



นั ก อ ย า ก วิ จั ย
สำหรั บเด็ กไทยที่อ ยากเป็น
นักวิ ทยาศาส ตร์

โดย
พี ร กิ ต ต์ ค ม สั น



สำนั กงานเลขาธิ การสภาการ ศึกษา
กระ ทรวงศึ กษาธิ การ
พ ฤ ษ ภา ค ม 2 5 4 7

คำนำ

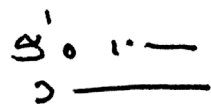


บทความเรื่อง “**นักอยากวิจัย : สำหรับเด็กไทยที่อยากเป็นนักวิทยาศาสตร์**” ฉบับนี้ เป็นผลงานของ **นายพีรภักดิ์ คมสัน** เครือข่ายเด็กและเยาวชน ที่มีความสามารถพิเศษของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา ที่ถ่ายทอดถึงจินตนาการ ความรู้ลึกซึ้ง ความคิดที่แสดงออกถึงการมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ความเป็นผู้ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน ความพยายามในการศึกษาค้นคว้า เพื่อหาคำตอบในสิ่งที่ตนสนใจใคร่รู้ อันเป็นคุณลักษณะของเด็กและเยาวชนไทยที่พึงประสงค์

สาระในบทความนี้ นอกจากเป็นความพยายามของผู้เขียนที่ต้องการจุดประกายและจูงใจให้เด็กและเยาวชนได้มีเจตคติที่ดี มีความสนใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และความพยายามที่จะเรียนรู้และพัฒนาตนเองด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้เป็นนักวิทยาศาสตร์ตามที่ใฝ่ฝันแล้ว ยังสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นที่พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครู และผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องร่วมมือกันปรับระบบการศึกษา การอบรมเลี้ยงดู ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของเด็กที่จะช่วยให้

การพัฒนาความสามารถเป็นไปอย่างถูกต้องเหมาะสมตั้งแต่
วัยเยาว์ และต่อเนื่องจนบรรลุศักยภาพสูงสุดของแต่ละบุคคล
อันเป็นหัวใจของการปฏิรูปการศึกษาไทยในวันนี้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา จึงเห็นควรจัดพิมพ์
บทความนี้เผยแพร่ออกไปให้กว้างขวาง ด้วยหวังว่าในอนาคต
ประเทศไทยจะมีนักวิทยาศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่ รวมถึงผู้นำที่มีความ
สามารถโดดเด่นในหลากหลายสาขาเกิดขึ้นมากมาย และช่วยกัน
สร้างสรรค์ผลงานที่นำไปสู่ความเจริญก้าวหน้าให้แก่ประเทศ
และสังคมโดยรวมต่อไป



(นายรุ่ง แก้วแดง)

เลขาธิการสภาการศึกษา



ทำไมผมต้องแต่งหนังสือ

“นักอยากวิจัย”

“เมื่อยังเป็นเด็ก ผมใฝ่ฝันอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ เพราะชอบเรียนรู้บางสิ่งบางเรื่องในธรรมชาติ เช่น เวลาไปเที่ยว ทะเล ผมชอบสำรวจวัตถุต่างๆ ตามชายหาด เช่น ทราบสีข้าว ก้อนหิน สหรัย และแมงกะพรุน ผมรู้สึกมหัศจรรย์ในความมีอยู่ของสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติ เคยสงสัยว่าอาชีพนักวิทยาศาสตร์มีเงินเดือนไหม เขาทำงานกันอย่างไร ถ้าผมโตขึ้นจะมีอาชีพเป็นนักวิทยาศาสตร์ได้ไหม ผมจึงเฝ้าค้นหาคำตอบว่าทำอะไรถึงจะได้ทำสิ่งที่ผมอยากจะทำ นำอัจฉาเด็กที่อยู่ในประเทศที่เจริญแล้ว ที่ได้ใกล้ชิดนักวิทยาศาสตร์ และหาแหล่งความรู้ได้ง่ายดาย

โชคดีที่บ้านผมอยู่ในกรุงเทพฯ ทำให้เดินทางไปหาแหล่งความรู้ต่างๆ ได้อย่างไม่ยากนัก และโชคดีที่ผมเล่นอินเทอร์เน็ตแล้วได้รู้จักผู้คน รู้จักสังคมที่กว้างไกล รู้จักวงการวิทยาศาสตร์ เส้นทางความเป็นนักวิทยาศาสตร์ของผมจึงไม่ยากนัก

ผมเชื่อว่า ในประเทศไทยมีเด็กกลุ่มน้อยจำนวนมากที่แสวงหาอะไรบางอย่างเหมือนที่ผมเคยแสวงหา

สิ่งที่ผมแสวงหา ไม่ใช่เพียงความหวังที่ไร้สาระของเด็ก

คนที่ประสบความสำเร็จระดับโลก ก็ล้วนเดินตามความฝันและความหวังของตนเองไม่ใช่หรือ

การได้ทำงานที่ตนรัก เป็นเรื่องสำคัญนะครับ”

16 กุมภาพันธ์ 2545



ข้อความข้างต้นนี้ผมเคยเขียนไว้เล่นๆ ตามประสาเด็กช่างคิดคนหนึ่ง มันอยู่ในเศษกระดาษที่ลงวันที่ไว้ว่า “16 กุมภาพันธ์ 2545” เวลานั้นผมอายุเพียง 14 ปี เป็นวัยที่กำลังเรียนรู้โลกกว้างและตั้งคำถามกับสิ่งต่างๆ ในโลกนี้

ผมลองค้นหาเด็กที่สนใจวิทยาศาสตร์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต นักเรียนรุ่นพี่คนหนึ่งบอกผมว่า เขาเคยใฝ่ฝันอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ แต่เมื่อถึงทางเลือกของชีวิต คือการสอบเอนทรานซ์ เขาก็ต้องเลือกสอบเข้าเรียนในสาขาที่เด็กเรียนเก่งส่วนมากนิยมกัน เรื่องนี้ฟังแล้วผมเศร้า ประเทศไทยในอนาคตเสียนักวิทยาศาสตร์ไปอีกหนึ่งคนแล้ว เนื่องจากกระแสสังคมไทยที่ไม่เอื้อต่อการมีอาชีพ “นักวิทยาศาสตร์”

ถ้ามีเด็กคนหนึ่งรักการศึกษารวมชาติ และต้องการเป็นนักวิทยาศาสตร์ แต่คนรอบข้างของเขาไม่รู้ว่านักวิทยาศาสตร์คืออะไร คืออย่างไร และไม่มีใครสนับสนุน ความหวังของเขาคงถูกทำร้าย เขาอาจจำใจต้องเลือกอาชีพอื่นหรือทำงานอย่างอื่น โดยไม่มีโอกาสได้สัมผัสกับการวิจัยวิทยาศาสตร์ที่เขาอยากเรียนรู้ ด้วยเหตุผลที่ว่า “เพื่อเอาตัวรอดในสภาพเศรษฐกิจแบบนี้”

ผู้ใหญ่บางคนอาจคิดว่า ความอยากรู้อยากเห็น ความอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ และความต้องการที่จะค้นหาความจริงของธรรมชาติ เป็นเพียงความใฝ่ฝันของเด็ก ผู้ใหญ่อาจไม่เข้าใจว่าการสานต่อความใฝ่ฝันของเด็กนั้นสำคัญเพียงใด และการได้ทำงานที่ตนชอบและถนัดนั้นสำคัญเพียงใด

สถาบันแนะแนวหลายแห่งยังคงแนะแนวนักเรียนที่จะเรียนต่อในมหาวิทยาลัยว่า เมื่อเรียนจบจากคณะวิทยาศาสตร์แล้วสามารถประกอบอาชีพทางด้านอุตสาหกรรม หรือการนำ “...” ไปประยุกต์กับ “...” มีการแนะแนวว่าคนจบคณะวิทยาศาสตร์เป็นได้เพียง “นักวิเคราะห์ระบบงาน นักคณิตศาสตร์ประกันภัย โปรแกรมเมอร์ตามหน่วยงานของรัฐบาลและเอกชน” ผมแทบจะไม่เคยเห็นใครแนะแนวว่าคนที่เรียนจบคณะวิทยาศาสตร์สามารถเป็นนักวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาความจริงของธรรมชาติ หรือแม้แต่เพื่อการค้นพบสิ่งใหม่ๆ เพื่อมนุษยโลก อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์อาจไม่จำเป็นต้องจบการศึกษาจากคณะวิทยาศาสตร์

ตำราทางด้านวิทยาศาสตร์ที่เป็นภาษาอังกฤษบางเล่มมีการแนะนำว่า อาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิชานี้มีอะไรบ้าง ผมเห็นตำราเรียนวิชาชีววิทยาภาษาอังกฤษเล่มหนึ่ง มีเนื้อหาบทสัมภาษณ์นักชีววิทยา (biologists) ในแขนงต่างๆ เกี่ยวกับงานที่พวกเขาทำ ความคิดและประสบการณ์ที่พวกเขาได้รับ สิ่งเหล่านี้แทบจะหาไม่ได้จากตำราเรียนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย โดยเฉพาะตำราในระดับมัธยม ซึ่งนักเรียนมัธยมเป็นช่วงที่เด็กกำลังโตเป็นผู้ใหญ่ เด็กวัยนี้มีความสนใจคิดฝันถึงอาชีพในอนาคต

การที่เด็กไทยคนหนึ่งจะพบเส้นทางนักวิทยาศาสตร์คงไม่ใช่เรื่องง่าย ยกเว้นสำหรับเด็กบางคนที่มีพ่อแม่เป็นนักวิทยาศาสตร์ซึ่งให้คำแนะนำเขาได้ หรือเรียนอยู่ในโรงเรียนที่

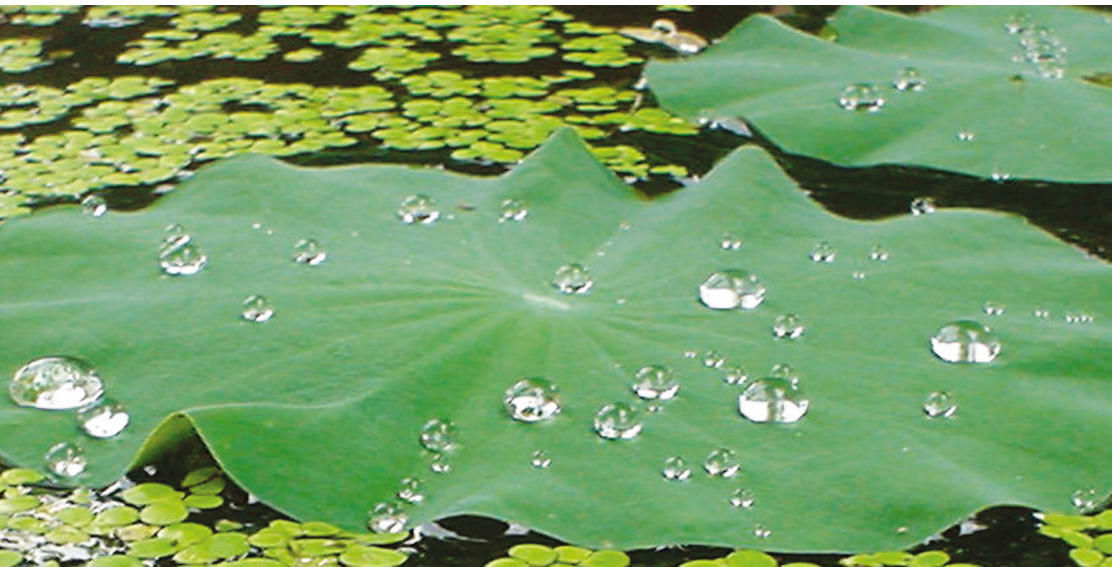
เปิดโอกาสให้เขาได้พบปะนักวิทยาศาสตร์รุ่นพี่ เด็กทั่วไปนั้น เวลาอยากจะเรียนรู้เรื่องที่น่าสนใจ ก็อาจถูกผู้ปกครองบังคับให้เอาเวลาไปท่องหนังสือเรียน ด้วยเหตุผลที่ว่า “เพื่อเรียนทำคะแนนให้ได้ตัวเลขในใบแสดงผลการเรียนเป็นเลขจำนวนมาก เมื่อโตขึ้นจะได้เรียนในสาขาที่ดี จะได้หางานที่ดีทำได้ เพื่อที่จะทำงานหาเศษกระดาดมาสะสมไว้มากๆ จะได้เอาไว้ใช้แลกวัตถุได้มากๆ ”

สังคมไทยส่วนใหญ่ไม่เปิดโอกาสให้เด็กที่อยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ได้เป็นตามหวัง เพราะมีอุปสรรคหลายอย่าง เด็กกลุ่มน้อยอย่างเราต้องเผชิญกับระบบการศึกษาที่สร้างมาเพื่อเด็กกลุ่มใหญ่ ซึ่งไม่เอื้อต่อการเรียนรู้ เด็กที่มีความสนใจพิเศษด้านวิทยาศาสตร์บางคนได้แต่เฝ้าค้นหา “โอกาสที่จะได้รู้จักอาชีพนักวิทยาศาสตร์” เด็กกลุ่มนี้มีความทุกข์กับการแสวงหาโอกาส มีความทุกข์เพราะสนใจใฝ่ค้นหาความจริงของธรรมชาติ แต่ไม่ได้รับการตอบสนอง มีความทุกข์ที่ไม่ได้รับคำตอบในสิ่งที่ตนอยากรู้อย่างสุดชีวิต

หนังสือเล่มนี้เป็นความพยายามหนึ่งที่จะให้เพื่อนเด็กไทยนักอยากวิจัย ได้เป็น “นักวิจัย” ตามที่ต้องการ



จากใจ พิชิตดี คมสัน



ภาพของหยดน้ำบนใบบัว

ทำให้ได้กับบางคนเกิดความสงสัยว่า
ทำไมผิวของใบบัวไม่เปียกน้ำ ในขณะที่วัสดุอื่นเปียกน้ำได้
ความสงสัยทำให้จิตที่มีวิญญาณนักวิทยาศาสตร์ดิ้นรนที่จะหาคำตอบ
ความสงสัยลักษณะนี้เป็นสิ่งจุดประกายความคิดของนักวิทยาศาสตร์

เมื่อเรามีความสงสัยในสิ่งต่างๆ ในโลกรอบตัวและในตัว
สิ่งที่ช่วยตอบคำถามคือ
วิทยาศาสตร์



สารบัญ

1. ประวัติการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผม	7
2. วิทยาศาสตร์คืออะไร	30
3. แนะนำวิทยาศาสตร์บางสาขา	42
4. แว่นักวิทยาศาสตร์น้อย	46
5. สัมภาษณ์เด็กไทยที่ฉายแวwnักวิทยาศาสตร์	60
6. แรงจูงใจให้เรียนรู้	70
7. ความใฝ่ฝัน	76
8. การลงมือศึกษาตามที่เราอยากจะทำ	81
9. เส้นทางการศึกษา	88
10. เรื่องแปลก	91
11. เลือกอาชีพนักวิทยาศาสตร์จะดีหรือ	96
12. การสื่อสารในวงการวิทยาศาสตร์	100
13. ภารกิจที่ยิ่งใหญ่ของนักวิทยาศาสตร์	106
14. ประวัติผู้เขียน	113



ประวัติการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ของผม

ขอเชิญพบกับเรื่องราวการเรียนรู้ในวัยเด็กของผมก่อน
นะครับ บทความนี้ผมเขียนไว้เมื่ออายุ 14 ปี เมื่อผมเรียนอยู่ชั้นม.3
เพื่อเล่าเรื่องราว แลกเปลี่ยนความสนใจกับเพื่อนๆ เด็กที่ใฝ่ฝัน
จะประกอบอาชีพนักวิทยาศาสตร์ในเว็บไซต์ส่วนตัวที่ผมทำขึ้นที่
<http://se-ed.net/peerakitk>



วัยเด็ก

จำได้ว่าผมเคยนี้กสงสัยในสิ่งรอบตัวหลายอย่าง เช่น
ขอบเขตของโลกสิ้นสุดที่ตรงไหน? จะมีกำแพงกันหรือ? ทะลุ
กำแพงไปจะเจออะไร? พอได้รู้เกี่ยวกับดวงดาวและกาแลคซี
ก็สงสัยอีกว่าจักรวาลของเรามีเขตสิ้นสุดที่ตรงไหน (เคยคิดว่า
จักรวาลอาจ 'กลม' ได้เหมือนโลก คือถ้าส่งจรวดไปให้ไกลที่สุด
อาจกลับมาที่เดิมได้) โชคดีที่คุณแม่ชอบพาผมไปซื้อหนังสือ
ทำให้หาความรู้ได้ไม่ยากนัก

โชคดีที่บริเวณบ้านผมได้ใกล้ชิดธรรมชาติ บ้านผมอยู่ใน
กรุงเทพฯ แต่เป็นบ้านพักที่รัฐสร้างให้เพราะพ่อเป็นแพทย์ทหารเรือ

แถวบ้านพอมีต้นไม้ ที่ผมชอบเก็บใบไม้ดอกไม้มาสกัด
น้ำสีเล่น

บนต้นไม้ก็มีมดแดงที่ผมจับมาเล่น จนรู้ว่าถ้ามดแดงอยู่
คนละพวกกันมาเจอกันจะกัดกัน

การเล่นกับเด็กแถวๆ บ้านที่มีการแบ่งพรรคพวก ผมก็
คิดวิธีสร้างกับดักโดยเอาถุงน้ำผูกเชือกแขวนต้นไม้ ถ้าปลาย
เชือกหลุด ถุงน้ำก็จะตกลงมา

วิชาวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียนสอนเรื่องกฎของเมนเดล
เรื่องพันธุกรรม ก่อนที่จะได้เรียนเรื่องนี้ ผมก็เคยทดลองเอาเกสร
ดอกไม้ต่างชนิดกันมาผสมกันแล้ว แต่ไม่สำเร็จเพราะไม่มีโอกาส
ติดตามผล

ตอนเด็กผมได้เล่นอะไรพวกนี้หลายอย่าง ผมยังจำต้น
มะพร้าวในที่รกร้าง ที่ผมเคยไปเล่นกับเพื่อนแถวนั้นได้ และตอน
นี้ต้นไม้นั้นก็ยังคงอยู่ ที่รกร้างตรงนั้นมีคนบอกว่าจะทำสนามเด็ก
เล่น แต่ก็ไม่เห็นทำสักที ผมก็ได้แต่รอ ผมตั้งชื่อที่รกร้างตรงนั้นว่า
“แดนมหัศจรรย์”

ถนนทางรถวิ่งแถวนี้จะปูด้วยหิน ที่มักจะมีผลึกแร่ทรง
สี่เหลี่ยมด้านขนานสีขาวหรือสีอื่น ที่พบบ่ออยู่ในกองหิน วันหนึ่ง
ผมพบผลึกแร่รูปทรงคล้ายกัน แต่มันมีลักษณะโปร่งใส “แบบ

มองทะลุได้” (คำพูดนี้้องแนน เพื่อนบ้านผมเป็นคนพูด) เพื่อน
แถวบ้าน ผมหลายคนก็ได้เห็น ผมยังจำรูปทรงของก้อนหินก้อน
นั้นได้ และพบก้อนแร่แบบนี้อีกหลายก้อนในกองหินบ้านผมที่
ใสไม่มีสี มีก้อนแร่แบบนี้อีกหลายรูปแบบที่ผลึกเป็นสีเหลืองบ้าง
สีแดง น้ำตาลบ้าง

ตอนนั้นผมคิดว่ามันอาจจะเป็นเพชรหรือไม่ก็อัญมณี
มันเป็นสิ่งมหัศจรรย์สำหรับผมมาก จนเก็บไปนอนฝันว่าได้พบ
ผลึกพลอยใสสีต่างๆ แต่ผู้ใหญ่บางคนหาว่า “มันเป็นแค่ก้อนหิน
ไปเก็บมาทำไม ไร้สาระ” แต่ผมยังคงเชื่อว่ามันเป็นหินพิเศษ เพราะ
เห็นในความโปร่งใสของมัน ส่วนเด็กคนอื่นก็ไม่ค่อยสนใจ แต่
น้ำทัศน์ เพื่อนของแม่ผม ยังพอเข้าใจ เห็นผมสนใจเรื่องพวกนี้
ก็ซื้อก้อนหินแปลกๆ จากประเทศแคนาดามาให้ผมตั้งหลายก้อน

ต่อมาผมสะสมแร่พวกนี้ได้มากมาย (ปัจจุบันสูญหายไป
หมดแล้ว) หินและแร่พวกนี้ถ้าใส่กรดจะเกิดก๊าซ CO₂ เหมือนกัน
หมด ผมจึงสรุปได้ว่ามันเป็นแร่แคลไซต์ (CaCO₃)

วันหนึ่งผมเล่นกับเพื่อนอยู่ที่บ้านข้างๆ บ้านของผม ผม
มองไปเห็นหินก้อนใหญ่สีน้ำตาล ที่มีผลึกสะท้อนแสงติดอยู่
นิดหน่อย หยิบออกมาดูก็เห็นว่าเป็นแร่ผลึกใสจริงๆ ด้วย ลักษณะ
เหมือนซีกแดงโมที่เปลือกเป็นหินสีน้ำตาลแดง เพื่อนบ้านผม
คือ พี่เดียวกับพี่เกรทเอาก้อนมาทุบจนแตกเป็นหลายชิ้น ข้างใน
มีทั้งผลึกสีม่วง สีเขียว สีใส สีเหลือง มันไม่ได้โปร่งใสทั้งก้อน
เพราะจะเต็มไปด้วยรอยแตกของผลึก ผมตื่นเต้นมากที่ได้เจอ

ก่อนแร้แบบนี้อีกแล้ว แต่พี่เดียวกับพี่เกรทจะเอาก่อนแร้ไปแบ่งกันคนละครึ่ง ให้ผมมาแค่ก่อนเล็ก ๆ แล้วพี่เกรทก็ขนแร้ส่วนหนึ่งไป (พี่เกรทเป็นเพื่อนของพี่เตี๋ยวที่ไม่ได้มีบ้านอยู่แถวนี้) พี่เตี๋ยวจิตดี ยกก่อนแร้ที่เหลือให้ผมหมดเลย ผมตั้งชื่อแร้ว่า PK2 แต่ตอนนี้ก็ยังไม่รู้ว่ามันคือแร้อะไร และคงจะหาคำตอบได้ยาก

การพบแร้แคล์ไซด์ผลึกใส เป็นสิ่งที่จุดประกายการเรียนรู้อของผมในวัยเด็ก และทำให้ผมค้นพบตัวเองว่าอยากเป็นนักเคมีในเวลาต่อมา ผมรู้สึกประหลาดใจในความใสของมันมาก ตอนนี้อยู่แร้ชิ้นนั้นคงถูกแปรสภาพเป็นอย่างอื่นไปแล้ว แต่เมื่อนึกถึงแร้ชิ้นนั้นที่ไร ผมก็รู้สึกมีพลังที่จะเดินต่อไปอีกไกล



ค้นคว้า เรื่อง พลอย

ตอนเด็ก ๆ คุณแม่ชอบพาผมไปเที่ยวท้องฟ้าจำลองกรุงเทพฯ ตรงถนนสุขุมวิท ครั้งหนึ่งไปเจอร้านขายหนังสือ แม่ซื้อหนังสือ *เปิดประตูสู่เคมี* ให้ เป็นหนังสือเล่มบางที่ทำให้ผมรู้เรื่องราวเกี่ยวกับอะตอม โมเลกุล ธาตุและสารต่าง ๆ พอเป็นพื้นฐานวิชาเคมี

แล้วก็ซื้อตัวอย่างหินชนิดต่าง ๆ กล่องละห้าบาท ก้อนหินดูคล้ายผลึกแร้ชิ้นเล็ก ๆ มาต่อกันเป็นก้อน แต่หินแกรนิตจะผลึกใหญ่ หินพัมมิสลอยน้ำได้เพราะมีรูพรุน ส่วนพวกหินแร่แปลก ๆ

ที่ผมพบแถวๆ บ้าน ผมก็เจอและหามาสะสมอีกมากมาย เช่น หินสีเขียวลักษณะคล้ายหยก พบในดินที่นำมาถมบริเวณใกล้ถนนมะพร้าวในที่รกร้าง รวมทั้งแร่ PK2 จากตอนที่แล้วด้วย

เมื่อเรียนอยู่ชั้น ป.5 ที่ร.ร.พระตำหนักสวนกุหลาบ ผมไปอ่านเจอสารานุกรมไทยในห้องสมุด เล่มที่ 20 เรื่องอัญมณีในสารานุกรม มีเรื่องเกี่ยวกับพลอยหลายชนิด โดยเฉพาะพลอยนพรัตน์ทั้ง 9 มีรูปภาพเพชรพลอยสวยงาม ดึงดูดความสนใจผมมาก สงสัยจริงๆ ว่าหินก้อนใสๆ ที่เราเจอมันจะเป็นพลอยชนิดไหนได้บ้าง?

