นิตยสาร
สสวท
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี www.ipst.ac.th
IPST MAGAZINE
ปีที่ 42 ฉบับที่ 186 มกราคม - กุมภาพันธ์ 2557

การนำโปรแกรม Stellarium มาใช้ประกอบการสอน

สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

INQUIRY กำลังจะหายไป ?!?!

การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015

ISSN 0857-2801
0 09 77085 72803 0
ราคา 50 บาท

ISMTEC 2014

The International Science, Mathematics and Technology Education Conference

7-9 NOVEMBER 2014

Bangkok, Thailand

Strategies for Implementing STEM Education in Schools

The International Science, Mathematics and Technology Education Conference (ISMTEC) 2014, continues the success of ISMTEC 2013, attracting K-12 teachers and specialists, university educators and researchers from around the world. ISMTEC 2014 will take an innovative look at STEM education: science, mathematics, engineering (innovative design) and technology, a conference for teachers and STEM educators, planned by teachers and STEM educators.

Venue: Ambassador Hotel, Sukhumvit 11, Bangkok

Online registration is now open!!

ISMTEC website : http://www.ismtec.in.th

Email : ismtec@ipst.ac.th

คณะที่ปรึกษา
ประธานกรรมการ สสวท.
ผู้อำนวยการ สสวท.

บรรณาธิการบริหาร
ขจรเดช บุตรพรม

ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ
รองผู้อำนวยการ สสวท.
ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท.

หัวหน้ากองบรรณาธิการ
พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์

กองบรรณาธิการ
ดร.กุศลิน มุสิกุล
ดร.จารุวรรณ แสงทอง
ดร.ชัยวุฒิ เลิศวนสิริวรรณ
ณรงค์ แสงแก้ว
ดุสิต สังข์ร่วมใจ
ถนิม ทิพย์ผ่อง
ธันยากานต์ ยืนตระกูลชัย
นวรัตน์ อินทุวงศ์
เบ็ญจวรรณ ศรีเจริญ
ประกายกานต์ ตรีอาภรณ์
ดร.ประสงค์ เมธีพินิตกุล
ปาริฉัตร พวงมณี
ดร.พรชัย อินทร์ฉาย
พรพจน์ พุฒวันเพ็ญ
ดร.รชยา ศรีสุริฉัน
ราม ติวารี
ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์
ดร.โศจิวัจน์ เสริฐศรี
สมเกียรติ เพ็ญทอง
สุพจน์ วุฒิโสภณ
ดร.สุพรรณี ชาญประเสริฐ
อุปการ จีระพันธุ

ผู้ช่วยกองบรรณาธิการ
วนิดา คล่องอาสา
นิลุบล กองทอง
รัชนีกร มณีโชติรัตน์
สินีนาฏ ทาบึงกาฬ
ดวงมาลย์ บัวสังข์
สิริมดี นาคสังข์
สุประดิษฐ์ รุ่งศรี

เปิดเล่ม สสวท. “สะเต็มศึกษา”

ปัจจุบันมนุษย์ต้องปรับตัวเพื่อพัฒนาให้ทันกับความก้าวหน้าด้านต่าง ๆ ของโลก ทั้งด้านเศรษฐกิจ เทคโนโลยี เพื่อสร้างชีวิตให้มีศักยภาพในการดำรงชีวิตและเป็นประชาชนที่มีคุณภาพในการพัฒนาประเทศต่อไป สำหรับแนวทางการศึกษาที่เหมาะสมกับโลกยุคปัจจุบัน และโลกอนาคตที่ต่างประเทศกำลังให้ความสนใจนั้น คือ การศึกษาที่เกี่ยวพันกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรม อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จึงอาจกล่าวได้ว่าในแต่ละวันของคนเรา แสงแดด ต้นไม้ ท้องฟ้า ดวงดาว สัตว์เลี้ยง รวมถึงการดูโทรทัศน์ เล่นเกม ตลอดจนประดิษฐกรรมต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา การศึกษาประเภทนี้ล้วนเป็นการช่วยพัฒนาคนในอนาคต ทำให้คนอยากเรียนรู้ด้วยตนเอง เปลี่ยนการเรียนแบบท่องจำไปสู่การลงมือทำ ซึ่งเป็นการเรียนรู้อย่างแท้จริง และเป็นที่มาของคำว่า “สะเต็มศึกษา” ที่กำลังอยู่ในความสนใจของนักการศึกษาทุกวันนี้

“สะเต็มศึกษา” สามารถนำความรู้ ทักษะ ประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและประกอบอาชีพในอนาคต เพราะจะทำให้มนุษย์คิดอย่างมีเหตุผลเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี จึงมีความพยายามนำการเรียนรู้ลักษณะนี้มาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อบูรณาการ ทั้งแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมของประเทศไทยเรา

สำหรับฉบับนี้ เรื่องราวของ STEM รอคอยการพิสูจน์จากคุณผู้อ่านทุกท่าน เพราะครบครันด้วยสาระ แถมยังมีเรื่องราวที่น่าสนใจ ของ “Vera Rubin นักดาราศาสตร์สตรีผู้วัดความเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแลกซีเป็นคนแรก” หรือ “INQUIRY กำลังจะหายไป?!?!” และอื่น ๆ อีกมากมาย โปรดพลิกหน้าต่อไปด้วยใจระทึก...พบกันฉบับหน้าครับ

ขจรเดช บุตรพรม
บรรณาธิการบริหาร

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

(ข้อเขียนทั้งหมดเป็นความเห็นอิสระของผู้เขียน มิใช่ของ สสวท. หากข้อเขียนใดผู้อ่านเห็นว่าได้มีการลอกเลียนแบบหรือแอบอ้างโดยปราศจากการอ้างอิง กรุณาแจ้งให้กองบรรณาธิการทราบด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง)

วัตถุประสงค์

1. เผยแพร่และส่งเสริมความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีให้แก่ครูและผู้สนใจทั่วไป
2. เผยแพร่กิจกรรมและผลงานของ สสวท.
3. เสนอความก้าวหน้าของวิทยาการในด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะสนับสนุนการศึกษาของชาติให้ทันกับเหตุการณ์ปัจจุบัน
4. แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีจากครูและผู้สนใจทั่วไป

ปีที่ 42 ฉบับที่ 186 มกราคม - กุมภาพันธ์ 2557

IPST MAGAZINE
ปีที่ 42 ฉบับที่ 186 มกราคม - กุมภาพันธ์ 2557

สารบัญ

รอบรู้วิทย์

3 สะเต็มศึกษา กับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
6 INQUIRY กำลังจะหายไป ?!?!
10 Misconceptual Physics เรื่อง การหาระยะยุบของสปริง จากการปล่อยตกของมวลในแนวดิ่ง
44 การศึกษาลูกน้ำยุงกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
53 จีนส่งยานอวกาศฉางเอ๋อลงดวงจันทร์

รอบรู้คณิต

13 เกมช่วยป้องกันโรคอัลไซเมอร์
16 เชื่อมโยงความคิดคณิตสะเต็ม
21 คณิตเสริมเพิ่มปัญญา

รอบรู้เทคโนโลยี

25 เชื่อมต่อ STEM ด้วยโครงงานและ ICT สู่ทักษะศตวรรษที่ 21
32 การนำโปรแกรม Stellarium มาใช้ประกอบการสอน

การเรียนกระตุ้นความคิด

37 ความคิดสร้างสรรค์กับนักประดิษฐ์
40 การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของ PISA 2015
47 แหล่งสารสนเทศเพื่อการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี
56 เว็บช่วยสอน

นานาสาระ และข่าวสาร

29 Vera Rubin นักดาราศาสตร์สตรี ผู้วัดความเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีเป็นคนแรก
58 ข่าว สสวท.
59 QUIZ

6

21

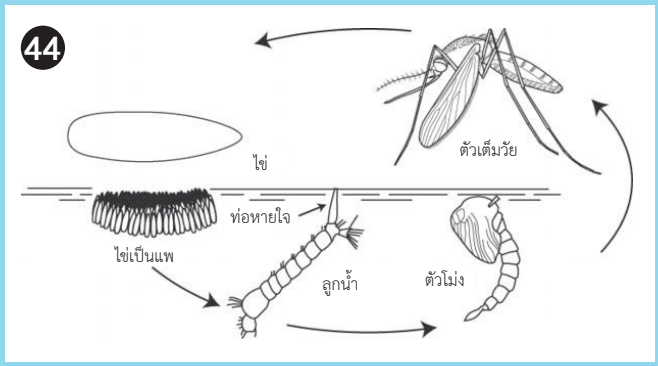
13

29

25

53

32



44

(ที่มา : http://stem-club.org/)

สะเต็มศึกษา
กับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ดร.สุพรรณี ชาญประเสริฐ ผู้อำนวยการสาขาเคมี สสวท. / e-mail : supunnee@ipst.ac.th

การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันและในอนาคตคุณครูคงต้องมีการปรับตัวพอสมควร เนื่องด้วยมีการเปลี่ยนแปลงและการปรับตัวทางด้านการศึกษาซึ่งเป็นเรื่องที่จำเป็นและจะต้องมีความสอดคล้องกับความต้องการของสังคม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านการศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 แต่การจัดการเรียนรู้ตามสะเต็มศึกษาเป็นอย่างไรนั้น ในขณะนี้เชื่อว่าผู้อ่านหลาย ๆ ท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูผู้สอนคงจะมีประเด็นสนทนากันเกี่ยวกับเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในโรงเรียนกันอย่างกว้างขวาง คุณครูส่วนใหญ่คงจะมีความวิตกกังวล ไม่แน่ใจเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นจึงมักมีคำถามหลายประการเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ซึ่งแน่นอนว่าครูในหลาย ๆ ประเทศก็มีข้อสงสัยในลักษณะเดียวกันกับครูไทยในช่วงระยะเริ่มต้นที่มีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนั้นจะขอสรุปประเด็นข้อสงสัยต่าง ๆ ในลักษณะของคำถามและคำตอบสั้น ๆ เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจ ซึ่งข้อมูลในการตอบคำถามนั้นได้มาจากการศึกษาและรวบรวมจากประสบการณ์ของผู้ที่เคยนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาไปใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา และอีกนัยหนึ่งจากแนวทางของคณะทำงานของ สสวท. ที่ส่งเสริมสนับสนุนให้มีการนำสะเต็มศึกษามาปรับใช้เพื่อรองรับความเปลี่ยนแปลงทางการศึกษา สังคมและงานอาชีพในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นข้อมูลเหล่านี้คงมีประโยชน์สำหรับคุณครูได้พอสมควร

1. สะเต็มศึกษา คืออะไร

สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยที่การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาด้วย พฤติกรรมเหล่านี้ รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ ดังนั้นจะพบว่าสะเต็มศึกษาไม่ใช่เรื่องใหม่ เพียงแต่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อมุ่งเน้นให้สามารถนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต

2. นักเรียนกลุ่มใดที่ควรได้รับการพัฒนาตามแนวทางของสะเต็มศึกษา

นักเรียนทุกคนสามารถได้รับการพัฒนาตามแนวทางของสะเต็มศึกษา เพราะสะเต็มศึกษาออกแบบมาเพื่อเพิ่มความเชี่ยวชาญสำหรับนักเรียนทุกคนในทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ซึ่งเท่ากับเป็นการเพิ่มจำนวนนักเรียนที่ได้รับการเตรียมความพร้อมอย่างเหมาะสมสำหรับการศึกษาและงานอาชีพทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม หรือคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องด้วยการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษามีเป้าหมายเพื่อเตรียมความพร้อมแก่ผู้เรียนทั้งเพื่อการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นและเพื่อการอาชีพในศตวรรษที่ 21

3. โรงเรียนจะนำสะเต็มศึกษาสู่การปฏิบัติได้อย่างไร และสามารถนำไปจัดเรียนรู้ในเวลาเรียนปกติได้หรือไม่

โรงเรียนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องตามแนวทางของสะเต็มศึกษาได้หลายรูปแบบ ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในกรณีที่กิจกรรมนั้นใช้ระยะเวลาไม่มาก หรือถ้ากิจกรรมนั้นใช้ระยะเวลามากอาจมอบหมายให้ทำนอกชั้นเรียนร่วมด้วยก็ได้ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการมอบหมายให้ออกแบบชิ้นงานกลุ่ม หรือในรูปของโครงงานก็ได้ โดยมีการกำหนดประเด็นปัญหาหรือหัวข้อที่สามารถเชื่อมโยงสู่การบูรณาการความรู้ของเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนตามความเหมาะสม เนื่องจากความรู้พื้นฐานของการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือเนื้อหาสาระตามหลักสูตรแกนกลางนั่นเอง ซึ่งครูควรจะยึดเนื้อหาสาระหลักนั้นเป็นฐานในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาในสิ่งแวดล้อม สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถจัดให้มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่มีการจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียนปกติได้ และการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไม่ได้เข้าไปแทนที่หรือเพิ่มเติมจนเป็นส่วนเกินของหลักสูตร กล่าวคือการจัดการเรียนรู้จะกลมกลืนและมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา เนื่องจากสะเต็มศึกษาเป็นการส่งเสริมให้มีการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อฝึกประสบการณ์ ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และอาจนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม

4. มีการกำหนดมาตรฐานในการวัดผลการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาหรือไม่

ในขณะที่ยังไม่มีแนวทางการวัดผลตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างเป็นรูปธรรม ดังนั้นกรอบที่ถูกนำมาใช้ในการวัดและประเมินผลยังคงเป็นแนวความคิดหลักของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี หลายท่านอาจเกิดความสงสัยว่าเพราะเหตุใดโรงเรียนจึงต้องนำแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาไปใช้ในเมื่อยังไม่มีคำอธิบายที่ชัดเจนในเรื่องนี้ แต่อย่างไรก็ตามเชื่อว่าหากกระทรวงมีนโยบายให้โรงเรียนมีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างชัดเจนแล้ว คงต้องมีแนวทางหรือตัวอย่างในการประเมินผลที่ชัดเจนขึ้นอย่างแน่นอน แต่ในเบื้องต้นถ้าโรงเรียนใดมีการฝึกปฏิบัติตามแนวทางของสะเต็มศึกษาอย่างแท้จริงแล้วทำให้นักเรียนมีคุณลักษณะทั้งทางทักษะและแนวความคิดหลักต่าง ๆ ที่สามารถวัดและประเมินผลได้ ก็สามารถกำหนดเป็นแนวทางของการวัดและประเมินผลเพิ่มเติมได้

5. สะเต็มศึกษาช่วยพัฒนาหรือเพิ่มขีดความสามารถของนักเรียนอย่างไร

มีคนจำนวนมากอาจข้องใจว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะช่วยยกระดับหรือเพิ่มศักยภาพของผู้เรียนได้หรือไม่ อย่างไร

ตามที่ได้กล่าวแล้วว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นอกจากการบูรณาการด้านเนื้อหาวิชาแล้วยังได้นำหลักการและทักษะ กระบวนการคิด การออกแบบ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลต่าง ๆ ทางวิศวกรรม มาบูรณาการร่วมด้วยทั้งในระดับชั้นประถมศึกษาจนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนจะได้เรียนรู้และก่อให้เกิดทักษะต่าง ๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย และการบรูณาการกระบวนการทางวิศวกรรมและการแก้ปัญหาไปในรายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นการเชื่อมโยงหลักสูตรไปสู่โลกแห่งความเป็นจริง ซึ่งนำไปสู่เป้าประสงค์ที่แท้จริงของการเรียนรู้และการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญทางสะเต็มจะสามารถตอบคำถาม หรือแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น สามารถสำรวจตรวจสอบในประเด็นข้อสงสัยต่าง ๆ และพัฒนาไปสู่การแก้ปัญหาที่ท้าทายและปัญหาในโลกที่เป็นจริง ในขณะเดียวกันก็สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ในด้าน อื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้นักเรียนที่มีความชำนาญหรือเชี่ยวชาญทางสะเต็มยังมีคุณสมบัติของการเป็นนักคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล เป็นนักสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ และขณะเดียวกันก็เป็นผู้ที่มีความรอบรู้ทางเทคโนโลยี ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ดังนั้นครูควรพยายามนำยุทธศาสตร์ต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้มาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการทั้งแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางวิศวกรรม โดยนำเทคโนโลยีมาเอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้ รวมทั้งการจัดบรรยากาศให้เป็นชั้นเรียนสำหรับนวัตกรรมและการออกแบบของผู้เรียนภายใต้บรรยากาศการเรียนรู้ที่เป็นเชิงบูรณาการ (Rockland และคณะ, 2010)

ในหลาย ๆ ประเทศ จึงให้ความสำคัญกับการจัดกิจกรรมที่มีการเตรียมความพร้อมให้กับครูให้สามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามสะเต็มศึกษานี้คือแนวโน้มหรือกระแสความต้องการที่กำลังเกิดขึ้น แม้ในประเทศสหรัฐอเมริกาเองก็มีนักการศึกษาบางส่วนที่วิพากษ์ถึงการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาว่าเป็นกระแสนิยมและจะส่งผลกระทบน้อยมากในระบบถ้าหากว่าไม่มีมาตรฐานที่จะนำมาใช้ในการวัดและประเมินผล ซึ่งจะทำให้ครูและนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เกิดความตระหนักและไม่เห็นความสำคัญของการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาสู่ชั้นเรียน ดังนั้นประเทศไทยเราก็ควรตระหนักในประเด็นนี้ด้วยเช่นกัน และควรส่งเสริมให้มีโครงการที่พัฒนาครูให้เกิดความตระหนักและเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและควรมีแนวทางในการส่งเสริมให้ครูนำวิธีการและทักษะเหล่านั้นสู่ชั้นเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

บรรณานุกรม

Maryland STEM: Innovation Today to Meet Tomorrow's Global Challenges. STEM Education Frequently Asked Questions. Retrieved January 10, 2014, from http://mdk12.org/instruction/curriculum/STEM/pdf/STEM_Frequently_Asked_Questions.pdf

Meyrick, Kristy M. (2011). How STEM Education Improve & Student Learning. *Meridian K-12 School Computer Technologies Journal*, *14*(1).

Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L., Hirsch, L. S., & Kimmel, H. (2010). Advancing the "E" in K-12 STEM Education. *Journal of Technology Studies*, *36*(1), 53-64.

INQUIRY กำลังจะหายไป ?!?!

ดร. นิพนธ์ จันเลน นักวิชาการ วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท. / e-mail : niche@ipst.ac.th

ผ่านมาร้อยกว่าปีแล้วที่ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ริเริ่มนำกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-Based Instruction หรือ เรียกสั้นๆ ว่า Inquiry) มาใช้ในห้องเรียน หลังจากนั้น Inquiry ก็เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยด้วย ได้มีกลุ่มนักวิชาการการศึกษา นักจิตวิทยา หลากหลายกลุ่มคิดค้น และแนะนำกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ Inquiry จากแนวคิดของดิวอี้ ให้กับครูผู้สอนนำไปใช้ในห้องเรียน เช่น การจัดการเรียนรู้แบบ 5E, Project-Based Learning, Model-Based Learning และอื่น ๆ อีกมากมาย มีทั้งประสบความสำเร็จและล้มเหลว แต่โดยทั่วไปแล้วถือว่าห้องเรียนวิทยาศาสตร์จำนวนไม่น้อยยังไม่เข้าใจแนวคิดของ Inquiry ครบสมบูรณ์ หรือเข้าใจผิด จึงนำไปใช้ในห้องเรียนได้อย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ

จากปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ปัจจุบันกลุ่มนักวิชาการศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกาได้เริ่มประกาศใช้ มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ ปี พ.ศ. 2556 (Next Generation Science Standard: NGSS)

ด้วยมาตรฐานยุคใหม่นี้เองที่ทำให้ ครู และนักวิชาการท่านอื่น ๆ ต่างตกใจ และสงสัยในอนาคตของ Inquiry กับ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เพราะ Inquiry ซึ่งปกติถูกยกให้เป็นกระบวนการหลักในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาตลอด 100 ปี แทบจะไม่ถูกกล่าวถึงเลยใน NGSS เกิดอะไรขึ้นกับกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หรือ Inquiry ในมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาฉบับใหม่ Inquiry กำลังจะหายไปจริงหรือไม่ แล้วจะมีกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบใหม่แบบใดเข้ามาแทนที่ ในบทความนี้เราจะมาหาคำตอบร่วมกัน

Inquiry คืออะไร?

ก่อนอื่นต้องย้อนกลับไปดูความหมายของ Inquiry ตามมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาของสภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Research Council: NRC) ซึ่งเป็นองค์กรของรัฐที่ทำหน้าที่พัฒนามาตรฐานการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ. 2539 ได้ให้นิยามไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะคือ ชุดของกระบวนการที่เกี่ยวโยงกันที่เริ่มจากการตั้งคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติโดยนักวิทยาศาสตร์และนักเรียน จากนั้น ดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบนั้น และด้วยกระบวนการดังกล่าวนี้เองจึงทำให้นักเรียนได้มาซึ่งความรู้ และสามารถสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับ แนวคิด หลักการ แบบจำลอง และ ทฤษฎี

"Inquiry is a set of interrelated process by which scientists and students pose questions about the natural world and investigate phenomena; in doing so, students acquire knowledge and develop a rich understanding of concepts, principles, models, and theories." (NRC, 1996, p. 214)

ในส่วนของประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระทรวงศึกษาธิการ ได้อธิบายว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry process) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ เช่น การสำรวจ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การทดลอง การสร้างแบบจำลอง การสืบค้นข้อมูล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549; สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551)

จากคำนิยามของ Inquiry หรือ การสืบเสาะหาความรู้ เราจะพบว่า Inquiry ถูกนิยามไว้กว้างๆ ครอบคลุมถึงทุกกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการหาคำตอบเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งอาจทำให้เกิดความคลุมเครือในการทำความเข้าใจและการนำไปปฏิบัติจริงในห้องเรียน ด้วยเหตุนี้เอง สภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา จึงได้เพิ่ม 5 ลักษณะเฉพาะของห้องเรียนแบบสืบเสาะ เพื่อให้คณะครูและนักวิชาการการศึกษา ได้มองเห็นภาพ ที่ชัดเจนและเข้าใจห้องเรียนแบบ Inquiry มากยิ่งขึ้น

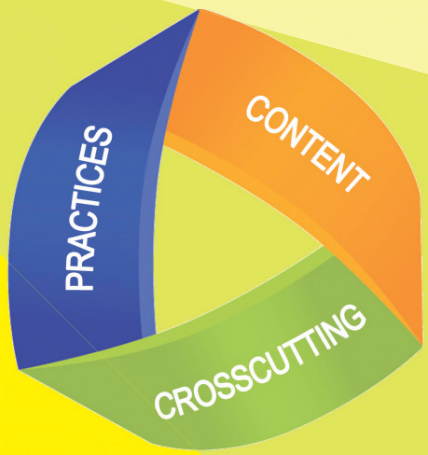
5 ลักษณะเฉพาะของห้องเรียนแบบสืบเสาะ (Essential features of classroom inquiry) ที่ถูกเพิ่มขึ้นมาในปี พ.ศ. 2543 (NRC, 2000) คือ

1. ผู้เรียนมีความสนใจในคำถามทางวิทยาศาสตร์ (Learner engages in scientifically oriented questions)
2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานที่ใช้ตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ (Leaner gives priority to evidence in responding to questions)
3. ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่ (Learner formulates explanations from evidence)
4. ผู้เรียนเชื่อมต่อคำอธิบายเข้ากับหลักการ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Leaner connects explanations to scientific knowledge)
5. ผู้เรียนสื่อสาร ถ่ายทอด และแสดงให้เห็นถึงความสมเหตุสมผลของคำอธิบายที่สร้างขึ้น (Learner communicates and justifies explanations)

นอกจากนี้ ดังที่กล่าวไปข้างต้น นักวิชาการการศึกษาหลายแขนง ได้คิดค้น แนะนำ เทคนิคและวิธีการสอนอีกมากมายที่สอดคล้องกับหัวใจของการสอนแบบสืบเสาะ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบ 5E, Problem-Based Learning, Project-Based Learning, Model-Based Learning, Argument-Based Inquiry ด้วยความหวังว่าจะช่วยให้ครูประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะในห้องเรียนและมีประสิทธิภาพ และช่วยผู้เรียนเข้าใจและเข้าถึงหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง แต่ในความเป็นจริงกลับไม่ได้เป็นเช่นนั้น ด้วยจำนวนเทคนิคและวิธีการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะที่มีมากมายนี้กลับสร้างปัญหาและความสับสนให้กับครูมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม

สภาวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกาเข้าใจถึงความสับสนและความเข้าใจผิดที่เกิดขึ้นในหมู่แวดวงการศึกษา จึงได้มีความพยายามจะสางปมปัญหานี้ด้วยการนำเสนอมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษายุคใหม่ (Next Generation Science Standards: NGSS) ที่ให้ความสำคัญกับ 3 เสาหลัก ได้แก่ 1. แนวคิดแกนหลักของสาขาวิชา (Disciplinary Core Ideas) 2. แนวคิดเชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชา (Crosscutting Concepts) และ 3. แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม (Science and Engineering Practices) ข้อสังเกตหนึ่งที่เราพบจาก แนวคิด และเนื้อหาที่ปรากฏใน NGSS คือแทบจะไม่มีการกล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะ หรือ Inquiry อีกเลย แต่กลับพบว่ามีการใช้คำว่า แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และ

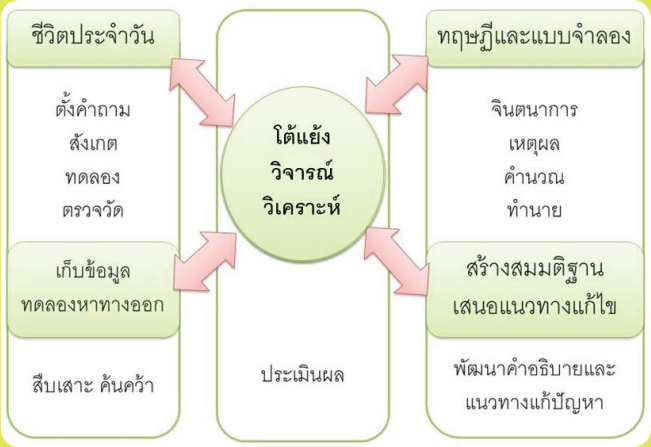
วิศวกรรม (Science and Engineering Practices) แทนคำว่า การสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)



มีอะไรใหม่ใน แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม?

สภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกาได้อธิบายว่า คำว่า แนวปฏิบัติ (Practice) ในที่นี้หมายถึง การหลอมรวมกันของความรู้และทักษะของสาขาวิชานั้นๆ ซึ่งไม่สามารถแยกออกจากกันได้ นั่นแปลว่าการที่นักเรียนจะเข้าใจถึงแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม (Science and Engineering Practices) ได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนได้ลงมือใช้ความรู้และทักษะนั้นในการลงมือปฏิบัติจริง เป็นการแก้ไขข้อผิดพลาดในอดีตที่ครูมักจะสอนให้นักเรียนจดจำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยไม่มีการลงมือปฏิบัติกระบวนการนั้นๆจริง สภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกาได้สรุป 8 แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมสำหรับห้องเรียนวิทยาศาสตร์ (Practices for K-12 Science Classrooms) ไว้ดังนี้

1. ตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ และ นิยามปัญหาทางวิศวกรรม (Asking questions (for science) and defining problems (for engineering))
2. สร้างและใช้แบบจำลอง (Developing and using models)
3. วางแผนและลงมือสืบค้นสำรวจ (Planning and carrying out investigations)
4. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล (Analyzing and interpreting data)
5. ใช้การคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์และการคำนวณ (Using mathematics and computational thinking)
6. สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หรือ ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม (Constructing explanations (for science) and designing solutions (for engineering))
7. ร่วมสนใจในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานที่หามาได้ (Engaging in argument from evidence)
8. สืบค้น ประเมิน และ สื่อสารข้อมูล (Obtaining, evaluating, and communicating information)



รูปที่ 1 *แผนภาพแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม (NRC, 2012)*

เพื่อให้คนเข้าใจในแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมมากขึ้น ทางสภาวิจัยแห่งชาติจึงได้นำเสนอแผนภาพ แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม (รูปที่ 1) โดยแบ่งออกเป็นสามส่วนหลัก ๆ คือ 1. *ส่วนสืบเสาะ ค้นคว้า* (ด้านซ้าย) ที่นักเรียนตั้งคำถามจากปรากฏการณ์ที่เห็นในชีวิตประจำวัน รวมทั้ง การออกแบบและการทำการทดลอง และลงมือเก็บข้อมูล 2. *ส่วนพัฒนาคำอธิบายและแนวทางแก้ปัญหา* (ด้านขวา) ที่นักเรียนเสนอคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หรือแนวทางการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมจากหลักฐานที่หาได้ และ 3. *ส่วนประเมินผล* (ตรงกลาง) ที่นักเรียนต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ วิจารณ์ โต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์ จากแผนภาพจะเห็นได้ว่าแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม่ได้เป็นแนวปฏิบัติที่นักเรียนต้องเริ่มที่ ขั้นที่ 1 ต่อด้วย ขั้นที่ 2 และ 3 เสมอไป

จริง ๆ แล้วขั้นตอนเหล่านี้เชื่อมโยงกันตลอดเวลา ดังจะเห็นได้จาก การประเมินผล (ส่วนที่ 3) ที่ปกติเราจะนึกถึงการใช้การประเมินผลสำหรับประเมินข้อมูลที่เก็บได้หลังจากการทดลอง ในที่นี้การประเมินผลมีความหมายกว้างกว่านั้น โดยที่นักเรียนต้องใช้การประเมินผลในทุก ๆ ส่วนของแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม เช่น นักเรียนร่วมกับเพื่อนๆ ต้องร่วมกัน วิเคราะห์ วิจารณ์ อภิปราย โต้แย้ง คำถามที่สร้างขึ้นว่าน่าสนใจเพียงใด เป็นคำถามที่สามารถหาคำตอบได้ด้วยวิธีใด เมื่อออกแบบการทดลองก็ต้องมาวิเคราะห์ถึงข้อดีข้อด้อยของวิธีการทดลองนั้น ๆ นักเรียนต้องใช้ทักษะการประเมินผลนี้ไปในทุก ๆ ขั้นตอนจนกระทั่งได้คำตอบ หรือแนวทางการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมที่ต้องการ

บทสรุป

ถ้าจะให้ตอบคำถามว่ามีอะไรใหม่ในแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม คำตอบสั้น ๆ ก็คือ **"ไม่"** สิ่งที่ปรากฏอยู่ในแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมที่สภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกาได้นำเสนอขึ้นมานั้น ไม่ได้มีอะไรแปลกใหม่ให้นักวิชาการ ครูและนักเรียนต้องตระหนกตกใจไปแต่อย่างใด ในทางกลับกัน แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมกลับมีความคล้ายคลึงกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก

ถึงแม้คำว่า Inquiry เหมือนจะถูกละทิ้งไปในมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษายุคใหม่นี้ แต่หัวใจและกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะก็ไม่ได้หายไปไหน แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมที่สร้างขึ้นใหม่นี้ยังคงไว้ซึ่งหัวใจหลักของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ แต่แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมที่ถูกนำเสนอขึ้นมาใหม่นี้ได้เพิ่มส่วนของ กระบวนการวิเคราะห์ วิจารณ์ โต้แย้ง ในทุก ๆ ขั้นตอนของการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแก้ปัญหาทางวิศวกรรม อีกทั้งยังให้ความสำคัญของการใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมในห้องเรียนมากยิ่งขึ้น สภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกาเสนอแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมนี้โดยจงใจหลีกเลี่ยงการใช้คำว่า Inquiry ก็เพื่อขจัดความสับสนที่เกิดขึ้นจากเทคนิควิธีการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ (Inquiry-Based Instruction) ที่มีอยู่มากมาย ให้มีความเข้าใจตรงกัน และเชื่อมโยงแนวปฏิบัติทางวิศวกรรมเข้าสู่แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academies Press.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academies Press.

National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: National Academies Press.

