นิตยสาร

สสวท

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี www.ipst.ac.th

IPST MAGAZINE

ปีที่ 42 ฉบับที่ 188 พฤษภาคม - มิถุนายน 2557

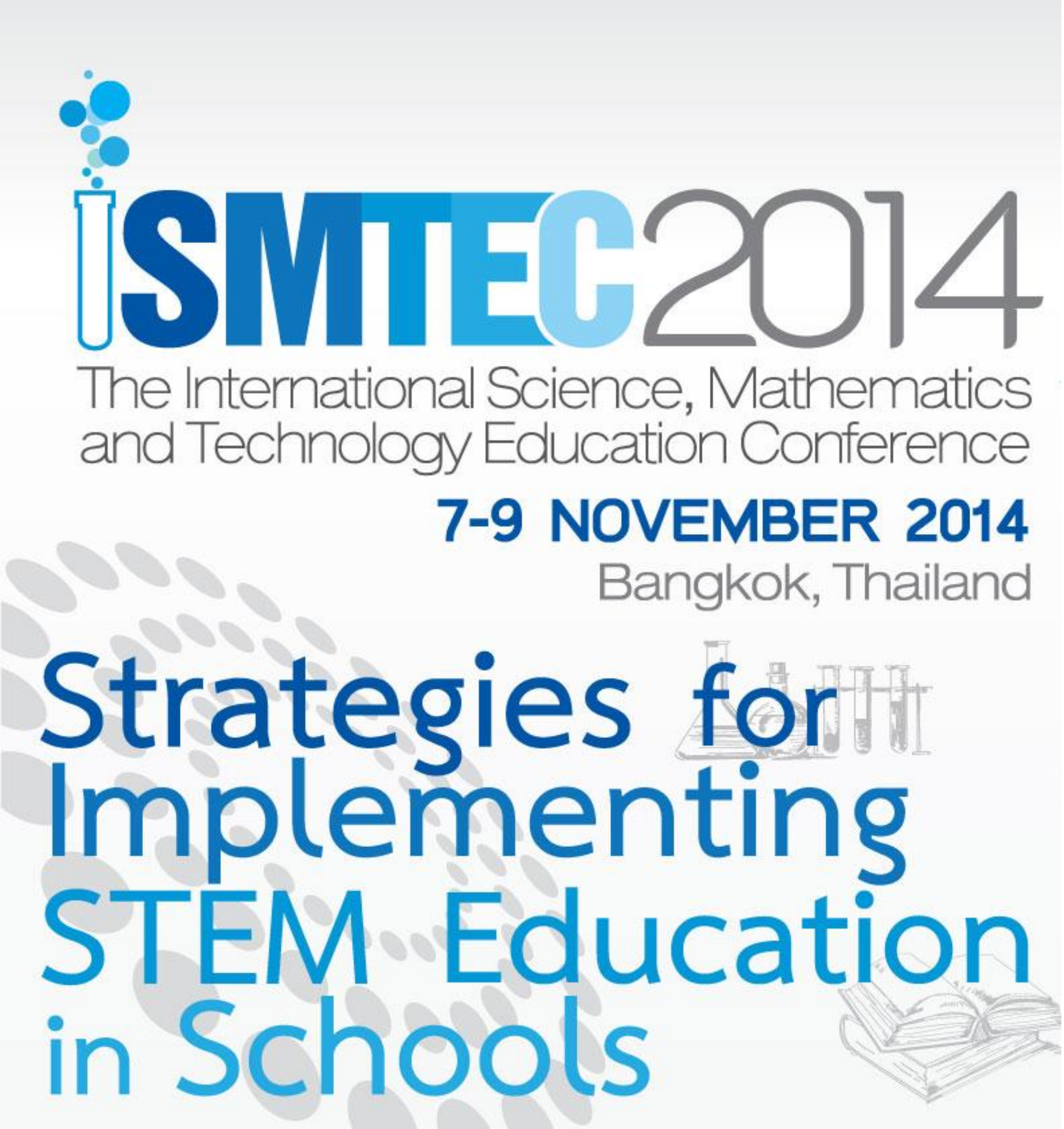
Active Learning: การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ตั้งคำถาม อย่างไรดี ในห้องเรียน...คณิตศาสตร์?

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-Based Learning: PBL)

ประโยชน์ของการใช้ Facebook กับการเปิดโลกทัศน์ใหม่ทางสถิติ

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



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

สสวท intel Discovery EDUCATION สอศท

เปิดเล่ม สสวท.

“คำถาม สำคัญกว่า คำตอบ” คำกล่าวนี้ถือเป็นคุณสมบัติข้อหนึ่งของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ ที่มักมาพร้อมกับการสังเกตและจดจำ เพื่อเป็นการยืนยันในเรื่องของการตั้งคำถามว่าสำคัญกว่าคำตอบ ผมจึงขออนุญาตเล่าเรื่องของนายดำ น้ำหยด หรือ จรวย พงษ์ชีพ เกษตรกรตัวอย่าง ปี 2522 ผู้คิดค้นระบบ “น้ำหยด” ก่อนพัฒนาเป็นการให้น้ำระบบพ่นฝอย เมื่อประมาณ 30 กว่าปีก่อน ใครจะไปคิดว่าชาวสวนที่จบเพียงชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จะมีวิธีคิดเหมือนนักวิทยาศาสตร์ระดับโลกได้ จำเรื่องเซอร์ไอแซก นิวตัน เห็นแอปเปิลตกจึงเกิดจินตนาการ คิดเรื่องแรงโน้มถ่วงได้หรือไม่ นายดำ น้ำหยด ก็เช่นเดียวกัน เขาเห็นน้ำหยดผ่านต้นเงาะจากสายยาง แล้วเงาะไม่ตาย ซ้ำยังให้ผลผลิตดี เขาตั้งคำถามว่าทำไมเงาะต้นนี้จึงไม่ตาย เมื่อสังเกตดี ๆ จึงพบว่าสายยางที่ลากผ่านเงาะต้นนี้มีรูรั่วเล็ก ๆ และน้ำหยดลงดินตลอด เขาจึงคิดทดลองใช้เข็มให้น้ำเกลือทำระบบน้ำหยดขึ้น และต่อมาพัฒนาเป็นระบบการให้น้ำตามท่อ และมีระบบพ่นย่อยแบบสปริงเกอร์ มีทั้งเหวี่ยงน้ำรอบทิศ พ่นน้ำเป็นจุด ๆ ทั้งหมดพัฒนาขึ้นมาตามความต้องการของต้นไม้และประสบความสำเร็จในทางเกษตรกรรมเป็นอย่างยิ่งจากสิ่งประดิษฐ์ชนิดนี้

คำถาม และปัญหา เป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้สำหรับการเรียนรู้ คำถามและปัญหาที่ดีจะเป็นเครื่องช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและสามารถสร้างขั้นตอน วิธีในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้อย่างมีเหตุผล คุณครูส่วนใหญ่นิยมใช้คำถามประกอบการอธิบายเนื้อหากันมาช้านาน แต่บ่อยครั้งคำถามที่ถามนั้นก็ไม่สามารถนำพาผู้เรียนให้เกิดความคิดรวบยอดได้ เป็นคำถามที่ต้องการเพียงแต่คำตอบแบบที่ครูคิด ถามเสร็จครูก็ไม่เว้นวรรครอฟังคำตอบจากนักเรียน หนักเข้ากลายเป็นถามเองตอบเองอยู่คนเดียว นิตยสาร สสวท. ฉบับนี้ จึงมีเรื่องเกี่ยวกับการใช้คำถามให้มีประสิทธิภาพมาเสนอแนะ และยังควบด้วย “Active Learning : การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21” และพลาดไม่ได้กับ “ประโยชน์ของการใช้ Facebook กับการเปิดโลกทัศน์ใหม่ทางสถิติ” ทั้งเล่มอัดแน่นด้วยสาระและความบันเทิง โปรดพลิกหน้าต่อไปตามใจที่ปรารถนา...แล้วเจอกันเล่มต่อไปครับ

ขจรเดช บุตรพรม
บรรณาธิการบริหาร

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
สินีนาฎ ทาบึงกาฬ
ดวงมาลย์ บัวสังข์
สิริมดี นาคสังข์
สุประดิษฐ์ รุ่งศรี

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

IPST MAGAZINE
ปีที่ 42 ฉบับที่ 188 พฤษภาคม - มิถุนายน 2557

สารบัญ

รอบรู้วิทย์

3 Active Learning: การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
7 Flip book movie กับการจัดการเรียนการสอนชีววิทยา
10 รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ปี ค.ศ. 2013 สิ่งสำคัญที่สุดคือ ความสำเร็จ
14 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

รอบรู้คณิต

18 โลกทัศน์เปิดกว้างบนตารางการคูณ
22 ตั้งคำถามอย่างไรดี...ในห้องเรียนคณิตศาสตร์?

รอบรู้เทคโนโลยี

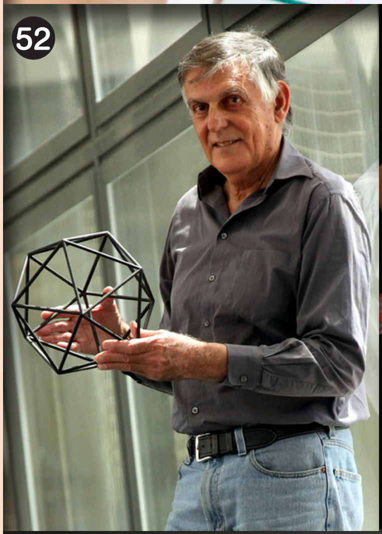
27 แนะนำ Scratch 2.0
30 ประโยชน์ของการใช้ Facebook กับการเปิดโลกทัศน์ใหม่ทางสถิติ

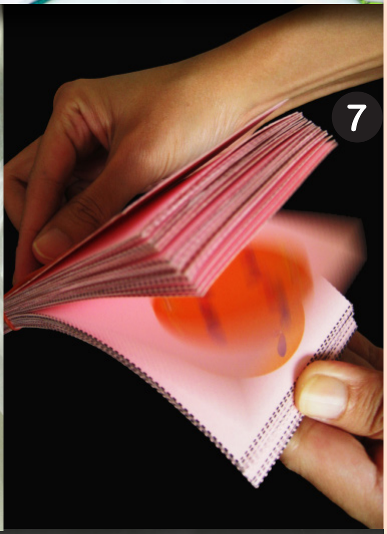
การเรียนกระตุ้นความคิด

35 การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA 2015
40 สถิตินอนพาราเมตริก “The Mann - Whitney U Test”
44 ตัวอย่างแนวคิดในการทำข้อสอบการประกวดผลงานสร้างสรรค์ของคนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์
47 เกมรถแข่งความน่าจะเป็น
50 เว็บช่วยสอน
51 ท้าทายความคิดกับวิทยาศาสตร์ในสวนสนุก

นานาสาระและข่าวสาร

52 รางวัลโนเบลสาขาเคมี ปี ค.ศ. 2011 กับการพบ quasicrystal: สสารรูปแบบใหม่
56 ข่าว สสวท
58 QUIZ





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

Active Learning: การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ครูหลายท่านคงทราบดีแล้วว่าการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษ ที่ 21 นอกจากครูจะจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับองค์ความรู้แล้ว ครูควรจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสมรรถนะดังนี้

1. มีความรอบรู้ด้านเนื้อหา
2. มีทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร ทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะการทำงานแบบร่วมมือ ทักษะการเรียนรู้บริบทและสิ่งแวดล้อม ทักษะการรอบรู้ด้านสื่อและข้อมูลข่าวสาร
3. มีความรอบรู้ด้านเทคโนโลยีและการสื่อสาร
4. มีทักษะชีวิต เช่น การเป็นผู้นำ การกำกับและชี้นำตนเอง การรับผิดชอบต่อสังคม

ดังนั้นครูต้องมีการปรับเปลี่ยนแนวทางการจัดการเรียนรู้บริบทและบรรยากาศของชั้นเรียน และที่สำคัญคือการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง

หลายท่านอาจสงสัยแล้วว่า Active Learning จะมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ได้อย่างไร มีความสำคัญและจำเป็นหรือไม่ต่อการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 Active Learning คือการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับประสบการณ์ ความสนใจ ความกระตือรือร้น และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน มุ่งเน้นความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองในตัวผู้เรียนมากขึ้น

โดยผู้เรียนมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งการเรียนรู้นั้นจะไม่ใช่การฟังเพียงอย่างเดียว จะต้องเกิดการเรียนรู้ผ่านการอ่าน การเขียน การอภิปราย การแก้ปัญหาหรือการประยุกต์ใช้สู่สถานการณ์จริงร่วมกันด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สูงสุดทั้งด้านความรู้ ทักษะและเจตคติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมในงานที่ก่อให้เกิดทักษะการคิดขั้นสูง (Bonwelle & Eison 1991)

หลักสำคัญของการจัดการเรียนรู้

1. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงสุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการคิดขั้นสูง
3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีการลงมือปฏิบัติทำงาน คิดและแก้ปัญหาร่วมกัน
4. ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง ออกแบบกิจกรรมและการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ การฟัง อ่าน เขียน แสดงความคิดเห็นและการคิดขั้นสูง
5. ผู้เรียนมีอิสระและมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้อย่างมากและผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

แนวทางการจัดการเรียนรู้

1. การจัดการเรียนรู้ควรออกแบบกระบวนการเรียนรู้โดยให้มีกิจกรรมเชิงปฏิบัติการ ไม่เน้นการสอนแบบบรรยายที่ใช้เวลานาน ๆ หากเป็นการบรรยายควรมีกิจกรรมขั้นเป็นช่วง ๆ ซึ่งกิจกรรมนั้นอาจมีความหลากหลาย เช่น การบันทึกอย่างมีโครงสร้าง การทำแผนภาพ ผังมโนทัศน์ การวาดรูป การยกตัวอย่าง การนำเสนองาน การร่วมแสดงความคิดเห็นการสรุปความรู้ด้วยการใช้ภาษาของตนเอง

2. ผู้สอนควรออกแบบหรือเลือกกิจกรรมที่มีความหลากหลายมีความเหมาะสม และที่สำคัญ กิจกรรมนั้นต้องให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมใน 2 ลักษณะ คือ การมีส่วนร่วมในการทำงานหรือลงมือปฏิบัติและการมีส่วนร่วมในการคิด (Bonwelle & Eison 1991) ซึ่งเป้าหมายของการทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) ให้เกิดการคิดขั้นสูงหรือการคิดสร้างสรรค์
2) ให้มีการสื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิดกันระหว่างผู้เรียนในลักษณะต่าง ๆ อาจจะจับเป็นคู่ จัดเป็นกลุ่มเล็ก หรือกับเพื่อนทั้งชั้นเรียน
3) มีการแสดงออกหรือถ่ายทอดความคิดผ่านการเขียน
4) มีการสำรวจเจตคติและคุณค่าเฉพาะบุคคล
5) มีบรรยากาศของการให้และรับรู้ข้อมูลย้อนกลับ
6) เปิดโอกาสให้มีการสะท้อนความคิดต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้

3. ผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีอิสระในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องดำเนินกิจกรรมแต่ละขั้นตอนในเวลาที่พร้อมกัน เช่น ขณะที่ผู้เรียนกลุ่มหนึ่งกำลังดำเนินกิจกรรมตามใบงาน อีกกลุ่มหนึ่งอาจศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือ เอกสาร แต่อีกกลุ่มหนึ่งอาจกำลังแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนหรือครู ซึ่งผู้เรียนในแต่ละกลุ่มอาจดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้เร็วหรือช้าแตกต่างกัน ดังนั้นผู้สอนต้องมีการออกแบบกิจกรรมหรือวิธีดำเนินการเรียนรู้ที่นอกเหนือจากบทเรียนปกติ

4. ผู้สอนควรแบ่งสัดส่วนเวลาส่วนใหญ่ในการจัดการเรียนรู้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ความเข้าใจและทักษะ มีการส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึก โดยใช้เวลาในการถ่ายทอดข้อมูลในส่วนที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบผิวเผินในสัดส่วนที่น้อยกว่า นอกจากนี้ผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ และแสดงออกถึงประสบการณ์ที่พวกเขาได้เรียนรู้ รวมทั้งมีโอกาสได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีจากเพื่อนหรือครูผู้สอน

5. รูปแบบของการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่นิยมนำมาใช้ในห้องเรียนแบบ Active Learning

1) กิจกรรมเป็นรายบุคคล (individual activities)
2) กิจกรรมแบบจับคู่ (paired activities)
3) กิจกรรมกลุ่มย่อย (small group activities)
4) กิจกรรมแบบโครงงาน (project activities)

การเลือกใช้กิจกรรมรูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรม จำนวนผู้เรียน ระยะเวลาในการทำกิจกรรม ขนาดของห้องเรียน พื้นที่ในการทำกิจกรรม รวมทั้งทักษะความสามารถในการดำเนินกิจกรรมของผู้สอน สำหรับแนวทางการวัดและประเมินผลควรเป็น Authentic assessment และ Alternative assessment แต่สิ่งที่ผู้สอนควรคำนึงถึงคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะใช้เวลามากขึ้น ดังนั้นควรมีการบริหารจัดการเวลาในชั้นเรียนให้คุ้มค่ามากที่สุด ผู้สอนต้องให้ความสำคัญกับการวางแผนและการเตรียมความพร้อมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งนี้ควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมด้วย

การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จได้ทั้งด้วยการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน การจัดการเรียนรู้นั้นเกิดจากการลงมือปฏิบัติของนักเรียนทั้งเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม และสุดท้ายการจัดการเรียนรู้สำเร็จได้อาจมีการใช้หรือไม่ใช้ แต่การจัดการเรียนรู้จะประสบความสำเร็จมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความรับผิดชอบของทั้งผู้สอนและผู้เรียนในบทบาทที่ต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนค่อนข้างมีอิสระในการเรียนรู้ ดังนั้นในลำดับแรกผู้สอนต้องฝึกให้นักเรียนแต่ละคนมีความรับผิดชอบต่อการฝึกฝนตนเองเพื่อให้มีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งได้แก่

1. ทักษะการฟัง ต้องเป็นการฟังอย่างมีประสิทธิภาพ
2. ทักษะการอ่าน การดู การมอง และการสังเกต ต้องเป็นการอ่าน ดู มองและสังเกต อย่างมีเป้าหมาย
3 ทักษะการพูด ต้องเป็นการพูดอย่างมีความความหมาย
4. ทักษะการเขียน ต้องเป็นการเขียนอย่างมีความเข้าใจ
5. ทักษะการทำงานแบบร่วมมือ ต้องเป็นการทำงานที่มีความรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ของตน

ความสำคัญของ Active Learning

1. ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคิดที่เป็นอิสระ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากผู้เรียนมีโอกาสในการฝึกปฏิบัติและพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงมากขึ้น ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้เกิดทักษะเหล่านี้ผ่านการกระตุ้นด้วยการใช้คำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ หรือการประยุกต์ความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในโลกความเป็นจริง คั่นระหว่างการบรรยายหรือการมอบหมายงานเป็นรายบุคคล งานกลุ่มย่อย หรืองานที่มอบหมายให้ทำร่วมกันทั้งชั้นเรียน เช่น การมอบหมายให้แก้ปัญหาจากสถานการณ์หรือกรณีศึกษา นอกจากนี้การฝึกให้ผู้เรียนได้อภิปราย โต้แย้งก็เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่ช่วยพัฒนาการคิดขั้นสูงและทักษะการให้เหตุผลอย่างมีตรรกะ ซึ่งครูทำได้โดยการมอบหมายให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นหรือทัศนคติได้หลายรูปแบบอาจจะเป็นการเขียนโดยใช้เวลาสั้น ๆ 5 - 10 นาที หรือเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นด้วยการจัดโต้วาทีระหว่างกลุ่มย่อย หรือแสดงทัศนคติร่วมกันทั้งชั้นเรียน ซึ่งครูสามารถเลือกใช้ได้มากกว่า 1 เทคนิค

2. ส่งเสริมให้เกิดการทำงานแบบร่วมมืออย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผู้เรียนผ่านการฝึกปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ และด้วยวิธีการที่ถูกต้อง จะช่วยให้เกิดทักษะการทำงานแบบร่วมมืออย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาช่วงสั้น ๆ ในการพูดคุย คิด และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น กิจกรรมที่ทำให้เกิดการทำงานแบบร่วมมือ เช่น กิจกรรมที่มีการอภิปรายหรือลงมือปฏิบัติแบบกลุ่มย่อยหรือกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนจับคู่ร่วมกันคิดคำตอบหรือแก้ปัญหาในเวลาสั้น ๆ 1 – 5 นาทีถ้าการบรรยายได้ใช้เทคนิคนี้ร่วมด้วยจะช่วยเพิ่มความจำ ความเข้าใจ เพิ่มทักษะการสื่อสาร การสร้างความตระหนักและเห็นคุณค่าของเพื่อนร่วมงาน แต่เทคนิคนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้มากขึ้นก็ต่อเมื่อมีการเฉลยคำตอบ ร่วมการวิเคราะห์ แสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ถูกต้องและให้เหตุผลด้วยว่าเพราะเหตุใดคำตอบหรือการแก้ปัญหาอื่นจึงไม่ถูกต้อง

ตัวอย่างการโต้วาที
(ที่มา : http://openhouse.it.kmitl.ac.th/2013/competition/it-debate/)

3. เพิ่มแรงจูงใจและความสำเร็จในการเรียนรู้ของผู้เรียน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็นต่อเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้และการร่วมพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกหัวเรื่องในการอภิปรายหรือการประยุกต์ความรู้สู่การแก้ปัญหาในเรื่องที่พวกเขาสนใจ การมีส่วนร่วมในลักษณะนี้จะช่วยเพิ่มระดับความสนใจ ความกระตือรือร้นของผู้เรียน ซึ่งการที่กระตุ้นให้นักเรียนสนใจ กระตือรือร้น และร่วมสร้างบรรยากาศของการเรียนรู้นั้นเท่ากับเป็นการเพิ่มขีดความสามารถด้านความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งผู้เรียนจะมีทางเลือกมากขึ้นในการบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ของพวกเขา

ในห้องเรียนของผู้สอนวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติถือว่าเป็นหัวใจสำคัญ ดังนั้นผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการเรียนรู้แบบ Active Learning ได้ไม่ยาก ซึ่งผู้สอนหลายท่านก็อาจจัดกิจกรรมโดยใช้เทคนิคนี้อยู่แล้ว จากภาพรวมของการจัดการเรียนรู้ข้างต้นนี้คงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ผู้สอนสามารถนำไปปรับใช้เพื่อเพิ่มสมรรถนะของนักเรียนที่สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

บรรณานุกรม

Girondi, A. J. (1967). Active learning in chemistry education. Retrieved March 4, 2014, from http://www. Geocities. com/Athens/oracle/2041

Partnership for 21 st Century Skills. (2013). Curriculum and Instruction: A 21st Century Skills Implementation Guide. Retrieved March 4, 2014, from http://www.p21. org/storage/documents/p21-stateimp_curriculuminstruction.pdf 19 Dec 2013.

Study Guides and Strategies. Active learning. Retrieved March 3, 2014, from http://www.studygs.net/active learn.htm.

Talbert, Robert. (April 17, 2010). Active learning is essential, not optional, for STEM students. Retrieved December 19, 2013, from http://chronicle.com/blognetwork/castingoutnines/2010/04/17/active-learning-is-essential-not-optional-for-stem-students/

University of Minnesota. (2013). Active learning. Retrieved December 19, 2013, from http://www1.umn.edu/ohr/teachlearn/tutorials/active/what/

ดร.ขวัญชนก ศรัทธาสุข
นักวิชาการ สาขาชีววิทยา สสวท. / e-mail: ksatt@ipst.ac.th

Flip book movie กับการจัดการเรียนการสอนชีววิทยา

เนื้อหาในวิชาชีววิทยามีบางหัวข้อที่ค่อนข้างซับซ้อน เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ได้ง่ายยิ่งขึ้น จึงมักมีการนำสื่อหลากหลายประเภท เช่น ภาพนิ่ง วิดีโอคลิป แอนนิเมชัน หรือเกม มาประกอบการอธิบายเนื้อหาทางวิชาการต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยทำให้นักเรียนสามารถเห็นภาพ เสริมสร้างจินตนาการ นำไปสู่การทำความเข้าใจเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น นอกจากสื่อดังกล่าวข้างต้นแล้ว สื่ออีกประเภทหนึ่งที่ผู้เขียนขอนำเสนอในบทความครั้งนี้ก็คือ Flip book movie ซึ่งหลายคนอาจจะเคยรู้จักกันมาบ้างแล้ว

Flip book movie คืออะไร

หากจะให้บรรยายถึงลักษณะของ Flip book movie ก็คล้าย ๆ กับหนังสือภาพที่จะประกอบไปด้วยชุดของภาพที่ต่อเนื่องกันซึ่งแต่ละภาพจะมีการเปลี่ยนแปลงไปทีละเล็กทีละน้อยทำให้มองเห็นความแตกต่างของแต่ละภาพได้ยากกว่าปกติ เมื่อเราเปิด Flip book movie อย่างรวดเร็ว จึงทำให้ดูราวกับว่าภาพเหล่านั้นมีการเคลื่อนไหวหรือมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น

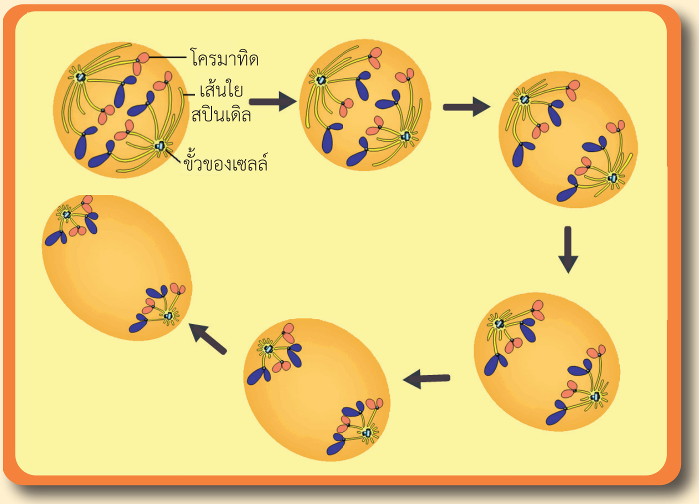
Flip book movie จะแตกต่างกับหนังสือภาพทั่ว ๆ ไปตรงที่การอ่านหนังสือภาพปกตินั้นจะมีการกวาดสายตาดูทีละหน้าจากหน้าทางซ้ายไปยังหน้าทางขวา ในขณะที่การดู Flip book movie นั้นจะไม่มีการกวาดสายตาไปมา แต่สายตาจะมองอยู่ที่เดียวโดยไม่เปลี่ยนตำแหน่ง ในขณะที่หน้าแต่ละหน้าถูกเปิดอย่างรวดเร็ว ซึ่งความเร็วในการเปิด Flip book movie นั้นนับเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่จะทำให้เกิดภาพเคลื่อนไหวขึ้นได้

จะนำสื่อ Flip book movie มาใช้ในการเรียนการสอนชีววิทยาได้อย่างไร

ดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้นว่า สื่อ Flip book movie นั้นเป็นสื่อที่เน้นการสื่อสารด้วยภาพเป็นหลัก ดังนั้นเนื้อหาชีววิทยาที่เหมาะสมสำหรับนำมาจัดทำสื่อ Flip book movie จึงควรเป็นเนื้อหาที่สามารถสื่อออกมาเป็นรูปภาพได้นั่นเอง เช่น เรื่องการแบ่งเซลล์ การลำเลียงสารผ่านเซลล์ วัฏจักรชีวิตของพืชดอก เป็นต้น โดยในบทความนี้ผู้เขียนจะขอยกตัวอย่างการนำสื่อ Flip book movie มาใช้ในการเรียนการสอนเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

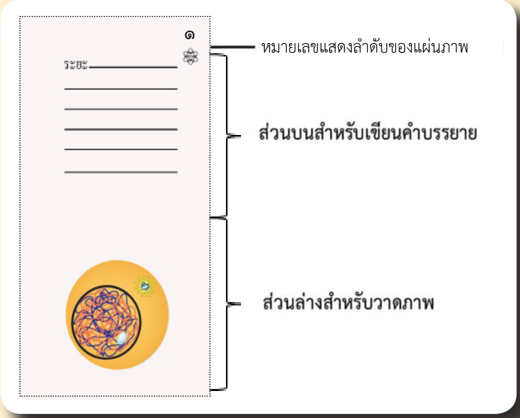
ก่อนที่ผู้สอนจะให้นักเรียนจัดทำสื่อ Flip book movie เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสนั้น นักเรียนจำเป็นจะต้องมีองค์ความรู้ในเรื่องนี้ก่อนว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสคืออะไร ประกอบด้วยขั้นตอนใดบ้าง และในแต่ละขั้นตอนมีการเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียสและไซโทพลาซึมอย่างไรบ้าง ซึ่งผู้สอนอาจแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ และให้แต่ละกลุ่มไปร่วมกันสืบค้นข้อมูลเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ หรืออาจให้แต่ละกลุ่มทำปฏิบัติการเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของปลายรากหอม จากนั้นให้ร่วมกันอภิปรายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมในนิวเคลียสในระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสตั้งแต่ระยะอินเตอร์เฟส (interphase) ระยะโพรเฟส (prophase) ระยะเมทาเฟส (metaphase) ระยะแอนาเฟส (anaphase) และระยะเทโลเฟส (teleophase) หลังจากนั้นผู้สอนจึงให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันจัดทำสื่อ Flip book movie โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ กระดาษวาดรูป อุปกรณ์วาดรูป ไม้บรรทัด กรรไกร คลิปหนีบสองขาหรือยางวง หรือหากใครถนัดที่จะใช้โปรแกรมวาดภาพทางคอมพิวเตอร์ก็ได้เช่นกัน โดยขั้นตอนต่าง ๆ ในการจัดทำ Flip book movie มีดังต่อไปนี้

1.ให้นักเรียนช่วยกันเขียนโครงร่างของเนื้อหาเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพื่อนำมาใช้วาดภาพลักษณะของโครโมโซมในแต่ละระยะเพื่อจัดทำเป็นชุดภาพ เช่น ในระยะแอนาเฟสเป็นระยะที่เกิดการแยกตัวของโครมาทิดของแต่ละโครโมโซม เนื่องจากเส้นใยสปินเดิลหดสั้นลงและทำให้โครมาทิดถูกดึงไปยังขั้วของเซลล์ที่อยู่ตรงข้ามซึ่งภาพที่วาดออกมาจะต้องมีลักษณะที่ค่อย ๆ เปลี่ยนไปทีละเล็กทีละน้อยดังภาพ โดยการเขียนโครงร่างดังกล่าวนี้เป็นการช่วยกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและทำให้สามารถคำนวณจำนวนภาพที่ต้องวาดเพื่อจัดทำเป็นชุดภาพได้



2. นำกระดาษ A4 มาแบ่งพื้นที่ออกเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าเล็กๆดังรูปโดยในการกำหนดขนาดของสี่เหลี่ยมผืนผ้านั้นไม่ควรให้มีขนาดใหญ่หรือเล็กเกินไปเพราะจะทำให้ยากต่อการใช้งานให้คำนึงถึงขนาดของภาพที่จะต้องวาดโดยจะต้องสามารถแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ในภาพให้เห็นได้ชัดเจนและเหมาะสม