ตอนนั้นผมสนใจเรื่องอัญมณีมาก จนเริ่มสับสนว่า โตขึ้นเราจะเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือจะทำงานเกี่ยวกับอัญมณีกันแน่? ผมก็ไม่รู้หรือกว้างงานเกี่ยวกับอัญมณีแบบไหนที่ถูกต้อง (อาชีพนักวิทยาศาสตร์ก็ยังไม่รู้ว่าเค้าทำงานยังไง แต่ตั้งเป้าหมายไว้) ผมไม่สนใจหรือว่าจะทำให้พลอยเป็นเครื่องประดับได้อย่างไรสนใจลักษณะสีสันทัน และสมบัติทางเคมีมากกว่า

ในหนังสือบอกว่า “การเผาอัญมณี” ทำให้สีของอัญมณีเปลี่ยนไป ก็นึกสงสัยอยู่ในใจว่า การเผาทำให้สีเปลี่ยนได้อย่างไร? โมเลกุลเปลี่ยนแปลงอย่างไร? จนถึงวันนี้ผมยังตอบคำถามนี้ไม่ได้

ปู่ย่าตายายของผม อยู่ในอำเภอแก่ง จังหวัดระยอง อยู่ใกล้จันทบุรี แหล่งพลอยที่สำคัญของไทย จันทบุรีมีพลอยในตระกูล แชฟไฟร์ (Al_2O_3) มาก เช่น ทับทิม ไพลิน บุษราคัม แหล่งพลอยที่ญาติๆ ของผมพอจะพาไปได้คือ เขาพลอยแหวน ในอำเภอท่าใหม่ แต่ผมเคยไปแถวนั้นไม่กี่ครั้ง และยังไม่มีโอกาสได้ซูดพลอยอะไรเลย (ได้ไปเล่นน้ำแต่ที่น้ำตกพลี๊วกับน้ำตกตรอกนอง) เมื่อใกล้เปิดเทอมผมก็กลับมาเรียนต่อในกรุงเทพฯ

บางทีผมก็แลกเปลี่ยนความสนใจกับโกวิท เพื่อนที่สนใจเรื่องเพชรพลอยเหมือนกับผม และผมกับนิติรัฐกับวัลย์พร คิดจะตั้ง “บริษัท พิชิมณี” เพื่อโตขึ้นไปทำงานด้านอัญมณี เป็นบริษัทที่ตั้งขึ้นมาเล่นแบบเด็กๆ ในที่สุดก็ไม่ได้ทำจริง ๆ

ผมเขียนเล่นในสมุดจดตรงใต้ชื่อตัวเองว่า “ศ. ดร. พีรภิตต์ คมสัน นักฟิสิกส์ธรณีวิทยาในอนาคต” เพราะเข้าใจว่า คนที่จะได้ทำงานด้านนี้ก็คือ นักธรณีวิทยา (geologist) ที่จริงผมสนใจเรื่องแร่ธาตุ น่าจะเป็นนักแร่วิทยามากกว่า แต่ตอนนั้นผมไม่รู้ว่ามีโลกนี้มีวิชาที่ชื่อ “mineralogy” หรือเปล่า ผมพบหนังสือเล่มหนึ่งในห้างเดอะมอลล์ท่าพระ ที่ดึงดูดให้ผมสนใจธรณีวิทยา ชื่อ *โลกและหิน* เป็นหนังสือวิชาการที่ทำให้ผมได้เห็น โครงสร้างภายในโลก, ชั้นเปลือกโลก, หินประเภทต่างๆ , การเกิดวัฏธรรูปทรงแปลกๆ ทางธรณีวิทยา เช่น จีโอด (Geode) ที่เป็นหินกลมกลวง แต่ข้างในมีผลึกแร่ซ่อนอยู่เต็ม บางทีแร่ PK2 อาจจะเป็นส่วนหนึ่งของจีโอดก็ได้ ถ้าผมมีโอกาสได้สัมผัสอะไรพวกนี้จริงๆ ก็ดีสิ

ช่วงนั้นผมอยู่ป.6 ต้องเตรียมตัวสอบเข้าเรียนต่อในชั้นมัธยม จึงยังไม่ได้ไปหาพลอยที่จันทบุรี ผมไปเล่นคอมพิวเตอร์ในที่ทำงานของคุณแม่ แล้วเปิดอินเทอร์เน็ต เห็นเว็บไซต์ของภาควิชาธรณีวิทยา ของม.จุฬาฯ ทำให้ผมตั้งเป้าหมายอนาคตไว้ว่า โตขึ้นจะเข้าเรียนในคณะวิทยาศาสตร์อย่างแน่นอน และผมก็ซื้อหนังสือ หินและแร่ จากร้านสมใจ ดิโอล์ดสยาม เป็นหนังสือเล่มเล็กๆ (ผมสนใจเรื่องนี้อยู่แล้ว) ยิ่งทำให้ผมหลงใหลในลักษณะสีสันทึ่หลากหลายของผลึกแร่และสารชนิดต่างๆ แต่คงไม่มีประโยชน์อะไรเพราะผมคงไม่มีโอกาสได้สัมผัส (ทดลอง) กับมันจริงๆ

๑

เริ่ม มี ห้ อ ง ท ด ล อ ง ส ่ว น ต ัว

ผมสอบเข้าเรียนต่อในชั้นม.1 ร.ร.สวนกุหลาบวิทยาลัย ทำให้ผมมีห้องสมุดเป็นแหล่งความรู้แห่งใหม่

ผมเห็นอุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียนแล้วอยากได้มาเล่นมาก ตอนที่เรียนเรื่องการวัด ครูจะให้ใช้เครื่องชั่งมาชั่งดินน้ำมัน ผมก็เอาแร่ PK2 ก้อนหนึ่งไปโรงเรียนเพื่อจะชั่งแล้วหาความหนาแน่นเป็น g/cm^3 แต่ก็ไม่มีโอกาสได้ทำ เครื่องชั่งเป็นอุปกรณ์ที่ผมเคยอยากได้มากเพราะอยากจะใช้หาความหนาแน่นของแร่และจะใช้วัดปริมาณสารในห้องทดลอง

เพื่อนผมคนหนึ่งชื่อสปีเรต ทำหลอดทดลองของโรงเรียนแตก ต้องหาซื้อมาใช้ สปีเรตจะไปซื้อที่ศึกษาภัณฑ์ ผมจึงได้โอกาสซื้ออุปกรณ์ ผ่ากสปีเรตซื้อหลอดทดลองขนาดใหญ่สองหลอด และสาร CuSO_4

ผมเริ่มมีอุปกรณ์ทดลองเล็กๆ น้อยๆ ตั้งไว้ในชั้นวางของในห้องนอน ผมได้อ่านเรื่องปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไอออน (Double Decomposition) จากหนังสือ*เปิดประตูสู่เคมี* ผมก็เริ่มทดลองโดยนำน้ำกรดที่พ่อผมใช้ใส่แบตเตอรี่รถยนต์ (H_2SO_4) มาผสมเกลือ (NaCl) ผมนึกในใจว่าคงเกิด HCl ขึ้นในสารละลายแน่ๆ แล้วจึงใส่ CuSO_4 ลงไป ปรากฏว่าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้ม พอทิ้งสารละลายให้แห้งก็เกิดผลึกสีเขียว ผมจึงสรุปเอาเองว่าในสารละลายนั้นเกิด CuCl_2 ขึ้น และ CuCl_2 เป็นสารสีเขียว ต่อมาเมื่อผมไปค้นข้อมูลจากหนังสือในห้องสมุดที่โรงเรียน ก็พบว่า CuCl_2 เป็นสารที่มีสีเขียวจริงๆ ด้วย¹ (โอ้! เราหาความรู้จากการทดลองเองก็ได้)

ผมเฝ้ามองช่องเล็กๆ ของห้องเก็บสารเคมีตรงบันไดที่โรงเรียน อยากได้สารอีกหลายชนิด โชคดีที่ผมได้เจอร้านขายอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ใกล้บ้านคือ “สหพันธ์อุปกรณ์การศึกษาถนนตากสิน” ผมจึงพาคุณแม่ไปที่นั่นแล้วซื้อ เทอร์โมมิเตอร์

¹ CuCl_2 เป็นสารสีน้ำตาลปกติจะมีโมเลกุลของน้ำเข้าไปปนอยู่ในผลึก ทำให้เป็นสีเขียว และถ้าละลายน้ำให้เจือจางจะเป็นสารละลายสีฟ้า ซึ่งจริงๆ แล้วมันไม่ได้เกิดปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไอออน เพราะไอออนบวกและลบจะลอยอยู่ในน้ำ ไม่ได้เกาะกันเป็นโมเลกุล

(เพราะอยากได้มาวัดอุณหภูมิตั้งนานแล้ว) เข้มทิศอันเล็กๆ กับ กล้องจุลทรรศน์ ราคา 1,600 บาท (นึกว่าจะเอามาส่องดูหิน และแร่ได้เหมือนในหนังสือ แต่พอซื้อมาจริงๆ ใช้อะไรไม่ค่อยได้ เลย) ต่อมาผมก็ซื้อหลอดทดลองอันเล็ก พวกแผ่นโลหะกับกรด ไฮโดรคลอริก (เขาไม่ยอมขายกรดให้เพราะเห็นว่าเป็นเด็ก กรดที่ผมซื้อได้เป็นชนิดเจือจาง 10%)

ผมเอามาทดลองบนชั้นวางของในห้องนอน กรดทำปฏิกิริยากับแผ่นโลหะ เกิดก๊าซไฮโดรเจน (H_2) แล้วอยู่ๆ แม่ผมก็บอกให้เอาอุปกรณ์พวกนี้ไปทิ้งให้หมด เพราะกลัวผมทดลองแล้วจะเกิดก๊าซที่ขังอยู่ในห้อง “ดูซิเนี่ย แจกันสีเขียวที่ตั้งไว้มันกลายเป็นสีม่วงซีดเลย” ผมก็ไม่รู้ว่าแจกันที่ตั้งไว้ข้างๆ สีมันซีดได้อย่างไร (สงสัยมันจะดูด H_2 เข้าไปแล้วเปลี่ยนสี) ผมจึงตั้งอุปกรณ์ทดลองไว้ที่ชั้นวางของเล็กๆ บริเวณข้างบ้าน ผมฝากเพื่อนที่ชื่อพงศ์ธร ซื้ออุปกรณ์จากสหกรณ์ฯ หลายอย่างเช่น Na_2CO_3 , NaF , $KMnO_4$, alcohol burner เพราะบ้านพงศ์ธรอยู่แถวนั้น หลังจากนั้นผมก็เดินทางไปซื้ออุปกรณ์จากทั้งศึกษาภัณฑ์และสหกรณ์ฯ หลายครั้ง

ผมเคยรู้สึกตื่นเต้น อยากซื้อสารเคมีบางตัวมาศึกษามากจนนอนไม่หลับ เพราะได้อ่านข้อมูลสารบางตัวจาก *พจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์* แล้วสงสัยและอยากเรียนรู้มากเลยว่า ธาตุต่างๆ เกิดสารประกอบที่มีลักษณะต่างๆ ได้อย่างไร โมเลกุลมีลักษณะเป็นอย่างไรถึงได้สารลักษณะเช่นนั้น? แต่สารที่มีขายอยู่จริงมัก

ไม่อาจสนองความต้องการของผมได้

เมื่อซื้อสารตัวใหม่มาผมก็จะเอามาทดสอบกับสารที่มีอยู่ว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้สารใหม่ที่มีลักษณะอย่างไร เวลาซื้อสารผมจะเลือกซื้อตัวที่เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังสนใจ หรือสารอะไรที่คิดว่าจะเอามาศึกษาสมบัติอะไรใหม่ๆ ของมันได้

อินดิเคเตอร์กรด-เบส ที่ใช้ บางทีก็จะสกัดมาจากดอกอัญชัน ที่สกัดสีได้อย่างง่ายดายโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ตอนนี้ที่บ้านผมมีต้นอัญชันออกดอกเต็มไปหมด เพราะเคยเก็บเมล็ดจากบ้านข้างๆ มาปลูก แล้วเอามาเล่นมายากลน้ำเปลี่ยนสีให้เด็กแถวบ้านดู

แรงจูงใจที่ทำให้ผมพยายามสังเคราะห์สารบางตัว เพราะได้อ่านหนังสือพจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์ แล้วเห็นสมบัติของสารหลายชนิดที่ทำให้ผมอยากได้สารบางตัวมาทดลองมาก เช่นพยายามหาซื้อสารไอออนิกที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ เพราะอยากจะได้เห็นเวลาสารไอออนิกถูกหลอมเหลว หรือแร่บางชนิดที่ผมอยากได้ ผมจะพยายามสร้างสารประกอบของแร่ตัวนั้นขึ้นมาเอง (ถ้าทำได้) นี่ทำให้ผมอยากได้สารพวกฟลูออไรด์และซิลิเกต แต่เมื่อได้ทดลองเคมี ดูเหมือนว่าผมจะสนใจสารเคมีในห้องทดลองมากจนลืมเรื่องแร่และธรณีวิทยาไปแล้ว

ถ้าอยากรู้ว่าผมทดลองเรื่องอะไรบ้าง ก็ติดต่อผมได้
นะครับ สมุดบันทึกการทดลองผมก็มี

C

ก้าวสู่โลกกว้าง

ผมเคยคิดว่าตัวเองเป็นเด็กที่ ‘หวังอะไรไม่เคยสมหวัง’ เหตุส่วนหนึ่งมาจาก เคยอยากรู้ว่าจะมีอาชีพเป็นนักวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาในสิ่งที่ชอบได้อย่างไร แต่หาคำตอบไม่ได้ และยุ่งกับการเกิดเป็นมนุษย์ เป็นเด็กที่มีปัญหาในการพูด และหลายปัญหาที่ผมรู้สึกว่าตัวเองเป็นเด็กที่โชคร้ายที่ไม่เหมือนคนอื่นและไม่มีใครเข้าใจเลย

ความหวังที่ผมเคยอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์จากตอนเด็กๆ ที่เคยเลื่อนราง ก็มีโอกาสเป็นจริงแล้ว เป็นความรู้สึของผมในช่วงนั้นหลังจากที่มีอุปกรณ์ทดลองเคมี ผมคิดว่าถ้าโตขึ้นจะได้ทำงานในห้องทดลองแบบนี้จริง คงเป็นงานที่ผมมีความสุขมาก แต่มันเป็นเพียงความเพ้อฝัน

ผมมีเวลาทดลองเคมีเพียงเล็กน้อย เพราะต้องเรียนหนังสือ จึงวางแผนไว้ว่าช่วงปิดเทอม ตุลาคม 2542 นี้ จะใช้เวลาว่างในการทดลองเคมีให้เต็มที่ แต่เหตุการณ์ไม่คาดฝันก็เกิดขึ้น เมื่อวันสอบก่อนปิดเทอม ผมป่วยกะทันหัน ไปสอบไม่ได้ จึงต้องไปแจ้งเรื่องขอสอบ และในวันที่ไปแจ้งเรื่องขอสอบใหม่ ผมเห็นต้นไม้ต้นหนึ่ง มีดอกเล็กๆ สีชมพู อยู่ที่สระว่ายน้ำของโรงเรียน ดอกของมันดูเหมือนรูปหัวใจดวงเล็กๆ อย่างไม่น่าเชื่อ และในวันนั้น

ผมได้ไปที่ที่ทำงานของคุณแม่ และเหมือนโชคชะตาตกลงใจ ผมได้พบกับเพื่อนผู้หญิงที่น่ารักคนหนึ่ง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นช่วงนี้ทำให้ผมไม่ค่อยได้สนใจเรื่องเคมีเลย เพราะมันวุ่นแต่สนใจเรื่องอื่นที่น่าสนใจกว่า เช่น ไปเที่ยวเล่นกับเพื่อนแถวปิ่นเกล้า แต่เมื่อเหตุการณ์ช่วงนี้ผ่านไปดูเหมือนผมจะสนใจแต่เคมี

คุณแม่พาไปศูนย์หนังสือจุฬาฯ ผมซื้อหนังสือ *เคมีทั่วไป เล่ม 2* ของภาควิชาเคมี จุฬาฯ ที่ชื่อเล่มนี้เพราะมีเรื่องปฏิกิริยาของธาตุต่างๆ ที่ผมกำลังสนใจ ผมก็เอาความรู้ที่ได้จากหนังสือเล่มนี้มาประกอบการทดลอง แต่ยังไม่ค่อยเข้าใจอะไรหรอกครับ ยังอ่านแบบเด็กๆ คือจะอ่านรู้เรื่องเฉพาะส่วนที่สนใจ โดยเฉพาะการสังเคราะห์สารบางตัวที่ผมอยากได้ (อยากรู้ว่ามันจะออกมาเป็นอย่างไร)

ผมเริ่มเล่นอินเทอร์เน็ตบ่อยขึ้น ด้วยคอมพิวเตอร์ที่บ้านเริ่ม มี e-mail อันแรก ขอจากไทยเมล เริ่มเล่นเว็บบอร์ดของโรงเรียน ที่เรียกกันว่า Suanboard ไปเจอกระทู้ทดสอบปัญหาเคมี ChemQuiz ผมก็ตั้งกระทู้ถามคำถามเคมีบ้าง เอาเรื่องที่สงสัยจากการทดลอง และจากหนังสือไปถาม พวกพี่ๆ มักจะตอบคำถามที่มาจากห้องทดลองของผมไม่ได้ ด้วยความหึงประจบกับความขงใจในบางเรื่อง ผมคิดว่าตัวเองเก่งมากที่อยู่แค่ ม.1 แต่ศึกษาเรื่องระดับมหาวิทยาลัยได้ ก็เที่ยวວວດความเก่งไปทั่ว ผมใช้ชื่อว่า 2-Hydroxybenzoic acid เป็นชื่อทางเคมีของ salicylic acid ที่เฉพาะตัวดี

ครั้งแรกที่ผมได้รู้จักคนในวงการวิทยาศาสตร์ ก็เมื่อมีพี่ม.5 คนหนึ่งเล่นเว็บบอร์ดของโรงเรียน แล้วเห็นผมแสดงออกว่าอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ ก็ส่ง e-mail มารู้จักและให้กำลังใจผม พี่คนนี้ชื่อ Mock แต่ผมยังไม่ค่อยได้ถามอะไรพี่ม็อคในสิ่งที่ผมสงสัยอยู่ในใจ บทความในโฮมเพจของพี่ม็อคทำให้ผมอยากสอบเคมีโอลิมปิก ของ สสวท. เพราะเข้าใจว่าถ้าได้เข้าค่ายเคมีโอลิมปิกจะได้เจอเพื่อน ๆ ที่สนใจอยากเป็นนักเคมีเหมือนผม และได้เรียนเคมีในแบบที่ชอบ

อินเทอร์เน็ตเป็นแหล่งความรู้ที่ทำให้ผมได้พบโลกกว้าง และได้รู้จักรุ่นพี่ที่โรงเรียนและใครอีกหลายคน เวลาว่างในช่วงปิดเทอมเริ่มหายไป เพราะผมเอาไปใช้ทำสิ่งต่างๆ ทั้งเล่นอินเทอร์เน็ต และทดลองเคมี บางครั้งผมอ่านหนังสือเพลินไปจนถึงตีหนึ่งครั้ง ก็ยังไม่นอน ถ้าจะให้ตื่นมาอ่านตอนเช้าผมก็ตื่นไม่ไหว

ช่วงใกล้เปิดเทอมผมมักจะนั่งรถเมล์เล่น ไปสถานที่ต่างๆ ในกรุงเทพฯ และสำรวจเส้นทางรถเมล์สายต่างๆ เพื่อจะใช้ในการเดินทาง รวมทั้งรถไฟฟ้า BTS ที่เพิ่งเปิดใหม่ด้วย เมื่อผมไปไหนมาไหนได้เองในระยะไกล ก็ไปซื้อของตามที่ต้องการ

ผมมีแหล่งความรู้เพิ่มขึ้นอีกแล้ว การโตเป็นผู้ใหญ่ทำให้มีอิสระมากขึ้นจริงๆ



ศึ ก ษ า แ บ บ วิ ช า ก า ร

ชั้น ม.2 ผมเรียนอยู่ในห้องของเด็กเกรดสูงที่เรียก “ห้องคิง” ในห้องนี้ผมไม่ค่อยมีเพื่อน ไม่มีความสุขกับการเรียนที่โรงเรียน บางคนเห็นผมอ่านเคมีก็มองว่าผมเป็นคู่แข่งที่น่ากลัว เจอหน้ากันก็ชอบมาลองภูมิ ซึ่งผมอยากจะโต้ตอบไปว่า **ผมศึกษาเคมีเพราะชอบ ไม่ใช่เพราะอยากสอบเคมีโอลิมปิกซะหน่อย**

ผมจึงทุ่มเทให้การอ่านหนังสือในห้องสมุดมาก หนังสือในโซนเคมีผมสำรวจหมดทุกเล่ม แต่หนังสือดี ๆ มีน้อยเพราะส่วนใหญ่เป็นพวกตามหลักสูตรกับติวสอบเข้ามหาวิทยาลัยหลายครั้งที่ต้องผิดหวัง เมื่อไม่พบหนังสือเล่มไหนกล่าวถึงสารประกอบแปลก ๆ ที่ผมจินตนาการถึง บางครั้งผมยืมหนังสือไปอ่านในเวลาเรียนในห้องเรียน ส่วนหนังสือในโซนอื่นผมก็อ่านเพื่อการพัฒนาชีวิต (อยากบอกคนที่ไม่ชอบอ่านหนังสือว่า ลองเข้าห้องสมุดเถอะ อาจมีเรื่องที่คุณสนใจอยู่ก็ได้)

ผมเข้าไปเรียนเคมีที่ห้องกุหลาบเพชร (ห้องหนึ่งในโรงเรียน ที่ดูแลนักเรียนด้านวิชาการเป็นพิเศษ) ผมได้เรียนรู้อะไรมากมาย โดยเฉพาะเคมีอินทรีย์ และวิธีคิดอย่างมีเหตุผล เช่น F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 เป็นธาตุหมู่เดียวกัน พี่โรจน์ฤทธิ์ให้ผมอธิบายว่าทำไมถึงมีสีเข้มขึ้น และจุดเดือดสูงขึ้นตามลำดับ เรื่องที่ผมสงสัยหลายอย่าง ก็ได้พี่โรจน์ฤทธิ์เป็นคนช่วยตอบคำถาม

ผมพบพีโรจน์ฤทธิ์ครั้งแรกโดยนัดไปหาที่ ม.จุฬาฯ วันนั้น พี่เขาพาผมชมห้องทดลอง ผมเพิ่งได้เห็นห้องทดลองในมหาวิทยาลัยเป็นครั้งแรก มีสารโครงสร้างแปลกๆ ที่ผมอยากได้มากมาย เห็นแล้วรู้สึกได้ถึงความเปล็ดเปล็นที่นักเคมีได้ทำงานกับสิ่งเหล่านี้ พี่เขาบอกว่า ไม่มีเวลาทดลองศึกษาอะไรตามใจเล่นๆ เหมือนผม เพราะต้องทำงานวิทยานิพนธ์ให้เสร็จ