National Research Council. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

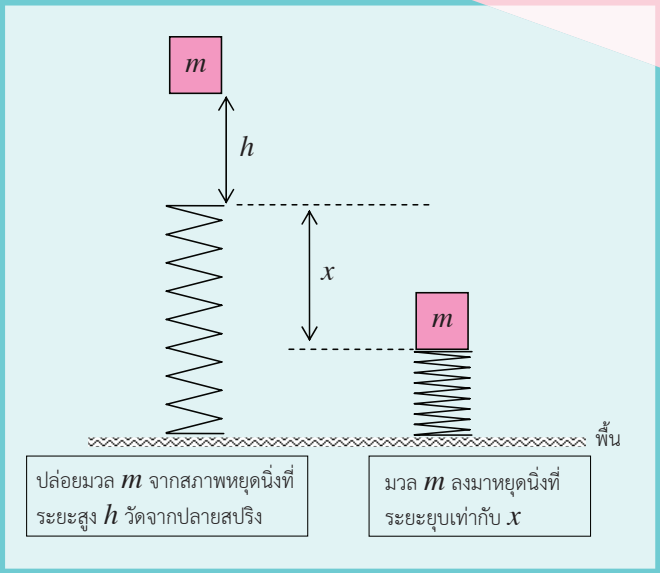
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2549). *เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเผยแพร่ขยายผลและอบรมรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เพื่อ พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

Misconceptual Physics เรื่อง การหาระยะยุบของสปริงจากการปล่อยตกของมวลในแนวดิ่ง

ผศ. ดร.สมชาย เกียรติกมลชัย ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานการณ์

สปริงตั้งอยู่ในแนวดิ่ง มีค่านิจสปริงเป็น k N/m ปล่อยก้อนมวล m จากระยะสูง h วัดจากปลายด้านบนของสปริง ก้อนมวล m ตกลงที่ปลายสปริงและอัดสปริงลงไป อยากทราบระยะยุบสูงสุดของสปริง



เนื้อความ

หากถามคำถามนี้กับนิสิต นักศึกษา หรือนักเรียนมัธยมปลายจำนวนมาก (หรือแม้แต่คุณครู) ก็จะได้คำตอบที่ว่า ระยะ x ดังกล่าวสามารถหาได้จากความสัมพันธ์ $kx = mg \rightarrow x = \frac{mg}{k}$ ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด เพราะ?

.....

ก่อนที่ท่านจะอ่านบรรทัดถัดไป อยากให้ละสายตาจากบทความนี้และลองคิดหาคำตอบ

.....

เราอาจโต้แย้งว่าคำตอบนี้ผิดได้ด้วยเหตุผลง่าย ๆ ที่ว่าทำไมระยะ x จึงไม่ขึ้นกับตำแหน่งที่ปล่อยวัตถุ (ไม่มีค่า h ในคำตอบ) เพราะเราทุกคนมีประสบการณ์ตรงกันว่า ยิ่งปล่อยสูงเท่าใด สปริงก็ต้องยุบเยอะขึ้นเท่านั้น (ถ้า h มาก ค่า x ต้องมากตามไปด้วย)

แต่ความสัมพันธ์ $kx = mg$ ก็ไม่น่าจะผิดเพราะเมื่อแรงสมดุล วัตถุก็ควรหยุดนิ่ง.....ไม่ใช่หรือ?

ผิดครับ เมื่อแรงสมดุล วัตถุจะมีความเร่งเท่ากับศูนย์ ซึ่งแปลความหมายได้เพียงว่า ก่อนหน้าที่วัตถุจะเข้าสู่สมดุลแรงเป็นอย่างไร เมื่อเกิดสมดุลแรง วัตถุก็เพียงรักษาสภาพการเคลื่อนที่เดิมไว้ชั่วครู่ จนกว่าจะไม่เกิดสมดุลแรง ในสถานการณ์นี้ ขณะที่ก้อนมวลกำลังเคลื่อนที่ลงมา ปริมาณ kx ก็กำลังเพิ่มขึ้นเข้าใกล้ค่า mg เข้าไปทุกขณะ แต่แรงลัพธ์ก็ยังมีทิศลงอยู่ เมื่อเกิดเงื่อนไข $kx = mg$ ขึ้น ก้อนมวลดังกล่าว "กำลังเคลื่อนที่" อยู่ ดังนั้นก้อนมวลนี้จะไม่หยุด แต่จะยังคงเคลื่อนที่ต่อไป (รักษาสภาพเฉื่อย) ดังนั้นระยะยุบสูงสุดของสปริงจึงไม่ใช่ปริมาณ $\frac{mg}{k}$ แต่มีค่ามากกว่านี้

แล้วเราจะหาคำตอบของสถานการณ์นี้อย่างไร.....

.....

ใช่แล้วครับ โดยสมมติว่ามีการอนุรักษ์พลังงาน โดยให้ตำแหน่งต่ำสุดของก้อนมวลเป็นตำแหน่งอ้างอิงสำหรับคำนวณพลังงานศักย์โน้มถ่วง และให้สมมติว่าเกิดการเปลี่ยนรูปพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานศักย์ยืดหยุ่นในสปริงอย่างสมบูรณ์ (ไม่เกิดพลังงานในรูปอื่นขึ้น) ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$mgh + mgx = \frac{1}{2}kx^2 \qquad (1)$$

และจัดรูปเป็นสมการพหุนามกำลังสองได้ว่า

$$x^2 - \frac{2mg}{k}x - \frac{2mg}{k}h = 0 \qquad (2)$$

คำตอบของสมการดังกล่าวสามารถหาได้ไม่ยากเพราะเป็นที่ทราบกันดีว่าสมการที่มีรูป $Ax^2 + Bx + C = 0$ มีรากคำตอบเป็น $x = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$ ดังนั้นในสถานการณ์นี้เราจะได้ว่า

$$x = \frac{\frac{2mg}{k} \pm \sqrt{\left(\frac{2mg}{k}\right)^2 + \frac{8mgh}{k}}}{2} = \frac{mg}{k} \pm \sqrt{R} \qquad (3)$$

โดยที่เราเขียนให้

$$R = \left(\frac{mg}{k}\right)^2 + \frac{2mgh}{k} \qquad (4)$$

เพื่อสะดวกต่อการพิจารณาในลำดับถัดไป

จากสมการ (3) จะเห็นว่าคำตอบที่ได้มีความสมมาตรรอบตำแหน่ง $x = \frac{mg}{k}$ ซึ่งเป็นตำแหน่งของสมดุลแรง และเคลื่อนที่ลงมาจากตำแหน่งดังกล่าวอีกเป็นระยะ $\sqrt{R}$ (**ข้อมูลเพิ่มเติม** สังเกตว่าค่า R จากสมการ (4) จะมีค่าเป็นบวกเสมอ ดังนั้น $\sqrt{R}$ จึงมีค่าเป็นบวกเสมอ ซึ่งทำให้การพิจารณาง่ายขึ้น ในกรณีที่ R น้อยกว่าศูนย์ รากที่สองของ R จะกลายเป็นจำนวนเชิงซ้อน ซึ่งการพิจารณาจะยุ่งยากมากกว่านี้)

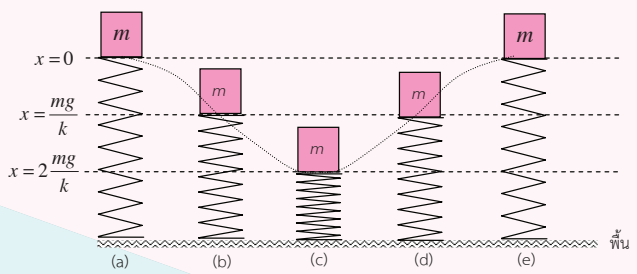
เรามาลองพิจารณาในกรณีต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ถ้า $h = 0$

จากสมการ (4) เราจะได้ว่า $R = \left(\frac{mg}{k}\right)^2$ ดังนั้นคำตอบของสมการ (3) ที่ได้คือ

$$x = 0 \text{ หรือ } x = \frac{2mg}{k}$$

เราสามารถบรรยายสถานการณ์ได้ดังนี้ หากเราวางก้อนมวลที่ปลายของสปริงพอดีและปล่อยให้ก้อนมวลเคลื่อนที่ลงมา เราจะได้การสั่นของก้อนมวลที่เคลื่อนที่ขึ้นลงรอบตำแหน่งสมดุลแรง ($x = \frac{mg}{k}$) โดยมีแอมพลิจูดการสั่นเท่ากับ $\frac{mg}{k}$ ด้วย

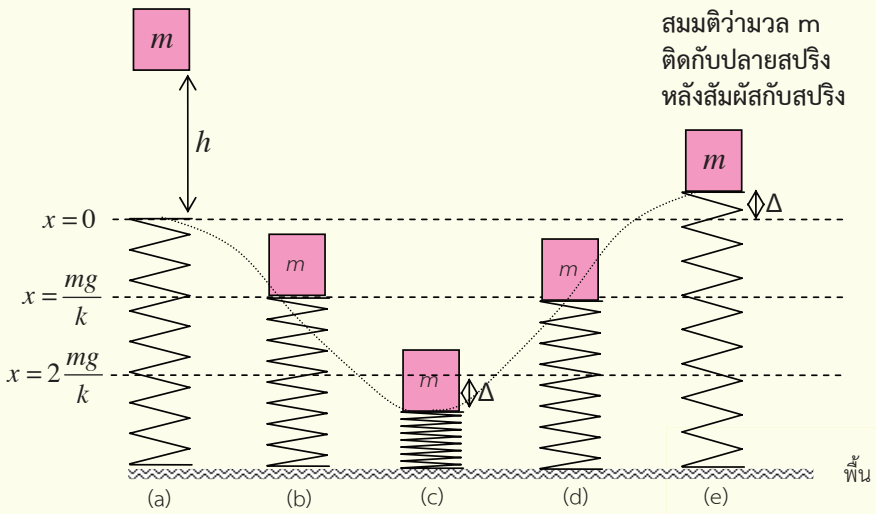


จากรูป (a) ปล่อยวัตถุที่ตำแหน่งปลายสปริง
(b) วัตถุกำลังเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งสมดุลแรง ($x=mg/k$) แต่ไม่หยุดนิ่งเพราะยังมีสภาพเฉื่อยก่อนเข้าสมดุลแรง
(c) วัตถุหยุดนิ่งที่ตำแหน่งต่ำสุด
(d) วัตถุกำลังเคลื่อนที่ขึ้นผ่านตำแหน่งสมดุล
(e) วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นจะมาหยุด ณ ตำแหน่งที่ปล่อย (ซ้ำกับกรณี (a) นั่นเอง)

กรณีที่ 2 ถ้า $h > 0$

การหาคำตอบของ $\sqrt{R} = \sqrt{\left(\frac{mg}{k}\right)^2 + \frac{2mgh}{k}}$ ในรูปของตัวแปรกระทำได้ค่อนข้างยาก แต่ถึงกระนั้นจากรูปคำตอบเราอาจเขียนได้ว่า $\sqrt{R} = \frac{mg}{k} + \Delta$ อย่างแน่นอน (คือ $\sqrt{R}$ จะไม่น้อยไปกว่าค่า $\frac{mg}{k}$ แน่ ๆ) ซึ่งทำให้เราบรรยายสภาพการเคลื่อนที่ได้ว่า ถ้าปล่อยมวลสูง h จากตำแหน่งปลายของสปริง และถ้าสมมติว่าก้อนมวลนั้นติดแน่นกับปลายสปริงตลอดเวลา สภาพการเคลื่อนที่จะเป็นการสั่นรอบตำแหน่งสมดุล

แรง ($x = \frac{mg}{k}$) เช่นเดิม แต่แอมพลิจูดการสั่นจะเปลี่ยนเป็น $\frac{mg}{k} + \Delta$ นั่นคือสั่นแรงขึ้นด้วยระยะ Δ ดังนั้นตำแหน่งต่ำสุดที่ก้อนมวลลงไปได้คือ $x = \frac{2mg}{k} + \Delta$ (แต่ถ้าก้อนมวลไม่ติดกับปลายสปริง ก้อนมวลก็จะเคลื่อนที่กลับมาที่ตำแหน่งที่ปล่อย)



จากรูป (a) ปล่อยวัตถุที่ตำแหน่งสูง h จากปลายสปริง

(b) วัตถุกำลังเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งสมดุลแรง $x=mg/k$ แต่ไม่หยุดนิ่งที่ตำแหน่งนี้ เพราะยังมีสภาพเฉื่อยก่อนเข้าสู่สมดุลแรง

(c) วัตถุหยุดนิ่งที่ตำแหน่งต่ำสุด ซึ่งไม่ใช่ $x=mg/k$ แต่เป็นที่ตำแหน่ง $x=2mg/k+\Delta$

(d) วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นผ่านตำแหน่งสมดุล

(e) ในกรณีที่มวลติดกับปลายสปริง มวลจะเคลื่อนที่ขึ้นไปหยุดที่ระยะยืดของสปริงเท่ากับ Δ ในกรณีที่มวลไม่ติดกับปลายสปริง มวลก้อนดังกล่าวก็จะขึ้นมาหยุดที่ตำแหน่งปล่อยในรูป (a) นั่นเอง

สรุป

สปริงตั้งอยู่ในแนวดิ่ง มีค่านิจสปริงเป็น k N/m ปล่อยก้อนมวล m จากระยะสูง h วัดจากปลายด้านบนของสปริง ก้อนมวล m ตกลงที่ปลายสปริงและอัดสปริงลงไป สปริงจะหดสั้นมากที่สุดเป็นระยะเท่ากับ $x = \frac{mg}{k} \pm \sqrt{R}$ โดยที่ $R = \left(\frac{mg}{k}\right)^2 + \frac{2mgh}{k}$

ถ้ามวลติดไปกับปลายสปริงหลังสัมผัส และเราอาจเขียน $\sqrt{R} = \frac{mg}{k} + \Delta$ เราจะได้ว่าก้อนมวลสั่นอยู่ในช่วง $x = \frac{mg}{k} \pm \left(\frac{mg}{k} + \Delta\right)$ นั่นคือเป็นการสั่นรอบ ๆ ตำแหน่ง $x = \frac{mg}{k}$ ด้วยแอมพลิจูด $\frac{mg}{k} + \Delta$

เกมช่วยป้องกันโรคอัลไซเมอร์

ปฐมาภรณ์ อวชัย นักวิชาการ สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท. / e-mail : pawac@ipst.ac.th

โรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer disease) เป็นภาวะสมองเสื่อมที่พบมากที่สุด โดยเฉลี่ยผู้ป่วยจะอยู่ได้นาน 8–10 ปี อาการเริ่มจากความบกพร่องของความจำ เช่น การสับสนวันเวลา หลงทิศทาง ทำสิ่งที่เคยทำเป็นประจำไม่ได้ จากนั้นจะมีพฤติกรรมเปลี่ยนไป เช่น หงุดหงิดง่าย อารมณ์แปรปรวน หนีออกจากบ้าน จนในที่สุดผู้ป่วยจะเคลื่อนไหวร่างกายน้อยลงจนนอนอยู่เฉย ๆ ส่วนการรักษานั้น ในปัจจุบันยังไม่มียารักษาให้หายขาด แต่ยาบางตัวอาจช่วยลดอาการของผู้ป่วยได้

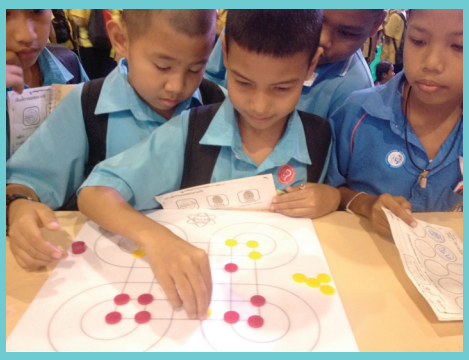
ถึงในปัจจุบันยังไม่มียารักษาให้หายขาด แต่ทั้งแพทย์และนักวิจัยก็ให้ความสนใจหาแนวทางการป้องกันโรคอย่างต่อเนื่อง แนวทางหนึ่ง คือ การออกกำลังสมองให้เซลล์สมองได้ทำงาน โดยการอ่าน/เขียนหนังสือ คิดเลข เล่นเกมฝึกสมองต่าง ๆ เช่น การเล่นเกมซูโดกุ เกมปริศนาตัวเลข Ken-Ken หมากอลวน ไปไหนไปคู่ หมากเวียนวน...ชนระเบิด หรือเกมปริศนาในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งเกมเหล่านี้เป็นเกมทางคณิตศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้ผู้เล่นได้ฝึกฝนด้านการคิดวิเคราะห์ อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นและพัฒนาสมองให้คิดอย่างเป็นระบบ รู้จักการให้เหตุผลและตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้บางเกมยังช่วยฝึกทักษะการคำนวณ สมาธิ ความอดทน และความละเอียดรอบคอบ ในขณะเดียวกันผู้เล่นยังได้รับทั้งความสนุกและความท้าทายในการคิดด้วย

กิจกรรมต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ผู้เขียนได้นำไปจัดนิทรรศการตามที่ต่าง ๆ เช่น มหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 2554 – 2555 ที่ไบเทค บางนา นิทรรศการวันเด็กแห่งชาติปี 2555 – 2556 และนิทรรศการวันสัปดาห์วิทยาศาสตร์ปี 2556 ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพ โดยแต่ละกิจกรรมได้รับความสนใจจากผู้เข้าร่วมเป็นอย่างมาก ดังจะเห็นได้จากรูปที่ได้รวบรวมไว้จากการทำกิจกรรมในงานต่าง ๆ

นักเรียนกำลังเล่นเกมหมากอลวน

ผู้เข้าร่วมกิจกรรมกำลังคร่ำเคร่งกับการเล่นเกมไปไหนไปคู่

นักเรียนกำลังสนุกกับเกมหมากเวียนวน...ชนระเบิด

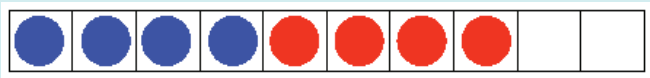


ในโอกาสนี้ผู้เขียนจะขอแนะนำเกม **"ไปไหนไปคู่"** ซึ่งเป็นเกมที่สามารถเล่นเพียงคนเดียวได้ และไม่จำเป็นต้องสร้างอุปกรณ์ที่มีความยุ่งยากซับซ้อนประกอบการเล่นเกมอีกด้วย แต่ถ้าผู้อ่านชอบการแข่งขันที่จะต้องมีผู้แพ้และผู้ชนะ ผู้เขียนก็ยังมีอีกเกมที่จะแนะนำ คือ **"เกมหมากเวียนวน...ชนระเบิด"** ซึ่งเป็นเกมที่มีกติกาไม่ซับซ้อน และมีความสนุกซ่อนอยู่ในการเล่นอีกด้วย โดยทั้งสองเกมมีวิธีการเล่น ดังนี้

ไปไหนไปคู่ แบบ 10 ช่อง

วิธีการเล่น

จัดวางหมาก 8 ตัว ดังรูป



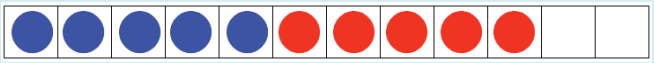
เลื่อนขนานหมากครั้งละ 2 ตัวที่อยู่ติดกัน ไปยังที่ว่างในตาราง โดยให้มีผลลัพธ์เป็นหมากที่สลับสีกัน ดังรูป

จงหาจำนวนครั้งที่ใช้ในการเลื่อนขนานที่น้อยที่สุด

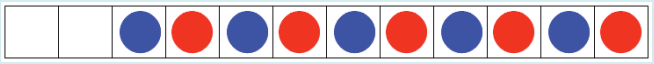
ไปไหนไปคู่ แบบ 12 ช่อง

วิธีการเล่น

จัดวางหมาก 10 ตัว ดังรูป

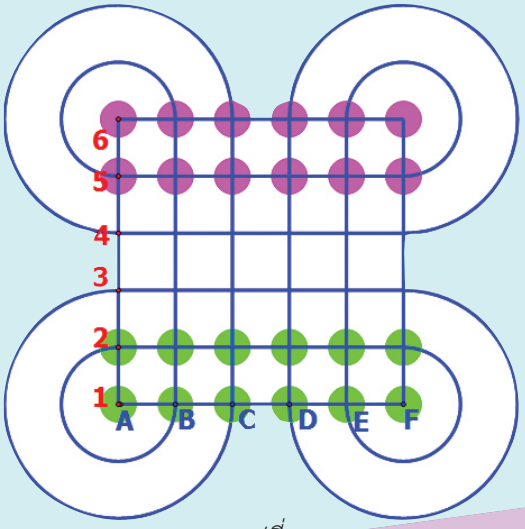


เลื่อนขนานหมากครั้งละ 2 ตัวที่อยู่ติดกัน ไปยังที่ว่างในตาราง โดยให้มีผลลัพธ์เป็นหมากที่สลับสีกัน ดังรูป



จงหาจำนวนครั้งที่ใช้ในการเลื่อนขนานที่น้อยที่สุด

หมากเวียนวนชน...ระเบิด



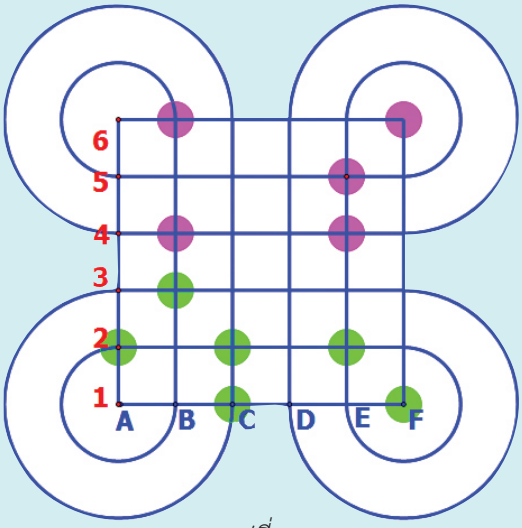
รูปที่ 1

- ผู้เล่นสองฝ่าย แต่ละฝ่ายมีหมาก 12 ตัว เริ่มต้นวางหมาก (รูปที่ 1)

- เมื่อเริ่มต้นเล่นให้เสี่ยงทายว่าใครจะเริ่มเล่นก่อน

จุดมุ่งหมาย

- พยายามกินหมากของคู่ต่อสู้ให้มากที่สุด
- ฝ่ายใดเหลือหมากซึ่งไม่อยู่ที่จุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง (**A1**, **F1**, **A6**, **F6**) เพียง 2 ตัว ฝ่ายนั้นเป็นผู้แพ้



รูปที่ 2

วิธีเดินหมาก

เดินตามแนวส่วนของเส้นตรงหรือแนวทแยงไปยังจุดที่ว่างซึ่งอยู่ติดกัน เช่น จากรูป ถ้าหมากอยู่ที่ตำแหน่ง **C2** จะสามารถเดินไปที่ **C3** หรือ **B3** หรือ **D3** ได้

วิธีกินหมากคู่ต่อสู้

- หมากตัวหนึ่งจะไปกินหมากของฝ่ายตรงข้ามได้ โดยวิ่งไปไกลเท่าใดก็ได้ตามเส้นตามแนวที่ว่าง (ไม่มีหมากอื่นขวาง) ไปยังตำแหน่งที่คู่ต่อสู้อยู่ แล้วหยิบหมากอันนั้นของคู่ต่อสู้ออกไป โดยต้องวิ่งผ่านเส้นโค้งด้วยทุกครั้งก่อนกิน และเส้นทางที่วิ่งต้องไม่มีการหักมุม เช่น
    - หมากเขียว **B3** สามารถวิ่งไปทางขวามือตามเส้น **3** วิ่งผ่านส่วนโค้ง แล้ววิ่งขึ้นไปตามเส้น **D** ผ่านส่วนโค้งบนขวา แล้วมากินหมากชมพูที่ **E4**
    - หมากชมพูที่ **B4** สามารถวิ่งไปซ้ายมือตามเส้น **4** ผ่านส่วนโค้งบนซ้ายมือ แล้วมากินหมากเขียวที่ **C2** (รูปที่ 2)

นอกจากการเล่นเกมเพื่อฝึกสมองแล้ว ยังมีวิธีการป้องกันโรคอื่น ๆ อีก เช่น พบปะพูดคุยกับผู้อื่นอยู่เสมอ ฝึกสมาธิอยู่ตลอดเวลา หากิจกรรมเพื่อคลายเครียด หลีกเลี่ยงยาหรือสารที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่สมอง และควรออกกำลังกายสม่ำเสมอ เพื่อให้เลือดไหลเวียนดีขึ้น ทำให้มีปริมาณเลือดไปเลี้ยงสมองเพิ่มมากขึ้น

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเมื่อยามที่เรามีอายุมากขึ้น เราจะห่างไกลจากภาวะสมองเสื่อมและใช้ชีวิตอย่างสงบสุขค่ะ

บรรณานุกรม

Research Shows KenKen Puzzles By Nextoy May Minimize Risk of Alzheimers. Retrieved August 1, 2013, from http: //www.prweb.com/releases/2013/4/prweb10686959.htm

10 questions: Alzheimer's expert Dr. Gary Small. Retrieved August 1, 2013, fromhttp://today.ucla.edu/portal/ut/10-questions-alzheimer-s-expert-228191.aspx

รับมือ...ภาวะสมองเสื่อม. สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2556, จาก http://www.si.mahidol.ac.th/sidoctor/e-pl/articledetail.asp?id=753

5 วิธีหลีกหนีอัลไซเมอร์. สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2556,จาก http://inau.mnre.go.th/ewt_news.php?nid=130&filename=index

เชื่อมโยงความคิดคณิตสะเต็ม

ดร.อลงกต ใหม่ด้วง นักวิชาการ สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น / e-mail : amaid@ipst.ac.th

ถึงแม้ว่าลำดับของวิชาคณิตศาสตร์ (Mathematics)ในชื่อกลุ่มวิชาสะเต็มศึกษา (STEM) จะอยู่ในตำแหน่งรั้งท้าย แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญน้อยกว่าวิชาอื่น ๆ เพราะจริง ๆ แล้ววิชาคณิตศาสตร์ถือเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้วิชาอื่น ๆ ในกลุ่มสะเต็มศึกษา ไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์(Science) เทคโนโลยี (Technology) หรือกระบวนการทางวิศวกรรม (Engineering) ซึ่งล้วนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ได้ทั้งสิ้น เดิมทีNational Science Foundation (NSF) แห่งสหรัฐอเมริกาเรียกกลุ่มวิชาสะเต็มศึกษาว่า SMET ตามลำดับการวิวัฒน์ของแต่ละวิชา แต่เนื่องจากอาจมีการออกเสียงคำว่า SMET ผิดเพี้ยนไปในทางไม่เหมาะสม สุดท้ายจึงได้เปลี่ยนมาเป็น STEM แทน (Sanders, 2009)

ลักษณะสำคัญประการหนึ่งในการศึกษาเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาคือการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันและในโลกของการทำงาน โดยในส่วนของวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งศึกษาถึงแบบรูปและความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน ปริมาณ และ รูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ (Katehi, L., Pearson, G. and Feder, M., 2009) ก็เป็นวิชาที่สามารถนำไปใช้เชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ ในสะเต็มศึกษาได้อย่างหลากหลาย บทความนี้จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์ กับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการออกแบบทางวิศวกรรม ว่ามีความเชื่อมโยงกันอย่างไร และเป็นการแสดงตัวอย่างของการนำเอาความรู้วิชาคณิตศาสตร์ไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ อย่างมีความหมาย

คณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มุ่งศึกษาและหาคำอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ รอบตัวทั้งทางด้านกายภาพและชีวภาพ รวมถึงการนำความรู้เหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ในเรื่องต่าง ๆ วิชาวิทยาศาสตร์นับเป็นวิชาที่มีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกับวิชาคณิตศาสตร์อย่างใกล้ชิด องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้สนับสนุนการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในหลาย ๆ ขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นการวัดปริมาณพื้นฐานต่าง ๆ ทั้งความยาว มวล เวลา อุณหภูมิ ปริมาณสารออกมาเป็นจำนวนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ รวมถึงการเขียนและการเปลี่ยนหน่วยต่าง ๆ เหล่านี้ซึ่งต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้ในการทำการทดลองวิทยาศาสตร์ก็จำเป็นต้องมีการรวบรวมข้อมูลและประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางสถิติอีกด้วย

แต่จุดที่น่าสนใจคือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติที่นักวิทยาศาสตร์พยายามสรุปเป็นกฎหรือทฤษฎีนั้นสามารถนำมาเขียนในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ได้หลายกรณี แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติและมีส่วนช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สามารถทำความเข้าใจและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีแบบแผนชัดเจนมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างสูตรแสดงทฤษฎีสัมพัทธภาพของ แอลเบิร์ต ไอน์สไตน์ อันโด่งดัง ก็แสดงด้วยสมการทางคณิตศาสตร์

$E = mc^2$

เมื่อ E แทนพลังงานมีหน่วยเป็นจูล

m แทนมวลมีหน่วยเป็นกิโลกรัม

c แทนอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศซึ่งมีค่าประมาณ 3×10^8 เมตรต่อวินาที

ซึ่งนอกจากจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน มวลของสาร และอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศแล้ว สูตรแสดงทฤษฎีสัมพัทธภาพนี้ยังแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของหน่วยการวัดทางวิทยาศาสตร์ด้วยว่า หน่วยของพลังงานเป็นจูล ยังสามารถเขียนให้อยู่ในรูปการคูณและหารของหน่วยพื้นฐานเป็น กิโลกรัม · เมตร^2 ต่อ วินาที^{2} ได้อีกด้วย

หรือในการศึกษาเรื่องการแผ่กระจายของกำลังเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงหนึ่ง ๆ นักวิทยาศาสตร์ก็พบว่าการแผ่กระจายของกำลังเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงมีลักษณะการกระจายตัวเป็นรูปทรงกลมทำให้ความเข้มเสียง ณ ตำแหน่งที่อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงลดลงเรื่อย ๆ ตามความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

เมื่อ I แทนความเข้มเสียง ณ ตำแหน่งหนึ่ง ๆ มีหน่วยเป็น วัตต์ต่อตารางเมตร

P แทนกำลังเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง มีหน่วยเป็น วัตต์

r แทนระยะจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังตำแหน่งที่ต้องการหาค่า I มีหน่วยเป็น เมตร

ซึ่งจากสมการจะเห็นว่า ตัวส่วน $4\pi r^2$ ก็คือสูตรพื้นที่ผิวของรูปทรงกลมที่เสียงกระจายตัวไปถึง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ นั่นเอง ดังนั้นความเข้มเสียง ณ จุดหนึ่ง ๆ ก็คืออัตราส่วนระหว่างกำลังเสียงของแหล่งกำเนิดเสียงกับพื้นที่ผิวของทรงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่แหล่งกำเนิดเสียงและมีรัศมีเท่ากับระยะจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังจุดที่ต้องการหาค่าความเข้มเสียงดังแสดงในรูปที่ 1

ความเข้มเสียง $I = \frac{P}{4\pi r^2}$ วัตต์/เมตร^2

รูปที่ 1 กำลังเสียงที่กระจายตัวเป็นทรงกลม

จากความสัมพันธ์นี้ จะเห็นว่า เมื่อกำหนดให้ระยะ r คงที่ ความเข้มเสียงจะแปรผันตรงกับกำลังเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง

$I \propto P$ หรือ $I = k_1 P$ เมื่อ k_1 เป็นค่าคงที่

และในทางกลับกันถ้ากำหนดให้กำลังเสียงของแหล่งกำเนิดเสียงคงที่ ความเข้มเสียง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ จะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับตำแหน่งนั้น ๆ

$I \propto \frac{1}{r^2}$ หรือ $I = \frac{k_2}{r^2}$ เมื่อ k_2 เป็นค่าคงที่

ดังนั้นหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการกระจายของแหล่งกำเนิดเสียงสามารถเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องการแปรผัน อัตราส่วนและพื้นที่ผิวของทรงกลมแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การหาระยะที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งลำโพงเพื่อให้ผู้ที่อยู่ห่างออกไปยังสามารถได้ยินได้

คณิตศาสตร์กับเทคโนโลยี

เทคโนโลยีเป็นการนำทรัพยากรที่มีมาสร้างสิ่งของ เครื่องใช้ ผลิตภัณฑ์ หรือวิธีการ ผ่านการทำงานอย่างเป็นกระบวนการ เพื่อช่วยแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการของมนุษย์และเพิ่มความสามารถในการทำงานและการดำรงชีวิตให้มีความสะดวกสบาย รวดเร็ว และปลอดภัย จะเห็นว่าเทคโนโลยีมีการพัฒนาอยู่เรื่อย ๆ โดยมีเป้าหมายในการเพิ่ม ‘ประสิทธิภาพ’ การทำงานให้สูงขึ้น

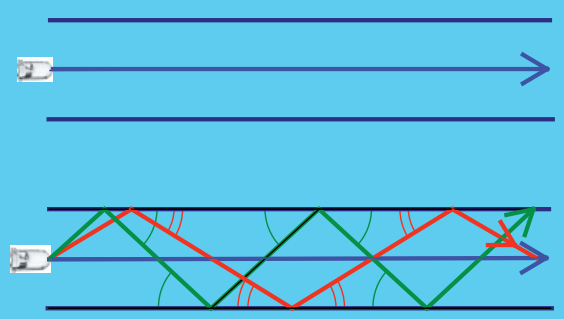
ประสิทธิภาพในการสร้างสรรค์เทคโนโลยีสามารถแสดงด้วยความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปของอัตราส่วนระหว่างสองตัวแปรคือ ผลที่ได้ และ ทรัพยากรที่ใช้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{ผลที่ได้}}{\text{ทรัพยากรที่ใช้}}$$

ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์หรือการทำงานจึงสามารถทำได้ด้วยการเพิ่มตัวเศษซึ่งก็คือ ผลที่ได้ โดยใช้ทรัพยากรเท่าเดิม หรือการลดตัวส่วนซึ่งก็คือทรัพยากรที่ใช้โดยให้ได้ผลที่ได้เท่าเดิม หรือ เพิ่มผลที่ได้โดยลดทรัพยากรที่ใช้ไปพร้อม ๆ กัน

การคำนวณประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์หรือการทำงานออกมาเป็นอัตราส่วนนี้ ทำให้เราสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์หรือวิธีการทำงานต่างชนิดหรือต่างวิธีได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ตัวอย่างของการพัฒนาด้านเทคโนโลยีเพื่อให้ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์และการทำงานสูงขึ้น สามารถเห็นได้ชัดจากเทคโนโลยีสารสนเทศที่วิวัฒน์ไปอย่างรวดเร็ว เช่น การพัฒนาวิธีส่งข้อมูลดิจิทัลผ่านสายโทรคมนาคมที่เดิมทีใช้กระแสไฟฟ้าวิ่งผ่านสายทองแดงเช่นสายโทรศัพท์ในการส่ง แต่ต่อมาเริ่มมีการใช้เส้นใยนำแสง (optical fibre) ซึ่งส่งด้วยลำแสงทำให้ความเร็วในการส่งสูงขึ้นเท่าความเร็วแสงและให้สัญญาณที่มีความเสถียรมากกว่าสายทองแดงเนื่องจากไม่มีความต้านทานเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งหลังจากมีการหันมาใช้ใยนำแสงในการส่งข้อมูลแล้ว นักเทคโนโลยีก็ได้พัฒนาประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลผ่านใยนำแสงด้วยการใช้หลักการสะท้อนของแสงกับเรื่องมุมแย้งของเส้นขนานมาประยุกต์ใช้เพื่อให้ใยนำแสงเพียงเส้นเดียวสามารถส่งสัญญาณได้หลายช่องพร้อม ๆ กันด้วยการทำให้ลำแสงหลายลำแสงทำมุมต่าง ๆ กับแกนเส้นผ่านศูนย์กลางของใยแก้ว ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การพัฒนาประสิทธิภาพการส่งข้อมูลผ่านเส้นใยนำแสงด้วยการใช้หลักการสะท้อนแสงและมุมแย้งของเส้นขนานเพื่อให้สามารถส่งข้อมูลได้หลายช่องทางมากขึ้นจากสายเพียงเส้นเดียว

ซึ่งถึงแม้ว่าลำแสงที่ส่งผ่านการสะท้อนด้วยมุมต่าง ๆ จะใช้ระยะทางในการเดินทางของแสงมากกว่าลำแสงที่ส่งไปตามแกนเส้นผ่านศูนย์กลางของสายดังแสดงในรูป แต่เนื่องจากแสงมีความเร็วสูงมาก ความแตกต่างนี้จึงไม่มีนัยสำคัญนัก นอกจากนี้นักเทคโนโลยียังสามารถตรวจสัญญาณช่องต่าง ๆ ได้จากมุมของลำแสงที่แตกต่างกันได้ว่าลำแสงใดแทนช่องสัญญาณใด การนำเอาหลักการสะท้อนของแสงและความรู้คณิตศาสตร์เรื่องมุมแย้งในเส้นขนานมาประยุกต์ใช้จึงช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยจำนวนช่องสัญญาณที่ส่งได้มากขึ้นจากใยนำแสงเพียงเส้นเดียวนั่นคือ เพิ่มผลที่ได้ โดยใช้ทรัพยากรเท่าเดิม

นอกเหนือจากการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการเพิ่มผลที่ได้โดยใช้ทรัพยากรเท่าเดิมแล้ว ประสิทธิภาพยังสามารถเพิ่มได้ด้วยการลดทรัพยากรที่ใช้โดยยังได้ผลที่ต้องการเท่าเดิม ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างการพัฒนาเทคโนโลยีของจอแสดงผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่แต่เดิมนิยมใช้จอ Cathode Ray Tube (CRT) โดยอาศัยหลักการยิงลำอิเล็กตรอนไปยังผิวด้านในของจอภาพซึ่งฉาบด้วยสารฟอสฟอรัส ทำให้ตำแหน่งที่อิเล็กตรอนวิ่งมาชนเกิดแสงสว่างขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องแปลงความต่างศักย์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ให้สูงขึ้นหลายเท่าเพื่อการยิงลำอิเล็กตรอนทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามาก ต่อมานักเทคโนโลยีจึงได้พัฒนาจอแสดงผลแบบใหม่คือจอ Liquid Crystal Display (LCD) ซึ่งใช้หลักการปรับเปลี่ยนโมเลกุลของผลึกเหลวเพื่อปิดกั้นแสงเมื่อมีสนามไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ทำให้ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำและสามารถประหยัดพลังงานลงไปมาก โดยจอ CRT ขนาด 17 นิ้ว (วัดความยาวตามเส้นทแยงมุม ทำให้มีพื้นที่ประมาณ 70 ตารางนิ้วสำหรับจอที่มีอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเป็น 4:3) รุ่นหนึ่งของบริษัทหนึ่งอาจกินไฟถึง 125 วัตต์ ในขณะที่จอ LCD ขนาดเดียวกันอาจกินไฟเพียง 35 วัตต์เท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพกำลังไฟฟ้ากับการแสดงผลของจอทั้งสองแบบแล้วจะได้ว่า

ประสิทธิภาพกำลังไฟฟ้ากับการแสดงผลของจอแบบ CRT $= \frac{70}{125} = 0.56$ ตารางนิ้วต่อวัตต์

ประสิทธิภาพกำลังไฟฟ้ากับการแสดงผลของจอแบบ LCD $= \frac{70}{35} = 2.00$ ตารางนิ้วต่อวัตต์

นั่นคือประสิทธิภาพกำลังไฟฟ้ากับการแสดงผลของจอแบบ LCD สูงเป็น $\frac{2.00}{0.56} = 3.57$ เท่าของจอแบบ CRT

และนอกเหนือจากการประหยัดพลังงานแล้ว จอแบบ LCD ยังใช้กลไกในการแสดงภาพน้อยกว่า ทำให้ช่วยลดขนาดความลึกของจอได้อีกหลายเท่าและประหยัดพื้นที่ในการทำงานไปได้มาก

รูปที่ 3 การพัฒนาเทคโนโลยีจากจอแสดงผลแบบ CRT มาเป็นจอแบบ LCD ซึ่งนอกจากจะประหยัดพลังงานแล้ว ยังประหยัดพื้นที่การทำงานได้อีกด้วย (ที่มา: http://www.computri.net)

หลักการของประสิทธิภาพที่สามารถแสดงได้ด้วยอัตราส่วนทางคณิตศาสตร์จึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้พัฒนาการทางเทคโนโลยีได้เป็นอย่างดี ว่านวัตกรรมใหม่ที่สร้างขึ้นมานั้นได้ปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้นเท่าใด

คณิตศาสตร์กับการออกแบบทางวิศวกรรม

จุดเน้นสำคัญของการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาคือการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ หรือเทคโนโลยีมาบูรณาการเพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ลักษณะสำคัญของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม คือ

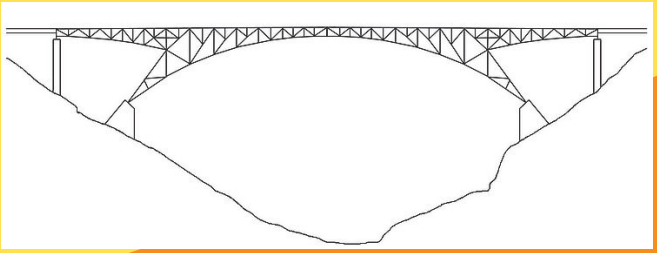
1) เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทของสถานการณ์จริงภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดต่าง ๆ

2) วิธีการแก้ปัญหาสามารถบรรลุสิ่งที่ต้องการได้จริงภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดเหล่านั้น

3) อาจมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี และควรมีกระบวนการเพื่อหาวิธีที่ให้ประสิทธิภาพมากที่สุด

เนื่องจากในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมนั้น มุ่งเน้นผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ได้จริง วิศวกรจึงจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ร่วมกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา และเนื่องจากปัญหาทางวิศวกรรมมักจะมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี วิศวกรจึงจำเป็นต้องเป็นผู้รอบรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้สามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้แก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย

ดังตัวอย่างการออกแบบโครงสร้างสะพานข้ามแม่น้ำแห่งหนึ่งซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิศวกรสามารถนำความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตและหลักการถ่ายทอดของแรงมาออกแบบโครงสร้างสะพานได้ ดังแสดงในรูปที่ 4

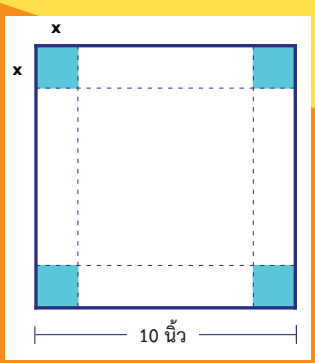


รูปที่ 4 การออกแบบโครงสร้างสะพานข้ามแม่น้ำของวิศวกร โดยใช้รูปสามเหลี่ยมชนิดต่าง ๆ (ที่มา: http://www.highestbridges.com)

จะเห็นได้ว่าวิศวกรได้เลือกใช้รูปสามเหลี่ยมชนิดต่าง ๆ ทั้งสามเหลี่ยมมุมแหลม สามเหลี่ยมมุมฉาก และสามเหลี่ยมมุมป้าน มาเป็นส่วนประกอบย่อยในการออกแบบโครงสร้างทั้งหมดโดยไม่มีรูปหลายเหลี่ยมอื่น ๆ เลย เนื่องจากโครงสร้างที่ใช้รูปสามเหลี่ยมจะกระจายแรงได้อย่างสมดุลมากกว่ารูปอื่น ๆ ตามหลักทางฟิสิกส์ ซึ่งการออกแบบโครงสร้างด้วยสามเหลี่ยมชนิดต่าง ๆ เหล่านี้ ทำให้วิศวกรต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับสามเหลี่ยมเรื่องต่าง ๆ ทั้งเรื่องความคล้าย ความเท่ากันทุกประการ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และตรีโกณมิติ รวมถึงความรู้เรื่องเวกเตอร์ มาใช้ในการคำนวณเพื่อออกแบบโครงสร้าง อย่างไรก็ดีวิศวกรอาจออกแบบสะพานด้วยรูปสามเหลี่ยมเพียงอย่างเดียวที่มีลักษณะแตกต่างออกไปได้อีกโดยแต่ละวิธีอาจมีประสิทธิภาพในการรับแรงที่แตกต่างกัน

ประสิทธิภาพและความคุ้มค่านับเป็นปัจจัยที่สำคัญในการออกแบบทางวิศวกรรม โดยวิศวกรจะพยายามออกแบบกระบวนการแก้ปัญหาที่สามารถให้ผลลัพธ์ปริมาณมากโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้น้อยที่สุด ความรู้คณิตศาสตร์ด้านแคลคูลัส โดยเฉพาะเรื่องการหาอนุพันธ์เพื่อหาค่าสูงสุดหรือ

ต่ำสุดจึงเป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญอีกหนึ่งอย่างของวิศวกรที่สามารถช่วยในการหาว่าวิธีการแก้ปัญหาใดจะทำให้ได้ค่า optimum value หรือค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหาหนึ่ง ๆ ยกตัวอย่างการใช้ค่าอนุพันธ์ช่วยในการหาคำตอบของปัญหาในชีวิตประจำวัน เช่น หากมีแผ่นอะลูมิเนียมรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสความยาวด้านละ 10 นิ้ว และต้องการตัดมุมทั้งสี่ออกไปเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาดเท่ากัน เพื่อพับและเชื่อมแผ่นอะลูมิเนียมส่วนที่เหลือเป็นภาชนะรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากเปิดด้านบน ควรตัดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตรงมุมทั้งสี่ออกไปให้มีขนาดเท่าใดจึงจะได้ความจุของภาชนะมากที่สุด



เราสามารถหาความยาวของด้านของสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ต้องตัดออกได้ ด้วยการกำหนดให้ความยาวด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ต้องการตัดออกเป็น x หน่วยแล้ว เขียนฟังก์ชัน f(x) ของปริมาตรภาชนะได้เป็น

$$f(x) = x(10-2x)^2$$

$$f(x) = 4x^3 - 40x^2 + 100x$$

เมื่อหาอนุพันธ์แล้วจะได้

$$f'(x) = 12x^2 - 80x + 100$$

จากนั้นหาตำแหน่งของค่า x ที่ทำให้ค่าอนุพันธ์ $f'(x)$ หรือค่าความชันของกราฟฟังก์ชัน f(x) เป็นศูนย์ จะได้คำตอบว่าค่าวิกฤตของฟังก์ชัน f(x) คือ $x = 1\frac{2}{3}$ นั่นคือควรตัดมุมของแผ่นอะลูมิเนียมออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสความยาวด้านละ $1\frac{2}{3}$ นิ้ว จะได้ภาชนะอะลูมิเนียมที่มีความจุมากที่สุด

จากหลักการเดียวกันนี้วิศวกรสามารถใช้การหาค่าอนุพันธ์ช่วยในการออกแบบสิ่งต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าที่สุดจากทรัพยากรที่มีอยู่ได้

อย่างไรก็ดีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมในส่วนของสะเต็มศึกษานั้น ไม่จำเป็นจะต้องเป็นปัญหาระดับสูงที่วิศวกรมีหน้าที่แก้ปัญหาในการทำงานจริง แต่อาจเป็นปัญหาในชีวิตประจำวันซึ่งสามารถใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ช่วยในการแก้ปัญหา โดยในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมนั้นอาจไม่จำเป็นต้องใช้ความรู้ทั้งทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี พร้อมกันทั้งหมด แต่อาจเลือกใช้เพียงบางด้านก็ได้ ดังนั้นนักเรียนก็สามารถแก้ปัญหาทางวิศวกรรมได้ หากมีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีมาช่วยในการแก้ปัญหาอย่างมีกระบวนการ โดยไม่ได้ใช้วิธีลองผิดลองถูกแต่เพียงอย่างเดียว

จากตัวอย่างทั้งหมดในบทความนี้ คงแสดงให้เห็นแล้วว่าคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการออกแบบทางวิศวกรรมในกลุ่มวิชาสะเต็มศึกษาเพียงใดและคงทำให้เห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์ที่ดูเหมือนเป็นเรื่องนามธรรมและห่างไกลจากชีวิตจริงนั้น แท้แล้วกลับเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิชาความรู้ด้านต่าง ๆ รวมทั้งการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาอย่างขาดไปไม่ได้เลยทีเดียว

บรรณานุกรม

Bybee, R. W. (2011). Scientific and Engineering Practices in K-12 Classrooms: Understanding A Framework for K-12 Science Education. *Science Teacher*, *78*(9), 34-40.

Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M. (2009). *Engineering in K-12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects*. Washington, D.C.: National Academies Press.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, *68*(4), 20-26.

Williams, J. (2011). STEM Education: Proceed with Caution. *Design and Technology Education: An International Journal*. *16*(1), 26-35.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

คณิตเสริมเพิ่มปัญญา

กิจกรรมเพื่อความเป็นเลิศทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษา

ดร. ภัทรวดี หาดแก้ว นักวิชาการ สาขาคณิตศาสตร์ประถมศึกษา สสวท. / e-mail : phadk@ipst.ac.th

การจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่จำเป็นในปัจจุบัน งานวิจัยได้ระบุว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษคณิตศาสตร์นั้นจะมีความสนใจและมีความถนัดทางคณิตศาสตร์ (ศักดา บุญโต และคณะ 2544 : 13 - 18) สามารถเรียนรู้ได้เร็วกว่านักเรียนปกติ (สุโขทัยธรรมาธิราช 2526 : 448; อ้างอิงจาก ศักดา บุญโต และคณะ, 2544) และมีความสามารถในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (นิตติยา ปภาพจน์ 2540 : 16 – 17; อ้างอิงจาก ศักดา บุญโต และคณะ, 2544) นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนกลุ่มนี้มีความต้องการการส่งเสริมการเรียนรู้ที่เหมาะสมซึ่งรวมถึงการจัดสถานการณ์ที่ท้าทายและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้น นอกจากคุณครูจะต้องคำนึงถึงความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างของผู้เรียน คุณครูจะต้องมีเนื้อหาหรือกิจกรรมที่เหมาะสมเพื่อท้าทายความสามารถ ส่งเสริมกระบวนการคิด อันจะเป็นการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนได้เต็มตามศักยภาพ

ในการนี้ สาขาคณิตศาสตร์ประถมศึกษา สสวท. ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา จึงได้พัฒนาชุดเอกสารเสริม **"คณิตเสริมเพิ่มปัญญา"** ซึ่งเป็นชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ตามระดับชั้นสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 จำนวนระดับชั้นละ 100 กิจกรรม เพื่อให้คุณครูได้มีกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับพัฒนานักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยกิจกรรมชุดนี้ เป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ และสอดคล้องกับหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาของ สสวท. เอกสารในแต่ละระดับชั้นประกอบด้วย 2 ส่วนได้แก่ (1) เอกสารสำหรับนักเรียนซึ่งเป็นส่วนกิจกรรมที่ถูกสร้างมาโดยมีจุดประสงค์ที่จะนำไปใช้กับนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ซึ่งเป็นผู้ที่เรียนรู้ได้เร็วและสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง แต่ละกิจกรรมนักเรียนจะต้องอ่านและทำความเข้าใจปัญหาด้วยตนเอง และเมื่อแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้วสามารถตรวจคำตอบได้จากเฉลยกิจกรรมซึ่งอยู่ในเอกสารสำหรับครู และ (2) เอกสารสำหรับครูซึ่งเป็นคู่มือการใช้เอกสารประกอบไปด้วยส่วนเฉลยกิจกรรมและคำชี้แจงประจำกิจกรรม ในส่วนของคำชี้แจงประจำกิจกรรมนี้ เป็นส่วนที่ต้องการสื่อสารกับคุณครูถึงจุดประสงค์ของกิจกรรม แนวคิดในการแก้ปัญหาบางข้อ สิ่งที่ต้องคำนึงหรือข้อควรระวังในการใช้กิจกรรมนี้และการนำกิจกรรมไปใช้ โดยทุกกิจกรรมจะระบุว่ากิจกรรมนี้นำไปใช้เมื่อไร นอกจากนี้บางกิจกรรมยังมีการให้ความรู้เพิ่มเติมที่จำเป็นสำหรับคุณครูอีกด้วย รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างเอกสารเสริม "คณิตเสริมเพิ่มปัญญา" ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

รูปที่ 1 (a - c) ตัวอย่างเอกสารคณิตเสริมเพิ่มปัญญา ซึ่งประกอบด้วย
(a) กิจกรรมสำหรับนักเรียน (b) เฉลยกิจกรรม และ (c) คำชี้แจงประจำกิจกรรม

กิจกรรมชุดนี้เป็นกิจกรรมที่ต้องการเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจในบทเรียนให้กับนักเรียน รวมถึงต้องการพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และหลายกิจกรรมเป็นกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงทำให้การเรียนคณิตศาสตร์มีความหมายต่อนักเรียนมากขึ้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต โดยกิจกรรมของแต่ละชั้นปีจะถูกแบ่งตามเนื้อหาสาระเป็นหน่วยย่อย สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จะมีทั้งหมด 8 หน่วย ได้แก่ หน่วยที่ 1 จำนวนนับไม่เกิน 1,000 หน่วยที่ 2 การบวกและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 1,000 หน่วยที่ 3 การวัดความยาว การชั่ง การตวง หน่วยที่ 4 เวลา หน่วยที่ 5 เงิน หน่วยที่ 6 การคูณและการหาร หน่วยที่ 7 รูปเรขาคณิต และหน่วยที่ 8 การบวก ลบ คูณ หารระคน ซึ่งในบทความนี้ผู้เขียนขอนำเสนอตัวอย่างกิจกรรมสำหรับผู้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 กิจกรรมจากหน่วยที่ 1 หน่วยที่ 2 หน่วยที่ 4 และหน่วยที่ 7 ดังนี้

(a) กิจกรรมสร้างจำนวน

กิจกรรม สร้างจำนวน
หน่วยที่ 1 จำนวนนับไม่เกิน 1,000
เนื้อหา การเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทยและตัวหนังสือ
ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา

กิจกรรม “สร้างจำนวน” นี้เป็นกิจกรรมฝึกการเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทยและตัวหนังสือ ซึ่งเป็นการเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจในบทเรียน นอกจากนั้นนักเรียนยังได้ฝึกการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา เนื่องจากนักเรียนต้องหาวิธีเขียนตัวเลขแสดงจำนวนจากเลขโดดที่กำหนดให้ ให้ครบทุกกรณี ในคำชี้แจงประจำกิจกรรม นอกจากมีจุดประสงค์ของกิจกรรมแล้ว ยังมีแนวคิดในการแก้ปัญหาด้วย ดังรูปที่ 2 (c)

กิจกรรมที่ 1

สร้างจำนวน

เฉลย

เขียนตัวเลขแสดงจำนวนสามหลักจากเลขโดดที่กำหนดให้แล้วเขียนตัวเลขไทยและตัวหนังสือ

0, 1, 2

ตัวเลขฮินดูอารบิก	ตัวเลขไทย	ตัวหนังสือ
ตัวอย่าง 210	๒๑๐	สองร้อยสิบ
1 102	๑๐๒	หนึ่งร้อยสอง
2 112	๑๑๒	หนึ่งร้อยสิบสอง
3 120	๑๒๐	หนึ่งร้อยยี่สิบ
4 122	๑๒๒	หนึ่งร้อยยี่สิบสอง
5 201	๒๐๑	สองร้อยเอ็ด
6 200	๒๐๐	สองร้อย
7 222	๒๒๒	สองร้อยยี่สิบสอง

จริง ๆ แล้วเขียนได้ 18 จำนวนที่ไม่ซ้ำกัน คนเก่งทำเพิ่มให้ครบได้นะคะ

100, 101, 110, 111, 121, 202, 211, 212, 220, 221

(b) เฉลยกิจกรรม

หน่วยที่ 1

จำนวนนับไม่เกิน 1,000

กิจกรรมที่ 1

สร้างจำนวน

กิจกรรม "สร้างจำนวน" มีวัตถุประสงค์เพื่อฝึกให้นักเรียนใช้ตัวเลขโดด 0, 1, 2 แสดงจำนวน สามหลัก

กิจกรรมนี้ควรใช้เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนรู้เรื่องการอ่านและเขียนจำนวนนับไม่เกิน 1,000 ซึ่งนักเรียนสามารถใช้เลขโดดที่ซ้ำกันได้ ทั้งนี้นักเรียนที่มีความคิดเชิงระบบจะสร้างจำนวนจากจำนวนน้อยที่สุดก่อน แล้วจึงสร้างจำนวนที่ซ้ำกันโดยการสลับลำดับที่ของเลขโดดที่กำหนดให้ เช่น

กรณีที่ 1 ถ้าไม่ใช้ตัวเลขโดดซ้ำกัน จะได้ 4 แบบ

102 201 120 210

กรณีที่ 2 ถ้าใช้ตัวเลขโดดซ้ำกัน จะได้ 18 แบบ

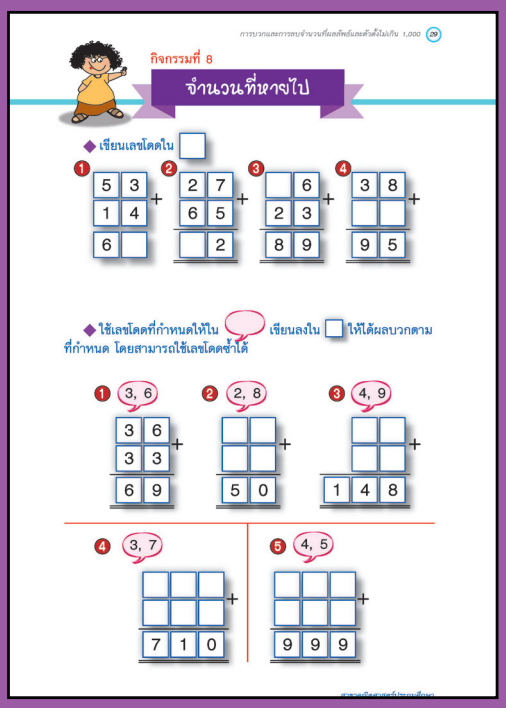
แนวคิด

1 < 0 — 0/1/2 → 100, 101, 102
1 — 0/1/2 → 110, 111, 112
2 — 0/1/2 → 120, 121, 122

2 < 0 — 0/1/2 → 200, 201, 202
1 — 0/1/2 → 210, 211, 212
2 — 0/1/2 → 220, 221, 222

(c) คำชี้แจงประจำกิจกรรม

รูปที่ 2 (a - c) ตัวอย่างกิจกรรมเรื่อง "สร้างจำนวน" พร้อมเฉลย และคำชี้แจงประจำกิจกรรม



กิจกรรมที่ 8

จำนวนที่หายไป

◆ เขียนเลขโดดใน □

1 5 3 + 1 4 = 6 □
2 2 7 + 6 5 = □ 2
3 □ 6 + 2 3 = 8 9
4 3 8 + □ □ = 9 5

◆ ใช้เลขโดดที่กำหนดให้ใน ◯ เขียนลงใน □ ให้ได้ผลบวกตามที่กำหนด โดยสามารถใช้เลขโดดซ้ำได้

1 (3, 6) 3 6 + 3 3 = 6 9
2 (2, 8) □ □ + □ □ = 5 0
3 (4, 9) □ □ + □ □ = 1 4 8
4 (3, 7) □ □ □ + □ □ □ = 7 1 0
5 (4, 5) □ □ □ + □ □ □ = 9 9 9

รูปที่ 3 กิจกรรมจำนวนที่หายไป

กิจกรรม จำนวนที่หายไป
หน่วยที่ 2 การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 1,000
เนื้อหา การบวกที่มีทด
ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา

กิจกรรม "จำนวนที่หายไป" นี้เป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก โดยให้นักเรียนเลือก เลขโดดที่กำหนดให้เติมลงใน □ เพื่อให้ได้ผลบวกตามที่กำหนด และสามารถใช้เลขโดดซ้ำกันได้ เช่น ข้อ 2 กำหนดเลขโดด 2 และ 8 เลือกเติมให้ได้ผลบวกเท่ากับ 50 นักเรียนต้องเติม 2 และ 8 ในหลักหน่วยเพราะบวกกันได้ 10 เติม 0 ในหลักหน่วยและทด 1 สิบ ผลบวกในหลักสิบคือ 5 สิบ มีอยู่แล้ว 1 สิบ จึงต้องเติม 2 สิบ บวกกับ 2 สิบ ดังนั้นคำตอบคือ 28 + 22 = 50 หรือ 22 + 28 = 50

เวลา 79

กิจกรรมที่ 6

พืชสวนครัว

นิธิปลูกพืชสวนครัว 5 ชนิด แต่ละชนิดมีระยะการเจริญเติบโตไม่เท่ากัน เติมคำตอบลงใน

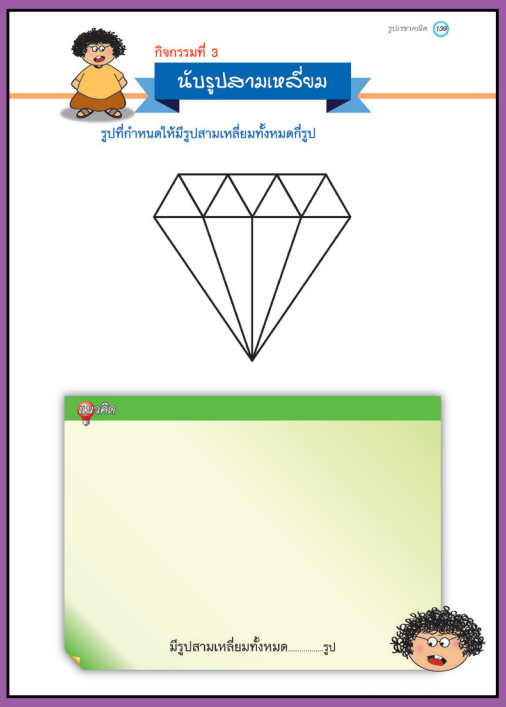
ชื่อพืช	ระยะเวลาปลูก	วัน/เดือน/ปี ที่เริ่มต้นปลูก	วัน/เดือน/ปี ที่ครบกำหนดเจริญเติบโต
แตงกวา	30 วัน	15 พ.ค. 2555	13 มิ.ย. 2555
กะเพรา	40 วัน	2 มี.ค. 2555	
โหระพา	50 วัน		31 ก.ค. 2555
คะน้า		20 ส.ค. 2555	13 ต.ค. 2555
พริก	75 วัน	1 ก.ย. 2555	14 พ.ย. 2555

ตัวอย่างคำตอบ

รูปที่ 4 กิจกรรมพืชสวนครัว

กิจกรรม พืชสวนครัว
หน่วยที่ 4 เวลา
เนื้อหา โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา
ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

กิจกรรม “พืชสวนครัว” นี้เป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวลา ในการแก้ปัญหาหากโจทย์ถามวันครบกำหนดเจริญเติบโต โจทย์จะต้องกำหนดวันเริ่มปลูกและระยะเวลาปลูกให้ สำหรับการปลูกพริก ให้นักเรียนกำหนดวันที่เริ่มปลูกเอง กิจกรรมนี้ยังเป็นกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงในเรื่องการปลูกพืชสวนครัวชนิดต่าง ๆ


รูปเรขาคณิต 138

กิจกรรมที่ 3

นับรูปสามเหลี่ยม

รูปที่กำหนดให้มีรูปสามเหลี่ยมทั้งหมดกี่รูป

มีรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด.....รูป

รูปที่ 5 กิจกรรมนับรูปสามเหลี่ยม

กิจกรรม นับรูปสามเหลี่ยม
หน่วยที่ 7 รูปเรขาคณิต
เนื้อหา รูปสามเหลี่ยม
ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา

กิจกรรม “นับรูปสามเหลี่ยม” นี้เป็นกิจกรรมที่ฝึกการสังเกตและนับรูปสามเหลี่ยมซึ่งเป็นการเพิ่มพูนความเข้าใจเรื่องรูปสามเหลี่ยม โดยรูปสามเหลี่ยมเกิดจากส่วนของเส้นตรง 3 เส้นที่มาประกอบกันทำให้เกิดมุมสามมุม นอกจากนี้นักเรียนยังได้พัฒนาความรู้สึกเชิงปริภูมิและทักษะการแก้ปัญหาด้วย

กิจกรรมต่าง ๆ ที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นนี้ สาขาคณิตศาสตร์ประถมศึกษา สสวท. จะนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลมาปรับและพัฒนาให้เอกสารชุดนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น สุดท้ายนี้ต้องขอขอบคุณคณะผู้ยกร่าง ผู้พิจารณาร่างและผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ช่วยทำให้เกิดกิจกรรมชุดนี้ขึ้นมาได้ และสาขาคณิตศาสตร์ประถมศึกษา สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารชุดนี้จะช่วยให้คุณครูมีเครื่องมือที่เหมาะสมในการพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้เต็มตามศักยภาพ

บรรณานุกรม

ศักดา บุญโต และคณะ. (2544). *คณิตศาสตร์มหัศจรรย์ : คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์แห่งชาติเพื่อพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษ สกศ.

