

จากเทคโนโลยี บนฟากฟ้าสู่พื้นดิน



ผลการประเมิน PISA 2012

สำหรับการพัฒนาการบริหารจัดการ
การศึกษาขั้นพื้นฐานของไทย

สนุกกับความน่าจะเป็น :
เรียน ๆ เล่น ๆ อย่างสะเต็มศึกษา

ความรู้ใหม่เกี่ยวกับชะตาชีวิตของดวงอาทิตย์





ISMTEC2014

The International Science, Mathematics
and Technology Education Conference

7-9 NOVEMBER 2014

Bangkok, Thailand

Strategies for Implementing STEM Education in Schools



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

Venue: Ambassador Hotel, Sukhumvit 11, Bangkok

Online registration is now open! !

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

Email: ismtec@ipst.ac.th



คณะที่ปรึกษา

ประธานกรรมการ สสวท.
ผู้อำนวยการ สสวท.

บรรณาธิการบริหาร

ขจรเดช บุตรพรม

ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ

รองผู้อำนวยการ สสวท.
ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท.

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์

กองบรรณาธิการ

ดร.กฤษณิ มุสิกกุล
ดร.จรรุวรรณ แสงทอง
ดร.ชัยวุฒิ เลิศวนสิริวรรณ
ณรงค์ แสงแก้ว
ดุสิต สังข์ร่วมใจ
ถนิม ทิพย์ผ่อง
ธัญญากานต์ ยืนตระกูลชัย
นวรรณ์ อินทวงศ์
เบญจวรรณ ศรีเจริญ
ประกายกานต์ ตรีอาภรณ์
ดร.ประสงค์ เมธิพิณิกุล



ปาริฉัตร พวงมณี
ดร.พรชัย อินทร์ฉาย
พรพจน์ พุ่มวันเพ็ญ
ดร.รชยา ศรีสุรฉิน
ราม ดิวารี
ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์
ดร.โคจิวัจน์ เสริฐศรี
สมเกียรติ เพ็ญทอง
สุพจน์ วุฒิโสภณ
ดร.สุพรรณิ ขาญประเสริฐ
อุภากร จีระพันธุ์

ผู้ช่วยกองบรรณาธิการ

วนิดา คล่องอาสา
นิลุบล กองทอง
รัชนิกร มณีโชติรัตน์
สินีนานู ทาบังกาฬ
ดวงมัลย์ บัวสังข์
สิริมดี นาคสังข์
สุประดิษฐ์ รุ่งศรี



เปิดเล่ม สสวท.

ประเด็นเด่นในเล่มนี้ยกให้เป็นเรื่องของ ผลการประเมิน PISA 2012 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาการบริหารจัดการการศึกษาขั้นพื้นฐานของไไทยนั้นควรมีทิศทางเป็นไปอย่างไร....และตามติดด้วยเรื่องราว ‘ดวงอาทิตย์’ ที่ กาลิเลโอ เป็นคนแรก ๆ ที่พิสูจน์ให้เห็นว่า ดวงอาทิตย์ หมุนรอบตัวเองและจากการศึกษาของนักดาราศาสตร์ทำให้ทราบว่า การหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ในบริเวณเส้นศูนย์สูตรจะมีความเร็วว่า ที่บริเวณขั้วเหนือและขั้วใต้ ปัจจุบันมียานสำรวจหลายลำพยายามทำการสำรวจดวงอาทิตย์อย่างใกล้ชิดและส่งข้อมูลกลับมาให้นักวิทยาศาสตร์บนโลกได้ศึกษา เพียงช่วงเวลาไม่ถึง 30 ปี ที่ผ่านมานี้ ความเข้าใจในธรรมชาติของดวงอาทิตย์ของเราได้เพิ่มมากขึ้นหลายเท่าตัว แต่อย่างไรก็ตามทฤษฎีต่าง ๆ ก็ยังไม่สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์และทำนายพฤติกรรมดวงอาทิตย์ได้อย่างเที่ยงตรง แสดงให้เห็นว่ายังมีธรรมชาติของดวงอาทิตย์อีกมากมายที่เรายังไม่ค้นพบและยังไม่เข้าใจ

นิตยสาร สสวท. เล่มนี้ มีเรื่องราว “ความรู้ใหม่เกี่ยวกับชะตาชีวิตของดวงอาทิตย์” ครอบคลุมสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับดาวฤกษ์ พร้อม ๆ กับทำนายให้เห็นจุดจบของดวงอาทิตย์กันเลยทีเดียว ภายในเล่มยังร้อยเรียงเรื่องเทคโนโลยีอันทันสมัยหลาย ๆ อย่างที่เราใช้อยู่ในปัจจุบันว่ามีจุดเริ่มต้นจากการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการทหาร เช่น ระบบอินเทอร์เน็ตร ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกหรือ GPS รวมถึงพลังงานนิวเคลียร์ แถมท้ายยังมีเรื่องราว “สนุกกับความน่าจะเป็น : เรียน ๆ เล่น ๆ อย่าง สะเต็มศึกษา” และ “สะเต็มศึกษากับความคิดขั้นสูง” รวมถึงสาระอันน่าเรียนรู้อีกมากมายรอการพิสูจน์จากคุณอยู่ “โปรดอย่า รอคอย แต่จงติดตามด้วยความตั้งใจ”

ขจรเดช บุตรพรม

บรรณาธิการบริหาร

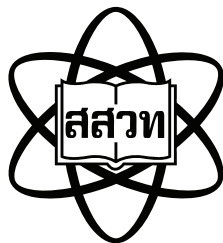
เจ้าของ

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

(ขอเขียนทั้งหมดเป็นความเห็นอิสระของผู้เขียน มิใช่ของ สสวท. หากข้อเขียนใดผู้อ่านเห็นว่ามีการลอกเลียนแบบหรือแอบอ้าง โดยปราศจากการอ้างอิง กรุณาแจ้งให้กองบรรณาธิการทราบด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง)

วัตถุประสงค์

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



สารบัญ

รอบรู้วิทย์

- 3 ผลการประเมิน PISA 2012 สำหรับ
การพัฒนาการบริหารจัดการการศึกษา
ขั้นพื้นฐานของไทย
- 7 สะเต็มศึกษากับการคิดขั้นสูง
- 11 ความรู้ใหม่เกี่ยวกับชะตาชีวิตของดวงอาทิตย์
- 16 จากปิโตรเลียมสู่ผลิตภัณฑ์

รอบรู้คณิต

- 20 อุปสรรคทางภาษาในการเรียนคณิตศาสตร์
ของเด็กไทย
- 24 วงรีสลายนิว
- 27 สนุกกับความน่าจะเป็น : เรียน ๆ เล่น ๆ
อย่างสะเต็มศึกษา

รอบรู้เทคโนโลยี

- 33 จากเทคโนโลยีบนฟากฟ้าสู่พื้นดิน
- 36 เทคนิคการซ้อนภาพ : กล้วยเปลี่ยนสี

การเรียนกระตุ้นความคิด

- 40 ตัวอย่างแนวคิดในการทำข้อสอบการประกวด
ผลงานสร้างสรรค์ของคนมีความสามารถทาง
คณิตศาสตร์ ตอนที่ 2
- 44 การประเมินการรู้เรื่องการอ่านของ PISA 2015
- 49 Subramanyan Chandrasekhar
นักดาราศาสตร์ฟิสิกส์อเมริกันเชื้อชาติอินเดีย
รางวัลโนเบล สาขาฟิสิกส์ ค.ศ. 1983
- 53 เว็บช่วยสอน

นานาสาระและข่าวสาร

- 54 เรื่องเล่าจากงานประชุม ITEEA ครั้งที่ 76
- 57 ข่าว สสวท.
- 59 Quiz

หน้า 11



หน้า 16



หน้า 33



หน้า 49



หน้า 57



ผลการประเมิน PISA 2012 สำหรับการพัฒนาการบริหารจัดการ การศึกษาขั้นพื้นฐานของไทย

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ผลการประเมิน PISA ของนักเรียนอายุ 15 ปีของไทย จะเป็นส่วนหนึ่งในการนำไปพิจารณาของการจัด “อันดับความสามารถในการแข่งขันในระดับโลก (World Competitiveness Rankings)” ของประเทศไทย โดยองค์การนานาชาติต่าง ๆ ในอันที่จะสะท้อนให้เกิดความเชื่อมั่นถึงศักยภาพของกำลังคนเพื่อการลงทุนในประเทศไทย

ผลการประเมิน PISA 2012 (ปีการศึกษา 2555) แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนในโรงเรียนในประมาณ 25% ของจำนวนจังหวัดทั้งหมด 77 จังหวัดของประเทศไทย อยู่ในระดับเดียวกับของประเทศสมาชิก OECD จึงเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่า หลักสูตร ครู และนักเรียนไทย ในจังหวัดประมาณ 25% ของจังหวัดทั้งหมด อยู่ในระดับที่ดี และถ้ามีการพัฒนาการบริหารจัดการศึกษาในส่วน 75% ของจังหวัดที่เหลือให้ดีขึ้น ก็จะทำให้ผลการประเมิน PISA ของประเทศไทยสูงขึ้น ซึ่งจะมีส่วนทำให้อันดับของ World Competitiveness ของประเทศไทยสูงขึ้นด้วย

เมื่อศึกษาลึกลงไปถึงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในแต่ละโรงเรียน ในแต่ละจังหวัด จะเห็นว่ามีความแตกต่างมากกระหว่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในโรงเรียนต่าง ๆ กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในโรงเรียนที่ได้รับความนิยมสูงในจังหวัดนั้น ๆ จึงควรที่จะพัฒนาการบริหารจัดการให้โรงเรียนต่าง ๆ ในแต่ละจังหวัดได้รับความนิยมจากผู้ปกครองใกล้เคียงกัน

ความนิยมโรงเรียนของผู้ปกครอง มาจากผลที่นักเรียนสามารถเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยและในสาขาที่ดี ๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงเรียนที่มีประวัติความเป็นมาที่ยาวนาน ดังนั้น มาตรการการจัดให้ครูที่มีฝีมือดีกระจายไปอยู่ในโรงเรียนต่าง ๆ ในจังหวัด ด้วยการจัดผลตอบแทนที่ดึงดูดใจให้กับครูเหล่านี้ จะช่วยให้นักเรียนที่มีศักยภาพกระจายไปอยู่ในโรงเรียนต่าง ๆ ในจังหวัด

ที่จะทำให้ผลการประเมิน PISA ในแต่ละจังหวัด และของทั้งประเทศ สูงขึ้นตามลำดับ

ตำแหน่ง “ผู้อำนวยการ (Director)” และ “รองผู้อำนวยการ (Deputy Director)” ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันไม่ได้เป็นผู้มีส่วนร่วมในการสอนและการพัฒนาวิชาการ และได้รับการคัดเลือกมาจาก “การจัดสอบ” แล้วมาเป็น “ผู้บังคับบัญชาสั่งการครู” ทั้ง ๆ ที่ไม่มีประสบการณ์ในการสอนที่ดีมาเท่าที่ควร ตำแหน่งเหล่านี้ควรเปลี่ยนเป็นเพียง “ผู้จัดการ (Manager)” และ “รองผู้จัดการ (Deputy Manager)” เท่านั้น แล้วให้มี “ครูใหญ่ (Head Master)” หรือ “อาจารย์ใหญ่ (Principal)” ผู้ที่มีผลงานการสอนที่ดีและยังคงมีภาระการสอนอยู่บ้าง เป็นตำแหน่งสูงสุดของโรงเรียน

ผลการประเมิน PISA 2012 (ปีการศึกษา 2555)

ผลการประเมิน PISA 2012 จากการสุ่มตัวอย่างนักเรียนและโรงเรียน ตามหลักเกณฑ์ของ PISA ใน 67 จังหวัด มีดังนี้

- จำนวนจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนในแต่ละจังหวัด สูงกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ได้แก่

Mathematical literacy 7 จังหวัด

Scientific literacy 5 จังหวัด

Reading literacy 4 จังหวัด

จังหวัดเหล่านี้ประกอบด้วย กำแพงเพชร เพชรบุรี ภูเก็ต มหาสารคาม เลย ลำปาง และสุพรรณบุรี ซึ่งกระจายอยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศ คือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ เป็นการยืนยันว่า มีนักเรียนที่มีศักยภาพสูงและโรงเรียนที่มีคุณภาพดีไม่ด้อยกว่าของประเทศในกลุ่ม OECD กระจายอยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศ

^{*}ที่ปรึกษาโครงการพัฒนาโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย 12 แห่งให้เป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ อุดมกรรมการบริหารโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ / อดีตอธิการบดี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง / อดีตนักเรียนทุนรัฐบาลไปศึกษาที่ประเทศอังกฤษ

- จำนวนจังหวัดที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงและค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมของจังหวัดเหล่านี้อยู่ในระดับเดียวกับของ OECD ได้แก่ Mathematical literacy 15 จังหวัด

Scientific literacy 14 จังหวัด

Reading literacy 14 จังหวัด

จังหวัดเหล่านี้ประกอบด้วย กรุงเทพฯ กำแพงเพชร จันทบุรี ชลบุรี นครปฐม นครนายก พะเยา เพชรบุรี พิษณุโลก ภูเก็ต ร้อยเอ็ด เลย ลำปาง มหาสารคาม สมุทรสงคราม สมุทรปราการ สุโขทัย สุพรรณบุรี สุราษฎร์ธานี และอุดรดิตถ์ เป็นการยืนยันว่า มีนักเรียนที่มีศักยภาพและโรงเรียนที่มีคุณภาพทัดเทียมกับของประเทศในกลุ่ม OECD กระจายอยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศ

- จำนวนจังหวัดเหล่านี้มีประมาณ 20 จังหวัด ซึ่งประมาณได้ว่าเป็น 25% ของ 77 จังหวัดทั้งประเทศ ที่มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับเดียวกับของประเทศ OECD ด้วยหลักสูตรที่ใช้สอนอยู่ในปัจจุบัน และศักยภาพของครูผู้สอนที่มีอยู่

- คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนและโรงเรียนที่สุ่มตัวอย่างทั่วประเทศตามหลักเกณฑ์ของ PISA ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของ 34 ประเทศที่เป็นสมาชิกของ OECD มาก เป็นเพราะคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนและโรงเรียนอีก 75% อยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก ได้ฉุดให้คะแนนเฉลี่ยรวมของประเทศต่ำลง

คะแนนเฉลี่ย

	Mathe matical literacy	Scientific literacy	Reading literacy
1. กลุ่มโรงเรียนจุฬารัตนราชมงคล 12 แห่ง	570	565	554
2. กลุ่มสมาชิก 34 ประเทศของ OECD	494	501	496
3. กลุ่มโรงเรียนที่สุ่มตัวอย่างทั่วประเทศไทย	423	441	444

- จึงพอสรุปได้ว่า ผลการประเมิน PISA 2012 ของการสุ่มตัวอย่างนักเรียนและโรงเรียนทั่วประเทศที่อยู่ในระดับต่ำกว่าของ OECD ไม่ได้มาจากความด้อยคุณภาพของหลักสูตรและทักษะของครูเพราะคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในโรงเรียนในจังหวัดต่าง ๆ ในทุกภาคของประเทศ ประมาณ 25% อยู่ในระดับเดียวกับประเทศ OECD เพียงแต่คะแนนเฉลี่ยในโรงเรียนในจังหวัดต่าง ๆ 75% ของประเทศอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งสาเหตุหลักน่าจะมาจาก “คุณภาพของการบริหารจัดการ” เพราะคุณภาพ

ของครูทั่วประเทศน่าจะใกล้เคียงกัน ส่วนหลักสูตรนั้นก็ปฏิบัติตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการด้วยกัน

การประเมินผล PISA 2012

PISA (Programme for International Student Assessment) เป็นโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ ที่ดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) ซึ่งเป็นองค์กรของประเทศที่พัฒนาแล้ว หรือนั่นคือเป็นประเทศที่มีรายได้เฉลี่ยต่อหัวประชากรสูง และในปี พ.ศ. 2555 (ค.ศ. 2012) มีสมาชิก 34 ประเทศ

PISA ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ในด้าน 3 ด้านด้วยกัน คือ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)

PISA 2012 ได้ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียนใน 65 ประเทศ ประกอบด้วย ประเทศสมาชิก OECD 34 ประเทศ และประเทศที่ไม่เป็นสมาชิก OECD และสมัครเข้าร่วมโครงการ 31 ประเทศ รวมประเทศไทย (นับรวม 3 จังหวัดของประเทศจีน คือ เซี่ยงไฮ้ มาเก๊า และฮ่องกง ที่แต่ละแห่งมีความอิสระในการจัดการศึกษาของตนเอง)

PISA Thailand รับผิดชอบโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และได้แยกประเมินผลคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มในกลุ่มโรงเรียนต่าง ๆ รวมทั้งนักเรียนของกลุ่มโรงเรียนจุฬารัตนราชมงคล 12 แห่งด้วย

ความสำคัญและผลกระทบต่อประเทศของผลการประเมิน PISA

- ด้วยประเทศที่พัฒนาแล้ว เป็นสมาชิกของ OECD และได้ยึดผลการประเมิน PISA เปรียบเทียบคุณภาพการศึกษาระหว่างกัน ตลอดมา และองค์กรต่าง ๆ ระดับโลก เช่น ธนาคารโลก (World Bank) WEF (World Economic Forum) IMD (International Institute for Management Development) ฯลฯ ได้ยึด “ผลการประเมิน PISA” เป็น “ตัวแปร (Variable)” ที่สำคัญในการประเมินศักยภาพของการพัฒนากำลังคนของแต่ละประเทศ เพื่อนำไปประกอบเป็นตัววัด “ระดับความสามารถในการแข่งขันในโลก (World Competitiveness)” ของประเทศต่าง ๆ

- ผลการประเมิน PISA มีบทบาทสำคัญ และเป็นตัวแปรสำคัญตัวหนึ่งที่บริษัทข้ามชาติใช้ในการเปรียบเทียบศักยภาพของกำลังคนระหว่างประเทศ สำหรับการตัดสินใจในการเลือกประเทศที่จะมาลงทุนทางอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงที่ต้องการกำลังคนที่มีศักยภาพ
- ดังนั้น การพัฒนาการบริหารจัดการกระตุ้นให้โรงเรียนต่าง ๆ ให้ความสนใจกับการประเมิน PISA เพื่อให้นักเรียนพัฒนาตัวเองให้พร้อมสำหรับการประเมิน PISA ก็จะทำให้ได้ค่าเฉลี่ยของผลการประเมิน PISA สูงขึ้น ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะทำให้ตัววัดระดับความสามารถในการแข่งขันระหว่างประเทศของประเทศไทยสูงขึ้นจะทำให้มีการลงทุนมากขึ้น เศรษฐกิจของประเทศก็จะดีขึ้น

ผลการประเมิน PISA กับการพัฒนาการบริหารจัดการศึกษาพื้นฐานของไทย

- เมื่อพิจารณาถึงผลคะแนนที่นักเรียนในโรงเรียนที่สุ่มตัวอย่างในแต่ละจังหวัดจะเห็นว่ามีความแตกต่างของคะแนนระหว่างโรงเรียนต่าง ๆ ในแต่ละจังหวัดอย่างชัดเจน จึงเป็นสิ่งท้าทายอย่างยิ่งที่ต้องมีการพัฒนาบริหารการศึกษาของกลุ่มโรงเรียนในแต่ละจังหวัดให้มีศักยภาพใกล้เคียงกัน ซึ่งจะทำให้คะแนนเฉลี่ยของการประเมิน PISA สูงขึ้น แต่ก็ยังเป็นเพียงเรื่องการสร้างระดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศในระดับนานาชาติ
- ความนิยมโรงเรียนของผู้ปกครองในแต่ละจังหวัด เป็นเหตุให้มีการพัฒนาการศึกษาขั้นพื้นฐานกระจุกตัวอยู่แต่ในโรงเรียนหลักของจังหวัด ด้วยผู้ปกครองมีเป้าหมาย ให้นักเรียนมีความสามารถในการสอบแข่งขันเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยชั้นนำ และในสาขาวิชาชีพที่ดีให้ได้ ส่วนคะแนนเฉลี่ยสูงของการประเมินผล PISA นั้นเป็นผลในระดับประเทศ ไม่ได้ตอบความต้องการของผู้ปกครองแต่ละคน จึงไม่เป็นที่สนใจของผู้ปกครอง ดังนั้น จึงเป็นสิ่งท้าทายที่จะต้องบริหารจัดการการศึกษาให้ความนิยมของผู้ปกครองกระจายไปตามโรงเรียนต่าง ๆ ในแต่ละจังหวัด

• วิธีการหนึ่ง คือ ต้องบริหารจัดการ ให้ครูผู้ที่มีความสามารถกระจายไปอยู่ในโรงเรียนต่าง ๆ ในแต่ละจังหวัด ด้วยการให้ผลตอบแทนให้แก่ครูในโรงเรียนเป้าหมายเพิ่มขึ้นมากกว่าครูที่อยู่ในโรงเรียนยอดนิยมของจังหวัด เพื่อให้ได้ผลที่โรงเรียนเป้าหมายมีนักเรียนสามารถไปศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยชั้นนำ ก็จะทำให้ความนิยมของผู้ปกครองกระจายไปอยู่ในโรงเรียนต่าง ๆ มากขึ้นในแต่ละจังหวัด ในอันที่จะทำให้ผลการประเมิน PISA สูงขึ้นด้วย จากการสุ่มตัวอย่างนักเรียนและโรงเรียนตามเกณฑ์ของ OECD

• การศึกษาเป็นการพัฒนา “คน” ของประเทศ โดย “ครู” ซึ่งก็เป็นคนเช่นกัน ดังนั้นกระบวนการบริหารจัดการ “ครู” จึงมีความสำคัญที่สุด ในการพัฒนาการศึกษาของประเทศ การบริหารจัดการครู ตั้งแต่ระดับกระทรวง ในภาพรวม ไปจนถึงครูในระดับบุคคลในโรงเรียนควรจะได้มีการทบทวน เพื่อให้ครูที่อยู่ในปลายน้ำ (downstream) ของกระบวนการบริหารจัดการ มี “ส่วนร่วม” ในการพัฒนานักเรียนในมิติต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายของประเทศในภาพรวม

• การสนับสนุนการพัฒนาโรงเรียน ไม่ควรดำเนินการแบบปูพรมดังเช่นที่เป็นอยู่ ควรเน้นให้การสนับสนุนโรงเรียนในกลุ่ม 75% เป็นพิเศษ ผลที่ประเทศจะได้รับ ก็คือ จะทำให้ช่องว่างของความเจริญระหว่างส่วนต่าง ๆ ของประเทศลดลงและคุณภาพชีวิตของคนทั่วประเทศจะไม่แตกต่างกันมากนัก

ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการปรับปรุงการบริหารบุคคลเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐาน

- ตำแหน่งสูงสุดของโรงเรียน ควรจะเป็น “ครูใหญ่ (Head Master)” หรือ “อาจารย์ใหญ่ (Principal)” รับผิดชอบแผนงานวิชาการของโรงเรียน ซึ่งจะต้องเป็นผู้ที่มีผลงานการสอนที่ดี เป็นนักวิชาการ ที่สามารถเป็นต้นแบบให้กับครูได้ จะต้องคงมีภาระการสอนอยู่บ้างอย่างต่อเนื่อง เพื่อการสร้างพลังใจให้กับครูและควรคัดเลือกมาจากผู้ที่มีผลงานการสอนที่ดี
- ตำแหน่ง “ผู้อำนวยการ (Director)” น่าจะให้หมายถึง “ผู้จัดการ (Manager)” ที่รับผิดชอบงานบริหารจัดการต่าง ๆ ในโรงเรียนร่วมกับ ครูใหญ่ หรืออาจารย์ใหญ่ เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนของโรงเรียน และควรจะเป็นตำแหน่งที่อยู่ในระดับต่ำกว่า อาจารย์ใหญ่ (Principal) ไม่ควรให้มาเป็นผู้จัดการเบ็ดเสร็จตั้งแต่งานวิชาการ ไปจนถึงงานบริหารอื่น ๆ



- ตำแหน่ง “ผู้อำนวยการ (Director)” และ “รองผู้อำนวยการ (Deputy Director)” ที่เป็นอย่างในปัจจุบัน ไม่ได้เป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการสอน และการพัฒนาวิชาการ และได้รับการคัดเลือกมาจาก “การจัดสอบ” แล้วมาเป็น “ผู้บังคับบัญชาสั่งการครู” ทั้ง ๆ ที่ไม่มีผลงานวิชาการและไม่มีประสบการณ์ในการสอนมาเท่าที่ควร รองผู้อำนวยการของโรงเรียนหลายแห่ง มีอายุเพียง 30 ปี ต้น ๆ จบปริญญาตรี และเพิ่งเป็นข้าราชการได้เพียง 5-6 ปีเท่านั้น ควรจะเปลี่ยนตำแหน่งเหล่านี้ เป็นเพียง “ผู้จัดการ (Manager)” และ “รองผู้จัดการ (Deputy Manager)” เท่านั้น
- เมื่อมีตำแหน่ง “ครูใหญ่ หรือ อาจารย์ใหญ่” และ ตำแหน่ง “ผู้จัดการ” รับผิดชอบงานต่าง ๆ ของโรงเรียนร่วมกันก็ควรให้โรงเรียนมีอำนาจในการบริหารจัดการงบประมาณ และการบรรจุครูตามความต้องการของโรงเรียน

ขอบคุณ

ดร.ธงชัย ขิวปรีชา อดีตผู้อำนวยการโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์และอดีตผู้อำนวยการ สสวท.

อาจารย์ พจนีย์ เจนพนัส และ ดร.พิเชษฐ์ จัปจิตต์ จากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.), ดร. พรพรรณ ไทยางกูร, ดร.ปรีชาญ์ เดชศรี, อาจารย์ ณรงค์ศิลป์ รูปพนม, ดร.สุพัตรา ผาติวิสันต์, และคณะทำงานจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

สะเต็มศึกษากับการคิดขั้นสูง

หลักสูตรหรือการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน หรือที่เรียกว่า “สะเต็มศึกษา (STEM Education)” เป็นคำย่อที่มาจากคำว่า Science Technology Engineering and Mathematics Education ได้เข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย ซึ่งมีเป้าหมายสำคัญเพื่อนำผู้เรียนไปสู่การคิดแก้ปัญหาและการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงบทเรียนในห้องเรียนกับการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้จริง การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการหลักสะเต็มศึกษาเข้าไปในหลักสูตรหรืออาจนำมาใช้เพียงบางส่วนของเนื้อหาวิชา ก็นับได้ว่าเป็นการผสมผสานการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นสำคัญเพราะผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ดังนั้นในช่วงที่ผ่านมาได้มีบทความเกี่ยวกับความสำคัญของสะเต็มศึกษาและการบูรณาการหลักการของสะเต็มในหลักสูตรหรือเนื้อหาวิชา รวมทั้งตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มในวารสารต่าง ๆ เช่น กิจกรรมช่วยเหลือนกเพนกวิน กิจกรรม I want my pizza hot และกิจกรรม building roller coasters

จุดเด่นสำคัญอีกประการหนึ่งของสะเต็มศึกษาที่นอกเหนือจากการออกแบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และการเชื่อมโยงองค์ความรู้จากบทเรียนในห้องเรียนเพื่อประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันแล้ว สะเต็มศึกษายังช่วยให้ผู้เรียนเกิดการคิดขั้นสูง (Higher-ordered thinking) ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 (21st Century skills) สะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมการคิดขั้นสูงของผู้เรียนได้อย่างไร เป็นสิ่งที่น่าสนใจ และจะได้กล่าวต่อไป แต่ก่อนอื่นผู้เขียนขออธิบายเกี่ยวกับความหมายและประเภทของการคิดขั้นสูงก่อน

1. ความหมายและประเภทของการคิดขั้นสูง

คำว่า **คิด** ตามความหมายของพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน หมายถึงทำให้ปรากฏเป็นรูปหรือประกอบให้เป็นรูปหรือเป็นเรื่องขึ้นในใจ **การคิด** เป็นกิจกรรมทางสมองที่ต้องอาศัยข้อมูลการรับรู้จากประสาทสัมผัสทั้งห้าและจากประสบการณ์ ผสมกับพื้นฐานของเหตุและผล มาประมวลและวิเคราะห์เพื่อการรับรู้ หรือทำความเข้าใจสถานการณ์หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง รวมทั้งตอบสนองและตัดสินใจ นอกจากนี้ยังอาจใช้เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์อื่น ๆ เช่น การแก้ปัญหา การตัดสินใจ หรือการวางแผน **การคิดขั้นสูง** เป็นการคิดที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หรือการคิดซับซ้อนอื่น ๆ ซึ่งไม่ใช่ความรู้ความจำหรือความเข้าใจ

การคิดขั้นสูงมีหลายประเภทซึ่งหนังสือแต่ละเล่มได้อธิบายไว้ในบริบทที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามในบทความนี้จะกล่าวถึงการคิดขั้นสูง 3 ประเภท คือ การคิดแก้ปัญหา (problem solving) การคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่มีการกล่าวถึงและตีพิมพ์อย่างแพร่หลายว่าสามารถฝึกฝนให้เกิดกับผู้เรียนผ่านการทำกิจกรรมสะเต็ม และนอกจากนี้ การคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ยังเป็นทักษะสำคัญต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 รายละเอียดของการคิดขั้นสูงทั้ง 3 ประเภท สามารถสรุปได้ดังนี้

1.1 การคิดแก้ปัญหา

การคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการพิจารณาจำแนกเกี่ยวกับประเด็นปัญหาหรือสิ่งต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดความลำบากหรือยุ่งยาก จากนั้นมีการประยุกต์นำสิ่งของ วิธีการ หรือเหตุการณ์ บางอย่างมาปรับใช้อย่างเหมาะสม โดยสอดคล้องกับบริบททางสังคม วัฒนธรรม และ สภาพแวดล้อม เพื่อแก้ปัญหาหรือให้บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

1.2 การคิดสร้างสรรค์

การคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการมองเห็นประเด็นของปัญหา หรือการเชื่อมโยงความคิดเดิมกับจินตนาการ แล้วสร้างเป็นความรู้ ความคิด หรือชิ้นงานใหม่ของตนเอง โดยใช้กลยุทธ์ทางความคิดที่หลากหลายทั้งการวิเคราะห์ประเด็น การคิดนอกกรอบ การคิดริเริ่มและการสร้างสรรค์ผลงานหรือสิ่งใหม่ ๆ ที่เหมาะสมต่อการใช้งานได้

1.3 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความสามารถในการวิเคราะห์และตัดสินเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยยึดตามหลักฐานเชิงประจักษ์เป็นสำคัญ ดังนั้นการคิดในลักษณะนี้ถือเป็นความสามารถในการวิเคราะห์ แปลความหมาย ประเมินค่า สรุป และสังเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ และใช้ผลลัพธ์ในการแก้ไขปัญหาหรือตัดสินใจ หรือเลือกใช้วิธีการได้เหมาะสม นอกจากนี้การคิดอย่างมีวิจารณญาณยังรวมการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกใช้วัสดุ หรือวิธีการที่ทำให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด

การจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งจะได้อธิบายต่อไป

2. สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการคิดขั้นสูงของผู้เรียน

เมื่อคำว่า STEM Education (สะเต็มศึกษา) ได้ปรากฏสู่สาธารณชนในช่วงปลายปี ค.ศ. 1990 โดย National Science Foundation (NSF) คำศัพท์คำนี้ได้รับความสนใจจากบุคคลในสายอาชีพต่าง ๆ เช่น นักวิทยาศาสตร์เกิดความเข้าใจผิดคิดว่า นักการศึกษาได้ให้ความสำคัญกับการวิจัยบางส่วนของต้นพืชมากขึ้น (stem = ลำต้น) วิศวกรและนักเทคโนโลยีคิดว่าคำศัพท์นี้เกี่ยวข้องกับนาฬิกาข้อมือ (watch stem = ปุ่มด้านข้างนาฬิกาสำหรับหมุนเข็ม) ในขณะที่นักการเมืองหัวโบราณเกิดความกังวลเพราะเข้าใจว่านักการศึกษาได้สนับสนุนการศึกษาด้านสเต็มเซลล์หรือเซลล์ต้นกำเนิดอย่างเป็นทางการ (stem cell = เซลล์ต้นกำเนิด)

สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่มีส่วนคล้ายกับ กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (inquiry approaches) ที่ผู้เรียนต้องค้นหาและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งคล้ายกับการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ในขณะที่ครูหรือผู้สอนนั้น ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) และ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) ในแง่ของการประยุกต์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ แต่จุดที่ต่างคือ สะเต็มศึกษา (STEM Education) จะเน้นการบูรณาการหลักการและศาสตร์ความรู้จาก 4 สาขา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ เข้าด้วยกันดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในข้างต้น อย่างไรก็ตามการนำหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไปใช้ ควรต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและบริบทของผู้เรียน โรงเรียน เนื้อหาวิชา รวมทั้งการคิดขั้นสูงที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเป็นสำคัญ

เพื่อให้มองภาพเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาและการพัฒนาการคิดขั้นสูงของผู้เรียนเป็นรูปธรรมมากขึ้น ผู้เขียนขอยกตัวอย่างบทวิเคราะห์การคิดขั้นสูงจากตัวอย่างกิจกรรมสะเต็ม เรื่อง ช่วยเหลือนกเพนกวิน ในนิตยสาร สสวท. ปีที่ 41 ฉบับที่ 182 พ.ศ. 2556 ในกิจกรรมนี้ผู้สอนเริ่มต้นกระบวนการสอนด้วยการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน รวมทั้งอธิบายให้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติการถ่ายโอนความร้อนและการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุ ผ่านวิธีการ คาดคะเน สังเกต และอธิบาย (Predict Observe Explain: POE) จากนั้นผู้สอนให้ผู้เรียนต่อยอดความรู้โดยสร้างบ้านให้นกเพนกวิน โดยมีเงื่อนไขคือ

- เมื่อนำน้ำแข็งที่ทราบน้ำหนัก มาวางไว้ในบ้านของนกเพนกวิน แล้วนำไปส่องด้วยคอมโฟภายในเวลาที่กำหนด น้ำหนักของน้ำแข็งหลังทดลอง ต้องมีค่าใกล้เคียงกับน้ำหนักก่อนทดลองมากที่สุด

- ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ให้คุ้มค่าและประหยัดมากที่สุด ซึ่งในกิจกรรมนี้ ผู้สอนให้งบประมาณแต่ละกลุ่มในการสร้างบ้านให้นกเพนกวินในวงเงินที่เท่ากัน จากนั้นผู้เรียนต้องนำเงินไปซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่ผู้สอนเตรียมและตั้งราคาไว้แล้ว และเมื่อซื้อวัสดุอุปกรณ์มาแล้วจะต้องใช้เพราะผู้สอนไม่รับคืน แต่ก็ไม่ใช้จะมีการหักคะแนนความคุ้มค่า

- มีความเป็นไปได้ในการนำแบบจำลองที่สร้างไปขยายให้เท่าขนาดจริง (scale up)

- บ้านนกเพนกวินต้องสวยงามและมีความคิดสร้างสรรค์

เมื่อดำเนินการสร้างบ้านให้นักเพนกวินเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดในการสร้างบ้านให้นักเพนกวินพร้อมอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับหลักการสะสมที่เกี่ยวข้อง

ตัวอย่างการคิดขั้นสูงของผู้เรียนที่ได้จากการทำกิจกรรม สรุปได้ดังนี้

- **การคิดแก้ปัญหา** ผู้เรียนต้องนำความรู้เรื่องสมบัติของวัสดุแต่ละประเภทมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาและบรรลุภารกิจตามเงื่อนไขที่ผู้สอนกำหนด พร้อมทั้งดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้เพื่อใช้ประกอบการทำกิจกรรมอย่างเหมาะสม
- **การคิดสร้างสรรค์** ผู้เรียนต้องออกแบบบ้านให้นักเพนกวิน รวมทั้งการสร้างบ้านให้คงทนและตกแต่งให้สวยงาม รวมทั้งการนำเสนอจุดเด่นของชิ้นงานในทางสร้างสรรค์
- **การคิดอย่างมีวิจารณญาณ** ผู้เรียนตัดสินใจเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ เพื่อสร้างบ้านให้นักเพนกวินให้ได้ลักษณะตามเงื่อนไขที่กำหนดให้มากที่สุด โดยพิจารณาและเปรียบเทียบสมบัติของวัสดุแต่ละประเภทซึ่งอิงจากผลการทดลองเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงความคุ้มค่าของการเลือกซื้อและเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ ภายใต้งบประมาณที่จำกัด

การคิดขั้นสูงของผู้เรียนที่ได้จากกิจกรรมเขียนสรุปเป็นแผนภาพ ดังรูป



ประเภทของการคิดขั้นสูงจากกิจกรรมช่วยเหลือนกเพนกวิน



กิจกรรมช่วยเหลือนกเพนกวิน เป็นตัวอย่างกิจกรรมสะเต็มที่สามารถฝึกกระบวนการคิดของผู้เรียน

การส่งเสริมการคิดไม่ว่าจะเป็นการคิดในระดับใดก็ตาม ย่อมต้องอาศัยการฝึกฝน นอกจากการฝึกฝนผ่านการแก้ไขปัญหา หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันแล้ว การเรียนรู้ในห้องเรียน ยังเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการคิดโดยผู้สอนต้องจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับระดับความรู้และบริบทของผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้เกิดการคิดขั้นสูง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถยกระดับการคิดขั้นสูงของผู้เรียนมีหลากหลายวิธี สะเต็มศึกษา เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งนอกจากช่วยยกระดับการคิดขั้นสูงของผู้เรียนแล้ว ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้จากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ และผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนไปประยุกต์ในชีวิตจริงหรือเชื่อมโยงกับวิชาชีพได้



บรรณานุกรม

- Bybee, R. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30 - 35.
- Duke University. (2014). Hands-on activity: Building roller coasters. สืบค้นเมื่อ 9 เมษายน 2557, จาก <http://www.teachengineering.org>.
- Hagerty, J. & Rockaway T., (2012). Adapting entry-level engineering courses to emphasize critical thinking. *Journal of STEM Education*, 13(12), 25-34.
- Moore, J. W. (2007). Critical needs of STEM Education. *Journal of Chemical Education*, 84(12), 1895.
- Sbenaty, S. (2000). I want my pizza hot. *Journal of STEM Education*, 1(1), 16-23.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- รักษพล ธานานวงศ์. (2556). เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ. *นิตยสาร สสวท*, 41(182), 15-20.
- อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์. (2556). ทักษะความคิด: พัฒนาการอย่างไร. กรุงเทพมหานคร: อินทร์ณน.