เคมีอินทรีย์ (Organic chemistry) มีการเขียนโครงสร้างโมเลกุลแบบหนึ่งที่เรียกว่า Line-Angle formula ตอนแรกผมเห็นแล้วกึ่งง แต่เมื่อเขียนโครงสร้างแบบเส้นเป็นแล้ว ผมก็ศึกษาเรื่องเคมีอินทรีย์และชีวเคมี ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว เพราะเคยสงสัยว่า สารอะไรที่ทำให้พืชมีสีต่างๆ? สารเคมีจะซึมเข้าผิวหนังได้รึเปล่า? เคมีอินทรีย์เป็นเรื่องที่น่าเปล็ดเปล็นใจไปอีกแบบ เพราะคาร์บอน สามารถเชื่อมกันเป็นสายยาวๆ และรูปร่างต่างๆ ได้ และเชื่อมกับธาตุอื่นได้อีกหลายชนิด ทำให้เกิดสารที่มีสมบัติหลากหลายมาก

แต่เรื่องที่ได้ศึกษามักจะเกี่ยวกับหลักสูตรเคมี ม.ปลายมากกว่า เพราะผมจะต้องเอาไปใช้สอบเคมีโอลิมปิก และเตรียมไว้สำหรับการเรียนชั้น ม.ปลาย ผมให้ความสำคัญกับการสอบเคมีโอลิมปิกมาก จนเป็นข่าวดังที่ครูในหมวดวิทย์ที่โรงเรียนเอาไปพูดกันใหญ่ ว่ามีเด็ก ม.2 สมัครสอบเคมีโอลิมปิก (เขาไม่รู้หรือว่า ผู้ถูกนิทากำลังยืนฟังอยู่ด้วย) แต่สอบไม่ติดหรอกครับ และผมก็เกลียดการทำข้อสอบแบบนี้

หนึ่งสัปดาห์หลังจากสอบเคมีโอลิมปิกแห่งประเทศไทย วันที่ 8-9 กรกฎาคม ผมเข้าคอร์สอบรมเกี่ยวกับ “พลังจิตประยุกต์” ผมได้รู้ว่า ความหวังของมนุษย์ ความคิดเชิงบวก และจิตใต้สำนึก เป็นสิ่งที่มีพลังมากแค่ไหน และได้ถ่ายภาพรังสีออร่าของตัวผมไว้ด้วย² (เคยอ่านจากหนังสือ “พลังจิตและพลังลึกลับ” การถ่ายภาพออร่า เรียกว่า Kirlian Photography ผมพยายามหาข้อมูลหลักการทำงานของเครื่องมือนี้อยู่) พลังจิตและวิญญาณมีจริงครับ ผมมั่นใจว่ามนุษย์เราไม่ได้เป็นแค่กลไกของสสารเท่านั้น ผมเคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องพวกนี้ด้วยตัวเอง เช่น เคยเล่นส่งกระแสจิตกับเพื่อนตอนอยู่ป.5 ตามวิธีจากหนังสือของ หลวงวิจิตรวาทการ มันเป็นความลึกลับหนึ่งที่จุดประกายให้นักวิทยาศาสตร์เช่นผมศึกษา

จากนั้นไม่นาน ผมก็เริ่มทำโฮมเพจส่วนตัวทางอินเทอร์เน็ต เมื่อเลิกเรียนตอนเย็นผมจะกลับมาทำเว็บเพจที่บ้าน ด้วยการเขียน HTML code ในโปรแกรม Notepad โดยเรียนรู้จากการดู source code ของเว็บไซต์ต่างๆ ผมเขียน code เตรียมเครื่องมือหลายอย่าง แต่ก็ไม่มีเนื้อหาสาระอะไรเลย สิ่งที่ผมได้จากการทำเว็บเพจคงจะเป็นการฝึกความคิดในการเรียบเรียงภาษาคอมพิวเตอร์มากกว่า แต่ที่ทำไปก็เพราะต้องการเผยแพร่แนวคิดบางอย่างนอกจากความรู้วิทยาศาสตร์ เช่น “ต่อต้านกฎระเบียบ

2 สถาบันเพื่อการพัฒนาจิตและกาย, 300/98 ซ.ลาดพร้าว 20 จตุจักร กรุงเทพฯ 10900, โทร. 02-2938-5151-2.

ทรงผมนักเรียน”³ และ “โรงเรียนวิทยาศาสตร์ในฝันของผม” บทความพวกนี้ผมยังเขียนไม่เสร็จสักอัน และมักทำไปเพื่อระบายความคับแค้นใจของเด็กโรคจิตคนหนึ่งมากกว่า ผมเขียนอวดตัวเองไว้ในเว็บเพจว่า “..จากการทดลอง...ได้พบทฤษฎีมากมายที่นักเคมีเคยค้นพบกันมาแล้ว” และ “มองเห็นปัญหาที่คนอื่นมองไม่เห็น”

และการทำเว็บเพจซึ่งตั้งอยู่ที่ <http://se-ed.net/peerakitk> ก็กลายเป็นงานอีกอย่างหนึ่งในชีวิตของผม งานพวกนี้มีเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ผมเพิ่งรู้ว่าการทำในสิ่งที่ชอบก็ทำให้เราเหนื่อยได้เหมือนกัน

ช่วงนี้ผมซื้ออุปกรณ์เคมี และซื้อหนังสือจากศูนย์หนังสือจุฬาฯ หลายครั้ง เพราะเรียนพิเศษแถวสยามในเช้าวันอาทิตย์ ตอนเลิกเรียนมีเวลาไปเที่ยวหลายที่ ผมมีเงินมาซื้ออย่างเหลือเฟือ เพราะแม่ให้เงินเดือนละ 3,000 บาท (ตอน ม.1 ให้เดือนละ 1,000 บาท) ผมเริ่มอ่านประวัตินักวิทยาศาสตร์บางคนในอดีต พร้อมกับรู้สึกน้อยใจว่าถ้าเราโตขึ้นจะทำอะไรได้แค่ไหน ผมมีเพียงความปรารถนาที่จะเรียนรู้ในเรื่องหลายๆ เรื่องที่ไม่รู้จะหาข้อมูลได้จากที่ไหน

การค้นคว้าอย่างหนัก จากแหล่งความรู้ที่หายากมาก ทำให้ผมได้รู้อะไรเกี่ยวกับวงการวิทยาศาสตร์มากขึ้น ได้อ่าน

3 ได้แนวคิดจาก **Student Net Thailand**, <http://jove.prohosting.com/~stunth>, กลุ่มกิจกรรมอิสระของเด็กไทยหัวก้าวหน้าในด้านการศึกษา.

แนวคิดทางควอนตัมฟิสิกส์ที่ลึกลับและน่าสนใจครั้งแรกจากหนังสือ *ธรรมวิทยาศาสตร์* จากมุมมองในห้องสมุดที่โรงเรียน

ช่วงที่ผ่านมา ผมกลายเป็นคนที่วันๆ คิดแต่วิทยาศาสตร์และโครงการต่างๆ ที่วางแผนไว้ มีงานให้ทำมากจนไม่มีเวลาพักผ่อน ตั้งแต่งานจัดและทำความสะอาดบ้าน จนถึงการทำเว็บไซต์ รวมถึงความคิดที่จะตั้ง “สมาคมนักวิทย์น้อย” เพื่อให้เด็กที่อยากเป็นนักวิทย์ได้มาพูดคุย ช่วยเหลือกัน แต่ล้มเหลว เพราะไม่พบใครที่อยากเป็นนักวิทย์เหมือนผมเลย หลายครั้งที่ไม่ได้ทำการบ้านเพราะทำแต่ศึกษาและทดลองเคมี หรืออ่านหนังสือเรื่องอื่น (การเรียนที่โรงเรียนไม่ค่อยมีประโยชน์เลย เราสะสมประสบการณ์ชีวิตให้มากกว่า เบื่อมากที่ต้องทนเรียนและท่องจำเรื่องไร้สาระไปอีกหลายปี เพียงเพื่อทำคะแนนให้ได้เกรดสูงๆ)

มันเป็นช่วงเวลาที่ผมกำลังแสวงหาอะไรหลายอย่าง ความเจ็บปวดหนึ่งที่ผมได้รับคือ มี “ผู้หวังดี” ส่งข้อความมาทางโฮมเพจของผมว่า “ขอเตือนว่าอย่าหวังให้มากนัก ถ้าผิดหวังแล้วมันจะเจ็บหนัก”

ผมลองเขียนจดหมายถึง สมาคมพัฒนาเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เผื่อว่าจะมีใครรู้จักเด็กที่สนใจอะไรเหมือนผม แต่ก็ไม่ได้รับการตอบกลับ ผมยิ่งรู้สึกมีปมด้อย ไม่มีใครเข้าใจเลยว่าผมกำลังพยายามแสวงหาอะไร (คงมีแต่คนรังเกียจว่าผมเป็นพวกเด็กมีปมด้อย)

ผมเฝ้าค้นหาบางสิ่งบางอย่างทางอินเทอร์เน็ตและห้องสมุด มีความขัดแย้งในใจเกิดขึ้นมากที่ผมขบข้องใจมาตั้งแต่เด็ก เช่น ในโลกนี้มีใครคิดหรือรู้สึกอะไรเหมือนผมบ้างรีเปล่า? ผมจะได้เจอเพื่อนที่อยากเป็นนักวิทยาศาสตร์เหมือนผมมั๊ย? ผมจะเป็นนักเคมีอย่างที่ว่าไว้ได้อย่างไร? (เนื่องจาก คนรอบข้างผมไม่มีใครรู้จักอาชีพหรือวงการวิทยาศาสตร์เลย แม้ในโรงเรียนก็ไม่มี ด้วยเหตุนี้ผมจึงต้องแสวงหา) แล้วมนุษย์เรามีชีวิตอยู่ไปเพื่ออะไร?

ความสับสนที่เกิดขึ้นก่อนที่ผมจะมีอายุครบ 14 ปี เหล่านี้ทำให้ผมโตเป็นผู้ใหญ่อย่างรวดเร็ว ด้วยอัตราความเร็วสูง

เป็นอย่างไรบ้างครับ เรื่องราวเศษเสี้ยวเล็กๆ จากชีวิตจริงของผม ตั้งแต่เด็กจนอายุ 13 ปี ผมเขียนไปพร้อมกับบันทึกทบทวนบรรยากาศเก่าๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิต เมื่อเวลาผ่านไปเราก็จะพบบรรยากาศที่แตกต่างและไม่คุ้นเคย

ผมผ่านความรู้สึกต่างๆ มาแล้วมากมาย ไม่ว่าจะเป็นหวังที่จะได้เรียนรู้และทำสิ่งต่างๆ เพื่อฝัน โดดเดี่ยว รอคอย เหวงเสรำ คับแค้นใจ อยากฆ่าตัวตาย เป็นคนเก่งที่สุด เป็นคนแย่มากที่สุด แปลกใจ และ สุขสมหวัง

เมื่อปีที่แล้วผมยังเป็นเด็กที่มีแต่ความฝันลมๆ แล้งๆ อยู่เลย ตอนนั้นผมกำลังบ้ากับการค้นหาคำตอบว่าทำอย่างไรจึงจะได้เป็นนักวิทยาศาสตร์ เช่น สงสัยว่านักวิจัยจะเสนอผลงานให้โลกรู้

ได้อย่างไร (ผมเป็นเด็กที่พูดอะไรมักไม่มีใครฟัง จึงกังวลว่าในอนาคต ถ้าผมมีผลงานแล้วจะเสนอให้คนอื่นยอมรับได้อย่างไร) การหาคำตอบในเรื่องนี้เป็นไปได้ เมื่อผมได้รู้จักนักวิทยาศาสตร์ไทยหลายคน (ผมเที่ยวส่ง e-mail ไปทำความรู้จักใครต่อใคร) และหาข้อมูลจากเว็บไซต์ที่เป็นภาษาอังกฤษด้วยความยากลำบาก

การได้เห็นผลงานของผู้ได้รับรางวัลโนเบลและความรู้บางอย่างที่น่าพิลึกพิลั่น ทำให้ความรู้สึกสิ้นหวังเปลี่ยนเป็นแรงบันดาลใจ

ผมไม่จำเป็นต้องดิ้นรนแสวงหาโอกาสที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์แล้ว เพราะตอนนี้ผมรู้โอกาส และพอจะเข้าใจวิธีการของวงการวิทยาศาสตร์แล้ว รู้สึกเหมือนว่า ช่วงที่ผมอายุ 14 ปี ทุกสิ่งในชีวิตก็ค่อยๆ ดีขึ้น

ผมใกล้จะอายุครบ 15 ปี มองเห็นโลกกว้างออกไป และมองได้ลึกลงไป อยากจะสลัดความเป็นตัวเองทิ้ง แล้วเปลี่ยนเป็นคนใหม่ ไม่อยากยึดติดคุณภาพตัวเองแบบเก่าๆ ที่เป็นเด็กเรียบร้อย ไม่ค่อยพูด และสนใจแต่งงานด้านวิทยาศาสตร์ แม้ว่าจะมีไม่กี่คนที่มองเห็นและชื่นชมภาพนี้

แต่ผมยังตอบไม่ได้ว่าจุดมุ่งหมายของชีวิตคืออะไร

จากแร่แคลไซต์ วันนี้ผมยังสงสัยเกี่ยวกับ CaCO_3 ว่าทำไมไข่มุกสะท้อนแสงแวววาว และเปลือกหอยบางชนิดมีสีเหมือนโลหะ (ทั้งสองเป็น CaCO_3 ที่ถูกสร้างสรรค์โดยสิ่งมีชีวิต) และอีก

หลายคำถามที่ยังสงสัยอยู่ลึกๆ สักวันหนึ่งถ้าผมเรียนจบและได้เข้าไปในวงการวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ คงจะได้เข้าใจในสิ่งที่อยากรู้อย่างแจ่มแจ้ง

สุพีเรศ เพื่อนผมเคยพูดว่า “เป็นนักวิทยาศาสตร์ก็ไม่มีประโยชน์หรอก อะไรๆ เขาก็ค้นพบกันไปหมดแล้ว” แต่ผมว่าไม่จริงหรอก มีเรื่องราวและความลึกซึ้งอีกมากมาย ที่วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยังหาคำตอบไม่ได้

คืนหนึ่งที่ผมนอนหลับไป หลังจากสับสนว่าอนาคตเราจะ เป็นนักวิจัยในสาขาไหน (กันแน่ระหว่างฟิสิกส์กับเคมี) ผมฝันว่าเห็นอุปกรณ์เคมี ขวดรูปทรงกลมใส่น้ำสาร ที่ผมเคยอยากได้เล่น (ทำงาน) กับมันมาก

ถ้าถามว่าหาวิทยาศาสตร์สาขาที่ถูกใจเจอหรือยัง? ใจผมบอกว่า ผมมาถูกทางแล้ว ผมชอบสารประกอบต่างๆ ทางเคมี และสีสันทึบสวยงาม (เป็นสีที่เกิดจากจินตนาการ ไม่ใช่สีที่จริงของโมเลกุล) แม้ผมยังมองไม่เห็นหนทางที่จะสร้างทฤษฎีหรือความเข้าใจใหม่ๆ เหมือนที่ใฝ่ฝันไว้ แต่ผมจะเลือกในสิ่งที่ผมชอบ เพราะศิลปินมักทำงานที่ตนชอบได้ดี

ความคิดฝันของเด็กอายุ 14 คนหนึ่งจะมีค่าแค่ไหนกัน ผมเชื่อว่าการเรียนรู้อะไรแบบเด็กๆ ด้วยความใฝ่ฝัน ความต้องการแบบเด็กๆ เป็นสิ่งพิเศษที่ทำให้เกิดแรงบันดาลใจ โดยเฉพาะในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

ผมเคยมีความใฝ่ฝันหลายอย่างที่จำไม่ได้แล้วว่าคิดไว้ตั้งแต่เมื่อไร เช่น อยากให้คนทั้งโลกเข้าใจกัน (เพราะในวัยเด็กไม่มีใครเข้าใจผมและผมก็ไม่เข้าใจคนอื่นเหมือนกัน) ผมรู้แล้วว่าความใฝ่ฝันเหล่านั้นที่ดูเหมือนไร้สาระ เป็นสิ่งที่มีค่า

ชีวิตมนุษย์จะมีความหมายอะไร ถ้าไม่รู้จักรักทำความฝันให้เป็นความจริง?

ผมจะได้เริ่มทำงานวิจัยเคมีอย่างจริงจังแล้ว จะสังเคราะห์พอลิเมอร์มหัศจรรย์ตัวใหม่ ที่เชื่อมต่อสมบัติของ conductive polymers และ crown ether เข้าด้วยกัน (ผมแค่อยากเรียนรู้สมบัติของสารทั้งสองประเภทนี้อย่างใกล้ชิด) ผมจึงออกแบบโครงสร้างของพอลิเมอร์ที่คิดจะสังเคราะห์ให้ **อาจารย์บัญชา พูลโกศา** ช่วยคิด อาจารย์บัญชาบอกว่า “โอเคดี แต่ทำยาก” (ผมยังดีใจที่มันพอจะทำได้) วางแผนไว้เมื่อปลายปี 2544 และตกลงไว้ว่าจะวิจัยเรื่องนี้เมื่อผมเข้าร่วม โครงการ JSTP ของ สวทช.

ที่ผมยอมทำโครงการยากๆ แบบนี้ ไม่ใช่เพราะต้องการให้คนอื่นมองว่าผมเป็นเด็กเก่ง เด็กอัจฉริยะ แต่ผมเคยได้ยินที่เขาว่ากันว่า วิทยาศาสตร์สาขาเคมี อะไรๆ ก็ถูกค้นพบไปหมดแล้ว ผมจึงอยากจะทำให้เข้าใจธรรมชาติของโมเลกุลให้มากกว่าที่ผมรู้ และเชื่อว่าวิชาเคมีอาจมีเรื่องหลงเหลืออยู่ให้ผมค้นพบก็ได้ เช่น พอลิเมอร์ตัวนี้อาจอ่อนไหวในการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางแสง สามารถเปลี่ยนสีได้ตามใจนึกคิด ด้วยกระแสพลังจิต

ผมยังคงเครียดและสับสนบ่อยครั้ง เพราะมีความมุ่งมั่นหลายอย่างในเวลาเดียวกัน แต่ปัญหาในวัยเด็กส่วนใหญ่หมดไปแล้ว ผมจะบำบัดปมด้อยและแก้ปัญหาทั้งหลายด้วยปัญญา และตั้งความหวังด้วยความฝัน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ตามที่ใจอยากจะทำ เรื่องราวยาวเจ็ดหน้ากระดาษ A4 ที่คุณได้อ่าน ผมก็ได้เรียนรู้การเขียนที่แสนยุ่งยาก และฝึกฝนความพยายามในการทำงานด้วย

น่าแปลกที่เดี๋ยวนี้ ผลึกแร่แคลไซต์ชนิดใสบริสุทธิ์ที่ผมเคยเก็บไว้ สูญหายไปหมดสิ้น และผมก็ไม่เคยพบมันเพิ่มอีกเลย เหมือนกับว่ามันถูกเปลี่ยนเป็นพลังแรงบันดาลใจของผมไปหมดแล้ว •



วิทยาศาสตร์คืออะไร



“วิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้โดยการสร้างสรรค์ของคน
ที่เต็มเปี่ยมด้วยความใฝ่ปรารถนาต่อสัจธรรม และปัญหาที่เข้าใจ
ความจริง บุคคลที่เราเป็นหนี้ผลสำเร็จในทางสร้างสรรค์ที่ยิ่งใหญ่
ทางวิทยาศาสตร์ทุกคนล้วนเต็มเปี่ยมไปด้วยความเชื่อมั่นทาง
ศาสนาอย่างแท้จริงว่า สากลจักรวาลของเรานี้ เป็นสิ่งที่มีความ
สมบูรณ์และสามารถรับรู้ได้ด้วยการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผล”

อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์

ก่อนที่จะก้าวเข้าสู่โลกของวิทยาศาสตร์ ลองมาดูความ
หมายของคำว่า “วิทยาศาสตร์” ก่อนนะครับ ถ้ามีคนถามผมว่า
“วิทยาศาสตร์” แปลว่าอะไร ผมจะตอบทันทีว่า “การค้นหาคความ
จริงของธรรมชาติ” เป็นความหมายสั้นๆ ที่สอดคล้องกับคำกล่าว
ของไอน์สไตน์ข้างต้น แต่สำหรับบางคนอาจให้ความหมายของ
คำนี้ต่างกันออกไปตามความเชื่อส่วนบุคคล หนังสือหลายเล่มที่
ผมได้อ่านสรุปความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้คล้ายกันดังนี้

วิทยาศาสตร์ คือ “ความรู้” หรือ “ความจริง” เกี่ยวกับทุก
สิ่งทุกอย่างในธรรมชาติ ที่มนุษย์จัดไว้อย่างเป็นระบบ และ
ยอมรับกันว่าเป็นความรู้ที่เชื่อถือได้ เพราะมีการพิสูจน์หาความ
จริงอย่างมีมาตรฐาน บางครั้งคำว่า “วิทยาศาสตร์” มีความหมายว่า
ตัวความรู้ที่มาจากสิ่งต่างๆ

วิทยาศาสตร์ถูกจัดไว้เป็นสาขาต่างๆ แยกแขนงออกไปมากมาย วิทยาศาสตร์เต็มไปด้วยความรู้ที่กว้างขวาง เต็มไปด้วยข้อเท็จจริงของสรรพสิ่งที่สามารถสังเกตได้ในโลกธรรมชาติ หรือค้นพบได้ด้วยการทดลอง วิทยาศาสตร์คือเส้นทางการเรียนรู้โลกธรรมชาติให้มากขึ้น หรือการเปลี่ยนแปลงความรู้ ให้เข้าถึงความจริงได้มากที่สุด

วัตถุประสงค์ของวิทยาศาสตร์ คือ การสำรวจโลกรอบตัว เพื่อให้เราเข้าใจตัวเราและปรากฏการณ์ในจักรวาล การสำรวจทางวิทยาศาสตร์ทำให้เรารู้จักธรรมชาติมากขึ้น และเพื่อนำความรู้มาใช้แก้ปัญหา และทำให้ถึงที่สุดของศักยภาพแห่งความเป็นมนุษย์

เอ. เอ็น. ไวท์เฮด กล่าวไว้ในหนังสือ **The Concept of Nature** ว่าจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์คือการแสวงหาคำอธิบายที่ง่ายที่สุดของข้อเท็จจริงที่ซับซ้อน (“The aim of science is to seek the simplest explanation of complex facts. ...Seek simplicity and distrust it.”-A. N. Whitehead)

นอกจากนี้ยังมีคนให้ความหมายว่า **“วิทยาศาสตร์ คือ สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ทำ”**

นักวิทยาศาสตร์ คือ คนที่เรียนรู้และศึกษาความจริงของธรรมชาติ งานของนักวิทยาศาสตร์เรียกว่า “งานวิจัย” (research) การวิจัยมักจะประกอบด้วย การทดลอง การทำนายทางทฤษฎี และงานลักษณะอื่นๆ นักวิทยาศาสตร์ทำงานเพื่อให้คนเรามี

ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ในโลกรอบตัวเรา

ความรู้และการวิจัยวิทยาศาสตร์ได้แตกแขนงออกไปเป็นสาขาต่างๆ มากมายในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนจึงต้องมุ่งเอาใจจริงเอาจิ้งในสาขาใดสาขาหนึ่ง แต่ไม่จำเป็นต้องทำงานในสาขาเดียว และไม่ควรมีความรู้เฉพาะสาขาที่เราสนใจ