เชื่อมต่อ STEM ด้วยโครงงานและ ICT สู่ทักษะศตวรรษที่ 21

สมชาย พัฒนาชวนชม ผู้ชำนาญ ฝ่ายโครงสร้างพื้นฐานและพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ สสวท. / e-mail : sphat@ipst.ac.th

กระบวนการเรียนรู้แบบ STEM (Science Technology Engineering Mathematics) เป็นการผนวกความรู้ศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์(S) คณิตศาสตร์(M) และเทคโนโลยี(T) เพื่อเป็นพื้นฐานความรู้นำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา(E) เพื่อพัฒนาหรือปรับปรุงการทำโครงงานในโรงเรียนหรือปัญหาจริงที่เกิดกับตัวผู้เรียนหรือท้องถิ่นของผู้เรียนเอง การนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาจึงมีความหมายต่อผู้เรียนโดยตรง ทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับในห้องเรียนกับการนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งในห้องเรียนและในชีวิตจริง

เป้าหมายทักษะศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills)

นอกจากความรู้แกนกลางที่ได้เรียนในห้องเรียนแล้ว นักเรียนควรมีความรู้หรือทักษะอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อใช้ประกอบอาชีพหรือใช้ในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะอาชีพที่เกิดใหม่ที่ต้องอาศัยทักษะ และเทคโนโลยีที่เกิดใหม่มากมายในศตวรรษที่ 21

ทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะที่ต้องได้รับการฝึกฝนเพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน และรองรับการแข่งขันในอาชีพที่สูงขึ้นที่เปิดกว้างมากขึ้นไม่เฉพาะภายในประเทศเท่านั้น ซึ่งการเรียนรู้แบบ STEM ในโรงเรียนเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถตอบสนองต่อการพัฒนาทักษะเหล่านี้ได้ผ่านการทำโครงงานต่าง ๆ โดยใช้ ICT เป็นเครื่องมือของการทำโครงงานในยุคศตวรรษนี้

ICT: เครื่องมือการเรียนรู้และการทำโครงงาน

ICT ในด้านหนึ่งก็เป็นศาสตร์ทางเทคโนโลยีที่ต้องใช้เวลาศึกษาเรียนรู้ อีกด้านหนึ่งก็เป็นเครื่องมือสำหรับนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในการทำงานในชีวิตประจำวันหรือนำมาใช้พัฒนาโครงงานวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เมื่อนำ ICT มาประยุกต์ใช้จะทำให้มุมมองในการแก้ปัญหาเปิดกว้างมากขึ้นเมื่อเลือกใช้เครื่องมือเหล่านี้ได้อย่างเหมาะสม

การใช้ ICT เป็นเครื่องมือในการทำโครงงานพอแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ 1.อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ 2.ซอฟต์แวร์ 3.การเขียนโปรแกรม การใช้เครื่องมือเหล่านี้ ทำได้หลายรูปแบบ เช่น

- เครื่องมือบางส่วนสามารถนำมาใช้งานได้ทันที เช่น การใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปสำหรับทำงานเอกสารร่วมกัน หรือสำหรับใช้สื่อสารกันภายในทีม
- เครื่องมือบางส่วนต้องทำงานร่วมกันเพื่อเพิ่มศักยภาพในการใช้งาน เช่น อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่มาพร้อมกับซอฟต์แวร์ในตัว หรือ อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ต้องอาศัยการเขียนโปรแกรมเข้าไปเพื่อควบคุมการทำงาน หรือซอฟต์แวร์สำเร็จรูปบางตัวสามารถเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมเข้าไปได้

อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

สมาร์ตโฟนและแท็บเล็ต เป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับสื่อสารที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน มาพร้อมกับอุปกรณ์ตรวจวัด (sensors) หลายชนิดที่สามารถรับข้อมูลเข้ามาในอุปกรณ์และสามารถนำไปใช้กับการทำโครงงานได้ เช่น ระบบ GPS ที่ใช้สำหรับหาค่าตำแหน่งปัจจุบันของตัวอุปกรณ์ผ่านสัญญาณดาวเทียม ซึ่งค่าตำแหน่งเป็นข้อมูลหนึ่งที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโครงงานได้

บอร์ดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (micro-controller) ซึ่งมีใช้มานานแล้วแต่ด้วยเทคโนโลยีปัจจุบันที่ดีขึ้นและราคาถูกลงมากทำให้ได้รับความสนใจมากขึ้นในขณะนี้ โดยเฉพาะการนำมาใช้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยอุปกรณ์เหล่านี้ อาทิ IPST Microbox จัดทำโดยสสวท. หรือบอร์ด Open Source Arduino ที่ใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก อย่างไรก็ตาม บอร์ดควบคุมเหล่านี้ต้องอาศัยการเขียนโปรแกรมเข้าไป

ควบคุมการทำงานเพื่อเก็บข้อมูลจาก**อุปกรณ์ตรวจวัด**หรือทำการทดลองบางอย่างแบบอัตโนมัติซึ่งจะทำให้โครงงานมีการจัดการข้อมูลได้แม่นยำขึ้น ได้ข้อมูลเพิ่มขึ้นและหลากหลายขึ้นโดยเฉพาะในสถานการณ์ที่การเก็บข้อมูลมีความเสี่ยงต่อคน หรือเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ยาก หรือต้องเก็บข้อมูลซ้ำบ่อย ๆ และใช้เวลานานมาก

สมาร์ตโฟน และ แท็บเล็ตก็สามารถเขียนโปรแกรมเข้าไปควบคุมได้ แต่ข้อจำกัดอย่างหนึ่งของอุปกรณ์เหล่านี้คือการขยาย**อุปกรณ์ตรวจวัด**หรือระบบอื่น ๆ เพิ่มเติมที่มีค่อนข้างจำกัดเมื่อเทียบกับบอร์ดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่เริ่มต้นด้วยบอร์ดควบคุมหลัก หลังจากนั้นสามารถขยายอุปกรณ์ได้หลากหลายตามความต้องการ เช่น อุปกรณ์ตรวจวัดค่าต่าง ๆ (ความเร็ว ความดัน ความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณแก๊สต่าง ๆ เช่น ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์) หรือเพิ่มบอร์ดต่อขยายบอร์ดควบคุมหลัก เช่น บอร์ดสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณ GSM Wi-Fi เพื่อเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต หรือเชื่อมต่อสัญญาณ Bluetooth เพื่อเชื่อมต่อสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต การเลือกใช้บอร์ดต่อขยายหรืออุปกรณ์ตรวจวัดขึ้นอยู่กับความต้องการในการทำโครงงานทำให้ใช้งบประมาณได้อย่างคุ้มค่า

ซอฟต์แวร์ (Software)

อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์สามารถรับหรือส่งผ่านข้อมูลได้ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลรูปภาพที่ได้จากกล้อง ค่าตำแหน่งพิกัดของเครื่องจากระบบ GPS หรือค่าต่าง ๆ ที่ได้รับจากอุปกรณ์ตรวจวัด เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะมีประโยชน์มากยิ่งขึ้นเมื่อนำไปประมวลผลหรือเปลี่ยนรูปแบบซึ่งทำได้ด้วยซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่มาพร้อมกับฮาร์ดแวร์

ซอฟต์แวร์บางประเภทช่วยการทำโครงงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในด้านการทำงานร่วมกัน ด้านการสื่อสารภายในทีม หรือด้านนำเสนอให้สาธารณะรับรู้ ปัจจุบันซอฟต์แวร์ประเภทนี้มักให้บริการในระบบคลาวด์ (Cloud Services) ที่สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ตัวอย่างเช่น ซอฟต์แวร์ของค่าย Google ไม่ว่าจะเป็น Google Drive สำหรับเก็บไฟล์ข้อมูลในอินเทอร์เน็ตคลาวด์ สร้างเอกสารด้วย Google Docs ทำเว็บไซต์ด้วย Google Sites ใช้อีเมลด้วย Gmail และอื่น ๆ อีกมากมาย นอกจาก Google ก็ยังมีอีกหลายค่าย เช่น Microsoft, Yahoo, Amazon, Dropbox, Evernote

ซอฟต์แวร์สำหรับใช้ในการสื่อสารระหว่างกันบนอินเทอร์เน็ต รวมถึงโซเชียลมีเดีย (social media) ต่าง ๆ ก็เป็นกลุ่มของซอฟต์แวร์ที่อยู่ในระบบคลาวด์เช่นกันเช่น FaceBook, Twitter, Skype หรือโปรแกรม Chat, SMS, Video Conference อีกมากมายซอฟต์แวร์สำหรับเขียนบทความอย่าง Blog เช่น Wordpress, Joomla ก็ยังเป็นที่นิยมอยู่ และมีซอฟต์แวร์บางตัวผนวกเข้ากับการศึกษาด้วยเช่น Edmodo, Schoology

ซอฟต์แวร์ในระบบคลาวด์มีความโดดเด่นอยู่ที่สามารถเข้าถึงได้ในหลายอุปกรณ์ เช่น PC Notebook สมาร์ตโฟน แท็บเล็ตและสามารถเชื่อมต่อข้อมูลถึงกันในทุกอุปกรณ์ได้ทุกที่ทุกเวลาเมื่อสามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ ที่สำคัญซอฟต์แวร์เหล่านี้ส่วนใหญ่ฟรีอย่างเช่น ต้องการใช้ซอฟต์แวร์ของ Google ก็เพียงสมัครสมาชิก (signup) ด้วยการสร้างบัญชีรายชื่อ Google Account ขึ้นมาก็สามารถใช้ซอฟต์แวร์เหล่านี้ได้ทันที

การเขียนโปรแกรม (Programming)

การใช้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์สำเร็จรูปอาจแก้ปัญหาได้ไม่ตรงตามความต้องการในการทำโครงงาน การเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมจะช่วยทำให้โครงงานสมบรูณ์ได้**ตามแนวทางที่ต้องการและได้ออกแบบ**ไว้

ในปัจจุบันมีโปรแกรมภาษามากมายที่น่าศึกษาเรียนรู้และนำมาใช้ในการทำโครงงาน ภาษาที่ดีที่สุด คือภาษาที่เหมาะกับผู้เรียนในแต่ระดับ อย่างเช่นภาษา Scratch หรือ Kodu สามารถนำมาใช้กับเด็กเล็กระดับประถมปลายหรือมัธยมต้นได้โดยโครงงานอาจยังไม่ต้องใช้ฮาร์ดแวร์ แต่เน้นโครงงานที่สะท้อนความเข้าใจจากสิ่งที่เรียนมาในห้องเรียนในรูปแบบที่สนุกสนานด้วยการทำแอนนิเมชันหรือการสร้างเกมก็ได้

เมื่อเด็กโตขึ้นในระดับมัธยมต้นหรือมัธยมปลาย เด็ก ๆ สามารถใช้ความคิดที่ซับซ้อนได้ อาจใช้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ร่วมกับตัวตรวจวัดในโครงงาน การเขียนโปรแกรมก็จะยากขึ้นอีก เช่น เขียนโปรแกรมด้วยภาษา App Inventor เพื่อควบคุมสมาร์ตโฟนหรือเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Processing เพื่อควบคุมบอร์ด Arduino ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจวัดและ

ถ้าโครงงานใดที่ต้องการเว็บไซต์หรือโปรแกรมบนอินเทอร์เน็ต ก็ต้องเขียนโปรแกรมหลายภาษาร่วมกัน เช่น HTML5 CSS3 JavaScript

ในการทำโครงงาน การออกแบบและเขียนโปรแกรมเปรียบเสมือนการวางแผน เพื่อทำแผนผังเชื่อมโยงจากปัญหาสู่แนวคิดในการแก้ปัญหาของโครงงานนั้น เข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือซอฟต์แวร์ที่จะใช้รวมทั้งการเชื่อมต่อหรือส่งผ่านข้อมูลในแต่ละส่วนของโครงงานด้วย การเขียนโปรแกรมจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งในการฝึกพัฒนาความคิดขั้นสูงเพื่อใช้สำหรับการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนต้องฝึกคิดวิเคราะห์ คิดวิจารณญาณ คิดเชื่อมโยง คิดสร้างสรรค์ตามตรรกะของปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

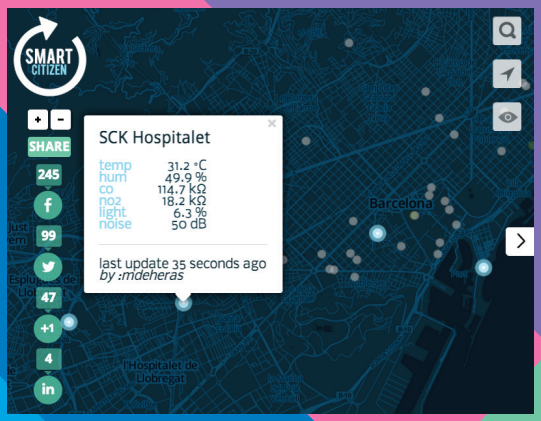
ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ ICT ในการทำโครงงาน

โปรเจก Smart Citizen เป็นตัวอย่างหนึ่งที่ใช้ ICT กับโปรเจกที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทั่วโลกซึ่งอาจจะดูซับซ้อนเกินไปกว่าจะนำมาทำโครงงานในโรงเรียน แต่น่าจะเหมาะเป็นกรณีศึกษาสำหรับการเรียนรู้แบบ STEM ที่ประยุกต์ใช้ ICT ในการทำโครงงานเพื่อพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 ได้

รูปที่ 1 แสดงองค์ประกอบของโปรเจกนี้ซึ่งเป็นการสร้างระบบติดตามตรวจวัดค่าต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมผ่านอุปกรณ์ตรวจวัดที่ถูกวางไว้อยู่ทั่วโลกโดยผู้เข้าร่วมโครงการเป็นผู้นำอุปกรณ์ตรวจวัดไปวางในสถานที่ต่าง ๆ แม้แต่ในบริเวณบ้านของผู้เข้าร่วมโครงการก็ได้ เพื่อบันทึกค่าต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความดังของเสียง ความชื้น ความเข้มของแสงสว่าง ปริมาณแก๊สต่าง ๆ อาทิ CO หรือ NO_2

รูปที่ 1 องค์ประกอบหลักของโปรเจก Smart Citizen (อุปกรณ์ตรวจวัด เว็บไซต์ โปรแกรมบนสมาร์ตโฟน)

อุปกรณ์ในโปรเจกนี้ทำจากบอร์ด Arduino เชื่อมต่อกับบอร์ดต่อขยายที่มีอุปกรณ์ตรวจวัดค่าต่าง ๆ และบอร์ดต่อขยายเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตซึ่งใช้ส่งค่าต่าง ๆ ที่ตรวจวัดได้ไปยังระบบกลางผ่านอินเทอร์เน็ตเพื่อทำการประมวลผลและแสดงผลกราฟิก (data visualization) ดังตัวอย่างในรูปที่ 2 ผ่านเว็บไซต์ของโปรเจกหรือผ่านโปรแกรมบนสมาร์ตโฟน (Mobile Apps) ก็ได้



รูปที่ 2 ตัวอย่างหน้าแสดงผลกราฟิกของค่าสิ่งแวดล้อมที่วัดได้ในบริเวณเมืองบาเซโลนา

การประยุกต์ใช้โปรเจก Smart Citizen ในการทำโครงงาน

เมื่อได้ศึกษาโปรเจก Smart Citizen แล้วครูสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้แบบ STEM โดยใช้ ICT เป็นเครื่องมือเพื่อทำโครงงานลักษณะนี้ในโรงเรียนได้ โดยผู้เรียนจะได้ฝึกการค้นคว้า คิดเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ที่ได้เรียนมาในห้องเรียนจากความรู้แกนกลางทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะด้านภูมิศาสตร์ ฟิสิกส์ และเคมี รวมถึงความรู้ที่ควรศึกษาในศตวรรษที่ 21 เช่น ความตระหนักและมีส่วนร่วมในสังคมโลก (global awareness) และความรู้ความเข้าใจถึงสภาวะแวดล้อมของโลกในปัจจุบัน (environmental literacy)

ผู้เรียนจะได้ฝึกพัฒนาทักษะต่าง ๆ ตั้งแต่การใช้ความคิดสร้างสรรค์ (creativity) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) ในการวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางการออกแบบโครงงานในเรื่องสิ่งแวดล้อมซึ่งสามารถใช้ในบริบทที่เล็กลงเหมาะกับการทำโครงงานในโรงเรียนได้

การทำโครงงานเป็นทีมจะช่วยให้ผู้เรียนฝึกทักษะการทำงานร่วมกัน (collaboration) และการสื่อสารกันภายในทีม (communication) ได้ด้วย ทั้งนี้ผู้เรียนสามารถเลือกใช้ซอฟต์แวร์มากมายในระบบคลาวด์มาเป็นเครื่องมือในทำงานร่วมกันเป็นทีมได้ ส่วนการสื่อสารสู่สาธารณะ สามารถทำได้หลายรูปแบบทั้งเว็บไซต์โครงงานหรือทำโปรแกรมบนสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต การนำเสนอข้อมูลแบบกราฟิกบนเว็บไซต์หรือโปรแกรม ยังมีส่วนสำคัญในการดึงดูดความสนใจจากผู้คนทั่วไป สามารถสร้างความเข้าใจให้ผู้รับสารได้ง่ายขึ้นและได้รับประโยชน์จากข้อมูลมากขึ้นด้วย

การใช้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ในการทำโครงงานช่วยเพิ่มมิติการใช้เทคโนโลยีและทักษะกระบวนการคิดที่ซับซ้อนขึ้น การใช้บอร์ด Arduino และอุปกรณ์ตรวจวัดมาจัดการกับข้อมูลสามารถปรับเปลี่ยนขอบเขตของการทำโครงงาน มาเป็นในโรงเรียนหรือในท้องถิ่นของผู้เรียนได้ การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ไปยังสถานที่ต่าง ๆ ได้ง่าย ทำให้ไม่ต้องใช้อุปกรณ์จำนวนมากก็ได้ การรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดแล้วส่งผ่านอินเทอร์เน็ตสู่ระบบฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์โดยตรงทำให้การเก็บข้อมูลทำได้ง่ายสะดวกขึ้น และขจัดปัญหาความคลาดเคลื่อนของการเก็บข้อมูลโดยตรงจากคน

การเลือกใช้สื่อ ซอฟต์แวร์ หรือโปรแกรมภาษาอย่างเหมาะสม ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจในเทคโนโลยีเหล่านี้ให้ดีก่อน (information, media, ICT literacy) เพื่อการเชื่อมโยงอย่างมีความหมายและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำโครงงานได้จริง

บทสรุปส่งท้าย

การเรียนรู้แบบ STEM เป็นแนวคิดในการบูรณาการความรู้ศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในเชิงวิศวกรรม เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาปรับปรุงปัญหาเดิมให้ดีขึ้นด้วยแนวทางอื่น ๆ ซึ่งการเรียนรู้แบบ STEM สามารถนำมาใช้ทำโครงงานได้โดยใช้เทคโนโลยีด้าน ICT ตั้งแต่สืบเสาะค้นคว้า เชื่อมโยงความรู้ ออกแบบโครงงาน ลงมือปฏิบัติ จนถึงการนำเสนอโครงงาน ตลอดจนพัฒนาทักษะต่าง ๆ ระหว่างทำโครงงาน ซึ่งทักษะเหล่านี้ล้วนจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตประจำวันและการแข่งขันในการงานอาชีพแห่งยุคศตวรรษที่ 21 นี้

บรรณานุกรม

App Inventor. App Inventor. Retrieved December 25, 2013, from http://appinventor.mit.edu/explore/

Arduino. Arduino. Retrieved December 25, 2013, from http://arduino.cc

Computer Department. The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2010, January 13). IPST MicroBox. Retrieved December 25, 2013, from http://oho.ipst.ac.th/ipst-microbox/29-About-IPST-MicroBox

Kodu Game Lab. *Kodu Game Lab*. Retrieved December 25, 2013, from: http://www.kodugamelab.com

Murthy, S. (2013, December 18). The 25 Hottest Skills That Got People Hired in 2013. Retrieved December 25, 2013, from http://blog.linkedin.com/2013/12/18/the-25-hottest-skills-that-got-people-hired-in-2013/

Processing. Processing. Retrieved December 25, 2013, from http://processing.org

Scratch. Scratch. Retrieved December 25, 2013, from http://scratch.mit.edu/

Smart Citizen. Smart Citizen. Retrieved December 25, 2013, from http://smartcitizen.me

Teaching Ideas, Lessons and Curriculum Materials. Retrieved December 25, 2013, from http://www.unescobkk.org/education/ict/online-resources/portal-for-teachers/v-ideas-lessons-and-curriculum/21st-century-skills/

Willingham, A. J. (2009). 21st Century Skills: The Challenges Ahead. Retrieved December 25, 2013, from http://www.ascd.org/publications/educational-leadership/sept09/vol67/num01/21st-Century-Skills@-The-Challenges-Ahead.aspx

Vera Rubin

นักดาราศาสตร์สตรี ผู้วัดความเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีเป็นคนแรก

ศ. ดร.สุทัศน์ ยกส้าน ราชบัณฑิต สำนักวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์และดาราศาสตร์

(ที่มา : www.vassar.edu)

นับตั้งแต่สมัยของ Galileo คือเมื่อ 400 ปีก่อน ที่นักดาราศาสตร์ใช้กล้องโทรทรรศน์ศึกษาธรรมชาติของดาวเคราะห์ ดาวฤกษ์ ดาวหาง ดาวเคราะห์น้อย กาแล็กซี ฯลฯ ซึ่งเป็นวัตถุท้องฟ้าที่กล้องโทรทรรศน์สามารถเห็นได้ แต่ปัจจุบันโลกมีนักดาราศาสตร์อีกกลุ่มหนึ่งที่กำลังค้นหาสสารที่ตามองไม่เห็น บุคคลหนึ่งที่เป็นผู้บุกเบิกการวิจัยเรื่องนี้ คือ Vera Rubin

Vera Cooper Rubin เกิดเมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม ค.ศ. 1928 ที่เมือง Philadelphia ในสหรัฐอเมริกา บิดา Phillip Cooper มีอาชีพเป็นวิศวกรไฟฟ้า มารดาเป็นพนักงานประจำที่บริษัท Bell Telephone Company เมื่อ Vera อายุ 10 ปี ครอบครัว Cooper ได้อพยพไปที่ Washington, D.C.

Vera สนใจดาราศาสตร์ตั้งแต่เด็ก เมื่อบิดาเห็นชัดว่าเธอสนใจและชอบดูดาวมาก จึงช่วยเธอสร้างกล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็กเพื่อใช้ดูดาวที่บ้าน และมักพาเธอไปร่วมประชุมกับนักดาราศาสตร์สมัครเล่นผู้ใหญ่อื่น ๆ โดยนั่งเป็นเพื่อนเธอตลอดการฟังบรรยาย เพราะเธอเป็นเพียงเด็กหญิงเล็ก ๆ คนหนึ่งจึงไม่สมควรที่จะอยู่ท่ามกลางผู้ใหญ่ที่เป็นผู้ชายทั้งหมด

Vera เล่าว่า การที่เธอเป็นนักดาราศาสตร์เพราะได้รับแรงสนับสนุนจากทุกคนในครอบครัว แต่ไม่ได้รับแรงกระตุ้นจากโรงเรียนเท่าที่ควร เพราะครูวิทยาศาสตร์มักสนใจเด็กผู้ชายมากกว่า สำหรับครูแนะแนวนั้นก็ได้พยายามบอกเธอว่าชีวิตเธอจะก้าวหน้าแน่นอน ถ้าไม่คิดจะเป็นนักดาราศาสตร์

Vera จบชั้นมัธยมศึกษาเมื่ออายุ 16 ปี เวลาที่เรียน เธอชอบอ่านตำราดาราศาสตร์และชอบคณิตศาสตร์ ในยามว่างจะเล่นเปียโน ผ่อนคลายด้วยการทำงานศิลปะ และปั่นจักรยาน เธอไม่คบเพื่อนชายในเวลาเดียวกันหลายคน เธอชอบผู้ชายที่ฉลาด และรู้สึกตลอดเวลาว่าเธอมีนิสัยที่แตกต่างจากเด็กผู้หญิงคนอื่น ๆ ตรงที่เธอสนใจดาราศาสตร์ ซึ่งเป็นความต้องการที่ "ผิดปกติ" ของสังคมในสมัยนั้น

เมื่อเรียนถึงระดับอุดมศึกษา Vera ต้องการจะเรียนที่ Swarthmore College ในรัฐ Pennsylvania แต่อาจารย์ที่สัมภาษณ์คิดว่า เธอน่าจะเรียนวิชาวาดภาพดาวมากกว่า เมื่อถูกดูแคลน เธอจึงสมัครไปเรียนต่อที่ Vassar College ซึ่งอยู่ที่เมือง Poughkeepsie ในรัฐ New York เพราะที่นั่นเป็นวิทยาลัยเดียวในสหรัฐฯ ที่อนุญาตให้ผู้หญิงเรียนดาราศาสตร์ในระดับปริญญาตรีได้ นอกจากเหตุผลนี้แล้ว เธอก็ยังรู้ว่า Vassar college เป็นวิทยาลัยที่เคยมีนักดาราศาสตร์ที่มีชื่อเสียงมากคนหนึ่งชื่อ Maria Mitchell เป็นครูสอน (ในปี ค.ศ. 1847 Mitchell วัย 29 ปี ได้พบดาวหาง Mitchell โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ที่บิดาสร้างให้ และผลงานนี้ทำให้เธอ

ได้รับเลือกเป็นสมาชิกของสมาคม American Academy of Arts and Sciences ในปี ค.ศ. 1848 และเป็นศาสตราจารย์กับผู้อำนวยการแห่งหอดูดาวที่ Vassar College ด้วย)

เพราะครอบครัว Cooper มีฐานะไม่ดีนัก ดังนั้น Vera จึงต้องหาทุนเรียนที่ Vassar College ซึ่งเป็นวิทยาลัยที่สอนเฉพาะผู้หญิง ห้องเรียนที่นั่นมีเธอเป็นนิสิตเพียงคนเดียว ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นไปในลักษณะตัวต่อตัวกับอาจารย์ ซึ่งนับเป็นเรื่องดี เพราะเธอได้รับความสนใจจากอาจารย์ 100% เต็ม

ในปี ค.ศ. 1948 Vera วัย 20 ปีสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี และได้เข้าพิธีสมรสกับ Robert Rubin ซึ่งเป็นนักเคมีเชิงฟิสิกส์ ที่กำลังเรียนปริญญาเอกอยู่ที่มหาวิทยาลัย Cornell ด้วยเหตุนี้ Vera Rubin จึงได้ติดตามสามีไปเรียนต่อที่มหาวิทยาลัย Cornell และได้เรียนกับนักฟิสิกส์ที่มีชื่อเสียงระดับโลก เช่น Philip Morrison, Richard Feynman และ Hans Bethe เธอสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทในปี ค.ศ. 1951 ด้วยวิทยานิพนธ์เรื่อง *ลักษณะการเคลื่อนที่ของกาแล็กซี 109 กาแล็กซี* เมื่อเธอนำผลงานวิจัยนี้ไปเสนอในที่ประชุมครั้งที่ 84 ของ American Astronomical Society (AAS) ไม่มีใครให้ความสนใจมาก อาจเพราะข้อมูลของเธอยังไม่สมบูรณ์ เธอรู้สึกท้อแท้ แต่สามีก็ยังให้กำลังใจสู้ต่อ โดยบอกเธอว่า การเรียนจบปริญญาโททางดาราศาสตร์มิได้หมายความว่า เธอได้เป็นนักดาราศาสตร์แล้ว เธอจึงมุ่งมั่นจะเรียนปริญญาเอกต่อ

เมื่อครอบครัว Rubin ย้ายไปตั้งรกรากอยู่ที่ Washington, D.C. Vera Rubin ได้ตัดสินใจเรียนดาราศาสตร์ต่อในระดับปริญญาเอกที่มหาวิทยาลัย Georgetown ซึ่งอยู่ไม่ไกลจากที่พัก ณ ที่นั่นเธอได้พบ George Gamow นักฟิสิกส์ดาราศาสตร์ผู้มีบทบาทในการนำเสนอทฤษฎี Big Bang ของเอกภพ และ Gamow ได้แนะให้เธอศึกษาการกระจายตัวของกาแล็กซีในเอกภพว่า มีรูปแบบเช่นไร ขณะนั้นเธอมีลูก 2 คนแล้ว จึงต้องขอให้บิดา มารดาของเธอมาช่วยดูแลลูก ยามที่เธอไปเรียน และเธอขอให้สามีขับรถไปส่งเธอเพื่อจะได้เข้าฟังการบรรยายทันเวลา จนเธอสำเร็จปริญญาเอกเมื่ออายุ 26 ปี แล้วได้เริ่มอาชีพอาจารย์ที่ Montgomery County Community College ซึ่งเป็นงานที่เธอขอรับเงินเดือนเพียง 2 ใน 3 เพราะเธอจะได้มีเวลาขับรถไปรับลูก ๆ ที่โรงเรียนทัน อีก 2 ปีต่อมาก็ได้งานเป็นอาจารย์ที่มหาวิทยาลัย Georgetown

จุดหักเหในชีวิตของ Vera Rubin เกิดในปี ค.ศ. 1963 เมื่อเธอได้ทุนวิจัยไปฝึกงานกับ Margaret Burbridge และ Geoffrey Burbridge แห่งมหาวิทยาลัย California ที่ San Diego เป็นเวลา 1 ปี โดยต้องใช้กล้องขนาด 82 นิ้ว ดูดาวที่ McDonald Observatory ที่ Texas เพื่อวัดความเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีเป็นครั้งแรกในประวัติดาราศาสตร์

เมื่อกลับจากเมือง San Diego Vera Rubin ได้ไปติดต่อขอสมัครงานที่ Carnegie Institute of Washington ในตำแหน่งอาจารย์ที่ภาควิชา Terrestrial Magnetism ในการสัมภาษณ์แทนที่หัวหน้าภาควิชาจะถามคำถามวิชาการ เขากลับยื่นแผ่นฟิล์มภาพสเปกตรัมของดาวฤกษ์ แล้วขอให้เธอวัดความเร็วของดาวเหล่านั้น ซึ่งเธอก็ทำได้สำเร็จ จึงได้เข้าทำงานกับ W. Kent Ford ผู้เป็นนักฟิสิกส์ที่เชี่ยวชาญการออกแบบ image tube spectrograph ที่สามารถถ่ายภาพดาวด้วยวิธีเก็บแสงได้ดีกว่า และเร็วกว่า spectrograph ธรรมดามาก ความสามารถของ Ford ในการออกแบบเครื่องมือ และความสามารถของ Rubin ในการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้คนทั้งสองมีผลงานตีพิมพ์ร่วมกันมากมาย

ถึงปี ค.ศ.1965 Rubin วัย 37 ปี ได้เป็นสตรีคนแรกที่ได้รับอนุญาตให้ใช้กล้องดูดาวขนาด 200 นิ้ว (ซึ่งใหญ่ที่สุดในโลกขณะนั้น) ที่ภูเขา Palomar ใน California โดยเธอได้เสนอโครงการวิจัยจะวัดความเร็วของดาวฤกษ์ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในกาแล็กซี Andromeda M31 ซึ่งเป็นกาแล็กซีที่อยู่ใกล้โลกที่สุด (2.2 ล้านปีแสง) และสุกใสที่สุด

เกียรติประวัติที่ได้เป็นสตรีคนแรกที่ทำงานที่หอดูดาวเป็นเรื่องไม่ธรรมดาสำหรับคนทั่วไป เพราะหอดูดาว Palomar มีแต่ผู้ชาย จึงทำให้สถานที่นั้นเสมือนเป็น “วัด” แม้แต่ห้องน้ำก็มีป้ายปักไว้หน้าห้องว่า “MEN” จน Vera Rubin ต้องหาห้องน้ำเล็ก ๆ ใช้ แต่เธอก็ไม่ได้ระบุที่ป้ายว่า สำหรับ “WOMEN” ขณะทำงานที่นั่น เธอเป็นคนควบคุมทิศของกล้องระยะเวลาที่สำรวจและต้องระบุว่าเธอต้องการใช้อุปกรณ์ใดบ้างในการบันทึกภาพ

ในการวิจัยเรื่องนี้ ความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานที่นักดาราศาสตร์ทั่วไปต้องใช้ในการอธิบายคือ ทฤษฎีแรงโน้มถ่วง ของ Newton ซึ่งแถลงว่า สสารทุกชนิดดึงดูดกัน

ด้วยแรง ซึ่งแปรผกผันกับระยะห่างระหว่างมวลยกกำลังสอง และแปรโดยตรงกับผลคูณระหว่างมวลทั้งสองนั้น ในการใช้สูตรนี้กับระบบที่มีดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์ จะได้สูตร $GM = V^2r$ เมื่อ G คือ ค่าคงตัวโน้มถ่วงสากล M คือ มวลของดวงอาทิตย์ V คือความเร็วของดาวเคราะห์ และ r คือ ระยะห่างระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์

เพราะ M ในกรณีของดวงอาทิตย์มีค่าคงตัว และ G เป็นค่าคงตัวโน้มถ่วงสากล จากสูตรเราจะเห็นว่าเมื่อ r เพิ่ม V จะลด ในทำนองตรงกันข้าม ถ้า r ลด V ก็จะเพิ่ม ทฤษฎีนี้จึงสามารถอธิบายได้ดีว่า เหตุใดดาวพุธที่โคจรอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ (r น้อย) จึงมีความเร็วสูง ในขณะที่ดาวเคราะห์แคระพลูโตซึ่งอยู่ไกลมาก (r มาก) จึงมีความเร็วต่ำ

ในกาแล็กซีซึ่งประกอบด้วยดาวฤกษ์นับแสนล้านดวงโคจรรอบจุดศูนย์กลางของกาแล็กซี ในทำนองเดียวกับในระบบสุริยะที่ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ ความคาดหวังของนักดาราศาสตร์ทุกคนจึงมีว่า ดาวฤกษ์ที่อยู่บริเวณขอบของกาแล็กซีจะมีความเร็วน้อย ส่วนดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้จุดศูนย์กลางของกาแล็กซีจะมีความเร็วมาก

แต่ Vera Rubin กลับพบว่า ดาวฤกษ์ในบริเวณกลาง ๆ ของกาแล็กซี มีความเร็วพอ ๆ กับดาวฤกษ์ที่อยู่บริเวณขอบ

นี่จึงเป็นความตื่นเต้นที่ถ้าเป็นจริงจะนำมาซึ่งการปฏิรูปความรู้ดาราศาสตร์ เพราะนั่นหมายความว่า กฎแรงโน้มถ่วงของ Newton ไม่สมบูรณ์คือ ผิด หรือไม่ก็เอกภพยังมีสสารอีกในปริมาณมากที่ตามองไม่เห็น

ในความเป็นจริง Jan Oort นักดาราศาสตร์ชาวเนเธอร์แลนด์ เมื่อต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 ได้เคยพบว่า แสงจากกาแล็กซี NGC 3115 ที่ส่งมายังโลกไม่สมนัยกับมวลที่มีในกาแล็กซีนั้น แต่ Oort มิได้พูดถึงสสารมืด (dark matter) อย่างชัดแจ้ง

