาธิตการคำนวณ หรือสาธิตการใช้อุปกรณ์ อย่างไรก็ตาม ยังมีครูลาวบางคนที่มีความตระหนักในเรื่องความปลอดภัยเบื้องต้นในการทำปฏิบัติการไม่มากเท่าที่ควร เช่น สวมรองเท้าที่ไม่ปิดเท้าอย่างมิดชิด หรือใช้ปากดูดสารละลายผ่านปิเปตต์

เมื่อทีมวิทยากรให้การอบรมเรื่องความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แล้ว ได้มีการประเมินผลการอบรมเพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจ และทักษะเบื้องต้นในการทำปฏิบัติการของครู ในแบบประเมินมีทั้งที่ให้ครูตอบคำถามในใบงาน และทำปฏิบัติการ 4 ฐาน ผลการประเมินแสดงว่า ครูส่วนใหญ่มีความรู้และความเข้าใจดีเกี่ยวกับข้อควรปฏิบัติ การกำจัดสารเคมี การใช้กล้องจุลทรรศน์ศึกษาภาพบนสไลด์ รวมถึงสามารถชั่งสารให้ได้มวลตามที่กำหนด และใช้ปิเปตต์ตวงของเหลวตามปริมาตรที่กำหนด แต่ยังขาดความชำนาญจึงต้องใช้เวลาปฏิบัติค่อนข้างนาน คงเป็นเพราะไม่ได้ทำปฏิบัติการในห้องทดลองบ่อย จึงขาดประสบการณ์ในการใช้อุปกรณ์ ซึ่งผู้เขียนคิดว่าครูไทยก็คงเน้นการสอนเนื้อหา แต่ไม่ได้เน้นการทำปฏิบัติการเช่นกัน

ปัญหาอีกประการหนึ่งในการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนขาดความเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ดังนั้นเมื่อครูได้รับความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แล้ว การอบรมเรื่องการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ธรรมชาติจึงต้องเลือกหัวข้อวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่ครูสามารถนำไปปรับใช้และประยุกต์ในการสอนนักเรียนได้ตามบริบทของโรงเรียน การอบรมส่วนนี้ ประกอบด้วยการทดลอง 10 เรื่อง เช่น เรื่องประเภทของกรด การกลั่น การตรวจสอบสารอาหาร การตรวจสอบวิตามินซี น้ำอ่อน-น้ำกระด้าง จะมีวิธีแก้น้ำกระด้างได้อย่างไร การย่อยแป้ง การเกิดปฏิกิริยาเคมี การเปลี่ยนแปลงพลังงานเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี ธาตุและสารประกอบ

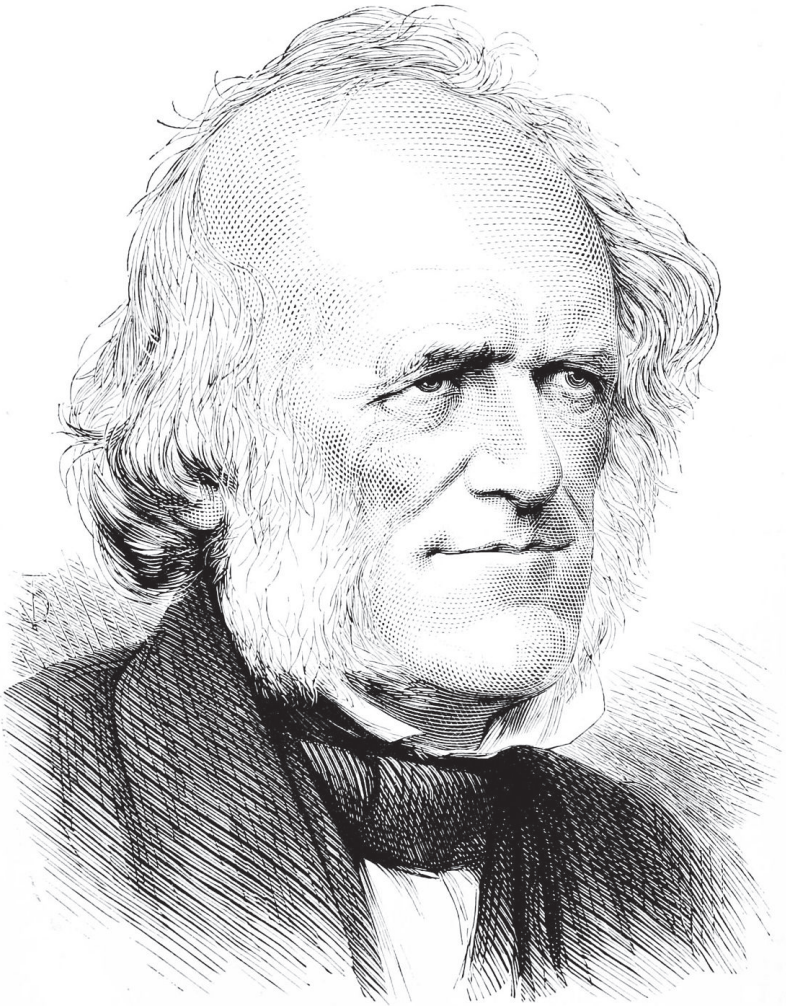
นอกจากนี้ผู้เขียนยังได้สอบถามความคิดเห็นของครูผู้เข้ารับการอบรมเพื่อนำข้อมูลมาปรับใช้ในการอบรมครูครั้งต่อ ๆ ไป ข้อมูลที่ได้ระบุว่า ครูได้รับความรู้เรื่องต่าง ๆ ในระดับดี และมีความพอใจในการอบรมครั้งนี้มาก อย่างไรก็ตามสิ่งที่ครูลาวอยากจะได้มาก คือ เนื้อหาในการอบรมครั้งต่อไป ให้มีการแยกเนื้อหาที่เฉพาะเจาะจงในวิชาเคมี ฟิสิกส์ หรือชีววิทยา

การอบรมแลกเปลี่ยนแบ่งปันความรู้ในครั้งนี้ ผู้เขียนได้พบว่า ครูลาวมีความมุ่งมั่น พยายาม และตั้งใจรับการอบรมเป็นอย่างมาก แม้ว่าเรากับเขาจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของภาษาที่อาจเป็นอุปสรรคในการแลกเปลี่ยนความรู้กัน แต่อุปสรรคดังกล่าวก็เป็นเพียงเล็กน้อย เมื่อทุกฝ่ายให้ความร่วมมือและมีความตั้งใจ ซึ่งนอกจากคำว่า “สบายดี” ที่พวกเรารู้กันดีอยู่แล้วว่าเป็นคำทักทายในภาษาลาว ผู้เขียนยังมีคำอื่น ๆ อีกหลายคำในภาษาลาวมาฝากผู้อ่าน เผื่อจะได้มีโอกาสไปติดต่อหรือแลกเปลี่ยนความรู้กับครูลาว เช่น

บีกเกอร์	ในภาษาลาวเรียกว่า	จอกปากแตก
ขวดกำหนดปริมาตร	ในภาษาลาวเรียกว่า	ขวดก้นปุ้ง
ความเข้มข้น	ในภาษาลาวเรียกว่า	ความเข้มขุ้ง

การอบรมครั้งนี้นอกจากจะได้แบ่งปันความรู้แก่คณะครูจากโรงเรียนวัฒนธรรมชนเผ่าเด็กกำพร้าแขวงเวียงจันทน์ (หลัก 67) แล้ว ผู้เขียนยังได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ทั้งในเรื่องของภาษา วัฒนธรรม และเทคนิควิธีสอน ทำให้วิทยากรที่ให้การอบรม ต้องเรียนรู้และหาความรู้เพิ่มเติมตลอดเวลา เพื่อพัฒนาตนเองเช่นกัน

รูปที่ 5 วิทยากร และคณะครูผู้เข้ารับการอบรม



Charles Lyell

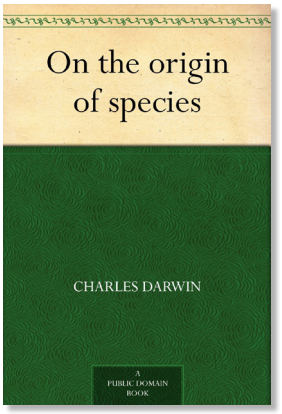
บิดาคนหนึ่งของวิชาธรณีวิทยา

Charles Lyell เกิดเมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน ค.ศ.1797 (ตรงกับรัชสมัยสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลกมหาราช) ที่เมือง Kinnordy ในสกอตแลนด์ เป็นบุตรคนโตของครอบครัวที่มีลูก 10 คน บิดาเป็นนักพฤกษศาสตร์และนักกฎหมายที่สนใจประวัติศาสตร์ และเป็นคนที่สนับสนุน Lyell ให้เก็บสะสมแมลงเป็นงานอดิเรก

เพราะบ้านอยู่ใกล้หุบเขา Grampian ดังนั้นเด็กชาย Lyell จึงสนใจ และชอบเดินศึกษาธรรมชาติ ระบบนิเวศ และสภาพธรณีวิทยาในบริเวณบ้าน เมื่อถึงวัยเรียนก็ได้ติดตามบิดาไปเรียนหนังสือที่เมืองหลายแห่ง เช่น Ringwood, Salisbury และ Midhurst