บางคนแบ่งวิทยาศาสตร์เป็นสองสาขาคือ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ เช่น คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ธรณีวิทยา ฯลฯ กับวิทยาศาสตร์สังคม เช่น จิตวิทยา สังคมวิทยา รัฐศาสตร์ แต่เมื่อเราพูดถึงวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปมักหมายถึงวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (natural science) ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็นสองสาขาคือ วิทยาศาสตร์กายภาพ และวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ตัวอย่างสาขาของวิทยาศาสตร์ เช่น ดาราศาสตร์ ศึกษาวัตถุนอกโลก เคมี ศึกษาโลกของสสารและโมเลกุล หรือรูปแบบของสสาร บางคนเรียกนักเคมีว่าเป็น “molecular scientist” เพราะนักเคมีคือ ผู้ศึกษาธรรมชาติของโมเลกุล ชีววิทยา ศึกษาสิ่งมีชีวิต โลกของสิ่งมีชีวิตในระดับต่างๆ ฟิสิกส์ ศึกษาสมบัติของวัตถุและพลังงาน ซึ่งเป็นวิชาที่มุ่งศึกษาธรรมชาติของวัตถุในระดับพื้นฐานที่สุด

ตัวอย่างคำถามในวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ

- ฟิสิกส์** : สิ่งที่เป็นพื้นฐานที่สุดของสรรพสิ่งในเชิงวัตถุ (สสาร, สนาม, อนุภาคต่างๆ) คืออะไร
- เคมี** : เราจะนำอะตอมมาสร้างสารตัวใหม่ได้อย่างไร
- ชีววิทยา** : สิ่งมีชีวิตที่ซับซ้อนวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวได้อย่างไร
- สุขภาพ (วิทยาศาสตร์-การแพทย์)** : อะไรเป็นเหตุของโรคมะเร็ง
- วิทยาศาสตร์ทั่วไป** : ทำไมสิ่งต่างๆ จึงมีสี

ในกล่องข้างบนที่แสดงตัวอย่างคำถามนี้ คุณอาจจะสงสัยว่า ทำไมคำถามสุดท้ายถึงจัดอยู่ในสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป เหตุผลมีดังนี้ครับ คำถาม “ทำไมสิ่งต่างๆ จึงมีสี” เป็นคำถามที่ต้องการคำอธิบายจากวิทยาศาสตร์หลายแขนง เช่น ถ้าสีต่างๆ เกิดขึ้นจากความยาวคลื่นของโฟตอน ก็ต้องใช้ความรู้ฟิสิกส์ ถ้าสิ่งต่างๆ มีสีเพราะการเกิดพันธะของอะตอม ก็ต้องใช้ความรู้เคมี และถ้าระบบการรับรู้สีเกิดจากตาและสมองมนุษย์ ก็ต้องใช้ความรู้ในวิชาชีววิทยาหรือจิตวิทยา ลองมาดูการแบ่งสาขาเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพสิครับ

สาขาของวิทยาศาสตร์กายภาพ

วิทยาศาสตร์กายภาพ (physical science) ศึกษาเกี่ยวกับ
สิ่งที่ไม่ใช่สิ่งมีชีวิต มีสาขาต่างๆ เช่น

1. คณิตศาสตร์ (Mathematics)
2. สถิติ (Statistics)
3. กลศาสตร์คลื่น (Wave Mechanics)
4. ฟิสิกส์อนุภาค (Particle Physics)
5. นิวเคลียร์ฟิสิกส์ (Nuclear Physics)
6. เคมีอนินทรีย์ (Inorganic Chemistry)
7. เคมีวิเคราะห์ (Analytical Chemistry)
8. ดาราศาสตร์ (Astronomy)
9. ธรณีวิทยา (Geology)
10. แร่วิทยา (Mineralogy)

สาขาของวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (biological science) คือสาขาที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต มีสาขาต่างๆ เช่น

1. ชีววิทยาทั่วไป (General Biology)
2. พฤกษศาสตร์ (Botany) ศึกษาพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ
3. สัตววิทยา (Zoology)
4. สรีรวิทยา (Physiology) ศึกษาหน้าที่ของโครงสร้างกลไกการทำงานและพฤติกรรมของอวัยวะต่างๆ
5. กายวิภาคศาสตร์ (Anatomy) ว่าด้วยโครงสร้างของร่างกาย โดยศึกษาเป็นส่วนๆ
6. พันธุศาสตร์ (Genetics)
7. นิเวศวิทยา (Ecology) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม
8. ชีววิทยาของเซลล์ (Cell Biology)
9. จุลชีววิทยา (Microbiology) ศึกษาจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ เห็ด รา ไวรัส ฯลฯ
10. โรควิทยา (Pathology)

11. **ปรสิตวิทยา (Parasitology)** ศึกษาเรื่อง parasite คือ สิ่งมีชีวิตที่ได้รับอาหารและที่อยู่อาศัยจากสิ่งมีชีวิตอื่น
12. **กีฏวิทยา (Entomology)** ศึกษาเกี่ยวกับแมลง
13. **อนุกรมวิธาน (Taxonomy)** จำแนกประเภท (classify) สิ่งมีชีวิตเป็นหมวดหมู่ มีการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ที่เป็นสากลของสิ่งมีชีวิตแต่ละ species

นอกจากนี้ยังมีศาสตร์บางสาขาที่เป็นได้ทั้งวิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพ เช่น ชีวเคมี (Biochemistry) ชีวฟิสิกส์ (Biophysics)

บางคนแบ่งวิทยาศาสตร์ออกเป็น วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ (pure science) กับวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (applied science) วิทยาศาสตร์ประยุกต์ว่าด้วยการนำความรู้ที่ได้จากวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ไปประยุกต์ใช้ หรือหมายถึง การวิจัยที่มุ่งนำผลงานไปใช้ในด้านวัตถุ

จุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ คือการสนองความอยากรู้อยากเห็นเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ และเรียนรู้ความเป็นไปของธรรมชาติ จุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ประยุกต์คือการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ นักวิจัยด้านวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์บางคนชอบทำงานวิจัย เพราะการวิจัยทำให้เกิดความรู้ใหม่ที่ น่าตื่นเต้นและประทับใจ การวิจัยพื้นฐานทำให้เราเข้าใจ

ธรรมชาติอย่างกว้างขวางและลึกซึ้ง วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ที่ดี ก่อให้เกิดวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่สำคัญหลายอย่าง

อย่างไรก็ตาม ผู้มีประสบการณ์หลายคนกล่าวว่า การแบ่งแยกว่าเรื่องใดเป็นวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์หรือวิทยาศาสตร์ประยุกต์ เป็นสิ่งที่ทำได้ยากและไม่ควรทำ

ผมไม่ค่อยเห็นด้วยนักที่คนเราให้ความหมายของคำว่า วิทยาศาสตร์ประยุกต์ว่าเป็นการประยุกต์ในด้านเทคโนโลยีเท่านั้น เพราะคำว่า “apply” น่าจะหมายถึงการประยุกต์วิทยาศาสตร์ไปใช้ในศาสตร์อื่นด้วย เช่น ศาสนา ปรัชญา ศิลปะ ภาษา ฯลฯ เพราะวิทยาศาสตร์ก็มีความสัมพันธ์กับสิ่งเหล่านี้ เพียงแต่นักวิทยาศาสตร์บางคนคิดไม่ถึงหรือไม่ได้สนใจ เพราะเห็นว่า เป็นเรื่องเล็กน้อย แต่ในปัจจุบันคำว่า applied science หรือ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ มักหมายถึงการ “ประยุกต์” ใช้ในทางเทคโนโลยี เพื่อให้ง่ายต่อการใช้ในความหมายแคบ

เทคโนโลยี คือประโยชน์อย่างหนึ่งของวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญของมนุษย์โลกที่มีวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน คนบางกลุ่ม อาจเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์แค่เพียงที่มันสร้างเทคโนโลยี แต่ผมเชื่อว่า จุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ที่สำคัญกว่าคือการตอบสนองความต้องการทางจิตใจ ตอบสนองปัญหาของมนุษย์ เราไม่ควรพูดถึงวิทยาศาสตร์แต่ในแง่เทคโนโลยี เท่านั้น

วิทยาศาสตร์ไม่ได้มีประโยชน์ในด้านเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว นะครับ เรานำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้

สองอย่างคือ เป็นพื้นฐานของเทคโนโลยี และเป็นสิ่งชี้้นำโลกทัศน์ของมนุษย์ งานวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่งทำให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น ด้านสังคม ด้านเทคโนโลยี และด้านจิตใจ

ผมสังเกตเห็นว่าบางคนชอบใช้คำว่าวิทยาศาสตร์คู่กับเทคโนโลยี เป็นคำว่า “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” ซึ่งทำให้ประชาชนเข้าใจผิดคิดว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของเทคโนโลยีไปเสียหมด ที่จริงแล้ว แม้แต่วิทยาศาสตร์ประยุกต์ยังแตกต่างจากเทคโนโลยี บางคนโทษว่าวิทยาศาสตร์เป็นต้นเหตุของมลพิษที่ร้ายแรงในอากาศของกรุงเทพฯ แต่ผมคิดว่า เหตุของมลพิษในกรุงเทพฯ คือการใช้เทคโนโลยีที่ไม่ถูกต้องต่างหาก ผมเคยอ่านหนังสือของ**พระธรรมปิฎก** และจำได้ว่าท่านกล่าวว่า “นักวิทยาศาสตร์แสนจะรักธรรมชาติ แต่คนในยุควิทยาศาสตร์คือคนที่ทำลายธรรมชาติ”

ผลผลิตของวิทยาศาสตร์เป็นนามธรรม แต่ผลผลิตของเทคโนโลยีเป็นรูปธรรม นักวิทยาศาสตร์กับนักเทคโนโลยีมีความมุ่งหวังและบุคลิกไม่เหมือนกัน **ฟรีแมน ดายสัน** (Freeman Dyson) กล่าวว่า “นักวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุด คือบุคคลที่มีความคิดริเริ่มและวิศวะกรที่ดีที่สุดคือ บุคคลที่ทำงานโดยใช้ความคิดริเริ่มน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้” เทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์ประยุกต์จึงไม่เหมือนกันตรงจุดนี้

ถึงแม้ว่านักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ไม่สนใจว่างานวิจัยที่ทำจะก่อให้เกิดประโยชน์ทางเทคโนโลยีหรือไม่ เพราะนัก

วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ทำงานด้วยความใฝ่รู้และผลิตเพลินเพื่อให้
 ได้ความรู้ แต่การค้นพบใหม่ทางวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ ก็ทำให้
 เทคโนโลยีก้าวหน้าตามไปอย่างก้าวกระโดด ตัวอย่างเช่น การ
 ค้นพบโมเลกุลของธาตุคาร์บอนที่มีรูปทรงประหลาด (ซึ่งบาง
 ชนิดมีรูปทรงเหมือนลูกฟุตบอล ที่ประกอบด้วยห้าเหลี่ยม 12 รูป
 และหกเหลี่ยม 20 รูป นับรวมมุมได้ 60 มุม) ที่เรียกว่าฟูลเลอร์ีน
 (fullerenes) ทำให้เกิดการวิจัยเกี่ยวกับวัสดุตัวใหม่ที่มีหัตถกรรม
 และน้ำหนักเบา จนปัจจุบันพัฒนามาเป็นท่อนาโน (nanotube)
 ซึ่งเป็นวัสดุที่แข็งแรงกว่าเหล็กร้อยเท่า เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีมาก และ
 ใช้เป็นขั้วไฟฟ้าขนาดจิ๋ว

อีกตัวอย่างหนึ่งคือ การค้นพบวิธีสร้างแสงเลเซอร์ ซึ่งมี
 พื้นฐานมาจากทฤษฎีเรื่องการปล่อยแสงแบบเร่งเร้าของอะตอม
 และการสร้างเครื่องกำเนิดแสงเลเซอร์ที่มีความยาวคลื่น 694.3
 nm จากทับทิม จนมีการพัฒนาเทคโนโลยีการรักษาโรคด้วย
 เลเซอร์ในปัจจุบัน

ขณะเดียวกัน เทคโนโลยีและการประดิษฐ์สิ่งใหม่จำเป็น
 อย่างมากต่อการสร้างเครื่องมือมาใช้ในการศึกษาในวิทยาศาสตร์
 บริสุทธิ์

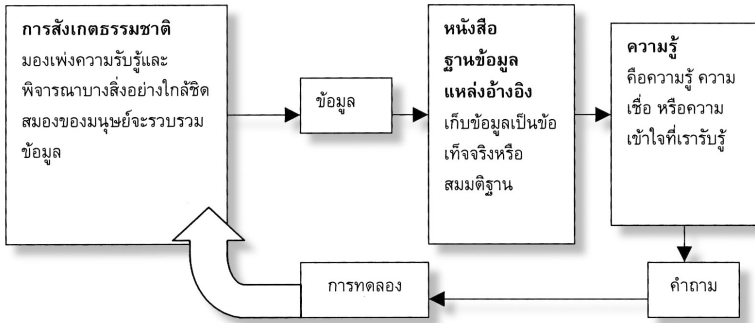
วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีเหตุผล อดทน เอาจริงเอาจัง
 ไม่ด่วนสรุปละไรง่าย ๆ นักวิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับคำบอกเล่า
 ต่าง ๆ ว่าเป็นความจริงในทันที นอกจากจะมีการพิสูจน์
 นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น มีเหตุผลเสมอ

เพราะทุกสิ่งในธรรมชาติมีความสัมพันธ์กัน และขึ้นอยู่กับสิ่งอื่นๆ **ปราบดา หยุ่น** กล่าวว่า “ความเชื่อว่าเป็นศัตรูของความคิด ในขณะที่ความไม่รู้เปรียบเสมือนมิตรสหาย” เมื่อนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าตนค้นพบความจริงบางอย่าง ก็เสนอความรู้นั้นด้วยใจที่เปิดกว้าง ถ้ามีคนหาหลักฐานมาลบล้างความรู้นั้นก็มักจะยอมยกเลิกความรู้ที่หามาโดยยากลำบากนั้น นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ต้องหัดทำใจยอมรับให้ได้เมื่อสมมติฐานที่เคยยึดถือมานานไม่สามารถใช้ได้ เราควรยอมรับคำว่า “ไม่” เมื่อหลักฐานทั้งหมดยืนยันเช่นนั้น

ลองมาดูการจัดการความรู้ในวงการวิทยาศาสตร์นะครับ ถ้าจุดมุ่งหมายคือการเรียนรู้โลกนี้ สิ่งแรกที่เราต้องทำคือ มองว่ามี “อะไร” อยู่รอบตัวเรา เรียกว่า **การสังเกต (observation)** ข้อมูลที่สรุปได้จากการสังเกตหรือการทดลองหรือการคาดเดา เรียกว่า **สมมติฐาน (hypothesis)**

“**ทฤษฎี (theory)** คือความรู้หรือคำอธิบายเกี่ยวกับบางสิ่ง แต่ละทฤษฎีอธิบายครอบคลุมถึงปรากฏการณ์ได้จำนวนมาก ความคิดที่จะเป็นทฤษฎีได้ต้องผ่านการสังเกตและการทดลองมามาก เมื่อทฤษฎีได้รับการทดสอบอย่างมาก แล้วได้ผลว่าทฤษฎีนั้นใช้อธิบายได้ทุกๆ ที่ในจักรวาล เราจะเรียกมันว่า **กฎของธรรมชาติ (law of nature)**

การวิจัยในปัจจุบันดำเนินไปได้ด้วยพื้นฐานความรู้ที่มีอยู่เดิม ดังแผนภาพข้างบนที่แสดงว่า ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง



แต่ละเรื่อง จะถูกรวบรวมผลสรุปไว้ในเอกสารทางวิทยาศาสตร์ และจะมีผู้อธิบายเป็นความรู้ให้คนทั่วไปได้เข้าใจ นักวิทยาศาสตร์ไม่เคยหยุดตั้งคำถามเกี่ยวกับความถูกต้องของสมมติฐาน ทฤษฎี หรือกฎธรรมชาติ ทฤษฎีทุกทฤษฎี และกฎธรรมชาติ ทุกข้อ อาจเปลี่ยนแปลงได้เพราะการค้นพบสิ่งใหม่

เมื่อนักวิทยาศาสตร์ทำงานกันมากขึ้น มนุษย์โลกจะมี ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติกว้างขึ้นและลึกขึ้น ทำให้เราสามารถ ทำนายเหตุการณ์ในโลก และสร้างสรรค์โลกนี้ได้มากขึ้น (ยกเว้นนักวิทยาศาสตร์บางกลุ่มที่นำความรู้หรือเทคนิคที่ตนค้นพบไปจดสิทธิบัตร อ้างตัวเหมือนว่าตนเป็นเจ้าของความรู้ ทั้งที่เป็นเพียงผู้ค้นพบ งานของนักวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงเป็นสมบัติสาธารณะที่คนทุกคนมีสิทธิ์เข้าถึงได้)

นี่ละครับ คือเรื่องเกี่ยวกับการบริหารวิทยาศาสตร์ ที่มีการพัฒนาหลายร้อยปี จนกลายเป็นวงการวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน •

แนะนำวิทยาศาสตร์ บางสาขา



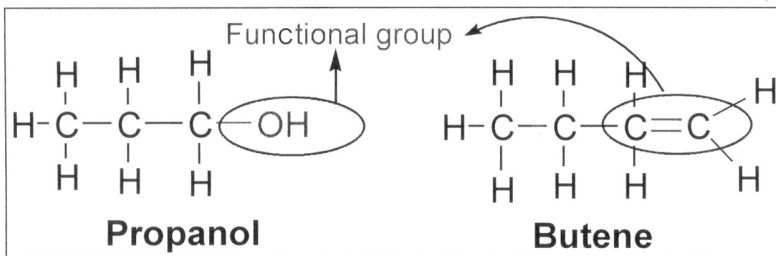
เนื่องจากผมมีความรู้ในวิชาเคมี จึงขอแนะนำวิชาเคมีอินทรีย์ และเคมีเชิงฟิสิกส์ ให้เป็นพื้นฐานในการศึกษาของคุณผู้อ่านนะครับ ส่วนวิชาอื่นๆ อีกมากมายนั้นผมเขียนไม่ได้ เพราะขาดความรู้ ถ้าคุณอยากรู้จักวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ ก็ลองหาจากตำราในห้องสมุด หรือปรึกษานักวิทยาศาสตร์ในสถาบันทางวิชาการ

เคมีอินทรีย์ (Organic Chemistry)

สมัยก่อนวิชาเคมีอินทรีย์คือการศึกษาสารที่มาจากสิ่งมีชีวิต นักเคมีเคยเชื่อว่า สารอินทรีย์ หรือผลิตภัณฑ์จากสิ่งมีชีวิต เกิดขึ้นจาก “พลังชีวิต” ต่อมาความเชื่อนั้นได้เปลี่ยนไป ความหมายของสารอินทรีย์จึงเปลี่ยนเป็น “สารประกอบส่วนใหญ่ของคาร์บอนกับธาตุอื่น” (ยกเว้นสารพวก CO_3^{2-} , CN^- และอื่นๆ ที่จัดเป็นสารอนินทรีย์) สารอินทรีย์มักประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนรองจากคาร์บอน เพราะมีส่วนไฮโดรคาร์บอนที่ประกอบด้วยพันธะโคเวเลนต์ระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอน และคาร์บอนกับไฮโดรเจน

พันธะระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอนสามารถเชื่อมโยงกันเป็นสายยาวไม่มีที่สิ้นสุด สารอินทรีย์จึงมีสมบัติที่น่าสนใจกว่าสารอนินทรีย์ทั่วไป (inorganic compounds) สารอินทรีย์สามารถเป็นโมเลกุลโควาเลนต์ขนาดใหญ่ที่มีโครงสร้างแตกต่างกันไปตามชนิดอะตอมและพันธะ ณ ตำแหน่งต่างๆ ทำให้เกิดการวิวัฒนาการเป็นสิ่งมีชีวิต โครงสร้างของโมเลกุลเป็นตัวบอกว่ามันชอบทำปฏิกิริยาลักษณะไหน

ในวิชาเคมีอินทรีย์มีการเรียกชื่อสารอินทรีย์ที่ซับซ้อนซึ่งคุณหาอ่านได้จากตำราเรื่องเคมีอินทรีย์ และมีวิธีเขียนแบบจำลองโครงสร้างโมเลกุลแบบพิเศษเพื่อความสะดวกในการใช้ซึ่งเรียกว่าแบบ Line-Angle formulas โดยแทนอะตอมคาร์บอนด้วย “มุม” (ของเส้น) และไม่ต้องเขียนอะตอมไฮโดรเจนที่อยู่ติดกับคาร์บอน (ภาพด้านล่างแสดงโครงสร้างสารอินทรีย์สองชนิดเป็นการเขียนโครงสร้างโมเลกุลแบบธรรมดาณะครับ)



มีคำกล่าวที่พูดกันเล่นๆ ว่า นักเคมีอินทรีย์จะพูดกันไม่รู้เรื่องถ้าไม่มีการวาดโครงสร้างของสารประกอบ (“Professional organic chemists cannot talk to each other without drawing structures of compounds.” –Seyhan Ege)

เคมีเชิงฟิสิกส์ (Physical Chemistry)

เป็นการศึกษาสมบัติหรือกฎทางฟิสิกส์ต่างๆ ของโลก ระดับโมเลกุล หรือระบบทางเคมี⁴

ระบบทางเคมีแบ่งออกเป็น มุมมองระดับมหภาค (macroscopic) คือ การมองสมบัติของสารระดับที่มีขนาดใหญ่พอที่จะจับถือหรือใช้กับอุปกรณ์ในห้องทดลอง และมุมมองระดับจุลภาค (microscopic) คือ การมองที่หน่วยพื้นฐานหรือโมเลกุล

เคมีเชิงฟิสิกส์แบ่งเป็นสี่สาขา คือ thermodynamics, quantum chemistry, statistical mechanics และ kinetics เนื้อหาของเคมีเชิงฟิสิกส์ที่สำคัญก็ดังเช่นคำถามที่ว่า ถ้าอนุภาคของแสงหรือโฟตอนวิ่งชนสารแล้วจะเกิดอะไรขึ้น โครงสร้างอะตอมในสถานะของแข็ง ของเหลว ก๊าซ และสถานะอื่นๆ ต่าง

4 คำว่า ระบบ (system) นั้น วิทยาศาสตร์ศึกษาหลายสิ่งที่ต่างกันในธรรมชาติ ไม่ว่าเรื่องใดที่ศึกษาก็จะมีระบบของมันเอง ความเป็นไปของระบบเกิดจากความสัมพันธ์ของส่วนย่อยของระบบ และระบบหนึ่งมีความสัมพันธ์กับระบบอื่นอีกมากมาย

กันอย่างไร ทำไมจึงเกิดปฏิกิริยาเคมี อะไรดึงดูดโมเลกุลของ
สสารเข้าด้วยกัน เคมีเชิงฟิสิกส์พยายามตอบคำถามเหล่านี้
อย่างเป็นพื้นฐาน ด้วยสมการทางฟิสิกส์

“Physical chemistry is power, it is exactness, it is life.”