ความรู้ใหม่เกี่ยวกับ ชะตาชีวิตของดวงอาทิตย์



สแกนโค้ดนี้เพื่อ
ชมภาพเคลื่อนไหว

หลังจากที่อากาศหนาวมาพักใหญ่ในช่วงปลายปี พ.ศ. 2556 ต่อต้นปี พ.ศ. 2557 ตอนนี้อากาศก็เริ่มจะร้อนขึ้นแล้ว แดดก็จ้า พากย์ไปร้อนจนทำให้บางคนเริ่มไม่ชอบขึ้นมา แต่ว่าร้อน ๆ อย่างนี้คงเทียบไม่ได้เลยกับสิ่งที่โลกในยุค 5,000 ล้านปีจากนี้จะได้เจอในตอนปลายอายุขัยของดวงอาทิตย์ (ถ้ามีใครอายุยืนยาวได้ถึงขนาดนั้นคงจะได้เจอกับประสบการณ์ตรง) ซึ่งตอนนั้นโลกจะอยู่ภายในดวงอาทิตย์เลยทีเดียว เนื่องจากดวงอาทิตย์จะขยายขนาดและมวลขึ้นมาก สมมติว่าขนาดของดวงอาทิตย์ในปัจจุบันเทียบกับลูกฟุตบอล ในอนาคตมันจะขยายขนาดจนมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของสนามฟุตบอลเลยทีเดียว ก่อนที่จะลดขนาดลงจนมีขนาดเท่ากับมดที่เดินอยู่บนสนามฟุตบอลนั้น หลายคนคงสงสัยว่าทราบได้อย่างไร ซึ่งคำตอบก็คือเราคาดเดาคำตอบจากการสังเกตวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ดวงอื่น ๆ ที่คล้ายกับดวงอาทิตย์ในทางช้างเผือก ซึ่งผลการศึกษาเหล่านี้ได้บ่งชี้ให้เราทราบในการทำนายชะตาชีวิตของดวงอาทิตย์ ถ้าเช่นนั้นเรามาเรียนรู้สิ่งที่จะเกิดขึ้นกับดาวฤกษ์กันดีกว่า อยากรู้จริงว่าจุดจบของมันเป็นเช่นไร

วงจรชีวิตของดาวฤกษ์

ราวหนึ่งศตวรรษที่ผ่านมา นักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์กชื่อ เอ็ดนาร์ เฮิร์ตซสปรุง (Ejnar Hertzsprung) และนักดาราศาสตร์ชาวอเมริกันชื่อ เฮนรี นอร์ริส รัสเซลล์ (Henry Norris Russell) ต่างคนต่างสังเกตพบสิ่งที่น่าทึ่งในตอนที่กำลังวิเคราะห์ดาวฤกษ์หลายดวงที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด โดยพบว่าดาวฤกษ์บางดวงที่มีสีเดียวกันและอยู่ห่างจากโลกในระยะทางที่เท่ากันกลับมีความสว่างที่แตกต่างกันมาก เฮิร์ตซสปรุงเรียกดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้ซึ่งมีความสว่างมากกว่า “ดาวยักษ์” และดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้ซึ่งมีความสว่างน้อยกว่า “ดาวแคระ” จากนั้นในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2456 รัสเซลล์ได้นำเสนอแผนภูมิชุดแรกของสิ่งที่เราเรียกกันในปัจจุบันว่าแผนภูมิเฮิร์ตซสปรุง-รัสเซลล์ (Hertzsprung-Russell diagram) หรือแผนภูมิเอช-อาร์ แผนภูมินี้เปรียบเทียบความสว่างของดาวฤกษ์ (ในแกนตั้ง) กับสีของดาวฤกษ์หรือสเปกตรัม (ในแกนนอน)

โดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกตดาวฤกษ์ในท้องฟ้าในศตวรรษที่ 20 ทำให้เริ่มมีความคิดเห็นแรก ๆ เกี่ยวกับฟิสิกส์ของดวงดาวออกมา โดยเชื่อว่ามวลและความสว่างของดาวฤกษ์มีความสัมพันธ์กัน ในตอนนั้นนักดาราศาสตร์เริ่มสงสัยว่าดาวฤกษ์มีวิวัฒนาการอย่างไรและคิดว่าอาจเป็นไปได้ที่ดาวฤกษ์เหล่านั้นมีวิวัฒนาการและเคลื่อนที่ไปบนแผนภูมิเอช-อาร์ เป็นระยะเวลานานหลายทศวรรษแล้วที่เราได้เรียนรู้ว่ามวลของดาวฤกษ์บ่งชี้ถึงชีวิตของมันเอง ทั้งยังเป็นตัวกำหนดความสว่างและอุณหภูมิของดาวฤกษ์อีกด้วย ซึ่งในปัจจุบันเรารู้ทุกขั้นตอนของวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ไว้ในแผนภูมิที่สำคัญดังกล่าว

นักดาราศาสตร์ใช้กล้องโทรทรรศน์ที่มีประสิทธิภาพทั้งบนภาคพื้นและในอวกาศ เพื่อวัดความสว่างสี และตำแหน่งของดาวฤกษ์ ตัวอย่างเช่น กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลสามารถสังเกตการณ์ดาวฤกษ์ที่คล้ายดวงอาทิตย์ที่อยู่ห่างออกไป 2.5 ล้านปีแสงในกาแล็กซีแอนโดรเมดา ดาวฤกษ์เหล่านั้นมีความสว่างน้อยกว่าดาวฤกษ์ที่สว่างน้อยที่สุดที่มนุษย์สามารถมองด้วยตาเปล่าถึง 1 หมื่นล้านเท่า

ในขั้นตอนสุดท้ายของวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ สิ่งที่อยู่รอบนอกของดาวฤกษ์ (ที่มีลักษณะเดียวกับดวงอาทิตย์) จะถูกพัดออกไปยังตัวกลางระหว่างดาวฤกษ์ที่อยู่รอบ ๆ เหลือไว้เพียงแกนกลางที่ร้อนและไม่มีอะไรห่อหุ้ม ภาพนี้แสดงถึงเนบิวลาดาวเคราะห์ โดยรังสีเหนือม่วงที่แผ่ออกจากแกนกลางให้ความสว่างกับแก๊สและฝุ่นที่ถูกขับออกไป ก่อนเป็นรูปร่างซึ่งเป็นที่มาของชื่อ “เนบิวลาผีเสื้อ (Butterfly Nebula)” ในอนาคตเนบิวลานี้จะเหลือเพียงแกนกลางของดาวฤกษ์ตั้งต้นที่เผาไหม้ไฮโดรเจนเท่านั้น ที่เราเรียกว่า ดาวแคระขาว



เราทราบว่าช่วงเวลาแห่งความสงบอันยาวนานกินเวลาส่วนใหญ่ของช่วงชีวิตดาวฤกษ์ภายหลังการก่อตัวของดาวฤกษ์ใหม่ๆ แกนกลางของมันจะมีอุณหภูมิหลายสิบล้านองศา ซึ่งร้อนมากพอที่จะหลอมไฮโดรเจนเข้าด้วยกันไปเป็นฮีเลียมและพลังงาน ในช่วงระยะของ “การเผาไหม้” ทางนิวเคลียร์นั้นลักษณะที่ปรากฏของดาวฤกษ์ยังคงค่อนข้างเสถียร มีการเปลี่ยนแปลงของความสว่าง ขนาด และอุณหภูมิเพียงเล็กน้อย ในตอนปลายชีวิตดาวฤกษ์ส่วนใหญ่ที่มีมวลน้อยกว่า 10 เท่าของมวลดวงอาทิตย์ เชื้อเพลิงนิวเคลียร์จะถูกใช้จนหมด ดาวจะพองออก และสลัดชั้นนอก ๆ ออกไป แกนกลางจะเย็นตัวลง เมื่อเวลาผ่านไปกลายเป็น “ดาวแคระขาว” อันเป็นซากที่ประกอบด้วยคาร์บอนและออกซิเจน (เนื่องจากธาตุเหล่านี้เป็นผลผลิตจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันของไฮโดรเจนและฮีเลียมในแกนกลางของดาวฤกษ์) และชั้นบาง ๆ ของไฮโดรเจนบนผิว และเนื่องจากไม่มีแหล่งพลังงานนิวเคลียร์มันจึงเย็นตัวลงตามกาลเวลา และแผ่รังสีความร้อนที่เก็บไว้ออกไป

อะไรที่หายไป??

เรามีความเข้าใจที่แจ่มแจ้งแล้วเกี่ยวกับขั้นการเผาไหม้ไฮโดรเจน และขั้นดาวแคระขาวในวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ แต่การติดตามว่าเกิดอะไรขึ้นในระหว่างกลางยังคงเป็นปริศนาอันยิ่งใหญ่ ในช่วงเวลาเหล่านี้เองที่ดาวฤกษ์ได้ผ่านการเปลี่ยนแปลงมากมาย และสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้อย่างรวดเร็วเป็นหลักหลาย ๆ หมื่นเท่า วิวัฒนาการนี้เกิดขึ้นเมื่อดาวฤกษ์ที่ใช้ไฮโดรเจนในแกนกลางจนหมดเริ่มเผาไหม้ไฮโดรเจนบริเวณที่ห่อหุ้มส่วนที่อยู่ด้านใน ชั้นด้านนอกของดาวฤกษ์เริ่มกระจัดกระจายและขยายตัว ซึ่งเราเรียกว่าดาวยักษ์แดง ในขั้นตอนนี้ดาวฤกษ์จะมีความสว่างมากกว่าดาวแคระขาวที่มีอุณหภูมิเท่า ๆ กันมาก เนื่องจากมีการปลดปล่อยพลังงานออกจากพื้นที่ผิวที่มากกว่า

เมื่อดาววิวัฒนาการต่อไปใน “เส้นทางของดาวยักษ์แดง” ตามชื่อที่มันถูกเรียกบนแผนภูมิเอช-อาร์ โดยจะมีความสว่างมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ลมดาวฤกษ์ (stellar wind)¹ สามารถขับดันชั้นนอกออกไปจากดาวฤกษ์และทิ้งมันไปในสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ขนาดของมวลที่ดาวฤกษ์ทิ้งไปในตอนที่เป็นดาวยักษ์แดงจะเป็นตัวกำหนดอนาคตของดาวฤกษ์โดยตรง

หลังจากขั้นดาวยักษ์แดง ดาวฤกษ์จะเผาไหม้ฮีเลียมในแกนกลางของมันและมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและขนาดอีกครั้งเมื่อดาวฤกษ์เคลื่อนที่ไปตาม “เส้นกำกับตามเส้นทางดาวยักษ์ (asymptotic giant branch)” และเผาไหม้ฮีเลียมที่ล้อมรอบอยู่ ช่วงชีวิตของดาวฤกษ์ตามเส้นทางนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ใช้ในการพ่นแก๊สที่ห่อหุ้มอยู่ออกไปจนหมดรวมถึงความสว่างที่มันจะไปถึง ถ้าดาวฤกษ์สูญเสียสิ่งห่อหุ้มอย่างรวดเร็วขั้นวิวัฒนาการจะสิ้นสุดลงและก่อตัวเป็นดาวแคระขาว แต่ถ้าดาวฤกษ์สูญเสียสารไปอย่างช้า ๆ มันจะมีชีวิตอยู่บนเส้นกำกับตามเส้นทางดาวยักษ์นานขึ้นและดำเนินต่อไปจนมีความสว่างมากขึ้นและพองตัวมากขึ้น การทราบว่าดาวฤกษ์สูญเสียสารไปมากเพียงไรช่วยให้เราเข้าใจระยะต่อมาของวิวัฒนาการดาวฤกษ์

เราสามารถใช้ในการสังเกตสีและความสว่างของดาวฤกษ์ รวมทั้งใช้แบบจำลองที่ทำนายถึงผลของการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่ส่งผลต่อสเปกตรัมปรากฏ (emergent spectrum) เพื่อที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น อายุ องค์ประกอบทางเคมี และอัตราการเกิดของดาวฤกษ์ ของกาแล็กซีที่ดาวฤกษ์เหล่านั้นอาศัยอยู่

ปะติดปะต่อ

คาลิไร (Kalirai) และคณะได้ศึกษาดาวฤกษ์หลายดวงในระยะต่าง ๆ ของวิวัฒนาการเพื่อที่จะปะติดปะต่อกระบวนการเข้าด้วยกัน การจะหาว่าดาวฤกษ์สูญเสียสารไปเพียงใดในวิวัฒนาการนั้น เราจำเป็นต้องทราบมวลตั้งต้นและมวลสุดท้ายของดาวฤกษ์ดวงเดียวกัน แต่มาตราส่วนเวลา (timescale) ในช่วงเวลาหลายล้านถึงหลายพันล้านปีก็ยาวนานเกินไปที่จะเฝ้าดูดาวฤกษ์ดวงใดดวงหนึ่ง วิวัฒนาการ เราไม่มีทางเลยที่จะอนุมานคุณสมบัติสุดท้ายของดาวแคระขาวจากดาวฤกษ์ที่เผาไหม้ไฮโดรเจนที่กำลังฉายแสงอยู่บนท้องฟ้าในเวลากลางคืน ในทำนองเดียวกัน เราไม่มีทางที่จะอนุมานมวลดาวฤกษ์ในตอนตั้งต้นของดาวแคระขาวที่อยู่ใกล้เคียง

ในความเป็นจริงเรามีห้องปฏิบัติการที่จะจัดการกับปัญหา ซึ่งก็คือกระจุกดาวต่าง ๆ อันเป็นสภาพแวดล้อมของดาวฤกษ์หลายพันดวงที่ล้วนมาจากแหล่งเดียวกัน ดาวฤกษ์ทุกดวงภายในกระจุกดาวก่อกำเนิดในเวลาเดียวกันและมีองค์ประกอบเหมือนกัน แต่มีมวลที่หลากหลายต่างกัน แต่ละกระจุกดาวให้ข้อมูลดาวฤกษ์ที่อายุหนึ่ง ๆ เราจึงสามารถเห็นผลกระทบที่วิวัฒนาการของดาวฤกษ์มีต่อดาวฤกษ์ที่มีมวลต่างกันได้อย่างไรโดยตรง

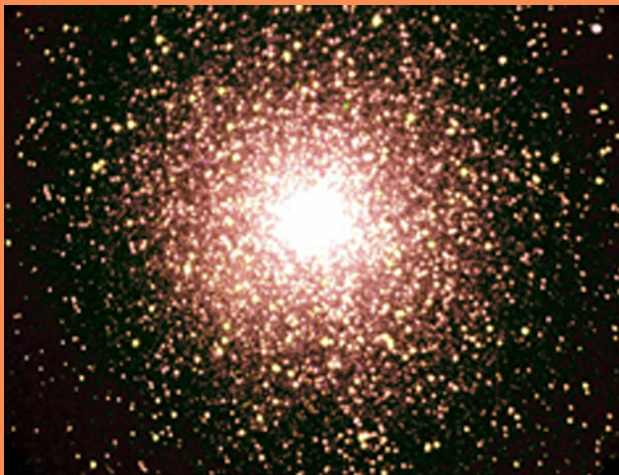
เพื่อที่จะสำรวจทั้งระยะแรกเริ่มและระยะสุดท้ายในเวลาเดียวกัน และเพื่อที่จะวัดว่าดาวฤกษ์สูญเสียมวลไปเท่าใดในวิวัฒนาการ เราสามารถใช้กระบวนการ 3 ขั้นตอนต่อไปนี้

¹ ลมดาวฤกษ์ คือ การไหลของสสาร (โปรตอน อิเล็กตรอน และอะตอมของโลหะที่หนัก) ซึ่งถูกขับออกมาจากดาวฤกษ์ ลมนี้มีลักษณะพิเศษคือเป็นการไหลออกอย่างต่อเนื่องของสสารที่เคลื่อนที่ในอัตราเร็วระหว่าง 20 ถึง 2,000 กิโลเมตรต่อวินาที

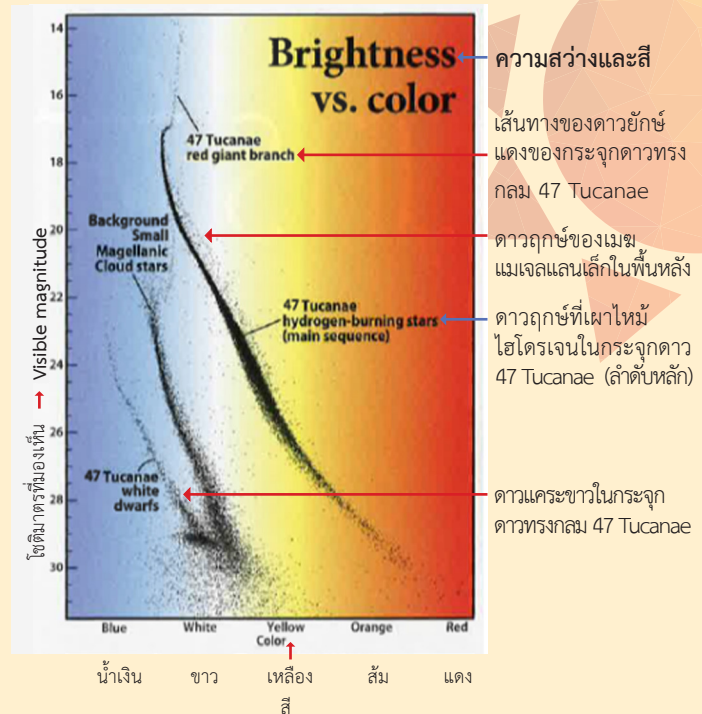
ขั้นตอนที่ 1 จมเข็มในมหาสมุทร

ในทศวรรษที่ผ่านมาทีมนักวิจัยได้วัดความสว่างและสีของดาวฤกษ์ทุกดวงในกระจุกดาวแห่งนี้ ในขั้นตอนนี้เราศึกษาทั้งดาวฤกษ์ที่เผาไหม้ไฮโดรเจนซึ่งมีความสว่างมากกว่ารวมถึงตอนที่เป็นดาวยักษ์ในกระบวนการวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และยังค้นหาร่องรอยของดาวเคราะห์ที่มีความสว่างน้อยกว่ามาก ดาวเคราะห์เหล่านี้ก็เคยเผาไหม้ไฮโดรเจนในแกนกลางของมันเช่นกันในอดีตที่ผ่านมาไม่นาน แต่มันดำเนินไปเร็วกว่าดาวฤกษ์อื่นๆ ในกระจุกดาวเนื่องจากมีมวลตั้งต้นมากกว่า

เมื่อเร็ว ๆ นี้ คาลิโรรและคณะได้ใช้กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลในการสังเกตการณ์กระจุกดาวทรงกลม 47 Tucanae (NGC 104) ในกลุ่มดาวนกทูแคน (Tucana) ภาพคมชัดที่ได้จากฮับเบิลช่วยให้เห็นดาวเคราะห์ที่จางที่สุดที่โชติมาตรเกือบ 30 คาลิโรรและคณะได้กำหนดตำแหน่งของดาวฤกษ์ทั้งหมดบนแผนภูมิเฮอร์สเปล จากแผนภูมิสามารถใส่ข้อจำกัดที่เข้มงวดจากคุณสมบัติพื้นฐานของแต่ละกระจุกดาวลงไป เช่น อายุของกระจุกดาว เนื่องจากวิวัฒนาการของดาวฤกษ์เชื่อมโยงกับมวลของดาวฤกษ์ในตอนกำเนิด ในการระบุอายุของกระจุกดาวสามารถเห็นได้ว่ามวลใดของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวที่ยังคงเผาไหม้ไฮโดรเจน และมวลใดที่ไ้วิวัฒนาการผ่านจุดนั้นไปแล้ว โดยใช้แผนภูมินี้ เราสามารถวัดจำนวนประชากรของดาวเคราะห์ที่สว่างกว่า ซึ่งจะถูกศึกษาเพิ่มเติมในรายละเอียดโดยกล้องโทรทรรศน์อื่นต่อไป ทีมนักดาราศาสตร์ทีมอื่น ๆ ทำงานกับกลุ่มของคาลิโรรเพื่อสร้างแผนภูมิที่คล้ายคลึงกันโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ทั้งที่อยู่บนภาคพื้นและที่อยู่ในอวกาศในการศึกษากระจุกดาวต่าง ๆ ที่มีอายุระหว่าง 50 ล้านถึง 13,000 ล้านปี โดยที่ 47 Tuc มีอายุประมาณ 10,500 ล้านปี



47 Tucanae (NGC 104) หรือ 47 Tuc เป็นกระจุกดาวทรงกลมที่อยู่ในกลุ่มดาวนกทูแคน (Tucana) อยู่ห่างจากโลกราว 15,000 ปีแสง และมีความกว้างของกระจุกดาวที่กินระยะทางถึง 120 ปีแสง ประกอบด้วยดาวเคราะห์หลายพันดวง กระจุกดาวทรงกลมนี้สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า โดยมีค่าโชติมาตรปรากฏ 4.03

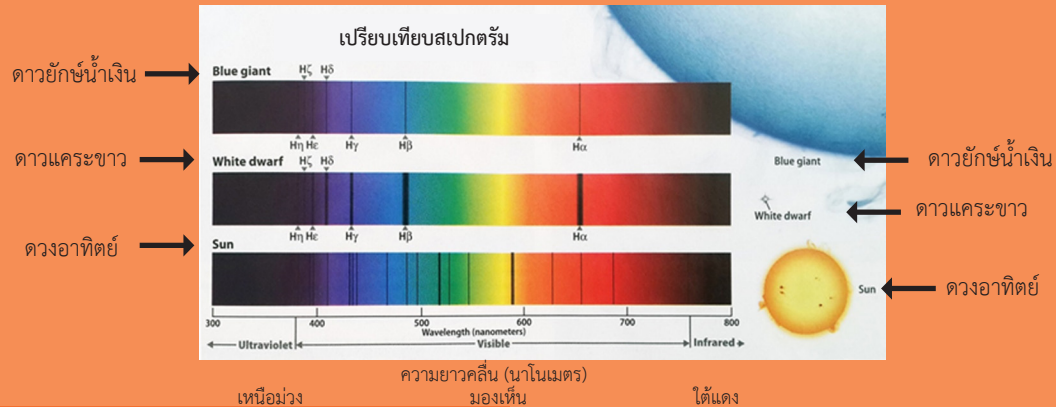


แผนภูมิเฮอร์สเปล-รัสเซลล์แสดงความสว่างของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวทรงกลม 47 Tucanae ตามแกน Y และสีของดาว (ซึ่งสอดคล้องกับอุณหภูมิ) ตามแกน X ข้อมูลแสดงถึงประชากร 3 กลุ่มภายในกระจุกดาวทรงกลมรวมถึงดาวฤกษ์ที่เผาไหม้ไฮโดรเจนในแกนหลัก (เมฆแมเจลแลนเล็ก) ที่อยู่บนพื้นหลัง กาแล็กซีอยู่ห่างจาก 47 Tuc ออกไปทางด้านหลัง 200,000 ปีแสง

ขั้นตอนที่ 2 ใช้ประโยชน์จากห้องปฏิบัติการตามธรรมชาติ

หนึ่งในคุณสมบัติที่เด่นมากที่สุดอย่างหนึ่งของดาวเคราะห์คือความหนาแน่นของมัน มวลของดาวเคราะห์ที่เป็นแบบฉบับมีขนาดประมาณครึ่งหนึ่งของดวงอาทิตย์ แต่มีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของโลก ดังนั้นความหนาแน่นสสารของดาวเคราะห์อาจจะมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของดวงอาทิตย์หนึ่งล้านเท่า

เนื่องจากความหนาแน่นของดาวเคราะห์มีค่าสูงมาก เราจึงเรียกขานที่เหล็อยู่ของดาวฤกษ์ว่าเป็นห้องปฏิบัติการสสารควบแน่นตามธรรมชาติ ความดันที่พื้นผิวของดาวเคราะห์สูงมากเนื่องจากความหนาแน่นของมัน และสิ่งนี้ทำให้มันมีลักษณะทางแสงที่มีลักษณะเฉพาะหรือมีสเปกตรัมที่ไม่เหมือนกับของดาวฤกษ์อื่นใด สเปกตรัมเหล่านี้เก็บร่องรอยที่สำคัญเกี่ยวกับคุณสมบัติของดาวฤกษ์ไว้ สำหรับดาวเคราะห์ “ปกติ” ที่มีอุณหภูมิราว 20,000 ถึง 30,000 เคลวิน สเปกตรัมแสดงเส้นที่มีร่วมกันของธาตุไฮโดรเจน แต่เส้นเหล่านี้ดูไม่คล้ายเลยกับที่จะสังเกตพบในห้องปฏิบัติการหรือแม้แต่จากดาวฤกษ์ที่เป็นแบบฉบับมากกว่าซึ่งร้อนและเผาไหม้ไฮโดรเจนเช่นดาวซิริอุส เอ (Sirius A) ความดันบนพื้นผิวของดาวเคราะห์ทำให้เส้นดูดกลืนไม่ชัดเจน คือมีความกว้างของเส้นสเปกตรัมมากกว่าของดาวฤกษ์ปกติ 5 – 10 เท่า



ในขณะที่ดวงอาทิตย์แสดงแถบมืดของเส้นการดูดกลืนหลายเส้น ดาวฤกษ์ที่ร้อนกว่ามีเส้นสเปกตรัมง่าย ๆ ที่แสดงเพียง “ลำดับบาลเมอร์” ของไฮโดรเจน ดาวเคราะห์ที่ก่อตัวขึ้นใหม่มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิของดาวยักษ์ น้ำเงินที่ร้อน ดังนั้นจึงแสดงเส้นบาลเมอร์ให้เห็นเช่นกัน แต่เนื่องจากความดันที่รุนแรงบนพื้นผิวของดาวเคราะห์ เส้นการดูดกลืนเหล่านี้จึง “ถูกทำให้กว้างขึ้นจากความดัน” และมีความกว้างมากกว่าของดาวฤกษ์ที่เผาไหม้ไฮโดรเจนอยู่มาก โดยการสังเกตเส้นบาลเมอร์เหล่านี้ นักวิทยาศาสตร์สามารถวัดอุณหภูมิของซากและแรงโน้มถ่วงบนพื้นผิวได้อย่างถูกต้อง

เราสามารถหาที่มาของมวลของดาวฤกษ์ตั้งต้นโดยใช้แบบจำลองทางทฤษฎีที่ได้รับการทดสอบมาเป็นอย่างดีที่อายุนั้น วิธีการใหม่ช่วยให้เราสามารถสำรวจได้ทั้งมวลตั้งต้นและมวลสุดท้ายของดาวฤกษ์ดวงเดียวกัน

สูญเสียมวลไปมากเท่าใด ภายหลังจากที่ใช้การคำนวณนี้ กับสิ่งที่สังเกตได้จากดาวเคราะห์ในกระจุกดาวใกล้เคียงเป็นเวลา นับหลายทศวรรษรวมถึงผลที่ได้จากการศึกษา 47 Tuc ของคาลิโรร และคณะ ทำให้ค้นพบว่าดาวฤกษ์ที่เผาไหม้ไฮโดรเจนจะสูญเสียมวล ของมันไปมากในวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์ที่มีมวลมากกว่า ก็จะมีมวลสูญเสียมวลมากเป็นสัดส่วนกัน ตัวอย่างเช่น ดาวฤกษ์ ที่ถือกำเนิดโดยมีมวลห้าเท่าของมวลดวงอาทิตย์จะสูญเสียมวล ร้อยละ 80 ในวิวัฒนาการ และจบชีวิตลงในรูปแบบของดาวเคราะห์ขาว มวลมาก โดยมีมวลเท่ากับมวลของดวงอาทิตย์โดยประมาณ (ดาวซีริอัส บี ซึ่งเป็นดาวเคราะห์ขาวที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด สอดคล้องกับ การทำนายนี้เนื่องจากมันมีมวลโดยประมาณเท่ากับดวงอาทิตย์) ดาวฤกษ์ที่มีขนาดใหญ่เช่นนี้พบได้น้อยกว่าเนื่องจากธรรมชาติ สร้างดาวฤกษ์มวลน้อยเป็นจำนวนมากกว่าดาวฤกษ์มวลมากอย่างมาก

ในขณะที่วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ที่คล้ายดวงอาทิตย์นำไปสู่ดาวแคระขาวที่มีคาร์บอนและออกซิเจนเป็นองค์ประกอบซึ่งดูเป็นแบบฉบับมากกว่า บรรพบุรุษของดาวแคระขาวที่มีมวลมากเช่นนี้อาจพัฒนาไปจนมีอุณหภูมิและความหนาแน่นที่สูงกว่ามากในสภาพแวดล้อมที่สุดขั้วนี้ แม้แต่คาร์บอนและออกซิเจนในแกนกลางของดาวก็สามารถหลอมตัวกลายเป็นธาตุที่หนักขึ้นเช่นนีออนและแมกนีเซียม ดังนั้นนักดาราศาสตร์จึงเชื่อว่าแกนกลางของดาวแคระขาวที่มีมวลมากเหล่านี้มีองค์ประกอบต่างจากดาวฤกษ์ที่ “เป็นแบบฉบับ” มากกว่า สำหรับดาวฤกษ์ที่มีขนาดปานกลางคือมีมวลราวสองถึงสามเท่าของมวลดวงอาทิตย์ มันจะสูญเสียมวลราว 2 ใน 3 ถึง 3 ใน 4 ของมวลของมัน

เพื่อที่จะสังเกตเส้นสเปกตรัมที่กว้างมากขึ้นเหล่านี้ คาลิโอรและคณะอาศัยเครื่องมือพิเศษที่เรียกว่า สเปกโตรกราฟ (spectrograph) เพื่อแยกแสงจากดาวฤกษ์ โดยเจาะจงใช้สเปกโตรกราฟสำหรับวัตถุหลายชิ้นบนกล้องโทรทรรศน์ขนาด 10 เมตร เช่น กล้องโทรทรรศน์เค็ก (Keck telescope) ในรัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกา เพื่อที่จะวัดสเปกตรัมของดาวเคราะห์นอกระบบเป็นโหล ๆ ในกระจุกดาวแห่งหนึ่งในเวลาเดียวกัน จากนั้นเปรียบเทียบแบบจำลองคอมพิวเตอร์ของเส้นสเปกตรัมไฮโดรเจนเหล่านั้นกับสเปกตรัมของดาวเคราะห์ เพื่อวัดความดันบนพื้นผิว อุณหภูมิ และแรงโน้มถ่วงบนพื้นผิวของมัน จากสารสนเทศนี้ทำให้สามารถคำนวณมวลของดาวฤกษ์ในปัจจุบันได้อย่างถูกต้อง ทั้งยังทราบว่ามีมวลขนาดดังกล่าวมานานเพียงไรนับตั้งแต่ดาวฤกษ์แรกเริ่ม (original star) พ่นชั้นแก๊สภายนอกออกมาและเหลือไว้เพียงแกนกลาง

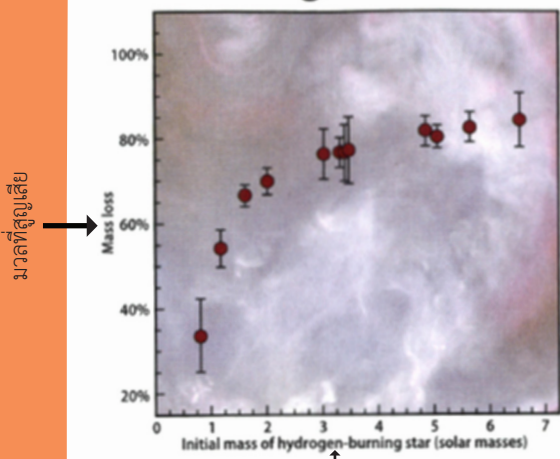
ขั้นตอนที่ 3 นำมันมาไว้ด้วยกัน (รวบรวม)

อายุของแต่ละกระจุกดาว (ที่ได้ได้ในขั้นตอนที่ 1) เป็นอายุเดียวกัน กับอายุของดาวฤกษ์ทุกดวงที่เป็นสมาชิกอยู่ สำหรับดาวแคระขาว ค่าดังกล่าวคือผลรวมของเวลาเย็นตัวที่ได้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ของแต่ละซากและช่วงชีวิตในการเผาไหม้ไฮโดรเจนของดาวฤกษ์ตั้งต้น นั่นหมายความว่าเราสามารถคำนวณช่วงชีวิตของดาวฤกษ์ตั้งต้น โดยใช้สมการต่อไปนี้

