

วารสารฟิสิกส์ไทย

Thai Journal of Physics

วารสารสำหรับผู้รักและสนใจในแวดวงฟิสิกส์

ISSN 0857-1449

ปีที่ 26 ฉบับที่ 2 : มิถุนายน – สิงหาคม 2552

ใช้หัวใจใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009

ปัญหาที่ท้าทายสำหรับนักฟิสิกส์และนักคณิตศาสตร์

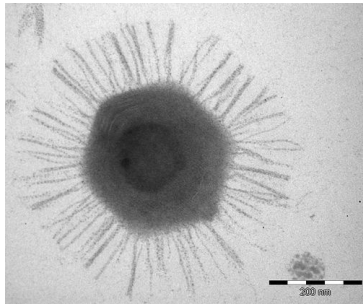
สำหรับคำตอบสุดท้าย

ระบบการศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย ...จะไปถึงดวงดาว

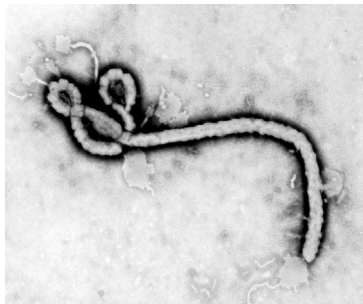
หรือจะเข้าขั้นมะเร็งระยะสุดท้าย ตอนที่ 1

ข่าว Siam Physics Congress 2009

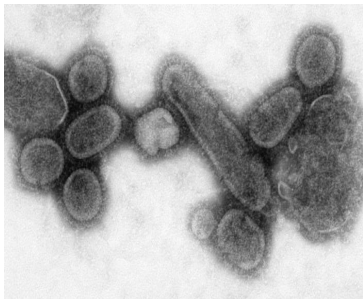
รูปประกอบจากบทความ “ไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009 ปัญหาที่ท้าทายสำหรับนักฟิสิกส์และนักคณิตศาสตร์ สำหรับคำตอบสุดท้าย” หน้า 18 – 30



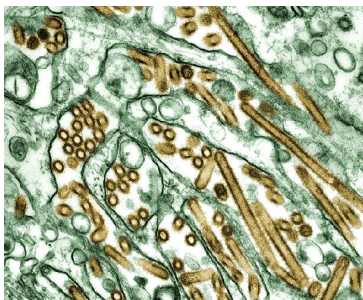
(a) Mimiviridae



(b) Ebola



(c) H1N1 (Influenza A)



(d) H5N1 (Bird flu)

รูปที่ 4 แสดงรูปถ่ายไวรัสสายพันธุ์ต่างๆที่น่าสนใจ

แหล่งภาพ

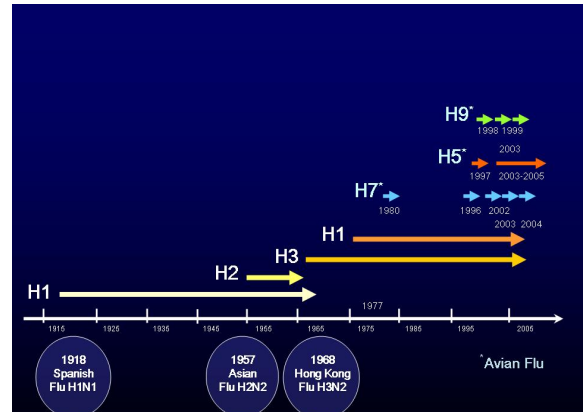
(a) <http://www.stanford.edu/group/virus/mimi/2005/index.htm>

(b) http://wvlc.uwaterloo.ca/biology475/Emerging_Diseases/Virus_hemorrhagic/ebola.jpg

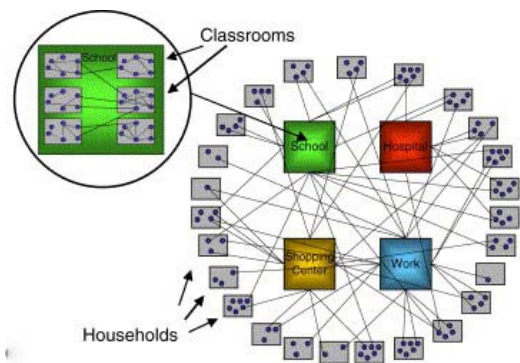
Virus_hemorrhagic/ebola.jpg

(c) http://ksax.com/ksaxImages/Reconstructed_Spanish_Flu_Virus.jpg

(d) http://www.cytokinestorm.com/H5N1_viruses.jpg



รูปที่ 6 แผนภาพแสดงเวลาการระบาดของไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ต่างๆ



รูปที่ 13 เครือข่ายของกระบวนการระบาดของโรค ตามกลุ่มสังคม

สารบัญ

สวัสดิ์	1
สรุปข่าว	2
ข่าว Siam Physics Congress 2009	4
ชาญกิจ คันฉ่อง	
ระบบการศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย ...จะไปถึงดวงดาว	8
หรือจะเข้าขั้นมะเร็งระยะสุดท้าย ตอนที่ 1	
เฉลิมพล รุจินันท์, สิริพัฒน์ ประโทนเทพ	
การแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกระดับเอเชีย ครั้งที่ 10	13
ระหว่างวันที่ 24 เมษายน – 2 พฤษภาคม 2552	
จิรโรจน์ ต. เทียนประเสริฐ	
ไขหัวฉัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009: ปัญหาที่ทำนาย	18
สำหรับนักฟิสิกส์และนักคณิตศาสตร์สำหรับคำตอบสุดท้าย	
วรรณพงษ์ เจริญโพธิ์	
คนเผ่าถ่าน	31
ประยูร ส่งศิริฤทธิกุล	



สวัสดิ์

ก่อนอื่นต้องขอสวัสดิ์ท่านผู้อ่านทุกท่านในนามของกองบรรณาธิการวารสารฟิสิกส์ไทยชุดใหม่ (ซึ่งจริงๆ แล้วก็มีหลายท่านอยู่ในกองบรรณาธิการชุดเก่าด้วย) ที่เข้ามารับหน้าที่จัดทำวารสารฟิสิกส์ไทยต่อจากทีมของท่านอาจารย์สมสร สิงขรัตน์ ซึ่งท่าน อ. สมสร ก็ได้ฝากวารสารนี้ที่ท่านได้ทำหน้าที่ดูแลมาเป็นเวลาถึง 6 ปีแก่กองบรรณาธิการชุดใหม่ อีกทั้งยังให้ความรู้และข้อคิด รวมถึงวิสัยทัศน์แก่กองบรรณาธิการชุดใหม่นี้ด้วย ตัวท่านอาจารย์เองนั้นก็ยังไม่ได้ห่างไกลวารสารฟิสิกส์ไทยไปเลยเสียทีเดียวเนื่องจากท่านก็ยังคงมีความผูกพันลึกซึ้งกับวารสารนี้อยู่ โดยท่านได้ให้ความกรุณาเป็นที่ยกย่องแก่กองบรรณาธิการชุดใหม่นี้ด้วย ซึ่งทางกองบรรณาธิการก็มีความตั้งใจที่จะทำวารสารนี้ด้วยความทุ่มเทเพื่อให้คุณภาพของวารสารฟิสิกส์ไทยไม่ด้อยลงจากเดิม หากท่านผู้อ่านมีข้อคิดชมหรือข้อเสนอแนะใดๆ เกี่ยวกับวารสารฟิสิกส์ไทยนี้ ทางกองบรรณาธิการมีความยินดีเป็นอย่างยิ่งที่จะรับข้อเสนอแนะดังกล่าวเพื่อที่จะนำไปปรับปรุงวารสารฯ ให้ดียิ่งๆ ขึ้นไป สุดท้ายนี้ทางกองบรรณาธิการขอฝากตัวกับผู้อ่านทุกท่านด้วยครับ (ค่ะ)

กองบรรณาธิการ

กองบรรณาธิการ ชาญกิจ คันฉ่อง, สุภกร รักใหม่, วันทนา คล้ายสุบรรณ, ฉัตรชัย ศรีนิติวรวงศ์, นฤมล สุวรรณจันทร์ดี, พวงรัตน์ ไพเราะ, พรทิพย์ สุดเมือง, ศิรามาส โกมลจินดา, พรรัตน์ วัฒนกลวิษฐ์ หัวหน้ากองบรรณาธิการ ประพงษ์ คล้ายสุบรรณ ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ สมสร สิงขรัตน์ ภาพและออกแบบปก ประพงษ์ คล้ายสุบรรณ เลขานุการกองบรรณาธิการ เฉลิมศรี เพื่องทอง จำนวนพิมพ์ 2,000 เล่ม

ติดต่อกองบรรณาธิการ วารสารฟิสิกส์ไทย สมาคมฟิสิกส์ไทย อาคารสุรพัฒน์ 3 ถนนมหาวิทยาลัย ด.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์: 044-217040 โทรสาร: 044-217047 วารสารฟิสิกส์ไทย เป็นวารสารราย 3 เดือน มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่สาระ ข่าวสาร และเป็นสื่อสัมพันธ์ในหมู่นักวิชาการและผู้สนใจในแวดวงฟิสิกส์ ส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลและประสบการณ์เกี่ยวกับฟิสิกส์ในวงกว้างที่สร้างสรรค์ โดยความคิดเห็นและทัศนะที่ปรากฏอยู่ในบทความต่างๆ เป็นเฉพาะของผู้เขียนแต่ละท่าน สมาคมฟิสิกส์ไทยไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

Website: www.thps.org ผู้ดูแล: ณัฐวุฒิ สุระเดช ติดต่อ: info@thps.org

คณะกรรมการสมาคมฟิสิกส์ไทย ประจำปี 2552 – 2554 นายกสมาคมฯ รศ. ดร. วีระพงษ์ แพสุวรรณ อุปนายก รศ. ดร. วิทยา อมรกิจบำรุง เลขานุการ ผศ. ดร. ประยูร ส่งศิริฤทธิกุล เหรัญญิก ศ. ดร. ชูกิจ ลิ้มปิจันทร์ นายทะเบียน ดร. สาโรช ฐิจวรธรรม บรรณาธิการวารสารฟิสิกส์ไทย ดร. ประพงษ์ คล้ายสุบรรณ ปฎิคม ผศ. ดร. สุภกร รักใหม่ กรรมการ ผศ. ดร. ขจรยศ อยู่ดี ผศ. รังนา ชินพิทักษ์ รศ. ดร. ชีรวรรณ บุญญวรรณ ผศ. ดร. ธนากร โอสดจันทร์ ผศ. ดร. นิรันดร์ วิทอนันต์ ผศ. ดร. ขวัญ อารยะชนิตกุล ดร. สิริพัฒน์ ประโทนเทพ ดร. ณัฐพร ฉัตรเกษม

สรุปข่าว

ภารกิจสำรวจดวงจันทร์... โครงการล่าสุดของนาซา

คำถามที่ว่า “มีน้ำบนดวงจันทร์หรือไม่” หรือ “จุดไหนเหมาะสมที่สุดในการสร้างฐานบนดวงจันทร์” และคำถามอีกมากมายเกี่ยวกับดวงจันทร์ กำลังจะได้รับคำตอบจากโครงการล่าสุดของ องค์การบริหารการบินอวกาศสหรัฐฯ (นาซา) ที่ได้ส่งยาน Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) และ Lunar Crater Observation and Sensing Satellite (LCROSS) ขึ้นไปจากแหลม Canaveral ในรัฐฟลอริดา เมื่อวันที่ 23 มิถุนายน 2552 เวลา 17:32 ตามเวลาท้องถิ่น

ภารกิจของยาน LRO ที่มีมูลค่ากว่า 500 ล้านดอลลาร์ คือ การทำแผนที่ที่มีความละเอียดสูงบนพื้นผิวดวงจันทร์ ส่วนดาวเทียม LCROSS มูลค่ากว่า 80 ล้านดอลลาร์นั้น มีภารกิจในการพุ่งชนดวงจันทร์ในวันที่ 9 ตุลาคม เพื่อศึกษาองค์ประกอบภายใต้พื้นผิวของดวงจันทร์



ยาน LRO จะมีวงโคจร 50 กิโลเมตรเหนือพื้นผิวดวงจันทร์ และมีการติดตั้งเครื่องมือไว้ทั้งหมด 7 ชิ้น ประกอบไปด้วยกล้องถ่ายภาพพื้นผิวในระดับความละเอียด 50 เซนติเมตร เครื่องมือสำหรับวัดความสูง (Altimeter) ใช้วัดความลาดชันของพื้นผิวดวงจันทร์ กล้องตรวจวัดรังสีคอสมิก (Cosmic-ray telescope) เครื่องวัดอุณหภูมิ (Radiometer) เครื่องตรวจจับรังสีอัลตราไวโอเลตเพื่อใช้วิเคราะห์หาร่องรอยของน้ำแข็งบริเวณขั้วโลก หัววัดนิวตรอน

(Neutron Detector) สำหรับทำแผนที่ไฮโดรเจนสะสมที่ระดับความลึก 2 เมตร และสุดท้ายเป็นเรดาร์ (Radar) ที่ใช้ในการสร้างภาพถ่ายบริเวณขั้วโลก

ในขณะที่ LRO กำลังจะเข้าสู่วงโคจรของดวงจันทร์ ยาน LCROSS กับ Centaur ที่มีจรวดติดอยู่จะแยกออกจากกันและเคลื่อนที่สู่วงโคจรที่สูงกว่า โดยจะโคจรรอบดวงจันทร์เป็นระยะเวลา 4 เดือน เพื่อให้ยาน LRO มีเวลาทำการสำรวจหาตำแหน่งที่น่าจะมีน้ำอยู่มากที่สุด หลังจากนั้น Centaur ก็จะพุ่งชนดวงจันทร์ตรงตำแหน่งนี้ ตามด้วยยาน LCROSS ซึ่งจะตามมา 4 นาที เพื่อทำหน้าที่ตรวจและวิเคราะห์หลุมลึกขนาด 20 เมตร ที่เกิดจากการพุ่งชนของ Centaur



ภารกิจครั้งนี้จะสร้างประโยชน์ต่อแผนงานของนาซาที่ต้องการส่งมนุษย์ขึ้นไปยังดวงจันทร์ และหากสำรวจพบว่ามีน้ำบนพื้นผิวดวงจันทร์จริงภารกิจครั้งนี้ก็จะช่วยในการระบุตำแหน่งที่เหมาะสมในการส่งยานและนักบินอวกาศไปยังดวงจันทร์ครั้งต่อไป

จากรายงานล่าสุดของนาซาที่ได้ระบุว่ายาน LRO เดินทางถึงที่หมายและเข้าสู่วงโคจรรอบดวงจันทร์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว หลังจากใช้เวลาไป 4 วันครึ่งนับจากที่ถูกส่งออกจากพื้นโลก ซึ่งเป็นเพียงความสำเร็จขั้นต้นของภารกิจเท่านั้น ภารกิจต่อไปไม่เพียงแต่จะทำให้เราเห็นธงชาติสหรัฐอเมริกาบนดวงจันทร์ แต่เรายังสามารถทราบได้อีกว่าอะไรที่ยานอพอลโลได้ทิ้งไว้เบื้องหลัง

ที่มา:

1. [Http://physicsworld.com/cws/article/news/39543](http://physicsworld.com/cws/article/news/39543): NASA launches two missions to the Moon, June 19, 2009
2. [Http://www.sciencedaily.com/releases/2009/06/090623235038.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2009/06/090623235038.htm): NASA Lunar Mission Successfully Enters Moon Orbit, Jun 24, 2009

อนาคตของแผ่น DVD จากเทคนิคโฮโลกราฟี



เทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูลในปัจจุบันได้ถูกพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว โดยในอีกสามปีข้างหน้าเราจะได้ใช้สื่อการเก็บข้อมูลแบบใหม่ที่สามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าแผ่น DVD แบบเดิมถึง 100 เท่า หรือสามารถเก็บได้มากถึง 500 GB

ทีมนักวิจัยจาก General Electronic (GE) ได้ประกาศความสำเร็จครั้งสำคัญในการพัฒนาสื่อการเก็บข้อมูลแบบใหม่ที่สามารถวางตลาดให้เราได้ใช้งานกันจริงๆ ในปี 2012 ซึ่งเทคโนโลยีแบบใหม่นี้ เป็นการนำความรู้ทางด้านฟิสิกส์ของโฮโลแกรมมาใช้ หรือที่เรียกกันว่า Micro-holographic storage ทีมนักวิจัยจากสหรัฐอเมริกาได้เพิ่มเติมว่า เครื่องเล่นที่จะใช้กับแผ่นดิสก์แบบใหม่นี้สามารถที่จะใช้ร่วมกับแผ่นดิสก์แบบเก่าได้ ทั้ง CD, DVD และ Blu-ray

เทคนิคการสร้างภาพโฮโลแกรมนั้นถูกนำมาใช้ตั้งแต่กว่า 50 ปีที่แล้ว จนในปัจจุบันเราสามารถพบภาพโฮโลแกรมได้อย่างหลากหลาย อย่างเช่น บัตรเครดิต สติกเกอร์รับประกันเครื่องสำอาง และในองค์กรเกษตรกรรม เทคนิคเหล่านี้เกิดจากการบันทึกรูปแบบการแทรกสอดแบบ 3 มิติ ของ 2 ลำแสงที่มีหน้าคลื่นสอดคล้องกัน

(Coherent) ลงบนผิวของวัสดุที่เป็นสารไวแสง (Photosensitive materials) แสง 2 ลำที่ว่าเป็นแสงจากวัตถุ (Object beam) โดยเก็บรายละเอียดของสิ่งที่เราต้องการถ่ายภาพ (เกิดจากแสงที่ส่งผ่านมาจากโครงสร้างที่ใช้เป็นแบบ) และอีกส่วนเป็นแสงอ้างอิง (Reference beam) ที่ถูกออกแบบไว้ ผลการแทรกสอดแบบ 3 มิติที่เกิดขึ้นจะถูกเก็บบันทึกโดยมีค่าดัชนีหักเห (Reflective index) ที่แตกต่างกันไป ซึ่งเราสามารถมองเห็นได้เมื่อโดนแสงแดด

เมื่อเร็วๆ นี้ ได้มีการนำเทคนิคการสร้างภาพโฮโลแกรมมาใช้ในการพัฒนาสื่อการเก็บข้อมูล จากแบบเดิมที่เราเก็บข้อมูล 1 บิตต่อครั้ง เป็นการเก็บข้อมูลที่เพิ่มขึ้นล้านบิตในการฉายแสงเพียงครั้งเดียว เป็นแนวคิดที่เหมือนกับการทำภาพโฮโลแกรมขนาดเล็กมากๆ ลงบนผิวของวัสดุไวแสง

ในช่วงแรกๆ ของการพัฒนา ได้มีการนำ Linear material อย่างเช่น Photopolymers มาใช้ แต่วัสดุชนิดนี้มีข้อจำกัดในการถ่ายภาพโฮโลแกรมขนาดเล็ก เนื่องจากภาพที่เกิดขึ้นจะมีขนาดใหญ่กว่าแสงที่ใช้ ทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นในการถ่ายโอนข้อมูล และปัญหาอีกอย่างคือการบันทึกภาพโฮโลแกรมแบบหลายๆ ชั้น ชั้นนอกของโพลีเมอร์จะถูกทำลายเมื่อมีการบันทึกซ้ำ ส่งผลให้ความถูกต้องในการบันทึกข้อมูลมีค่าลดลง แต่ในปัจจุบัน Victor Ostroverkhov และทีมนักวิจัยจาก GE ได้ทำการพัฒนา จนสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ด้วยการนำ Thermoplastic มาใช้แทนวัสดุแบบเดิม ซึ่งสามารถหลอมและทำให้แข็งได้ใหม่หลายๆ ครั้ง โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับโครงสร้างภายในเลยแม้แต่น้อย

นี่คงเป็นข่าวดีสำหรับนักสะสมข้อมูลทั้งหลาย เพราะทาง GE เค้ามุ่งเน้นให้เทคโนโลยีนี้พัฒนาเข้าสู่ภาคธุรกิจให้ได้ภายในสามปีต่อไปเราก็สามารถเก็บข้อมูลที่ชื่นชอบ ไม่ว่าจะเป็นพวกภาพยนตร์ เพลง หรือความทรงจำต่างๆ ไว้ในแหล่งเดียวกันได้โดยง่าย

ที่มา:

1. [Http://physicsworld.com/cws/article/news/39565](http://physicsworld.com/cws/article/news/39565): 100 DVDs on one disc within three years? June 24, 2009

ข่าว Siam Physics Congress 2009

ชาญกิจ คั่นฉ่อง¹

Siam Physics Congress 2009: “Physics for Dynamic Society” (SPC2009) คือ การสัมมนาและการประชุมใหญ่ของชาวชุมชนฟิสิกส์ไทยประจำปี 2552 ซึ่งมีการจัดขึ้นเป็นประจำทุกปี นับตั้งแต่ SPC2006 ที่บางแสน จ.ชลบุรี, SPC2007 ที่สวนสามพราน ริมแม่น้ำท่าจีน จ.นครปฐม และ SPC2008 ที่เขาใหญ่ จ.นครราชสีมา สำหรับ SPC2009 ปีนี้ได้จัดในวันพุธที่ 18 ถึงวันเสาร์ที่ 22 มิ.ค. 2552 ณ โรงแรมเมฆาวัลย์ ริมชายหาดชะอำ จ.เพชรบุรี มีเจ้าภาพช่วยกันจัดงานอันหนาแน่นได้แก่ สมาคมฟิสิกส์ไทย มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และมหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งได้นำนักฟิสิกส์ ครูฟิสิกส์ นักเทคโนโลยี ทั้งไทยและต่างประเทศมาร่วมงาน โดยเฉพาะที่ลงทะเบียนก็กว่า 400 คน ในงานประกอบด้วยการสัมมนาวิชาการหัวข้อต่างๆ รวมทั้งการประชุมย่อยใหญ่หลาย sessions ได้แก่ การประชุมสามัญของเครือข่ายห้องวิจัยนาโนเทคโนโลยี, การประชุมศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์, การประชุมระดมความคิดเรื่อง Thailand National Astronomy Network, การเสวนาวิชาการเรื่อง Quantum Information/Quantum Matters และการประชุมใหญ่สามัญประจำปีของสมาคมฟิสิกส์ไทย ปี 2552 จำนวนผู้คนและวงประชุมย่อยใหญ่ที่เพิ่มขึ้นทุกปีก็เปรียบเสมือนกับ “ร้อยบุปผาบานพร้อมพริ้ว ร้อยสำนักประชันแข่ง” (จากเพลง “ร้อยบุปผา” ของวิสา คัญทัพ) ที่ชุมชนและแวดวงฟิสิกส์ไทยได้ก่อตัวขึ้นเป็นเครือข่ายความสัมพันธ์หรือ “ระบบนิเวศน์” ของดงดอกไม้ต้นไม้นานาพันธุ์ไปแล้ว ดังคำขวัญของงาน “Physics for dynamic society” ที่มีความหมายว่าเราอยู่ในสังคมที่มีพลวัตสูง การศึกษาวิจัยฟิสิกส์ของเราก็ต้องมีพลวัต นั่นคือ มีการพัฒนา เปลี่ยนแปลง และเพิ่มบทบาท ตามไปด้วย