Max Gottlieb

“ถ้าเราหวังว่าจะเข้าใจสสารด้วยการวิจัยพื้นฐาน สิ่งแรกคือ
เราต้องค้นพบรูปแบบที่ง่ายที่สุดของสสาร และศึกษา interaction
ของพวกมัน ความสงสัยล่อใจให้นักเคมีสานต่อการวิจัยพื้นฐาน”

จากหนังสือ World of Chemistry
ของ Joesten/Johnston/Netterville/Wood



แว่นักวิทยาศาสตร์น้อย



วัยเด็กของนักวิทยาศาสตร์มักเต็มไปด้วยความช่างคิด ช่างสงสัย ความประหลาดใจและอยากรู้อยากเห็น นี่เป็นนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ที่ชอบตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ การตอบคำถามมักจะทำให้เกิดการค้นพบความรู้ใหม่ที่อธิบายความรู้เดิมให้เข้าใจได้มากขึ้น แต่วิทยาศาสตร์จะตอบคำถามหรือให้คำอธิบายได้เมื่อข้อมูลเพียงพอเท่านั้น นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจทุกๆ สิ่งที่อยู่รอบตัว และทุกๆ สิ่งที่อยู่ในตัว

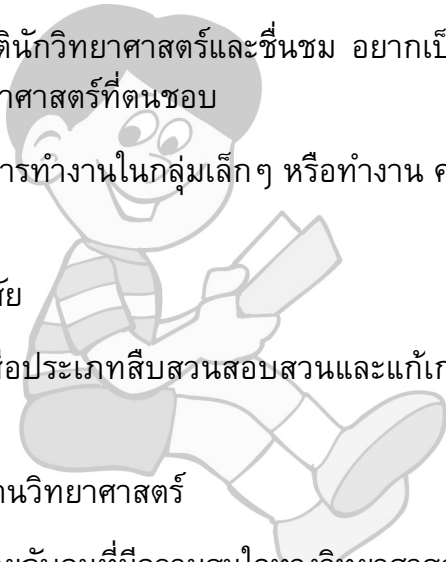
ผู้เชี่ยวชาญด้านเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ได้รวบรวมลักษณะของเด็กที่มีแว่นักวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการวิจัย ลองดูกันสิครับว่าคุณหรือคนที่คุณรู้จัก “มีแว่นักวิทยาศาสตร์” ตามแบบประเมินนี้มากแค่ไหน

แบบสำรวจต่อไปนี้เรียบเรียงโดย **ผศ. ดร.อุษณีย์ อhurst-วงศ์** จากแบบสำรวจแววด้านต่างๆ ของเด็กที่ผู้เชี่ยวชาญหลายประเทศได้ทำไว้



แวนนักวิทยาศาสตร์

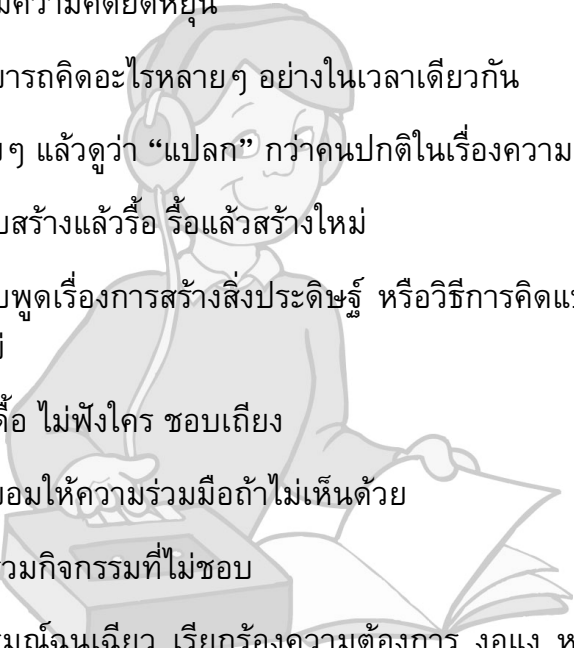
1. กระจายใครรู้ว่าสิ่งต่างๆ ทำงานได้อย่างไร
2. ชอบอ่านหนังสือเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์หรือการผลิต สิ่งต่างๆ หรือหนังสือเกี่ยวกับธรรมชาติมากกว่าหนังสือนิยาย
3. ชอบอ่านประวัตินักวิทยาศาสตร์และชื่นชม อยากเป็นเหมือนนักวิทยาศาสตร์ที่ตนชอบ
4. มีความสุขกับการทำงานในกลุ่มเล็กๆ หรือทำงานคนเดียว
5. เป็นคนช่างสงสัย
6. ชอบอ่านหนังสือประเภทสืบสวนสอบสวนและแก้เกมปัญหาต่างๆ
7. อยากทำงานด้านวิทยาศาสตร์
8. ชอบคบหาพูดคุยกับคนที่มีความสนใจทางวิทยาศาสตร์ (อาจเป็นคนวัยเดียวกันหรือต่างวัยก็ได้)
9. ชอบสะสมของต่างๆ
10. ชอบจัดหมวดหมู่ ลำดับสิ่งต่างๆ เป็นระบบหรือเป็นขั้นเป็นตอน ทั้งสิ่งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม



11. มองเห็นรูปแบบของสิ่งต่างๆ ในลักษณะของความสมดุลหรือไม่สมดุล
12. มองเห็นโครงสร้างของสิ่งต่างๆ ได้อย่างง่ายดาย
13. เห็นความเชื่อมโยงของปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น
14. มีความสามารถและเข้าใจในเรื่องความสัมพันธ์ของเหตุ-ผล เกินวัย
15. ชอบถอดของเล่นออกมาพิสูจน์เป็นชิ้นๆ แล้วบางทีก็ใส่กลับเข้าไปอย่างเดิมไม่ได้
16. เป็นคนช่างสังเกต และมักสังเกตอย่างลึกซึ้งใกล้ชิด เช่น ฝ้ามองดู จีบต้อง ดม
17. ชอบตั้งคำถามที่ตอบได้ยาก เช่น โลกเกิดได้อย่างไร
18. อยากเรียน อยากรู้ มีคำถามมากมายตลอดเวลา
19. แสดงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในรูปแบบใหม่ๆ
20. จดจ่อหมกมุ่นทำงานในเรื่องหนึ่งเรื่องใดนานๆ ฝ้ามองสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้นานๆ
21. มักคิดแล้วลองทำเพื่อดูว่าอะไรจะเกิดขึ้น จะเป็นอย่างไรต่อไปหรือพิสูจน์ความคิดของตนเอง
22. มองเห็นปัญหาที่คนอื่นมองไม่เห็น

แวนนักสร้างสรรค์

1. มีความสนใจทุกสิ่งทุกอย่าง และชอบตั้งคำถามไม่มีสิ้นสุดต่อทุกสิ่งทุกอย่าง
2. ชอบมีคำถามแปลก ความคิดพิสดารไม่เหมือนใคร ชอบใช้คำถามท้าทายครู พ่อแม่
3. เวลาพูดอะไรจะไม่ค่อยยับยั้ง ไม่รู้ว่าอะไรควรพูดหรือไม่ควรพูด บางทีก็พูดคนเดียว พูดโดยไม่สนใจผู้คนที่
4. เป็นคนชอบเสี่ยง
5. ขี้เล่น จอมจินตนาการ ผันเฟื่อง (ฉันอยากจะรู้แน่กว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้า...)
6. ชอบหมกมุ่นกับความคิด ยักย้ายถ่ายเทความคิด ชอบปรับปรุง เปลี่ยนแปลงทุกสิ่งทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม
7. มีอารมณ์ขัน
8. มีอารมณ์อ่อนไหว
9. ซาบซึ้งกับสุนทรียภาพต่างๆ และชอบสังเกต
10. ไม่ชอบทำตามคนอื่น รู้สึกสบายๆ กับความไร้ระเบียบหรือความยุ่งเหยิงที่คนอื่นทนไม่ได้

11. ไม่สนใจว่าตัวเองจะแปลกกว่าคนอื่น
 12. ให้คำวิพากษ์วิจารณ์ได้ดี และไม่ยอมรับความคิดเห็นของผู้ใหญ่ง่ายๆ ถ้าไม่อธิบายเหตุผล
 13. มีความคิดที่เป็นอิสระ ไม่ชอบทำตามคนอื่น และเป็นคนมีความคิดยืดหยุ่น
 14. สามารถคิดอะไรหลายๆ อย่างในเวลาเดียวกัน
 15. รวมๆ แล้วดูว่า “แปลก” กว่าคนปกติในเรื่องความคิด
 16. ชอบสร้างแล้วรื้อ รื้อแล้วสร้างใหม่
 17. ชอบพูดเรื่องการสร้างสิ่งประดิษฐ์ หรือวิธีการคิดแบบใหม่
 18. หัวดีอ ไม่ฟังใคร ชอบเถียง
 19. ไม่ยอมให้ความร่วมมือถ้าไม่เห็นด้วย
 20. ไม่ร่วมกิจกรรมที่ไม่ชอบ
 21. อารมณ์ฉุนเฉียว เรียกร้องความต้องการ ก่อแง หรืออารมณ์อ่อนไหวง่าย ๆ
 22. เบื่อหน่ายต่อความซ้ำซาก จำเจ
 23. ชอบทำงานคนเดียวเป็นเวลานาน ๆ
- 

24. ดูเหมือนเป็นเด็กที่ไม่มุ่งมั่นเรื่องการเรียนเท่าไร แต่เวลาสอบมักจะทำได้ดี
25. ไม่ชอบการบังคับ กำหนดกฎเกณฑ์ ตีกรอบความคิด หรือให้ทำตามกติกาต่างๆ
26. ถ้าเป็นสิ่งที่ตนไม่สนใจหรือไม่เห็นด้วย จะหมดความสนใจได้ง่าย
27. ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นได้ ถ้าอธิบายเหตุผล
28. มีความรู้สึกรุนแรงเกี่ยวกับอิสราภพและความเป็นอิสระทางความคิด
29. เป็นคนไวต่อความคิดความรู้สึกของผู้อื่น
30. เห็นความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ที่คนทั่วไปมองไม่เห็น
31. สามารถผสมผสานความคิดหรือสิ่งที่แตกต่างกันเข้าด้วยกัน โดยไม่มีใครคิดหรือทำมาก่อน

ต่อไปนี้เป็นแบบสำรวจแว่นนักวิทยาศาสตร์ในสาขาต่างๆ
 ผมนำมาจากหนังสือ *ปรุงปรุงโครงการวิทยาศาสตร์ให้อร่อย* ของ
คุณฤทัย จงสฤษดิ์

แวนนักพฤกษศาสตร์

1. ฉันชอบจัดลำดับหมวดหมู่ของพันธุ์พืชต่างๆ โดยดูว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
2. ฉันชอบอ่านหนังสือและพูดคุยกับคนที่มีความสนใจทางพฤกษศาสตร์
3. ฉันใช้เวลาว่างในการปลูกพืช ดูว่ามันจะเจริญเติบโตและเปลี่ยนแปลงอย่างไร มันชอบสภาวะแวดล้อมแบบไหน
4. ฉันมีความสุขในการสำรวจสิ่งมีชีวิต และธรรมชาติรอบๆ ตัว
5. ฉันอยากเรียน อยากรู้เรื่องกลไกการทำงานของเซลล์พืช ว่าทำงานอย่างไร การสังเคราะห์แสงและการคายน้ำของมันเป็นอย่างไร
6. ฉันมักจะรู้จักต้นไม้ที่โรงเรียนและที่บ้าน มีชื่อว่าอะไร แพร่พันธุ์ได้อย่างไร และมีประโยชน์อย่างไร



แวนนักจุลชีววิทยา

1. ฉันเป็นคนช่างจดช่างจำ และสามารถจำรายละเอียด เล็กๆ น้อยๆ ได้ค่อนข้างดี
2. ฉันชอบสังเกตและค้นพบสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น เชื้อราบนขนมปัง กอเห็ดหลายสีในฤดูฝน
3. ฉันมีความอดทนและใส่ใจการเลี้ยงจุลินทรีย์ ซึ่งจะต้องอาศัยความละเอียดรอบคอบและดูแลเป็นเวลา
4. ฉันมีความสุขในการทำงานกลุ่มเล็กๆ หรือทำงานคนเดียว
5. ฉันอยากรู้ว่าในลำคลองบริเวณบ้านฉัน น้ำในขวด หรือในอาหารที่ฉันกินมีเชื้อโรคอะไรอยู่บ้าง และมีมากหรือน้อยเพียงใด
6. ยามว่างฉันมักจะส่องแว่นขยาย หรือกล้องจุลทรรศน์ ดูสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ ว่ามีสิ่งมีชีวิตเล็กๆ อาศัยอยู่หรือไม่



แวนนักชีววิทยา

1. ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของสิ่งมีชีวิต เช่น หัวใจเหมือนเครื่องปั้มน้ำ ไตเป็นเครื่องกรองของเสียจริงหรือ เป็นเรื่องที่น่าเรียนรู้สำหรับฉัน
2. ปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ สำหรับฉัน เป็นเรื่องที่น่าสนใจและมีความเกี่ยวข้องกับมนุษยชาติมากเหลือเกิน
3. ฉันชอบตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เช่น มันเกิดมาได้อย่างไร จะปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้อย่างไร และจะแพร่พันธุ์ได้ไหม
4. ฉันชอบอ่านหนังสือเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและพูดคุยเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต
5. ฉันเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตได้ค่อนข้างดี
6. ยามว่าง ฉันมักเฝ้าสังเกตพฤติกรรมของสัตว์ เช่น การหากินของนกนางเขนข้างบ้าน กระรอกที่วิ่งไปมาบนสายไฟ



แวนนักเคมี

1. ฉันชอบเรียนรู้เรื่องโครงสร้าง หรือจำลองรูปแบบต่างๆ
2. ฉันชอบใช้เวลาว่างทดลองผสมสารต่างๆ ที่มีอยู่ในบ้าน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
3. ฉันมักจะไต่กลิ่น ไต่ยีนเสียง และมองเห็นเหตุการณ์เล็กน้อยที่บางครั้งไม่มีใครสนใจได้ค่อนข้างดี
4. ฉันสามารถเห็นรูปแบบต่างๆ ที่มีลักษณะของความสมดุลและไม่สมดุล
5. ฉันอยากรู้ว่า เวลาสารละลายตัวหนึ่งผสมกับสารละลายอีกตัว อะไรจะเกิดขึ้น และความรู้นี้สามารถนำไปประยุกต์ทำอะไรได้อีก
6. เมื่อฉันดูวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ยางรถยนต์ เซรามิก ฉันมักคิดว่ามนุษย์สร้างมันขึ้นมาได้อย่างไร และมีมันประกอบด้วยอะไร สามารถเปลี่ยนรูปได้หรือไม่



แวนนักฟิสิกส์

1. ฉันชอบเรียนรู้ปรากฏการณ์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น ฟาผ่าเกิดขึ้นได้อย่างไร น้ำขึ้นน้ำลงเกิดขึ้นได้อย่างไร ทางช้างเผือกเป็นอย่างไร
2. ฉันชอบจินตนาการ
3. ฉันสนใจเรื่องที่เป็นนามธรรม เช่น เรื่องเวลา อวกาศ และ มิติของเวลา
4. ฉันชอบตั้งคำถามที่ตอบได้ยาก เช่น พระเจ้ามีทางเลือกหรือไม่ในการสร้างจักรวาล
5. ชอบอ่านหนังสือเกี่ยวกับประวัติของนักวิทยาศาสตร์ ที่มีผลงานทางฟิสิกส์ เช่น นิวตัน แมกซ์เวลล์ ใฟน์แมน
6. วิชาคำนวณสนุกและไม่ยุ่งยากสำหรับฉัน



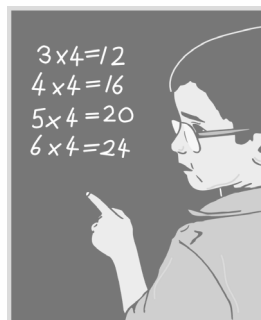
แวนนักคอมพิวเตอร์

1. ฉันชอบอ่านหนังสือเกี่ยวกับความรู้ทางคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต
2. ฉันชอบติดตามข่าวเทคโนโลยีใหม่ รวมทั้งความรู้และเทคนิคต่างๆ ที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต
3. ฉันสามารถทำงานคนเดียว หรือทำงานในกลุ่มเล็กๆ โดยไม่ต้องพบปะผู้คนจำนวนมากได้อย่างมีความสุข
4. ฉันสามารถมองเห็นโครงสร้าง และส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง และองค์ประกอบนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไรได้ค่อนข้างดี
5. ฉันสามารถใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสารได้ค่อนข้างดี โดยเฉพาะการอ่านและการเขียน
6. เมื่อฉันเห็นระบบเครื่องอัตโนมัติทำงาน เช่น โทรศัพท์มือถือ เครื่องบันทึกข้อความ ฉันมักคิดว่ามันรับคำสั่งได้อย่างไรและประกอบด้วยชิ้นส่วนอะไรบ้าง

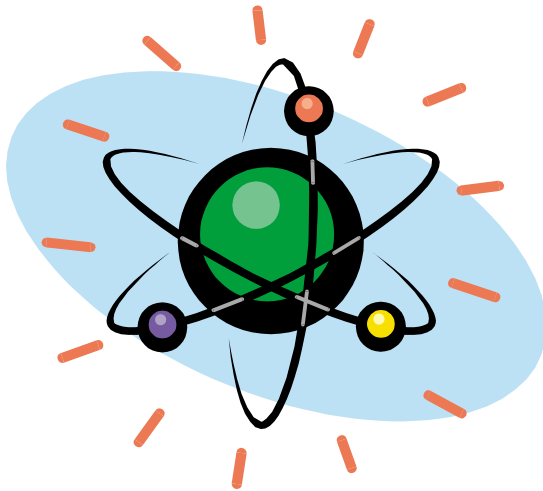


แวนนักคณิตศาสตร์

1. ฉันชอบคำนวณราคาหรือสิ่งของในชีวิตประจำวัน เช่น เปรียบเทียบปริมาณน้ำมันพืชยี่ห้อต่างๆ เทียบกับราคา
2. ฉันชอบทำโจทย์คณิตศาสตร์ที่ท้าทายความสามารถ
3. ฉันเรียนรู้เรื่องจำนวนตัวเลข และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว
4. ฉันสนใจศึกษาเรื่องราวที่เกี่ยวกับตัวเลข เช่น ปฏิทิน เวลา และแผนภูมิ เป็นต้น
5. ฉันสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยลัดขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง
6. บางครั้งฉันเห็นสิ่งของได้หลายมิติ และหลายความหมาย



สำหรับคุณลักษณะของนักฟิสิกส์ที่ว่าชอบจินตนาการนั้น ไม่ได้เป็นแนวของนักฟิสิกส์เพียงอย่างเดียว ผมขอเพิ่มเติมว่า นักวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่นก็ต้องมีจินตนาการเช่นกัน เช่น นักเคมี ใช้จินตนาการนึกภาพว่าโมเลกุลของสารที่กำลังศึกษาเป็นอย่างไร นักเคมีต้องรู้จักอยู่กับความขัดข้องคลุมเครือ และความล้มเหลวในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมี ดังนั้นผมคิดว่าความชอบจินตนาการ ควรเป็นลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ทุกสาขา •



สัมภาษณ์เด็กไทย ที่ฉายแววนักวิทยาศาสตร์



ความคิดเห็นของเพื่อนๆ ต่อไปนี้ เป็นบทสัมภาษณ์เด็ก
ในโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์ฯ ของ สวทช.
ซึ่งผมส่งคำถามไปให้พวกเขาเขียนตอบ เพราะผมอยากรู้ว่าเพื่อนๆ
นักวิทยาศาสตร์ตัวน้อยมีความสนใจอย่างไรกันบ้าง ขอนำคำตอบ
ของพวกเขาแนะนำเสนอเพื่อประโยชน์ในการสำรวจความคิด
เด็กไทย

คำถามที่ 1 : สิ่งที่ทำให้คุณอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์
คืออะไร?

ฐิติกานต์ : ฉันรู้สึกว่าคุณชอบสงสัยในสิ่งที่มีมันต่างจาก
คนอื่นในวัยเดียวกัน และฉันมักมีคำตอบที่มัน
ค่อนข้างจะแปลกไปจากเพื่อนๆ ในห้องเรียน
ฉันไม่รู้ว่าสิ่งที่ฉันคิดนั้นถูกหรือผิด ฉันรู้สึก
ว่าชีวิตของฉันกำลังผ่านเข้าสู่บททดสอบทางด้าน
ความคิดที่น่ากลัว ฉันต้องการแก้ปัญหา แต่ฉัน
ไม่ชอบบอกว่าปัญหานั้นคืออะไร

- กัลยามาศ** : แรงจูงใจที่ทำให้อยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ เพราะ การค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ทำให้มีการเรียนรู้ ค้นหาค้นพบสิ่งใหม่ๆ เกิดขึ้นตลอดเวลา มีการพัฒนาที่ทำให้เกิดการค้นพบ และการค้นพบที่ทำให้เกิดการพัฒนา การทำวิจัยทำให้รู้ในสิ่งที่ต้องการรู้ ไม่ต้องทำตามที่ใครคนใดกำหนด มา โดยไม่ทราบถึงที่มา
- วรนุช** : มีความต้องการที่จะคิด และทำในสิ่งที่คิด ทดลอง ในสิ่งแปลกใหม่แหวกแนว ไม่เหมือนใคร เป็น ตัวของตัวเอง
- อมราภรณ์** : ฉันอยากทำอะไรด้วยตัวของฉันเอง ฉันอยากทำ ในสิ่งที่ฉันอยากรู้ อยากไขปัญหาให้ตนเอง ฉัน อยากจมดิ่งไปในสิ่งที่ไม่เคยมีใครไปถึง ฉันคิดว่าสมองของฉันมีประสิทธิภาพพอที่จะสนอง ความต้องการของฉัน
- สุวิทย์** : ตอนเด็กๆ ฝันว่าได้ทดลองแล้วทำให้เกิดประโยชน์ ความสุขของเหล่ามนุษย์ แล้วตั้งแต่นั้นมาก็เป็น ความคิดของผมนำอยากทำให้โลกวิวัฒนาการ ไปขึ้นอีก และผมก็ชอบการทดลอง โดยผมจะ ทดลองทำเองทุกอย่าง แต่มันก็เป็นแค่ความคิด ของเด็ก

สุชาดา : ได้ศึกษาวิจัยในสิ่งที่ตนเองต้องการคำตอบ เป็นอาชีพที่ไม่น่าเบื่อ ไม่ซ้ำซากจำเจ มีรายได้พอสมควร มั่นคง ไม่ค่อยตกงาน

สำหรับเพื่อนผมที่ชื่อทวิธรรม เขาอธิบายได้ละเอียดเลยครับ

ทวิธรรม : ในวัยเด็กผมชอบปลูกต้นไม้ ชอบของเล่นแปลกๆ ผมศึกษาจากสิ่งเหล่านี้ด้วยการสนับสนุนของคุณพ่อคุณแม่ที่ให้คำแนะนำมาโดยตลอด เริ่มจากเอาพัดลมที่ใส่ถ่านมาแกะแล้วเจอมอเตอร์อยู่ข้างใน จากมอเตอร์ตัวนี้ผมถามคุณพ่อว่า ต้องต่อวงจรอย่างไร แล้วทำไมต้องต่ออย่างนี้ด้วย แล้วเราจะปรับความเร็วมันได้หรือไม่ จากนั้นไม่นานคุณพ่อก็เอาวงจรไฟฟ้าชุดแรกมาให้ผมเป็นวงจรปรับความเร็วมอเตอร์ เมื่อมีชุดแรกก็ย่อมมีชุดที่สองและต่อไป ตามมาด้วยหนังสือต่างๆ มากมายทั้งที่จะอ่านได้รู้เรื่องและไม่รู้เรื่อง ผมลองทดลองตามหนังสือต่างๆ ซึ่งส่วนมากเป็นการทดลองทางเคมีเอาน้ำส้มสายชูผสมกับโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ผมก็ลองเปลี่ยนจากน้ำส้มสายชูเป็นน้ำมะนาว ลองดูทุกอย่างที่จะลองได้ แม้แต่เอาเกลือแกลงไปในเตาไฟให้มันแตกประกายสีเหลืองออกมา แล้วก็พบว่าสิ่งที่ทำอยู่นี้มันน่าสนใจและน่าสนใจ มีหลายคำถาม

ที่คุณพ่อคุณแม่ตอบไม่ได้ก็มักจะซื้อหนังสือให้ แทน การทดลองเหล่านี้ดำเนินเรื่อยไประยะหนึ่ง จนพบว่าการทดลองแบบสุ่มๆ ไปมันอาจไม่ใช่ สิ่งที่ผมสนใจ ประกอบกับการเล่นเพลงๆ แกรม เลอะเทอะอาจไม่เหมาะสมนักเมื่อผู้ใหญ่อยู่บ้าน ผมเริ่มหันหน้าเข้าสู่หนังสือมากขึ้น มีหนังสือ เรื่องการทดลองสำหรับเด็กๆ มากมายที่น่าสนใจ ผมเลือกที่จะทำเพียงเล็กน้อย และก็พบว่า คำอธิบายที่อยู่ในหนังสือเหล่านั้นไม่ชัดเจน เท่าที่ควร ผมจึงเปลี่ยนมาอ่านหนังสือที่มีเนื้อหา ลึกซึ้งและละเอียดขึ้น แม้ว่าจะเข้าใจหรือไม่ เข้าใจก็ตามก็ยังอยากที่จะอ่านและหวังว่าเราคง ต้องเข้าใจมันสักวันหนึ่ง