จนอายุ 19 ปี จึงได้เข้าเรียนที่ Exeter College แห่งมหาวิทยาลัย Oxford หลังจากที่ได้เรียนวิชาธรณีวิทยากับอาจารย์ชื่อ William Buckland Lyell ก็รู้สึกดื่มด่ำในวิชานี้มากจนถึงกับตัดสินใจว่าจะมีอาชีพเป็นนักธรณีวิทยา ทั้ง ๆ ที่บิดาตั้งใจจะให้ Lyell เป็นนักกฎหมาย แต่เพื่อจะได้ไม่เป็นการขัดใจบิดา จึงได้ตัดสินใจเรียนนิติศาสตร์ ตั้งแต่ปริญญาตรีจนจบปริญญาโท แล้วไปเรียนต่อที่สำนักกฎหมาย Lincoln's Inn ซึ่งมีชื่อเสียงเมื่ออายุ 23 ปี

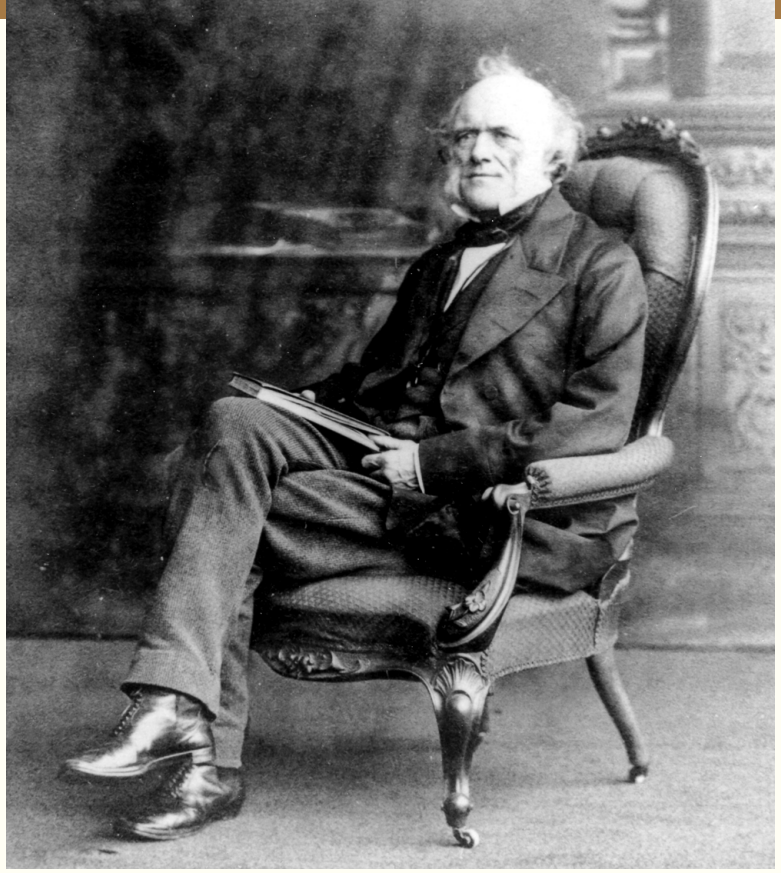
จากนั้นได้เดินทางไปท่องเที่ยวในยุโรปกับครอบครัว เพราะในสมัยนั้นชนชั้นสูงในอังกฤษมีประเพณีนิยมให้ลูกชายเดินทางไปท่องเที่ยวในยุโรปก่อนจะเริ่มทำงาน เพื่อเพิ่มประสบการณ์ชีวิต และการท่องเที่ยวครั้งนั้นได้ทำให้ Lyell เห็นความหลากหลายทางภูมิศาสตร์ของยุโรป เช่น เห็นภูเขาและธารน้ำแข็งที่มีหิมะปกคลุมบนเทือกเขา Alps ความรู้สึกรักวิชาธรณีวิทยาจึงได้บังเกิดขึ้นอีกครั้งหนึ่ง



เมื่อ Charles Darwin เรียบเรียงหนังสือ On the Origin of Species เขาได้อ้างถึง Charles Lyell ว่า เป็นผู้ที่ให้ความคิดและวิธีคิดประมาณครึ่งหนึ่งของเนื้อหาที่มีในหนังสือเล่มนั้น

โลกทุกวันนี้รู้ว่า Lyell เป็นนักธรณีวิทยาชื่อเสียงโด่งดังมากที่สุดในคริสต์ศตวรรษที่ 18 เพราะได้อธิบายปรากฏการณ์แผ่นดินไหว เสนอทฤษฎีกำเนิดภูเขาไฟ และแบ่งยุคของโลกออกเป็น 3 ยุค คือ Pliocene (ไม่นาน), Miocene (นาน) และ Eocene (นานมาก) นอกจากนี้ยังเป็นบุคคลแรก ๆ ของโลกที่เชื่อว่า โลกมีอายุมากกว่า 300 ล้านปี หลังจากที่ได้ศึกษาลักษณะทางกายภาพของหินดึกดำบรรพ์ ซึ่งข้อมูลนี้สนับสนุนความคิดเรื่องทฤษฎีวิวัฒนาการของ Darwin และในปี ค.ศ. 1858 Lyell ยังช่วยจัดการให้งานวิจัยของ Darwin เรื่องวิวัฒนาการได้รับการเผยแพร่พร้อมกับงานวิจัยของ Alfred Russel Wallace ที่ทำเรื่องเดียวกันด้วย

จากนั้น Lyell ได้เข้าร่วมทำกิจกรรมของสมาคมธรณีวิทยา (Geological Society) ที่ Edinburgh และได้สมัครเป็นสมาชิกของสมาคมนี้ จึงได้รับเลือกเป็นเลขานุการของสมาคมเมื่อมีอายุเพียง 26 ปี งานในตำแหน่งนี้ได้ทำให้เวลาทำงานด้านกฎหมายลดลงมาก เพราะ Lyell ต้องออกสำรวจพื้นที่บ่อย และความชอบด้านธรณีวิทยาก็เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ครั้นเมื่อ Lyell ได้พบกับปราชญ์ Alexander von Humboldt ของเยอรมนี และ Georges Cuvier ของฝรั่งเศส ซึ่งเป็นนักปราชญ์ที่มีชื่อเสียงระดับโลก Lyell จึงสมัครเป็นสมาชิกของ Linnean Society และผันชีวิตมาเป็นนักธรณีวิทยาเต็มตัว เมื่อผลงานเรื่อง “On a recent formation of freshwater limestone in Forfarshire” ได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร Quarterly Review และผลงานนี้เองที่ทำให้ Lyell ได้รับเลือกเป็น Fellow of the Royal Society (F.R.S.) เมื่อมีอายุเพียง 29 ปี



ที่มา https://www.darwinproject.ac.uk/sites/default/files/LYELL-C-01-03051.jpg

ในปี ค.ศ. 1832 Lyell ได้เข้าพิธีสมรสกับ Mary Horner และได้เขียนตำรา Principles of Geology ที่ยิ่งใหญ่และสำคัญมาก ผลงานนี้ทำให้ได้รับการแต่งตั้งเป็นศาสตราจารย์ธรณีวิทยาสังกัด King’s College แห่งมหาวิทยาลัยลอนดอน อีกทั้งยังสามารถนำรายได้จากการขายตำรามาให้ Lyell ด้วย Lyell ยังได้รับเชิญไปบรรยายที่ Royal Institution เป็นประจำ จนทำให้ได้รับเลือกเป็นนายกของ Geological Society คนแรกของสมาคม

ผลงานเรื่อง Principles of Geology นี้ได้ทำให้ Lyell มีชื่อเสียงโด่งดังมากที่สุด หนังสือชุดนี้มี 3 เล่ม และเป็นผลงานที่ Lyell เขียนขึ้นจากประสบการณ์ที่ได้เดินทางไปสำรวจทางธรณีวิทยา ในเยอรมนี สวิตเซอร์แลนด์ สกอตแลนด์ และอเมริกาเหนือ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์เป็นทฤษฎี ที่มีเนื้อหาว่า ความเข้าใจในปัจจุบันคือกุญแจที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในอดีต Lyell ยังได้เสนอความเห็นอีกว่า ผิวโลกสามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยอิทธิพลของลมพายุ กระแสน้ำ คลื่นทะเล ปรากฏการณ์แผ่นดินไหว และภูเขาไฟระเบิด ความรุนแรงนี้ได้มีมาเป็นเวลานานตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ และที่กำลังเกิดขึ้นในปัจจุบัน รวมถึงจะมีต่อไปในอนาคต และความคิดนี้ได้ถูก Darwin นำไปใช้เป็นหลักการพื้นฐานหนึ่งในทฤษฎีวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

ในปี ค.ศ. 1845 Lyell ได้เขียนหนังสือเรื่อง Travels in North America และเขียน A Second Visit to the United States ที่ตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 1848 หนังสือทั้งสองเล่มเป็นหนังสือท่องเที่ยวเชิงธรณีวิทยาที่ได้รับความนิยมมาก

สำหรับเรื่องเกียรติยศและชื่อเสียงนั้น Lyell ได้รับการโปรดเกล้าฯ เป็นขุนนางระดับอัศวินและบารอน อีกทั้งยังได้รับเหรียญ Copley Medal ซึ่งนับเป็นเกียรติสูงสุดจาก Royal Society ด้วย