อายุของกระจุกดาว - เวลาในการเย็นตัวของดาวแคระขาว = ช่วงชีวิตของดาวฤกษ์ตั้งแต่ต้น

Stellar weight loss →

การสูญเสียน้ำหนัก
ของดาวฤกษ์



มวลเริ่มแรกของดาวฤกษ์ที่เผาไหม้ไฮโดรเจน

ยิ่งดาวฤกษ์ที่คล้ายดวงอาทิตย์มีมวลเริ่มต้นมากเท่าใด สัดส่วนของสสารที่จะสูญเสียน้ำหนักผ่านวิวัฒนาการของดาวฤกษ์จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น คาลิไรและคณะเปรียบเทียบคุณสมบัติของดาวแคระขาวในกระจุกดาวและหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลของดาวแคระขาวกับดาวฤกษ์ตั้งต้นที่เผาไหม้ไฮโดรเจน

ชะตาชีวิตของดวงอาทิตย์ของเรา (และของโลก)

การวัดมวลตั้งต้นและมวลสุดท้ายของดาวฤกษ์สามารถขยายออกไปถึงดาวฤกษ์คล้ายดวงอาทิตย์ที่อยู่ใกล้เคียง เพราะฉะนั้นจึงใช้ทำนายชะตาชีวิตของดวงอาทิตย์ได้ เราทราบมาว่าดวงอาทิตย์ของเราจะใช้ไฮโดรเจนในแกนกลางของมันจนหมดภายในระยะเวลาประมาณ 6,500 ล้านปี เมื่อไม่มีไฮโดรเจนหลงเหลือในแกนกลางของมัน ดวงอาทิตย์ของเราจะเริ่มเผาไหม้ธาตุในชั้นที่อยู่รอบ ๆ เวกเช่นเดียวกับดาวยักษ์แดงทั่วไป ชั้นที่ไม่สำคัญนี้จะขยายตัวเนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นและขยายขนาดจนมีรัศมีเป็น 200 เท่าของรัศมีในปัจจุบัน อณูหุมีพื้นผิวของดวงอาทิตย์จะลดลงมาถึงประมาณครึ่งหนึ่งของค่าในปัจจุบัน (ประมาณ 3,000 เคลวิน) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในตอนนั้นดวงอาทิตย์จะมีขนาดใหญ่กว่าในปัจจุบันมาก จึงจะมีความสว่างมากกว่าในปัจจุบัน 1,000 เท่า

เมื่อดวงอาทิตย์ขยายตัว มันจะกลืนกินทั้งดาวพุธและดาวศุกร์จนหมด ในทางตรงกันข้ามโลกจะพยายามเล่น “ไล่จับ” กับดวงอาทิตย์เมื่อดวงอาทิตย์สูญเสียมวล มันจะมีผลต่อแรงโน้มถ่วงทำให้วงโคจรของโลกขยายออกไปไกลถึงประมาณร้อยละ 50 ของปัจจุบัน โลกไม่เหมาะสำหรับโลกที่ดวงอาทิตย์จะสูญเสียมวลอย่างรวดเร็วในตอนที่เป็นดาวยักษ์แดงและชั้นนอกของมันจะไล่ทันวงโคจรของโลก

และโลกก็จะถูกหุง เมื่อถึงตอนนั้นความร้อนก็จะทำให้มหาสมุทรแห้งและบรรยากาศถูกเผาไหม้ ภายหลังจากที่ได้เผชิญกับอนุภาคแก๊สในพื้นที่ผิวส่วนนอกที่ไม่มีความสำคัญของดวงอาทิตย์ โลกจะรับรู้ได้ถึง “แรงดัน” และเริ่มที่จะลดอัตราเร็วในการโคจรรอบดวงอาทิตย์ลง สุดท้ายวงโคจรของโลกจะวนเป็นก้นหอยไปสู่ศูนย์กลางของดวงอาทิตย์

ตามแบบจำลองวิวัฒนาการของดาวฤกษ์นั้น ภายหลังจากระยะที่เป็นดาวยักษ์แดง ดวงอาทิตย์จะสูญเสียมวลและเหลือไว้เพียงส่วนที่เป็นแกนกลาง แกนกลางนี้ซึ่งก็คือดาวแคระขาวจะร้อนมากในตอนแรก แต่เนื่องจากขาดเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ มันจึงจะเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว ชะตาชีวิตของดวงอาทิตย์ของเราจะเป็นดังนี้ คือ ภายหลังจากที่สูญเสียมวลไปร้อยละ 46 (ซึ่งเป็นค่าที่คาลิไรและคณะได้คำนวณไว้) มันจะกลายเป็นดาวแคระขาวปกติโดยมีน้ำหนักร้อยละ 54 ของน้ำหนักปัจจุบัน เวกเช่นเดียวกับดาวฤกษ์ที่เป็นบรรพบุรุษของดาวแคระขาวในกระจุกดาวทรงกลม 47 Tuc สุดท้ายดวงอาทิตย์ของเราจะมีมวลเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับมวลในตอนกำเนิด

อาจดูเหมือนกับว่ามันมีชีวิตอยู่อย่างค่อนข้างน่าเบื่อในขณะที่มันเผาไหม้ไฮโดรเจนในแกนกลางเป็นระยะเวลาหลายพันล้านปี ดวงอาทิตย์จะเข้าสู่อีกสถานะหนึ่งที่ยาวนานในวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ ในตอนที่เป็นดาวแคระขาว ดวงอาทิตย์ของเราจะค่อย ๆ ปลดปล่อยความร้อนที่เก็บสะสมไว้ไปในอวกาศและหรีแสงลงเมื่อเวลาผ่านไป มันจะเข้าร่วมกับสุสานดาวฤกษ์แห่งทางช้างเผือกอันเป็นสถานที่ซึ่งร้อยละ 98 ของดาวฤกษ์ในกาแล็กซีจบชีวิตลง



บรรณานุกรม

- Australian Astronomical Observatory. (2010, 1 August). The Globular Cluster 47 Tucanae (NGC 104). Retrieved February 21, 2014, from <http://www.aao.gov.au/images/captions/aat076.html>
- Frommert, Hartmut. (2006, 20 June). NGC 104. Retrieved February 21, 2014 from, <http://messier.secds.org/xtra/ngc/n0104.html>
- Howell, Elizabeth. (2013, 29 May). Why Are Dying Stars in 47 Tucanae Cooling Off So Slowly? Retrieved February 21, 2014, from <http://www.universetoday.com/102482/why-are-dying-stars-in-47-tucanae-cooling-off-so-slowly/>
- Kalirai, Jason. (2014, February). New light on our Sun's fate. *Astronomy*, 42 (2), 44-49.
- Swinburne University of Technology. Stellar Winds. Retrieved February 21, 2014, from <http://astronomy.swin.edu.au/cosmos/S/stellar+winds>

จากปิโตรเลียมสู่ผลิตภัณฑ์

ย้อนกลับไปเมื่อหลายร้อยล้านปีก่อน เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง บางส่วนจะสะสมกับกมปอยู่กับตะกอนต่าง ๆ กันบนบกและในทะเล ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม ซากสิ่งมีชีวิตจะเปลี่ยนสภาพเป็น อินทรีย์วัตถุ เมื่อเวลาผ่านไปบริเวณดังกล่าวจะค่อย ๆ กดตัวหรือ จมตัวลงภายใต้ผิวโลกลึกมากขึ้น และจากแรงกดที่เพิ่มมากขึ้น ตลอดจนอุณหภูมิที่สูงขึ้น มีผลทำให้อินทรีย์วัตถุแปรสภาพ ก่อให้เกิดแหล่งทรัพยากรเชื้อเพลิงที่มีคุณค่าที่มนุษย์ในยุคปัจจุบัน สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย

สิ่งต่าง ๆ รอบตัวของเรา มีหลายอย่างที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ มาจากแหล่งเชื้อเพลิงที่เรียกว่า **ปิโตรเลียม** ปิโตรเลียมเป็นแหล่ง พลังงานที่สำคัญของมนุษย์และนำมาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตเป็น ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้มากมาย ปิโตรเลียมที่เกิดอยู่ใต้ผิวโลกสามารถ นำขึ้นมาใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้อย่างไร

ปิโตรเลียมอยู่ในหินต้นกำเนิดปิโตรเลียมมีองค์ประกอบ ที่สำคัญ คือ ธาตุไฮโดรเจน ธาตุคาร์บอน และมีก๊าซชนิดอื่น ๆ ปนอยู่ด้วย เล็กน้อย ปิโตรเลียมแบ่งตามสถานะได้ 2 ประเภท คือ น้ำมันดิบและ ก๊าซธรรมชาติ



ตัวอย่างน้ำมันดิบ

ปิโตรเลียมที่สะสมอยู่ในหินต้นกำเนิด เมื่อถูกแรงกระทำจากการไหวตัวของเปลือกโลกหรือด้วยความดันที่เกิดจากน้ำหนัก ของชั้นหินที่ทับถมอยู่ในตำแหน่งเหนือหินต้นกำเนิดขึ้นไป ปิโตรเลียมจะไหลซึมออกจากหินต้นกำเนิดไปตามรอยแตก รอยแยก และตามรูพรุนของหินไปสู่แหล่งใหม่ที่มีความดันต่ำกว่าแหล่งเดิม เรียกหินที่เป็นแหล่งสะสมตัวใหม่ของปิโตรเลียมว่า **หินกักเก็บ ปิโตรเลียมหรือหินอุ้มปิโตรเลียม**

หลายคนคงสงสัยว่า หินกักเก็บปิโตรเลียมมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใดปิโตรเลียมจึงสามารถไหลเข้าไปสะสมตัวอยู่ได้ ข้อสงสัยนี้สามารถหาคำตอบได้จากกิจกรรม ศึกษาลักษณะของ หินกักเก็บปิโตรเลียม ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์ เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์ให้ทำการทดลอง สังเกตและอธิบาย ลักษณะของหินกักเก็บปิโตรเลียม และอธิบายความแตกต่าง ระหว่างหินกักเก็บปิโตรเลียมและหินชนิดอื่น ๆ ขั้นตอนการทำ กิจกรรมให้ใช้แว่นขยายพิจารณาลักษณะเนื้อหิน จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ หินทราย หินปูนและหินแกรนิต จากนั้นให้หยดน้ำมันพืช 1 หยด ลงบนผิวหน้าหินทั้ง 3 ชนิด และสังเกตการเปลี่ยนแปลง ที่เกิดขึ้น ซึ่งในกิจกรรมนี้จะให้น้ำมันพืชแทนน้ำมันดิบ



หินทราย

หินปูน

หินแกรนิต

หยดน้ำมันพืชลงไปทีผิวหน้าของหิน

ในการทำกิจกรรม มีคำถามชวนคิดที่จะช่วยไขปัญหาเกี่ยวกับ ลักษณะของหินกักเก็บปิโตรเลียม ดังนี้

- เนื้อหินทั้ง 3 ชนิด มีลักษณะต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- น้ำมันพืชสามารถไหลซึมเข้าสู่หินชนิดใดได้บ้าง
- หินที่น้ำมันพืชสามารถไหลซึมเข้าไปได้ มีลักษณะเนื้อหิน ต่างจากหินชนิดอื่น ๆ ที่นำมาทดสอบอย่างไร

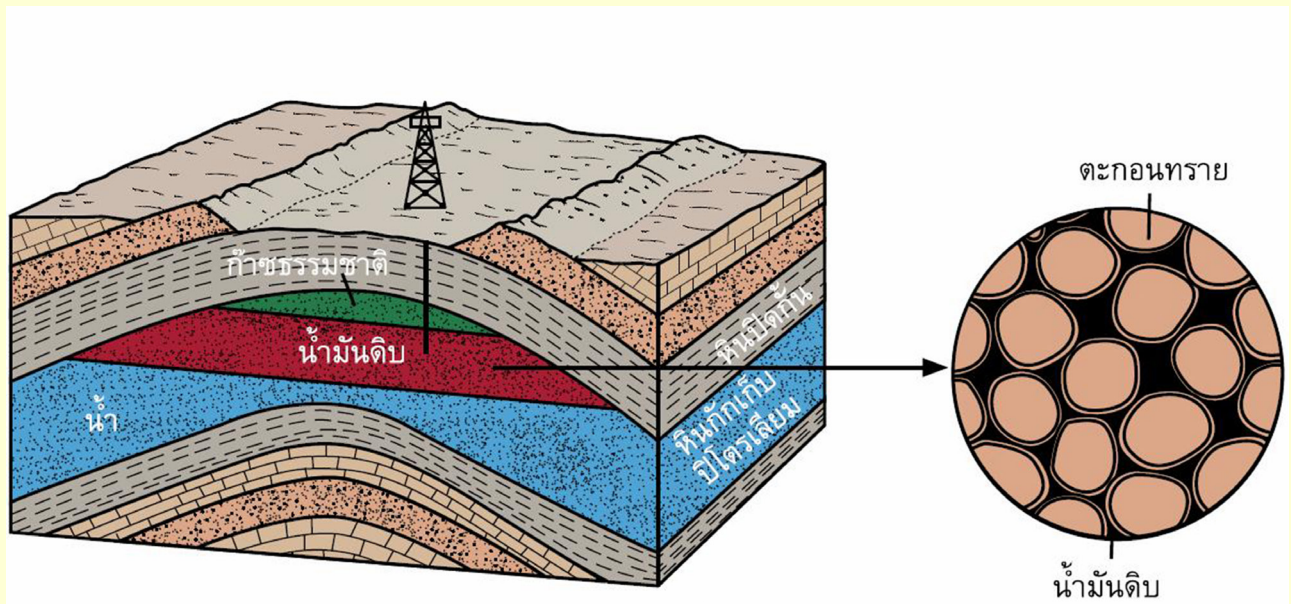
ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ชนิดหิน	ลักษณะเนื้อหิน	การเปลี่ยนแปลงของน้ำมันพืช
หินทราย	เนื้อหยาบ ประกอบด้วยเม็ดแร่ขนาดเล็ก ที่ผิวหน้าของหินสามารถมองเห็นรอยต่อระหว่างเม็ดแร่ได้บ้าง	น้ำมันพืชซึมลงไปเนื้อหินได้
หินปูน	เนื้อเนียนละเอียดมาก มองไม่เห็นรอยต่อหรือช่องว่างระหว่างผลึกแร่	น้ำมันพืชยังคงปรากฏอยู่ที่ผิวหน้าของหิน
หินแกรนิต	เนื้อหยาบ ผลึกแร่เกาะกันแน่นแข็ง มองไม่เห็นรอยต่อหรือช่องว่างระหว่างผลึกแร่	น้ำมันพืชยังคงปรากฏอยู่ที่ผิวหน้าของหิน



จากการวิเคราะห์ สามารถสรุปผลการทำกิจกรรมได้ว่า การที่น้ำมันพืชสามารถไหลซึมลงไปเนื้อหินทรายได้ภายในเนื้อหินทรายจะต้องมีช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ และช่องว่างดังกล่าวจะต้องมีลักษณะเชื่อมต่อกัน เพื่อให้ น้ำมันพืชไหลซึมเข้าไปสะสมตัวอยู่ได้ การเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมสู่หินกักเก็บปิโตรเลียม ในธรรมชาติ สามารถสรุปได้ว่า ในธรรมชาติ หินกักเก็บปิโตรเลียมจะต้องเป็นหินที่มีรูพรุนหรือมีช่องว่างระหว่างเม็ดแร่หรือมีรอยแตก รอยแยกภายในเนื้อหิน และรูพรุนหรือช่องว่างดังกล่าวต้องมีลักษณะเชื่อมต่อกัน เพื่อที่จะสามารถกักเก็บน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติไว้ได้ กิจกรรมนี้เป็นตัวอย่างกิจกรรมง่าย ๆ ที่ทำให้เราเข้าใจลักษณะของหินกักเก็บปิโตรเลียมที่อยู่ลึกใต้ผิวโลกได้

ในธรรมชาติหากหินกักเก็บปิโตรเลียมถูกปิดทับด้วยหินที่มีเนื้อละเอียดแน่น ที่เรียกว่า หินปิดกั้นปิโตรเลียม จะทำให้ปิโตรเลียมไม่สามารถไหลซึมผ่านหินเนื้อละเอียดแน่นนี้ขึ้นสู่ผิวโลกได้ ลักษณะโครงสร้างที่ปิโตรเลียมถูกกักเก็บอยู่ในหินกักเก็บปิโตรเลียมและมีหินปิดกั้นปิดทับไว้นี้ เรียกว่า แหล่งกักเก็บปิโตรเลียม

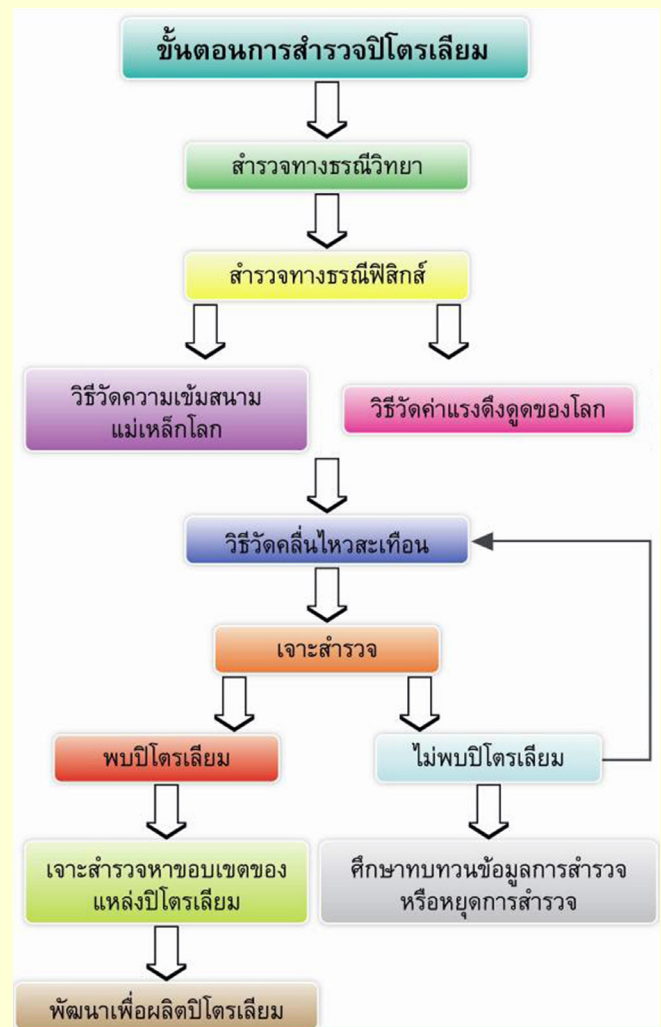


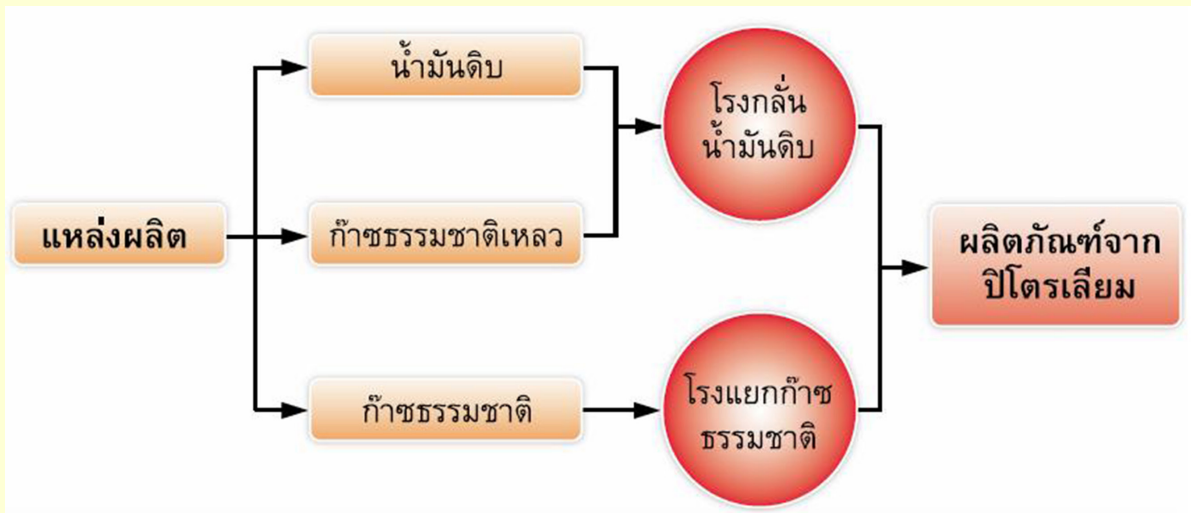
น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติและน้ำ ภายในแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม

เราทราบแล้วว่าใต้ผิวโลกมีแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมสะสมตัวอยู่ แล้วเราจะทราบได้อย่างไรว่าใต้ผิวโลกบริเวณใดมีแหล่งกักเก็บดังกล่าว?

นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นหาแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมโดยใช้วิธีการสำรวจอย่างเป็นขั้นตอน การสำรวจปิโตรเลียมแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนที่สำคัญ ๆ คือ การสำรวจทางธรณีวิทยา การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ และการเจาะสำรวจ

เมื่อค้นพบแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมแล้วและพบว่าแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมคุ้มค่ากับการลงทุน ผู้ประกอบการจะวางแผนผลิตปิโตรเลียม การเจาะหลุมผลิตปิโตรเลียมมีทั้งการเจาะหลุมบนบกและในทะเล น้ำมันดิบที่ได้จากหลุมผลิตส่วนใหญ่จะมีน้ำปนอยู่ซึ่งจำเป็นต้องทำการแยกน้ำออกก่อน จากนั้นจึงนำน้ำมันดิบที่ได้ขนส่งไปยังโรงกลั่นน้ำมันดิบโดยทางเรือหรือยานพาหนะอื่น ๆ ส่วนก๊าซธรรมชาติที่ได้จากหลุมผลิตจะถูกแยกออกเป็นก๊าซธรรมชาติ ก๊าซธรรมชาติเหลว น้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากนั้นจึงนำก๊าซธรรมชาติที่ได้ไปเพิ่มความดันและส่งผ่านเข้าสู่ท่อขนส่งไปยังโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ส่วนก๊าซธรรมชาติเหลวจะถูกขนส่งทางเรือไปยังโรงกลั่นน้ำมันดิบ





ปิโตรเลียมที่ได้จากแหล่งผลิตยังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทันที สารประกอบไฮโดรคาร์บอนแต่ละชนิดที่ได้จากปิโตรเลียมมีสมบัติเหมาะสมต่อการนำมาใช้ประโยชน์ต่างกัน จึงต้องมีการแยกองค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนออกเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยการกลั่นน้ำมันดิบหรือการแยกก๊าซธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบและกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติมีอยู่มากมาย เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นและใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและอื่น ๆ เป็นต้น

จากภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากปิโตรเลียม ล้วนเป็นผลิตภัณฑ์ที่เราได้ใช้ประโยชน์ไม่ทางตรงก็ทางอ้อม ทุก ๆ ผลิตภัณฑ์ช่วยให้การดำเนินชีวิตของเรามีความสะดวกสบาย แต่ปิโตรเลียมเป็นเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ที่ใช้แล้วหมดไปและมีอยู่อย่างจำกัดต้องใช้เวลานานหลายร้อยล้านปีจึงจะเกิดขึ้นมาใหม่ได้อีก และการสำรวจและการผลิตเพื่อให้ได้มาซึ่งปิโตรเลียมต้องใช้เงินลงทุนมหาศาล เราทุกคนจึงควรใช้เชื้อเพลิงดังกล่าวอย่างรู้คุณค่าและคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ



บรรณานุกรม

ราชบัณฑิตยสถาน. (2544). พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.



ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากปิโตรเลียม

อุปสรรคทางภาษาในการเรียน คณิตศาสตร์ของเด็กไทย

ภาษาไทยและภาษาอังกฤษมีความต่างกันทั้งรากฐานของภาษา ไวยากรณ์ จำนวน บริบท คำศัพท์ ฯลฯ องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ถูกเขียนขึ้นด้วยภาษาอังกฤษก่อนที่จะถูกแปลเป็นภาษาต่าง ๆ ซึ่งในบ้านเราคือภาษาไทย เนื่องจากภาษาเดิมและภาษาที่แปลมีความต่างกันทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนบางประการที่เป็นอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยภาษาไทยของเด็กไทย โดยผู้เขียนได้รวบรวมอุปสรรคทางภาษาในการเรียนคณิตศาสตร์ของเด็กไทยไว้ดังนี้

1. นิยามที่สร้างขึ้นด้วยสำนึกทางภาษาของผู้ที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นหลัก

นิยามทางคณิตศาสตร์ถูกสร้างขึ้นโดยใช้ความเข้าใจในภาษาอังกฤษเป็นฐานในการเขียน ในบริบทของผู้ใช้ภาษาอังกฤษ ซึ่งอาจต่างจากสำนึกในการใช้ภาษาของคนไทย เมื่อมีการนำคณิตศาสตร์เข้ามาในประเทศไทย นิยามเหล่านั้นจึงถูกแปลเป็นภาษาไทยโดยคงความหมายเดิมไว้ ตัวอย่างเช่น นิยามการคูณจำนวนเต็มบวก

นิยาม $a \times b$ อ่านว่า เอ คูณ บี
ความหมายคือ $\underbrace{b + b + b + \dots + b}_{a \text{ ตัว}}$

นิยามการคูณนี้มีความหมายตรงกับภาษาอังกฤษที่ว่า “a times b”
ความหมายคือ “มี b (บวกกัน) ทั้งหมด a ตัว”
ทำให้ $3 \times 5 = 5 + 5 + 5$ แทนที่จะเป็น $3 + 3 + 3 + 3 + 3$

จากประสบการณ์ของผู้เขียน เมื่อใดก็ตามที่ถามนักเรียนชั้นประถมศึกษาว่า “สองคูณแปดมีค่าเท่าไร” นักเรียนทุกคนจะนำ 2 มาบวกกัน 8 ตัว แล้วจึงบอกผลลัพธ์ เมื่อถามว่าทำไมถึงคิดแบบนั้น นักเรียนกล่าวว่าหาค่าของ สองคูณแปด ต้องท่องสูตรคูณแม่สอง ซึ่งตนยังท่องไม่คล่อง จึงบวกเพิ่มทีละ 2 ตามความหมายของสูตรคูณแม่สอง แสดงว่านักเรียนมองเห็นภาพของสูตรคูณแม่สอง ดังนี้

$$2 \times 1 = 2$$

$$2 \times 2 = 2 + 2$$

$$2 \times 3 = 2 + 2 + 2$$

$$2 \times 4 = 2 + 2 + 2 + 2$$

$$2 \times 5 = 2 + 2 + 2 + 2 + 2$$

...

ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ เด็กไทยท่องสูตรคูณด้วยภาพของการคูณดังกล่าว แต่เมื่อต้องการเขียนกระจายให้อยู่ในรูปการบวก กลับต้องเขียนให้ถูกต้องตามนิยามซึ่งเป็นอีกภาพหนึ่งซึ่งขัดแย้งกับสำนึก (sense) โดยเฉพาะนักเรียนในชั้นประถมศึกษาตอนต้นที่เริ่มเรียนการคูณ ทำให้นักเรียนสับสน จนเกิดอคติกับการเรียนคณิตศาสตร์ตั้งแต่แรกเริ่ม

เปรียบเทียบการอ่าน 3×5 ระหว่างเด็กไทย กับเด็กฝรั่ง

	เด็กไทย	เด็กฝรั่ง
ภาษาอย่างง่าย	สามคูณห้า	Three times five
ภาษาที่ยากขึ้น	สามเท่าของห้า	Three multiplied by five

เห็นได้ว่า คำว่า “สามคูณห้า” ต้องอธิบายต่ออีกว่า มี 5 บวกกันอยู่ 3 ตัว เพื่อไม่ให้เกิดความเข้าใจไปในทางที่ว่ามี 3 บวกกันอยู่ 5 ตัว แต่หากเป็นคำว่า “Three times five” เด็กฝรั่งจะเข้าใจทันทีว่ามี 5 บวกกันอยู่ 3 ตัว โดยไม่ต้องอธิบายเพิ่มเติม ซึ่งแท้จริงแล้วถ้าแปล Three times five ว่าสามเท่าของห้า คงจะไม่มีปัญหาในการเข้าใจมากนัก แต่คำว่า สามเท่าของห้า กลับเป็นภาษาที่ยากขึ้นสำหรับเด็กไทย

การสอนความหมายของการคูณ หากครูสอดแทรกการอ่านโดยใช้ภาษาอังกฤษเข้าไปขณะสอน จะทำให้นักเรียนเข้าใจและมองเห็นภาพของการคูณได้ถูกต้องมากขึ้น และเมื่อท่องสูตรคูณ จะเห็นภาพดังนี้ (ยกตัวอย่างสูตรคูณแม่สอง)

$$2 \times 1 = 1 + 1 \quad (\text{Two times one})$$

$$2 \times 2 = 2 + 2 \quad (\text{Two times two})$$

$$2 \times 3 = 3 + 3 \quad (\text{Two times three})$$

$$2 \times 4 = 4 + 4 \quad (\text{Two times four})$$

$$2 \times 5 = 5 + 5 \quad (\text{Two times five})$$

วิธีการนี้จะทำให้นักเรียนสังเกตเห็นได้อีกว่า “เพราะจำนวนที่นำมาบวกกันมี 2 ตัว ถ้าแต่ละตัวเพิ่มขึ้นอย่างละหนึ่ง ทั้งหมดจึงเพิ่มขึ้นสอง” ทำให้รู้ที่มาของการเพิ่มขึ้นทีละสอง แทนที่จะจำเพียงว่า “เพราะเป็นสูตรคูณแม่สอง จึงบวกเพิ่มทีละสอง” เหมือนที่ท่องกันในปัจจุบัน

2. สัญลักษณ์ที่ทำให้เกิดความสับสนเมื่ออ่านเป็นภาษาไทย

สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์หลายสัญลักษณ์เมื่ออ่านเป็นภาษาไทยจะทำให้เกิดความเข้าใจผิดได้ง่าย โดยเฉพาะกับเด็กที่กำลังเรียนเกี่ยวกับสัญลักษณ์เหล่านั้น ตัวอย่างเช่นสัญลักษณ์ “-” (ลบ) ซึ่งมีความหมายสองนัยคือ “ติดลบ” (negative) และ “การลบ” (subtraction)

สัญลักษณ์	คำอ่านภาษาไทย	คำอ่านภาษาอังกฤษ
-3	ลบสาม	Negative three
5 - 3	ห้าลบสาม	Five minus three
5 + (-3)	ห้าบวกลบสาม	Five plus negative three
-3 + 5	ลบสามบวกห้า	Negative three plus five
3 - (-5)	สามลบลบห้า	Three minus negative five

แสดงให้เห็นว่าการอ่านเป็นภาษาไทยนั้นไม่ชัดเจนเพราะมีคำเดียวให้ใช้ คือ “ลบ” หากครูไม่เน้นย้ำให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่าง “การลบ” (subtraction) กับ “จำนวนลบ” (negative number) รวมทั้ง “การบวก” (addition) และ “จำนวนบวก” (positive number) จะทำให้นักเรียนเกิดความสับสนได้ และจะทำให้เกิดความรู้สึกว่าคณิตศาสตร์ไม่ชัดเจน ไม่สมเหตุสมผล และยาก และอาจส่งผลให้นักเรียนไม่สนใจเรียนคณิตศาสตร์อีกต่อไป

3. ศัพท์เฉพาะที่แปลเป็นภาษาไทยแล้วเข้าใจยากกว่าคำศัพท์เดิมที่เป็นภาษาอังกฤษ

ศัพท์เฉพาะทางคณิตศาสตร์จำนวนมากถูกนำมาแปลให้เป็นภาษาไทย โดยหวังจะทำให้ผู้ที่สนใจศึกษาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น ซึ่งก็เป็นจริงตามความต้องการนั้น แต่ยังมีบางคำเมื่อแปลมาเป็นภาษาไทยแล้วกลับเข้าใจได้ยากกว่าศัพท์เดิมที่ยังไม่ได้แปล ตัวอย่างเช่น

ภาษาอังกฤษ	ภาษาไทย
root	ราก / กรณฑ์
coefficient	สัมประสิทธิ์
statement	ประพจน์
expression	นิพจน์

หากพิจารณาคำศัพท์จากตารางดังกล่าว จะเห็นได้ว่าสามารถคาดเดาความหมายในทางคณิตศาสตร์จากคำศัพท์ภาษาอังกฤษได้ง่ายกว่าคาดเดาจากคำที่แปลเป็นภาษาไทย ทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องที่มีศัพท์เหล่านี้ปรากฏอยู่ นักเรียนจะต้องจำคำศัพท์ใหม่ที่ไม่มีความหมายในชีวิตจริงของเขา นอกจากการเรียนรู้เนื้อหา ทำให้มองเห็นว่าคณิตศาสตร์นั้นห่างไกลจากความจริง ไม่เห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน

4. ศัพท์เฉพาะที่นำมาใช้โดยการทับศัพท์

ศัพท์ทางคณิตศาสตร์หลายคำไม่ได้ถูกแปลเป็นภาษาไทย แต่ใช้ทับศัพท์ไปเลย โดยแต่ละคำเป็นศัพท์ที่ผู้ที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นหลักจะเข้าใจความหมายในเชิงคณิตศาสตร์ได้แทบจะทันที แม้ยังไม่ได้เรียนคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้นก็ตาม แต่ในทางกลับกัน เด็กไทยผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับภาษาอังกฤษต้องอาศัยคำอธิบายจากครูก่อนจึงจะเข้าใจ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการอธิบายของครูด้วย ตัวอย่างเช่น union, intersection, complement วิธีการหนึ่งที่จะทำให้การสอนเรื่องที่มีการใช้ศัพท์เหล่านี้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพคือ การสอนความหมายของศัพท์ตามหลักทางภาษาศาสตร์ก่อนที่จะสอนนิยาม ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในความหมายทั่วไปซึ่งใกล้ชิดกับชีวิตจริงก่อนการสอนสิ่งที่เป็นนามธรรมอย่างคณิตศาสตร์ เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง คงทน และมีความหมาย

5. ศัพท์เฉพาะที่มีใช้ในภาษาอังกฤษ แต่ไม่มี/ไม่นิยมใช้ในบริบทภาษาไทย

ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่เป็นภาษาอังกฤษ บางเนื้อหาจะพบคำศัพท์หลายคำ ที่ไม่ปรากฏในการเรียนคณิตศาสตร์ที่เป็นภาษาไทย ตัวอย่างเช่น เรื่องเศษส่วน จะพบคำว่า quarter, half และ whole

สัญลักษณ์	คำอ่านภาษาไทย	คำอ่านภาษาอังกฤษ
$\frac{1}{4}$	เศษหนึ่งส่วนสี่	A quarter หรือ One fourth
$\frac{1}{2}$	เศษหนึ่งส่วนสอง หรือ ครึ่งหนึ่ง	A half หรือ One second
1	หนึ่ง	A whole หรือ One

การอ่านเศษส่วนเหล่านี้โดยใช้คำว่า quarter, half และ whole ทำให้เด็กเกิดความรู้สึกเชิงจำนวนและเข้าใจเศษส่วนได้ดีกว่า เช่น