ผมได้เริ่มเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผมรับรู้ถึงความน่าสนใจ ของมัน และก็พบว่าผมสามารถทำคะแนนได้ดีโดยไม่ต้องท่องจำ มากเหมือนเพื่อนๆ เพียงแต่อ่านและทำความเข้าใจกับมันว่าเป็น ความจริงในชีวิต วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งใกล้ตัวที่เห็นเป็นรูปธรรม ได้อย่างเด่นชัด เริ่มมีการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ช่วงแรกก็ หนักใจในการหาหัวข้อ บางทีก็นึกไม่ออก นึกออกก็กลัวยากไป หรือจะเอาตามหนังสือก็ไม่มีอะไรแปลกใหม่ แต่โครงการแรกก็ ผ่านไปด้วยดี ได้รับการชมเชยจากอาจารย์ เมื่อมีโอกาสผมก็ได้ พัฒนาทักษะในการทำโครงการขึ้นเป็นลำดับเนื่องจากมีพื้นฐาน เดิมอยู่แล้ว แต่ยังมีข้อจำกัดเรื่องคำแนะนำปรึกษาและเครื่องมือ

อุปกรณ์ เปรียบเสมือนคนตาบอดไม่มีไม้เท้าคงจะไม่สามารถผลิตโครงการหรืองานวิจัยที่มีคุณภาพได้ ถ้าทำโดยปราศจากคำชี้แนะ ปราศจากเครื่องมือ-อุปกรณ์ที่มีคุณภาพ ต่อมาเมื่อผมได้เข้าโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กและเยาวชน และโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ ผมจึงได้ใกล้ชิดกับอาจารย์มหาวิทยาลัยหลายท่าน ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษาและความช่วยเหลืออย่างดี ทำให้ผมสามารถพัฒนาโครงการไปได้อย่างต่อเนื่อง

นักวิทยาศาสตร์-นักวิจัย เป็นงานที่ทำหาย ได้ค้นพบและพัฒนาสิ่งใหม่ๆ ให้แก่สังคมโลก เราได้สร้างและค้นหาสิ่งที่ยังไม่เคยมีผู้ใดค้นพบ ทำงานอย่างอิสระเป็นตัวของเราเอง เคยคิดบ้างไหมว่า ถ้าเราต้องทำงานข้าราชการรอคอยการเลื่อนตำแหน่งในระบบราชการไปตลอดชีวิต นายสั่งสิ่งใดมาก็ต้องทำและต่อสู้กับระบบที่เต็มไปด้วยความขัดแย้ง หรือเราจะเลือกอาชีพอิสระเป็นเจ้านายตัวเอง หาหัวข้อวิจัยที่เราสนใจและอยากจะทำเรียนรู้ไปพร้อมกับการทำงาน ไม่มีข้อผูกมัดที่เราต้องมาทำงานเวลาใดกลับเวลาใด เราอาจมีนักศึกษาเข้ามาช่วยในการทำงานเราจะแนะนำและถ่ายทอดความรู้แก่พวกเขาเป็นวิทยาทาน

อาชีพนักวิทยาศาสตร์พอเลี้ยงชีพตัวเองได้ แม้ไม่ร่ำรวยแต่รายได้ก็สูง ถ้าเราขยันทำงานวิจัย มีตำแหน่งทางวิชาการหรือเป็นที่ปรึกษาของโรงงาน รายได้เหล่านี้เกิดขึ้นจากความสามารถและการทำงานอย่างแท้จริง มิได้ได้มาโดยการพึ่งพาเจ้านายหรือ

กลุ่มบุคคลโดยมิชอบ แต่เหนือสิ่งอื่นใดเรากำลังทำงานที่เราชอบ และเป็นประโยชน์แก่ประเทศชาติซึ่งกำลังขาดแคลนนักวิจัยที่จะมาสร้างพื้นฐานแห่งการพัฒนาที่ยั่งยืน ผลงานของเราจะเป็นประโยชน์แก่สังคมโลกและมนุษยชาติ นั่นคือความภูมิใจและผลตอบแทนที่มีค่าสูงสุด

คำถามที่ 2 : คุณเคยสับสนไหมว่า เมื่อโตขึ้นจะทำงาน วิทยาศาสตร์ประเภทไหน?

วรรณช : เคย และบ่อยครั้ง เนื่องจากความลังเล และไม่รู้ว่าแน่ชัดในตอนเด็กๆ ว่าถนัดด้านใด และอยากทำ งานประเภทใด

ทวีธรรม : จะเป็นนักวิทยาศาสตร์สาขาใดนั้นยังไม่อาจเลือกได้ เพราะงานที่ผมอยากทำคืองานวิจัย ไม่ว่าจะอยู่ในสาขาใดของวิทยาศาสตร์แม้จะเป็น social science ความรู้ในโลกนี้แบ่งแยกเป็นสาขา เพียงเพื่อให้ง่ายแก่การศึกษาและจัดหมู่กลุ่ม ในความเป็นจริงแล้วความรู้ทั้งหมดมีความเกี่ยวพันเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน หัวข้อวิจัยหนึ่ง มีความเกี่ยวข้องกับสหวิทยาการในหลายสาขาดังนั้นต้องอาศัยความรู้ในหลายสาขามาประมวลรวมกันให้งานสำเร็จอย่างมีคุณภาพ

- สุวิทย์** : เคยเหมือนกัน แต่ตอนนี้เลิกคิดไปแล้ว เพราะเวลานั้นยังมาไม่ถึงผมเลย แต่ผมคิดว่า ผมน่าจะไปทางทดลองทางธรรมชาติ แนวชีวะฯ หน่อยๆ เพราะเขียงรายมีแต่ป่า ผมก็จะใช้ป่านี้แหละ ในการค้นคว้าหาข้อมูล แต่ไม่ทดลองบ้าง ในป่า เพราะกลัวป่าจะแปรเปลี่ยนไปในทางลบ
- กัลยามาศ** : เคยสับสนว่าจะทำงานทางวิทยาศาสตร์ประเภทไหนดี ตอนอยู่ประถมอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ประดิษฐ์อะไรต่างๆ เหมือนโดเรมอน เคยอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับไดโนเสาร์ เคยอยากเป็นนักดาราศาสตร์เพราะมีช่วงหนึ่งที่มีเรื่องของดวงดาวผ่านเข้ามาบ่อยๆ ถึงตอนนี้คิดว่าโตขึ้นจะทำงานเกี่ยวกับด้านโบราณชีววิทยา เพื่อเรียนรู้ย้อนเวลาแล้วค้นหาอนาคต ซึ่งเราสามารถนำเอาวิทยาศาสตร์หลายๆ ประเภทมาประยุกต์ใช้ได้
- อมราภรณ์** : ฉันเคยสับสนในคำว่า ฉันจะเป็นนักวิทยาศาสตร์ได้หรือมากกว่า ฉันติดความเป็นตัวของตัวเองสูง แต่ถ้าฉันมั่นใจว่า ฉันจะมาเป็นนักวิทยาศาสตร์ ฉันคงไม่ลังเลในประเภทสาขาวิชา เพราะฉันชอบอย่างเดียวคือ งานวิจัยทางการแพทย์
- ฐิติกานต์** : เคย ฉันมักกังวลว่าถ้าเรียนแล้วฉันจะสามารถ

มีความสุขกับมันได้หรือไม่ ฉันไม่อยากเสียใจ
แต่ฉันก็ยังไม่รู้ใจตัวเอง

สุชาดา : เคย ตอนนี้อากจะทำเกี่ยวกับคณิต แต่มีรุ่นพี่หลายคนลงความเห็น ว่า อีกสักพักก็ต้องมีการเปลี่ยนแปลงอย่างแน่นอน

คำถามที่ 3 : โครงการที่คุณชอบที่สุดที่เคยทำคือเรื่องอะไร มีอะไรเป็นแรงจูงใจ?

กัลยามาศ : โครงการวิทยาศาสตร์เรื่อง “รอยเท้าไดโนเสาร์ที่ภูแฝก” เพราะเป็นโครงการซึ่งมีจุดเริ่มต้นมาจากการค้นพบรอยเท้าไดโนเสาร์ด้วยตัวเอง การคาดคะเนว่าเป็นรอยเท้าของไดโนเสาร์ก็ถูกต้อง เป็นครั้งแรกที่ได้รู้ว่ามีความรู้วิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องในชีวิต ช่วงที่ทำโครงการนั้นได้เข้าใจธรรมชาติบ่อยๆ ทำให้ทราบถึงความเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับเปลือกโลก

ทวีธรรม : โครงการที่ชอบที่สุดคือเรื่อง “อิทธิพลของสนามแม่เหล็กกับการเจริญเติบโตของพืช” เพราะความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปัจจัยทางฟิสิกส์กับสิ่งมีชีวิตยังมีน้อยเหลือเกิน ส่วนใหญ่มีแต่การศึกษากลไกทางชีวเคมี ผลของฮอร์โมน

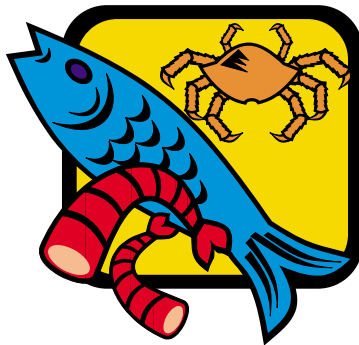
ต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่มีน้อยคนนักที่คิดว่าสนามแม่เหล็กซึ่งอยู่รอบตัวเรา ถ้าเปลี่ยนแปลงไปจะเกิดอะไรขึ้น แล้วทำไมถึงมีผลเช่นนั้นได้ โครงการนี้เป็นโครงการแรกของผมที่ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยในการทำงาน เนื่องจากเป็นชิ้นแรกๆ ความสมบูรณ์ในเนื้อหาและขั้นตอนวิธีอาจยังไม่ชัดเจนเท่ากับโครงการที่ทำต่อมาภายหลัง แต่สิ่งที่ทำให้ผมประทับใจคือมันเป็นโครงการที่ผมกล้าคิดจะทำสิ่งแปลกใหม่ ไม่ยึดติดกับกรอบเดิมๆ และผมอยากให้เป็นงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานมากกว่าวิทยาศาสตร์ประยุกต์

อมรรภรณ์ : ฉันชอบโครงการ “การเร่งสีเหลืองของปลาหางนกยูงด้วยมะละกอ” ฉันชอบทำเพราะ ฉันชอบชีววิทยา ฉันชอบค้นคว้า ฉันได้นำสิ่งรอบตัวมาเป็น inspiration ฉันใช้จินตนาการในการทำมัน แต่บังเอิญจินตนาการของฉันมันออกมาเป็นรูปธรรม ฉันจึงภูมิใจกับมันมาก

สุชาดา : “การศึกษาผลของสารปฏิชีวนะต่อการเจริญเติบโตของเชื้ออะโกรแบคทีเรียและการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อมะเขือเทศ” มีชும்ในงานเกษตรกำแพงแสน ปี 2545 และมีข่าวเกี่ยวกับพืชตัดแปลงพันธุกรรมเป็นแรงจูงใจ

สุวิทย์

: โครงการที่ชอบมากที่สุดที่เคยทำคือ “การทดสอบสารฟอร์มาลินด้วยสารสกัดจากธรรมชาติ” มีแรงจูงใจจากการที่ผมชอบกินอาหารทะเลและที่รู้จักกันอยู่คือ ทางภาคเหนือหาอาหารทะเลสดๆ รับประทานได้ยาก และอาหารทะเลนั้นกว่าจะมาถึงเชียงรายได้ก็ใช้เวลาหลายวัน ทางผู้ประกอบการขายอาหารทะเลก็อยากให้อาหารทะเลอยู่ได้นาน ก็เลยใส่น้ำยาฟอร์มาลินเข้าไปซึ่งมันมีอันตรายมาก เมื่อร่างกายสะสมมันไว้นานๆ ผมก็เลยใช้พืชผักต่างๆ ที่เป็นพืชผักสวนครัวนำมาทดสอบหาสารฟอร์มาลิน ซึ่งพืชผักเหล่านี้หาได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องซื้อ และไม่ใช่อันตรายต่อสภาพแวดล้อมอย่างเช่นชุดทดสอบของกรมสาธารณสุขการแพทย์ •



แรงจูงใจให้เรียนรู้



ริชาร์ด ไฟน์แมน นักฟิสิกส์ที่ได้รางวัลโนเบลเพราะผลงานด้าน quantum electrodynamics ได้เล่าความสนใจในวัยเด็กของเขาว่า “เมื่อผมเป็นเด็ก ผมมีห้องแล็บของตัวเอง มันไม่ใช่ห้องปฏิบัติการที่ผมจะตรวจวัดหรือทำการทดลองสำคัญ แต่ผมใช้เล่น ใช้สร้างมอเตอร์ สร้างวงจรที่จะหยุดทำงานเมื่อมีคนเดินผ่านเซลล์ไวแสง ผมเล่นกับซิลิเนียม ผมเล่นเสียส่วนใหญ่”

เด็กทั่วไป อ่านหนังสือวิทยาศาสตร์ เพราะต้องนำความรู้ไปใช้ในการทำข้อสอบในโรงเรียน

เด็กที่สนใจวิทยาศาสตร์ อ่านหนังสือวิทยาศาสตร์ เพราะต้องการความรู้ที่เขาสนใจ

และที่แน่ๆ คือ เมื่อนักอวกาศวิจัยยังเด็ก พวกเขา มักจะชอบอ่านหนังสือที่เล่าเรื่องต่างๆ ในธรรมชาติ หรือมีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ให้เรียนรู้ ซึ่งเมื่อพวกเขาอ่านแล้ว จะสนใจและมีความสุข ในขณะที่เด็กทั่วไปไม่ชอบอ่านหนังสือประเภทนี้ นักวิจัยด้านจิตวิทยาการศึกษา กล่าวว่า แรงจูงใจในการเรียนรู้ของคนเราแบ่งเป็นสองกลุ่ม ดังนี้⁵

5 สุนีย์ คล้ายนิล (2545). “ธรรมชาติการเรียนรู้กับการสอนวิทยาศาสตร์ วารสาร การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. ฉบับที่ 120 หน้า 22.

1. แรงจูงใจจากความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity)

คนที่มีแรงจูงใจที่จะเรียนรู้จากความอยากรู้อยากเห็นของตนเอง เป็นคนชอบแสวงหาความรู้ใหม่ กระจายที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ชอบค้นหาความรู้ สำรวจ ทดลอง เก็บข้อมูล และหาคำอธิบาย ข้อมูลด้วยตนเอง คนกลุ่มนี้เป็นคนที่ผลักดันให้โลกเปลี่ยนแปลง ด้วยการค้นพบสิ่งใหม่ และนำความรู้มาสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ

2. แรงจูงใจจากความต้องการที่จะเป็นผู้ประสบความสำเร็จ (Achiever)

อาจเป็นแรงจูงใจที่เกิดจากความต้องการสนองสำนึกในหน้าที่ เช่น ต้องการเป็นนักเรียนที่ดี หรือเป็นลูกที่ดี จึงต้องเรียนให้ได้ผลการเรียนดี และต้องการให้สังคมยกย่องว่าเป็นคนเก่ง มีความพอใจที่จะสอบได้คะแนนดีกว่าผู้อื่น ไม่ทำอะไรตามความสนใจของตนเอง แต่จะทำตามความชอบของสังคม (เช่น เด็กบางคนที่มีความรู้สึกว่าจะต้องสอบเข้าเรียนแพทย์ให้ได้ ทั้งๆ ที่ไม่มีความถนัดในด้านแพทยศาสตร์) รวมถึงความต้องการที่จะอยู่บนจุดสูงสุด

ถึงแม้ว่าเด็กที่สนใจวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีแรงจูงใจจากความอยากรู้อยากเห็น มักเอาตัวรอดในระบบการศึกษาไทยได้น้อยกว่า “เด็กเก่งวิทยาศาสตร์” แต่ผมขอสนับสนุนให้พวกเขาเรียนรู้เรื่อง ที่ตัวเองสนใจ เพราะมันทำให้เกิดประโยชน์ในระยะยาวมากกว่า การพยายามทำตัวเป็นเด็กเก่งวิทยาศาสตร์

ถ้าประเทศต้องการบุคลากรด้านการวิจัยหรือด้านวิทยาศาสตร์ในอนาคต เราควรสนับสนุนเด็กที่มีแรงจูงใจภายใน คือ ความอยากรู้อยากเห็นทางวิทยาศาสตร์ ความชอบและรักที่จะเรียนรู้ธรรมชาติ มากกว่าการตั้งรางวัลการแข่งขันทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเด็กมักต้องท่องจำเนื้อหาจำนวนมากที่กำหนดโดยความคิดของคนอื่น ทำให้ไม่มีโอกาสฟุ้งฟักความคิดสร้างสรรค์

ทุนการศึกษาและโครงการของรัฐบาลไทยที่ผ่านมา มักสนับสนุนเฉพาะ “เด็กเก่งวิทยาศาสตร์” ที่ทำข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ได้ดี แต่ไม่มีวิธีที่เหมาะสมที่จะสนองความชอบของ “เด็กที่ชอบวิทยาศาสตร์” (ความชอบวิทยาศาสตร์ในวัยเด็ก เป็นตัวจุดประกายทักษะทางวิทยาศาสตร์ได้มาก) ทำให้เด็กที่ชอบวิทยาศาสตร์ไม่ได้รับการพัฒนาความสามารถและไม่ได้รับการสานต่อความสนใจใฝ่รู้ อีกทั้งเด็กที่ชอบวิทยาศาสตร์หลายคนต้องฝืนทนท่องจำเนื้อหาในบทเรียนจำนวนมาก ซึ่งไม่เป็นประโยชน์ เพียงเพื่อให้ได้รับการยอมรับว่าเป็นคนเก่ง เพื่อที่จะหาทุนสำหรับการเรียนต่อ หรือเพื่อให้ได้รับคัดเลือกเข้าโครงการบางอย่าง

ประเทศไทยโชคดีที่ปัจจุบันนี้ มีโครงการเพื่อเด็กที่สนใจวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นใหม่หลายโครงการ บางโครงการได้รวมกลุ่มเด็กที่ชอบวิทยาศาสตร์มาเข้าค่าย มารวมกลุ่มแลกเปลี่ยนความรู้ มาฟังการบรรยายที่เปิดสิ่งใหม่ๆ ให้เด็กมีหูตากว้างไกล และสนับสนุนให้เด็กค้นคว้าหรือทำโครงการที่เขาสนใจอย่างอิสระ

ในสไตล์ของเขาเอง ผมเองก็ได้เจอเพื่อนเด็กที่ชอบคิดวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง และได้รู้จักสังคมของนักวิทยาศาสตร์มากขึ้นจากการเข้าค่ายในโครงการลักษณะนี้

นักชีววิทยาคณหนึ่งกล่าวว่า “สิ่งที่ตั้งใจให้ฉันเป็นนักวิจัยสำหรับฉันก็เหมือนนักวิจัยส่วนมาก แรงจูงใจหลักคือความพอใจในการค้นพบ หรือค้นหาสิ่งที่ยังไม่เคยมีใครรู้มาก่อน”

(“What motivates me as a researcher? For me, as for most researchers, the main motivation is simply the satisfaction of making discoveries, finding things out that no one knew before.” –Flossie Wong-Staal)

แรงจูงใจที่ทำให้ผมต้องการเป็นนักวิทยาศาสตร์ นอกจากความสงสัยและอยากรู้อยากเห็นในธรรมชาติแล้ว ความอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงก็มีอยู่บ้าง พอผมได้ศึกษาประวัตินักวิทยาศาสตร์หลายคนเพราะอยากรู้ว่าคนเหล่านั้นมาเป็นนักวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร ผมก็เริ่มมีความอยากที่จะค้นพบสิ่งใหม่ที่ให้ผลยิ่งใหญ่ มันเป็นความปรารถนาที่รุนแรงจนผมต้องหยุดคิด ผมไม่เข้าใจตัวเองว่าทำไมผมถึงอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่ที่สุดของโลก สมัยก่อนผมอยากเป็นแค่นักวิทยาศาสตร์ที่ได้ศึกษาสิ่งที่ตนอยากรู้ เพื่อนของผมที่ชื่อ**นิศามณี เจริญชนม์** ให้ข้อคิดว่า “ชื่อเสียงไม่ใช่สิ่งจำเป็นสำหรับชีวิตนักวิทยาศาสตร์ สิ่งจำเป็นสำหรับชีวิตนักวิทยาศาสตร์คือการยอมรับจากสังคม”

ผมจึงคิดว่า เราไม่ควรต้องการทำงานวิทยาศาสตร์เพียง เพราะหวังรางวัลโนเบล หรือรางวัลนักวิทยาศาสตร์ดีเด่น เพราะมันเป็นแค่รางวัลเท่านั้น รางวัลแบบนี้ไม่ใช่คุณค่าที่แท้จริงของการสร้างสรรค์งานวิจัย ประโยชน์ที่นักวิทยาศาสตร์ได้รับจากการวิจัยคือ ความสุขที่ได้ทำงานและเรียนรู้สิ่งใหม่

การเรียนรู้ที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ เราไม่ควรเน้นเฉพาะชีวิตและประวัติการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงเท่านั้น เราควรเรียนรู้เกี่ยวกับคนทุกประเภท รวมทั้งนักวิจัยทั่วไปด้วย ถึงแม้เราจะอ่านประวัติของนักวิทยาศาสตร์ระดับอัจฉริยะ แต่พวกเขาก็เป็นอัจฉริยะที่มีข้อเสียและพื้นฐานความคิดต่างกันออกไป

สำหรับหนังสือเล่มนี้ ผมเพียงแต่แนะนำเส้นทางโอกาส แต่อาจจะไม่ได้กล่าวถึงเทคนิควิธีการในการเป็นนักวิทยาศาสตร์ เพราะถ้าเรามีแรงบันดาลใจที่จะทำอะไรสักอย่าง เราก็สามารถทำได้ถึงแม้มันจะยากและเต็มไปด้วยอุปสรรค

ผมประทับใจคำกล่าวของคนที่มีชื่อเสียงดังนี้

“ถ้าพิจารณาดูกันให้ดีจะเห็นว่า นักวิทยาศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่ ที่สร้างความเจริญก้าวหน้าสำคัญในวงการวิทยาศาสตร์นั้น ล้วนทำงานด้วยความใฝ่รู้อย่างบริสุทธิ์ใจทั้งสิ้น ไม่มีแม้แต่ความใฝ่รู้เพื่อจะพิชิตธรรมชาติ มีแต่ความซาบซึ้งในกฎธรรมชาติ



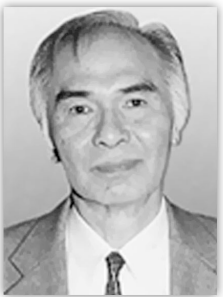
มุ่งมันเพียรค้นคว้าโดยไม่เห็นแก่ผล
ประโยชน์ใดๆ เมื่อค้นคว้า ก็จะมีความสุข
ในการได้ค้นพบความจริง โลกกำลัง
ต้องการการศึกษาวិทยาศาสตร์ที่มีศรัทธา
และมีฉันทะในธรรมะ ซึ่งใฝ่รู้ความจริงอย่าง
บริสุทธิ์ใจ”

พระธรรมปิฎก



“เสน่ห์ของงานวิจัย คือ การได้เรียนรู้
รู้ ได้ตั้งคำถาม แล้วมีกระบวนการที่จะ
ตอบคำถามนั้นได้ นักวิจัยเมื่อตอบคำถาม
ได้ เขียนรายงานผลการวิจัยสำเร็จ จะรู้สึก
ว่าตัวเบาๆ ลอยๆ ”

วิจารณ์ พานิช



“งานวิจัยนี้ มันคืออย่างหนึ่ง คือ ทุก
วันมันไม่เหมือนกัน ไม่มีวันไหนเหมือนกัน”

