นิตยสาร สสวท
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี www.ipst.ac.th
IPST MAGAZINE
ปีที่ 44 ฉบับที่ 199 มีนาคม - เมษายน 2559

การจัดการเรียนรู้ เรื่อง แผ่นดินไหว ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

สสวท. กับบทบาทของผู้นำในการผลักดัน
และขับเคลื่อนวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย
ภายใต้การบริหารของ ดร.พรพรรณ ไวทยางกูร

ตระหนักรู้ในประโยชน์ของขี้แดดนาเกลือผ่านการทำ mini-project

คุณลักษณะที่พึงประสงค์เชิงคณิตศาสตร์

ISSN 0857-2801

หนังสือใหม่น่าอ่านจาก สสวท.

หนังสือแนวการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

เพื่อช่วยให้ครูนำไปใช้วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คู่กับหนังสือเรียนและคู่มือครู

NEW BOOK !!!

ในเล่มประกอบด้วยคำอธิบายรายวิชา แนวความคิดต่อเนื่อง จุดเน้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างแรงบันดาลใจในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ลักษณะสำคัญของโครงงานประเภทต่างๆ การเริ่มต้นทำโครงงาน การวางแผนและการออกแบบ การเขียนเค้าโครงของโครงงาน การทำโครงงาน การเขียนรายงานและการนำเสนอ ซึ่งนำเสนอตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสำรวจตรวจสอบ การปฏิบัติทดลอง การสืบค้นข้อมูล การอภิปรายและการสื่อสาร ■

ราคา 115 บาท

ในเล่มประกอบด้วยคำอธิบายรายวิชา แนวความคิดต่อเนื่อง จุดเน้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์กับของเล่น เครื่องกลอย่างง่าย และการประยุกต์ใช้งานในของเล่น ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายและการประยุกต์ใช้งานในของเล่น สิ่งประดิษฐ์ของเล่นอย่างง่าย และตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งนำเสนอตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยกิจกรรมหลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสำรวจตรวจสอบ การปฏิบัติทดลอง การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การสื่อสาร อันจะก่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการเรียนรู้และการดำรงชีวิต ■

ราคา 120 บาท

ในเล่มประกอบด้วยคำอธิบายรายวิชา แนวความคิดต่อเนื่อง จุดเน้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการในการนำพลังงานทดแทนมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล และพลังงานนิวเคลียร์ และตัวอย่างแผนการสอน ซึ่งนำเสนอแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยกิจกรรมหลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งการสำรวจตรวจสอบ การปฏิบัติทดลอง การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย อันจะก่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการเรียนรู้และการดำรงชีวิต ■

ราคา 170 บาท

สนใจสั่งซื้อหนังสือได้ที่ สำนักบริการวิชาการและบริหารทรัพย์สิน (สสวท.) โทร. 0-2392-4021 ต่อ 3102 และ 3106 หรือดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ Facebook Fanpage Link : https://www.facebook.com/pages/สำนักบริการวิชาการ-สสวท/1586765174945709?ref=hl หรือ website http://bookstore.ipst.ac.th E-mail : bookstore@ipst.ac.th, ncham@ipst.ac.th

นิตยสาร สสวท
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี www.ipst.ac.th
ปีที่ 44 ฉบับที่ 199 มีนาคม - เมษายน 2559 IPST MAGAZINE

เปิดเล่ม สสวท.

การศึกษาเรียนรู้อย่างเป็นระบบจะช่วยให้เราเข้าใจอย่างถ่องแท้กับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัวเราได้ จากข่าวภัยพิบัติแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นเราควรลองใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในเรื่องนี้กันด้วยข้อมูลที่ได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเตรียมรับมือและบรรเทาความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

ภายในเล่มท่านจะทราบว่า สสวท. ได้ผลักดันและขับเคลื่อนวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทยอย่างไร ผ่านบทสัมภาษณ์ผู้อำนวยการ สสวท. ดร.พรพรรณ ไวทยางกูร และจากนั้นจะพาน้อง ๆ นักเรียนไปพบกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) 2 เรื่อง คือ สังเคราะห์น้ำหอมกลิ่นไหนดี และ ตระหนักรู้ในประโยชน์ของขี้แดดนาเกลือ ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับสิ่งรอบตัว ตลอดจนโรงเรียนต่าง ๆ สามารถนำไปประยุกต์กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

กลไกก้าวเดินที่มีชื่อเสียง สตรันด์เบสต์ (Strandbeest) เป็นประติมากรรมที่ผสมผสานระหว่างศิลปะและวิศวกรรมศาสตร์ไว้อย่างลงตัว เมื่อเราจำลองกลไกบนโปรแกรม GSP จะช่วยให้เราศึกษาการทำงานพื้นฐาน เพื่อพัฒนาสู่การก้าวเดินของยานพาหนะและหุ่นยนต์ เพราะการพัฒนาที่ยิ่งใหญ่มาจากสิ่งเล็ก ๆ รอบตัวเรา เช่น นาซาพัฒนายานอวกาศจากชีพียูเกม เป็นเพราะเหตุใดพลิกอ่านได้เลย...

ในเล่มหน้า ทีมงานจะหาประเด็นที่น่าสนใจมาฝากคอยติดตามกันนะ...สวัสดี

บรรณาธิการบริหาร

คณะที่ปรึกษา
ประธานกรรมการ สสวท.
ผู้อำนวยการ สสวท.

บรรณาธิการบริหาร
ธรชญา พันธุนาวนิช

ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ
รองผู้อำนวยการ สสวท.
ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท.

หัวหน้ากองบรรณาธิการ
พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์

กองบรรณาธิการ
ดร.กุศลิน มุสิกุล
ดร.ชัยวุฒิ เลิศวนสิริวรรณ
ณรงค์ แสงแก้ว
ถนิม ทิพย์ผ่อง
ธันยากานต์ ยืนตระกูลชัย
นวรัตน์ อินทุวงศ์
เบ็ญจวรรณ ศรีเจริญ
ประกายกานต์ ตรีอาภรณ์
ดร.ประสงค์ เมธีพินิตกุล
ปาริฉัตร พวงมณี
พรพจน์ พุฒวันเพ็ญ
ราม ติวารี
ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์
วราภรณ์ ต.วัฒนผล
สมเกียรติ เพ็ญทอง
สุพจน์ วุฒิโสภณ
ดร.สุพรรณี ชาญประเสริฐ
ดร.สุพัตรา ผาติวิสันติ์
อุปการ จีระพันธุ

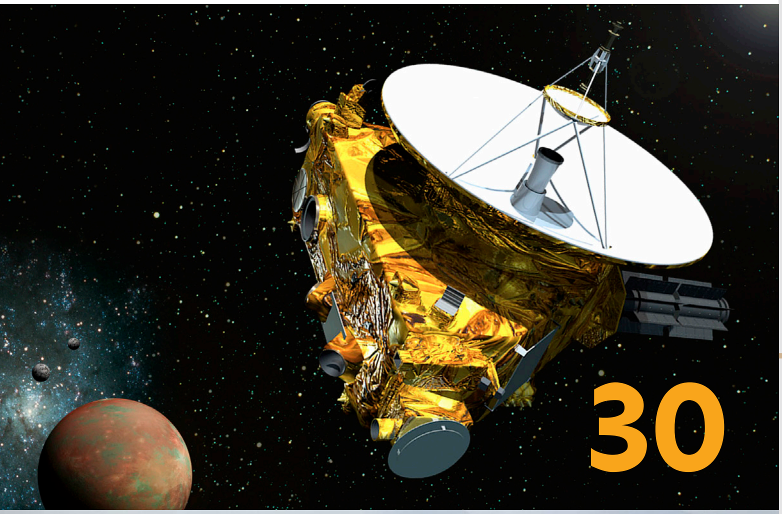
ผู้ช่วยกองบรรณาธิการ
ดร.สมชาติ ไพศาลรัตน์
ดร.อนุชิต อารมณ์สาวะ
นิลุบล กองทอง
รัชนีกร มณีโชติรัตน์
สินีนาฏ ทาบึงกาฬ
ดวงมาลย์ บัวสังข์
สิริมดี นาคสังข์
สุประดิษฐ์ รุ่งศรี

วัตถุประสงค์
1. เผยแพร่และส่งเสริมความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยีให้แก่ครูและผู้สนใจทั่วไป
2. เผยแพร่กิจกรรมและผลงานของสสวท.
3. เสนอความก้าวหน้าของวิทยาการในด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะสนับสนุนการศึกษาของชาติให้ทันกับเหตุการณ์ปัจจุบัน
4. แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีจากครูและผู้สนใจทั่วไป

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

(ข้อเขียนทั้งหมดเป็นความเห็นอิสระของผู้เขียน มิใช่ของ สสวท. หากข้อเขียนใดผู้อ่านเห็นว่าได้มีการลอกเลียนแบบหรือแอบอ้างโดยปราศจากการอ้างอิง กรุณาแจ้งให้กองบรรณาธิการทราบด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง)

สารบัญ



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

สสวท. กับบทบาทของผู้นำในการผลักดันและขับเคลื่อนวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย

ภายใต้การบริหารของ ดร.พรพรรณ ไวทยางกูร

ภายใต้เส้นทางการผลักดันและขับเคลื่อนการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ผ่านมากว่า 44 ปี นั้น ถือว่า ดร.พรพรรณ ไวทยางกูร เป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการบริหารงานในตำแหน่งผู้อำนวยการ สสวท. ถึง 2 วาระต่อเนื่องกันจนถึงปัจจุบัน

ผู้อำนวยการ สสวท. เป็นผู้บริหารที่มาจากสายงานวิชาการที่ สสวท. จากตำแหน่งนักวิชาการจนก้าวสู่การเป็นผู้บริหารตามลำดับ จึงมีความผูกพันต่อองค์กร และเข้าใจในพันธกิจของ สสวท. เป็นอย่างดี วันนี้ท่านจะมาเปิดใจเล่าถึงแนวคิดและประสบการณ์ของท่านในการรับมือกับภารกิจหน้าที่ดังกล่าว

Q **กว่าจะมาเป็น ผอ. สสวท. ในวันนี้**

A ดิฉันเรียนจบชั้นประถมศึกษาที่โรงเรียนสตรีวรนาถ แล้วย้ายมาอยู่โรงเรียนใกล้บ้านที่ตั้งใหม่ที่โรงเรียน หอวัง ตอนนั้นชื่อโรงเรียนบางเขนวิทยา แล้วมาศึกษาต่อที่โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา จากนั้นเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรีที่คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (เคมี-ชีววิทยา) และศึกษาต่อปริญญาโทด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ที่คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อจบปริญญาโทแล้วได้เข้ามาทำงานในตำแหน่งนักวิชาการสาขาเคมี ปฏิบัติหน้าที่ช่วยงานรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการของ สสวท. โดยช่วยกรองงานวิชาการทุกประเภทให้แก่รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ ดร.นิดา สะเพียรชัย ซึ่งต่อมาท่านก็ได้เป็นผู้อำนวยการคนที่ 3 ของ สสวท. เมื่อทำงานได้ 5 ปี ขณะนั้นคอมพิวเตอร์เริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการศึกษา จึงได้ขออนุญาตลาไปศึกษาต่อปริญญาเอกด้วยทุนส่วนตัว ด้าน Computer Science Teaching ที่ University of North Texas สหรัฐอเมริกา

เมื่อจบการศึกษาปริญญาเอก ก็ได้กลับมาทำงานเป็นนักวิชาการต่อที่สาขาคอมพิวเตอร์ จากนั้นก็ริเริ่มทำงานโดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาสนับสนุนงาน สสวท. และได้รับตำแหน่งต่าง ๆ เรื่อยมาตามลำดับ ตั้งแต่หัวหน้าโครงการ หัวหน้าฝ่ายแผนงานและงบประมาณ ผู้ช่วยผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ และผู้อำนวยการ สสวท. ในที่สุด

ดิฉันโชคดีที่ได้ทำงานตรงกับสิ่งที่เรียนรู้มา และเติบโตมาจากการทำงานกับ สสวท. ฉะนั้น ความรอบรู้ในงานของ สสวท. ก็ไม่มีอะไรน่าห่วง เพียงแต่มีข้อจำกัดว่าเราไม่ได้ทำงานที่หน่วยงานอื่นเลย จึงต้องสะสมองค์ความรู้และประสบการณ์ในการทำงานจากเครือข่ายรอบตัว รู้สึกภูมิใจและดีใจที่ได้มาทำงานและบริหารงานที่ สสวท. ซึ่งเป็นงานที่ส่งผลกระทบในระดับชาติ

Q บทบาทของ สสวท. ในการรับมือกับความเปลี่ยนแปลงด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ของไทย

A ทุกอย่างเปลี่ยนแปลงเร็วมาก ดิฉันตระหนักเสมอว่าจะต้องทำอย่างไรจึงจะทำให้พันธกิจ หรือการทำงานขององค์กรสนองตอบการเปลี่ยนแปลงทั้งสังคมไทยและสังคมโลก โดยในช่วงที่ผ่านมา การทำงานของ สสวท. ส่วนหนึ่งที่สำคัญ คือ การสร้างกำลังคนที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) โครงการโอลิมปิกวิชาการ โครงการพัฒนาอัจฉริยภาพด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถของเยาวชนไปจนถึงระดับสูง ซึ่งโครงการโอลิมปิกวิชาการจะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยสร้างความตระหนักให้สังคมได้เห็นความสำคัญและเข้ามาเรียนเฉพาะทางด้านนี้มากขึ้น โครงการ พสวท. ก็ยังมีความจำเป็นที่ต้องดำเนินการต่อ เพราะประเทศยังขาดกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่มาก ผลผลิตจากโครงการ พสวท. ไม่ได้เน้นเฉพาะการประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเท่านั้น แต่ต้องเป็นนักวิจัยทางวิทยาศาสตร์โดยแท้จริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ นวัตกรรมใหม่ให้สังคมไทย

และสิ่งที่ท้าทายของ สสวท. คือ ทำอย่างไรจะทำให้ประสิทธิภาพของการศึกษาวิทยาศาสตร์ไทยในภาพรวมของประเทศประสบความสำเร็จ โดยเฉพาะโรงเรียนขนาดเล็ก หรือโรงเรียนพื้นที่ห่างไกล ทุรกันดาร ยังเป็นเรื่องยากมาก ๆ เพราะมีข้อจำกัดมากมาย เช่น เรื่องของบทบาทหน้าที่ ซึ่งอาจทับซ้อนกันหลายหน่วยงาน ทั้งครูในระบบที่มีคุณภาพก็ขาดแคลน เรื่องของงบประมาณ สื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ การบริหารจัดการในพื้นที่ การวัดและประเมินผล ซึ่งยังไม่สอดคล้องกัน ความยากตรงนี้ก็เป็นความท้าทายในการทำงาน ซึ่งแม้ว่า สสวท. จะมีการวิจัย พัฒนางาน พัฒนาสื่อการเรียนรู้มาอย่างต่อเนื่อง แต่ผลผลิตเหล่านั้นยังไปไม่ถึงผู้ใช้เท่าที่ควร ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่คาดหวังจึงยังกระเตื้องขึ้นแต่ไม่มากนัก แต่ก็มีความก้าวหน้าไปในระดับหนึ่งแล้ว

อีกอย่างคือการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ที่มีศักยภาพสูง สสวท. ได้ร่วมมือกับเครือข่ายมหาวิทยาลัยผลิตครูคุณภาพตามโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ถึง 4-5 พันคน แต่ก็ยังไม่มากพอกับความต้องการของประเทศ และไม่เพียงพอต่อการพัฒนาการศึกษาไทยอย่างก้าวกระโดด หลักสูตรที่ผลิตครู กับหลักสูตรในโรงเรียนยังไม่เชื่อมโยงกัน ครูฝึกหัดจึงยังมีข้อจำกัดในหลายประเด็น บัดนี้การดำเนินงานของ สสวท. ล่วงเลยมาถึงสี่ทศวรรษแล้ว การเปลี่ยนแปลงของนักเรียนกลุ่มใหญ่ ยังไปได้ช้า ฉะนั้น สสวท. จึงจำเป็นต้องมีการทำงานร่วมกับเครือข่ายต่าง ๆ ให้มากขึ้นและหลากหลาย เพื่อช่วยกันผลักดันและพัฒนาทิศทางการดำเนินงานให้สอดคล้องต่อเนื่อง และสัมฤทธิ์ผลร่วมกันได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

สสวท. ได้นำสะเต็มศึกษาเข้ามาผลักดัน ส่งเสริมสู่สถานศึกษา เพื่อให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ มีทักษะชีวิต พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของสังคม และประกอบอาชีพ ไม่ว่าจะเป็นนักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ หรืออาชีพอื่น ๆ ก็ต้องใช้ทักษะวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จึงต้องอาศัยบุคลากรทุกฝ่ายในสถานศึกษา และระดับเขตพื้นที่การศึกษา ประกอบกับนโยบายของประเทศเป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้น และมีความหลากหลายของการเรียนรู้ในเชิงพัฒนาการ

สะเต็มศึกษาจะนำไปสู่การพัฒนาครูผู้สอนและผู้เรียนอีกรูปแบบหนึ่ง ที่จะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ และพัฒนาคุณภาพชีวิต ชุมชนและภาคเอกชนต้องเข้ามามีส่วนร่วมผลักดันการเรียนการสอนให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาโครงงานบูรณาการต่าง ๆ เพื่อเป็นการฝึกให้มีทักษะในศตวรรษใหม่ ไม่ว่าจะเป็นทักษะการคิดวิเคราะห์ การสื่อการ การร่วมมือกัน เพื่อให้เยาวชนที่จบการศึกษาภาคบังคับพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงได้

บทบาท สสวท. เน้นการวิจัย พัฒนา และคิดสร้างสรรค์ผลผลิต เผยแพร่ผ่านเครือข่ายความร่วมมือต่าง ๆ เพื่อให้มีการใช้ผลผลิตอย่างทั่วถึงโดยต้องอาศัยเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษา สพฐ สช. อปท. ฯลฯ ซึ่งต้องร่วมมือกันผลักดันให้สัมฤทธิผล อย่างเป็นรูปธรรม

Q **อยากให้สังคมมองเห็นภาพลักษณ์ของ สสวท. อย่างไร**

A ในวงการศึกษามองเห็น สสวท. เป็นผู้นำนวัตกรรมการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และอยากให้คนภายนอก รวมถึงบุคคลทั่วไปมอง สสวท. ว่าเป็นผู้ผลักดันและขับเคลื่อนวิทยาศาสตร์ศึกษาระดับพื้นฐานของไทย อยากให้เห็นว่า สสวท. เป็นหน่วยงานหลักที่จะขับเคลื่อนให้เด็กไทยของเราสามารถคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาเป็นด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในเชิงบูรณาการ สามารถคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมได้ การดำเนินงานจำเป็นต้องอาศัยชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมมากขึ้น การสร้างความตระหนักให้แก่สังคมในหลากหลายรูปแบบจึงมีความจำเป็นมาก

ในส่วนเครือข่ายต่างประเทศ สสวท. เป็นที่รู้จักและได้พันธมิตรเหล่านี้มาช่วยสนับสนุนพันธกิจของ สสวท. ได้เป็นอย่างดี

Q **แนวโน้มการทำงานของ สสวท. ในอนาคต 10 ปีข้างหน้า**

A สังคมเปลี่ยนไปมากและไม่หยุดนิ่ง มีเทคโนโลยีใหม่ ๆ และสมรรถนะด้านภาษามีความจำเป็นมากต่อการทำงาน จึงต้องเสริมศักยภาพให้แก่บุคลากร สสวท. ให้มีความเข้มแข็งและทันสมัย ไม่ว่าเป็นการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน การใช้ภาษาอังกฤษที่สามารถใช้งานได้ตามหน้าที่ เป็นต้น สื่อต่าง ๆ ของเราก็ต้องเน้นให้เป็นสื่อดิจิทัลมากขึ้น มีสองภาษาเพื่อรองรับการใช้งานในอนาคตอันใกล้ใช้เทคโนโลยีให้เป็นตัวกลางที่จะเชื่อมโยงและส่งต่อผลผลิตไปยังผู้ใช้อย่างกว้างขวาง

Q **การผลักดันด้านสะเต็มศึกษา ของ สสวท. จะเข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างไร**

A ขณะนี้มีนโยบายในระดับประเทศ ที่จะขับเคลื่อนผลักดันสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานแบบบูรณาการหลายหน่วยงาน มีการสร้างโมเดลการทำงานที่ประสบผลสำเร็จ ทั้งในโรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดเล็ก โรงเรียนขยายโอกาส ทักษะอาชีพที่เชื่อมโยงต่อการใช้ชีวิตข้างหน้าเป็นสิ่งจำเป็น สถาบันอาชีวศึกษา สถาบันอุดมศึกษาก็มีความพร้อมที่จะผลักดันอยู่แล้ว กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก็เข้ามามีส่วนร่วม การเปลี่ยนแปลงจึงน่าจะเกิดและเห็นผลเร็วขึ้น

อนาคตคิดว่าภายหลังจากมีการผลักดันครั้งใหญ่นี้ต่อไปเยาวชนคนไทยจะมีความสามารถ มีทักษะใหม่ ๆ ทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ มีการแก้ปัญหา มีการสื่อสารที่ดี เราคิดว่าสะเต็มศึกษาจะมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบกำลังคนให้มีความสามารถที่พร้อมจะแข่งขันกับชาวโลกได้ และเชื่อมั่นว่า รูปแบบกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะสามารถเปลี่ยนแปลงประเทศได้

Q **IPST Internal College ที่ สสวท. กำลังจะเปิดตัวคืออะไร**

A ส่วนที่กำลังดำเนินการและอยากฝากไว้ คือ การรวบรวมองค์ความรู้และประสบการณ์ของ สสวท. ที่สั่งสมมายาวนาน ทั้งการพัฒนา หลักสูตร สื่อ ครู เครื่องมือวัดผลประเมินผล การส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษ องค์ความรู้และประสบการณ์เหล่านี้จะถูกนำมาส่งต่อแก่ครูและบุคลากรทางการศึกษา ในรูปแบบของการจัดฝึกอบรม

สิ่งที่ได้รับโอกาสมากที่สุดจากการเป็นผู้อำนวยการ สสวท. คือ ได้เรียนรู้ และทำงานหลากหลายกับหน่วยงานต่างๆ โดยเฉพาะโครงการสำคัญ โครงการริเริ่ม และอื่นๆ ...

ทั้งภาคภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างต่อเนื่องทั้งระบบ เพื่อเปิดโลกทัศน์แก่ครู และบุคลากรทางการศึกษา รวมทั้งใช้เป็นฐานในการพัฒนาพนักงานรุ่นใหม่ ๆ ของ สสวท. ด้วยโดยในเบื้องต้นจะขอเรียกว่า **“IPST Internal College”** ก่อน โดยจะจัดอบรมทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ถือว่าเป็นการจัดการความรู้ หรือ KM ที่จะนำเอาความรู้และประสบการณ์ตรงของ สสวท. มาถ่ายทอดส่งต่อและใช้ประโยชน์

ในอนาคตอันใกล้นี้ สสวท. จะเปิดโอกาสให้ครูและบุคลากรทางการศึกษากลุ่มต่าง ๆ ได้เข้ามารับการถ่ายทอดเพื่อให้สังคมได้รับประโยชน์อันกว้างขวาง สมกับเจตนารมณ์ของ สสวท. ที่มุ่งมั่นให้มีการส่งเสริมศักยภาพการศึกษาวิทยาศาสตร์ไทยให้มีความเข้มแข็ง และได้มาตรฐานทัดเทียมกับนานาชาติ

Q ผลงานที่ภูมิใจ

A ภูมิใจที่ได้สร้างสรรค์ผลงานเด่นหลายเรื่อง ทั้งจากการดำเนินงานต่อจากผู้บริหาร สสวท. ท่านก่อน ๆ หรือจากคณะกรรมการ สสวท. ที่กำหนดทิศทางและให้นโยบายผลักดันการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีตามพันธกิจ รวมทั้งงานริเริ่มใหม่ เช่น การขับเคลื่อนการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาให้มีศักยภาพสูงด้านการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี การพัฒนา IPST Learning Space การส่งเสริมผลักดันขับเคลื่อนโครงการสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน การส่งเสริมการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (โครงการ GLOBE หรือ Global Learning and Observations to Benefit the Environment Project) ซึ่งเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของสะเต็มศึกษา

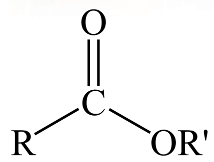
สิ่งที่กล่าวมาเหล่านี้ หากไม่ได้เป็นพนักงาน สสวท. และไม่ได้มีโอกาสมาเป็นผู้อำนวยการ ก็จะไม่มีโอกาสได้มีส่วนร่วมในการพัฒนาหลายเรื่อง ที่มีความก้าวหน้าขึ้นเป็นลำดับ ก็ถือว่าเรามีโอกาสดีมากและภูมิใจที่ได้ทำงานยิ่งใหญ่ระดับชาติ ทั้งนี้ การพัฒนาการศึกษาต้องใช้ระยะเวลายาวนานจึงจะเห็นผลสำเร็จชัดเจน

Q ความประทับใจจากการเป็นผู้อำนวยการ สสวท.

A สิ่งที่ได้รับโอกาสมากที่สุดจากการเป็นผู้อำนวยการ สสวท. คือ ได้เรียนรู้และทำงานหลากหลายกับหน่วยงานต่าง ๆ โดยเฉพาะโครงการสำคัญ โครงการริเริ่ม และอื่น ๆ ที่กล่าวข้างต้น เช่น โครงการตามพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ด้านการศึกษาในเขตพื้นที่ทุรกันดาร ที่เน้นการพัฒนาสถานศึกษาขนาดเล็ก มีโอกาสทำงานร่วมกับผู้มีความสำเร็จ ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิ หรือผู้มีความสามารถหลากหลายทั้งในประเทศและในระดับนานาชาติ ที่จะช่วยแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในการทำงานและผลักดันโครงการต่าง ๆ ร่วมกัน และตอนนี้ สสวท. มีโอกาสที่จะไปช่วยผลักดันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาของประเทศเพื่อนบ้านด้วย

สะเต็มศึกษา กับกลิ่นน้ำหอมที่เย้ายวนใจ

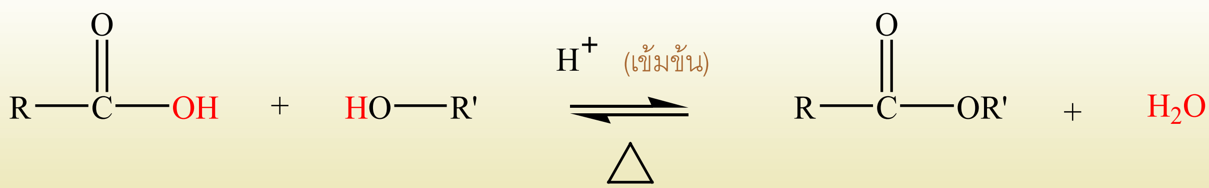
ผลไม้หรือดอกไม้หลายชนิดที่พบในธรรมชาติ เช่น กล้วยหอม แอปเปิล ดอกมะลิ ฯลฯ ล้วนมีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว กลิ่นหอมเหล่านี้เกิดจาก เอสเทอร์ (Ester) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ประเภทหนึ่ง ที่มีกลิ่นพิเศษเฉพาะตัว จึงนิยมนำมาสกัดทำเป็นน้ำหอมและเป็นสารปรุงแต่งกลิ่นอาหาร เอสเทอร์มีสูตรทั่วไป คือ RCOOR´ ดังสูตรโครงสร้าง



เอสเทอร์

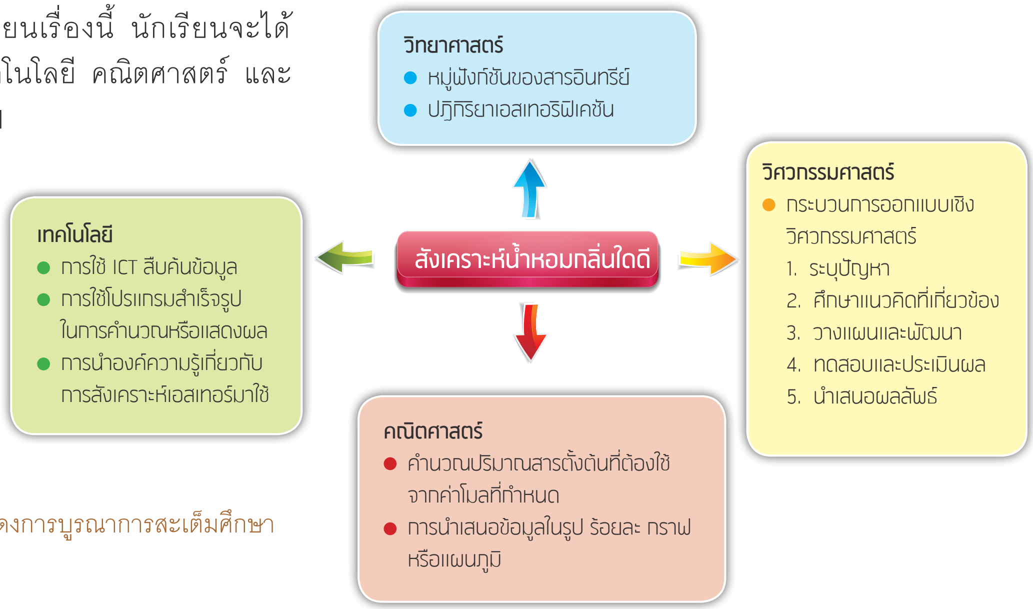
เมื่อ R คือ ไฮโดรเจน หมู่แอลคิล หรือหมู่แทนที่ไฮโดรคาร์บอนอื่น
R´ คือ หมู่แอลคิล หรือหมู่แทนที่ไฮโดรคาร์บอนอื่น

กิจกรรมเรื่อง **"สังเคราะห์น้ำหอมกลิ่นใดดี"** จะเปิดโอกาสให้นักเรียนสังเคราะห์เอสเทอร์จากปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน (esterification) ระหว่างกรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid) กับแอลกอฮอล์ (alcohol) ดังสมการ



กรดคาร์บอกซิลิก แอลกอฮอล์ เอสเทอร์ น้ำ

ในการทำกิจกรรมการเรียนเรื่องนี้ นักเรียนจะได้บูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ดังแผนผังในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังแสดงการบูรณาการสะเต็มศึกษา

แนวทางการจัดกิจกรรม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง "สังเคราะห์น้ำหอมกลิ่นใดดี" ได้ดำเนินตามลักษณะสำคัญของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ อันได้แก่ ระบุปัญหา ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง วางแผนและพัฒนา ทดสอบและประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์

1. ระบุปัญหา

ในการจัดกิจกรรมเรื่อง **"สังเคราะห์น้ำหอมกลิ่นใดดี"** ครูเริ่มต้นกิจกรรมโดยให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่ครูกำหนด จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายเรื่อง ปัญหา ข้อจำกัด และภารกิจที่นักเรียนต้องทำสถานการณ์ที่กำหนด