เมื่อผู้มาเยือนลงจากรถ ก็ได้กลิ่นไอทะเล ลมทะเลช่วยคลายร้อนลงได้บ้าง หม่อมองไปในทะเลกว้าง มีชาวเรือออกเรือเหยียดคลื่นลมไม่แน่นอน ก็เห็นนักฟิสิกส์ไทยกำลังขนเสปียงออกเรือกัน ถามว่าเราเคยออกเรือมาแล้วหรือไม่ ที่จริง “เราเคยออกเรือมา

หลายครั้งแล้ว” ได้รับประสบการณ์แตกต่างกันไปในหลายรุ่น สายน้ำวันนี้เป็นอย่างไร เรากำลังจะออกเรือกันอีกครั้งหนึ่ง

เมื่อผู้ร่วมงานส่วนใหญ่ทยอยมาถึง ในบ่ายแก่ๆ วันที่ 18 มิ.ค. ยังได้เข้าห้องพักบ้าง ไม่ได้บ้าง งานสัมมนาก็เริ่มแล้วทันที เวลา 13:30-16:30 น. มี การประชุมสามัญของเครือข่ายห้องวิจัยนาโนเทคโนโลยี (Annual NANOTEC Network Laboratories Meeting) และเวลา 16:30-18:30 น. มี การประชุมศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ (Thailand Center of Excellence in Physics (ThEP) Meeting) [www.thep-center.org/src/index.php] ซึ่งเป็นการประชุมระหว่างผู้บริหารของศูนย์ฯ ผู้ประสานงานของศูนย์วิจัย และหน่วยวิจัย ขึ้นเป็นครั้งแรก และประกาศสัญลักษณ์ของศูนย์ ThEP เป็นรูปที่สื่อถึงทวิภาพของคลื่นและอนุภาค (wave-particle duality) มีสีทอง แดงกับดำ ได้รับแรงบันดาลใจจากจิ้งหรีดทองแดง ทองดำ ซึ่งเป็นทวิภาพของกันและกันภารกิจของศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ไม่ใช่ funding agency แต่ทำงานเพื่อพัฒนาศักยภาพห้องปฏิบัติการ และพัฒนางานวิจัยให้มี output (เช่น ผลงานตีพิมพ์ระดับสากล), outcome (เช่น สิทธิบัตร), และ/หรือ impact ต่อสังคม ที่ประชุมได้พูดคุยถกเถียงถึงนโยบาย โครงสร้างการบริหาร แนวทางการปฏิบัติในการขอทุนทำงานวิจัยและห้องปฏิบัติการชนิดต่างๆ

เช้าวันที่ 19 มิ.ค. เวลา 8:45 น. พิธีเปิด SPC2009 เริ่มต้นขึ้นอย่างง่ายๆ โดยมี ศ.ดร.ศรณ มงคลสุข คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เป็นประธานร่วมในพิธีเปิด และผู้แทนเจ้าภาพสถาบันต่างๆ ได้แก่ ศ.เกียรติคุณ ดร.ธีรพัฒน์ วัลย์ทอง จากสมาคมฟิสิกส์ไทย, ผศ.ดร.ชนากร โอสดจันทร์ จากมหาวิทยาลัยมหิดล, รศ.ดร.พิกุล วณิชชาภิชาติ จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และ รศ.ดร.วิทยา อมรกิจบำรุง จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น กล่าวเปิดสั้นๆ ศ.เกียรติคุณ ดร.ธีรพัฒน์

¹ อาจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วิทย์ทอง นายกสมาคมฟิสิกส์ไทย กล่าวเปิดท่านสุดท้ายใจความว่า “พิธีเปิดตาม tradition ของชาวฟิสิกส์ คือ simple but solid จากครั้งที่ 1 SPC2006 ที่บางแสน มีผู้มาร่วม 100 กว่าคน, ครั้งที่ 2 SPC2007 ที่สวนสามพราน มีผู้มาร่วม 200 กว่าคน, ครั้งที่ 3 SPC2008 ที่เขาใหญ่ มีผู้มาร่วม 300 กว่าคน, และ ครั้งที่ 3 SPC2009 ที่นี้ ชะอำ มีผู้มาร่วม 400 คน นี่จึงเป็นทศวรรษแห่งความท้าทายของชาวฟิสิกส์ ในการทำงานเพื่อตอบสนองความต้องการของสังคมในด้านสังคมการเรียนรู้ ภาคเอกชน และภาคประชาชน” แล้วนายกสมาคมฯ ก็เคาะโต๊ะเป็นจังหวะ (พิธีเปิดตามธรรมเนียมฝรั่ง) เสียงจังหวะนี้ก็กลับเหนี่ยวนำ (induced) คลื่นเสียงปรบมือให้ดังยาวนาน เหมือนกฎฟาราเดย์ โดยไม่ต้องใช้คำพูดบอกกล่าว คลื่นบรรยากาศวิชาการของ SPC2009 ก็แผ่ทั่วไปแล้วอย่างเป็นทางการ

การสัมมนาครั้งนี้ ประกอบด้วย การสัมมนาพิเศษ เรียกว่า plenary lectures โดยนักวิชาการที่โดดเด่นจากต่างประเทศ 2 ท่าน และ invited lectures โดยนักวิชาการรับเชิญจากต่างประเทศ ซึ่งแต่ละท่านได้พูดถึงการวิจัยระดับแถวหน้า (frontier) ของโลกที่น่าสนใจยิ่ง และการสัมมนาทั่วไปในแต่ละวันดำเนินไปพร้อมกันถึง 4 ห้อง โดยแต่ละห้องประกอบด้วย sessions ย่อยๆ ในหัวข้อวิจัยต่างๆ ได้แก่ Accelerators and Synchrotron Radiations; Astronomy, Astrophysics and Cosmology; Atomic, Molecular and Optical Physics; Chemical and Biological Physics; Condensed Matter Physics; Computational and Statistical Physics; Educational and General Physics; Geophysics and Environmental Physics; High-energy and Particle Physics; Instrumentations and Measurements; Ion and Plasma Physics; Material Physics; Nuclear and Radiation Physics; Nanoscale Physics and Nanotechnology; Optics and Photonics; Surface, Interface and Thin Films; Theoretical Physics สำหรับ session: Astronomy, Astrophysics and Cosmology นั้นเป็นส่วนหนึ่งของ การประชุมวิชาการดาราศาสตร์ระดับชาติ ประจำปี 2552 (Thai National Astronomy Meeting 2009: TNAM2009) ซึ่งจัดโดยสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (NARIT) แต่ละ session มีผู้ดำเนินรายการและผู้ควบคุมเวลา ซึ่งให้ผู้สัมมนานำเสนอท่านละ 15 นาที งานที่แต่ละท่านนำเสนอทั้งแบบการพูดสัมมนาและแบบโปสเตอร์ จะได้รับการตรวจสอบ (peer reviewed) และตีพิมพ์เป็น proceeding ของการประชุมในรูปวารสาร “Thai Journal of Physics ฉบับพิเศษ”

สำหรับการนำเสนอผลงานวิชาการแบบโปสเตอร์ เปิดให้จัดโปสเตอร์ตั้งแต่บ่ายวันที่ 19 มิ.ค. และวางจนถึงเย็นวันที่ 21 มิ.ค. แม้ผู้นำเสนออาจจะแสบไปเที่ยวทะเลบ้าง แต่ตลอดการสัมมนาในช่วงเวลาชมโปสเตอร์ ห้องโปสเตอร์ไม่เคยร้างห่าง ผู้คนเข้ามาชมและถกเถียง ได้ฟังหลายท่านและลูกศิษย์อธิบายผลงานแล้ว รู้สึกชัดเจนว่า การได้พูดสัมมนาหรือไม่เป็นเพียงแค่จังหวะเวลาหรือความสนใจของผู้นำเสนอ เพราะมีผลงานในโปสเตอร์หลายชิ้นที่คม น่าสนใจ มีการริเริ่มสูง สิ่งที่น่าสนใจกว่านั้น คือ ผู้เข้าร่วมนำเสนอผลงานทั้งแบบพูดสัมมนาและโปสเตอร์ นอกจากจะมีอาจารย์ นักวิจัย และนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาแล้วยังมีผลงานระดับปริญญาบัณฑิตหลายชิ้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความคึกคักมุ่งมั่นมากขึ้นในแต่ละปี เมื่อหนุ่มสาวมีใจล้นเหลือที่จะออกเรือ หากท่านรู้สึกว่าจะแกล้งจะเผ่าจะหยุดสร้างเรือได้อย่างไร

ชายหาดชะอำนั้นคึกคักมาก คนมีครอบครัวก็มีความสุขอย่างหนึ่ง หนุ่มสาวก็มีความสุขอย่างหนึ่ง หลายคนเปลี่ยนที่เล่นบอลจากข้างภาควิชา (ของหลายๆ สถาบัน) มาเล่นด้วยกันที่ชายหาด ชายทะเลมีสิ่งมีชีวิตเล็กๆ มากมาย เราเป็นนักวิทยาศาสตร์ จะทิ้งการสำรวจไปได้อย่างไร เพราะนี่คือเปลือกหอยเล็กๆ ท่ามกลางมหาสมุทรแห่งความรู้ เมื่อนักวิทยาศาสตร์น้อยถือเครื่องมือดักทรายไว้พร้อมแล้ว เราต้องมาช่วยกัน แม้ทะเลยามค่ำคืนน่ากลัว ก็เหมาะแก่การจิบเบียร์ ค้นหาสิ่งมีชีวิตเรืองแสงลึกลับ ณ dynamical junction ของทรายกับน้ำ ท้องฟ้าสีดำที่มีดาววิบวับนั้นมีพลวัตสูง เมื่อเอกภพขยายตัวพา events ใหญ่ๆ ห่างเหิน ก็มี events น้อยแทรกตัวขึ้น

ค่ำวันที่ 19 มิ.ค. เวลา 19:00-21:00 น. มีการจัดประชุม 2 รายการซ้อนกัน คือ การประชุมระดมความคิดเรื่อง Thailand National Astronomy Network มี รศ.บุญรักษา สุนทรธรรม ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ เป็นประธานการประชุม ที่ประชุมเสนอว่า การวิจัยดาราศาสตร์ในประเทศไทยควรมีการจัด network ร่วมระหว่างมหาวิทยาลัยและสถาบันต่างๆ โดยสถาบันวิจัยดาราศาสตร์ทำหน้าที่ประสานงานและให้การสนับสนุนการวิจัย และ การเสวนาวิชาการเรื่อง Quantum Information/Quantum Matters ของกลุ่มวิจัย Quantum Matter (QM) Group มีบรรยากาศการประชุมที่หาได้ยาก เพราะแม้นักฟิสิกส์ไทยเกือบทุกคนหลงเสน่ห์วิชาฟิสิกส์ควอนตัม แต่เรา

ไม่ค่อยมีโอกาสมานพบแลกเปลี่ยนเรื่องราวฐานของวิชาฟิสิกส์ควอนตัมอย่างเป็นกันเองกันหลายๆ คนเช่นนี้บ่อยครั้งนัก ความลึกซึ้งในรากฐานของวิชาฟิสิกส์ควอนตัมที่บางคนขีดเส้นให้เป็น “เรื่องลึกซึ้ง” ที่เสียเวลาหาคำตอบให้หลังเลิกไปกว่าตำรามาตรฐานความจริงแล้วงานวิจัยด้านนี้ก้าวหน้าไม่หยุดยั้งทั้งในด้านทฤษฎี การทดลอง และการประยุกต์ใช้ ก็เป็นกำลังใจให้กับนักวิจัยใน Quantum Matter (QM) Group สำหรับการบุกเบิกงานวิจัยรากฐานทางด้าน quantum information และ quantum matter ในเมืองไทย

บ่ายวันที่ 20 มิ.ค. เวลา 16:15-17:00 น. มีการบรรยายพิเศษเรื่อง “สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี กับการพัฒนาเยาวชนและนักวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” โดย ศ.ดร.ไพรัช ธัชยพงษ์ และ คุณฤทัย จงสฤษดิ์ จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เล่าถึงโครงการในพระดำริและที่ทรงสนับสนุนทั้งในปัจจุบันและที่จะขยายในอนาคต เช่น โครงการร่วมประชุมเสวนากับนักวิทยาศาสตร์โนเบล ณ เมืองลินเดา, โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน DESY ที่ประเทศเยอรมัน, โครงการความร่วมมือระหว่างประเทศไทยกับ CERN, โครงการบ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร เป็นต้น ต่อมา อ.ดร.สตีร์ตัน กำแพงแก้ว ไฮด์ และคุณปัทม์ วงษ์ปาน ได้เล่าถึงประสบการณ์การเข้าร่วมโครงการร่วมประชุมเสวนากับนักวิทยาศาสตร์โนเบล ณ เมืองลินเดา ครั้งที่ 58 ในปี 2551 ซึ่งได้พบปะกับนักวิทยาศาสตร์รางวัลโนเบลถึง 25 ท่าน (โนเบลฟิสิกส์ 22 ท่าน, เคมี 3 ท่าน) เมืองลินเดา (Lindau) เป็นเมืองเล็กๆ ตั้งอยู่บนเกาะลินเดา ซึ่งเป็นเกาะเล็กๆ กลางทะเลสาบคอนสแตนซ์ ประเทศเยอรมนี ทะเลสาบแห่งนี้เป็นพรมแดนระหว่างประเทศเยอรมนี สวิตเซอร์แลนด์ และออสเตรีย เกาะนั้นสวยงามราวเมืองในอุดมคติทั้งในด้านสภาพแวดล้อมธรรมชาติและบรรยากาศ ภูมิปัญญา มีผู้คนอาศัยอยู่ราวๆ 3,500 คน อ.สตีร์ตันพาพวกเราเดินทางไปกับเยาวชน 550 คนจาก 66 ประเทศที่เกาะลินเดาในครั้งนั้น ด้วยน้ำเสียงภาษาอังกฤษราวกับนักจัดรายการวิทยุ ให้พวกเราได้สัมผัสสนุกไปกับทัศนียภาพและภูมิปัญญาของนักวิทยาศาสตร์รางวัลโนเบลหลายท่าน คุณปัทม์ วงษ์ปาน พูดกระตุ้นสั้นๆ ตรงไปที่จิตวิญญาณการเรียนรู้ด้วยการชี้แนะเว็บไซต์ที่สามารถดาวน์โหลดปาฐกถาเหล่านี้มาฟังได้ อ.สตีร์ตันพาพวกเรากลับมาด้วยภาพถ่ายด้านหลังของนักวิทยาศาสตร์ไทยรุ่นเยาว์ผู้มาเยือน 3 ท่านที่กำลังเดินทางกลับ “Next Step..ก้าวต่อไป” ในภาพถ่ายทำให้นึกถึงวลีว่า “หากวันหน้าเป็นอย่างไร...ไม่อาจรู้” (จากบทกวี “ห้วงคำนึง” ใน

หนังสือ “ใบไม้ที่หายไป” จิระนันท์ พิตรปรีชา) ...แล้วหนทางที่จะไปในทะเลกว้างนี้ล่ะ.. เราออกเดินเรือด้วยตนเอง

เย็นวันเดียวกัน เวลา 17:15-18:30 น. มี **การประชุมใหญ่สามัญประจำปีของสมาคมฟิสิกส์ไทย ปี 2552** ที่ประชุมแถลงผลการดำเนินงานในปี 2551 เช่น การจัดงาน SPC, การจัดตั้งศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ เป็นต้น อ.ดร.คุณฤ สุวรรณขจร ในฐานะเลขานุการสมาคมประจำปี 2550-2552 (ที่กำลังจะหมดวาระ) ได้กล่าวว่า “การทำ SPC เพื่อให้เป็นที่ที่ชาวฟิสิกส์ได้มาแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความรู้ และการทำงานวิจัย และมีคนมาเพิ่มขึ้นทุกๆ ปีแสดงให้เห็นว่าสมาคมฯ เติบโต และคึกคักขึ้นเรื่อยๆ” รศ.ดร.สมสร สิงขรัตน์ หัวหน้ากองบรรณาธิการวารสารฟิสิกส์ไทย (ที่กำลังจะหมดวาระ) กล่าวถึง วารสารฟิสิกส์ไทย ว่า “เปิดเวทีให้พวกเราได้บ่นดั่งๆ เสริมกับสมาคมฟิสิกส์ไทย ซึ่งมีผลมาแล้ว (ขอพูดอย่างโฆษณาของปตท.สผ.ว่า) ผมไม่รู้จะพูดอะไร ขอฝากวารสารฟิสิกส์ไทยไว้ให้กับน้องๆ ด้วยแล้วกันครับ”

ค่ำวันที่ 20 มิ.ค. เป็นเวลาแห่ง **Banquet** งานเลี้ยงใหญ่ของชาวชุมชนฟิสิกส์ไทย ครั้งหนึ่งในรอบปี ที่ร้านอาหารครัวเม็ดทราย ริมชายหาดชะอำ แม้โต๊ะเก้าอี้จะน้อยไปบ้าง แต่รับประทานอาหารทะเลข้างชายหาด มีที่กว้างๆ ให้ร้องรำ นึกที่สุดยอดของการทานอาหารทะเลแล้ว เมื่อเวลาเหมาะสมได้ที่ท่านนายกสมาคมฯ ก็จับไมค์ปราศรัยในใจความว่า “อภิสิทธิ์ของการเป็นนายกสมาคมฯ ก็คือ พูดมากได้” “วงการฟิสิกส์นี้ tough มีการแข่งขันสูงมากๆ เพราะต้องแข่งกับ best mind in the world, ถ้าเรา work hard ฟิสิกส์ก็จะมีคุณค่าเพียงพอที่จะทำให้เรา worth living” “วงการฟิสิกส์มีมาตรฐานสูง มีกฎกติกา เราต้องรักษากฎกติกาไว้ ไม่เช่นนั้นเราก็ถูกเบนทางวิชาการ” มีการมอบของที่ระลึกพิเศษ “จานที่ระลึก” ของสมาคมแห่งการเดินทางของท่านนายกฯ ให้กับสมาชิกสมาคมฯ ผู้รับใช้ชุมชนฟิสิกส์ไทยหลายท่าน เช่น รศ.ดร.วิระพงษ์ แพสุวรรณ ว่าที่นายกสมาคมฟิสิกส์ไทยคนใหม่, อ.ดร.คุณฤ สุวรรณขจร, รศ.ดร.สมสร สิงขรัตน์, ผศ.ดร.จรรยาพร อยู่ดี, ผศ.รจนา ชินพิทักษ์, ผศ.ดร.ประยูร ส่งสิริฤทธิ์กุล เป็นต้น เสียงเพลงเคล้าเสียงคลื่นนั้นมิใช่มาจากเทปคาราโอเกะหรือแม้แต่เป็น “คอนเสิร์ต” การแสดงสดจากเหล่าอาสาสมัครเพื่อนสมาชิกชุมชนชาวฟิสิกส์ไทยทั้งหลาย งานเดินร่ำริมชายหาดเกิดขึ้นเองอย่างเป็นธรรมชาติ ทั้งบนเวทีและนอกเวที มีตั้งแต่ นักวิชาการต่างประเทศผู้บรรยายรับเชิญใน plenary lecture จนถึง

นักวิจัยนิสิตนักศึกษาหนุ่มสาวพากันออกมาวิ่งร่ำ สาวอายุใดจะ
เดินรำกับท่านนายกสมาคมฯ

งานเลี้ยงไหนเลยจะเลิกราได้ง่ายเล่า ถ้าหนุ่มสาวยังมีพลัง
อยู่ ในอำเภอชะอำก็มีหลายร้าน ขับรถไปถึงหัวหินก็ยังมีอีกหลาย
ร้าน

งานสัมมนามีจนถึงเที่ยงวันที่ 21 มิ.ค. 2552 และปิดท้าย
ด้วยพิธีปิดเรียบง่าย นายกสมาคมฯ ได้กล่าวถึงการพบกันอีกครั้งใน
SPC2010 เดือนมีนาคมหน้าใจความว่า “พวกเราทุกคนจะกลับมาพบ
กันอย่างนี้อีกครั้ง ในบรรยากาศป่าเขาลำเนาไพร ริมแม่น้ำแคว โดย
เจ้าภาพมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร) และ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์”



ระบบการศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย ...จะไปถึงดวงดาว หรือจะเข้าขั้นมะเร็งระยะสุดท้าย ตอนที่ 1

เฉลิมพล รุจิณรินทร์¹

สิรพัฒน์ ประโทนเทพ²

เมื่อดูผิวเผินระบบการศึกษาของประเทศไทยโดยเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้พัฒนารุดหน้าไปกว่าเดิมมาก ด้วยทุนทรัพย์และการสนับสนุนที่มากขึ้นทำให้โรงเรียนสามารถจัดหาอุปกรณ์การสอนที่ทันสมัย แม้แต่โรงเรียนในชนบทห่างไกลยังมีเครื่องคอมพิวเตอร์ให้นักเรียนใช้กันถ้วนหน้า ตัวอย่างความสำเร็จมีให้เห็นเด่นชัด เช่น ชาวชนไทยเราสามารถเข้าแข่งขันได้ในรางวัลเหรียญทองในระดับนานาชาติทุกด้านของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ และดาราศาสตร์ อีกทั้งปัจจุบันทางเลือกในการศึกษาของเด็กระดับประถม มัธยม ก็มีมากมายทั้งภาคภาษาไทย ภาคภาษาอังกฤษ การเรียนล่วงหน้า โรงเรียนนานาชาติ จนไปถึงระบบการสอบเข้ามหาวิทยาลัยที่เปลี่ยนไปจากระบบสอบเอนทรานซ์ที่ว่ายากจนเด็กๆ เครียดมากถึงกับฆ่าตัวตาย มาเป็นระบบ A-net ที่ลดจำนวนวิชาให้น้อยลง ซึ่งน่าจะได้เด็กที่คุณภาพและเก่งด้านวิชาการเฉพาะทางมากขึ้นกว่าเดิม หรือถ้าสอบ A-net ไม่ได้คะแนนดี เด็กนักเรียนก็มีทางเลือกในการสอบเข้ามหาวิทยาลัยโดยตรงทั้งภาคปกติ ภาคพิเศษ และภาคภาษาอังกฤษ เป็นต้น

ภาพเหล่านี้แสดงว่าระบบการศึกษาไทยดีขึ้นจริงหรือไม่ ?