สัญลักษณ์	ความเข้าใจของเด็กไทย	ความเข้าใจของเด็กฝรั่ง
$\frac{1}{4} + \frac{1}{4}$	$\frac{1+1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$	Two quarters equal to a half
$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$	$\frac{1+1+1}{2} = \frac{3}{2} = 1\frac{1}{2}$	Three halves equal to a whole and a half

เศษส่วนเป็นสิ่งที่ยากสำหรับเด็กไทย เรียนแล้วรู้สึกท้อจาก การนำไปใช้ในชีวิตจริง เพราะโดยพื้นฐานแล้วภาษาไทย มีเพียงคำเดียวที่กล่าวถึงเศษส่วน คือคำว่า “ครึ่ง” การเรียนการสอน จึงเป็นเพียงการสอนวิธีการทำที่ไม่ทำให้เกิดความรู้สึกเชิงจำนวน ด้วยภาษาที่ใช้ไม่สามารถอธิบายเศษส่วนได้ดี จึงต้องอธิบาย ด้วยสัญลักษณ์แทน แต่เด็กฝรั่งมีคำว่า quarter, half และ whole อยู่แล้ว จึงเกิดความรู้สึกเชิงจำนวนที่เกิดขึ้นจากภาษา ที่ใช้เป็นประจำ จึงสามารถเข้าใจเศษส่วนได้อย่างไม่ยาก

6. สำนวนทางภาษาเกี่ยวกับปริมาณ

คณิตศาสตร์ถูกเขียนขึ้นด้วยความเข้าใจของผู้ที่ใช้ภาษาอังกฤษ เป็นภาษาหลัก ซึ่งสำนวนทางภาษาต่างจากภาษาไทย เช่น 3a อ่านว่า สามเอ แต่ต้องแปลความหมายอีกครั้งคือ มีเอบวกกัน 3 ตัว เนื่องจากคำอ่านและความหมายเป็นคนละสำนวนกัน ต่างจาก ภาษาอังกฤษที่อ่านว่า “Three a(s)” และมีความหมายดังคำอ่าน ไม่ต้องตีความอีก

อีกตัวอย่างหนึ่งคือ $2a + 3a$ หากอ่านและทำความเข้าใจ เป็นภาษาอังกฤษ จะอ่านได้ว่า “Two a(s) and three a(s)” ซึ่งได้ “five a(s)” และเขียนเป็น “5a” ได้ทันทีซึ่งเป็น common sense สุด ๆ แต่หากอ่านและทำความเข้าใจเป็นภาษาไทย จะอ่านได้ว่า “สองเอ บวก สามเอ” หากยังไม่เข้าใจสำนวนภาษา อังกฤษต้องแปลความหมายอีกรอบ เป็น “เอสองตัว บวก เอ อีกสามตัว” จึงจะบอกได้ว่ามี “เอห้าตัว” และต้องแปลความ หมายเป็น “ห้าเอ” ก่อน จึงจะสามารถเขียน “5a” ได้

เด็กฝรั่งเข้าใจเอคนาม พหุนาม และเนื้อหาที่เป็นนามธรรม ต่าง ๆ ได้ดีกว่า เพราะคำอ่านและความหมายคือสิ่งเดียวกัน จึง สามารถเข้าใจได้ทันทีที่อ่าน แต่เด็กไทยเข้าใจได้ยากกว่าเพราะ อ่านแล้วไม่เข้าใจทันที ต้องแปลความหมายก่อน อ่านแล้วรู้สึก ถึงความเป็นนามธรรมมากกว่าที่จะเข้าใจ ผู้ที่ใช้ภาษาอังกฤษ เป็นภาษาหลักจึงเกิดความรู้สึกเชิงจำนวนได้ง่ายกว่า ทั้งนี้ด้วย ลักษณะทางภาษาที่เอื้อต่อการเกิดความรู้สึกเชิงจำนวนนั่นเอง

ผู้เขียนไม่ได้ต้องการบอกว่าภาษาอังกฤษดีกว่าภาษาไทย แต่กำลังจะบอกว่าภาษาอังกฤษเหมาะกับการเรียนคณิตศาสตร์ มากกว่า เพราะคณิตศาสตร์ที่ใช้ในบ้านเราถูกเขียนขึ้นมาจากด้วย ผู้ใช้ภาษาอังกฤษ ซึ่งเมื่อแปลมาเป็นภาษาไทยจะมีบางอย่างที่ ทำให้เด็กไทยเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ยากกว่า และไม่เห็นว่าคณิตศาสตร์ สำคัญสำหรับการดำรงชีวิต ถึงเวลาแล้วหรือยังที่ห้องเรียน คณิตศาสตร์ในโรงเรียนปกติจะสอดแทรกความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นภาษาอังกฤษแก่เด็ก ไม่ใช่เพียงแค่ห้องเรียนสำหรับโปรแกรม สองภาษา หรือโปรแกรมอินเตอร์เท่านั้น

บรรณานุกรม

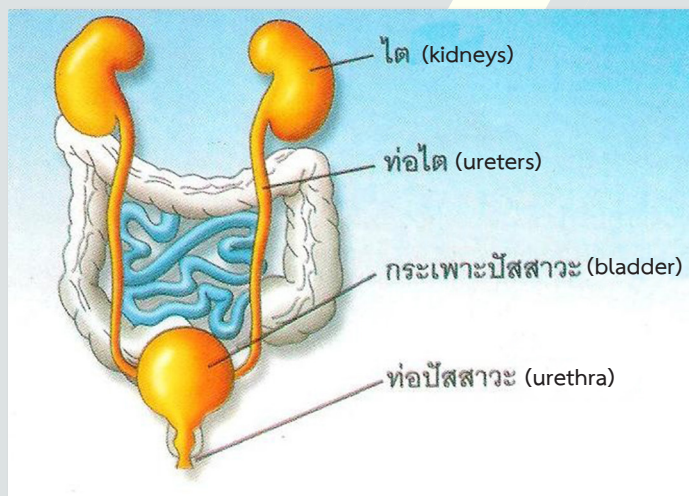
- Bennett, Albert, Burton, Laurie, & Nelson, Ted. (2011). *Mathematics for Elementary Teachers: a Conceptual Approach* (9th ed). New York: McGraw-Hill Education.
- Brahier, Daniel J. (2012). *Teaching Secondary and Middle School Mathematics* (4th ed). New Jersey: Pearson Education.
- Heddens, James W., & Speer, William R. (2001). *Today's Mathematics, Concepts and Classroom Methods* (12th ed). Massachusetts: Wiley.
- กำชัย ทองหล่อ. (2554). *หลักภาษาไทย*. กรุงเทพมหานคร: รวมสาสน์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2549). *ศัพท์คณิตศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพมหานคร: ราชบัณฑิตยสถาน.
- วิษณุ กอปรสิริพัฒน์. (2549). *การแปลตามหลักภาษาศาสตร์*. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

วงรีสลายนิ้ว

ในปัจจุบันโรคนิ้วในระบบทางเดินปัสสาวะเป็นโรคที่พบได้บ่อย เกิดได้กับทุกเพศทุกวัย แต่จะพบในชายมากกว่าหญิงประมาณ 3 เท่า สำหรับประเทศไทยจะพบคนที่เป็โรคนี้มากในภาคเหนือและภาคอีสาน

ทางการแพทย์จึงให้ความสำคัญกับการรักษาโรคนี้และมีการพัฒนาวิธีการรักษาอยู่ตลอดเวลานี้ในปัจจุบันมีวิธีการรักษาแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นการรักษาจากภายนอกและใช้เวลาพักฟื้นไม่นานนัก แต่สิ่งที่น่าทึ่งคือการรักษาด้วยวิธีนี้ได้นำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์มาช่วยในกระบวนการดำเนินงานด้วย

นิ้ว เป็นสิ่งแปลกปลอมที่อยู่ในร่างกายของเรา นิ้วในระบบทางเดินปัสสาวะเกิดจากการตกผลึกของตะกอนในปัสสาวะ เช่น หินปูน (แคลเซียม) ออกซาเลต ฟอสเฟต กรดยูริก และซิสติน ดังนั้น อวัยวะใดที่ปัสสาวะผ่านในระบบทางเดินปัสสาวะ ดังรูปที่ 1 ก็จะทำให้เกิดนิ้วได้ นิ้วจึงสามารถเกิดได้ทั้งในไต ท่อไต กระเพาะปัสสาวะ และท่อปัสสาวะ



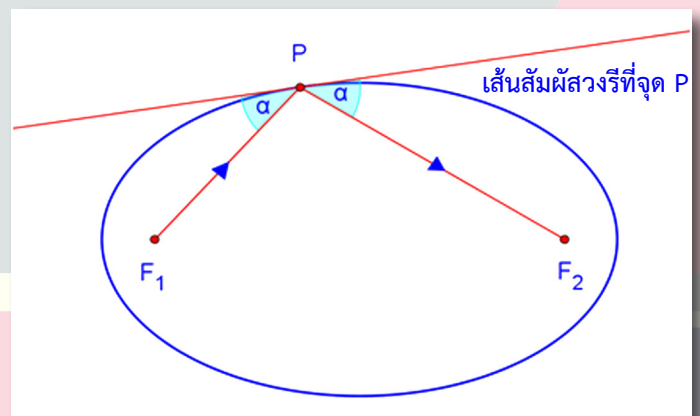
รูปที่ 1 ระบบทางเดินปัสสาวะ

(ที่มา: http://bomsand.blogspot.com/2013_01_01_archive.html)

“อันฉีนาน ๆ ระวังเป็นนิ้วนะ” เป็นวลีที่คงจะคุ้นหูตั้งแต่เด็ก เพราะว่าการอันปัสสาวะนาน ๆ จะทำให้ตะกอนที่อยู่ในปัสสาวะตกค้างอยู่ในระบบทางเดินปัสสาวะ เมื่อนานเข้าตะกอนก็จะสะสมกันจนเกิดเป็นก้อนนิ้ว นอกจากนั้น เพศ อายุ กรรมพันธุ์ ปริมาณน้ำที่ดื่ม ก็ยังเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดนิ้วได้อีกด้วย

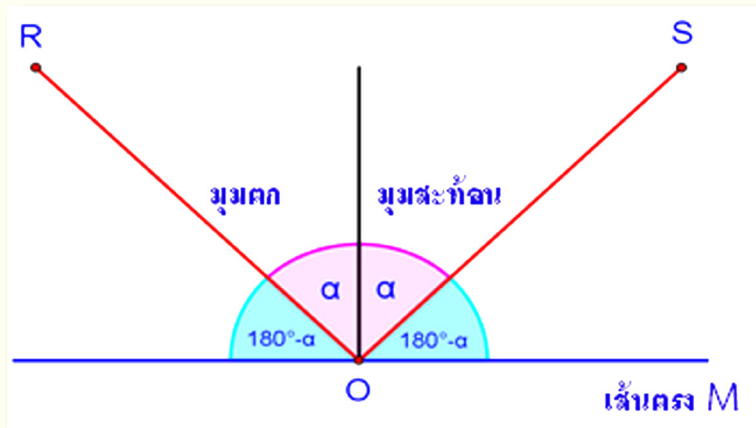
โดยปกติ นิ้วที่มีขนาดเล็กจะหลุดออกได้เองพร้อมกับปัสสาวะ โดยการดื่มน้ำสะอาดมาก ๆ รับประทานยาละลายนิ่ว หรือยาขับปัสสาวะ ในกรณีที่นิ้วมีขนาดใหญ่จนร่างกายไม่สามารถขับออกมาได้ จำเป็นที่จะต้องใช้วิธีการรักษาแบบอื่นที่เรียกว่า lithotripsy และในบทความนี้จะขอพูดถึงวิธีการรักษาดังกล่าว เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้มีความน่าสนใจทางคณิตศาสตร์ เพราะใช้สมบัติการสะท้อนของวงรีในกระบวนการทำงาน แต่การรักษาด้วยวิธีนี้จะเหมาะกับนิ้วที่อยู่ในไตและท่อไต และนิ้วจะต้องมีขนาดไม่เกิน 2 เซนติเมตร ถ้านิ้วมีขนาดใหญ่กว่านี้ต้องใช้วิธีการผ่าตัด

วงรีมีสมบัติที่มีความสำคัญประการหนึ่ง คือ สมบัติการสะท้อน เช่น ถ้าสร้างทรงรีให้เป็นกระจกที่สะท้อนแสงได้ แสงจะเดินทางจากโฟกัสหนึ่งของทรงรีไปกระทบกับพื้นผิวของทรงรีจากนั้นจะถูกสะท้อนไปยังโฟกัสที่สองของทรงรี ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การสะท้อนของวงรี

สมบัติดังกล่าวอธิบายได้โดยเริ่มจากกฎการสะท้อนของแสงบนเส้นตรง เพราะเมื่อแสงเดินทางไปกระทบกับเส้นตรงแล้วแสงจะถูกสะท้อนออกมาโดยมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ดังรูปที่ 3 ทำให้แสดงได้ด้วยว่าระยะทางของแสงที่เดินทางจากจุด R ไปกระทบจุด O แล้วสะท้อนไปยังจุด S เป็นระยะทางที่สั้นที่สุด เมื่อเทียบกับระยะทางที่แสงเดินทางจากจุด R ไปกระทบจุดอื่น ๆ บนเส้นตรง M แล้วสะท้อนไปยังจุด S (อ่านวิธีการพิสูจน์ได้จากหนังสือเพิ่มเติมเสริมศักยภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4-6) : เรขาคณิตวิเคราะห์)



รูปที่ 3 การสะท้อนของแสงบนเส้นตรง

การพิสูจน์ จากรูปที่ 4 ให้ A เป็นจุดใด ๆ บนวงรี สร้างเส้นตรง l ซึ่งเป็นเส้นสัมผัสของวงรีที่จุด A ให้ B เป็นจุดใด ๆ บนเส้นตรง l โดยที่จุด B ไม่ทับจุด A ให้ C เป็นจุดตัดของวงรีกับเส้นตรง BF_2

จากบทนิยามของวงรี จะได้ว่า

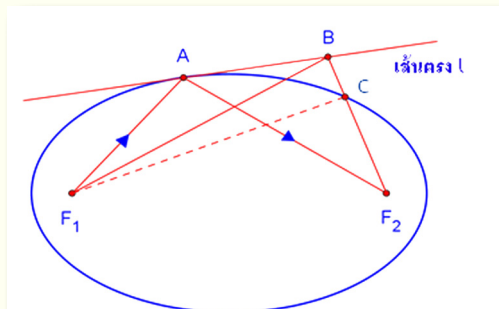
$$F_1C + CF_2 = F_1A + AF_2$$

จากอสมการอิงรูปสามเหลี่ยม (triangle inequality) จะได้ว่า

$$F_1B + BC > F_1C$$

$$\text{ดังนั้น } F_1B + BF_2 = F_1B + BC + CF_2 > F_1C + CF_2 = F_1A + AF_2$$

จะได้ว่าจุด A เป็นจุดบนเส้นตรง l ที่ทำให้ระยะทางของแสงที่เดินทางจาก F_1 ไปตกกระทบเส้นตรง l แล้วสะท้อนไปยัง F_2 เป็นระยะทางที่สั้นที่สุด จากหลักการสะท้อนแสงบนเส้นตรงที่ได้กล่าวมา จะได้ว่ามุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ดังนั้นแสงที่เดินทางจากโฟกัสหนึ่งของทรงรีไปกระทบกับพื้นผิวของทรงรีจะถูกสะท้อนไปยังอีกโฟกัสหนึ่งของทรงรีเสมอ

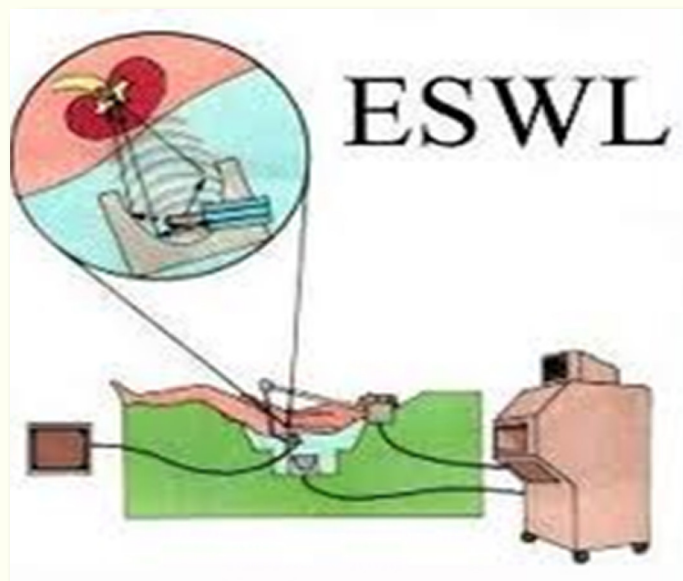


รูปที่ 4

สมบัติการสะท้อนนี้ไม่ได้เป็นจริงสำหรับแสงเท่านั้น แต่ยังเป็นจริงสำหรับคลื่นเสียงด้วย และสมบัตินี้เองที่ถูกนำไปใช้เป็นกระบวนการทำงานของเครื่องสลายนิ่ว (Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy/ESWL machine) โดยเครื่องสลายนิ่วถูกออกแบบให้มีลักษณะเป็นรูปครึ่งทรงรีและมีแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงความถี่สูงอยู่ในตำแหน่งโฟกัสที่หนึ่งของทรงรี การสลายนิ่วด้วยเครื่องนี้จะเลื่อนเครื่องสลายนิ่วเข้าไปใกล้ตัวผู้ป่วยจนตำแหน่งโฟกัสที่สองของทรงรีตรงกับตำแหน่งของนิ่ว เมื่อปล่อยคลื่นเสียงความถี่สูงออกจากแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงตรงตำแหน่งโฟกัสที่หนึ่ง คลื่นเสียงก็จะเคลื่อนที่ไปกระทบกับผิวของทรงรี จากสมบัติการสะท้อนของทรงรี ไม่ว่าคลื่นเสียงไปกระทบที่ส่วนไหนของทรงรีก็ตาม คลื่นจะถูกสะท้อนไปยังจุดโฟกัสที่สองเสมอ นั่นคือตำแหน่งของนิ่วดังรูปที่ 5 ดังนั้นตำแหน่งของนิ่วจึงเป็นจุดรวมของคลื่นเสียงที่ถูกสะท้อนจากทรงรีทุกทิศทาง ซึ่งทำให้เกิดการสั่นสะเทือนที่ก้อนนิ่วและทำให้ก้อนนิ่วแตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ในที่สุด โดยจะใช้เวลาในการรักษาประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นร่างกายก็จะขับก้อนนิ่วที่แตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ออกมาทางปัสสาวะ

เครื่องสลายนิ่วเป็นเครื่องมือที่ใช้ภายนอกร่างกาย ดังนั้นผู้ป่วยที่รักษาด้วยวิธีนี้จะไม่ได้รับความเจ็บปวดมากนักและสามารถกลับบ้านได้ภายใน 1 วัน ด้วยเหตุนี้วิธีการรักษานิ่วโดยใช้เครื่องสลายนิ่วจึงเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย

ไม่เพียงแต่วงรีเท่านั้น รูปเรขาคณิตอื่น ๆ ก็มีสมบัติ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ หรือช่วยในการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้ เช่น การใช้สมบัติของพาราโบลาในการสร้างจานรับส่งสัญญาณ การใช้สมบัติของไฮเพอร์โบลาในการสร้างกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาคณิตศาสตร์จากชีวิตจริงจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นประโยชน์ในการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น อีกทั้งยังช่วยพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตและเตรียมความพร้อมให้แก่ผู้เรียนสำหรับการทำงานในอนาคต



รูปที่ 5 เครื่องสลายนิ่ว (ESWL)

(ที่มา: <http://bme240.eng.uci.edu/students/09s/ysantoro/CurrTechn.html>)

บรรณานุกรม

Natasha Glydon. Lithotripsy – A Medical Application of the Ellipse. สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2557, จาก <http://mathcentral.uregina.ca/beyond/articles/Lithotripsy/lithotripsy1.html> วิสูตร คงเจริญสมบัติ. (2557). อาการและการรักษานิ่วในระบบทางเดินปัสสาวะ. สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2557, จาก http://www.prostate-rama.com/reading_detailphp?cid=5 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ (2557). หนังสือเพิ่มเติมเสริมศักยภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4-6): เรขาคณิตวิเคราะห์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สนุกกับความน่าจะเป็น : เรียน ๆ เล่น ๆ อย่างสะเต็มศึกษา

แม้ว่าแนวคิดหลักสำคัญอย่างหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือการมุ่งเน้นการบูรณาการความรู้ต่างสาขาวีชาทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อช่วยแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและการทำงานจริง แต่ในการจัดการเรียนรู้เนื้อหาของแต่ละสาขาวิชาก็สามารถนำแนวคิดด้านสะเต็มศึกษา โดยเฉพาะการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างเป็นระบบมาปรับใช้ได้ โดยไม่จำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาทุกสาขาวิชากับวิชาอื่น ๆ เสมอไป ยกตัวอย่าง การจัดการเรียนการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ให้ผู้สอนสามารถปรับเปลี่ยนแนวทางการจัดการเรียนรู้จากการให้ความรู้แก่ผู้เรียนโดยตรงมาเป็นการใช้ปัญหานำบทเรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนนำหลักการทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ใหม่เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา

บทความนี้แสดงตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาเรื่อง *ความน่าจะเป็น* ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้เขียนมีโอกาสได้ทดลองใช้กับผู้เรียนและพบว่าทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างสนุกสนาน มีความเข้าใจสาระหลักเกี่ยวกับความน่าจะเป็น และที่สำคัญคือมองเห็นประโยชน์ของหลักการความน่าจะเป็น ที่สามารถนำไปใช้ช่วยตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น

โดยทั่วไปแล้ว ลำดับเนื้อหาเรื่องความน่าจะเป็นในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมักเริ่มด้วย บทนิยามของการทดลองสุ่ม เช่น การโยนเหรียญ การโยนลูกเต๋า หรือการสุ่มหยิบของที่มีลักษณะคล้ายกัน การหาผลลัพธ์ทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองสุ่ม บทนิยามของเหตุการณ์ ก่อนจะนำเข้าสู่สูตรการหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

$$\text{ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่สนใจ} = \frac{\text{จำนวนผลลัพธ์ของเหตุการณ์ที่สนใจ}}{\text{จำนวนผลลัพธ์ทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นได้}}$$

เมื่อแต่ละผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองสุ่มมีโอกาสเกิดขึ้นได้เท่า ๆ กัน

แต่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหานำ ผู้สอนอาจเริ่มต้นด้วยการสร้างสถานการณ์ปัญหา แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนได้ประเมินสถานการณ์เพื่อประกอบการตัดสินใจก่อนนำไปสู่การทดลองจริงที่ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติร่วมกัน วิธีการเรียนรู้ด้วยปัญหานี้สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายสร้างองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเองตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Constructivism ของ Jean Piaget ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางผ่านการทำกิจกรรมโดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ บทความนี้แสดงตัวอย่างกิจกรรมเกมคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็นสำหรับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนสองกิจกรรม ซึ่งผู้สอนสามารถนำไปใช้ในบทเรียนได้โดยไม่จำเป็นต้องให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับบทนิยามต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความน่าจะเป็นแก่ผู้เรียนก่อน

กิจกรรมที่ 1: หัวหรือก้อย น้อยหรือมาก

กิจกรรมพื้นฐานเกี่ยวกับความน่าจะเป็นที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากเป็นกิจกรรมที่สามารถมองเห็นภาพและเข้าใจได้ง่ายคือกิจกรรมการโยนเหรียญ ซึ่งเราสามารถนำมาดัดแปลงเป็นเกมคณิตศาสตร์สนุก ๆ ให้ผู้เรียนเรียนรู้หลักการพื้นฐานของความน่าจะเป็นได้ โดยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์มากนัก

กิจกรรม “หัวหรือก้อย น้อยหรือมาก” เป็นเกมความน่าจะเป็นที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทายว่า ถ้ามีการโยนเหรียญสองเหรียญ คือ เหรียญหนึ่งบาท 1 เหรียญ และเหรียญสองบาท 1 เหรียญ พร้อมกัน หลาย ๆ ครั้ง ผลลัพธ์ที่จะออกหัวทั้งสองเหรียญออกหัวหนึ่งเหรียญก้อยหนึ่งเหรียญ หรือออกก้อยทั้งสองเหรียญ โอกาสใดจะมากกว่ากัน ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ต้องมีเพียง เหรียญหนึ่งบาท 1 เหรียญ เหรียญสองบาท 1 เหรียญ แก้วพลาสติกสำหรับเขย่าเหรียญ แล้วคว่ำลงบนโต๊ะ หรืออาจมีเครื่องแสดงภาพ (visualiser) เพื่อฉายภาพผลการออกเหรียญให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนเห็นพร้อม ๆ กัน

ก่อนเริ่มกิจกรรมครูผู้สอนอาจตั้งคำถามเกริ่นนำก่อนว่า การโยนเหรียญหนึ่งบาท 1 เหรียญ 1 ครั้ง ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้มีอะไรบ้าง และอาจถามด้วยคำถามปลายเปิดว่า ในการโยนเหรียญหนึ่งบาท 1 เหรียญ 1 ครั้ง โอกาสที่เหรียญจะออกหัวเป็นเท่าไร ซึ่งจากการทดลองใช้กิจกรรมในชั้นเรียน พบว่าผู้เรียนให้คำตอบที่หลากหลาย เช่น “ห้าสิบ-ห้าสิบ” “ครึ่งหนึ่ง” “ครึ่ง-ครึ่ง” “หนึ่งในสอง” “หนึ่งส่วนสอง” “50 เปอร์เซ็นต์” “เท่ากบออกก้อย” ซึ่งล้วนเป็นคำตอบที่สะท้อนให้เห็นการใช้หลักการเรื่องอัตราส่วน อันเป็นพื้นฐานของการหาความน่าจะเป็น แม้จะยังไม่อยู่ในรูปเศษส่วนตามสูตรการหาความน่าจะเป็นก็ตาม แต่ที่สำคัญคือผู้เรียนควรจะได้ข้อสรุปว่าโอกาสที่เหรียญจะออกหัวและก้อยมีเท่ากัน ในกรณีที่เหรียญมีความเที่ยงตรง

จากนั้นผู้สอนอาจตั้งคำถามต่อว่า ถ้าโยนเหรียญหนึ่งบาท 1 เหรียญ และเหรียญสองบาท 1 เหรียญ พร้อมกัน ผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นมีอะไรบ้าง? และอาจเป็นผู้สรุปคำตอบของผู้เรียนโดยระบุชื่อของผลลัพธ์แต่ละแบบว่า ถ้าออกหัวทั้งสองเหรียญ จะเรียกว่าออก ‘หัว’ ถ้าออกก้อยทั้งสองเหรียญ เรียกว่าออก ‘ก้อย’ และถ้าออกหัวหนึ่งเหรียญและก้อยหนึ่งเหรียญ เรียกว่าออก ‘กลาง’ แล้วตั้งคำถามท้าทายผู้เรียนว่า ถ้าให้ผู้เรียนทั้งชั้นช่วยกันโยนเหรียญลักษณะนี้คนละหนึ่งครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้จะออก ‘หัว’ ‘ก้อย’ หรือ ‘กลาง’ มากกว่ากัน โดยอาจให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีพิจารณาโอกาสที่จะเกิดขึ้นแต่ละกรณีด้วยตนเอง พร้อมทั้งบันทึกคำตอบที่ตนตัดสินใจเลือกลงในสมุด ก่อนจะเริ่มการทดลองจริง

สิ่งสำคัญสำหรับกิจกรรม “หัวหรือก้อย น้อยหรือมาก” คือ เหรียญทั้งสองเหรียญที่ใช้ ควรเป็นเหรียญที่แตกต่างกัน ไม่ควรใช้เหรียญหนึ่งบาท ทั้งสองเหรียญ หรือเหรียญสองบาททั้งสองเหรียญ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะกรณีที่เหรียญหนึ่งบาทออกหัวและเหรียญสองบาทออกก้อย กับกรณีที่เหรียญหนึ่งบาท ออกก้อย และเหรียญสองบาทออกหัวได้ แม้ว่าทั้งสองกรณีนี้จะถือว่าออก ‘กลาง’ เหมือนกัน



รูปที่ 1 การใช้เหรียญที่ต่างกันในเกม “หัวหรือก้อย น้อยหรือมาก”

หลังจากที่นักเรียนได้โยนเหรียญจนครบทุกคน และได้ช่วยกันรวบรวมจำนวนผลลัพธ์ในแต่ละแบบแล้วนั้น คำตอบที่ได้ควรจะออก ‘กลาง’ มากที่สุด ซึ่งผู้สอนอาจถามผู้เรียนอีกครั้งว่า เพราะเหตุใด เพื่อนำสู่แนวคิดเรื่องอัตราส่วนของจำนวนผลลัพธ์แบบต่าง ๆ ที่สนใจ เทียบกับจำนวนผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมด ซึ่งเป็นหลักพื้นฐานของความน่าจะเป็นที่สามารถนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกคำตอบที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้นมากที่สุดได้ ทั้งนี้ผู้เรียนอาจสามารถเข้าใจหลักการนี้ได้ด้วยตนเองผ่านการร่วมทำกิจกรรม

สำหรับกิจกรรม “หัวหรือก้อย น้อยหรือมาก” สามารถเขียนผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมดจากการโยนเหรียญหนึ่งบาท 1 เหรียญ และเหรียญสองบาท 1 เหรียญ พร้อมกัน ในรูปของคู่อันดับ (หน้าของเหรียญหนึ่งบาท , หน้าของเหรียญสองบาท) ได้ว่า

(หัว, หัว), (หัว, ก้อย), (ก้อย, หัว) และ (ก้อย, ก้อย)

รวมเป็น 4 แบบ ซึ่งในการเปรียบเทียบโอกาสที่เหรียญจะออกหน้าต่าง ๆ สามารถใช้หลักการของความน่าจะเป็นมาช่วยในการเปรียบเทียบได้ เช่น โอกาสที่เหรียญจะออก ‘หัว’ ซึ่งมีอยู่เพียง 1 แบบคือ (หัว, หัว) จากผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด 4 แบบ ดังนั้นความน่าจะเป็นที่เหรียญจะออก ‘หัว’ สามารถคำนวณได้จากสูตรการหาความน่าจะเป็น

$$\begin{aligned}\text{ความน่าจะเป็นที่เหรียญออก ‘หัว’} &= \frac{\text{จำนวนผลลัพธ์ที่เหรียญออก ‘หัว’}}{\text{จำนวนผลลัพธ์ทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นได้}} \\ &= \frac{1}{4}\end{aligned}$$

ในทำนองเดียวกัน โอกาสที่เหรียญจะออก ‘กลาง’ ซึ่งมีอยู่ 2 แบบ คือ (หัว, ก้อย) กับ (ก้อย, หัว) จากผลลัพธ์ของการโยนเหรียญที่เป็นไปได้ทั้งหมด 4 แบบ ความน่าจะเป็นที่เหรียญจะออก ‘กลาง’ จะเท่ากับ $\frac{2}{4}$ ในขณะที่ความน่าจะเป็นที่เหรียญจะออก ‘ก้อย’ จะเท่ากับ $\frac{1}{4}$ เนื่องจากมีผลลัพธ์ที่เหรียญจะออก ‘ก้อย’ เพียงแบบเดียวคือ (ก้อย, ก้อย) จากผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด 4 แบบ

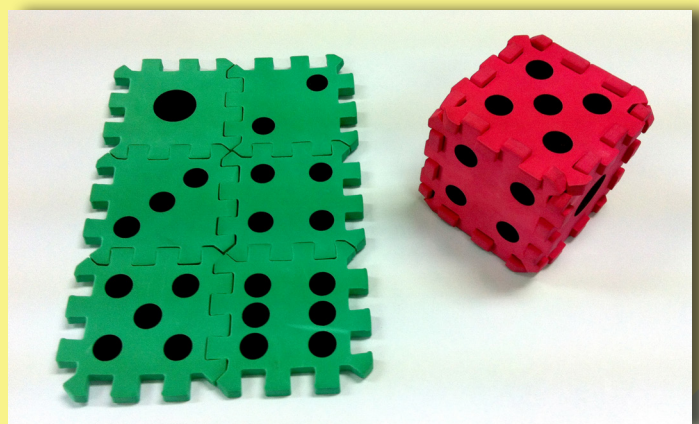
ดังนั้น หากมีการโยนเหรียญลักษณะนี้หลาย ๆ ครั้ง โอกาสที่ผลลัพธ์จะออก ‘กลาง’ มีค่ามากที่สุด นั่นคือ $\frac{2}{4}$ หรือ $\frac{1}{2}$ ผู้เรียนจึงควรคาดการณ์ว่าผลลัพธ์จะออก ‘กลาง’ มากครั้งที่สุด การคำนวณความน่าจะเป็นของกรณีที่ผลลัพธ์จะออก ‘หัว’ ‘ก้อย’ หรือ ‘กลาง’ จะทำให้ผู้เรียนเห็นได้ชัดเจนว่า ถึงแม้ผลลัพธ์ตามที่กิจกรรมกำหนดไว้จะมีสามแบบ แต่แต่ละแบบก็ไม่ได้มีโอกาสเกิดขึ้นเป็น $\frac{1}{3}$ เท่ากัน เพราะในกรณีที่ผลลัพธ์เป็น ‘กลาง’ สามารถมีได้สองแบบคือ (หัว, ก้อย) กับ (ก้อย, หัว)

การแสดงหลักการของความน่าจะเป็นด้วยกิจกรรมปัญหาที่กระตุ้นให้ผู้เรียนต้องคิดลักษณะนี้จะทำให้ผู้เรียนเล็งเห็นประโยชน์ของเนื้อหาวิชาที่เรียนได้มากขึ้น ซึ่งก็นับเป็นการอธิบายไปในตัวว่า เราหาค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่าง ๆ ไปเพื่ออะไรและก่อนที่เราจะหาค่าความน่าจะเป็นได้ เราต้องการข้อมูลใดและอย่างไร นับเป็นการเรียนรู้หลักการของความน่าจะเป็นในเชิงปฏิบัติที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมองเห็นภาพและประโยชน์ของหลักการและทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง

กิจกรรมที่ 2: ลูกเต๋ารวมพลัง

นอกจากการโยนเหรียญแล้ว การโยนลูกเต๋าก็เป็นกิจกรรมสนุก ๆ อีกกิจกรรมหนึ่งที่สามารถพัฒนาเป็นเกมคณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้ โดยเบื้องต้นผู้สอนนำอภิปรายกับผู้เรียนเกี่ยวกับลูกเต๋า ว่ามีประโยชน์อย่างไร มีลักษณะกายภาพเป็นรูปทรงเรขาคณิตชนิดใด และสามารถทำเป็นรูปทรงอื่น ๆ เช่น ปริซึม รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ลักษณะคล้ายกล่องรองเท้าได้หรือไม่ เพราะเหตุใด เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่า ลูกเต๋าที่เราพบเห็นโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นรูปลูกบาศก์ที่มีหน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดเท่า ๆ กัน จำนวน 6 หน้า ซึ่งเมื่อโยนแล้วโอกาสที่ลูกเต๋าคือจะออกหน้าต่าง ๆ ตั้งแต่ 1 ถึง 6 มีค่าเท่า ๆ กัน