Lyell เสียชีวิตที่ London เมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 1875 สิริอายุ 77 ปี ศพถูกนำไปฝังในมหาวิหาร Westminster Abbey

ณ วันนี้บนดาวอังคาร และดวงจันทร์ของโลกมีหลุมอุกกาบาตชื่อ Lyell ที่ออสเตรเลียใน Tasmania มียอดเขาชื่อ Lyell ที่ Yosemite National Park ในอเมริกาก็มียอดเขา Lyell ใน New Zealand มีแม่น้ำ Lyell กับเหมืองทองคำ Lyell และ Louis และ Agassiz ได้ตั้งชื่อซากปลาดึกดำบรรพ์ที่เขาพบในสกอตแลนด์ว่า *Cephalaspis lyelli*

นักวิชาการที่มีอิทธิพลต่อความคิดของ Lyell ชื่อ James Hutton ส่วนนักวิทยาศาสตร์รุ่นหลังที่ได้รับอิทธิพลทางความคิดจาก Lyell คือ Charles Darwin และ Thomas Henry Huxley

ถ้าย้อนกลับไปศึกษาผลงานของ Lyell ก็ตระหนักได้ว่า ในยุคที่ Lyell กำลังทำวิจัยนั้น สถาบันศาสนาได้สอน

ผู้คนทั่วไปให้เชื่อว่า ความรู้ และวิชาการ มีปรากฏอยู่อย่างสมบูรณ์ในคัมภีร์ไบเบิล เช่น พระเจ้าทรงสร้างสรรพสิ่ง ทั้งที่มีชีวิต และไม่มีชีวิต รวมถึงโลก และเอกภพ ดังนั้นอาจารย์ที่สอนวิชาธรณีวิทยาจึงจำเป็นต้องสอนตามตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในไบเบิล เช่น เทือกเขาสามารถเกิดขึ้นได้ภายในเวลาวันเดียวตามคำบัญชาของพระเจ้า และสิ่งมีชีวิตก็จะคงอยู่และเป็นอยู่ตามรูปแบบที่พระเจ้าทรงสร้าง โดยจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้นในอนาคต

แต่เมื่อถึงคริสต์ศตวรรษที่ 18 นักชีววิทยาได้เริ่มพบฟอสซิลของสัตว์ที่ฝังอยู่ในชั้นหิน อีกทั้งสามารถเห็นได้ชัดว่า ซากนั้นเป็นของสัตว์ที่ไม่มีใครเคยพบเห็นมาก่อนบนโลก ซึ่งหมายความว่า สัตว์ชนิดนั้นได้สูญพันธุ์ไปนานมากแล้ว การตระหนักรู้นี้ทำให้นักชีววิทยามีความคิดว่า โลกในอดีตมีสัตว์หลายชนิดที่ไม่เหมือนสัตว์ปัจจุบัน การค้นพบนี้จึงให้คำตอบที่ขัดแย้งกับคำสอนในไบเบิลที่ว่า สัตว์โลกไม่มีการสูญพันธุ์

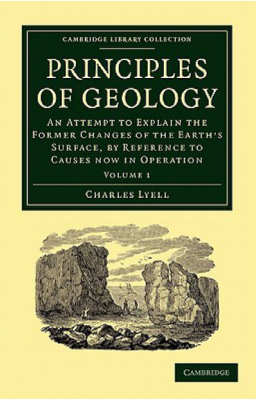
ทว่า James Hutton ซึ่งเป็นนักธรณีวิทยารุ่นก่อน Lyell ได้เสียชีวิตไปก่อน Lyell เกิด 15 ปี เขาเคยเขียนบทความทางธรณีวิทยาว่า สาเหตุที่ทำให้ผิวโลกเปลี่ยนสัณฐาน มิได้หายสาบสูญไปที่ใด แต่อยู่บนโลก และจะทำให้ผิวโลกเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต ทว่าแนวคิดนี้ของ Hutton ไม่ได้รับความสนใจจากบรรดานักวิชาการในสมัยนั้น และเขาได้ถูกสังคมประณามว่าเป็นคนนอกรีต

เมื่อถึงยุคของ Lyell หลังจาก Hutton การมีข้อมูลที่มากกว่า เป็นนักเขียนธรรมดาและมีลีลากับสำนวนเขียนน่าอ่านยิ่งกว่าของ Hutton เสียอีก ความคิดของ Lyell จึงเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางกว่า ทำให้ Lyell เป็นนักธรณีวิทยาคนสำคัญคนหนึ่งของอังกฤษซึ่งรอบรู้ด้านนิเวศวิทยา แต่ไม่ตระหนักว่า ระบบนิเวศมีความสำคัญต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตมากเพียงใด

ดังนั้นเมื่อ Charles Darwin เรียบเรียงหนังสือ Origin of Species เสร็จในปี ค.ศ. 1859 และ Lyell เห็นฟอสซิล เขาจึงรู้ว่าสัตว์ก็มีวิวัฒนาการ จึงได้เรียบเรียงองค์ความรู้นี้ลงในตำรา Principles of Geology ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 10 ในปี ค.ศ. 1866 (ในการพิมพ์ครั้งที่ 1-9 Lyell ยังเห็นไม่สอดคล้องกับ Darwin นักจึงไม่ได้เอ่ยถึงทฤษฎีวิวัฒนาการในหนังสือเล่มที่ Lyell เขียน) แต่เมื่อเข้าใจว่า Darwin ก็ใช้หลักการของ Lyell จึงหันมาสนับสนุน Darwin ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา

บรรณานุกรม

Lyell, C. (1875). *Principles of Geology*. London: John Murray.



รูปที่ 1 หน้าปกหนังสือ Principles of Geology

ที่มา https://n4.sdlcdn.com/imgs/e/8/c/Principles-of-Geology-SDL311177767-1-a55db.jpg

ตำรา Principles of Geology ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 10-12 อธิบายว่า การทำลายสปีชีส์เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพราะสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลง ดังนั้นสปีชีส์จึงต้องปรับตัวตาม เพื่อให้สามารถดำรงชีพได้อย่างเหมาะสม แต่ Lyell ไม่สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง สิ่งมีชีวิตสปีชีส์ใหม่จะเกิดขึ้นได้อย่างไร และเขาก็ยอมรับว่าความรู้ที่เขามียังไม่สมบูรณ์

ทั้ง ๆ ที่ Lyell มิได้เป็นนักวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเรียน แต่ก็ได้ใช้ตรรกะและหลักการรวมถึงหลักฐานต่าง ๆ ในมุมมองของนักกฎหมายเพื่อสร้างทฤษฎีใหม่ ๆ ที่สามารถอธิบายเหตุการณ์ได้ในภาพรวม โดยไม่สนใจหรือให้น้ำหนักในการอธิบายภาพย่อย เพราะจะทำให้เสียเวลา แนวคิดของ Lyell จึงเป็นที่ชื่นชมของ Darwin มาก จนต้องเดินทางมาขอคำปรึกษาอยู่เนือง ๆ

ครั้นเมื่อ Darwin ได้พบว่า Wallace พบทฤษฎีวิวัฒนาการในเวลาไล่เลี่ยกันกับเขาและทำงานอย่างอิสระ Darwin รู้สึกตกใจมาก จึงไปหา Lyell เพื่อขอคำแนะนำ และ Lyell ได้เสนอให้คนทั้งสองไปรายงานตัวในที่ประชุมของ Royal Society พร้อมกัน โดยให้ที่ประชุมฟังรายงานของ Wallace ก่อนแล้วตามด้วยรายงานของ Darwin

ในปี ค.ศ. 1875 เมื่อภรรยาเสียชีวิต Lyell รู้สึกเสียใจมาก และใช้ชีวิตต่ออีก 2 ปี ก่อนจะจากโลก Lyell ได้เขียนจดหมายถึง Ernst Haeckel ทำนองตัดพ้อว่า นักชีววิทยาส่วนใหญ่ (ในสมัยนั้น) ไม่รู้ว่าช่วงเวลาระหว่างการทำงานของ Lamarck กับของ Darwin มีความรู้ชีววิทยาอะไรเกิดขึ้นบ้าง (Lyell คือคนที่สร้างผลงานชีววิทยามากที่สุดในช่วงนั้น)

แต่ทุกวันนี้ นักชีววิทยาทั่วโลกยอมรับแล้วว่า Lyell คือ บุคคลที่ทำให้ Darwin ยิ่งใหญ่ หลังจากที่ได้อ่านตำรา Principles of Geology ซึ่งทำให้เรารู้ว่าความนึกคิดของ Darwin และผู้อ่านทุกคนก็มีวิวัฒนาการ

จินดาพร หมวกหมื่นไวย • ผู้ชำนาญ สาขาเทคโนโลยี สสวท. • e-mail: jmuak@ipst.ac.th

ปรับกิจกรรมเก่า ให้เข้ากับเทรนด์สะเต็ม

สะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM education) เป็นรูปแบบหนึ่งของสหวิทยาการในการเรียน ซึ่งทลายกรอบของการเรียนแบบเดิมที่แยกการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ออกจากกันมาเป็นการบูรณาการความรู้ทั้ง 4 วิชาเข้าด้วยกันเพื่อให้สอดคล้องกับการแก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยการเชื่อมโยงกับประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