ก่อนจะตอบคำถามนี้ เราคงต้องมาเริ่มศึกษาเจาะลึกระบบที่เป็นอยู่กันอย่างถึงแก่น และน่าจะต้องตั้งประเด็นคำถามที่ควรจะต้องหาคำตอบให้ได้ก่อนหลายข้อ เช่น ปรัชญาของระบบการศึกษาไทยคืออะไร ระบบการศึกษาเรากำลังสร้างเด็กไทยให้เป็นคนอย่างไร การศึกษาไทยเป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับนานาชาติ การศึกษาไทยได้พัฒนาให้สังคมเราน่าอยู่ขึ้นหรือไม่ เด็กไทยมีโอกาสทาง

การศึกษาเท่าเทียมกันในสังคมโดยไม่คำนึงถึงฐานะทางบ้านหรือไม่

ด้วยคำถามเหล่านี้เช่นนี้ ท่านผู้อ่านคงคาดเดาได้ว่าบทความนี้คงจะไม่ได้มุ่งสรรเสริญเยินยอระบบการศึกษาไทยที่เป็นอยู่ทุกวันนี้

ไม่ใช่หรือที่การศึกษาทุกวันนี้คนรวยมีสิทธิมากกว่า ไม่ใช่หรือที่การสอบเข้ามหาวิทยาลัยทั้งภาคปกติ ภาคพิเศษและภาคพิเศษการมุ่งสร้างรายได้เข้ามหาวิทยาลัยโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพ ไม่ใช่หรือที่เด็กไทยมุ่งเรียนอะไรก็ได้เพื่อจะมีอาชีพที่ทำรายได้สูงโดยไม่สนใจว่าตนเองจะมีความถนัดหรือไม่ ไม่ใช่หรือที่ระบบการศึกษาไทยพยายามนำรูปแบบมาจากประเทศที่พัฒนาแล้วโดยไม่ใส่ใจในแนวคิด ปรัชญาและแก่นแท้ของการศึกษาแบบนั้นๆ

ภาพที่ถูกต้องของระบบการศึกษาไทยจึงน่าจะเป็นเช่นนี้

ท่านผู้อ่านคงเคยเจอกับปัญหาคอมพิวเตอร์ที่เสียด้วยอาการนำราคาของอย่าง เช่น สตาร์ทช้า อ่านแผ่น CD ไม่ค่อยได้ มีตัวโปรแกรม spyware ต่างๆ ขึ้นมารบกวน และคงพยายามซ่อมแก้อาการเหล่านั้นด้วยตนเอง เปิดนั่น แก่นี่ ล้างหัวอ่าน CD ลงซอฟต์แวร์ป้องกันไวรัส ลงระบบ Windows รุ่นใหม่ล่าสุดบนเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่นเก่า เราต่างทำไปด้วยความตั้งใจดีที่จะให้เจ้าคอมพิวเตอร์ตัวนำราคาสูง ให้ใช้งานได้ดีขึ้นกว่าเดิม แต่ผลที่มักจะลงเอย ก็คือ **เจ๊งทั้งระบบ** เพราะอะไร ก็เพราะเราไม่ใช่ช่างคอมพิวเตอร์ที่เชี่ยวชาญและรู้จริง ได้แต่ลองผิดลองถูก

¹ นักวิชาการอิสระ

² อาจารย์ (ดร.) วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

ไป และยังไม่ได้อัดทนไปค้นคว้าหาความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับระบบนั้นๆ เจ้าคอมพิวเตอร์นี่ก็ไม่ต่างอะไรกับระบบการศึกษาไทยในปัจจุบัน ... ถึงเวลาที่เราจะส่งเครื่องให้ช่างซ่อมแล้วหรือยัง

ความมุ่งหมายของบทความนี้จะแบ่งเป็นหลายตอน คือ การเผยแพร่ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับระบบการศึกษาไทยในปัจจุบัน โดยจะเน้นการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบเกี่ยวกับระบบการศึกษาระดับสากล ทั้งระบบ GCSE และ A-Levels [1] ของสหราชอาณาจักร (UK) ซึ่งมุ่งสร้างคนคุณภาพที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางในทุกๆ สาขา โดยไม่เน้นเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์ และทั้งระบบ International Baccalaureate หรือ IB ซึ่งมีต้นกำเนิดจากประเทศสวิสเซอร์แลนด์ และฝรั่งเศส และเป็นระบบที่ได้รับการยอมรับในประเทศชั้นนำทั่วโลก โดยมุ่งการสร้างคนที่มีความสมบูรณ์ทั้งทางด้านวิชาการและความเป็นมนุษย์ที่สามารถอยู่ร่วมกันได้ในสังคมนานาชาติ [2]

บทความแรกนี้จะเริ่มจากการตีแผ่ถึงการศึกษาแบบอังกฤษ ซึ่งเป็นต้นแบบของการสอบเข้ามหาวิทยาลัยแบบ A-net O-net ในปัจจุบัน และยังมีสถานศึกษานานาชาติอีกมากมายที่ได้นำระบบนี้เข้ามาใช้ในการเรียนการสอนโดยตรงในประเทศไทย ซึ่งถือได้ว่าเป็นความใฝ่ฝันของเด็กไทยหลายๆ คนที่จะได้เรียนในโรงเรียนเหล่านี้ และเป็นทางออกทางการศึกษาที่ดีว่าดีที่สุดสำหรับคนไทย กลุ่มผู้มีรายได้สูงในการส่งลูกหลานไปเรียนในโรงเรียนเหล่านี้เพื่อหนีจากระบบการศึกษาที่วุ่นวายของประเทศไทย สถานภาพที่เป็นอยู่ของระบบการศึกษาเหล่านี้ก็มืดมนมองหนึ่งนัยเป็นอย่างไร

ระบบการศึกษอังกฤษและสถานภาพการศึกษาระบบสากลในประเทศไทย

จากคำพูดที่ว่า “คนบางคนเขาไม่มีพรสวรรค์ เขาก็ยังดิ้นรนที่จะพบกับความฝันด้วยพรแสวง แต่คนบางคนได้พรดีที่สวรรค์ประทานมาให้ นอกจากจะไม่สามารถนำมาใช้นำให้เกิดสิ่งที่ดีๆ กับตนเองแล้ว ยังดิ้นรนแสวงหาทางเสื่อมแห่งการได้มาซึ่งพรอันนี้ด้วย” และเราคงเลี่ยงไม่ได้ หากเราจะพูดว่า “เด็กๆ ที่มีโอกาสได้เรียนในโรงเรียนนานาชาติ เป็นเด็กที่ฟ้าได้ประทานพ่อแม่ผู้ปกครองที่มีความพร้อมทั้งทางวัตถุ โลกทัศน์ ความทุ่มเท และจิตใจมาให้แล้ว”

แต่ท่านพ่อแม่ผู้ปกครองและท่านผู้อ่านบทความทุกๆ ท่าน เชื่อหรือไม่ ลูกหลานของท่านกำลังเป็นเหยื่อของความไม่เอาไหนของระบบการศึกษาไทย และเป็นอุปสรรคในการหาผลประโยชน์

จากนักถกเถียงโอกาสโดยใช้การศึกษาเป็นเครื่องบังหน้า เพียงเพื่อผลประโยชน์ที่อาจพึงได้จากความร่ำรวย ความมั่นคง และ ความไม่รู้ของคนอื่น

ในบทความนี้ต้องการนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนของประเทศอังกฤษ ผ่านการเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนในระบบไทย โดยมีความตั้งใจเป็นอย่างยิ่งที่จะชี้ให้เห็นถึงด้านต่างๆ ของการส่งลูกหลานไปเรียนในโรงเรียนนานาชาติ โดยจะพยายามสะท้อนทั้งในด้านที่ดีๆ และด้านที่ไม่ดีให้เห็น เพื่อที่ท่านจักได้เห็นช่องทางและแนวทางที่ท่านจักได้พัฒนาลูกหลานของท่าน และช่วยกันพัฒนาการศึกษาของไทยให้ได้รับประโยชน์สูงสุดที่แท้จริงกับเยาวชนของชาติเสียที

ก่อนอื่นเราต้องวางขอบเขตของคำว่า โรงเรียนนานาชาติหลักสูตรอังกฤษ โรงเรียนนานาชาติที่พูดถึงในที่นี้ไม่ใช่โรงเรียนที่สอนเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษและจัดการศึกษาตามหลักสูตรไทย หรือโรงเรียนสองภาษานะครับ แต่หมายถึงโรงเรียนในสหราชอาณาจักร (ประเทศอังกฤษ) หรือ โรงเรียนนานาชาติแต่ๆ ที่จัดการศึกษาให้หลักสูตรการเรียนการสอนของประเทศอังกฤษ ที่เข้ามาเปิดทำการเรียนการสอนในประเทศไทย

ในส่วนแรกของการพูดคุยในเรื่องของการเรียนการสอนในหลักสูตรนานาชาตินี้ ขอให้ท่านได้ศึกษาจากตารางเปรียบเทียบหลักสูตรการเรียนการสอน เพื่อประโยชน์ในการศึกษาเปรียบเทียบทั้งโดยอายุ และ โดยการเนื้อหาที่ได้จัดให้เรียนในระดับต่างๆ ของแต่ละหลักสูตร

ตารางที่ 1 เปรียบหลักสูตร โดยอายุ

หลักสูตรไทย		อายุเด็ก	หลักสูตรอังกฤษ	
ม.ปลาย	ม.๖	18-19	Year 13	A-Levels, IB
	ม.๕	17-18	Year 12	
	ม.๔	16-17	Year 11	O-Level, GCE, GCSE, iGCSE
ม.ต้น	ม.๓	15-16	Year 10	
	ม.๒	14-15	Year 9	
	ม.๑	13-14	Year 8	Primary Level

เมื่อเทียบ ม.๑ ของไทยกับ Year 8 ของระบบอังกฤษ (UK) แล้ว ตัวความรู้ในวิชาการเช่น เลข วิทยาศาสตร์ และอื่นๆ ของระบบของไทยดูเหมือนจะเหนือกว่ามาก แต่หากพิจารณาที่ทักษะขั้นพื้นฐานของการเรียนรู้แล้ว อาจเป็นไปได้ในทางตรงกันข้าม โดยส่วนใหญ่แล้วเด็ก ๆ ในระดับนี้ ทุกๆ โรงเรียนจะเน้นที่การให้เด็ก ๆ ได้ค้นหาตัวตนของตัวเองให้พบ จากนั้นเมื่อขึ้น ระดับ O-level เด็ก ๆ จะต้องเลือกเรียนเพียง 7 ถึง 8 วิชา จากกว่า 30 วิชา นั่นหมายถึงว่าเด็กได้เลือกขอบเขตของสาขาวิชาที่พอควรๆ ของตัวเองเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในระดับ A-Levels (Year 12 - 13) จะให้เด็กเลือกเรียนเพียง 3 วิชา แต่บางโรงเรียนอาจให้เด็กเลือกเรียนได้ 4 ถึง 5 วิชา ซึ่งเด็ก ๆ ที่เลือก 4 ถึง 5 วิชานั้นส่วนใหญ่เป็นเพราะต้องการเลือกเพื่อบางสาขาของมหาวิทยาลัยนอกสหราชอาณาจักร

ในระดับ Year 9 ทางโรงเรียนยังคงเน้นให้เด็กได้ค้นหาตัวเองอยู่ บวกกับเตรียมความพร้อมให้เด็กได้สรุปวิชาที่จะเลือกเรียนในระดับ O-level ต่อไป ขอยกตัวอย่างวิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรอังกฤษเขาเน้นทักษะการใช้เครื่องคิดเลขมากๆ โดยให้เด็ก ๆ สามารถใช้เครื่องคิดเลขที่มีฟังก์ชันครบ สามารถบันทึกสูตรและสร้างกราฟออกมาได้เลขจากสมการที่ใส่เข้าไป ฝึกให้เด็กมีทักษะและความคล่องตัวในการใช้ และให้คิดเป็นนิสัย เพราะตั้งแต่ระดับ Year 9 เป็นต้นไป ทุกวิชาเรียนที่มีการคำนวณเด็ก ๆ จะสามารถใช้เครื่องคิดเลขได้อย่างเต็มที่ และสามารถใช้ได้กับการสอบทุกๆ ระดับ ดังนั้นเด็ก ๆ เหล่านี้จะติดนิสัยใช้เครื่องคิดเลขแม้กระทั่งการบวกเลขง่ายๆ เช่น ให้เด็กเอา 3 มาบวกกับ 5 (ได้เท่ากับ 8) พบว่าเด็กอินเตอร์เน็ต ที่เรียนมาจากเมืองนอก (UK) หรือที่เรียนในโรงเรียนนานาชาติในระบบอังกฤษในเมืองไทยตั้งแต่เล็ก ๆ เขาจะคว้าเครื่องคิดเลขก่อนทันที แล้วก็ตั้งหน้าตั้งตาคาดเครื่องคิดเลขหาคำตอบออกมา ทุ้งๆ ที่มันเป็นการบวกเลขแบบง่ายๆ แต่เมื่อลองให้เขาบวกเลขเหล่านี้ในใจพบว่าเขาก็บวกได้ตามปกติ เพียงแต่เขาอาจรู้สึกสะดวกและมั่นใจมากกว่าเมื่อได้บวกด้วยเครื่องคิดเลข และเมื่อเด็ก ๆ เหล่านี้เรียนในระดับที่สูงขึ้นเขาก็จะติดเครื่องคิดเลขไปในทุกๆ ที่ ทุกๆ วิชา และการสอบในทุกๆ ระดับ อนุญาตให้เด็ก ๆ นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้

ในการช่วยเด็ก ๆ ให้ค้นหาตัวตนของตัวเองให้พบใน Year 8 - 9 นี้ เขาไม่ได้ทำกันแบบง่ายๆ อย่างในประเทศไทย ที่ให้เด็กที่จบ ม.๖ ต้องไปสอบวัดแววกกันเพราะนั่นมันหมายถึง **สายเกินไป** หลักสูตรการศึกษาอังกฤษนั้นเชื่อว่าเด็กหลังจากอายุ 15 ปี จะไม่

สามารถเปลี่ยนลักษณะนิสัยและความถนัดได้อีกแล้ว การช่วยเด็กให้ได้ค้นหาตัวตนของตัวเองให้เจอได้ทันเวลาที่ควรนั้น ทางโรงเรียนเขาใช้สถาบันทางจิตวิทยาที่มีความสามารถเฉพาะในการตรวจวิเคราะห์พฤติกรรมของการเข้ามาทำงาน เขาทดสอบกันยาวนานและต่อเนื่องเป็นเดือนๆ โดยใน Year 8 นั้นเขาเน้นไปที่การทดสอบหาวิชาชีพแบบกว้างๆ ก่อน เพื่อที่จะรู้ให้ได้ว่าเด็ก ๆ มีคุณสมบัติ พื้นฐานทางสมองที่จะทำอะไรได้บ้าง จากนั้นใน Year 9 เขาจะทำการทดสอบลงในรายละเอียดอีกทีเพื่อตอบให้ได้ว่าท้ายที่สุดแล้ว วิชาชีพที่ดีที่สุดสำหรับเด็กแต่ละคน คืออะไร โดยที่ไม่ต้องไปปรับปรุงพฤติกรรมอะไรของเด็ก ๆ มากมาย และให้เด็ก ๆ แต่ละคนได้เรียน ได้ทำงาน และได้ประสบความสำเร็จในสาขาที่ตนเองรัก ถนัด และ มีความสุข จริงๆ แล้วสิ่งดีๆ เหล่านี้ไม่ใช่เรื่องยากเลยที่เราจะคิดกันได้ แต่ทำไมเมืองไทยจึงยังคิดไม่ได้ หรือมองไม่เห็น และยังปล่อยให้การศึกษาของเด็กไทยยังคงเป็นไปตามยถากรรมอยู่อย่างนี้

เมื่อเด็กขึ้นมาเรียนในระดับ O-level ก็คือระดับ Year 10 - 11 เด็ก ๆ เหลือวิชาที่ตนเลือกมาเรียนเพียง 8 วิชา จากกว่า 30 วิชา ซึ่งเป็นวิชาที่สอดคล้องกับความรู้ ความสามารถ และความถนัดของเขาแล้ว เด็ก ๆ ควรที่จะทำคะแนนในวิชาที่เลือกเหล่านั้นให้ดี เพราะขั้นตอนการรับเข้าของมหาวิทยาลัย เขาจะเริ่มพิจารณาตั้งแต่ผลการเรียนในระดับนี้เลย สำหรับประเทศไทย พ่อแม่หลายคนมักที่จะได้ข้อมูลมาว่า เมื่อลูกเรียนจบ Year 11 หรือ O-level ก็จะสามารถเทียบเข้าเรียนต่อในระดับมหาวิทยาลัยได้เลย แต่หากพิจารณาลงไปที่เนื้อหาการเรียนการสอน เปรียบเทียบการเรียนของ สองหลักสูตรนี้แล้ว มีความแตกต่างกันอยู่มากทีเดียวครับ และมักพบว่าเด็ก ๆ ที่ผ่านแค่ ระดับ Year 11 ในระบบของอังกฤษเมื่อเข้าไปเรียนที่มหาวิทยาลัยของไทยแล้ว ต้องมีปัญหาวินัยไม่ไหว และต้องออกตอนกลางของการเรียนในปีที่ 2 หรือ 3 เสมอๆ ทั้งนี้เนื่องจาก การสอนเนื้อหาของ IGCSE, GCSE นั้นคงเน้นแค่ความรู้ที่ปลายเหตุเพื่อให้เด็ก ๆ ได้เห็นประโยชน์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้มากกว่าการเรียนการสอนที่ลงลึกอย่างของไทย ที่จกทำให้เด็ก ๆ ได้ความรู้ลึกในเรื่องนั้นๆ ไปจริงๆ

ขอยกตัวอย่างให้เห็นเป็นรูปธรรมนะครับ ตัวอย่างเช่น การเรียนการสอนเรื่องอะตอมในวิชาเคมี ซึ่งเป็นวิชาที่ผู้เขียน (ดร.เฉลิมพล) ได้สอนทั้งไทยและอินเตอร์มากกว่าสิบปี ในหลักสูตรไทย เราเริ่มสอนกันตั้งแต่คำว่า “แบบจำลอง คืออะไร?”