สมมติว่านักเรียนเป็นนักเคมีในสังกัดบริษัทน้ำหอมแห่งหนึ่ง โดยมีกลุ่มลูกค้าเป้าหมายคือผู้ใหญ่อายุตั้งแต่ 25 – 40 ปี และบริษัทได้เปิดกิจการมานาน 15 ปี แต่ในช่วง 2 – 3 ปีหลังพบว่าประสบการขาดทุน เนื่องจากบุคคลในช่วงอายุดังกล่าวไม่นิยมใช้น้ำหอมเหมือนในอดีต ดังนั้นทางบริษัทจึงจัดประชุมและได้ข้อสรุปว่าจะผลิตน้ำหอมสำหรับวัยรุ่นอายุ 13 – 18 ปี โดยทางบริษัทต้องการให้นักเรียนไปสำรวจกลิ่นน้ำหอมที่กลุ่มเป้าหมายชื่นชอบ และให้นักเรียนคิดค้นสูตรการสังเคราะห์น้ำหอมที่มีกลิ่นดังกล่าว โดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่มีในห้องปฏิบัติการเท่านั้น นอกจากนี้นักเรียนต้องออกแบบโปสเตอร์และสโลแกนขายน้ำหอมด้วย โดยนักเรียนต้องทำภารกิจทุกอย่างให้เสร็จภายในเวลา 6 ชั่วโมง

2. ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ภารกิจที่นักเรียนต้องทำในขั้นตอนของการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำรวจกลิ่นเอสเทอร์หรือน้ำหอมที่กลุ่มเป้าหมายชื่นชอบ และเลือกเอสเทอร์ที่จะสังเคราะห์ แล้วศึกษาวิธีสังเคราะห์เอสเทอร์นั้น

2.1 สำรวจกลิ่นเอสเทอร์หรือน้ำหอมที่ชื่นชอบ

ในกิจกรรมนี้ ครูได้เตรียมเอสเทอร์หรือน้ำหอมไว้ 10 ชนิด บางชนิดได้จากการสังเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ บางชนิดได้จากสารแต่งกลิ่นอาหาร และบางชนิดจากน้ำหอมสำหรับฉีดในห้องนอนหรือห้องรับแขก จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มออกสำรวจกลิ่นน้ำหอมที่มีผู้ชื่นชอบมากที่สุด โดยสุ่มถามนักเรียนในโรงเรียนเดียวกันตั้งแต่ ม.1 – ม.6 และมีช่วงอายุ 13 – 18 ปี จากนั้น นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาสร้างตารางแจกแจงความถี่ หรือจัดทำข้อมูลในรูปกราฟ

2.2 เลือกเอสเทอร์ที่จะสังเคราะห์

เนื่องจากเนื้อหาเกี่ยวกับหมู่ฟังก์ชันและเคมีอินทรีย์เป็นเนื้อหาใหม่สำหรับนักเรียน ดังนั้นก่อนการสืบค้นหาองค์ความรู้และวิธีการที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เอสเทอร์ ครูควรอธิบายความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหมู่ฟังก์ชันและสารอินทรีย์ประเภทกรดคาร์บอกซิลิก แอลกอฮอล์ และเอสเทอร์ รวมถึงปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน พร้อมปูพื้นความเข้าใจของนักเรียน เมื่อนักเรียนมีองค์ความรู้พื้นฐานเพียงพอแล้ว ครูให้นักเรียนเลือกชนิดของเอสเทอร์ที่จะสังเคราะห์ โดยนักเรียนอาจใช้ข้อมูลจากตารางที่ 1 หรือสืบค้นจากแหล่งอื่นๆ เช่น อินเทอร์เน็ต จากนั้นนักเรียนเขียนเอกสารอธิบายเหตุผลการตัดสินใจเลือกเอสเทอร์ชนิดดังกล่าว และขอรับการอนุมัติสังเคราะห์เอสเทอร์จากครู ตัวอย่างเอกสารประกอบการเลือกเอสเทอร์ได้แสดงดังรูปที่ 2

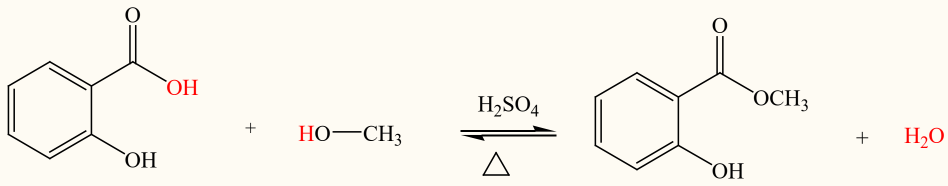
กลิ่นที่เลือก น้ำมันระกำ

☐ ซ้ำกับกลุ่มอื่น
☑ ไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่น

ร้อยละของกลุ่มลูกค้าที่ชื่นชอบ 22 %

สารเอสเทอร์ที่ให้กลิ่น เมทิลซาลิซิเลต

สมการการสังเคราะห์



กรดซาลิซิลิก | เมทานอล | เมทิลซาลิซิเลต | น้ำ

ผลการตรวจสอบสารเคมี

ลำดับที่	สารเคมี	ผลการตรวจสอบ
1	กรดซาลิซิลิก	☑ มีสารในห้องปฏิบัติการ ☐ ไม่มีสารในห้องปฏิบัติการ
2	เมทานอล	☑ มีสารในห้องปฏิบัติการ ☐ ไม่มีสารในห้องปฏิบัติการ
3	กรดซัลฟิวริก	☑ มีสารในห้องปฏิบัติการ ☐ ไม่มีสารในห้องปฏิบัติการ

รูปที่ 2 ตัวอย่างเอกสารประกอบการเลือกเอสเทอร์ (นักเรียนออกแบบเอง)

หมายเหตุ

1. ในบางกรณีนักเรียนอาจไม่สามารถสังเคราะห์เอสเทอร์ที่มีกลิ่นเดียวกับที่มีผู้ชื่นชอบมากที่สุดได้ เช่น อาจไม่มีสารเคมีที่จำเป็นต้องใช้ในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นนักเรียนจึงต้องเลือกเอสเทอร์ที่มีผู้ชื่นชอบมากเป็นลำดับรองลงไปมาสังเคราะห์แทน
2. ถ้านักเรียนกลุ่มใดเลือกจะสังเคราะห์เอสเทอร์ชนิดเดียวกัน นักเรียนต้องเสนอแผนการตลาดที่น่าสนใจกว่าคู่แข่ง

2.3 ศึกษาวิธีสังเคราะห์เอสเทอร์

เมื่อนักเรียนทราบชนิดของเอสเทอร์ที่จะสังเคราะห์แล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการสืบค้นข้อมูลเพื่อหาวิธีการสังเคราะห์เอสเทอร์ชนิดนั้นจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ อย่างไรก็ตามจากการทำกิจกรรมนี้จะพบว่านักเรียนไม่สามารถหาวิธีสังเคราะห์เอสเทอร์ที่เฉพาะเจาะจงชนิดกับเอสเทอร์ชนิดเดียวกับที่ต้องการสังเคราะห์ได้ ดังนั้นครูจึงต้องช่วยเหลือโดยให้นักเรียนหาวิธีสังเคราะห์เอสเทอร์ทั่ว ๆ ไป แล้วนำมาประยุกต์ใช้สังเคราะห์เอสเทอร์ชนิดที่ต้องการด้วยตนเอง

3. วางแผนและพัฒนา

ภารกิจที่นักเรียนต้องทำในขั้นตอนของการวางแผนและพัฒนาสูตรน้ำหอม ได้แก่ วางแผนการสังเคราะห์เอสเทอร์เพื่อนำไปพัฒนาเป็นสูตรน้ำหอม และดำเนินการสังเคราะห์เอสเทอร์

3.1 วางแผนการสังเคราะห์เอสเทอร์ที่จะนำไปพัฒนาเป็นสูตรน้ำหอม

ในการสังเคราะห์เอสเทอร์นักเรียนต้องมีความรู้เรื่องโมลและมวลโมเลกุลของสาร เพื่อคำนวณหาปริมาณสารตั้งต้นที่จำเป็นต้องใช้ในปฏิกิริยา อย่างไรก็ตามนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมนี้ได้เรียนเรื่องโมลและมวลโมเลกุลมาแล้ว จึงไม่จำเป็นต้องมีความรู้เพิ่มเติมเพียงแต่ต้องได้รับการทบทวนเพียงเล็กน้อย ถ้ามีการนำกิจกรรมนี้ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่นที่ยังไม่เคยเรียนเรื่องเอสเทอร์มาก่อน ครูอาจต้องให้ความรู้เพิ่มเติม หรือให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้

เนื่องจากกรดคาร์บอกซิลิกที่ใช้ในกิจกรรมนี้มีโครงสร้างโมเลกุลค่อนข้างใหญ่และมีมวลโมเลกุลมากเมื่อเปรียบเทียบกับแอลกอฮอล์ ดังนั้นกิจกรรมจึงได้กำหนดให้นักเรียนใช้กรดคาร์บอกซิลิก 0.5 กรัม และสัดส่วนโมลของกรดคาร์บอกซิลิก : แอลกอฮอล์ เท่ากับ 1 mol : 10 mol

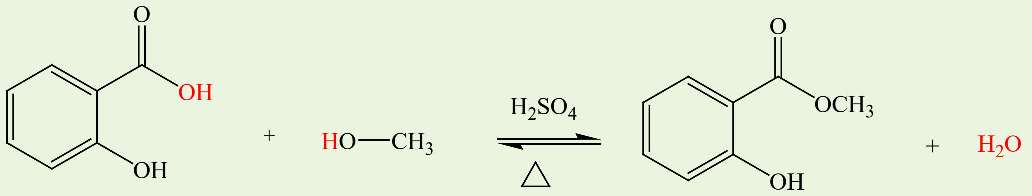
ในการทดลองนี้แอลกอฮอล์ส่วนหนึ่งจะทำหน้าที่เป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยา และแอลกอฮอล์ส่วนที่เหลือทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายหรือตัวกลางของปฏิกิริยา ซึ่งแอลกอฮอล์ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาจะมีผลรบกวนกลิ่นของเอสเทอร์น้อยมาก อย่างไรก็ตามในการนำกิจกรรมนี้ไปสอน ครูจะต้องทำการทดสอบขั้นตอนต่าง ๆ ล่วงหน้าเสมอ

เมื่อนักเรียนคำนวณปริมาณสารที่จำเป็นต้องใช้เรียบร้อยแล้ว นักเรียนออกแบบวิธีหรือขั้นตอนการสังเคราะห์เอสเทอร์ จากนั้นนำเอกสารมาส่งครูเพื่อรับอุปกรณ์และสารเคมีไปสังเคราะห์เอสเทอร์ต่อไป

ตัวอย่างเอกสารการวางแผนของนักเรียน

การสังเคราะห์ เมทิลซาลิซิเลต

สมการ



วิธีคำนวณ

กรดซาลิซิลิก ($C_7H_6O_3$) : มวลโมเลกุล = 138.121 g/mol

กรดซาลิซิลิก 0.5 กรัม = 0.5 g ÷ 138.121 g/mol = 3.6×10^{-3} mol

เมทานอล (CH_3OH) : ใช้โมล 10 เท่าของกรดซาลิซิลิก ดังนั้นใช้ 3.6×10^{-2} mol

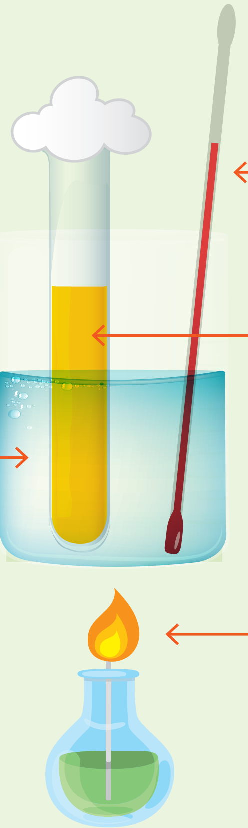
ซึ่งมวลโมเลกุล = 32.04 g/mol ความหนาแน่น 0.792 g/mL

$$\text{ดังนั้นใช้ เมทานอล} = 3.6 \times 10^{-2}\ \text{mol} \times \frac{32.04\ \text{g/mol}}{0.792\ \text{g/mL}}$$

= 1.46 mL (หรือ 1.50 mL โดยประมาณ)

วิธีดำเนินการ

1. เติมน้ำประมาณ 150 – 200 mL ลงในบีกเกอร์
2. อุ่นน้ำในบีกเกอร์ โดยให้อุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์อยู่ในช่วง 60 – 80 °C
3. เติมกรดซาลิซิลิกมวล 0.5 กรัม ลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติมเมทานอลปริมาตร 1.5 mL แล้วหยดกรดซัลฟิวริกประมาณ 0.25 mL ลงในหลอดทดลอง หรือประมาณ 5 หยด
4. ใช้สำลีปิดที่ปลายหลอดทดลอง
5. นำหลอดทดลองไปรับความร้อนจากบีกเกอร์ที่มีน้ำที่อุ่น แช่นานประมาณ 10 – 15 นาที แล้วใช้แท่งแก้วคนสารในหลอดทดลองเป็นระยะ ๆ



6. ทดสอบ เมทิลซาลิซิเลตที่เกิดขึ้น โดยใช้แท่งแก้วจุ่มลงสารในหลอดทดลอง แล้วนำไปแตะบนกระดาษกรองที่ตัดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 2 cm x 10 cm แล้วทดสอบกลิ่น
7. ถ้ามีเมทิลซาลิซิเลตเกิดขึ้น ให้เทสารลงในขวดเก็บสาร

3.2 ดำเนินการสังเคราะห์เอสเทอร์

เมื่อวางแผนและออกแบบวิธีการสังเคราะห์เอสเทอร์เรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนนำแผนแบบไปแสดงให้ครูดูเพื่อรับการอนุญาตสังเคราะห์เอสเทอร์ จากนั้นนำแผนแบบที่ผ่านการอนุญาตไปแสดงต่อผู้ช่วยครูเพื่อรับสารเคมีและอุปกรณ์ ขณะทำการสังเคราะห์เอสเทอร์ ครูและผู้ช่วยครูอาจคอยให้ความช่วยเหลือและดูแลอย่างใกล้ชิด


รูปที่ 3 นักเรียนดำเนินการสังเคราะห์เอสเทอร์

4. ทดสอบและประเมินผล

เมื่อนักเรียนสังเคราะห์เอสเทอร์ได้แล้ว นักเรียนเทเอสเทอร์ที่สังเคราะห์ได้ลงในขวดที่ครูเตรียมไว้ให้จากนั้นสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มทดสอบกลิ่นเอสเทอร์สังเคราะห์เทียบกับกลิ่นน้ำหอมต้นแบบ นอกจากนี้ก็กำหนดให้เพื่อนต่างกลุ่ม เพื่อนนอกชั้นเรียน ครูและผู้ช่วยครูช่วยกันทดสอบ ถ้ามีผู้ให้ความเห็นว่าสารเอสเทอร์มีกลิ่นแตกต่างจากน้ำหอมต้นแบบหรือกลิ่นไม่หอม หรือกลิ่นไม่แตกต่างจากสารตั้งต้นที่ใช้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของผู้ทดสอบกลิ่น นักเรียนต้องสังเคราะห์เอสเทอร์ใหม่อีกครั้งหนึ่ง

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกลิ่น (N = 12)

ลำดับ	การลงความเห็น	ข้อสรุป	เปอร์เซ็นต์
1	กลิ่นของเอสเทอร์คล้ายกับน้ำหอมต้นแบบ มีกลิ่นหอม หรือ กลิ่นแตกต่างจากสารตั้งต้นที่ใช้	ผ่านเกณฑ์	83.33
2	กลิ่นของเอสเทอร์แตกต่างจากน้ำหอมต้นแบบ กลิ่นไม่หอม หรือ กลิ่นไม่แตกต่างจากสารตั้งต้นที่ใช้	ไม่ผ่านเกณฑ์	16.67

5. นำเสนอผลลัพธ์

ครูให้นักเรียนทำโปสเตอร์เพื่อนำเสนอผลงาน โดยพิจารณาประเด็น การเลือกกลิ่นน้ำหอม วิธีสังเคราะห์ ผลการสังเคราะห์ กลยุทธ์การตลาด สโลแกน จากนั้น นักเรียน ครูและผู้ช่วยครูร่วมกันลงคะแนนเลือกกลุ่มที่ชอบมากที่สุด ดังนี้

- กลุ่มที่นำเสนอดีที่สุด 1 กลุ่ม
- กลุ่มที่ทำโปสเตอร์ได้สวยที่สุด 1 กลุ่ม
- กลุ่มที่มีแผนการตลาดและสโลแกนยอดเยี่ยม 1 กลุ่ม


รูปที่ 4 ตัวอย่างโปสเตอร์และการนำเสนอของนักเรียน

การประเมินผล

การประเมินผลการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง "สังเคราะห์น้ำหอมกลิ่นใดดี" ครูสามารถประเมินสมรรถนะและการทำงานของนักเรียนได้ 4 ด้าน คือ เนื้อหา การทำงาน คุณภาพของชิ้นงาน และการนำเสนอ ตามเกณฑ์ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมิน

รายการ/ผลการประเมิน	ยอดเยี่ยม	ดี	ต้องปรับปรุง
เนื้อหา	นำเสนอและตอบคำถามในใบบันทึกกิจกรรมเกี่ยวกับหมู่ฟังก์ชันและปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันได้ถูกต้องสมบูรณ์	นำเสนอและตอบคำถามในใบบันทึกกิจกรรมเกี่ยวกับหมู่ฟังก์ชันและปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	สามารถนำเสนอหรือตอบคำถามในใบบันทึกกิจกรรมเกี่ยวกับหมู่ฟังก์ชันและปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันได้ถูกต้องเพียงเล็กน้อย
การทำงาน	มีรายงานความก้าวหน้าของงานอย่างสม่ำเสมอ และแสดงหลักฐานของการวางแผนการทำงานอย่างชัดเจน	มีรายงานความก้าวหน้าของงานและแสดงหลักฐานของการวางแผนการทำงานแต่ยังมีหลายส่วนที่ไม่ชัดเจนหรือคลุมเครือ	ไม่รายงานความก้าวหน้าของงานและไม่แสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ของการวางแผนการทำงาน
คุณภาพของชิ้นงาน	สามารถสร้างชิ้นงาน (น้ำหอมและโปสเตอร์) ได้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด	สามารถสร้างชิ้นงาน (น้ำหอมและโปสเตอร์) ได้แต่ไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด	ไม่สามารถสร้างชิ้นงานได้เลย
การนำเสนอ	อธิบายกระบวนการทำงานได้ชัดเจนตรงประเด็นและกลยุทธ์ในการนำเสนอน่าสนใจ	สามารถอธิบายกระบวนการทำงานได้ไม่ชัดเจน และตรงประเด็นนักหรือกลยุทธ์ในการนำเสนอยังไม่น่าสนใจ	การนำเสนอไม่ตรงประเด็น และไม่น่าสนใจ

บทความที่นำเสนอในที่นี้เป็นตัวอย่างการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งนอกจากจะมีการบูรณาการเนื้อหาข้ามกลุ่มวิชาแล้ว ยังได้ดำเนินกิจกรรมตามลักษณะสำคัญของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ 5 ลักษณะที่สำคัญ ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เสนอไว้ ได้แก่ ระบุปัญหา ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง วางแผนและพัฒนา ทดสอบและประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์ ซึ่งจากการสังเกตการทำกิจกรรมและจากการสอบถามนักเรียนอย่างไม่เป็นทางการพบว่านักเรียนได้เรียนรู้เรื่องนี้อย่างมีความหมาย เพราะนักเรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้และกระบวนการทำงานในห้องเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหา สำหรับครูหรือผู้อ่านที่สนใจจะนำกิจกรรมนี้ไปสอนหรือจัดกิจกรรม สามารถปรับหรือประยุกต์เนื้อหาให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนได้

บรรณานุกรม

Change, R. (2007). *Chemistry*. 10th edition: New York: McGrawHill.

มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา. (2558). *เคมี (มัธยมศึกษาตอนต้น): โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิ สอวน.* พิมพ์ครั้งที่ 9; บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์. กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5.* พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การค้า สกสค.

เอกสารการประชุมวิชาการ International Technology Education Association (ITEA). (2005). *Invention: the invention crusade.*

ดร.บัวหลวง ฝ้ายเยื่อ • สาขาวิชาชีววิทยา โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ จังหวัดนครปฐม • e-mail: B.Faiyue@mwit.ac.th
สมฤทัย แก้วบุญ • สาขาวิชาชีววิทยา โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ จังหวัดนครปฐม

ข้อมูลเพิ่มเติม
bit.ly/199-1

ตระหนักรู้ในประโยชน์ของ ขี้แดดนาเกลือ ผ่านการทำ mini-project

นาเกลือเป็นแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนที่ครูสามารถจัดกิจกรรมที่ท้าทายให้นักเรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนกระตุ้นให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาองค์ความรู้จากสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน นาเกลือได้ถูกนำมาเป็นแหล่งเรียนรู้ในกิจกรรมค่ายวิชาการของโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (MWITS) ประจำปีการศึกษา 2558 ในค่าย “มหัศจรรย์ภูมิปัญญาไทยที่ MWITS ได้ร่วมวิจัย ณ ตำบลบางคนที” โดยการจัดค่ายให้เป็นแบบองค์รวม คือบูรณาการความรู้หลากหลายสาขาวิชาเพื่ออธิบายภูมิปัญญาท้องถิ่น และจัดให้มีการพัฒนาต่อยอดด้วยการทำ mini-project จากโจทย์วิจัยที่นักเรียนผู้ร่วมค่ายสนใจจริง ผลปรากฏว่า กิจกรรมได้รับความสนใจจากนักเรียนเป็นอย่างมาก จึงใคร่นำเสนอรูปแบบหนึ่งในการจัดกิจกรรมค่าย ดังต่อไปนี้

กิจกรรมในวันที่ 1 รวบรวมข้อมูล ระบุปัญหา และออกแบบการทดลอง

นักเรียนฟังการบรรยายข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการทำนาเกลือ และเดินทางไปศึกษาพื้นที่จริงของนาเกลือ โดยมีคุณบุญปรอด เจริญฤทธิ์ (ครูโต) แห่งโรงเรียนการทำนาเกลือสมุทรสงครามทำหน้าที่เป็นวิทยากรให้นักเรียนรู้จักวิธีการทำนาเกลือ และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนาเกลือ ซึ่งได้แก่ เกลือจืด (ยิปซัม) ดอกเกลือ เกลือขาว เกลือกลาง เกลือดำ และขี้แดดนาเกลือ ตลอดจนพืชที่ขึ้นในบริเวณรอบนาเกลือ เช่น ต้นชะคราม

เมื่อฟังคำบรรยายและได้ศึกษาพื้นที่จริงแล้ว นักเรียนมารวมกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนหัวข้อปัญหาที่ตนเองตั้งขึ้น ซึ่งอาจจะได้มาจากระหว่างการฟังบรรยายหรือการลงศึกษาพื้นที่จริง ตัวอย่างปัญหาที่นักเรียนหยิบยกขึ้นมาได้แก่

- ทำอย่างไรจึงจะผลิตเกลือได้เร็วขึ้น
- ผลึกของเกลือแต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างไร
- เหตุใดต้นชะครามบางต้นที่ขึ้นรอบนาเกลือจึงมีสีแดง
- ขี้แดดนาเกลือมีส่วนประกอบอะไรบ้าง
- นอกจากจะใช้ทำปุ๋ยแล้ว ขี้แดดนาเกลือสามารถทำประโยชน์อะไรได้อีกบ้าง

จากนั้น ครูแนะนำให้นักเรียนแบ่งปัญหาทั้งหมดออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่คือ

(1) ปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้ในทันที จากการสอบถามวิทยากร หรือค้นหาและได้คำตอบทางอินเทอร์เน็ต โดยไม่จำเป็นต้องทำการทดลอง

(2) ปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้ แต่ต้องใช้เวลานาน จึงไม่สามารถทำให้เสร็จได้ภายในระยะเวลาของการเข้าค่าย เพราะต้องอาศัยเครื่องมือบางอย่างที่ซับซ้อน

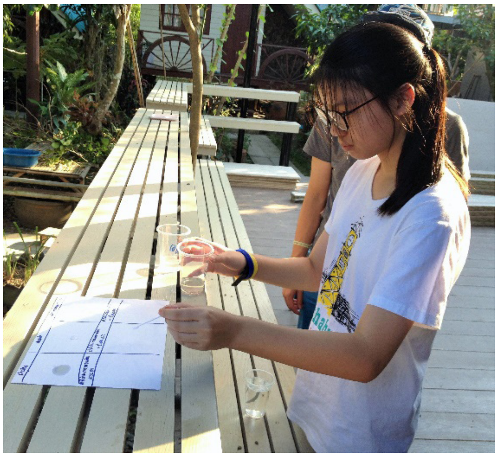
(3) ปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้ด้วยการทดลอง และสามารถทำให้เสร็จภายในระยะเวลาของการเข้าค่าย เมื่อแบ่งกลุ่มปัญหาได้แล้ว ครูกำหนดให้นักเรียนเลือกปัญหาในกลุ่มที่ 3 มาวางแผนการทดลองเพื่อหาคำตอบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (scientific process) เช่นเดียวกับการทำโครงงาน (project) แต่ด้วยระยะเวลาที่สั้นกว่าจึงเรียกว่าการทำ mini-project โดยนักเรียนต้องเสนอแนวทางการทดลองและการเก็บข้อมูล (mini-project proposal) ต่อครูและบรรดาสมาชิกของค่ายให้วิพากษ์และขอคำแนะนำเพิ่มเติม เพื่อให้ผลการทดลองที่ได้มีความถูกต้องและเป็นที่น่าเชื่อถือมากที่สุด ซึ่งหัวข้อปัญหาที่นักเรียนเลือกมาทำ mini-project คือ *"ขี้แดดนาเกลือสามารถกรองไขมันได้หรือไม่?"*

ฟังการบรรยายกระบวนการทำนาเกลือ และศึกษาพื้นที่นาเกลือ

กิจกรรมในวันที่ 2 ทำ mini-project และเตรียมตัวนำเสนอผลการทดลอง

นักเรียนลงมือทำ mini-project ตามแผนที่ได้กำหนดไว้

ปัญหา	ขี้แดดนาเกลือสามารถกรองไขมันจากน้ำล้างจานได้หรือไม่?
สมมติฐาน	ถ้าขี้แดดนาเกลือสามารถกรองไขมันได้แล้ว น้ำที่ผ่านการกรองจะปราศจากไขมัน
วิธีการทดลอง	สร้างชุดกรองน้ำอย่างง่าย จำนวน 3 ชุด โดยใช้ขวดน้ำอัดลมเป็นโครงร่าง ดังนี้คือ ชุดที่ 1 ประกอบด้วยสำลี กรวด ทรายหยาบ ทรายละเอียด และถ่าน ชุดที่ 2 ประกอบด้วยสำลี กรวด ทรายหยาบ ทรายละเอียด และขี้แดดนาเกลือแห้ง ชุดที่ 3 ประกอบด้วยสำลี และกลุ่มสาหร่ายกับตะไคร้น้ำ (ขี้แดดนาเกลือสด) จากนั้นเทน้ำล้างจานที่มีไขมันผ่านชุดกรองแต่ละชุด โดยให้น้ำมีปริมาตรเท่ากัน
การเก็บผลการทดลอง	นำน้ำที่ผ่านการกรองไปทดสอบไขมัน โดยนำไปหยดลงบนกระดาษสีขาว (A4) แล้วผึ่งกระดาษให้แห้งเพื่อสังเกตความโปร่งแสง โดยมีน้ำเปล่าและน้ำยาล้างจานที่ไม่ได้ผ่านเครื่องกรองเป็นชุดควบคุม



นักเรียนทำการกรองน้ำผ่านชุดเครื่องกรองและทำการตรวจสอบไขมัน

เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและเตรียมการนำเสนอผลการทดลอง โดยให้รูปแบบการนำเสนอเป็นโปรแกรม Power Point หรือนำเสนอด้วยโปสเตอร์ที่เขียนเอง บนกระดาษชาร์ตพร้อมการตกแต่งด้วยสีสันต่าง ๆ หรือนำเสนอเป็นคลิปวีดีโอสั้น ๆ

กิจกรรมในวันที่ 3 การนำเสนอผลการทดลอง

นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง พร้อมทั้งตอบคำถามของเพื่อนๆ และครูประจำค่าย โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า “ชุดกรองน้ำที่มีขี้แดดนาเกลือ ไม่ว่าจะเป็นแบบแห้งหรือแบบสดก็สามารถกรองไขมันได้อย่างมีประสิทธิภาพดีกว่าชุดทดลองที่ไม่มีขี้แดดนาเกลือ ซึ่งมีไขมันปนเปื้อนอยู่บ้าง” ทั้งนี้โดยการสังเกตความโปร่งใสของกระดาษที่ใช้กรอง

จะเห็นได้ว่าการมอบหมายให้นักเรียนทำ mini-project สามารถฝึกกระบวนการทำงานวิทยาศาสตร์ ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกความรับผิดชอบ ฝึกการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และฝึกการบูรณาการองค์ความรู้ ซึ่งทักษะเหล่านี้มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตในคริสต์ศตวรรษที่ 21 ของเยาวชนรุ่นใหม่ แม้ผลการศึกษาที่ได้จากการทำ mini-project ยังไม่สามารถนำไปตีพิมพ์เผยแพร่ในระดับชาติหรือนานาชาติได้ แต่แนวคิดเกี่ยวกับการนำขี้แดดนาเกลือมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์กรองน้ำเป็นความคิดสร้างสรรค์ที่น่าสนใจ หากได้มีการต่อยอดในลักษณะของโครงงานหรืองานวิจัยที่สูงขึ้น เชื่อว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ทำโครงงานอย่างมหาศาล ผู้เขียนเชื่อว่านอกจากขี้แดดนาเกลือแล้ว ยังมีสิ่งอื่นๆ อีกมากในนาเกลือที่สามารถนำมากระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นอยากทดลอง จึงขอเชิญชวนผู้อ่านทุกท่านได้พิจารณาให้นาเกลือเป็นแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนในการจัดค่ายหรือกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ในครั้งต่อไป

นักเรียนเตรียมข้อมูลและเสนอผลการทำ mini-project

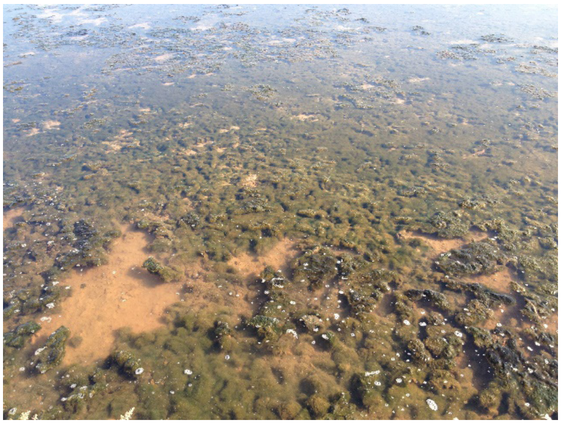
กรอบความรู้

กระบวนการทำนาเกลือ

กระบวนการทำนาเกลือประกอบไปด้วยแปลงนาชนิดต่าง ๆ ดังนี้ (1) นาวังหรือนาขัง สำหรับกักน้ำทะเลไว้ใช้ และให้สิ่งเจือปนต่าง ๆ ตกตะกอนก่อนปล่อยน้ำเข้านาขั้นต่อไปโดยใช้กังหันลม หรือเครื่องสูบน้ำ (2) นาตาก ทำหน้าที่ตากน้ำทะเลด้วยแสงแดดเพื่อทำให้น้ำระเหยไป ทำให้ความเข้มข้นของเกลือที่ละลายอยู่มีค่าประมาณ 6-16 องศาโบเม่ โดยการใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดความเค็ม (3) นารองเชื้อ มีความเข้มข้นของเกลือประมาณ 18-20 องศาโบเม่ (4) นาเชื้อ มีความเข้มข้นของเกลือประมาณ 22-23 องศาโบเม่ โดยจะพบการตกผลึกของเกลือจืดหรือยิปซัม ($CaSO_4$) และ (5) นาปลงซึ่งเป็นบริเวณที่น้ำทะเลเป็นสารละลายอิ่มตัวมากมีความเข้มข้นของเกลือสูงถึง 24-25 องศาโบเม่ ทำให้เกลือตกผลึกลงสู่ท้องนา หลังจากนั้นชาวนาเกลือก็จะรื้อเกลือ แล้วนำไปเก็บในยุ้งเพื่อรอจำหน่ายต่อไป

กำเนิดขี้แดดนาเกลือ

ชาวนาเกลือจะหยุดพักการทำนาเกลือในฤดูฝน คือระหว่างเดือนพฤษภาคม-เดือนตุลาคมของทุกปี น้ำฝนที่ขังอยู่ในนาจึงทำให้ตะไคร่น้ำ สาหร่าย และจุลินทรีย์บางชนิดเจริญเติบโต เมื่อเข้าสู่ฤดูการทำนาเกลือคือเดือนพฤศจิกายน จะมีการปล่อยน้ำออกจากแปลงนาทำให้ตะไคร่น้ำ สาหร่ายและจุลินทรีย์จับตัวกันเป็นแผ่นแห้งและแตกระแหง ชาวนาเกลือเรียกว่า “ดินหนังหมา หรือขี้แดดนาเกลือ” โดยพื้นที่ 1 ไร่ จะมีขี้แดดนาเกลือตั้งแต่ 500-1,000 กิโลกรัม เมื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่ามีธาตุโพแทสเซียม 2% และฟอสฟอรัส 0.13% จึงสามารถนำมาเป็นปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเร่งการเติบโตของส้มโอ แตงโม ละมุด พุทรา และผักบางชนิดได้



กลุ่มของตะไคร่น้ำและสาหร่าย (ขี้แดดนาเกลือสด)

ขี้แดดนาเกลือ

บรรณานุกรม

ชมวิวทิวทัศน์. (2557). *เปลี่ยนขยะจากนาเกลือเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชั้นดี "ขี้แดดนาเกลือ หรือดินหนังหมา"*. สืบค้นเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2558, จาก http://www.oknation.net/blog/thaitourismsociety/2014/07/20/entry-1

บัวหลวง ฝ้ายเยื่อ. (2550). การจัดค่ายวิทยาศาสตร์แบบองค์รวม. *วารสาร สควค.* 4, หน้า 10-11.