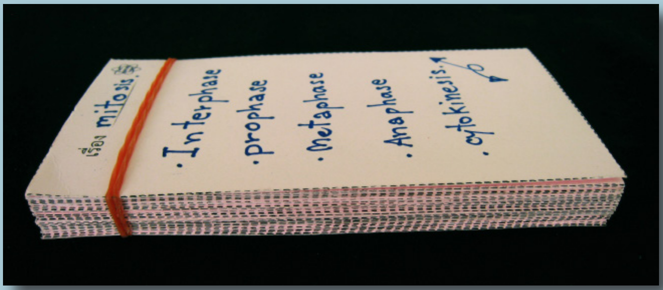
3. แบ่งพื้นที่ของสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ได้จากข้อ 2. ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนบนและส่วนล่าง โดยส่วนบนนั้นจะเป็นส่วนสำหรับใช้บันทึกข้อความหรือเขียนบรรยายประกอบภาพ และที่บริเวณมุมขวาด้านบนจะเขียนหมายเลขเพื่อแสดงลำดับของภาพแต่ละภาพ ในส่วนล่างนั้นจะเป็นบริเวณที่ใช้ในการวาดภาพ ดังรูป



4. จากนั้นให้วาดภาพตามที่ได้ร่างไว้ในข้อ 1. ลงบนส่วนล่างของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ได้จากข้อ 2. ตามลำดับจนได้ภาพครบตามจำนวนที่ได้ร่างไว้ ซึ่งดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้นว่าภาพแต่ละภาพนั้นจะมีลักษณะที่ค่อย ๆ เปลี่ยนไปทีละเล็กทีละน้อย

5. หลังจากนั้นให้ตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแต่ละรูปออกมา โดยผู้สอนยังสามารถให้นักเรียนระบุถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เช่น เยื่อหุ้มนิวเคลียส โครโมโซม เส้นใยสปินเดิล และให้เขียนบรรยายถึงกระบวนการสำคัญ ๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะ ดังรูป

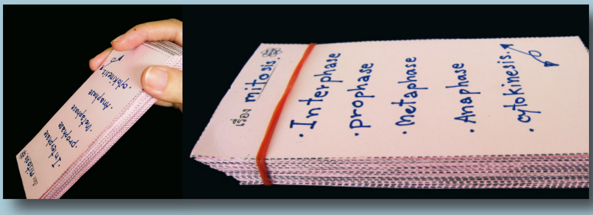
6. จากนั้นให้นำแผ่นภาพจากข้อ 5. มาเรียงซ้อนกันตามหมายเลขที่แสดงลำดับของภาพ แล้วใช้ที่หนีบกระดาษหรือยางวงรัดที่บริเวณส่วนบนก็จะได้สื่อ Flip book movie ดังรูป



7. การใช้สื่อ Flip book movie ทำได้โดยใช้มือข้างที่ถนัดจับด้านบนบริเวณที่มียางวงให้แน่น จากนั้นใช้มืออีกข้างเปิด Flip book movie อย่างรวดเร็วโดยการกรีดกระดาษ ดังรูป

ผู้อ่านสามารถดูตัวอย่างของ Flip book movie เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่ผู้เขียนได้จัดทำขึ้นได้ โดยสามารถดาวน์โหลดได้จากนิตยสารออนไลน์ของสสวท. http://emagazine.ipst.ac.th/ ฉบับนี้

คำแนะนำ การจัดวางให้แผ่นภาพแต่ละใบมีขอบด้านล่างเหลื่อมกันเล็กน้อย จะช่วยทำให้สามารถเปิด Flip book movie ได้ง่ายยิ่งขึ้น ดังรูป



หลังจากที่แต่ละกลุ่มจัดทำสื่อ Flip book movie เสร็จแล้วนั้น ผู้สอนอาจให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ Flip book movie ที่จัดทำขึ้นหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ เช่น นักเรียนแยกแยะระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้อย่างไร ในแต่ละระยะมีจุดเด่นอะไร หรืออาจให้แต่ละกลุ่มระบุภาพวาดของระยะการแบ่งเซลล์ที่ตนเองชอบเป็นพิเศษพร้อมทั้งให้อธิบายถึงภาพดังกล่าวว่าเป็นระยะใดและชอบเพราะเหตุใด เป็นต้น

ตัวอย่างข้างต้นนี้เป็นเพียงแนวทางหนึ่งในการนำสื่อ Flip book movie ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาชีววิทยา นอกจากวิชาชีววิทยา สื่อ Flip book movie ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนในวิชาอื่น ๆ ได้เช่นกัน ทั้งวิชาฟิสิกส์ เคมี หรือโลก ดาราศาสตร์ และ อวกาศ ที่ต้องการเน้นการสื่อสารเนื้อหาต่าง ๆ ออกมาเป็นภาพเพื่อส่งเสริมความเข้าใจให้แก่นักเรียน ซึ่งสื่อดังกล่าวนี้นอกจากจะช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อนได้ดียิ่งขึ้นแล้ว ยังทำให้นักเรียนรู้สึกสนุก เกิดจินตนาการ และช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

บรรณานุกรม

Flip book. สืบค้นเมื่อ 9 มีนาคม 2557, จาก http://en.wikipedia.org/wiki/Flip_book

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานชีววิทยา ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สแกนโค้ดนี้เพื่อ
ชมภาพเคลื่อนไหว

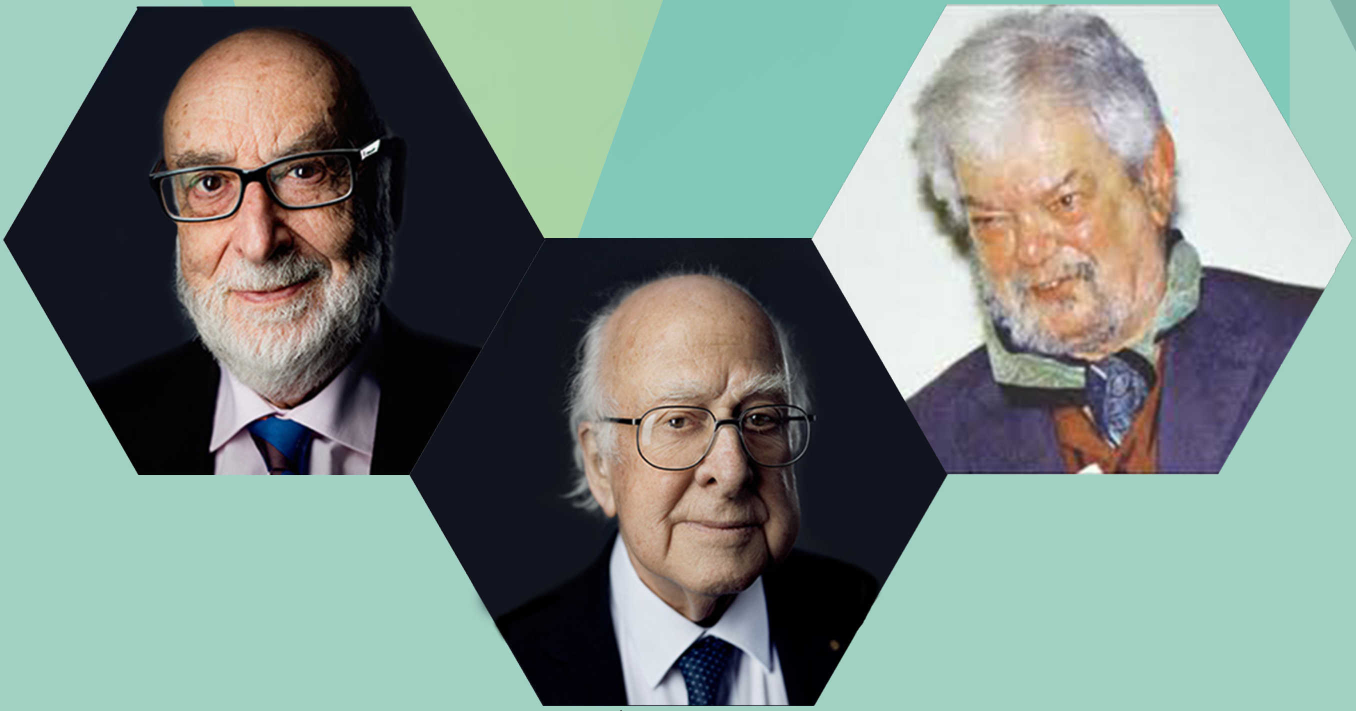
รักษพล ธนานุวงศ์
นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท. / e-mail: rthan@ipst.ac.th

รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ปี ค.ศ. 2013 สิ่งสำคัญที่สุดคือ ความสำเร็จ

นักปีนเขาสองคน ได้ปีนขึ้นมาถึงยอดเขาเอเวอเรสต์ ยอดเขาที่สูงที่สุดในโลก พวกเขาต้องการบันทึกภาพความสำเร็จนี้เอาไว้ แต่กล้องที่พวกเขามี สามารถบันทึกภาพไว้ได้เพียงภาพเดียวเท่านั้น เพราะแบตเตอรี่ใกล้หมดเต็มที ใครจะเป็นคนถ่ายภาพ ใครจะเป็นคนแสดงท่าดีใจให้อีกคนถ่าย

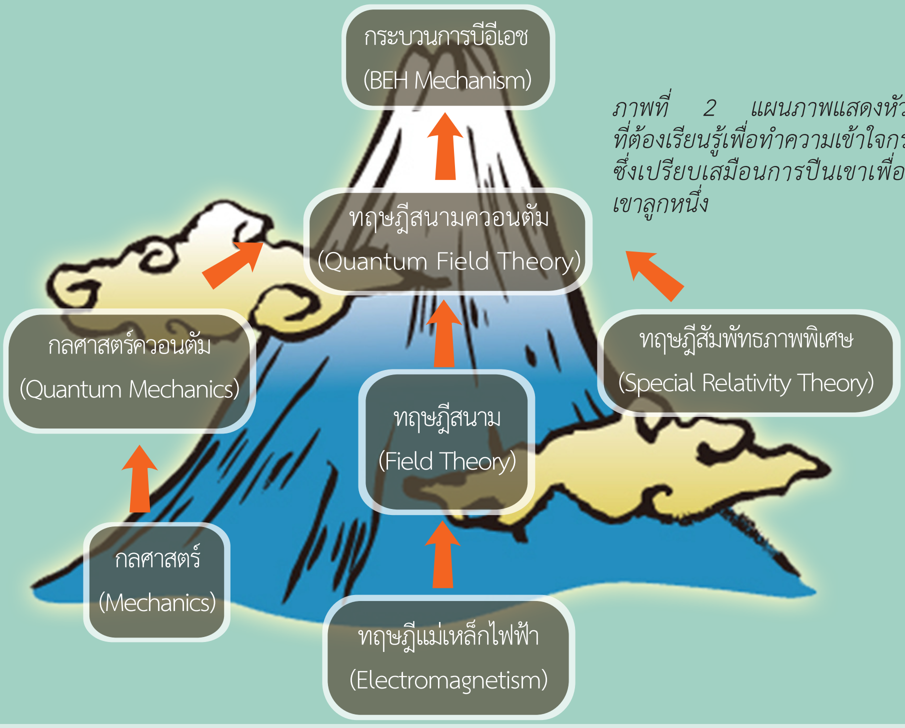
ถ้าสถานการณ์นี้ เกิดขึ้นกับผู้ที่กำลังอ่านบทความนี้ หลายท่านคงตัดสินใจลำบาก เพราะถ้าจะยอมเป็นผู้ถ่ายภาพให้กับเพื่อนอีกคน การฝ่าฟันอุปสรรคต่าง ๆ ทั้งความหนาวเย็น หิวโหย เหนื่อยล้า และ การเสี่ยงชีวิต เพื่อให้มาถึงยอดเขา จะเหลือแต่ความทรงจำ ที่ไม่มีการบันทึกไว้เป็นหลักฐานเก็บไว้ให้กับ ญาติพี่น้อง เพื่อน ๆ และ ชาวโลกได้ชื่นชม แต่เมื่อลองได้อ่านเบื้องหลังของผลงานที่ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ปี ค.ศ. 2013 ต่อไปนี้ การตัดสินใจกับสถานการณ์คล้ายกันนี้ อาจจะง่ายขึ้น

รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ประจำปี ค.ศ. 2013 ของนักฟิสิกส์ 2 คน 2 สัญชาติ ที่นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการที่ได้มาซึ่งมวลของอนุภาคมูลฐาน ที่เรียกว่า **กระบวนการบีอีเอช (BEH mechanism)** นักฟิสิกส์ 2 ท่านนั้น ได้แก่ **ปีเตอร์ ฮิกส์ (Peter Higgs)** ชาวสกอตแลนด์ และ **ฟรองซัวส์ อองแกลร์ (Francois Englert)** ชาวเบลเยียม โดยตัวอักษร BEH เป็นตัวอักษรขึ้นต้นของนามสกุลของผู้นำเสนอแนวคิดของกระบวนการดังกล่าวทั้ง 3 คน นักฟิสิกส์อีกคน คือ **โรเบิร์ต เบลาต์ (Robert Brout)** ได้เสียชีวิตไปแล้ว



ภาพที่ 1 ฟรองซัวส์ อองแกลร์ (ซ้าย) ปีเตอร์ ฮิกส์ (กลาง) โรเบิร์ต เบลาต์(ขวา)
(ที่มา: http://wwhw.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2013/
และ http://cerncourier.com/cws/article/cern/35887)

คนที่เห็นว่ารางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ปี ค.ศ. 2013 เป็นเรื่องไกลตัว ไม่น่าสนใจ และยากเกินกว่าจะเข้าใจ คงไม่แปลกอะไร เพราะผู้ที่จะทำความเข้าใจกระบวนการบีอีเอชได้ ต้องมีความรู้พื้นฐานทางฟิสิกส์ที่ต้องต่อยอดกันมาหลายชั้น โดย สามารถแสดงเป็นแผนภาพเปรียบเทียบกับการปีนเขา ได้ดังนี้



ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงหัวข้อในสาขาฟิสิกส์ที่ต้องเรียนรู้เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการบีอีเอช ซึ่งเปรียบเสมือนการปีนเขาเพื่อพิชิตยอดเขาของเขาลูกหนึ่ง

จะเห็นได้ว่า ผู้ที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการบีอีเอชต้องมีความเข้าใจทั้งทางด้าน กลศาสตร์ ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ กลศาสตร์ควอนตัม และ ทฤษฎีสนาม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีลักษณะของการต่อยอดความรู้คล้ายกับการพยายามปีนเขาไปที่สูงขึ้นไปเรื่อย ๆ ก่อนจะสามารถไปชื่นชมบรรยากาศและทัศนียภาพที่สวยงามจากยอดเขาที่เปรียบเสมือนกับการได้สัมผัสกับความงดงามจากการได้เข้าใจกระบวนการบีอีเอช

นอกจากความรู้ความเข้าใจเชิงทฤษฎีทางฟิสิกส์แล้ว การที่จะสามารถพิสูจน์ถึงความถูกต้องของกระบวนการบีอีเอชเชิงการทดลองได้นั้น นักฟิสิกส์ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจทางด้านเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองที่ล้วนอยู่บนพื้นฐานของเทคโนโลยีและวิทยาการที่ล้ำสมัยในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็น เทคโนโลยีด้านเครื่องเร่งอนุภาค เทคโนโลยีด้านเครื่องตรวจจับอนุภาค เทคโนโลยีด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ รวมไปถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อนปริมาณมหาศาล และ ความสามารถในการประสานงานและทำงานร่วมกัน

ในด้านการทดลองเพื่อพิสูจน์กระบวนการบีอีเอช นักฟิสิกส์ต้องออกแบบและพัฒนาเครื่องเร่งอนุภาคที่สามารถสร้างสภาวะที่ "อนุภาคฮิกส์" (ซึ่งเป็นหลักฐานของการเกิดกระบวนการบีอีเอช) จะสามารถปรากฏตัวให้เห็น ซึ่งเป็นสภาวะพลังงานสูงในระดับที่ใกล้เคียงกับสภาวะหลังจากการก่อกำเนิดเอกภพ (Big Bang) ได้เพียงเศษเสี้ยววินาที เครื่องเร่งอนุภาคที่จะสามารถทำให้เกิดสภาวะดังกล่าวได้นั้น ต้องมีสมรรถนะสูงอย่างที่ไม่เคยมีมาก่อน และต้องเป็นเครื่องเร่งอนุภาคที่ก้าวข้ามขีดจำกัดทางเทคโนโลยีในอดีต และเมื่ออนุภาคฮิกส์ปรากฏตัวให้เห็นแล้ว การที่นักฟิสิกส์จะสามารถตรวจจับและบันทึกร่องรอยของอนุภาคฮิกส์ไว้ได้ พวกเขาต้องอาศัยเครื่องมือสำคัญที่เรียกว่า เครื่องตรวจจับอนุภาค สำหรับการเก็บหลักฐานของการปรากฏตัวของอนุภาคฮิกส์เอาไว้ โดยเครื่องตรวจจับอนุภาคต้องมีเซ็นเซอร์หลายล้านเซ็นเซอร์ สำหรับทำการวัดค่าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการชนกันแล้วสลายไปของอนุภาคต่าง ๆ นับร้อยล้านครั้ง ก่อนจะนำไปวิเคราะห์ด้วยระบบการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง สำหรับการยืนยันถึงความมีอยู่จริงของอนุภาคฮิกส์ให้ชาวโลกได้รับรู้

ด้วยขั้นตอนที่ซับซ้อน และเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยในหลาย ๆ ด้าน การทำงานเพื่อพิสูจน์การมีอยู่จริงของอนุภาคฮิกส์ จึงไม่อาจทำได้โดยนักวิทยาศาสตร์เพียงไม่กี่คน ดังเช่น การค้นพบดีเอ็นเอ หรือ การค้นพบรังสีเอ็กซ์ ที่สามารถทำได้โดยนักวิทยาศาสตร์เพียง 1 หรือ 2 คน แต่การทำการทดลองเพื่อค้นหาอนุภาคฮิกส์ต้องอาศัยความร่วมมือของนักฟิสิกส์ วิศวกร และผู้เชี่ยวชาญจากหลากหลายสาขา ที่อยู่ตามสถาบันต่าง ๆ ทั่วโลก จำนวนกว่าหลายพันคน ประสานงาน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ค้นคว้าวิจัย และ พัฒนา ร่วมกัน ด้วยเหตุนี้ ความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการค้นคว้า วิจัย เพื่อค้นหาอนุภาคฮิกส์

ภาพที่ 3 นักวิทยาศาสตร์ในโครงการ CMS ขององค์กร CERN โครงการ CMS เป็นหนึ่งในโครงการที่ได้ทำการทดลองเพื่อค้นหาอนุภาคฮิกส์ โดยมีนักวิทยาศาสตร์ร่วมโครงการกว่า 3,000 คน จากกว่า 40 ประเทศทั่วโลก (ที่มา: http://cds.cern.ch/collection/CMS%20Photos?ln=en)

จนกระทั่งในปี ค.ศ. 2012 นักฟิสิกส์ได้ประสบความสำเร็จในการค้นพบอนุภาคฮิกส์ โดยอาศัยเครื่องตรวจจับอนุภาคที่มีชื่อเรียกว่า **ซีเอ็มเอส (CMS: Compact Muon Solenoid)** และ **แอทลาส (ATLAS: A Toroidal LHC Apparatus)** ซึ่งเป็นเครื่องตรวจจับอนุภาคในโครงการวิจัยขององค์กรวิจัยนิวเคลียร์แห่งชาติยุโรป หรือ **เซิร์น (CERN: The European Organization for Nuclear Research)** ซึ่งเป็นองค์กรที่ได้ทำการทดลองเร่งอนุภาคโปรตอนมาชนกันที่พลังงานสูงอย่างที่ไม่เคยมีใครทำได้มาก่อน ด้วยเครื่องเร่งอนุภาคขนาดเส้นรอบวงกว่า 27 กิโลเมตร ที่ชื่อว่า**แอลเอชซี (LHC: Large Hadron Collider)** โดยในจำนวนการชนกันของอนุภาคโปรตอนกว่า 600 ล้านครั้ง นักฟิสิกส์ได้ใช้อัลกอริทึมที่ซับซ้อนในการเลือกเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดอนุภาคฮิกส์ซึ่งมีเพียงไม่กี่เหตุการณ์ สำหรับการบันทึกและวัดค่าสมบัติทางกายภาพต่าง ๆ ก่อนจะนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ด้วยระบบประมวลผลทางคอมพิวเตอร์ยุคใหม่ที่เรียกว่า Grid Computing จนในที่สุด สามารถยืนยันความมีอยู่จริงของกระบวนการบีอีเอชให้กับชาวโลกได้

ภาพที่ 4 บุคลากรในโครงการ ATLAS หนึ่งในโครงการของ CERN ที่ประสบความสำเร็จในการค้นพบอนุภาคฮิกส์ (ที่มา: http://www.atlas.ch/photos/collaboration-general.html)

ความสำเร็จของผลงานที่ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ปี ค.ศ. 2013 จึงไม่เป็นเพียงความสำเร็จของนักฟิสิกส์ 2 คน แต่เป็นความสำเร็จของนักฟิสิกส์ จำนวนหลายพันคน ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับทุกขั้นตอนในการค้นคว้าวิจัยทางฟิสิกส์ครั้งยิ่งใหญ่ครั้งนี้ หากแต่ รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ไม่สามารถมอบให้กับองค์กรใดองค์กรหนึ่ง หรือ กับกลุ่มบุคคลใดกลุ่มบุคคลหนึ่งได้ เหรียญรางวัลโนเบล และเงินรางวัลมูลค่าประมาณ US $ 1.1million หรือประมาณ 36 ล้านบาท รวมทั้งเกียรติยศชื่อเสียง ที่ได้ถูกจารึกลงไปในประวัติศาสตร์ของผู้ได้รับรางวัลโนเบลจึงตกเป็นเพียงของนักฟิสิกส์ 2 คนที่ได้ให้แนวคิดเชิงทฤษฎีไว้ ในขณะที่นักฟิสิกส์อีกหลายพันคน กลับดูเหมือนเป็นผู้ที่อยู่ฉากหลัง ทั้งที่ความจริงคือ หากไม่มีพวกเขาแล้ว ชาวโลกคงอาจจะยังไม่รู้เลยว่าอนุภาคฮิกส์และกระบวนการบีอีเอช มีจริงหรือไม่ แล้วการค้นคว้าวิจัยต่อไปทางด้านฟิสิกส์อนุภาคควรจะเป็นไปในทิศทางใด ด้วยวิธีการใด

James Gilles หนึ่งในนักฟิสิกส์และหัวหน้าฝ่ายสื่อสารองค์กรของ CERN ได้กล่าวถึงสถานการณ์ที่คล้ายกันนี้ไว้ในวารสาร CERN Courier (Gilles, 2008) วารสารที่เผยแพร่ข่าวสาร ความรู้และความก้าวหน้าทางการค้นคว้าวิจัยทางฟิสิกส์อนุภาค โดย Gilles กล่าวว่า นักฟิสิกส์และนักปีนเขาเหมือนกันในหลายอย่าง พวกเขาแข่งขันกันอย่างดุเดือดแต่ในขณะเดียวกันพวกเขาก็ทำงานร่วมกันเป็นทีมอย่างขยันขันแข็ง โดยในการค้นคว้าวิจัยทางฟิสิกส์และในการปีนเขา ใครจะค้นพบอะไรก่อนหรือใครปีนขึ้นไปถึงยอดเขาก่อน หรือ ใครจะได้รับการจารึกชื่อในประวัติศาสตร์หรือใครจะได้เป็นผู้ได้รับการถ่ายภาพบันทึกไว้นั้น ไม่สำคัญเท่ากับ ความสำเร็จที่เกิดขึ้น

ภาพที่ 5 เหรียญรางวัล
(ที่มา: Nobel Foundation)

การค้นคว้าวิจัยในลักษณะร่วมมือกันของนักวิทยาศาสตร์หลายพันกว่าคนจากทั่วโลก ที่ทำงานอย่างมุมานะ บากบั่นเพื่อการไปให้ถึงจุดหมายปลายทางเดียวกัน อย่างการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่เซิร์น เป็นการค้นคว้าวิจัยที่เป็นแบบอย่างของการทำงานในศตวรรษที่ 21 เพราะโจทย์ปัญหาที่สำคัญและท้าทายมนุษยชาติในศตวรรษนี้ หลายโจทย์ ไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ด้วยการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เพียงคนใดคนหนึ่งหรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งอีกต่อไป ไม่ว่าจะเป็น โจทย์เกี่ยวกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ วิกฤตด้านพลังงาน การก่อการร้าย หรือ โรคระบาด โจทย์สำคัญเหล่านี้ ต้องอาศัยการร่วมมือกันของทีมนักวิทยาศาสตร์และนักวิชาการที่เชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ จากทั่วโลก ที่จะสามารถทำงานร่วมกันเป็นหนึ่งเดียวอย่างไม่ย่อท้อ ไม่เห็นแก่ชื่อเสียง หรือ เหรียญรางวัล และมีความมุ่งมั่นในการไปสู่จุดมุ่งหมายเดียวกัน คล้ายกับการค้นคว้าวิจัยเพื่อพยายามค้นหาอนุภาคฮิกส์ตลอดระยะเวลากว่าครึ่งศตวรรษของกลุ่มนักฟิสิกส์จำนวนหลายพันคนที่เซิร์นและที่อยู่ในสถาบันต่าง ๆ ทั่วโลก

ขอแสดงความยินดีอีกครั้งกับ ศาสตราจารย์ ปีเตอร์ ฮิกส์ และ ศาสตราจารย์ฟรองซัวส์ อองแกลร์ รวมทั้ง นักฟิสิกส์ วิศวกร เจ้าหน้าที่อาคาร ช่างไฟ ฯลฯ จำนวนหลายพันคนที่องค์กรเซิร์น และที่สถาบันต่าง ๆ ทั่วโลก กับการได้ร่วมเป็นส่วนหนึ่งของการพิชิตยอดเขาเอเวอเรสต์ของการค้นคว้าวิจัยทางฟิสิกส์ครั้งสำคัญครั้งนี้

สแกนโค้ดนี้เพื่อ
ชมภาพเคลื่อนไหว

บรรณานุกรม

Gilles, J. (2008, 19 Sep). A Mechanism for Mass. *CERN Courier Online*. Retrieved February 5, 2014, from http://cerncourier.com/cws/article/cern/35887.

ดร.เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว
นักวิชาการ สาขาปฐมวัย สสวท. / e-mail: tprom@ipst.ac.th

ความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-Based Learning: PBL)

นับตั้งแต่มีกระแสของการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนสำหรับศตวรรษที่ 21 และสะเต็มศึกษา (STEM Education) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน หรือ Project-Based Learning (PBL) ก็ได้รับความสนใจและกล่าวถึงในวงการการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างกว้างขวาง โดยนักการศึกษาอ้างว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานนั้นสอดคล้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 หากผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานก็จะได้รับการส่งเสริมพัฒนาทักษะในหลายด้าน อาทิ

- ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ผู้เรียนจะได้รับการส่งเสริมให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหา
- ทักษะเกี่ยวกับข้อมูลข่าวสาร การสื่อสารและเทคโนโลยี (Information, Media, and Technology Skills) ผู้เรียนจะสามารถเข้าถึงและจัดการกับข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ และสามารถทำการสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ทักษะชีวิตและการประกอบอาชีพ (Life and Career Skills) ผู้เรียนจะสามารถทำงานเป็นทีม มีภาวะผู้นำ และมีความรับผิดชอบ

สำหรับในสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ได้แนะนำทางเลือกหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนสามารถทำได้คือการจัดสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่พัฒนาทักษะชีวิตและความคิดสร้างสรรค์อันนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำโครงงานสะเต็มจะมีความพร้อมในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในภาคการผลิตและการบริการที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศ

อย่างไรก็ตามแม้จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสามารถส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาให้กับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 แต่ผู้สอนหลายท่านยังขาดความเข้าใจที่ชัดเจนว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานคืออะไร มีกระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างไร และลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเป็นอย่างไร ในบทความนี้จึงจะให้ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อตอบคำถามเหล่านี้

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีกระบวนการอย่างไร

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีกระบวนการหรือขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ตายตัว เน้นที่การนำกระบวนการในการทำโครงงาน (project) มาใช้เป็นแนวทางหรือขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ดังนั้นในบางครั้ง การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้จึงถูกเรียกว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งแตกต่างไปจากการการทำโครงงานสั้น ๆ หลังเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ หรือ การมอบหมายให้ผู้เรียนไปทำโครงงานนอกเวลาเรียน หรือ กิจกรรมเพิ่มเติมจากการเรียนการสอนตามรายวิชาทั่วไป การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงงานจึงเปรียบเหมือนอาหารจานหลักไม่ใช่ของหวานตบท้าย

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในชั้นเรียนสามารถเริ่มต้นได้จากการที่ครูกำหนดขอบเขตหรือหัวข้อของการทำโครงงานอย่างกว้าง ๆ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรของกลุ่มสาระวิชา จากนั้นจัดสถานการณ์ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยหรือสนใจ อันจะนำไปสู่การกำหนดปัญหาของโครงงานที่ผู้เรียนจะไปหาคำตอบต่อไป สถานการณ์ที่นำไปสู่การทำโครงงานนี้อาจจะได้มาจาก ข่าว บทความ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ปัญหาที่พบจริงในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาของคนในสังคมที่ต้องการความช่วยเหลือหรือการแก้ไข เมื่อผู้เรียนได้ปัญหาหรือคำถามที่นำไปสู่การทำโครงงานอย่างชัดเจนแล้ว ผู้สอนมีบทบาทในการกระตุ้นให้ผู้เรียนออกแบบและวางแผนวิธีการในการหาคำตอบและกำหนดขั้นตอนในการทำงานของตนเอง จากนั้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนดขึ้น โดยผู้สอนเป็นผู้คอยสนับสนุนด้านสื่อวัสดุอุปกรณ์แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ตลอดจนวิทยากรหรือผู้เชี่ยวชาญที่จะมาช่วยเหลือผู้เรียนตามความจำเป็น และติดตามความก้าวหน้าของการทำงานของผู้เรียนตลอดจนคอยให้คำชี้แนะ และให้ความรู้เพิ่มเติมที่จำเป็น หรือช่วยเหลือผู้เรียนให้สามารถทำตามแผนการที่วางไว้ได้จนบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่ผู้เรียนกำหนดไว้ ในช่วงท้ายของการทำโครงงานผู้เรียนจะต้องมีการเผยแพร่หรือนำเสนอกระบวนการและผลที่ได้จากการทำโครงงานให้ผู้อื่นได้รับทราบเพื่อรับการประเมินและข้อเสนอแนะหรือผลสะท้อนกลับทั้งจากผู้สอน เพื่อน และบุคคลอื่น ๆ เช่น ผู้ปกครอง ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง หรือ บุคคลทั่วไปในชุมชน