แล้วค่อยขึ้นไปสู่คำว่า “แบบจำลองอะตอม” โดยเริ่มสอนกันตั้งแต่ นักปราชญ์คนแรกที่จะเรียกสิ่งทีเล็กทีสุดของสสารต่างๆ ว่าอะตอม นักวิทยาศาสตร์คนแรกที่มีการทดลองใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับอะตอม การค้นพบอิเล็กตรอน โปรตอน นิวตรอน ตำแหน่งที่อยู่ หน้าที่ และ พฤติกรรมของอนุภาคแต่ละตัว จนสุดท้ายจึงเข้าสู่อะตอมที่เป็น อะตอมจริงๆ เป็นการสอนที่ให้เห็นเหตุและผล เพื่อที่จะนำไปคิด แบบนักวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน แล้วค่อยนำความรู้อะตอมที่ได้ไป ใช้เรียนในเรื่องของการเกิดปฏิกิริยาต่อไป แต่ถ้าเป็นการเรียนการสอนในเรื่องอะตอมของระบบการเรียนการสอนของอังกฤษ ใน ระดับ GCSE หรือ IGCSE เขาจะเริ่มค้นเนื้อหาที่ อะตอมคืออะไร ประกอบด้วยอะไรบ้าง แล้วจึงเนื้อหาเข้าสู่การเกิดปฏิกิริยาเลย ส่วน ในระบบ GCE อาจสอนลึกลงมากกว่า GCSE และ IGCSE บ้าง เล็กน้อย

ขอยกอีกตัวอย่างหนึ่ง ที่น่าสนใจมากๆ คือเรื่องของการ เกิดปฏิกิริยา ของไทยเราจะเรียน ปฏิกิริยาเคมีในแบบต่างๆ แทกรไป ในเนื้อหาที่เด็กๆ ต้องเรียนในแต่ละบท เช่นเด็กๆ กำลังเรียนเรื่อง ไฟฟ้าเคมี เขาจะได้เรียนเริ่มตั้งแต่ การถ่ายโอนอิเล็กตรอน จนเกิด เป็นกระแสไฟฟ้าจากปฏิกิริยา ปฏิกิริยาขั้วที่ทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอน เรียกว่าปฏิกิริยาออกซิเดชัน แล้วอธิบายเหตุผลยี่สิบยี่สาม สนุกและ น่าสนใจ รวมทั้งมีความเป็นเหตุเป็นผลอยู่ในที่ แต่ในระบบการเรียน การสอนของอังกฤษ ในระดับ GCSE หรือ IGCSE เขาจะเริ่มค้นที่ ปฏิกิริยามีเค้าแบบ มีอะไรบ้าง และปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นหนึ่ง แบบในเค้าแบบที่เด็กต้องรู้จัก จากนั้นก็สรุปเลยว่า อะไรก็ตามที่ เกิดปฏิกิริยากับออกซิเจน ถือเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทั้งๆ ที่จริงๆ แล้วปฏิกิริยาออกซิเดชันไม่ใช่ขั้วยามอยู่ที่การเกิดปฏิกิริยากับ ออกซิเจน เพราะยังมีปฏิกิริยาอีกตั้งหลายต่อหลายปฏิกิริยาที่เป็น ปฏิกิริยาออกซิเดชันแต่ไม่ได้มีออกซิเจนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเลย ซึ่ง เนื้อหาในแบบเรียนในหลักสูตรนานาชาติไม่ได้พูดถึงเลย ทำให้เด็กๆ ที่เรียนหลงประเด็นไปไกลพอๆ เหมือนกัน

หากเราเอาคนที่รายละเอียดในแต่ละบทมาพูดคุยกัน เรา ก็จะเห็นความแตกต่างของหลักสูตรการเรียนการสอนตั้งเยอะแยะ มากมาย เนื้อหาส่วนต่างๆ ที่หายไป ในหลักสูตรอังกฤษ ช่วง O-level (Year 10 - 11) ส่วนใหญ่เป็นส่วนของเหตุและส่วนของปัจจัยที่จะ นำไปใช้อธิบายผลที่เกิดขึ้น ซึ่งเนื้อหาทั้งหมดที่หายไปนี้ จะถูกนำไป บรรจุในระดับการเรียน A-Levels และ IB ในช่วง Year 12-13 โดย สรุปก็คือ เนื้อหาที่เด็กนานาชาติเรียนในระดับ IGCSE และ GCSE

นั้น น้อยกว่ามากเมื่อเทียบกับความรู้ของเด็กที่เรียนจบ ม.6 หรือ อาจพูดได้ว่าเทียบกันไม่ได้เลยก็ได้ แต่ไม่ทราบว่าเป็นเพราะ ความไม่รู้ของกระทรวงศึกษาธิการกับของมหาวิทยาลัย หรือเป็น เพราะความมั่งง่ายของคนไทยที่ไร้ชาติสำนึกก็ไม่ทราบได้ ที่จัด ให้มีการเทียบเท่ากัน

ในประเทศอังกฤษ เทียบวุฒิ ม.6 ของเด็กไทยให้เท่ากับ Year 12 โดยทางโรงเรียนเขาพิจารณาจากเนื้อหาในรายละเอียด ของวิชาที่เด็กๆ ได้เรียนมา แต่ประเทศไทยกลับเอาเด็กที่จบเพียง O-level (Year 11) เทียบวุฒิ ม.6 และอนุญาตให้สมัครเข้าเรียนใน มหาวิทยาลัยได้เลย ไม่รู้ว่าใช้หลักเกณฑ์อะไร และที่แย่กว่านั้น มหาวิทยาลัยน่าจะรู้ดีที่สุดว่าเด็กไม่มีความรู้ความสามารถที่ เหมาะสมที่จะเข้ามาเรียนได้ การที่มหาวิทยาลัยกลับพยายามเปิด หลักสูตรอินเตอร์ แล้วรับเด็กๆ คุณภาพต่ำพวกนี้เข้ามา เด็ก จำนวนมากที่เรียนไม่ไหว และต้องออกจากมหาวิทยาลัยกลางทาง รัฐบาลควรหรือยังที่จะต้องลงมือศึกษาถึงความเสียหายทั้งหมด ของประเทศชาติที่เกิดจากการกระทำเช่นนี้ของมหาวิทยาลัย

ความสูญเสียที่ใหญ่หลวงที่เกิดจากการให้เทียบโอนวุฒิ IGCSE และ GCSE กับวุฒิ ม.6 นั้นส่งผลให้เด็กๆ ที่พ่อแม่มีกำลัง เงินส่งเสียให้เรียนในโรงเรียนนานาชาติได้ (ซึ่งเกือบร้อย เปอร์เซ็นต์เป็นเด็กที่พ่อแม่ผู้ปกครองกำลังส่งเสียให้เรียนได้สูงถึง ปริญญาโทและเอก หรืออาจสูงกว่านั้นทั้งในและต่างประเทศโดย ไม่ต้องไปพึ่งพิงทุนการศึกษาจากที่ใดๆ) หลายต่อหลายคนต้อง ออกจากเรียนกลางทาง (ในขณะที่เรียนระดับปริญญาตรี) เนื่องจาก เรียนไม่ไหว หรือถ้ากดดันสูงจนสามารถเรียนจบไปได้ ส่วนใหญ่ ก็จบแบบกระท่อนกระแท่น เกรดที่ได้ไม่เพียงพอที่จะเรียนต่อโท ต่อเอก ตลอดเวลาสี่ปีในมหาวิทยาลัยต้องเป็นฐานให้เด็กๆ ที่จบ ม.6 A-Levels หรือ IB เหยียบย่ำ บอบช้ำมากมายต่อสภาพของ จิตใจ คงเหลือเพียงเด็กส่วนน้อยเท่านั้น (ที่หัวดีจริงๆ และ ได้รับการช่วยเหลืออย่างเต็มที่ทั้งจากพ่อแม่ ครู และ คนรอบข้าง) ที่ สามารถฝ่าฟันและกัดฟันทนเรียนต่อไปได้จนจบปริญญาโทและ เอก

ขอย้อนกลับไปตรงที่การเปรียบเทียบหลักสูตร เพื่อ ตอบคำถามถึงส่วนที่หายไปของการเรียนการสอนของอังกฤษ ใน ระดับ GCSE หรือ IGCSE ว่า เขามีการเติมเต็มกันในระดับ A-Levels และ ระดับ IB นั้น พบว่านอกจากจะมีการเติมเต็มแล้ว

เนื้อหาส่วนที่ขาดหายไปแล้ว ยังมีการสอนเพิ่มเติมต่ออีกชั้นไปอีก ด้วย เนื้อหาของการเรียนการสอนในระบบของอังกฤษ ในระดับ A-Levels และระดับ IB เข้าลึกมาก จนอาจพอที่จะเทียบเท่า (หรืออาจแซงไปไกลในบางเรื่อง) กับวิชาความรู้ในระดับปี 1 - 2 ของมหาวิทยาลัยในไทยเลยเสียด้วยซ้ำ เหตุเพราะเขาเรียนในวิชาหลักกันเพียงแค่ 3 - 4 วิชา และในแต่ละวิชาเขาเรียนกัน ตั้ง 10 - 14 คาบต่อสัปดาห์

อีกตัวอย่างที่เห็นได้ชัดและน่าสนใจมาก คือ หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ [3,4] ในระดับ GSCE นั้นจะมีระบบเหมือนวิชาวิทยาศาสตร์อื่นๆ คือ มีเนื้อหาที่ครอบคลุม ทั้งกลศาสตร์ แม่เหล็กไฟฟ้า คลื่น และปรากฏการณ์ต่างๆ ของคลื่นทั้งการแทรกสอดเลี้ยวเบน สารกัมมันตรังสี รวมไปถึงพลังงานต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเห็นได้ว่าคล้ายกับหลักสูตรในระดับ ม.ปลายของไทยมาก แต่จะเรียนแค่หลักการคร่าวๆ ไม่ได้ลงรายละเอียดการคำนวณมากนัก ส่วนในระดับ A-Levels เป็นหลักสูตรที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง เพราะมีการแยกแยะระหว่างฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ประยุกต์ในเนื้อหาของวิชาฟิสิกส์ที่เราพยายามขุดเยาะให้เด็กนักเรียนไทยมาตลอด ส่วนของฟิสิกส์ที่เด็กนักเรียนไทยว่ายากเย็นเหลือเกิน ต้องท่องสูตรกันเป็นปี ท่องไปแล้วก็ยังไม่รู้ คือ วิชากลศาสตร์แบบแก้สมการหาแรง ระยะทาง ความเร็ว ความเร่งทั้งหลาย ไปอยู่ในวิชาเลือกของคณิตศาสตร์ขั้นสูง ถูกเรียกว่า Applied Mathematics หรือ Mechanics ซึ่งแปลว่าเด็กนักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่จะได้เรียนวิชานี้ในระดับเทียบเท่ามัธยม โดยเน้นสายที่มุ่งทางฟิสิกส์โดยตรงหรือวิศวกรรมศาสตร์ นั่นหมายถึงว่า วิชาฟิสิกส์แกนหลัก สามารถเน้นไปที่เนื้อหาใหม่ๆ เช่น จักรวาลวิทยา (Cosmology) และฟิสิกส์อนุภาค (Particle physics) และเน้นการเรียนด้วยภาคปฏิบัติได้มาก รวมไปถึงวิชาอื่นๆ อย่างควอนตัมฟิสิกส์ โดยจะเน้นความเข้าใจพื้นฐานในวิชาเหล่านี้เป็นหลัก เมื่อพบเจอปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง

นักเรียนจะสามารถอธิบายได้เป็นฉากๆว่า สิ่งนี้เกิดเพราะสิ่งนั้นมีอยู่ เป็นหลักของเหตุและผล ถ้าเทียบกับระบบของไทยเรานักเรียนนึกถึงว่าอันนี้ตรงกับสูตรคำนวณไหนก่อน ตัวอย่างที่น่าจะเรียกได้ว่าเป็นความล้มเหลวของฟิสิกส์ไทยคงไม่พ้นวิชากลศาสตร์ควอนตัม ซึ่งจนจบปริญญาตรีสาขาฟิสิกส์ออกมาแล้วก็ยังไม่สามารถอธิบายได้ว่าปรากฏการณ์ควอนตัมคืออะไร หรือแม้จะให้แค่ยกตัวอย่างปรากฏการณ์ควอนตัมในชีวิตประจำวันก็ยังไม่สามารถบอกได้

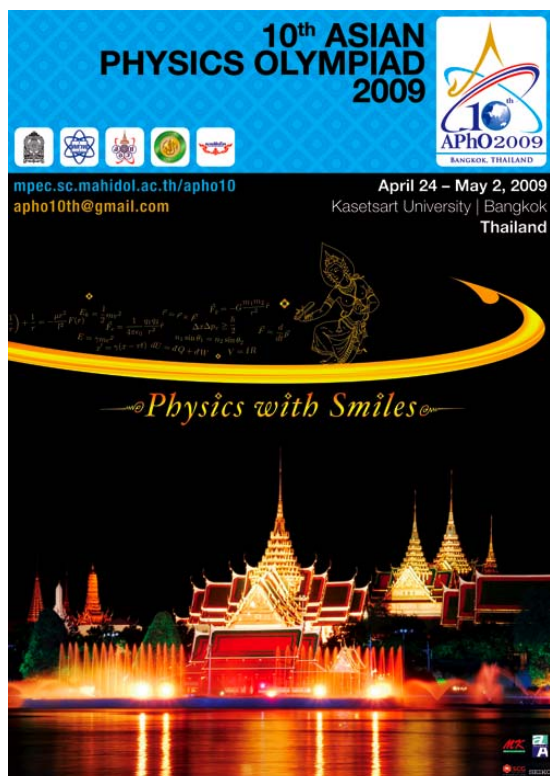
หากจะคุยกันลงในรายละเอียดเล็กๆ คงต้องใช้เวลานานๆ คุยกันเป็นวันๆ ซึ่งจะนำเสนอบางส่วนในบทความตอนต่อไป การศึกษาของประเทศที่พัฒนาแล้วแต่ละประเทศมีระบบ ระเบียบ และวิธีการจัดการที่ไม่เหมือนกัน ทุกประเทศมีทั้งข้อดีและข้อเสีย แต่การศึกษาของประเทศไทยนี้สิ ดูเหมือนจะมีแต่เสียข้างเดียว ดังนั้น การนำเสนอบทความในครั้งนี้ จึงมีความประสงค์เพียงแค่อายากที่จะร้องขอให้สังคมเข้ามามอง เข้ามาศึกษา รับรู้ และร่วมมือกันอย่างจริงจังจริงๆ เสียที ช่วยกันกำจัดสิ่งไม่ดีทิ้งมวลออกจาก ระบบการศึกษาของไทย และช่วยกันพัฒนาการศึกษาของไทยให้มีคุณภาพอย่างแท้จริงเสียที ไม่ใช่แบบเสียไปที และเสียมากกว่าคือ อย่างที่เป็นอยู่ทุกวันนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Qualifications and Curriculum Authority (UK).
<http://www.qca.org.uk/>
2. International Baccalaureate. <http://www.ibo.org>
3. OCR (Oxford Cambridge and RSA Examinations).
<http://www.ocr.org.uk/>
4. http://en.wikibooks.org/wiki/A-Levels_Physics

การแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกระดับเอเชีย ครั้งที่ 10 ระหว่างวันที่ 24 เมษายน – 2 พฤษภาคม 2552

จิรโรจน์ ต. เทียนประเสริฐ¹



ในการแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกระดับทวีปเอเชีย ครั้งที่ 10 ซึ่งประเทศไทยเป็นเจ้าภาพ โดยทางมูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการ และพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ หรือ สอวน. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ สมาคมฟิสิกส์ไทย และภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นหน่วยงานหลักในการจัดการแข่งขันซึ่งจะจัดในระหว่างวันที่ 24 เมษายน – 2 พฤษภาคม 2552 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

ในการแข่งขันครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมแข่งขันจำนวน 119 คน จาก

15 ประเทศ ประกอบด้วย บรูไนดารุสซาลาม จีน ไต้หวัน อินเดีย อินโดนีเซีย อิสราเอล คาซัคสถาน มาเลเซีย มองโกเลีย ฟิลิปปินส์ ศรีลังกา ทาจิกิสถาน เติร์กเมนิสถาน เวียดนาม และไทย โดยมี ฯพณฯ นายอภิสิทธิ์ เวชชาชีวะ นายกรัฐมนตรี ให้เกียรติเป็นประธานเปิดการแข่งขัน โดยมีนายจรินทร์ ลักษณวิศิษฎ์ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ นายวุฒิชัย กปิลกาญจน์ อธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และคณะกรรมการจัดการแข่งขันให้การต้อนรับ



รูปที่ 1 นายอภิสิทธิ์ เวชชาชีวะ นายกรัฐมนตรี กล่าวเปิดงานการแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิก ระดับ เอเชีย ครั้งที่ 10 ณ ห้องประชุม สุธรรมอารีกุล อาคารสารนิเทศ 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยนายอภิสิทธิ์ กล่าวว่า ยินดีที่ประเทศไทยได้เป็นเจ้าภาพในการแข่งขัน ซึ่งฟิสิกส์เป็นวิชาที่ทั่วโลกให้ความสำคัญ และประเทศไทยก็ได้เข้าร่วมแข่งขันเมื่อ 20 ปีที่ผ่านมาโดยสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอเจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ได้ให้การสนับสนุน ซึ่งรัฐบาลนี้ยินดีที่จะสนับสนุนใน

¹ อาจารย์ (ดร.) ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



รูปที่ 2 ภาพขณะทำงานกำลังจัดเตรียมข้อสอบเพื่อใช้ในการแข่งขัน

การแข่งขันให้ประสบความสำเร็จ

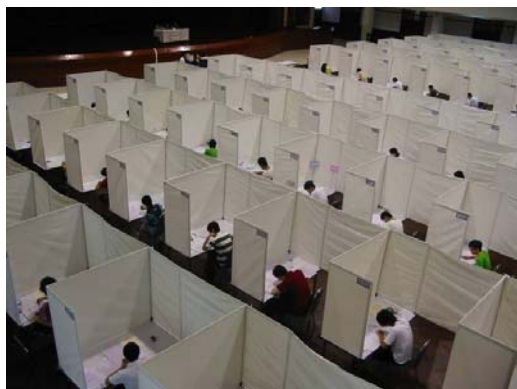
จากนั้นนายอภิสิทธิ์ ให้สัมภาษณ์ว่า เป้าหมายของรัฐบาล ต้องการให้เด็กเรียนวิทยาศาสตร์ให้มาก แต่ก็ต้องยอมรับว่าระบบ การศึกษาของประเทศไทยขณะนี้เด็กเรียนวิทยาศาสตร์กันน้อยมาก เนื่องจากเรามีปัญหาหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นการขาดแคลนครู วิทยาศาสตร์ระดับสูง ขาดแรงจูงใจ และคำตอบแทนที่ได้รับยังน้อย อีกทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกเรื่องการวิจัย ซึ่งรัฐบาลเองพยายาม กระตุ้นโดยสร้างแรงจูงใจให้ทุกคนหันมาศึกษาวิทยาศาสตร์กันให้ มากขึ้น และได้ให้ส่วนราชการที่เกี่ยวข้องไปช่วยดูแล

นายจรินทร์ กล่าวว่า กระทรวงศึกษาธิการเล็งเห็น ความสำคัญของการเรียนรู้และการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน จึงได้ให้การสนับสนุนกิจกรรมการแข่งขันคณิตศาสตร์และ วิทยาศาสตร์โอลิมปิกตลอด 20 ปีที่ผ่านมา เพื่อกระตุ้นให้เกิดความ ตื่นตัว ความสนใจเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ในกลุ่มนักเรียน

นักศึกษา อันจะนำไปสู่การแลกเปลี่ยนนักเรียนนักศึกษาระดับ นานาชาติ และความร่วมมือทางวิชาการระหว่างประเทศตลอดมา สำหรับการจัดกิจกรรมการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการในประเทศไทย ในรอบสองทศวรรษที่ผ่านมา กระทรวงศึกษาธิการรู้สึกใน พระกรุณาธิคุณของสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอเจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ที่ทรงสนับสนุนพร้อมทั้ง พระราชทานคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการ แข่งขัน จนพระเกียรติคุณขจรกระจายไปในนานาประเทศ กระทรวงศึกษาธิการจึงตั้งใจที่จะสืบสานพระปณิธาน และดำเนิน กิจกรรมตามรอยพระบาทตลอดไป

การแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกครั้งนี้ มีผู้เข้าร่วมการ แข่งขัน 17 ทีม (รวมทีมรับเชิญ) จาก 15 ประเทศ ในจำนวนนี้มี นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเข้าร่วมแข่งขัน 119 คน สำหรับประเทศไทยได้ส่งตัวแทนนักเรียนเข้าร่วมการแข่งขัน 16 คน แบ่งเป็น 2 ทีม คือ ทีมชาติ 8 คน และทีมรับเชิญ 8 คน โดย การแข่งขันได้เริ่มระหว่างวันที่ 24 เมษายน-1 พฤษภาคม ที่ ม. เกษตรฯ

ในส่วนของการสอบ คณะอนุกรรมการวิชาการได้ จัดเตรียมข้อสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติไว้เรียบร้อยแล้ว โดยข้อสอบภาคทฤษฎี 3 ข้อ ใช้เวลาสอบ 5 ชั่วโมง ซึ่งจะสอบใน วันที่ 26 เมษายน 2552 และข้อสอบภาคปฏิบัติการ 2 ข้อ ใช้เวลา สอบ 5 ชั่วโมง โดยจะสอบในวันที่ 28 เมษายน 2552 นอกจากนี้ ยังได้เตรียมคณะกรรมการตรวจสอบทั้งสองภาคไว้จำนวน 40 คน โดยเป็นอาจารย์จากมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ซึ่งคณะกรรมการเหล่านี้จะทำ หน้าที่ปรึกษาผลการตรวจข้อสอบระหว่างผู้ตรวจข้อสอบกับ อาจารย์ที่คุมทีมต่าง ๆ (moderation) ก่อนจะมีการสรุปผลการ สอบและตัดสินให้รางวัล นอกจากนี้โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาจะ รับผิดชอบคัดสรรนักเรียน นักศึกษามาทำหน้าที่ต้อนรับ ดูแลและ อำนวยความสะดวกให้กับทีมต่าง ๆ ที่มาร่วมแข่งขัน ส่วน โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ดูแลการทัศนศึกษาให้ผู้มาแข่งขัน ไปเยี่ยมชมสถานที่สำคัญเพื่อศึกษาศิลปวัฒนธรรมและวิถีชีวิต ความเป็นอยู่ของคนไทย เช่น พระบรมมหาราชวัง วัดพระแก้ว วัด โปธิ์ พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ หุ่นละครเล็กและล่องเรือแม่น้ำ เจ้าพระยาเพื่อชมความงามของสองฝั่งเกาะรัตนโกสินทร์



รูปที่ 3 ภาพบรรยากาศการสอบภาคทฤษฎี ภายใน
อาคารจักรพันธ์เพ็ญศิริ

สำหรับผลแข่งขันปรากฏว่า เด็กไทยคว้าได้ 5 เหรียญทอง 3 เหรียญเงิน กับอีก 4 รางวัลเกียรติคุณประกาศ สำหรับผู้ที่คว้าเหรียญทองได้ คือ นายอิสระพงศ์ เอกสินชล นายธนภัทร วรศรีณย์ นายจิรวัฒน์ ตั้งปัญหานนท์ ร.ร.มหิดลวิทยานุสรณ์ จ.นครปฐม นายวีรภัทร พิทยครรชิต ร.ร.เตรียมอุดมศึกษา กทม. นาย สรณภพ เทวปฏิคม ร.ร.สาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กทม. ส่วนผู้คว้าเหรียญเงิน ได้ 3 เหรียญ คือ นายนครินทร์ โลหิตศิริ ร.ร.เตรียมอุดมศึกษา นาขิปก รักอำนวยกิจ ร.ร.สาธิต มศว.ปทุมวัน กทม. นายวิรัชชาติ ศรีสโร ร.ร.โยธินบูรณะ กทม. ทั้งนี้ทีมรับเชิญของไทยยังสามารถคว้ารางวัลเกียรติคุณประกาศได้ 4 รางวัล คือ นายจินณสิทธิ์ หงส์ตระกูล จาก ร.ร.ยุพราชวิทยาลัย จ.เชียงใหม่ นายภาณุวิชญ์ หาญพินิจศักดิ์ ร.ร.ขอนแก่นวิทยาลัย จ.ขอนแก่น นายจิระศักดิ์ วัดวิทยาคุณ ร.ร.ศรีรักษ์ จ.ชุมพร และนายชัยศิริ ตุ่มทอง วิทยาลัยเทคโนโลยี อุตสาหกรรม กทม. นอกจากนี้ตัวแทนประเทศไทยยังทำคะแนนรวมได้เป็นอันดับ 4 ของการแข่งขันในครั้งนี้ด้วย

สำหรับการแข่งขันครั้งนี้ประเทศที่ได้เหรียญทองมากที่สุดคือ ประเทศจีนซึ่งสามารถคว้าได้ 8 เหรียญทอง ส่วนอันดับ 2 ได้แก่ ประเทศไต้หวัน ได้ 7 เหรียญทอง 1 เหรียญเงิน อันดับ 3 คือ ประเทศไทย ได้ 5 เหรียญทอง 3 เหรียญเงิน และ 4 รางวัลเกียรติคุณประกาศ อย่างไรก็ตาม สำหรับประเทศเวียดนาม ซึ่งถือว่าเป็นประเทศคู่แข่งแต่ในการแข่งขันครั้งนี้สามารถคว้าได้เพียงแค่ 2 เหรียญเงิน 2 เหรียญทองแดง และ 4 รางวัลเกียรติคุณประกาศ