เว็บไซต์แหล่งเรียนรู้ออนไลน์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). เรื่อง แหล่งเรียนรู้นาเกลือ สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558, จาก http://fieldtrip.ipst.ac.th/intro_content.php?content_id=7

ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณบุญปรอด เจริญฤทธิ์ จากโรงเรียนการทำนาเกลือสมุทรสงคราม และคณะครูผู้ดูแลค่ายวิชาการจากโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ทุกคนในการให้คำแนะนำระหว่างการทำ mini-project ของนักเรียน และขอบคุณงบประมาณการจัดค่ายจากโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ จังหวัดนครปฐม

ดร.รณชัย ปานะโปย • นักวิชาการ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สสวท. • e-mail: rpana@ipst.ac.th

คุณลักษณะที่พึงประสงค์ เชิงคณิตศาสตร์

ในการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน นักการศึกษาคณิตศาสตร์ทั่วโลกมีความมุ่งหวังจะพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถด้านเนื้อหา ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลักฐานที่ใช้สนับสนุนมุมมองนี้ได้เป็นอย่างดี คือ กรอบมาตรฐานหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนของแต่ละประเทศ ซึ่งมักจะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญอย่างน้อยสองส่วน คือ **มาตรฐานด้านเนื้อหา (content standards)** และ**มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์** ซึ่งรวมถึงมาตรฐานด้านกระบวนการ (process standards) ด้วย

กรอบหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนของแต่ละประเทศจะมีมาตรฐานด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาในเรื่องจำนวน พีชคณิต การวัด และเรขาคณิต เพราะเป็นเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานความรู้ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น จะแตกต่างกันอยู่บ้างก็แต่เพียงชั้นปีที่นักเรียนเรียนเนื้อหาเหล่านี้ ส่วนมาตรฐานด้านกระบวนการของแต่ละประเทศอาจมีบางส่วนที่แตกต่างกัน เพื่อแสดงให้เห็นจุดเน้นเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศนั้น ๆ

บทความนี้จะแนะนำให้ผู้อ่านรู้จัก มาตรฐานสำหรับคุณลักษณะที่พึงประสงค์เชิงคณิตศาสตร์ หรือที่เรียกว่า **Standards for Mathematical Practices** ซึ่งมีการเผยแพร่ในปี ค.ศ. 2010 ภายใต้กรอบหลักสูตรคณิตศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่รู้จักกันในชื่อ Common Core State Standards for Mathematics (CCSSM) กรอบหลักสูตรนี้จัดทำขึ้นโดย Council of Chief State School Officers และ National Governors Association Center for Best Practices และมิได้มีการบังคับใช้ แต่ให้อยู่ในดุลยพินิจของแต่ละรัฐ ถึงปัจจุบัน (กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559) มี 42 รัฐในสหรัฐอเมริกาที่ได้นำกรอบหลักสูตรนี้ไปใช้แล้ว

คุณลักษณะที่พึงประสงค์เชิงคณิตศาสตร์นี้เป็นการผนวกแนวคิดด้านกระบวนการและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน นักการศึกษาคณิตศาสตร์เน้นความสำคัญของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะเกี่ยวข้องกับกระบวนการที่มนุษย์ใช้ในการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในบริบทต่าง ๆ โดยประกอบด้วย การแก้ปัญหา (Problem solving) การให้เหตุผลและการพิสูจน์ (Reasoning and proof) การสื่อสาร (Communication) การเชื่อมโยง (Connection) การสื่อความหมาย (Representation) (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) สำหรับประเทศไทยได้จัดให้กระบวนการคณิตศาสตร์อยู่ในสาระด้านทักษะและกระบวนการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ส่วนแนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical proficiency) ได้รับการอ้างอิงจากหนังสือ Adding It Up: Helping Children learn Mathematics (National Research Council, 2001) ซึ่งเป็นผลงานของนักการศึกษาที่มีชื่อเสียง ซึ่งมีผลงานเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ (Stacey, 2000) หนังสือเล่มนี้เกิดจากการรวบรวมและสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตั้งแต่ชั้นเตรียมอนุบาลจนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เป็นกลุ่มของความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะความสามารถเหล่านี้จะส่งผลให้บุคคลประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ (Conceptual understanding) ความคล่องแคล่วในขั้นตอนวิธีการ (Procedural fluency) ความสามารถในการปรับเปลี่ยนการให้เหตุผล (Adaptive reasoning) ความสามารถเชิงกลยุทธ์ (Strategic competence) ทัศนคติที่สร้างสรรค์ (Productive disposition) ความสามารถเหล่านี้มีความเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กันอย่างไม่สามารถแยกออกจากกันได้

ด้วยความสำคัญของกระบวนการและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในกรอบหลักสูตรคณิตศาสตร์ Common Core State Standards for Mathematics ของสหรัฐอเมริกา จึงได้รวมเอาแนวคิดทั้งสองเข้าด้วยกันแล้วนำเสนอเป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์เชิงคณิตศาสตร์ (mathematical practices) ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 8 องค์ประกอบคือ

1. ทำความเข้าใจปัญหาและมีความมานะบากบั่นในการแก้ปัญหาเหล่านั้น (Make sense of problems and persevere in solving them)
2. ให้เหตุผลเชิงนามธรรมและเชิงปริมาณ (Reason abstractly and quantitatively)
3. สร้างข้อความโต้แย้งที่สมเหตุสมผล และวิพากษ์วิจารณ์การให้เหตุผลของผู้อื่น (Construct viable arguments and critique the reasoning of others)
4. สร้างตัวแบบโดยใช้คณิตศาสตร์ (Model with mathematics)
5. ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมอย่างมีกลยุทธ์ (Use appropriate tools strategically)
6. ให้ความสำคัญกับความถูกต้องแม่นยำ (Attend to precision)
7. ค้นหาและใช้ประโยชน์จากโครงสร้าง (Look for and make of structure)
8. ค้นหาและบอกลักษณะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ (Look for and express regularity in repeated reasoning)

ที่มา http://pkc.ac.th/academic/

คุณลักษณะที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา และมีความมานะบากบั่นในการแก้ปัญหาเหล่านั้น

นักเรียนที่มีคุณลักษณะด้านนี้จะมีพฤติกรรมและความคิดให้ครูสังเกตเห็นได้ เช่น

- ตีความและสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา รวมถึงมองหาจุดเริ่มต้นในการหาคำตอบ
- วิเคราะห์สิ่งที่กำหนดให้จากปัญหา ข้อจำกัด ความสัมพันธ์ และเป้าหมาย
- คาดการณ์เกี่ยวกับรูปแบบและความหมายของคำตอบ อีกทั้งวางแผนเส้นทางในการหาคำตอบก่อนลงมือหาคำตอบ
- พิจารณาปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน มีการพิจารณากรณีพิเศษบางกรณี เพื่อความเข้าใจอันถ่องแท้เกี่ยวกับคำตอบของปัญหา
- ตรวจสอบและประเมินความก้าวหน้าในการหาคำตอบ และเปลี่ยนแปลงเส้นทางการหาคำตอบถ้ามีความจำเป็น
- ตรวจสอบคำตอบของปัญหาโดยใช้วิธีการต่าง ๆ และถามตนเองถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบอยู่เสมอ
- เข้าใจวิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบของผู้อื่นที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน และสามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการเหล่านั้นได้

คุณลักษณะที่ 2 ให้เหตุผลเชิงนามธรรมและเชิงปริมาณ

นักเรียนที่มีคุณลักษณะด้านนี้จะมีพฤติกรรมและความคิดให้ครูสังเกตเห็นได้ เช่น

- ทำความเข้าใจเรื่องปริมาณและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านั้นในสถานการณ์ของปัญหา
- มองเห็นคณิตศาสตร์ที่จะต้องใช้จากสถานการณ์ของปัญหา (Decontextualize) แล้วสื่อความหมายออกมาในรูปของสัญลักษณ์ และจัดการกับสัญลักษณ์เหล่านั้นได้เป็นอย่างดี
- สร้างความหมายให้กับสัญลักษณ์ในบริบทของปัญหา (Contextualize) และอาจหยุดระหว่างกำลังจัดการกับสัญลักษณ์เพื่อทบทวนความหมายที่แทนด้วยสัญลักษณ์เหล่านั้น
- พิจารณาการใช้หน่วยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- รู้และใช้สมบัติของการดำเนินการได้อย่างยืดหยุ่น

คุณลักษณะที่ 3 สร้างข้อความโต้แย้งที่สมเหตุสมผลและวิพากษ์วิจารณ์การให้เหตุผลของผู้อื่น

นักเรียนที่มีคุณลักษณะด้านนี้จะมีพฤติกรรมและความคิดให้ครูสังเกตเห็นได้ เช่น

- เข้าใจและใช้สมมติฐานที่อ้างถึง นิยาม และผลลัพธ์ที่สร้างไว้แล้วเพื่อสร้างข้อโต้แย้ง
- สร้างข้อความคาดการณ์ และสร้างลำดับของข้อความตามตรรกะ เพื่อสำรวจความจริงของข้อความคาดการณ์เหล่านั้น
- วิเคราะห์สถานการณ์โดยการแบ่งข้อความคาดการณ์ออกเป็นกรณี ๆ จดจำและใช้ตัวอย่างค้าน
- อธิบายเหตุผลของข้อสรุป สื่อสารข้อสรุปให้ผู้อื่นได้รับรู้ ตอบโต้ข้อโต้แย้งของผู้อื่น
- สร้างข้อโต้แย้งที่สมเหตุสมผลโดยอ้างถึงบริบทของข้อมูล
- เปรียบเทียบความสมเหตุสมผลของข้อโต้แย้ง
- บอกข้อผิดพลาดที่มีอยู่ในเหตุผล
- ตัดสินใจได้ว่าข้อโต้แย้งหนึ่งสามารถประยุกต์ใช้ได้ในสถานการณ์ใดบ้าง
- ฟังหรืออ่านข้อโต้แย้งของผู้อื่น เพื่อตัดสินใจว่าสิ่งเหล่านั้นสมเหตุสมผลหรือไม่
- ซักถามเพื่อความชัดเจนหรือเพื่อพัฒนาข้อโต้แย้ง

คุณลักษณะที่ 4 สร้างตัวแบบโดยใช้คณิตศาสตร์

นักเรียนที่มีคุณลักษณะด้านนี้จะมีพฤติกรรมและความคิดให้ครูสังเกตเห็นได้ เช่น

- ประยุกต์ความรู้คณิตศาสตร์ที่มีอยู่เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
- มีความคล่องแคล่วในการสร้างสมมติฐาน และการประมาณค่าเพื่อทำให้สถานการณ์ที่ซับซ้อนดูง่ายขึ้น และตระหนักรู้ว่าสมมติฐานอาจต้องมีการแก้ไขในอนาคต
- ระบุปริมาณที่สำคัญในสถานการณ์จริงและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปริมาณโดยใช้เครื่องมือ เช่น การวาดภาพ ตาราง กราฟ แผนผัง และสูตรต่าง ๆ
- วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้คณิตศาสตร์ แล้วสรุป
- ตีความของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในบริบทของสถานการณ์และสะท้อนว่าผลลัพธ์นั้นมีความสมเหตุสมผลหรือไม่
- ปรับปรุงตัวแบบในกรณีที่ตัวแบบนั้นไม่สนองตอบจุดประสงค์

คุณลักษณะที่ 5 ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมอย่างมีกลยุทธ์

นักเรียนที่มีคุณลักษณะด้านนี้จะมีพฤติกรรมและความคิดให้ครูสังเกตเห็นได้ เช่น

- พิจารณาและเลือกใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่มี ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้หมายถึง ดินสอและกระดาษ ตัวแบบที่จับต้องได้ ไม้บรรทัด ไม้โพรแทรกเตอร์ เครื่องคิดเลข Spreadsheet โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัต
- คุ้นเคยกับเครื่องมือต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับระดับชั้นหรือหลักสูตรเพื่อตัดสินใจว่าเครื่องมือใดเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา จดจำและเข้าใจข้อจำกัดต่าง ๆ ของเครื่องมือ เช่น เมื่อวิเคราะห์กราฟของฟังก์ชันและคำตอบที่สร้างจากเครื่องคิดเลขกราฟิก สามารถค้นหาข้อผิดพลาดได้โดยใช้วิธีการประมาณและความรู้คณิตศาสตร์อื่น ๆ
- รู้ว่าเทคโนโลยีสามารถช่วยให้เห็นภาพผลลัพธ์ของสมมติฐานต่าง ๆ อีกทั้งช่วยในการตรวจสอบผลลัพธ์ต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้น และช่วยเปรียบเทียบการทำนายของข้อมูลต่าง ๆ
- ระบุแหล่งข้อมูลทางคณิตศาสตร์ เช่น เนื้อหาคณิตศาสตร์บนเว็บไซต์ และใช้แหล่งข้อมูลเพื่อตั้งปัญหาหรือแก้ปัญหา
- ใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีเพื่อสำรวจและสร้างความเข้าใจในบางกรณีให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

คุณลักษณะที่ 6 ให้ความสำคัญกับความถูกต้องแม่นยำ

นักเรียนที่มีคุณลักษณะด้านนี้จะมีพฤติกรรมและความคิดให้ครูสังเกตเห็นได้ เช่น

- สื่อสารกับผู้อื่นได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
- ใช้นิยามที่ชัดเจนเมื่ออภิปรายกับผู้อื่นเวลาให้เหตุผลของตัวเอง
- อ้างถึงความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้รวมถึงการใช้เครื่องหมายได้อย่างคงเส้นคงวาและเหมาะสม
- มีความระมัดระวังในเรื่องหน่วยของการวัด
- ระบุชื่อแกนในพิกัดเพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณในปัญหา
- คำนวณได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิผล
- อธิบายคำตอบเชิงตัวเลขได้ถูกต้อง ชัดเจนและเหมาะสมกับบริบทของปัญหา
- รอบคอบกับคำอธิบายที่เขียนเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ
- ตรวจสอบข้อเท็จจริงที่ใช้อ้างเวลาให้เหตุผล และสามารถใช้นิยามได้อย่างชัดเจน

คุณลักษณะที่ 7 ค้นหาและใช้ประโยชน์จากโครงสร้าง

นักเรียนที่มีคุณลักษณะด้านนี้จะมีพฤติกรรมและความคิดให้ครูสังเกตเห็นได้ เช่น

- พิจารณาเพื่อเข้าใจในแบบรูปและโครงสร้าง
- ย้อนกลับไปดูภาพรวมหรือปรับเปลี่ยนมุมมอง
- วิเคราะห์ความซับซ้อนของสิ่งต่าง ๆ เช่น เมื่อนักเรียนเห็นนิพจน์ $7 + 2(x - y)^2$ สามารถอธิบายได้ว่าเป็นผลบวกของ 7 กับ $2(x - y)^2$ และระบุได้ว่า $2(x - y)^2$ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ เมื่อ x และ y เป็นจำนวนจริงใด ๆ ซึ่งจะส่งผลให้ $7 + 2(x - y)^2$ มีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 7

คุณลักษณะที่ 8 ค้นหาและบอกลักษณะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ

นักเรียนที่มีคุณลักษณะด้านนี้จะมีพฤติกรรมและความคิดให้ครูสังเกตเห็นได้ เช่น

- มองหารูปแบบทั่วไปหรือวิธีลัดในการหาคำตอบ
- เห็นภาพรวมของกระบวนการแก้ปัญหาและรายละเอียดในการแก้ปัญหา
- เข้าใจการประยุกต์แบบรูปในสถานการณ์ต่าง ๆ และเห็นโครงสร้างของสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน
- ประเมินความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์อยู่เสมอ

จากคุณลักษณะที่พึงประสงค์เชิงคณิตศาสตร์ทั้ง 8 ด้านข้างต้น อาจแบ่งกลุ่มคุณลักษณะออกเป็น 4 กลุ่ม เพื่อให้เห็นจุดเน้นที่สำคัญใน Common Core State Standards for Mathematics

กลุ่มที่ 1 เกี่ยวข้องกับ**การคิดเชิงคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา** ได้แก่ คุณลักษณะที่ 1 กับ 6

กลุ่มที่ 2 เกี่ยวข้องกับความสำคัญกับ**การให้เหตุผลและการอธิบายให้ตนเองรวมถึงผู้อื่นเข้าใจ** ได้แก่ คุณลักษณะที่ 2 กับ 3

กลุ่มที่ 3 เกี่ยวข้องกับการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนในเรื่อง**การประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์** ได้แก่ คุณลักษณะที่ 4 และ 5

กลุ่มที่ 4 เกี่ยวข้องกับ**การระบุและหารูปแบบทั่วไปของแบบรูปและโครงสร้าง**ที่เกี่ยวกับการคำนวณและสัญลักษณ์ที่สื่อแทนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ คุณลักษณะที่ 7 และ 8

จึงอาจแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะที่พึงประสงค์เชิงคณิตศาสตร์จากการแบ่งกลุ่มข้างต้นได้ดังแผนภาพ

**การคิดเชิงคณิตศาสตร์
และการแก้ปัญหา**

1. ทำความเข้าใจปัญหาและมีความมานะบากบั่น
   ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น

6. ให้ความสำคัญกับความถูกต้องแม่นยำ

**การให้เหตุผลและการอธิบายให้
ตนเองรวมถึงผู้อื่นเข้าใจ**

2. ให้เหตุผลเชิงนามธรรมและเชิงปริมาณ
3. สร้างข้อความโต้แย้งที่สมเหตุสมผลและ
   วิพากษ์วิจารณ์การให้เหตุผลของผู้อื่น

การประยุกต์ใช้

4. สร้างตัวแบบโดยใช้คณิตศาสตร์
5. ใช้เครื่องมือ ที่เหมาะสมอย่างมีกลยุทธ์

**การระบุและหารูปแบบทั่วไปของ
แบบรูปและโครงสร้าง**

7. ค้นหาและใช้ประโยชน์จากโครงสร้าง
8. ค้นหาและบอกถึงลักษณะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ

แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะที่พึงประสงค์เชิงคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ
(Parker & Novak, 2012)

จากแผนภาพจะเห็นว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา คือเป้าหมายหลักในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยอาศัยคุณลักษณะที่พึงประสงค์เชิงคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เป็นพื้นฐาน การคิดเชิงคณิตศาสตร์มีส่วนช่วยให้บุคคลใช้ความคิดอย่างมีเหตุมีผล และใช้การคิดนี้ในการสร้างองค์ความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ ดังที่นักการศึกษาคณิตศาสตร์อเมริกันกล่าวว่า “พลเมืองอเมริกันต้องคิดอย่างคณิตศาสตร์และต้องใช้วิธีคิดอย่างคณิตศาสตร์นี้ในการเรียนรู้” (National Research Council, 2001)

แม้ว่าการปฏิรูปการศึกษาคณิตศาสตร์ของไทยจะได้พยายามให้นักเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ผ่านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือมาโดยตลอด ดังปรากฏในเอกสารทางวิชาการและงานวิจัยต่าง ๆ (จิรรัตน์ จตุรานนท์, 2555; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555; อัมพร ม้าคนอง, 2553) แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นภาพรวมของประเทศซึ่งสะท้อนให้เห็นในระดับนานาชาติยังไม่ดีนัก ดังนั้นคงเป็นหน้าที่ของนักการศึกษาคณิตศาสตร์ทุกคนที่จะต้องช่วยกันพัฒนาต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูคณิตศาสตร์ที่จะต้องช่วยพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์เชิงคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน ครูคณิตศาสตร์อาจใช้กรอบแนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะที่พึงประสงค์เชิงคณิตศาสตร์ทำความเข้าใจเกี่ยวกับเป้าหมายของการเรียนคณิตศาสตร์ และใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะที่ยังขาดในตัวนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถคิดอย่างคณิตศาสตร์และแก้ปัญหาได้ เพื่อจะได้เติบโตเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพของประเทศต่อไป

บรรณานุกรม

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: Author.

National Governors Association Center for Best Practices & Council of Chief State School Officers. (2010). *Common Core State Standards for Mathematics*. National Governors Association Center for Best Practices & Council of Chief State School Officers, Washington D.C.

National Research Council. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. J. Kilpatrick, J. Swafford, & B. Findell (Eds.). Mathematics Learning Study Committee, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: National Academy Press.

Parker, F. & Novak, J. (2012). Implementing the common core mathematical practices. *ASCD Express, 8* (5). Retrieved Mar 25, 2016, from http://www.ascd.org/ascd-express/vol8/805-parker.aspx

จิรรัตน์ จตุรานนท์. (2555). การศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนของนิสิตนักศึกษาครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 7* (1), หน้า 747-761.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

GSP สำหรับคนเป็น ตอน กลไกก้าวเดิน

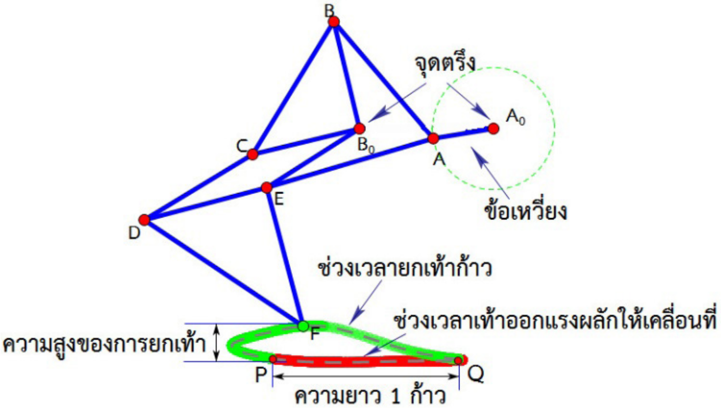
ข้อมูลเพิ่มเติม

bit.ly/199-2

ในภูมิประเทศที่พื้นที่มีลักษณะขรุขระจะไม่มีพาหนะประเภทที่ใช้ล้อชนิดใดสามารถเดินทางได้อย่างรวดเร็วเท่าสัตว์ประเภท ช้าง ม้า วัว หรือควาย การพัฒนาขาให้เป็นกลไกสำหรับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะหรือหุ่นยนต์ เพื่อใช้ในการขนส่งในภูมิประเทศที่เส้นทางคมนาคมมีลักษณะขรุขระ จึงเป็นเรื่องที่ท้าทายความสามารถ

เตโอ ยันเซิน (Theo Jansen) เป็นศิลปินชาวดัทช์ที่ทำงานประติมากรรมแบบจลน์ศาสตร์ (kinetic sculpture) จึงได้พยายามสร้างสิ่งเชื่อมต่อระหว่างศิลปะและวิศวกรรมศาสตร์ โดยมุ่งเน้นไปที่ธรรมชาติของสิ่งที่มีชีวิต ผลงานที่มีชื่อเสียงของเขาก็คือ สตรันด์เบสต์ (Strandbeest) หรือ อสุรกายชายหาด (รูปที่ 1)

รูปที่ 1 สตรันด์เบสต์ หรือ อสุรกายชายหาด



รูปที่ 2 แบบจำลองกลไกเตโอยันเซิน (บน)
แบบโครงร่างของกลไกเตโอยันเซิน (ล่าง)

เตโอ ยันเซิน ใช้ท่อพีวีซีขนาดเล็ก 11 ท่อน ในการสร้างกลไกที่สามารถก้าวเดินบนระนาบได้ เมื่อเขานำกลไกดังกล่าวหลายชุด ที่มีขนาดเท่ากันมาจัดเรียงต่อกัน ปรากฏว่าสิ่งที่เขาสร้างขึ้นมานั้นสามารถเดินได้ดีบนพื้นราบ เตโอ ยันเซิน จึงสร้างประติมากรรมแบบเคลื่อนไหวที่มีชื่อว่า สตรันด์เบสต์ หรือ อสุรกายชายหาดที่สามารถเดินได้ และเพื่อเป็นเกียรติแก่ เตโอ ยันเซิน เราจึงเรียกกลไกนี้ว่า กลไกเตโอยันเซิน ซึ่งต่อมาได้ใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนากลไกการเดิน (Walking mechanism) ของยานพาหนะและหุ่นยนต์แบบที่ใช้ขาเดิน

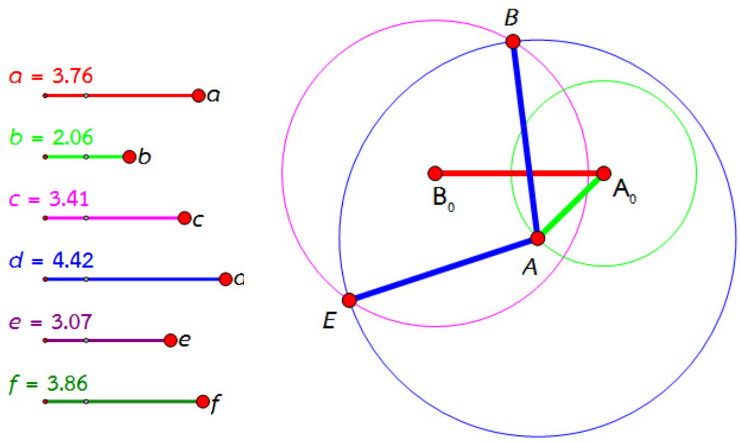
ความยาวของแต่ละชิ้นส่วนที่ประกอบกันเป็นกลไกเตโอยันเซินนั้นจะต้องทำให้เส้นทางการเคลื่อนของเท้า (จุด F) มีลักษณะคล้ายวงรี ซึ่งเส้นทางการเคลื่อนที่ของเท้าในแต่ละก้าวแบ่งออกเป็นสองส่วน ดังแสดงในรูปที่ 2 (ล่าง) โดยส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนของการออกแรงผลักให้เท้าเคลื่อนที่ (จากจุด P ถึงจุด Q) ซึ่งในส่วนนี้เท้าจะสัมผัสพื้นและอยู่กับที่ ส่วนที่สองเป็นส่วนของการก้าวเท้า ซึ่งเท้าจะไม่สัมผัสกับพื้นตลอดเวลาและเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ระยะจากจุด P ถึงจุด Q เป็นช่วงความยาว 1 ก้าวเดิน และความสูงของการยกเท้าคือความสูงที่มากที่สุดของสิ่งกีดขวางที่หุ่นยนต์จะสามารถก้าวข้ามไปได้

บทความนี้จะได้อธิบายการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ในการสร้างแบบจำลองกลไกเตโอยันเซิน เพื่อสำรวจหาขนาดของชิ้นส่วนที่จะทำให้เส้นทางการเคลื่อนที่ของเท้าเป็นไปตามที่ผู้ออกแบบต้องการ

แนวคิดในการจำลองกลไกเตโอยันเซินด้วยโปรแกรม GSP

การออกแบบกลไกการก้าวเดินของเท้าได้อ้างอิงแบบโครงร่างของกลไกเตโอยันเซินที่แสดงในรูปที่ 2 (ล่าง) โดยการจำลองใน GSP นั้นกำหนดให้

- จุด A_0 และจุด B_0 เป็นจุดตรึงบนตัวหุ่นยนต์
- ตัวเลื่อน *a* ใช้ควบคุมระยะห่างระหว่างจุดตรึง A_0 กับ B_0
- ตัวเลื่อน *b* ใช้ควบคุมรัศมีของวงกลม A_0 ซึ่งก็คือความยาวของข้อเหวี่ยง เมื่อจุด A เคลื่อนที่บนเส้นรอบวงของวงกลม และ A_0A คือเพลาข้อเหวี่ยง
- ตัวเลื่อน *c* ใช้ควบคุมความยาวของด้านประกอบมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหน้าจั่ว BB_0C หรือขนาดของขาท่อนบน (อาจเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีมุมยอดไม่เป็นมุมฉากก็ได้)
- ตัวเลื่อน *d* ใช้ควบคุมความยาวของเส้นตรง AB และ AE
- ตัวเลื่อน *e* ใช้ควบคุมความยาวของเส้นตรง DC และด้านประกอบมุมฉากของรูปสามเหลี่ยม DEF ซึ่งเป็นขาท่อนล่าง
- ตัวเลื่อน *f* ใช้ควบคุมความยาวส่วนของเส้นตรง EF หรือความยาวของขาท่อนล่าง