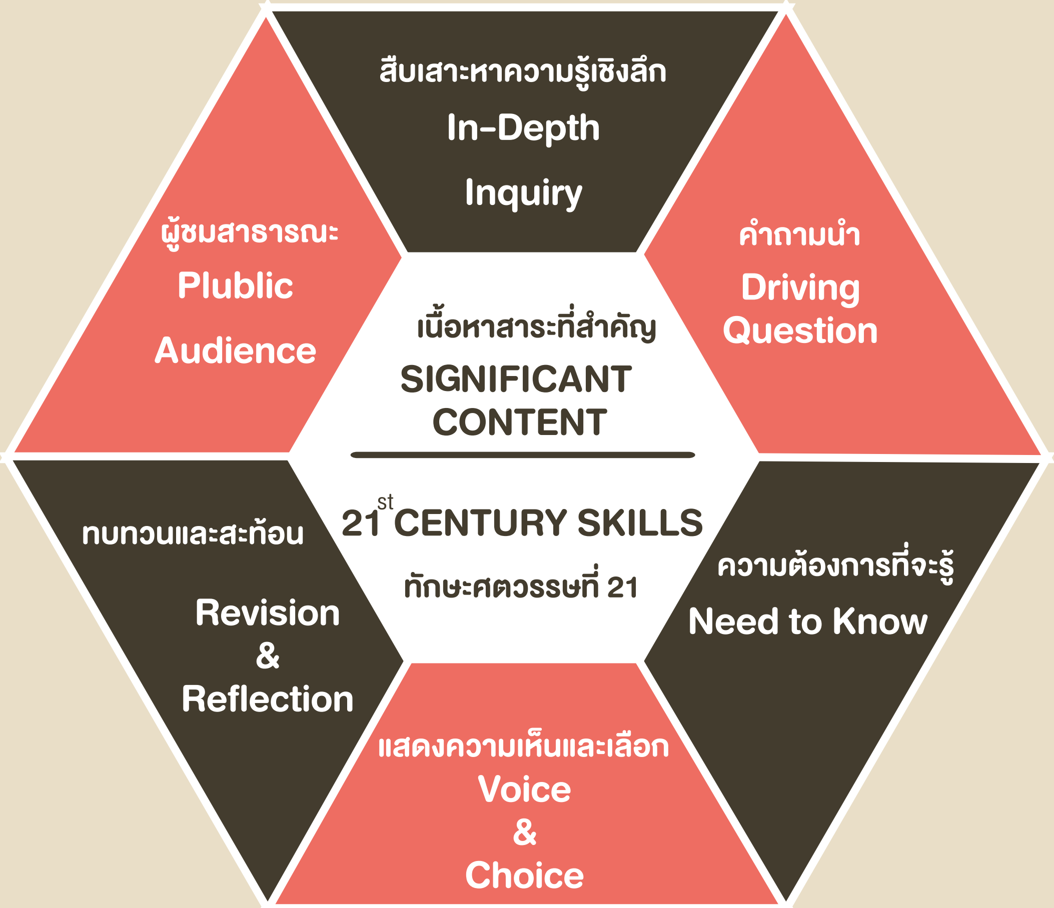
ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีความยืดหยุ่น ขึ้นอยู่กับกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลและตัวข้อมูลที่ได้มาว่ามีความลึกซึ้งเพียงพอที่จะตอบคำถามที่ผู้เรียนสงสัยหรือสนใจอยากจะรู้หรือไม่ ซึ่งระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเรื่องหนึ่งอาจจะใช้เวลาหนึ่งสัปดาห์ หรืออาจจะใช้เวลาสองถึงสามเดือนก็ได้

การเตรียมกิจกรรมและสื่อการเรียนรู้ของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานก็จำเป็นจะต้องมีความยืดหยุ่นและปรับไปตามสถานการณ์หรือความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื่องจากผู้เรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถาม กำหนดวิธีการหาคำตอบ และเลือกวิธีการหาคำตอบหรือวิธีการทำกิจกรรมแตกต่างกันไปตามความต้องการของตนเอง ในการเตรียมสื่อวัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ล่วงหน้า ครูอาจทำได้ด้วยการคาดคะเนหรือกำหนดขอบเขตและแนวทางของการหาคำตอบจากคำถามที่ผู้เรียนร่วมกันตั้งขึ้นในช่วงต้นของการทำโครงงาน

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นอย่างไร

Buck Institute for Education (BIE) เป็นสถาบันที่มุ่งเน้นการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ได้เสนอแนะองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีประสิทธิภาพ ดังนี้

- **มีความมุ่งหมายที่จะสอนเนื้อหาสาระที่สำคัญ** เป้าหมายของการเรียนรู้ของผู้เรียน คือ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดหลักที่ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้วิชาต่าง ๆ
- **พัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 โดยเน้นการคิดวิพากษ์ การแก้ปัญหา ความร่วมมือร่วมใจ และการสื่อสารในรูปแบบที่หลากหลาย** ในการตอบคำถามนำ (Driving Question) และสร้างสรรค์งานที่มีคุณภาพสูง ผู้เรียนต้องลงมือทำมากกว่าการท่องจำข้อมูล ผู้เรียนต้องใช้ทักษะการคิดขั้นสูงและเรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีม ในขณะที่ทำการสื่อสาร ผู้เรียนต้องรับฟังผู้อื่นและถ่ายทอดความคิดของผู้เรียนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน อีกทั้งผู้เรียนยังต้องสามารถอ่านข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้ รวมทั้งสามารถเขียนหรืออธิบายผ่านวิธีการที่หลากหลายได้อย่างชัดเจนและทำการนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- **ต้องใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการในการเรียนรู้และสร้างสรรค์สิ่งใหม่** ผู้เรียนถามคำถาม ค้นหาคำตอบ และลงข้อสรุป ซึ่งทำให้เกิดการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ในเชิงความคิดหรือการได้ชิ้นงาน
- **เป็นการเรียนรู้ที่ดำเนินการภายใต้คำถามนำซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด** และเป็นตัวกำหนดขอบเขตประเด็นข้อโต้แย้ง ความท้าทายหรือปัญหาที่สำคัญ เพื่อทำให้งานและการเรียนรู้ของผู้เรียนมีจุดมุ่งหมายและลุ่มลึก
- **สร้างความตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องมีความรู้เนื้อหาและทักษะที่จำเป็น** ในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงงานมีการจัดลำดับของกระบวนการเรียนรู้ที่ต่างจากการเรียนรู้แบบดั้งเดิม นั้นคือ ในหน่วยการเรียนรู้ทั่วไปที่มีการทำโครงงานเพิ่มเข้ามาท้ายหน่วยจะเริ่มจากการนำเสนอความรู้และแนวคิดให้แก่ผู้เรียนก่อน จากนั้นจึงให้โอกาสผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ แต่ในทางกลับกัน การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงงานนั้นจะเริ่มต้นด้วยการเห็นผลิตผลหรือการนำเสนอผลงานปลายทาง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจข้อมูลและแนวคิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการทำโครงงานให้ได้ผลผลิตหรือผลงานตามเป้าหมายที่ต้องการ
- **เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและเลือก** ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ที่จะทำงานด้วยตนเองและแสดงความรับผิดชอบเมื่อตนเองเลือกศึกษาสิ่งที่สนใจ การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสเลือกสิ่งที่ต้องการศึกษาและแสดงออกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการเพิ่มการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้เรียน
- **มีกระบวนการทบทวนและสะท้อนกลับ** ผู้เรียนได้เรียนรู้ที่จะให้และรับการเสนอแนะและความคิดเห็นเพื่อพัฒนาคุณภาพของผลงานที่ได้สร้างสรรค์ขึ้นมา และมีคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนความคิดถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ว่ามีอะไรบ้างและมีกระบวนการเรียนรู้อย่างไร
- **ผู้ชมสาธารณะเข้ามามีส่วนร่วม** ผู้เรียนนำเสนองานที่ได้ศึกษาให้แก่ผู้อื่นนอกเหนือไปจากเพื่อนร่วมชั้นและผู้สอน ทั้งการนำเสนอโดยตัวบุคคลหรือผ่านสื่อต่าง ๆ ซึ่งกระบวนการนี้เป็นการส่งเสริมกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามทำงานออกมาอย่างมีคุณภาพและทำโครงงานให้มีความถูกต้องน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น



(ที่มา: *http://www.bie.org/about/what_is_pbl*)

สำหรับผู้ที่สนใจรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน สามารถศึกษาได้ในเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง อาทิ

- เว็บไซต์ Project-Based Learning Professional Development Guide: An overview of the Edutopia professional development guide for teaching how to use project-based learning in the classroom โดย Edutopia Staff

  URL: http://www.edutopia.org/project-based-learning-guide

- เว็บไซต์ Designing Your Project: Design Principles for Effective Project Based Learning โดย Buck Institute for Education (BIE)

  URL: http://pbl-online.org/pathway2.html

บรรณานุกรม

Buck Institute for Education (BIE). What is PBL?. Retrieved February 15, 2013, from http://www.bie.org/about/what_is_pbl.

สาขาปฐมวัย. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *คู่มือการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเพิ่มพูนศักยภาพศึกษานิเทศก์ และครูแกนนำปฐมวัย: การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงงานปฐมวัย (Project-Based Learning).* (เอกสารอัดสำเนา).

ปรีชา เนาว์เย็นผล
ผู้เชี่ยวชาญ สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท. / e-mail : preechanow@gmail.com

โลกทัศน์เปิดกว้างบนตารางการคูณ

ตารางการคูณเป็นการแสดงการคูณของจำนวนนับอย่างเป็นระเบียบ หรือแสดงภาพโดยรวมของสูตรคูณนั่นเอง ในบทความนี้จะขอแสดงการคูณกันของจำนวนนับตั้งแต่ 1 ถึง 10 ดังนี้

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

ผลคูณของจำนวนนับบนตารางการคูณมีระบบเป็นระเบียบ ทำให้เกิดแบบรูปของจำนวนมากมายนำไปสู่การค้นหาความสัมพันธ์และสรุปเป็นกฎเกณฑ์ได้โดยใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัย เพื่อความสะดวกในการกล่าวถึง จะขอนำเสนอตารางเฉพาะส่วนที่เป็นผลคูณเท่านั้น โดยไม่แสดงส่วนที่แรเงาจากตารางข้างต้นซึ่งเป็นตัวตั้งและตัวคูณ

1. เมื่อลากเส้นตามแนวทแยงมุมจากมุมบนซ้ายมายังมุมล่างขวา เส้นทแยงมุมนี้เปรียบเสมือนเส้นสะท้อนตำแหน่งของจำนวนที่อยู่ทางด้านซ้ายและด้านขวาของเส้นทแยงมุมในตำแหน่งที่ตรงกันซึ่งเป็นจำนวนที่เท่ากัน เนื่องจาก**การคูณมีสมบัติการสลับที่** และพบว่าเส้นทแยงมุมนี้ลากผ่านตำแหน่งของ**จำนวนกำลังสอง** ได้แก่ 1, 4, 9, ... , 100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

2. พิจารณาจำนวนในแถวบนสุด เช่น เมื่อนำ 2 บวกกับ 3, 2 + 3 = 5 ในสดมภ์เดียวกันของ 2, 3, 5 จะเห็นว่า 4 + 6 = 10, 6 + 9 = 15, 8 + 12 = 20, 10 + 15 = 25, ... , 20 + 30 = 50 ลองคิดว่าสามารถนำสมบัติใดทางคณิตศาสตร์มาอธิบายว่าเป็นจริงเสมอ

พิจารณา 4 + 6 = 10 คือ 2(2 + 3) = 2(5), 6 + 9 = 3(2 + 3) = 3(5), 8 + 12 = 4(2 + 3) = 4(5) จะเห็นว่ามีความเชื่อมโยงกับสมบัติการแจกแจงนั่นเอง แนวคิดนี้สามารถขยายเป็นการบวกจำนวนหลาย ๆ จำนวนได้ เช่น การหาผลบวกของ 6 + 9 + 12 ซึ่งอยู่ในแถวที่ 3 และสดมภ์ที่ 2, 3, 4 ตามลำดับ จะเห็นว่า 2 + 3 + 4 = 9 ดูแถวที่ 3 สดมภ์ที่ 9 ตรงกับ 27 ซึ่งเป็นผลบวกของ 6 + 9 + 12 มองอีกแง่มุมหนึ่ง การหาผลคูณ 3(2 + 3 + 4) สามารถหาได้จากผลบวกของจำนวนในแถวที่ 3 สดมภ์ที่ 2, 3, 4 เพราะว่า 3(2 + 3 + 4) = 6 + 9 + 12

ถ้าต้องการหาผลบวกของ 18 + 24 + 30 + 36 ซึ่งอยู่ในแถวที่ 6 สดมภ์ที่ 3, 4, 5, 6 มีวิธีง่าย ๆ คือ นำ 6 คูณกับผลบวก 3 + 4 + 5 + 6 จะได้ 6 × 18 = 108 เป็นการอาศัยสมบัติการแจกแจงนั่นเอง

ถ้าต้องการหาผลบวกของจำนวน 12 จำนวนที่อยู่เรียงกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ได้แก่จำนวนในแถวที่ 2, 3, 4, 5 และสดมภ์ที่ 7, 8, 9 จะเห็นว่าสามารถหาได้จาก (2 + 3 + 4 + 5) คูณกับ (7 + 8 + 9) โดยอาศัยสมบัติการแจกแจงเช่นเดียวกัน

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

3. ผลบวกของจำนวนในแต่ละแถว หรือแต่ละสดมภ์เป็นพหุคูณของ 55

เช่น ผลบวกของจำนวนในแถวที่ 1 เป็น

1+2+3+ ... +10 = 55

ผลบวกของจำนวนในแถวที่ 2 เป็น

2+4+6+ ... +20 = 2(1+2+3+ ... +10) = 2(55) = 110

ผลบวกของจำนวนในแถวที่ 9 เป็น

9+18+27+ ... +90 = 9(1+2+3+ ... +10) = 9(55) = 495

โดยอาศัยสมบัติการแจกแจงเช่นเดียวกัน

4. ความสัมพันธ์ของจำนวนห้าจำนวนในกรอบรูปกากบาท เมื่อเขียนรูปกากบาทล้อมรอบจำนวนห้าจำนวน เช่น

1	2	3	4
2	4	6	8
3	6	9	12
4	8	12	16

2	3	4	5
4	6	8	10
6	9	12	15
8	12	16	20

ตารางแรกพบว่า ผลบวกของจำนวนที่อยู่ตรงกันข้าม ได้แก่ 4+8 = 3+9 = 12 และเท่ากับ 2 เท่าของจำนวนตรงกลางคือ 2×6

ตารางที่สองพบว่า ผลบวกของจำนวนที่อยู่ตรงกันข้าม ได้แก่ 8+16 = 9+15 = 24 และเท่ากับ 2 เท่าของจำนวนตรงกลาง คือ 2×12

ขยายไปสู่ความสัมพันธ์ในรูปทั่วไป คือ a+e = b+d = 2×c

	a	
b	c	d
	e	

5. เมื่อเขียนกรอบรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากล้อมรอบจำนวนสี่จำนวนใด ๆ ที่เรียงติดกันในลักษณะ 2 แถว 2 สดมภ์ จะได้ว่าผลต่างของผลบวกของจำนวนสองจำนวนในแนวทแยงมุมเท่ากับ (2-1)×(2-1) = 1 เสมอ เช่น

18	24
21	28

(18 + 28) – (21 + 24)
= 46 – 45 = 1
= (2-1)×(2-1)

42	49
48	56

(42 + 56) – (49 + 48)
= 98 – 97 = 1
= (2-1)×(2-1)

เมื่อขยายรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากออกไปเป็นขนาดอื่น เช่น ล้อมจำนวนในลักษณะ 4 แถว 3 สดมภ์ จะได้ว่า ผลต่างของผลบวกของจำนวนสองจำนวนที่มุมและอยู่ในแนวทแยงมุม เท่ากับ (4-1)×(3-1) = 6 เสมอ

3 (สดมภ์), 4 (แถว)

12	~~16~~	20
~~15~~	~~20~~	~~25~~
~~18~~	~~24~~	~~30~~
21	~~28~~	35

(12+35) – (21+20)
= 47 – 41 = 6
= (4-1)×(3-1)

ล้อมจำนวนในลักษณะ 4 แถว 4 สดมภ์จะได้ผลต่าง เท่ากับ (4-1)×(4-1) = 9

4 (สดมภ์), 4 (แถว)

12	~~16~~	~~20~~	24
~~15~~	~~20~~	~~25~~	~~30~~
~~18~~	~~24~~	~~30~~	~~36~~
21	~~28~~	~~35~~	42

(12+42) – (21+24)
= 54 – 45 = 9
= (4-1)×(4-1)

ในกรณีทั่วไป เมื่อเขียนกรอบรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากล้อมรอบจำนวน m×n จำนวนใด ๆ ในลักษณะ m แถว n สดมภ์ จะได้ว่าผลต่างของผลบวกของจำนวนสองจำนวนในแนวทแยงมุม เท่ากับ (m-1)×(n-1) เสมอ

6. เมื่อเขียนกรอบรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ล้อมรอบกลุ่มของจำนวนใด ๆ ผลคูณของจำนวนสองจำนวนในแนวทแยงมุมตรงมุมของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากทั้งสองคู่จะเท่ากัน เช่น จากข้อ 5

18	24
21	28

$18\times28 = 21\times24$

$= 504$

12	20
21	35

$12\times35 = 21\times20$

$= 420$

12	24
21	42

$12\times42 = 21\times24$

$= 504$

7. ผลบวกของจำนวนในช่องตารางรูปตัว L

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

1 $= 1 = 1^3$

2+4+2 $= 8 = 2^3$

3+6+9+6+3 $= 27 = 3^3$

4+8+12+16+12+8+4 $= 64 = 4^3$

5+10+...+25+20+...+5 $= 125=5^3$

...
...
...

10+20+ ...+100+... +10 $= 10^3$

ผลบวกเป็นจำนวนกำลังสาม มีฐานเท่ากับจำนวนที่บอกลำดับที่ของแถว ซึ่งสามารถขยายไปสู่กลุ่มที่ n

$a_1 = 1$

$= 1 = 1^3$

$a_2 = 2+4+2$

$= 2(1+2+1)$

$= 8 = 2^3$

$a_3 = 3+6+9+6+3$

$=3(1+2+3+2+1)$

$=27= 3^3$

$a_4 = 4+8+12+16+12+8+4$

$= 4(1+2+3+4+3+2+1)$

$= 64 = 4^3$

$a_5 = 5+10+15+20+25+20+15+10+5$

$= 5(1+2+3+4+5+4+3+2+1)$

$= 625 = 5^3$

เมื่อให้ a_n เป็นผลบวกของจำนวนในกลุ่มที่ n

จะได้ว่า

$a_n = n[(1+2+3+ \dots +n)+((n-1)+(n-2)+ \dots +2+1) = n^3$

8. ผลบวกของจำนวนในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 2×2 ตามแนวเส้นทแยงมุมหลัก

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

ให้ $a_1 = 1+2+2+4 = (1+2)+2(1+2) = (1+2)(1+2)$
$= (1+2)^2 = 3^2$

$a_2 = 4+6+6+9 = 2(2+3)+3(2+3) = (2+3)(2+3)$
$= (2+3)^2 = 5^2$

$a_3 = 9+12+12+16 = 3(3+4)+4(3+4)$
$= (3+4)^2 = 7^2$

$a_4 = 16+20+20+25 = 4(4+5)+5(4+5)$
$= (4+5)^2 = 9^2$

จะได้ $a_n = (2n+1)^2$

ผลบวกอยู่ในรูปจำนวนคี่ยกกำลังสอง

การสืบเสาะทำนองเดียวกันนี้สามารถขยายไปสู่การหาผลบวกของจำนวนในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 3×3 ตามแนวเส้นทแยงมุมหลักซึ่งจะได้ว่า $a_1 = 36$, $a_2 = 81$, ... , $a_n = (3n+3)^2$

9. ผลบวกของจำนวนในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

เมื่อเขียนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสล้อมจำนวนเริ่มจาก 1, 4, 9, 16, ... ,100 หรือ 1^2, 2^2, 3^2 , ... , 10^2 จำนวน โดยต้องให้ครอบคลุมผลคูณจำนวนแรก คือ 1 เสมอ ผลบวกของจำนวนในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแต่ละรูปมีความน่าสนใจ จำนวนในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแรก คือ 1 หรือ 1^2 และต่อไปเป็นดังนี้

1	2
2	4

$(1+2) + (2+4) = (1+2) + 2(1+2)$
$= (1+2)(1+2) = (1+2)^2 = 3^2$

1	2	3
2	4	6
3	6	9

$(1+2+3)+(2+4+6)+(3+6+9)$
$= (1+2+3)+2(1+2+3)+3(1+2+3)$
$= (1+2+3)(1+2+3)=(1+2+3)^2=6^2$

1	2	3	4
2	4	6	8
3	6	9	12
4	8	12	16

$(1+2+3+4)+(2+4+6+8)+$
$(3+6+9+12)+(4+8+12+16)$
$= (1+2+3+4)+2(1+2+3+4)+$
$3(1+2+3+4)+4(1+2+3+4)$
$= (1+2+3+4)(1+2+3+4)$
$= (1+2+3+4)^2 = 10^2$

รูปทั่วไปของผลบวกนี้ คือ $(1+2+3+ \dots + n)^2 = \left(\frac{n(n+1)}{2}\right)^2$

10. ความสัมพันธ์ของผลบวกจากจำนวนนับยกกำลังสองและ ผลบวกของจำนวนนับยกกำลังสาม

พิจารณาผลบวกของจำนวนที่ล้อมรอบด้วยรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เริ่มจาก 1, 4, 9, 16, ... ,100 หรือ 1^2, 2^2, 3^2 , ... , 10^2 จำนวน ซึ่งต้องให้ครอบคลุมผลคูณจำนวนแรก คือ 1 เสมอ ในอีกแง่มุมหนึ่ง โดยพิจารณา ผลบวกของจำนวนที่เป็นรูป ตัว L ซึ่งเราทราบมาแล้วจากข้อ 7 ว่าผลบวกเป็นจำนวนกำลังสาม

1

$1^3 = 1^2$

1	2
2	4

$1^3 + 2^3 = 3^2$

1	2	3
2	4	6
3	6	9

$1^3+2^3+3^3 = 6^2$

1	2	3	4
2	4	6	8
3	6	9	12
4	8	12	16

$1^3+2^3+3^3+4^3 = 10^2$

ดังนั้น โดยอาศัยการให้เหตุผลแบบอุปนัยจะได้ว่า

$$1^3+2^3+3^3+ \dots + n^3 = (1+2+3+ \dots +n)^2$$

บทสรุป

ตารางการคูณหรือสูตรคูณที่เราคุ้นเคย เมื่อพิจารณาและคิดวิเคราะห์ให้ลึกซึ้งแล้วจะเห็นว่ามีความเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์หลายเรื่อง ตั้งแต่การดำเนินการคณิตศาสตร์พื้นฐาน การบวก ลบ คูณ หาร การยกกำลัง แบบรูป ลำดับ อนุกรม การให้เหตุผลแบบอุปนัยในการสร้างข้อความคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีเหตุผล และสามารถขยายไปสู่การพิสูจน์ว่าข้อความคาดการณ์นั้นเป็นจริงซึ่งเป็นการให้เหตุผลแบบนิรนัย สำหรับการศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป

“นำสูตรคูณมารวมไว้ในตาราง
เปิดแนวทางชวนวิเคราะห์สืบเสาะหา
พบแบบรูปของจำนวนล้วนต้องตา
ชวนศึกษาสร้างสรุปด้วยอุปนัย
สูตรคูณเป็นพื้นฐานเหมือนงานเล็ก
คุณเอนกทรงพลังสร้างงานใหญ่
เป็นขุมทองเพิ่มมุมมองคิดกว้างไกล
สร้างสิ่งใหม่เพิ่มคุณค่าน่ารู้เอย”

ดร.พงศธร มหาวิจิตร
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตั้งคำถามอย่างไรดี... ในห้องเรียนคณิตศาสตร์?

คำถาม (question) และปัญหา (problem) เป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้สำหรับการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ คำถามและปัญหาที่ดีจะเป็นเครื่องมือช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและสามารถสร้างขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้อย่างมีเหตุผล ผู้สอนคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่นิยมใช้คำถามประกอบการอธิบายเนื้อหากันมาช้านาน แต่บ่อยครั้งคำถามที่ถามนั้นก็ไม่สามารถนำพาผู้เรียนให้เกิดความคิดรวบยอดได้ เป็นการถามที่ต้องการเพียงแค่คำตอบแบบที่ผู้สอนคิด ถามเสร็จผู้สอนก็ไม่เว้นวรรครอฟังคำตอบจากผู้เรียน (จนหนักเข้าก็กลายเป็นถามเองตอบเองอยู่คนเดียว) เช่นนี้ผู้เรียนคงจะสร้าง (construct) องค์ความรู้ของตนเองหรือเกิดความเข้าใจลึกซึ้งในเนื้อหาได้ยาก

สำหรับวิธีการใช้คำถามที่มีประสิทธิภาพนั้น Student Achievement Division ได้เสนอแนะเทคนิคไว้ 8 ประการดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด นักเรียนอาจมีวิธีคิดที่แตกต่างกัน ครูไม่ควรคาดหวังไว้ล่วงหน้าว่าผู้เรียนจะต้องตอบได้แบบที่ครูคิด แต่ควรหยุดรับฟังสิ่งที่ผู้เรียนพูดออกมาก่อน แล้วค่อยพิจารณาใช้คำถามกระตุ้นให้คิดต่อ ผู้สอนจึงควรมีการเตรียมชุดคำถามที่หลากหลายไว้ล่วงหน้า

2. คำถามควรเชื่อมโยงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เพราะจุดประสงค์การเรียนรู้จะสอดคล้องกับความคาดหวังของหลักสูตร เมื่อคำถามของครูเชื่อมโยงกับหลักสูตรย่อมจะช่วยให้นักเรียนใส่ใจอยู่กับสิ่งที่เป็นหลักการสำคัญ (key principles) สามารถจะสรุปเป็นกรณีทั่วไป (generalization) และประยุกต์ใช้ความรู้นั้นกับปัญหาอื่น ๆ ได้

ตัวอย่างการสอนเกี่ยวกับการหาพื้นที่

จุดประสงค์การเรียนรู้ : อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความกว้าง ความยาว กับการหาพื้นที่ได้

โจทย์ปัญหา : รูปสี่เหลี่ยมรูปหนึ่งมีพื้นที่ 36 ตร.ซม. ให้นักเรียนวาดรูปสี่เหลี่ยมที่เป็นไปได้

คำถามที่ควรใช้

- นักเรียนลองพิจารณารูปที่ตนเองวาด ความยาวของด้านแต่ละด้านมีความสัมพันธ์กับพื้นที่อย่างไร
- ถ้านักเรียนรู้ชนิดของรูปสี่เหลี่ยม รู้พื้นที่และความยาวด้านหนึ่งด้าน แล้วจะมีวิธีการหาความยาวด้านอีกสามด้านที่เหลือได้อย่างไร (จะเห็นว่าครูไม่ได้สอนโดยการบอกไปเลย แต่ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างความกว้าง ความยาว และพื้นที่ และให้ผู้เรียนได้ค้นพบความสัมพันธ์นั้นด้วยตนเอง)

3. ใช้คำถามปลายเปิด คำถามปลายเปิดจะเป็นสิ่งท้าทายและช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักคิด ต่างจากคำถามปลายปิดประเภท “ใช่หรือไม่ใช่” ซึ่งผู้เรียนไม่ต้องคิดอะไรมาก บางทีก็ตอบไปแบบเดา โดยยังไม่ได้ไตร่ตรอง

คำถามปลายปิด

- 4 + 6 เท่ากับเท่าไร (ตอบ 10)
- รูปสี่เหลี่ยมมีด้านกี่ด้าน (ตอบ 4 ด้าน)

คำถามปลายเปิด

- มีจำนวนใดบ้างที่รวมกันแล้วได้เท่ากับ 10
- ผู้เรียนสังเกตเห็นอะไรบ้างในรูปสี่เหลี่ยม

พิจารณาการถามคำถามในเรื่องเดียวกันข้างต้นจะเห็นว่า ถ้าใช้คำถามแบบปลายปิดครูก็จะได้รับคำตอบ (ที่ถูกต้อง) กลับมาเพียงแบบเดียวและไม่สามารถตรวจสอบได้ว่านักเรียนเข้าใจในเรื่องนั้นจริงหรือไม่ ต้องเปลี่ยนโจทย์เพื่อถามใหม่อีก แต่ถ้าครูใช้คำถามแบบปลายเปิด ครูจะได้คำตอบจากนักเรียนมากมายหลายแบบ และสามารถใช้เป็นประเด็นในการเรียนเพื่อสร้างความเข้าใจต่อไปได้อีก นอกจากนี้คำถามปลายเปิดยังช่วยเสริมสร้างความมั่นใจในตนเองแก่ผู้เรียน เพราะผู้เรียนสามารถอธิบายสิ่งที่ตนเองคิดได้อิสระ และไม่รู้สึกกดดันกับผลของการตอบผิดหรือตอบถูกจากคำถามปลายปิด ผู้เรียนจะรู้สึกว่าตนเองได้เป็นผู้ค้นพบแทนที่จะต้องคอยตั้งรับคำถามจากครู

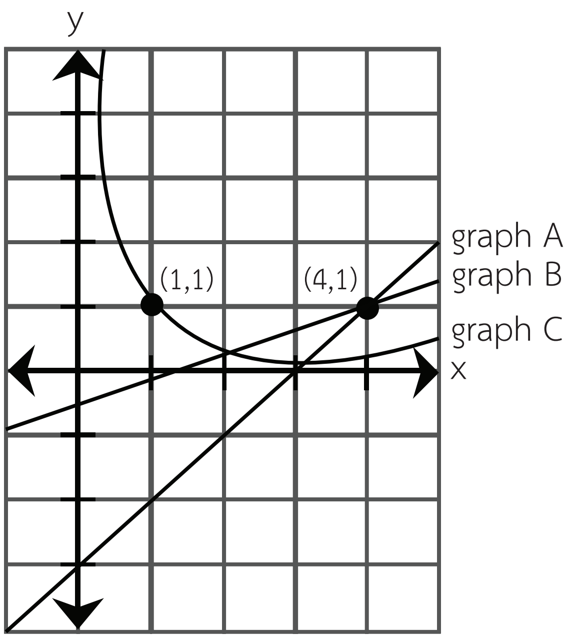
4. ควรถามเฉพาะคำถามที่จำเป็นเท่านั้น คำถามที่ฟุ่มเฟือย กระทบกระเทียบเปรียบเปรย หรือไม่ได้ต้องการคำตอบจริง ๆ เช่น “รูปสี่เหลี่ยมมันก็มี 4 ด้านไม่ใช่หรือ” นอกจากจะไม่เกิดประโยชน์แล้วยังอาจทำให้ผู้เรียนละความสนใจจากบทเรียนได้ง่าย ๆ

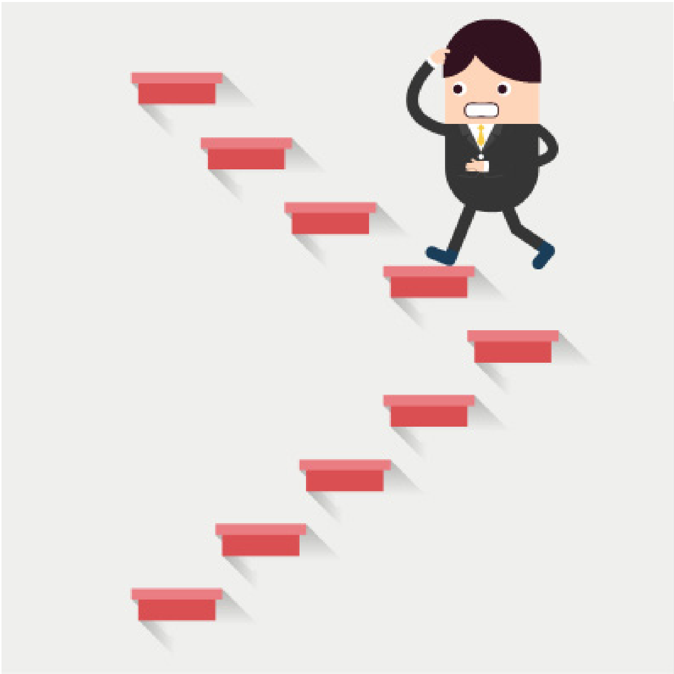
5. ใช้คำกริยาที่ชวนให้ใช้ความคิดระดับสูง (ตามแนว Bloom’s Taxonomy) เช่นคำว่า ลองสังเกต ลองพิจารณา เปรียบเทียบความเหมือนความต่าง เชื่อมโยง อธิบาย ระบุ จำแนกแยกแยะ ตัดสินใจ ลองคาดการณ์ ฯลฯ คำเหล่านี้จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด จนเกิดความเข้าใจที่ลุ่มลึกและสามารถขยายความคิดต่อไปได้อีก