เมื่อผู้เรียนเข้าใจสมบัติเบื้องต้นของลูกเต๋ได้แล้ว ผู้สอนจึงนำเข้าสู่กิจกรรม ‘ลูกเต๋ารวมพลัง’ ด้วยการตั้งคำถามว่า ถ้าโยนลูกเต๋า 2 ลูกพร้อม ๆ กัน ผลรวมของแต้มลูกเต๋าทิ้งสองลูกจะเป็นอะไรได้บ้าง ซึ่งผู้เรียนควรสรุปได้ว่า ผลรวมที่เป็นไปได้มี 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 จากนั้นผู้สอนอาจตั้งคำถามท้าทายผู้เรียนต่อว่า ถ้าให้ผู้เรียนทุกคนโยนลูกเต๋าสองลูกพร้อมกันคนละ 1 ครั้ง หรือ 2 ครั้ง (เพื่อให้จำนวนครั้งทั้งหมดของการโยนอยู่ระหว่าง 40-78 ครั้ง ขึ้นกับจำนวนผู้เรียนในชั้น)จนครบทั้งชั้น ผลรวมของแต้มลูกเต๋า 2 ลูกที่ได้จากการโยนแต่ละครั้ง จะเป็นค่าใดมากที่สุด แล้วให้ผู้เรียนบันทึกคำตอบลงในสมุด



รูปที่ 2 ลูกเต๋าลูกจิ้งจอกสีแดงและสีเขียวสำหรับกิจกรรม “ลูกเต๋ารวมพลัง”

อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรม ‘ลูกเต๋ารวมพลัง’ นี้ ขอแนะนำให้ใช้ลูกเต๋าลูกข่อย ซึ่งประกอบขึ้นจากแผ่นยางระบุหน้าแต้มเป็นรูปลูกบาศก์ขนาดใหญ่พอให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นได้ทั้งชั้น ในการประกอบผู้สอนสามารถสลับพื้นของขอบแผ่นยางแต่ละหน้าเข้าด้วยกันให้ทำมุม 90 องศา และเรียงตำแหน่งหน้าให้ผลรวมของแต้มบนหน้าที่อยู่ตรงข้ามกันเท่ากับ 7 เสมอ เช่น 3 ต้องอยู่ตรงข้ามกับ 4 เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความแตกต่างระหว่างลูกเต๋าทิ้งสอง จึงให้ลูกเต๋าสีแดงเป็นลูกที่หนึ่ง และลูกเต๋าสีเขียวเป็นลูกที่สอง และให้นักเรียนบันทึกผลของการออกหน้าลูกเต๋าด้วยคู่อันดับ (แต้มของลูกเต๋าสีแดง, แต้มของลูกเต๋าสีเขียว)

ในกิจกรรมนี้ ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนวิเคราะห์และหาแนวทางในการแก้ปัญหาก่อนว่า ผลรวมค่าใดน่าจะมีโอกาสเกิดขึ้นสูงสุด พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ ก่อนเริ่มต้นทดลองสุ่มด้วยการให้ผู้เรียนทั้งชั้นโยนลูกเต๋าทิ้งสองลูก 1 ครั้งหรือ 2 ครั้งแล้วบันทึกผล โดยควรบันทึกทั้งผลการออกหน้าลูกเต๋าทิ้งสองลูกในรูปคู่อันดับ และบันทึกจำนวนครั้งของแต่ละผลรวมตามไปด้วย

การเรียงตามลำดับผลต่างระหว่างลูกเต๋าทิ้งสองลูกตั้งแต่ 0 จนถึง 5

- (1, 1), (2, 2), (3, 3), (4, 4), (5, 5), (6, 6)
- (1, 2), (2, 1), (2, 3), (3, 2), (3, 4), (4, 3), (4, 5), (5, 4), (5, 6), (6, 5)
- (1, 3), (3, 1), (2, 4), (4, 2), (3, 5), (5, 3), (4, 6), (6, 4)
- (1, 4), (4, 1), (2, 5), (5, 2), (3, 6), (6, 3)
- (1, 5), (5, 1), (2, 6), (6, 2)
- (1, 6), (6, 1)

การสลับกันตรงแต้มของลูกเต๋าดูแต่ละลูกแล้วสลับตำแหน่งกัน โดยแยกกรณีที่ลูกเต๋าทิ้งสองลูกออกแต้มเดียวกันในบรรทัดสุดท้าย

- | | |
|--|--|
| (1, 6), (2, 6), (3, 6), (4, 6), (5, 6) | (6, 1), (6, 2), (6, 3), (6, 4), (6, 5) |
| (1, 5), (2, 5), (3, 5), (4, 5) | (5, 1), (5, 2), (5, 3), (5, 4) |
| (1, 4), (2, 4), (3, 4) | (4, 1), (4, 2), (4, 3) |
| (1, 3), (2, 3) | (3, 1), (3, 2) |
| (1, 2) | (2, 1) |
| (1, 1), (2, 2), (3, 3), (4, 4), (5, 5), (6, 6) | |

เช่น มีการออกผลรวมเป็น 5 ไปแล้วก็ครั้ง โดยอาจใช้วิธีบันทึกด้วยรอยขีด

เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองสุ่มแล้ว ผู้สอนสามารถนำอภิปรายกับผู้เรียนว่าเราสามารถนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาช่วยตัดสินใจสำหรับปัญหานี้ได้อย่างไร โดยร่วมกันสรุปกับผู้เรียนก่อนว่าในการโยนลูกเต๋ามีสีต่างกันสองลูก 1 ครั้ง ผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นได้มีอะไรบ้าง แล้วให้ผู้เรียนแต่ละคนลองหาวิธีเขียนผลลัพธ์ทั้งหมดด้วยตนเอง เพื่อให้ได้กรณีที่ครบถ้วน

ขั้นตอนในการออกแบบวิธีการเขียนคู่อันดับของผลลัพธ์ทั้งหมดที่เป็นไปได้จากการโยนลูกเต๋าสองลูกที่มีสีต่างกัน 1 ครั้งนี้นับเป็นสถานการณ์อันดีที่ผู้เรียนจะได้ใช้ทักษะการคิดเชิงวิศวกรรมอย่างเป็นระบบว่า จะเขียนลำดับผลลัพธ์อย่างไรเพื่อให้ได้คำตอบที่ครบถ้วน ซึ่งผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดเองอย่างอิสระจากการทดลองใช้กิจกรรมกับผู้เรียน พบว่าผู้เรียนมีวิธีการเขียนลำดับของผลลัพธ์หลากหลาย เช่น

ผู้เรียนบางคนก็อาจคิดว่ากรณีที่ลูกเต๋าสองลูกสลับตำแหน่งกัน เช่น (2, 5) กับ (5, 2) นับเป็นกรณีเดียวกัน เนื่องจากมีผลรวมเป็น 7 เหมือนกันจากสมบัติการสลับที่ของการบวก ทำให้ได้จำนวนผลลัพธ์ทั้งหมดไม่ครบ 36 แบบ ซึ่งผู้สอนอาจต้องอธิบายให้ผู้เรียนเห็นว่ากรณีที่ลูกเต๋าสีแดงออกแต้ม 2 และลูกเต๋าสีเขียวออกแต้ม 5 กับ การที่ลูกเต๋าสีแดงออกแต้ม 5 และลูกเต๋าสีเขียวออกแต้ม 2 นั้นเป็นคนละกรณีกัน จึงต้องเขียนแยกกรณีเพื่อให้เห็นความต่าง



(1, 1), (1, 2), (1, 3), (1, 4), (1, 5), (1, 6)
(2, 1), (2, 2), (2, 3), (2, 4), (2, 5), (2, 6)
(3, 1), (3, 2), (3, 3), (3, 4), (3, 5), (3, 6)
(4, 1), (4, 2), (4, 3), (4, 4), (4, 5), (4, 6)
(5, 1), (5, 2), (5, 3), (5, 4), (5, 5), (5, 6)
(6, 1), (6, 2), (6, 3), (6, 4), (6, 5), (6, 6)

เมื่อคำนวณความน่าจะเป็นที่จะได้ผลรวมของแต้มลูกเต๋าเป็น 2-12 จนครบทุกกรณีแล้ว จะเห็นว่า ความน่าจะเป็นที่จะได้ผลรวมของแต้มลูกเต๋าเป็น 6 หรือ 8 ต่างมีค่าเท่ากับ $\frac{5}{36}$ เท่ากัน ซึ่งใกล้เคียงกับความน่าจะเป็นที่ได้ผลรวมของแต้มลูกเต๋าเป็น 7 มาก ดังนั้นในการทดลองจริงในชั้นเรียน ผลลัพธ์ที่ได้จึงอาจไม่เป็นไปตามความน่าจะเป็นในทางทฤษฎี และผลรวมของแต้มลูกเต๋าที่เกิดขึ้นมากที่สุดอาจกลายเป็น 6 หรือ 8 หรือ ค่าอื่น ๆ ได้ ซึ่งหากเกิดกรณีเช่นนี้ ผู้สอนสามารถนำอภิปรายถึงความต่างระหว่างความน่าจะเป็นทางทฤษฎีกับความน่าจะเป็นในทางปฏิบัติ ว่าไม่จำเป็นต้องสอดคล้องหรือตรงกันเสมอไป เนื่องจากความน่าจะเป็นในทางทฤษฎีสามารถบอกได้เพียงแนวโน้มของการเกิดผลลัพธ์เท่านั้นและหากมีการทดลองแบบเดียวกันซ้ำ ๆ มากขึ้น เป็นจำนวนร้อย หรือ พันครั้ง ความน่าจะเป็นที่ได้จากการทดลองควรจะเข้าใกล้ความน่าจะเป็นทางทฤษฎีมากขึ้น ซึ่งการอธิบายลักษณะนี้จะใกล้เคียงกับปรัชญาของการทดลองวิทยาศาสตร์ที่ปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองไม่สอดคล้องกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเสมอไป

แต่อย่างน้อยที่สุดการทดลองด้วยตนเองก็ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้โดยตรง และสามารถมองเห็นปัจจัยต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกันได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น ดังนั้นผู้สอนไม่จำเป็นต้องวิตกว่าผลการทดลองจริงอาจไม่สอดคล้องกับความน่าจะเป็นทางทฤษฎี เพราะสถานการณ์นี้อาจใช้เป็นตัวอย่งในการอธิบายถึงช่องว่างและความต่างในการนำทฤษฎีมาใช้ในการปฏิบัติให้นักเรียนเข้าใจอย่างเป็นประโยชน์ได้

จากกิจกรรม “ลูกเต๋ารวมพลัง” นี้ ผู้สอนอาจนำมาดัดแปลงเป็นกิจกรรม “ผลต่างระหว่างเต๋า” ในคาบเรียนต่อไป ซึ่งมีกติกาคล้าย ๆ กัน เพียงแต่เปลี่ยนคำถามจาก ผลรวมใดจะมีโอกาสเกิดขึ้นมากที่สุด มาเป็น ผลต่างใดจะมีโอกาสเกิดขึ้นมากที่สุด เพื่อเป็นการประเมินด้วยว่า นักเรียนสามารถนำหลักการเรื่องความน่าจะเป็นที่เรียนมาแล้ว ไปปรับใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ด้วยตนเองได้หรือไม่

กิจกรรมเรื่อง ‘ความน่าจะเป็น’ สำหรับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้แนะนำไปทั้งสองกิจกรรมนี้ เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นถึงการปรับแนวทางการจัดการเรียนการสอนจากการเริ่มต้นด้วยเนื้อหาทางทฤษฎีก่อนนำไปสู่การประยุกต์ใช้มาเป็นการเริ่มต้นด้วยปัญหาที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและประเมินสถานการณ์เพื่อตัดสินใจด้วยตนเอง ก่อนที่ผู้เรียนจะเป็นฝ่ายออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้นเองที่จะนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ที่ผู้สอนต้องการ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดหาวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงนับเป็นหลักสำคัญประการหนึ่งของการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งถึงแม้จะยังไม่มีการบูรณาการเนื้อหาเข้ากับสาขาวิชาอื่น ๆ มากนัก

(นอกเหนือจากในส่วนของการใช้การทดลองซึ่งมีความใกล้เคียงกับการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์)แต่กิจกรรมเหล่านี้ก็สามารถแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการนำหลักการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในโลกของความเป็นจริงได้ โดยหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมเหล่านี้แล้วผู้สอนอาจร่วมกันสรุปกับผู้เรียนว่า การโยนเหรียญหรือการโยนลูกเต๋ามีจุดร่วมที่เหมือนกันอย่างไร และจะมีขั้นตอนและวิธีในการวางแผนเพื่อคาดการณ์ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นอย่างไรบ้าง ซึ่งจะเป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาเชิงทฤษฎี เช่น บทนิยามของ ‘การทดลองสุ่ม’ ‘เหตุการณ์’ รวมทั้ง สูตรทั่วไปของความน่าจะเป็นต่อไปในภายหลัง ทำให้ผู้เรียนสามารถตระหนักถึงบทนิยามและหลักการต่าง ๆ เหล่านี้ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากสามารถมองเห็นภาพจากกิจกรรมที่ได้ร่วมลงมือทำในชั้นเรียนก่อนหน้านี้แล้ว

การเรียนรู้เรื่อง ‘ความน่าจะเป็น’ ในกิจกรรมเหล่านี้จึงเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ไม่ได้เป็นการใช้ทฤษฎีคำนวณหาความน่าจะเป็นออกมา โดยไม่เห็นถึงประโยชน์ว่าจะนำไปใช้ทำอะไร และที่สำคัญคือผู้เรียนทุกคนจะมีโอกาสได้สนุกสนานจากการลงมือปฏิบัติ รวมทั้งได้ร่วมลุ้นไปตลอดกิจกรรมว่าคำตอบที่ตัวเองคาดการณ์ไว้จะใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่กำลังจะเกิดขึ้นหรือไม่อย่างใจจดใจจ่อ . . . ❄

ขอขอบคุณ อาจารย์ นิติกาญจน์ ไกรสิทธิพัฒน์ และอาจารย์ ศิริบุญ อักษรกิตติจากโรงเรียนปทุมคงคา สำหรับคำแนะนำในการวางแผนและการทดลองกิจกรรม

บรรณานุกรม

- Bybee, R. W. (2011). Scientific and Engineering Practices in K-12 Classrooms: Understanding A Framework for K-12 Science Education. *Science Teacher*. 78(9), 34-40.
- Katehi, L., Pearson, G. and Feder, M. (2009). *Engineering in K-12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- Piaget, J. (1972). *The Principle of Genetic Epistemology*. London: Routledge & Kegan Paul.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ (2555). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

จากเทคโนโลยี บนฟ้าสู่พื้นดิน



สแกนโค้ดนี้เพื่อ
ชมภาพเคลื่อนไหว

โลกของเราทุกวันนี้จากกล่าวได้ว่าเป็นโลกของเทคโนโลยีซึ่งท่านผู้อ่านคงจะรู้จักเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ กันบ้างแล้ว เช่น เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เทคโนโลยีการขนส่ง เทคโนโลยีการเกษตร เทคโนโลยีการผลิต เนื่องจากเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราไม่ว่าทางใดก็ทางหนึ่ง แต่หากพูดถึงเทคโนโลยีด้านการทหาร หลายท่านคงไม่รู้ว่ามีการพัฒนาไปอย่างไรบ้างเนื่องจากอาจจะไกลตัวและไม่ได้เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน แต่ทราบหรือไม่ว่าเทคโนโลยีอันทันสมัยหลาย ๆ อย่างที่เราใช้อยู่ในปัจจุบัน มีจุดเริ่มต้นมาจากการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการทหาร เช่น ระบบอินเทอร์เน็ท ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกหรือ GPS พลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีด้านการทหารที่กำลังมีการใช้กันในปัจจุบันหรือที่กำลังพัฒนาอยู่นี้อนาคตเราอาจจะได้ใช้งานเทคโนโลยีเหล่านี้ด้วยก็เป็นได้ ในบทความนี้เราจะมาติดตามเทคโนโลยีในส่วนของเครื่องบินรบซึ่งถือได้ว่ามีบทบาทที่สำคัญและมีการพัฒนาที่ก้าวหน้ามากที่สุดประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีด้านการทหาร

ถ้าพูดถึงเครื่องบินรบหลายท่านอาจยังไม่ออกกว่าจะนำเทคโนโลยีใดมาใช้ทางด้านพลเรือน ผู้เขียนจะขอยกตัวอย่าง 2 เทคโนโลยี นั่นคือ ระบบแสดงข้อมูลในห้องนักบินและระบบเรดาร์ ในอดีตนักบินจะต้องมองเครื่องวัดประกอบการบินที่อยู่บนแผงหน้าปัดซึ่งมีอยู่มากมาย จากนั้นจึงนำข้อมูลที่อ่านได้มาประมวลผลเพื่อให้รับรู้สถานการณ์ต่าง ๆ ให้เป็นปัจจุบันตลอดเวลาและเพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้องทันเหตุการณ์ แต่เนื่องจากเครื่องบินรบมีความเร็วสูงมาก นักบินจะมีเวลาตัดสินใจไม่มากนัก นักบินจึงอาจเกิดความเครียดจากการที่ต้องก้มลงมองที่แผงหน้าปัดพร้อม ๆ กับต้องมองที่ด้านนอกเครื่องบินเพื่อรับรู้สถานการณ์ภายนอก จึงมีผู้คิดค้นการนำข้อมูลการบินไปแสดงบนกระจกใสที่ติดตั้งในตำแหน่งตรงหน้านักบินในระดับสายตา เรียกว่า Head-Up Display หรือ HUD ทำให้ไม่ต้องก้มลงมองที่แผงหน้าปัด นักบินสามารถมองไปข้างหน้าพร้อมกับมองเห็นข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน



ภาพแผงหน้าปัดแบบเก่า
(ที่มา: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:F86d-cockpit.jpg>)

ภาพแผงหน้าปัดที่มี HUD
(ที่มา: <http://strikefighterconsultinginc.com/tag/cockpit>)



เทคโนโลยี HUD ดังกล่าวได้นำมาใช้ในรถยนต์หลายยี่ห้อ เช่น โตโยต้า BMW พอร์ค โดยผู้ขับไม่ต้องก้มลงมองที่หน้าปัดเพียงแต่มองไปที่ด้านหน้ารถตามปกติ ข้อมูลการขับรถจะปรากฏตรงกระจกรถด้านหน้าคนขับ ทำให้เพิ่มความสะดวกและความปลอดภัย



ภาพแสดงระบบ HUD ในรถยนต์
(ที่มา: <http://www.bolido.com/2011/11/bmw-te-hace-sentir-como-piloto-de-un-caza-con-su-colorido-hud/p90051928>)

หรือแม้แต่การพัฒนาเป็น application บนโทรศัพท์มือถือที่ชื่อว่า Hudway ใช้สำหรับการนำทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ การใช้งานเพียงแค่กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางแล้วนำโทรศัพท์ไปวางไว้บนคอนโซลหน้ารถ ข้อมูลบนหน้าจอโทรศัพท์จะปรากฏบนกระจกหน้ารถให้เราเห็นได้ทันที (ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ www.hudwayapp.com)



ภาพการใช้งาน application 'HUDWAY' (ที่มา: <http://www.hudwayapp.com>)

อีกตัวอย่างหนึ่งของการนำเทคโนโลยีของเครื่องบินรบมาใช้งานด้านพลเรือนคือ ระบบเรดาร์ ในเครื่องบินรบเรดาร์จะใช้สำหรับตรวจจับเป้าหมายทั้งในอากาศ บนภาคพื้นดินและในทะเล แต่ในด้านพลเรือนจะนำมาใช้ทางด้านการพยากรณ์อากาศ การตรวจจับกลุ่มเมฆฝน ระบบติดตามอากาศยานในสนามบิน การตรวจจับความเร็วของรถบนถนน ระบบเตือนการชนสิ่งกีดขวางในรถยนต์ เป็นต้น



ตัวอย่างเครื่องตรวจจับความเร็วด้วยเรดาร์ (ที่มา: www.amazon.com/Bushnell-Velocity-Value-101911-Radar/dp/B004EHUK5A)

จากทั้งสองตัวอย่างที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีในเครื่องบินรบสามารถนำมาใช้งานด้านพลเรือนและเป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวเรา ต่อไปผู้เขียนจะขอแนะนำตัวอย่างของเทคโนโลยีเครื่องบินรบในปัจจุบันและอนาคตว่ามีการพัฒนาไปอย่างไรบ้าง ท่านผู้อ่านลองจินตนาการตามไปด้วยนะครับว่าเทคโนโลยีเหล่านี้จะเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตของเราในอนาคตได้อย่างไร

อากาศยานไร้คนขับ หรือ UAV

ท่านผู้อ่านทราบหรือไม่ว่าปัจจุบันนี้นักบินหรือผู้ควบคุมซึ่งนั่งอยู่ในห้องควบคุม ณ แห่งใดแห่งหนึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาสามารถบังคับเครื่องบินให้บินไปทิ้งระเบิดทุกแห่งบนโลกใบนี้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถบินตรวจการณ์และเฝ้าจับตาดูเป้าหมายบนพื้นโลกได้นานมากกว่า 24 ชั่วโมง ฟังดูแล้วน่าทึ่งมากเลยใช่ไหมครับ แต่ยังไม่หมดเพียงเท่านี้ยังมีที่นี่ยิ่งกว่านี้อีก ถ้าอยากรู้ต้องลองอ่านต่อไปเรื่อย ๆ

ปัจจุบันนี้หลายประเทศกำลังมุ่งพัฒนาอากาศยานไร้คนขับของตนเอง (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ รัสเซีย จีน อิสราเอล หรือแม้แต่ประเทศไทยซึ่งกำลังพัฒนาอยู่ในระดับงานวิจัย เนื่องจาก UAV มีข้อดีคือนักบินไม่ต้องนั่งไปกับเครื่อง เมื่อเกิดอุบัติเหตุหรือถูกยิงตักนักบินจะไม่ได้รับอันตรายใด ๆ นอกจากนี้เครื่องบินจะมีที่ว่างภายในเพิ่มขึ้นจึงสามารถติดตั้งอุปกรณ์หรือน้ำมันได้มากขึ้น และสามารถบินได้นานขึ้นเนื่องจากนักบินสามารถเปลี่ยนผลัดกันได้



ภาพ UAV แบบ Aerostar ของประเทศอิสราเอล มีใช้งานในกองทัพอากาศไทย (ที่มา: <http://defence.pk/threads/unmanned-aerial-vehicle-uav-pictures.44484>)

UAV ที่ก้าวหน้าที่สุดคงหนีไม่พ้นประเทศสหรัฐอเมริกา ความก้าวหน้าที่ว่านี้นักบินสามารถนั่งบังคับเครื่องบินในห้องควบคุมภาคพื้นแล้วส่งสัญญาณผ่านดาวเทียมซึ่งโคจรอยู่ทั่วโลกไปยังตัวเครื่องบิน นักบินจึงสามารถบังคับเครื่องบินให้บินไปยังตำแหน่งใดในโลกได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ในการตรวจจับหรือใช้อาวุธโจมตีเป้าหมาย ซึ่งปัจจุบันกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกามีประจำการหลายแบบ เช่น MQ 1 Predator MQ 4 Global Hawk MQ 9 Reaper เป็นต้นและได้เปลี่ยนชื่อเรียก UAV ใหม่กว่า RPA (Remotely Piloted Aircraft) ในขณะที่ประเทศอื่น ๆ ยังไม่ปรากฏว่าได้ทดสอบเครื่องบินที่สามารถควบคุมให้บินไปได้ทั่วโลก ระเบียบปฏิบัติการใกล้เคียงเพียงหลักร้อยละสิบเมตรเท่านั้น



ภาพอากาศยานไร้คน
ขับ MQ 9 Reaper
ของสหรัฐอเมริกา
ขณะยิงจรวด
(ที่มา: [http://
dronewars.net/
aboutdrone](http://dronewars.net/aboutdrone))



ภาพ X 47B
(ที่มา: [http://northafricapost.
com/3649-us-navy-first-x-47b-
drone-launch.html](http://northafricapost.com/3649-us-navy-first-x-47b-drone-launch.html))

ท่านผู้อ่านคิดว่าในอนาคตสายการบินจะสามารถนำระบบไร้คนบินนี้มาให้บริการได้หรือไม่ ท่านคงมีคำถามตามมาว่าแล้วใครล่ะจะกล้าให้บริการ มีนักบินน่าจะอุ่นใจกว่า แต่ใครที่เคยใช้บริการรถไฟฟ้าของญี่ปุ่นในกรุงโตเกียวที่วิ่งไปยังย่านโอไดบะ คงทราบว่ารรถไฟฟ้าเส้นนี้ไม่มีพนักงานขับรถ แต่ใช้การควบคุมจากศูนย์ควบคุม ดังนั้นหากมีการพัฒนาด้านความปลอดภัยและสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้โดยสาร ไม่น่าจะมีสายการบินที่ไร้คนบินเกิดขึ้นก็ได้

รถไฟฟ้าสาย
Yurikamome ของญี่ปุ่น
ไม่ใช้พนักงานขับรถ
(ที่มา: [http://
wikimapia.
org/685476/
Odaiba-Kaihin-
Koen-Station](http://wikimapia.org/685476/Odaiba-Kaihin-Koen-Station))



อากาศยานโจมตีไร้คนบิน แบบ X 47B

X 47B เป็นส่วนหนึ่งของโครงการสาธิตระบบอากาศยานโจมตีไร้คนบินประจำเรือบรรทุกเครื่องบิน (Unmanned Combat Air System Carrier Demonstration หรือ UCAS-D) ของกองทัพเรือสหรัฐอเมริกา มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาอากาศยานสาธิตแบบไร้คนขับประจำเรือบรรทุกเครื่องบิน โดยความพิเศษของ X 47B คือ สามารถทำการบินได้ด้วยตนเอง ตั้งแต่บินขึ้นเดินทางไปปฏิบัติการจนกระทั่งบินลงจอดโดยไม่ต้องใช้นักบินหรือคนควบคุมแต่อย่างใด เรียกว่าแค่ป้อนโปรแกรมให้กับคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องบินเท่านั้น หลังจากนั้นตัวเครื่องบินจะดำเนินการเองทั้งหมด จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีนี้มีความก้าวหน้ามากกว่า UAV แบบอื่นๆ นอกจากการบินได้ด้วยตัวเองแล้ว ยังได้รับการออกแบบให้มีรูปร่างที่ลดการถูกตรวจจับด้วยเรดาร์ ทำให้สามารถบินไปปฏิบัติการในดินแดนข้าศึกโดยไม่ถูกตรวจจับ โดยในวันที่ 14 พฤษภาคม 2556 ถือเป็นวันประวัติศาสตร์ของการบินโลกอีกครั้งหนึ่ง เมื่อ X 47B ประสบความสำเร็จในการบินขึ้นจากเรือบรรทุกเครื่องบินจอร์จ ดับเบิลยู บุช

X 47B กำลังบินขึ้นจากเรือบรรทุก
เครื่องบินเป็นครั้งแรก
(ที่มา: [http://www.dailymail.co.uk/
news/article-2324571/U-S-
Navy-X-47B-stealth-drone-launches-
aircraft-carrier-time-critics-warn-
heralds-rise-killer-robots.html](http://www.dailymail.co.uk/news/article-2324571/U-S-Navy-X-47B-stealth-drone-launches-aircraft-carrier-time-critics-warn-heralds-rise-killer-robots.html))



หลังจากขั้นตอนนี้จะมีการทดสอบและประเมินค่าขีดความสามารถอีกหลายรายการ และเนื่องจากเป็นโครงการเพื่อสาธิตเทคโนโลยี หากได้รับความเห็นชอบให้พัฒนาเพื่อนำเข้าประจำการก็คาดว่าจะสามารถเข้าประจำการได้ในปี พ.ศ. 2562 ผู้เขียนคิดว่าในอนาคตหากเราใช้แนวคิดเทคโนโลยีของ X 47B มาใช้ในการส่งพัสดุก็น่าจะดีไม่น้อย ลองจินตนาการว่าในอนาคตบ้านแต่ละหลังจะมียานบังคับขนาดเล็กที่ใช้สำหรับขนส่งสิ่งของหรือพัสดุเพียงแค่อัปโหลดข้อมูลสถานที่ที่ต้องการไปส่งพัสดุลงในโปรแกรมหรือ application ในโทรศัพท์มือถือ ยานบังคับนี้ก็จะนำพัสดุไปส่งให้ถึงที่หมาย ต่อไปเราอาจจะไม่ต้องเดินทางไปส่งพัสดุที่ไปรษณีย์แล้วก็เป็นได้ แล้วท่านผู้อ่านล่ะครับได้แนวคิดอะไรบ้างจากเทคโนโลยีของ X 47B นี้

หากมองในแง่มุมมองหนึ่ง สงครามเป็นตัวเร่งที่ทำให้เกิดเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ เป็นแรงจูงใจที่ทำให้มนุษย์พยายามคิดค้นเพื่อรองความเหนือกว่า ใครมีเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ดีกว่าและมากกว่าก็ย่อมจะได้เปรียบ หากผู้คิดค้นได้นำเทคโนโลยีเหล่านี้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของประชาชนทั่วไปก็เชื่อได้ว่าเราจะได้รับประโยชน์อย่างมากอย่างแน่นอน



บรรณานุกรม

HUDWAY. สืบค้นเมื่อ 23 พฤศจิกายน 2556, จาก <http://www.hudwayapp.com>
PILOT 984. (2556). MQ 9 Reaper. นิตยสารเทงโกะ, 254 (พฤศจิกายน 2556), 19 – 22.
X 47B. สืบค้นเมื่อ 23 พฤศจิกายน 2556, จาก [http://www.naval-
technology.com/projects/x-47b-unmanned-combat-air-
system-carrier-ucas/](http://www.naval-technology.com/projects/x-47b-unmanned-combat-air-system-carrier-ucas/)
พัฒนาการเทคโนโลยีทางทหาร. สืบค้นเมื่อ 23 พฤศจิกายน 2556, จาก [http://ndsi.rtarf.mi.th/download/ndsi-edu/books/Mili-
tary-Science-54/chapter3-8.pdf](http://ndsi.rtarf.mi.th/download/ndsi-edu/books/Military-Science-54/chapter3-8.pdf)

เทคนิคการซ้อนภาพ:

กล้วยเปลี่ยนสี



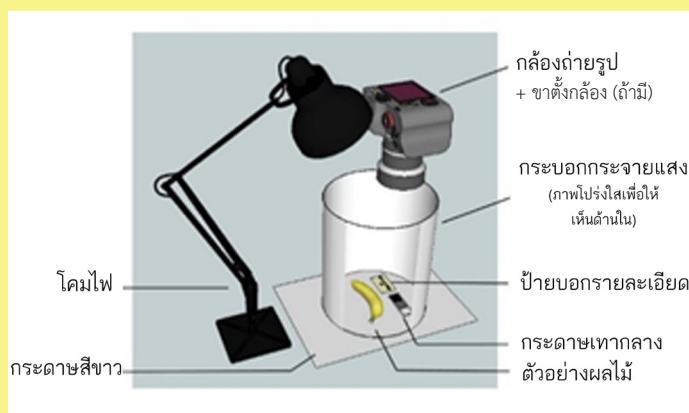
การติดตามการเปลี่ยนสีของผลไม้และใบไม้ที่มีรูปแบบการเปลี่ยนสีต่างกันในแต่ละตำแหน่งโดยการเทียบแถบสี (colour chart) อาจทำให้การบันทึกผลการทดลองและการเปรียบเทียบผลการศึกษามีครอบคลุมและชัดเจน วนนี้ผู้เขียน ขอเสนอวิธีการบันทึกการเปลี่ยนสีของผลไม้โดย “เทคนิคการซ้อนภาพถ่าย” ด้วยโปรแกรม Photoshop เพื่อแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนสีของส่วนต่าง ๆ อย่างชัดเจน

เรามาติดตามการเปลี่ยนแปลงของกล้วยน้ำว้า ซึ่งตามธรรมชาติต้องใช้เวลาในการเปลี่ยนสีประมาณ 1 สัปดาห์

วัสดุอุปกรณ์ : คอมพิวเตอร์ กระดาษ A4 สีขาว กล้องถ่ายรูป กระดาษเทากลาง 18%* คอมพิวเตอร์และโปรแกรม Photoshop

ขั้นตอนที่หนึ่ง : การถ่ายภาพ

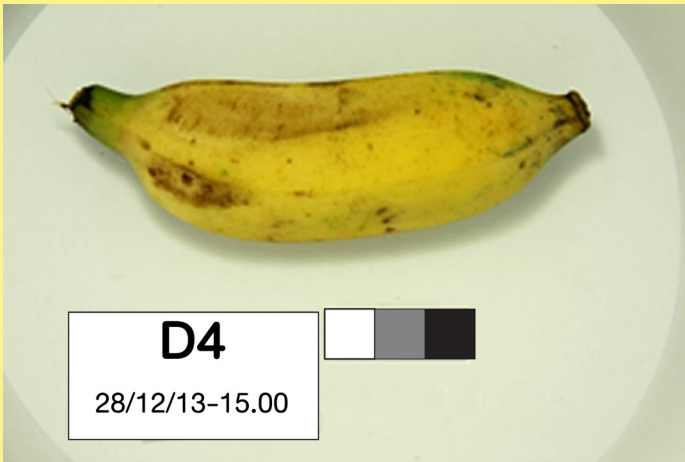
1. เตรียมวัสดุตัวอย่างที่ต้องการศึกษาการเปลี่ยนสี ในที่นี้ขอใช้กล้วยเป็นต้นแบบ โดยทำการเลือกด้านที่จะถ่ายภาพ และเขียนตัวอักษรกำกับให้ชัดเจน
2. จัดสตูดิโออย่างง่ายโดยการฉีกกระดาษสีขาว 2-3 แผ่น เพื่อเป็นกระบอกกระจายแสง รองพื้นด้านล่างเพื่อวางวัตถุด้วยกระดาษสีขาว และจัดคอมพิวเตอร์ด้านบน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การจัดสตูดิโออย่างง่ายเพื่อการถ่ายภาพ

3. ในการถ่ายภาพ ให้วางกล้วย กระดาษเทากลาง พร้อมทั้งป้ายบอกรายละเอียดไว้ภายในกระบอกกระจายแสง ดังรูปที่ 1
4. ปรับตำแหน่งคอมพิวเตอร์ให้แสงส่องอย่างทั่วถึง แล้วจึงถ่ายภาพในลักษณะที่ขนานกับพื้น ซึ่งภาพที่ได้จะมีลักษณะดังตัวอย่างในรูปที่ 2

หมายเหตุ * กระดาษเทากลาง 18% คือ กระดาษที่มีสี ดำ ขาว และเทา 18% ใช้ปรับแสงสีให้เป็นมาตรฐาน สามารถพิมพ์ออกมาใช้ได้ ลองค้นคำว่า “grey card 18%” หรือโหลดตามลิงก์นี้ <https://www.dropbox.com/s/9jh3m712c9r4lw4/GreyCard.jpg>