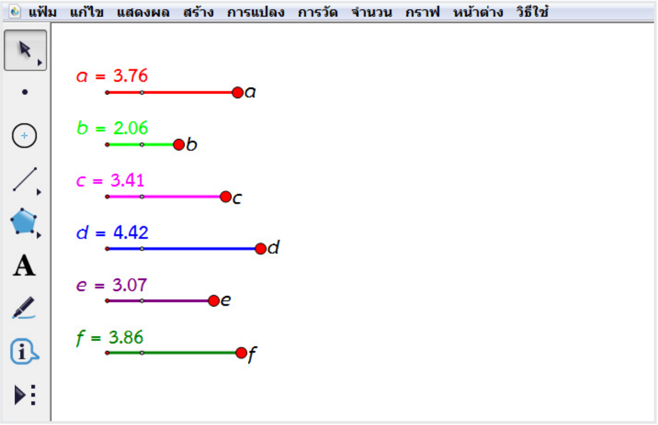


รูปที่ 4

วิธีสร้าง

ในบทความนี้ผู้เขียนใช้ GSP รุ่น 5 ในการสร้างแบบจำลอง แต่ถ้าผู้อ่านสามารถใช้ GSP รุ่นก่อนนี้ ก็สามารถสร้างได้เหมือนกัน

1. เปิดแบบร่างใหม่แล้วสร้างตัวเลื่อน *a*, *b*, *c*, *d*, *e* และ *f* ดังรูปที่ 3

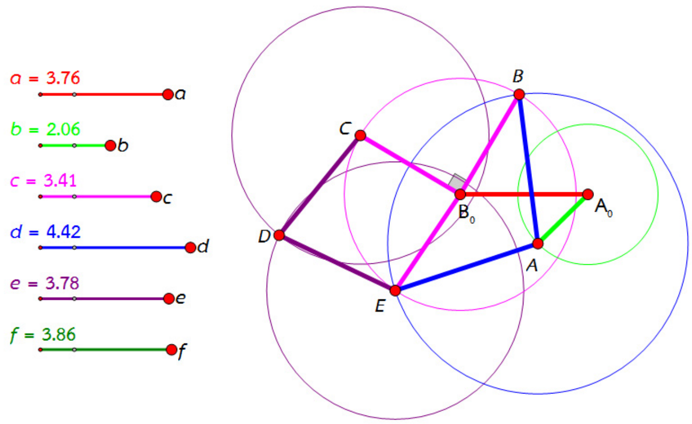


รูปที่ 3

สร้างขาข้างซ้าย

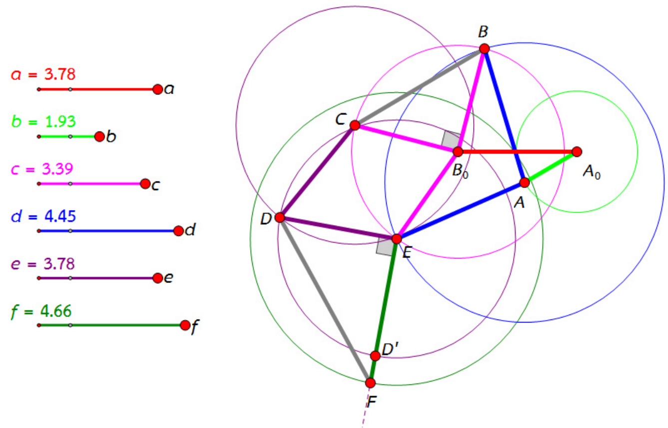
2. ลงจุดอิสระ 1 จุด และตั้งชื่อ A_0
3. สร้างส่วนของเส้นตรง A_0B_0 ให้อยู่ในแนวนอน โดยมีความยาวเท่ากับตัวเลื่อน *a* และให้จุด B_0 อยู่ทางซ้ายของจุด A_0
4. ที่จุด A_0 สร้างวงกลมที่มีรัศมีเท่ากับความยาวของตัวเลื่อน *b*
5. ลงจุด A บนเส้นรอบวงของวงกลม A_0
6. ที่จุด B_0 สร้างวงกลมที่มีรัศมียาวเท่ากับความยาวของตัวเลื่อน *c*
7. ที่จุด A สร้างวงกลมที่มีรัศมียาวเท่ากับความยาวของตัวเลื่อน *d*
8. กำหนดจุดตัดที่เกิดจากวงกลม B_0 และวงกลม A เป็นจุด B และ E
9. สร้างส่วนของเส้นตรง A_0A, AB และ AE ดังรูปที่ 4

10. ระบุจุด B_0 เป็นจุดศูนย์กลาง
11. เลือกจุด B แล้วใช้คำสั่ง*หมุน* จากเมนู**การแปลง** คือหมุนจุด B ไป 90 องศา ได้จุด C
12. สร้างส่วนของเส้นตรง B_0B, B_0C และ B_0E
13. ที่จุด C และ E สร้างวงกลมที่มีรัศมีเท่ากับความยาวของตัวเลื่อน *e*
14. สร้างจุดตัดที่เกิดจากวงกลม C และวงกลม E เป็นจุด D
15. สร้างส่วนของเส้นตรง CD และ ED ดังรูปที่ 5



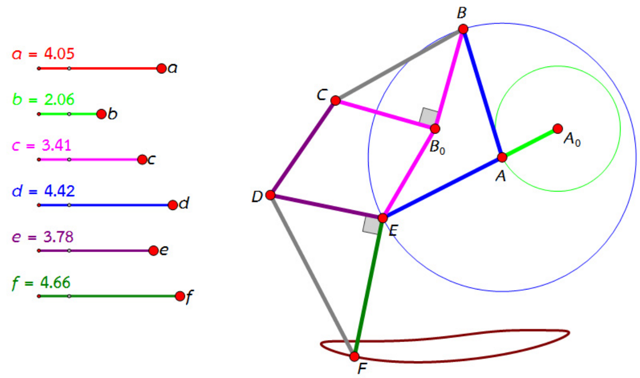
รูปที่ 5

16. ระบุจุด E เป็นจุดศูนย์กลาง
17. เลือกจุด D แล้วใช้คำสั่ง*หมุน* จากเมนู**การแปลง** หมุนจุด D ไป 90 องศา ได้จุด D'
18. สร้างรังสี ED'
19. ที่จุด E สร้างวงกลมที่มีรัศมีเท่ากับความยาวของตัวเลื่อน *f*
20. สร้างจุดตัดที่เกิดจากรังสี ED' กับวงกลม E ที่สร้างขึ้นใหม่ ได้จุด F
21. สร้างส่วนของเส้นตรง BC, DF และ EF ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6

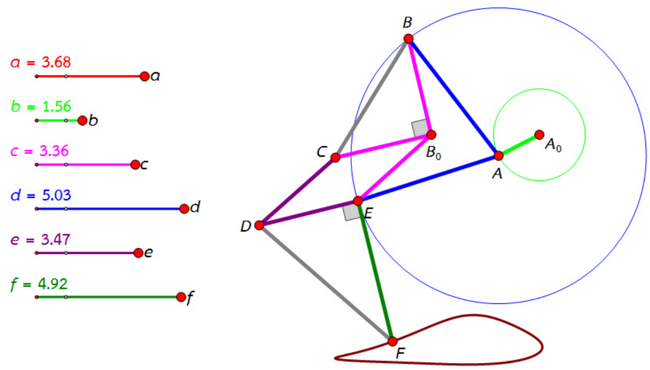
22. ซ่อนจุด D' ส่วนของเส้นตรง A_0B_0 รังสี ED' และวงกลมทุกวง ยกเว้น วงกลม A และวงกลม A_0
23. สร้างโลคัสของจุด F โดยเลือกจุด A และจุด F แล้วเลือกคำสั่ง*โลคัส* จากเมนู**สร้าง** จะได้ผลดังรูปที่ 7



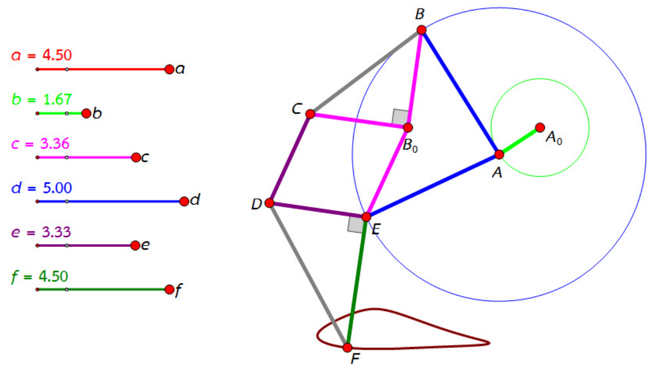
รูปที่ 7

ใช้เมาส์ลากจุด A ไปตามเส้นรอบวงของวงกลม แล้วสังเกตการเคลื่อนที่ของจุด F

24. ทดลองปรับขนาดของตัวเลื่อนต่าง ๆ แล้วดูการเปลี่ยนแปลงของโลคัสของจุด F จากนั้นลองปรับขนาดของตัวเลื่อนแต่ละตัว เพื่อให้ได้โลคัสของจุด F มีลักษณะตามส่วนที่อยู่ด้านล่างเป็นส่วนของเส้นตรง และส่วนที่อยู่ด้านบนเป็นเส้นโค้ง ดังตัวอย่างในรูปที่ 8



ก) แบบที่ 1



ข) แบบที่ 2

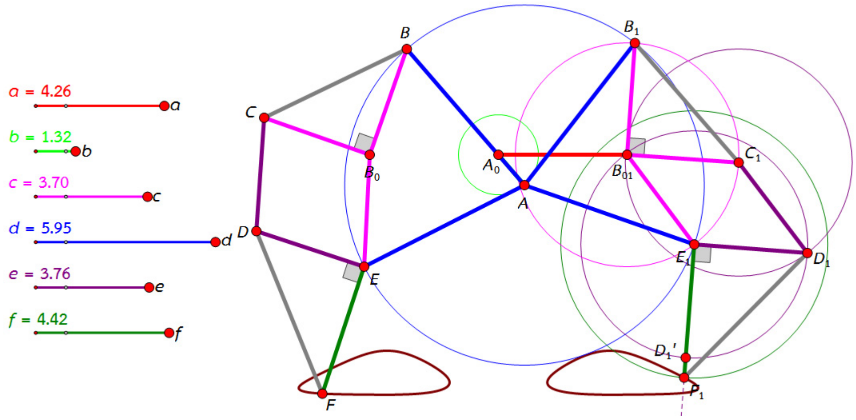
รูปที่ 8

ถึงขั้นนี้ ถ้าสร้างได้ไม่ผิดพลาด ก็ควรจะได้กลไกก้าวเดินที่เป็นขาข้างซ้าย ต่อไปก็จะสร้างกลไกก้าวเดินที่เป็นขาข้างขวา

สร้างขาข้างขวา

สร้างส่วนของเส้นตรง A_0B_{01} ให้อยู่ในแนวนอน และมีความยาวเท่ากับตัวเลื่อน *a* โดยให้จุด B_{01} อยู่ทางขวาของจุด A_0

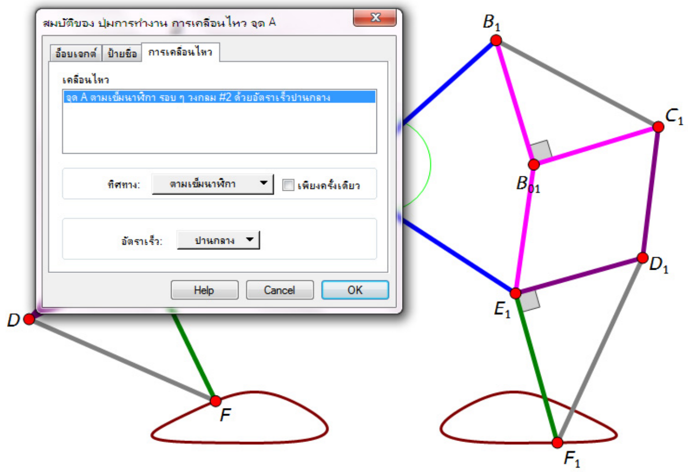
25. ที่จุด B_{01} สร้างวงกลมรัศมีเท่ากับความยาวของตัวเลื่อน *c*
26. สร้างขาข้างขวาในทำนองเดียวกันกับการสร้างขาข้างซ้าย โดยเริ่มจากข้อ 8 ไปจนถึงข้อ 21
27. เลือกจุด A และจุด F_1 แล้วเลือกคำสั่ง *โลคัส* จากเมนู**สร้าง** จะได้ผลดังรูปที่ 9



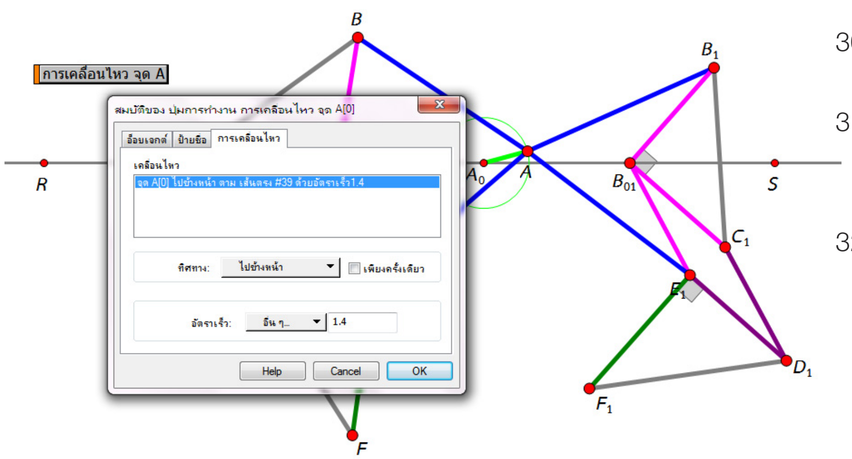
รูปที่ 9

สร้างปุ่มเคลื่อนไหวเพื่อทดสอบการทำงานของกลไก

28. ซ่อนจุด D_1' ส่วนของเส้นตรง A_0B_{01} รังสี E_1D_1' และวงกลมทุกวงยกเว้นวงกลม A_0
29. เลือกจุด A แล้วเลือกคำสั่งปุ่ม*การทำงาน/การเคลื่อนไหว...* จากเมนู**แก้ไข** ที่หน้าต่างโต้ตอบในแถบป้ายชื่อ ตั้งชื่อเป็น *การเคลื่อนไหวจุด A* และในแถบการเคลื่อนไหว ให้เลือกทิศตามเข็มนาฬิกา และอัตราเร็วปานกลาง ดังรูปที่ 10

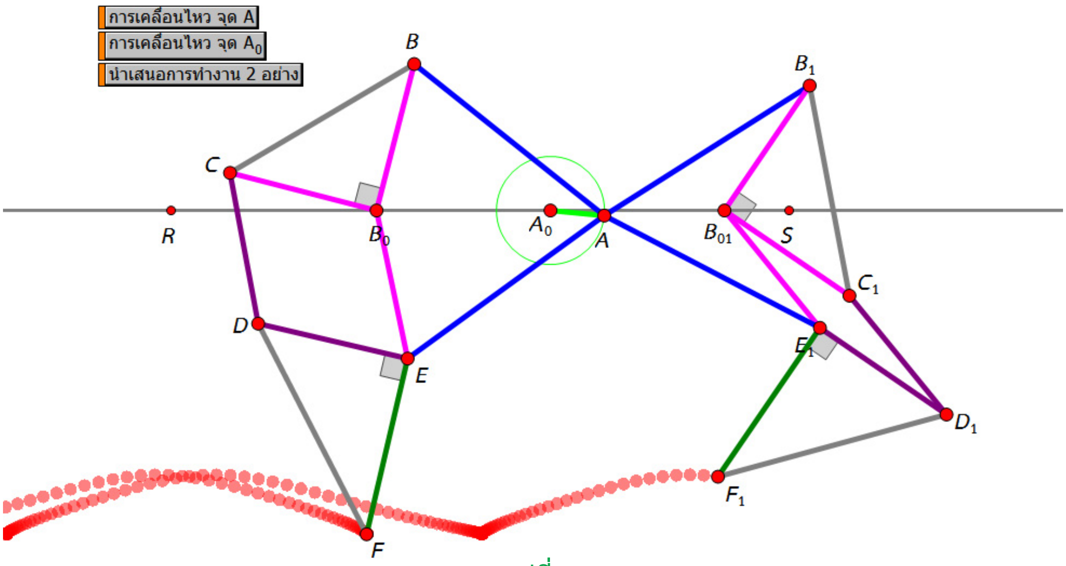


รูปที่ 10



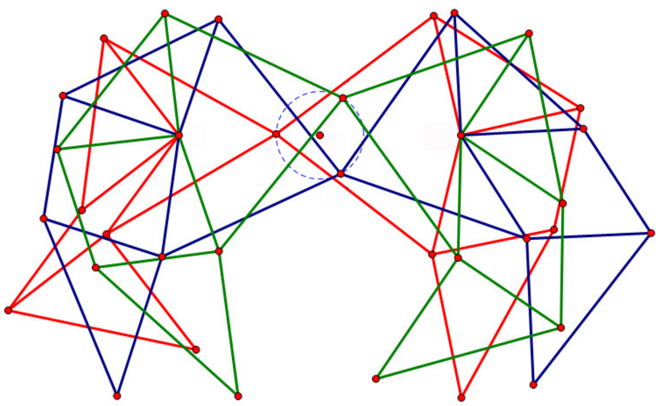
รูปที่ 11

30. สร้างเส้นตรง RS ให้อยู่ในแนวนอน ในระดับเดียวกับ A_0B_{01}
31. รวมจุด A_0 กับเส้นตรง RS โดยเลือกจุด A_0 และเส้นตรง RS แล้วเลือกคำสั่ง*รวมจุด* กับ *เส้นตรง* จากเมนู**แก้ไข**
32. เลือกจุด A_0 แล้วเลือกคำสั่งปุ่ม*การทำงาน/การเคลื่อนไหว...* จากเมนู**แก้ไข** ที่หน้าต่างโต้ตอบในแถบป้ายชื่อตั้งชื่อเป็น *การเคลื่อนไหวจุด A_0* และในแถบการเคลื่อนไหว ให้เลือกทิศไปข้างหน้า และอัตราเร็วอื่น ๆ ... กำหนดค่าเป็น 1.4 (อาจใช้ค่าอื่นได้ในภายหลัง เพื่อให้กลไกเคลื่อนไหวได้อย่างถูกต้อง) ดังรูปที่ 11



รูปที่ 12

33. เลือกปุ่มทำงาน และการเคลื่อนไหวจุด A รวมถึงการเคลื่อนไหวจุด A_0 แล้วเลือกคำสั่งปุ่ม*การทำงาน/การนำเสนอ...* จากเมนู**แก้ไข** ในหน้าต่างเพื่อโต้ตอบในแถบการนำเสนอ ลำดับการนำเสนอเลือกพร้อมกัน
34. สร้างรอยจุด F และจุด F_1 โดยเลือกจุด F และจุด F_1 แล้วเลือกคำสั่ง*ทำให้เกิดรอยของจุดตัด* จากเมนู **แก้ไข** จากนั้นคลิกปุ่มการทำงาน นำเสนอการทำงาน 2 รูปแบบ เพื่อดูการทำงานของกลไกก้าวเดิน ดังรูปที่ 12



โครงร่างหุ่นยนต์ที่มี 6 ขา

ถึงขั้นนี้นักเรียนควรมีแบบจำลองกลไกก้าวเดินที่สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดของส่วนประกอบได้ เพื่อใช้หาขนาดของแต่ละชิ้นส่วนให้เหมาะสมกับขนาดของหุ่นยนต์หรือพาหนะที่ต้องการสร้าง

บทส่งท้าย

ถ้าต้องการให้หุ่นยนต์มีขามากกว่า 2 ขา เช่นหุ่นยนต์ที่มี 6 ขา เราจะใช้ GSP สร้างแบบจำลองอย่างไร และเพื่อสร้างกลไกที่เคลื่อนไหวได้เหมือนขาปูคือ 8 ขา เราจะใช้โปรแกรม GSP สร้างแบบจำลองได้อย่างไร

โปรแกรม GSP มิได้มีประโยชน์เพียงแค่ใช้สร้างรูปเรขาคณิต หรือสอนคณิตศาสตร์แบบพลวัตเท่านั้น แต่สามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในความเป็นพลวัตของโปรแกรมเพื่อสร้างสรรค์งานต่าง ๆ ได้ด้วย ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถและจินตนาการของผู้ใช้

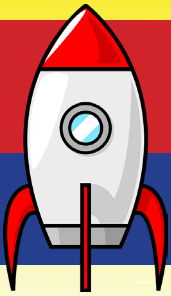
บรรณานุกรม

Giesbrecht, Daniel Wu, Christine Q. , Sepehri, Nariman. (2012). Design and optimization of an eight-bar legged walking mechanism imitating a kinetic sculpture, "Win Beast". *Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering*. *36* (4).

Kazuma Komoda (PY), Hiroaki Wagatsuma. (December, 2011). *A study of availability and extensibility of Theo Jansen mechanism toward climbing over bumps.* The 21st Annual Conference of the Japanese Neural Network Society.

Swadhin Patnaik. (July. 2015). Analysis of Theo Jansen Mechanism (Strandbeest) and its comparative advantages over wheel based mine escavation system. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*. *5* (7).

พนมยงค์ แก้วประชุม • นักวิชาการ สาขาวิชาเทคโนโลยี สสวท. • e-mail: pkaew@ipst.ac.th



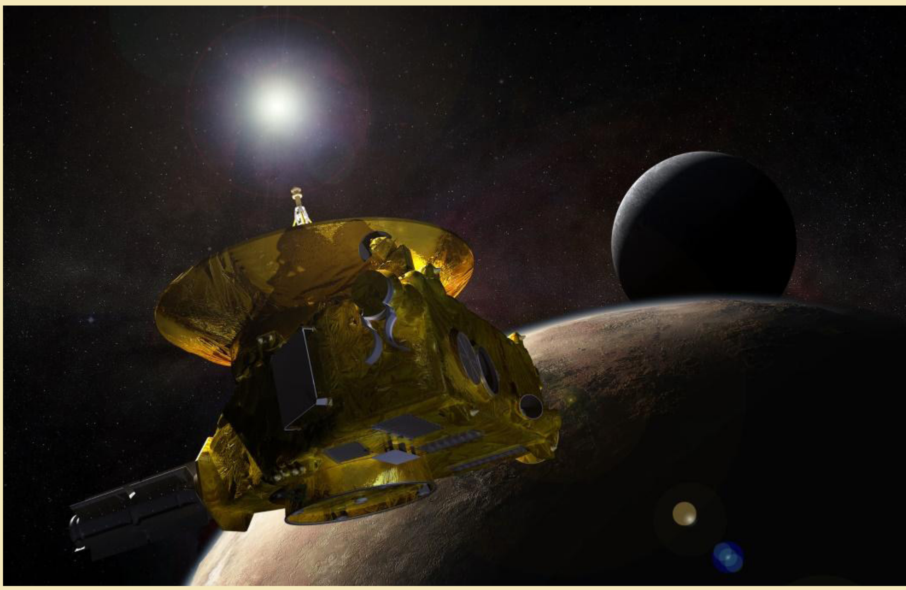
จากซีพียูเครื่องเล่นเกม สู่ภารกิจพิชิตอวกาศ

ภารกิจหนึ่งขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติหรือนาซา (National Aeronautics and Space Administration: NASA) คือ การศึกษาวิจัยเพื่อแสวงหาความรู้เกี่ยวกับดวงดาวและเอกภพ ดังนั้นเพื่อให้ภารกิจนี้ประสบความสำเร็จให้มากที่สุด นาซาจึงมีโครงการส่งยานอวกาศออกไปค้นหาและสำรวจดวงดาวต่าง ๆ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในอวกาศ รวมถึงสิ่งมีชีวิตนอกโลก โครงการนี้จึงต้องมีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเดินทางของมนุษย์ไปในอวกาศ ซึ่งรวมไปถึงการพัฒนาเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ เนื่องจากต้องใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของยานอวกาศที่ต้องสื่อสารมายังโลกตลอดการเดินทาง คอมพิวเตอร์ดังกล่าวจะต้องสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและไม่หยุดทำงานตลอดการเดินทาง

ภารกิจยานอวกาศนิวโฮไรซอนส์ ในการเดินทางไปสำรวจดาวพลูโต

ย้อนกลับไปในปี ค.ศ. 2006 นาซาได้ส่งยานอวกาศไร้คนขับชื่อนิวโฮไรซอนส์ (New Horizons) ไปสำรวจดาวพลูโตและดวงจันทร์ชารอน นอกจากนี้ยานอวกาศดังกล่าวจะได้เดินทางไปแถบไคเปอร์ (Kuiper Belt) ซึ่งอยู่ห่างจากวงโคจรของดาวเนปจูนไม่ต่ำกว่า 1.6 พันล้านกิโลเมตร เพื่อสำรวจวัตถุอวกาศต่าง ๆ ที่โคจรอยู่บริเวณนี้

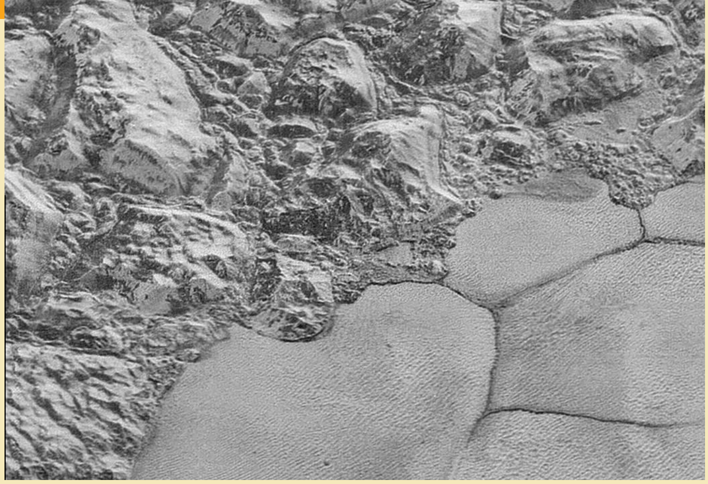
ในเดือนกรกฎาคมปี ค.ศ. 2015 ยานอวกาศนิวโฮไรซอนส์ได้เคลื่อนที่เข้าใกล้ดาวพลูโตมากที่สุด ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถยืนยันได้ว่าดาวดวงนี้และวัตถุที่อยู่ในบริเวณนี้มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นน้ำแข็ง



รูปที่ 1 ยานอวกาศนิวโฮไรซอนส์

ที่มา: http://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/nh-surface.jpg

ยานนิวโฮไรซอนส์มีอุปกรณ์ตรวจจับและเครื่องมือที่วัดปริมาณต่าง ๆ ทางฟิสิกส์ จึงได้ส่งข้อมูลเช่นอุณหภูมิ คลื่น รังสี รวมถึงได้ถ่ายภาพวัตถุอวกาศที่ยานเคลื่อนที่ผ่านส่งกลับมายังโลก ซึ่งเป็นภารกิจที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ คอมพิวเตอร์ที่ใช้จึงต้องสามารถทำงานตลอดการเดินทางจากโลกไปยังดาวพลูโตและแถบไคเปอร์เป็นเวลานานกว่า 10 ปีโดยใช้ตัวประมวลผลที่แม่นยำและมีความเสถียรมาก นาซาได้เลือกใช้ซีพียู MIPS R3000 ในการประมวลผลและควบคุมการทำงานเพื่อให้ภารกิจของยานอวกาศบรรลุเป้าหมาย



รูปที่ 2 ภาพจากยานอวกาศนิวโฮไรซอนส์ แสดงพื้นผิวดาวพลูโตที่มีสภาพเป็นน้ำแข็ง
ที่มา: http://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/full_width_feature/public/thumbnails/image/nh-mountainousshorline.jpg

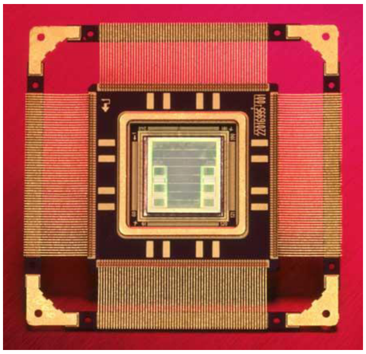
ซีพียู MIPS R3000

ซีพียู MIPS R3000 เป็นซีพียูแบบแกนเดียว (Single core) ขนาด 32 บิตที่ผลิตขึ้นในปี ค.ศ. 1988 มีชุดคำสั่งที่ค่อนข้างเล็กมากเมื่อเทียบกับซีพียู 8086 มีความถี่ตั้งแต่ 16.67 - 33.33 MHz ซึ่งปัจจุบัน (ค.ศ.2016) ซีพียูบางตัวมีความเร็ว 4 GHz หรือมากกว่านั้นโดยในช่วงแรกมีการนำซีพียู MIPS R3000 นี้ไปใช้สำหรับหน่วยประมวลผลกลางของเครื่องคอมพิวเตอร์ Work Station และ Server ต่อมาในปี ค.ศ. 1994 บริษัทโซนี่ได้นำซีพียูชนิดนี้มาใช้เป็นตัวประมวลในเครื่องเล่นเกม Play Station ซึ่งเป็นเครื่องเล่นที่ได้รับความนิยมมาก เช่น PS1 PS2 และ PSX ซีพียูนี้จึงเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายในฐานะซีพียูสำหรับเครื่องเล่นเกม และต่อมานาซาก็ได้นำซีพียูนี้ไปพัฒนาเพื่อใช้เป็นซีพียูสำหรับคอมพิวเตอร์ของยานอวกาศนิวโฮไรซอนส์ ในภารกิจสำรวจดาวพลูโต

รูปที่ 3 เครื่องเล่นเกม PSone ที่ใช้ซีพียู MIPS R3000 เป็นตัวประมวลผล
ที่มา: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/63/PSone-Console-Set-NoLCD.jpg

จากซีพียูเครื่องเล่นเกม สู่ซีพียูยานอวกาศ

จากซีพียู MIPS R3000 ซึ่งเป็นซีพียูสำหรับเครื่องเล่นเกม นาซาได้พัฒนาต่อไปเป็นรุ่นที่ใช้สำหรับยานอวกาศนิวโฮไรซอนส์ เรียกว่า Mongoose-V ที่มีความเร็ว 12 MHz และสามารถทนรับคลื่นและรังสีต่าง ๆ ที่อาจทำให้วงจรเสียหายได้ระหว่างเดินทางในอวกาศ ซีพียูนี้ได้เดินทางไปกับยานนิวโฮไรซอนส์ในปี ค.ศ. 2006 และพิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่มีปัญหาใด ๆ ตลอดเวลาระยะเวลา 9 ปีจากโลกสู่ดาวพลูโต



รูปที่ 4 ซีพียู Mongoose-V ที่พัฒนามาจาก MIPS R3000
ที่มา: http://blog.imgtec.com/wp-content/uploads/2015/01/Mongoose-V-chip_inside.jpg

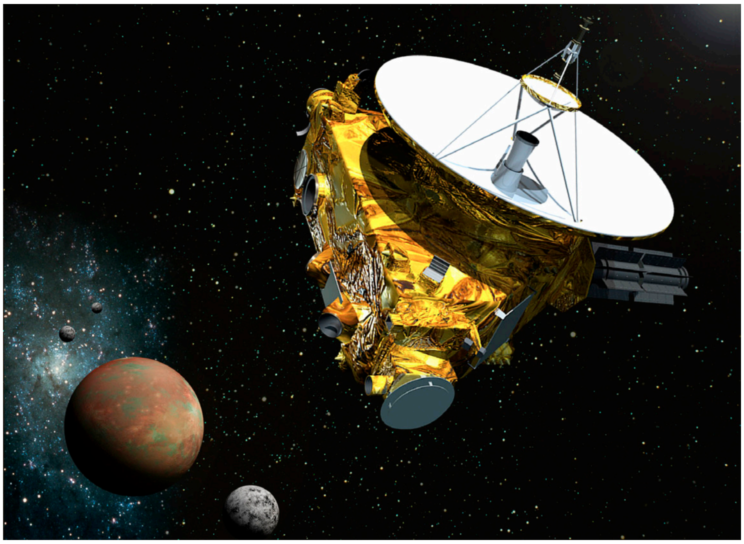
จะเห็นได้ว่าจากซีพียูเครื่องเล่นเกมที่เราใช้เพื่อความสนุกสนานและความบันเทิงใจ ในที่สุดได้ก้าวขึ้นเป็นซีพียูสำหรับคอมพิวเตอร์ในยานอวกาศแล้ว เพราะเหตุใดนาซาจึงเลือกซีพียูรุ่นนี้

ปัจจัยที่ชักนำนาซาให้เลือก ซีพียู MIPS R3000

ผู้อ่านอาจจะสงสัยว่าเหตุใดนาซาจึงเลือกซีพียูรุ่นเก่าตัวนี้ติดตั้งไปกับยานอวกาศในโครงการสำรวจอวกาศที่มีมูลค่านับพันล้านดอลลาร์สหรัฐ เหตุใดไม่เลือกซีพียูที่มีประสิทธิภาพสูงกว่านี้

นาซาเลือกซีพียูนี้เนื่องจากต้องการระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความพร้อมใช้งานตลอดเวลา อีกทั้งมีความคงทนแข็งแรง สามารถทำงานได้ต่อเนื่องไม่มีวันหยุดภายใต้สภาวะแวดล้อมในอวกาศที่ไม่สามารถคาดเดาได้ นอกจากนี้ก็ต้องการความน่าเชื่อถือของระบบ นั่นคือซีพียูสามารถประมวลผลข้อมูลได้อย่างถูกต้องโดยไม่มีข้อผิดพลาด

ความสำเร็จของซีพียู MIPS ต่อภารกิจสำรวจอวกาศ



แม้ซีพียู MIPS R3000 จะมีความเร็วไม่สูงมาก แต่นาซาก็ได้ตัดสินใจเลือกใช้ซีพียูตัวนี้ เพราะได้ผ่านการทดสอบทั้งในด้านความคงทนต่อการทำงานและความน่าเชื่อถือในการประมวลผล ซีพียูตัวนี้จึงเหมาะสมกับการเดินทางพิชิตอวกาศในครั้งนี้

ยานอวกาศ นิวโฮไรซอนส์ พิสูจน์ให้เห็นแล้วว่าสามารถทำงานได้ต่อเนื่องอย่างถูกต้องแม่นยำตลอดเวลา 9 ปี และจะปฏิบัติภารกิจสำรวจอวกาศอย่างต่อเนื่อง จนกว่าจะหมดอายุการใช้งานหรือจนกว่าจะขาดการติดต่อกับโลก

บรรณานุกรม

AashishSharma, *The Original PlayStation CPU is Powering New Horizons*, Retrieved Jul 21, 2015, from http://fossbytes.com/the-original-playstation-cpu-is-powering-new-horizons/.