ลุถึงปี ค.ศ. 1933 เมื่อ Fritz Zwicky และ Sinclair Smith ศึกษากระจุกของกาแล็กซี และพบว่า บางกาแล็กซีในกระจุกมีความเร็วสูงจนไม่น่าจะอยู่เป็นกระจุกได้ คือน่าจะกระเด็นหลุดออกมา ยกเว้นว่าในกาแล็กซีนั้นมีมวลลึกลับที่ไม่มีใครเห็นดึงดูดไว้ ข้อเสนอของ Zwicky และ Smith ไม่ได้รับความสนใจ เพราะไม่มีใครเคยเห็น missing mass ที่ว่านี้เลย

ตัว Vera Rubin เองมีความศรัทธาในความคิดที่ว่า กฎของ Newton ไม่ถูกต้องสมบูรณ์ และสมควรได้รับการแก้ไข แต่นักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ ส่วนใหญ่ยังยืนกรานในความถูกต้องของกฎแรงโน้มถ่วง ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยทฤษฎีของไอน์สไตน์ ดังนั้นเธอจึงคิดว่า กาแล็กซี Andromeda จะต้องมีสสารมืดแฝงอยู่ภายใน โดยอาจประกอบด้วยอนุภาคชนิดใหม่ที่นักฟิสิกส์ยังไม่รู้จักก็เป็นได้

ณ วันนี้ปัญหานี้จึงเป็นประเด็นวิจัยร้อนที่มีความสำคัญมาก การศึกษาในเวลาต่อมา แสดงให้เห็นว่า ไม่เพียงแต่กาแล็กซี Andromeda เท่านั้นที่มีสสารมืด กาแล็กซีอื่น ๆ ในเอกภพก็มีสสารมืดเช่นกัน

ดังนั้น Vera Rubin จึงคิดว่า ผลงานที่สำคัญที่สุดในชีวิตเธอคือ การพิสูจน์ได้ว่า เอกภพมีสสารมืด

ตลอดชีวิต Rubin มีผลงานวิจัยตีพิมพ์กว่า 200 เรื่อง

ในปี ค.ศ. 1981 เธอเป็นนักดาราศาสตร์สตรีคนที่สอง (หลัง Margaret Burbridge) ที่ได้รับเลือกเป็นสมาชิกของ National Academy of Sciences เมื่อถึงปี ค.ศ. 1993 ประธานาธิบดี Bill Clinton ได้มอบเหรียญ National Medal of Science ที่มีศักดิ์ศรีสูงสุดให้แก่เธอ

ในปี ค.ศ. 1996 เธอได้รับเหรียญทองจาก Royal Astronomical Society เธอจึงเป็นนักดาราศาสตร์หญิงคนที่ 2 ต่อจาก Caroline Herschel (ผู้ซึ่งเป็นน้องสาวของ William Herschel ผู้พบดาวยูเรนัส) ที่เคยได้รับในปี ค.ศ. 1828

เธอได้รับปริญญา Doctor of Science จากหลายมหาวิทยาลัยรวมทั้ง Harvard และ Yale รวมถึงได้รับเลือกเป็นสมาชิกของ Pontifical Academy of Sciences แห่ง Vatican ด้วย

เธอแต่งหนังสือชื่อ Bright Galaxies: Dark Matter ซึ่งจัดพิมพ์โดย American Institute of Physics Press ในปี ค.ศ. 1996

และยังมีดาวเคราะห์น้อย 5276 ชื่อ Rubin ด้วย

สำหรับคำแนะนำของเธอต่อนักวิทยาศาสตร์รุ่นหลัง ๆ คือ “จงทำในสิ่งที่ชอบ”

ณ วันนี้นักดาราศาสตร์ได้ตรวจพบว่ามวล 96% ของเอกภพ เป็นสสารและพลังงานมืดที่กล้องโทรทรรศน์ไม่เห็น และองค์ความรู้นี้มาจากสตรีชื่อ Vera Rubin ผู้มีลูก 4 คนครับ

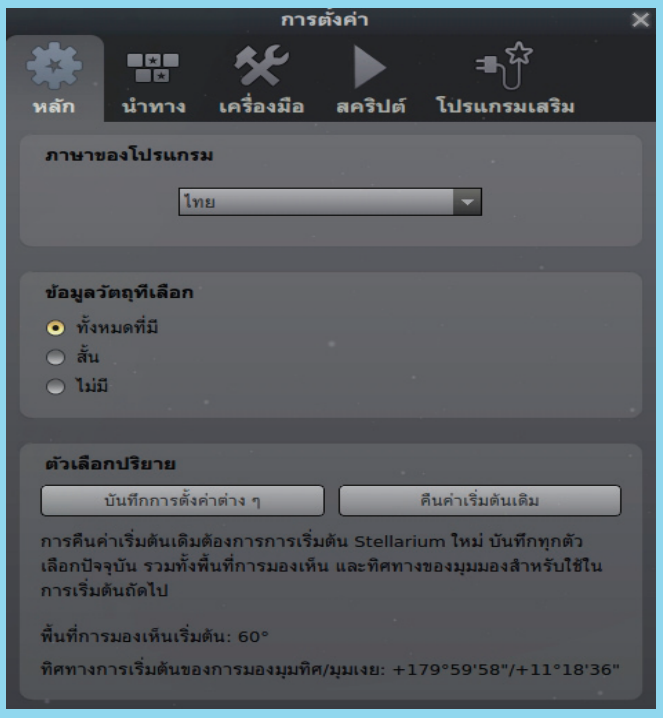
การนำโปรแกรม Stellarium มาใช้ประกอบการสอน

สแกนโค้ดนี้เพื่อ
ชมภาพเคลื่อนไหว

รัมภา ศรีบางพลี นักวิชาการสาขาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สสวท. / e-mail : rsrib@ipst.ac.th

เมื่อกล่าวถึงดาราศาสตร์ทุกคนคงทราบกันดีว่าเป็นศาสตร์ที่ศึกษาถึงสิ่งที่อยู่ภายนอกโลก แต่น้อยคนนักจะทราบเชิงลึกลงไปในรายละเอียดว่าแท้จริงแล้วเราศึกษาอะไรบ้าง แม้ว่าการศึกษาทางด้านดาราศาสตร์ในต่างประเทศจะเป็นที่นิยม แต่กลับพบว่าในประเทศไทยยังมีผู้ที่ศึกษาทางด้านดาราศาสตร์อยู่น้อยคนนัก อีกทั้งตำราส่วนใหญ่ยังคงเป็นภาษาต่างประเทศ ทำให้ยากต่อการศึกษาค้นคว้าของเด็กนักเรียนและบุคคลทั่วไปที่มีความถนัดด้านภาษาต่างประเทศน้อยประกอบกับการศึกษาถึงสิ่งที่อยู่ภายนอกโลกนั้นเป็นเรื่องที่ยากเพราะเป็นการศึกษาถึงสิ่งที่ไกลตัว จับต้องได้ยาก จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีเครื่องมือมาช่วย เพื่อให้ทำความเข้าใจได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

โปรแกรม Stellarium ถือเป็นโปรแกรมสำหรับดูดาวโปรแกรมหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้กันในต่างประเทศ เพราะเป็นโปรแกรมฟรีที่สามารถติดตั้งได้ทุกระบบปฏิบัติการ มีผู้ใช้ที่หลากหลาย มีการอัปเดตฐานข้อมูลอยู่ตลอดเวลา ทำให้โปรแกรมนี้มีความน่าใช้และเหมาะนำมาเป็นเครื่องมือประกอบ



ภาพที่ 1 สามารถเลือกให้มีการเปลี่ยนภาษาที่ต้องการได้

การเรียนการสอนวิชาดาราศาสตร์ในปัจจุบัน ในที่นี้จึงขอโอกาสแนะนำ และอธิบายถึงตัวโปรแกรมและการนำมาใช้ในการช่วยสอนวิชาดาราศาสตร์ โดยจะแบ่งเป็นหัวข้อหลัก 3 หัวข้อดังนี้

1) การติดตั้งโปรแกรม

ติดตั้งลงบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows)

ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เป็นระบบปฏิบัติการที่เป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลาย การติดตั้งโปรแกรมส่วนใหญ่ก็จะค่อนข้างสำเร็จรูป คือมีตัว set up มาให้ เพียงกดปุ่มก็สามารถลงโปรแกรมได้ไม่ยากนัก แต่ถึงอย่างนั้นก็จำเป็นที่จะต้องทราบว่าระบบปฏิบัติการวินโดวส์ที่ใช้เป็นแบบ 32 หรือ 64 บิท เพื่อที่จะเลือกติดตั้งได้อย่างเหมาะสม (สามารถตรวจสอบประเภทของระบบปฏิบัติการวินโดวส์ได้โดย Start → Control Panel → System)

เมื่อทราบแล้วว่าระบบที่ใช้เป็น 32 หรือ 64 บิท เราก็สามารถไปเลือกดาวน์โหลดโปรแกรมมาได้จากหลายแหล่ง ทั้งเว็บไซต์ประเทศไทย (http://www.stellarium.org/th/) หรือเว็บไซต์ต่างประเทศ (http://www.stellarium.org/) โดยเลือกดาวน์โหลดให้ตรงกับระบบปฏิบัติการของตนเอง หลังจากติดตั้งโปรแกรมเรียบร้อยแล้วจะพบว่าค่าเริ่มต้นของโปรแกรมจะเป็นภาษาอังกฤษ แต่สำหรับผู้ที่ไม่ถนัดภาษาอังกฤษก็สามารถเปลี่ยนเป็นภาษาไทยได้ ตามภาพที่ 1 แต่กระนั้นโปรแกรม Stellarium บนวินโดวส์ก็มีข้อจำกัดอย่างหนึ่งคือไม่สามารถแสดงภาษาไทยได้สมบูรณ์ ซึ่งเป็นไปตามที่คุณพงศธร กิจเวช ผู้อำนวยการสถานีหางดง เชียงใหม่ ได้กล่าวไว้ว่า “เนื่องจากโปรแกรมนี้เลือกใช้แบบอักษร DejaVu Sans ทำให้มีการแสดงภาษาไทยเป็นสี่เหลี่ยม จึงต้องมีการแก้ไขโดยไปบังคับให้โปรแกรม Stellarium ใช้อักษรแบบอื่นแทน” ซึ่งวิธีการเปลี่ยนแบบอักษรนั้นคุณพงศธรได้ให้คำแนะนำไว้ตามลิงก์นี้ http://www.ipst.ac.th/web/index.php/otherpageparent/50-2010-10-27-04-02-15/985-stellarium

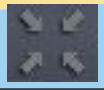
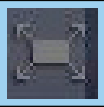
ติดตั้งลงบนระบบปฏิบัติการอูบุนตู (Ubuntu)

อูบุนตู เป็นระบบปฏิบัติการเสรีที่มีพื้นฐานบนลินุกซ์ดิสทริบิวชัน มีการออกเวอร์ชันใหม่ทุก 6 เดือน เป็นระบบที่มีความเสถียรมากระบบหนึ่ง การติดตั้งโปรแกรม Stellarium ในอูบุนตูทำได้ง่ายหากเครื่องคอมพิวเตอร์ต่ออยู่กับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การดาวน์โหลด การติดตั้ง และการปรับภาษาให้เป็นภาษาไทยจะดำเนินการโดยระบบปฏิบัติการอูบุนตูโดยอัตโนมัติ ผู้ใช้เพียงเปิดเข้าไปที่โปรแกรมศูนย์ซอฟต์แวร์อูบุนตู (Ubuntu Software Center) จากนั้นค้นหาคำว่า Stellarium เมื่อพบแล้วทำการติดตั้งโดยกดปุ่ม “ติดตั้ง” เพียงปุ่มเดียว การเปลี่ยนเมนูและคำอธิบายต่าง ๆ ในโปรแกรมให้เป็นภาษาไทยจะทำได้โดยการเลือก “ภาษาไทย” เพื่อใช้เป็นภาษาสำหรับการติดตั้งโปรแกรม Stellarium จากนั้นการติดตั้งทุกขั้นตอนจะถูกอธิบายเป็นภาษาไทยและเมื่อเริ่มใช้โปรแกรม Stellarium เมนูและคำอธิบายทุกอย่างในโปรแกรมจะเป็นภาษาไทยโดยสมบูรณ์

หมายเหตุ โปรแกรม Stellarium บนระบบปฏิบัติการอูบุนตูสามารถแสดงภาษาไทยได้สมบูรณ์กว่าบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (กรณีไม่มีการปรับแก้เพิ่มเติม)

2) แนะนำปุ่มคำสั่งพื้นฐาน

	หน้าต่างที่ตั้ง (ปรับละติจูด ลองจิจูด เมือง ประเทศ และจุดสังเกต)
	หน้าต่างวันเวลา (ปรับวันที่ และเวลาที่ต้องการศึกษา)
	หน้าต่างท้องฟ้า และการมองเห็น (เพื่อเลือกสิ่งที่ต้องการให้แสดงหรือไม่แสดงบนหน้าจอ เช่น ดาวฤกษ์ วงโคจรของดาวฤกษ์ บรรยากาศ)
	การค้นหา (ระบุดาว กลุ่มดาว เนบิวลาฯลฯ ที่ต้องการศึกษา)
	การปรับแต่ง (เช่น เปลี่ยนภาษา เลือกวัตถุที่ต้องการให้แสดง เลือกชมสคริปต์)
	หน้าต่างช่วยเหลือ
	เส้นกลุ่มดาว (แสดงเส้นเชื่อมต่อระหว่างดาวในกลุ่มดาว)
	ชื่อกลุ่มดาว (แสดงชื่อของกลุ่มดาว)
	กริดศูนย์สูตร (แสดงกริดของทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดศูนย์สูตรฟ้า)
	เส้นพิกัดภาคทิศ (แสดงกริดของทรงกลมฟ้าในระบบพิกัดภาคทิศ)
	พื้น (เพื่อแสดงพื้นที่มองเห็นได้จากจุดสังเกต)
	ทิศทั้งสี่ (เปิด-ปิดการแสดงทิศบนโปรแกรม)
	เนบิวลา (เปิด-ปิดการแสดงชื่อและตำแหน่งของเนบิวลา)
	ชื่อดาวเคราะห์ (เปิด-ปิดการแสดงชื่อดาวเคราะห์)
	สลับระหว่างแนวศูนย์สูตรกับภาคทิศ (ใช้สำหรับการเชื่อมต่อกับขาตั้งกล้องโทรทรรศน์ที่สามารถควบคุมได้ด้วยการบอกพิกัดฟ้าทั้ง 2 ระบบ)

	ทำให้เทห์ฟ้าที่เลือกมาอยู่ตรงกลางของจอภาพ พร้อมกับล็อกเทห์ฟ้านั้นเอาไว้ที่จุดกลางจอภาพตลอดเวลา
	โหมดกลางคืน
	โหมดเต็มจอ
	มุมมองเลนส์ใกล้ตา
	ดาวเทียม (เลือกแสดงหรือไม่แสดงดาวเทียมที่โคจรในบริเวณนั้น)
	เวลาถอยหลัง (เพื่อปรับเวลาย้อนหลัง)
	ปรับเวลาเดินตามปกติ
	กลับสู่เวลาปัจจุบัน
	เวลาเดินหน้า (เพื่อปรับเวลาไปข้างหน้า)
	ออกจากระบบ

3) ตัวอย่างการนำโปรแกรม Stellarium มาใช้ประกอบการสอน

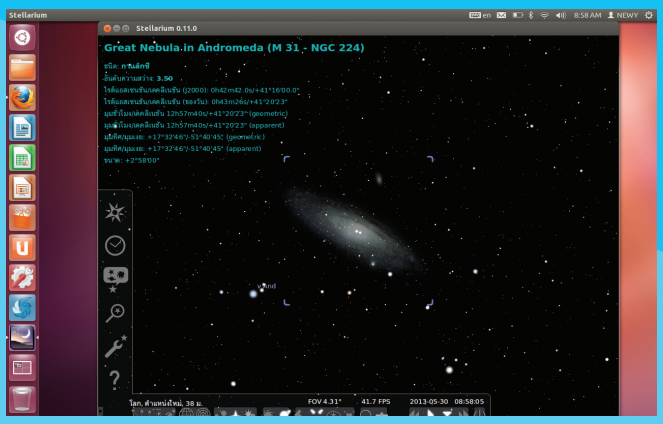
ตัวอย่างที่ 1 เรื่อง รูปร่างของกาแล็กซี

วิธีการ

1. ผู้สอนสอนเกี่ยวกับกาแล็กซีโดยอธิบายการแสดงการจัดแบ่งประเภทของกาแล็กซี พร้อมทั้งกล่าวถึงลักษณะรูปร่างของกาแล็กซีแบบต่าง ๆ

2. เมื่อสอนถึงเรื่องรูปร่างของกาแล็กซี ผู้สอนควรให้นักเรียนเห็นตัวอย่างจริงโดยการใช้โปรแกรม Stellarium มาช่วยดังนี้

- เปิดโปรแกรม Stellarium
- เปิดเมนูการค้นหา ป้อนชื่อกาแล็กซี ที่ต้องการดู เช่น กาแล็กซีที่มีชื่อว่า M31 (Andromeda Galaxy)
- เมื่อได้ภาพกาแล็กซี M31 ตามต้องการแล้ว ผู้สอนชี้ให้เห็นว่า กาแล็กซีแอนโดรเมดาเป็นกาแล็กซีแบบก้นหอยมีคาน (Sb) โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ดูภาพที่ถ่ายจริงและผู้สอนอาจอธิบายเพิ่มเติมเรื่อง อันดับความสว่าง (โชติมาตร) พิกัด มุมทิศ/มุมเงย และขนาด รายละเอียดทั้งหมดนี้สามารถดูได้จากโปรแกรม Stellarium ด้วยเช่นกันโดยข้อมูลจะแสดงอยู่ที่มุมบนด้านซ้าย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กาแล็กซี M31 (Andromeda Galaxy)

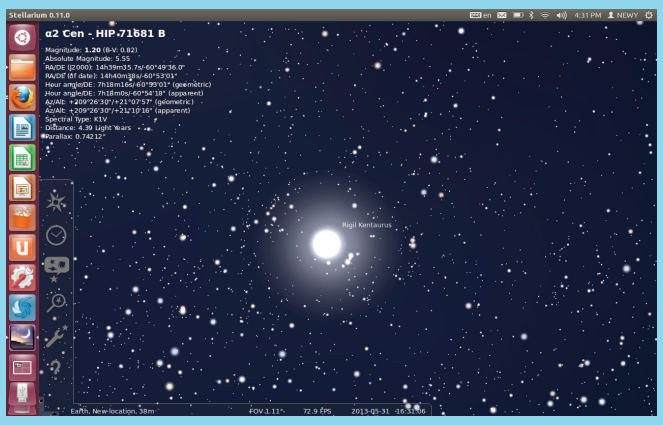
หมายเหตุ ผู้สอนสามารถค้นหาชื่อกาแล็กซีประเภทต่าง ๆ เพิ่มเติมได้จาก Google แล้วนำมาเข้าโปรแกรม Stellarium เพื่อยกตัวอย่างเพิ่มเติมนอกเหนือจากในหนังสือเรียน

ตัวอย่างที่ 2 เรื่อง การคำนวณระยะห่างของดาวฤกษ์จากค่ามุมแพรัลแลกซ์ และการหาค่ามุมแพรัลแลกซ์จากระยะห่างของดาวฤกษ์

วิธีการ

1. ผู้สอนสามารถยกตัวอย่าง และ/หรือให้แบบฝึดหัดแก่ผู้เรียนในเรื่องการหาระยะห่างของดาวฤกษ์โดยใช้ข้อมูลค่ามุมแพรัลแลกซ์ที่ได้จากการใช้โปรแกรม Stellarium ดังนี้

- เปิดโปรแกรม Stellarium
- เปิดเมนูการค้นหา แล้วป้อนชื่อดาวฤกษ์ที่ต้องการหามุมแพรัลแลกซ์ เช่น แอลฟาเซนเทารี ซึ่งโปรแกรมจะแสดงค่ามุมแพรัลแลกซ์ออกมาเป็น 0.74212” ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แอลฟาเซนเทารี

- จากภาพจะเห็นว่าโปรแกรม Stellarium นอกจากจะให้ค่ามุมแพรัลแลกซ์แล้วยังให้ข้อมูลระยะห่างมาด้วย ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนนำค่าระยะห่างเหล่านี้มาคำนวณกลับหามุมแพรัลแลกซ์เอง
- ผู้สอนเฉลยคำตอบแก่ผู้เรียนว่าตรงกับค่าที่ได้จากโปรแกรมหรือไม่

เฉลย *แอลฟาเซนเทารี มีค่ามุมแพรัลแลกซ์ออกมาเป็น 0.74212 พิลิปดา จึงอยู่ห่างเท่ากับ 1/0.74212 พาร์เซก หรือ 3.26/0.74212 ปีแสง หรือ ประมาณ 4.4 ปีแสง*

2. ผู้สอนสามารถยกตัวอย่าง และ/หรือให้แบบฝึดหัดแก่ผู้เรียนในเรื่องการหาค่ามุมแพรัลแลกซ์จากระยะห่างของดาวฤกษ์โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการใช้โปรแกรม Stellarium ได้เช่นกัน

ถ้าท่านสังเกตดูจะพบว่าจริง ๆ แล้วโปรแกรม Stellarium นั้นเป็นเสมือนการจำลองอวกาศอันกว้างใหญ่ให้เข้ามาอยู่ในจอคอมพิวเตอร์ของเรา เพื่อช่วยให้เราสามารถสังเกตและศึกษาความลึกลับของห้วงอวกาศอันห่างไกลได้ง่ายขึ้น ในที่นี้ก็ได้มีการยกตัวอย่างการนำโปรแกรมนี้มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน 2 ตัวอย่างด้วยกัน ซึ่งผู้เขียนหวังว่าบทความนี้จะช่วยให้ผู้อ่านมองเห็นแนวทางแล้วว่าจะสามารถนำโปรแกรม Stellarium นี้มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนอย่างไรรวมถึงต่อยอดองค์ความรู้ที่มีอยู่เพื่อที่อนาคตอันใกล้นี้เราจะได้เห็นประเทศไทยมีความรู้ด้านดาราศาสตร์ทัดเทียมกับนานาประเทศทั่วโลก

บรรณานุกรม

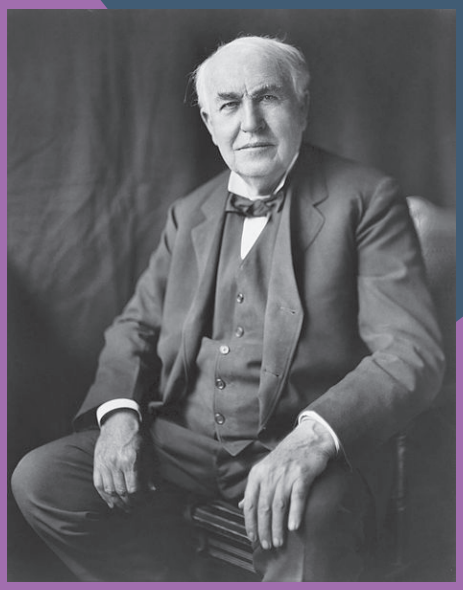
พงศธร กิจเวช. (2556, 28 พฤษภาคม). การแก้ปัญหาภาษาไทยในโปรแกรม Stellarium. สืบค้นเมื่อ 10 กรกฎาคม 2556, จาก http://www.ipst.ac.th/web/index.php/news-and-announcements/articles/item/985-stellarium

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

ความคิดสร้างสรรค์กับนักประดิษฐ์

ดร. อภิสิทธิ์ ธงไชย นักวิชาการสาขาออกแบบและเทคโนโลยี สสวท. / e-mail: atong@ipst.ac.th

หากกล่าวถึงนักประดิษฐ์ หลายคนคงนึกถึง ทอมัส แอลวา เอดิสัน (Thomas Alva Edison) นักประดิษฐ์ที่มีผลงานมากที่สุดในยุคนั้น (ปี ค.ศ. 1847 - 1931) เขาได้จดสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์จำนวนมากกว่า 1,000 ชิ้น โดยที่สิ่งประดิษฐ์เหล่านี้ส่วนใหญ่ไม่ได้เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่เขาคิดค้นขึ้นมาเอง แต่เป็นการพัฒนาจากสิ่งประดิษฐ์ดั้งเดิมและการเลียนแบบแนวคิดจากผู้อื่น ซึ่งเอดิสันนอกจากจะเป็นนักประดิษฐ์แล้วเขายังเป็นนักธุรกิจอีกด้วย ผลงานที่รู้จักกันดีคือการประดิษฐ์หลอดไฟที่ทำให้พวกเรามีใช้กันอยู่จนปัจจุบันนี่เอง



ทอมัส แอลวา เอดิสัน (Thomas Alva Edison)
(ที่มา: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Thomas_Edison2.jpg)

การจะเป็นนักประดิษฐ์หรือเป็นผู้คิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ ได้นั้นไม่ใช่เรื่องง่ายเลย แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าเราไม่สามารถทำได้ การพัฒนาตนเอง หมั่นฝึกฝนเพื่อให้เป็นคนที่มีความคิดสร้างสรรค์เพื่อนำไปสู่การเกิดแนวคิดใหม่ ๆ สามารถช่วยให้เราเป็นนักคิดเพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ได้ ดังที่ทอมัส แอลวา เอดิสัน ได้กล่าวไว้ว่า

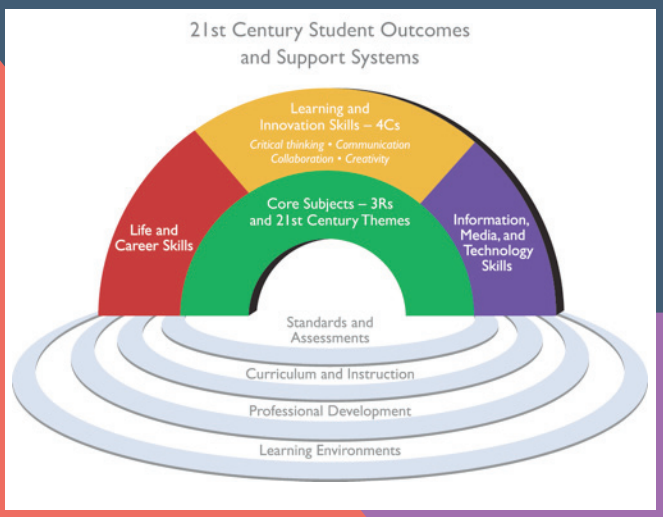
"Genius is one percent inspiration, and ninety-nine percent perspiration."

ซึ่งหมายถึงอัจฉริยะเกิดจากแรงบันดาลใจเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ และอีก 99 เปอร์เซ็นต์คือความอุตสาหะหรือจากหยาดเหงื่อแห่งความพยายามนั่นเอง

ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ หรือการพัฒนาต่อยอดของเดิมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่ง เอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน (Edward de Bono) ผู้โด่งดังในทฤษฎีที่เรียกว่าหมวกหกใบ (Six Thinking Hats) ได้กล่าวถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า *"There is no doubt that creativity is the most important human resource of all. Without creativity, there would be no progress, and we would be forever repeating the same patterns."* ซึ่งหมายความว่าทรัพยากรที่สำคัญที่สุดของมนุษย์เราคือความคิดสร้างสรรค์ หากไม่มีความคิดสร้างสรรค์แล้ว เราคงไม่มีการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นและเราก็คงทำในแบบเดิม ๆ ตลอดไป

เอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน (Edward de Bono)
(ที่มา: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Edward_de_Bono.jpg)

ปัจจุบันมีการกล่าวถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์กันอย่างแพร่หลายแม้กระทั่งในบทความของเครือข่ายองค์กรความร่วมมือเพื่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21th Century Skills) ก็มีการกล่าวอ้างถึงความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นหนึ่งในทักษะสำคัญของการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ซึ่งประกอบไปด้วยการคิดอย่างมีวิจารณญาน (critical thinking) การสื่อสาร (communication) ความร่วมมือ (collaboration) และความคิดสร้างสรรค์ (creativity) ในยุคปัจจุบัน



(ที่มา: www.p21.org)

มีผู้ให้ความหมายของคำว่าความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายความหมาย เช่น เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นการคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ (creative thinking) การขยายขอบเขตความคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่สู่ความคิดใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อนเพื่อค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดให้กับปัญหาที่เกิดขึ้น ในขณะที่สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองมนุษย์ที่คิดได้กว้างไกลหลายแง่มุม หลายทิศทาง นำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งของและแนวทางการแก้ปัญหาใหม่

โดยรวมแล้วความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นเรื่องของการคิดเพื่อการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ หรือเพื่อการพัฒนาต่อยอดของเดิม นอกจากนี้ยังเป็นเรื่องของการคิดเพื่อแก้ปัญหาอีกด้วย โดยความคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นต้องอยู่บนพื้นฐานของความเป็นไปได้ (workable) ไม่ใช่แค่การเพ้อฝันเท่านั้นและต้องมีความเหมาะสม (appropriate) ถึงแม้ว่าจะเป็นสิ่งแปลกใหม่แต่ต้องมีองค์ประกอบของความมีเหตุมีผลและคุณค่าภายใต้ที่ยอมรับกันทั่วไป ซึ่ง**ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์แบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ**ด้วยกัน (Torrance, 1979) ได้แก่

- **ความคิดริเริ่ม (originality)** เป็นลักษณะความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดเดิม ประยุกต์ให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้นที่ไม่ซ้ำของเดิม
- **ความคิดคล่อง (fluency)** เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็วและมีปริมาณมากในเวลาอันจำกัด
- **ความคิดยืดหยุ่น (flexibility)** เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทางดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้
- **ความคิดละเอียดลออ (elaboration)** เป็นความคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การเกิดความคิดสร้างสรรค์อาจแบ่งเป็น 2 แนวทางหลัก ได้แก่

แนวทางแรก : เกิดจากจินตนาการแล้วคิดวิเคราะห์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ จินตนาการของคนเรามีความสำคัญมากเป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดสิ่งใหม่ ๆ ซึ่งส่วนมากมักเริ่มจากปัญหาหรือความต้องการของมนุษย์ จึงทำให้เราต้องคิดหาสิ่งใหม่ ๆ แต่อย่างไรก็ตามจินตนาการและความฝันนั้นอาจไม่สามารถเกิดขึ้นได้จริงเสมอไป จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพินิจพิเคราะห์ให้ดีแล้วทดลองหรือสร้างสรรค์มันออกมา

แนวทางที่สอง : เกิดจากการต่อยอดความคิดจากสิ่งเดิมที่มีอยู่ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะนี้เกิดขึ้นบ่อยครั้ง เนื่องจากความคิดของคนเรามักเริ่มจากการมีประสบการณ์และความรู้เดิม ทำให้เราสามารถคิดต่อยอดหรือพัฒนาปรับปรุงสิ่งเดิมให้ดีขึ้น ในบางครั้งเราอาจได้แนวคิดจากคนอื่นมาพัฒนาเป็นสิ่งใหม่หรือเชื่อมโยงกับของเดิมที่เรามีอยู่ ซึ่งความคิดลักษณะนี้เองที่ทอมัส เอดิสัน ซึ่งได้ชื่อว่าเป็นนักประดิษฐ์นั้นได้นำมาใช้ในงานธุรกิจสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ จำนวนมากของเขานั่นเอง จนบางครั้งมีผู้กล่าวว่าแท้ที่จริงแล้ว เอดิสัน คือผู้ลอกเลียนแบบ

ที่ดีนี่เอง อย่างไรก็ตามความคิดของเอดิสันไม่ได้เป็นการลอกเลียนแบบทั้งหมด แต่เป็นการพัฒนาต่อยอดความคิดของผู้อื่นเพื่อนำมาซึ่งสิ่งประดิษฐ์เพื่อการใช้งานและการค้า

มีงานวิจัยหลายชิ้นพยายามศึกษาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ทำให้คนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ หรือได้คำตอบของการแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น บทความงานวิจัยชื่อ The cognitive neuroscience of creativity (Arne, 2004) ได้สรุปสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ดังภาพ

	Cognitive	Emotional
Deliberate	Thomas Edison	Therapeutic A-ha Moment
Spontaneous	Newton and the Apple	Artists, Musicians

ภาพแสดงสถานการณ์ของการเกิดความคิดสร้างสรรค์
(ที่มา: Arne Dietrich, Psychonomic Bulletin & Review, 2004)

Dietrich ได้อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์ของคนเราอาจเกิดได้ใน 4 สถานการณ์ ได้แก่ สถานการณ์ของการเรียนรู้และความพยายาม (cognitive-deliberate) ซึ่งตัวอย่างนี้สามารถเห็นได้จากการพยายามและการเรียนรู้ของทอมัส เอดิสันในการลองผิดลองถูกหลายครั้งโดยไม่ย่อท้อ สถานการณ์ที่สอง เป็นเรื่องของการเรียนรู้และความบังเอิญ (cognitive-spontaneous) ซึ่งตัวอย่างของสถานการณ์นี้คือ นิวตัน (Isaac Newton) ที่เป็นคนชอบการเรียนรู้และด้วยความบังเอิญของการเจอลูกแอปเปิ้ลหล่นทำให้เขาคิดหาเหตุผลอันนำมาซึ่งกฎแรงโน้มถ่วงของโลก สถานการณ์ที่สาม เป็นเรื่องของอารมณ์และความพยายาม (emotion-deliberate) ซึ่งตัวอย่างสถานการณ์นี้คือการเกิดความรู้ใหม่ของอาร์คิมีดีส ที่พยายามครุ่นคิดหาวิธีวัดน้ำหนักของทองคำอย่างไม่ย่อท้อ กระทั่งได้มาผ่อนคลายอารมณ์ด้วยการลงอ่างน้ำแล้วได้คิดว่าการแทนที่น้ำของวัตถุนั่นเอง และสถานการณ์ที่สี่คืออารมณ์และความบังเอิญ (emotion-spontaneous) ซึ่งตัวอย่างสถานการณ์นี้มักเกิดขึ้นกับนักศิลปะหรือนักดนตรีเป็นหลัก

นอกจากนั้น Steven Johnson ได้ตีพิมพ์หนังสือชื่อ Where good ideas come from: the natural history of innovation (Johnson, 2010)ซึ่งได้อธิบายถึงสถานการณ์และสภาพแวดล้อมที่ทำให้คนเราเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดีโดยเนื้อความส่วนหนึ่งได้กล่าวไว้ว่า การเกิดความคิดสร้างสรรค์ของคนเรามักมาจากการต่อยอดความคิดจากการได้แลกเปลี่ยนความคิดจากผู้คนที่ต่างพื้นฐานความรู้กัน ทำให้เกิดความคิดใหม่ ๆ และยังได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์ว่า การมุ่งมั่นทดลองให้ห้องปฏิบัติการไม่ใช่หนทางของการเกิดความคิดใหม่ ๆ ของนักวิทยาศาสตร์ แต่เกิดขึ้นจากการได้ไปร่วมประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ต่างหาก ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการได้พบปะผู้คนและได้แลกเปลี่ยนแนวคิดกัน เป็นสถานการณ์ที่สำคัญของการเกิดความคิดสร้างสรรค์ใหม่ ๆ และด้วยเหตุผลนี้เองที่ทำให้ Johnson พบว่าร้านกาแฟเป็นสถานที่ที่ก่อให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ เพราะคนส่วนมากมักมาพบปะและพูดคุยกันในบรรยากาศที่ผ่อนคลาย นำมาซึ่งความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาต่อยอดความคิดเดิมนั่นเอง

บรรณานุกรม

Dietrich, Arne. (2004). The cognitive neuroscience of creativity. *Psychonomic Bulletin & Review*, *11*, 1011-1026.