6. ใช้คำถามที่เปิดประเด็นการเรียนการสอน คำถามที่น่าสนใจจะช่วยเปิดประเด็นให้ผู้เรียนในห้องได้ร่วมกันอภิปรายเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้ใหม่ ซึ่งการสนทนาแลกเปลี่ยนนี้อาจเกิดได้ทั้งระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง

7. ใช้คำถามที่มีระดับความยากพอเหมาะ คำถามที่ยากหรือง่ายจนเกินไปจะทำให้ผู้เรียนละความสนใจจากการเรียนได้ เพราะผู้เรียนมักจะกลัวคำถามยากๆที่ทำให้ตนเองตอบไม่ได้ ในขณะที่ถ้าคำถามง่ายเกินไปก็ทำให้รู้สึกเบื่อหน่าย นอกจากนี้ผู้สอนยังควรระวังการใช้คำพูดและภาษากายที่ไล่จี้ผู้เรียน เช่น การจ้องหน้า การชี้ไม้ชี้มือเรียกหรือการใช้น้ำเสียงที่ผิดปกติ สิ่งเหล่านี้สามารถทำให้การคิดสะดุดลงได้

นอกจากนี้การที่คำถามจะใช้ได้ผลดียังขึ้นอยู่กับความสามารถในการการเลือกและปรับใช้ข้อคำถามได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์เฉพาะหน้า อยากให้ผู้อ่านลองพิจารณาสถานการณ์ตัวอย่างการสอนเรื่อง ความชันของกราฟเส้นตรง ที่ผู้สอนพยายามปรับใช้ชุดคำถามเพื่อกระตุ้นการคิดของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ดังนี้





8. ถามแล้วให้เวลาคิด การให้เวลานักเรียนได้คิดสัก 2 - 3 นาที (หรือมากกว่านั้น) จะช่วยให้นักเรียนตอบสนองได้ดีขึ้นทั้งแง่ปริมาณและคุณภาพ ผู้เรียนที่เรียนรู้ได้ช้าและไม่ค่อยมั่นใจจะเริ่มกล้าตอบมากขึ้นเพราะเขามีเวลามากพอที่จะเรียบเรียงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้ทัน

ครู : กำหนดจุด (0, 0) และ (4, 1) [จุดสองจุดบนเส้นกราฟ B] แล้วความชันเป็นเท่าไร

*[ผลปรากฏว่าห้องเรียนหยุดนิ่งไม่มีเสียงตอบกลับใด ๆ จากนักเรียน]**

ครู : เวลาที่ครูพูดว่าความชัน นักเรียนนึกถึงอะไร

คาร่า : มุมของเส้นตรงค่ะ

ครู : มุมของเส้นตรงที่ว่านั้นเป็นยังไง ลองอธิบายหน่อยสิ

คาร่า : มุมที่อยู่บนแกน X กับแกน Y ค่ะ

[ครูหยุดให้นักเรียนได้คิด]

ครู : นักเรียนคิดว่า คาร่า หมายถึงอะไร

*[ครูหันไปถามนักเรียนคนอื่น]**

แซม : ผมรู้ครับว่า คาร่า หมายถึงอะไร เหมือนกับเวลาเราวัดขั้นบันไดในโรงอาหารกับขั้นบันไดที่จะขึ้นอาคารเรียนแต่ละก้าวนั้นก้าวขึ้นด้วยมุมไม่เท่ากัน

ครู : แล้วเราจะรู้ได้ยังไงว่าเราก้าวขึ้นเป็นมุมต่างกัน

แซม : บันไดขึ้นอาคารเรียนชันกว่าบันไดโรงอาหารครับ

ครู : เราจะรู้ได้ยังไงว่าบันไดขึ้นอาคารเรียนชันกว่าบันไดโรงอาหาร

ลาน่า : เราก็วัดว่าเราก้าวได้สูงขึ้นไปเท่าไรกับวัดว่าเราก้าวเดินหน้าไปได้เท่าไร แล้วนำจำนวนทั้งสองมาหารกัน

ครู : ลาน่า ไหนลองวาดรูปให้พวกเรามองเห็นภาพหน่อยได้ไหม

ลาน่า : เอ่อ.. ได้ค่ะ

[เธอวาดรูปขั้นบันไดซึ่งสูง 12 นิ้ว และยาว 12 นิ้ว บนกระดานดำ]

ดังนั้นความชันของรูปนี้จะเท่ากับ 1 เพราะ 12 ÷ 12 =1

ครู : แล้วถ้าเปลี่ยนความสูงเป็น 10 นิ้ว โดยที่ยังยาว 12 นิ้วเท่าเดิมล่ะ บันไดอันไหนจะชันกว่ากันนะ เจนนิเฟอร์

*[ครูตั้งคำถามใหม่เพื่อให้นักเรียนได้คิดต่อ]**

เจนนิเฟอร์ : หนูว่าแบบแรกค่ะ เพราะแบบแรกเราก้าวขึ้นบนเท่า ๆ กับการก้าวไปข้างหน้า แต่แบบที่สองนี่เราไม่ได้ก้าวสูงขึ้นมากเท่ากับก้าวไปข้างหน้า

ครู : ทอม เห็นด้วยไหม

ทอม : เห็นด้วยครับ เพราะผมคิดว่าความชันแบบที่สองเท่ากับ 10/12 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1

ครู : ฉะนั้นจากที่ เจนนิเฟอร์ และ ทอม พูดมาแสดงว่าขั้นบันไดแบบแรกมีความชัน 12/12 หรือความชันเท่ากับ 1 ซึ่งชันมากกว่าขั้นบันไดแบบที่สองที่มีความชันเท่ากับ 10/12 ถูกต้องไหม...

[นักเรียนทุกคนพยักหน้า และตอบว่าใช่]

ครู : ถ้าเช่นนั้นย้อนกลับไปที่โจทย์เดิมของเราแล้วลองคิดใหม่อีกที ตอนนี้ลองเทียบเคียงสิ่งที่เราได้เรียนรู้จากบนกระดานดำกับจุด (0, 0) และ (4, 1) ดูบ้าง แล้วคิดซิว่าความชันควรจะเป็นเท่าไร

เจนิเฟอร์ : เอ่อ... เราเคลื่อนขึ้นไป 1 และเดินหน้า 4 ...

ครู : ใช่... เราควรจะได้ว่าค่าของความชันเป็นเท่าไร

ลาน่า : เราก็ต้องเอาจำนวนมาหารกัน

ครู : แล้วเราจะหารมันยังไง

[มีนักเรียนตอบทั้ง 1/4 และ 4/1]

ลาน่า : หนูว่าเท่ากับ 4 เพราะเราสามารถหาร 4 ด้วย 1

เจนนิเฟอร์ : แต่ 4 มีค่ามากกว่า 1/4 นะ และ 4 ก็น่าจะชันกว่า 12/12 ในรูปบนกระดาน ดังนั้นหนูว่ามันเป็นการเคลื่อนไปข้างหน้า 4 และสูงขึ้น 1 นะ ไม่ใช่เคลื่อนไปข้างหน้า 1 และสูงขึ้น 4

ทอม : ใช่... ผมก็ว่า 1/4

ครู : ทอม ทำไมถึงคิดว่าเป็น 1/4 ล่ะ

ทอม : ก็เหมือนกับกรณีบันไดอาคารเรียน มันเป็นปริมาณที่เราเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงหารด้วยปริมาณที่เราเคลื่อนที่ไปข้างหน้าซึ่งเท่ากับ 10/12 ไม่ใช่ 12/10

ครู : ลาน่า เธอคิดยังไงกับสิ่งที่ ทอม และ เจนนิเฟอร์ พูด

ลาน่า : จริงด้วยค่ะ หนูเห็นด้วย มันดูเป็นไปได้มากกว่าเพราะถ้าความชันเป็น 4 มันน่าจะชันกว่าค่าความชันของ 12/12 แต่จริง ๆ แล้วเส้นตรงนี้ไม่ได้ชันขนาดนั้น

ครู : เอาล่ะ ตอนนี้ครูอยากให้พวกเราลองพิจารณาจุด (–1, 3) และ (2, 5) แล้วลองเขียนแสดงวิธีการหาค่าความชันดูซิ...

จากตัวอย่างบทสนทนาจะเห็นว่า ครั้งแรกที่ครูตั้งคำถามแล้วไม่มีการตอบสนองจากนักเรียน แทนที่ครูจะบอกเนื้อหาไปเลย แต่ครูใช้วิธีการปรับเปลี่ยนคำถามใหม่ เพื่อสำรวจความคิดพื้นฐานของผู้เรียนก่อน แล้วพยายามค่อย ๆ ถามเชื่อมโยงกับสิ่งที่ผู้เรียนรู้อยู่เดิม เมื่อนักเรียนตอบได้ไม่ตรงเป้าหมายหรือยังไม่ชัดเจน ครูก็อาจใช้วิธีถามเพิ่มหรือให้เพื่อนนักเรียนคนอื่นลองช่วยกันอภิปรายเสริมต่อ เป็นการถามเพื่อเดินหน้าไปทีละน้อย ๆ จนกว่าจะถึงเป้าหมายที่ครูต้องการ นักเรียนทั้งห้องจะไม่รู้สึกเลยว่าครูกำลังสอนเนื้อหาอยู่ แต่ความรู้เหล่านั้นได้มาจากสิ่งที่เขาและเพื่อน ๆ ร่วมกันคิดร่วมกันเรียนรู้ หากแต่เบื้องหลังของการคิดเกิดจากคำถามของครูทั้งสิ้น คำถามของครูจึงเปรียบเสมือนกับบันไดที่ครูวางทอดเพื่อให้ผู้เรียนก้าวเหยียบขึ้นไปทีละขั้น จนถึงเป้าหมายของการเรียนรู้ หากครูมีศิลปะในการตั้งคำถามเช่นนี้แล้วก็เชื่อได้ว่า *“ทุกคำถามจะได้รับคำตอบ”*

บรรณานุกรม

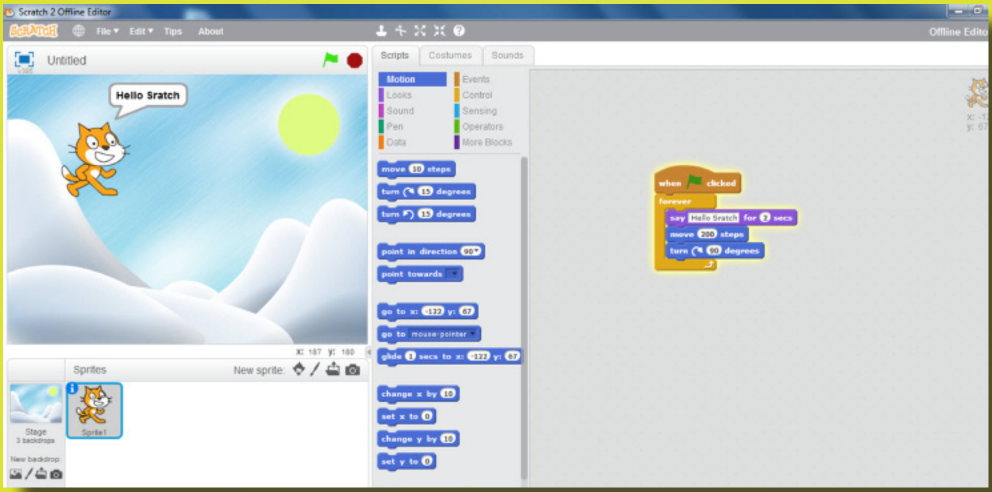
Herbel-Eisenmann, Beth A. & Breyfogle, M. Lynn. (2005). Questioning Our Patterns of Questioning. *Mathematics Teaching in the Middle School, 10* (9), 484-489.

Student Achievement Division. (2013). Asking Effective Questions:The Capacity Building Series. Retrieved December 20, 2013, from http://www.edu.gov.on.ca/eng/literacynumeracy/inspire/

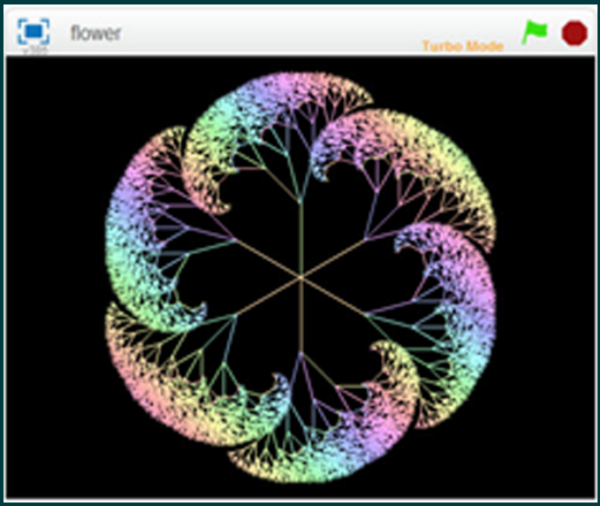
ทัศนีย์ กรองทอง
นักวิชาการ สาขาคอมพิวเตอร์ สสวท. / e-mail: tkron@ipst.ac.th

แนะนำ Scratch 2.0

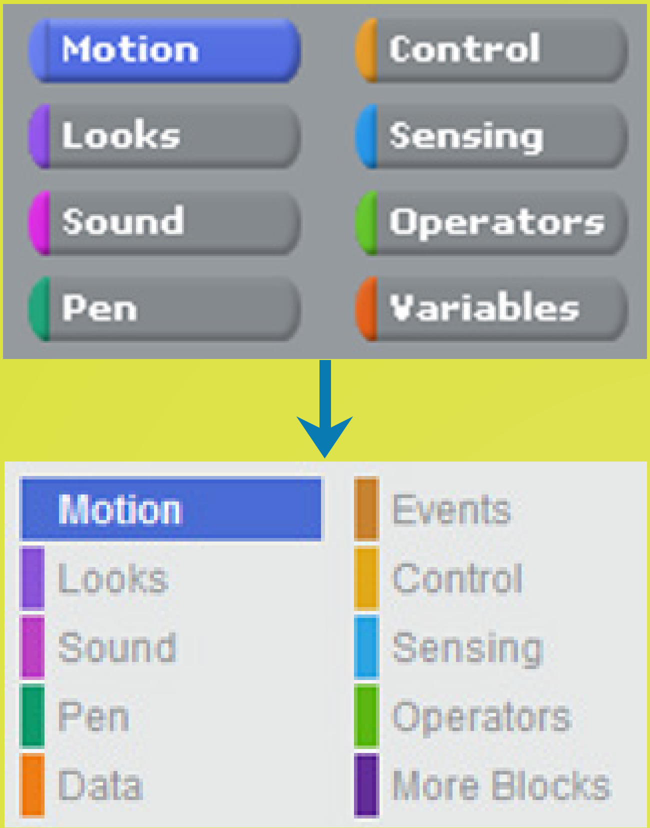
หลายท่านที่คลุกคลีกับวงการการเขียนโปรแกรมคงเคยได้ยินชื่อโปรแกรม Scratch ซึ่งเป็นโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์เชิงกราฟิกที่ใช้งานง่าย และมีคำสั่งที่หลากหลายที่ใช้ในการสร้างงาน จึงช่วยจุดประกายความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการได้มากมาย Scratch นำเสนอการใช้งานในลักษณะของตัวละครและเวที โดยการทำงานของตัวละครแต่ละตัว และเวที สามารถทำงานขนานกันไปได้ ผู้เขียนโปรแกรมสามารถสั่งงานด้วยการสร้างสคริปต์หรือชุดคำสั่งที่เข้าใจง่ายซึ่งมาในรูปของบล็อกคำสั่ง ทำให้ไม่ต้องกังวลในการพิมพ์คำสั่งที่อาจทำให้เกิดความผิดพลาด ผู้เขียนโปรแกรมเพียงแค่ลากบล็อกคำสั่งมาวางต่อกันเป็นลำดับขั้นตอนก็สามารถสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามต้องการได้ นอกจากนี้ Scratch ยังได้จัดบล็อกคำสั่งไว้เป็นกลุ่มตามลักษณะการใช้งาน ทำให้เลือกใช้งานได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว



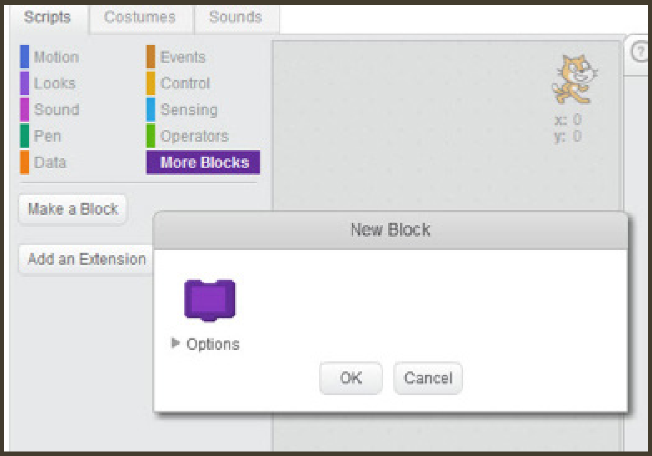
นำ Scratch ไปสร้างผลงานอะไรดี ด้วยการจัดการด้านกราฟิกที่ง่ายและมีความน่าสนใจ ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถมุ่งประเด็นไปในเรื่องของการสร้างสรรค์ผลงาน พัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม การคิดอย่างเป็นระบบ และการทำงานร่วมกัน การสร้างงานด้วย Scratch เช่น งานศิลปะ การนำเสนอเรื่องราว นิทาน ภาพเคลื่อนไหว เกม บทเรียนช่วยสอน

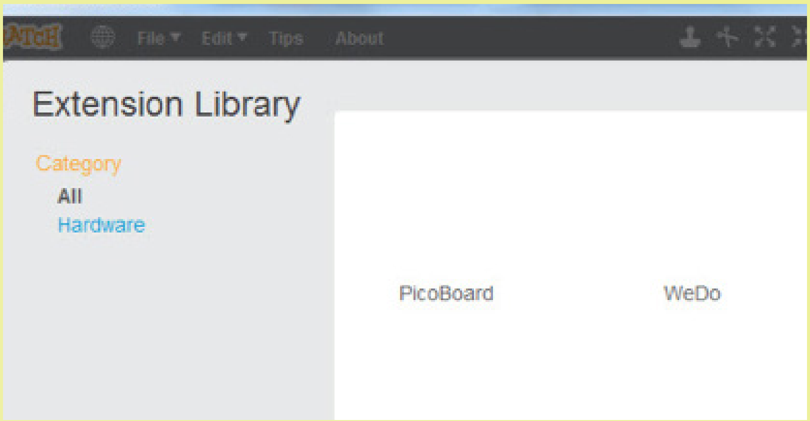


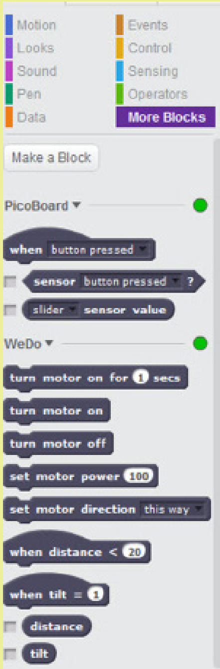
โปรแกรม Scratch พัฒนาโดยห้องปฏิบัติการสื่อ (MIT Media Lab) สถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ สหรัฐอเมริกา Scratch ออกแบบมาให้ใช้กับเด็กอายุ 8-16 ปี แต่จริง ๆ แล้วก็เป็นทางเลือกที่ดีทางหนึ่งสำหรับผู้ที่ต้องการเริ่มต้นเขียนโปรแกรม ปัจจุบัน Scratch ถูกพัฒนามาถึงรุ่น 2.0 ซึ่งได้ปรับปรุงมาจากรุ่น 1.4 และต้องสร้างโปรแกรมผ่านเว็บไซต์แบบออนไลน์เท่านั้น ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ได้เผยแพร่รุ่น 2.0 offline (beta) ให้ผู้ใช้ดาวน์โหลดไปใช้งานได้ฟรี ซึ่งสามารถทำงานแบบแอปพลิเคชันโดดบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่ได้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ จาก Scratch 1.4 เป็น Scratch 2.0 นั้น ได้ทำการพัฒนาในหลายส่วน มีการปรับเปลี่ยนกลุ่มบล็อกใหม่จากเดิม 8 กลุ่มบล็อก เป็น 10 กลุ่มบล็อก และมีการเปลี่ยนชื่อกลุ่มบล็อกหรือคำสั่งให้เข้ากับลักษณะการใช้งานมากขึ้น เช่น Variables เปลี่ยนชื่อเป็น Data ซึ่งเป็นกลุ่มบล็อกที่เกี่ยวข้องกับคำสั่งที่จัดการตัวแปรและรายการ และมีการแยกบล็อกคำสั่งบางส่วนในกลุ่มบล็อก Control ที่ทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับเหตุการณ์ไปไว้ในกลุ่มบล็อก Events ซึ่งก็ทำให้การเลือกใช้งานง่ายยิ่งขึ้น



การเขียนโปรแกรมนั้นส่วนหนึ่งที่สำคัญคือ การแบ่งโปรแกรมเป็นส่วนย่อยเพื่อทำงานเฉพาะอย่าง ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเรียกและแก้ไขโปรแกรมได้ง่าย ผู้อื่นก็สามารถทำความเข้าใจกับโปรแกรมได้ง่ายกว่าการเขียนทุกอย่างเรียงต่อกันในส่วนเดียว ผู้พัฒนา Scratch ได้เล็งเห็นความสำคัญและความจำเป็นในการใช้งานโปรแกรมย่อยนี้ โดยเพิ่มกลุ่มบล็อกที่เกี่ยวกับการสร้างโปรแกรมย่อยใน Scratch 2.0 ไว้ในกลุ่ม More Blocks ชื่อ Make a Block ซึ่งเป็นคำสั่งสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อย ผู้เขียนโปรแกรมสามารถกำหนดชื่อโปรแกรมย่อยและชนิดข้อมูลรับเข้าได้





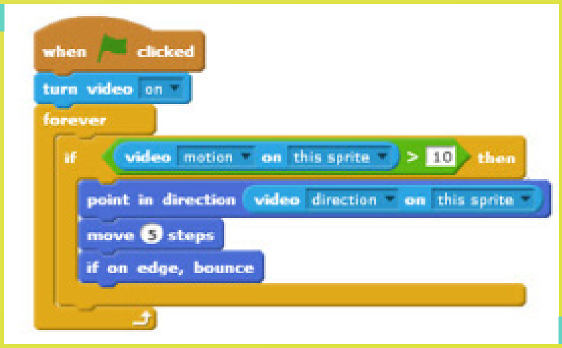


ภายในกลุ่มบล็อก More Blocks ยังมีการเตรียมการที่จะเพิ่มการใช้งานคำสั่งอื่น ๆ เอาไว้ด้วย เช่น คำสั่งที่ใช้กับบอร์ดเสริมเพื่อรับหรือส่งออกข้อมูล แต่กลุ่มบล็อกเหล่านี้ในปัจจุบันยังถูกซ่อนเอาไว้ หากกดแป้น Shift แล้วคลิกกลุ่มบล็อก More Blocks พร้อมกันจะปรากฏปุ่ม Add an Extension และเมื่อคลิกจะมี 2 ส่วนให้เลือกคือ PicoBoard และ WeDo ซึ่งในส่วนนี้ยังใช้งานไม่ได้

คำสั่งที่ใช้กับบอร์ดเสริมเหล่านี้บางส่วนมีอยู่ใน Scratch 1.4 อยู่แล้ว ไม่ว่าจะรับข้อมูลเข้าผ่านทางเซ็นเซอร์หรือตัวตรวจจับที่อยู่ในกลุ่มบล็อก Sensor หรือส่งออกข้อมูลออกทางมอเตอร์ที่อยู่ในกลุ่มบล็อก Motion ซึ่งในอนาคตอันใกล้ Scratch 2.0 จะปรับปรุงให้ใช้งานในส่วนนี้ได้

บล็อกคำสั่งอีกส่วนหนึ่งที่น่าสนใจคือ บล็อกคำสั่งเกี่ยวกับการจัดการวิดีโอ โดยบล็อกคำสั่งเหล่านี้จะอยู่ในกลุ่มบล็อก Sensing เราสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งาน Scratch กับกล้องเว็บแคม ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวไม่ว่าจะเป็นตัวละคร หรือเวทีได้

นี่เป็นเพียงส่วนหนึ่งของคำสั่งที่ใช้ใน Scratch ยังมีคำสั่งอื่น ๆ ให้ใช้งานอีกมากมาย ผู้ใช้สามารถเข้าไปเรียนรู้หรือดาวน์โหลดโปรแกรมได้ในเว็บไซต์ http://scratch.mit.edu/ นอกจากเว็บไซต์นี้จะให้ข้อมูลความรู้แล้ว ยังเป็นแหล่งชุมชนออนไลน์ให้เรียนรู้วิธีทำงานร่วมกันโดยผู้ใช้สามารถเผยแพร่ แลกเปลี่ยนผลงาน หรือดูตัวอย่างจากผู้ใช้ท่านอื่นที่อัปโหลดไว้ได้ การเรียนรู้จากสคริปต์ผู้อื่นก็สามารถทำให้เราเข้าใจมากขึ้น และเห็นแนวทางในการสร้างงานที่หลากหลาย เพื่อนำไปใช้พัฒนาหรือปรับปรุงผลงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ร่วมถึงเผยแพร่ผลงานของเราให้ผู้อื่นได้ศึกษาเรียนรู้ต่อไปได้ในอนาคต



บรรณานุกรม

Scratch. สืบค้นเมื่อ 17 มีนาคม 2557, จาก http://scratch.mit.edu/.

สุบรรณ ตั้งศรีเสรี
นักวิชาการ สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท. / e-mail : sutan@ipst.ac.th

สแกนโค้ดนี้เพื่อ
ชมภาพเคลื่อนไหว

845 million
monthly active users

2.7 billion
Likes & Comments per day

ประโยชน์ของการใช้ Facebook กับการเปิดโลกทัศน์ใหม่ทางสถิติ

250 million
photos uploaded per day

100 billion
friendships

ในปัจจุบันสังคมออนไลน์ ได้เข้ามามีบทบาทกับการใช้ชีวิตของเรามากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสาร การแลกเปลี่ยนความรู้ การรับ-ส่งข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ การนัดหมายงาน ซึ่ง Facebook ถือเป็นช่องทางหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากสามารถติดต่อสื่อสารได้อย่างรวดเร็วทั้งในรูปแบบของข้อความและรูปภาพ ช่วยให้เกิดการเรียนรู้และแบ่งปัน (Learn and Share) ซึ่งกันและกัน โดยทั่วไปมีลักษณะการใช้งาน Facebook อยู่ 2 ลักษณะ ได้แก่

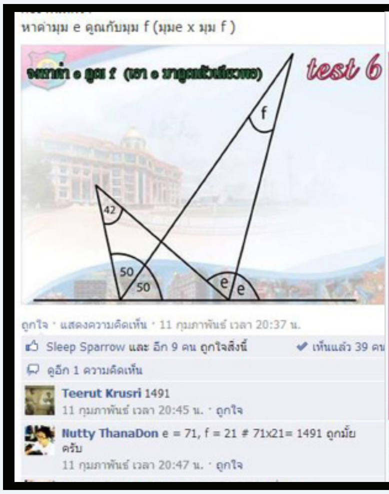
1. Personal Timelines เป็น Facebook สำหรับใช้งานส่วนบุคคล ไม่ใช้เพื่อเชิงพาณิชย์ โดยต้องใช้งาน ภายใต้ชื่อเฉพาะบุคคลและมีรายละเอียดเกี่ยวกับคน ๆ นั้น เช่น วันเกิด สถานศึกษา ที่ทำงาน ประเทศ ซึ่งรองรับสมาชิก(Friends) ได้เพียง 5,000 คนเท่านั้น

2. Facebook Pages เป็น Facebook สำหรับใช้เพื่อโฆษณา ประชาสัมพันธ์ ขายสินค้า เพื่อความบันเทิงหรือแนะนำหน่วยงาน สถานที่ท่องเที่ยวโดยมีการเชื่อมต่อผู้คนเข้ากับหัวข้อที่ตนสนใจ เช่น ธุรกิจ องค์กร หรือบุคคลที่มีชื่อเสียง ซึ่งรองรับสมาชิกได้ไม่จำกัดจำนวน

นอกจากนี้ได้มีการนำ Facebook มาใช้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์บ้างแล้ว เช่น การนำเสนอปัญหา คำถามที่น่าสนใจ เกร็ดความรู้ ประวัติินักคณิตศาสตร์ การถามตอบ การเฉลยแบบฝึกหัด ตลอดจนการประชาสัมพันธ์การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ดังรูป

(1) แสดงปัญหาทางคณิตศาสตร์
ที่ใช้ความรู้ทางพีชคณิต

(2) นักคณิตศาสตร์ Étienne Bézout
(ค.ศ. 1730–1783)



(3) แสดงปัญหาทางคณิตศาสตร์
ที่ใช้ความรู้ทางเรขาคณิต

(4) แสดงสาระที่เป็นประโยชน์ต่อ
การดำรงชีวิตประจำวัน

รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างการใช้ Facebook เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

นอกจากนี้ การใช้ Facebook ยังสามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการหาข้อมูลที่เข้าถึงได้ยาก ข้อมูลเชิงลึก ซึ่งการสัมภาษณ์เพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ และFacebook ยังสามารถช่วยในการรวบรวมข้อมูลได้ถูกต้องและครบถ้วนในการทำโครงงานของนักเรียนหรือการทำวิจัยในชั้นเรียนของครู เช่น

ครูมอบหมายให้นักเรียนทำโครงงานเพื่อสำรวจเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนที่นักเรียนศึกษาอยู่ นักเรียนสามารถใช้ Facebook มาช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล ให้มีความหลากหลายและมีข้อเท็จจริงมากกว่าการสัมภาษณ์จากนักเรียนแต่ละคนโดยตรง ทำให้ข้อมูลที่ได้ สามารถนำไปวิเคราะห์แนวโน้มหรือทำนายผลได้ชัดเจนและแม่นยำมากยิ่งขึ้น ก่อนการนำไปอ้างอิงกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งหมดต่อไป

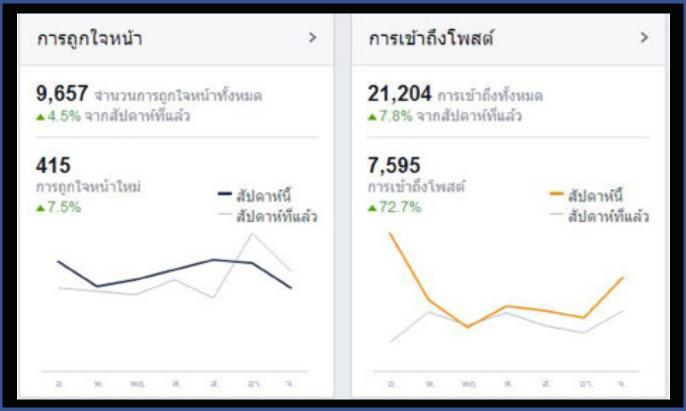
นอกจากการใช้ Facebook ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ในชั้นเรียนก็ได้มีการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาให้นักเรียนฝึกจำแนกประเภทของข้อมูล วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้ในรูปแบบของตาราง กราฟแท่งหรือกราฟเส้น โดยนักเรียนสามารถใช้ Facebook เป็นช่องทางในการนำเสนอข้อมูลและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือศึกษาค้นคว้าเนื้อหาจากเอกสารหรือวีดิทัศน์ที่ครูมอบหมายก่อนเข้าเรียนในคาบถัดไป