AlexandruVoica, *MIPS goes to Pluto*, Retrieved Jan 15, 2015, from http://blog.imgtec.com/mips-processors/mips-goes-to-pluto .

The CPU from the original PlayStation is guiding a probe to Pluto, Retrieved Jan 15, 2015, from http://www.theverge.com/2015/1/15/7551365/playstation-cpu-powers-new-horizons-pluto-probe/in/8724384.

Everything You Have Always Wanted to Know about the Playstation But Were Afraid to Ask., Retrieved Jun 6, 2015, from http://www.raphnet.net/electronique/psx_adaptor/Playstation.txt.

MIPS Technologies R3000, Retrieved Jul 15 2015, from http://www.cpu-world.com/CPUs/R3000/.

NASA, *New Horizons: The First Mission to the Pluto System and the Kuiper Belt*, Retrieved Jan 15, 2015, from http://www.nasa.gov/mission_pages/newhorizons/overview/index.html.

NASA, *APL New Horizons Fact Sheet*, Retrieved Jan 15, 2015, from http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/NHMissionFS082114HiPrint.pdf.

Rowen, Chris, Johnson, Mark & Ries, Paul. (May/June (1988).) The MIPS R3010 Floating-Point Coprocessor, *IEEE Micro*, *8* (3), pp. 53–62.

Tyler Lee, *Probe Sent to Pluto is powered by the Original PlayStation's CPU.*, Retrieved Jan 15, 2015, from http://www.ubergizmo.com/2015/07/probe-pluto-original-playstation-cpu/ [2016, Jan 26].

ว่าที่ ร.ต.ภูริวัจน์ จิราตันติพัฒน์ • นักวิชาการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท.• e-mail : pjira@ipst.ac.th

การจัดการเรียนรู้ เรื่อง แผ่นดินไหว ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

ข้อมูลเพิ่มเติม

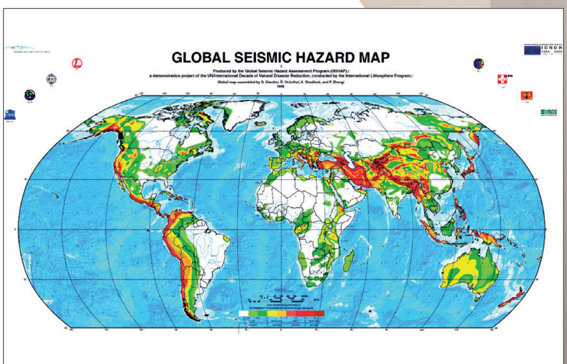
bit.ly/199-5

ที่มา: http://www.unitedworldschools.org/nepal-earthquake-2015/

แผ่นดินไหวเป็นธรณีพิบัติภัยที่เกิดบ่อยและสร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่อมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการเรียนรู้ และเข้าใจเกี่ยวกับแผ่นดินไหวจะทำให้ชุมชนสามารถเตรียมพร้อมรับมือกับพิบัติภัยได้ บทความนี้จะกล่าวถึง สาเหตุ กระบวนการเกิด การตรวจวัด พื้นที่เสี่ยงภัย การเฝ้าระวังเตือนภัย รวมถึงการเตรียมรับมือ และการบรรเทาความเสียหายของเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึงวิธีการที่ใช้ในการศึกษาอย่างเป็นระบบ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาด้วยข้อมูลที่ได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ การสำรวจ การทดลอง การสร้างแบบจำลอง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตั้งคำถาม โดยให้ความสำคัญกับหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อตอบคำถาม และสามารถสร้างคำอธิบายจากหลักฐานเชื่อมโยงคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอพร้อมทั้งให้เหตุผลกับคำอธิบาย โดยระดับของการสืบเสาะหาความรู้สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของรูปแบบการสอน กิจกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้ หรือความสามารถของนักเรียน การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ ควรมีหลายระดับ และแต่ละระดับมีความต่อเนื่องกันโดยให้ครูผู้สอนเป็นผู้กำหนดแนวทางไปจนถึงการให้ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดแนวทาง

ภาพความเสียหายที่เกิดจากแผ่นดินไหว
ที่มา: http://dailypost.ng/ /2015/04/Nepal-earthquake.jpeg



ภาพแสดงพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวทั่วโลก
พื้นที่สีแดงเป็นบริเวณที่มีโอกาสสูงในการเกิดแผ่นดินไหว
ที่มา: http://geology.about.com/od/seishazardmaps

การจัดการเรียนรู้เรื่องแผ่นดินไหว อาจประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

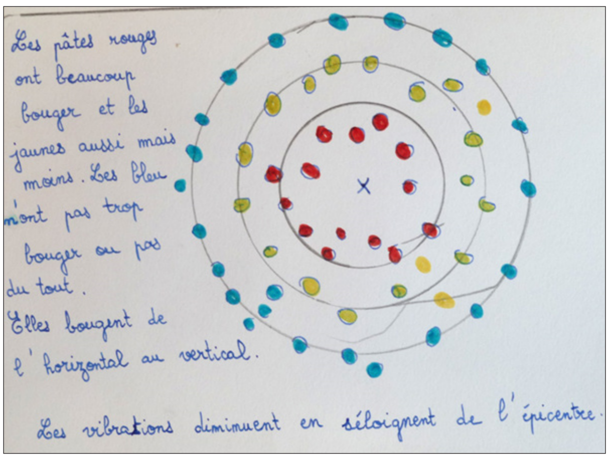
1. แผ่นดินไหวคืออะไร
2. การสำรวจความรุนแรงของแผ่นดินไหว
3. การแผ่กระจายของแรงสั่นสะเทือน
4. แผ่นดินไหวมักเกิดขึ้นในบริเวณใด
5. แหล่งกำเนิดของแรงสั่นสะเทือนคืออะไร
6. การตรวจวัดความรุนแรงของแผ่นดินไหว และการสร้างเครื่องมือวัดความไหวสะเทือนอย่างง่าย
7. ขนาดและความรุนแรงของแผ่นดินไหว การเปรียบเทียบมาตรวัดขนาดและมาตรวัดความรุนแรง
8. การทำนายการเกิดแผ่นดินไหว
9. การปฏิบัติตนเมื่อเกิดแผ่นดินไหว
10. การบรรเทาความเสียหายที่เกิดจากแผ่นดินไหว

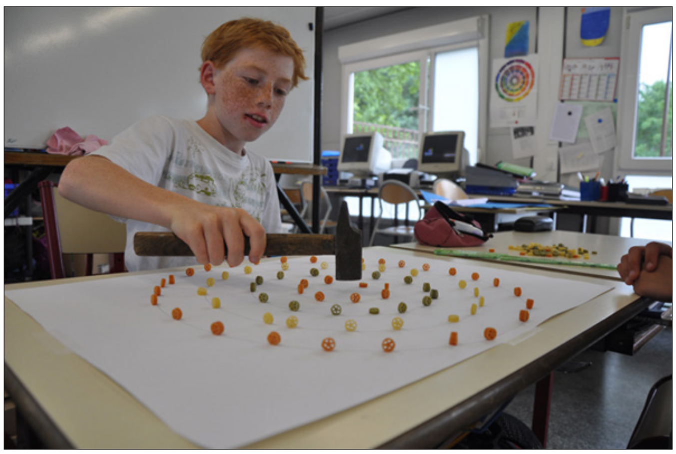
บทความนี้จะนำเสนอตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อ การแผ่กระจายของแรงสั่นสะเทือน ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

เวลา	1 ชั่วโมง
วัสดุอุปกรณ์	1. ลูกปัดหลาย ๆ สี 2. มักกะโรนีหลาย ๆ สี 3. บล็อคไม้ 4. ค้อนยาง 5. กระดาษขนาด A3 6. กล้องวีดิทัศน์
วัตถุประสงค์	1. อธิบายลักษณะการแผ่กระจายของแรงสั่นสะเทือน 2. อธิบายความรุนแรงของแผ่นดินไหวที่สัมพันธ์กับจุดเหนือศูนย์เกิดแผ่นดินไหว
ทักษะ	1. สามารถตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐานได้ 2. สามารถออกแบบและทำการทดลองได้ 3. อภิปราย และนำเสนอผลการทดลองโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
สาระการเรียนรู้	แผ่นดินไหวเกิดจากการปลดปล่อยพลังงานที่สะสมไว้ในเปลือกโลกออกมาในรูปของคลื่นการไหวสะเทือน เพื่อปรับภาวะสมดุลของเปลือกโลก ตามปกติแผ่นดินไหวมีขนาดและความรุนแรงแตกต่างกัน มักเกิดตรงบริเวณรอยต่อของแผ่นธรณี และบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี

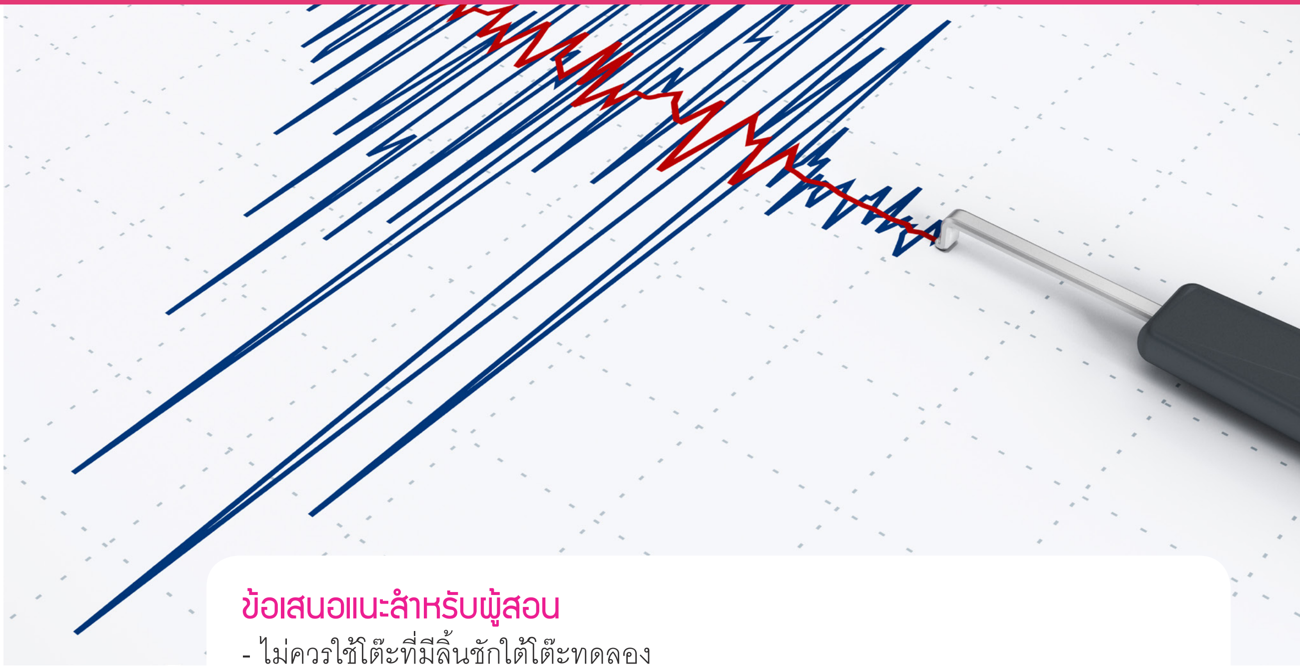
ขั้นนำ ผู้สอนทบทวนความรู้เรื่องแผ่นดินไหวในหัวข้อ แผ่นดินไหวคืออะไร และการสำรวจความรุนแรงของแผ่นดินไหว ผู้สอนให้ผู้เรียนอธิบายลักษณะของความรุนแรงของแผ่นดินไหวจากกิจกรรม การหาจุดเหนือศูนย์เกิดแผ่นดินไหว ผู้สอนแบ่งกลุ่มผู้เรียน และให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานเรื่อง ลักษณะการแผ่กระจายของแรงสั่นสะเทือน และออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเปรียบเทียบระหว่างแรงสั่นทะเทือนที่สร้างขึ้นในห้องทดลองกับแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากแผ่นดินไหวจริง ๆ

ขั้นสอน ผู้สอนให้ผู้เรียนนำเสนอสมมติฐาน และวิธีการทดลองทีละกลุ่ม และอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน จากนั้นให้ผู้เรียนเลือกอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ และเริ่มทำการทดลอง โดยผู้สอนอาจทำการทดลองเป็นตัวอย่างก่อนเพื่ออภิปรายและเปรียบเทียบผลการทดลอง ดังนี้ ให้นำกระดาษ A3 มาแล้ววาดวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางร่วมกัน โดยให้วงกลมมีขนาดต่าง ๆ กันตั้งแต่เล็กไปจนใหญ่ วางกระดาษเหล่านั้นลงบนโต๊ะทดลอง แล้ววางลูกปัดหลาย ๆ สี ลงบนเส้นรอบวงของวงกลมแต่ละวง โดยให้ลูกปัดแต่ละลูกอยู่ห่างกันเป็นระยะทางเท่า ๆ กัน แล้วใช้ค้อนยางทุบใต้โต๊ะ โดยให้ตำแหน่งที่ทุบอยู่ตรงกับจุดศูนย์กลางของวงกลม จากนั้นใช้ปากกาสีขีดตำแหน่งของลูกปัดที่เคลื่อนที่ และวัดระยะที่เคลื่อนที่ รวมถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของลูกปัดแต่ละลูก บันทึกผลการทดลอง





ภาพแสดงตัวอย่างการออกแบบการทดลอง และการทำการทดลอง
ที่มา: When the Earth Rumbles. A teacher's guide: A project of risk education for the primary school, 98-99.



ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สอน

- ไม่ควรใช้โต๊ะที่มีลิ้นชักใต้โต๊ะทดลอง
- ความคลาดเคลื่อนของการทดลองอาจเกิดจากตำแหน่งที่ใช้ค้อนทุบโต๊ะไม่ตรงจุดศูนย์กลางของวงกลม
- ใช้กล้องวีดิทัศน์บันทึกการทดลอง และแสดงการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของลูกปัด
- ระวังการใช้ค้อนทุบแรงเกินไปอาจทำให้ลูกปัดกระเด็นตกจากโต๊ะลงมาหมด ทำให้บันทึกผลการทดลองไม่ได้

ขั้นอภิปราย ผู้สอนให้ผู้เรียนนำเสนอผลการทดลอง และข้อสรุปของสมมติฐาน ทีละกลุ่ม และผู้สอนนำเสนอผลการทดลองตัวอย่างโดยเปรียบเทียบกับผลการทดลองของผู้เรียนดังนี้ ทิศทางการเคลื่อนที่ของลูกปัดสี ส่วนใหญ่จะเคลื่อนที่จากตำแหน่งเดิมตามแนวเส้นรัศมีของวงกลม และระยะทางในการเคลื่อนที่ของลูกปัดสีจะลดลงตามระยะห่างที่เพิ่มขึ้นจากจุดศูนย์กลางวงกลม จากนั้นผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียน

ขั้นสรุป ผู้สอนร่วมสรุปผลการทดลองกับผู้เรียน ดังนี้ แรงสั่นสะเทือนจะแผ่กระจายออกจากจุดศูนย์กลางเป็นวงกลม แรงสั่นสะเทือนที่ตำแหน่งต่าง ๆ จะลดลงเมื่อตำแหน่งนั้นอยู่ห่างออกจากจุดศูนย์กลางมากขึ้น และความเสียหายที่เกิดขึ้นจะลดลงด้วย ผู้สอนอาจเชื่อมโยงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงกับข้อสรุปที่ได้จากการทดลอง และตั้งคำถามเชื่อมโยงกับการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อต่อไป

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบ จัดการทดลองและแปลความหมายของข้อมูล รวมถึงการสื่อสารผลที่ได้โดยใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ วิธีการนี้จะทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและมีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน และช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อีกด้วย

บรรณานุกรม

Wilgenbus, David. Faure, Cedric. Schick, Olivier. (2012). *When the Earth Rumbles : living with risk,* Paris: Edition Le Pommier.

ปวีณัย บุญปก • อาจารย์ประจำสาขาภาษาอังกฤษ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
อรสา ชูสกุล • ผู้ชำนาญ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท. • e-mail: ochoo@ipst.ac.th

การรายงานผล และการนำผลการประเมินระดับชาติไปใช้ ระดับประถมศึกษาของประเทศนิวซีแลนด์

ที่มา: http://nmssa.otago.ac.nz/

เมื่อกล่าวถึงระบบการศึกษาของประเทศนิวซีแลนด์ โดยทั่วไปแล้วเรามักจะนึกถึงการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาระดับชาติในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นั่นคือ **The National Certificate Education Academic (NCEA)** แต่ในความเป็นจริงประเทศนิวซีแลนด์ยังมีการประเมินระดับชาติที่เรียกว่า **The National Monitoring Study of Student Achievement (NMSSA)** ซึ่งเป็นการประเมินในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาตอนต้นด้วย

Wānangatia te putanga tauira
National Monitoring Study
of Student Achievement

NMSSA เป็นระบบการประเมินที่พัฒนามาจาก The National Education Monitoring Project (NEMP) จุดประสงค์ของการประเมิน NMSSA คือ 1. เพื่อให้เห็นภาพรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา 2. เพื่อระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา 3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในระดับชาติในภาพรวม 4. เพื่อวางแผนนโยบายด้านการศึกษา สำหรับระดับชั้นที่จะมีการประเมินคือ นักเรียนชั้น Year 4 ซึ่งเป็นระดับประถมศึกษา และ Year 8 ซึ่งเป็นระดับมัธยมศึกษาตอนต้น อย่างไรก็ตามในบทความนี้จะกล่าวถึงเฉพาะระดับประถมศึกษาเท่านั้น

ในขณะที่ระบบการศึกษาของประเทศไทยในระดับประถมศึกษามีการทดสอบระดับชาติ 2 ประเภท คือ การประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อการประกันคุณภาพผู้เรียน (National Test หรือ NT) ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นงานอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของสำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) และการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นงานรับผิดชอบของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.)

จุดประสงค์ของการประเมิน NT และการประเมิน O-NET มีความแตกต่างกัน ดังต่อไปนี้ การประเมิน NT ได้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาการปรับปรุงการเรียนการสอนของครู ตรวจสอบการขับเคลื่อนตามนโยบายการศึกษา และเพิ่มประสิทธิภาพของสถานศึกษา จุดประสงค์ของการประเมิน O-NET คือการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาหลัก เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งในการจบการศึกษา และการคัดเลือกเข้าเรียนต่อ อีกทั้งให้ครูนำไปใช้ปรับปรุงการเรียนการสอน และการประกันคุณภาพการเรียนการสอนในโรงเรียน

การรายงานผลการประเมินและการนำผลการประเมินไปใช้

ในประเทศนิวซีแลนด์ หลังจากที่ได้มีการประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียน Year 4 จากนักเรียนทั่วประเทศนิวซีแลนด์แล้ว หน่วยงานที่รับผิดชอบจะรวบรวมคะแนนทั้งหมดเพื่อนำไปสรุปและรายงานผลในภาพรวมของประเทศ โดยจะกล่าวถึงในประเด็นหลัก ๆ ดังต่อไปนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักเรียน ทัศนคติ ความเชื่อและแรงจูงใจในการเรียน
2. สิ่งอำนวยความสะดวกที่ทางโรงเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้จัดเตรียมไว้เพื่อการจัดการเรียนการสอน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มพิเศษ เช่น ชาวเมารี หรือนักเรียนที่มาจากหมู่เกาะต่าง ๆ ในมหาสมุทรแปซิฟิก
4. ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

นอกจากนี้จะมีการส่งผลการประเมินไปให้บุคลากรทางการศึกษา โดยจะแนบข้อมูลอื่น ๆที่เป็นประโยชน์สำหรับโรงเรียน เพื่อกระตุ้นให้ครูใช้แหล่งข้อมูลด้านการประเมินผล และให้โรงเรียนได้จัดหาอุปกรณ์สนับสนุน อีกทั้งเปิดโอกาสให้ครูได้เรียนรู้เกี่ยวกับการประเมิน โดยการรายงานผลจะแยกการรายงานผลของนักเรียนที่มีเชื้อสายเมารี นักเรียนที่มาจากหมู่เกาะต่าง ๆในมหาสมุทรแปซิฟิก และนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ

ในการเปรียบเทียบรายงานผลการประเมิน NMSSA กับรายงานผลสอบ NT พบว่ามีทั้งส่วนเหมือนและส่วนต่าง กล่าวคือการรายงานผลสอบ NT ของประเทศไทยจะมีการรายงานผลในหลายระดับซึ่งแตกต่างจากประเทศนิวซีแลนด์ที่มีการรายงานผลการประเมิน ดังนี้

1. ผลการประเมินแยกตามสังกัด
2. ผลการประเมินสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
3. ผลการประเมินระดับเขตพื้นที่การศึกษา
4. ผลการประเมินจำแนกตามขนาดของโรงเรียน

อย่างไรก็ตามยังมีส่วนที่การรายงานผลของประเทศไทยที่เหมือนกับประเทศนิวซีแลนด์ คือการแยกผลการประเมินของเด็กกลุ่มพิเศษออกจากเด็กปกติ

ในขณะที่การงานผลการสอบ O-NET นั้น ทาง สทศ. ได้รายงาน 2 รูปแบบ คือ แบบรายบุคคล และรายงานผลเป็นค่าสถิติพื้นฐาน ซึ่งได้แก่ จำนวนผู้เข้าสอบ คะแนนเต็ม คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนสูงสุด คะแนนต่ำสุด มัธยฐาน และค่าฐานนิยม

สำหรับประเทศไทยได้มีการนำผลทดสอบทางการศึกษาไปใช้พัฒนาคุณภาพผู้เรียน โดยพบในลักษณะของงานวิจัย (อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล, 2556 และปนัดดา หัสปราบ, 2557) ซึ่งผลการวิจัยทั้งสองชิ้นนี้มีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ มีการศึกษาด้านการบริหารจัดการ ด้านการพัฒนาผู้เรียน และด้านการพัฒนาครู โดยพบว่า ในด้านการบริหารจัดการ โรงเรียนจัดการประชุมเพื่อชี้แจง หลังจากที่ได้รับผลการทดสอบทางการศึกษา โดยมีการให้ข้อมูลสารสนเทศและรายงานผลการทดสอบแก่ครู เพื่อให้ทราบผลการศึกษาของปีการศึกษาที่ผ่านมาทั้งในภาพรวมและรายกลุ่มสาระการเรียนรู้

ด้านการพัฒนาผู้เรียน ได้พบว่า หลังจากการประกาศผลสอบทางการศึกษา โรงเรียนได้ชี้แจงให้ข้อมูลสารสนเทศและรายงานผลการทดสอบแก่นักเรียน ตลอดจนแนะแนวทางการเรียนหรือการศึกษาต่อเพื่อให้นักเรียนสามารถเห็นศักยภาพของตนเอง นอกจากนี้ในบางโรงเรียนได้จัดการสอนเสริมให้แก่นักเรียนด้วย

ด้านการพัฒนาครู พบว่า โรงเรียนได้ส่งเสริมให้ครูทำวิจัยในชั้นเรียน เพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาผู้เรียน บางโรงเรียนเน้นการส่งเสริมและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉพาะ และบางโรงเรียนมีกระบวนการพัฒนาครูโดยจัดประเมินการสอนของครูเป็นระยะ ๆ เพื่อกำกับการสอนให้เป็นไปตามทิศทางและมาตรฐานของโรงเรียน และบางโรงเรียนมีการสร้างแรงจูงใจให้แก่ครูผู้สอน ในกรณีที่นักเรียนได้ผลการสอบในระดับดี

ตัวอย่างการรายงานผลการประเมินทักษะการเขียนในวิชาภาษาอังกฤษ

ที่มา: http://nmssa.otago.ac.nz/

การประเมิน NMSSA ด้านทักษะการเขียนภาษาอังกฤษได้จัดขึ้นเป็นครั้งแรกในเทอม 3 ของปีการศึกษา 2012 โดยในปีดังกล่าวมีการประเมินด้านการเขียน 2 ลักษณะ คือ The Writing for a Variety of Purposes อีกลักษณะหนึ่งเป็นการสัมภาษณ์ The Process of Writing ซึ่งเป็นการประเมินที่สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาของชาติที่ได้กำหนดมาตรฐานการการเขียนสำหรับนักเรียนที่จบชั้น Year 4 ไว้ว่า “เมื่อเรียนจบชั้น Year 4 นักเรียนจะสามารถเขียนข้อความสั้นๆ เพื่อตอบสนองความต้องการด้านการเขียนของหลักสูตร New Zealand Curriculum ที่ระดับ 2 โดยนักเรียนจะใช้การเขียนของตนในการพิจารณา ไตร่ตรอง บันทึก และสื่อสารประสบการณ์ รวมถึงความคิดและข้อมูล ในการบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ตลอดหลักสูตร”

ภายหลังการประเมิน หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้รายงานผลการประเมินซึ่งแบ่งออกได้เป็น 7 บท ดังนี้

1. **บทที่ 1** ภาพรวมของระบบการประเมิน NMSSA
2. **บทที่ 2** การประเมินทักษะการเขียนภาษาอังกฤษของนักเรียน
3. **บทที่ 3** ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการเขียนภาษาอังกฤษของนักเรียน
4. **บทที่ 4** ความเข้าใจเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการเขียนภาษาอังกฤษ
5. **บทที่ 5** ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการเขียนภาษาอังกฤษของนักเรียนเชื้อสายเมารี
6. **บทที่ 6** ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการเขียนภาษาอังกฤษของนักเรียนจากหมู่เกาะแปซิฟิก
7. **บทที่ 7** ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการเขียนภาษาอังกฤษของนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ
8. **ภาคผนวก**

รายงานผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการเขียนภาษาอังกฤษข้างต้น แสดงให้เห็นว่านอกจากประเทศนิวซีแลนด์จะเห็นความสำคัญของนักเรียนชาวนิวซีแลนด์แล้ว ในเวลาเดียวกันรายงานก็ตระหนักถึงความหลากหลายทางเชื้อชาติและวัฒนธรรมของนักเรียนที่มีอยู่ภายในประเทศ กล่าวคือ หน่วยงานที่รับผิดชอบได้จัดการประเมิน NMSSA สำหรับนักเรียนเชื้อสายเมารี นักเรียนจากหมู่เกาะแปซิฟิก และนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษด้วย จึงเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการศึกษา เนื่องจากมีข้อมูลครบทุกด้านทำให้ประเทศสามารถสนับสนุนและแก้ปัญหาด้านทักษะการเขียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้น Year 4 ได้ตรงจุด

ทั้งนี้การรายงานผลการประเมิน NMSSA จะแสดงเกณฑ์การประเมินและตัวอย่างข้อสอบทั้งในส่วนของ The Writing for a Variety of Purposes และ The Process of Writing ไว้อย่างชัดเจน โดยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการเขียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้น Year 4 ในปี 2012 สามารถสรุปได้ดังนี้

ในส่วนของการให้คะแนนสำหรับ The Writing for a Variety of Purposes นั้นได้แบ่งออกเป็น 7 ส่วน คือ ความคิด โครงสร้างของภาษา การจัดวางรูปแบบ คำศัพท์ โครงสร้างประโยค เครื่องหมายวรรคตอน และการสะกดคำ ผลปรากฏว่านักเรียนชั้น Year 4 มีคะแนนเฉลี่ยด้านการสะกดคำศัพท์สูงที่สุด และมีคะแนนด้านเครื่องหมายวรรคตอนต่ำที่สุด

สำหรับการสอบเพื่อวัด The Process of Writing นั้นมีจุดประสงค์เพื่อประเมินมุมมองของนักเรียนในด้านความเข้าใจ และการตระหนักเกี่ยวกับกระบวนการเขียน ในการประเมินใช้การสัมภาษณ์และศึกษาจากชิ้นงานที่นักเรียนเขียน ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกว่างานที่ตนเขียนเพื่อใช้ประเมิน NMSSA ไม่ดีเท่ากับการเขียนตามปกติของตนเอง และเมื่อนักเรียนได้รับโอกาสให้แก้ไขงานเขียนนี้ นักเรียนจะมุ่งเน้นไปที่ความชัดเจนและความแม่นยำด้านความหมาย และแก้ไขการสะกดคำผิด การใช้เครื่องหมายวรรคตอนหรือแก้ไขไวยากรณ์ นอกจากนี้ยังพบอีกว่านักเรียนมีความตระหนักเกี่ยวกับความแตกต่างของกระบวนการเขียนน้อยมาก

สรุป

ถึงแม้ว่าทั้งประเทศนิวซีแลนด์และประเทศไทยจะมีระบบการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในระดับชาติ และในระดับประถมศึกษาเหมือนกัน แต่จากการนำเสนอข้อมูลทั้งหมดจะเห็นได้ว่าระบบการประเมินมีความแตกต่างกันหลายด้าน เช่น เป้าหมายของการประเมิน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน การรายงานผลการประเมิน ตลอดจนการนำผลการประเมินไปใช้ ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้ขึ้นกับบริบทของทั้งสองประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาภาษาอังกฤษ กล่าวคือประเทศนิวซีแลนด์เป็นประเทศที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาราชการ ในขณะที่ประเทศไทยใช้ภาษาอังกฤษในฐานะภาษาต่างประเทศ อย่างไรก็ตามมีประเด็นหนึ่งที่น่าสนใจคือ ทั้งสองประเทศให้ความสำคัญกับกลุ่มนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้เป็นพลเมืองของประเทศที่รัฐบาลไม่สามารถละเลยได้ หากแต่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ต้องหาทางพัฒนาศักยภาพของนักเรียนกลุ่มนี้ เพื่อยกระดับมาตรฐานการศึกษาของประเทศในภาพรวมด้วย

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย ดร. สิทธิกร สุมาลี สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับการให้คำปรึกษา และแนะนำในการเขียนบทความนี้

บรรณานุกรม

Ministry of Education. 2007. *The New Zealand Curriculum.* Retrieved August 7, 2015, from http://nzcurriculum.tki.org.nz/content/download/1108/11989/file/The-New-Zealand-Curriculum.pdf

National Monitoring Study of Student Achievement, Educational Assessment Research Unit. 2014. *Assessment of English: Writing*. Retrieved August 7, 2015, from http://nmssa.otago.ac.nz/files/NMSSA_Ed_Gazette_2014_8pg.pdf.