Framework for 21st Century Learning. Retrieved January 2, 2013, from http://www.p21.org

Johnson, Steven. (2010). *Where good ideas come from: the natural history of innovation*. New York: Riverhead Books.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). *การคิดเชิงสร้างสรรค์*. กรุงเทพมหานคร: ซักเซสมีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *หนังสือเสริมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีการออกแบบและเทคโนโลยี*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015

ดร.นันทวัน นันทวนิช ผู้ชำนาญ สาขาวิจัย สสวท. / e-mail : nnant@ipst.ac.th

โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาของประเทศต่าง ๆ ว่าได้เตรียมความพร้อมให้แก่เยาวชนในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ดีเพียงใดในอนาคต

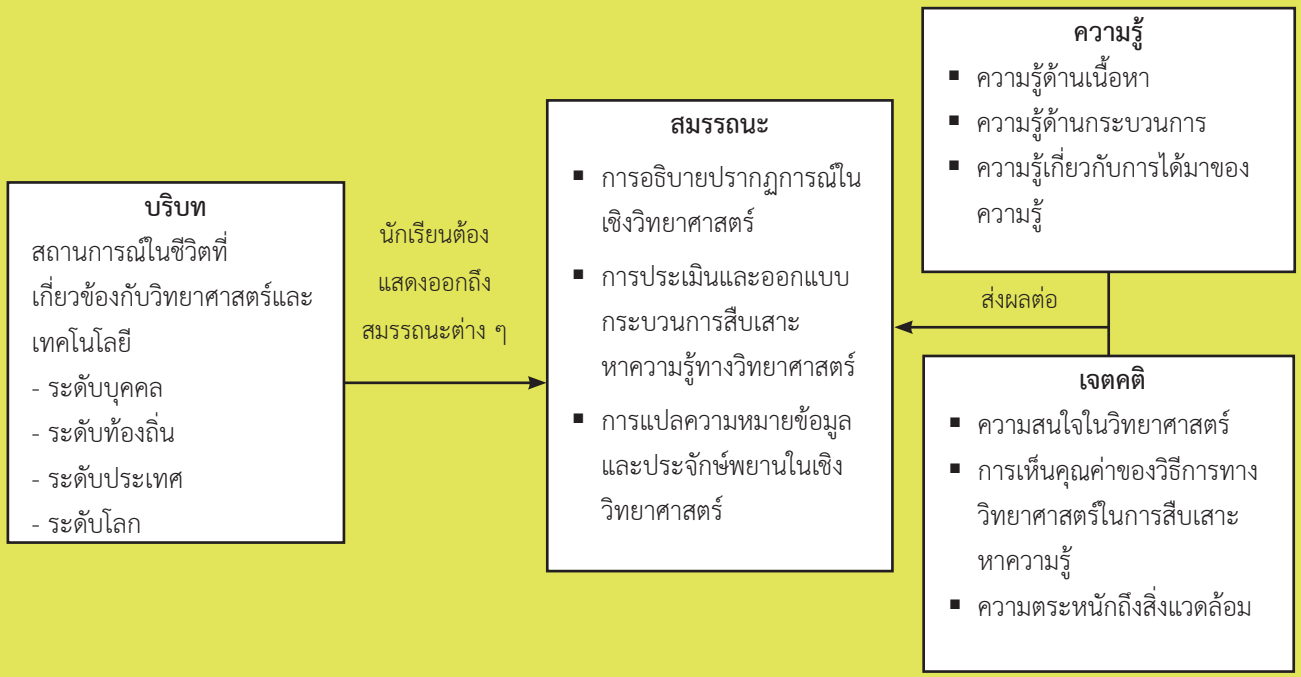
PISA ประเมินผลนักเรียนกลุ่มอายุ 15 ปี ซึ่งถือว่าเป็นวัยจบการศึกษาภาคบังคับ เน้นการประเมินความสามารถในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง หรือที่เรียกว่า **"การรู้เรื่อง" (Literacy) ในสามด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy)**

การประเมินจะดำเนินการอย่างต่อเนื่องทุก ๆ 3 ปี ในแต่ละครั้งจะประเมินครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน แต่ให้น้ำหนักด้านใดด้านหนึ่งเป็นหลัก และอีก 2 ด้านเป็นรอง โดยปัจจุบันเข้าสู่การประเมินผล PISA 2015 ซึ่งประเทศไทยจะจัดสอบในเดือน**สิงหาคม พ.ศ. 2558** ในครั้งนี้เน้นการประเมินด้าน**วิทยาศาสตร์** และให้นักเรียนใช้**คอมพิวเตอร์**ในการทำแบบทดสอบ

การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตามแนวทาง PISA เป็นอย่างไร

การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลที่จะเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง

กรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 มีดังนี้



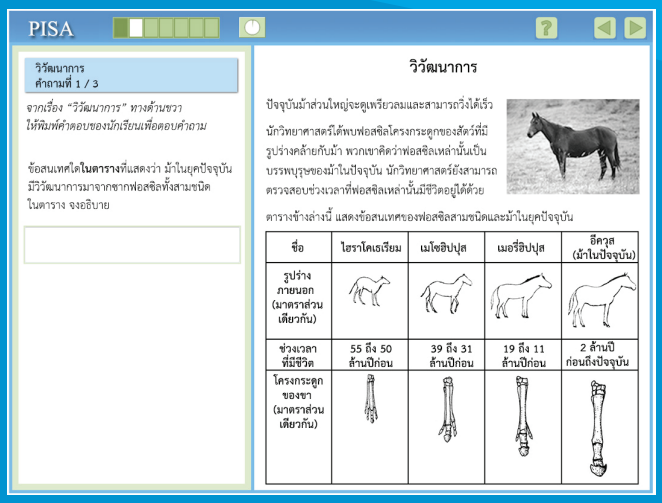
กรอบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยสี่องค์ประกอบ ได้แก่ บริบท สมรรถนะ ความรู้และเจตคติ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ แบบทดสอบของ PISA จะอยู่ในรูปแบบของสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงและเกี่ยวข้องกับตัวเอง ท้องถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก นักเรียนต้องใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทุกด้านเพื่อแก้ปัญหา (ตอบคำถาม) อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการแก้ปัญหาจะทำได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความรู้และเจตคติต่าง ๆ ที่แต่ละคนมีอยู่

ในแบบทดสอบของ PISA จะประเมินสมรรถนะของนักเรียนว่าสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้ดีเพียงใด

1. **การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์**
   - ดึงความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
   - พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล
   - อธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม
2. **การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์**
   - ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์
   - บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
   - บอกและประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้
3. **การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์**
   - วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป
   - ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
   - ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

สำหรับ PISA 2015 ลักษณะของข้อสอบวิทยาศาสตร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการประเมินมีสองแบบ ดังนี้

1. **ข้อสอบแบบทั่วไป** : นักเรียนต้องอ่านเนื้อเรื่องจากสถานการณ์และข้อมูลที่ให้มาแล้วตอบคำถามด้วยการคลิกเลือกตอบ พิมพ์คำตอบอย่างสั้น ๆ และพิมพ์อธิบายแบบยาว ใช้เมาส์ลากและวางคำตอบลงในตำแหน่งที่กำหนด และคลิกเลือกคำตอบจากรายการที่กำหนดให้ ดังตัวอย่างข้อสอบ เช่น เรื่องวิวัฒนาการ และเรื่องการสูบบุหรี่

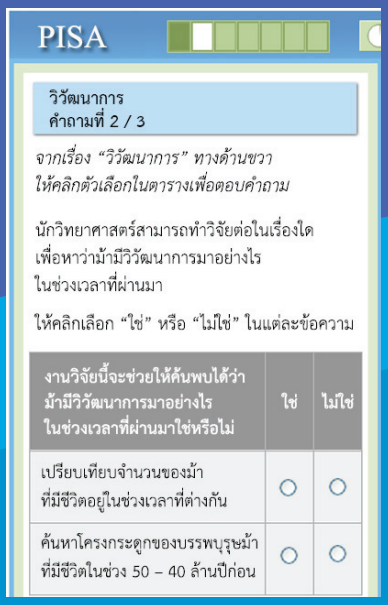


คำถามที่ 1 เป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนสร้างคำตอบได้อย่างอิสระโดยพิมพ์คำตอบลงในช่องว่างและวัดความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ (epistemic knowledge) นักเรียนจะต้องสร้างความเข้าใจในความสัมพันธ์ของข้อมูลภาพฟอสซิลโครงกระดูกทั้งสี่ และพิจารณาว่าข้อสรุปที่ได้สอดคล้องกับหลักฐานภาพฟอสซิลหรือไม่ จัดเป็นข้อสอบวัดสมรรถนะด้าน**การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์**เพราะต้องนำความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีมาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

<u>เกณฑ์การให้คะแนน</u>

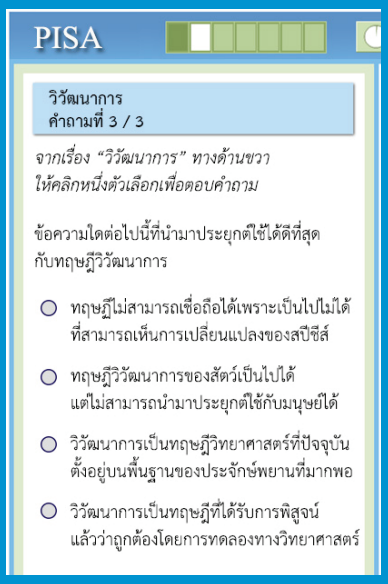
ได้คะแนนเต็ม - คำตอบที่อ้างถึงการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างโครงกระดูกขา เช่น โครงกระดูกขาเหมือนกันมากแต่มีการเปลี่ยนแปลงทีละน้อย หรือ กีบเท้าม้ามีการเปลี่ยนแปลง

ได้คะแนนบางส่วน - คำตอบที่อ้างถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทั้งหมด เช่น พวกมันมีรูปร่างที่เหมือนกัน แล้วเริ่มมีรูปร่างที่ใหญ่ขึ้น



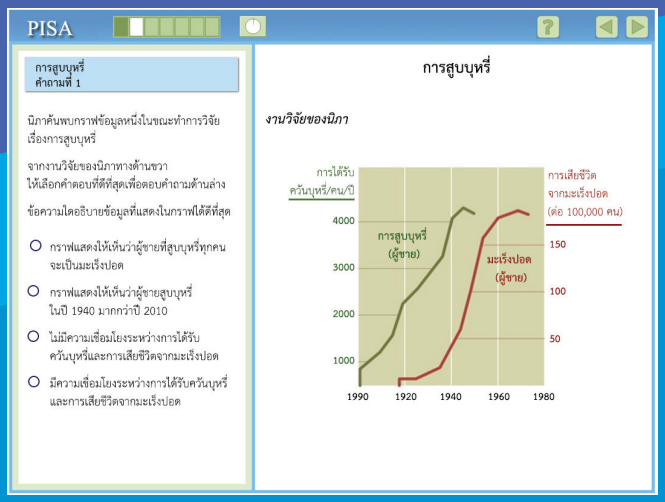
คำถามที่ 2 เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อนโดยต้องคลิกเลือกคำตอบในแต่ละข้อ ข้อสอบนี้วัดความรู้ด้านกระบวนการและวัดสมรรถนะด้าน**การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์** เพราะนักเรียนต้องสามารถบอกและประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ว่างานวิจัยใดทำให้ได้คำตอบเกี่ยวกับวิวัฒนาการของม้า

ได้คะแนน – ตอบถูกทั้งสองข้อ, ไม่ใช่ ใช่ ตามลำดับ



คำถามที่ 3 เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบโดยต้องคลิกเลือกหนึ่งคำตอบ ข้อสอบนี้วัดความรู้ด้านเนื้อหาและวัดสมรรถนะด้าน**การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์** เพราะนักเรียนต้องนำความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีมาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

ได้คะแนน – ตอบตัวเลือกที่ 3



ข้อสอบข้อนี้จัดอยู่ในบริบทของเนื้อหาด้านสุขภาพและโรคภัยโดยต้องคลิกเลือกหนึ่งคำตอบ ซึ่งวัดความรู้ด้านกระบวนการ และวัดสมรรถนะด้าน**การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์** นักเรียนจะต้องวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์แล้วจึงลงข้อสรุปที่อ่านได้จากกราฟ

ได้คะแนน – ตอบตัวเลือกที่ 4

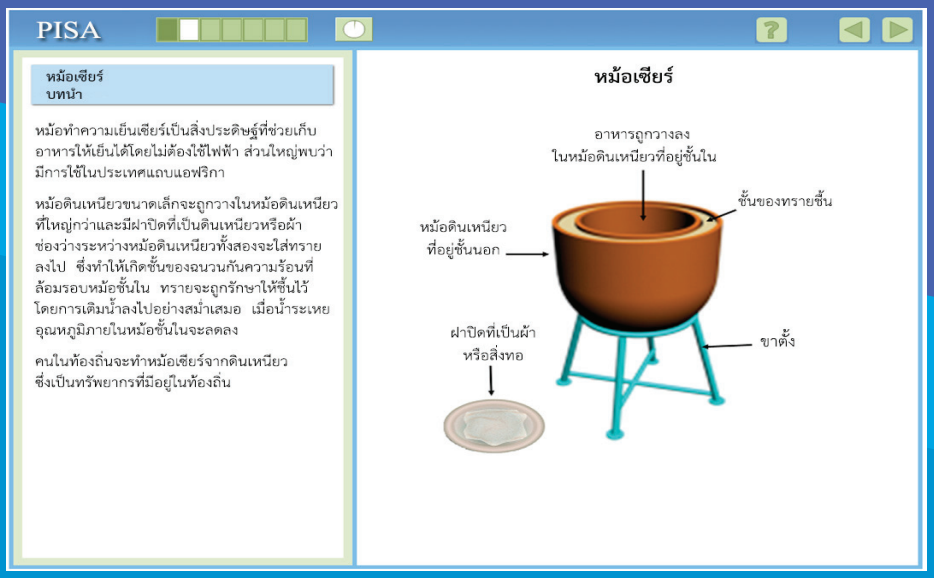
2. ข้อสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ (interactive items) : ข้อสอบประกอบด้วยภาพเคลื่อนไหวและสถานการณ์จำลอง (simulation) นักเรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับข้อสอบ เมื่อนักเรียนอ่านเนื้อเรื่องในสถานการณ์และโจทย์แล้ว สามารถคลิกปุ่มและเลื่อนแถบเลื่อนต่าง ๆ ในสถานการณ์จำลอง เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดขึ้นแล้วจึงตอบคำถาม ตัวอย่างข้อสอบ เช่น เรื่องหม้อเชียร์

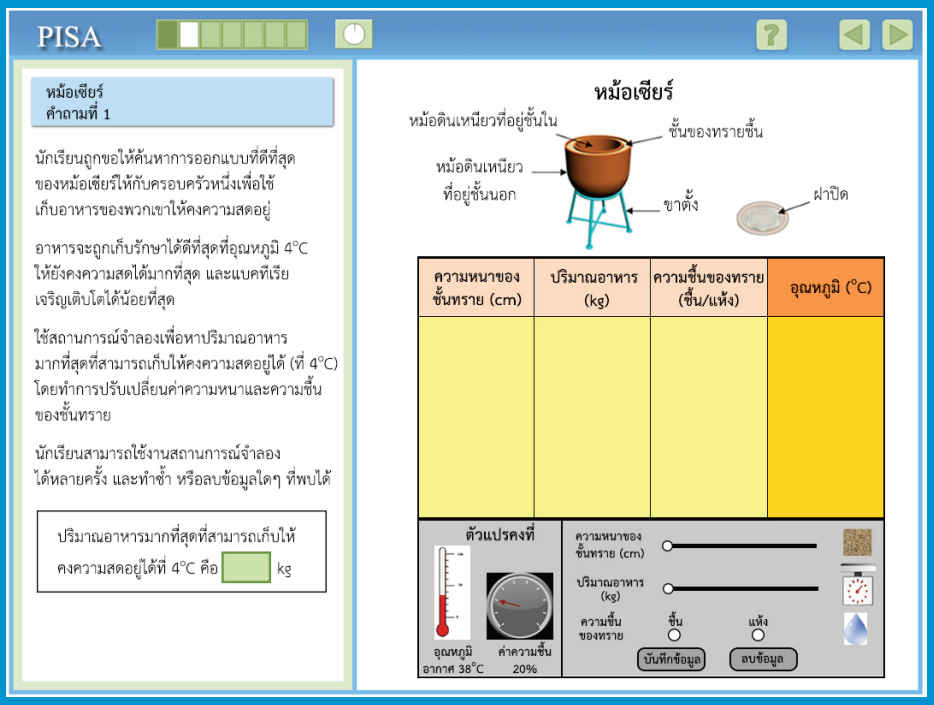
จากข้อสอบเรื่อง **"หม้อเชียร์"** นักเรียนจะได้สำรวจว่าปริมาณอาหารมากที่สุดกี่กิโลกรัม ที่สามารถเก็บให้คงความสดอยู่ได้ที่ 4°C ในการทำข้อสอบ นักเรียนต้องอ่านข้อมูลที่ให้ในบทนำเกี่ยวกับหม้อเชียร์ จากนั้นคลิกหน้าถัดไปเพื่ออ่านโจทย์ของคำถามที่ 1 แล้วลองปรับเปลี่ยนแถบเลื่อนค่าความหนาของชั้นทรายและคลิกเลือกปุ่มความชื้นของทราย (ชื้น/แห้ง) ในสถานการณ์จำลอง จนได้ข้อมูลปริมาณอาหารและอุณหภูมิของหม้อเชียร์ปรากฏในตาราง แล้วจึงพิจารณาคำตอบอีกครั้งหนึ่ง

ข้อสอบข้อนี้วัดความรู้ด้านกระบวนการ และวัดสมรรถนะด้าน**การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์** นักเรียนจะต้องคิดออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบข้อมูลซึ่งมีตัวแปรต้นถึงสองตัว (ความหนาของชั้นทรายและความชื้นของทราย) โดยต้องรู้ว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม หรือตัวแปรควบคุม และจะมีวิธีการสำรวจข้อมูลจากการคลิกปุ่มหรือเลื่อนแถบเลื่อนอย่างเป็นระบบเพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

จะเห็นว่า การประเมินด้วยข้อสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ได้นี้ นอกจากนักเรียนต้องมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาแล้ว ยังต้องมีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ในการคลิก ลาก วางและพิมพ์ หรือทักษะการสำรวจข้อมูลจากสถานการณ์จำลองที่เป็นการทดลองเสมือน ครูจึงควรฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะและมีความคุ้นเคยกับการทำข้อสอบรูปแบบนี้ให้มากขึ้น

สำหรับ**สัดส่วนของข้อสอบวิทยาศาสตร์**นั้นจะประเมินความรู้ด้านเนื้อหา และความรู้ด้านกระบวนการร่วมกับการได้มาของความรู้ ในสัดส่วน 3:2 โดยวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ประมาณ 50% การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประมาณ 30% และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ประมาณ 20%





โครงการ PISA หวังว่า ข้อมูลที่นำเสนอนี้ จะช่วยให้ท่านผู้อ่านเข้าใจเรื่องการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA มากขึ้น ส่วนการประเมินด้านอื่น ๆ ของ PISA จะเป็นอย่างไร และมีอะไรที่น่าสนใจอีกใน PISA 2015 นั้น ท่านผู้อ่านจะติดตามได้ในโอกาสต่อไป

*** สามารถดาวน์โหลดตัวอย่างข้อสอบ และเอกสารเผยแพร่ของโครงการ PISA ได้ที่ http://pisathailand.ipst.ac.th/

การศึกษาลูกน้ำยุงกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

สแกนโค้ดนี้เพื่อชมภาพเคลื่อนไหว

ยุพาพร ลาภหลาย ผู้ชำนาญ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโลก (โครงการ GLOBE) สสวท. / e-mail : ytipj@ipst.ac.th

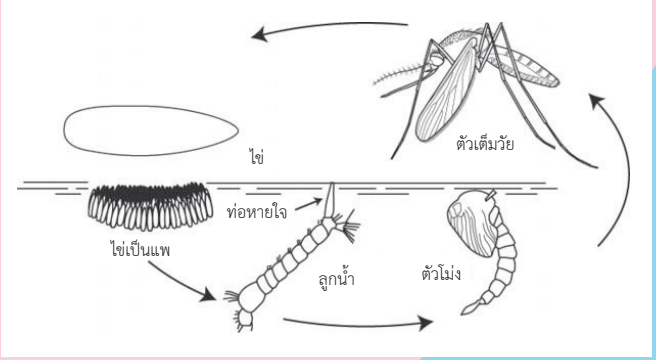
ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อสุขอนามัยและโรคระบาดส่งผลให้คนทั่วโลกกังวลเป็นอย่างมาก เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้เชื้อโรค หรือพาหะนำโรคบางชนิดเจริญได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้การที่โลกของเรามีการสื่อสารกันได้รวดเร็วทำให้การแพร่ระบาดของโรคเป็นไปได้ง่ายและรวดเร็วมากขึ้น

สำหรับประเทศไทยปัญหาการเกิดโรคอุบัติซ้ำ (Re-emerging infectious disease : REID) ที่สำคัญโรคหนึ่งที่เป็นปัญหาสาธารณสุขอันดับต้น ๆ คือ โรคไข้เลือดออก และมาลาเรีย ซึ่งมีพาหะนำโรค คือ ยุง สำหรับยุงก็เป็นพาหะนำโรคชนิดหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศด้วย โดยลูกน้ำยุงจะพัฒนากลายเป็นยุงที่โตเต็มวัยเร็วขึ้น ออกหากินถี่ขึ้น ออกไข่เร็วขึ้น บินได้ไกลขึ้น ทำให้โอกาสในการเกิดโรคที่มียุงเป็นพาหะเกิดได้เร็วและบ่อยครั้งขึ้น โดยจะเห็นได้จากข่าวการแพร่ระบาดของโรคในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียง

เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับยุง

ยุงเป็นแมลงในวงศ์คิวลิซิดี (Culicidae) แมลงในวงศ์นี้มีแถบคู่ที่ปีกและกลางลำตัว มีรูปร่างยาว และขายาว ยุงเป็นพาหะนำโรคหลายชนิด เช่น ไข้เลือดออก มาลาเรีย ไข้เหลือง ไข้สมองอักเสบ โรคเท้าช้าง โรคชิคุนกุนยา (โรคไข้ปวดข้อยุงลาย)

ยุงมีการเจริญเติบโตและเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis) ซึ่งประกอบด้วย ไข่ (egg) ลูกน้ำ (larva) ตัวโม่ง (pupa) และยุงตัวเต็มวัย (adult) ซึ่งลักษณะการวางไข่ ลูกน้ำ ตัวโม่ง และยุง จะแตกต่างตามชนิดของยุง ซึ่งความแตกต่างนี้เองจึงนำมาใช้ในการจำแนกชนิดของยุงเพื่อใช้ในการศึกษาและวิจัยต่อไป



ภาพวงจรชีวิตของยุง

การจำแนกชนิดยุง

การจำแนกชนิดของยุงมีส่วนช่วยในการสนับสนุนงานด้านชีววิทยาในการควบคุมแมลงที่เป็นพาหะนำโรค โดยจะเน้นที่ยุงตัวเมีย เนื่องจากยุงตัวเมียจะกินเลือดและเป็นพาหะนำโรค โดยยุงตัวเมียจะกินเลือดก่อนวางไข่ทุกครั้งเพื่อนำโปรตีนจากเลือดไปใช้ในการทำให้ไข่เจริญเติบโตได้เต็มที่

ในการจำแนกชื่อของยุงสามารถทำได้โดยตาเปล่า ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญเฉพาะบุคคล หรือดูได้จากสัณฐานวิทยาของยุง เช่น ลักษณะหนวด ลักษณะของเกล็ด ซึ่งต้องอาศัยเครื่องมือช่วย เช่น กล้องจุลทรรศน์ แว่นขยาย โดยใช้รูปวิธานเพื่อการจำแนก

สำหรับกลุ่ม (genus) ของยุงที่มีความสำคัญทางการแพทย์มี 4 กลุ่มคือ

ยุงก้นปล่อง (Anopheles spp.)

ยุงลายบ้าน (Aedes aegypti)

ยุงลายสวน (Aedes albopictus)

ยุงเสือ (Mansonia spp.)

ยุงลาย (Aedes spp.)

ยุงรำคาญ (Culex spp.)

จะทำการวิจัยลูกน้ำยุงกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้อย่างไร

การวิจัยลูกน้ำยุงเป็นกิจกรรมที่เด็กจะสามารถทำได้ง่ายและไม่ต้องใช้อุปกรณ์มาก โดยสำรวจชนิดและจำนวนของลูกน้ำยุงที่พบในภาชนะต่าง ๆ จากนั้นนำข้อมูลปริมาณลูกน้ำยุงไปเชื่อมโยงกับข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลทางด้านบรรยากาศ น้ำ หรือข้อมูลสถิติผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก สามารถดูรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการศึกษาลูกน้ำยุงเพิ่มเติมได้ทางเว็บไซต์ http://www.twibl.org/LearningModule/mosquito/mosquito.htm

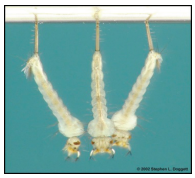
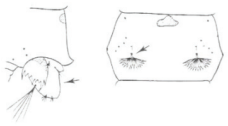
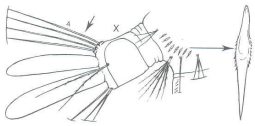
สำหรับการศึกษาลูกน้ำยุงกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสามารถทำได้ในหลายประเด็น เช่น เราสามารถใช้ปริมาณลูกน้ำยุงลายในการประเมินความเสี่ยงของพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออก การนับจำนวนลูกน้ำยุงแต่ละชนิดที่พบในภาชนะกักเก็บน้ำชนิดต่าง ๆ ทั้งในบริเวณบ้าน และนอกบริเวณบ้าน โดยการจำแนกชนิดของลูกน้ำยุงจะใช้รูปวิธาน หรืออาจจะไปขอรับคำแนะนำในการจำแนกชนิดลูกน้ำได้จากผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่น เช่น สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง สังกัดกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข โดยข้อมูลที่ได้เหล่านี้ถูกนำไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูล ที่ได้จากการตรวจวัดทางด้านบรรยากาศ ได้แก่ การตรวจวัดอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ จำนวนวันฝนตก และปริมาณน้ำฝน หรือการตรวจวัดทางด้านน้ำ เช่น ค่า pH ของน้ำที่ไปเก็บตัวอย่างลูกน้ำยุง อุณหภูมิของน้ำ ความโปร่งใสของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ การจะใช้ข้อมูลใดบ้างนั้นก็ขึ้นอยู่กับคำถามวิจัยของแต่ละคน แล้วมาวิเคราะห์ก่อนว่าอะไรเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยไม่จำเป็นต้องเก็บข้อมูลเหล่านี้ทั้งหมด

ภาพลูกน้ำยุงผ่านกล้องจุลทรรศน์

การเก็บลูกน้ำยุงในบริเวณบ้าน

รูปวิธานในการจำแนกชนิดลูกน้ำยุง

การเกาะที่ผิวน้ำ

ลูกน้ำยุงก้นปล่อง	ลูกน้ำยุงเสือ	ลูกน้ำยุงรำคาญ	ลูกน้ำยุงลายบ้าน	ลูกน้ำยุงลายสวน
				
ภาพวาดจากกล้องจุลทรรศน์	ภาพวาดจากกล้องจุลทรรศน์	ภาพวาดจากกล้องจุลทรรศน์	ภาพวาดจากกล้องจุลทรรศน์	ภาพวาดจากกล้องจุลทรรศน์
				
พบว่า	พบว่า	พบว่า	พบว่า	พบว่า
1. ไม่มีท่อหายใจ 2. ลอยขนานกับผิวน้ำ 3. เวลาเคลื่อนไหวขดหางไปมาเหมือนรูปตัว S	1. มีท่อหายใจ 2. เกาะทำมุม 45 องศากับผิวน้ำ 3. ท่อหายใจมีปลายแหลมสีดำเข้ม ด้านข้างมีฟันคล้ายเลื่อย	1. มีท่อหายใจ 2. เกาะทำมุม 45 องศากับผิวน้ำ 3. ท่อหายใจมี hair tuft มากกว่า 1 คู่	1. มีท่อหายใจ 2. เกาะทำมุม 45 องศากับผิวน้ำ 3. ท่อหายใจมี hair tuft เพียง 1 คู่ 4. มี ventral brush 5 คู่ 5. comb scale แต่ละอันหยาบ	1. มีท่อหายใจ 2. เกาะทำมุม 45 องศากับผิวน้ำ 3. ท่อหายใจมี hair tuft เพียง 1 คู่ 4. มี ventral brush 4 คู่ 5. comb scale แต่ละอันเรียบ

เรื่องน่ารู้

โรคอุบัติซ้ำ (Re-emerging infectious disease : REID) หมายถึง โรคติดเชื้อที่กลับมาระบาดใหม่ หลังจากที่ควบคุมโรคได้แล้ว หรือพบหลังจากไม่เคยมีการระบาดในพื้นที่เดิมมาเป็นระยะเวลานาน รวมถึงภาวะที่เชื้อก่อโรคดื้อยาด้วย เช่น โรคเอดส์ โรคมาลาเรีย วัณโรค อหิวาตกโรค ไข้เลือดออก

โรคติดเชื้ออุบัติใหม่ (Emerging infectious disease : EID) หมายถึง โรคติดเชื้อที่เกิดขึ้นใหม่ รวมถึงโรคติดเชื้อที่พบในพื้นที่ใหม่ ตัวอย่างเช่น โรคกลุ่มอาการทางหายใจเฉียบพลันรุนแรง หรือโรค SARS (Severe acute respiratory syndrome) ไข้หวัดใหญ่นก (Avian Flu) โรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ AH1N1 2009) ซึ่งเป็นการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างไวรัสไข้หวัดใหญ่นกกับไวรัสไข้หวัดใหญ่ในคน

บรรณานุกรม

Florida Medical Entomology Laboratory. (2556). ภาพวงจรชีวิตยุง. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2556, จาก http://fmel.ifas.ufl.edu/kits/cycle.shtml

กฤษณะเดช เจริญสุธาสินี และคณะ. (2552). *หลักวิธีดำเนินการศึกษาเรื่องยุง คู่มือการศึกษาสำหรับครู*. นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.