รูปที่ 2 ภาพกล้วยที่ได้จากกล้องถ่ายรูป

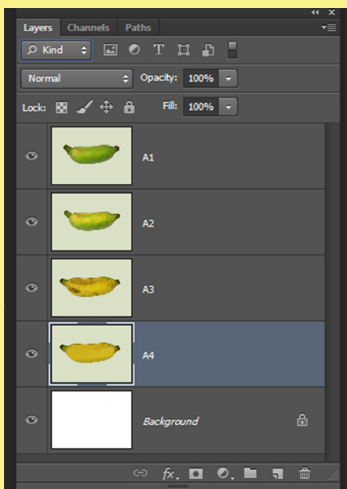
5. ทำการถ่ายภาพกล้วยลูกเดิม ในเวลาต่าง ๆ เช่นทุก ๆ 12 ชม. เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงสีโดยพยายามถ่ายภาพให้ได้ตำแหน่งเดิมมากที่สุดหรือการแสดงเส้น grid บนกล้องถ่ายรูป เพื่อให้การซ้อนภาพเป็นไปได้ง่าย

ขั้นตอนที่สอง : การประมวลผลภาพ

1. เลือกภาพถ่ายของกล้วยจากช่วงเวลาต่าง ๆ แล้วเปิดภาพเหล่านั้นในโปรแกรม Photoshop

2. ปรับแสงสีของแต่ละภาพให้มีมาตรฐานเดียวกัน โดยเลือกคำสั่ง Image > Adjustment > Curve โดยให้สังเกตเครื่องมือดูดสี (eyedropper) ในกรอบ  ซึ่งจะเห็นว่ามี 3 ขึ้น เมื่อกดเครื่องมือดูดสีดำ ให้คลิกที่สีดำของกระดาษเทา กลางในภาพถ่าย จากนั้นดำเนินการในทำนองเดียวกันกับเครื่องมือดูดสีเทาและขาว ทำเช่นนี้กับทุกภาพที่เลือกไว้

3. เปิดหน้าต่างใหม่ (Ctrl+N) จากนั้นย้ายทุกภาพให้มาอยู่ในหน้าต่างเดียวกัน ตั้งชื่อเลเยอร์ และเรียงลำดับโดยให้ภาพที่ถูกถ่ายก่อนอยู่ด้านบน ดังรูปที่ 3



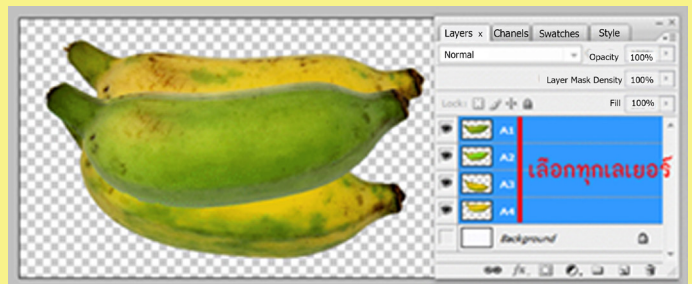
รูปที่ 3 การจัดเรียงเลเยอร์ของภาพโดยให้รูปที่ถูกถ่ายก่อน (สีเขียว) อยู่เลเยอร์บนสุด ส่วนรูปที่ถ่ายทีหลัง (สีเหลือง) อยู่เลเยอร์ล่างถัดขึ้นมา

4. ทำการตัดพื้นหลังออก โดยใช้เครื่องมือ Magnetic Lasso Tool ลากตามขอบของกล้วย หลังจากนั้นก็ใช้คำสั่ง Select > Invert และกด Delete จะได้รูปกล้วยเปลือย ๆ ดังรูปที่ 4 และให้ทำเช่นนี้กับทุกเลเยอร์



รูปที่ 4 การใช้เครื่องมือ Magnetic Lasso Tool ตัดพื้นหลัง

5. จัดเรียงภาพในแต่ละเลเยอร์ให้ตรงกัน แล้วใช้คำสั่ง Edit > Auto-Align Layers เลือกแบบ Auto จะเห็นว่าภาพกล้วยในแต่ละเลเยอร์มาซ้อนทับกันสนิท ดังรูปที่ 5

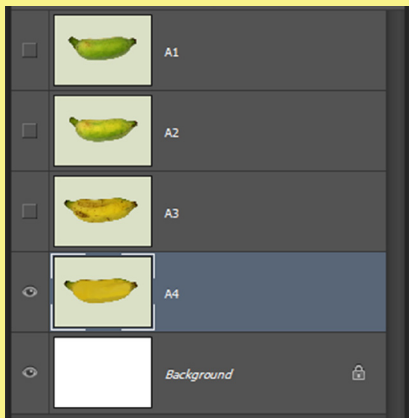


รูปที่ 5 รูปกล้วยมาซ้อนทับกันตามคำสั่ง Auto-Align Layers

6. เริ่มทำงานจากเลเยอร์ล่างสุด (A4) โดยกดซ่อน

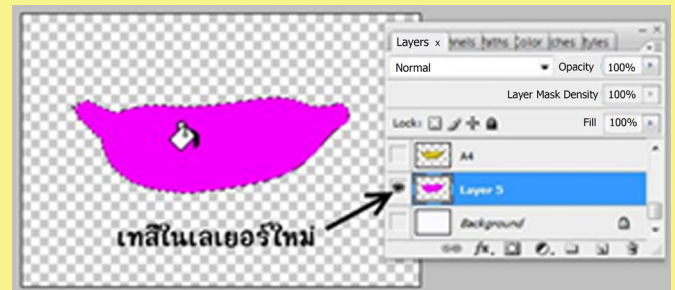


เลเยอร์อื่น ๆ ที่ไม่ได้ใช้ทำงาน ดังรูปที่ 6



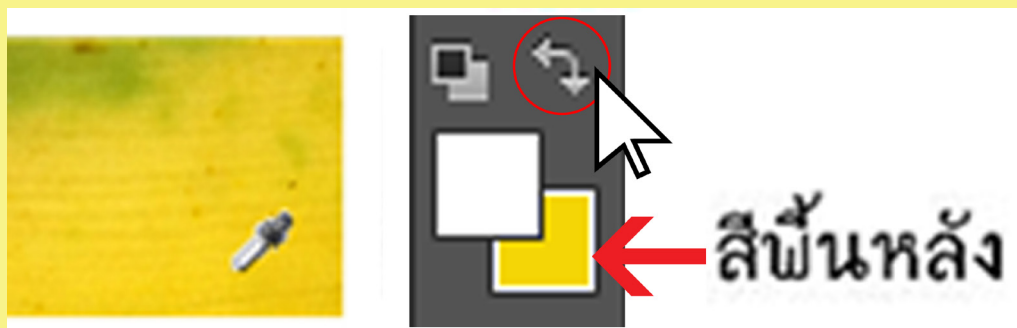
รูปที่ 6 เลือกทำงานที่ เลเยอร์ล่างสุดก่อน

7. เริ่มด้วยการสร้างพื้นหลังเป็นรูปกล้วย โดยใช้เครื่องมือ Magic Wand Tool  กดที่พื้นหลังว่าง ๆ แล้วใช้คำสั่ง Select > Invert จะได้เส้นประล้อมรอบผลกล้วย จากนั้นกดสร้างเลเยอร์ใหม่ แล้วเทสีด้วยเครื่องมือเทสี (Paint Bucket Tool ) ดังรูปที่ 7

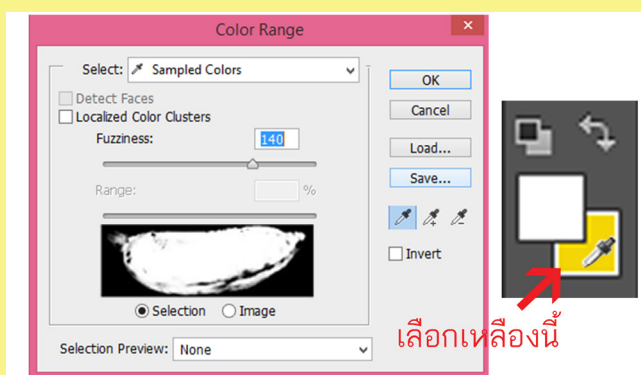


รูปที่ 7 การสร้างพื้นหลังรูปร่างกล้วยในเลเยอร์ใหม่

8. เลือกสีเหลืองที่ต้องการ (หรือสีอื่น ๆ ที่ต้องการเห็นการเปลี่ยนแปลง) แล้วใช้เครื่องมือดูดสี  Eyedropper Tool ดูดสีเหลืองบนพื้นผิวกล้วยบริเวณที่ต้องการ แล้วสลับสีนั้นเป็นสีพื้นหลังโดยการกดสลับ ดังรูปที่ 8



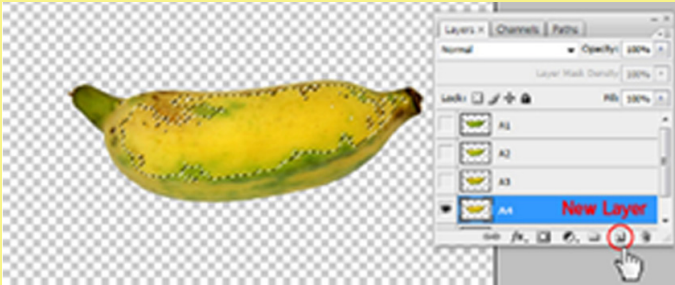
รูปที่ 8 การเลือกสีเหลืองด้วยเครื่องมือดูดสีและการกดสลับสีพื้นหลัง



รูปที่ 9 การเลือกบริเวณสีเหลืองในเครื่องมือ Color Range

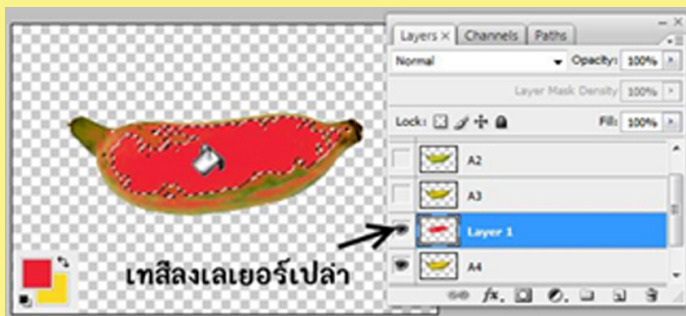
9. เลือกบริเวณสีเหลืองในเลเยอร์ A4 โดยการใช้คำสั่ง Select > Color Range ใช้เครื่องมือดูดสี กดดูดสีเหลืองที่เลือกไว้แล้ว ปรับ Fuzziness ตามต้องการ ทั้งนี้ต้องจำค่าที่ใช้ไว้ให้เหมือนกันทุกครั้ง

10. เพิ่มเลเยอร์ใหม่โดยกดสัญลักษณ์  ดังแสดง
ในรูปที่ 10



รูปที่ 10 การสร้างเลเยอร์ใหม่

11. เลือกสีที่ต้องการ แล้วกดเทสี (Paint Bucket Tool )
จำนวน 1-2 ครั้ง ลงในเลเยอร์เปล่า แนะนำให้ใช้สีที่ตัดกัน
ระหว่างเลเยอร์เพื่อความดูง่าย ดังรูปที่ 11

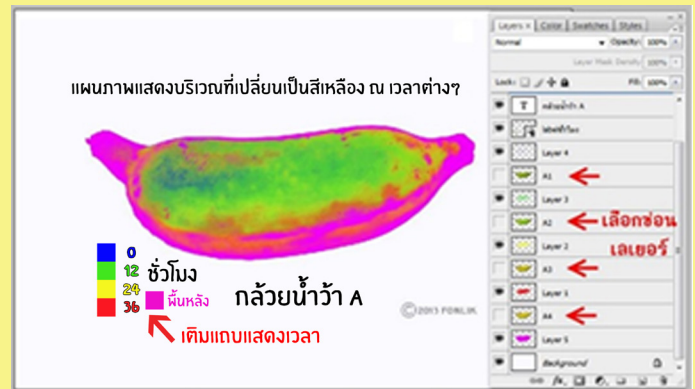


รูปที่ 11 การเทสีในบริเวณที่มีสีเหลืองในเลเยอร์ใหม่

12. ใช้คำสั่ง Deselect (Ctrl+D) แล้วย้ายไปทำงานที่เลเยอร์
ด้านบนถัดไป ตามขั้นตอนที่ 9-11 จนครบทุกเลเยอร์

13. เลือกซ้อนเลเยอร์ที่เป็นรูปภาพกล้วย และเปิดเลเยอร์ที่
เป็นส่วนประกอบของแผนภาพ

14. เติมรายละเอียดต่างๆ เช่น ชื่อแผนภาพ ชื่อผลไม้ แถบสี
แสดงเวลา ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 การเลือกซ้อนเลเยอร์และเติม
รายละเอียดต่าง ๆ

โดยจากรูปที่ 12 จะเห็นได้ว่า พื้นที่สีเขียว พื้นที่สีเหลือง
และพื้นที่สีแดงหมายถึง บริเวณที่ผิวกล้วยเปลี่ยนเป็นสีเหลือง
เมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง และ 36 ชั่วโมง ตามลำดับ
ส่วนสีชมพูแทนรูปทรงของผลกล้วย

เท่านี้เราก็จะได้แผนภาพที่แสดงบริเวณการเปลี่ยนสีของผล
ไม้ที่ทั้งกระชับ ชัดเจน และง่ายต่อการเปรียบเทียบ 

ผู้เขียนของขอบคุณ ดร.บัวหลวง ฝ้ายเหื้อ ครูวิชาการ
สาขาวิชาชีววิทยา โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ในการให้
คำแนะนำระหว่างการทดลองและเขียนบทความ

บรรณานุกรม

Motonaga, Y., Kondou, H., & Kameoka, T. (2004). A method
of making digital fruit color charts for cultivation management
and quality control. *Journal of Food, Agriculture & Environment*,
2, 160-166.

World Camera. วิธีใช้ gray card ของ TSD Magazine. สืบค้นเมื่อ
8 ธันวาคม 2556, จาก [http://shop.worldcamera.co.th/article_](http://shop.worldcamera.co.th/article_detail.php?aid=18)
[detail.php?aid=18](http://shop.worldcamera.co.th/article_detail.php?aid=18)



สแกนโค้ดนี้เพื่อ
ชมภาพเคลื่อนไหว

ตัวอย่างแนวคิดในการทำข้อสอบการประกวด ผลงานสร้างสรรค์ของคนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ประจำปี 2556 รอบชิงชนะเลิศ ระดับประถมศึกษา (ตอนที่ 2)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เปิดรับสมัครนักเรียนเข้าร่วมการประกวดผลงานสร้างสรรค์ของคนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ประจำปี 2556 เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2556 หลังจากนั้น สสวท. ได้ส่งข้อสอบให้ผู้สมัครไปสร้างสรรค์ผลงานเป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วคัดเลือกผู้ผ่านเกณฑ์เข้ามาประกวดรอบชิงชนะเลิศที่กรุงเทพมหานคร ระหว่างวันที่ 5 – 10 สิงหาคม พ.ศ. 2556 ที่ผ่านมาในการประกวดรอบชิงชนะเลิศระดับประถมศึกษา ข้อสอบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการสร้างสรรค์ผลงานและตอบคำถามตามที่โจทย์กำหนด และส่วนที่ 2 เป็นการนำเสนอคำตอบและตอบคำถามจากกรรมการ โดยในส่วนที่ 1 จะสอบในช่วงเช้า ใช้เวลา 3 ชั่วโมง คะแนนเต็ม 100 คะแนน ข้อสอบมี 4 ข้อ ข้อละ 25 คะแนน และในส่วนที่ 2 จะสอบในช่วงบ่าย ใช้เวลา 6 นาที คะแนนเต็ม 10 คะแนน ในบทความที่ผ่านมาได้นำเสนอตัวอย่างแนวคิดในการหาคำตอบของโจทย์ที่ใช้ในการประกวดข้อที่ 1 ไปแล้ว ในฉบับนี้ขอนำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบของโจทย์ข้อที่ 2 และส่วนข้อที่ 3 จะเสนอในบทความฉบับถัดไป เพื่อให้นักเรียนหรือครูที่สนใจได้ศึกษา ส่วนข้อสอบข้อ 4 เป็นแบบสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนเองจึงไม่ได้นำเสนอแนวคิดไว้

คำชี้แจง

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

ข้อที่ 2 (คะแนนเต็ม 25 คะแนน)

ให้นักเรียนสร้างรูปตามเงื่อนไขต่อไปนี้

1. สร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD ที่ปรับขนาดได้
2. สร้างรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า 4 รูป โดยมีด้านทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD เป็นฐานของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าแต่ละรูป และจุดยอดของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าทั้ง 4 รูป ไม่อยู่นอกรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD

3. สร้างรูปแปดเหลี่ยมด้านเท่า EFGHIJKL ที่มีจุดยอดมุมเป็นจุดที่เกิดจากการตัดกันของด้านของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าข้างต้น

จงตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 ถ้ารูปแปดเหลี่ยมด้านเท่า EFGHIJKL มีพื้นที่ 7.91719 ตารางเซนติเมตร แล้วพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD จะเท่ากับกี่ตารางเซนติเมตร (ตอบเป็นทศนิยม 5 ตำแหน่ง)

2.2 ถ้าสร้างรูปสี่เหลี่ยม MNOP โดยที่จุดยอดมุมทั้งสี่ได้มาจากจุดยอดของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ที่อยู่ภายในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD รูปสี่เหลี่ยม MNOP นี้จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปที่ 2

เมื่อสร้างรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าในทำนองเดียวกับข้อ 2.2 บนด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูป MNOP นี้ จะทำให้ได้จุดยอดมุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปที่ 3 แล้วสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปที่ 3

2.2.1 ถ้าทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนได้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปที่ 5 อยากทราบว่าถ้ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปที่ 5 มีพื้นที่ 0.26862 ตารางเซนติเมตร แล้วรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD จะมีพื้นที่กี่ตารางเซนติเมตร (ตอบเป็นทศนิยม 5 ตำแหน่ง)

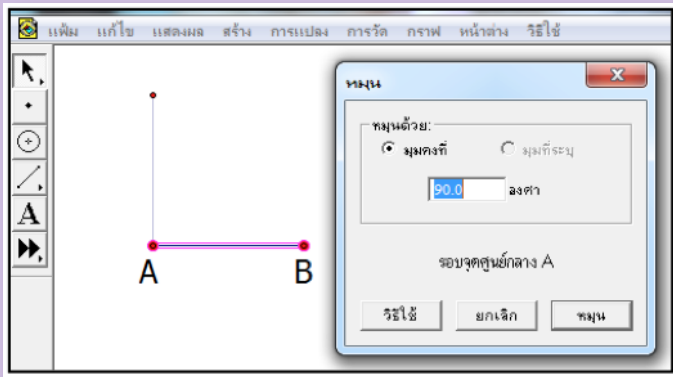
2.2.2 ถ้าทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนได้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปที่ 20 ซึ่งมีพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร อยากทราบว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปที่ 22 มีพื้นที่กี่ตารางเซนติเมตร

(ตอบเป็นทศนิยม 5 ตำแหน่ง)

สร้างรูปตามเงื่อนไขของโจทย์

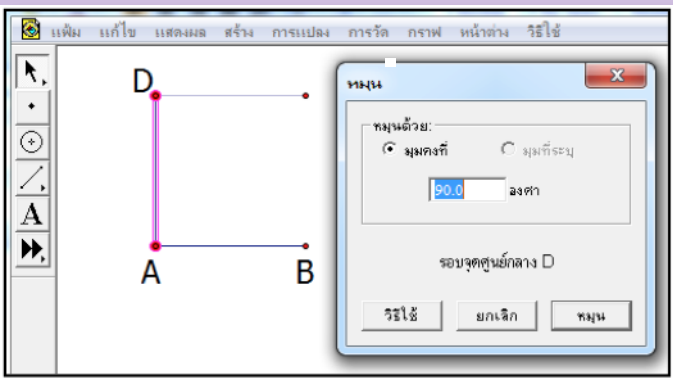
1. สร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD ที่ปรับขนาดได้
วิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ปรับขนาดได้มีหลายวิธี ในที่นี้ขอเสนอการสร้างโดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตแบบหนึ่ง คือ การหมุน ดังนี้

- สร้างส่วนของเส้นตรง AB ที่ปรับขนาดได้
- ใช้จุด A เป็นจุดศูนย์กลางของการหมุน หมุนด้าน AB ด้วยมุมคงที่ 90 องศา จะได้ด้านที่ตั้งฉากกับด้าน AB ดังรูปที่ 1 แล้วกำหนดชื่อด้านที่ได้นี้ว่าด้าน AD



รูปที่ 1

- ใช้จุด D เป็นจุดศูนย์กลางของการหมุน หมุนด้าน AD ไปด้วยมุมคงที่ 90 องศา จะได้ด้านที่ตั้งฉากกับด้าน AD ดังรูปที่ 2 แล้วกำหนดชื่อด้านที่ได้นี้ว่าด้าน DC

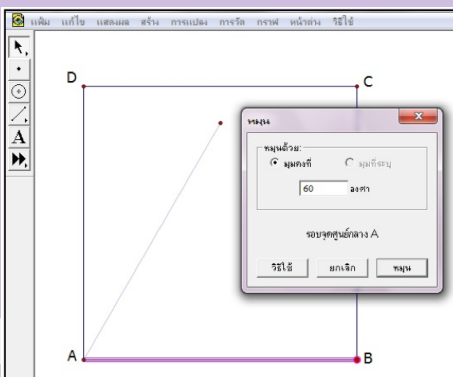


รูปที่ 2

- สร้างส่วนของเส้นตรงเชื่อมจุด B และจุด C ก็จะได้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD ที่ปรับขนาดได้

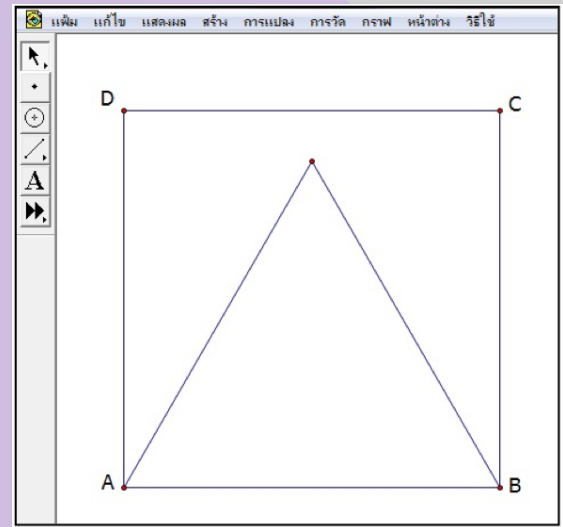
2. สร้างรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า 4 รูป ที่มีด้านทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD เป็นฐานของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าแต่ละรูป โดยใช้การหมุน ดังนี้

- สร้างรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าที่มีด้าน AB เป็นฐาน โดยระบุจุด A เป็นจุดศูนย์กลางของการหมุน หมุนด้าน AB ด้วยมุมคงที่ 60 องศา จะได้ด้านที่สองของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ดังรูปที่ 3



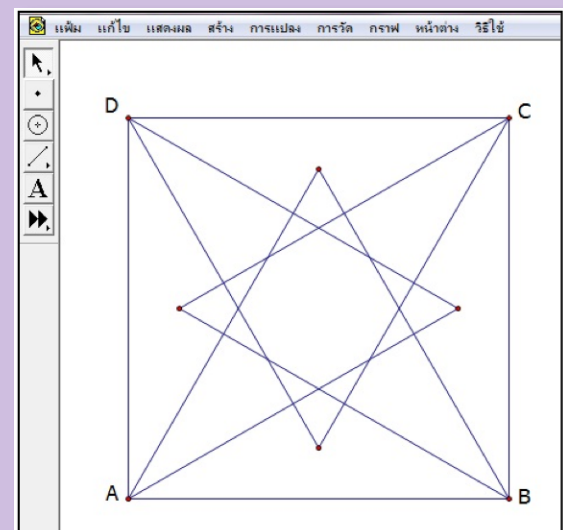
รูปที่ 3

- สร้างส่วนของเส้นตรงเชื่อมจุด B กับจุดที่ได้จากการหมุน เพื่อสร้างเป็นด้านที่สามของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ก็จะได้รูปสามเหลี่ยมด้านเท่ารูปที่ 1 ดังรูปที่ 4



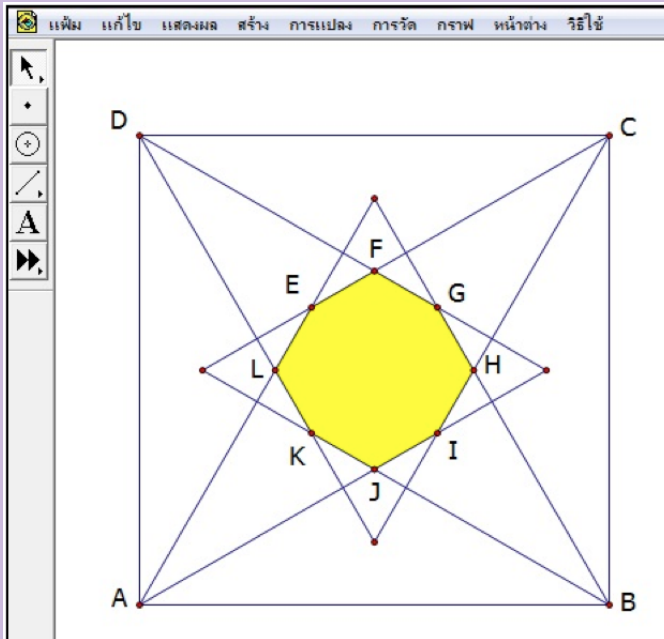
รูปที่ 4

- สร้างรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าที่มีด้าน BC, CD และด้าน AD เป็นฐานได้ในทำนองเดียวกันกับการสร้างรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าที่มีด้าน AB เป็นฐาน เมื่อสร้างเสร็จแล้วจะได้ผลดังรูปที่ 5



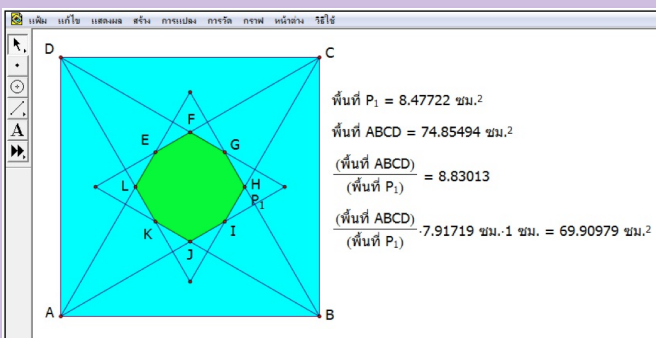
รูปที่ 5

3. สร้างรูปแปดเหลี่ยมด้านเท่า EFGHIJKL ที่มีจุดยอดมุมเป็นจุดที่เกิดจากการตัดกันของด้านของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า 4 รูปที่สร้างในข้อ 2 ได้ดังรูปที่ 6



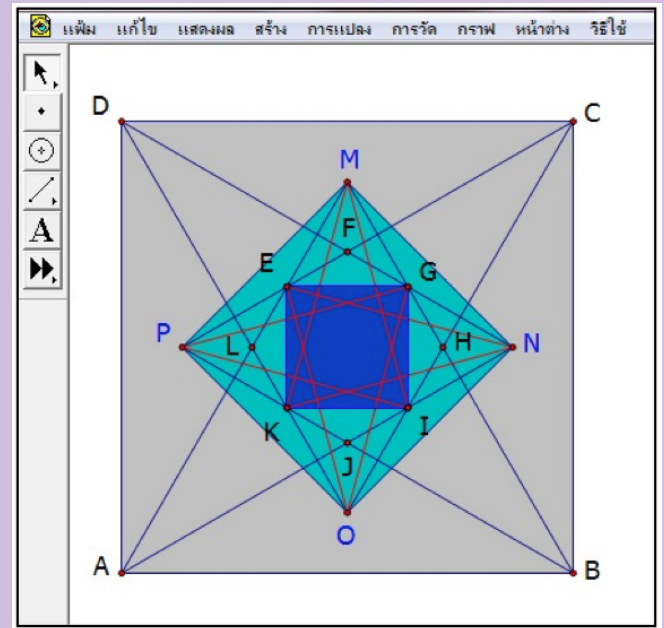
รูปที่ 6

4. ตอบคำถามข้อ 2.1 โดยการวัดพื้นที่ของรูปแปดเหลี่ยม EFGHIJKL และรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD แล้วลองสำรวจหาความสัมพันธ์ของพื้นที่ของรูปเรขาคณิตทั้งสองเมื่อรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีขนาดต่าง ๆ จะได้ว่า $\frac{\text{พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส } ABCD}{\text{พื้นที่รูปแปดเหลี่ยม } EFGHIJKL} = 8.83013$ เสมอ ไม่ว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD จะเปลี่ยนแปลงขนาดไปอย่างไร หลังจากนั้นคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD โดยใช้เครื่องคำนวณจากเมนูการวัด เมื่อกำหนดให้รูปแปดเหลี่ยม EFGHIJKL มีพื้นที่ 7.91719 ตารางเซนติเมตร จะได้พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD เท่ากับ 69.90979 ตารางเซนติเมตร ดังรูปที่ 7



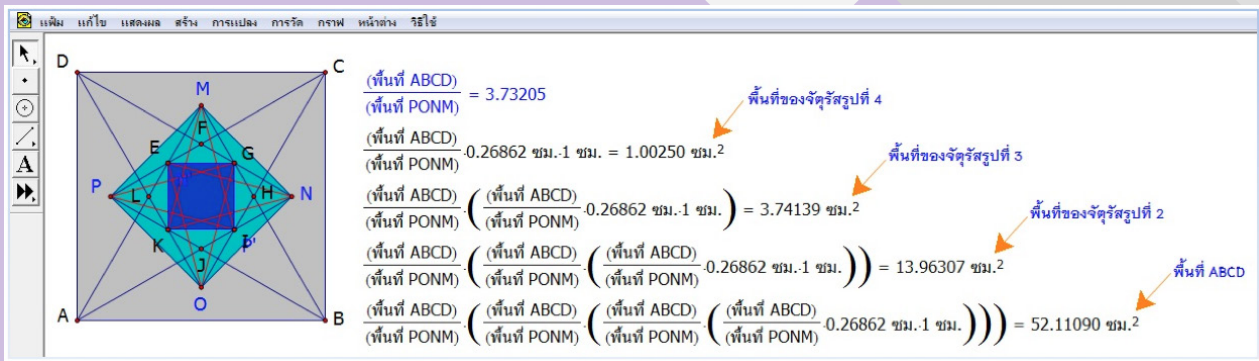
รูปที่ 7

5. สร้างรูปตามเงื่อนไขของข้อ 2.2 จนได้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปที่ 3 ดังรูปที่ 8



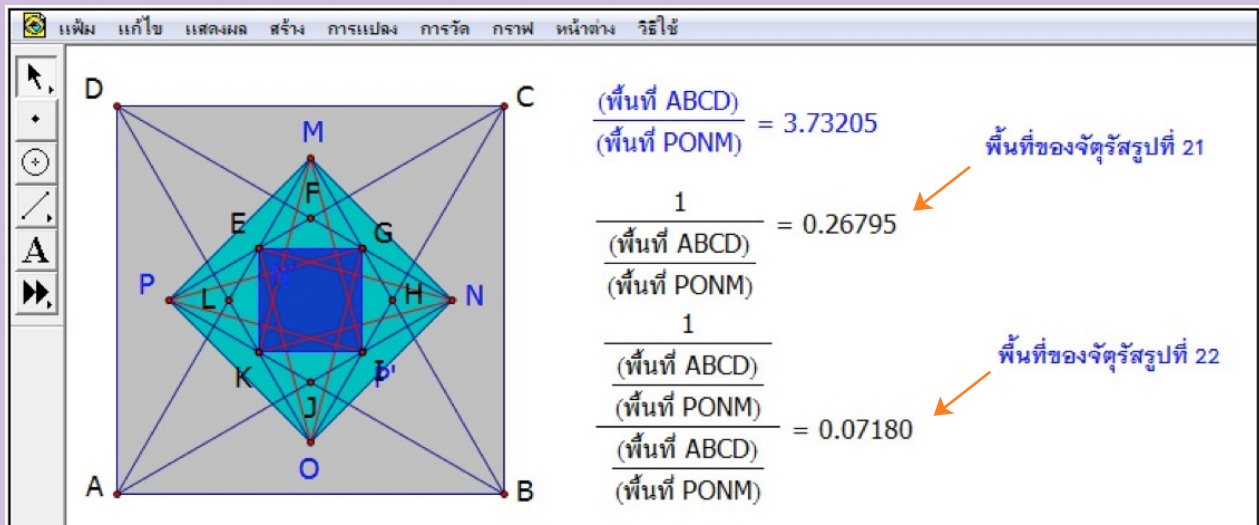
รูปที่ 8

6. ตอบคำถามข้อ 2.2.1 โดยการวัดพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD และรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส PONM แล้วลองสำรวจหาความสัมพันธ์ของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้งสองเมื่อรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีขนาดต่าง ๆ จะได้ว่า $\frac{\text{พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส } ABCD}{\text{พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส } PONM} = 3.73205$ เสมอ ไม่ว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD จะเปลี่ยนแปลงขนาดไปอย่างไร หลังจากนั้นคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD โดยใช้เครื่องคำนวณจากเมนูการวัด เมื่อกำหนดให้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปที่ 5 มีพื้นที่ 0.26862 ตารางเซนติเมตร จะได้พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD เท่ากับ 52.11090 ตารางเซนติเมตร ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9

7. ตอบคำถามข้อ 2.2.2 เนื่องจากอัตราส่วนพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD ต่อพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส PONM เท่ากับ 3.73205 เสมอ ไม่ว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD จะเปลี่ยนแปลงขนาดไปอย่างไร หลังจากนั้นคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปที่ 22 โดยใช้เครื่องคำนวณจากเมนูการวัด เมื่อกำหนดให้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปที่ 20 มีพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร จะได้พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปที่ 22 เท่ากับ 0.07180 ตารางเซนติเมตร ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10

แนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น เป็นเพียงการแก้ปัญหาวิธีหนึ่ง ยังมีวิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่น ๆ ที่มีขั้นตอนการสร้างสั้น ๆ แต่ในที่นี้ ได้แสดงวิธีแก้ปัญหาอย่างละเอียด เพื่อให้เห็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ตลอดจนให้ผู้อ่านสามารถลองคิดและลองปฏิบัติตามได้

เมื่อนักเรียนหรือครูเห็นแนวคิดในการทำข้อสอบครั้งนี้แล้ว จะเห็นว่าข้อสอบของ สสวท. เป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมาประกอบกับใช้ความรู้พื้นฐานในการใช้โปรแกรม GSP มาช่วยในการแก้ปัญหา เพียงแต่นักเรียนต้องใช้ความคิดจินตนาการ ตลอดจนมีความเพียรพยายามก็จะสามารถทำงานให้สำเร็จลงได้ โปรดติดตามแนวคิดในการทำข้อสอบการประกวดผลงานสร้างสรรค์ในฉบับต่อไป