National Monitoring Study of Student Achievement, English: Writing 2012. Retrieved September 2, 2015, from https://www.educationcounts.govt.nz/__data/assets/pdf_file/0008/144377/NMSSA-English-Writing-2012.pdf

ปนัดดา หัสปราบ. (2557). *แนวทางการนำผลการทดสอบทางการศึกษาไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน*. สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม 2558, จาก http://www.niets.or.th/th/content/download/262

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). 2558. *ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2557*. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2558, จาก http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat.aspx

สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2557. *สรุปผลการประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อการประกันคุณภาพผู้เรียน ปีการศึกษา 2556*. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2558. จาก http://bet.obec.go.th/bet/wp-content/uploads/2014/04/sNT56.pdf,

อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล. (2556). *การวิเคราะห์และสังเคราะห์กลยุทธ์การนำผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน: พหุกรณีศึกษา โรงเรียนที่มีผลการทดสอบทางการศึกษาในระดับดี*. สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม 2558., จาก http://www.niets.or.th/th/content/download/291

จุดประกายให้น้อง... สู่เส้นทางโอลิมปิกวิชาการ

กิจกรรมจิตอาสานักเรียนโครงการโอลิมปิกวิชาการฯ

เมื่อวันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2558 ที่ผ่านมา ฝ่ายโอลิมปิกวิชาการและพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้จัดกิจกรรม **One Day Camp "จุดประกายให้น้อง... สู่เส้นทางโอลิมปิกวิชาการ"** อันเป็นกิจกรรมในโครงการจิตอาสานักเรียนของโครงการโอลิมปิกวิชาการฯ ให้แก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่กำลังศึกษาอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 75 คน ณ ห้อง 1601 อาคารอำนวยการ สสวท.

นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมเป็นผู้มีความสนใจในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และสนใจโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ โดยนักเรียนทั้งหมดได้สมัครเข้าร่วมกิจกรรมทางระบบรับสมัครออนไลน์ และมีผู้สนใจสมัครเข้าร่วมกิจกรรมเป็นจำนวนมาก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสนใจในโครงการและกระตือรือร้นของน้อง ๆ ที่จะมารับฟังประสบการณ์ตรงจากพี่ ๆ ที่เคยเป็นผู้แทนประเทศไทยฯ เพื่อจะได้รับการจุดประกาย และแรงบันดาลใจจากพี่ ๆ วิทยากรในการเข้าสู่เส้นทางโอลิมปิกวิชาการ ด้วยการรับฟังข้อคิดและเคล็ดลับต่าง ๆ ในการเรียน ตลอดจนการใช้ชีวิตในวัยเรียนของพี่ ๆ

พี่ ๆ วิทยากร 8 คน คือ พี่ดิสนีย์ นิปุณ ปิติมานะอารี และพี่จูเนียร์ วีรชัย นีรนาทวงศ์ ผู้แทนประเทศไทยในการแข่งขันวิชาคณิตศาสตร์ ปัจจุบันพี่ทั้งสองคนกำลังศึกษาอยู่ที่ Massachusetts Institute of Technology (MIT) สหรัฐอเมริกา กับพี่บูม จิรทีปต์ ปรัชญาธรรมกร ซึ่งปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ที่ University of Oxford, United Kingdom และพี่อุ้ย วีรภัทร ยศอมรสุนทร นักเรียนโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ทั้งสองคนหลังเคยเป็นผู้แทนประเทศไทยในการแข่งขันวิชาเคมี ด้านพี่ตอง ธิปยวิศว์ ชื่นจิตร เคยเป็นผู้แทนประเทศไทยในการแข่งวิชาฟิสิกส์ ปัจจุบันศึกษาอยู่ที่ California Institute of Technology (Caltech) สหรัฐอเมริกา พี่โฟล์ค รัชชานนท์ พรมงคลสุข นักเรียนผู้แทนประเทศไทยในการแข่งขัน

วิชาชีววิทยา จากโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย พี่ชัย ธงชัย วิโรจน์ศักดิ์เสรี นักเรียนทุนโอลิมปิกวิชาการจาก University of Bristol, United Kingdom พี่เก่ง เจริญศักดิ์ เมืองแก้ว นักเรียนโครงการโอลิมปิกวิชาการ และเป็นบัณฑิตทุน พสวท. รวมถึงพี่ท็อป คมพิเนต อู่เจริญ บัณฑิตทุน สควค. พร้อมด้วยพี่ๆ นักวิชาการ ในฝ่ายโอลิมปิกวิชาการได้ร่วมจัดกิจกรรมให้แก่นักเรียนรุ่นน้องตลอดทั้งวัน

แม้นักเรียนหลายคนจะไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับการที่ได้รู้จักโครงการนี้อย่างละเอียด แต่พี่ๆ ก็เล่าถึงที่มาของโครงการโอลิมปิกวิชาการ ที่เริ่มมีตั้งแต่ พ.ศ. 2532 โดยประเทศไทยได้ส่งผู้แทนประเทศไทยไปร่วมแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศเป็นครั้งแรก ด้วยพระเมตตาของสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอเจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ที่พระองค์ทรงสนพระทัยและทรงให้การสนับสนุนโครงการนี้โดยตลอด โดยทรงพระราชทานพระราชทรัพย์ส่วนพระองค์มาสนับสนุนโครงการ และทรงพระราชทานพระอนุญาตให้จัดตั้ง มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอเจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (สอวน.) เมื่อพ.ศ. 2542 และพระองค์ยังทรงรับเป็นองค์ประธานมูลนิธิด้วย

โครงการโอลิมปิกวิชาการได้ทำการคัดเลือกนักเรียนเข้าโครงการผ่านค่าย สอวน. ซึ่งจัดให้มีขึ้นทั่วประเทศ และผ่านการแข่งขันการสอบโอลิมปิกวิชาการระดับชาติ นักเรียนที่ผ่านการสอบคัดเลือกโอลิมปิกวิชาการระดับชาติจะเข้ารับการอบรมคัดเลือกในโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ ซึ่งจัดขึ้นโดย สสวท. จากนั้นพี่ๆ แต่ละคนได้เล่าเรื่องบรรยากาศการอบรมที่ สสวท. ที่จะต้องมีการสอบระหว่างการอบรมด้วยในบางวิชา เช่น วิชาคณิตศาสตร์ ส่วนวิชาชีววิทยานั้น มีการอบรมเพียง 1 ครั้ง ในเดือนเมษายน จากนั้น สสวท.จะคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยด้านชีววิทยาให้เหลือเพียง 4 คน ซึ่งไม่เหมือนวิชาอื่นๆ ที่มีการอบรมคัดเลือก 2 ครั้ง และมีการอบรมเตรียมความพร้อมอีก 1 ครั้งก่อนไปแข่งขันในต่างประเทศ บางคนจึงมีโอกาสมานอนพักที่ค่ายที่ สสวท. ด้วย และการเข้าค่ายที่ สสวท. ได้ทำให้ได้รู้จักเพื่อนใหม่ที่อยู่ต่างโรงเรียนซึ่งมีความสนใจในเรื่องเดียวกัน

ภาคเช้าเป็นกิจกรรมเสวนาเล่าประสบการณ์ ซึ่งพี่ๆ วิทยากรได้นำประสบการณ์ของตนเอง ตั้งแต่ก่อนเข้าโครงการโอลิมปิกวิชาการ ไปจนถึงปัจจุบัน ที่พี่บางคนได้รับทุนโอลิมปิกวิชาการในสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ไปศึกษาตั้งแต่ระดับปริญญาตรีถึงปริญญาเอกในต่างประเทศ และกลับมาเยือนประเทศไทยในช่วงปิดเทอม จึงเข้าร่วมกับฝ่ายโอลิมปิกวิชาการจัดกิจกรรมดังกล่าวขึ้น การเสวนาเริ่มต้นด้วยการบรรยายให้นักเรียนฟังว่าเหตุใดพี่ๆ ผู้แทนจึงชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์ และมุ่งมั่นผ่านการสอบคัดเลือกหลายรอบจนได้รับการคัดเลือกเป็นผู้แทนประเทศไทย

ในระหว่างการอบรม พี่ๆ ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนถามคำถามอย่างอิสระ เช่น ถามเกี่ยวกับการสอบคัดเลือกและการไปแข่งขันในต่างประเทศ ซึ่งพี่ๆ แต่ละคนก็ได้แบ่งปันประสบการณ์ในการไปแข่งขันในประเทศที่แตกต่างกัน เช่น อาร์เซอร์ไบจัน อเมริกา สเปน และเดนมาร์ก เป็นต้น พี่ๆ เล่าว่า ในการแข่งขันนั้นนอกจากนักเรียนจะได้ทดสอบความรู้ของตนเอง แข่งกับตัวเอง และแข่งขันกับเพื่อนต่างชาติแล้ว ยังได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมกับเพื่อนต่างชาติ ได้เพื่อนใหม่จากหลายประเทศ ซึ่งบางคนก็ยังติดต่อกัน แม้การแข่งขันจะสิ้นสุดไปแล้วก็ตาม นอกจากนี้ก็ได้ไปทัศนศึกษาตามแหล่งเรียนรู้ของประเทศต่างๆ ด้วย

คำถามที่นักเรียนถามมากเป็นพิเศษ คือการเตรียมตัวเข้าโครงการ ซึ่งพี่นิปุณได้แนะนำนักเรียนที่จะสอบเข้าโครงการวิชาคอมพิวเตอร์ว่า พื้นฐานการเขียนโปรแกรมมีความสำคัญ ดังนั้นจะต้องฝึกฝนให้เก่ง ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้บ่อยก็คือภาษาซี และความรู้ทางคณิตศาสตร์ก็จะจำเป็นต้องใช้ในวิชาคอมพิวเตอร์ด้วยเช่นกัน ส่วนวิชาคณิตศาสตร์นั้นนักเรียนต้องฝึกทำโจทย์ต่างๆ จนมีความชำนาญ พี่จูเนียร์ วีรชัย ได้กล่าวเพิ่มเติมว่า ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ความรู้ที่ใช้ในการสอบ ได้แก่ ทฤษฎีจำนวน พีชคณิต การนับ ความน่าจะเป็น และเรขาคณิต เป็นต้น ซึ่งนักเรียนจะต้องฝึกการพิสูจน์สูตรและทฤษฎีต่างๆ ด้วย สำหรับวิชาชีววิทยา พี่โฟล์ค รัชชานนท์ ได้แนะนำน้องๆ ว่า ชีววิทยาเป็นวิชาที่มีเนื้อหามาก นักเรียนจะต้องอดทนและขยัน ความรู้ทางชีววิทยามีมากไม่จำกัด ดังนั้นการอ่านมากจะทำให้ได้รับความรู้มากขึ้นด้วย พี่อุ้ย วีรภัทรแนะนำเกี่ยวกับวิชาเคมีว่า นอกจากความรู้ภาคทฤษฎีแล้ว ภาคปฏิบัติก็มีความสำคัญ การฝึกฝนทำการทดลองบ่อยๆ จะทำให้มีความคุ้นเคยกับเครื่องมือ จนสามารถใช้ได้อย่างถูกต้อง ทำให้ผลการทดลองมีความแม่นยำและถูกต้องมากขึ้นด้วย

ส่งท้ายภาคเช้าเป็นการเล่าประสบการณ์การเรียนต่อในต่างประเทศ ซึ่งพี่บูม จิรทีปต์ ได้เล่าถึงการรับทุนโอลิมปิกวิชาการว่าได้ไปศึกษาตั้งแต่ปริญญาตรีถึงปริญญาเอก และการไปเรียนต่อนั้นจะต้องฝึกฝนภาษาอังกฤษให้ดีมาก เพราะต้องใช้ในการเรียนและการสื่อสารในชีวิตประจำวัน สำหรับการเรียนต่อในต่างประเทศนั้น พี่บูมได้ฝึกการใช้ชีวิตและฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเอง แม้จะรู้สึกลำบากในตอนแรกที่ต้องปรับตัวให้เข้ากับวัฒนธรรมอเมริกันซึ่งแตกต่างกับวัฒนธรรมไทย แต่ด้วยความอดทนก็สามารถผ่านไปได้ และได้เรียนรู้จากประสบการณ์ต่างๆมากมาย

สำหรับกิจกรรมในภาคบ่าย วิทยากรได้ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยได้ฝึกคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมสร้างหอคอยสปาเกตตี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับเส้นสปาเกตตี้และขนมมาร์ชเมลโล่ จากนั้นให้นำวัสดุเหล่านี้มาออกแบบเป็นภาพร่างของโครงสร้างหอคอยในกระดาษ ก่อนลงมือประกอบหอคอยที่มีเสาและคานซึ่งทำจากเส้นสปาเกตตี้และมีขนมมาร์ชเมลโล่เป็นตัวยึดเสาและคาน จนได้หอคอยที่สูงที่สุดและรับน้ำหนักได้ ติดตามมาด้วยการทดสอบความแข็งแรงของหอคอย โดยการวางสมุดบนยอดหอคอย ในกิจกรรมนี้

นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องคานและการรับน้ำหนัก เรียนรู้วิธีต่อเส้นสปาเกตตี้ที่มีความเปราะให้กลายเป็นหอคอยที่สามารถรับน้ำหนักได้ เรียนรู้หลักการพื้นฐานของการสร้างหอคอยว่าหอคอยที่แข็งแรงจะต้องมีฐานรากที่แข็งแรง เพราะถ้าคำนึงถึงความสูงเพียงอย่างเดียวโดยไม่สร้างฐานให้แข็งแรง หอคอยก็จะไม่สามารถรับน้ำหนักได้ นอกจากนี้นักเรียนยังต้องแสดงความคิดสร้างสรรค์ผ่านการออกแบบหอคอยก่อนลงมือสร้างชิ้นงาน โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ รู้จักแก้ปัญหาเมื่อพบว่าหอคอยที่สร้างขึ้นไม่แข็งแรง และได้แก้ไขให้แข็งแรงขึ้น รวมทั้งได้ฝึกการทำงานกลุ่มร่วมกับเพื่อน ๆ จากต่างโรงเรียนด้วย

อีกหนึ่งกิจกรรมที่นักเรียนได้ทำ คือกิจกรรมรถไฟเหาะ ซึ่งนักเรียนในแต่ละกลุ่มได้เรียนองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ของรถไฟเหาะจากการจำลองการเคลื่อนที่ของรถไฟเหาะโดยใช้ฉนวนหุ้มท่อแอร์ที่ถูกผ่าครึ่งตามแนวยาวแล้วม้วนงอเพื่อทำเป็นรางรถไฟเหาะที่มีลูกแก้วเป็นรถไฟ นักเรียนได้สร้างรางรถไฟเหาะตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยวิทยากร เช่น รางต้องมีส่วนที่ม้วนเป็นวงเพื่อให้รถไฟสามารถตีลังกาได้อย่างน้อย 2 วง และเมื่อปล่อยตัวรถไฟ รถไฟจะต้องเคลื่อนที่ไปตามรางจนหยุดที่จุดกำหนดพอดี กิจกรรมนี้ได้ดำเนินไปด้วยความสนุกสนาน เมื่อนักเรียนแต่ละคนต่างลุ้นว่ารถไฟของกลุ่มตนจะสามารถพิชิตเงื่อนไขต่าง ๆ ได้หรือไม่ ในกิจกรรมนี้นักเรียนได้เรียนรู้ว่า ถ้าปล่อยรถไฟจากตำแหน่งที่อยู่สูง รถไฟจะไถลไปตามรางด้วยแรงโน้มถ่วง และเคลื่อนที่ต่อไปด้วยการเปลี่ยนพลังงานศักย์ที่มีสะสมอยู่ในรถไฟไปเป็นพลังงานจลน์ การปล่อยรถไฟจากตำแหน่งที่สูงขึ้นจะทำให้รถไฟมีพลังงานศักย์มากขึ้น และจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ได้มากขึ้น นั่นคือความเร็วของรถไฟจะเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นเมื่อนักเรียนทดลองสร้างรางรถไฟให้เป็นเนิน 2 เนิน ก็ควรสร้างเนินแรกให้มีความสูงมากกว่าเนินที่สอง เพื่อให้รถไฟมีพลังงานศักย์สะสมมาก รถไฟจะได้มีความเร็วมากขึ้น และมีพลังงานทั้งหมดมากพอที่จะเคลื่อนที่ไปตามรางที่ม้วนวนเป็นวงโค้ง จนสามารถตีลังกาได้ และรถไฟก็จะหยุดเมื่อพลังงานสะสมในตัวหมด ในกิจกรรมนี้นักเรียนได้ทั้งความรู้วิทยาศาสตร์และรู้จักการใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการสร้างรางรถไฟที่แตกต่างกัน และสามารถบังคับให้รถไฟไถลไปจนถึงจุดที่กำหนดได้ อีกทั้งได้เรียนรู้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่มและได้รับความสนุกสนานไปพร้อมกันด้วย

โดยสรุปกิจกรรม One Day Camp “จุดประกายให้น้อง... สู่เส้นทางโอลิมปิกวิชาการ” กิจกรรมในโครงการจิตอาสานักเรียนโครงการโอลิมปิกวิชาการเป็นกิจกรรมที่ดี เพราะได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พบปะกับพี่ ๆ ในโครงการโอลิมปิกวิชาการ ได้ฟังประสบการณ์ตรง ได้รับแรงบันดาลใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้ฟังเคล็ดลับในการเรียน และรู้จักการแบ่งเวลา แม้นักเรียนอาจจะไม่ได้เป็นตัวแทนประเทศในโครงการนี้ แต่ก็ได้เห็นมุมมองในการเรียนของพี่ ๆ ที่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ นักเรียนยังได้ทำกิจกรรมที่เสริมสร้างกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ด้วย อีกทั้งได้รู้จักเพื่อนใหม่ในวัยเดียวกันที่มีความสนใจวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เหมือนกัน ซึ่งจะทำให้มีการผูกสัมพันธ์ต่อกันในอนาคตด้วย

รักษพล ธนานุวงศ์ • นักวิชาการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท. • e-mail: rthan@ipst.ac.th
ดร.ปรีดา พัชรมณีปกรณ์ • นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท. • e-mail: ppatc@ipst.ac.th

รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ประจำปี ค.ศ. 2015

การค้นพบว่านิวตริโนเปลี่ยนชนิดได้

ข้อมูลเพิ่มเติม

bit.ly/199-6

ขณะที่ผู้อ่านกำลังอ่านบทความนี้ ในทุกวินาทีบนทุกพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตรของหน้าหนังสือ มีนิวตริโนหลายล้านล้านตัวกำลังพุ่งผ่านในห้วงเวลาเดียวกัน ในตัวของผู้อ่านเองก็กำลังผลิตนิวตริโน วินาทีละกว่า 5,000 ตัว แต่เนื่องจากนิวตริโนเป็นอนุภาคขนาดเล็กมาก และมีอันตรกิริยากับสสารแทบทุกสิ่งบนโลกนี้น้อยมาก เราจึงไม่สามารถสังเกตหรือรับรู้ถึงการมีอยู่ของนิวตริโนได้


รูปที่ 1 คาจิตะ (ซ้าย) และ แมคโดนัลด์ (ขวา) สองนักฟิสิกส์ที่ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ประจำปี 2015 จากผลงานการค้นพบว่า นิวตริโนสามารถเปลี่ยนชนิดได้ ซึ่งเป็นสมบัติของนิวตริโนที่เรียกว่า Neutrino oscillation (ภาพบนโดย Bengt Nyman)

รางวัลโนเบลโนเบลสาขาฟิสิกส์ประจำปี ค.ศ. 2015 ได้ยกย่องผลงาน **"การค้นพบว่า นิวตริโนสามารถเปลี่ยนชนิดได้ ซึ่งนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า นิวตริโนมีมวล"** ของสองทีมวิจัยที่นำโดย ทากะอะกิ คาจิตะ (Takaaki Kajita) และ อาเธอร์ แมคโดนัลด์ (Arthur B. McDonald)

นิวตริโนคืออะไร มีความสำคัญอย่างไรกับวงการฟิสิกส์จึงส่งผลให้นักฟิสิกส์ทั้ง 2 ท่านได้รับรางวัลโนเบล และที่สำคัญยิ่งกว่านั้นคือ ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับนิวตริโนมีผลกระทบอย่างไรกับชีวิตคนทั่วไป บทความนี้จะให้คำตอบของคำถามข้างต้นโดยย่อ พร้อมประวัติความเป็นมาของการค้นพบนิวตริโนและการทดลองที่นำไปสู่รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ประจำปี 2015

ประวัติการค้นพบนิวตริโน

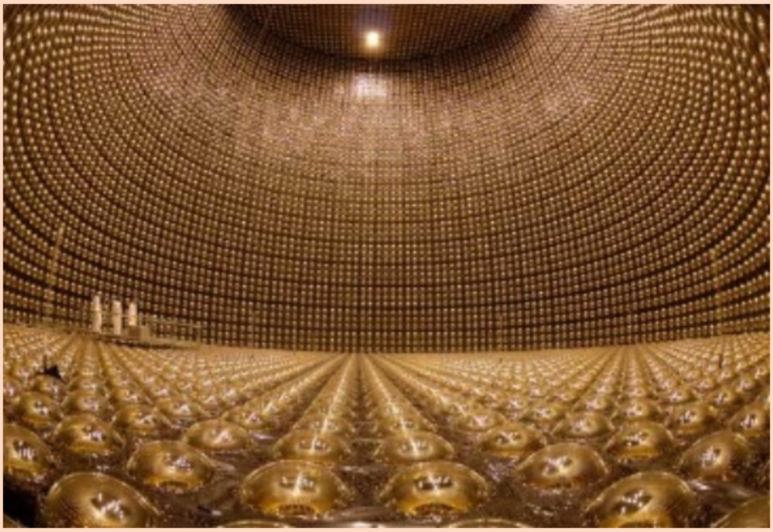
ในปี ค.ศ. 1914 เจมส์ แชดวิก (James Chadwick) นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการสลายของธาตุกัมมันตรังสีและได้พบว่าในกระบวนการสลายแบบให้อนุภาคบีตา (Beta decay) มีพลังงานส่วนหนึ่งหายไป ซึ่งไม่สอดคล้องกันกับกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม และกฎการอนุรักษ์พลังงาน จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1930 โวล์พกัง เพาลี (Wolfgang Pauli) นักฟิสิกส์ชาวออสเตรียได้เสนอว่า พลังงานส่วนที่หายไปนั้น เนื่องจากมีอนุภาคชนิดใหม่นำพลังงานส่วนนี้ไป อนุภาคดังกล่าวไม่มีประจุและมีมวลน้อยมาก ซึ่งสมมติฐานของเพาลีได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างดีจากเอนริโก แฟร์มี (Enrico Fermi) นักฟิสิกส์ชาวอิตาเลียน โดยแฟร์มีเรียกชื่ออนุภาคชนิดใหม่ที่เพาลีเสนอว่า **“นิวตริโน” (Neutrino)** ซึ่งในภาษาอิตาลีแปลว่า “ตัวเล็กที่เป็นกลาง” เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ ν และเรียกปฏิยานุภาคของนิวตริโนว่า **“แอนติินิวตริโน” (Antineutrino)** เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\overline{\nu}$ แต่การตรวจวัดเพื่อยืนยันว่านิวตริโนมีอยู่จริงเป็นเรื่องที่ยากมาก เพราะนิวตริโนแทบไม่มีอันตรกิริยา (Interaction) กับสสารเกือบทุกชนิด ข้อเสนอของเพาลี จึงยังเป็นเพียงข้อเสนอที่ไม่มีการพิสูจน์เป็นระยะเวลากว่า 30 ปี

จนถึงปี ค.ศ 1956 คณะนักฟิสิกส์สัญชาติอเมริกัน นำโดย ไคลด์ โควาน (Clyde Cowan) และ เฟเดอริก ไรนส์ (Frederick Reines) ได้ตรวจพบแอนติินิวตริโนเป็นครั้งแรกจากการทดลองที่ออกแบบสุดพิเศษ โดยใช้ถังบรรจุน้ำขนาดยักษ์ไปติดตั้งไว้ใกล้ ๆ กับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่รัฐเซาท์แคโรไลนา ประเทศสหรัฐอเมริกา การค้นพบแอนติินิวตริโนส่งผลให้ไรนส์ ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ในปี ค.ศ. 1995 ในขณะที่โควานได้เสียชีวิตไปแล้วจึงไม่มีสิทธิรับรางวัล

แอนติินิวตริโนที่โควานและไรนส์ค้นพบ เป็น “ปฏิยานุภาคของนิวตริโนอิเล็กตรอน” ($\overline{\nu}_e$) ส่วนนิวตริโนอีก 2 ชนิด ได้แก่ “นิวตริโนมิวออน” (ν_μ) และ “นิวตริโนทาว” (ν_τ) ได้รับการค้นพบในปี ค.ศ. 1962 จากการทดลองที่ห้องปฏิบัติการแห่งชาติบรู๊คฮาเวน (Brookhaven National Laboratory) ประเทศสหรัฐอเมริกา และ ในปี ค.ศ. 2000 จากการทดลอง **DONUT** (**D**irect **O**bservation of the **NU T**au) ที่ห้องปฏิบัติการเครื่องเร่งอนุภาคแห่งชาติแฟร์มี (Fermi National Accelerator Laboratory) ประเทศสหรัฐอเมริกา ตามลำดับ

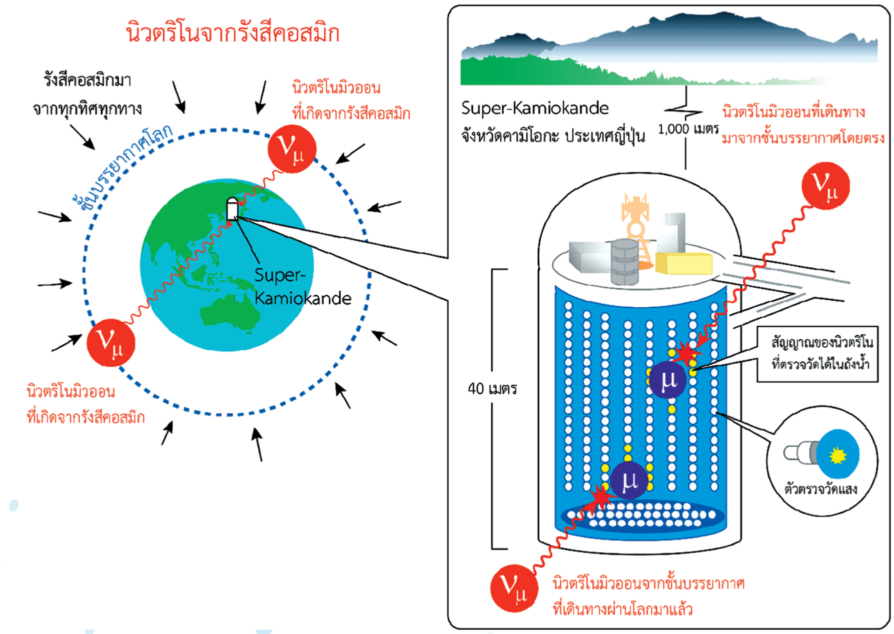
การค้นพบว่า นิวตริโนเปลี่ยนชนิดได้

ในปี ค.ศ. 1996 ที่จังหวัดคามิโอกะ ประเทศญี่ปุ่น ทีมนักวิจัยที่นำโดย คาจิตะ ได้เริ่มดำเนินการตรวจวัดนิวตริโน ที่มาจากชั้นบรรยากาศด้วยเครื่องตรวจวัด Super-K หรือ Super-KamiokaNDE (ย่อมาจาก Super-Kamioka Nucleon Decay Experiment) ซึ่งมีส่วนประกอบหลักคือ ถังน้ำขนาดใหญ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 39 เมตร สูง 42 เมตร ติดตั้งไว้ใต้พื้นดินลึกกว่า 1 กิโลเมตร ภายในถังบรรจุด้วยน้ำบริสุทธิ์เป็นพิเศษ (ultra-pure water) ปริมาณกว่า 50,000 ตัน และที่รอบ ๆ ผนังด้านในมีการติดตั้งตัวตรวจวัดแสงกว่า 11,000 ตัว สำหรับตรวจวัดสัญญาณที่บ่งบอกถึงอันตรกิริยาระหว่างอะตอมของน้ำกับนิวตริโนที่เกิดขึ้นเมื่อนิวตริโนผ่านเข้ามาในถังน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลักษณะภายในของเครื่องตรวจวัดอนุภาคนิวตริโนซุปเปอร์คามิโอคานเดะ (Super-Kamiokande) ที่จังหวัดคามิโอกะ เมืองฮิดะ ประเทศญี่ปุ่น (ที่มา: http://t2k-experiment.org และ http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp)