รูปที่ 4 ภาพผู้เข้าร่วมแข่งขันทั้ง 15 ประเทศ (เฉพาะทีมชาติ)

ในส่วนของพิธีปิด สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินทรงเป็นองค์ประธานปิดการแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกระดับเอเชีย ครั้งที่ 10 และพระราชทานเหรียญแก่ผู้ชนะการแข่งขันซึ่งประเทศไทยเป็นเจ้าภาพจัดการแข่งขัน ณ ห้องประชุมสุธรรม อารีกุล อาคารสารนิเทศ 50 ปี



รูปที่ 5 ภาพการไปทัศนศึกษา ณ สถานที่ต่าง ๆ
ของผู้เข้าร่วมการแข่งขัน



มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน โดยมี รศ. วุฒิชัย กปิลกาญจน์ อธิการบดี ม.เกษตรศาสตร์ นายแพทย์จรัส สุวรรณเวลา ประธานคณะกรรมการอำนวยการจัดการแข่งขันฯ และคณะกรรมการจัดการแข่งขันเฝ้าฯ รับเสด็จ

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ทรงมีพระราชดำรัสปิดการแข่งขันว่าขอชื่นชมประเทศไทยที่จัดการแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกฯ ในครั้งนี้โดยเป็นไปอย่างเรียบร้อย แม้ว่าจะเกิดเหตุการณ์ไม่ปกติทางการเมืองก่อนการแข่งขันก็ตาม ซึ่งวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่สำคัญต่อการพัฒนาเทคโนโลยีและการศึกษา หวังว่าการจัดการแข่งขันครั้งนี้จะมีส่วนช่วยกระตุ้นพัฒนาการด้านการศึกษา และไม่ว่าจะเป็นผู้แพ้หรือผู้ชนะ สิ่งสำคัญที่สุดคือผู้เข้าร่วมการแข่งขันได้แสดงความสามารถ และศักยภาพของตนเองที่สะท้อนให้เห็นถึงความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคต อย่างไรก็ตาม เชื่อว่าผู้เข้าร่วมการแข่งขันจะมีความสุขตลอดเวลาที่พักอยู่ในไทย พร้อมทั้งได้ประสบการณ์ต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในอนาคตและข้าพเจ้าขออวยพรให้ผู้เข้าร่วมการแข่งขันทุกคนมีความเจริญก้าวหน้าทางการศึกษาในอนาคต และเดินทางกลับประเทศอย่างปลอดภัย



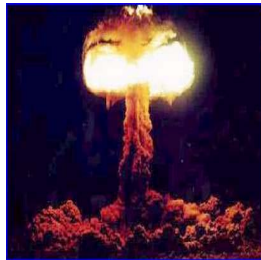
ใช้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009

ปัญหาที่ทำนายสำหรับนักฟิสิกส์และนักคณิตศาสตร์

สำหรับคำตอบสุดท้าย

วรรณพงษ์ เตรียมโพธิ์¹

ถึงวันนี้คงไม่มีใครไม่รู้ถึงความรุนแรงของ **ไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009** ชนิด A H1N1 หรือที่เรียกกันสั้นๆว่า ไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009 จากที่สถานการณ์ผ่านมามจนถึงตอนนี้ประชาชนคาดคะเนอย่างเราอาจสงสัยว่าหนึ่งม้วนนี้จะมีวันจบไหม แล้วจะจบอย่างไร เมื่อไร และบทสรุปจะเป็นหนังผจญภัย หรือหนังชีวิตเศร้า แน่แน่นอนว่าเราไม่อยากจะจบลงอย่างน่าเศร้าเหมือนกับสงครามโลกที่ต้องใช้ระเบิดนิวเคลียร์ถึงจะหยุดการระบาดของโรค **ไข้อยากมีอำนาจ** อยากรับเป็นใหญ่ ซึ่งสุดท้ายก็ต้องใช้ยาขนานแรง ส่วนหนึ่งเป็นผลงานสำคัญที่ต้องถูกจดจำตลอดกาลของนักฟิสิกส์ที่ไม่อาจปฏิเสธได้



รูปที่ 1 แสดงระเบิดนิวเคลียร์ถูกแรกสมัยสงครามโลกและ
อานุภาพรวมถึงความเสียหาย

แหล่งภาพ

(บนซ้าย) <http://www.zehuize.hu/img/mezz/030.jpg>

(บนขวา) <http://www.minresco.com/jpg/ablast.jpg>

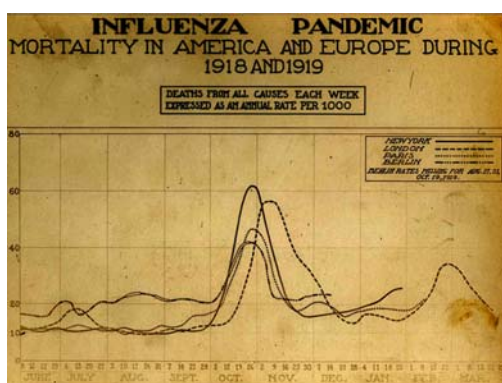
(ล่าง) http://www.trimegistus.net/resources/resources/bomb_files/page27_2.jpg

จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นน่าจะแสดงให้เห็นถึงบทบาทของนักฟิสิกส์ที่มีต่อโลกอันแสนจะมีค่าใบนี้ได้เป็นอย่างดี สำหรับเรานักฟิสิกส์หรือนักวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถไม่ว่าทางใดทางหนึ่ง จะมีส่วนช่วยในสถานการณ์ที่ทำให้ประเทศอันเป็นที่รักของเราต้องเดินกระโผลกกระเผลกได้อย่างไร โดยหันมาถามตัวเองว่าเราได้ช่วยเหลือประเทศหรือแผ่นดินของเราหรือยังในวันนี้ ผมอยากจะเชื่อว่าปัญหาการระบาดของไข้หวัดใหญ่จะทำให้เราชาวฟิสิกส์ได้ถูกคิดอะไรได้บางอย่างที่ไม่ใช่กระบวนการคิดตามปกติที่เป็นมา สำหรับปัญหานี้หลายคนตั้งข้อสงสัยว่า พวกเราได้ทำอะไรเพื่อพยายามตั้งรับสถานการณ์มากพอหรือยัง เราได้เฝ้าตรงจุดหรือเปล่า เน้นตั้งรับหรือเข้ารุก หากเป็นการแข่งกีฬาแนวรับมักจะสำคัญกว่าแนวรุกโดยเฉพาะฟุตบอล แต่กับโรคระบาดนี้ตรงกันข้ามมันเหมือนสงครามซึ่งหากเน้นตั้งรับเมื่อไรเราเสียกรุงทุกที ดังนั้นสำหรับพวกเราชาววิทยาศาสตร์ซึ่งมีต้นทุนทางความคิดและสติปัญญาอย่างมหาศาล ผมเชื่อเหลือเกินว่าถ้าเราได้ทำ “Spirit and thought transfer” ไปตามเกรเดียนท์อย่างที่เราควรจะเป็น ช่วยกันคนละไม้คนละมือ อย่างน้อยปัญหาโรคระบาดนี้ หรือปัญหาอื่นๆ รวมไปถึง

ถึง เศรษฐกิจ การเมือง และสังคมก็น่าจะทุเลาได้ ความกลัวเกี่ยวกับไข้หวัดใหญ่ ส่วนหนึ่งเนื่องมาจากประวัติศาสตร์ที่น่ากลัว กล่าวคือ โรคระบาดใหญ่ครั้งแรกเกิดขึ้นในปี 1918 ทำให้มีคนตายทั่วโลกรวมไม่น้อยกว่า 25 ล้าน

¹ อาจารย์ (ผศ. ดร.) ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

คน คิดเป็น 1 ใน 3 ของประชากรในโลกทั้งหมด ซึ่งมากกว่าจำนวนผู้เสียชีวิตในสงครามโลกครั้งที่ 1 และ 2 สงครามเกาหลี และสงครามเวียดนาม ทั้งหมดรวมกันเสียอีก



รูปที่ 2 Spanish Flu 1918 และหลักฐานการรายงานอัตราการตาย ซึ่งแสดงถึงความรุนแรงของเหตุการณ์ในขณะนั้น

แหล่งภาพ

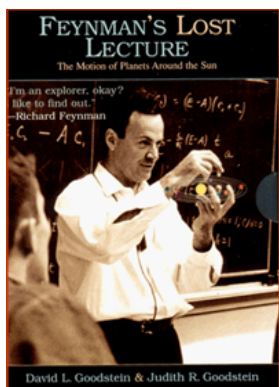
(บน) <http://www.pandemicflu.gov>

(ล่าง) http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e2/Spanish_flu_death_chart.png/787px-Spanish_flu_death_chart.png

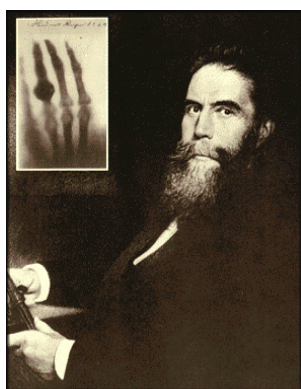
โรคร้ายต่างๆ ที่คร่าชีวิตคน ในอันดับต้นๆ คือ มะเร็ง หัวใจ อุบัติเหตุ มีผลต่อการพัฒนาของหลายประเทศอย่างไม่มีข้อกเว้น ทั้งประเทศที่พัฒนาแล้วหรือกำลังพัฒนา

หากเราพิจารณาถึงโรคมะเร็งซึ่งมีประวัติการรายงานอย่างเป็นทางการครั้งแรกย้อนกลับไปเมื่อประมาณ 50 ปีที่แล้ว เราก็อาจจะไม่ตื่นเต้นกับมันเท่าไร แต่ถึงตอนนี้เราก็อาจถามคำถามเดียวกันได้ว่า ทำไมผลจากการทุ่มทุนอย่างมหาศาลในทุกด้านเพื่อศึกษาวิจัยเกี่ยวกับโรคนี้นั้นเกือบทุกสเปคตรัม เกือบ

ทุกประเทศ และหลากหลายสาขา ทั้งกำลังคนและกำลังทรัพย์ แต่โรคมะเร็งเกือบทุกชนิดมีอัตราการหายน้อยมาก ยิ่งเมื่อเป็นระลอกสองคือโรคกลับมาใหม่โอกาสที่จะหายขาดมีน้อยมากจนเกือบจะไม่มีเลยก็ว่าได้ ที่ผ่านมานี้แนวทางที่ใช้มาอาจจะเปรียบเสมือนกับการกดไม้ถูกป้อม จึงควรที่จะคิดใหม่ทำใหม่หรือเปล่า นั่นเป็นคำถามที่เกิดขึ้นจากผู้มีประสบการณ์ทำวิจัยด้านนี้อย่างผู้เขียน อาจเปรียบได้กับการเพิ่มประสิทธิภาพของ CPU หรือ Storage คอมพิวเตอร์ที่เทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันหลังจากที่ใช้กันมานานแสนนานจนอาจจะต้องโละทิ้งในไม่กี่ปีจากนี้ แล้วหันไปใช้เทคโนโลยีตามแนวปรัชญาการผลิตใหม่สายพันธุ์ใหม่ 2xxx กล่าวคือเป็นปรัชญาแบบ Bottom-up approach แทนที่จะเป็น Top-down approach นั่นคือเรากำลังพูดถึงปรัชญาการผลิตที่อาจเปลี่ยนโลกของเราได้เลยทีเดียว! สำหรับชาวฟิสิกส์แล้วที่นั่นภูมิโอบามากกว่านั้นก็คือ นักวิทยาศาสตร์ผู้อยู่เบื้องหลังการพลิกโฉมวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสุดป๊อปหรือนานาเทคโนโลยีนี้คือ สุดยอดปรมาจารย์ทางฟิสิกส์ ริชาร์ด ไฟน์แมน ซึ่งได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ในปี ค.ศ. 1965 ในการพัฒนาทฤษฎีควอนตัมอิเล็กโตรไดนามิกส์ อาจกล่าวว่า เขาเป็นผู้แนะนำโลกแห่งนาโน (Nano-world) สู่มนุษย์ของพวกเรา พูดถึงรางวัลโนเบลทำให้ผมอดคิดถึงผู้ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์คนแรกไม่ได้ นั่นคือ เรอนเก้ดท์ ซึ่งผลงาน X-rays ของเขาซึ่งนอกจากจะพลิกโฉมวงการฟิสิกส์ในระดับหนึ่งแล้วยังช่วยพลิกโฉมวงการแพทย์เช่นกัน อย่างน้อยก็ช่วยให้หมอไม่ต้องมานั่งเดาว่าเราเจ็บขาเพราะกระดูกหักหรือเอ็นขาด หรือดูว่าปอดเรายังทำงานปกติหรือถูกใช้หัวใจใหญ่ใจโตอยู่ เป็นต้น



รูปที่ 3.1 Richard Feynman



รูปที่ 3.2 Wilhelm Roentgen

รูปที่ 3.1 – 3.2 Richard Feynman และ Wilhelm Roentgen

แหล่งภาพ

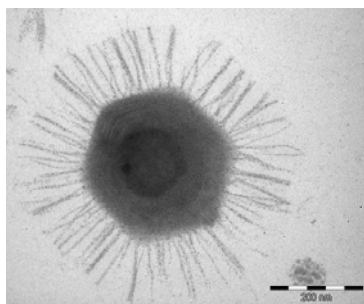
(รูป 3.1) <http://www.its.caltech.edu/~dg/images/feynmann.gif>

(รูป 3.2) <http://www.mindspring.com/~bancho1/ieee/roentgen.gif>

คิดไปคิดมาก็ดูแปลก ในขณะที่คนจำนวนมากกำลังตื่นเต้นกับนาโนเทคโนโลยี อะไร ๆ ก็ นาโน นาโน และก็นาโน แต่ขณะเดียวกัน ตัวจริงเสียงจริงสำหรับหุ่นยนต์นาโน (Nano-robot) ที่ถูกขนานนามว่า ไวรัส ก็เป็นเลืยนหนามสำคัญและก่อปัญหาความวุ่นวายต่างๆ ใ้มนุษย์ชาติ จนปวดเศดกันเป็นแถวๆ นอกจากนี้พวกตัวปลอมหรือหุ่นจำลอง ยังเป็นตัวสร้างความเดือดร้อนอีกด้วย เช่น พวกที่ต้องใส่อะไรลงไปก่อนนาโนคาร์บอน (Carbon nanotube) หรือ ฟูลเลอร์รีน (Fullerene or Buckyball) ดังที่พบกันมากในงานวิจัยขนส่งยา (Drug delivery) ซึ่งยังไม่ประสบความสำเร็จ เจ้าตัวไวรัสนี้หากมองในแง่ร้ายสุด มันอาจทำลายล้างมนุษยชาติได้เลยกระมัง แม้แต่โรคร้ายที่สุด

อย่างมะเร็งก็ยังพบว่ามะเร็งหลายชนิดมีสาเหตุมาจากไวรัส และตอนนี้ที่ทั่วโลกกำลังเผชิญชะตากรรมไม่เว้นแม้กระทั่งที่เบิ้มอย่าง อเมริกา อังกฤษ จีน และ ญี่ปุ่น ก็คือ เจ้าไข้หวัดใหญ่ 2009 (Influenza 2009) ที่ก่อนหน้านี้ถูกเรียกอย่างน่ารักว่า ไข้หวัดหมู (Swine flu) หรือ ไข้หวัดเม็กซิโก จนทำให้ที่พุกกับชาวจังโกต้องเดือดร้อนถูกสังคมรังเกียจอยู่พักใหญ่ จนต้องเปลี่ยนชื่อใหม่ เจ้าไข้หวัดสายพันธุ์ใหม่นี้ความน่ากลัวอยู่ตรงที่ว่า เราไม่เคยเจอมาก่อนจึงยังไม่มียักชินป้องกัน และเรายังไม่รู้ว่แน่ชัดว่อันตรายของมันมีมากน้อยแค่ไหน ดังนั้นจึงยังไม่มียมาตรการที่ชัดเจนในการป้องกัน และเนื่องจากการระบาดมาพร้อมกับยุคโลกาภิวัตติ ความเร็วและแอมพลิจูดของคลื่นการระบาดจึงยากต่อการคาดเดา เจ้าไข้หวัดสายพันธุ์ใหม่นี้มันแพร่กระจายได้ทั้งทางบก น้ำ อากาศ และนั่นหมายถึงผลกระทบความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นในวงกว้างซึ่งหากใช้แบบจำลองในการประมาณตัวเลขความเสียหายจะรู้ว่มันอาจเป็นความเสียหายแห่งทศวรรษหรือศตวรรษก็ได้

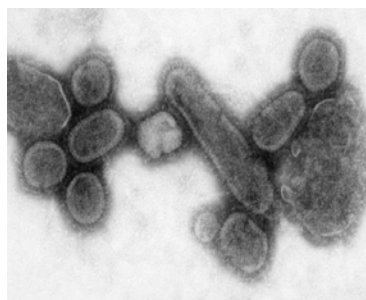
เมื่อพิจารณาถึงหน้าตาของเจ้าพวกไวรัสนี้ว่าหล่อเหลาหรือจี๋เหว่สักเพียงไร โจนถึงมีพิชสงร้ายนัก ตั้งแต่ปี 1960 เป็นต้นมา นักวิทยาศาสตร์ถกเถียงกันว่ จะจัดให้ไวรัสเป็นสิ่งมีชีวิตหรือจัดให้เป็นเพียงอนุภาค ในที่สุดก็ลงมติจัดกลุ่มไวรัสให้เป็นอนุภาค...เป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต เพราะโครงสร้างที่ง่าย ๆ ของมันที่มีเพียงสารพันธุกรรมชนิดดีเอ็นเอ หรือ อาร์เอ็นเอ อย่างใดอย่างหนึ่ง และมีเปลือกโปรตีนที่เรียกว่า แคปซิด (Capsid) ล้อมรอบพันธุกรรมไว้ เพียงเท่านี้ก็จัดเป็นอนุภาคไวรัสที่สมบูรณ์แล้ว ไวรัสอาจมีเอนเวโลป (Envelope) ซึ่งประกอบด้วยโปรตีนคาร์โบไฮเดรต และไขมัน ล้อมรอบเปลือกหุ้มอีกชั้นหนึ่งก็ได้ ไวรัสโดยทั่วไปจะมีดีเอ็นเอ สารพันธุกรรมของมันเป็นบันไดสายคู่ หรือเป็นบันไดสายเดี่ยวอาร์เอ็นเออย่างใดอย่างหนึ่งเป็นสารพันธุกรรม ซึ่งเจ้าพวกสายเดี่ยวนี้เองที่เป็นปัญหาระบาดหนักตอนนี้ ด้วยความที่พวกมันมีการเปลี่ยนแปลงที่เราเรียกว่า Mutation ได้ง่ายกว่ามาก จึงทำให้ยากที่จะยับยั้งและฆ่ามันได้สามารถใช้ได้ผลในช่วงเวลาไม่นาน เราจึงจำเป็นต้องหาตัวใหม่ที่จับและฆ่ามันได้อยู่เรื่อยๆ



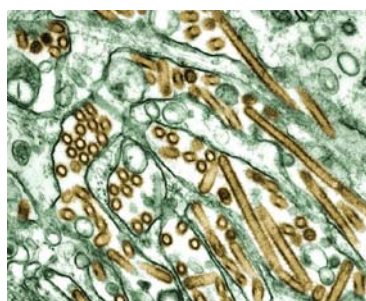
(a) *Mimiviridae*



(b) *Ebola*



(c) H1N1 (Influenza A)



(d) H5N1 (Bird flu)

รูปที่ 4 แสดงรูปถ่ายไวรัสสายพันธุ์ต่างๆที่น่าสนใจ

แหล่งภาพ

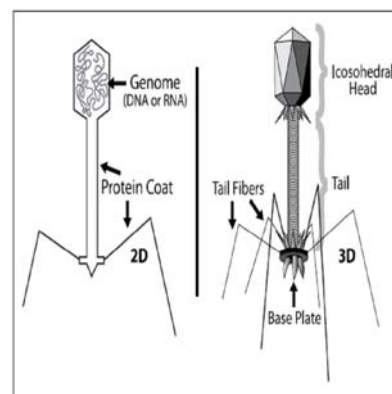
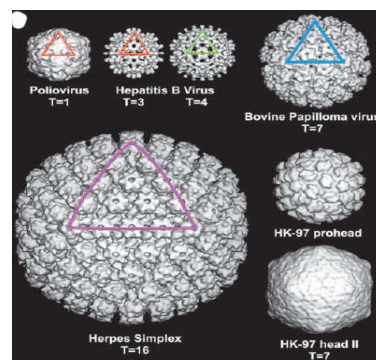
(a) <http://www.stanford.edu/group/virus/mimi/2005/index.htm>

(b) http://wvlc.uwaterloo.ca/biology475/Emerging_Diseases/Virus_hemorrhagic/ebola.jpg

(c) http://ksax.com/ksaxImages/Reconstructed_Spanish_Flu_Virus.jpg

(d) http://www.cytokinestorm.com/H5N1_viruses.jpg

ได้มีนักฟิสิกส์จำนวนหนึ่งพยายามที่จะเข้าใจถึงการก่อตัวรวมกลุ่ม (Assembly) ของเจ้าไวรัส นี่เช่น Zandi และ ทีมวิจัยใช้วิธี Monte Carlo simulation โดยใช้ van der Waals-like force field เป็นอันตรกิริยาสำคัญโดยมุ่งประเด็นถึงความเสถียรของไวรัสหากก่อรูปเป็นรูปร่างชนิดต่างๆดังรูปที่ 5



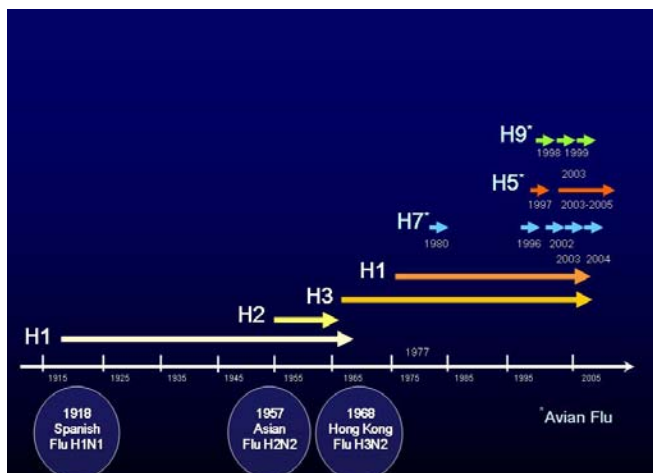
รูปที่ 5 (บน) รูปแบบของไวรัสชนิดต่างๆตามแบบจำลองที่ถูกศึกษาโดยทฤษฎีทางฟิสิกส์ (ล่าง) ไวรัสชื่อ T4 phage มันถูกเชื่อว่าด้วยลักษณะโครงสร้างของมันสามารถออกแรงกระทำได้มหาศาลพอๆกับแรงขับของรถยนต์

แหล่งภาพ *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **101**, 15549–15550 (2004).