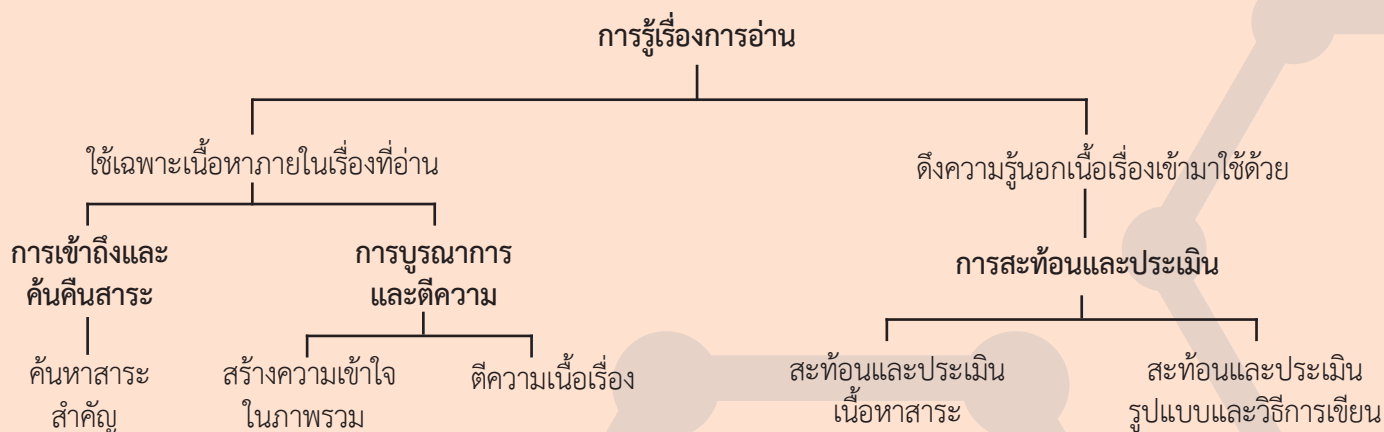
การประเมินการรู้เรื่องการอ่านของ PISA 2015

“การอ่าน” เป็นกระบวนการเริ่มต้นของการเรียนรู้ทำให้เกิดการขยายความรู้และทักษะที่แต่ละบุคคลพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิต สำหรับการประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) “การรู้เรื่องการอ่าน” (Reading Literacy) เป็นหนึ่งในสามด้านของการประเมินในโครงการ PISA ซึ่งมีความหมายมากกว่าเพียงการประเมินการ “อ่านออก” และ “เขียนได้” เท่านั้น ใน PISA 2015 จะมีการเปลี่ยนรูปแบบการสอบเป็นให้นักเรียนทำข้อสอบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer-based) และจะจัดการประเมินในเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2558 เรามาดูกันว่ากรอบการประเมินการรู้เรื่องการอ่านนั้นเป็นอย่างไรบ้าง

การประเมินการรู้เรื่องการอ่านตามแนวทาง PISA เป็นอย่างไร

การรู้เรื่องการอ่าน หมายถึง ความสามารถที่จะทำความเข้าใจกับสิ่งที่ได้อ่าน สามารถนำไปใช้ สะท้อนออกมาเป็นความคิดเห็นของตนเอง และมีความรักและผูกพันกับการอ่าน เพื่อพัฒนาความรู้และศักยภาพ และการมีส่วนร่วมในสังคม

กรอบการประเมินการรู้เรื่องการอ่านของ PISA 2015 มีดังนี้



ในแบบทดสอบของ PISA นักเรียนจะได้อ่านเนื้อเรื่องจากสื่อสิ่งพิมพ์และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบที่หลากหลาย การที่จะอ่านและทำความเข้าใจในเรื่องที่อ่านอย่างลึกซึ้งได้นั้นต้องอาศัยสมรรถนะการอ่านสามด้าน ได้แก่ การค้นหาสาระสำคัญ ทำความเข้าใจและตีความเนื้อเรื่อง และการประเมินสิ่งที่ได้อ่าน ซึ่งในบางครั้งต้องนำความรู้อื่น ๆ นอกเหนือจากเนื้อเรื่องมาเชื่อมโยงกับสาระสำคัญภายในเรื่องที่ได้อ่านแล้วมาพิจารณาร่วมกัน และสะท้อนสิ่งที่ได้อ่านออกมาตามความคิดของตนเองอย่างสมเหตุสมผล โดย PISA คาดหวังให้นักเรียนแสดงความสามารถในการอ่าน ดังนี้

การเข้าถึงและค้นคืนสาระ

- รู้ขอบเขตของข้อมูลว่าข้อมูลที่เราต้องการอยู่ในตำแหน่งใดของเรื่องที่อ่าน
- จำแนกความเหมือนและความต่างของข้อมูลที่มีอยู่ในเนื้อเรื่อง

การบูรณาการและตีความ

- แสดงความเข้าใจโดยสามารถระบุใจความสำคัญหรือจุดประสงค์ของเรื่อง
- เชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ ของข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจเรื่องที่อ่าน
- ตีความเนื้อเรื่องเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจในสิ่งที่อ่านได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

การสะท้อนและประเมิน

- วิเคราะห์เนื้อเรื่อง รูปแบบ และวิธีการเขียนของเรื่องที่อ่าน
- ประเมิน แสดงความคิดเห็น และให้ข้อโต้แย้งจากมุมมองของตนเองได้

PISA ได้กำหนดสถานการณ์ของข้อสอบการอ่านเป็น 4 แบบ เพื่อให้ครอบคลุมเรื่องราวต่าง ๆ ที่นักเรียนจะได้พบเจอในชีวิตจริง ได้แก่ สถานการณ์ในชีวิตส่วนตัว สาธารณะ การงานอาชีพ และการศึกษา เพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้นจึงขอยกตัวอย่างของเนื้อเรื่องในแต่ละสถานการณ์ ดังตารางข้างล่าง

สถานการณ์ของการอ่าน	ส่วนตัว เกี่ยวข้องกับการติดต่อสื่อสาร ความบันเทิง ความสนใจส่วนตัว	สาธารณะ เกี่ยวข้องกับสาระข้อมูลทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับคนส่วนใหญ่	การงานอาชีพ เกี่ยวข้องกับการอ่านเพื่อใช้ในการปฏิบัติตาม	การศึกษา เกี่ยวข้องกับการอ่านเพื่อหาสาระข้อมูล เพื่อการเรียนรู้
รูปแบบของเนื้อหาที่ให้อ่านในข้อสอบ	- จดหมาย/อีเมล - นิยาย - ชีวิตประวัติ - ความรู้/ข่าวสาร - บล็อกส่วนบุคคล	- ประกาศ - กฎระเบียบ - สาระ/มติที่ประชุม - ข่าว (สิ่งพิมพ์ / ออนไลน์)	- วิธีทำ/คู่มือ - ตารางการทำงาน - กำหนดการ - บันทึกข้อความ - รายงาน	- ตำราเรียน - แผนผัง - แผนที่ - ตาราง - กราฟ

ตัวอย่างข้อสอบการอ่านของ PISA 2015

สำหรับข้อสอบการอ่านในรูปแบบ Computer-based ของ PISA 2015 นั้น นักเรียนจะต้องอ่านเนื้อเรื่องในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ทางด้านขวามือของหน้าจอ แล้วนำมาตอบคำถามที่อยู่ด้านซ้ายมือ (เช่น ตัวอย่างที่ 1 เรื่อง “ป้ายประกาศในซูเปอร์มาร์เก็ต”) แต่ในบางเรื่องมีเนื้อเรื่องมากกว่าหนึ่งหน้า นักเรียนจะต้องคลิกที่เลขหน้าเพื่ออ่านเนื้อเรื่องทั้งหมดที่มีในแต่ละหน้า แล้วจึงตอบคำถาม (เช่น ตัวอย่างที่ 2 เรื่อง “ประชาธิปไตยในเอเธนส์”)

ลักษณะการตอบคำถามมี 4 รูปแบบด้วยกัน คือ การคลิกเลือกตอบ การพิมพ์คำตอบซึ่งมีทั้งแบบสั้นและแบบยาว การใช้เมาส์ลากและวางคำตอบลงในตำแหน่งที่กำหนด และการเลือกคำตอบจากรายการที่กำหนดให้

ตัวอย่างที่ 1 เรื่อง “ป้ายประกาศในซูเปอร์มาร์เก็ต”

สถานการณ์ของข้อสอบนี้อยู่ในบริบทสาธารณะที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน เนื้อเรื่องที่ให้นักเรียนอ่านอยู่ในรูปแบบของป้ายประกาศ ซึ่งใช้เตือนผู้บริโภคเกี่ยวกับอันตรายจากผลิตภัณฑ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการคืนผลิตภัณฑ์และการรับเงินคืน

คำถามที่ 1 ข้อสอบวัดสมรรถนะการเข้าถึงและค้นคืนสาระ คำถามต้องการให้นักเรียนหาคำตอบที่ระบุไว้อย่างชัดเจนในเนื้อเรื่อง โดยนักเรียนต้องอ่านป้ายประกาศแล้วหาตำแหน่งของคำตอบว่าบริษัทใดที่เป็นผู้ผลิตขนมปังกรอบ เมื่อค้นหาได้คำตอบอยู่ในตำแหน่งใดของเรื่องที่อ่านแล้วพิมพ์คำตอบลงในช่องว่างที่กำหนด

PISA

ป้ายประกาศในซูเปอร์มาร์เก็ต

คำถามที่ 1/3

จากเรื่อง “ป้ายประกาศในซูเปอร์มาร์เก็ต” ทางด้านขวา ให้พิมพ์คำตอบของนักเรียนเพื่อตอบคำถาม

บริษัทที่ทำขนมปังกรอบชื่อบริษัทอะไร

คำตอบถูก : บริษัท ไพน์ฟู้ดส์ จำกัด หรือ ไพน์ฟู้ดส์

ป้ายประกาศในซูเปอร์มาร์เก็ต

การแจ้งเตือนการแพ้ถั่วลิสง

ขนมปังกรอบไส้ครีมมะนาว

วันที่แจ้งเตือน : 4 กุมภาพันธ์

ชื่อผู้ผลิต : บริษัท ไพน์ฟู้ดส์ จำกัด

ข้อมูลผลิตภัณฑ์ : ขนมปังกรอบไส้ครีมมะนาว 125 กรัม (ควรบริโภคก่อน 18 มิถุนายน และ ควรบริโภคก่อน 1 กรกฎาคม)

รายละเอียด : ขนมปังกรอบบางอย่างในการผลิตเหล่านี้ อาจมีส่วนของถั่วลิสงผสมอยู่ แต่ไม่แจ้งในรายการส่วนผสม คนที่แพ้ถั่วไม่ควรรับประทานขนมปังกรอบนี้

การปฏิบัติของผู้บริโภค : ถ้าท่านซื้อขนมปังกรอบนี้ไป ท่านสามารถนำมาคืน ณ ที่ที่ท่านซื้อ เพื่อรับเงินคืนได้เต็มจำนวนหรือโทรสอบถาม ข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ 1800 034 241

คำถามที่ 2 ข้อสอบนี้วัดสมรรถนะการบูรณาการและตีความ คำถามต้องการให้นักเรียนสร้างความเข้าใจในภาพรวม โดยนักเรียนจะต้องรู้จุดประสงค์ของการให้ข้อมูลในเนื้อเรื่อง (หัวข้อ “รายละเอียด”) แล้วสรุปเป็นข้อความสั้น ๆ ข้อสอบนี้เป็นแบบ เลือกตอบให้นักเรียนคลิกเลือกตอบหนึ่งตัวเลือก

PISA

ป้ายประกาศในซูเปอร์มาร์เก็ต

คำถามที่ 2/3

จากเรื่อง “ป้ายประกาศในซูเปอร์มาร์เก็ต”
ทางด้านขวา ให้คลิกหนึ่งตัวเลือกเพื่อตอบคำถาม

จุดประสงค์ของส่วนที่เป็นรายละเอียด
ในป้ายประกาศคืออะไร

- ☐ เพื่อโฆษณาขนมปังกรอบชนิดต่างๆ
- ☐ เพื่อแจ้งเรื่องของแถมพิเศษที่มาพร้อมกับขนมปัง
- ☐ เพื่อบอกส่วนผสมของขนมปังกรอบ
- ☐ เพื่ออธิบายว่ามีอะไรผิดปกติในขนมปังกรอบ

คำตอบถูก : เพื่ออธิบายว่ามีอะไร
ผิดปกติในขนมปังกรอบ

คำถามที่ 3 ข้อสอบนี้วัดสมรรถนะการสะท้อนและประเมิน คำถามต้องการให้นักเรียนรู้เนื้อหาสาระในเรื่อง สามารถตั้งสมมติฐานว่าตนเองจะปฏิบัติตัวอย่างใดเมื่ออยู่ในสถานการณ์นี้ และให้เหตุผลประกอบการปฏิบัติด้วย แล้วพิมพ์คำตอบลงไป ในช่องว่างที่กำหนด

PISA

ป้ายประกาศในซูเปอร์มาร์เก็ต

คำถามที่ 3/3

จากเรื่อง “ป้ายประกาศในซูเปอร์มาร์เก็ต”
ทางด้านขวา ให้พิมพ์คำตอบของนักเรียน
เพื่อตอบคำถาม

นักเรียนจะอย่างไร ถ้านักเรียนซื้อขนมปังกรอบ
เหล่านั้นมาแล้ว

ตอบ 3A

ทำไมจึงทำเช่นนั้น
ให้ใช้ข้อมูลจากเรื่องเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

ตอบ 3B

จะเห็นได้ว่า ในคำถามที่ 3 คำตอบที่จะทำให้ได้คะแนนสามารถตอบได้หลายกรณี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การเขียนอธิบายเหตุผลสนับสนุน คำตอบที่เป็นเหตุเป็นผล ซึ่งอาจอ้างอิงจากเนื้อเรื่องหรือตามความเป็นจริง

คำตอบถูก: ข้อนี้สามารถตอบได้ 3 กรณี

กรณีที่ 1

3A: ให้คำตอบที่สอดคล้องกับความเข้าใจว่าสามารถนำขนมปังไปคั้นร้านเพื่อรับเงินคืนได้ อาจอ้างถึงการกินขนมปังกรอบ ไม่กินขนมปังกรอบ คั้นหรือกำจัดขนมปังด้วยวิธีอื่น ๆ และ

3B: ให้คำตอบที่สอดคล้องกับเนื้อเรื่องและคำตอบข้อ 3A ต้องสอดคล้องกับความคิดที่ว่าถ้าลิขสิทธิ์สามารถทำให้เป็นอันตรายได้

เช่น (3A) กินขนมปังกรอบ (3B) ฉันไม่ได้แพ้ถั่วลิสง/ฉันชอบถั่วลิสง
(3A) ขอเงินคืน (3B) ป้ายบอกให้ทำอย่างนั้น /
ฉันไม่ชอบถั่วลิสง / เขาทำบางอย่าง
ผิดพลาด

กรณีที่ 2

3A: ยกประโยชน์หรือลดความจากส่วนที่เหมาะสมของเนื้อเรื่องได้โดยไม่อธิบายเพิ่มเติม (หมายถึงเนื้อเรื่องบอกว่า คุณต้องทำอะไรและไม่จำเป็นต้องมีคำอธิบายเพิ่มเติม)

3B: ไม่ตอบ

เช่น (3A) นำมาคั้น ณ ที่ที่ท่านซื้อ เพื่อรับเงินคืนได้เต็มจำนวน / โทรสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม

กรณีที่ 3

3A: ไม่ตอบ และ

3B: ให้คำอธิบายว่าไม่ต้องทำอะไร ต้องสอดคล้องกับความคิดที่ว่าถ้าลิขสิทธิ์สามารถทำให้เป็นอันตรายได้ เช่น (3B) ฉันไม่ได้แพ้ถั่วลิสง / ฉันไม่यरกรำคาญกับการกลับไปร้าน

ตัวอย่างที่ 2 เรื่อง “ประชาธิปไตยในเอเธนส์”

ตัวอย่างข้อสอบการอ่านเรื่องนี้จะมามีเนื้อเรื่องให้อ่านสองหน้า เมื่ออ่านเนื้อเรื่องในหน้า 1 จบแล้ว นักเรียนจะต้องคลิกที่เลข 2 (มุมขวาบน) เพื่อไปอ่านเนื้อเรื่องในหน้า 2 (หากต้องการย้อนกลับไปดูเนื้อหาในหน้า 1 ให้คลิกเลข 1 ที่มุมซ้ายบน) จากนั้นคลิกที่ลูกศรถัดไป ► เพื่อไปยังข้อคำถาม สถานการณ์ของข้อสอบนี้อยู่ในบริบทการศึกษาที่เขียนอธิบายอยู่ในรูปของบทความทางประวัติศาสตร์ ถึงแม้เรื่องนี้จะห่างไกลจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนอายุ 15 ปี และในเนื้อเรื่องจะไม่พูดอย่างชัดเจนว่าประชาธิปไตยคืออะไร แต่ก็เพียงพอที่จะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับประชาธิปไตยในเอเธนส์ได้

คลิกที่เลข 2 เพื่ออ่านเนื้อเรื่องในหน้า 2

The screenshot shows the PISA reading interface. On the left, there is a sidebar with the title 'ประชาธิปไตยในเอเธนส์' and 'บทนำ'. Below it, there is a list of instructions: 'ในการตอบคำถามเรื่อง “ประชาธิปไตยในเอเธนส์” นักเรียนต้องอ่านข้อความ 2 หน้า', 'อ่านข้อความในหน้า 1', 'แล้วคลิกที่เลข 2 เพื่ออ่านข้อความในหน้าที่ 2', and 'ให้คลิกที่ลูกศรถัดไป ► เพื่อไป คำถามที่ 1'. The main content area shows the title 'ประชาธิปไตยในเอเธนส์' and the start of 'ตอนที่ 1' (Part 1), which begins with 'รูซิดิตัส เป็นนักประวัติศาสตร์และทหารที่มีชีวิตอยู่เมื่อศตวรรษที่ 5 ก่อนคริสตกาล'.

คลิกเพื่อไปยังหน้าคำถาม

The screenshot shows the second page of the text 'Democracy in Athens'. It continues the story of 'ตอนที่ 2' (Part 2) with 'รูซิดิตัสเขียนในฐานะของเพริคลีส(ศตวรรษที่ 5 ก่อนคริสตกาล) ผู้ปกครองชาวเอเธนส์' and describes the political system of Athens. The text mentions that the system was not perfect and that there were many problems. The interface includes a sidebar with the title 'ประชาธิปไตยในเอเธนส์' and 'บทนำ', and a list of instructions: 'ในการตอบคำถามเรื่อง “ประชาธิปไตยในเอเธนส์” นักเรียนต้องอ่านข้อความ 2 หน้า', 'อ่านข้อความในหน้า 1', 'แล้วคลิกที่เลข 2 เพื่ออ่านข้อความในหน้าที่ 2', and 'ให้คลิกที่ลูกศรถัดไป ► เพื่อไป คำถามที่ 1'.

คำถามที่ 1 ข้อสอบนี้วัดสมรรถนะการบูรณาการและตีความ ข้อคำถามต้องการให้นักเรียนบอกจุดประสงค์อีกประการหนึ่งของสุนทรพจน์ของรูซิดิตัสโดยเชื่อมโยงกับเนื้อเรื่องที่ให้มาแล้ว พิมพ์คำตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน

The screenshot shows the question area of the PISA reading interface. It includes the title 'ประชาธิปไตยในเอเธนส์' and the question number 'คำถามที่ 1/1'. The question text is: 'จากเรื่อง “ประชาธิปไตยในเอเธนส์” ทางด้านขวา ให้พิมพ์คำตอบของนักเรียนเพื่อตอบคำถาม' and 'จุดประสงค์หนึ่งของสุนทรพจน์ในตอน 2 คือ เพื่อเป็นเกียรติแก่ทหารที่พลีชีพในครั้งแรกของสงครามเพโลพอนเนสเซียน' and 'จุดประสงค์อีกประการของสุนทรพจน์คืออะไร'.

คำตอบถูก: ได้คะแนนเต็ม

อ้างอิงแรงจูงใจ (ทางการเมือง) ในฐานะของเพริคลีส อาจอ้างอิง: การชักจูงทหารให้พยายามต่อสู้ต่อไป การให้กำลังใจแก่ครอบครัวของผู้เสียชีวิต การส่งเสริมความภาคภูมิใจในการเป็นพลเมืองชาวเอเธนส์ หรือการเน้นข้อดีของเอเธนส์เปรียบเทียบกับสปาร์ต้าหรือเมืองอื่น ๆ คำตอบต้องมีความเป็นไปได้และสอดคล้องกับเรื่อง

- เพื่อให้ผู้คนภูมิใจในเอเธนส์
- เพื่ออธิบายประโยชน์ของประชาธิปไตยแบบเอเธนส์
- ทำให้ผู้คนคิดว่าเอเธนส์ยังคงไม่เป็นไร แม้ว่าความเป็นจริงตอนนี้พวกเขากำลังเผชิญกับปัญหา
- เพื่อส่งเสริมความคิดและทัศนคติในด้านบวก
- เพื่อให้ประชาชนใช้ความรุนแรงต่อต้านชาวสปาร์ต้า

อ้างอิงจุดประสงค์ของรฐิตินิสในความเข้าใจถึงแรงจูงใจหรือวิธีการคิดของเพริคลีส

- เพื่ออธิบายแรงจูงใจ/จิตวิทยาของเพริคลีส
- เพื่ออธิบายว่าทำไมเขาจึงทำอย่างที่เขาทำ

คำตอบถูก: ได้คะแนนบางส่วน

ให้คำตอบที่อ้างอิงเพียงการอธิบายว่าประชาธิปไตยเป็นอย่างไร

- เพื่อแนะนำประชาธิปไตย
- เพื่ออธิบายประชาธิปไตยให้กับประชาชน

สำหรับสัดส่วนของข้อสอบการอ่านของ PISA 2015 จะวัดสมรรถนะการเข้าถึงและค้นคืนสาระประมาณ 25% การบูรณาการและตีความประมาณ 50% และการสะท้อนและประเมินประมาณ 25%

ในการทำข้อสอบการอ่านของ PISA นอกจากนักเรียนจะต้องมีทักษะการอ่านออกและเขียนได้เป็นอย่างดีแล้ว ยังต้องสามารถสร้างความเข้าใจกับสิ่งที่อ่านแล้วสะท้อนออกมาเป็นความคิดเห็นของตนเอง หากจะฝึกฝนนักเรียนให้มีความสามารถด้านการอ่าน ครูควรให้นักเรียนได้มีโอกาสอ่านเนื้อเรื่องในรูปแบบต่าง ๆ

อ่านเนื้อเรื่องที่มีหลากหลายสถานการณ์ทั้งที่นักเรียนคุ้นเคยหรือไม่คุ้นเคย หรือมีความซับซ้อนของเนื้อหาที่แตกต่างกัน และเมื่อนักเรียนอ่านเนื้อเรื่องแล้ว ครูควรตั้งคำถามให้นักเรียนวิเคราะห์และสรุปความจากเนื้อเรื่องเปรียบเทียบความเหมือนหรือบอกความต่างในประเด็นสำคัญของเรื่อง และแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องที่อ่าน ซึ่งหากนักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝนทักษะดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง ผ่านการช่วยเหลือสนับสนุนจากครู ก็ย่อมช่วยพัฒนาความสามารถด้านการอ่านให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้

สามารถดาวน์โหลดตัวอย่างข้อสอบและเอกสารเผยแพร่ของโครงการ PISA ได้ที่

<http://pisathailand.ipst.ac.th/>

บรรณานุกรม

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

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2009*. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.



สแกนโค้ดนี้เพื่อ
ชมภาพเคลื่อนไหว



Subramanyan Chandrasekhar

นักดาราศาสตร์
ฟิสิกส์อเมริกัน
เชื้อชาติอินเดีย

รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์
ค.ศ. 1983

รูปที่ 1
(ที่มา: <http://summer-astronomy-pc.wikispaces.com/Subrahmanyan+Chandrasekhar>)

เมื่อวันที่ 21 สิงหาคม ค.ศ. 1995 นักดาราศาสตร์ฟิสิกส์ (astrophysicist) คนสำคัญที่สุดคนหนึ่งของโลกได้ถึงแก่กรรมหลังจากที่ได้สร้างผลงานการค้นคว้าวิชาทฤษฎีดาราศาสตร์ฟิสิกส์ติดต่อกันมานานร่วม 60 ปี และได้รับรางวัลเกียรติยศมากมาย รวมถึงรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ประจำปี 1983 ด้วย

Subramanyan Chandrasekhar ผู้ที่คนในวงการรู้จักในนามว่า จันทร (Chandra) ได้เสียชีวิตที่ Chicago สหรัฐอเมริกา ด้วยโรคหัวใจล้มเหลว จันทร เกิดวันที่ 19 ตุลาคม ค.ศ. 1910 ที่เมือง Lahore (ซึ่งขณะนั้นอยู่ในความปกครองของอินเดีย แต่ปัจจุบันอยู่ในปากีสถาน) บิดาของท่านคือ C. S. Ayyar เป็นข้าราชการทำงานที่กรมการรถไฟ ครอบครัวมีลูกรวม 10 คน จันทร เป็นลูกชายคนโต เมื่ออายุ 6 ขวบ ครอบครัวได้อพยพไปที่ Madras (ปัจจุบันคือ Chennai เมืองซิลิคอนของอินเดีย) จันทรได้เริ่มเรียนหนังสือที่นั่น เมื่ออายุ 15 ปีได้เข้าเรียนที่ Presidency College ซึ่งเป็นวิทยาลัยที่ดีที่สุดใน Madras อีก 2 ปีต่อมาท่านได้ตัดสินใจเรียนฟิสิกส์ เพราะได้รับแรงบันดาลใจจากการได้ไปฟัง Arnold Sommerfeld (อาจารย์ของ W. K. Heisenberg นักฟิสิกส์ผู้โด่งดัง) ที่เดินทางมาอินเดียเพื่อบรรยายเรื่องกลศาสตร์ควอนตัม ที่มหาวิทยาลัย Madras

จันทร์สำเร็จการศึกษาด้วยคะแนนเกียรตินิยมอันดับหนึ่งและสอบได้เป็นที่หนึ่งของรุ่นใน ค.ศ. 1928 ขณะที่เรียนในระดับปริญญาตรี จันทร์ ก็มีผลงานวิจัย เรื่อง “Compton Scattering and the New Statistics” ซึ่งต้องใช้สถิติแบบ Fermi ในการอธิบาย และได้ลงพิมพ์ในวารสารชั้นนำของโลกชื่อ Proceedings of the Royal Society ต่อมาจันทร์สนใจโครงสร้างของดาวแคระขาว (whitedwarfstar) ซึ่งใช้แนวคิดของ Ralph H. Fowler การพิมพ์ผลงานนี้ทำให้ Fowler รู้สึกชื่นชมและประทับใจมากจึงรับจันทร์ไปทำงานวิจัยฟิสิกส์ระดับปริญญาเอกที่มหาวิทยาลัย Cambridge ประเทศอังกฤษ

จันทร์ออกเดินทางจาก Bombay โดยทางเรือเมื่อวันที่ 31 กรกฎาคม ค.ศ. 1930 เพื่อเข้าเรียนที่ Trinity College แห่งมหาวิทยาลัย Cambridge ขณะเดินทางด้วยเรือซึ่งต้องใช้เวลาหลายเดือน จันทร์ได้ครุ่นคิดเรื่องโครงสร้างของดาวแคระขาว เมื่อเขาตระหนักว่าที่อุณหภูมิสูงมาก อิเล็กตรอนในดาวแคระขาว จะมีความเร็วสูง จนน่าจะต้องนำทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษของ Einstein มาอธิบาย ดังนั้น เขาจึงผสมผสานความรู้กับทฤษฎีควอนตัมสถิติ ทำให้จันทร์พบว่า ดาวแคระขาวในธรรมชาติ มีมวลจำกัด คือ จะต้องไม่เกิน 1.45 เท่า ของมวลดวงอาทิตย์ และถ้าดาวฤกษ์ใดมีมวลมากกว่านั้น ดาวนั้นจะระเบิดเป็นซูเปอร์โนวา (supernova) เมื่อคำนวณเสร็จก็ได้ส่งผลงานเพื่อลงพิมพ์ในวารสารของสมาคม Royal Society แต่ Sir Arthur Eddington ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญเรื่องดาวแคระขาวไม่เห็นด้วยกับคำสรุปในทฤษฎีของจันทร์ ผลงานจึงไม่ผ่านการประเมิน แต่จันทร์ก็ได้ทดลองส่งผลงานที่ถูกปฏิเสธนี้ไปลงพิมพ์ในวารสาร Astrophysical Journal ของอเมริกา ซึ่งบรรณาธิการก็ได้ตอบรับและเผยแพร่ผลงาน จันทร์สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก ปี ค.ศ. 1933 และได้รับเลือกเป็นสมาชิกของ Trinity College ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีเกียรติมาก

จันทร์ยังทำงานวิจัยเรื่องดาวแคระขาวต่อไปผลการคำนวณอย่างละเอียดและสมบูรณ์กว่าเดิมในเวลาต่อมายังยืนยันอย่างแน่นหนาว่า ดาวแคระขาวต้องมีมวลไม่เกิน 1.45 เท่าของมวลดวงอาทิตย์ จึงจะคงสภาพอยู่ได้ ผลงานนี้ทำให้จันทร์วัย 25 ปีได้รับเชิญให้ไปบรรยายเรื่องนี้ที่สมาคม Royal Astronomical Society เมื่อวันที่ 11 มกราคม ค.ศ. 1935 เมื่อจบการบรรยาย Eddington นักดาราศาสตร์ผู้มี

ชื่อเสียงโด่งดังจากการตรวจสอบทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปของ Einstein ว่าถูกต้อง ได้ลุกขึ้นยืน แล้วกล่าวโจมตีทฤษฎีของจันทร์อย่างไม่วีหวั่นและรุนแรงว่าเป็นเรื่องเหลวไหลและเป็นไปไม่ได้ โดยให้เหตุผลว่าเมื่อดาวฤกษ์ใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนที่มีในตัวมันจนหมดแล้วก็จบกัน นั่นคือดาวแคระขาวไม่มีขีดจำกัดด้านมวลและจะไม่มีวันระเบิด เพราะกฎฟิสิกส์จะบังคับไม่ให้ธรรมชาติเป็นไปตามที่จันทร์ทำนาย การถูกเหยียดหยามว่าอ่อนหัดและรู้ไม่จริงกลางที่ประชุมโดย “ศาสตราจารย์” ด้านดาราศาสตร์ในครั้งนั้น ทำให้วิถีชีวิตและจิตใจของจันทร์เปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิง เขาตัดสินใจย้ายที่ทำงานจากอังกฤษไปอเมริกาทันที ทั้ง ๆ ที่ Cambridge มีบุคคลอัจฉริยะ เช่น J. Chadwick ผู้พบนิวตรอน, P. A. M. Dirac ผู้สร้างทฤษฎี Quantum Electrodynamics และ P. Kapitza ผู้พบของไหลยวดยิ่ง แต่ไม่มีใครต้านทานบารมีของ Eddington ได้ จันทร์จึงสมัครไปทำงานที่มหาวิทยาลัย Chicago ในอเมริกา

แต่ในเวลาเดียวกันจิตใจของจันทร์ก็ไม่ยอมแพ้ Eddington เขาตัดสินใจนำความคิดและทฤษฎีของเขาเสนอต่อ Niels Bohr และ Wolfgang Pauli ซึ่งก็เห็นด้วยกับจันทร์ว่า Eddington คิดผิด และจันทร์คำนวณถูก นั่นคือ ในขั้นตอนวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ ขณะดาวฤกษ์เผาผลาญเชื้อเพลิงไฮโดรเจนในตัวด้วยปฏิกิริยาฟิวชัน แรงดันของรังสีจากภายในจะทำให้ดาวมีขนาดใหญ่ขึ้น จนดาวอาจมีรัศมี 100 เท่าของรัศมีเดิม และในขณะนั้นไฮโดรเจนที่ผิวของดาวจะถูกความดันรังสีผลักดันออกจากดาว ทำให้ดาวฤกษ์สูญเสียมวลไปทีละน้อย ๆ ทฤษฎีของจันทร์แสดงให้เห็นว่า ดาวฤกษ์ที่มีมวลไม่เกิน 8 เท่า ของดวงอาทิตย์จะสูญเสียมวลในลักษณะนี้ และจะสูญเสียมวลไปเรื่อย ๆ จนมวลลดลงถึง 1.45 เท่าของดวงอาทิตย์ ซึ่งปัจจุบันรู้จักในนาม **ขีดจำกัดจันทร์เสขร (Chandrasekhar limit)**

ส่วนดาวฤกษ์ที่มีมวลมากกว่า 8 เท่าของดวงอาทิตย์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ในบริเวณแก่นกลางของดาวจะดำเนินไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งไฮโดรเจนถูกหลอมรวมเป็นฮีเลียม และเมื่อเชื้อเพลิงหมด ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันบนดาวจะหยุด แกนกลางของดาวที่เป็นฮีเลียมก็จะมีมวลมากจนมีค่า 1.45 เท่าของมวลดวงอาทิตย์ จากนั้นแรงโน้มถ่วงมหาศาลของดาวจะทำให้แกนกลางยุบตัว จนโปรตอนกับอิเล็กตรอนในดาวรวมตัวเป็นนิวตรอน นั่นคือ ดาวทั้งดวงเป็นดาวนิวตรอน และเนื้อดาวส่วนที่เหลือจะระเบิดตัวกลายเป็นซูเปอร์โนวาชนิดที่ 2 แต่ก็มีดาวแคระขาวบางดวงที่อาจได้รับ

มวลจากภายนอกโดยการดึงดูดมวลของดาวฤกษ์ขนาดเล็กกว่าที่อยู่ใกล้ ๆ จนกระทั่งมันมีมวลเท่ากับขีดจำกัดจันทรเสขแล้วดาวก็จะระเบิดเป็นซูเปอร์โนวาชนิด 1a

ทฤษฎีของจันทรานี้จึงเป็นทฤษฎีที่สำคัญทฤษฎีหนึ่งของวิชาดาราศาสตร์ฟิสิกส์ยุคปัจจุบัน ที่ใช้อธิบายที่มาของดาวแคระขาว ดาวนิวตรอน และซูเปอร์โนวา

ก่อนที่จันทรจะเข้ารับตำแหน่งที่มหาวิทยาลัย Chicago ในเดือนมกราคม ค.ศ. 1937 เขาได้เดินทางกลับอินเดียเพื่อแต่งงานกับ Lalitha เพื่อนินิตที่เคยเรียนด้วยกันที่ Madras แล้วกลับมาทำงานที่อเมริกา จันทรทำงานหนักมาก ไม่ว่าจะเป็นด้านการสอนและการวิจัย จนในที่สุดก็ได้รับการแต่งตั้งให้เป็นศาสตราจารย์ฟิสิกส์ในปีค.ศ. 1947 ในวัย 37 ปี ตลอดชีวิตอาจารย์ จันทรได้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษานิสิตปริญญาเอกกว่า 50 คน และมีลูกศิษย์สองคนที่มีชื่อเสียงโด่งดังไม่แพ้อาจารย์ ชื่อ Tsung Dao Lee

และ Chen Ning Yang ซึ่งได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ประจำปี 1957 (ด้วยผลงานทฤษฎี Parity Violation ในอันตรกิริยาอย่างอ่อน) ซึ่งเป็นเวลา 26 ปีก่อนจันทรได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ประจำปี 1983 ร่วมกับ William Fowler ด้วยผลงานด้านทฤษฎีของดาวแคระขาว

สำหรับบทบาทด้านการเขียนหนังสือก็มีมากมายเพราะ จันทรทำงานวิจัยฟิสิกส์หลายด้าน และได้ตั้งปณิธานส่วนตัวว่าต้องเขียนหนังสือฟิสิกส์ของเรื่องที่ทำ เขาจึงเขียนหนังสือหลายเล่มเช่น ในปี ค.ศ. 1942 เขียน Principles of Stellar Dynamics ปี ค.ศ. 1950 เขียน Radiation Transfer ปี ค.ศ. 1969 เรียบเรียง Ellipsoidal Figures of Equilibrium ปี ค.ศ. 1983 เขียนตำรา Mathematical Theory of Black Holes และในปีค.ศ. 1987 ได้เรียบเรียงหนังสือ Principia ของ Newton สำหรับให้คนทั่วไปอ่าน (คนทั่วไปในที่นี้หมายถึง นักฟิสิกส์ที่เก่งมากจึงจะอ่านรู้เรื่อง)