เป้าหมายของสะเต็มศึกษาคือให้ผู้เรียนมีความสามารถในการทำงานและเติบใหญ่อย่างประสบความสำเร็จในโลกที่ถูกพัฒนาโดยเทคโนโลยีขั้นสูง "การรู้สะเต็ม (STEM literacy)" จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในแนวคิดด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในกระบวนการตัดสินใจ รวมทั้งการมีส่วนร่วมในหน้าที่พลเมือง วัฒนธรรม และเศรษฐกิจ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษายังสามารถพัฒนาทักษะของผู้เรียนได้หลายด้าน เช่น การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งล้วนเป็นทักษะสำคัญที่จะช่วยให้เยาวชนประสบความสำเร็จในการทำงาน และการดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันและอนาคต

ค้นหากิจกรรมสะเต็ม

ในการออกแบบกิจกรรมสะเต็ม ผู้สอนมักมีความกังวลและไม่มั่นใจเนื่องจากต้องคิดรูปแบบของกิจกรรมใหม่ให้น่าสนใจ และชวนติดตาม อีกทั้งต้องบูรณาการเนื้อหาให้ได้ถึง 4 วิชา นอกจากนี้ยังต้องทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาอื่นที่จะนำมาบูรณาการ ซึ่งไม่ใช่เนื้อหาที่ตนมีความถนัดหรือประสบการณ์ ดังนั้นจึงดูเป็นภาระอันใหญ่หลวงที่ต้องทำ อย่างไรก็ตามในการออกแบบกิจกรรมสะเต็ม ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ทั้งหมด แต่สามารถนำกิจกรรมเดิมที่มีอยู่แล้ว หรือที่เคยสอนหรือที่ได้ศึกษาจากแหล่งต่าง ๆ มาพัฒนาให้เป็นกิจกรรมสะเต็มได้ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวนั้นอาจมาจากรูปแบบของกิจกรรมดังต่อไปนี้

- กิจกรรม Hands-on เป็นกิจกรรมที่ใช้เวลาสั้น ๆ ซึ่งจะสร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านการลงมือปฏิบัติ สัมผัส จัดการ และควบคุมอุปกรณ์ เช่น กิจกรรมต่อวัสดุเป็นโครงสร้างหรือรูปทรงต่าง ๆ กิจกรรมตัดกระดาษเป็นรูปที่ต้องการ การหาความจุของภาชนะ และสร้างแบบจำลอง
- การทดลอง/โจทย์แบบฝึกหัด เป็นกิจกรรมที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติในรูปของการทดลองที่มีการสังเกต การบันทึกผล การควบคุมตัวแปร การอภิปราย การสรุปผล ตลอดจนการขยายความรู้เพิ่มเติมไปยังเรื่องที่เกี่ยวข้อง ซึ่งกิจกรรมนี้อาจเกิดขึ้นในหรือนอกห้องทดลองก็ได้ นอกจากนี้โจทย์หรือสถานการณ์ที่ผู้สอนให้ผู้เรียนทำเพื่อเป็นแบบฝึกหัดหรือแบบฝึกทักษะ ก็สามารถนำมาใช้ได้เช่นกัน ตัวอย่างของกิจกรรม เช่น การปลูกถั่วงอก การลำเลียงน้ำของต้นไม้ การแยกสารละลาย การวัดความเข้มแสงหรืออุณหภูมิด้วยเซนเซอร์ และการเขียนโปรแกรมคำนวณหาพื้นที่
- ชิ้นงาน/โครงงาน/การแข่งขัน: ชิ้นงาน หรือโครงงาน หรือการประกวดแข่งขันผลงาน มักมีการกำหนดเป้าหมายหรือสถานการณ์ปัญหาเพื่อนำผลงานไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน หรือช่วยให้การดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ สะดวกสบายขึ้น เช่น สบู่จากสมุนไพรและพืชพื้นบ้าน อุปกรณ์รดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ ของเล่นพื้นบ้าน จรวดขวดน้ำ หุ่นยนต์เตะฟุตบอล ร่มชูชีพ ไม้เท้าสำหรับผู้สูงอายุ

จะเห็นได้ว่ากิจกรรมเหล่านี้ล้วนต้องใช้ความรู้และทักษะในการทำหลายด้าน และส่งเสริมให้ผู้เรียนพยายามแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ รวมถึงสร้างแรงกระตุ้นและสร้างความท้าทายให้ผู้เรียนเรียนรู้ มีการเชื่อมโยงกับปัญหาที่ประสบในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนได้แก้ปัญหาตามสภาพจริง จึงเป็นเรื่องง่าย ที่ครูจะนำกิจกรรมเหล่านี้มาปรับปรุง เปลี่ยนแปลง และประยุกต์ ให้สอดคล้องตามแนวทางสะเต็มศึกษา

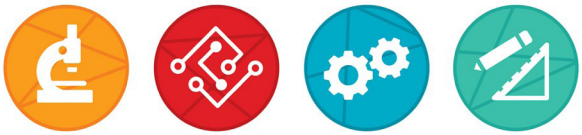
แตกแนวคิดให้เป็นกิจกรรมสะเต็ม

ผู้สอนที่ได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมสะเต็มอาจเคยบอกตัวเองว่า “กิจกรรมแบบนี้เราก็เคยใช้สอนมาแล้ว และไม่ได้เป็นวิธีการที่แปลกใหม่แต่อย่างใด” ดังเคยมีคำกล่าวในหนังสือเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาว่า “คุณก็อาจจะเป็นครูสะเต็มอยู่แล้ว” อย่างไรก็ตามครูควรพิจารณาหลักการและกระบวนการของกิจกรรมเดิมที่มีอยู่ว่ามีความสอดคล้องกับหลักการของกิจกรรมสะเต็มหรือไม่ เพื่อให้สามารถพูดได้อย่างมั่นใจว่า “กิจกรรมที่จัดขึ้นเป็นกิจกรรมสะเต็ม” ผู้เขียนจึงขอเสนอให้นำกิจกรรมที่มีอยู่แล้วมาพิจารณา แล้วแตกแนวคิดออกไปเพื่อให้สามารถเทียบเคียงกับหลักการของกิจกรรมสะเต็ม ตามประเด็นต่อไปนี้

รูปที่ 1 แนวคิดในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา

การบูรณาการความรู้ S T E M

เป็นการพิจารณารายละเอียดของกิจกรรมว่ามีบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในเรื่องใดบ้าง มีแนวคิดและสาระสำคัญอย่างไร โดยอาจบูรณาการความรู้เพียง 2 วิชาหรือมากกว่า และควรเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง ผู้เขียนมักพบว่ากิจกรรมสะเต็มบางกิจกรรมที่ออกแบบมามีการเพิ่มเติมเนื้อหาอื่นที่ผู้สอนเห็นว่าเป็นประโยชน์ แต่ไม่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา หรือพยายามเพิ่มเติมเนื้อหาเพื่อให้เกิดการบูรณาการครบทั้ง 4 วิชาซึ่งทำให้ผู้เรียนต้องจดจำเนื้อหาปริมาณมาก และใช้เวลาทำกิจกรรมเพิ่มขึ้น จึงไม่ได้มีความรู้และกระบวนการที่แท้จริงในการแก้ปัญหา การทำกิจกรรมสะเต็มที่เหมาะสมจะช่วยให้ผู้เรียนมีองค์ความรู้ใหม่ โดยผู้สอนไม่จำเป็นต้องอธิบาย



กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ประเด็นนี้มีความสำคัญมากสำหรับกิจกรรมสะเต็ม เพราะกิจกรรมที่ออกแบบนั้นต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์หรือโจทย์ที่กำหนด โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมอย่างเป็นขั้นตอน มีการกำหนดปัญหาและความต้องการ ออกแบบ แนวทางในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ครั้นเมื่อสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแล้ว ก็ต้องทดสอบปรับปรุงเพื่อให้ได้ชิ้นงานหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ทักษะในศตวรรษที่ 21

การจัดกิจกรรมสะเต็มช่วยพัฒนาทักษะของผู้เรียนในหลายด้าน โดยมีเป้าหมายที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะในคริสต์ศตวรรษที่ 21 คือ การส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปแก้ปัญหา ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เตรียมความพร้อมสำหรับการแก้ปัญหาในการทำงานและการดำเนินชีวิตในอนาคต ซึ่งการออกแบบกิจกรรมควรระบุเฉพาะทักษะสำคัญที่จะได้ระหว่างการเรียนรู้กิจกรรมนั้น เพื่อให้มีความชัดเจนว่าสามารถวัดได้อย่างแท้จริง

ผูกเรื่องราว สร้างความท้าทาย และความสนใจ

ประเด็นนี้เป็นความท้าทายของผู้สอนในการสร้างจินตนาการของตน ก่อนส่งต่อไปถึงผู้เรียน โดยการออกแบบกิจกรรมให้เนื้อหามีการเชื่อมโยงกันอย่างกลมกลืน กำหนดโจทย์ปัญหา เรื่องราว สถานการณ์ ที่น่าสนใจ เพื่อสร้างความท้าทาย จูงใจให้ผู้เรียนมีแรงกระตุ้นในการหาคำตอบ และเมื่อผู้เรียนได้แก้ปัญหาก็จะมีความรู้ กระบวนการ ทักษะต่าง ๆ ตามที่ผู้สอนได้ออกแบบไว้