ต่อไปผู้เขียนจะขอนำเสนอประโยชน์ของการใช้ Facebook กับการสำรวจข้อมูล ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบการเรียนสถิติแบบปกติและแบบใช้ Facebook

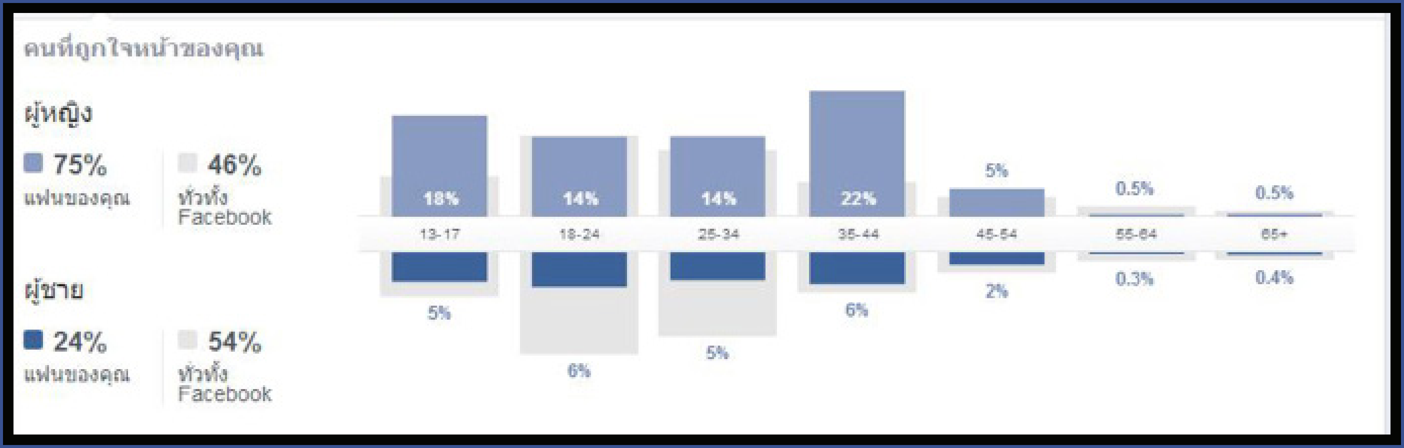
ประเด็น	แบบปกติ	แบบใช้ Facebook
การเก็บรวบรวมข้อมูล	สามารถสำรวจข้อมูลได้โดยใช้แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์หรือแบบสังเกต เป็นต้น และมีปฏิสัมพันธ์ได้เมื่อพบกับกลุ่มตัวอย่างเท่านั้น	สามารถสำรวจข้อมูลได้โดยไม่ต้องไปเก็บข้อมูลด้วยตนเอง และมีปฏิสัมพันธ์กันได้ แม้ไม่ได้พบกับกลุ่มตัวอย่าง
จำนวนข้อมูล	อาจจะได้จำนวนไม่ครบตามที่ต้องการ และอาจเกิดการสูญหายของข้อมูล เช่น กรณีส่งไปรษณีย์แล้วไม่ได้รับข้อมูลกลับมา	ได้กลุ่มตัวอย่างที่ดีและเข้าถึงข้อมูลได้สะดวกกว่าแบบปกติ สามารถเพิ่มหรือลดจำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนข้อมูล ได้ตรงตามความต้องการ
ลักษณะของข้อมูล	ข้อมูลที่ได้อาจไม่น่าสนใจและเปลี่ยนแปลงได้ยาก เนื่องจากต้องกลับไปรวบรวมข้อมูลอีกครั้ง	ข้อมูลที่ได้มีความน่าสนใจมากกว่าข้อความทั่วไป เพราะสามารถใส่รูปภาพ หรือแสดงความรู้สึกได้ และยังสามารถเพิ่มหรือลดข้อมูลได้ง่ายกว่า
เวลา	ใช้เวลาในการนัดหมาย การเดินทางไปสำรวจและการรับ-ส่งข้อมูล	ไม่เสียเวลาในการนัดหมาย การรับ-ส่งข้อมูล เนื่องจากสามารถติดต่อสื่อสารผ่านทาง Facebook ได้โดยตรง
ค่าใช้จ่าย	มีค่าใช้จ่าย เช่น ค่าใช้จ่ายในการโทรศัพท์เพื่อนัดหมายหรือสัมภาษณ์การส่งเอกสารทางไปรษณีย์ การเดินทางไปเก็บข้อมูล	มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าแบบปกติ เพราะสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ผ่านทาง Facebook ได้ตลอดเวลา
การวิเคราะห์ การแปลผลข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล	ข้อมูลที่ได้ยังเป็นข้อมูลดิบ ซึ่งต้องนำมาวิเคราะห์อีกครั้งด้วยการลงมือวิเคราะห์เองก่อนนำไปแปลผลเพื่อนำเสนอต่อไป	Facebook Pages จะมีการนับจำนวนคนที่มากด Like หรือเห็นข้อความที่มีการตอบโต้อย่างชัดเจนผู้ใช้สามารถวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิแท่งและกราฟเส้นโดยใช้ข้อมูลเฉพาะ (feature)ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

ตัวอย่างของการนำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิแท่งและกราฟเส้น ดังรูป



(1) เปรียบเทียบจำนวนการกด Like และการเข้าถึงข้อมูลในช่วงเวลาที่ต่างกัน

(2) เปรียบเทียบจำนวนการถูกใจ การแสดงความคิดเห็น และการแชร์ข้อมูลในแต่ละวันของเดือน



(3) แสดงร้อยละของข้อมูล ด้าน เพศ ช่วงอายุของคนที่ถูกใจ Facebook Pages

รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างของการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ด้วย Facebook Pages ในรูปแผนภูมิแท่งและกราฟเส้น

จากตัวอย่างการใช้ Facebook ในการเก็บรวบรวมข้อมูล พบว่า Facebook Pages สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลของคนที่เข้ามาเยี่ยมชมได้ ผ่านแผงควบคุมสำหรับผู้ดูแล (Admin Panel) ที่ปรากฏบน Facebook เพื่อใช้ตรวจสอบข้อมูลเชิงลึก โดยผู้ดูแล Facebook Pages สามารถตรวจสอบรายละเอียดของคนที่เข้ามากด Like ได้หลากหลายรูปแบบ จำแนกตาม เพศ ช่วงอายุ จำนวนคนที่เข้ามาชม ทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูล อีกทั้งยังสามารถติดตามการกด Like หรือ การกด Share ได้อีกด้วย โดยข้อมูลที่รวบรวมได้ มีเพียงผู้ดูแล (Admin Facebook Pages) เท่านั้น จะทราบข้อมูลที่แท้จริง เพื่อนำไปปรับปรุง Facebook Pages ให้บรรลุความต้องการของตนเองได้

นอกจากนี้ ผู้เขียนยังพบว่า นักเรียนสามารถใช้ประโยชน์จาก Facebook ในการเรียนสถิติได้ เพราะเป็นสิ่งที่ใกล้ตัวนักเรียน สามารถใช้งานได้ทุกที่ ทุกเวลาที่มีอินเทอร์เน็ต อีกทั้งนักเรียนส่วนมากยังคุ้นเคยกับการใช้ Facebook อยู่แล้วในชีวิตประจำวัน จึงทำให้รู้สึกใช้งานไม่ยากและเป็นการเรียนรู้ที่ไม่น่าเบื่อหน่าย ซึ่งถือได้ว่าเป็นประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านการใช้สังคมออนไลน์ และในการตัดสินใจบางอย่างที่ต้องใช้ข้อมูลหรือสถิติ หาข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจ จากแนวโน้ม (trends) ของข้อมูลในช่วงเวลานั้น เช่น การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ เครื่องสำอาง การเลือกตั้ง การเลือกศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะเลือกในสาขาที่ตนเองมีความถนัด ร่วมกับการพิจารณาจาก ข้อมูล สถิติของคะแนนต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลเพิ่มเติมมาประกอบการตัดสินใจเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

Facebook จึงถือเป็นช่องทางหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนเข้าถึงข้อมูลและสถิติต่าง ๆ ได้สะดวกมากขึ้น ตั้งแต่การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูลและการแปลความหมาย เพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนต่อไป อีกทั้ง Facebook ยังส่งเสริมการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้ปัญหา การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการใช้สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยี และแหล่งข้อมูล ซึ่งเป็นทักษะที่นักเรียนควรได้รับการส่งเสริม และพัฒนาการเรียนรู้เพิ่มเติมให้มากขึ้น ในศตวรรษที่ 21 ทั้งในและนอกห้องเรียน เพื่อให้สังคมไทยเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้อย่างแท้จริง

บรรณานุกรม

Ahn, Tony. *Facebook statistics 2012: New data revealed in IPO Filing*. สืบค้นเมื่อ 13 มกราคม 2557, จาก http://tonyahn.com/2012/02/2012-Facebook-statistics-new-data-revealed-ipo-filing.

Facebook. สืบค้นเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2557, จาก https://www.facebook.com/help/175644189234902.

Fun Math with IPST. สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2557, https://www.Facebook.com /FunMath WithIpst?fref=ts.

IPST Thailand. สืบค้นเมื่อ 16 กุมภาพันธ์ 2557, จาก https://www.Facebook.com/photo.php?fbid=617904338245958&set=pb.145276782175385.-2207520000.1389944047.&type=3&theater.

Mathtalent. สืบค้นเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2557, จาก https://www.Facebook.com/MathTalent sk =insights&section=navPeople https://www.facebook.com/help/175644189234902/.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สุชาดา ปัทมวิภาต
นักวิชาการ สาขาวิจัย สสวท. / e-mail : sthai@ipst.ac.th

การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA 2015

การประเมินผลด้าน "การรู้เรื่องคณิตศาสตร์" (Mathematical Literacy) เป็นหนึ่งในสามด้านของการประเมินผลในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ซึ่งในรอบการประเมินที่ผ่านมาของ PISA 2012 การประเมินด้านคณิตศาสตร์ถือเป็นการประเมินวิชาหลัก และจากผลการประเมินพบว่า นักเรียนไทยยังมีคะแนนด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) แต่ผลการประเมินก็มีแนวโน้มที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับ PISA 2009

แม้ว่าในการประเมินรอบต่อไปของ PISA 2015 ที่จะมีขึ้นในปี พ.ศ. 2558 จะไม่ได้เน้นการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นวิชาหลักของการประเมิน แต่ด้วยรูปแบบการสอบที่เปลี่ยนไปของ PISA 2015 ซึ่งใช้คอมพิวเตอร์ในการทำแบบทดสอบ (Computer-based) นั้น ข้อสอบด้านนี้ก็มีจุดน่าสนใจอยู่หลายประเด็น จึงอยากชวนท่านผู้อ่านมาดูกันว่าแบบทดสอบคณิตศาสตร์ของ PISA 2015 จะเป็นรูปแบบใด

การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามแนวทาง PISA เป็นอย่างไร

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้ และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

กรอบการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA 2015 มีดังนี้

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ช่วยให้รู้และเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในชีวิตจริงได้ โดยแบบทดสอบของ PISA ไม่ได้เน้นวัดความรู้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนตามหลักสูตรในโรงเรียน แต่เน้นการนำคณิตศาสตร์ที่เคยได้เรียน เอามาใช้ในสถานการณ์ของชีวิตจริง นักเรียนต้องสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริงในบริบทต่าง ๆ ที่หลากหลาย ทั้งที่เกิดใกล้ตัวหรือในสังคมภายนอก โดยนักเรียนต้องใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา เริ่มจากต้องคิดให้ได้ว่าคณิตศาสตร์ไปเกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นอย่างไร และแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปแบบปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ได้ผลลัพธ์ จากนั้นจึงตีความและประเมินผลลัพธ์ที่ได้ไปสู่บริบทในชีวิตจริง

แบบทดสอบของ PISA จะประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน ว่าสามารถทำกระบวนการต่อไปนี้ได้ดีเพียงใด

การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

- ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง
- ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่าย เพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น
- แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของคณิตศาสตร์

การใช้หลักการ /กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

- คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้
- ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม
- นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา

การตีความ และประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

- ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง
- ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง
- อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหา

สำหรับสัดส่วนของข้อสอบคณิตศาสตร์ของ PISA 2015 จะวัดกระบวนการการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ประมาณ 25% วัดการใช้หลักการหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ประมาณ 50% และวัดการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ประมาณ 25%

ตัวอย่างแบบทดสอบคณิตศาสตร์ใน PISA 2015 เป็นอย่างไร

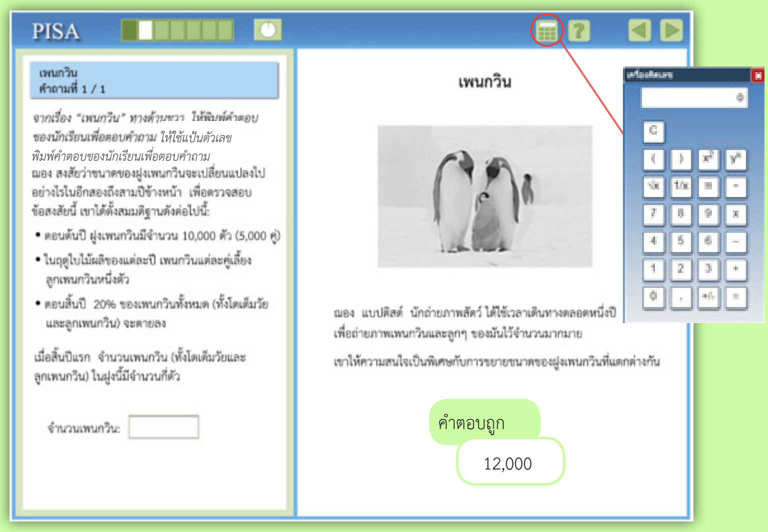
ในแบบทดสอบ นักเรียนจะต้องอ่านเนื้อเรื่องในสถานการณ์และข้อมูลที่ให้มา แล้วตอบคำถามด้วยการคลิกเลือกคำตอบซึ่งมีทั้งแบบเลือกตอบธรรมดาและเลือกตอบเชิงซ้อน การเลือกคำตอบจากรายการที่กำหนดให้ การพิมพ์คำตอบเป็นตัวเลข หรือพิมพ์อธิบายคำตอบพร้อมแสดงวิธีการคำนวณ โดยปกติการทำข้อสอบ PISA สามารถใช้เครื่องคิดเลขได้ สำหรับแบบทดสอบที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการทำข้อสอบจึงมีเครื่องคิดเลขเพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณ และปุ่มสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไว้สำหรับพิมพ์สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

เพื่อให้ท่านผู้อ่านทราบลักษณะและวิธีในการตอบคำถาม ลองมาดูตัวอย่างข้อสอบคณิตศาสตร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการทำข้อสอบกันเลยค่ะ

เรื่อง เพนกวิน

คำถามที่ 1 คำถามข้อนี้จัดอยู่ในบริบทเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดเนื้อหาด้านปริมาณ คำถามนี้ต้องการให้นักเรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ แล้วคำนวณจำนวนเพนกวินจากข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง จึงเป็นการวัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้าน**การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์**

เพราะต้องเข้าใจสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงและนำมาแปลงให้อยู่ในรูปคณิตศาสตร์ ลักษณะการตอบเป็นแบบพิมพ์คำตอบที่เป็นตัวเลข โดยนักเรียนสามารถใช้เครื่องคิดเลขที่อยู่มุมบนขวาเป็นตัวช่วยในการคำนวณ เมื่อได้คำตอบแล้วให้นำตัวเลขที่คำนวณได้ไปเติมลงในช่องว่างที่กำหนดไว้ โดยการพิมพ์ตัวเลข ตัวอย่างทางด้านขวา



ตัวอย่างวิธีการคิด :

จำนวนเพนกวินในฝูง ตอนต้นปี 10,000 ตัว 5,000 คู่

จำนวนลูกเพนกวิน ฤดูใบไม้ผลิ 5,000 ตัว

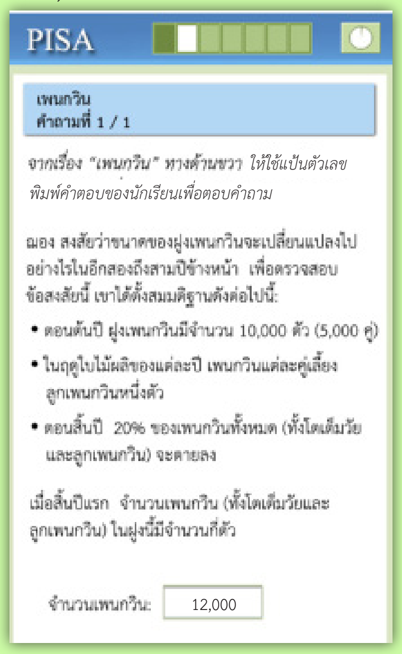
รวมจำนวนเพนกวินทั้งหมด 10,000 + 5,000 = 15,000 ตัว

จำนวนเพนกวินที่ตายไป ตอนสิ้นปี (15,000)x20/100 = 3,000 ตัว

จำนวนเพนกวินในฝูง เมื่อสิ้นปีแรก

มีจำนวน 15,000 – 3,000 = 12,000 ตัว

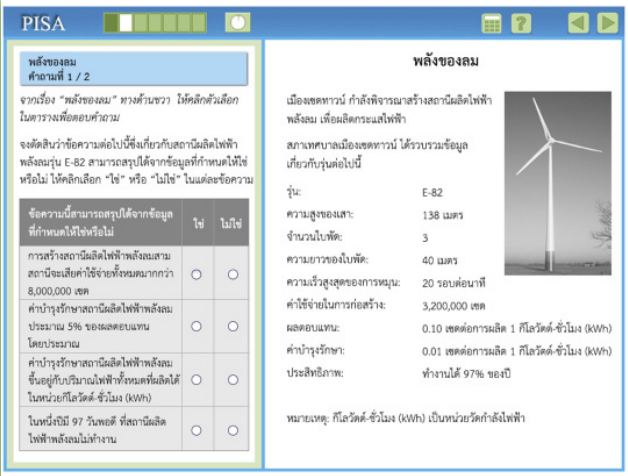
จากตัวอย่างทางด้านขวาล่าง เมื่อคำนวณได้คำตอบว่า เมื่อสิ้นปีแรกจะมีนกเพนกวินในฝูงจำนวน 12,000 ตัว จึงพิมพ์ตัวเลข 12,000 ลงในช่องว่างที่กำหนด



เรื่อง พลังของลม

เนื้อเรื่องได้ให้ข้อมูลคุณสมบัติเกี่ยวกับสถานีผลิตไฟฟ้าพลังลม รุ่น E-82

คำถามที่ 1 คำถามข้อนี้จัดอยู่ในบริบทเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดเนื้อหาด้านการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ คำถามนี้ต้องการให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดให้ จึงเป็นการวัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้าน**การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์** เพราะต้องตีความผลลัพธ์ที่ได้กลับไปสู่บริบทชีวิตจริง และประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของผลลัพธ์ที่ได้



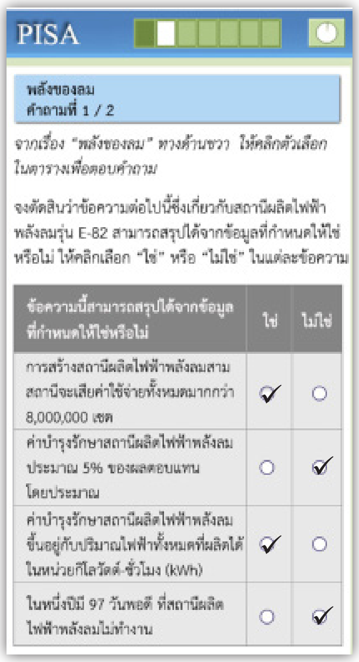
ตอบถูกทั้งสี่ข้อ:
ใช่ ไม่ใช่ ใช่ ไม่ใช่ ตามลำดับ

แนวคิดคำตอบ: โจทย์ต้องการทราบว่าข้อความแต่ละข้อนั้นสามารถสรุปได้จากข้อมูลที่กำหนดให้หรือไม่

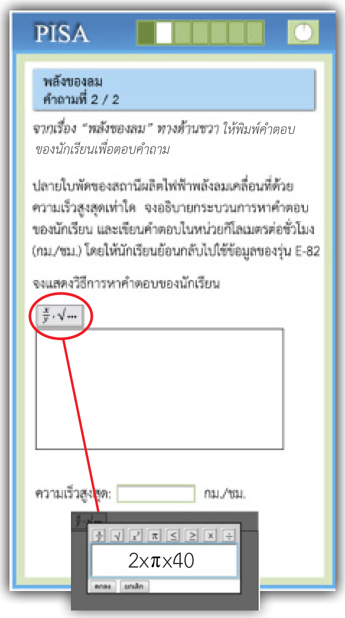
- ข้อความที่ 1: จากข้อมูลระบุว่า ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง 3,200,000 เซดต่อสถานี ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการสร้างสถานีผลิตไฟฟ้าพลังลม 3 สถานี เป็นเงิน 9,600,000 ข้อความแรก จึงสรุปได้ถูกต้องตามข้อมูลที่กำหนดให้
- ข้อความที่ 2: จากข้อมูลระบุว่า ค่าบำรุงรักษา 0.01 เซดต่อการผลิต 1 kWh และได้ผลตอบแทน 0.10 เซดต่อการผลิต 1 kWh ดังนั้น คิดเป็น 10% ของผลตอบแทน ข้อความที่ 2 จึงสรุปได้<u>ไม่</u>ถูกต้องตามข้อมูลที่กำหนดให้
- ข้อความที่ 3: จากข้อมูลระบุว่า ค่าบำรุงรักษา 0.01 เซดต่อการผลิต 1 kWh ดังนั้น เมื่อผลิตไฟฟ้ามากขึ้นเท่าใด ค่าบำรุงรักษาจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ในหน่วย kWh ข้อความที่ 3 จึงสรุปได้ถูกต้องตามข้อมูลที่กำหนดให้
- ข้อความที่ 4: จากข้อมูลระบุว่า ประสิทธิภาพของสถานีนี้ทำงานได้ 97% ของปี ดังนั้น ทำงานได้ประมาณ 354 วัน หรือจะไม่ทำงานประมาณ 11 วัน ข้อความที่ 4 จึงสรุปได้<u>ไม่</u>ถูกต้องตามข้อมูลที่กำหนดให้

ลักษณะคำถามข้อนี้เป็นเลือกตอบเชิงซ้อน (Complex Multiple Choice) โดยนักเรียนต้องคลิกเลือกคำตอบหนึ่งในสองตัวเลือกของแต่ละแถว และต้องตอบถูกทุกแถวจึงจะได้คะแนน

ในการตอบ ต้องคลิกเลือกช่อง "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" ในแต่ละแถว ดังภาพ



คำถามที่ 2 คำถามข้อนี้จัดอยู่ในบริบทเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และวัดเนื้อหาด้านการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ คำถามนี้ต้องการให้นักเรียนแก้ปัญหาจากบริบทที่กำหนดให้ จึงเป็นการวัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้าน**การใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา** โดยนำหลักการคิดเส้นรอบรูปวงกลมมาใช้ในการคำนวณระยะทางของการหมุนของใบพัดแล้วแปลงหน่วยตามที่โจทย์ต้องการ การตอบคำถามข้อนี้นักเรียนต้องพิมพ์คำตอบพร้อมแสดงวิธีทำ



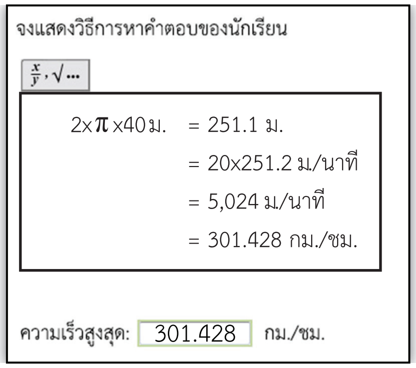
คำตอบถูก

คำตอบที่อยู่ในช่วง 288 – 302 รวมทั้งค่า 96π (หรือเทียบเท่า)

สำหรับข้อนี้หากนักเรียนแสดงวิธีการคำนวณได้ถูกต้องแต่ไม่ได้ตอบในหน่วย กม./ชม. ตามที่โจทย์ต้องการ นักเรียนจะได้คะแนนเพียงบางส่วนเท่านั้น คือ คำตอบที่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 288,000 ถึง 301,714 ม./ชม. หรือ 4,800 ถึง 5,029 ม./นาที หรือ 80 ถึง 84 ม./วินาที ตัวอย่างคำตอบ เช่น

2xπx40 ม. ≈ 250 ม. นั่นคือ

20x250 ม./นาที ≈ 5,000 ม./นาที ≈ 83 ม./วินาที



หมายเหตุ: ข้อสอบที่ต้องการให้นักเรียนแสดงวิธีทำจะมีปุ่มสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไว้ให้นักเรียนแทรกสัญลักษณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแสดงวิธีการคำนวณประกอบคำตอบของนักเรียน เช่น เครื่องหมายบวก ลบ คูณ หาร การพิมพ์เศษส่วน เลขยกกำลัง และเครื่องหมาย π เป็นต้น เมื่อนักเรียนแทรกสัญลักษณ์แล้วคลิก "ตกลง" สัญลักษณ์ดังกล่าวจะปรากฏในกรอบคำตอบของนักเรียน ดังตัวอย่างการพิมพ์คำตอบข้างล่าง

คำตอบถูก: ตัวอย่างคำตอบ เช่น

- ความเร็วสูงสุดของการหมุนเท่ากับ 20 รอบต่อนาที ระยะทางต่อการหมุนหนึ่งรอบเท่ากับ 2xπx40 ม. ≈ 250 ม. นั่นคือ 20x250 ม./นาที ≈ 5,000 ม./นาที ≈ 83 ม./วินาที ≈ 300 กม./ชม.
- 20 รอบต่อนาที

  = 1,200 รอบ/ชม.

  = 1,200x2πx40 ม./ชม.

  = 96π กม./ชม.

จากผลการประเมินในรอบที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนไทยมีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ที่อ่อนกว่าอีกสองด้านที่เหลือ ดังนั้น หากจะเตรียมตัวสำหรับ PISA 2015 ครูจึงควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการอ่านเพื่อทำความเข้าใจ ตีโจทย์หรือสถานการณ์ให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ได้ เพราะถือเป็นกระบวนการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ก่อนนำไปสู่กระบวนการอื่น ๆ ต่อไป

นอกจากนี้ จะเห็นได้ว่า ในการตอบคำถามแบบใช้คอมพิวเตอร์ นักเรียนต้องใช้เม้าส์คลิกเลือก หรือพิมพ์คำตอบ และสำหรับข้อสอบบางข้อ นักเรียนยังจำเป็นต้องแสดงวิธีทำโดยใช้ปุ่มสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วย ดังนั้น นอกจากนักเรียนจำเป็นต้องคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์ให้ได้แล้ว จึงจำเป็นต้องมีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถตอบคำถามและนำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบได้

***สามารถดาวน์โหลดผลการประเมินในรอบที่ผ่านมา และตัวอย่างข้อทดสอบของโครงการ PISA ได้ที่ http://pisathailand.ipst.ac.th/

บรรณานุกรม

OECD. (2013). *PISA 2015 Draft Mathematics Framework.* Paris: OECD.