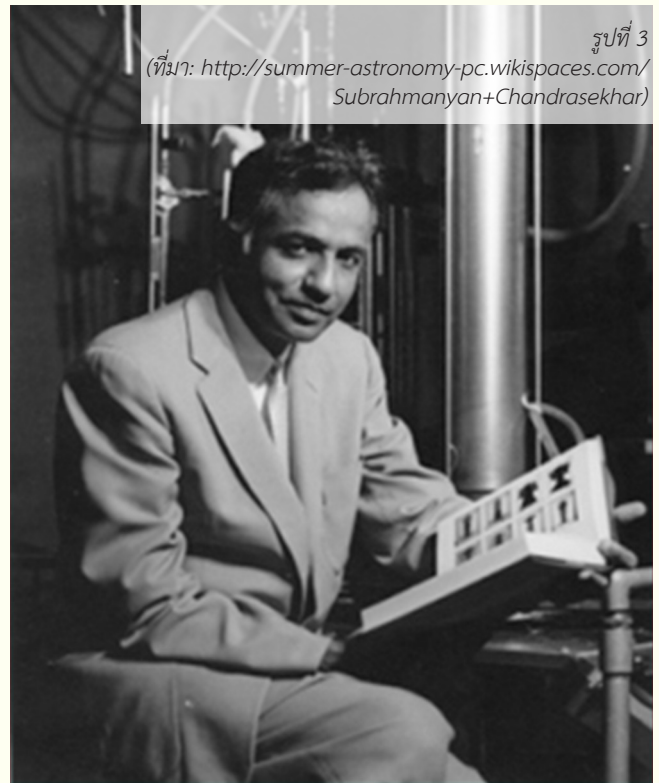


รูปที่ 2 Subrahmanyan Chandrasekhar ได้รับรางวัล the National Medal of Science จาก ประธานาธิบดี Lyndon Johnson ในปี ค.ศ. 1967 (ที่มา: <http://summer-astronomy-pc.wikispaces.com/Subrahmanyan+Chandrasekhar>)

เมื่อเกิดสงครามโลกครั้งที่ 2 จันทราต่อต้าน Hitler มาก เขาจึงเข้าร่วมทำงานผลิตระเบิดปรมาณูในโครงการ Manhattan แต่มีปัญหาเรื่องการเหยียดผิวทำให้ทำงานได้ไม่เต็มที่ ในที่สุด จันทราก็ได้แปลงสัญชาติเป็นอเมริกันในปี ค.ศ. 1953 เหตุการณ์นี้ ทำให้บิดาของจันทรา ไม่สบายใจเลย เพราะต้องการให้บุตรชาย กลับไปทำงานที่อินเดียเหมือนน้ำชาย C. V. Kaman ซึ่งเป็นชาวอินเดีย คนแรกที่ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ประจำปี ค.ศ. 1930 และ S. N. Bose กับ Meghnad Saha ซึ่งเป็นนักฟิสิกส์ชาวอินเดีย ผู้มีชื่อเสียงและทำงานในอินเดีย แต่ใจของจันทราผูกพันกับอเมริกา เพราะชอบบรรยากาศทำงานที่นั่นมากกว่า

นอกจากจะต้องสอนหนังสือและทำงานวิจัยแล้ว จันทรายังช่วย จัดตั้งให้มีการออกวารสาร Astrophysical Journal ของอเมริกาด้วย โดยได้รับการสนับสนุน จากสมาคม American Astronomical Society และมหาวิทยาลัย Chicago และจันทราได้ทุ่มเททำหน้าที่ บรรณาธิการของวารสารนี้เป็นเวลา 19 ปี จนได้รับการยอมรับว่า เป็นวารสารระดับสุดยอดของโลกในด้าน ดาราศาสตร์ฟิสิกส์

จันทรา ได้รับรางวัลของ Royal Astronomical Society ในปี ค.ศ. 1944 ได้รับเลือกเป็น F. R. S. ของสมาคม Royal Society ซึ่งเป็นเวลาไม่นานหลังจากที่ Eddington เสียชีวิต ในปี ค.ศ. 1953 ได้รับ Gold Medal ของสมาคม Royal Astronomical Society ปี ค.ศ. 1955 ได้รับเลือกเป็นสมาชิกของ National Academy of Sciences ปี ค.ศ. 1966 ได้รับเหรียญ National Medal of Sciences ของสหรัฐอเมริกา และในปี ค.ศ. 1983 ได้รับรางวัล โนเบลสาขาฟิสิกส์จาก Royal Swedish Academy



รูปที่ 3

(ที่มา: <http://summer-astronomy-pc.wikispaces.com/Subrahmanyan+Chandrasekhar>)

ในด้านชีวิตส่วนตัว จันทราพูดและเขียนภาษาอังกฤษได้ดีเยี่ยม และดีกว่าคนอังกฤษทั่วไปเสียอีก เขาสนใจและใส่ใจในความสำเร็จ ของศิษย์ทุกคน เป็นคนที่มีความจำดีเยี่ยม สามารถเล่าเหตุการณ์ ต่าง ๆ ได้อย่างมีชีวิตชีวา พร้อมรายละเอียดอย่างไม่น่าเชื่อ ทั้ง ๆ ที่ เหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นนานมาแล้ว จันทรามักให้เวลาแก่นิสิต เพื่อปรึกษาปัญหาอย่างเต็มที่และเต็มที่ การทุ่มเทการสอนนี้ นับเป็นตำนานของจันทราเมื่อเขาต้องขับรถจากหอดูดาว Yerkes ไปมหาวิทยาลัย Chicago ทุกสัปดาห์ เป็นระยะทางหลายร้อย กิโลเมตร เพื่อสอนนิสิตเพียง 2 คน ชื่อ Lee กับ Yang

จันทราศรัทธาและยกย่อง Newton มาก เขาคิดว่า Newton เป็นนักวิทยาศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่ที่สุดในประวัติศาสตร์มนุษยชาติ และถ้าใคร จะเปรียบ Newton กับปราชญ์หรืออัจฉริยะคนอื่น ๆ เขาก็ต้อง แสวงหาจากสาขาอื่น เช่น Michelangelo หรือ Beethoven ในขณะเดียวกัน นักฟิสิกส์รุ่นหลังก็ยกย่องจันทรา มาก เพราะเขาคือ แรงบันดาลใจให้หนุ่มสาวชาวอินเดีย และคนชาติอื่นได้เจริญรอยตาม เมื่อจันทราเสียชีวิต เขามีอายุ 85 ปี ☼

บรรณานุกรม

Wali, Kameshwar C. (1991). *Chandra: A Biography of S. Chandrasekhar*. USA: University of Chicago Press.

เว็บช่วยสอน

<http://www.wibit.net/>

เว็บไซต์ WiBit.net เป็นเว็บที่เน้นให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนโปรแกรมมือใหม่ โดยมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมการพัฒนานักเขียนโปรแกรมให้มีความชำนาญ สามารถไปประกอบอาชีพได้ คอร์สที่เปิดสอนจึงไม่เน้นทฤษฎีการเขียนโปรแกรม แต่เน้นการนำทฤษฎีไปใช้งานจริง การเรียนการสอนจะใช้สื่อวิดีโอคลิปและแผนภาพการ์ตูนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย และสนุกสนานไปกับการเรียน ผู้สนใจสามารถเลือกเรียนโปรแกรมที่ต้องการซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโปรแกรมที่ทันสมัยและได้รับความนิยมในปัจจุบัน เช่น C, C++, Java

<http://chemreference.com/>

Chemreference เป็นเว็บไซต์ที่ให้บริการข้อมูลตารางธาตุออนไลน์มีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกในการเข้าถึงและใช้อ้างอิงผู้สนใจสามารถเลือกดูข้อมูลเกี่ยวกับธาตุแต่ละตัว เช่น องค์ประกอบธาตุ น้ำหนักรูปแบบการจัดเรียงอิเล็กตรอน รูปแบบการจัดเรียงออร์บิทัล ฯลฯ นอกจากนี้ ยังมีฟังก์ชันการค้นหา และจับคู่เพื่อเปรียบเทียบธาตุ รวมทั้งสามารถดาวน์โหลดตารางธาตุในรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับการใช้งานได้ด้วย

<http://www.mydoctorgames.com/>

Mydoctorgames เป็นเว็บไซต์รวบรวมเกมออนไลน์ที่เน้นเนื้อหาทางชีววิทยา โดยแบ่งเกมออกเป็น 8 กลุ่ม คือ กลุ่มศัลยกรรม (Surgeon) กลุ่มสถานพยาบาล (Hospital) กลุ่มกายวิภาค (Anatomy) กลุ่มทันตกรรม (Dentist) กลุ่มฉุกเฉิน (Ambulance) กลุ่มเวชกรรม (Medical) กลุ่มการศึกษา (Educational) และกลุ่มชีววิทยา (Biology) แต่ละเกมจะมีคำอธิบายสั้น ๆ ในตอนเริ่มต้นเพื่อให้ผู้เล่นเข้าใจเป้าหมายและสถานการณ์ของเกมนั้น ๆ บางเกมที่ต้องใช้ความรู้เฉพาะทาง ผู้เล่นก็สามารถอ่านสรุปเนื้อหาจาก Tutorial ก่อนเล่นเกมได้ด้วย



เรื่องเล่าจากงานประชุม ITEEA ครั้งที่ 76

ระหว่างวันที่ 27 – 29 มีนาคม 2557 ผู้เขียนได้มีโอกาสเข้าร่วมประชุมวิชาการของสมาคมนักการศึกษาด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมนานาชาติครั้งที่ 76 (The 76th International Technology and Engineering Educators Association Annual Conference: 76th ITEEA) ซึ่งจัดขึ้น ณ เมืองออร์แลนโด รัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา การประชุมนี้เป็นงานประชุมประจำปีของสมาคมนักการศึกษาเทคโนโลยีและวิศวกรรมของประเทศสหรัฐอเมริกา ในอดีตนั้น สมาคม ITEEA ได้ใช้ชื่อว่า International Technology Educators Association (ITEA) และต่อมาได้เพิ่มคำว่า Engineering เข้าไปกลายเป็น International Technology and Engineering Educators Association หรือที่เรียกว่า ITEEA ในปี ค.ศ. 2011 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงด้านการศึกษาเทคโนโลยีที่พยายามรวมเอาวิศวกรรมศาสตร์เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของสมาคมฯ และเพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายด้านการศึกษาของประเทศที่มุ่งเน้นการผลิตกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM Workforce)

ภาพรวมงานประชุม ITEEA

การประชุม ITEEA ครั้งที่ 76 นี้ได้ใช้ชื่อหัวข้องานว่า Technology and Engineering Bring STEM to Life ซึ่งบ่งชี้ถึงความสำคัญของเทคโนโลยีและวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในการนำมาซึ่งการอำนวยความสะดวกต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์นั่นเอง ในงานประชุมมีกิจกรรมต่าง ๆ ที่น่าสนใจมากมาย เช่น การนำเสนอผลงานวิจัยทั้งในรูปแบบโปสเตอร์ การบรรยาย การอบรมเชิงปฏิบัติการ

นอกจากนี้ยังมีนิทรรศการสื่อการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยี รวมถึงการมอบรางวัลครูเทคโนโลยีและวิศวกรรมดีเด่นของประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้เข้าร่วมงานจากทั้งที่เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัย ครู บุคลากรทางการศึกษารวมถึงนักศึกษาด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมจากประเทศต่าง ๆ เข้าร่วมกว่า 1,000 คน ซึ่งผู้เขียนได้มีโอกาสเข้าร่วมกิจกรรมทั้งการบรรยายพิเศษ การอบรมเชิงปฏิบัติการ จึงขอยกตัวอย่างองค์ความรู้และกิจกรรมที่น่าสนใจมาเผยแพร่ผ่านสื่อนี้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการศึกษา ด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้



บรรยากาศการอบรมเชิงปฏิบัติการ

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6Es

นักการศึกษาในกลุ่มที่เรียกว่า Engineering by Design (EbD) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสมาคม ITEEA ได้เสนอแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบ 6Es model คล้ายกับการจัดการเรียนรู้ของวิทยาศาสตร์ 5Es Model สำหรับเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มวิชาด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ที่มุ่งเน้นการนำเอาองค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ ศิลปศาสตร์ มาสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือเทคโนโลยีผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมเพื่อตอบสนองความจำเป็น (need) หรือความต้องการของมนุษย์(want) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) การกระตุ้นความสนใจ (Engage) มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน และทำให้เกิดการมีส่วนร่วมในการเรียน บทเรียน มีการกระตุ้น มีความกระตือรือร้นที่จะเริ่มเรียนรู้ ในระหว่างที่มีส่วนร่วมผู้เรียนจะคิด ประเมิน ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเชื่อมกับความรู้ปัจจุบัน เพื่อการตั้งคำถาม และจัดการที่จะทำกิจกรรมต่อไป

2) การสำรวจตรวจสอบ (Explore) มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาส ที่จะคิดสำรวจหาข้อมูล วัสดุอุปกรณ์ประกอบ และการสร้างความเข้าใจในการกำหนดหัวข้อหรือประเด็นของตนเอง

3) การอธิบายผล (Explain) มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้อธิบายหาเหตุและผล ทบทวน ถกเถียงประเด็น หัวข้อ ข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ ที่นำมาประกอบการพิจารณาว่าได้เรียนรู้อะไร และตัดสินใจว่าคืออะไร

4) การวิศวกรรม (eENGINEER) มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการพัฒนาความรู้และความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ในการที่จะประยุกต์เอาหลักการไปสู่การปฏิบัติได้ ทำหรือสร้างสิ่งของที่จำเป็นและ/หรือตามความต้องการของมนุษย์

5) การสร้างความสมบูรณ์ (Enrich) มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการสำรวจกลังไปว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปนั้นสามารถเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่หรือเรื่องที่ซับซ้อนขึ้น รวมถึงสามารถทำให้สิ่งที่ประดิษฐ์ขึ้นมานั้นมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นได้อีก

6) การประเมินผล (Evaluate) มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนและครูได้มีโอกาสตัดสินใจว่าได้เกิดการเรียนรู้อย่างไรบ้าง ครูสามารถตรวจวินิจฉัย (diagnosis) ในกระบวนการเรียนรู้ ตั้งแต่เริ่มจนถึงขั้นตอนนำเสนอผลงานได้ และผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามผลลัพธ์และมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดในบทเรียนระดับใด

อย่างไรก็ตาม แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ 6Es ที่กล่าวถึงข้างต้นนี้ก็สามารถนำไปใช้ได้ในการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์โดยเพิ่มเติมเรื่องของการวิศวกรรม โดยอาศัยองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้สำรวจตรวจสอบมาสร้างสรรค์ผลงาน โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) ซึ่งจะทำให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ จนขยายผลเชื่อมโยงไปยังเทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ กลายเป็น STEM ต่อไป

หลักสูตรการเรียนรู้เทคโนโลยีและวิศวกรรมของ EbD

นักการศึกษาในกลุ่ม Engineering by Design ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์โดยอิงจากกรอบมาตรฐานการศึกษาเทคโนโลยี (Standards for Technological Literacy, 2007) จัดเป็นหลักสูตรเพื่อการพัฒนาครูสำหรับระดับชั้นต่าง ๆ และเพื่อเป็นแนวทางให้โรงเรียนสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างอิสระ โดยแบ่งหลักสูตรตามระดับชั้นของผู้เรียนตั้งแต่ K – 12 ดังมีหัวข้อหลักสูตร ต่อไปนี้

K-2	EbD™ TEEMS Technology Starters/KITS N
3-5	EbD™ TEEMS I3 KITS
6	Exploring Technology
7	Invention and Innovation
8	Technological Systems
9	Foundations of Technology
10-12	Technology and Society
10-12	Technological Design
11-12	Advanced Design Applications
11-12	Advanced Technical Applications
11-12	Engineering Design (Capstone Course)



สัญลักษณ์สมาคม Engineering byDesign

เนื้อหาของหลักสูตรแต่ละส่วนจะมีระดับความลุ่มลึกของเนื้อหาต่างกันไปตามระดับชั้นของผู้เรียนแต่จะมีความเกี่ยวเนื่องกัน โดยผู้สนใจเกี่ยวกับเนื้อหาหลักสูตรสามารถสืบค้นได้เพิ่มเติมที่ เว็บไซต์ของสมาคม คือ <http://www.iteea.org/EbD/ebd.htm>

สะเต็มศึกษา (STEM Education) ตามแนวคิดของสมาคมเทคโนโลยีและวิศวกรรม

เนื่องจากการประชุมครั้งนี้ได้ใช้ชื่อหัวเรื่องว่า Technology and Engineering Bring STEM to Life ดังนั้นจึงได้มีการกล่าวถึงแนวคิดของคำว่าสะเต็มตามแนวทางของนักการศึกษาด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม โดยสรุปได้ว่า การจัดการศึกษาตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของสมาคมนักการศึกษาทางด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมพบว่าไม่ได้มีรูปแบบหรือแนวทางที่จำกัดตายตัวแต่มีเป้าหมายหลักคือเพื่อส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ที่บูรณาการให้เชื่อมโยงกับชีวิตจริง มุ่งเน้นการแก้ปัญหา การออกแบบผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบ แต่มีแนวคิดหลัก ๆ คือ 1) กำหนดปัญหาหรือความต้องการ 2) ศึกษาแนวทางแก้ปัญหา 3) ออกแบบและลงมือปฏิบัติ และ 4) ประเมินผล แล้วจึงนำเสนอผลงาน และนอกจากนี้สะเต็มศึกษานี้ยังมุ่งฝึกทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 และเพื่อสร้างกำลังคนด้านสะเต็ม หรือที่เรียกว่า STEM workforce นั้นเอง โดยการจัดการเรียนรู้ของแต่ละโรงเรียนจะมีแนวทางที่แตกต่างกันไป เช่น บางโรงเรียนจัดแยกสอนรายวิชาพื้นฐานปกติ แต่เน้นการบูรณาการและการทำกิจกรรมแก้ปัญหาและการออกแบบมากขึ้น หรือบางโรงเรียนจัดกิจกรรมเป็นลักษณะชุมนุมหรือวิชาเพิ่มเติมในขณะที่บางโรงเรียนจะนำเอาแนวคิดกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเข้าไปผนวกใช้กับทุกวิชา เช่น โรงเรียน Laing Middle School of Science and Technology จากรัฐ South Carolina นอกจากนี้อาจเป็นกิจกรรมเสริม ค่าย หรือสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยีปกติ ก็ได้

บรรณานุกรม

International Technology and Engineering Educators Association. (2001). สืบค้นเมื่อ 7 พฤษภาคม 2557, จาก <http://www.iteea.org/>

ข่าว สสวท.

สสวท. และบริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน) ร่วมมือสนับสนุนเด็กไทยไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการ

ประชุมวิชาการ “สะเต็มศึกษา พัฒนาเด็กไทย” ครอบคลุมวิทยากับกิจกรรมน้องน้อยหอยทาก



นางพรพรรณ ไทหยางกูร ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ลงนามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือกับนายโชคชัย ปัญญาสงค์ รองกรรมการผู้อำนวยการใหญ่ อาวุโส สายกลยุทธ์องค์กรและพัฒนาอย่างยั่งยืน รักษาการกรรมการผู้อำนวยการใหญ่ บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน) ในโครงการสนับสนุนผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2557 โดยมีนางดวงสมร คล่องสารา (ที่ 2 จากขวา) รองผู้อำนวยการ สสวท. และนางเพชรพริ้ง สารสิน (ที่ 2 จากซ้าย) ผู้อำนวยการใหญ่ ฝ่ายภาพลักษณ์และสื่อสารองค์กร บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน) ร่วมเป็นสักขีพยาน พร้อมด้วยเยาวชนตัวแทนของคณะผู้แทนประเทศไทย เมื่อวันที่ 16 มิถุนายน 2557 ณ ห้องบอลรูม 2 ชั้น 5 โรงแรม S31 สุขุมวิท 31 กรุงเทพมหานคร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดประชุมวิชาการ “สะเต็มศึกษา พัฒนาเด็กไทย” เพื่อให้ครู นักวิชาการ และบุคลากรทางการศึกษาระดับปฐมวัย และประถมศึกษา ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการส่งเสริมการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในระดับปฐมวัยและประถมศึกษา ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม - 1 มิถุนายน 2557 ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ สุขุมวิท 11 กรุงเทพมหานคร

ในภาพเป็นกิจกรรมสาธิตการจัดการเรียนรู้โครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง “น้องน้อยหอยทาก” ของครูปฐมวัยที่ได้รับการคัดเลือก โดยให้เพื่อนครูช่วยกันสังเกตพฤติกรรมของหอยทากและสร้างบ้านให้หอยทาก เป็นการฝึกกระบวนการคิด การแก้ปัญหา ครูสามารถนำประสบการณ์ที่ได้รับไปปรับใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

พิธีเปิดงาน วทก. เพื่อเยาวชน ครั้งที่ 9



ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. มนตรี จุฬาววัฒนทล (กลาง) ประธานกรรมการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นประธานในพิธีเปิดงานประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเยาวชน (วทก. เพื่อเยาวชน) ครั้งที่ 9 ซึ่งจัดโดย สสวท. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) โดยร่วมกันเป็นสักขีพยานเมื่อวันศุกร์ที่ 30 พฤษภาคม 2557 ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพมหานคร งานดังกล่าวจัดขึ้นระหว่างวันที่ 30 พฤษภาคม - 1 มิถุนายน 2557 ภายในงานมีกิจกรรมที่น่าสนใจ อาทิ การเสวนา เรื่อง 30 ปี สสวท. สร้างนักวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาประเทศไทย (อดีต ปัจจุบัน อนาคต) การเสวนาเรื่อง งานวิจัยนำไทย ก้าวไกลสู่อาเซียน การเสวนาวิชาการที่แบ่งตามกลุ่มงานวิจัย การนำเสนอผลงานวิจัยของนักเรียน นิสิต นักศึกษา จากสถานศึกษาต่าง ๆ ทั่วประเทศ กิจกรรมพัฒนาศักยภาพเยาวชนผ่านกิจกรรม STEM ศึกษา กิจกรรมสนุกกับบล็อก เนื่องในวาระฉลองปีสากลแห่งวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

กิจกรรม สสวท. รักษาทะเล ปลุกปะการัง



นางประกายกานต์ ตริอาภรณ์ (แถวหน้า คนที่ 6 นับจากขวา) รักษาการผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนาองค์กร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และพนักงาน สสวท. ร่วมทำกิจกรรม CSR “รักษาทะเล ปลุกปะการัง” พร้อมเยี่ยมชมหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน กองทัพเรือ จังหวัดชลบุรี โดยนาวาเอกฉัตรชัย ศุกระธร (แถวหน้า คนที่ 7 นับจากขวา) รองผู้อำนวยการ กองกิจการพลเรือน หน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน ให้การต้อนรับ เมื่อวันที่ 15-16 พฤษภาคม 2557

พิธีมอบเกียรติบัตรโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ปี 2557



ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.มนตรี จุฬาววัฒนทล (ที่ 3 จากซ้ายแถวหลังสุด) ประธานกรรมการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นประธานพิธีมอบเกียรติบัตรผู้แทนประเทศไทยและนักเรียนที่ผ่านการอบรมคัดเลือกในโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศประจำปี พ.ศ. 2557 เมื่อวันที่ 29 พฤษภาคม 2557 ณ ห้องเพชรไพลิน ชั้น 11 โรงแรมวินเซอร์สวิตช์ สุขุมวิท 20 กรุงเทพมหานคร



สวัสดิคุณ ๆ ที่รักของตายกับคุณผินอันแสนจะซึ้งฉ่ำ เอะอะแอะ สำหรับคนเมืองคุณนี้อาจจะไม่เป็นที่ถูกอกถูกใจท่านนัก เพราะเป็นอุปสรรคกับการเดินทาง สำหรับคนที่อยู่ในภาคเกษตรกรรม สายผินอันชุ่มฉ่ำและเอะอะแอะแบบพอดิบพอดินั้นเปรียบได้ดั่งสายน้ำแห่งสรวงสวรรค์ที่โปรยปรายลงมา ทำให้พืชผลทางการเกษตรเจริญเติบโตและงอกงาม ออกดอกออกผลให้ได้เก็บกินเก็บขายเพื่อดำรงชีพได้ เอาละ มาเข้าเรื่อง ที่ตายนำมาฝากกันดีกว่า วันนี้ตายขอสรุปประเด็นเรื่องของสาหร่ายกับพลังงานชีวภาพ



วันหนึ่งในขณะที่ตายกำลังนั่งดูวิวอยู่ริมฝั่งประเทศไอร์แลนด์เหนือ เพื่อนตายชี้ชวนให้ดูเรือนสาหร่ายที่กำลังจะเข้าสู่ท่าเรือ ตายเชื่อว่าหลายคนทราบดีว่าประโยชน์ของสาหร่ายนั้นมีมากมายนัก หลัก ๆ คือใช้เป็นอาหาร แต่การใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ยังน้อยนักเมื่อเทียบกับสัดส่วนการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอาหาร ในภาคอุตสาหกรรมยังมีการสกัดสารต่าง ๆ ออกมาใช้ในการทำปุ๋ย (ประเด็นนี้ตายก็เพิ่งรู้จากการค้นหาข้อมูลมาเล่าให้คุณ ๆ ฟังเหมือนกัน) สกัดสารที่ใช้เป็นสารเพิ่มความเหนียวหนืดในยาสีฟัน ครีม เครื่องสำอาง สีทาบ้าน และอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่ามนุษย์เรายังใช้ประโยชน์จากสาหร่ายทะเลไม่คุ้มค่าเลย โดยเฉพาะสรรพคุณทางยา ที่นักวิทยาศาสตร์เชื่อและมั่นใจด้วยว่าสาหร่ายแต่ละชนิดก็จะมีสารที่สามารถใช้เป็นยารักษาโรคต่าง ๆ ได้แตกต่างกันไป ไม่ต่างอะไรกับพืชสมุนไพรที่คุณ ๆ คำนึงกันดีว่าต้นนี้รักษาโรคนั้น ต้นนั้นรักษาโรคโน้น เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังมีเรื่องที่น่าสนใจอีกก็คือ ในการพัฒนาการใช้ประโยชน์ของสาหร่ายในระดับอุตสาหกรรมกำลังมีการศึกษาการนำสาหร่ายทะเลมาใช้เป็นวัสดุที่ใช้เป็นฉนวนกันความร้อน และการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านพลังงานสะอาด ทดแทนน้ำมันและถ่านหินที่กำลังจะหมดไปจากโลกใบนี้ ทั้งสองตัวอย่างนี้มีลักษณะที่คล้ายกัน

คือการนำสาหร่ายมาใช้นั่นเอง เรื่องที่น่าสนใจสำหรับตายก็คือ การนำสาหร่ายมาใช้ในการสร้างพลังงาน ซึ่งตายยอมรับว่าตายคิดไม่ถึงจริง ๆ นักวิทยาศาสตร์ได้คิดจากหลักการง่าย ๆ ที่เคยเรียนตั้งแต่ประถมหรือมัธยมต้น หลักการที่ว่าก็คือ นักวิทยาศาสตร์พบว่า "มากกว่าครึ่งของมวลชีวภาพ (คิดจากสาหร่ายแห้งนะจ๊ะ) เป็นสารประกอบกลุ่มคาร์โบไฮเดรต" ดังนั้นในขั้นตอนการผลิต นักวิทยาศาสตร์จึงใช้เอนไซม์มาช่วยในการเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตให้เป็นน้ำตาล จากนั้นก็ใช้กระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ได้ และสุดท้ายก็สกัดเป็นแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ออกมาใช้เป็นพลังงานที่มีชื่อรวม ๆ ว่า เชื้อเพลิงชีวภาพ (biofuel)

เอนไซม์
แป้ง -----> น้ำตาล -----> เอทานอล

จุลินทรีย์

หลายประเทศในทวีปยุโรปที่สนใจพลังงานจากเอทานอล กำลังมุ่งเป้าหมายไปที่การพัฒนาการผลิตสาหร่ายทะเลในระดับอุตสาหกรรม (ที่มีขนาดใหญ่กว่าการทำฟาร์มสาหร่ายเพื่อใช้ทำสาหร่ายอบแห้งหรือทอดกรอบ) ข้อได้เปรียบที่ทุกประเทศเห็นพ้องต้องกันกับการทำฟาร์มสาหร่ายทะเลคือไม่ต้องเวนคืนที่ดินแต่ใช้พื้นที่ในทะเลสำหรับเลี้ยงสาหร่ายจำนวนมาก ๆ เพื่อทำการการผลิตเอทานอล ทำให้ไม่มีการเสียพื้นที่ดินสำหรับการปลูกพืชอาหารชนิดอื่นและที่ดินสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัย เพราะพื้นที่ในทะเลมีการใช้ประโยชน์ของมนุษย์น้อยกว่าพื้นดินนั่นเอง

ถ้าประเทศไทยคิดจะทำบ้าง ทำได้ไหม ต่ายกระโดดย่นได้เลยว่า "ทำได้" แต่ต้องทำการศึกษาริเจียก่อนว่าจะใช้สาหร่ายชนิดใด แล้วสาหร่ายชนิดนั้นมีการเจริญเติบโตอย่างไร ชอบน้ำแบบไหน ความเค็มเท่าไร ระดับแสงและความขุ่นของน้ำ อัตราการเจริญเติบโตเร็วพอกับการนำมาใช้ประโยชน์หรือไม่ โรคติดต่อและศัตรูของสาหร่ายชนิดนั้น ๆ คืออะไร ผลที่มีต่อสิ่งแวดล้อมและสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ มีหรือไม่ รวมไปถึงเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ที่จะสกัดได้ คำนวณค่ากับการลงทุนหรือไม่ นั่นก็เพราะว่า สาหร่ายแต่ละชนิดต้องการปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน และมีอัตราการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

เฉลยคำถามฉบับที่ 187 ต่ายถามเกี่ยวกับข่าวที่โด่งดังไปทั่วโลก เกี่ยวกับ "วาช" ที่เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอาศัยในทะเล (ทำให้เราไม่เรียกว่า "ปลาวาฬ") คุณ ๆ พอทราบไหมว่า เป็นข่าวเกี่ยวกับเรื่องอะไร ข่าวนี้นี้เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของเผ่าพันธุ์วาชเลยทีเดียว คำตอบก็คือ ประมาณปลายเดือนมีนาคม 2557 ศาลโลกได้ตัดสินให้การล่าวาชที่อ้างว่าเป็นการล่าเพื่อวิจัยทางวิทยาศาสตร์เป็นการกระทำที่ผิดกฎหมายระหว่างประเทศ และสั่งให้ญี่ปุ่นยกเลิกการล่าวาช แต่ข่าวร้ายหลังจากที่ต่ายได้ถามคำถามไปแล้วก็คือ ประมาณปลายเดือนเมษายน 2557 เรือประมงของญี่ปุ่นหลายลำได้เริ่มออกเดินทางล่าวาชอีกแล้ว โดยพวกเขาอ้างว่าศาลโลกได้ห้ามการล่าวาชในทวีปแอนตาร์กติกา ซึ่งอยู่ในแถบซีกโลกใต้เท่านั้น แต่ไม่ได้ห้ามการล่าในแถบซีกโลกเหนือ ดังนั้น พวกเขาจึงออกเดินทางล่าวาชในทะเลทางเหนือแทน โดยอ้างว่าเป็นการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ต่ายได้ยินข่าวนี้แล้วเปลี่ยนแผนการว่ายน้ำหาหนึการล่าของวาชในทะเลจริง ๆ

สำหรับฉบับนี้ ต่ายได้รับ e-mail คำตอบมาฉบับเดียว แม้ว่าคำตอบจะไม่สามารถบอกไปถึงความอยู่รอดของวาชได้ ต่ายก็จะให้รางวัล ในฐานะที่คุณรักต่ายและเมลมาร่วมสนุกกับต่ายที่กำลังเป็นนักเดินทางท่องโลกกว้างอย่างเดียวยาย แฟนคลับต่ายที่ได้รับรางวัล คือ นายไพรวัล ดวงตา โรงเรียนกุดชุมพุงวิทยาคม อำเภอกุดชุม จังหัดยโสธร รอรับรางวัลจากต่ายทางไปรษณีย์ได้เลยจ้า

คำถามฉบับที่ 189 จากเรื่องที่เล่ามาทั้งหมดเกี่ยวกับการทำฟาร์มสาหร่ายทะเล คุณ ๆ คิดว่า อะไรคือปัญหาและอุปสรรคของการทำฟาร์มสาหร่ายทะเลในระดับอุตสาหกรรมเพื่อพัฒนาเป็นแหล่งสร้างพลังงานสะอาด

เมื่อคุณ ๆ พร้อมที่จะร่วมคิด เดา หรือ หากคำตอบได้แล้ว ก็ส่งมาให้ต่ายได้อ่านเพลิน ๆ ที่ funny_rabbit@live.co.uk ภายในวันที่ 2 พฤศจิกายน 2557 โดยต้องใส่ที่อยู่ที่จะให้จัดส่งของรางวัลของคุณ ๆ มาให้เรียบร้อย และเช่นเดิม ถ้าคุณ ๆ อยากให้ต่ายส่งสื่อเล็ก ๆ น้อย ๆ จาก สสวท. ไปให้โรงเรียน (นอกเหนือจากของรางวัลที่คุณ ๆ จะได้รับ) ต่ายรบกวน คุณ ๆ ช่วยเขียนชื่อโรงเรียนที่คุณอยากให้ต่ายส่งของไปให้มาให้ต่ายด้วย เพื่อที่โรงเรียนจะได้นำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ สำหรับเฉลยอ่านได้ในอีก 2 ฉบับหน้า คือฉบับที่ 191 นะจ๊ะ 

การมีวินัยในตนเองเป็นเส้นทางนำไปสู่ชัยชนะอันยิ่งใหญ่เสมอ



ต่าย แสนชน

ພະພຸດທະ...

អង្គជំនាញអ៊ីនធឺណិត (ebooks) គណិតវិទ្យា វិទ្យាសាស្ត្រ ឥសាន.

ប្រើប្រាស់ www.scimath.org/ebooks





IMO 2015

3-15 July 2015
In Chiang Mai, Thailand

ขอเชิญร่วมงาน
การแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ
ครั้งที่ ๕๖ พ.ศ. ๒๕๕๘
ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
ระหว่างวันที่ ๓ ถึง ๑๕ กรกฎาคม ๒๕๕๘

Hosted by The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) • Chiang Mai University • The Mathematical Association of Thailand under the Patronage of His Majesty the King • The Promotion of Academic Olympiad and Development of Science Education Foundation under the Patronage of Her Royal Highness Princess Galyani Vadhana Krom Luang Naradhiwas Rajanagarindra (POSN)



จัดโดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) • มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ • สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ • มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (สอวน.)

Please visit our website for more information: <http://www.imo2015.org/>

Join our Facebook Page: <https://www.facebook.com/IMO2015ChiangMaiThailand>