อีกประเด็นหนึ่งที่อาจนำมาพิจารณาร่วมในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มคือ **พื้นฐานความรู้ของผู้เรียน** ซึ่งในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มของ สสวท. ได้ออกแบบโดยพิจารณาเรื่องพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนจากสาระการเรียนรู้แกนกลางตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน แล้วกำหนดขอบเขตของปัญหาหรือความรู้ที่จะต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหาตามระดับชั้นของผู้เรียน โดยทั่วไปกิจกรรมสะเต็มเรื่องใดเรื่องหนึ่งสามารถจัดให้แก่ผู้เรียนได้หลายระดับ ถ้านำไปจัดให้แก่ผู้เรียนระดับเล็กก็อาจไม่ต้องนำบางแนวคิดมาอธิบาย แต่ถ้านำไปใช้กับผู้เรียนระดับที่สูงก็สามารถปรับเงื่อนไขหรือแนวคิดการแก้ปัญหาไปสู่การใช้ความรู้ในระดับที่ลึกขึ้นและกว้างขึ้นได้ตามศักยภาพของผู้เรียน และสามารถทำได้อย่างยืดหยุ่น เช่น ให้นักเรียนในช่วงชั้นที่ต่างกันทำกิจกรรมด้วยกัน เป็นการเรียนรู้ร่วมกัน

ตัวอย่างการพัฒนาแนวคิดกิจกรรมเดิมสู่กิจกรรมสะเต็ม

ผู้เขียนขอยกตัวอย่างกิจกรรม hands-on กิจกรรมหนึ่งมีเงื่อนไขว่า “ให้นักเรียนนำวัสดุมาพับหรือขึ้นรูปเพื่อใช้ใส่น้ำให้ได้ปริมาณมากที่สุด และสามารถลอยน้ำได้ภายในเวลาที่กำหนด” โดยสามารถพัฒนากิจกรรมนี้สู่กรอบแนวคิดของกิจกรรมสะเต็มสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ดังนี้

กิจกรรม “เรือบรรทุกน้ำ”

ทักษะในศตวรรษที่ 21

- การเรียนรู้ร่วมกัน (ทำงานเป็นกลุ่ม และแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม)
- การแก้ปัญหา (การแก้ปัญหาตามสถานการณ์)
- ความคิดสร้างสรรค์ (ขึ้นรูปเรือไม่ซ้ำแบบกับเพื่อน /คิดแตกต่างจากผู้อื่นเพื่อให้เรือทำงาน)

การบูรณาการความรู้

S : สมบัติของวัสดุ

T : การเลือกใช้วัสดุในการติด ยึด

E : กระบวนการในการออกแบบเบื้องต้น

M : การอ่านปริมาตร

ผูกเรื่องราว สร้างความท้าทาย ความน่าสนใจ

ให้นักเรียนดูวีดิทัศน์ที่เกี่ยวกับเรือล่ม และช่วยกันหาสาเหตุ จากนั้นกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนออกแบบเรือบรรทุกน้ำให้ได้มากที่สุด และให้ลอยอยู่ได้นานไม่ต่ำกว่า 10 วินาที โดยนักเรียนสามารถเลือกวัสดุมาสร้างเรือเพียง 1 อย่าง จากที่ครูเตรียมไว้หลายชนิด

กระบวนการในการออกแบบทางวิศวกรรม

1. กำหนดปัญหาและความต้องการ
2. รวบรวมข้อมูล
3. ออกแบบและปฏิบัติการ
4. ทดสอบและประเมินผล

รูป นักเรียนช่วยกันออกแบบและวางแผน

จากนั้นให้เชื่อมโยงกรอบแนวคิดและขยายรายละเอียดต่าง ๆ เพื่อนำไปออกแบบเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ตามที่สถานศึกษากำหนด สำหรับขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม ควรจัดลำดับอย่างต่อเนื่องและบูรณาการเนื้อหาให้กลมกลืน โดยไม่แยกวิชา ให้นักเรียนมองเห็นว่าการแก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้และทักษะหลายด้านในการแก้ปัญหาพร้อมกัน และทุกคนมีส่วนในการช่วยแก้ปัญหา แสดงความคิดเห็น นำเสนอความรู้และเรียนรู้ร่วมกัน

บทสรุปและข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปสู่การพัฒนากิจกรรมสะเต็ม

จากตัวอย่างที่กล่าวในตอนต้นจะเห็นได้ว่าการพัฒนากิจกรรมสะเต็ม ครูไม่จำเป็นต้องออกแบบใหม่ทั้งหมด คือสามารถนำกิจกรรมเดิมที่มีอยู่มาปรับปรุงโดยการแตกประเด็นสำคัญให้สอดคล้องตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา เน้นให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงซึ่งต้องใช้ความรู้หลายด้านในการแก้ปัญหา การบูรณาการความรู้ในกิจกรรมสะเต็มสามารถทำได้ตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไปหรือมากกว่า 4 วิชาก็ได้ ขึ้นกับบริบทของการแก้ปัญหาหรือการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ อย่างกลมกลืนและเหมาะสม

Empower world class
teaching & learning experiences

สสวท. ได้ส่งเสริมให้ผู้สอนจัดกิจกรรมสะเต็มในการเรียนการสอนเพื่อเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถคิด วิเคราะห์และแก้ปัญหาต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานในการใช้ชีวิตและการทำงานในอนาคต การปรับปรุงรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ให้น่าสนใจด้วยเทคนิค หรือวิธีการใดก็ตามล้วนมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เรียน สะเต็มศึกษาจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน ไม่ว่ากระแสนิยมของการจัดการเรียนรู้จะเปลี่ยนไปอย่างไร ผู้สอนก็ยังเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการเลือกและออกแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนในสภาพแวดล้อมที่สังคม เศรษฐกิจ และเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

บรรณานุกรม

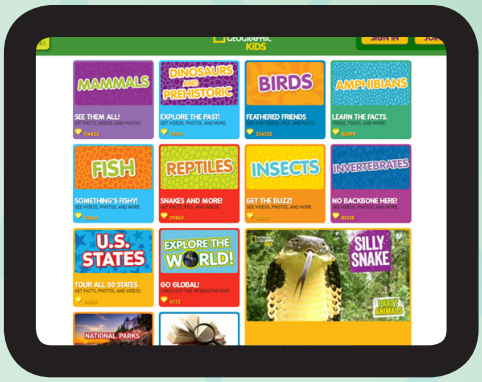
Partnership for 21st century learning. *Framework for 21st Century Learning*. Retrieved Jan. 27, 2016, from http://http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework.pdf.

Vasquez, Jo Anne, Sneider, Cary & Comer, Michael. (2013). *STEM Lesson Essentials Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics.* NH: Heinemann.

สุประดิษฐ์ รุ่งศรี • นักวิชาการ ฝ่ายนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ สสวท. • e-mail: sroon@ipst.ac.th

เว็บช่วยสอน

National Geographic Kids
http://kids.nationalgeographic.com/



เว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้นโดย National Geographic เพื่อเป็นคลังข้อมูลสัตว์ป่านานาชนิด ให้ครู นักเรียนทุกระดับชั้นตั้งแต่ปฐมวัยถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือผู้ที่สนใจทั่วไป สามารถศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ เข้าใจพฤติกรรมและการดำรงชีวิตของสัตว์ ภายในประกอบด้วยสื่อที่หลากหลาย เช่น วีดิทัศน์ ภาพ พร้อมคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะเด่นและถิ่นกำเนิดของสัตว์แต่ละประเภท นอกจากนี้ ยังมีกิจกรรมกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยการให้เหรียญตรา (Badges) เป็นรางวัลร่วมทำกิจกรรมให้ลุล่วงตามที่กำหนด

Thinkport Education
http://www.thinkport.org/

แหล่งรวบรวมทรัพยากรออนไลน์ที่น่าสนใจ พัฒนาขึ้นโดยสถานีโทรทัศน์เพื่อการศึกษาสำหรับครูและนักเรียน มลรัฐแมริแลนด์ ประเทศสหรัฐอเมริกา นำเสนอสื่อต่าง ๆ อาทิ วีดิทัศน์ บทเรียน และแอนิเมชันที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อได้โดยตรง มีเนื้อหาน่าเชื่อถือ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษาได้เป็นอย่างดี เหมาะสำหรับครู นักเรียนระดับปฐมวัยถึงมัธยมศึกษาตอนปลายและผู้ที่สนใจทั่วไป

Interactive Sites for Education
http://interactivesites.weebly.com/

เว็บไซต์ที่รวบรวมสื่อดิจิทัล โดยผู้จัดทำคือ Karen Ogen มีความตั้งใจที่จะรวบรวมสื่อเพื่อให้ครูและผู้สนใจนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษ และวิชาอื่น ๆ สื่อส่วนใหญ่นั้นจัดทำในรูปแบบ Learning Object โดยใช้เทคโนโลยี Flash เหมาะสำหรับครู นักเรียนระดับปฐมวัยถึงประถมศึกษาตอนปลาย