เกตุวดี จังวัฒนกุล
ผู้ชำนาญ สาขาวิจัย สสวท. / e-mail : khamp@ipst.ac.th

สถิตินอนพาราเมตริก “The Mann - Whitney U Test”

จากการที่ได้นำเสนอเกี่ยวกับเรื่องสถิตินอนพาราเมตริกในฉบับที่ผ่านมา คงได้ทราบกันแล้วว่าในการวิจัยนั้นมักจะมีข้อจำกัด แต่ในข้อจำกัดมักจะมีทางแก้ไขเสมอ ในการวิเคราะห์ข้อมูลหากผู้วิจัยไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบของการวิจัย โดยใช้ “สถิติพาราเมตริก” ได้อันเนื่องมาจากฝืนข้อตกลงบางประการของการใช้สถิติ (“สถิตินอนพาราเมตริกกับการวิจัย” นิตยสาร สสวท. ปีที่ 36 ฉบับที่ 153) ผู้วิจัยก็สามารถนำสถิตินอนพาราเมตริกมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ เพราะสถิตินอนพาราเมตริกสามารถใช้ทดแทนสถิติพาราเมตริกได้ ดังนี้

สถิติพาราเมตริก	สถิตินอนพาราเมตริก
Z หรือ t (One Sample)	The Kolmogorov - Smirnov One - Sample Test
Z หรือ t (Two Independent Sample)	1. Median Test 2. Mann - Whitney U Test 3. Kolmogorov - Smirnov Two - Sample Test 4. Wald - Wolfowitz Runs Test
t (Two Related Samples)	1. Sign Test 2. Wilcoxon Matched Pairs Signed - Ranks Test
F (One - Way ANOVA)	1. Kruskal - Wallis One - Way ANOVA 2. Median Test
F (One - Way ANOVA with Repeated Measures หรือ Two - Way ANOVA)	Friedman Two - Way ANOVA

ในฉบับนี้ผู้เขียนจึงจะนำเสนอตัวอย่างการวิจัยที่ใช้สถิตินอนพาราเมตริกในการวิเคราะห์ข้อมูลที่น่าสนใจ คือ Mann - Whitney U Test เนื่องจากผู้เขียนคิดว่าหากผู้สอนในโรงเรียนที่คิดจะทำงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน สถิติประเภทนี้ก็จะเป็นตัวเลือกหนึ่งที่น่าสนใจไม่น้อย

The Mann - Whitney U Test เป็นสถิติที่ใช้ในการทดสอบว่ากลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มได้สุ่มมาจากประชากรกลุ่มเดียวกัน คล้ายกับการทดสอบค่าที (t - test) ในสถิติพาราเมตริก *สิ่งที่ต่างจากการทดสอบค่าที (t - test) คือ เราสามารถใช้สถิติประเภทนี้กับข้อมูลที่เราไม่ทราบว่ามีการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ หรือข้อมูลที่เรามีไม่ได้มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ* โดยผู้ที่ทำงานวิจัยจะต้องมีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มต้องเป็นอิสระจากกัน เช่น เพศต่างกัน ใช้การเรียนการสอนคนละวิธีกัน นอกจากนี้ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จะต้องมีมาตราการวัดอยู่ในระดับเรียงอันดับ (Ordinal Scale) ซึ่งมีลักษณะข้อมูลที่สามารถบอกอันดับของข้อมูลและความแตกต่างของข้อมูล เช่น นักเรียนสอบได้ที่ 1, 2, 3

การตั้งสมมติฐาน กำหนดให้มีกลุ่มประชากร A และกลุ่มประชากร B สมมติฐานการวิจัยประกอบด้วย

- Null Hypothesis: H_0 หมายถึง กลุ่มประชากร A และกลุ่มประชากร B มีลักษณะของการแจกแจงของข้อมูลเหมือนกัน

ซึ่งถ้าการทดสอบทางสถิติไม่ยอมรับ H_0 ก็แสดงว่ามีการ ยอมรับ Alternative Hypothesis: H_1

- Alternative Hypothesis: H_1 สามารถเขียนได้เป็นสามแบบ คือ

แบบที่ 1 H_1 : A ≠ B เป็นการทดสอบแบบสองทิศทาง (Two-Tailed)

แบบที่ 2 H_1 : A < B เป็นการทดสอบแบบทิศทางเดียว (One-Tailed)

แบบที่ 3 H_1 : A > B เป็นการทดสอบแบบทิศทางเดียว (One-Tailed)

ตัวอย่างปัญหาการวิจัย

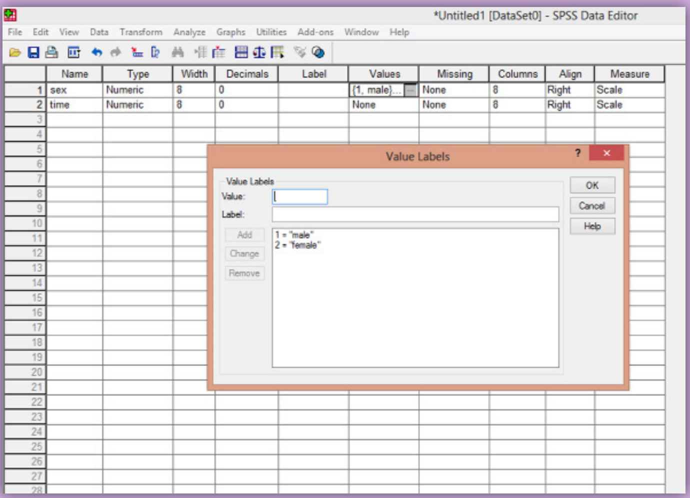
จากการศึกษาเวลาในการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงปรากฏว่า เวลา (นาที) ในการทดลองวิทยาศาสตร์ เป็นดังนี้

เพศ	เวลา (นาที)												
ชาย	15	11	17	13	16	14	13	12	14	19			
หญิง	12	10	13	12	13	12	11	12	10	13	17	13	15

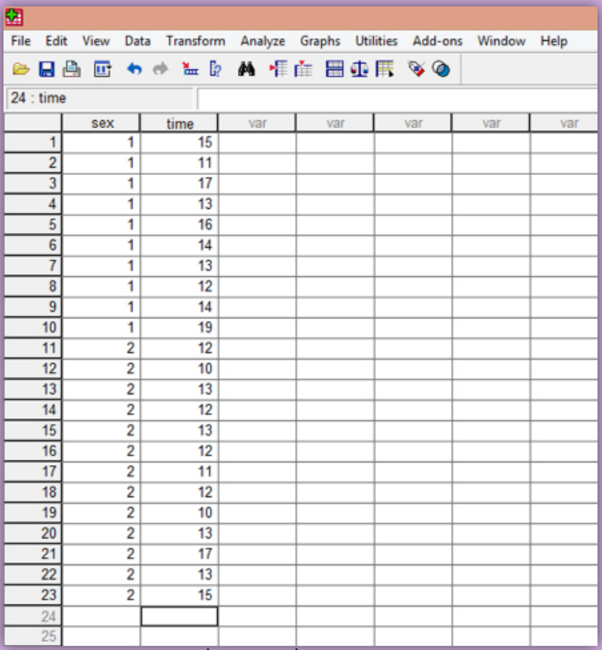
ครูต้องการทดสอบว่า เวลาในการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงแตกต่างกันหรือไม่

การทดสอบทางสถิตินั้นครูสามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ในการคำนวณได้ง่าย ๆ ดังนี้

1 การกำหนดตัวแปรลงในหน้าจอ Variable view กำหนดให้ Sex แทน เพศ โดย รหัส "1" แทนนักเรียนชาย และรหัส "2" แทน นักเรียนหญิง และ time แทน เวลา (นาที)

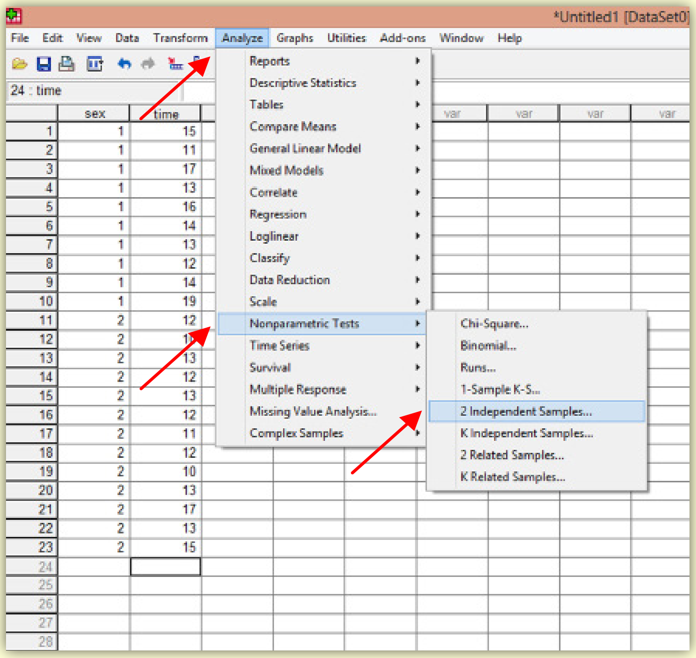


2 การบันทึกข้อมูลลงในหน้าจอ data view

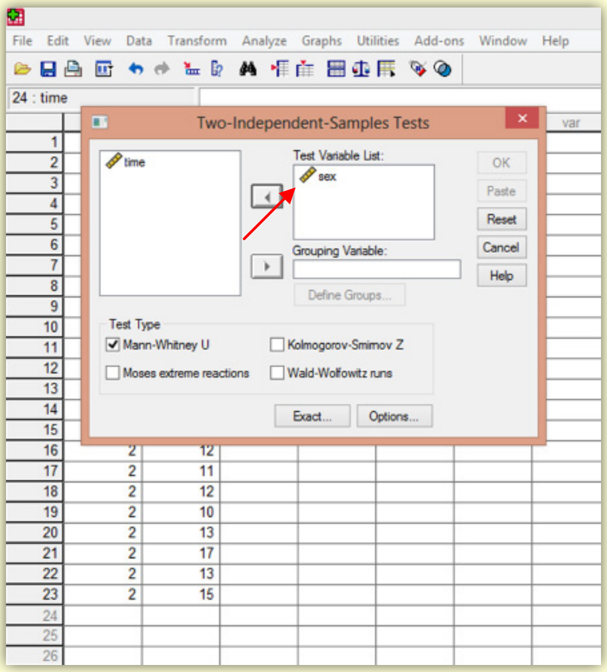


3 การวิเคราะห์ข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้

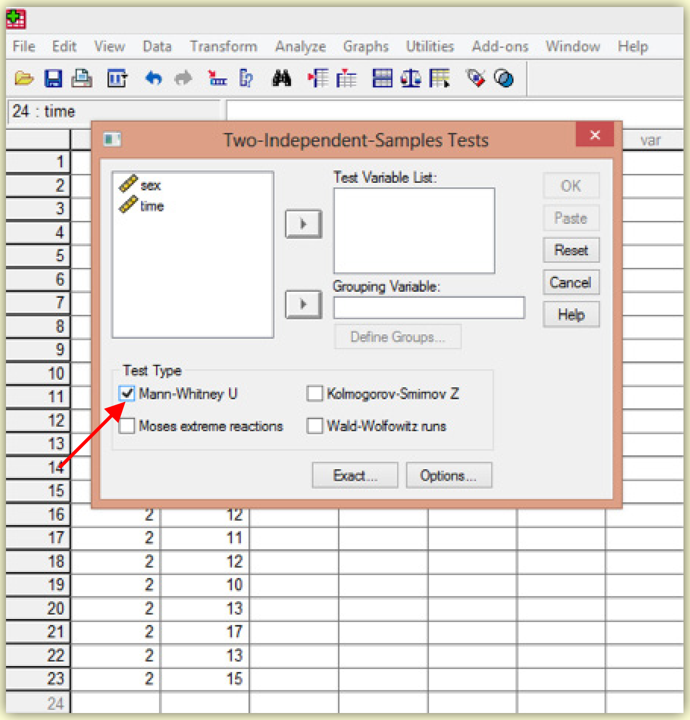
3.1 เลือกเมนู Analyze ⟶ Nonparametric Tests ⟶ 2 Independent Samples



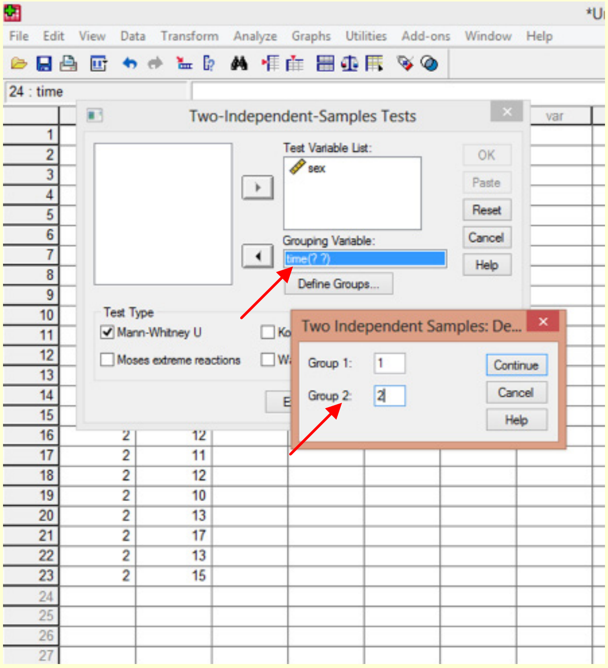
3.3 เลือกตัวแปร sex มาไว้ในบล็อกของ Test Variable



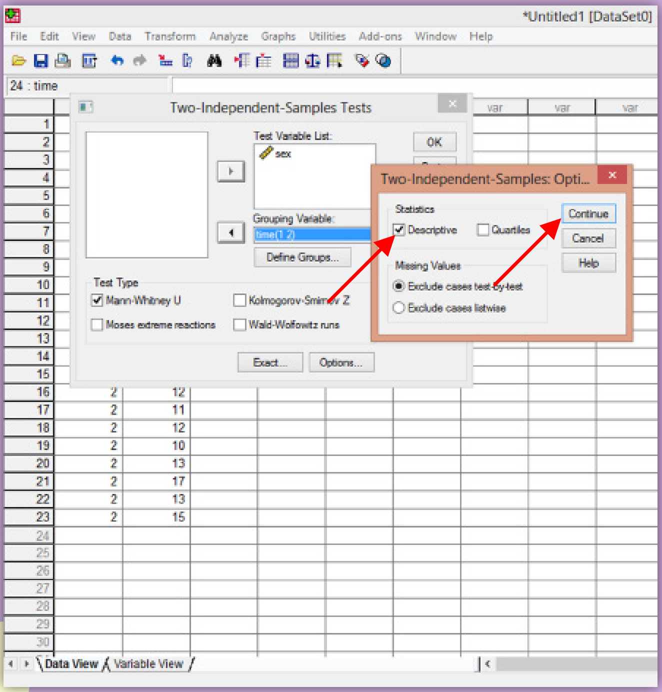
3.2 เลือกสถิติทดสอบ Mann - Whitney U



3.4 เลือกตัวแปร time มาไว้ในบล็อกของ Grouping Variable จากนั้นคลิก Define Group โดยกำหนดให้ “1” แทน นักเรียนชาย เป็น Group 1 และกำหนดให้ “2” แทน นักเรียนหญิง เป็น Group 2



3.5 ถ้าต้องการค่าสถิติเพิ่มเติมเลือกให้เลือก Option จากนั้นเลือกสถิติที่ต้องการ แล้วคลิกปุ่ม Continue



4 การแปรผลข้อมูล

Rank

	sex	N	Mean Rank	Sum of Ranks
time	male	10	15.15	151.50
	female	13	9.58	124.50
	Total	23		

ผลการวิเคราะห์นี้จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม ผลรวมอันดับ (Sum of Ranks) และค่าเฉลี่ยอันดับ (Mean Rank) ในแต่ละกลุ่ม ซึ่งจากข้อมูลจะเห็นว่ากลุ่มนักเรียนชายมีค่าเฉลี่ยอันดับสูงกว่านักเรียนหญิง

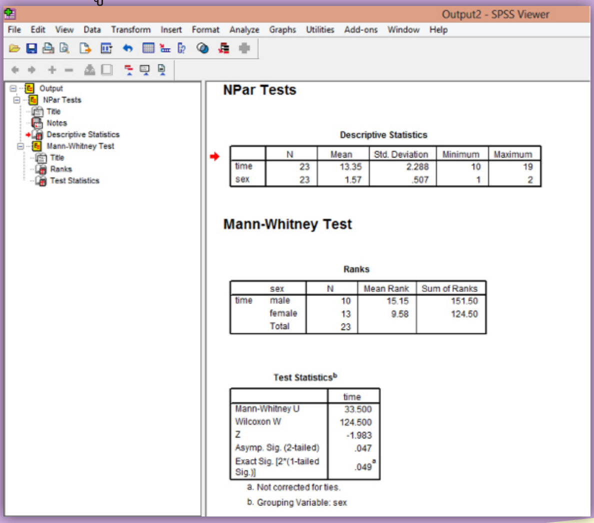
Test Statistics[b]

	time
Mann-Whitney U	33.500
Wilcoxon W	124.500
Z	-1.983
Asymp. Sig. (2-tailed)	.047
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.049[a]

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: sex

3.6 เมื่อดำเนินการเสร็จแล้วจะปรากฏหน้าจอแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล



ผลการวิเคราะห์นี้เป็นส่วนที่สำคัญ โดยพิจารณาที่ค่าสถิติ Mann-Whitney U Test ซึ่งมีค่าเท่ากับ 33.50 และพิจารณาที่ค่า Asymp.Sig. ซึ่งมีค่า .047 โดยนำมาเปรียบเทียบกับค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติเพื่อที่จะสรุปผลการวิจัย จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่า Asymp.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 นั่นหมายความว่าการทดสอบนี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่า เวลาในการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงแตกต่างกัน

นอกจากปัญหาการวิจัยที่ผู้เขียนนำมาเป็นตัวอย่างแล้ว ยังมีการผลการวิจัยอื่น ๆ ที่สามารถนำสถิติ Mann-Whitney U Test ไปใช้ในการวิจัยได้อีก เช่น การเปรียบเทียบสมรรถนะของนักเรียนในวิชาพลศึกษา การเปรียบเทียบการสอนของนักเรียนซึ่งอาจจะมีกลุ่มเล็ก ๆ ในการสอนวิชาต่าง ๆ บทความนี้อาจจะนำไปเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้สถิติเพื่อการวิจัยสำหรับการพัฒนาการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ และหวังว่าการทำวิจัยจะเป็นเรื่องสนุกของครูมากขึ้น ส่วนสถิตินอนพาราเมตริกที่น่าสนใจอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคำตอบของการวิจัยได้นั้น จะนำเสนอในโอกาสต่อไป

บรรณานุกรม

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 10) (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิภา ศรีไพโรจน์. (2533). *สถิตินอนพาราเมตริก* (พิมพ์ครั้งที่ 2) กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2522). *สถิติวิทยาทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

พิลาลักษณ์ ทองทิพย์
นักวิชาการ สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท. / e-mail : pithon@ipst.ac.th

ตัวอย่างแนวคิดในการทำข้อสอบการประกวดผลงานสร้างสรรค์ของคนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ประจำปี 2556 รอบชิงชนะเลิศ ระดับประถมศึกษา (ตอนที่ 1)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เปิดรับสมัครนักเรียนเข้าร่วมการประกวดผลงานสร้างสรรค์ของคนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ประจำปี 2556 เมื่อเดือน กุมภาพันธ์ 2556 หลังจากนั้น สสวท. ได้ส่งข้อสอบให้ผู้สมัครไปสร้างสรรค์ผลงานเป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วคัดเลือกผู้ผ่านเกณฑ์เข้ามาประกวดรอบชิงชนะเลิศที่กรุงเทพมหานคร ระหว่างวันที่ 5 – 10 สิงหาคม พ.ศ. 2556 ในการประกวดรอบชิงชนะเลิศระดับประถมศึกษาข้อสอบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการสร้างสรรค์ผลงานและตอบคำถามตามที่โจทย์กำหนด และส่วนที่ 2 เป็นการนำเสนอคำตอบและตอบคำถามจากกรรมการ โดยในส่วนที่ 1 จัดสอบในช่วงเช้า ใช้เวลา 3 ชั่วโมง คะแนนเต็ม 100 คะแนน ข้อสอบมี 4 ข้อ ข้อละ 25 คะแนน และในส่วนที่ 2 จัดสอบในช่วงบ่าย ใช้เวลา 6 นาที คะแนนเต็ม 10 คะแนน ในบทความนี้จะนำเสนอตัวอย่างแนวคิดในการหาคำตอบของโจทย์ที่ใช้ในการประกวดข้อ 1 ถึงข้อ 3 เพื่อให้นักเรียนหรือคุณครูที่สนใจได้ศึกษา ส่วนข้อสอบข้อ 4 เป็นแบบสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนเองจึงไม่ได้นำเสนอแนวคิดไว้

คำชี้แจง

ให้ทำข้อสอบทุกข้อลงในแบบร่างของ Sketchpad โดยในแบบร่าง 1 หน้า ให้ทำข้อสอบเพียง 1 ข้อ แล้วบันทึกงานลงในเครื่อง โดยตั้งชื่อไฟล์เป็นชื่อโรงเรียน เมื่อจะส่งงานให้บันทึกไฟล์งานลงใน Handy drive ที่กรรมการจัดไว้ให้ โดยบันทึกด้วยตนเอง

ข้อ 1 (คะแนนเต็ม 25 คะแนน)

ถนนเกษรเป็นถนนสายตรงอยู่ในแนวทิศตะวันตก-ตะวันออก ส่วนถนนเกษวดีเป็นถนนสายตรงอีกสายหนึ่งอยู่ในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ถนนสองสายนี้ตัดกันที่สี่แยกเกษ

ร้านเกษมอารมณ์อยู่ทางเหนือของถนนเกษร และอยู่ห่างจากถนนเกษรและถนนเกษวดีเท่า ๆ กัน

ร้านเกษมบัณฑิตอยู่บนถนนเกษรทางทิศตะวันออกของสี่แยกเกษ โดยอยู่ห่างจากสี่แยกเกษ 1,200 เมตร และอยู่ทางทิศใต้ของร้านเกษมอารมณ์

ร้านเกษาสวยสาขา 1 อยู่ห่างจากถนนเกษวดีและถนนเกษรเท่า ๆ กัน และอยู่ห่างจากร้านเกษมอารมณ์ 500 เมตร

ร้านเกษาสวยสาขา 2 อยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของสี่แยกเกษ ห่างจากสี่แยกเกษ 900 เมตร โดยที่ร้านเกษาสวยสาขา 1 อยู่ห่างจากสี่แยกเกษมากกว่าร้านเกษาสวยสาขา 2

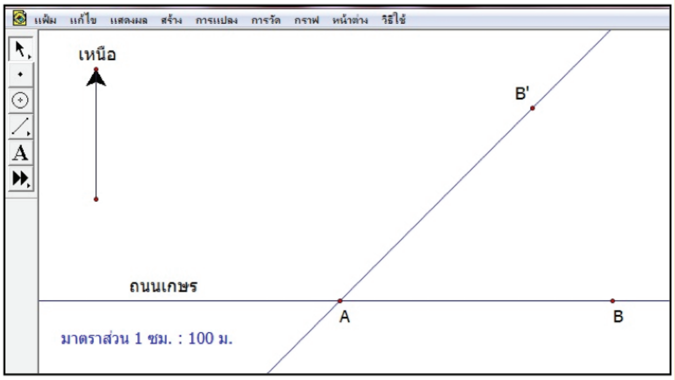
จงเขียนแผนผังแสดงถนน และตำแหน่งของร้านตามข้อความดังกล่าว โดยใช้มาตราส่วน 1 เซนติเมตร ต่อ 100 เมตร และจงหาว่าร้านเกษาสวยสาขา 1 อยู่ห่างจากร้านเกษาสวยสาขา 2 กี่เมตร

(ตอบเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

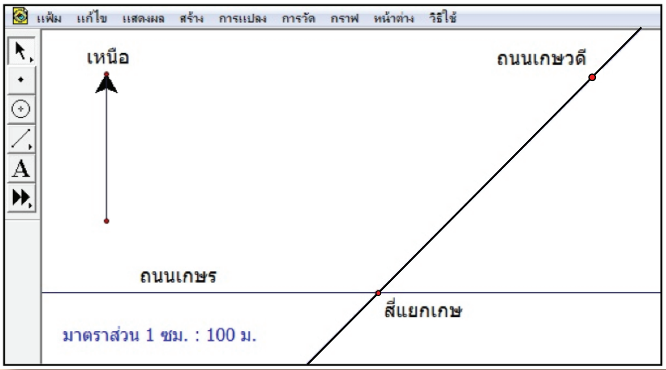
ในโจทย์ข้อ 1 นี้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการอ่านเอาความสรุปให้ได้ว่าโจทย์บอกอะไรมาบ้าง โจทย์ต้องการให้หาอะไร แล้วจึงเริ่มวางแผนในการหาคำตอบ ในข้อนี้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้มากที่สุดคือ เรื่องทิศและแผนผัง ความหมายของคำว่า*ระยะห่างจากจุดกับเส้น* แนวคิดหนึ่งที่ใช้ในการหาคำตอบข้อนี้ทำได้ดังนี้

1. โจทย์ต้องการให้เขียนแผนผังแสดงถนน และตำแหน่งของร้านตามที่โจทย์กำหนด โดยใช้มาตราส่วน 1 เซนติเมตร ต่อ 100 เมตร ดังนั้นจึงเริ่มด้วยการระบุทิศเหนือของแผนผังที่จะเขียนก่อน แล้วสร้างถนนเกษร ถนนเกษวดี และสี่แยกเกษ ดังนี้

- สร้างลูกศรเพื่อระบุทิศเหนือ โดยไปคลิกที่กล่องเครื่องมือกำหนดเอง แล้วเลือก Appearance Tools หลังจากนั้นเลือก Arrowhead (Closed) เพื่อสร้างลูกศร แล้วกำหนดชื่อจุดปลายลูกศรเป็น **เหนือ**
- สร้างถนนเกษรซึ่งอยู่ในแนวทิศตะวันตก-ตะวันออก โดยสร้างเส้นตรงในแนวนอน แล้วซ่อนจุดควบคุมเส้นตรง หลังจากนั้นกำหนดชื่อเส้นตรงเป็น **ถนนเกษร**
- สร้างถนนเกษวดี ซึ่งอยู่ในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ โดยสร้างจุด A และจุด B บนเส้นตรงที่แทนถนนเกษร จากนั้นระบุจุด A เป็นจุดศูนย์กลางของการหมุน หมุนจุด B ไปด้วยมุมคงที่ 45 องศา จะได้จุด B′ สร้างเส้นตรง AB′ ดังรูป



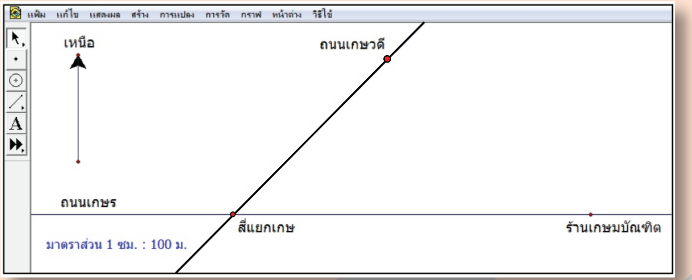
- กำหนดชื่อจุด B´ เป็น **ถนนเกษวดี** และเปลี่ยนชื่อจุด A เป็น **สี่แยกเกษ** หลังจากนั้นซ่อนจุด B จะได้ผลดังรูปที่ 1



รูปที่ 1

2. สร้างตำแหน่งร้านเกษมบัณฑิต ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกของสี่แยกเกษ โดยอยู่ทางทิศใต้ของร้านเกษมอารมณ์ และอยู่ห่างจากสี่แยกเกษ 1,200 เมตร ซึ่งจะเป็นระยะ 12 ซม. ของแผนผัง หาตำแหน่งดังกล่าวได้โดยการเลื่อนขนานจุด**สี่แยกเกษ** ด้วยเวกเตอร์ของการเลื่อนขนานแบบเชิงขั้ว โดยระยะทางคงที่ 12 ซม. ที่มุมคงที่ 0 องศา จะได้จุดที่แทนตำแหน่งร้าน แล้วกำหนดชื่อจุดเป็น **ร้านเกษมบัณฑิต**

จะได้ผลดังรูปที่ 2

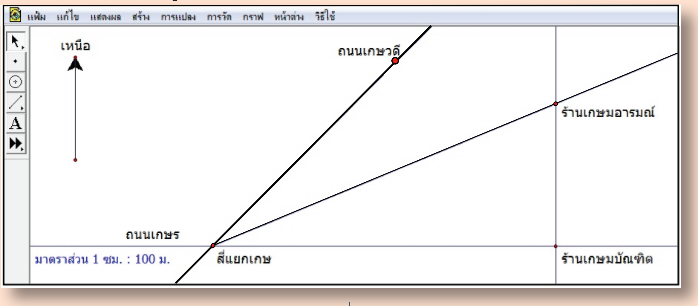


รูปที่ 2

3. สร้างตำแหน่งร้านเกษมอารมณ์ซึ่งมีร้านเกษมบัณฑิตอยู่ทางทิศใต้ นั่นคือร้านเกษมอารมณ์อยู่ทางทิศเหนือของร้านเกษมบัณฑิต ดังนั้นจึงสร้างเส้นตั้งฉากกับเส้นตรงถนนเกษรที่จุดร้านเกษมบัณฑิต ร้านเกษมอารมณ์จะอยู่บนเส้นตั้งฉากนี้

แต่ร้านเกษมอารมณ์อยู่ห่างจากถนนเกษวดีกับถนนเกษรเท่า ๆ กัน ร้านเกษมอารมณ์จึงอยู่ในแนวเส้นแบ่งครึ่งมุม **ถนนเกษวดี สี่แยกเกษ ร้านเกษมบัณฑิต** ดังนั้นจึงสร้างเส้นแบ่งครึ่งมุม **ถนนเกษวดี สี่แยกเกษ ร้านเกษมบัณฑิต** ตัดกับเส้นตั้งฉากข้างต้น จุดตัดจะเป็นตำแหน่งของร้านเกษมอารมณ์ ในกรณีที่นักเรียนไม่ทราบว่าจุดที่อยู่ในแนวเส้นแบ่งครึ่งมุมดังกล่าวข้างต้นจะอยู่ห่างจากถนนเกษวดีและถนนเกษรเท่ากัน นักเรียนสามารถใช้การสำรวจหาตำแหน่งของร้านเกษมอารมณ์ได้โดยวัดระยะเพื่อหาตำแหน่งที่น่าจะอยู่ห่างจากถนนทั้งสองได้เท่า ๆ กัน หรือใช้การสำรวจหาตำแหน่งของจุดที่อยู่ห่างจากถนนทั้งสองเท่ากันแล้วสร้างข้อความคาดการณ์

จะได้ผลดังรูปที่ 3

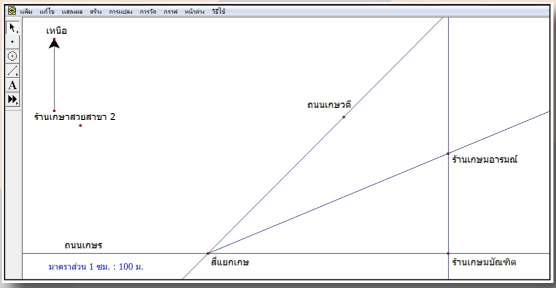


รูปที่ 3

4. สร้างตำแหน่งของร้านเกษาสวยสาขา 2 ซึ่งอยู่ห่างจากสี่แยกเกษ 900 เมตร และอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของสี่แยกเกษ ซึ่งทำได้ดังนี้

- เลื่อนขนานจุด**สี่แยกเกษ** ด้วยเวกเตอร์ของการเลื่อนขนานแบบเชิงขั้ว โดยระยะทางคงที่ 9 ซม. ที่มุมคงที่ 135 องศา จะได้จุด **สี่แยกเกษ´** ซึ่งเป็นตำแหน่งร้านเกษาสวยสาขา 2 เปลี่ยนชื่อจุด **สี่แยกเกษ´** เป็นจุด **ร้านเกษาสวยสาขา 2**

จะได้ผลดังรูปที่ 4



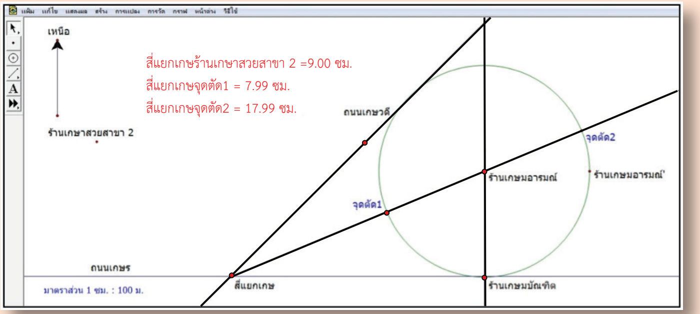
รูปที่ 4

5. สร้างตำแหน่งร้านเกษาสวยสาขา 1 ดังนี้

เนื่องจากร้านเกษาสวยสาขา 1 อยู่ห่างจากร้านเกษมอารมณ์ 500 เมตร และอยู่ห่างจากถนนเกษวดีและถนนเกษรเท่า ๆ กัน จากข้อความคาดการณ์ในข้อ 3 ร้านนี้จึงอยู่ในแนวเส้นแบ่งครึ่งมุมที่สร้างไว้ ดังนั้นจึง

- เลื่อนขนานจุด **ร้านเกษมอารมณ์** ด้วยเวกเตอร์ของการเลื่อนขนานแบบเชิงขั้ว โดยระยะทางคงที่ 5 ซม. ที่มุมคงที่ 0 องศา จะได้จุด **ร้านเกษมอารมณ์´**

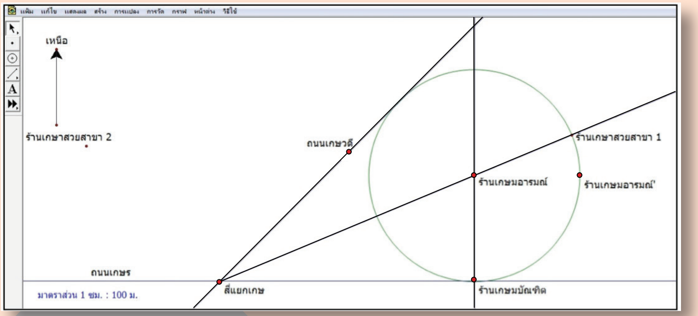
- สร้างวงกลมที่มีจุด**ร้านเกษมอารมณ์** เป็นจุดศูนย์กลาง และจุด**ร้านเกษมอารมณ์´** เป็นจุดกำหนดรัศมี แล้วสร้างจุดตัดระหว่างวงกลมกับเส้นแบ่งครึ่งมุมทั้ง 2 จุด กำหนดชื่อจุดตัดเป็นจุดตัด 1 และจุดตัด 2 จากนั้นวัดระยะทางระหว่างสี่แยกเกษกับจุดตัดทั้งสองจุด เพื่อหาว่าจุดตัดจุดใดอยู่ห่างจากสี่แยกเกษมากกว่า 900 เมตร (ระยะทางที่ร้านเกษาสวยสาขา 2 ห่างจากสี่แยกเกษ) จากการวัดจะได้ว่าจุดตัด 2 อยู่ห่างจาก สี่แยกเกษมากกว่า 900 เมตร จุดตัด 2 นี้จึงเป็นตำแหน่งของร้านเกษาสวยสาขา 1 ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1