ปรัชญา สมบูรณ์. (2556). ยุง. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2556, จาก http://www.med.cmu.ac.th/dept/parasite/public/Mosquito.htm

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. Mosquito learning module. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2556, จาก http://www.twibl.org/LearningModule/mosquito/mosquito.htm

วิชาการ.คอม. ภาพยุงก้นปล่อง. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2556, จาก http://www.vcharkarn.com/vblog/45262/2

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. กระทรวงสาธารณสุข. (2553). ชีววิทยา นิเวศวิทยา และการควบคุมยุงในประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2556, จาก http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/ applications/files/Mosq%20Control_%20rp4%2Bcover.pdf

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. กระทรวงสาธารณสุข. (2553). ชีววิทยาและการควบคุมแมลงที่เป็นปัญหาสาธารณสุข. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2556, จาก http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/applications/files/Insect%20Control%20rp4%2Bcover.pdf

สมชัย บวรกิตติ และคณะ. (2555, กุมภาพันธ์). *โลกร้อนกับสุขภาพ*. กรุงเทพฯ: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย.

แหล่งสารสนเทศเพื่อการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

วนิดา คล่องอาสา ผู้ชำนาญด้านห้องสมุด ส่วนสื่อสารองค์กรและบริหารองค์ความรู้ ฝ่ายพัฒนาองค์กร สสวท. / e-mail : wkhlo@ipst.ac.th

สแกนโค้ดนี้เพื่อ
ชมภาพเคลื่อนไหว

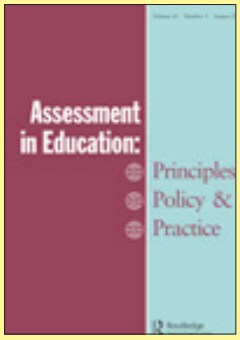
ข้อมูลสารสนเทศในปัจจุบันมีมากมาย ทั้งชนิดที่มาในรูปสิ่งพิมพ์และชนิดที่มาจากโลกออนไลน์ เพียงคลิก ๆ ข้อมูลสารสนเทศก็จะหลั่งไหลมาให้เลือกศึกษาและนำไปใช้ประโยชน์ตามความต้องการหรือตามความสนใจ และถ้ายิ่งรู้แหล่งสารสนเทศจากโลกออนไลน์ว่ามีอยู่ที่ไหน ตรงไหนด้วยแล้ว ก็จะได้ข้อมูลสารสนเทศที่ต้องการในเวลาไม่นานนัก

ในแต่ละปี ส่วนสื่อสารองค์กรและบริหารองค์ความรู้ ฝ่ายพัฒนาองค์กร สสวท. ได้จัดหาทรัพยากรสารสนเทศด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ประเภทหนังสือ และ ประเภทวารสารทั้งในและต่างประเทศเพื่อใช้ประกอบในการพัฒนา ปรับปรุง หนังสือเรียน คู่มือครู และหนังสือเพิ่มเติม ตลอดจนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ อาทิ e-book e-magazine การ์ตูนแอนนิเมชัน ในการจัดหาทรัพยากรสารสนเทศประเภทวารสารต่างประเทศ ส่วนสื่อสารองค์กรและบริหารองค์ความรู้ได้บอกรับวารสารเกี่ยวกับการวิจัยการศึกษา / การเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีหลายรายการ แบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ดังนี้ **กลุ่มการวิจัยทางการศึกษา กลุ่มการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และกลุ่มการเรียนการสอนการออกแบบและเทคโนโลยี** ข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในวารสารต่างประเทศของแต่ละกลุ่มล้วนมีเนื้อหาใหม่ ๆ ที่ทันสมัยทั้งสิ้น จึงเหมาะแก่การนำไปใช้ประกอบการค้นคว้าและอ้างอิง ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ หรืออย่างน้อยที่สุดก็เพื่อรับทราบความก้าวหน้าใหม่ ๆ ที่ทันสมัยเพื่อนำไปประดับความรู้ จะได้ไม่ตกเทรนด์

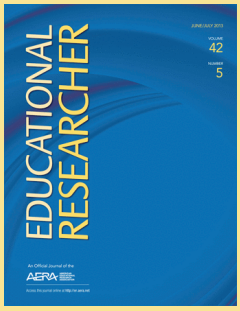
ในบทความนี้ จะขอแนะนำตัวอย่างทรัพยากรสารสนเทศประเภทวารสารต่างประเทศ บางรายการที่น่าสนใจในแต่ละกลุ่มที่ส่วนสื่อสารองค์กรฯ บอกรับเป็นสมาชิก ดังนี้

กลุ่มการวิจัยทางการศึกษา

ชื่อวารสาร : American Educational Research Journal
กำหนดออก : ราย 2 เดือน (ปีละ 6 เล่ม)
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : National Association of Biology Teachers (NABT)
ที่อยู่เว็บ : http://aer.sagepub.com/content/by/year
เนื้อหา : เกี่ยวกับการวิจัยทางการศึกษา เสนอทฤษฎีทางการศึกษาและการวิเคราะห์ด้านการศึกษา ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจและ/หรือปรับปรุงกระบวนการศึกษา นอกจากนี้ยังเสนอการสำรวจกระบวนการและผลลัพธ์ของการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคนในทุกระดับทั้งที่อยู่ในระบบและนอกระบบการศึกษา โดยเผยแพร่การวิจัยที่หลากหลายและใช้วิธีการวิจัยในรูปแบบต่าง ๆ วารสารนี้จึงเหมาะสำหรับนักวิจัยทางการศึกษา นักการศึกษา ครูผู้สอน และบุคลากรในสถานศึกษาที่ต้องติดตามความก้าวหน้าด้านการศึกษา



ชื่อวารสาร : Assessment in Education
กำหนดออก : ราย 3 เดือน (ปีละ 4 เล่ม)
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : Routledge Taylor & Francis Group
ที่อยู่เว็บ : http://www.tandfonline.com/toc/caie20/current
เนื้อหา : เกี่ยวกับการประเมินผลทางการศึกษา ซึ่งเสนอผลลัพธ์ของการประเมินผลการศึกษาทางวิชาการ มุ่งเน้นและส่งเสริมระบบการประเมินผลทุกระบบที่มีอยู่หลากหลาย โดยเสนอความเหมือนและความแตกต่างทั้งการกำหนดนโยบายและแนวปฏิบัติ วารสารนี้จึงเหมาะสำหรับนักวิจัยและประเมินผลการศึกษา นักการศึกษา ครูผู้สอน และบุคลากรในสถานศึกษาที่ต้องติดตามความก้าวหน้าด้านการศึกษา



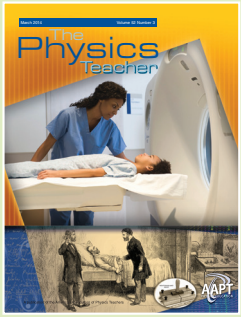
ชื่อวารสาร : Educational Researcher
กำหนดออก : ปีละ 9 เล่ม
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : American Educational Research Association (AERA)
ที่อยู่เว็บ : http://edr.sagepub.com/content/by/year
เนื้อหา : เกี่ยวกับการวิจัยทางการศึกษาที่ตีพิมพ์บทความที่มีความสำคัญทั่วไปด้านการวิจัยทางการศึกษาและที่ส่งเสริมการวิจัยทางการศึกษา ตลอดจนเรื่องที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ รวมทั้งเสนอการค้นพบใหม่ ๆ ที่สำคัญที่สามารถเข้าถึงได้อย่างกว้างขวาง วารสารนี้จึงเหมาะสำหรับนักวิจัยทางการศึกษา นักการศึกษา ครูผู้สอน และบุคลากรในสถานศึกษาที่ต้องติดตามความก้าวหน้าด้านการศึกษา

กลุ่มการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ชื่อวารสาร : American Biology Teacher
กำหนดออก : ปีละ 9 เล่ม
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : National Association of Biology Teachers (NABT)
ที่อยู่เว็บ : http://www.jstor.org/action/showPublication?journalCode=amerbiolteac
เนื้อหา : เกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา มีบทความที่มีเนื้อหาวิชาชีววิทยาที่ใหม่ ๆ ทันสมัย กลวิธีหรือกลยุทธ์การสอนชีววิทยาในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการในชั้นเรียน กิจกรรมภาคสนาม รวมถึงการพัฒนาจนเป็นครูมืออาชีพ นอกจากนี้ยังมีบทความที่วิเคราะห์วิจารณ์หนังสือ อุปกรณ์เทคโนโลยีที่ใช้ในการสอน และเรื่องเกี่ยวกับผลกระทบของชีววิทยาต่อสังคมและจริยธรรม วารสารนี้จึงเหมาะสำหรับผู้สอนวิชาชีววิทยาและผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่สนใจเนื้อหาด้านนี้

ชื่อวารสาร : Journal of Chemical Education
กำหนดออก : รายเดือน (ปีละ 12 เล่ม)
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : American Chemical Society (ACS)
ที่อยู่เว็บ : http://pubs.acs.org/toc/jceda8/current
เนื้อหา : เกี่ยวกับการศึกษาวิชาเคมี เป็นแหล่งที่มีบทความด้านการเรียนการสอนวิชาเคมีให้แก่สถานศึกษาและสถาบันต่าง ๆ ที่มีการสอนวิชานี้ บทความมีเนื้อหาเกี่ยวกับสารเคมี กิจกรรมในห้องปฏิบัติการเคมี การจัดกิจกรรมในชั้นเรียน วิธีการสอน วารสารนี้จะทำหน้าที่เชื่อมการสื่อสารข้อมูลด้านการเรียนการสอนวิชาเคมีระหว่างผู้สนใจข้ามโลก ไม่ว่าจะเป็นครูผู้สอนวิชาเคมีในโรงเรียนมัธยม เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมของเอกชนหรือรัฐบาล จัดเป็นวารสารที่ได้รับความนิยมในหมู่สถาบันการศึกษาที่มีการสอนวิชาเคมี วารสารนี้จึงเหมาะสำหรับนักการศึกษา ครูผู้สอนวิชาเคมี และบุคลากรในสถานศึกษาที่ต้องติดตามความก้าวหน้าด้านการศึกษาเคมี

ชื่อวารสาร : International Journal of Science Education
กำหนดออก : ปีละ 18 เล่ม
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : Routledge Taylor & Francis Group
ที่อยู่เว็บ : http://www.tandfonline.com/loi/tsed20
เนื้อหา : เกี่ยวกับการนำเสนอผลงานด้านการวิจัยที่เน้นการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เป็นวารสารวิทยาศาสตร์ศึกษา เน้นเป็นพิเศษด้านการวิจัยประยุกต์เชิงนวัตกรรมและการพัฒนา รวมถึงประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการศึกษา เสนอข้อมูลตามความเป็นจริงของการศึกษา ของระบบโรงเรียน วิทยาลัยและมหาวิทยาลัย นอกจากนี้ยังมีข้อมูลข่าวสาร รวมทั้งการเสนอความคิดเห็นด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ศึกษา วารสารนี้จึงเหมาะสำหรับนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ นิสิต นักศึกษาที่ต้องการค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว



ชื่อวารสาร : Physics Teacher
กำหนดออก : ปีละ 9 เล่ม
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : American Association of Physics Teachers (AAPT)
ที่อยู่เว็บ : http://tpt.aapt.org/resource/1/phteah
เนื้อหา : เกี่ยวกับความรู้ ความคิด หลักการทางฟิสิกส์ การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในหัวข้อต่าง ๆ รวมถึงฟิสิกส์ที่ร่วมสมัย ฟิสิกส์ประยุกต์ ประวัติศาสตร์ของเป็นมาของวิชาฟิสิกส์ ตลอดจนการประดิษฐ์สื่อ อุปกรณ์ทางฟิสิกส์ มีบทความที่ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ส่งมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างครู หรือ ผู้สนใจ อาทิ การสำรวจ เรื่องเสียงในห้องปฏิบัติการ วารสารนี้จึงเหมาะสำหรับครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ นิสิต นักศึกษาที่ต้องการค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว

ชื่อวารสาร : Primary Science
กำหนดออก : ปีละ 5 เล่ม
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : The Association for Science Education (ASE)
ที่อยู่เว็บ : http://www.ase.org.uk/journals/primary-science/
เนื้อหา : เกี่ยวกับด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ซึ่งให้ข้อมูลและเสนอแนวความคิดใหม่ ๆ ทางด้านเนื้อหา เทคนิคการสอน กระบวนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ภายในห้องเรียนและนอกห้องเรียน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สุขภาพและความปลอดภัย การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การประเมิน ที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรที่ช่วยสนับสนุนการศึกษาในระดับประถมศึกษาให้มีประสิทธิภาพ ทั้งนักเรียนปกติ และนักเรียนที่มีความบกพร่อง (special needs) และบทความบางเรื่องมีเนื้อเรื่องที่เชื่อมโยงการศึกษาทั้งระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา วารสารนี้เหมาะสำหรับ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น นิสิต นักศึกษา นักเรียน และผู้สนใจในเรื่องดังกล่าว

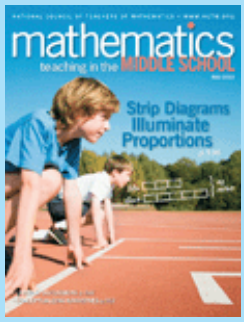
ชื่อวารสาร : Science Teacher
กำหนดออก : ปีละ 9 เล่ม
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : National Science Teachers Association (NSTA)
ที่อยู่เว็บ : http://www.nsta.org/highschool/
เนื้อหา : เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ครอบคลุมวิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ มีกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เทคนิคปฏิบัติการ มาตรฐานหลักสูตร มีบทความวิทยาศาสตร์ รายงานผลการวิจัย แนะนำหนังสือวิชาการ มีกิจกรรมปฏิบัติการในชั้นเรียน รวมทั้งแนะนำแหล่งเรียนรู้สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ วารสารนี้จึงเหมาะสำหรับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์

ชื่อวารสาร : Studies in Science Education
กำหนดออก : ราย 6 เดือน (ปีละ 2 เล่ม)
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : Routledge Taylor & Francis Group
ที่อยู่เว็บ : http://www.tandfonline.com/loi/rsse20
เนื้อหา : เกี่ยวกับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ มีการนำเสนอหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการวิจัยในหัวข้อใหม่ ๆ วารสารนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะเผยแพร่บทความวิจัยที่มีคุณภาพสูง มีการสังเคราะห์ วิเคราะห์ในหัวข้อที่สำคัญ ปัญหาในการศึกษาวิทยาศาสตร์ มีการรวบรวมข้อมูลและสะท้อนปัญหาในการศึกษาวิทยาศาสตร์ และให้การส่งเสริมพื้นที่ใหม่สำหรับกิจกรรมการวิจัย เพื่อให้มีความหลากหลาย วารสารนี้จึงเหมาะสมกับนักวิจัยการศึกษาวิทยาศาสตร์ นิสิต นักศึกษาปริญญาเอก ปริญญาโท ครูผู้สอนหรือให้การอบรมครูวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ ผู้วางนโยบายทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ ผู้พัฒนาหลักสูตร และผู้เขียนตำรา

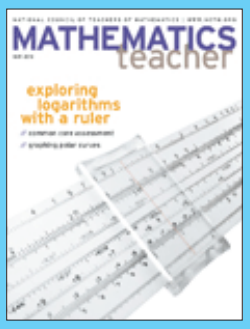
กลุ่มการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ชื่อวารสาร : Journal of Mathematical Behavior
กำหนดออก : ราย 3 เดือน (ปีละ 4 เล่ม)
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : Elsevier
ที่อยู่เว็บ : http://www.sciencedirect.com/science?_ob=JournalURL&_cdi=6566&_auth=y&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=a6563878554b3be4d63a18008eaafd8f
เนื้อหา : เกี่ยวกับการเรียนรู้และการสอนคณิตศาสตร์ โดยจะเน้นที่งานวิจัยที่เป็นงานวิจัยขั้นพื้นฐาน เพื่อหาความเข้าใจว่า แนวคิดทางคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นโดยผู้เรียนรู้ได้อย่างไร วารสารนี้จึงเหมาะสำหรับนักวิจัยทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นักจิตวิทยา นักคณิตศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ด้านองค์ความรู้ (cognitive scientist) ครู นักการศึกษา นักพัฒนาหลักสูตร ผู้ปกครอง ผู้บริหาร และผู้กำหนดนโยบายการศึกษาคณิตศาสตร์

ชื่อวารสาร : Mathematics Teaching
กำหนดออก : ราย 2 เดือน (ปีละ 6 เล่ม)
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : Association of Teachers of Mathematics (ATM)
ที่อยู่เว็บ : http://www.atm.org.uk/journal/archive.html
เนื้อหา : เกี่ยวกับประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่สมาชิกผู้อ่านวารสารส่งมาขอตีพิมพ์เพื่อเผยแพร่ให้กับสมาชิกท่านอื่นในสมาคมได้เรียนรู้ โดยจะมีทีมบรรณาธิการคัดเลือกบทความเพื่อตีพิมพ์ หลายบทความมีเนื้อหาบางส่วนที่แนะนำเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับบทความนั้นเพื่อให้ผู้อ่านสะดวกในการหาข้อมูลที่สนใจเพิ่มเติมตามต้องการ วารสารนี้จึงเหมาะสำหรับนักการศึกษาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ นิสิต นักศึกษาและผู้สนใจในเรื่องดังกล่าว



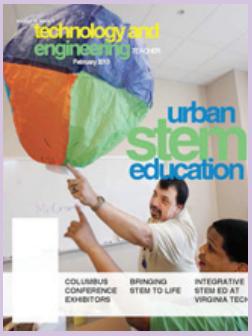
ชื่อวารสาร : Mathematics Teaching in the Middle School
กำหนดออก : ปีละ 9 เล่ม
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)
ที่อยู่เว็บ : http://www.jstor.org/action/showPublication?journalCode=mathteacmiddscho
เนื้อหา : เกี่ยวกับประสบการณ์การสอนของผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ใช้การสังเกต การสำรวจหรือการสืบสวนอย่างง่าย ๆ มาใช้ในห้องเรียน และนำผลลัพธ์ที่ได้มาเขียนเล่าสู่กันฟัง หรือแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในการพัฒนาแนวคิดด้านนามธรรมของนักเรียนให้เข้าใจคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น วารสารนี้จึงเหมาะสำหรับนักการศึกษาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ นิสิต นักศึกษาและผู้สนใจในเรื่องดังกล่าว



ชื่อวารสาร : Mathematics Teacher
กำหนดออก : ปีละ 9 เล่ม
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)
ที่อยู่เว็บ : http://www.jstor.org/action/showPublication?journalCode=mathteacher
เนื้อหา : เกี่ยวกับการปรับปรุงการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 – 6 (เกรด 8 – 14) มีการสนับสนุนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยการสนับสนุนโปรแกรมให้ครูคณิตศาสตร์ศึกษาเพิ่มเติม เช่น มีการจัดการอบรมครูคณิตศาสตร์เพื่อให้มีความรู้ในด้านต่าง ๆ เพิ่มขึ้น บทความส่วนใหญ่เป็นบทความจากผู้สอนคณิตศาสตร์ ในโรงเรียน มหาวิทยาลัย วารสารนี้จึงเหมาะสำหรับนักการศึกษาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ นิสิต นักศึกษา และผู้สนใจในเรื่องดังกล่าว

กลุ่มการเรียนการสอนการออกแบบและเทคโนโลยี

ชื่อวารสาร : Designing
กำหนดออก : ปีละ 3 เล่ม
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : The Design and Technology Association
ที่อยู่เว็บ : https://www.data.org.uk/
เนื้อหา : เกี่ยวกับการเรียนการสอนด้านการออกแบบและเทคโนโลยี ซึ่งเป็นวิชาที่เกี่ยวกับการออกแบบ ช่วยเสริมสร้างทักษะและสร้างสรรค์ผลงานเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งไม่เพียงเป็นการออกแบบทางศิลปะเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการวางแผนการทำงาน การแก้ปัญหาโดยใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ทำให้เกิด นักประดิษฐ์ ผลงานแปลก ๆ ที่มากับความคิดสร้างสรรค์ วารสารนี้เหมาะสำหรับนักการศึกษาทั้งด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะครูผู้สอนวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี รวมถึงผู้สนใจด้านการออกแบบและเทคโนโลยีทั่วไป



ชื่อวารสาร : Technology and Engineering Teacher
กำหนดออก : ปีละ 8 เล่ม
สำนักพิมพ์ / หน่วยงาน : International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA)
ที่อยู่เว็บ : http://www.iteea.org/Publications/ttt.htm
เนื้อหา : เกี่ยวกับการเรียนการสอนรวมถึงผลงานวิจัยด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยมีแนวคิดมาจากวิชาเทคโนโลยีศึกษา (Technology Education) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นวิชาที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์ผลงานเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์โดยอาศัยองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมระดับพื้นฐานเข้ามาผนวกกับการเรียนการสอน หรือ เรียกว่า STEM Education วารสารนี้จึงเหมาะสำหรับนักการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือนักเรียนที่สนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม รวมถึงผู้สนใจทั่วไป

จากแหล่งสารสนเทศดังกล่าว ท่านผู้อ่านที่สนใจสามารถเข้าศึกษาหาความรู้ผ่านที่อยู่เว็บไซต์ของวารสารแต่ละรายการได้ และเนื่องจากข้อมูลสารสนเทศจากโลกออนไลน์ดังกล่าว **เป็นข้อมูลที่มีคุณค่า จึงมีมูลค่าด้วย** กล่าวคือ ทางสำนักพิมพ์ต่างประเทศซึ่งเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ (บางราย) อนุญาตให้ผู้สนใจดูเนื้อหาของบทความได้เฉพาะบทคัดย่อ (abstract) และ/หรืออาจแถมโดยให้ดูบทความออนไลน์ฉบับเต็ม (full text) บางบทความได้

ปัจจุบันส่วนสื่อสารองค์กรฯ ได้บอกรับวารสารภาษาอังกฤษ 45 รายการ (ตามรายชื่อและเว็บลิงก์ที่ปรากฏท้ายบทความ) ผู้อ่านที่สนใจสามารถหาข้อมูลได้จากเว็บลิงก์ดังกล่าว หรือไปที่ส่วนสื่อสารองค์กรฯ ชั้น 3 อาคาร 15 ปี สสวท. ได้ในวันและเวลาราชการ เรายินดีให้ท่านสืบค้นโดยไม่เสียค่าบริการ แล้วพบกันนะคะ

ลำดับที่	รายชื่อวารสารภาษาอังกฤษ ที่สสวท. บอกรับ พร้อมเว็บลิงก์
1	American Biology Teacher (with Index) http://www.jstor.org/action/showPublication?journalCode=amerbiolteac
2	American Educational Research Journal http://aer.sagepub.com/content/by/year
3	Assessment in Education http://www.tandfonline.com/toc/caie20/current
4	Astronomy Magazine
5	BioScience http://www.jstor.org/action/showPublication?journalCode=bioscience
6	Chem 13 News
7	Chemistry World http://www.rsc.org/chemistryworld/issues/
8	Cognition and Instruction http://www.tandfonline.com/loi/hcgi20
9	Crux Mathematicorum with Mathematical Mayhem * http://cms.math.ca/crux/
10	Designing https://www.data.org.uk/
11	Curriculum Perspectives http://www.acsa.edu.au/pages/page534.asp
12	Education in Chemistry http://www.rsc.org/Education/EiC/issues/index.asp
13	Education in Science http://www.ase.org.uk/journals/education-in-science/
14	Educational Researcher http://edr.sagepub.com/content/by/year
15	Gifted Child Quarterly http://gcq.sagepub.com/content/by/year
16	International Journal of Human-Computer Interaction http://www.tandfonline.com/loi/hihc20
17	International Journal of Mathematical Education in Science and Technology http://www.tandfonline.com/loi/tmes20
18	International Journal of Science Education http://www.tandfonline.com/loi/tsed20
19	Journal for Research in Mathematics Education http://www.jstor.org/action/showPublication?journalCode=jresematheduc
20	Journal of Biological Education http://www.tandfonline.com/toc/rjbe20/current
21	Journal of Chemical Education http://pubs.acs.org/toc/jceda8/current
22	Journal of Mathematical Behavior http://www.sciencedirect.com/science/journal/07323123?oldURL=y
23	Journal of Research in Science Teaching http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1098-2736/issues
24	Mathematics Competitions
25	Mathematics in School http://www.m-a.org.uk/jsp/index.jsp?lnk=610
26	Mathematics Teacher (MT) http://www.jstor.org/action/showPublication?journalCode=mathteacher
27	Mathematics Teaching http://www.atm.org.uk/journal/archive.html
28	Mathematics Teaching in the Middle School (MTMS) http://www.jstor.org/action/showPublication?journalCode=mathteacmiddscho
29	New Scientist http://www.newscientist.com/issues/2013
30	Physics Education http://www.iop.org/journals/physed
31	Physics Teacher http://tpt.aapt.org/resource/1/phteah
32	Primary Science http://www.ase.org.uk/journals/primary-science/
33	Research in Education http://manchester.metapress.com/content/0034-5237?sortorder=asc
34	Research in Science Education http://link.springer.com/journal/volumesAndIssues/11165
35	Review of Research in Education http://rre.sagepub.com/content/by/year
36	School Science Review http://www.ase.org.uk/journals/school-science-review/
37	Science and Children http://www.nsta.org/elementaryschool/
38	Science & Education http://link.springer.com/journal/volumesAndIssues/11191
39	Science Education http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1098-237X/issues
40	Science Scope http://www.nsta.org/middleschool/
41	Science Teacher http://www.nsta.org/highschool/
42	Studies in Science Education http://www.tandfonline.com/loi/rsse20
43	Teaching Children Mathematics (TCM) http://www.jstor.org/action/showPublication?journalCode=teacchilmath
44	Teaching Science http://asta.edu.au/resources/teachingscience
45	Technology and Engineering Teacher http://www.iteea.org/Publications/ttt.htm

จีนส่งยานอวกาศฉางเอ๋อลงดวงจันทร์

นิพนธ์ ทรายเพชร ราชบัณฑิต ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ สสวท.

ฉางเอ๋อ 3 (Chang´e 3) เป็นยานอวกาศของจีนที่กำลังเดินทางไปยังดวงจันทร์เพื่อลงดวงจันทร์ครั้งแรก โดยบรรทุกรถชื่อยูตู (แปลว่า กระต่ายหยก) ไปด้วย ตำแหน่งที่จะลงบนดวงจันทร์คือ อ่าวรุ้ง ที่ละติจูด 44° เหนือ

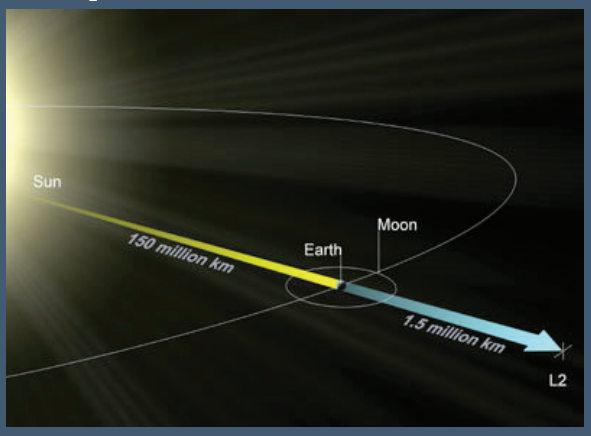
รูปที่ 1 รถยูตู ที่จะวิ่งบนดวงจันทร์
(ที่มา: http://www.komchadluek.net/mobile/detail/20131215/174874.html)

จรวดลองมาร์ช 3 บีของจีนส่งฉางเอ๋อ 3 จากศูนย์ส่งดาวเทียมซีชางในมณฑลเสฉวน เมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2556 เวลา 01:30 นาฬิกา เวลาจีน และลงจอดบนดวงจันทร์ในวันที่ 14 ธันวาคม 2556 เวลา 09.12 นาฬิกา กลายเป็นยานอวกาศลำแรกที่สัมผัสผิวดวงจันทร์หลังการลงดวงจันทร์ของสหรัฐอเมริกาในโครงการอะพอลโลไม่น้อยกว่า 37 ปีมาแล้ว

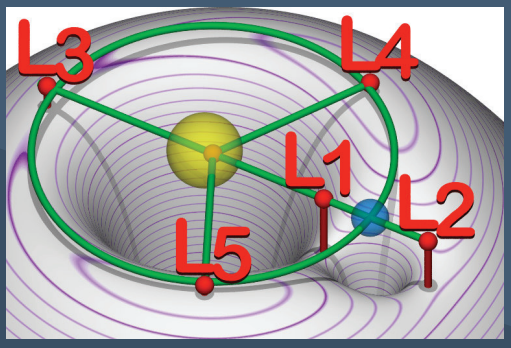
รูปที่ 2 ศูนย์ส่งดาวเทียมซีชาง
(ที่มา: http://www.thaibizchina.com/thaibizchina/th/articles/detail.php?IBLOCK_ID=70&SECTION_ID=533&ELEMENT_ID=8444)

ยานฉางเอ๋อ 3 เหมือนกับยานลูนา 24 ของอดีตสหภาพโซเวียตรัสเซียที่นำตัวอย่างหินดวงจันทร์กลับโลกได้ใน พ.ศ. 2519

จีนประสบความสำเร็จในการส่งยานอวกาศฉางเอ๋อ 1 ออกจากโลกเมื่อวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2550 เพื่อไปโคจรรอบดวงจันทร์ และฉางเอ๋อ 2 ออกจากโลกเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ.2553 เพื่อไปโคจรรอบดวงจันทร์เช่นเดียวกับฉางเอ๋อ 1 แต่ในที่สุดได้เลื่อนไปอยู่ตำแหน่ง L_2 ของระบบดวงอาทิตย์-โลก ซึ่งอยู่ห่างโลกไปทางด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ประมาณ 1.5 ล้านกิโลเมตร จุด L_2 เป็นจุดที่สมดุลระหว่างแรงโน้มถ่วงของดวงอาทิตย์และของโลก ทำให้ยานอวกาศเคลื่อนที่ไปรอบดวงอาทิตย์พร้อมโลก โดยยานอยู่ห่างโลกเกือบ 4 เท่าของระยะดวงจันทร์ จีนจึงเป็นชาติที่ 3 ต่อจากองค์การอวกาศยุโรป (ESA) องค์การนาซา (NASA) ที่นำยานอวกาศไปอยู่ ณ ตำแหน่ง L_2 ของระบบดวงอาทิตย์-โลกได้สำเร็จ



รูปที่ 3 ตำแหน่ง L_2 ของระบบดวงอาทิตย์-โลก อยู่ห่างโลกประมาณ 1.5 ล้านกิโลเมตรในทิศทางตรงข้ามกับดวงอาทิตย์
(ที่มา: http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Herschel/L2_the_second_Lagrangian_Point)



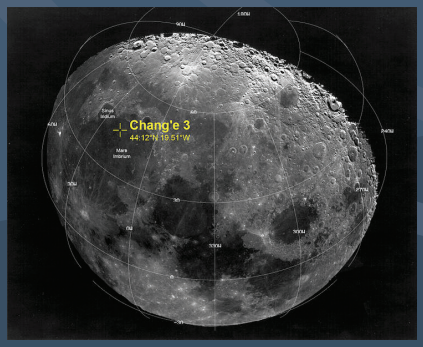
รูปที่ 4 ตำแหน่ง L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 ของระบบดวงอาทิตย์-โลก อยู่ห่างโลกต่าง ๆ กัน เช่น L_4, L_5 อยู่ที่มุมยอดของสามเหลี่ยมด้านเท่าที่มีความยาวของฐานเท่ากับระยะระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์
(ที่มา: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Lagrangian_points_equipotential.jpg)

จีนมีโครงการจะส่งยานอวกาศฉางเอ๋อ 5 เพื่อไปนำหินดินดวงจันทร์กลับมายังโลกใน พ.ศ. 2560 และส่งมนุษย์ไปยังดวงจันทร์ใน พ.ศ. 2568-2573

ฉางเอ๋อ 2 ไปอยู่ ณ ตำแหน่ง L_2 เพื่อศึกษาดวงอาทิตย์และสนามแม่เหล็กของโลก ในการเดินทางจากวงโคจรรอบดวงจันทร์ยานอวกาศฉางเอ๋อ 2 ใช้เวลา 77 วัน จึงถึงจุด L_2

รูปที่ 5 ยานฉางเอ๋อ 3 แสดงรถยูตูอยู่ด้านบน ซึ่งจะลงจากยานทางบันไดสีดำ (ที่มา: http://motherboard.vice.com/blog/chinas-nuclear-rover-will-sample-the-moon)