สสวท. จับมือ มูลนิธิเทมาเส็ก NIE และ สอศ. ประชุมพัฒนาผู้นำการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาเพื่อเตรียมพร้อมสู่สายอาชีพ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มูลนิธิเทมาเส็ก (Temasek Foundation) ประเทศสิงคโปร์ สถาบันการศึกษาแห่งชาติสิงคโปร์ (NIE) และ **สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.)** ร่วมกันจัด**ประชุมปฏิบัติการโครงการความร่วมมือพัฒนาผู้นำการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมสู่สายอาชีพ** โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาครูผู้นำด้านสะเต็มศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษา และอาชีวศึกษา มุ่งสร้างผู้นำในการใช้แนวทางสะเต็มศึกษาจัดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ณ ห้องประชุมชั้น 2 ตึกอินทนิล สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา (สอศ.) เมื่อวันที่ 22-24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560

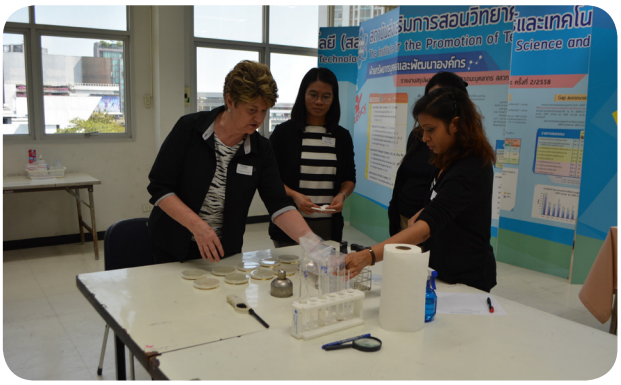
สสวท. จัดแสดง โครงงานสะเต็มศึกษาดีเด่น ระดับนานาชาติ ในงาน STEM Showcase

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ได้จัดงาน **"STEM Showcase"** เพื่อจัดแสดงโครงงานสะเต็มศึกษาดีเด่นระดับนานาชาติ ที่ห้องคอนเวนชันฮอลล์ C และ D โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ สุขุมวิท กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560

โครงงานที่นำเสนอภายในงาน ได้แก่ ถ่านเศษไม้เหลาดินสอ โรงเรียนเซนต์โยเซฟทิพวัล จ.สมุทรปราการ ถุงเพาะชำ REUSE โรงเรียนคลองแดนวิทยา จ. สงขลา การศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงของหนอนไหมในการควบคุมการพ่นใยเพื่อการผลิตแผ่นใยไหม โรงเรียนดำรงราษฎร์สงเคราะห์ จ.เชียงราย และ การศึกษาผลการประยุกต์ใช้เทคนิคนิวเมติกส์ (pneumatic) ภาษาซีและระบบควบคุมอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการล้างเครื่องปรับอากาศโดยใช้เครื่องล้างแบบอัตโนมัติ โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จ. พิษณุโลก และนอกจากนั้นยังมีการจัดแสดงผลงานของครูดีเด่นสะเต็มศึกษา ประเทศไทยอีกด้วย

สสวท. ชวนครูมัธยมศึกษาตอนต้นทบทวนความรู้ก่อนสอบจริง

ดร.พรพรรณ ไวทยางกูร ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) แจ้งว่า สสวท. จัดทำวีดิทัศน์เสริมความรู้เพื่อช่วยครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในการทบทวนความรู้สำหรับเตรียมสอบวัดความรู้ครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานที่มุ่งเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) จะเริ่มทดสอบวัดความรู้ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 ทั่วประเทศ ในวันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2560 ผ่านระบบออนไลน์ TEPE Online ของ สพฐ. จึงขอเชิญชวนครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ติดตามการออกอากาศวีดิทัศน์ได้ที่ สถานีโทรทัศน์เพื่อการศึกษา (ETV) และสถานีวิทยุโทรทัศน์การศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม (DLTV) ช่อง 186 – 200 (True Vision) ตั้งแต่บัดนี้จนถึง 26 มีนาคม พ.ศ. 2560 หรือรับชมย้อนหลังและติดตามรายละเอียดตารางออกอากาศวีดิทัศน์ได้ที่ http://pd.ipst.ac.th/



สสวท. เพิ่มพลังความรู้ครูด้านจุลชีววิทยา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จัดค่ายจุลชีววิทยาสำหรับครู (Micro Camp : Microbiology workshop for teachers) ให้แก่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์พร้อมฝึกทักษะปฏิบัติ โดยมี Dr. Margaret Whalley จาก Microbiology in Schools Advisory Committee (MiSAC) สหราชอาณาจักร มาถ่ายทอดประสบการณ์และแนวทางเพื่อเพิ่มพูนความรู้ในการจัดกิจกรรมการสอนชีววิทยาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ณ ห้องประชุม 1602 อาคารอำนวยการ สสวท. เมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560

กิจกรรมการอบรมประกอบด้วย กิจกรรมจุลินทรีย์ในอากาศ จุลินทรีย์รอบตัวเรา เป็นต้น ซึ่งคุณครูได้รับความรู้ผ่านการบรรยายและการทดลองโดยมีทีมวิทยากรให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

เยาวชนไทยนำเสนอผลงานวิจัย GLOBE-STEM ในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ จัดส่งคณะนักเรียนเข้าร่วมโครงการแลกเปลี่ยนระหว่างนักเรียนในการนำเสนอผลงานวิจัย GLOBE-STEM ในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก ณ เมือง Bhubaneswar ประเทศอินเดีย ในวันที่ 31 มกราคม – 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 โดยมีนักเรียนและครู จาก 3 ประเทศ ได้แก่ อินเดีย ไต้หวัน และไทย ในส่วนของประเทศไทย มีนักเรียนระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนเซนต์โยเซฟทิพวัล จำนวน 5 คน และ นักเรียนระดับมัธยมศึกษา จากโรงเรียนศีลาจารพิพัฒน์ จำนวน 4 คน รวมทั้งนักวิทยาศาสตร์จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำนวน 1 คน และ สสวท. 1 คน รายชื่อดังนี้

1. นายกิจจา เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา	นักเรียนโรงเรียนศีลาจารพิพัฒน์
2. นางสาวปาริชาติ จวนสว่าง	นักเรียนโรงเรียนศีลาจารพิพัฒน์
3. นางสาวธนิฏฐา กลิ่นประทุม	นักเรียนโรงเรียนศีลาจารพิพัฒน์
4. นางสาวเลิศบุษยา ไทยเจริญ	ครูโรงเรียนศีลาจารพิพัฒน์
5. เด็กหญิงพรลภัส อัครบุปผา	นักเรียนโรงเรียนเซนต์โยเซฟทิพวัล
6. เด็กหญิงอันติมา อันติมะสุวพัชร	นักเรียนโรงเรียนเซนต์โยเซฟทิพวัล
7. เด็กหญิงศุภิสรา วณิกกุล	นักเรียนโรงเรียนเซนต์โยเซฟทิพวัล
8. นางแสงมณี สง่ากุล	ครูโรงเรียนเซนต์โยเซฟทิพวัล
9. นายมนต์มนัส บุญชู	ครูโรงเรียนเซนต์โยเซฟทิพวัล
10. นางสาวสุชาดา กรุณา	นักวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน
11. นายอิทธิพงษ์ โลกุตรพล	ผู้จัดการคณะ สสวท.

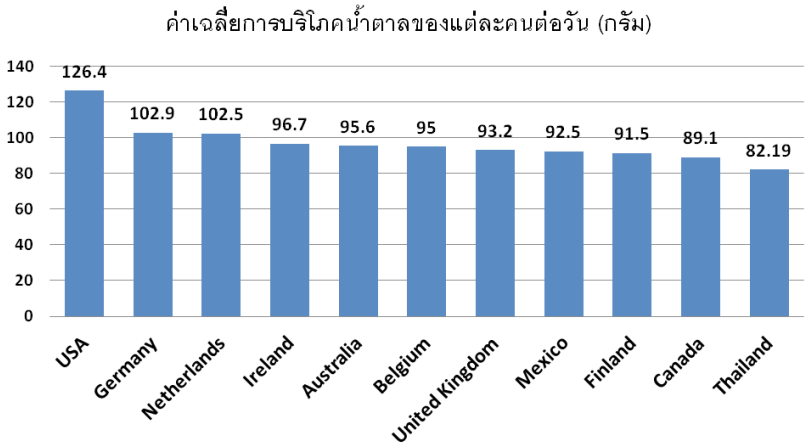
คาราวานวิทยาศาสตร์ จ.ระนอง

รองศาสตราจารย์ ดร.สัญญา มิตรเอม รองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มอบของที่ระลึกให้แก่โรงเรียนที่ร่วมกิจกรรม“ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สสวท.” ในคาราวานวิทยาศาสตร์ ภายใต้ความร่วมมือกับองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.) ที่โรงเรียนพิชัยรัตนาคาร จังหวัดระนอง เมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560

QUIZ

สวัสดีปีใหม่แบบไทย คุณ ๆ ผู้อ่านที่รัก ตอนนี้คุณ ๆ และต่ายกำลังอยู่ในช่วงเวลาที่ร้อนที่สุดของปี และเมื่ออากาศร้อนแต่เรายังต้องทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันซึ่งทำให้เรารู้สึกอ่อนเพลียง่ายกว่าปกติ วิธีที่ง่ายที่สุดในการดำรงชีวิตของคนยุคปัจจุบันก็คือ การดื่มเครื่องดื่มเย็น ๆ และหวาน