การศึกษานี้อย่างน้อยก็สะท้อนให้เห็นถึงความพยายามของนักฟิสิกส์ Soft condensed matter ที่พยายามที่จะสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่น่าจะเป็นประโยชน์ต่อนักไวรัสวิทยาในการเข้าใจผลจากการทดลองต่างๆโดยเฉพาะเกี่ยวกับรูปร่างโครงสร้าง และการก่อรูปทรงของไวรัสต่างๆ เน้นอนความรู้เหล่านี้ อาจทำให้เกิดคำถามหรือข้อสังเกตใหม่ๆที่นักไวรัสวิทยาอาจมองข้ามหรือไม่เคยถามมาก่อน นอกจากนี้ความเข้าใจดังกล่าวอาจนำไปสู่การสร้างสภาวะในการยับยั้งการก่อตัวของ

ไวรัสที่ระดับต่างๆ ไม่ว่าจะเกี่ยวกับ วงจรชีวิต การสังเคราะห์สารพันธุกรรมกรดนิวคลีอิก การสร้างแคปซิด เป็นต้น หากการยับยั้งสำเร็จจะทำให้ไวรัสไม่สามารถคงสภาพหรือแปรสภาพเป็นหน่วยที่มีชีวิตได้

ในฐานะนักฟิสิกส์ เราลองคิดกันเล่นๆ ว่า หากมองการระบาดของโรคติดเชื้อเหล่านี้ทั้งที่เป็นโรคอุบัติใหม่ (Emerging diseases) หรือโรคอุบัติซ้ำ (Re-emerging diseases) ที่เกิดขึ้นในประเทศไทยเหมือนกับคลื่นที่สาดโถมเข้าหาฝั่ง (เช่น คลื่นสึนามิ) ตอนนี้ประเทศไทยเราเจอคลื่นที่น่ากลัวสุดๆ ร้อน อย่างน้อยก็ ไข้หวัดใหญ่ 2009 ไข้หวัดใหญ่ตามฤดูกาล และไข้ซีกุนกุนยา หากปีหน้าคลื่นทั้งสามขบวนแผ่มาพร้อมกัน และเกิดการรวมกันแบบเสริมกัน มันคงเป็นความโชคร้ายที่ผมเชื่อว่าใครก็คงไม่อยากจะเกิดขึ้นกับประเทศอันเป็นที่รักของเรา อันที่จริงแค่โรคไข้หวัดใหญ่อย่างเดียวก็มีการระบาดกันจากไวรัสหลายชนิด (Strains) เช่น H1N1 H2N2 H3N2 H5N1 เป็นต้น ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนภาพแสดงเวลาการระบาดของไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ต่างๆ

เอาล่ะเมื่ออะไรมันเกิดไปแล้วเราคงไปเปลี่ยนอดีตไม่ได้ แต่อย่างน้อยสิ่งที่เราสามารถทำได้คือพยายามเรียนรู้และเข้าใจถึงความเป็นไป ที่มา สาเหตุ และกลไกต่างๆ ของการระบาด อันที่จริงปัญหาของการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่นี้ว่าไปแล้วเป็นความรับผิดชอบของทุกฝ่ายที่ต้องใช้ความรู้ความ

เชี่ยวชาญเข้าช่วยเหลือในการกิจใหญ่นี้และต้องบูรณาการในแบบที่มีความสามัคคีในการทำงานร่วมกันและแบบสร้างสรรค์ยึดประโยชน์ของประชาชนตาต่ำๆ เป็นที่ตั้ง นั่นคือให้ $1 + 1 > 2$ เอาเป็นว่าผม (ในฐานะนักคณิตศาสตร์และนักฟิสิกส์) ขอเสนอให้นัก Immunology, Virology, Epidemiology, mathematics and physics มาตั้งก๊วนทำงานร่วมกัน

พิจารณาระบบที่เราสนใจเป็นโรงเรียนหนึ่งที่กำลังเผชิญกับปัญหาการระบาดของโรคระบาด คำถามที่ถูกถามจากผู้อำนวยการคือ มาตรการต่างๆ ที่จะมีผลต่อจำนวนนักเรียนและบุคลากรในโรงเรียนที่ป่วยรวมทั้งหมดตลอดช่วงการระบาดซึ่งอาจจะมีหลายระลอก เช่น

1. หากปิดทั้งโรงเรียนควรปิดเมื่อมี นร. ป่วยจำนวนเท่าใด (จำนวนรวม หรือ จำนวนในห้องหรือชั้น)
2. หากสามารถคำนวณโดยให้มีการปิดทีละชั้นเรียนแยกกัน ถ้าวัดว่าแยกปิดทีละชั้นในแต่ละชั้นควรปิดเมื่อมี นร. ป่วยเท่าไร
3. เปรียบเทียบกับการปิดทีละชั้น กับรปิดพร้อมกันทั้งโรงเรียน ผลลัพธ์สุดท้ายจะแตกต่างกันอย่างไร
4. การปิดโรงเรียนเร็วแต่ต้องปิดหลายหน กับการปิดช้าหน่อยเพื่อให้ประชากรในโรงเรียนเกิด Herd immunity มากพอที่จะไม่เกิดการระบาดซ้ำ จะมีผลต่อการระบาดในภาพรวมในอย่างไร เป็นต้น

ปัญหาเหล่านี้เราคงไม่มีปัญญาที่จะทดลองเพื่อหาคำตอบได้ หรือหากเราโชคดีเผชิญได้ข้อมูลการระบาดจากโรงเรียนอื่น เช่น ในรัฐนิวยอร์ก อเมริกา ถึงกระนั้นก็ยังไม่มีสมเหตุสมผลที่จะ Copy แนวทางปฏิบัติ (สมมติว่าได้ผล) เนื่องจากสถานะหรือเงื่อนไขของระบบไม่เหมือนกันซะทีเดียว ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่เสมือนเป็นก้อนหินที่โยนตามทางได้ก็คือ การสร้างแบบจำลอง (Modeling) และการจำลองสถานการณ์ (Simulations) อันที่จริงที่พูดมาทั้งหมดก็เพื่อจะเสนอข้อคิดเห็นนี้ จึงขอลงรายละเอียดในระดับหนึ่งส่วนท่านที่เป็นฮาร์ดคอร์ก็ขอให้ติดตามจากวารสารวิชาการหรือเอกสารอ้างอิงได้ ในที่นี้จะเน้นถึงการใช้อนุภาคและคณิตศาสตร์ในการทำแบบจำลองเพื่อศึกษาการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่

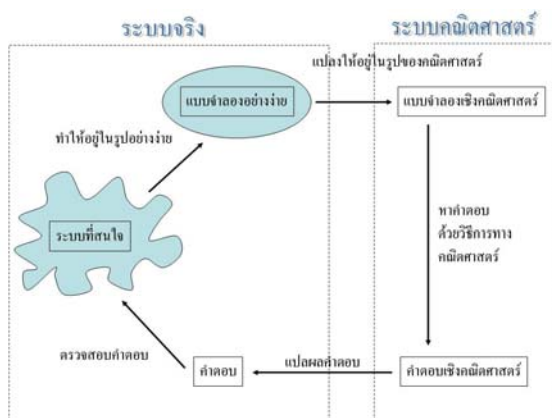
การศึกษาความเป็นไปของปรากฏการณ์ต่างๆทั้งที่เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและที่เกิดขึ้นมาด้วยน้ำมือของมนุษย์ โดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น มีมานานมากกว่าพันปีเป็นอย่างน้อย ซึ่งวัตถุประสงค์หลักของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ก็เพื่อเป็นเครื่องมือในการช่วยอธิบายปรากฏการณ์หรือสิ่งที่มนุษย์ไม่เข้าใจหรือเข้าใจได้ยาก มนุษย์เราได้ใช้ประโยชน์จากคณิตศาสตร์เพื่อการดำรงชีวิตประจำวันมาช้านาน ตัวอย่างเช่น การควบคุมคุณภาพเพื่อประโยชน์ในการจับจ่ายใช้สอยในชีวิตประจำวัน ที่ซับซ้อนกว่านั้นคือการรู้จักทำบัญชีรายรับรายจ่ายหรือการวางแผนการออม การลงทุน เป็นต้น เราใช้คณิตศาสตร์และความสัมพันธ์ที่ไม่ซับซ้อนต่างๆ โดยเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มากำหนดวัน เวลา อธิบายเหตุการณ์ และพยากรณ์เหตุการณ์ต่างๆตามที่ได้มีการเขียนจารึกไว้ คณิตศาสตร์จึงได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งในเชิงพีชคณิต เรขาคณิต ตลอดจนไปจนถึงงานด้านการสื่อสารคมนาคม การทหาร และงานศิลปะ เป็นต้น

สำหรับแบบจำลองหรือโมเดล (Model) พิจารณาจากตัวอย่างง่ายๆ คือ แบบจำลองบ้าน ในปัจจุบันเมื่อจะมีการสร้างบ้านจะต้องหาแบบแปลนบ้านหรือแบบบ้านที่ตนพอใจ และมีการสร้างแบบจำลองบ้านขึ้น แบบจำลองบ้านที่ดีขึ้นมาหน่อยจะเป็นแบบจำลองที่มีการก่อรูปขึ้นเป็นสามมิติที่ย่อส่วนจากของจริงมาตามอัตราส่วนที่เหมาะสม ทำให้เราสามารถเห็นโครงสร้างของบ้าน ห้องนอน ห้องน้ำที่ชัดเจนขึ้น แบบจำลองที่ดีทำให้ผู้ขายบ้านสามารถดึงดูดลูกค้าได้จำนวนมาก ยิ่งกว่านั้นแบบจำลองที่สร้างขึ้นอาจเสริมคุณสมบัติเพิ่มเติมลงไป เช่น วัสดุที่ใช้ทำแบบจำลองเป็นวัสดุชนิดเดียวกับที่ทำบ้านของจริง ซึ่งเมื่อนำไปวางในทำเลจริงจะทำให้เราสามารถเข้าใจหรือรับรู้ถึงสภาพการถ่ายเทความร้อนหรือการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของบ้าน การถ่ายเทอากาศ เป็นต้น เหล่านี้เป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ที่เราได้จากการสร้างแบบจำลองก่อนที่จะมีการทำของจริงขึ้นมา นอกจากนั้นแล้วยังมีสิ่งปลูกสร้างอีกหลายอย่างนับไม่ถ้วนที่แบบจำลองถูกใช้เป็นเครื่องมือ

เมื่อผนวกความพยายามที่จะใช้คณิตศาสตร์เพื่อให้เป็นประโยชน์สูงสุดต่อมนุษย์ประกอบกับแนวคิดของการสร้างแบบจำลอง ทำให้เราสามารถนำคณิตศาสตร์เพื่อเป็นภาษาและเป็นองค์ประกอบหลักในการทำแบบจำลองขึ้นมาเพื่อการทำ

ความเข้าใจสิ่งต่างๆที่มนุษย์สนใจ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ประโยชน์ในการทำนายหรือพยากรณ์นั้นอยู่ใกล้ตัวเรามากจนเราอาจมองข้ามหรือคาดไม่ถึง เช่น การพยากรณ์อากาศ การทำนายราคาหุ้น การคาดการณ์ภาวะเศรษฐกิจ ราคาน้ำมัน ทองคำ ภาวะโลกร้อน หรืออุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้น ปริมาณประชากร มลพิษ โรคระบาด และอื่นๆ อีกมากมาย ด้วยเหตุนี้การทำความเข้าใจถึงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จึงน่าจะเป็นประโยชน์อย่างมากมหาศาล

อาจกล่าวได้ว่าการสร้างแบบจำลองเป็นการสะท้อนความคิดความเข้าใจของผู้สร้างแบบจำลองที่มีต่อระบบที่สนใจศึกษาเพื่อจะสร้างแบบจำลองของระบบเหล่านั้น พุทธิกัญญ์หนึ่งคือ การสร้างแบบจำลองเป็นการจินตนาการปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงสู่โลกแห่งแบบจำลอง ซึ่งแน่นอนว่าสำหรับโลกแห่งความเป็นจริงหรือปรากฏการณ์ที่สนใจอย่างเดียวกัน ผู้สร้างแบบจำลองแต่ละคนอาจจะได้แบบจำลองที่แตกต่างกันอย่างมาก โดยเฉพาะในส่วนรายละเอียดของแบบจำลอง ซึ่งไม่ใช่เรื่องแปลก เนื่องจากแต่ละคนย่อมมีมุมมองที่แตกต่างกันออกไป จึงอาจมีข้อสมมติที่ไม่เหมือนกัน ที่สำคัญมีความถนัดพื้นฐานและจุดประสงค์ในการสร้างแบบจำลองที่อาจจะแตกต่างกันออกไป เช่น แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงของประชากร บางคนอาจให้อัตราการเกิดและตายคงที่ ส่วนบางคนอาจให้อัตราดังกล่าวขึ้นอยู่กับจำนวนประชากร เป็นต้น หรือการศึกษาการสั่นหรือแกว่งของวัตถุ บางคนอาจใช้แบบจำลองในรูปสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้น ส่วนบางคนอาจใช้เป็นแบบไม่เชิงเส้น หากแบบจำลองใดถูกสร้างขึ้นด้วยวิธีที่ถูกต้องตามหลักแห่งศาสตร์และศิลป์ของการสร้างแบบจำลอง แบบจำลองนั้นมักจะถูกต้องทางคณิตศาสตร์ ส่วนการยอมรับในแบบจำลองแต่ละอันนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆได้สมจริงเพียงไร สามารถอธิบายพลวัต (Dynamics) ตามเวลา หรือตำแหน่งของเหตุการณ์ได้เพียงใด อย่างไรก็ตามผู้ทำแบบจำลองก็มักจะเริ่มสร้างแบบจำลองจากที่เป็นแบบจำลองอย่างง่าย (Simple model) ไปสู่แบบจำลองที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 7 แผนภาพแสดงการสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์

คำว่าอย่างง่ายในที่นี้หมายถึงกรณีที่เราสนใจถึงสถานการณ์ที่ค่อนข้างง่ายเมื่อเทียบกับสถานการณ์จริงที่ค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งสามารถทำได้โดยการใส่ข้อสมมติต่างๆ เข้าไป เช่น สมมติให้กลุ่มประชากรที่ศึกษามีจำนวนรวมคงที่ นั่นคือ มีอัตราการเปลี่ยนแปลง (เกิด ตาย อพยพเข้า อพยพออก) น้อยมากและสามารถตัดทิ้งได้ อาจกล่าวได้ว่า เหตุการณ์ดังกล่าวนี้เป็น *โลกของแบบจำลอง* (Model world) ซึ่งจำลองมาจากเหตุการณ์ของ *โลกแห่งความเป็นจริง* (Real world) อย่างไรก็ตาม โลกของแบบจำลองจะต้องมีความสมจริงในระดับหนึ่งเมื่อเทียบกับสถานการณ์จริง มิฉะนั้นแบบจำลองที่ได้จะไม่มี ความหมายเพียงพอที่จะให้ข้อมูลใดๆ ได้เลย ข้อดีของแบบจำลองอย่างง่ายนี้ประการสำคัญคือจะทำให้เราสามารถใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์หรือเทคนิคการคำนวณต่างๆ มาใช้ในการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ (Exact) โดยไม่ต้องมีการประมาณค่า (Approximation) ใดๆ

การศึกษาเกี่ยวกับโรคระบาดมีประวัติความเป็นมา ยาวนาน จุดประสงค์สำคัญในการทำแบบจำลองดังกล่าว นอกจากจะทำนายสถานการณ์ลักษณะของการระบาด ความรุนแรงของโรค เพื่อประเมินสถานการณ์การระบาด และในที่สุดก็เพื่อจุดประสงค์สำคัญในการหามาตรการในการเฝ้าระวังหรือควบคุมโรค เช่น การลดการสัมผัส การให้วัคซีน เป็นต้น สำหรับในบทความนี้ ผมจะขอเน้นที่โรคไข้หวัดใหญ่ที่ได้ระบาดเกือบทุกปีด้วยความรุนแรงที่แตกต่างกันออกไป ทั้งที่เป็นโรคอุบัติใหม่ (Emerging infectious diseases) และโรคอุบัติซ้ำ (Re-emerging diseases) โดยมีจุดประสงค์สำคัญที่จะแสดง

ให้เห็นถึงบทบาทและประโยชน์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จะมีส่วนช่วยสำคัญในการผ่อนคลายวิกฤตการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นต่อชาวโลกได้ ทั้งนี้แบบจำลองได้ถูกออกแบบให้สามารถสะท้อนหรือบรรยายความเป็นไปของการระบาดหรือการดำเนินไปของโรคได้ พลวัตรของโรคที่สมจริงนั้นโดยทั่วไปจะขึ้นอยู่กับทั้งตัวแปรของเวลาและตำแหน่ง (Spatio-temporal dependences) จากนั้นเราจะพิจารณาถึงผลของการควบคุม (Control) หรือการกำจัดโรค (Eradication) ต่อการระบาดซึ่งผลของการทำนายนี้อาจนำไปสู่การนำเสนอมาตรการเพื่อต่อสู้กับการระบาดของโรคต่อไป ตัวอย่างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับโรคระบาด เช่น แบบจำลองที่เสนอโดย Capasso และ Paveri-Fontana ในปี 1979 เพื่อศึกษาการระบาดของโรคอหิวาตกโรค (Cholera epidemics) ซึ่งเกิดขึ้นในปี 1973 ในเมือง Bari ทางตอนใต้ของอิตาลี ต่อมาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในรูปของสมการเชิงอนุพันธ์แบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear ordinary differential equation) ก็ถูกใช้โดย Bernoulli ในปี 1760 เพื่อศึกษาถึงการระบาดของโรคไข้ทรพิษหรือฝีดาษ (Smallpox) แบบจำลองนี้ได้ใช้ข้อมูลการตายของเด็กประกอบคำอธิบายและคำทำนาย จึงอาจถือได้ว่าเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ชิ้นแรกที่ได้มีส่วนสำคัญต่อมาตรการการควบคุมโรคโดยใช้วัคซีน (Vaccination control program) มาจนถึงปัจจุบัน โดยกลุ่มบุคคลที่ถือได้ว่ามีบทบาทและเป็นผู้นำกันอย่างแท้จริงต่อการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประโยชน์ต่อวงการระบาดวิทยา ได้แก่ Anderson, May, Kermack, McKendrick เป็นต้น

สมมติว่าเราสนใจโรคระบาดของไข้หวัดใหญ่ ในกลุ่มประชากรที่มีจำนวนคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ณ เวลาที่ศูนย์ $t = 0$ เริ่มมีการติดเชื้อขึ้นในกลุ่มประชากรดังกล่าว จากนั้นเชื่อได้แพร่กระจายออกไปภายในกลุ่มประชากร เพื่อบรรยายถึงการดำเนินไปของโรคไข้หวัดและการเปลี่ยนแปลงของประชากรตามเวลา เราจะแบ่งกลุ่มประชากรเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มเสี่ยงที่ยังไม่ติดเชื้อ (Susceptibles)
2. กลุ่มที่ได้รับเชื้อและติดเชื้อ (Infectives หรือ Infected class)

3. กลุ่มที่ได้รับเชื้อแต่พัฒนาภูมิคุ้มกัน (Immune) เอง และไม่เป็นโรคหรือถูกรักษาให้หายซึ่งจะไม่เป็นกลุ่มเสี่ยงอีกต่อไป (Removed class)

การดำเนินไปของการติดต่อแพร่กระจายจากคนหนึ่ง ไปสู่อีกคนหนึ่งแสดงด้วยแผนภาพดังนี้

$$S \rightarrow I \rightarrow R$$

แผนภาพนี้จึงเป็นที่มาของชื่อแบบจำลอง SIR

จากรายละเอียดเบื้องต้นของแบบจำลองที่ได้กล่าวมา จะสังเกตว่าข้อสมมติ (Assumptions) ที่ค่อนข้างจะต้องให้ความระมัดระวังเป็นอย่างมาก คือ ระยะเวลาที่โรคลงใช้ในการฟักตัว (Incubation period) และ ระยะเวลาที่ใช้ในการส่งผ่านโรค (Transmission of the infection period)

ในการใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์เราจำเป็นต้องเปลี่ยนภาษาและตัวแปรทางระบาดวิทยาเป็นภาษาทางคณิตศาสตร์ นั่นคือให้

$S(t)$ แทน จำนวนของประชากรกลุ่มเสี่ยง

$I(t)$ แทน จำนวนของประชากรกลุ่มที่ติดเชื้อ

$R(t)$ แทน จำนวนของประชากรกลุ่มที่มีภูมิคุ้มกัน

ระบบของสมการเชิงอนุพันธ์ ODE (Ordinary differential equations) ที่ใช้แทนการเปลี่ยนแปลง จะต้อง มี 3 สมการ เนื่องจากมี 3 ตัวแปรที่ต้องหาคำตอบ และเนื่องจากเป็นสมการที่บ่งถึงการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก Website Biophysics group @ Mahidol)

ในกรณีที่เราสงสัยเราจะเขียนระบบสมการ ODE ได้ดังนี้

$$\frac{dS}{dt} = -rS(t)I(t) \quad (1)$$

$$\frac{dI}{dt} = rS(t)I(t) - \alpha I(t) \quad (2)$$

$$\frac{dR}{dt} = \alpha I(t) \quad (3)$$

สมการทั้ง 3 แปลความหมายได้ดังนี้ พจน์ทางขวา $-rS(t)I(t)$ แสดงถึง การลดลงของประชากรกลุ่ม $S(t)$ เนื่องจากติดโรคด้วยอัตรา $r > 0$ ซึ่งให้เป็นค่าคงที่ ในกรณีนี้ จะสังเกตได้ว่า ผลของการติดเชื้อนี้จะขึ้นอยู่กับผลคูณของ $S(t)$