ยอดหทัย เทพรานนท์

ความใฝ่ฝัน



ลองอ่านเรื่องราวจากชีวิตจริงของคนสองคนนี้สิครับ

เรื่องของมอนตี้

“เด็กชายอายุ 16 ปี คนหนึ่ง ชื่อว่า **มอนตี้** คุณครูสั่งให้เขียนเรียงความเรื่อง “โตขึ้นอยากเป็นอะไร” มอนตี้ก็เขียนบรรยายไป 7 หน้ากระดาษ ถึงความฝันของเขาที่จะเป็นเจ้าของคอกม้า พร้อมด้วยบ้านพื้นที่ 4,000 ตารางฟุต บนเนื้อที่ 200 เอเคอร์ เขาบรรยายพร้อมทั้งวาดแผนผังแสดงรายละเอียดไว้ทุกส่วน แต่เมื่อเขานำไปส่งกลับได้คะแนน “F” และเรียกให้ไปพบหลังเลิกเรียน

หลังเลิกเรียน มอนตี้ ก็เข้าไปพบคุณครู และถามว่าทำไมเรียงความของเขาจึงได้ “F” ก็ได้รับคำตอบว่า สิ่งที่เขาเขียนนั้นมันเป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ เพราะมันต้องใช้เงินมากมาย

เกินกว่าฐานะของครอบครัวของมอนตี้จะสามารถทำได้ แม้ว่ามอนตี้จะชี้แจงให้ฟังว่ามันเป็นแค่ความฝันของเขา แต่คุณครูไม่รับฟังและขอให้มอนตี้ไปเขียนเรียงความมาใหม่ โดยขอให้เขียนถึงเรื่องที่มีมันพอจะเป็นไปได้บ้างแล้วจะแก้คะแนนให้

มอนตี้ก็กลับบ้านและนำปัญหานี้ไปปรึกษากับพ่อของเขา ซึ่งพ่อของเขาก็ให้คำตอบว่า เรื่องนี้พ่อคงช่วยอะไรลูกไม่ได้ มันขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจของลูกเอง แต่พ่อมีความรู้สึกบางอย่างว่า การตัดสินใจของลูกครั้งนี้ จะเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่ออนาคตของลูกอย่างแน่นอน

มอนตี้ไคร่ครวญกับเรื่องนี้อยู่เป็นสัปดาห์ ในที่สุดเขาก็ตัดสินใจได้ เขานำเรียงความเรื่องเดิมไปส่งคุณครูพร้อมกับพูดว่าให้คะแนน “F” กับผมก็แล้วกัน ผมจะรักษาความฝันของผมไว้

มอนตี้เล่าเรื่องนี้ให้กับผู้มาเยือนเขาฟังพร้อมกล่าวว่า ที่ผมเล่าเรื่องนี้ให้พวกคุณฟังเพราะว่าขณะนี้คุณกำลังนั่งอยู่หน้าเตาผิง ในบ้านพื้นที่ 4,000 ตารางฟุต ซึ่งตั้งอยู่กลางคอกม้าเนื้อที่ 200 เอเคอร์ และเรียงความเจ็ดหน้ากระดาษนั้นได้ใส่กรอบเรียงอยู่เหนือเตาผิง และเขาได้เล่าต่อว่า ที่ดีที่สุดของเรื่องนี้ก็คือ ในฤดูร้อนเมื่อสองปีที่แล้ว คุณครูคนเดิมพาเด็กนักเรียน 30 คนมาพักค้างแรมที่นี่เป็นเวลาหนึ่งสัปดาห์ ก่อนจากไปท่านพูดกับผมว่า “มอนตี้ สมัยครูเป็นครูของเธอ ครูคงเป็นนักขโมยความฝัน ครูเสียใจนะที่ครูได้ขโมยความฝันของเด็กๆ ไปตั้งมากมาย แต่ครูก็ตั้งใจที่เธอไม่ยอมให้ครูขโมยความฝันของเธอ”

เดินไปตามความฝันของคุณ อย่ายอมให้ใครขโมยมันไปได้”

นี่คือเรื่องเล่าจากชีวิตจริงของ Monty Roberts ที่ถูกเผยแพร่
ต่อๆ กันมาทางอินเทอร์เน็ต

เรื่องของเด็กชายอัลเบิร์ต

ในเมือง Munich, Germany ประมาณปีค.ศ. 1894

เด็กชายคนหนึ่ง ไม่ได้ทำการบ้านคณิตศาสตร์ เพราะ
เห็นว่าง่ายเกินไป จึงมัวแต่เอาเวลาไปอ่านหนังสือเกี่ยวกับ
ปรัชญาและความก้าวหน้าใหม่ล่าสุดในวิชาฟิสิกส์

ครูสอนคณิต : การบ้านยังไม่ได้ทำ เด็กอย่างเธอโตขึ้นจะทำ
อะไรได้ เอาแต่เพ้อฝัน

เด็กชาย : ผมจะเป็นครูสอนคณิต และจะเป็นผู้ตั้งทฤษฎี
ฟิสิกส์ที่ยิ่งใหญ่ที่สุดในโลก

ครูสอนคณิต : เธอนี้ใกล้บ้าเต็มทีแล้ว!

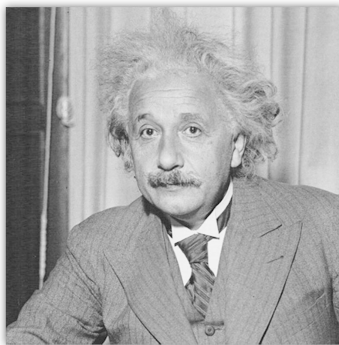
อีก 20 ปีต่อมา เด็กชายคนนี้เป็นนักวิทยาศาสตร์ที่คนทั่วโลกรู้จักกันในชื่อ “อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์” และย้อนกลับไปเมื่ออัลเบิร์ตยังเรียนอยู่ในโรงเรียน...

นिरนาม : ถ้าแกคิดว่าตัวเองเก่งฟิสิกส์นัก ไหนลองบอกมาซิว่าความเร็วแสงเป็นเท่าไร

อัลเบิร์ต : ผมไม่จำเป็นต้องจำความเร็วแสง ในเมื่อผมสามารถเปิดหาในหนังสือไม่ถึงห้านาที

นिरนาม : โธ่! ไม่เก่งจริงนี่หว่า! แต่ความเร็วแสงก็จำไม่ได้

ในเวลานั้น อัลเบิร์ตอยากจะอธิบายไปจริงๆ ว่าการท่องจำความเร็วแสงได้ไม่ใช่เรื่องสำคัญ แต่เหตุการณ์นี้ไม่ทำให้อัลเบิร์ตหวั่นไหวต่อความตั้งใจที่จะเป็นนักฟิสิกส์ของเขาเลย



เพื่อนๆ มีความใฝ่ฝันอะไรกันบ้างครับ ไม่ว่ามันจะยิ่งใหญ่แค่ไหน วิธีที่จะทำให้ความใฝ่ฝันนั้นเป็นจริงได้ คือการลงมือทำ คุณสมบัติของนักปราชญ์สืบประการต่อไปนี้เป็นปัจจัยที่เอื้อต่อการประสบความสำเร็จของนักวิทยาศาสตร์⁶ เพื่อนๆ ลองประเมินตัวเองดูสิครับ คุณสมบัติข้อไหนที่เรายังมีน้อยก็ควรฝึกให้มามาก เพื่อให้ความใฝ่ฝันกลายเป็นความจริง

1. การเป็นคนช่างสังเกต
2. การเป็นคนช่างคิดช่างสงสัย
3. การเป็นคนมีเหตุผล
4. การเป็นคนมีความเพียรพยายามและความอดทน
5. การเป็นคนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
6. การเป็นคนทำงานอย่างมีระบบ
7. การมีญาณปัญญาหรือความหยั่งรู้ (intuition)
8. ความสงบแห่งจิต (สมาธิ)
9. ความมุ่งหมายอันยิ่งใหญ่
10. ความมีจิตมั่นคงไม่หวั่นไหว

6 ชัยพฤกษ์ เพ็ญวิจิตร, พุทธศาสนากับวิทยาศาสตร์. สำนักพิมพ์ดอกหญ้า กรุงเทพฯ พ.ศ.2539.



การลงมือศึกษา ตามที่เราอยากจะเรียนรู้

วิทยาศาสตร์คือศิลปะของความจริง งานอย่างแรกของนักวิทยาศาสตร์ คือ การมองโลกด้วยความประหลาดใจและมีความอยากรู้อยากเห็นอยู่ในวิถัญญาณ เมื่อนักวิทยาศาสตร์สนใจเรื่องใดแล้ว มักจะเกิดความปรารถนาที่จะหาความรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้น ถ้าไม่มีใครบอกคำตอบที่น่าเชื่อถือแก่เขาได้ เขาก็ต้องลงมือค้นหามันด้วยตนเอง

ขงจื้อกล่าวไว้ว่า “ฉันได้ยินแล้วก็ลืม ฉันเห็นแล้วจำได้ ฉันลงมือทำจึงเข้าใจ” (“I hear and I forget. I see and I remember. I do and I understand.”-Confucious) การลงมือทำงานในลักษณะเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ทำงานวิจัยกันจริง ๆ จึงเป็นกิจกรรมที่จำเป็นสำหรับนักอวกาศวิจัย เพื่อจะได้รู้ว่าความยากลำบากในการวิจัยนั้นเป็นอย่างไร

การทำ “โครงการ” เป็นกิจกรรมหนึ่งที่เปิดโอกาสให้เด็กได้ศึกษาเรื่องที่เขาสนใจ วัตถุประสงค์เดิมของโครงการวิทยาศาสตร์ คือการฝึกทำงานวิจัยของนักศึกษาในมหาวิทยาลัย แต่ในปัจจุบัน การทำโครงการเป็นงานในการเรียนตั้งแต่ชั้นประถม

เราจะเริ่มทำงานทางวิทยาศาสตร์จากส่วนไหนก่อนก็ได้ อาจเริ่มจากงานการสังเกต หรือเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีและทดสอบทฤษฎี งานเหล่านี้เรียกสั้นๆ ได้ว่า **โครงการ (project) หรืองานวิจัย (research)**

การวิจัยไม่ใช่งานของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นนะครับ แต่เป็นงานของนักคิดในวิชาอื่นด้วย ถ้ามองโดยรวม การวิจัยถูกแบ่งเป็นสามประเภท

1. การวิจัยพื้นฐาน มุ่งเน้นการแสวงหาความรู้ใหม่จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ และการสังเกตข้อเท็จจริง

2. การวิจัยเชิงประยุกต์ มุ่งเน้นการแสวงหาความรู้ใหม่ โดยนำผลงานวิจัยไปใช้อย่างเฉพาะเจาะจง

3. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการนำความรู้จากการวิจัย และประสบการณ์ไปสู่การผลิตใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ หรือปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น เช่น การประดิษฐ์เครื่องเดินทางข้ามเวลา และการออกแบบปากเหยือกน้ำเพื่อมิให้เทน้ำหก⁷

การทดลองอย่างเล่นๆ เพื่อหาคำตอบในเรื่องที่เราอยากรู้ ยังไม่ควรเรียกชื่อให้ฟังดูหรูหรว่าเป็นการวิจัย การศึกษาค้นคว้า เรื่องที่เราสนใจจะเรียกว่าเป็นงานวิจัยได้ก็ต่อเมื่อ มีการตั้ง

7 “การออกแบบปากเหยือกน้ำเพื่อมิให้เทน้ำหก” มีบางคนทำเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกด้านลักษณะการไหลของของเหลว โดยใช้สมการที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแรงตึงผิวของเหลว การยืดเกาะ ฯลฯ

จุดมุ่งหมาย วางแผน เรียงลำดับขั้นตอน กำหนดวิธีเก็บข้อมูล และมีการบันทึกผล การวิจัยที่ดีควรมีเครื่องมือในการวิเคราะห์ อย่างเพียงพอและเหมาะสม

งานเขียนที่รวบรวมข้อมูลจากเอกสารต่างๆ มาเขียนขึ้นใหม่ ก็ไม่เรียกว่างานวิจัย แต่เรียกว่างานทางวิชาการ

สิ่งแรกที่นักวิทยาศาสตร์ควรจะทำเวลาทำโครงการคือ สะสมข้อมูลที่มีอยู่ให้ได้มากที่สุด การมีข้อมูลพื้นฐานในเรื่องนั้น อย่างเพียงพอเป็นสิ่งสำคัญ ถึงแม้ว่าการศึกษาค้นคว้าเรื่อง วิทยาศาสตร์และงานวิจัยต่างๆ เป็นขั้นตอนที่ทำให้เสียเวลา แต่เป็นขั้นตอนที่จำเป็น เพื่อให้เรารู้ว่า โครงการที่เราคิดจะทำนั้น มีใครเคยทำอะไรมาแล้วอย่างไร แต่ขั้นตอนนี้อาจไม่จำเป็นนัก ถ้าคุณนี่ก็อยากจะทำทดลองวิทยาศาสตร์เพื่อความสนุกสนานตัว หรือทำโครงการที่ครูที่โรงเรียนสั่งให้ทำโดยให้เวลาน้อย

แต่อาจารย์นักวิจัยคนหนึ่งบอกผมว่า เราไม่จำเป็นต้องอ่าน งานวิจัยของคนอื่นให้มากนัก เพราะมันอาจปิดกั้นความคิด สร้างสรรค์ที่เราจะทำในงานวิจัยของเราเอง

เมื่อรู้แล้วว่าคำถามที่เราสนใจนั้นมีวิทยาศาสตร์อะไรเป็น พื้นฐาน เราก็วางแผน กำหนดวัตถุประสงค์ว่าเราจะทำอะไร

ถ้าคุณต้องการเลือกหัวข้อวิจัยที่จะทำอย่างจริงจัง หรือ จำเป็นต้องเลือกหัวข้อทำโครงการหรือวิทยานิพนธ์ ขอให้คุณ พิจารณาว่า

1. เรามีพื้นฐานความรู้ในเรื่องนั้น
2. มีสถานที่และเครื่องมือสำหรับการทดลองหรือการค้นคว้า
3. มีอาจารย์ที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำหรือมีนักวิจัยที่มีประสบการณ์ในด้านนั้น

ในการเลือกหัวข้อการวิจัยวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ เราไม่สามารถตอบว่าการวิจัยในเรื่องไหนจะทำให้ได้ความรู้ใหม่ที่เป็นประโยชน์หรือไม่ เพราะงานด้านวิทยาศาสตร์ไม่บอกเราล่วงหน้าว่าทำแล้วจะได้อะไร แต่มันไม่ทำให้เรามีปัญหามากนัก เราควรเลือกทำงานวิจัยที่เราอยากจะทำ และโดยปกตินักวิทยาศาสตร์มักสนใจการค้นหาคำความจริงเป็นหลัก ส่วนประโยชน์ที่จะได้จากการค้นพบนั้นเป็นเรื่องรอง เราจึงไม่จำเป็นต้องกังวลเมื่อไม่รู้ว่าจะหัวข้องานวิจัยที่เราเลือกจะทำให้เกิดประโยชน์หรือไม่ งานสร้างสรรค์ประเภทนี้เรามักจะคาดเดาไม่ได้ว่าจะมีประโยชน์แค่ไหน จนกว่าจะทำงานชิ้นนั้นสำเร็จแล้ว

ผมไม่มีสูตรสำเร็จที่จะบอกคุณว่า ถ้าต้องการทำงานวิจัยสาขานี้ จะเริ่มทำอย่างไร และมีขั้นตอนต้องวางแผนอย่างไร รูปแบบงานวิจัยหรือโครงการวิทยาศาสตร์มีมากมาย มีลักษณะวิธีทำและผลที่ได้รับแตกต่างกันไป

เมื่อเราเริ่มทำโครงการที่สนใจ จะพบอุปสรรคที่สำคัญคือ เราขาดความรู้ในเรื่องนั้น และขาดความเชี่ยวชาญในเทคนิค

ซึ่งอาจทำให้รู้สึกปวดหัวและหมดกำลังใจไปเสียก่อน ตอนที่ผมเริ่มทำโครงการชิ้นแรก ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อสังเคราะห์พอลิเมอร์ชนิดใหม่ที่นำไฟฟ้าและเกิดสารเชิงซ้อน (complex) กับไอออนของโลหะไดโนโมเลกุลเดียวกัน โครงการนี้ต้องใช้ความรู้ด้านเคมีอินทรีย์สังเคราะห์ (organic synthesis) อย่างมาก ผมมีความรู้ด้านนี้น้อย แต่ในตอนแรก ผมทำโครงการตามแนวทางของนักวิทยาศาสตร์พี่เลี้ยง (mentor) ไปก่อน ในที่สุดผมจึงเข้าใจว่าพวกนักเคมีอินทรีย์สังเคราะห์ทำงานอะไรกัน และได้ความรู้หลายอย่าง

เมื่อได้ทำงานมีประสบการณ์ เวลาผมทำโครงการจึงไม่ต้องปรึกษานักวิทยาศาสตร์พี่เลี้ยงบ่อยๆ เหมือนเมื่อก่อนแล้ว เพราะขณะที่เราทำงานวิจัย เราจะมีโอกาสศึกษาและสำรวจงานวิจัยที่คนอื่นเคยทำมาแล้วไปด้วย

โครงการวิทยาศาสตร์และงานวิจัยเป็นสิ่งที่เราต้องฝึกทำให้มีประสบการณ์ด้วยตนเอง แล้วคุณจะสนุกกับมัน ขอเชิญนักอยากวิจัยทุกคนทดลองทำได้ตามความสนใจ ถ้าคุณอยากจะทำ ปรึกษานักวิจัยในเรื่องนั้นๆ สิครับ ถ้าคุณไม่รู้จะทำโครงการเรื่องอะไร ขอให้เลือกศึกษาสิ่งที่คุณสนใจหรือ “สงสัย” เป็นพิเศษ

“ความสนใจและการเรียนรู้เรื่องที่สนใจ ย่อมมาก่อนการตั้งชื่อโครงการ”



คำแนะนำในงานที่มีการทดลอง

นักวิทยาศาสตร์มักทำงานการทดลองที่ทำอย่างจริงจัง ใน “ห้องปฏิบัติการ” (laboratory) ซึ่งมีที่ว่าง ที่เก็บอุปกรณ์และวัสดุ มีโต๊ะสำหรับการทดลองและจัดบันทึก

ถ้าเราต้องการจะทำการทดลองที่ต้องใช้อุปกรณ์ ถ้าเรา รู้จักนักศึกษาระดับปริญญาหรือนักวิจัยในมหาวิทยาลัยที่มีโอกาสได้ใช้ห้องทดลอง เราก็อาจขอทำการทดลองที่เราต้องการ ในห้องนั้นได้

เวลาเราจะทำการทดลอง เราควรจัดบันทึกในสมุดบันทึก การทดลอง หรือถ้าไม่ใช้การทดลอง เราก็ควรมีการบันทึกความคิด ข้อมูล และการสังเกตต่างๆ เอกสารและหลักฐานในการทดลองนั้น นักวิจัยควรเก็บรักษาไว้หลังจากสรุปผลงานวิจัยหรือเผยแพร่ งานวิจัยไปแล้วสักระยะเวลาหนึ่ง เพื่อการตรวจสอบหรือทบทวน ข้อมูล



ในการทำงานเกี่ยวกับปฏิบัติการเคมี เราจำเป็นต้องมีคู่มือ (handbook) หรือข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ ถ้าเป็นการทดลอง เราอาจหาดูว่ามีใครเคยทดลองแบบนี้มาบ้าง แล้วดูข้อมูลที่เขาบันทึกไว้ (ในบทความ งานวิจัย โครงการ หรือวิทยานิพนธ์) หรือหาทางปรึกษาเขา

เมื่อทดลองเสร็จแล้ว ควรจัดการเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อย เพื่อความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ในครั้งต่อไป

ขณะที่ความสนใจจะทดลองหลายเรื่อง เราควรสนใจทำการทดลองอย่างจริงจังเพียงเรื่องเดียวในเวลาหนึ่ง เพราะมันง่ายและสนุกกว่าการพยายามทดลองหลายเรื่องในเวลาเดียวกัน •

เส้นทางการศึกษา



กระบวนการเรียนรู้ส่วนใหญ่ไม่ได้เกิดขึ้นในห้องเรียน การที่เราจะศึกษาเรื่องใดเพื่อเป็นพื้นฐานความรู้ติดตัวจึงไม่จำเป็นต้องคำนึงว่า มันจะมีอยู่ในหลักสูตรหรือไม่ ความสนใจที่จะเรียนรู้เรื่องต่างๆ เป็นคุณสมบัติที่ดีถึงแม้ว่าเรื่องนั้นเราไม่สามารถนำไปใช้ในการสอบเอนทรานซ์

เราคงไม่อาจคาดหวังจากการเรียนในระดับประถมและมัธยมที่เราจะได้เรียนรู้อะไรหลายอย่าง เพราะเด็กไทยส่วนใหญ่ไม่ได้มีความใฝ่รู้มากเท่าเรา ระบบการศึกษาจึงเอื้อต่อการส่งเด็กส่วนใหญ่ให้สอบผ่าน แต่ไม่สนองความช่างคิด ช่างสงสัย ช่างทดลอง และความอยากรู้จักวิทยาศาสตร์

อย่าคาดหวังกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมากนัก เพราะความรู้ระดับนี้อาจยังไม่พอที่จะทำโครงการที่มีคุณภาพพอที่จะตอบสนองความต้องการของนักวิทยาศาสตร์น้อยผู้ยิ่งใหญ่ ขออย่าหมดกำลังใจถ้าเรายังไม่อาจศึกษาสิ่งที่เราอยากรู้

ระหว่างที่เราอยู่ในวัยศึกษาเล่าเรียน ควรหาแหล่งความรู้ หรือหนังสือที่มีเนื้อหาเหมาะสมกับระดับความรู้ของเรา หรือยากกว่าเล็กน้อยเพื่อความท้าทาย

เด็กบางคนอยากรู้ว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานเรื่องอะไรกัน ก็อ่านเอกสารทางวิชาการในวารสารระดับการวิจัย ซึ่งเขาอ่านไม่รู้เรื่อง เพราะมันเต็มไปด้วยศัพท์และสัญลักษณ์ทางเทคนิคที่ใช้สำหรับการวิจัย ซึ่งเด็กอย่างพวกเราต้องทำความเข้าใจเป็นเวลานาน

ถ้าเราได้คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ดี ไม่ได้แปลว่าเราไม่เก่งวิทยาศาสตร์ เพราะการเก็บคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมักไม่ได้ทำอย่างละเอียดอ่อนพอที่จะประเมินความสามารถที่แท้จริง

ถ้าคุณมีความสนใจอะไรก็ควรวางแผนการศึกษาของตนในอนาคตเอาไว้ก่อนที่จะถูกกระแสนิยมพัดพาไป

คำแนะนำ เราจะเลือกเรียนในมหาวิทยาลัยไหนก็ควรดูว่าในมหาวิทยาลัยนั้นมีแหล่งความรู้หรืออุปกรณ์การวิจัยในเรื่องที่เรากำลังสนใจ หรือวางแผนว่าจะศึกษาหรือไม่ โดยสืบหาข้อมูลได้จากอินเทอร์เน็ต ถามจากคนรู้จัก หรือไปเยี่ยมชมมหาวิทยาลัย

การเรียนระดับปริญญาตรีเปิดโอกาสให้นักศึกษาเดินเข้าไปหาห้องทดลองและพบนักวิทยาศาสตร์ได้สะดวก ทำให้

นักศึกษามีโอกาสทำโครงการที่ตนสนใจมากขึ้น เมื่อเราได้เรียนในมหาวิทยาลัยหรือสถาบันอุดมศึกษา เราจะมีโอกาสรู้จักรุ่นพี่ปริญญาโทและเอก ครู และนักวิจัยได้มากขึ้น รวมทั้งได้พบเพื่อนที่มีความสนใจคล้ายกัน

การเรียนระดับที่เรียกว่า graduate เช่น ปริญญาโทและเอก ประกอบด้วย การฟังบรรยายกับการทำวิทยานิพนธ์ (thesis) วิทยานิพนธ์คือการทำงานวิจัยหรือโครงการที่สำคัญสักเรื่องหนึ่ง