"ความหวาน" นี่เองคุณ ๆ เอ๋ย ที่เป็นปัญหาสุขภาพของคนทั่วโลก จากข้อมูลที่ต่ายเก็บมาจากเว็บไซต์ http://www.worldatlas.com/articles/top-sugar-consuming-nations-in-the-world.html ที่จัดอันดับ 10 ประเทศที่บริโภคน้ำตาลสูงสุดติดอันดับโลก และจากข่าวปลายปี พ.ศ. 2558 ที่กระทรวงสาธารณสุข ร่วมกับ สสส. และภาคีเครือข่าย เร่งรณรงค์สร้างค่านิยม คนไทยอ่อนหวาน ที่ได้เปิดเผยข้อมูลทางสถิติว่า คนไทยบริโภคน้ำตาลเฉลี่ยคนละ 30 กิโลกรัม/ปี และเมื่อนำมาคำนวณเป็นการบริโภคเป็นกรัมต่อวันก็จะได้ข้อมูลดังกราฟ



กราฟแสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยการบริโภคน้ำตาลของแต่ละคนใน 10 ประเทศที่มีการบริโภคน้ำตาลสูงที่สุด กับค่าเฉลี่ยการบริโภคน้ำตาลของคนไทย (หมายเหตุ – ประเทศไทยไม่ได้ถูกจัดอยู่ในอันดับที่ 11 ของโลก แค่เป็นการนำข้อมูลมาเปรียบเทียบเท่านั้น)

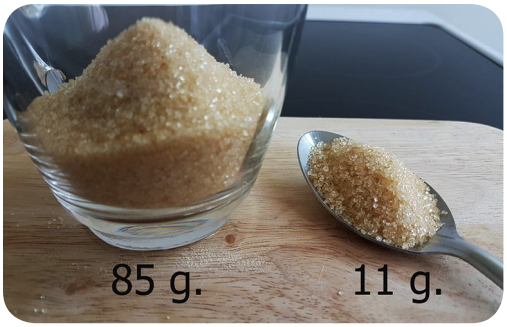
ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสม สำหรับการบริโภคต่อวันควรเป็นเท่าไหร่

องค์การอนามัยโลกได้ระบุไว้เป็นมาตรฐานว่า การบริโภคน้ำตาลประมาณ 11 กรัมต่อวัน จะส่งผลดีต่อสุขภาพ และแต่ละคนไม่ควรบริโภคน้ำตาลเกิน 25 กรัมต่อวัน

ซึ่งจากตัวเลขที่ระบุมา จะเห็นได้ว่า คนไทยบริโภคน้ำตาลสูงกว่าค่าสูงสุดของมาตรฐานถึง 3.28 เท่า เรากินหวานสุดชีวิตกันเลยทีเดียว และต่ายยังเชื่อมั่นอีกว่า ไม่มีประชากรมนุษย์คนใดสามารถกะเกณฑ์หรือคาดประมาณปริมาณน้ำตาลที่บริโภคต่อวันได้ใกล้เคียงกับที่องค์การอนามัยโลกได้กำหนดเป็นแนวทางไว้อย่างแน่นอน เพราะน้ำตาลที่คุณ ๆ และต่ายบริโภคมันไม่ได้ถูกนำมาเสิร์ฟในจานอาหารแบบเป็นกรัม ให้เราได้รู้ได้เห็น ได้ชั่ง ได้ตวง ได้วัด และจดบันทึก แต่มันแฝงมาในรูปแบบของความหวานในอาหารและเครื่องดื่มที่สร้างความสดใส สวย และสดชื่นให้กับผู้บริโภค

แล้วเราจะรู้ได้อย่างไร ว่าเราบริโภคน้ำตาลเกินมาตรฐานที่กำหนด

สำหรับคนทั่วไป ต่ายเชื่อว่า มันยากที่จะเข้าใจ ยากที่จะกะประมาณปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมที่ควรบริโภคต่อวัน 11 กรัม 25 กรัม และ 85 กรัม มันประมาณไหนกันนะ คุณลองดูภาพต่อไปนี้ ที่ต่ายจัดทำมาเพื่อคุณ ๆ โดยเฉพาะ ต่ายเชื่อว่า คุณจะร้องอ๋อฉันนึกออกแล้ว หรือ โอ้วตายแล้ว นี่ฉันกินหวานมากไปหรือเนี่ย



ภาพเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาล 11 กรัม และ 85 กรัม

จากภาพ จะเห็นว่า ปริมาณน้ำตาล 11 กรัม ที่ใส่ในช้อนสำหรับตักอาหารขนาดปกติทั่วไป คือ ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมที่แต่ละคนควรบริโภคต่อวัน หากทำได้คุณก็จะปลอดภัยจากหลายโรคแทรกซ้อนที่เป็นผลจากการบริโภคน้ำตาลมากเกินไป และปริมาณน้ำตาล 85 กรัม ในแก้ว คือ ค่าปริมาณน้ำตาลเฉลี่ยที่คนไทยบริโภคต่อวัน (จากกราฟ คือ 82.19 กรัม/วัน/คน) นั่นคือประมาณ 8 ช้อน/วัน

บริโภคน้ำตาลมาก ๆ นำไปสู่โรคภัยมากมาย

มีโรคภัยมากมายที่เป็นผลมาจากการบริโภคน้ำตาลสูง สัญญาณเตือนที่ชัดที่สุด ที่คนทั่วไปมักจะมองข้ามก็คือ ภาวะน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ลงพุง ก้นย้อย เหนื่อยง่าย หากปล่อยไว้สักพักจะเริ่มมีสัญญาณเตือนจากการแบกรับน้ำหนักตัวที่มากขึ้นก็คือ อาการปวดหัวเข่า จากนั้นจะทำให้คุณเริ่มไม่อยากจะทำอะไร ขยับตัวน้อยลง ไม่ออกกำลังกาย นี่แหล่ะ คือ ตัวกระตุ้นให้โรคต่าง ๆ พุ่งเข้าหาคุณมากขึ้นและไวขึ้นอีกเท่าตัว

แผนภาพแสดงโรคที่เกิดจากการบริโภคน้ำตาล
มากเกินความต้องการของร่างกาย

ที่ต่ายเกริ่นมาทั้งหมด ต่ายแค่จะมาอัปเดทข่าวเกี่ยวกับงานวิจัยโรคเบาหวาน ล่าสุด ที่อาจจะทำให้คุณ ๆ สนใจที่จะเปลี่ยนพฤติกรรมการกินการบริโภคเพื่อให้พ้นภัยจากโรคนี้กัน โดยต่ายได้อ่านพบในนิตยสาร Nature Reviews ที่ได้กล่าวถึงงานวิจัยที่ใช้วิธีอดอาหารเพื่อกระตุ้นให้เซลล์ที่ไม่สร้างอินซูลินสามารถสร้างอินซูลินได้อีกครั้ง ซึ่งมีผลกับเบาหวานทั้งสองชนิด คือ เบาหวานที่เกิดจากพันธุกรรมและเบาหวานที่เกิดจากพฤติกรรมการกินอาหาร (จาก Bradley, C.A. (2017). Diabetes: Fasting and [beta] cell regeneration. Nature Reviews Endocrinology) แต่นี่เป็นเพียงแค่รายงานการทดลองและค้นพบในหนูทดลองเท่านั้น คุณสามารถอ่านรายละเอียดได้ในรายงานการวิจัยฉบับเต็มของ Cheng, C.W., Villani, V., Buono, R., Wei, M., Kumar, S., Yilmaz, O. H., ... & Longo, V. D. (2017). Fasting-Mimicking Diet Promotes Ngn3-Driven β-Cell Regeneration to Reverse Diabetes. *Cell, 168*(5), 775-788.

ก่อนหน้านี้ ต่ายได้เคยเล่าถึงเรื่องเกี่ยวกับการอดอาหารเพื่อสุขภาพมาแล้ว ต่ายเชื่อว่า หากคุณปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการกินอาหาร ลดปริมาณอาหารที่กิน และปรับเปลี่ยนชนิดอาหารที่กิน โดยเน้นไปทางพืชผักผลไม้และสมุนไพรมากขึ้น ลดการบริโภคน้ำตาลและน้ำหวานชนิดต่าง ๆ ออกกำลังกาย เพียงเท่านี้ ต่ายเชื่อว่าระบบต่าง ๆ ในร่างกายของคุณจะสามารถทำงานได้อย่างสมดุล

เฉลยคำถามฉบับที่ 203

ที่ต่ายชวนคุณมาช่วยกันคิดเลขจากโจทย์ที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน ก็คือ สมมุติว่า มีบริษัทโฆษณาสินค้าชนิดหนึ่ง โฆษณาผ่านทีวี ในช่วงเวลาที่แพงที่สุด คือ นาทีละ 7 แสนบาท เป็นเวลา 2 นาที โดยโฆษณาในช่อง 3, 5, 7, 9 วันละ 2 ครั้ง ทุกวัน เป็นเวลา 30 วัน และโฆษณาขายสินค้าจากราคาปกติ 15,000 บาท ลดเหลือ 3,300 บาท และได้รับสิทธิ์ซื้อ 1 แถม 1 และหากบริษัทตั้งราคาสินค้าสูงกว่าราคาต้นทุน 50% คำถามของต่ายก็คือ บริษัทจะต้องขายสินค้าให้ได้ทั้งหมดกี่ชิ้นในหนึ่งเดือนถึงจะพอดีกับค่าโฆษณาที่ต้องจ่ายไป ขั้นตอนแรก ต้องคิดหาราคาค่าโฆษณาที่ต้องจ่ายไปในหนึ่งเดือนก่อน ซึ่ง = [(700,000 x 2 นาที) x 4 ช่อง x 2 ครั้ง x 30 วัน] = 336,000,000 บาท