และ $I(t)$ ซึ่งแสดงถึงความบ่อยที่ผู้แพร่เชื้อและผู้รับเชื้อจะมาสัมผัสกัน (Contact) เนื่องจากคิกริขของตัวแปรตามรวมกันเป็น 2 (>1) จึงเป็นสมการไม่เชิงเส้นตามนิยาม เครื่องหมาย “-” ระบุถึงอัตราการลดลงของ $S(t)$ พจน์ $+rS(t)I(t)$ ในสมการที่ 2 แสดงถึงการเพิ่มประชากรของ $I(t)$ ซึ่งเปลี่ยนมาจากกลุ่ม $S(t)$ ในขณะที่ $-\alpha I(t)$ บอกถึงการลดลงของกลุ่มผู้ติดเชื้อ $I(t)$ แล้วกลายเป็นประชากรกลุ่ม $R(t)$ โดยเกิดขึ้นด้วยอัตรา $\alpha > 0$ พจน์ $+\alpha I(t)$ ในสมการที่ 3 คือจำนวนผู้ที่มีภูมิคุ้มกันที่เปลี่ยนมาจากกลุ่ม $I(t)$ อีกข้อที่จะต้องขอเน้น คือ แบบจำลองดังกล่าวสมมติให้เวลาที่ใช้ในการฟักตัวของโรคมีน้อยมากจนไม่ต้องคำนึงถึงนั่นคือ เมื่อคนในกลุ่มเสี่ยงได้รับเชื้อและจะป่วยเป็นโรคให้เหตุการณ์เกิดขึ้นได้ทันทีโดยไม่ต้องรอ 2 – 3 วันจนแสดงอาการ แบบจำลองนี้ได้ถูกวิเคราะห์เป็นครั้งแรกโดย Kermack-McKendrick ในปี 1927 ซึ่งจะขอข้ามรายละเอียดไปแต่จะขอเน้นว่า จากการวิเคราะห์ที่ผ่านมาเราจะพบว่าค่าอัตราส่วน $\frac{\alpha}{r} \equiv \rho$ เป็นค่าที่มีความสำคัญในการกำหนดทิศทางการแพร่กระจายของโรคว่าจะทำให้เกิดการระบาดของโรคหรือไม่ อัตราส่วนดังกล่าวนี้ถูกเรียกว่า อัตราการเอาออกสัมพัทธ์ (Relative removal rate) ซึ่งส่วนกลับของ $\frac{r}{\alpha} \equiv \sigma$ จะเป็นอัตราการสัมผัสของการติดเชื้อ (Infection's contact rate) ซึ่งอัตราการสัมผัสนี้เองเมื่อคูณด้วยจำนวนประชากรกลุ่มเสี่ยงตั้งต้น จะให้ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญมากที่สุดเกี่ยวกับระบาดวิทยา คือ อัตราการแพร่กระจายพื้นฐาน (Basic reproduction rate) ซึ่งจะบอกถึงผู้ติดเชื้อหนึ่งคนสามารถทำให้เกิดผู้ติดเชื้อได้กี่คน ซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ R_0 นั่นคือ $R_0 = \frac{r}{\alpha} S_0$ ปกติถ้า $R_0 > 1$ แสดงว่าเกิดการระบาดขึ้น ซึ่งเราไม่อยากให้เกิด ดังนั้นการควบคุมการระบาด คือการควบคุมไม่ให้ $R_0 > 1$ ซึ่งสามารถทำได้ด้วยวิธีดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ซึ่งเรียกวิธีนี้ว่าวิธีเชิงแอนะลิติก (Analytic approach) แต่ถ้าหากแบบจำลองมีความยุ่งยากขึ้นวิธีเชิงตัวเลข (Numerical method) จะมีความจำเป็นอย่างมาก ซึ่งวิธีเชิงตัวเลข ที่ง่ายที่สุด ได้แก่ Euler's method ซึ่งจะเหมือนกับการใช้วิเคราะห์สมการเชิงอนุพันธ์สมการเดียว ซึ่งปกติจะต้องแปลงสมการให้อยู่ในรูปปริศกริต (Discretization) ดังนี้

$$S_i = S_{i-1} - rS_{i-1}I_{i-1}\Delta t \quad (4)$$

$$I_i = I_{i-1} + (bS_{i-1}I_{i-1} - kI_{i-1})\Delta t \quad (5)$$

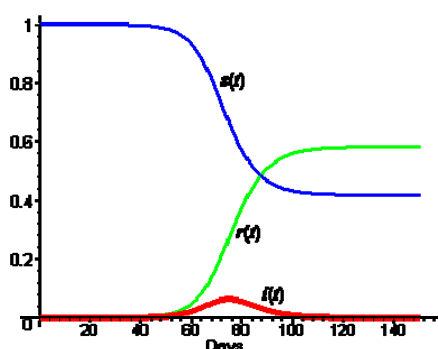
$$R_i = R_{i-1} + \alpha I_{i-1}\Delta t \quad (6)$$

ในการแก้สมการเชิงตัวเลขนี้ เราจะต้องทราบค่าตัวพารามิเตอร์และเงื่อนไขเริ่มต้นที่จำเป็น นั่นคือ $r, \alpha, S(0), I(0), R(0)$ และ Δt สำหรับการระบาดส่วนใหญ่ เป็นการยากที่จะหาจำนวนผู้ติดเชื้อใหม่ที่ได้รับการยืนยันในแต่ละวัน หรือเรียกว่า Confirmed case ส่วนใหญ่จะนับได้แต่พวกที่ได้รับการรักษาเยียวยาแล้วอยู่ในกลุ่ม R กรมควบคุมโรคระบาด กระทรวงสาธารณสุขโดยทั่วไปจะมีตัวเลขของจำนวนผู้ติดเชื้อต่อวัน ตัวอย่างกรณีศึกษา เช่น

ครั้งหนึ่งได้มีโรคไข้หวัดระบาดในกรุงนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งมีประชากรขณะนั้นประมาณ 7,900,000 คน ไข้หวัดดังกล่าวเรียกว่า ไข้หวัดสายพันธุ์ฮ่องกง (Hong Kong flu) ตามแหล่งกำเนิดโรค ซึ่งเกิดในช่วงปลายทศวรรษที่ 1960 สถานการณ์ตอนนั้นน้อยคนที่จะมีภูมิคุ้มกันต่อไข้หวัดสายพันธุ์ดังกล่าวเมื่อเริ่มมีการแพร่ระบาดนั้น หมายความว่าเกือบทุกคนจัดอยู่ในประชากรกลุ่มเสี่ยง S และผู้ติดเชื้อเริ่มต้นคือ 10 คน นั่นคือเรามีปัญหาที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น

$$S_0 = 7,900,000, I_0 = 10, R_0 = 0$$

เมื่อปรับค่าพารามิเตอร์เพื่อความสะดวกในการคำนวณ จะได้ค่า $S_0 = 1, I_0 = 1.27 \times 10^{-6}, R_0 = 0$ จากข้อมูลทางระบาดวิทยาขณะนั้นพบว่า ช่วงเวลาเฉลี่ยของการติดเชื้อประมาณ 3 วันนั่นแปลว่า $\alpha \approx \frac{1}{3}$ ถ้าเราเดาว่าในผู้ที่ติดเชื้อแต่ละคนจะสัมผัสกับผู้อื่นและสามารถทำให้ผู้อื่นติดเชื้อได้ในทุกๆ 2 วันนั่นหมายความว่า $r \approx \frac{1}{2}$



รูปที่ 8 แสดงผลเชิงตัวเลขจากแบบจำลอง SIR

เมื่อเราหาคำตอบจะได้เป็นไปตามกราฟในรูปที่ 8 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงที่ได้ จะพบว่าแบบจำลองอย่างง่ายที่ใช้ สามารถอธิบายการระบาดของโรคได้ดีในระดับหนึ่ง อนึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับโรคนั้นได้มีการพัฒนาขึ้นมากมายเพื่อให้เหมาะสมกับชนิดของโรคแต่ละโรค เนื่องจากแต่ละโรคมีรายละเอียดในการติดต่อโรคไม่เหมือนกัน การใส่รายละเอียดที่เกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการฟักตัวของโรค หรือใช้ในการติดต่อของโรค การแบ่งผู้ป่วยตามเพศและกลุ่มอายุ เหล่านี้เป็นตัวอย่างของปัจจัยที่ส่วนมีผลต่อการระบาดของโรคติดเชื้อทั้งนั้น การศึกษาที่ผ่านมาเราคำนึงเฉพาะผลจากตัวแปรของเวลาเป็นสำคัญ ในแบบจำลองของการแพร่ระบาดที่สมจริงมากขึ้น จะต้องพิจารณาถึงประเด็นสำคัญเกี่ยวกับตำแหน่งหรือคลื่นการระบาดของโรคด้วย อย่างไรก็ตามแบบจำลองจะเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับโจทย์ที่ถาม เช่น ถามเกี่ยวกับการปิดโรงเรียนเพื่อควบคุมโรค แบบจำลองก็จะต้องทำในขอบเขตของเฉพาะในโรงเรียน เป็นต้น

สำหรับชาวฟิสิกส์จะเน้นการศึกษาถึงอันตรกิริยาระหว่างมวล ระหว่างพลังงาน และระหว่างมวลและพลังงาน เป็นที่นาสนใจสำหรับนักฟิสิกส์รุ่นที่ได้เห็นความสำคัญของปัญหาจนได้คิดพัฒนาแบบจำลอง เทคนิคการศึกษา รวมทั้งทฤษฎีต่างๆ อันเป็นผลมาจากการบูรณาการฟิสิกส์สาขาต่างๆ โดยเฉพาะ กลศาสตร์เชิงสถิติ (Statistical mechanics) ชีวฟิสิกส์ (Biophysics) และ ฟิสิกส์เชิงคำนวณ (Computational physics) ผมจะขอกล่าวถึงโดยสังเขปเท่านั้น ผู้สนใจสามารถหาอ่านได้จากวารสารเชิงวิชาการที่รู้จักกันดี เช่น Physical review letter (PRL), Physical review E (PRE), Biophysical journal, Journal of statistical mechanics เป็นต้น

หลักใหญ่ใจความของแบบจำลองก็คือ เมื่อพิจารณา ระบบของหลายอนุภาค (Many body particle system) ซึ่งแน่นอนว่าระดับดังกล่าวจะต้องมี Degree of freedom สูงมากๆ (ระดับขนาดปกติของจำนวนสารคือ 10^{24} อนุภาค) นั้นมีนัยว่าอันตรกิริยา (Interactions) คงต้องซับซ้อนเอาการ (ขึ้นอยู่กับ Assumption) ดังนั้น Energy landscape หรือ Force fields อาจจะไม่น่ารักสำหรับบางท่านเท่าไร แต่สำหรับบางท่านที่รู้จักใช้วิธีเชิงคำนวณ เช่น Monte Carlo simulation (MC) หรือ Molecular dynamics simulation (MD) หรือ Mesoscopic lattice Boltzmann

method (LBM) หรือแม้กระทั่ง Conventional grid-based approach ดังเช่น Finite difference หรือ Finite element ก็อาจจะไม่ร้อนใจเท่าไร แต่ก็นั้นแหละอุปสรรคที่มักจะมาพร้อมกับ การใช้วิธีเชิงคำนวณคือ ค่าพารามิเตอร์ (Parameters) ที่ จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณ นอกจากจะใช้สำหรับ Calibrate แบบจำลองแล้วยังต้องใช้ในการทำนาย (Predictions) อีกด้วย

นอกจากแบบจำลอง SIR ดังได้กล่าวมาแล้ว ยังมีแบบจำลองในตระกูลเดียวกันอีกมาก เช่น SIS SIRS SEIR SEIRS เป็นต้น นอกจากการเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ป่วยตามเวลาแล้ว ประเด็นที่นักฟิสิกส์สนใจเพิ่มเติมเป็นพิเศษ คือ การเปลี่ยนแปลงตามตำแหน่ง เนื่องจากการศึกษา Wave front, Pattern formation, Spatial correlation สามารถให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างมากในการทำนายและสกัดกั้นการระบาด เช่น สมการ SIR ข้างต้น เราสามารถใส่พจน์สำหรับการแพร่กระจาย (Diffusion term) หรือ Drift เข้าไป ซึ่งจะได้เป็น

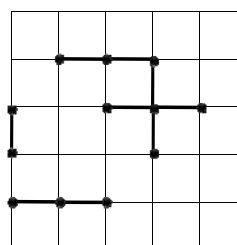
$$\begin{aligned}\frac{\partial S}{\partial t} &= -rIS + D\nabla^2 S \\ \frac{\partial I}{\partial t} &= rIS - \alpha I + D\nabla^2 I\end{aligned}\quad (7)$$

เมื่อ ∇^2 คือตัวดำเนินการลาปลาเซียน และ D คือสัมประสิทธิ์ของการแพร่

สมการดังกล่าวเป็นที่นิยมของนักฟิสิกส์และเคมี โดยเฉพาะนักเคมีที่สนใจเกี่ยวกับ Kinetics น่าจะคุ้นเคยที่สุด สมการดังกล่าวมีรูปสมการทั่วไปเรียกว่า Reaction-diffusion equation ซึ่งเป็นสมการของการแพร่บวกด้วยพจน์ของ Source หรือ Sink

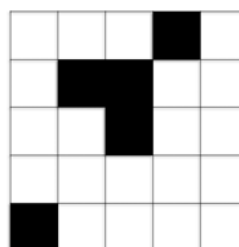
นอกจากแบบจำลองดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แบบจำลองที่เป็นที่นิยมใช้สำหรับปัญหาการระบาดน่าจะเป็นแบบจำลองที่เรียกว่า แบบจำลองการซึมผ่าน (Percolation model) กับแบบจำลองเครือข่ายเชิงซ้อน (Complex network model, CNM) สำหรับ Percolation model มีใช้กันมานานแล้ว ดังนั้นจึงเป็นที่คุ้นเคยสำหรับนักฟิสิกส์จำนวนมาก โดยเฉพาะผู้ที่ทำวิจัยสาขา Statistical mechanics และ Condensed matter physics ส่วน CNM นั้นเป็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของกราฟ (Graph theory) ซึ่งเป็นที่นิยมกันมากในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา

แบบจำลองการซึมผ่าน (Percolation model) ให้นึกถึงเวลาเราเติมน้ำในหม้อที่มีลูกแก้วเล็กๆ อยู่เต็มไปหมด ดังนั้นเวลาน้ำเดือดไอน้ำก็จะพยายามเคลื่อนผ่านช่องระหว่างลูกแก้วขึ้นมายังผิวน้ำ เช่นเดียวกันกับปรากฏการณ์ที่น้ำซึมผ่านก้อนหินขนาดใหญ่ ซึ่งกระบวนการเคลื่อนหรือซึมผ่านของทั้งสองปรากฏการณ์นั้นถูกกำหนดด้วยลักษณะตัวกลาง (ลูกแก้ว และเนื้อหิน) เป็นสำคัญ เพื่อจำลองแบบระบบดังกล่าว เราอาจพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเป็นกระบวนการเติบโตหรือเพิ่มจำนวนของการเปลี่ยนแปลงที่อาจถูกกำหนดบนโครงผลึกร่างตาข่าย (Lattice) เช่น เมื่อพิจารณาโครงตาข่ายจัตุรัสที่มีขนาด L โดยทั่วไปการศึกษาทางทฤษฎีของการซึมผ่านจะมีการจำแนกออกเป็นสองแนวทางใหญ่ๆ ได้แก่ การซึมผ่านเชิงพันธะ (bond percolation) ซึ่งพิจารณารูปแบบของการซึมผ่านที่มีลักษณะคล้ายกับการสร้างพันธะเชื่อมติดต่อกันระหว่างจุดของการซึมผ่าน และการซึมผ่านอีกรูปแบบหนึ่งก็คือการซึมผ่านเชิงตำแหน่งที่ตั้ง (site percolation) ซึ่งมีลักษณะรูปแบบของการซึมผ่านแบบตาข่ายจัตุรัสเชื่อมต่อกัน โดยที่จุดเชื่อมจะเป็นขอบของตาข่ายจัตุรัส ตัวอย่างของการซึมผ่านทั้งสองชนิด แสดงดังรูปที่ 9



(ก)

รูปที่ 9 แสดงรูปแบบของการซึมผ่าน
(ก) การซึมผ่านเชิงพันธะ

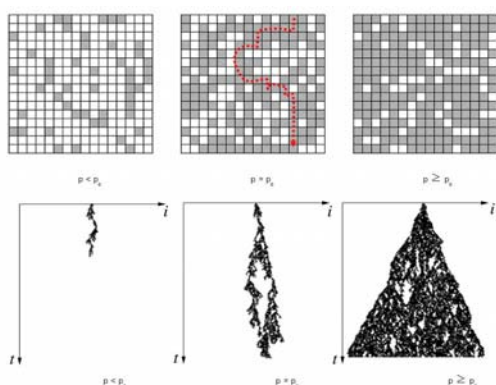


(ข)

(ข) การซึมผ่านเชิงตำแหน่งที่ตั้ง

การศึกษาการซึมผ่านเชิงพันธะ มักจะมุ่งประเด็นไปที่การเชื่อมกันของแต่ละจุดการซึมผ่านกับบริเวณใกล้เคียงบนโครงตาข่าย ซึ่งถูกกำหนดด้วยโอกาสที่จะมีการเชื่อมกัน p

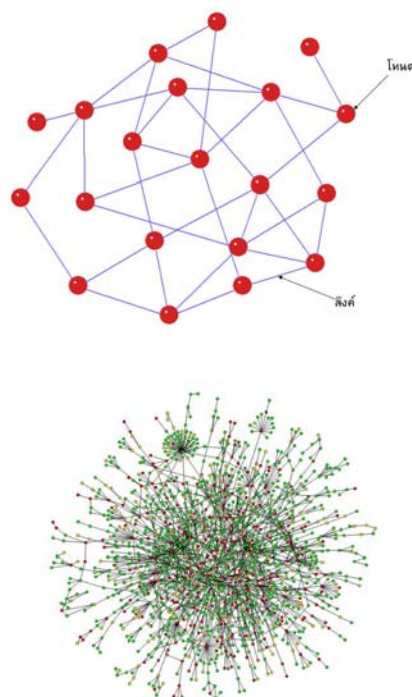
โดยที่ p มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เมื่อรูปแบบของการซึมผ่านในลักษณะนี้เกิดขึ้น สิ่งที่จะทำการวิเคราะห์ต่อไปคือ จำนวนการเชื่อมต่อที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดของการซึมผ่าน สำหรับการซึมผ่านเชิงตำแหน่งที่ตั้ง การพิจารณาจะคล้ายกับการซึมผ่านเชิงพื้นที่โดยบริเวณต่างๆ บนโครงตาข่ายจะเป็นบริเวณที่มีโอกาสที่จะมีการครอบครอง หรือ ก่อตัวเป็นกลุ่มกับบริเวณข้างเคียงที่มีการครอบครองเช่นเดียวกัน ประเด็นที่สนใจมากที่สุดคือ หากพิจารณาการซึมผ่านเป็นการแพร่จากฟากหนึ่งไปอีกฟากหนึ่งเหมือนกับไฟไหม้ป่า หากเริ่มไหม้จากฝั่งหนึ่งของป่าแล้วจะมีแนวโน้มที่จะลามไปยังอีกฝั่งหนึ่งของป่า คำถามก็คือ ไฟดังกล่าวจะสามารถลามไปทั่วทั้งหมดป่าหรือไม่ นั่นคือสามารถลามไปจนถึงอีกฝั่งไหม เช่นเดียวกับกรณีของการเกิดโรคระบาด หากโรคระบาดเริ่มที่กรุงเทพฯ คำถามก็คือแล้วการระบาดจะแพร่กระจายไปทั่วประเทศหรือไม่ เป็นต้น จากแบบจำลองการซึมผ่านนี้เอง คำตอบของคำถามเหล่านี้ได้ถูกวิเคราะห์โดยอาศัยความรู้ฟิสิกส์เชิงสถิติเป็นหลัก ที่สำคัญคือการใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เรียกว่า *Percolation threshold*, p_c ซึ่งเป็นตัวกำหนดว่าการซึมผ่านจากขอบบนมาขอบล่างหรือจากขอบซ้ายไปขอบขวาจะเกิดขึ้นได้ไหม นั่นคือ ถ้า $p < p_c$ ไม่เกิดขึ้น แต่ถ้า $p > p_c$ จะเกิดขึ้น และถ้า $p = p_c$ ถือว่าเป็นจุดวิกฤต เป็นเงื่อนไขที่การซึมผ่านสามารถเริ่มเกิดได้ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงการเกิดการก่อกลุ่มของการซึมผ่าน (บน) การก่อกลุ่มของการซึมผ่านในกรณีการซึมผ่านเชิงตำแหน่งที่ตั้งโดยที่ $p_c = 0.59$ เส้นประแสดงการก่อกลุ่มของการซึมผ่านเริ่มแรก (ล่าง) การก่อกลุ่มของการซึมผ่านในกรณีการซึมผ่านเชิงพื้นที่โดยที่ $p_c = 0.6447$

จากแบบจำลองการซึมผ่านเมื่อใช้กับสถานการณ์ไฟไหม้ป่า ค่าวิกฤตจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของป่าและโอกาสที่ไฟจะลามติดจากต้นหนึ่งไปยังอีกต้นหนึ่งเป็นสำคัญ ทำนองเดียวกันสำหรับการระบาดของโรคการประมาณจำนวนคนและโอกาสในการแพร่เชื่อจะเป็นตัวกำหนดรูปแบบการแพร่กระจายของโรค

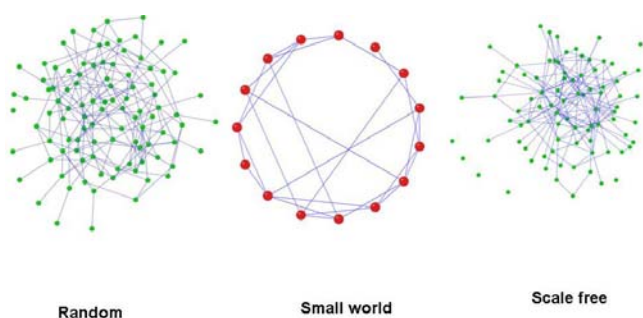
สำหรับแบบจำลองสุดท้ายที่จะพูดถึง นั่นคือแบบจำลองเครือข่ายเชิงซ้อน (Complex network model) หรือจะเรียกสั้นๆ ว่า CNM ผมจะไม่ขอให้ความมากในส่วนของคุณสมบัติของกราฟแต่ผู้อ่านจะสามารถหาอ่านได้ในตำราคณิตศาสตร์ระดับมัธยมหรือจากตำรา Graph theory โดยสรุปคือ เครือข่าย (Network) เป็นกลุ่มของโหนด (Nodes) หรือเวอร์เทกซ์ (Vertices) สมมติให้มีจำนวน N โหนด ซึ่งแต่ละโหนดเรียกว่าโหนดที่ i โดยให้โหนดเหล่านี้เชื่อมต่อกันด้วยเส้นเชื่อมที่เรียกว่า “ลิงค์” (Link) หรือ “ขอบ” (Edges) ซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ $\{i, j\}$ ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดง (บน) เครือข่าย (Network) (ล่าง) เครือข่ายของโปรตีน (Protein network)

แหล่งภาพ Nature, 411, pp 41, 2001.