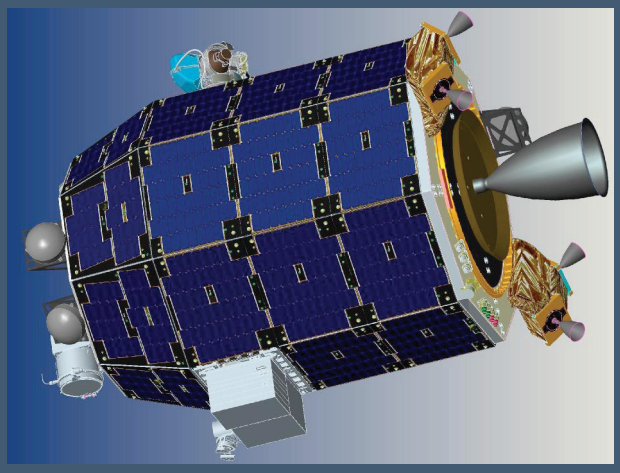
ยานลงดวงจันทร์ฉางเอ๋อ 3 มีมวล 1,200 กิโลกรัม โดยรถมีมวล 120 กิโลกรัม สูง 1.5 เมตร กำหนดวนรอบดวงจันทร์ในวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2556 เวลา 2:30 UTC และลงสัมผัสผิวดวงจันทร์ในวันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2556 ณ ไซนัส อิริดุม (อ่าวรุ้ง) ที่ละติจูด 44° เหนือ เป็นที่ราบของลาวาบะซอลต์ซึ่งเป็นส่วนต่อทางตะวันตกเฉียงเหนือของมาเรอิมเบรียม (ทะเลแห่งฝน) ฉางเอ๋อ 3 จะเป็นยานอวกาศลำแรกที่ลงสัมผัสผิวดวงจันทร์อย่างนุ่มนวลต่อจากยานลูนา 24 ของสหภาพโซเวียตรัสเซียเมื่อ พ.ศ. 2519 หรือ 37 ปีมาแล้ว



รูปที่ 6 ตำแหน่งลงบนดวงจันทร์ของฉางเอ๋อ 3 (ที่มา: http://en.wikipedia.org/wiki/Chang%27e_3)

ฉางเอ๋อ 3 นำมลภาวะไปสู่ดวงจันทร์

การลงดวงจันทร์ของฉางเอ๋อ 3 ต้องยิงจรวดต้านการเคลื่อนที่เพื่อให้ยานลงช้า ๆ ไอเสียของจรวดและฝุ่นดวงจันทร์ที่ฟุ้งกระจายจะทำให้กลายเป็นมลภาวะบนดวงจันทร์ ในระหว่างนี้มียานอวกาศขององค์การนาซาเพื่อสำรวจบรรยากาศและฝุ่นบนดวงจันทร์ชื่อยานลาดี (LADEE: Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer) ยานลาดีออกจากโลกเมื่อ 7 กันยายน พ.ศ. 2556 เมื่อเวลา 03:27 UTC ไปวนรอบดวงจันทร์เหนือบริเวณศูนย์สูตร เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมของดวงจันทร์ในระดับเอกโซสเฟียร์รวมทั้งฝุ่นรอบดวงจันทร์ โดยใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ บนยาน ได้แก่ เครื่องตรวจจับฝุ่น เครื่องวัดสเปกตรัม และการสาธิตด้านเทคโนโลยี การสื่อสารด้วยแสงเลเซอร์



รูปที่ 7 ภาพยานลาดี (Courtesy NASA/Ames) (ที่มา: http://lasp.colorado.edu/home/missions-projects/quick-facts-ladee/)

วงโคจรของยานลาดี เป็นรูปวงรีโดยมีจุดใกล้ดวงจันทร์ที่สุดอยู่ที่ระดับสูง 20 กิโลเมตร และจุดไกลดวงจันทร์ที่สุดอยู่ที่ระดับสูง 60 กิโลเมตร ใช้เวลาประมาณ 114 นาที ในการโคจรรอบดวงจันทร์ 1 รอบ ซึ่งเข้าสู่วงโคจรแล้วเมื่อ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2556 เวลา 10:57 UTC มีแผนการปฏิบัติงาน 100 วัน

จีนส่งยานไปสำรวจดวงจันทร์เพื่ออะไร

โครงการสำรวจดวงจันทร์ของจีน (CLEP: Chinese Lunar Exploration Program) หรือโครงการฉางเอ๋อ (Chang´e program) เป็นโครงการที่สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนจีนจะส่งหุ่นยนต์และมนุษย์ไปยังดวงจันทร์ ผู้รับผิดชอบคือ องค์การอวกาศแห่งชาติจีน (CNSA: China National Space Administration) เริ่มด้วยโครงการส่งยานอวกาศฉางเอ๋อเพื่อไปโคจรรอบดวงจันทร์ นำรถลงวิ่งบนดวงจันทร์ นำดินหินดวงจันทร์กลับมายังโลก และนำมนุษย์อวกาศจีนไปลงดวงจันทร์ในที่สุด

จรวดที่ใช้นำส่งยานอวกาศคือ จรวดลองมาร์ช 3เอ จรวดลองมาร์ช 5/อี และจรวจลองมาร์ช 7 โดยมีระบบสถานีควบคุมสั่งการติดตาม และการวัดจากระยะไกลบนภาคพื้นดิน ด้วยเสาอากาศประเภทอินเตอร์ฟีโรมิเตอร์ที่มีฐานยาวมาก (VLBI: Very Long Baseline Interferometer) กล่าวคือ ฐานยาว 3,000 กิโลเมตรเชื่อมต่อระหว่างกล้องโทรทรรศน์วิทยุ 4 กล้อง กล้องที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เมตรอยู่ที่ปักกิ่ง กล้องที่ 2, 3, 4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เมตรอยู่ที่คุณหมิง เซี่ยงไฮ้ และอุรุมไคว

โอยหยาง ซีหยวน (Ouyang Ziyuan) นักธรณีวิทยาและนักเคมีจักรวาล ผู้มีชื่อเสียงของจีน เป็นผู้สนับสนุนการสำรวจดวงจันทร์ ไม่เฉพาะในเรื่องแหล่งโลหะต่าง ๆ ที่ทราบกันแล้ว เช่น เหล็ก แต่ยังมีฮีเลียม 3 ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงในปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์เพื่อการผลิตไฟฟ้าในอนาคต โอยหยางผู้สนับสนุนโครงการมนุษย์สำรวจดวงจันทร์ของจีน ปัจจุบันดำรงตำแหน่งหัวหน้านักวิทยาศาสตร์ของโครงการ นักวิทยาศาสตร์ผู้มีชื่อเสียงของจีนอีกคนหนึ่งคือ ซุน เจียตุง (Sun Jiadong) ทำหน้าที่เป็นสถาปนิกใหญ่ ในขณะที่นักวิทยาศาสตร์หนุ่มชื่อ ซุน ซีโจ (Sun Zezhou) ได้รับแต่งตั้งให้เป็นรองสถาปนิกใหญ่ ส่วนผู้อำนวยการโครงการปัจจุบันคือ ลวน เอนจี (Luan Ezjie)

รูปที่ 8 จรวดลองมาร์ช 3บี เป็นจรวด 3 ท่อน ท่อนล่างสุดมีจรวดเสริม 4 เครื่อง
(ที่มา: http://www.spacenews.com/article/chinese-rocket-launches-eutelsats-w3c-satellite)

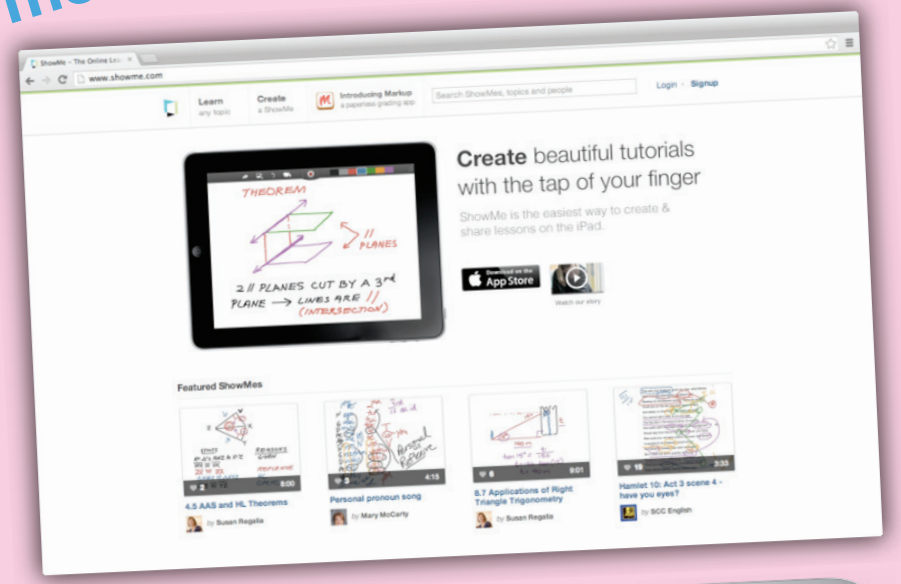
(ที่มา: http://www.wantchinatimes.com/photo-album-cnt.aspx?id=20131203000055 (ภาพโดย Xinhua))

ยานอวกาศฉางเอ๋อ 1, 2 ปฏิบัติหน้าที่ด้วยความสำเร็จในขั้นต้นแล้ว และยานอวกาศฉางเอ๋อ 2 ยังปฏิบัติงานต่อไป ณ ตำแหน่ง L_2 ดังกล่าวแล้ว ขณะที่ยานอวกาศฉางเอ๋อ 3 ได้นำรถยูตูไปลงสำรวจดวงจันทร์ ต่อไปจะเป็นยานอวกาศฉางเอ๋อ 5 ที่จะไปนำดินหินดวงจันทร์กลับมาใน พ.ศ.2560 และมนุษย์อวกาศจีนคนแรกจะลงดวงจันทร์ระหว่าง พ.ศ. 2568-2573

เว็บช่วยสอน

นวพล กาบแก้ว นักวิชาการ ฝ่ายนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ สสวท. / e-mail : nkapk@ipst.ac.th

http://www.showme.com/



ShowMe พัฒนาโดย Mr. San Kim และ Mr. KarenBdoyan ให้เป็นแหล่งรวมความรู้หลากหลายแขนง เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาศาสตร์ ดนตรี ศิลปะ เพื่อให้ผู้เรียนจากทั่วทุกมุมโลกเข้าถึงความรู้ที่เผยแพร่โดยผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญจากทั่วโลกผ่านเว็บไซต์และอุปกรณ์แท็บเล็ตอย่าง iPad ฟรี

มีบทเรียนที่เผยแพร่แล้วมากกว่าหนึ่งพันบทเรียนตั้งแต่เนื้อหาสำหรับเด็กเล็กอย่างการสอนให้รู้จักเรื่องรูปทรงไปจนถึงเนื้อหาสำหรับเด็กโตอย่างแคลคูลัส

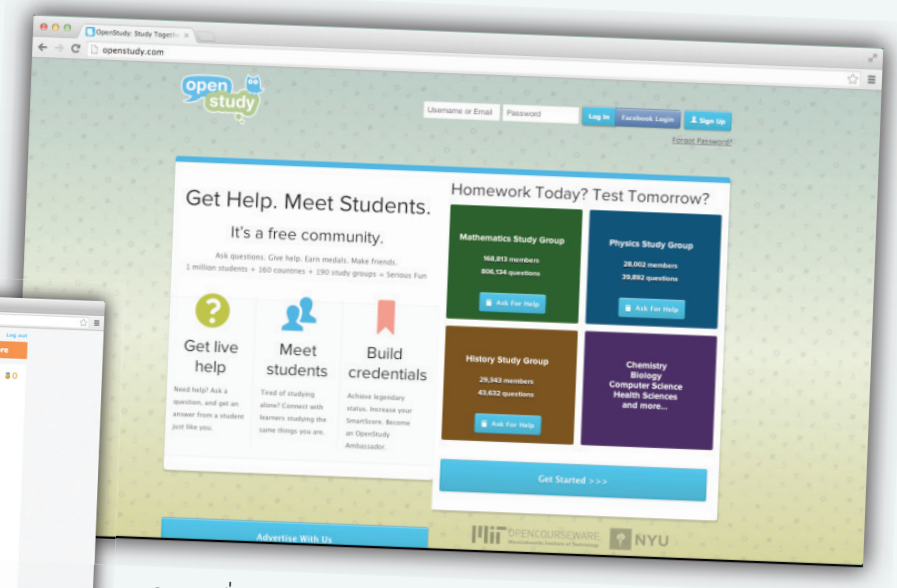
นอกจากนี้ยังพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์ iPad เพื่อให้ผู้สอนสร้างสรรค์บทเรียนด้วยการบันทึกการสอนโดยใช้การเขียนบนกระดาน iPad และการบรรยายประกอบ มีปากกาหลากสีเพื่อเน้นจุดสำคัญ ใส่รูปภาพประกอบได้ สามารถหยุดการบันทึกเพื่อแก้ไขส่วนที่ต้องการได้และบันทึกได้ไม่จำกัดความยาวของบทเรียน

http://www.openclass.com/

OpenClass พัฒนาโดย Pearson Education ให้เป็นแหล่งเผยแพร่และบริหารจัดการบทเรียนที่ปรับสภาพแวดล้อมในการใช้งานให้เหมาะสมแก่การเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้สอนได้บอกเล่าประสบการณ์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีช่องทางการสื่อสารที่หลากหลาย เน้นให้ใช้งานง่าย และเปิดให้ทุกคนได้ใช้ฟรีผ่านคอมพิวเตอร์ส่วนตัว แท็บเล็ตและมือถือ ทั้งระบบปฏิบัติการ iOS และ Android

ประกอบด้วย **1) ส่วนสร้างบทเรียน** สามารถสร้างบทเรียนได้อย่างรวดเร็วด้วยการใส่ข้อมูลสำคัญเพียงเล็กน้อยสามารถนำเข้าบทเรียนจาก LMS ภายนอกได้ รองรับการแสดงสื่อหลายรูปแบบ **2) ส่วนของห้องเรียนและช่องทางการสื่อสาร** มีส่วนแสดงผลเพื่อใช้ในการจัดการการเรียน ตรวจสอบตารางเรียน อีเมล ทำการบ้าน ผู้สอนและผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านการแช็ตทาง Google หรือ Skype สามารถสร้างเอกสารเพื่อใช้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันผ่าน Google Docs ส่งเสริมการเรียนรู้ในรูปแบบ Social Network **3) ส่วนค้นหาและนำเข้าเนื้อหาหลักสูตรที่น่าสนใจ** จากแหล่งเรียนรู้ยอดนิยมเช่น Open Educational Resources (OER), Pearson

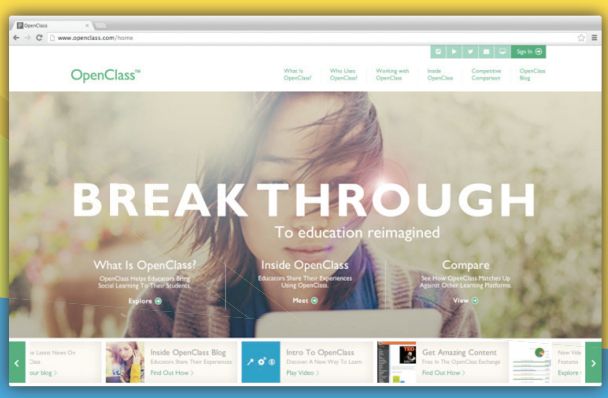
http://www.openstudy.com

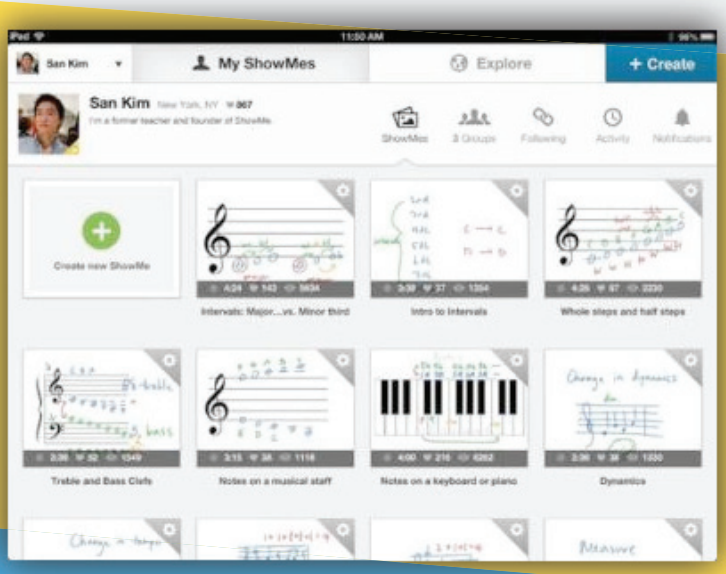


Inquus Corporation ทีมผู้พัฒนา OpenStudy มองเห็นถึงประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในรูปแบบ Social Learning Network จึงพัฒนาชุมชนออนไลน์แห่งนี้เพื่อเป็นแหล่งแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านการศึกษาระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ให้นักเรียนติดต่อสื่อสารกับนักเรียนคนอื่น ๆ ที่กำลังศึกษาเรื่อง ๆ เดียวกันด้วยการ “ถาม” และช่วยกัน “ตอบ” ซึ่งผู้พัฒนาต้องการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบร่วมด้วยช่วยกัน ยกย่องคนที่ขยันถามขยันตอบด้วยการมอบเหรียญรางวัลเพื่อเพิ่มสถานะให้สูงขึ้น

ทั้งนี้ OpenStudy ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันชั้นนำอย่าง National Science Foundation, National Institutes of Health, Georgia Research Alliance, Gates Foundation, Hewlett Foundation และ Learn Capital โดยให้บริการฟรี

4) ส่วนประเมินผลการเรียนและจัดการข้อสอบ สามารถแสดงรายงานการวิเคราะห์ผลการเรียนเพื่อให้ผู้สอนนำมาวิเคราะห์ผู้เรียนและพัฒนาบทเรียน





ชนะเลิศการประกวด “นวัตกรรมอนุรักษ์น้ำในชุมชนอย่างยั่งยืน”

บริษัทน้ำประปาไทย จำกัด (มหาชน) ร่วมกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มอบรางวัลผู้ชนะเลิศ การประกวด “นวัตกรรมอนุรักษ์น้ำในชุมชนอย่างยั่งยืน” ในโครงการยุวชนไทยร่วมใจรักษ์น้ำ ประจำปี 2556 (Thai Tap Junior Water Prize 2013) เมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2557 ณ อิมแพคเมืองทองธานี ในงานศิลปหัตถกรรมนักเรียนระดับชาติ ครั้งที่ 63 ซึ่งได้รับเกียรติจาก Mr.Goran Haag ที่ปรึกษาเอกอัครราชทูตสวีเดนประจำประเทศไทยเข้าร่วมงาน โดยปีนี้ทีมจาก “โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา” จ.สุราษฎร์ธานี คว้ารางวัลสุดยอดนวัตกรรม การอนุรักษ์น้ำไปครองด้วยผลงาน “พลาสติก GBC ที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากการทำยางแผ่นดิบ” พร้อมรับโล่รางวัลและเงินรางวัล 150,000 บาท รวมถึงมีโอกาสในการเข้าร่วมประกวด Stockholm Junior Water Prize ประจำปี 2557 ณ กรุงสตอกโฮล์ม ประเทศสวีเดน ซึ่งเป็นการประกวดในระดับนานาชาติต่อไป

น้ำทิ้งจากการผลิตยางแผ่นดิบเป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเน่าเสีย ซึ่งส่งกลิ่นเหม็น เกิดมลภาวะทางน้ำและทางอากาศ จากสถิติ พบว่า ในการผลิตยางแผ่นดิบ เพียง 20 แผ่นต่อวัน จะเกิดน้ำเสียถึง 160 ลิตร

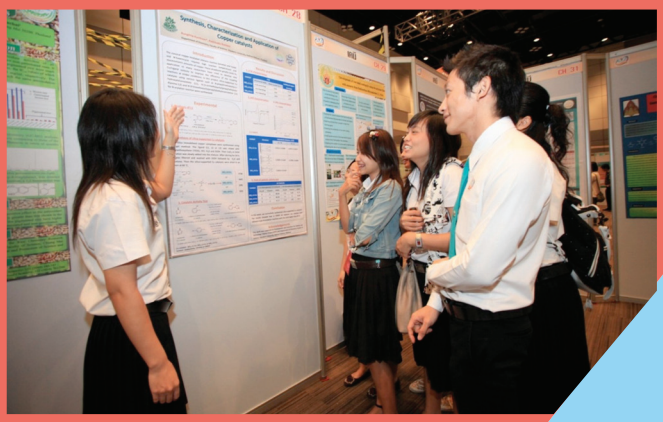
ในน้ำทิ้งจากการทำยางแผ่นดิบ มีกรดอินทรีย์เจือปนอยู่ โดยพบว่าสภาพกรดที่อยู่ในน้ำทิ้งจากการทำยางแผ่นดิบเหมาะที่จะนำมาเพาะเลี้ยงแบคทีเรียที่ชื่อ Acetobacterxylinum เนื่องจากแบคทีเรียชนิดนี้ ต้องการสภาพที่เป็นกรดและมีแอมโมเนียมสูง นอกจากนั้นยังใช้คาร์บอน เป็นแหล่งผลิตเซลลูโลสขึ้นมา

นักเรียนโรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จึงได้นำน้ำเสียเหล่านี้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยใช้น้ำทิ้งจากการทำยางแผ่นดิบ มาผลิต Gelatinous Bacterial Cellulose (GBC) เพื่อปรับปรุงประยุกต์ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ทดแทนพลาสติกต่อไป นอกจากนั้นน้ำที่ได้จากการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียลเซลลูโลสยังมีสภาพเป็นกรดสามารถนำมาทำยางแผ่นดิบได้

ผลงานพลาสติก GBC ที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากการทำยางแผ่นดิบ

งานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเยาวชน ครั้งที่ 9

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ จะจัดการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเยาวชน ครั้งที่ 9 (วทท.เพื่อเยาวชน ครั้งที่ 9) ระหว่างวันที่ 30 พฤษภาคม – 1 มิถุนายน 2557 ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพฯ การจัดงานนี้จะนำเสนอผลงานวิจัยจากเยาวชนทั้งแบบบรรยายและโปสเตอร์ และยังมีการบรรยาย การเสวนา และกิจกรรมที่น่าสนใจอื่น ๆ อีกมากมาย ดูรายละเอียดเพิ่มเติมที่เว็บไซต์ http://dpst.ipst.ac.th



สวัสดีคุณ ๆ ที่รักของต่าย คราวนี้ต่ายจะย้อนมามองในมุมมองของเด็ก ๆ บ้าง เด็ก ๆ คงยุ่งวุ่นวายกับเรื่องการสอบ การเรียนพิเศษช่วงปิดเทอม สาละวนกับการเลือกรูปไปแปะลงในสมุดเฟรนชิพของเพื่อนและหาคำหรือประโยคที่เก๋ไก๋ไม่ซ้ำใครบรรจงเขียนลงไปเพื่อให้เพื่อนจำเราได้ไม่รู้ลืม หรือบ้างก็ต้องวางแผนทำงานพิเศษเพื่อหาเงินช่วยเหลือครอบครัว ช่วยทางบ้านดูแลน้อง ๆ หลากหลายครอบครัวก็จะมีเรื่องที่ต้องทำและปัญหาที่แตกต่างกันไป หันไปทางไหนทุกคนก็มีปัญหาของตน เรื่องบางเรื่องเป็นปัญหาคนอื่นแต่อาจจะไม่ใช่ปัญหาของเรา เรื่องเล็ก ๆ ของคนอื่นอาจจะเป็นเรื่องใหญ่ของเรา ทั้งหมดทั้งมวลมันอยู่ที่การมีสติ หายใจลึก ๆ แล้วค่อย ๆ คิดคำนึง ว่าอะไรคือต้นตอของปัญหา แล้วค่อย ๆ แก้ไขให้เรื่องต่าง ๆ สำเร็จลุล่วงไป ก็เท่านั้นเอง ทำให้ต่ายนึกถึงคำพูดที่ติดหูติดปากมาก็คือ อนิจจัง ทุกขัง อนัตตา หรือพูดง่าย ๆ ก็คือ ไม่เที่ยง เป็นทุกข์ ไม่ใช่ตัวตน (ไม่อยู่ในอำนาจบังคับบัญชาของใคร)

อุต๊ะ!!! ดูเหมือนต่ายจะเข้าใจแก่นธรรมมากมาย หาเป็นเช่นนั้นไม่ ต่ายกำลังจะโยงเข้าสู่เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล คุณ ๆ จะเห็นได้ว่า ไม่เคยมีอะไรนิ่งในระบบของมัน ต่ายขอหยิบยกตัวอย่างง่าย ๆ ใกล้ตัวสุด ๆ ก็คือ การหยดน้ำสีสวย ๆ ลงในแก้วน้ำใส ๆ ที่มีน้ำใสสะอาดใส่อยู่ เมื่อหยดน้ำสีลงไปแก้วน้ำ โมเลกุลของสีก็จะเกิดการแพร่กระจายตัวเพื่อหาจุดสมดุลของระบบเสมอ ทำอย่างไรก็ได้ไม่ให้อยู่ใกล้กัน เพราะการที่โมเลกุลสีอยู่ใกล้กันมากก็จะชนกัน กระทบกระทั่งกันนั่นเอง ดังนั้นเพื่อทำให้เกิดเสถียรภาพโมเลกุลของสีจึงมีการแพร่กระจายออกไปทำให้เห็นสีในแก้วน้ำกระจายสม่ำเสมอ แต่เมื่อมองอย่างละเอียดจะพบว่าคำว่า “กระจายอย่างสม่ำเสมอ” ก็ไม่ใช่การหยุดเคลื่อนที่ของโมเลกุลสี

ต่ายอยากให้คุณ ๆ ได้ลองดูการทดลองนี้ http://www.youtube.com/watch?v=M30PrtZDB8I

ต่ายพบว่ามันโยงกับเรื่องธรรม เรื่องจิต เรื่องธรรมชาติของสสารได้อย่างลงตัวเลยทีเดียว การหยดสีลงในน้ำเย็นและน้ำร้อน พบว่าสีในน้ำร้อนจะเคลื่อนที่ได้ไวกว่าทำให้มีการแพร่กระจายไปในน้ำที่อยู่ในแก้วได้ไวกว่า เราจะมองเห็นอนุภาคของสีเคลื่อนที่ได้อย่างชัดเจน ในขณะที่ในน้ำเย็น โมเลกุลของสีจะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าอย่างเห็นได้ชัด ต่ายมองเห็นความสอดคล้องอย่างลงตัว เมื่อเทียบน้ำสีเป็นเรื่องขุ่นมัวที่เกิดขึ้นกับจิตใจเรา หากเราเป็นคนใจร้อน เมื่อมีน้ำสีมากระทบก็จะทำให้จิตเราพลุ่งพล่าน บันดาลโทสะจนนั่งไม่ติดนั่นเอง หากเราเป็นคนใจเย็น ไม่ว่าจะมีน้ำสีหรือเรื่องอะไรมากระทบ เราก็จะนิ่งเหมือนการกระจายของสีในแก้วน้ำเย็นไม่มีผิด หากคุณ ๆ อยากสนุกเพิ่ม ลองทดลองหยดน้ำสีลงในน้ำเกลือเปรียบเทียบดูบ้างก็ได้ แล้วลองเขียนมาเล่าให้ต่ายฟังว่าคุณ ๆ พบอะไรกับการทดลองของคุณ ๆ บ้าง

เฉลยคำถามฉบับที่ 184 ต่ายได้ถามเอาไว้ว่า ในโลกนี้มีสัตว์ที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้หรือไม่ ไม่ว่าจะสังเคราะห์ด้วยแสงได้เองทั้งทางตรงหรือทางอ้อมหรือทางโค้งก็ตาม - **คำตอบ** ในครั้งนี้ จะทำให้คุณ ๆ เห็นได้ชัดเจนว่า วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ พบว่า มีสัตว์ 4 ชนิด ที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ และ 1 ในนั้น เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังซะด้วยสิ รายชื่อสัตว์ที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้คือ ทากทะเล (Sea Slug), ซาลาแมนเดอร์ลายจุด (Spotted Salamander), ตัวต่อ (Oriental Hornet), และ เพลี้ยอ่อนถั่วลันเตา (Pea Aphid) และเช่นเดิม ไม่มีผู้ตอบถูกครบเลยจ้า

สำหรับคำถามฉบับที่ 186 ง่ายมาก ๆ ต่ายขอถามว่า

จากภาพ คุณ ๆ คิดว่า คนที่นี่เขาเอาต้นไม้แห้ง ๆ มาหุ้มเฉพาะโคนต้นซากุระในฤดูหนาวไว้ทำไม ^_^

ลองหาคำตอบกันดู เมื่อได้แล้ว ส่งคำตอบมาหาต่ายได้ที่ funny_rabbit@live.co.uk ภายในวันที่ **31 พฤษภาคม 2557 โดยต้องใส่ที่อยู่ที่จะให้จัดส่งของรางวัลของคุณ ๆ มาให้เรียบร้อย** ต่ายรบกวนคุณ ๆ ช่วยบอกชื่อโรงเรียนของคุณ หรือโรงเรียนที่คุณอยากให้ต่าย ส่ง CD ต่าง ๆ ของ สสวท. ที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้แม้โรงเรียนจะไม่มีอินเทอร์เน็ตที่ไว ๆ ต่ายจะได้ส่ง CD ไปให้โรงเรียนได้ นอกเหนือจากของรางวัลที่คุณ ๆ จะได้รับ สำหรับเฉลยอ่านได้ในฉบับที่ 188 จ้า

ปัญหาต่าง ๆ มักจะมีทางแก้ไขเสมอ

ต่าย แสนซน

ใบสมัครสมาชิก นิตยสาร สสวท.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โทรศัพท์ 0-2392-4021 ต่อ 3307 โทรสาร 0-2712-3758

○ สมาชิกใหม่

○ นาย ○ นาง ○ นางสาว ○ เด็กชาย ○ เด็กหญิง ○ อื่นๆ.....

ชื่อ-สกุล : .....

สถานที่ทำงาน/สถาบัน : .....

สถานะ : ..... ครู / นักเรียน / นักศึกษา / บุคคลทั่วไป / อื่นๆ .....

สถานที่จัดส่งนิตยสาร : .....

.....

.....

โทรศัพท์ที่บ้าน : ..... โทรศัพท์ที่ทำงาน : ..... โทรศัพท์มือถือ : .....

โทรสาร : ..... E-mail : .....

สมัครสมาชิก 1 ปี 300 บาท (6 เล่ม) 2 ปี 600 บาท (12 เล่ม)

อายุ : ○ ต่ำกว่า 1-15 ปี ○ 16-25 ปี ○ 26-35 ปี

○ 36-45 ปี ○ 46-60 ปี ○ 60 ปีขึ้นไป

ออกใบเสร็จในนาม .....

กรุณา FAX เอกสารต่อไปนี้ไปที่ สสวท. หมายเลขโทรสาร 0-2712-3758

1. ใบสมัครสมาชิก
2. สำเนาการชำระเงิน

แบบฟอรมการชำระเงินค่านิตยสาร สสวท.

ส่วนนี้สำหรับธนาคาร

COMPANY CODE = 90007

ออกใบเสร็จในนาม : (สาขากรุณาคีย์ชำระเป็นนามตามที่ออกใบเสร็จ)				REF NO. : 0
	รายการ			ค่าสมัคร (บาท)
	ค่าสมาชิกนิตยสาร สสวท.		1 ปี	300
	ค่าสมาชิกนิตยสาร สสวท.		2 ปี	600
ยอดเงินรวมเป็นตัวอักษร				

ชำระเงินที่ ( ) ธนาคารกรุงไทย สาขา .....

ชื่อผู้นำฝาก ..... โทรศัพท์ .....

ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่ของธนาคาร ..... วันที่รับเงิน .....

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเยาวชน

ประชุมวิชาการ

วทท.เพื่อเยาวชน ครั้งที่ 9

ระหว่างวันที่ 30 พ.ค. - 1 มิ.ย. 2557

ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค

ลงทะเบียนที่

http://dpstcenter.org/stt4youth

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ
The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST)

สสวท. Contact Center
๐-๒๓๓๕-๕๒๒๒

www.ipst.ac.th

ดร.พรพรรณ ไวทยางกูร
ผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สสวท. Call Center
สวัสดีค่ะ

สอบถามโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพฯ	กด ๑
ติดต่อเจ้าหน้าที่	กด ๐
ต้องการฟังซ้ำ	กด *

จันทร์-ศุกร์ เวลา ๐๘.๐๐-๑๖.๓๐ น.
หยุดเสาร์-อาทิตย์และวันหยุดนักขัตฤกษ์

วิสัยทัศน์

สสวท. เป็นองค์กรที่ขับเคลื่อนการจัดการศึกษา เพื่อให้นักเรียนไทยมีความรู้ ความสามารถ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ทัดเทียมกับนานาชาติ

หน่วยงานภายใน สสวท. ประกอบด้วย

- สำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ
- สำนักยุทธศาสตร์และแผน
- สำนักพัฒนาองค์กร

- สำนักบริหาร
- สำนักวิจัยและประเมินมาตรฐาน
- สำนักวิชาการ และสนับสนุนวิชาการ

- สำนักพัฒนาและส่งเสริมศักยภาพ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี
- สำนักบริหารเครือข่ายและพัฒนาวิชาชีพครู

- สำนักบริการวิชาการและบริหารทรัพย์สิน
- ฝ่ายตรวจสอบภายใน