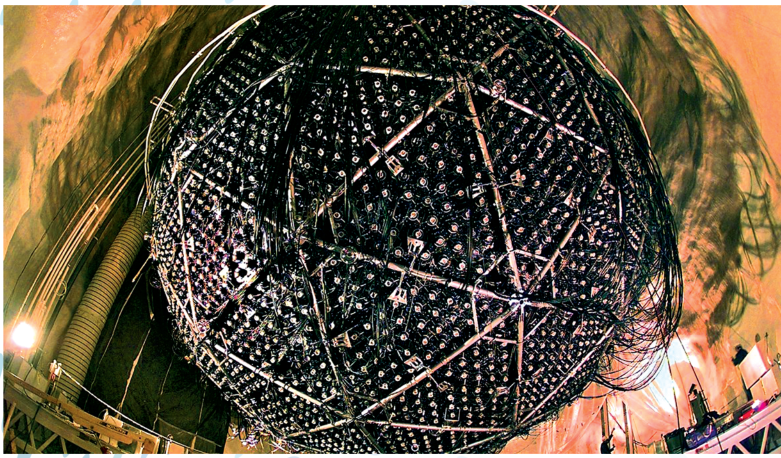
นิวตริโนที่ Super-K ตรวจวัดได้เป็นนิวตริโนมิวออนที่มาจากชั้นบรรยากาศ ซึ่งสามารถเดินทางมาถึง Super-K ได้จากทุกทิศทางไม่ว่าจะมาจากชั้นบรรยากาศในบริเวณใกล้เคียง หรือจากซีกโลกอีกด้านหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 Super-Kamiokande ตรวจวัดนิวตริโนที่มาจากชั้นบรรยากาศ ทั้งที่มาจากชั้นบรรยากาศโดยตรงบริเวณเหนือเครื่องตรวจวัด และที่มาจากอีกด้านหนึ่งของโลก นิวตริโนจะทำอันตรกิริยากับน้ำในถังของ Super-K ทำให้เกิดสัญญาณที่ตรวจวัดได้

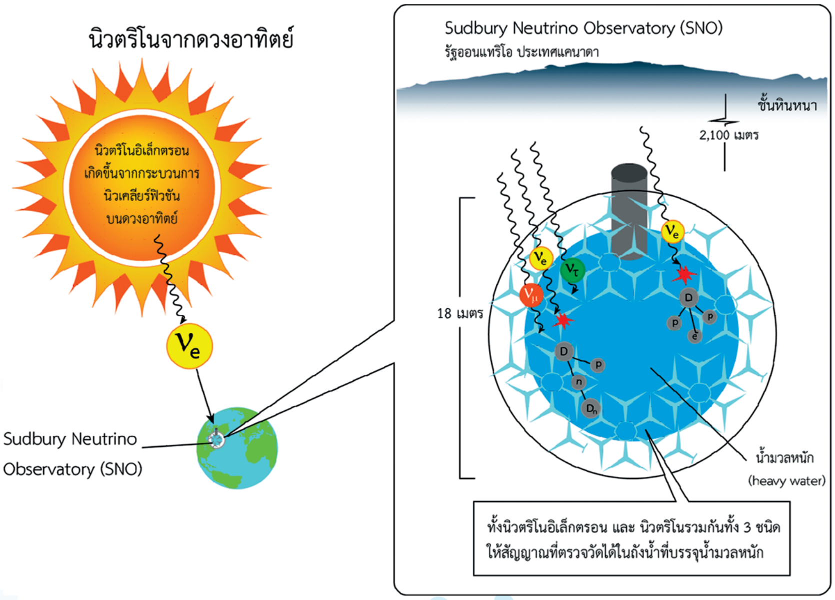
จากการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลเป็นระยะเวลากว่า 2 ปี ทีมนักวิจัยของคาจิตะได้พบว่า นิวตริโนมิวออนที่มาจากชั้นบรรยากาศบริเวณด้านบนเหนือ Super-K มีจำนวนมากกว่า นิวตริโนมิวออนที่เดินทางผ่านโลกมาจากอีกทิศทางหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งในทางทฤษฎีแล้วจำนวนนิวตริโนมิวออนจากทั้งสองทิศทาง ควรมีจำนวนเท่ากัน เพราะนิวตริโนมีอันตรกิริยาทำกับสสารใด ๆ บนโลกนี้น้อยมาก จึงไม่มีสาเหตุใดที่ทำให้จำนวนนิวตริโนมิวออนที่เดินทางผ่านโลกมาถึง Super-K มีจำนวนลดลง ผลการตรวจวัดดังกล่าว จึงสอดคล้องกับสมมติฐานที่กล่าวว่า นิวตริโนมิวออนมีการเปลี่ยนชนิดเป็นนิวตริโนชนิดอื่น เมื่อเดินทางจากอีกด้านหนึ่งของโลกมาถึงเครื่องตรวจวัด Super-K

ข้อมูลจากการตรวจวัดนิวตริโนของคาจิตะและสมมติฐานของการเปลี่ยนชนิดนิวตริโนได้รับการสนับสนุนโดยผลการทดลองของทีมนักวิจัยที่นำโดย แมคโดนัลด์ ในปี ค.ศ. 2001 โดยทีมวิจัยของแมคโดนัลด์ได้เริ่มดำเนินการตรวจวัดนิวตริโนอิเล็กตรอนที่เดินทางมาจากดวงอาทิตย์ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1999 ด้วย SNO หรือ Sudbury Neutrino Observatory ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งเป็นเครื่องตรวจวัดนิวตริโนที่ติดตั้งอยู่ใต้พื้นดินลึกกว่า 2 กิโลเมตร ที่รัฐออนแทรีโอ ประเทศแคนาดา โดย SNO มีส่วนประกอบหลักคล้ายกับ Super-K คือ ถังน้ำขนาดใหญ่ที่ภายในผนังด้านในมีการติดตั้งตัวตรวจวัดแสงกว่า 9,500 ตัว สำหรับตรวจจับสัญญาณของนิวตริโน แต่เนื่องด้วย SNO ใช้น้ำมวลหนัก (Heavy water) ซึ่งแตกต่างจากการใช้น้ำบริสุทธิ์ใน Super-K จึงทำให้ SNO สามารถตรวจหาจำนวนนิวตริโนอิเล็กตรอนได้ รวมทั้งสามารถตรวจหาจำนวนนิวตริโนทั้ง 3 ชนิดรวมกันได้ (แต่ไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นชนิดใด)



รูปที่ 4 Sudbury Neutrino Observatory (SNO) ตั้งอยู่ ณ รัฐออนแทรีโอ ประเทศแคนาดา ตรวจวัดนิวตริโนที่มาจากชั้นดวงอาทิตย์ (ภาพโดย Roy Kaltschmidt/Lawrence Berkeley National Lab)

ผลการรวบรวมข้อมูลจากการตรวจวัดของทีมของแมคโดนัลด์ในระยะเวลากว่า 2 ปี พบว่า จำนวนนิวตริโนอิเล็กตรอนที่มาจากดวงอาทิตย์มีเพียงประมาณ 1 ใน 3 ของจำนวนที่คาดไว้จากการคำนวณทางทฤษฎี แต่เมื่อได้พิจารณาจำนวนของนิวตริโนทั้ง 3 ชนิดรวมกัน กลับพบว่า มีจำนวนโดยประมาณเท่ากับจำนวนนิวตริโนอิเล็กตรอนทั้งหมดที่คาดว่าจะตรวจพบในทางทฤษฎี ซึ่งทีมวิจัยของแมคโดนัลด์ได้สรุปผลการทดลองว่า นิวตริโนอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนเป็นนิวตริโนชนิดอื่นระหว่างการเดินทางจากดวงอาทิตย์มายังโลก ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจวัดและสมมติฐานของทีมวิจัยที่นำโดยคาจิตะ



รูปที่ 5 Sudbury Neutrino Observatory (SNO) ตรวจวัดได้ทั้งนิวตริโนที่มาจากดวงอาทิตย์ และ นิวตริโนทั้ง 3 ชนิดรวมกัน (โดยไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นนิวตริโนชนิดใด)

การนำไปสู่ข้อสรุปว่า นิวตริโนมีมวล

การค้นพบว่า นิวตริโนมีการเปลี่ยนชนิดได้ ทำให้นักฟิสิกส์ต้องทบทวนทฤษฎีเกี่ยวกับอนุภาคมูลฐานในส่วนของมวลของนิวตริโน ที่เดิมที พวกเขาได้เคยสมมติให้มีค่าเป็นศูนย์

ในทฤษฎีควอนตัมซึ่งเป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายธรรมชาติในระดับอะตอม อนุภาคและคลื่นเป็นรูปลักษณ์ที่แตกต่างกันของสภาวะทางกายภาพ (Physical state) เดียวกัน อนุภาคที่มีพลังงานเฉพาะค่าสามารถบรรยายได้ด้วยคลื่นที่มีความถี่เฉพาะค่า ดังนั้น สำหรับนิวตริโนอิเล็กตรอน นิวตริโนมิวออน และ นิวตริโนทาว ในทางทฤษฎีควอนตัม อนุภาคเหล่านี้สามารถบรรยายได้ด้วยคลื่นที่มีการซ้อนทับกัน (Superposition) อยู่หลายคลื่น โดยแต่ละคลื่นเป็นนิวตริโนที่มีสภาวะแตกต่างกัน เมื่อคลื่นเหล่านี้ที่ซ้อนทับกันอยู่มี "เฟสตรงกัน" (in phase) เราจะไม่สามารถแยกได้ว่า มีนิวตริโนที่สภาวะใดบ้างที่ซ้อนทับกันอยู่

การเปลี่ยนชนิดของนิวตริโนสามารถอธิบายได้โดยพิจารณาจากการที่ เมื่อนิวตริโนเดินทางเป็นระยะทางหนึ่ง คลื่นที่เคยซ้อนทับกันอยู่และมีเฟสตรงกันเกิดมีความ "ต่างเฟสกัน" (out of phase) จึงทำให้มีการซ้อนทับกันของคลื่นในรูปแบบที่ต่างไปจากเดิม รูปแบบการซ้อนทับกัน ณ บริเวณใดบริเวณหนึ่ง จะบ่งบอกถึงความน่าจะเป็นที่จะพบนิวตริโนชนิดใดชนิดหนึ่งมากที่สุด ณ บริเวณนั้น ดังนั้น นิวตริโนที่เดินทางจากดวงอาทิตย์มายังโลก หรือ จากชั้นบรรยากาศผ่านโลก จึงมีการเปลี่ยนชนิดได้ ตามรูปแบบการซ้อนทับกันที่ของคลื่นที่เป็นองค์ประกอบของนิวตริโนชนิดเริ่มต้น

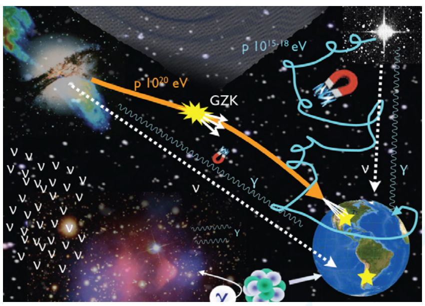
สมบัติในการเปลี่ยนชนิดกลับไปมาของนิวตริโน เรียกว่า "การแกว่ง" (Oscillation) ซึ่งจากเหตุผลข้างต้น นักฟิสิกส์จึงสรุปได้ว่า ความสามารถในการเปลี่ยนชนิดได้ของนิวตริโนจะเกิดขึ้นได้นั้น นิวตริโนแต่ละชนิดต้องมีมวลไม่เท่ากัน และไม่เป็นศูนย์นั่นเอง ซึ่งจากผลการทดลองได้มีการประมาณค่าของมวลนิวตริโนไว้ว่ามีค่าน้อยกว่า 3.57×10^{-33} กรัม (Olive et al., 2014)

การค้นพบว่า นิวตริโนต้องมีมวลไม่เป็นศูนย์ ทำให้นักฟิสิกส์ตระหนักว่า ทฤษฎีเกี่ยวกับอนุภาคมูลฐานที่พวกเขาได้สร้างขึ้นมาและคิดว่าเป็นทฤษฎีที่สมบูรณ์แบบ ยังมีเรื่องราวที่ยังไม่สามารถให้คำอธิบายได้ และธรรมชาติของเอกภพยังมีสิ่งที่ยังคงซ่อนเร้นอยู่อีก ที่รอให้พวกเขาค้นพบ

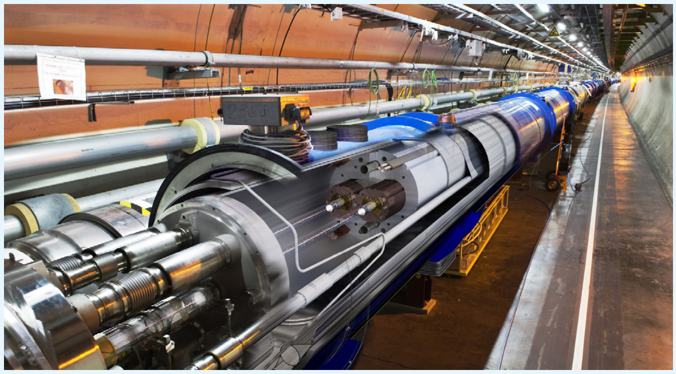
ความสำคัญของนิวตริโนกับวงการฟิสิกส์และชีวิตประจำวันของคนทั่วไป

การศึกษาเกี่ยวกับนิวตริโน นอกจากอาจจะนำไปสู่ทฤษฎีทางฟิสิกส์ใหม่ ๆ แล้ว ยังสามารถช่วยให้นักฟิสิกส์ได้เข้าใจวิวัฒนาการของเอกภพยิ่งขึ้น เพราะถึงแม้นิวตริโนจะเป็นอนุภาคที่มีมวลน้อยมาก แต่เมื่อพิจารณาจำนวนนิวตริโนทั้งหมดในเอกภพ โดยประมาณแล้ว นักฟิสิกส์ได้คำนวณไว้ว่า มวลทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกับมวลของดวงดาวที่มองเห็นได้ทั้งหมดในเอกภพ ดังนั้น การศึกษาธรรมชาติและวิวัฒนาการของเอกภพจึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ ที่นักฟิสิกส์จะต้องเข้าใจธรรมชาติของนิวตริโน

การที่นิวตริโนมีอันตรกิริยากับสสารต่าง ๆ ทั่วไปในเอกภพน้อยมาก นักฟิสิกส์จึงได้อาศัยนิวตริโนเป็นเสมือน “ผู้ส่งสาร” (Messenger) ของเหตุการณ์สำคัญหลายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในเอกภพ ไม่ว่าจะเป็น ซูเปอร์โนวา (Supernova) หรือ กระบวนการของการก่อกำเนิดเอกภพ (Big Bang) ซึ่งหากนักฟิสิกส์สามารถสกัดข้อมูลต่าง ๆ จากนิวตริโนที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากเหตุการณ์เหล่านี้ พวกเขาจะสามารถได้ข้อมูลใหม่ ๆ ที่ไม่ไม่สามารถหาได้ด้วยวิธีเดิม ๆ ความพยายามในการศึกษาเอกภพด้วยนิวตริโนทำให้เกิดสาขาวิจัยใหม่ชื่อว่า ดาราศาสตร์นิวตริโน (Neutrino astronomy)



ที่มา http://starfishquay.blogspot.com/2013/11/the-era-of-neutrino-astronomy-has-begun.html



นอกจากนี้ ยังมีการใช้นิวตริโนศึกษาองค์ประกอบทางธรณีวิทยา ซึ่งส่งผลให้เกิดสาขาวิจัย Neutrino Geophysics ที่ยังเปิดกว้างสำหรับการได้ค้นพบข้อมูลใหม่ ๆ เกี่ยวกับองค์ประกอบชั้นในของโลก

ในอนาคต เมื่อนักฟิสิกส์เข้าใจธรรมชาติของนิวตริโนมากยิ่งขึ้น การนำนิวตริโนมาประยุกต์ใช้อาจเกิดอีกได้อีกหลากหลายรูปแบบ ยกตัวอย่างเช่น ในปี 2012 นักวิทยาศาสตร์ได้สาธิตการนำนิวตริโนมาใช้เป็นพาหะในการส่งสารสนเทศโดยอาศัยเครื่องเร่งอนุภาคส่งนิวตริโนผ่านชั้นหินหนากว่า 780 ฟุต ไปยังผู้รับอีกด้านหนึ่ง

เมื่อนิวตริโนเผยให้เห็นสมบัติใหม่ ๆ มากยิ่งขึ้น การนำนิวตริโนไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่น ๆ จะเกิดขึ้นตามมา ซึ่งเป็นเรื่องยากที่ใครจะสามารถคาดเดาได้ว่าจะมีการประยุกต์อย่างไร คล้ายกับกรณีการพยายามทำความเข้าใจปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกของไอน์สไตน์ ที่มีจุดมุ่งหมายเพียงเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แต่ภายหลัง ได้มีการนำความเข้าใจที่ตกผลึกมาประยุกต์ใช้ในการสร้างอุปกรณ์อำนวยความสะดวกให้กับการดำรงชีวิตมากมาย

การศึกษาธรรมชาติของนิวตริโน จึงไม่เพียงมีความสำคัญกับการตอบคำถามในระดับพื้นฐานทางฟิสิกส์ แต่อาจนำไปสู่การคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตและแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ยังไม่มีใครสามารถคาดเดาได้

แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม

- บทความ “รางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ประจำปี 2015” ที่ลิงค์ http://goo.gl/MLOvKA
- หนังสือเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อเสริมศักยภาพวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ฟิสิกส์ เล่ม 5 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ลิงค์คลิปวีดิทัศน์เรื่อง Why neutrinos matter - Sílvia Bravo Gallart ที่ลิงค์ https://goo.gl/atzseU (มีคำบรรยายใต้ภาพเป็นภาษาไทย)

บรรณานุกรม

Halzen, F., & Martin, A. D. (2008). *Quarks and Leptons: An Introductory Course in Modern Particle Physics*. John Wiley & Sons, Inc.

Lincoln, D., & Miceli, T. (2015). The Enigmatic Neutrino. *The Physics Teachers*, 53, pp 331.

Olive, K. A. et al. (2014). Particle Data Group. *Chin. Phys. C*, 38, 090001

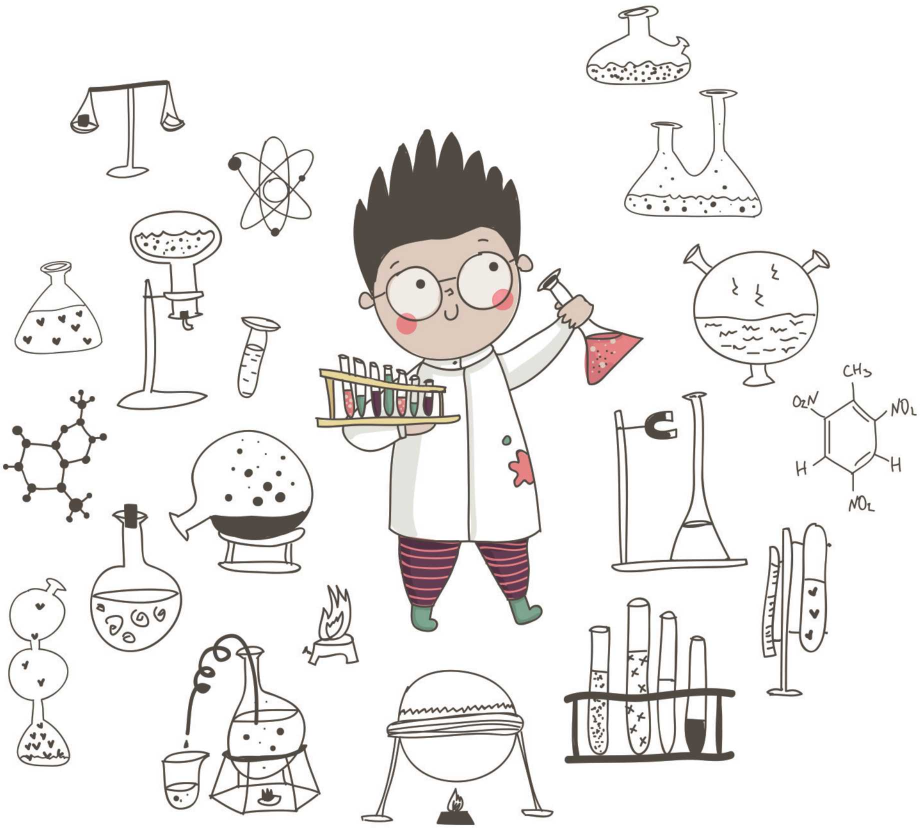
The Royal Swedish Academy of Sciences. (2015). *Scientific background on the Nobel Prize in Physics 2015*. Retrieved October 10, 2015, from https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2015/advanced-physicsprize2015.pdf.

The Royal Swedish Academy of Sciences. (2015). *Nobel Prize in Physics 2015: Popular science background*. Retrieved October 10, 2015, from https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2015/popular-physicsprize2015.pdf.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *หนังสือเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อเสริมศักยภาพวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ฟิสิกส์ เล่ม 5*. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ยุพาพร ลาภหลาย • ผู้ชำนาญ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การศึกษาภาคบังคับ สสวท. • e-mail : ytipj@ipst.ac.th

ร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทำงาน วิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ส่งเสริมการจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นการสอนที่บูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) กระบวนการวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ส่งเสริมประสบการณ์ทักษะชีวิต ความคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม รวมทั้งพัฒนากระบวนการสร้างผลผลิตใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ซึ่งการประชุมวิชาการ *"การนำเสนอผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมระดับโรงเรียน"* เป็นเวทีหนึ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยจัดการประกวดผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมเป็นประจำทุกปี ด้วยความมุ่งหมายให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมที่เป็นองค์ประกอบต่าง ๆ ของโลก (ดิน น้ำ บรรยากาศ และสิ่งปกคลุมดิน/สิ่งมีชีวิต) ในลักษณะของวิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบโดยผ่านการศึกษาค้นคว้าวิจัยที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง เกี่ยวกับปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างเป็นระบบ และเป็นมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับครู นักวิทยาศาสตร์และชุมชน เพื่อนำไปสู่การสร้างความยั่งยืนในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมร่วมกัน ตั้งแต่ระดับท้องถิ่นระดับภูมิภาคจนถึงระดับโลก

จะทำอย่างไรจึงสามารถ เข้าร่วมโครงการนี้ได้?

นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยคณะวิจัยประกอบด้วย นักเรียน 2-3 คน และครูที่ปรึกษางานวิจัย 1 คน

การประกวดแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยแต่ละโรงเรียนสามารถส่งผลงานวิจัยเข้าร่วมโครงการฯ ได้ระดับชั้นละ 1 ผลงาน

ผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่จะส่ง เข้าร่วมโครงการฯ ต้องมีสมบัติเป็นอย่างไร?

ผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่สามารถส่งเข้าประกวดได้ต้องเป็นผลงานวิจัยที่ดำเนินการเสร็จสมบูรณ์แล้ว และยังไม่เคยนำเสนอหรือส่งเข้าร่วมการประกวดผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ในการประชุมวิชาการประจำปี ของ สสวท. หรือเคยได้รับรางวัลในการประกวดผลงานวิจัยจากเวทีอื่น ๆ นอกเหนือจากเวทีของ สสวท.

ลักษณะของงานวิจัยที่สามารถส่งเข้าร่วมประกวดมีดังนี้

- บูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หรือ วิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบ (Earth System Science) ร่วมกับเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการ หรือ แนวทาง หรือ นวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ หรือแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม อย่างเป็นระบบ ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวจะต้องมี การตรวจวัดและเก็บข้อมูลวิทยาศาสตร์หรือ สิ่งแวดล้อมด้วย
- **หรือ**ผลงานวิจัยนั้นเป็นการสำรวจและการแก้ ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบที่เกิดขึ้น ในท้องถิ่น หรือเป็นสิ่งประดิษฐ์ หรือนวัตกรรม ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวต้องมีการตรวจวัดและเก็บ ข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์หรือสิ่งแวดล้อมด้วย
- **หรือ**ผลงานวิจัยที่มีการใช้หลักวิธีดำเนินการตรวจวัด ของโครงการ GLOBE (GLOBE Protocol) และ มีการส่งข้อมูล (GLOBE Data Entry) เข้าเว็บไซต์ โครงการ GLOBE โดยสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติม ได้ที่ www.globe.gov (จะได้รับคะแนนพิเศษใน การพิจารณา)

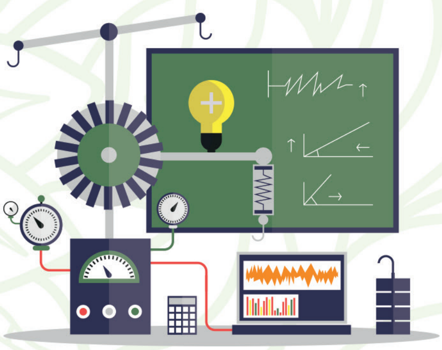
ตัวอย่างผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่เคยได้รับรางวัล

ระดับประถมศึกษา เช่น

- การศึกษาเปรียบเทียบการปรับปรุงคุณภาพดิน ลูกรัง โดยใช้วัสดุคลุมดินจากธรรมชาติชนิดต่าง ๆ เพื่อใช้ในการปลูกฟักทอง บริเวณหมู่บ้านนิคม บุญนาคพัฒนา อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง โดย คณะวิจัยจากโรงเรียนอนุบาลลำปาง (เขลางค์รัตน์ อนุสรณ์) จังหวัดลำปาง

ระดับมัธยมศึกษา เช่น

- การพัฒนาอุปกรณ์เรือนแหวน 2 สำหรับการขยาย พันธุ์ปะการังเขากวาง (*Acropora sp.*) แบบย้าย ปลูก โดยคณะวิจัยจากโรงเรียนพลูตาหลวงวิทยา จังหวัดชลบุรี
- ศึกษาสมบัติของดินที่มีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ข้าวที่แตกต่างกัน โดยคณะวิจัยจากโรงเรียนสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี



ขั้นตอนและวิธีการเข้าร่วมโครงการฯ ต้องทำอย่างไร?

คณะวิจัยที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ ส่งแบบสรุปของผลงานวิจัยความยาวประมาณ 8 – 11 หน้า หรือตามจำนวนที่ สสวท. กำหนดในรายละเอียด ที่สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การศึกษาภาคบังคับ (โครงการ GLOBE) สสวท. โดย สสวท. จะคัดเลือกผลงานวิจัยรอบแรก และผลงานที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจะได้เข้าร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านการนำผลงานวิจัยทั้งแบบปากเปล่า และแบบโปสเตอร์ ในการประชุมวิชาการ *"การนำเสนอผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ระดับโรงเรียน"* ซึ่งจะจัดประมาณปลายเดือนมีนาคมของทุกปี

นักเรียนได้อะไร จากการเข้าร่วมโครงการ?

นักเรียนได้เพิ่มพูนการเรียนรู้นอกเหนือบทเรียนในห้องเรียน โดยได้ทำงานวิจัย ตรวจวัดข้อมูลวิทยาศาสตร์เพื่อจะได้เรียนรู้และเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมที่เป็นองค์ประกอบของโลก (ดิน น้ำ บรรยากาศ สิ่งปกคลุมดิน) ในลักษณะของวิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบ (Earth System Science) นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นทีมในการเพิ่มทักษะการสื่อสารโดยใช้ความคิดระดับสูง (Higher Order of Thinking) มีทัศนคติวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) และใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry Process) ในการวิจัยค้นคว้าเกี่ยวกับปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นของตนอย่างเป็นระบบและมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญของโครงการคือ การปลูกจิตสำนึกให้นักเรียนเกิดความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

สำหรับโรงเรียนที่ผ่านการคัดเลือกในรอบแรก คณะผู้วิจัยจะได้รับการสนับสนุนค่าที่พัก และค่าอาหารระหว่างการประชุมนำเสนอผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ระดับโรงเรียน นอกจากนี้ยังได้รับเงินรางวัลสำหรับผลงานวิจัยที่ได้รับคัดเลือก พร้อมโล่และเกียรติบัตรสำหรับโรงเรียนที่ได้รับรางวัล โดยแยกพิจารณาผลงานวิจัยระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับผลงานวิจัยที่ผ่านการคัดเลือกและได้มีการแก้ไขความถูกต้องให้สมบูรณ์แล้ว จะถูกรวบรวมไปเผยแพร่ในเอกสารสรุปผลการดำเนินงานโครงการ GLOBE ประจำปี และเว็บไซต์ของ สสวท.