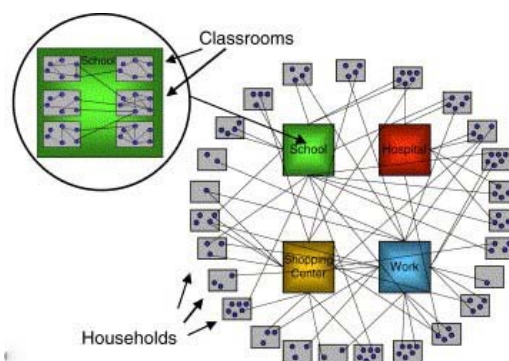
การประยุกต์ใช้แบบจำลองดังกล่าวมีมากมายมหาศาล อาทิ World Wide Web (WWW), เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เครือข่ายสังคมและสิ่งแวดล้อม เครือข่ายระบบประสาท การจราจร การเงิน การบิน การระบาด เป็นต้น ประเด็นสำคัญที่มักเข้ามาเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์วิจัย ได้แก่ ปรากฏการณ์อสมดุล (Non-equilibrium phenomena) ความผันผวน (Fluctuation) สหสัมพันธ์ (Correlation) รวมไปถึงพลวัตไม่เชิงเส้น (Non-linear dynamics) เป็นต้น พารามิเตอร์สำคัญที่เรา มักจะสนใจ เช่น จำนวนลิงค์ในแต่ละโหนด หรือ ดีกรี และการ แจกแจงของดีกรี จะให้ข้อมูลและข้อสรุปสำคัญของความ เป็นไปของเครือข่ายต่างๆ สำหรับการแจกแจงดังกล่าวแต่ละ ชนิดจะสร้างเครือข่ายที่มีลักษณะเฉพาะที่ต่างกันออกไป ซึ่ง ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานการแจกแจงอันไหนจะเหมาะที่จะใช้อธิบาย เครือข่ายที่ตนสนใจ ตัวอย่างที่สำคัญบางตัวอย่างได้ถูกแสดงไว้ ในรูปที่ 12



รูปที่ 12 Complex networks ต่างๆ (ซ้าย) Random Network (กลาง) Small world (ขวา) Scale free

สำหรับแบบจำลองการระบาดของโรคติดเชื้อ เช่น ไข้หวัดใหญ่ องค์ความรู้เกี่ยวกับ CN ถือว่ามีความสำคัญมาก เนื่องจาก ข้อมูลเกี่ยวกับการสัมผัส หรือสภาพสังคมจะเชื่อมโยง ไปสู่อัตราการแพร่กระจายหรือการติดต่อส่งผ่านเชื้อ ดังนั้นเรา อาจแบ่งกลุ่มข้อมูลเป็นระบบเครือข่าย เช่น เครือข่ายของ โรงเรียน โรงพยาบาล บ้าน ฯลฯ จากนั้นพิจารณาการติดต่อของ คนภายในกลุ่มเครือข่ายเดียวกัน และระหว่างเครือข่าย จนใน ที่สุดเราจะได้ข้อมูลเครือข่ายของการติดต่อเพื่อเอามาคำนวณ ค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นในแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์และ คอมพิวเตอร์ต่อไป ตัวอย่างง่ายๆ เช่น หากเรารู้เครือข่ายของ

สนามบิน จำนวนผู้โดยสารเข้าออกของแต่ละสนามบิน เราอาจ นำมาคำนวณถึงโอกาสหรือความเร็วของการแพร่กระจายของ โรคได้อย่างสมเหตุสมผลในระดับหนึ่ง



รูปที่ 13 เครือข่ายของกระบวนการระบาดของโรค ตามกลุ่ม สังคม

ผม ต้อง ขอ บอ ก คุ ณ ส มา ช ก ใน ก ลุ่ ม วิ จั ย Biophysics@Mahidol ทุกคนโดยเฉพาะ ชรินทร์ โหมดขัง และ ดร. ไพศาล กางถาง สำหรับข้อมูลประกอบ นอกจากนี้ ขอขอบคุณหน่วยงานที่เปิดโอกาสให้ผมได้ใช้ศักยภาพด้าน Modeling และ Simulation ในการช่วยต่อสู้กับการระบาดของ โรคติดเชื้อต่างๆ โดยเฉพาะ ม.มหิดล และ สวทช. และต้อง ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ชูกิจ ลิ้มปิงานงค์ ที่ได้เสนอให้ ผมเขียนบทความฉบับนี้ เนื่องจากบทความฉบับนี้ใช้เวลาเขียน ไม่มากแต่ก็ใช้ความพยายามเต็มที่ จึงอาจมีข้อผิดพลาดอยู่ซึ่งก็ ต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย ที่สำคัญเราชาววิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะนักฟิสิกส์และนักคณิตศาสตร์ทุกท่าน **ของอย่าเป็น หัวดี**

คนเผาถ่าน

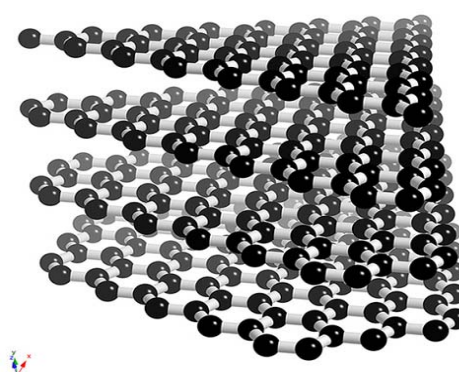
ประยูร ส่งศิริฤทธิกุล¹

ผู้เขียนได้มีโอกาสสำรวจบริเวณรอบๆ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และได้พบกับผู้ใหญ่บ้านท่านหนึ่งได้เล่าความเป็นมาและความเป็นอยู่เมื่อประมาณ 40 ปีที่ผ่านมา เรื่องเล่าที่น่าสนใจคงจะเป็นเรื่องการเผาถ่านในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งทำให้ผู้เขียนได้ถูกคิดถึงอาชีพเผาถ่าน ซึ่งเป็นอาชีพสวงวนอาชีพหนึ่งของสังคมไทยที่สวงวนไว้สำหรับคนไทย เรื่องราวของคนเผาถ่านได้ถูกแต่งเติมเป็นวรรณกรรมที่น่าสนใจหลายชิ้นงาน และอยู่นอกเหนือขอบเขตที่จะนำมาเขียนลงในวารสารฟิสิกส์ไทย แต่อย่างไรก็ตามก็อดใจไม่ได้ที่จะเปรียบเทียบการเผาถ่านกับงานวิจัยในห้องปฏิบัติการหลายแห่งทั่วโลก ที่น่าสนใจคงจะเป็นวัสดุหรือ “ถ่าน” ที่มีองค์ประกอบหลักคืออะตอมของคาร์บอน และวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันใช้ในการที่จะจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนเพื่อที่จะได้วัสดุที่มีคุณสมบัติที่จะเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์

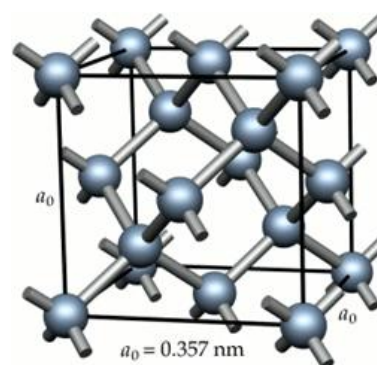
“ถ่าน” ในภาษาอังกฤษคือ “charcoal” จากการใช้โปรแกรมช่วยการค้นหาคำบนอินเทอร์เน็ตของ Google เพื่อค้นหาคำว่า “charcoal” บนหน้าเว็บทั้งหมดในอินเทอร์เน็ต ปรากฏว่าผลการค้นหา พบประมาณ 25,400,000 และหากระบุให้การค้นหาเป็นเว็บเฉพาะจากประเทศไทย ผลการค้นหาก็พบประมาณ 210,000 ซึ่งเป็นสถิติที่น่าสนใจเลยทีเดียว

ก่อนที่จะไปสรุปคำตอบว่าทำไมนำเรื่องของ “ถ่าน” มาเป็นบทความในวารสารฟิสิกส์ไทย ผู้เขียนอยากจะนำไปสู่ความหมายที่มา และรากศัพท์ของคำว่า “charcoal” ที่เรียบเรียงไว้ใน WIKIPEDIA (<http://en.wikipedia.org/wiki/Charcoal>) ในภาษาอังกฤษแต่ดั้งเดิมนั้น “coal” หมายถึงคำว่า “charcoal” ในปัจจุบัน ส่วนคำนำหน้าว่า “char-” หมายความว่า “turn” ดังนั้น “charcoal” มีความหมายเป็น “to turn to coal” ความหมายของคำว่า “char” ใดๆ คือการลดรูปให้เป็นคาร์บอนโดยการเผาไหม้ ดังนั้น “ถ่าน” คือส่วนที่หลงเหลือที่มีสีดำ ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนที่ไม่บริ

สุทธิ์ที่ได้จากการเผาทำให้สารเคมีในพืชหรือสัตว์สลายตัวในบรรยากาศที่ไม่มีออกซิเจน



รูปที่ 1 กราไฟต์มีการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนเป็นชั้นๆ พันธะทางเคมีระหว่างอะตอมเกิดขึ้นเฉพาะอะตอมรอบข้างที่อยู่ใกล้กัน (ที่มา : www.3dchem.com)



รูปที่ 2 โครงสร้างผลึกของเพชร แสดงพันธะระหว่างอะตอมของคาร์บอนที่เกิดขึ้นกับอะตอมรอบข้าง เพชรจัดเป็นวัสดุที่พบในธรรมชาติที่มีความแข็งที่สุด

หากเราสนใจธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักของ “ถ่าน”

¹ นักวิทยาศาสตร์ระบบลำเลียงแสง (ผ.ศ. ดร.) สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

นั่นคือคาร์บอน จะพบว่าคาร์บอนเป็นธาตุที่น่าสนใจเลยทีเดียว ในชีวิตประจำวันเราได้สัมผัสอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่มีบางส่วนทำจากวัสดุที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ตัวอย่างเช่น ดินสอ (ไส้ทำจากผงคาร์บอนอัด หรือจากกราไฟท์) ไม้เบดมินตันและไม้เทนนิสที่ทำจากกราไฟท์ (graphite) และเครื่องประดับราคาแพงที่ทำจากเพชร (diamond) ทั้งกราไฟท์และเพชรเป็นวัสดุที่เกิดจากการจัดเรียงตัวของอะตอมของคาร์บอนอย่างมีระเบียบที่แตกต่างกัน การจัดเรียงตัวของอะตอมชนิดเดียวกันที่แตกต่างกันจะทำให้ได้วัสดุที่มีองค์ประกอบเหมือนกันแต่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นความจริงที่เป็นที่ทราบกันดีในวงการวิทยาศาสตร์

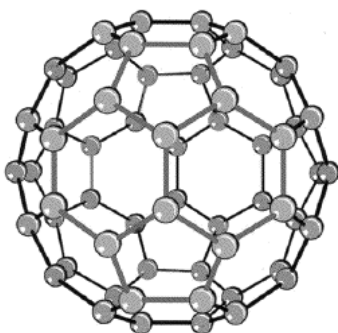
พัฒนาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการสังเคราะห์และตรวจวิเคราะห์วัสดุ ได้รับความน่าเชื่อถือในวงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับคาร์บอน โดยเริ่มตั้งแต่ช่วงประมาณปี ค.ศ. 1990 ที่ได้มีรายงานของวัสดุนาโนที่เรียกว่า "buckyball" ซึ่งเป็นโครงสร้างโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนที่จัดเรียงตัวเป็นทรงกลมกลวง ตัวอย่างที่น่าสนใจคือโมเลกุล C_{60} ซึ่งเป็นโมเลกุลของคาร์บอน 60 อะตอมที่มีการเรียงตัวกันเป็นลูกบอล ต่อมาได้มีการรายงานการค้นพบ "carbon nanotube" ในความเป็นจริง carbon nanotube จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับ buckyball ทั้งคู่จัดเป็น "fullerene" คุณสมบัติที่น่าสนใจของวัสดุในกลุ่มนี้เกิดขึ้นเนื่องจากพฤติกรรมของอิเล็กตรอนที่ถูกกักโดยโครงสร้างพิเศษของ fullerene แต่ละชนิด ในปี ค.ศ. 2004 ได้มีการรายงานถึงความสำเร็จในการเตรียมกราไฟท์ที่มีความหนาเพียงหนึ่งชั้นของความหนาของอะตอมคาร์บอน ซึ่งมีชื่อเรียกว่ากราฟีน (graphene) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มนุษย์ไม่เคยคาดคิดมาก่อนหน้านี้ว่าจะเป็นโครงสร้างที่มีความเสถียร กราฟีนจัดอยู่ในกลุ่มของ fullerene ในช่วงก่อนหน้านี้มีการศึกษา carbon nanotube โครงสร้างของกราฟีนถูกหยิบยกขึ้นมาในเชิงทฤษฎีเพื่อใช้อธิบายคุณสมบัติพิเศษต่างๆ ของ carbon nanotube การที่มนุษย์มีศักยภาพในการเตรียมแผ่นกราฟีนได้ นับเป็นอีกโอกาสที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในทางใดทางหนึ่ง เนื่องด้วยโครงสร้างที่มีลักษณะเป็น 2 มิติ พบว่าอิเล็กตรอนมีอัตราการเคลื่อนที่ที่สูงมากแม้กระทั่งที่อุณหภูมิห้อง ณ ปัจจุบัน ได้มีความพยายามที่จะปรับปรุงคุณสมบัติของกราฟีนให้เป็นสารกึ่งตัวนำที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม เช่นการเติมสารเจือเพื่อทำให้เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด n หรือชนิด p เพื่อใช้ในการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ด้วยคุณสมบัติที่ดีของเพชรหลายประการ จึงได้มีการพัฒนาเทคนิคการสังเคราะห์แผ่นฟิล์มบางของคาร์บอนที่มีคุณสมบัติคล้ายเพชร หรือเป็นที่รู้จักในชื่อย่อว่า "DLC" หรือ "diamond-like carbon" ปัจจุบัน ได้มีการนำเอาแผ่นฟิล์มบาง DLC ไปใช้ประโยชน์ในการเคลือบชิ้นส่วนของอุปกรณ์เพื่อเพิ่มความทนทานต่อการสึกกร่อนและการกัดกร่อน วัสดุที่เคลือบด้วยแผ่นฟิล์มบาง DLC ทำให้สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานลดต่ำลงอีกด้วย ตัวอย่างการใช้งานแผ่นฟิล์มบาง DLC เช่นการเคลือบหัวอ่านฮาร์ดไดรฟ์ (hard drive) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ทั่วไป เพื่อเพิ่มความทนทานสำหรับการใช้งานหัวอ่านข้อมูลที่มีทั้งการจอดหรือการบินเหนือแผ่นบันทึกข้อมูล ล่าสุดบริษัท Sandia ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้นำเอาแผ่นฟิล์มบางไปใช้ในการผลิตอุปกรณ์สำหรับการตรวจวัดอนุภาค อุปกรณ์ดังกล่าวจะถูกติดตั้งบนดาวเทียมของโครงการนาซา (NASA) เพื่อที่จะศึกษาอันตรกิริยาระหว่างลมสุริยะ (solar wind) กับสสารที่อยู่ระหว่างดวงดาวต่างๆ (interstellar medium)

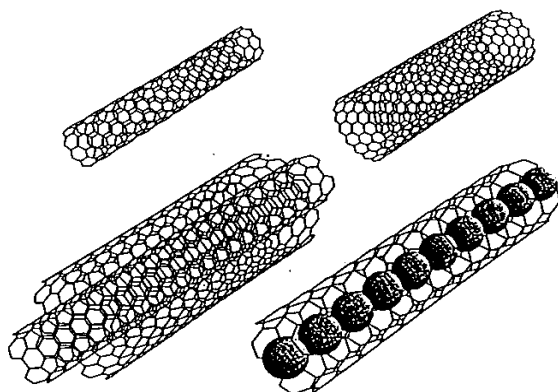
วัสดุการ์บอนที่น่าสนใจอีกชนิดหนึ่งที่เพิ่งมีการค้นพบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี อาจจะเรียกวัสดุดังกล่าวว่า "เพชรนาโน" หรือ "diamondoid" ซึ่งเป็นโครงสร้างขนาดเล็กที่เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างผลึกของเพชร วัสดุดังกล่าวมีคุณสมบัติพิเศษในการปลดปล่อยอิเล็กตรอน โดยโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของเพชรนาโนดังกล่าวมีคุณสมบัติ negative electron affinity ทำให้สามารถนำเพชรนาโนมาใช้เป็นสารปลดปล่อยอิเล็กตรอนของจอทีวีที่มีความสว่างสูง เป็นต้น

ด้วยข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติที่มีอยู่น้อยนิดของมนุษย์ จึงยังไม่สามารถหยั่งรู้ได้ว่า วัสดุการ์บอนชนิดใหม่ที่จะค้นพบในวันข้างหน้าจะมีรูปร่างหน้าตาเป็นอย่างไร แต่ที่แน่ๆ มีนักวิทยาศาสตร์จำนวนไม่น้อยกำลังตั้งหน้าตั้งตาพัฒนาเทคนิคการสังเคราะห์และการตรวจวิเคราะห์อะตอมของคาร์บอน และรอคอยผลที่ได้จากการ "เผ่าถ่าน" โดยอาศัยเทคนิคและเครื่องมือที่มีเทคโนโลยีและความซับซ้อนในห้องปฏิบัติการหลายแห่ง เพื่อที่จะให้ได้ "ถ่าน" ที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพชีวิตของมนุษยชาติ

C_{60}



รูปที่ 3 โครงสร้างโมเลกุลของ C_{60} buckyball (ดัดแปลงจากภาพใน
เว็บของ M.K. Denk)



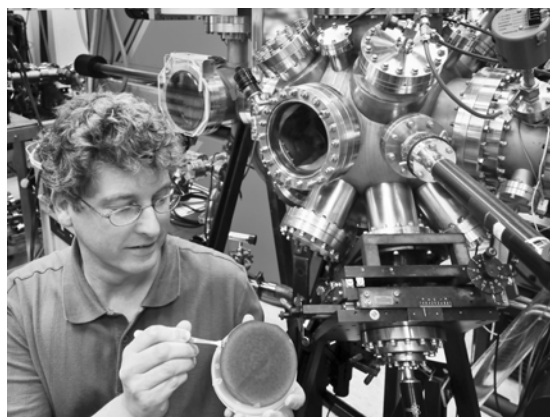
รูปที่ 4 ตัวอย่าง carbon nanotubes
(ที่มา: <http://www.wtec.org/loyola/nano/>)



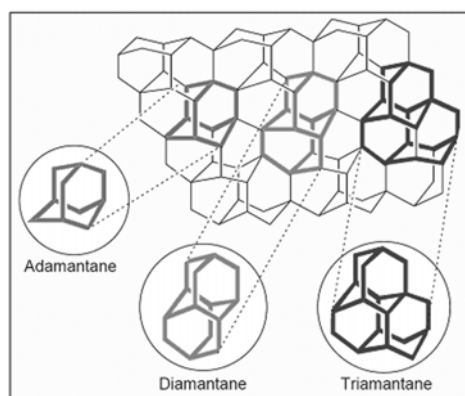
รูปที่ 5 กราฟีนเป็นแผ่นของอะตอมของคาร์บอนที่มีการจัดเรียงตัวใน
รูปแบบหกเหลี่ยมคี่รูป อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว
แม้ที่อุณหภูมิห้อง คุณสมบัติดังกล่าวทำให้มีการคาดหวังที่จะพัฒนา

กราฟีนไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (ที่มา:

Lawrence Berkeley National Lab)



รูปที่ 6 นักวิทยาศาสตร์ของบริษัท Sandia (US.) กำลังแสดงหัววัด
อนุภาคที่ใช้แผ่นฟิล์มบาง DLC (ที่มา: <http://www.sandia.gov>)



รูปที่ 7 เพชรนาโน หรือ diamondoid มีชื่อเรียกตามขนาด เช่น
adamantine, diamantine และ triamantane ใช้เรียกเพชรนาโนที่มี
ขนาดเป็นหนึ่ง สอง และสามเท่าของส่วนที่เล็กที่สุดผลึกของ
เพชรตามลำดับ (J.E. Dahl et al., Science 299, 2003, 96)

สรุปข่าว SIAM PHYSICS CONGRESS 2009 ณ หาดชะอำ
(ดูรายละเอียดในเล่ม)



สมาคมฟิสิกส์ไทย

อาคารสุรพัฒน์ 3 ถนนมหาวิทยาลัย

ต. สุรนารี อ. เมือง

จ. นครราชสีมา 30000

ตู้ ปณ. 93 ปณจ. นครราชสีมา 30000

THAI PHYSICS SOCIETY

Surapat 3 Building, University Avenue

Tambon Suranaree, Muang District

Nakhon Ratchasima 30000

P.O. Box 93 Nakhon Ratchasima 30000

สิ่งตีพิมพ์

หากไม่ถึงผู้รับ โปรดส่งคืนสมาคมฟิสิกส์ไทย