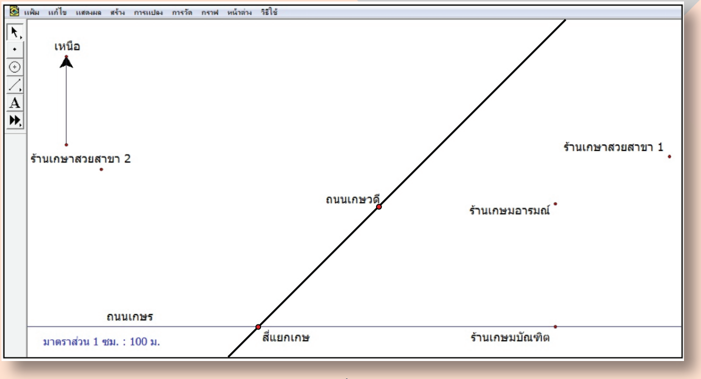
- เปลี่ยนป้ายชื่อ จุดตัด 2 เป็น **ร้านเกษาสวยสาขา 1** แล้วซ่อนจุดตัด 1 และค่าที่วัดไว้ทั้งหมด

จะได้ผลดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2

6. ซ่อนวงกลม เส้นแบ่งครึ่งมุม เส้นตั้งฉาก และจุดร้านเกษมอารมณ์´จะได้แผนผังดังรูปที่ 6



รูปที่ 6

7. ถึงตอนนี้ได้แผนผังตามที่โจทย์กำหนดเรียบร้อยแล้ว ต่อไปเป็นการตอบคำถาม ซึ่งทำได้ดังนี้

- วัดระยะทางระหว่างร้านเกษาสวยสาขา 1 กับร้านเกษาสวยสาขา 2 ให้เป็นทศนิยมห้าตำแหน่ง

- นำค่าที่ได้จากการวัดมาเปลี่ยนหน่วยให้เป็นหน่วยเมตร จะได้คำตอบของข้อนี้ว่าร้านเกษาสวยสาขา 1 อยู่ห่างจากร้านเกษาสวยสาขา 2 ประมาณ 2,298.92 เมตร

แนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น เป็นเพียงการแก้ปัญหาวิธีหนึ่งยังมีวิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่น ๆ ที่มีขั้นตอนการสร้างสั้น ๆ แต่ในที่นี้ได้แสดงวิธีแก้ปัญหาอย่างละเอียด เพื่อให้เห็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ตลอดจนให้ผู้อ่านสามารถลองคิดและลองปฏิบัติตามได้

เมื่อนักเรียนหรือครูเห็นแนวคิดในการทำข้อสอบครั้งนี้แล้ว จะเห็นว่าข้อสอบของ สสวท. เป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมาประกอบกับใช้ความรู้พื้นฐานในการใช้โปรแกรม GSP มาช่วยในการแก้ปัญหา เพียงแต่นักเรียนต้องใช้ความคิดจินตนาการตลอดจนมีความเพียรพยายามก็จะสามารถทำงานให้สำเร็จลงได้ ติดตามแนวคิดในการทำข้อสอบการประกวดผลงานสร้างสรรค์ของคนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GPS ในฉบับต่อไป

รัชดา ยาตรา
นักวิชาการ สาขาโอลิมปิกวิชาการ สสวท. / e-mail: ryatr@ipst.ac.th

เกมรถแข่งความน่าจะเป็น

สแกนโค้ดนี้เพื่อ
ชมภาพเคลื่อนไหว

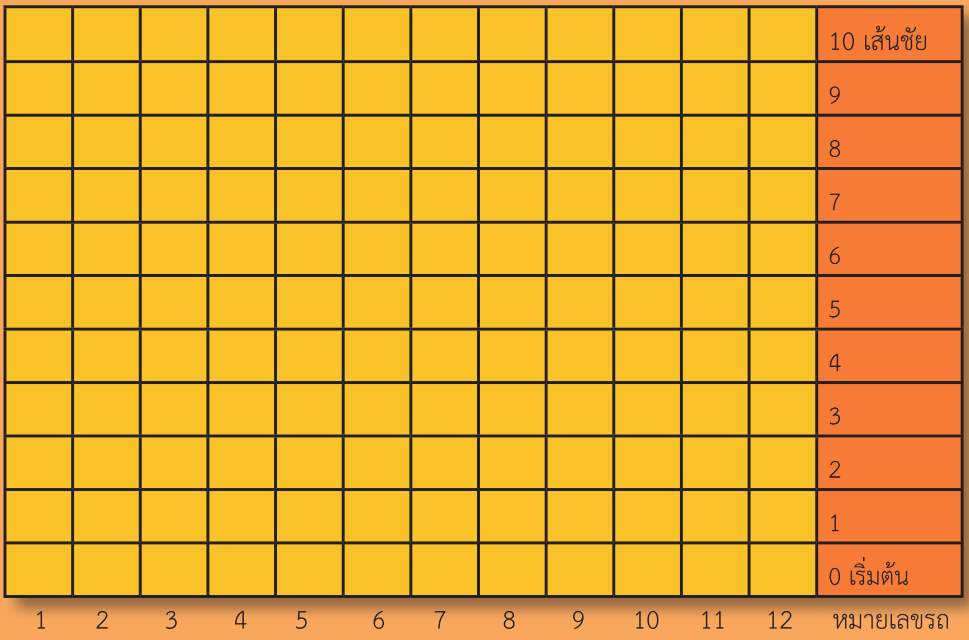
การเรียนการสอนเกี่ยวกับความน่าจะเป็นในระดับประถมศึกษา ครูสามารถออกแบบเป็นเกมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ ในบทความนี้จะยกตัวอย่าง “เกมรถแข่งความน่าจะเป็น” ซึ่งเป็นเกมที่ออกแบบเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะของเหตุการณ์ความน่าจะเป็น 3 ลักษณะคือ (1) เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างแน่นอน (2) เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบางครั้ง และ (3) เหตุการณ์ที่ไม่เกิดขึ้นอย่างแน่นอน และการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบางครั้งด้วย

วัสดุ / อุปกรณ์

1. รถแข่งคันเล็ก ๆ 12 คัน
2. ลูกเต๋า 2 ลูก
3. สนามแข่งรถ 1 สนาม

วิธีดำเนินกิจกรรม

1. เกมนี้เป็นเกมรถแข่งโดยใช้ความน่าจะเป็นเป็นตัวขับเคลื่อนรถ เริ่มต้นด้วยการที่ครูสร้างสนามแข่งรถ ดังรูป



2. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 12 กลุ่ม ตามความเหมาะสม โดยแต่ละกลุ่มจะได้รถแข่งกลุ่มละ 1 คัน

3. ก่อนเริ่มต้นการแข่งขัน ครูให้นักเรียนจับฉลากหมายเลขของรถแข่ง กลุ่มใดได้หมายเลขใดก็ให้นำรถแข่งของกลุ่มไปวางที่เส้นเริ่มต้นในช่องนั้น

4. ครูให้นักเรียนที่เป็นกรรมการสนามโยนลูกเต๋า 2 ลูก พร้อมกัน หากผลบวกของแต้มบนหน้าลูกเต๋าทั้ง 2 ลูก เท่ากับหมายเลขกลุ่มใด รถของกลุ่มนั้นก็จะได้เคลื่อนที่ไป 1 ช่อง (ครั้ง) เล่นอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ จนได้ผู้ชนะเข้าเส้นชัยเป็นคันแรก

5. ครูทดลองให้นักเรียนลองแข่งขันประมาณ 3 เกม

6. หลังจากนั้น ครูถามคำถาม แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตอบ ดังนี้

ตัวอย่างคำถาม

1. รถหมายเลขใดไม่มีการเคลื่อนที่อย่างแน่นอน

....

2. รถหมายเลขใดมีการเคลื่อนบ้าง

....

3. รถหมายเลขใดมีโอกาสชนะมากที่สุด

....

4. รถหมายเลขใดบ้างที่มีโอกาสชนะเท่า ๆ กัน

....

5. รถแต่ละคันต้องใช้การโยนลูกเต๋าอย่างน้อยกี่ครั้งจึงจะเข้าเส้นชัย และใช้การโยนลูกเต๋ามากที่สุดกี่ครั้ง

....

แนวคิดของเกมรถแข่งความน่าจะเป็น

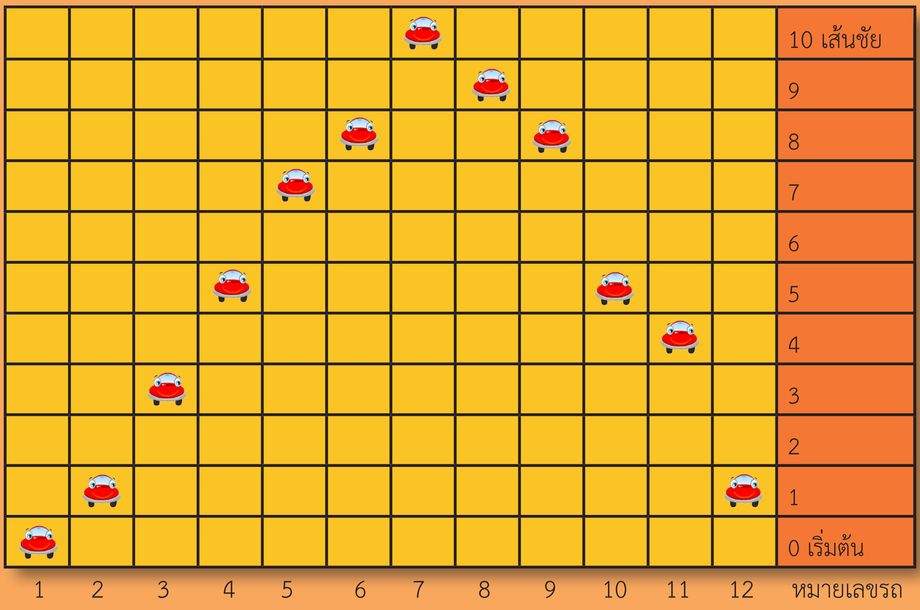
เมื่อเราโยนลูกเต๋า 2 ลูกพร้อมกัน แล้วหาผลบวกของแต้มบนหน้าลูกเต๋าทั้ง 2 ลูก เราสามารถแสดงผลของการทดลองได้ ดังตาราง

ลูกเต๋า 2 \ ลูกเต๋า 1	1	2	3	4	5	6
1	1+1=2	1+2=3	1+3=4	1+4=5	1+5=6	1+6=7
2	2+1=3	2+2=4	2+3=5	2+4=6	2+5=7	2+6=8
3	3+1=4	3+2=5	3+3=6	3+4=7	3+5=8	3+6=9
4	4+1=5	4+2=6	4+3=7	4+4=8	4+5=9	4+6=10
5	5+1=6	5+2=7	5+3=8	5+4=9	5+5=10	5+6=11
6	6+1=7	6+2=8	6+3=9	6+4=10	6+5=11	6+6=12

ดังนั้นผลบวกมีค่าเท่ากับ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 รวมทั้งหมด 36 วิธี ในจำนวนวิธี 36 วิธีนี้ สามารถคำนวณค่าความน่าจะเป็นของแต่ละเหตุการณ์ได้ดังตารางความน่าจะเป็นดังต่อไปนี้

ผลบวก	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ความน่าจะเป็น	$\frac{1}{36}$	$\frac{2}{36}$	$\frac{3}{36}$	$\frac{4}{36}$	$\frac{5}{36}$	$\frac{6}{36}$	$\frac{5}{36}$	$\frac{4}{36}$	$\frac{3}{36}$	$\frac{2}{36}$	$\frac{1}{36}$

ความน่าจะเป็นจากตารางทำให้ผลการแข่งขันควรมีลักษณะ ดังรูปตัวอย่าง



จากแนวคิดของเกมรถแข่งความน่าจะเป็น เราสามารถตอบคำถามข้างต้นได้ดังนี้

1. รถหมายเลขใดไม่มีการเคลื่อนที่อย่างแน่นอน

ตอบ รถหมายเลข 1 เราสังเกตได้ว่า**รถหมายเลข 1** จะไม่เคลื่อนที่เลย

2. รถหมายเลขใดมีการเคลื่อนบ้าง

ตอบ ดูจากผลของกิจกรรม แต่รถทุกคันยกเว้นรถหมายเลข 1 ควรมีการเคลื่อนออกจากจุดเริ่มต้น หากยังมีรถคันใดคันหนึ่ง (ยกเว้นรถหมายเลข 1) ยังไม่เคลื่อนที่ออกจากจุดเริ่มต้น ควรขยายเวลาของกิจกรรมนี้ออกไปอีก

3. รถหมายเลขใดมีโอกาสชนะมากที่สุด

ตอบ รถหมายเลข 7

4. รถหมายเลขใดบ้างที่มีโอกาสชนะเท่า ๆ กัน

ตอบ รถหมายเลข 2 กับรถหมายเลข 12
รถหมายเลข 3 กับรถหมายเลข 11
รถหมายเลข 4 กับรถหมายเลข 10
รถหมายเลข 5 กับรถหมายเลข 9
รถหมายเลข 6 กับรถหมายเลข 8

5. รถแต่ละคันต้องใช้การโยนลูกเต๋าอย่างน้อยกี่ครั้งจึงจะเข้าเส้นชัย และใช้การโยนลูกเต๋ามากที่สุดกี่ครั้ง

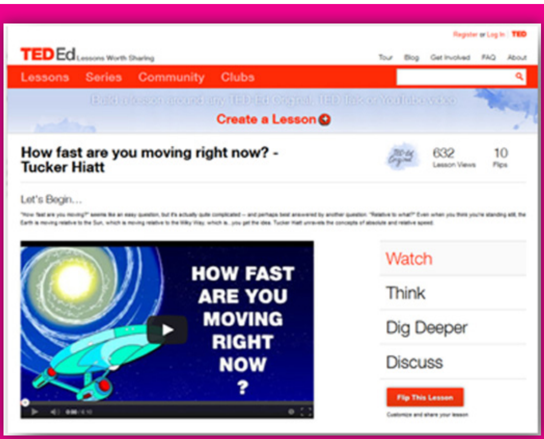
ตอบ ดูจากผลของการทำกิจกรรมจริง แนวคิดในเชิงทฤษฎีคือ ความน่าจะเป็นของการเคลื่อนที่ของรถหมายเลข A เท่ากับ r/N หมายความว่า รถหมายเลข A จะเคลื่อนที่ (โดยประมาณ) r ครั้ง จากการโยนลูกเต๋า N ครั้ง นั่นหมายความว่า รถหมายเลข 7 ควรเข้าเส้นชัย (เคลื่อนที่ 10 ครั้ง) หากมีการโยนลูกเต๋า 60 ครั้งโดยประมาณ

จากการทำกิจกรรมนี้พบว่านักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมากตอบเป็นเสียงเดียวกันว่าสนุกและเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นได้อย่างดี แม้ในช่วงเล่นเกมแรกๆ นักเรียนจะยังไม่ค่อยเข้าใจ แต่เมื่อมีการซักถามนักเรียนจะนึกย้อนไปถึงผลจากการทำกิจกรรมจริง และตอบคำถามจากผลที่เกิดขึ้นนั้นอยากให้ครูลองนำเกมรถแข่งนี้ไปลองเล่นกับนักเรียนดูบ้าง ได้ผลอย่างไรนำมาเล่าสู่กันฟังนะคะ

ดร.เบญจพร วรรธนวหะ
นักวิชาการ ฝ่ายนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ สสวท. / e-mail: bwatt@ipst.ac.th

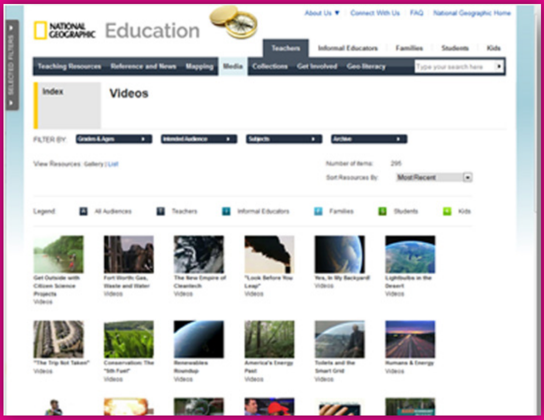
เว็บช่วยสอน

http://ed.ted.com/lessons



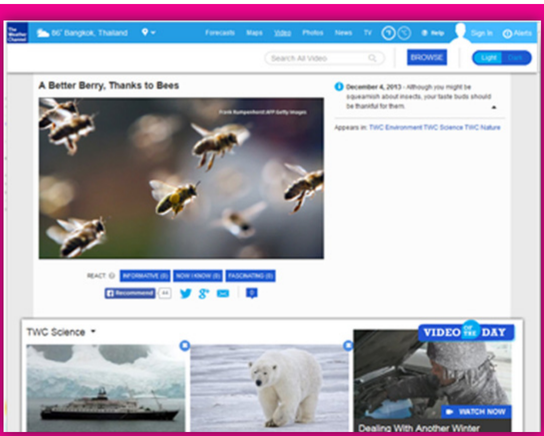
เว็บไซต์ TED-Ed ประกอบด้วยวิดีโอคลิปและบทเรียนที่สร้างขึ้นจากความร่วมมือของทีมนักการศึกษาและผู้สร้างภาพเคลื่อนไหว (animation) ที่มุ่งเน้นการส่งเสริมการเรียนรู้จากการดูวิดีโอคลิป การตอบคำถาม การค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม และร่วมสนทนากับผู้ใช้คนอื่น นอกจากนี้ ผู้ใช้ยังร่วมเป็นผู้สร้างบทเรียนประกอบวิดีโอคลิปได้เองและสามารถแบ่งปันบทเรียนประกอบวิดีโอนั้นให้แก่ผู้ใช้คนอื่นและติดตามผลการใช้งานได้อย่างสะดวก

http://education.nationalgeographic.com/education/video/



National Geographic Education มุ่งเน้นการเผยแพร่ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับโลกของเรา โดยการสร้างแหล่งความรู้ในรูปแบบวิดีโอคลิป กระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับโลกของเรา ช่วยให้นักเรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับโลก เห็นความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และฝึกฝนวิธีคิดเชิงระบบและการตัดสินใจ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญต่อการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21

http://www.weather.com/video



เราอาจคุ้นเคยกับเว็บไซต์ www.weather.com ที่เน้นการรายงานสภาพอากาศ แต่อาจยังไม่ทราบว่า ในเว็บไซต์ดังกล่าวมีรายการวิดีโอคลิปเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ การดำเนินชีวิต และสิ่งแวดล้อมที่มีการปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอทุกวัน สามารถใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน ช่วยให้นักเรียนได้เห็นการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงและส่งผลต่อการดำเนินชีวิต

รัชนันท์ เพชรจำนงค์
ส่วนประชาสัมพันธ์ สสวท. / e-mail : rpeth@ipst.ac.th

ท้าทายความคิดกับวิทยาศาสตร์ในสวนสนุก

เชื่อว่าหลายคนคงมีโอกาสได้ไปเที่ยวสวนสนุกกันมาบ้างแล้ว และถ้าให้พูดถึงสวนสนุก คนส่วนใหญ่ก็มักจะนึกถึงแต่ความสนุกสนาน เสียงกรีดร้องด้วยความตื่นเต้นระทึกใจ แต่สวนสนุกในแบบของ นักเรียนทุนพสวท. นั้นแตกต่างออกไป พวกเขาต่างให้ความสนใจกับวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในเครื่องเล่นนานาชนิด นับเป็นความสนุกสนานท้าทายในแบบที่แตกต่าง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดำเนินโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.)โดยได้จัดค่ายวิทยาศาสตร์ภาคฤดูร้อน สำหรับนักเรียนทุน พสวท. ระดับมัธยมศึกษาเป็นประจำทุกปี

กิจกรรมที่น่าสนใจอย่างหนึ่งในค่ายวิทยาศาสตร์ภาคฤดูร้อน สำหรับนักเรียนทุน พสวท. ระดับมัธยมศึกษาที่เพิ่งจัดไปเมื่อเดือนเมษายน 2557 คือ *กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในสวนสนุก* ที่จัดขึ้น ณ สวนสนุกดรีมเวิลด์จังหวัดปทุมธานี นักเรียนทุน พสวท. ถูกแบ่งเป็นกลุ่มย่อย ร่วมกันทำกิจกรรมแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยหาข้อมูลจากการสังเกต ทดลองเล่นและวิเคราะห์กลไกการทำงานของเครื่องเล่นต่าง ๆ ภายในสวนสนุก

ดร. วิทยา กาญจนภูษากิจ จาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ผู้ออกแบบกิจกรรมและตั้งโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เล่าว่า กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในสวนสนุกนี้ นอกจากจะให้เด็กได้มาเล่นเครื่องเล่นในสวนสนุก ได้ความสนุกสานแล้ว ทักษะอีกอย่างหนึ่งที่นักเรียนจะได้ฝึกคือการคิด การประมาณอย่างมีเหตุผล

"วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวทั้งในเรื่องของธรรมชาติ และเทคโนโลยี แน่นอนว่าวิทยาศาสตร์ต้องมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเทคโนโลยีเพราะเครื่องเล่นต้องใช้การเคลื่อนที่ ซึ่งการเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าขับเคลื่อนล้อหรือเป็นการดึงอะไรบางอย่างขึ้นไปบนที่สูง เช่น เครื่องเล่นสกายโคสเตอร์จะมีสลิงดึงเครื่องเล่นให้ขึ้นไปบนที่สูง พอถึงจุด ๆ หนึ่งก็ปล่อยให้ลงมาโดยธรรมชาติ จุดนี้ก็สามารถนำมาตั้งคำถามได้ว่าพลังงานหรือกำลังที่ใช้ในการดึงเป็นเท่าไหร่ ตอนที่ปล่อยลงมาเสียพลังงานไปเท่าไหร่ "

ดร. วิทยา เล่าถึง โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในสวนสนุก เช่น "เครื่องเล่นรถบั๊มใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อน เพดานมีศักย์ไฟฟ้าสูง ส่วนพื้นมีศักย์ไฟฟ้าต่ำ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลจากเพดานผ่านเสาที่ติดอยู่ด้านหลังของรถ ผ่านเข้ามอเตอร์แล้วลงสู่พื้น ทำให้เป็นวงจรปิด รถบั๊มทำงานโดยอาศัยหลักการการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานจลน์ของรถ ให้หาปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่รถแต่ละคันโดยประมาณ"

"นอกจากสนุกแล้วก็ได้ฝึกคิด ได้ความรู้ไปด้วย เพราะเราได้เรียนสิ่งที่เป็นทฤษฎีจากในห้องเรียนมาแล้ว วันนี้มาฝึกทักษะจากประสบการณ์จริง" นายจตุพล คำมี นักเรียนชั้น ม.4 โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จ.เชียงใหม่ กล่าว

ศ. ดร.สุทัศน์ ยกส้าน
ราชบัณฑิต สำนักวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์และดาราศาสตร์

รางวัลโนเบลสาขาเคมีปีค.ศ. 2011 กับการพบ quasicrystal: สสารรูปแบบใหม่

รูปที่ 1 Dan Shechtman แห่ง Technion (ที่มา : de.wikipedia.org)

เมื่อวันที่ 8 เมษายน ค.ศ.1982 Dan Shechtman แห่ง Technion (หรือ Israel Institute of Technology) ที่เมือง Haifa ใน Israel ซึ่งอยู่ระหว่างลาไปเพิ่มพูนประสบการณ์วิจัยที่ National Institute of Standards and Technology (NIST) ที่เมือง Gaithersburg ใน Maryland สหรัฐอเมริกา ได้ทดลองบังคับให้โลหะผสมระหว่างอะลูมิเนียมกับแมงกานีสเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว จนทำให้โลหะผสมไม่ทันตกผลึก เพื่อดูว่าของแข็งที่สังเคราะห์ได้มีโครงสร้างเช่นไร โดยใช้เทคนิคเลี้ยวเบน (diffraction) ด้วยอิเล็กตรอน

เขาจึงทดลองยิงโลหะผสมนั้นด้วยลำอิเล็กตรอน เพราะถ้าของแข็งเป็นผลึกซึ่งมีอะตอมต่าง ๆ เรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ ผลที่ตามมาคือ ระนาบของอะตอมในของแข็งจะทำหน้าที่เสมือนเป็นเกรตติง (grating) ซึ่งจะเลี้ยวเบนลำอิเล็กตรอนออกไปในทิศต่าง ๆ อย่างเป็นระเบียบ

Shechtman กลับเห็นรูปแบบการเลี้ยวเบนที่ไม่เหมือนสิ่งที่เคยเห็นมาก่อนเลยในชีวิต คือ เห็นวงกลมซ้อนกันหลายวง และที่เส้นรอบวงเหล่านั้นมีจุดสว่าง 10 จุด ซึ่งแสดงว่าโครงสร้างของสิ่งที่ Shechtman สังเคราะห์ได้มีสมมาตรทบ 10 (tenfold symmetry) เพราะถ้าเขาหมุนภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนไป 360/10 = 36 องศา รูปแบบที่ได้ก็จะเหมือนเดิม คือไม่เปลี่ยนแปลงเลย เขาได้บันทึกในสมุดทดลองเพียง 2 คำว่า “10 fold ???” อันเป็นสิ่งที่ขัดแย้งกับความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์มีในขณะนั้นอย่างสิ้นเชิง Shechtman กับคณะจึงได้ทดลองเรื่องนี้ซ้ำอีกนาน 1 สัปดาห์ และทุกครั้งก็ได้ผลเหมือนเดิม

เขาจึงตัดสินใจบอกเพื่อน ๆ แต่ทุกคนก็แนะนำไม่ให้ Shechtman ตีพิมพ์ผลงาน เพราะนั่นจะทำให้นักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ ลงความเห็นว่าเขาเสียสติและเป็นการฆ่าตัวตายทางวิชาการที่ Shechtman หลงเชื่อในสิ่งที่ตำราระบุว่าเป็นไปไม่ได้ หลายคนจะเย้ยหยันสิ่งที่เขา “พบ” และคิดว่าผล “เพี้ยน” นี้เกิดจากความสะเพร่าของผู้ทดลองเอง ฯลฯ แม้แต่หัวหน้าห้องปฏิบัติการที่ NIST ก็ยังขอร้องให้เขาย้ายที่ทำงาน เพราะเขากำลังนำชื่อเสียมาสู่องค์กร

Shechtman ไม่เชื่อในคำแนะนำ เขาส่งผลงานนี้ไปลงพิมพ์ในวารสาร Physical Review Letters อันเป็นวารสารฟิสิกส์ชั้นนำของโลกโดยได้ส่งชื่อของศิษย์ และเพื่อนร่วมงานชื่อ Ilan Blech แห่ง Technion, John Cahn แห่ง NIST และ Denis Gratias แห่ง Centre for Metallurgic Chemistry ที่ Vitry ในฝรั่งเศส ในฐานะผู้ร่วมงาน เมื่อผลงานได้รับการเผยแพร่ในวารสารฉบับที่ 53 ประจำเดือนธันวาคม 1984 ที่หน้า 1951-1953 วงการวัสดุศาสตร์ของโลกซึ่งมีทั้งนักเคมีและนักฟิสิกส์ก็ระเบิด เพราะทุกคนตื่นเต้นมากเสมือนกับการพบสัญญาณที่เร็วกว่าแสงและอุณหภูมิที่ต่ำกว่าศูนย์องศาสัมบูรณ์

รูปที่ 2 นักผลึกวิทยาชื่อ Alan Mackey (ที่มา : http://www.unquote.com/IMG/034/257034/alan-mackay-web.jpg)

ก่อนที่ Shechtman จะพบของแข็งที่มีสมมาตร “ประหลาด” นี้ ตำราฟิสิกส์ และตำราเคมีทุกเล่มในโลกต่างก็ระบุชัดว่า ของแข็งในธรรมชาติมีโครงสร้าง 2 รูปแบบ คือ แบบอสัณฐาน และแบบผลึก ในกรณีอสัณฐานนั้น อะตอมต่าง ๆ จะอยู่กันอย่างไม่เป็นระเบียบ แต่ในผลึก อะตอมหรือกลุ่มอะตอมจะอยู่กันอย่างเป็นระเบียบ คือ มีสมมาตร (symmetry) เช่น ถ้านำแผ่นกระเบื้องที่เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า (มุมภายในเท่ากับ 60°) มาวางเรียง เราก็จะพบว่ากระเบื้องจะปกคลุมพื้นได้มิดชิดพอดี โดยไม่มีที่ว่างเลย เราเรียกว่า พื้นมีสมมาตรทบ 3 (threefold symmetry) ไม่เพียงแต่กระเบื้องรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าเท่านั้นที่ปูพื้นได้มิดสนิท กระเบื้องสี่เหลี่ยมด้านเท่า และ หกเหลี่ยมด้านเท่าก็สามารถปูพื้นได้มิดสนิทเช่นกัน พื้นจึงมีสมมาตรทบ 4 และทบ 6 แต่เราจะพบว่า กระเบื้อง 5 เหลี่ยมด้านเท่าไม่สามารถปูพื้นให้มิดสนิทได้ ดังนั้นตำราวิชาการก่อนปี 1984 จึงระบุว่าสมมาตรทบ 5 ไม่มี

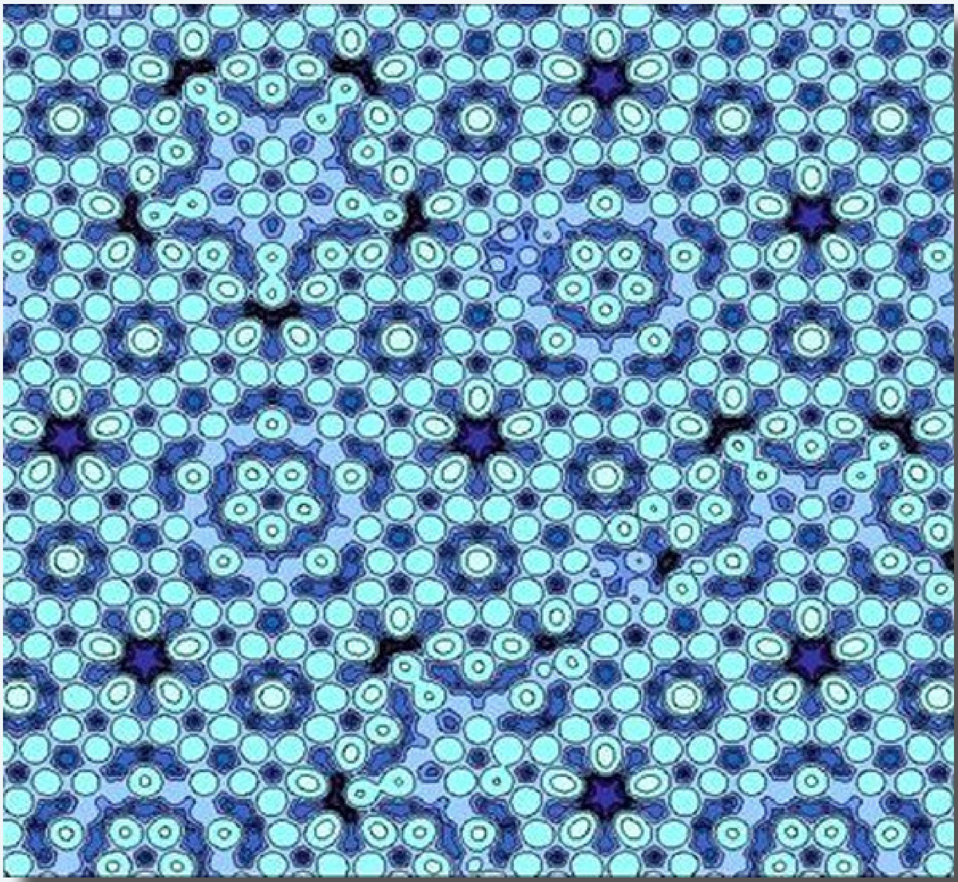
เมื่อสิ่งที่ Shechtman พบมีสมมาตรทบ 10 (คือ สมมาตรทบ 5 สองเท่า) ดังนั้นปัญหาที่ต้องคิดต่อไป คือ ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นได้อย่างไร และอะตอมต่าง ๆ ในของแข็งที่ Shechtman สังเคราะห์จัดเรียงตัวอย่างไร