ราคาสินค้าสุดท้าย จะตั้งสูงกว่าราคาต้นทุน 50% นั่นคือ ถ้าราคาทุน 100 บาท ก็จะขายที่ราคา 150 บาท ราคาขายสุดท้าย คือ 3,300/2 = 1,650 บาท ต่อชิ้น ดังนั้น ตามโจทย์ราคาทุน = 1,100 บาท/ชิ้น กำไรต่อชิ้นคือ 550 บาท ถ้าจะขายให้พอดีเพื่อจ่ายค่าโฆษณาจะต้องขายให้ได้ = 336,000,000/550 = 610,910 ชิ้น ต่อเดือน ต่ายตั้งใจจะให้คุณ ๆ เห็นว่า ในการขายสินค้าให้ได้ 6 แสนกว่าชิ้นในระยะเวลาเพียงเดือนเดียว มีโอกาสเป็นไปได้มากน้อยแค่ไหน ถ้าเป็นไปไม่ได้ แสดงว่า ต้นทุนสินค้าจะต้องมีราคาต่ำกว่านี้อย่างแน่นอน วิธีคิดในลักษณะนี้เป็นการสร้างความตระหนักให้กับคุณ ๆ ก่อนที่จะซื้อสินค้าอะไรบางอย่าง ^_^ สำหรับคำถามในฉบับนี้ไม่มีผู้ใดตอบถูกเลยจ้า

คำถามฉบับที่ 205

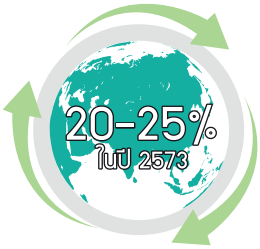
จากข้อมูลสถิติเกี่ยวกับโรคเบาหวาน พบว่า ในทุก 6 วินาที จะมีคนตายจากโรคเบาหวาน และประชากรโลก 1 ใน 11 คน เป็นเบาหวานโดยไม่รู้ตัว คุณ ๆ คิดว่า ในปี พ.ศ. 2558 มีคนเป็นเบาหวานทั่วโลกทั้งหมดกี่คน คุณคงต้องใช้ทักษะในการสืบค้นข้อมูลมาตอบต่าย และเมื่อหาคำตอบได้แล้วก็ส่งมา ที่ funny_rabbit@live.co.uk ภายในวันที่ 3 กรกฎาคม 2560 และคุณ ๆ ต้องใส่ที่อยู่ที่จะให้จัดส่งของรางวัลของคุณมาให้เรียบร้อย และเหมือนเดิม หากคุณมีความประสงค์อยากให้ต่ายส่งสื่อเล็ก ๆ น้อย ๆ จาก สสวท. ไปให้โรงเรียน (นอกเหนือจากของรางวัลที่จะได้รับ) ต่ายขอร้องให้ช่วยเขียนชื่อโรงเรียนที่คุณอยากให้ต่ายส่งของไปให้มาให้ต่ายด้วย เพื่อที่โรงเรียนจะได้นำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ ส่วนเฉลยรออ่านได้ในอีก 2 ฉบับหน้า คือฉบับที่ 207 จ้า

จะสุขหรือทุกข์
วิธีคิดของตัวคุณเอง
จะเป็นตัวกำหนด
ต่าย แสนซน

กระทรวงพลังงาน ขับเคลื่อนนโยบายพลังงาน 4.0 สู่ความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน

กระทรวงพลังงาน ในฐานะหน่วยงานที่ขับเคลื่อนนโยบายพลังงานของประเทศได้กำหนดนโยบายพลังงาน 4.0 หรือ Energy 4.0 ภายใต้กรอบยุทธศาสตร์ชาติของรัฐบาล Thailand 4.0 โดยองค์ประกอบสำคัญในการขับเคลื่อน Energy 4.0 ไปสู่เป้าหมายเพื่อให้การใช้พลังงานของประเทศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด สิ่งสำคัญของ Energy 4.0 คือ มุ่งเน้นการผลักดันให้เกิดนวัตกรรมด้านพลังงานใหม่ๆ เพื่อให้ภาครุรกิจมีความทันสมัย แข่งขันในตลาดโลกได้ อาทิ การบริหารจัดการพลังงานทดแทนให้มีความเสถียร (Firm Renewable Energy) จากการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) การเตรียมพร้อมเพื่อรองรับการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) การพัฒนาในรูปแบบของ“Smart” ต่างๆ ทั้งในส่วนของ Smart Grid ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งของ Smart City ซึ่งทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้พลังงานสามารถมีปฏิสัมพันธ์กันได้ผ่านระบบสารสนเทศและการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับด้านพลังงานเพื่อต่อยอดธุรกิจเกี่ยวกับพลังงานของประเทศให้เติบโตและก้าวหน้า ได้แก่ การเชื่อมโยงระบบไฟฟ้าระหว่างประเทศและมีการส่งไฟฟ้าขายข้ามประเทศการเปิดให้มีการแข่งขันในกิจการก๊าซธรรมชาติ ทั้งในส่วนของการใช้ท่อส่งก๊าซธรรมชาติและท่ารับ LNG รวมถึงการผลิตไฟฟ้าประเภทผสมผสานระหว่างพลังงานธรรมชาติ (PV Wind Hydro) และพลังงานชีวภาพ (Biomass Biogas MSW)

นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นการสร้างรายได้ และลดรายจ่ายให้กับประชาชนและชุมชนผ่านโครงการประชารัฐ การสนับสนุนกิจกรรมเพื่อสังคม การดำเนินโครงการพลังงานชุมชน และการส่งเสริมด้านพลังงานในธุรกิจ SMEs ช่วยเพิ่มมูลค่าสินค้าและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ให้กับผู้ประกอบการรายย่อย สอดคล้องกับนโยบาย Thailand 4.0 อีกทั้งเป้าหมายด้านพลังงานในอนาคต กระทรวงพลังงานจะผลักดันให้เกิดมิติที่ผู้บริโภคสามารถผลิตพลังงานใช้เองได้และมีความหลากหลายทางเชื้อเพลิง พร้อมทั้งผลักดันให้เกิดการลงทุนการแข่งขันในธุรกิจพลังงานอย่างเสรีและเป็นธรรม รวมถึงสร้างชุมชนเมือง ให้เป็น Smart City Smart Home มุ่งสู่สังคมสีเขียวด้วยพลังงานสะอาด ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตามเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกลง 20-25% ในปี 2573



เป้าหมายสำคัญของ Energy 4.0 เพื่อยกระดับการบริหารจัดการระบบพลังงาน ส่งผลให้การผลิตและการจัดหาพลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สะท้อนต้นทุนพลังงานที่แข่งขันได้เพื่อสามารถสร้างการลงทุนในส่วนของภาคพลังงานซึ่งเป็นส่วนในการเติบโตของระบบเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนต่อไป

กระทรวงพลังงาน
MINISTRY OF ENERGY

กำหนดการแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2560

คณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 58
แข่งขัน ณ เมืองรีโอ เดอจาเนโร สหพันธ์สาธารณรัฐบราซิล
ตั้งแต่วันที่ 12 - 23 กรกฎาคม 2560

คอมพิวเตอร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 29
แข่งขัน ณ เมืองเตหะราน สาธารณรัฐอิสลามอิหร่าน
ตั้งแต่วันที่ 28 กรกฎาคม - 4 สิงหาคม 2560

เคมีโอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 49
แข่งขัน ณ จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย
ตั้งแต่วันที่ 6 - 15 กรกฎาคม 2560

ชีววิทยาโอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 28
แข่งขัน ณ เมืองโคเวนทรี สหราชอาณาจักร
ตั้งแต่วันที่ 23 - 30 กรกฎาคม 2560

ฟิสิกส์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 48
แข่งขัน ณ เมืองบาหลี สาธารณรัฐอินโดนีเซีย
ตั้งแต่วันที่ 16 - 24 กรกฎาคม 2560

ฟิสิกส์โอลิมปิกระดับทวีปเอเชีย ครั้งที่ 18
แข่งขัน ณ เมืองยาคุตสค์ สหพันธรัฐรัสเซีย
ตั้งแต่วันที่ พฤษภาคม 2560

วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศโอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 11
แข่งขัน ณ เมืองโกตดาซูร์ สาธารณรัฐฝรั่งเศส
ตั้งแต่วันที่ 22 - 29 สิงหาคม 2560

ดาราศาสตร์และฟิสิกส์ดาราศาสตร์
โอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 11
แข่งขัน ณ จังหวัดภูเก็ต ประเทศไทย
ตั้งแต่วันที่ 12 – 21 พฤศจิกายน 2560

ประเทศไทยเป็นเจ้าภาพ
จัดการแข่งขันเคมีโอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 49

วันที่ 6- 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2560

ณ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา จังหวัดนครปฐม

49th IChO
Nakhon Pathom
THAILAND