นอกจากนี้ ผลงานวิจัยที่ผ่านการคัดเลือกรอบแรก อาจสามารถเข้าร่วมการประชุมประจำปีในการนำเสนอผลงานวิจัยของนักเรียนระดับภูมิภาคเอเชียแปซิฟิค ซึ่งเป็นโครงการแลกเปลี่ยนการนำเสนอผลงานวิจัยของนักเรียนในโครงการ GLOBE ประเทศอินเดีย – ไทย – ไต้หวัน โดยโรงเรียนที่ประสงค์จะเข้าร่วมต้องแจ้งความจำนงที่ สสวท. และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการเข้าร่วมประชุมของครูและนักเรียนเอง ซึ่งได้แก่ ค่าเดินทางโดยเครื่องบิน ค่าเบี้ยเลี้ยงและค่าเดินทางในประเทศไทย หรือ การนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุม “GLOBE Learning Expedition” ซึ่งจัดทุก 4 ปี และหมุนเวียนไปภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก หรือการนำเสนอผลงานวิจัยของนักเรียนในการประชุมประจำปีของโครงการ GLOBE ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีจัดประมาณเดือนกรกฎาคมของทุกปี

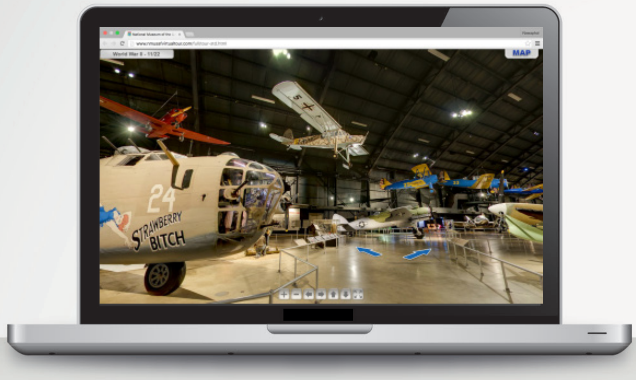
สสวท. เปิดรับสมัครผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมจากโรงเรียนทั่วประเทศ โดยกำหนดส่งผลงานวิจัยในเดือนกุมภาพันธ์ ของทุกปี โรงเรียนที่สนใจสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่เว็บไซต์ http://globe.ipstweb.com/ หรือ Email: globeproject@ipst.ac.th

นวพล กาบแก้ว • นักวิชาการ ฝ่ายนวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ สสวท. • e-mail : nkapk@ipst.ac.th

เว็บช่วยสอน

Virtual Tour: National Museum of the United States Air Force

http://www.nmusafvirtualtour.com/full/tour-std.html

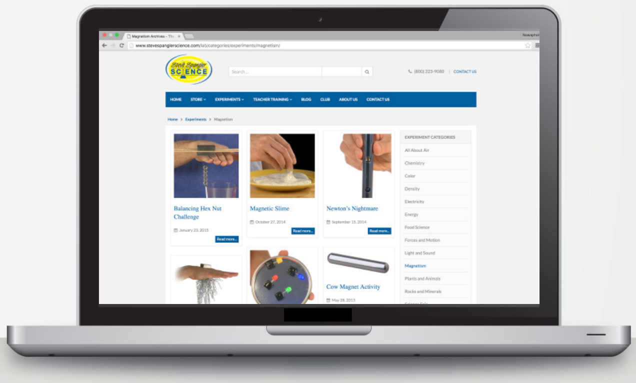


พิพิธภัณฑ์กองทัพอากาศแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา เป็นสถานที่รวบรวมอากาศยานและอาวุธยุทโธปกรณ์ของกองทัพอากาศ สหรัฐอเมริกา ซึ่งทางพิพิธภัณฑ์ได้พัฒนาเป็นแหล่งเรียนรู้เสมือนจริง ในมุมมอง 360 องศา เพื่อให้ผู้เข้าชมสามารถเข้าชมได้เสมือนกำลังเดินชมด้วยตนเอง พิพิธภัณฑ์ประกอบด้วยส่วนแสดงมากมาย เช่น Air Park, World War II, Cold War และ Presidential Aircraft เป็นต้น โดยผู้เข้าชมสามารถคลิกเลือกชมส่วนต่าง ๆ ได้จากแผนที่ และใช้ปุ่มควบคุมทิศทาง ปุ่มขยายภาพ ก็สามารถคลิกเข้าไปศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม หรือวีดิทัศน์ เสียง ภาพประกอบ ของอากาศยานที่ตนสนใจ หรือแม้แต่จะคลิกเข้าไปนั่งในห้องนักบินก็ได้ แหล่งเรียนรู้นี้จึงช่วยสร้างแรงบันดาลใจให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดียิ่ง

Steve Spangler Science

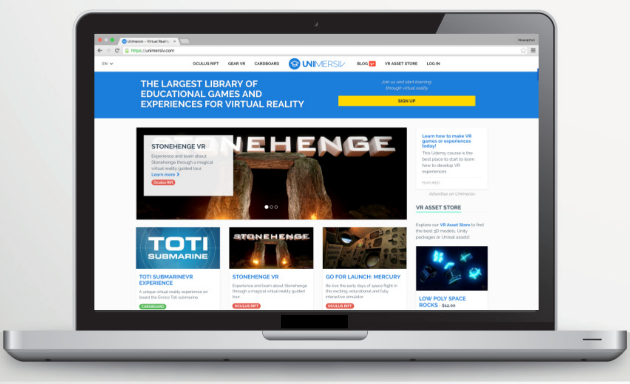
http://www.stevespanglerscience.com

เว็บไซต์ของนาย Steve Spangler ชาวอเมริกันซึ่งเป็นทั้งครูวิทยาศาสตร์ นักออกแบบของเล่นวิทยาศาสตร์ นักพูด และนักเขียน ผู้ได้สร้างสถิติโลกใน Guinness World Record โดยสาธิตการทดลองวิทยาศาสตร์และมีผู้ร่วมทำการทดลองจำนวนกว่า 5,000 คน เว็บไซต์ Steve Spangler Science มีเนื้อหาที่ให้เผยแพร่ใช้ได้ฟรี โดยเข้าไปที่เมนู Experiments ซึ่งเป็นการทดลองวิทยาศาสตร์ง่าย ๆ ที่ครูสามารถนำไปทดลองในชั้นเรียนได้ โดยแบ่งตามหัวข้อการทดลอง เช่น การทดลองเกี่ยวกับอากาศ เคมี สี ความหนาแน่น ไฟฟ้า และพลังงาน เป็นต้น



UNIMERSIV : The Largest Library of Educational Games and Experiences for Virtual Reality

https://unimersiv.com/



เป็นเว็บไซต์ที่รวบรวมสื่อประเภทเกมและแหล่งเรียนรู้ด้านการศึกษาสำหรับนักเรียนทุกเพศ ทุกวัย และผู้สนใจการเรียนรู้รูปแบบใหม่ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality) ผ่านอุปกรณ์ Oculus Rift, Samsung Gear VR หรือ Google Cardboard ซึ่งจะช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่น่าตื่นตาตื่นใจด้วยจินตนาการเสมือนได้ไปอยู่ในสถานที่นั้นด้วยตัวเอง เช่น Our Solar System VR แสดงภาพระบบสุริยะ เสมือนผู้เข้าชมอยู่ในอวกาศ Random 42 แสดงภาพอวัยวะภายในร่างกายมนุษย์ Space Shuttle Tour Cardboard แสดงภาพยานสำรวจอวกาศของนาซ่า Discovery VR แสดงการสำรวจโลกและการผจญภัยทั้งในป่าและทะเลลึก

การประชุม Thailand-US Education Roundtable ครั้งที่ 7

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินเป็นองค์ประธานเปิดการประชุม Thailand-US Education Roundtable ครั้งที่ 7 ภายใต้หัวข้อ "STEM Education: Learning Culture of The 21st Century Workforce" เมื่อวันที่ 26-27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ณ KX (Knowledge Exchange) Center มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมีสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมเป็นเจ้าภาพ

Science Teaching Classrooms Workshop

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จัดการประชุมเชิงปฏิบัติการภายใต้หัวข้อ Science Teaching Classrooms โดย Dr. Julie A. Luft จาก University of Georgia, USA ให้แก่บุคลากร สสวท. เมื่อวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

NASA สร้างโอกาส เด็กไทยเป็น วิศวกรอวกาศ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมกับ GISTDA กับหุ้นส่วนเชิงสร้างสรรค์ไทย-สหรัฐฯ สถานเอกอัครราชทูตอเมริกา และองค์บริหารการบินแห่งอวกาศแห่งชาติ (NASA) ได้จัดกิจกรรมภายใต้ชื่อ “A Day in life of the NASA engineer” โดยมี Dr.Juan A. Román รองผู้อำนวยการด้านวิศวกรรม ฝ่ายวิศวกรรมประยุกต์ และเทคโนโลยีองค์การนาซ่า บรรยายพิเศษ เพื่อเป็นการสร้างแรงบันดาลใจให้เยาวชนในโครงการ GLOBE และโรงเรียนทั่วไปที่มีความสนใจในอาชีพวิศวกรอวกาศ ณ อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เมื่อเร็ว ๆ นี้

ประชุมเชิงปฏิบัติการด้านสะเต็มศึกษา หัวข้อ สะเต็มศึกษา : วิถีการเรียนรู้ของแรงงานในศตวรรษที่ 21

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ดำเนินการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการด้านสะเต็มศึกษา ในหัวข้อ “สะเต็มศึกษา : วิถีการเรียนรู้ของแรงงานในศตวรรษที่ 21” (STEM Education : Learning Culture of the 21st Century Workforce) เมื่อวันอาทิตย์ที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ณ โรงแรมแอมบาสเดอร์ กรุงเทพมหานคร โดยมีหัวข้อการบรรยายดังนี้

LUMA Center as a way to promote STEM Education: Engaging kids, youth and teachers in STEM Education in Finland โดย Prof. Dr. Maija Aksela, Director of Luma Center at University of Helsinki, Finland

Engineering by Design Process: The Catalyst in STEM Education โดย James P. Barufaldi, Ph.D. จาก The University of Texas at Austin

Mathematics in STEM Education: The Teaching and Learning of Algebra โดย Dr. Joan Ferrini-Mundy และ Dr. Anne Emig

STEM Education and Higher Education: Recommendations and Actions โดย Fred Finley, Ph.D. จาก University of Minnesota—Twin Cities

สสวท. มอบสื่อ อุปกรณ์การเรียนการสอนโรงเรียนขาดแคลน

นางพรพรรณ ไวทยางกูร ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) นำคณะผู้บริหารและพนักงานมอบสื่อ อุปกรณ์การเรียนการสอนให้กับโรงเรียนที่ขาดแคลนจำนวน 25 โรงเรียน ณ วัดป่าหนองกระโดน อำเภอน้ำขุ่น จังหวัดอุบลราชธานี เมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

การประชุมพิจารณาร่างโครงสร้างหลักสูตรการอบรมครูชำนาญการ หน่วยเรียนรู้วิชาชีพครูและการออกแบบกิจกรรม

ฝ่ายพัฒนาวิชาชีพครูและบุคลากรทางการศึกษา จัดการประชุมพิจารณาร่างโครงสร้างหลักสูตรการอบรมครูชำนาญการ หน่วยเรียนรู้วิชาชีพครูและการออกแบบกิจกรรม โดยมีนายวิสูตร ปฐมโรจนฤทธิ์ ผู้ชำนาญสมทบ เป็นผู้ชี้แจงแนะนำ และสรุปการประชุม เมื่อวันที่ 28 - 29 มกราคม พ.ศ. 2559 ณ โรงแรม S31 สุขุมวิท

การประชุมพิจารณาร่างโครงสร้างหลักสูตรการอบรมครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

ฝ่ายพัฒนาวิชาชีพครูและบุคลากรทางการศึกษา จัดการประชุมพิจารณาร่างโครงสร้างหลักสูตรการอบรมครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยมีนายวิสูตร ปฐมโรจนฤทธิ์ ผู้ชำนาญสมทบ เป็นผู้ชี้แจง แนะนำ และสรุปการประชุม เมื่อวันที่ 25 - 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ณ โรงแรมอมารีบูเลอวาร์ด กรุงเทพฯ

ประชุมพิจารณาร่างกิจกรรมสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จัดประชุมพิจารณาร่างกิจกรรมสะเต็มศึกษา สู่อาชีพเพื่อการพัฒนาครูในโรงเรียนตามโครงการพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ปีงบประมาณ 2559 โดยเน้นกิจกรรมสะเต็มศึกษา สู่อาชีพในท้องถิ่น ผู้เข้าร่วมประชุมประกอบด้วย ผู้บริหารสถาบันอุดมศึกษา 7 แห่ง และทีมวิทยากร ได้แก่ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาน่าน ซึ่งเป็นศูนย์การอบรมครูโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนทั่วประเทศ โรงเรียนท้องถิ่นทุรกันดารจังหวัดน่าน และจังหวัดสกลนคร โรงเรียนพระปริยัติธรรมภาคเหนือ และจังหวัดศรีสะเกษ ณ โรงแรมจัสมิน แกรนด์เรสซิเดนท์ พระราม 4 กรุงเทพฯ เมื่อเร็ว ๆ นี้

สวัสดีคุณ ๆ ผู้อ่านที่รัก ปีนี้ ต่ายเชื่อว่าคุณ ๆ จะต้องพูดไปในทางเดียวกันว่า เป็นช่วงที่ร้อนและร้อนที่สุดในชีวิต ต่ายและคนไทยจำนวนมากกำลังรอลุ้นว่า เราจะมีน้ำท่าให้ใช้กันพอที่จะผ่านเข้าสู่ฤดูฝนใหม่หรือไม่ ต่ายเชื่อว่า ณ เวลานี้ คนไทยส่วนใหญ่ยังมองวิกฤติครั้งนี้ด้วยความหวัง และมีทัศนคติในเชิงบวก และเราจะต้องผ่านอุปสรรคนี้ไปได้อย่างแน่นอน

ในฤดูกาลอันแสนจะร้อนอบอ้าวขนาดนี้ บรรยากาศตอนเช้า จึงเป็นช่วงเวลาที่น่าอภิรมย์ยิ่งนัก เมื่อคุณตื่นนอนมา เตรียมรับประทานอาหารเช้าจะแบบไหน สไตล์อะไร ก็ควรเลือกรับประทานให้ได้คุณค่าทางโภชนาการสูงสุดเท่าที่คุณจะทำได้ อาหารเช้า หรือที่ภาษาอังกฤษเรียกว่า Breakfast มีที่มาจากคำว่า Breaking the fast หมายถึงการหยุดการอดอาหาร อดอาหารในที่นี้ไม่ได้หมายถึงการอดอาหารหลายวันหลายคืน แต่แค่หมายถึง การที่คุณหยุดกินในเวลาที่คุณนอนหลับเท่านั้นเอง ดังนั้นอาหารมื้อเช้าจึงเป็นช่วงเวลาที่ร่างกายทำการรวบรวมพลังงานและสารอาหารเพื่อนำไปใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ระหว่างวันนั่นเอง

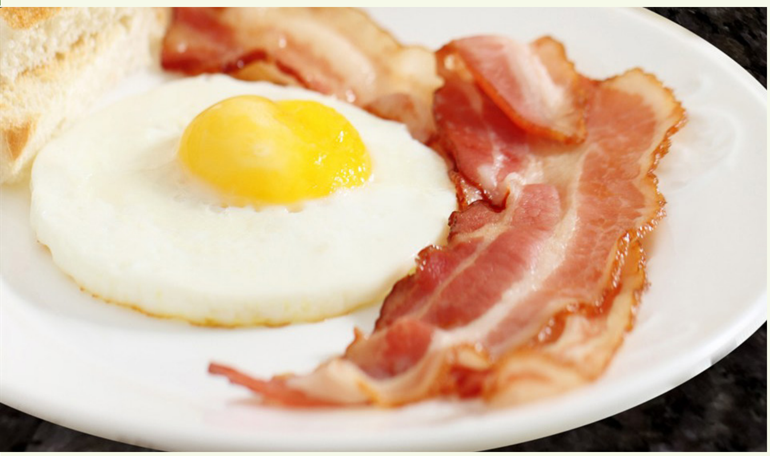
สำหรับประวัติศาสตร์ของชาวตะวันตก ก่อนปี ค.ศ. 1800 อาหารเช้าของชาวตะวันตกก็จะเป็นขนมปังปิ้ง ซีเรียลต้มกับน้ำหรือนม ส่วนอาหารเช้าของคนไทยในสมัยอยุธยานั้น ตามบันทึกคำบอกเล่าของฝรั่งที่เข้ามาในสมัยอยุธยา บันทึกไว้ว่า คนไทยในอดีตต้องไปทำบุญที่วัด ทำให้ต้องตื่นเช้ามาเพื่อทำอาหารไปทำบุญที่วัด จากนั้นจึงกลับมาจัดการอาหารมื้อเช้าของตนเอง ว่าง่าย ๆ ก็คือ ต้องรอให้พระฉันให้เสร็จเสียก่อน อาหารเช้าของคนไทยก็มักจะเป็นอาหารชนิดเดียวกับที่ทำไปถวายพระในตอนเช้า หรือ ข้าว ปลาแห้งทอด หรือปลาเค็มตัวเล็ก ๆ (ทำให้ต่ายนึกถึงคำว่า ในน้ำมีปลาในนามีข้าว ขึ้นมาเลยทีเดียว) และอาจจะมีแกงอะไรสักอย่างที่เหลือจากมื้อเย็น หรือไม่ก็น้ำพริกผักต้ม อาหารชนิดที่ฮิตที่สุด ดูเหมือนจะเป็น "ข้าวเหนียวหัวหงอก" ที่ทำง่าย สะดวก และอิ่มอยู่ท้องดีนักแล ส่วนคนไทยเชื้อสายจีนหรือคนจีนที่อาศัยในเมืองไทยในสมัยเดียวกัน อย่างที่คุณ ๆ และต่ายรู้ ๆ กันอยู่อาหารของคนจีนจะไม่ใช่อาหารรสจัดจ้าน เผ็ดจี๊ดจ๊าด มื้อเช้าคนจีนก็จะดื่มน้ำชา หรือถ้าจะจัดหนักก็จะเป็นซุป หรือต้มจืด และอาหารประเภทต้มหรือทอดอะไรสักอย่าง

"ข้าวเหนียวหัวหงอก"

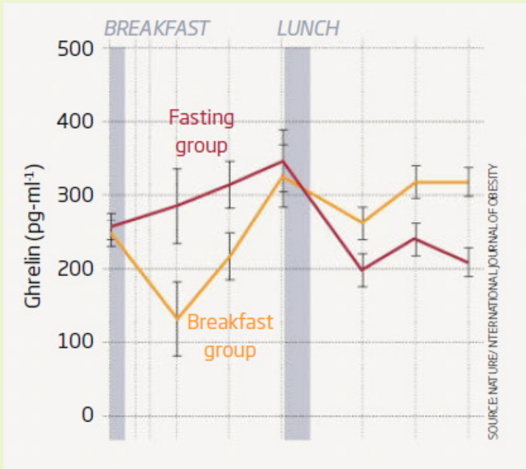
อาหารสะท้อนสุขภาพ อาหารของคนในอดีตเมื่อเทียบกับอาหารของผู้คนในปัจจุบัน พบว่า ในอดีตอาหารแต่ละมื้อมีสัดส่วนของพืชผักผลไม้มากกว่าแป้ง น้ำตาล และโปรตีน และต่ายเชื่อว่า ถ้าหากว่าวิทยาศาสตร์และการแพทย์ของคนสองยุคเหมือน ๆ กัน คนในอดีตย่อมมีสุขภาพที่แข็งแรงกว่าคนในยุคปัจจุบันอย่างแน่นอน จะเห็นได้ว่า มนุษย์เลือกใช้ "ความเจริญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี" มาหาประโยชน์ในเชิงการค้าและพาณิชย์ในด้านต่าง ๆ มากมาย จนไม่ได้ใส่ใจถึงปัญหาต่าง ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่มีต่อตัวมนุษย์เอง

อาหารกับโฆษณาชวนให้เชื่อ แนวคิดเรื่องอาหารเช้าถูกนำมาใช้โดยนายแพทย์ John Harley Kellogg เพื่อส่งเสริมการขายผลิตภัณฑ์ธัญพืชอาหารเช้าของเขา เขาใช้หลายวิธีการในการทำให้ผู้คนเชื่อและเปลี่ยนพฤติกรรมการทำและกินอาหารเช้า ไม่ว่าจะเป็นงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ หรือสื่อโฆษณาเท่าที่มีในยุคนั้น จนในที่สุด ผู้คนก็หันมาซื้อสินค้าของเขาบนความเชื่อในเรื่องของการส่งเสริมสุขภาพและความสะดวกรวดเร็วในการจัดการเกี่ยวกับอาหารเช้า

อีกกรณีที่ต่ายคิดว่า น่าสนใจทีเดียว เกี่ยวกับการใช้ข้อมูลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์มาโน้มน้าวให้คนเปลี่ยนพฤติกรรม อย่างกรณีของ "เบคอน" ที่สมาพันธ์อุตสาหกรรมการค้าหมูแห่งอเมริกาในอดีต อยากจะกระตุ้นยอดขาย "เบคอน" เลยให้นาย Edward Bernays มาช่วยคิดหาวิธีการกระตุ้นยอดขาย ซึ่งต่ายขอเรียกว่า เขาเป็นนักจิตวิทยาการโฆษณาชั้นเซียนละกัน เขาใช้คำถามเพียงคำถามเดียว โดยถามหมอว่า "อาหารเช้าที่ดีต่อสุขภาพเนี่ยมันจำเป็นใช่ไหม?" และหมอส่วนใหญ่ก็มักจะตอบว่า ใช่ หรือ น่าจะใช่ จากนั้น นาย Edward Bernays ก็ใช้ข้อมูลนี้ประกอบกับสื่อโฆษณาของเขาเพื่อกระตุ้นยอดขายเบคอน ส่งผลทำให้เกิดกระแส กินเบคอนและไข่ดาวเป็นอาหารเช้า ฮิตติดลมบนกันมาจนถึงทุกวันนี้เลยทีเดียว

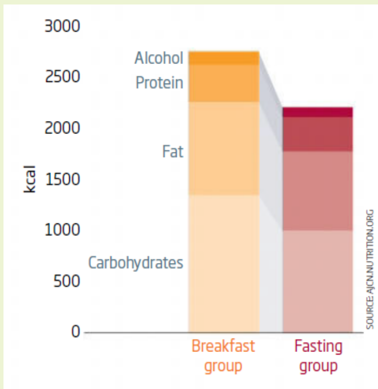


วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แนวคิดเรื่องอาหารเช้า กับการอดอาหาร หรือยืดระยะเวลาการอดอาหารเพื่อปรับสมดุลสุขภาพ (การทำ Fasting) ทำให้เกิดคำถามเพื่อสร้างโจทย์การวิจัยอีกครั้งว่า ตกลง อาหารเช้ามันดีต่อสุขภาพตามที่เชื่อกันอยู่ในตอนนี้ใช่หรือไม่ งานวิจัยล่าสุดพบว่า เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบระดับฮอร์โมนความหิว (Ghrelin) ของคนสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่กินอาหารเช้า และกลุ่มที่ไม่กินอาหารเช้า พบว่า เมื่อถึงเวลาอาหารกลางวันระดับฮอร์โมนของคนทั้งสองกลุ่มไม่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเลย แต่ถ้าคุณดูจากกราฟในภาพประกอบที่ 1 คุณๆ จะเห็นว่า กลุ่มที่อดอาหารเช้า ระดับฮอร์โมนจะค่อยๆ ไต่ระดับขึ้น นั่นหมายความว่า เขาอาจจะรู้สึกหิวตะหงิดๆ ส่วนกลุ่มที่กินอาหารเช้า ระดับฮอร์โมนจะลดลงหลังจากได้รับอาหารเช้าแล้วจากนั้นก็จะพุ่งพรวดขึ้นมาด้วยระดับความชันที่มากกว่า นั่นแสดงว่า เขาอาจจะรู้สึกหิวหรือคิดว่าต้องกิน



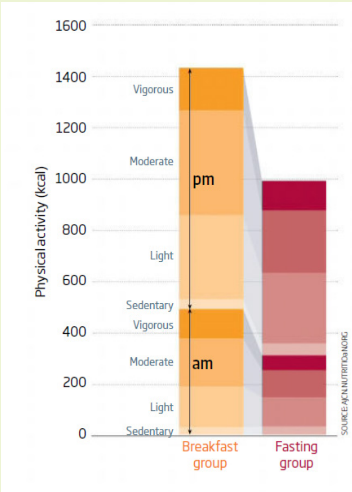
ภาพที่ 1 ระดับฮอร์โมน Ghrelin ของกลุ่มที่กินอาหารเช้าและกลุ่มที่ไม่กินอาหารเช้า (ที่มา NewScientist Magazine, March 26 - April 1, 2016, หน้า 39)

และจากการศึกษาวิจัยยังพบว่า กลุ่มคนที่กินอาหารเช้าจะกินอาหารตลอดทั้งวันในปริมาณที่มากกว่ากลุ่มที่ไม่กินอาหารเช้า โดยเฉพาะอาหารกลุ่มแป้งและน้ำตาล ทำให้ได้พลังงานมากกว่ากลุ่มที่ไม่กินอาหารเช้า



ภาพที่ 2 พลังงานที่ได้รับตลอดทั้งวันของกลุ่มที่กินอาหารเช้าและกลุ่มที่ไม่กินอาหารเช้า (ที่มา NewScientist Magazine, March 26 - April 1, 2016, หน้า 40)

ในทางตรงกันข้าม กลุ่มคนที่กินอาหารเช้าเมื่อออกกำลังกาย จะมีการเผาผลาญพลังงานได้มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้กินอาหารเช้า



ภาพที่ 3 ระดับการใช้พลังงานจากการออกกำลังกาย ของกลุ่มที่กินอาหารเช้าและกลุ่มที่ไม่กินอาหารเช้า (ที่มา NewScientist Magazine, March 26 - April 1, 2016, หน้า 40)

จากข้อมูลดังกล่าว ทำให้เกิดการถกเถียงเรื่องความสำคัญของอาหารเช้า นักวิทยาศาสตร์หลายสำนักได้ตั้งข้อสังเกตว่า จิต หรือวิธีคิดน่าจะส่งผลโดยตรงต่อร่างกาย เช่น ถ้าคุณ ๆ คิดว่า อาหารเช้าสำคัญมาก ๆ และถ้าวันไหนคุณไม่กินอาหารเช้า คุณก็จะรู้สึกกระวนกระวาย และอยากกิน ระดับฮอร์โมนความหิวก็จะเพิ่มสูงขึ้นปรี๊ด (ดังภาพที่ 1) แต่ถ้าคุณคิดว่า มันก็แค่อาหารเช้า ระดับฮอร์โมนก็จะค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นแบบในกลุ่มที่ไม่ได้กินอาหารเช้า (ในภาพที่ 1)

ในประเด็นเรื่อง ความอ้วน ต่ายเชื่อว่า เป็นผลมาจากความอยากกิน และกินเกินความต้องการของร่างกาย ซึ่งความอยาก เป็นผลมาจากความคิดอันเนื่องมาจากสิ่งเร้ารอบตัวนั่นเอง ^_^ ดังนั้น ถ้าคุณ ๆ ไม่อยากอ้วน อยากมีสุขภาพดี คุณ ๆ ต้องไม่ตกเป็นเหยื่อของการโฆษณาที่มักจะชักชวนให้คุณออกไปซื้อ ออกไปกิน และคุณ ๆ ยังต้องอาศัยการปรับพฤติกรรมการกินอาหารให้พอดีกับความต้องการของร่างกายเพิ่มเข้ามาอีกด้วย

ส่วนเรื่องข้อถกเถียงเกี่ยวกับเรื่องอาหารเช้า ณ เวลานี้ ก็ยังไม่ได้ข้อสรุปแบบถูกต้อง 100% เราก็คงต้องรอดูกันต่อไปว่า นักวิทยาศาสตร์จะพยายามออกแบบวิธีการศึกษาและทดลอง เพื่อมาอธิบายในเรื่องนี้กันอย่างไรในอนาคต

ข้อมูลเพิ่มเติม

bit.ly/199-4

เฉลยคำถามฉบับที่ 197

ต่ายถามคุณ ๆ เอาไว้ว่า ตดใช้เป็นตัวชี้วัดบอกถึงสาเหตุของโรคร้ายได้หรือไม่ ณ เวลานี้ คำตอบก็คือ การใช้ตด (fart) เพียงอย่างเดียวยังไม่สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดบอกถึงสาเหตุของโรคร้ายได้ และฉบับนี้ ไม่มีคนตอบถูกเลย ต่ายขอแสดงความเสียใจด้วยอย่างที่สุด

คำถามฉบับที่ 199

จากเรื่องที่ต่ายเล่ามา ต่ายอยากจะถามว่า คุณทราบหรือไม่ว่า มีศาสนาใดบ้างที่มีประเพณีการอดอาหาร (Fasting)

เมื่อคุณ ๆ หาคำตอบได้แล้ว ก็ส่งมาให้ต่ายได้ที่ **funny_rabbit@live.co.uk** ภายในวันที่ **4 กรกฎาคม 2559** โดยต้องใส่ที่อยู่ที่จะให้จัดส่งของรางวัลของคุณมาให้เรียบร้อย และถ้าคุณอยากให้ต่ายส่งสื่อเล็ก ๆ น้อย ๆ จาก สสวท. ไปให้โรงเรียน (นอกเหนือจากของรางวัลที่จะได้รับ) ต่ายรบกวนช่วยเขียนชื่อโรงเรียนที่คุณอยากให้ต่ายส่งของไปให้มาให้ต่ายด้วย เพื่อที่โรงเรียนจะได้นำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ เฉลยคำถามนี้สามารถติดตามอ่านได้ในฉบับที่ 201 จ้า

การสร้างวินัยเป็นผลสำเร็จของการเอาชนะใจตนเอง

ต่าย แสนซน

ISMTEC2016

19-22 OCTOBER 2016

The Ambassador Hotel
Bangkok, Thailand

STEM Education:

Preparing a Workforce for the Future

Keynote Speakers

"Leadership and innovation: the critical intersection for STEM success"

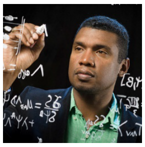
Pamela McCauley
Professor in the Department of Industrial Engineering and Management Systems at the University of Central Florida, USA

"Magic Hidden in STEM Education"

Allan Schneitz
Director of Learning Environment Department, Elisa Corporation and Dream School Project Leader, Finland

"Promise, Promotion, Prospect: STEM in Vocational Education and Training in Germany"

Birgit Thomann
Head of Department, Internationalisation of VET/Knowledge Management, Germany



"The Jazz of Physics: Embracing Improvisation in STEM careers"

Stephon Alexander
Theoretical Physicist and Associate Professor of Physics and Astronomy, Dartmouth College, USA

About ISMTEC 2016

The International Science, Mathematics and Technology Education Conference (ISMTEC) 2016, is the third ISMTEC to be held, again in Bangkok Thailand. ISMTEC 2016 will draw K-12 teachers, administrators, consultants and specialists, university educators and STEM education researchers from the 10 ASEAN countries (Association of Southeast Asian Nations) and from many other countries around the world to take an innovative look at STEM education: science, mathematics, engineering and technology. It is the conference for teachers and STEM educators held in one of the world's most exciting cities!

It is with great pleasure that we invite you to attend ISMTEC 2016, which will be held **October 19 – 22, 2016 at the Ambassador Hotel in Bangkok, Thailand**.

The theme of the conference is "STEM Education: Preparing a Workforce for the Future", which will bring world class science, mathematics, engineering and technology (STEM) educators to share their experiences with you.

Call for Papers and Workshops

Conference participants are invited to be presenters in the conference by sharing innovations, experiences, research findings, and best practices dealing with STEM education by submission of a proposal in English by April 2, 2016. Full research papers for consideration in the conference Proceedings and K-12 STEM Education will be due in October. Student demonstrations of STEM projects are encouraged. All forms can be found on the ISMTEC website.

Important Dates

May 2, 2016	Deadline for proposal submission
April 15, 2016	Notification of acceptance status
October 1, 2016	Deadline for full research paper (only research proposals intended for consideration for publication in Proceedings of ISMTEC 2016 and K-12 STEM Education)
October 19 – 22, 2016	Conference date

It's a FREE conference!!

(additional charge is applied for hands-on workshops)

Pre-register online now to reserve your spot!

ISMTEC website: http://ismtec2016.ipst.ac.th
Email: ismtec@ipst.ac.th

Registration Fee

Keynote sessions/ Posters/Exhibits/ Papers/STEM Showcase	Special Presenters Sessions	Hands-on Workshop (each)
FREE	FREE	25 USD/ 800 THB

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเยาวชน

ประชุมวิชาการ

วทท.เพื่อเยาวชน ครั้งที่ 11

ระหว่างวันที่ 10 - 11 มิ.ย. 2559

ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา

ลงทะเบียนที่ http://dpstcenter.org/stt4youth