ในการตอบคำถามนี้ นักคณิตศาสตร์ชื่อ Roger Penrose แห่งมหาวิทยาลัย Oxford ในอังกฤษซึ่งสนใจการปูพื้นด้วยกระเบื้องรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่าปะปนกับรูปสิบเหลี่ยมด้านเท่า (Penrose ไม่ได้สนใจเรื่องผลึก) โดย Penrose ได้ความคิดนี้จากการศึกษาศิลปะของชาวอาหรับที่นิยมตกแต่งตามผนังของมหาวิหาร Alhambra ที่เมือง Granada ในสเปน และนักคณิตศาสตร์ในปัจจุบันรู้จักการจัดกระเบื้องในลักษณะนี้ว่า การปูพื้นแบบเพนโรส (Penrose tiling)

ด้านนักผลึกวิทยาชื่อ Alan Mackey มีจินตนาการว่า ถ้าอะตอมปรากฏอยู่ที่ทุกมุมของกระเบื้อง Penrose ภาพการเลี้ยวเบนที่เกิดจากการจัดเรียงอะตอมแบบนี้จะแสดงวงกลมที่มีสมมาตรทบ 10 สำหรับ Paul Steinhardt แห่งมหาวิทยาลัย Pennsylvania กับศิษย์ชื่อ Dov Levine ก็ได้ใช้การจัดเรียงอะตอมบนกระเบื้อง Penrose คำนวณพบว่า รูปแบบของการเลี้ยวเบนที่เกิดขึ้นจะสอดคล้องกับผลการทดลองของ Shechtman ที่มีสมมาตรทบ 5 และสมมาตรทบ 10 ทุกประการ Steinhardt จึงเรียกสิ่งที่ Shechtman พบว่าผลึกควอไซ (quasicrystal) เพราะเป็นวัสดุที่มีสมบัติความเป็นระเบียบกลาง ๆ ระหว่างผลึกกับอสัณฐาน

กระนั้นการยอมรับเรื่อง quasicrystal ก็ยังไม่สมบูรณ์ แม้แต่ Linus Pauling ซึ่งเป็นนักเคมีรางวัลโนเบลเองก็ปฏิเสธว่า ผลึกควอไซ มีในธรรมชาติ แต่เขาคิดว่า นักวิทยาศาสตร์ควอไซ (quasi-scientist) ในโลกมีแน่ คำโต้แย้งจาก Pauling ผู้ได้รับรางวัลโนเบล 2 ครั้ง ทำให้ Shechtman รู้สึกท้อแท้ แต่เขารู้ว่าเขาคือผู้ชนะ แม้จะต้องเดินทางไปอธิบายให้ Pauling ฟังนานเป็นชั่วโมงที่บ้านพักของ Pauling ในเมือง Palo Alto ก็ตาม เขาก็ไม่สามารถเปลี่ยนใจ Pauling ได้จนกระทั่ง Pauling ตายในค.ศ. 1994 เขาก็ยังคิดว่า quasicrystal ไม่มีในธรรมชาติ

ในค.ศ. 1992 ที่ประชุม International Union of Crystallography ได้ตกลงให้คำจำกัดความของผลึกใหม่จากคำจำกัดความเดิมที่ว่า รูปแบบการจัดเรียงอะตอมของผลึกต้องเป็นคาบ (period) สม่ำเสมอ เป็นคำจำกัดความใหม่ของผลึกว่า ผลึกคือของแข็งที่ตำแหน่งของอะตอมในตัวมันแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนที่แยกชัด (discrete)



รูปที่ 3 แบบจำลองแร่ผลึกควอไซ (ที่มา : www.electron.rmutphysics.com)

ยี่สิบเก้าปีหลังจากที่ Shechtman พบ quasicrystal ในเดือนตุลาคม ค.ศ. 2011 เขาก็ได้รับข่าวว่าเขาคือ ผู้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมีแต่เพียงผู้เดียว (เป็นที่น่าสังเกตว่า จากประวัติศาสตร์ของรางวัลโนเบลสาขาวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ปีค.ศ. 1900 ถึงปีค.ศ. 2011 คนที่ได้รับรางวัลสาขาเคมีคนเดียวมี 61% คนที่ได้รับรางวัลสาขาฟิสิกส์คนเดียวมี 43% และคนที่ได้รับรางวัลสาขาแพทย์คนเดียวมี 37% นี่แสดงว่า สำหรับนักชีววิทยาและแพทย์ การจะพบองค์ความรู้ที่สำคัญมากคนเดียวเป็นเรื่องยาก แต่นักเคมีจะค้นพบอะไร ๆ ที่สำคัญเพียงคนเดียวนั้นง่ายกว่า)

ปัจจุบันทฤษฎีของ quasicrystal กำลังก้าวหน้า เพราะนักวัสดุศาสตร์ได้พบว่า เทคนิคคำนวณที่เคยใช้ได้ผลในกรณีผลึกและอสัญฐานไม่สามารถนำมาใช้ได้กับกรณีผลึกควอไซอีกต่อไป

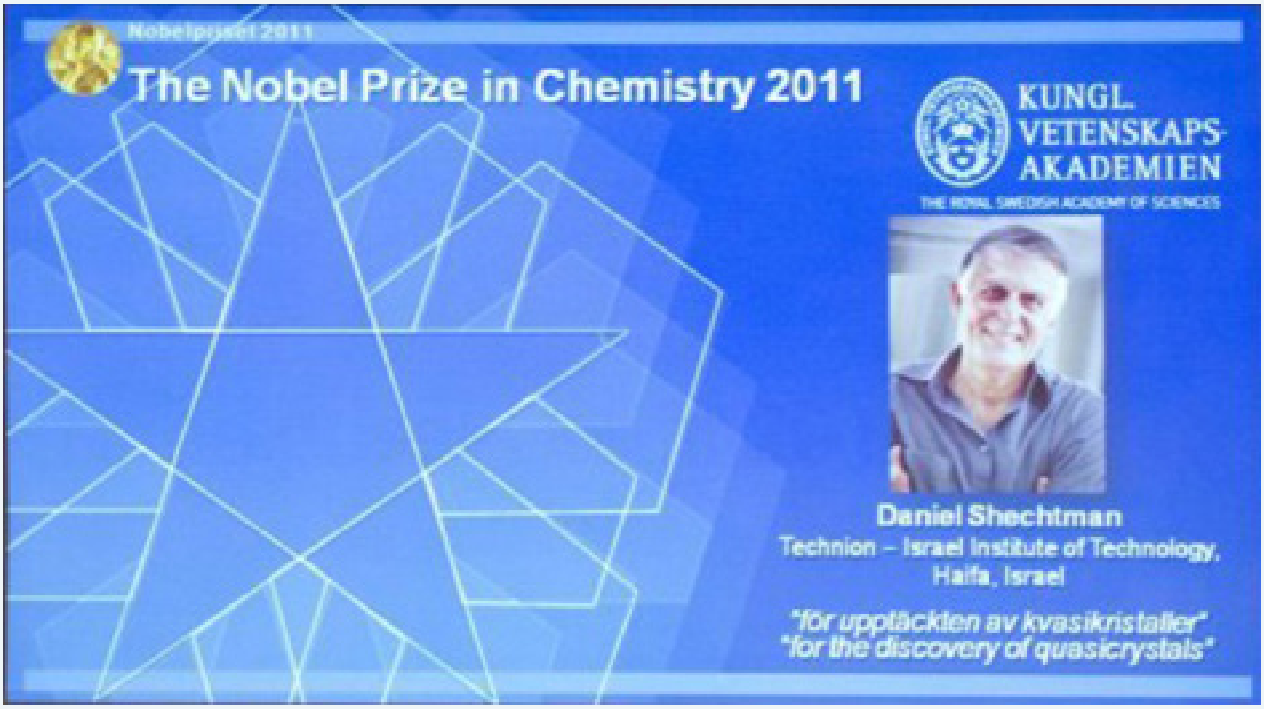
ผลึกควอไซที่พบในธรรมชาติมีบ้างเป็นโลหะผสมระหว่างอะลูมิเนียม-ทองแดง-เหล็ก เป็นแร่อายุ 200 ล้านปีที่ภูเขา Koryak ในรัสเซียตะวันออก

ประโยชน์ของผลึกควอไซ คือ มีความแข็งมาก แต่นำความร้อน และไฟฟ้าได้ไม่ดีนัก (เพราะอะตอมเรียงรายอยู่กันอย่างไม่เป็นระเบียบ) จึงสามารถใช้ทำฉนวนความร้อนในเครื่องยนต์ เป็นสารเคลือบกระทะไม่ให้อาหารติด โรงงานเหล็กในสวีเดนนำผลึกควอไซทำใบมีดโกน และทำเกราะ เป็นต้น

ย้อนอดีตไปถึงสมัยก่อนการค้นพบของ Shechtman ในปี ค.ศ. 1979 Marc Van Sande นักวิจัยแห่ง Electron Microscopy for Materials Science (EMAT) ที่เมือง Antwerb ในเบลเยียม ได้เคยเห็นภาพการเลี้ยวเบนที่แสดงสมมาตรทบ 10 เช่นกันในโลหะผสมอะลูมิเนียม-แมงกานีส-แพลเลเดียม แต่เขาไม่ได้ศึกษาต่อเพราะเขาคิดว่าสิ่งที่เขาเห็น ขัดแย้งกับตำรา เขาจึงทิ้งงานนั้นไป และทิ้งรางวัลโนเบลไปด้วย

เหตุการณ์นี้ก็ตรงกับคำสอนที่ Louis Pasteur ได้เคยกล่าวว่า “ในวงวิทยาศาสตร์นั้น คนที่จะพบองค์ความรู้ใหม่ จิตใจเขาต้องพร้อมที่จะรับ”

การค้นพบ quasicrystal ทำให้นักวิทยาศาสตร์ทุกคนตระหนักดีว่า คนเรายิ่งรู้ก็จะพบว่ายังมีอีกมากมายที่ยังไม่รู้



รูปที่ 3 Daniel Shechtman : รางวัลโนเบลสาขาเคมี ค.ศ. 2011 กับการพบ quasicrystal (ที่มา : www.manager.co.th)

Dan Shechtman เกิดเมื่อวันที่ 24 มกราคม ค.ศ. 1941 ที่เมือง Tel Aviv ในอิสราเอล เข้าศึกษาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลที่ Technion และสำเร็จการศึกษาปริญญาเอกด้านวิศวกรรมวัสดุจาก Technion เช่นกันในค.ศ. 1972 เขาสนใจการวิจัยเรื่องโครงสร้างของวัสดุผสมอีก 3 ปี ต่อมาได้เป็นอาจารย์ประจำที่ Technion และได้ลาไปเพิ่มประสบการณ์วิจัยที่มหาวิทยาลัย John Hopkins ในสหรัฐอเมริกากับที่ NIST ซึ่งทำให้เขาได้พบ quasicrystal

นอกจากรางวัลโนเบลสาขาเคมี ค.ศ. 2011 แล้ว ก่อนหน้านั้น Shechtman ยังได้รับรางวัล Wolf Prize in Physics ประจำปี ค.ศ. 1999 ด้วย ครอบครัว Shechtman มีภรรยา และลูก 3 คน

บรรณานุกรม

Ostlund, S. & Steinhardt, P. J. (1987). *The Physics of Quasicrystals.* Singapore: World Scientific Singapore.

ข่าว สสวท.

สสวท. จับมือเขตพื้นที่การศึกษา ขยายผลใช้หลักสูตรเพิ่มเติม วิทย์. ม.ต้น

สสวท. ได้พัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 5 รายวิชา ได้แก่ เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ วิทยาศาสตร์กับความงาม ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ และสนุกกับโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อเชื่อมโยงความรู้จากการเรียนในรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มาสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง โดยได้จัดการประชุมเพื่อวางแผนการขยายผลการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร่วมกับเขตพื้นที่การศึกษา เมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2557 ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ สุขุมวิท 11 กรุงเทพฯ เพื่อวางแผนการขยายผลการใช้หลักสูตรร่วมกัน ระหว่างสาขาวิทยาศาสตร์

มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท. กับ ศึกษานิเทศก์ เขตพื้นที่การศึกษา ซึ่งเป็นการสร้างเครือข่ายความร่วมมือที่มีส่วนสำคัญยิ่ง ในอันที่จะทำให้การใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นประสบความสำเร็จ และส่งผลที่ชัดเจนต่อการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและนอกจากนั้น สสวท. ยังได้จัดการประชุมปฏิบัติการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้กับวิทยากรแกนนำของอนุภูมิภาค ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ สุขุมวิท 11 กรุงเทพฯ โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย

กลุ่มที่ 1 รายวิชาเชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม และ พลังงานทดแทนเพื่อการใช้ประโยชน์ ในวันที่ 26 – 31 มีนาคม 2557 กลุ่มที่ 2 รายวิชาของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ และ สนุกกับโครงงานวิทยาศาสตร์ ในวันที่ 26 – 31 มีนาคม 2557 และ กลุ่มที่ 3 รายวิชาวิทยาศาสตร์กับความงาม ในวันที่ 26 – 28 มีนาคม 2557

พิธีมอบเหรียญรางวัลโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

โครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของ สสวท. ดำเนินการขึ้นเพื่อสรรหาและส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ให้มีการพัฒนาได้อย่างเต็มศักยภาพ พร้อมสร้างบรรยากาศและกระตุ้นความสนใจด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยได้สอบคัดเลือกนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาเข้าร่วมโครงการ ฯ เป็นประจำในช่วงเดือนสิงหาคมของทุกปี และมีการมอบเหรียญรางวัลให้กับเยาวชนในโครงการด้วย ล่าสุด สสวท. ได้จัด “พิธีมอบเหรียญรางวัลนักเรียนในโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ประจำปี พ.ศ. 2556” เมื่อวันพุธที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2557 เวลา 10.00 น. – 12.00 น. ณ อีเวนท์ ฮอลล์ 102 ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพมหานคร โดยมี นายธวัช สุวุฒิกุล กรรมการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นประธานในพิธี

ศูนย์เรียนรู้ดิจิทัลระดับชาติ “แหล่งเรียนรู้ออนไลน์ เพิ่มการเข้าถึงและเรียนรู้วิทย์ คณิต เทคโนโลยี”

สสวท. ได้ดำเนินโครงการศูนย์เรียนรู้ดิจิทัลระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (IPST Learning Space) โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณส่วนหนึ่งจากสำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาล (สสร.) โดยได้จัด “พิธีลงนามความร่วมมือโครงการศูนย์เรียนรู้ดิจิทัลระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (IPST Learning Space)” เมื่อวันจันทร์ที่ 31 มีนาคม 2557 เวลา 13.30 น. – 15.30 น. ณ ห้องโลตัส สวีท 5-6 ชั้น 22 โรงแรมเซ็นทารา แกรนด์ แอท เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพฯ โดยมีนางดวงสมร คล่องสารา รักษาการแทนผู้อำนวยการ สสวท. และพลตำรวจตรี อรรถฤกษ์ ธารีฉัตร ผู้อำนวยการสำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาล และคณะ เป็นผู้ร่วมลงนาม จากความร่วมมือในครั้งนี้ สสร. จะสนับสนุนเงินสมทบในการดำเนินงานโครงการ IPST Learning Space ตลอดระยะเวลาการดำเนินงานโครงการ ไปจนถึงปี พ.ศ. 2559 โดยในปี พ.ศ. 2556 ที่ผ่านมา ได้สนับสนุนงบประมาณให้แก่โครงการนี้แล้ว จำนวน 5 ล้านบาท และจะร่วมมือกันในการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์โครงการ IPST Learning Space พร้อมทั้งร่วมกันส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และพัฒนาเยาวชนและสถานศึกษาเครือข่ายของทั้งสองหน่วยงานด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การอบรม การสนับสนุนอุปกรณ์การเรียนการสอนอีกด้วย IPST Learning Space ประกอบด้วยระบบหลัก 6 ระบบ ได้แก่ ระบบโรงเรียน ระบบอบรมครู ระบบการสอบออนไลน์ ระบบคลังสื่อดิจิทัล ระบบการเรียนรู้ร่วมกัน และระบบสำนักพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถให้บริการครอบคลุมนักเรียนมากกว่า 12 ล้านคน ครูมากกว่า 2 แสนคน และโรงเรียนมากกว่า 3 หมื่นแห่ง ทั้งนี้คาดว่า IPST Learning Space จะเปิดให้ใช้บริการได้เต็มรูปแบบ ในช่วงเดือนพฤษภาคม 2557 ผู้สนใจสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่อีเมล learningspace@ipst.ac.th

ประกวดผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ระดับโรงเรียน

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโลก สสวท. ได้ดำเนินโครงการประกวดคัดเลือกผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมระดับโรงเรียน ประจำปี 2557 เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมที่เป็นองค์ประกอบของโลก (ดิน น้ำ บรรยากาศ และสิ่งปกคลุมดิน รวมทั้งสิ่งมีชีวิต) ในลักษณะของวิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบของนักเรียนผ่านการศึกษาค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นของตนอย่างเป็นระบบและเป็นมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับครูนักวิทยาศาสตร์และชุมชน โดยได้จัด “การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ระดับโรงเรียน ประจำปี 2557” รอบตัดสิน ตั้งแต่วันที่ 24 - 25 มีนาคม 2557 ณ โรงแรมเบย์ จังหวัดสมุทรปราการ เพื่อเปิดเวทีให้นักเรียนได้นำเสนอและประกวดผลงานโดยมีผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ระดับโรงเรียน ประจำปี 2557 ที่ผ่านการคัดเลือกรอบแรกจำนวน 15 เรื่อง เข้าร่วมนำเสนอในการประชุมครั้งนี้ ผลงานที่ได้รางวัลชนะเลิศ ได้แก่ ผลงานวิจัยการศึกษาปริมาณแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่น บริเวณแหลมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี จากโรงเรียนพลูตาหลวงวิทยา รางวัลรองชนะเลิศอันดับที่ 1 ผลงานวิจัยผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์ต่อความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์และคุณภาพน้ำในแม่น้ำมูล เขตเทศบาล อำเภอท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ จากโรงเรียนท่าตูมประชาเสริมวิทย์ รางวัลรองชนะเลิศอันดับที่ 2 ผลงานวิจัยปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อพัฒนาการของใบหูกวาง จากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา และรางวัลชมเชยอีก 3 รางวัล ทั้งนี้ โรงเรียนที่ได้รับรางวัลชนะเลิศ จะได้รับการสนับสนุนให้เข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุม GLOBE Learning Expedition 2014 ในเดือนสิงหาคม 2557 ณ เมืองนิวเดลี ประเทศอินเดีย

QUIZZ

สวัสดีคุณ ๆ ที่รักของต่าย ณ ช่วงเวลาที่ต่ายเขียนต้นฉบับอยู่นี้ เป็นช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่มีศูนย์กลางอยู่ที่ อ.พาน จ.เชียงราย วันที่ 6 พฤษภาคม 2557 ด้วยความแรงของการสั่นสะเทือนสูงถึง 6.3 ริกเตอร์ (จากหน่วยวัดสูงสุดคือ 9) ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายแก่อาคารบ้านเรือน ถนนหนทาง และยังก่อให้เกิดความหวาดกลัวและวิตกกังวลไปในเรื่องต่าง ๆ มากมาย ต่ายขอแสดงความเสียใจกับครอบครัวของผู้ประสบภัยแผ่นดินไหวขอเป็นกำลังใจให้ทุกท่านมีจิตใจที่เข้มแข็งและกลับมายืนหยัดต่อสู้รับมือกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วด้วยเทอญ สำหรับฉบับนี้ต่ายจะมาเล่าเรื่องในวงการวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับต้นไม้ใบหญ้าให้คุณ ๆ ได้ตื่นเต้นไปพร้อม ๆ กันเลยทีเดียว คุณ ๆ เคยสงสัยไหมว่า ต้นไม้มีการนอนหลับหรือไม่ ต้นไม้มีการสื่อสารพูดคุยกันหรือไม่ ต้นไม้มีระบบประสาทหรือไม่ต้นไม้ที่ถูกสัตว์กินพืชเข้ามารุมทึ้งจะร่วมมือกันฆ่าสัตว์กินพืชเหล่านั้นหรือไม่ อ้า!.....ต่ายเชื่อว่าคุณ ๆ น่าจะตอบว่าไม่มี โดยเฉพาะคนที่เรียนวิทยาศาสตร์มาเนื่องจากในอดีตแทบจะไม่มีการพูดถึงเนื้อหาเหล่านี้ในสาขาวิชาที่สอนเกี่ยวกับพืชเลย ก่อนที่เราจะเข้าไปหาคำตอบกัน ต่ายอยากให้คุณ ๆ ลองมองย้อนกลับไปเมื่อในอดีต เมื่อ 10-30 ปีก่อนที่คนสอนวิทยาศาสตร์สอนให้เราเชื่อและรับรู้ว่าสิ่งมีชีวิตบนโลกต้องการออกซิเจน พืชเท่านั้นที่มีคลอโรฟิลล์ แผนที่ลิ้นที่แสดงบริเวณของการรับรู้รสต่าง ๆ แต่ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์พบแล้วว่า...มีสิ่งมีชีวิตที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจนอาศัยอยู่บนโลกด้วย (ต่ายเคยเล่าไปแล้วในฉบับที่ 180) มีสัตว์หลายชนิดที่มีคลอโรฟิลล์รวมทั้งสัตว์มีกระดูกสันหลัง (คุณ ๆ สามารถอ่านได้ในฉบับที่ 186) และแผนที่ลิ้นที่แบ่งการรับรู้รสเป็นแถบ ๆ ได้ถูกยกเลิกไปแล้ว

กว่าที่เราจะยอมรับความรู้ใหม่ที่วงการวิทยาศาสตร์พบไม่ใช่เรื่องง่าย มันเป็นเรื่องยากเย็นแสนเข็ญเพราะเป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลา และต่ายก็เชื่อว่า ยังคงมีหนังสือเรียนต่าง ๆ ที่ยังไม่ได้ใส่เนื้อหาเหล่านี้ลงไป เพราะ "ความลังเลไม่กล้าที่จะเปลี่ยนหรืออาจจะก้าวไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลง" ก็เป็นไปได้

อ๊ะ! ต่ายลืมตัวออกนอกประเด็นไป ขอย้อนกลับมาเรื่องความรู้ใหม่ของพืชกันดีกว่า องค์ความรู้ที่ว่าก็คือ Plant Neurobiology เป็นการศึกษาชีววิทยาของระบบประสาทพืช และเป็นศาสตร์ที่เกิดขึ้นมาตั้งแต่ประมาณ ค.ศ. 1990 โดยมีการประชุมวิชาการครั้งแรกใน ค.ศ. 2005 เป็นศาสตร์ที่ต่อยอดของเรื่องการสื่อสารของพืช (Plant Communication) ซึ่งมีการทดลองและพิสูจน์จนมีตำรามากมาย แต่การที่จะยอมรับว่าพืชมีระบบประสาทและมีสมองนั้นคงเป็นเรื่องยากสักหน่อย เนื่องจากเรายังยึดติดภาพ "สมอง" และ "เซลล์ประสาท" ของสัตว์เป็นหลัก จึงทำให้ยังทำใจยอมรับในเรื่องนี้ไม่ได้ เหมือนกันการทำใจยอมรับเรื่องสิ่งมีชีวิตที่ไม่ต้องการออกซิเจน สัตว์ที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ และการที่ลิ้นไม่มีบริเวณของการรับรู้รส เป็นต้น

ต่ายอยากให้คุณ ๆ ได้ลองดูสารคดีที่ทำเผยแพร่ใน ค.ศ. 2009 เรื่อง Pure Science Specials : In the mind of plants ในเว็บ http://www.youtube.com/watch?v=tlxMjtrwHXM แม้จะเป็นภาษาอังกฤษแต่ต่ายจะพยายามสรุปให้คุณ ๆ ได้เข้าใจมากที่สุด ต่ายเชื่อว่าทางกองบรรณาธิการจะให้พื้นที่ในการบรรยายของต่ายเพิ่มมากขึ้น (อิอิ) สารคดีนี้นำเสนอเรื่องราวจากปัญหาการตายของละมั่ง (Antelope) ชนิดหนึ่งในแอฟริกา-เนื่องจากพืชสร้างสารพิษชนิดหนึ่งขึ้นมาชื่อ แทนนิน โดยปกติแล้วเจ้าสารชนิดนี้จะถูกสร้างขึ้นมาโดยพืชเพื่อใช้ในการต่อต้านปรสิตและแมลงเท่านั้นและจะสร้างในปริมาณไม่มาก สัตว์กินพืชจะกินพืชเหล่านี้ได้แบบสบาย ๆ หายห่วงไม่ถึงกับต้องมากมายขนาดนี้ แต่นี่เกิดเหตุการณ์ล้มตาย ที่ไม่คาดคิดขึ้นคือ พืชสร้างแทนนินมากกว่าปกติถึง 4 เท่า เพื่อตั้งใจฆ่าสัตว์กินพืช เหล่านั้นให้ตายหมด ทุกตัวกัน เลยทีเดียว

แรก ๆ นักวิทยาศาสตร์ก็ไม่เข้าใจจนศึกษาพบว่ามันเป็นกลไกในการป้องกันตัวของพืชที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบเป็นครั้งแรกตั้งแต่ช่วงปลายทศวรรษของ ค.ศ. 1980 สารแทนนินที่เพิ่มมากมายนี้จะไปลดความสามารถในการย่อยของแบคทีเรียในกระเพาะอาหาร และความสามารถในการย่อยของสัตว์กินพืชเอง นักวิทยาศาสตร์ยังพบอีกว่า พืชแต่ละต้นจะสร้างแก๊สเอทิลีนขึ้นมาเพื่อสื่อสารให้พืชต้นใกล้เคียง รับรู้ว่ามีอันตรายแล้วเพื่อน จากนั้นพืชต้นข้างเคียง ก็จะเร่งสร้างแทนนินขึ้นมาฆ่าสัตว์ที่จะมากัดกินใบซะ สารคดีนี้นำเสนอด้วยภาพที่ทำให้สามารถเข้าใจได้ง่ายเลยทีเดียว ต่อมาก็มีการนำเสนอการทดลองเกี่ยวกับการตอบสนองของพืช ในรัสเซีย เยอรมัน ไทย และญี่ปุ่น มีการทดลองเกี่ยวกับการตอบสนองของพืชที่มีต่อเสียงแคน ซึ่งเป็นเครื่องดนตรีพื้นบ้านของไทย ที่เรียกว่าการเต้นของพืช มีการทดลองเพื่อศึกษาระบบประสาทของพืช การนอนหลับของพืช และความจำของพืชตระกูลถั่ว

นักวิทยาศาสตร์สนุกเพลิดเพลินไปกับความพยายามจะหาคำอธิบายทฤษฎีที่เรียกว่า Root-Brain Theory ซึ่งเชื่อกันตั้งแต่สมัยของชาร์ล ดาร์วิน และ ฟรานซิส ดาร์วิน ผู้เป็นลูกชาย (อ่านเพิ่มเติมได้ที่ http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2819436/ เรื่อง The ‘root-brain’ hypothesis of Charles and Francis Darwin) ว่ารากพืชทำหน้าที่เหมือนกับสมองของสัตว์ ต่อมาจึงมีการศึกษาค้นพบว่า พืชมีโปรตีน myosin และ actin ที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาทของสัตว์ จึงคาดว่า

Pure Science Specials: In The Mind of Plants

จะต้องมีความเกี่ยวข้องกับการสื่อสารระหว่างเซลล์ของพืชอย่างแน่นอน แต่จะในรูปแบบใดนั้น นั่นคือสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์จะต้องหาวิธีพิสูจน์ให้เห็น ให้เข้าใจ จึงจะได้รับการยอมรับด้วย ต่ายมั่นใจว่า คงอีกไม่นานเกินรอ ที่ "ความรู้เกี่ยวกับระบบประสาทของพืช" จะถูกเปิดเผยออกมา ซึ่งคงจะอยู่ในรูปแบบที่แตกต่างไปจากสัตว์มากมาย มันเป็นเรื่องที่น่าตื่นเต้นที่สุดสำหรับคนอยากรู้อยากเห็นอย่างต่ายและชาวโลกเลยทีเดียว

เฉลยคำถามฉบับที่186 ต่ายถามสั้นๆว่าทำไมคนที่นี่เขาเอาต้นไม้แห้ง ๆ มาหุ้มเฉพาะที่โคนต้นซากุระในฤดูหนาว ^_^ คำตอบก็คือ เขาทำไว้สำหรับเป็นที่ที่ให้แมลงที่เป็นศัตรูต้นซากุระ ใช้เป็นที่อาศัยหลบอากาศหนาวเย็น จะได้ไม่ต้องไปหาที่อาศัยอื่นให้วุ่นวาย จากนั้นเมื่ออากาศเริ่มอบอุ่นขึ้น ก็จะมีเจ้าหน้าที่มาลอกส่วนที่เป็นต้นไม้แห้ง ๆ นี้ออก เมื่อลอกออกมาก็จะพบแมลงมากมาย ซึ่งทำให้ง่ายต่อการนำไปเผาทำลายซะ เท่านั้นเอง ก็จะไม่มีแมลงมากัดกินดอกซากุระให้หมดความสวยงาม ^_^ เป็นวิธีการที่แยบยลเลยทีเดียว ต่ายชอบมากเลย - สำหรับฉบับนี้ไม่มีจดหมายผู้ตอบคำถามต่ายเข้ามาเลย โอ้ว....ต่ายเสียใจจริง ๆ

คำถามฉบับที่ 188 ต่ายขอถามคำถามจากในสารคดีที่ต่ายแนะนำคุณ ๆ ไป โดยถามว่า จากเรื่องราวที่ถ่ายทอดผ่านสารคดีนั้น มหาวิทยาลัยอะไรในเยอรมนี ที่สนใจและมีความเชี่ยวชาญมากในการศึกษาเรื่องความฉลาดของพืช (Plant Intelligence) คุณ ๆ จะทราบคำตอบก็ต่อเมื่อคุณ ๆ ได้ดูสารคดีของต่ายแล้ว (อิอิ) เมื่อได้คำตอบแล้ว ส่งคำตอบมาหาต่ายได้ที่ funny_rabbit@live.co.uk <u>ภายในวันที่ 1 กันยายน 2557 โดยต้องใส่ชื่อและที่อยู่เพื่อจะจัดส่งรางวัลของคุณ ๆ ที่ตอบถูก</u> ถ้าคุณ ๆ ไม่ใส่ที่อยู่มาให้ ต่ายก็จะไม่สามารถส่งอะไรไปให้คุณ ๆ ได้เลย ต่ายรบกวนคุณ ๆ ช่วยบอกชื่อโรงเรียนของคุณ หรือโรงเรียนที่คุณอยากให้ต่ายส่ง CD ต่าง ๆ ของ สสวท. ที่โรงเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ แม้โรงเรียนจะไม่มีอินเทอร์เน็ตที่ไว ๆ ต่ายจะได้ส่ง CD ไปให้โรงเรียนได้ นอกเหนือจากของรางวัลที่คุณ ๆ จะได้รับ สำหรับเฉลยอ่านได้ในฉบับที่ 190 จ้า

การคิดนอกกรอบและการเรียนรู้ จะนำไปสู่การค้นพบที่ยิ่งใหญ่เสมอ

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

แบบฟอร์มการชำระเงินค่านิตยสาร 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 ....

พบกับ...

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (ebooks)
คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สสวท.

บนเว็บไซต์ www.scimath.org/ebooks

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 สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

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