คนที่จะสมัครเข้าทำงานในสถาบันวิชาการได้สะดวก ควรจบปริญญาเอก แต่หลังจากได้ปริญญาเอกแล้ว เราไม่จำเป็นต้องทำงานวิจัยเรื่องเดิมหรือในสาขาเดิม หลังจากปริญญาเอกหลายคนนิยมทำงานวิจัยหลังปริญญาเอกที่เรียกว่า postdoctoral research เพื่อฝึกงานเพิ่มเติม ก่อนที่พวกเขาจะไปสมัครเข้าทำงานที่เป็นอาชีพจริงในระยะยาว •





เรื่องแปลก

อินเทอร์เน็ตเป็นแหล่งแลกเปลี่ยนความรู้กับโลกกว้าง ผมเคยเจอเรื่องแปลกเรื่องหนึ่งใน www.pantip.com ในชื่อกระทู้ “แบบนี้จะถือได้ว่าเป็นอัจฉริยะได้หรือไม่?” เรื่องนี้ไม่ปรากฏข้อมูลผู้แต่ง และผมไม่รู้ว่าเป็นเรื่องจริงหรือเป็นเพียงเรื่องสั้นที่แต่งขึ้นเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ แต่ผมขอยืนยันว่า นักวิทยาศาสตร์ที่มีความคิดลึกซึ้งอย่างแท้จริงมีลักษณะเช่นนี้ เพราะพวกเขาไม่ชอบการท่องจำสูตรคณิตศาสตร์โดยไม่เข้าใจอย่างแท้จริงเหมือนคนทั่วไป



จากคุณ : **คนหว่าก** 22 มกราคม 2546

ผมมีโอกาสรู้จักกับผู้หญิงคนหนึ่ง เธอเรียนจบอักษรศาสตร์จุฬาฯ ครั้งแรกที่ผมเจอเธอเธอถือหนังสือ Biology มาถาม เพื่อนผมซึ่งจบด้านนี้มา เธอถามข้อสงสัยของเธอด้วยความเกรงใจ แต่มีแววตาของความกระหายใคร่รู้อย่างมาก เธอเป็นผู้หญิงที่น่ารัก มีกิริยามารยาทที่อ่อนโยนมาก

เพื่อนผมถามว่า ทำไมมาสนใจวิทยาศาสตร์ เธอบอกว่า เธออยากเข้าใจชีวิตและจักรวาล และตอนนี้เธอกำลังมุ่งมั่นที่จะศึกษาวิชาชีววิทยาและฟิสิกส์ แต่เธออ่อนคณิตศาสตร์มาก เพราะเธอเรียนสายศิลป์มา และตอนเรียน ม.ต้น เธอได้เกรด 1 วิชาคณิตศาสตร์ โดยที่วิชาอื่นได้ 4 ทั้งหมด (เธอสามารถพูดได้สามภาษาหลักของโลกชนิดที่ใกล้เคียงกับเจ้าของภาษาที่เดียว สอบโทเฟิลได้คะแนนถึง 640)

เพื่อนผมเลยแนะนำว่า หากสนใจฟิสิกส์ ลองคุยกับพี่คนนั้นสิ เพื่อนผมแนะนำให้รู้จัก ก็ได้ทราบว่าทุกๆ วันเธอต้องหอบ textbook สองวิชานี้ไปตระเวนถามข้อสงสัยกับเพื่อนๆ ที่เธอรู้จัก เธอบอกว่าเธอไม่เคยได้รับคำตอบที่น่าพอใจเลย จนมาเจอเพื่อนของผมซึ่งเก่งไปโอมมาก ก่อนหน้านี้เธอลงเรียน ป.โท ด้านมานุษยวิทยา โดยหวังว่าจะได้คำตอบในสิ่งที่เธอค้นหาอยู่ แต่เธอกลับผิดหวังเพราะไม่มีใครตอบคำถามเธอได้

ผมเห็นว่าแปลกดี จบอักษรมาแล้วกลับมาสนใจสิ่งที่ดูเหมือนคนละฟากเช่นนี้ ผมตกลงใจที่จะสอนวิชาฟิสิกส์ให้เธอ โดยเลื่อนไปอีกเดือนหนึ่งหลังจากที่ผมทำงานเสร็จ ผมเกือบลืมเธอไปแล้วเหมือนกัน จนผมเปิดสมุดโทรศัพท์ไปเจอเบอร์ของเธอ ผมก็โทรไปคุยด้วย เธอตื่นเต้นดีใจมาก เธอบอกว่าเธอรอผมทุกวัน เธอดีใจมากที่ผมโทรมา เธอเล่าให้แม่เธอฟังด้วยความตื่นเต้น

วันแรกที่ผมเริ่มติวฟิสิกส์ให้เธอ กลับเป็นฝ่ายผมเองซึ่งตื่นเต้นมาก แต่ละคำถามของเธอลึกซึ้งมาก จนผมสงสัยว่าทำไม

เธอจึงอ่อนวิชาคณิตศาสตร์ การที่เธออ่อนคณิตศาสตร์ตอน ม.ต้น ขณะที่ได้ 4 ในวิชาอื่นทั้งหมด จนครูของเธอขอให้เธอเรียนอะไรก็ได้ที่ ต้องไม่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ผมเริ่มทบทวนวิชาคณิตศาสตร์ ม.ต้นให้เธอก่อน ผมกลับพบว่าสิ่งที่ทำให้เธออ่อนวิชานี้ เป็นเพราะครูที่โรงเรียนเธอไม่มีความสามารถมากเพียงพอที่จะสอนเธอได้ กับคำถามที่ลึกซึ้งมาก จนครูไม่เข้าใจคำถามของเธอ แล้วพาลคิดว่าเธอโง่ ไม่สามารถเข้าใจวิชานี้ได้ เธอก็เลยคิดว่าเธอโง่จริงๆ จนต้องหันมาเอาดีทางด้านภาษาแทน

ผ่านไป 1 ชั่วโมง พบว่าเธอสามารถเข้าใจเรื่องสมการได้เป็นอย่างดี ผมเลยลองทดสอบโจทย์ ชั่งหิน (ผมใช้ชั่งเหรียญ 12 เหรียญ) 12 ก้อนที่เคยฮือฮาในนี้มาก่อน เธอมุ่งมั่นคิดอย่างเอาเป็นเอาตาย ดูเหมือนคนบ้าผุดลูกผุดนั่น แล้วเธอก็คิดออกอย่างไม่มีที่ติเลย ผมนึกสนุก บ้อนโจทย์ท้าทายทำนองนี้ให้เธออีกหลายข้อ เธอครุ่นคิดอย่างหนักแล้วได้คำตอบทุกข้อด้วย

เมื่อเริ่มสอนฟิสิกส์กันจริงจัง ผมพยายามอธิบายให้ง่าย ๆ ก่อนเพราะเธอไม่มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ แต่คำถามเธอรุกหนักมาก แล้วสิ่งที่ถาม ไม่ใช่สิ่งที่ระดับ ม.ปลายจะถามกัน เธอไม่สามารถเข้าใจได้เลย เพราะสงสัยลึกลงไปเรื่อย ๆ ผมตัดสินใจใช้วิชาแคลคูลัสเข้าอธิบาย ปรากฏว่าเธอกลับเข้าใจได้ดีขึ้น เช่น ผมอธิบายเรื่องการกระจัด ความเร็ว ความเร่ง แต่เธอไม่มองแค่นั้น เธอมองไปถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าเหล่านี้ด้วย แล้วเธอก็พยายามแบ่งค่าเหล่านี้ออกเป็นส่วนย่อยๆ แล้วพยายามนำมา

รวมกัน เมื่อพูดถึงเรื่อง แรง เธอกลับพูดถึง “แรงกระจาย” กว่าผมจะรู้ว่าเธอถามอะไรกันแน่ เพราะเธอใช้ศัพท์ไม่ถูก เล่นเอาผมงงกับคำถามของเธอหลายนาที

จนที่สุดผมต้องสอนวิชาแคลคูลัสให้เธออีก ทั้งที่พยายามหลีกเลี่ยงก่อน แล้วเธอก็โยงเข้าหาเรื่องแกนเวลาอีก ตอนสอนเรื่องกราฟ เธอไม่ยอมผ่านเรื่องแกนเวลาเลย ผมพยายามให้เธอเป็นไปตามขั้นตอนแต่หยุดเธอไม่ได้ เธอให้ผมอ่านสิ่งที่เธอบันทึกไว้สมัยเรียน (เป็นบันทึกประจำวันกับสิ่งที่เธอคิดในแต่ละวัน) เธอจินตนาการไปถึงความไม่ต่อเนื่องของสรรพสิ่ง เธอเชื่อว่าเวลาเป็นสิ่งสมมุติ สิ่งที่เธอเขียนไม่มีศัพท์ทางฟิสิกส์เลย เป็นศัพท์ที่เธอตั้งขึ้นเองทั้งนั้น

บันทึกประจำวันของเธอ หากเธอนำออกมาพิมพ์ขาย ผมเป็นคนแรกที่จะซื้อ เพราะเต็มไปด้วยหลักปรัชญา มานุษยวิทยา วิทยาศาสตร์ ศิลปศาสตร์ ที่น่าสนใจทั้งนั้น บวกกับความน่ารัก ภารกิจอันอ่อนโยน สภาพของเธอ ทำให้ผมรู้สึก...นั่นแหละ

ผมสอนเธอโดยไม่คิดเงิน เธอฝันอยากเรียนต่อทางด้านฟิสิกส์ ผมอยากให้ฝันเธอเป็นจริง แม้ผมจะเรียนมาทางวิศวะ และมีความรู้สึกเล็กๆ ว่า ความรู้ด้านฟิสิกส์เธอต้องแซงผมไปไม่ช้า

ผมตัดสินใจที่จะเดินทางไปพบคุณแม่และพี่สาวของเธอที่ไม่เห็นด้วยกับการย้ายฟากมาเรียนทางวิทยาศาสตร์ ผมไปช่วยยืนยันว่าเธอเรียนได้ สิ่งที่เราคูยกันคือ เธอจะไปเรียนต่อสาขา

ฟิสิกส์ในต่างประเทศ ขณะที่เธอจบอักษรศาสตร์ (เกียรตินิยม) มามันจะเป็นไปได้อย่างไร จนถึงวันนี้ ผ่านไปสามเดือนแล้ว ความรู้ทางแคลคูลัสของเธอพัฒนาไปไกลทุกที

ผมอยากให้เธอค้นพบสิ่งที่เธอสงสัยว่า แท้จริงแล้วมนุษย์กับจักรวาลคืออันหนึ่งอันเดียวกัน นั่นคือการมองในลักษณะ 5 มิติ

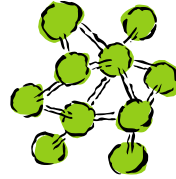
เลยอยากมาถามเพื่อนๆ ว่า จะมีหนทางอย่างไร ที่จะสามารถทำได้กับการข้ามฟากมาเรียนชนิดสุดขั้วเช่นนี้ มีมหาวิทยาลัยใดบ้างในต่างประเทศที่ยอมรับได้ เธอตั้งเป้าไว้แค่สองปีเท่านั้น ทุกวันนี้เธอใช้เวลาว่างจากงานประจำของเธอมาทุ่มเทกับวิชาฟิสิกส์ และเธอกำลังจะลาออกจากงานประจำ แล้วอาศัยสอนวิชาภาษาอังกฤษเป็นรายได้หลัก เพื่อจะได้มีเวลาศึกษาอย่างเต็มที่ (เธอเคยไปนั่งเรียนกวดวิชามาแล้วกลับไม่ได้อะไรเลย เธอไม่สามารถถามได้ และไม่มีใครตอบคำถามเธอได้)

ผมคิดแก้ปัญหาให้เธอไม่ตก ผมเองก็ไม่มีเวลามากพอที่จะทุ่มให้เธอมากมายได้ เพื่อนๆ คิดว่าอย่างไร •

“คนที่คิดว่ามันจะต้องเป็นไปตามสมการเท่านั้น
เป็นได้แค่ ‘คนใช้สมการ’
คนที่กล้าคิดออกนอกกรอบต่างหาก
ถึงจะเป็นคนที่สร้างสมการใหม่”

เด็กชายพีรภักดิ์

เลือกอาชีพนักวิทยาศาสตร์ จะดีหรือ



“I wanted to be a molecular biologist. I was convinced that out of DNA was going to come the answer to every question in Biology. I really wanted to know how genes were regulated.”

“ฉันอยากเป็นนักชีววิทยาระดับโมเลกุล ฉันแน่ใจแล้วว่า จากดีเอ็นเอมันกำลังกลายเป็นคำตอบของทุกคำถามในชีววิทยา ฉันอยากจะรู้จริงๆ ว่ายีนถูกควบคุมอย่างไร”

แนนซี ฮอปกินส์

คุณลองคิดดูสิครับว่า เรามีจุดมุ่งหมายอะไรในชีวิต เราจะทำอะไรในสิบปีข้างหน้า และทำเพื่ออะไร

สมัยผมยังเป็นเด็ก ถึงแม้ว่าผมยังไม่จำเป็นต้องคิดว่า โตขึ้นจะทำงานอะไร ผมก็อดไม่ได้ที่จะจินตนาการถึงอาชีพในอนาคต นึกภาพตัวเอง และลังเลใจว่า มันจะดีไหมถ้าผมจะเป็นนักวิทยาศาสตร์

ผมกล้าเรียก “นักวิทยาศาสตร์” ว่าเป็นอาชีพๆ หนึ่ง เพราะการประกอบอาชีพนอกจากจะทำให้คนเรามีรายได้และ

ได้รับการยอมรับแล้ว คุณค่าของอาชีพยังสนองความปรารถนา และจุดมุ่งหมายในชีวิต และทำให้เราได้ทำประโยชน์ให้ส่วนรวม การวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ก็เป็นงานอย่างหนึ่งของผู้มีอาชีพ นักวิทยาศาสตร์ หรือ “นักวิจัย”

คนที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ได้นั้นมีทั้งผู้หญิงและผู้ชาย ไม่ว่าจะนับถือศาสนาอะไร เป็นคนจากประเทศหรือจังหวัดไหน หรือเป็นมนุษย์จากดาวดวงไหน ก็มีอาชีพนักวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งนี้ อย่างกลัวว่าคุณจะเป็นนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ เพียงเพราะคิดว่า นักวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นคนเก่งระดับอัจฉริยะเท่านั้น อย่าหวั่นไหวต่อคำพูดของคนที่ไม่รู้จักอาชีพนักวิทยาศาสตร์จริง คนหลายคนถูกลดความคิดสร้างสรรค์ก็เพราะหลงเชื่อคำดูถูก และอย่าหลงเชื่อคำบอกเล่าผิดๆ ที่บอกว่าชีวิตนักวิทยาศาสตร์ เป็นอย่างไร มีหลายคนยืนยันว่าชีวิตนักวิทยาศาสตร์นั้นน่าตื่น ตื่นและน่าหลงใหล

สำหรับคุณผู้อ่านที่ยังเป็นเด็กนักเรียน ที่จะต้องโตเป็นผู้ใหญ่ในอนาคต การตัดสินใจครั้งสำคัญของชีวิตเด็กที่ต้องการเป็นนักวิทยาศาสตร์ คือการเลือกว่าจะเรียนต่อในด้านไหน ผมขอให้เลือกด้วยการตั้งเป้าหมายว่า เราต้องการเป็นนักวิทยาศาสตร์สาขาไหน เราพอใจที่จะศึกษาสิ่งใดมากที่สุด แต่ไม่ควรยึดติดกับมันมากเกินไป เพราะเป้าหมายนั้นอาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเราโตขึ้น

“ท่านจะบรรลุความสำเร็จที่ยิ่งใหญ่ได้ก็ต่อเมื่อ ท่านได้พบงานที่ท่านชอบมากที่สุด เนื่องจากมันเป็นข้อเท็จจริงที่รู้กันดีว่า

คนเราย่อมจะบรรลุผลสำเร็จได้ดีที่สุดเฉพาะในตอนที่เขาทุ่มเทลงไปที่หัวใจและวิญญาณ”

นโปเลียน ฮิลส์

กล่าวไว้ในหนังสือ The Law of Success

“การทำในสิ่งที่รัก คือ อิสระ
การรักในสิ่งที่ทำ คือ ความสุข”

จากละคร ทอฝันกับมาวิน

คนมีปัญญา่อมเลือกอาชีพด้วยความชอบและความถนัด ไม่ใช่เลือกตามต้องการของผู้ปกครองหรือคนรอบข้าง มีผู้กล่าวไว้ว่า การเลือกอาชีพจะห่างไกลความเป็นจริงในช่วงที่เรายังเด็ก การเลือกอาชีพจะใกล้ความเป็นจริงมากขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น เพราะเราจะค้นพบลักษณะของตัวเองมากขึ้น ในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ยังมีคนหลายนิสัย บางคนชอบเป็นผู้รวบรวม ผู้จัดระเบียบ นักสืบ ศิลปิน นักสำรวจ ช่างฝีมือ หรือนักปรัชญา งานของนักวิทยาศาสตร์ก็มีลักษณะต่างกัน เช่น การจำแนกประเภทของสัตว์ เป็นงานที่ต้องใช้ความละเอียดอ่อนและกล้าตัดสินใจ

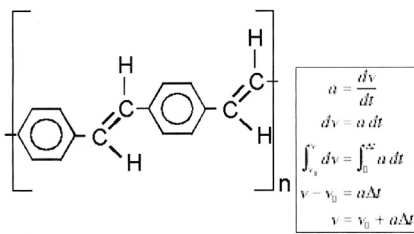
หลายคนพบว่างานที่ดีที่สุดสำหรับตัวเองคือ ศาสตราจารย์ในมหาวิทยาลัย ครูสอนวิทยาศาสตร์ หรือไม่ก็นักวิจัยในสถาบันต่างๆ เส้นทางอาชีพเหล่านี้เป็นโอกาสที่เปิดให้นักวิทยาศาสตร์มีรายได้ที่มั่นคงในโลกยุคปัจจุบัน

“วิธีหนึ่งที่จะได้เรียนรู้การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ คือ ลองถามวิธีการทำงานจากนักวิจัยในหลายสาขา หลายรูปแบบ แล้วคิดว่า เราชอบทำงานแบบไหน ชอบใช้ชีวิตอย่างไร

ผมก็สับสนอยู่นานว่าจะจะเป็นนักวิทยาศาสตร์ในสาขาไหน แต่จากที่ได้เห็นตัวอย่างที่เราชอบ ก็ทำให้เข้าใจ และเตรียมพร้อมสำหรับอนาคต”

(เด็กชายฟิสิกส์ดีเขียนไว้ในเว็บไซต์ส่วนตัว)

ภาษาที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ ดูเข้าใจยากและน่าเบื่อ สำหรับคนธรรมดา แม้แต่นักวิทยาศาสตร์เอง ยังอ่านงานของนักวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่นไม่ค่อยเข้าใจ



・結晶体の構成式

$$\vec{S} = D^{\alpha} : d - \sum R^{\alpha} \dot{\gamma}^{\alpha}$$

$$\dot{\gamma}^{\alpha} = \dot{\epsilon}^{\alpha} \left| \frac{\partial \epsilon^{\alpha}}{\partial \dot{\gamma}^{\alpha}} \right|^{p-1}$$

$$\dot{\epsilon}^{\alpha} = \tau_0^{\alpha} + \sum \Omega^{\alpha} a \mu^{\alpha} \dot{\gamma}^{\alpha} \sqrt{p}^{\alpha}$$

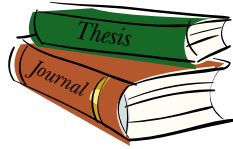
$$\dot{\epsilon}^{\alpha} = \sum \Omega^{\alpha} h_{\alpha} |\dot{\gamma}^{\alpha}|$$

・ Ω^{α} 硬化係数

$$h_{\alpha} = \frac{\Omega^{\alpha} a \mu^{\alpha} \dot{\gamma}^{\alpha}}{2\sqrt{p}^{\alpha}} \left(\frac{1}{L} - 2\chi_{\alpha} \rho_{\alpha} \right)$$

สมการและสัญลักษณ์ที่ยุ่งยาก อ่านไม่รู้เรื่อง เมื่อเราดูอาจคิดว่าไม่เห็นงามตรงไหน แต่นักวิทยาศาสตร์เห็นมันเป็นสิ่งสวยงามได้อย่างไร •

การสื่อสาร ในวงการวิทยาศาสตร์



ในสมัยก่อนนักวิทยาศาสตร์เผยแพร่ข้อมูลการค้นพบ โดยการติดต่อส่วนตัว หลังจากนั้นเริ่มมีการประชุมวิชาการเพื่อเสนอผลงาน และเริ่มมีการพิมพ์วารสาร ทำให้การสื่อสารในวงการวิทยาศาสตร์ทำได้กว้างไกลขึ้น

นอกจากจะติดต่อกันด้วยโทรศัพท์ จดหมาย และจดหมายไฟฟ้า (e-mail) นักวิทยาศาสตร์นิยมแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นทางการผ่านทางวารสาร (**scientific journals**) เรามีวารสารที่แยกเป็นแต่ละสาขาสำหรับนักวิทยาศาสตร์ทุกสาขา วารสารคือแหล่งข้อมูลความก้าวหน้าของงานวิจัยในแต่ละสาขา เพราะเป็นสิ่งพิมพ์ที่ให้ข้อมูลจากนักวิจัยโดยตรง เหมือนวิทยานิพนธ์ และรายงานการวิจัยต่างๆ วารสารในสาขาวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์มักเป็นภาษาอังกฤษ เพื่อที่จะสื่อสารกันได้ทั่วโลก เนื่องจากโลกยุคปัจจุบันถือว่าภาษาอังกฤษเป็นภาษาสากล

ส่วนแหล่งข้อมูลมาตรฐานสำหรับการค้นคว้าคือห้องสมุดของสถาบันและมหาวิทยาลัยต่างๆ

บทความในวารสารคือการนำเสนอผลงานวิจัย เมื่อนักวิทยาศาสตร์ทำงานวิจัยเสร็จชิ้นหนึ่ง และต้องการนำไปเผยแพร่ให้วงการวิจัยได้รับรู้เพื่อเก็บเป็นงานวิจัย พวกเขาจะเขียนบทความที่ให้ข้อมูลอย่างตรงว่าพวกเขาได้ทำอะไร ซึ่งมักเป็นบทความค่อนข้างสั้น แต่เชื่อถือได้แน่นอน โดยบอกวิธีทำที่คนอื่นสามารถทำการทดลองตาม มีรายละเอียดของการทดลองทางเทคนิคที่บันทึกไว้ถ้าเป็นงานวิจัยจากการทดลอง และมีการสรุปผลการวิจัย

วารสารที่รายงานผลงานวิจัย มีทั้งสำหรับเผยแพร่ในวงกว้าง หรือสำหรับการวิจัยด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะ วารสารมีทั้งแบบที่ออกทุกสัปดาห์ ทุกเดือน หรือทุกปี วารสารบางฉบับมีอยู่ในห้องสมุดเพียงไม่กี่แห่ง

ตัวอย่าง ถ้าผมทำโครงการเคมีเรื่องการสังเคราะห์พลาสติกนำไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ไม่เคยมีใครทำมาก่อนสำเร็จแล้ว ผมจะเผยแพร่ผลงานในระดับโลกได้โดยเขียนบทความส่งพิมพ์ในวารสาร Synthetic Metals ซึ่งเป็นวารสารที่มีงานวิจัยเกี่ยวกับ electrically conducting polymers เป็นส่วนใหญ่ วารสารนี้จัดทำโดยบริษัท Elsevier Science S. A. ซึ่งเป็นบริษัทที่ทำ scientific research journals ที่เป็นที่ยู่อักกันในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์จำนวนมาก โดยผมต้องเขียนรายงานในส่วนเนื้อหาว่า สารเคมีที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้มาจากไหน มีขั้นตอนการสังเคราะห์อย่างไร แต่ละขั้นตอนผมต้องรายงานว่าผสมสารอะไรลงไปเท่าไร แล้วได้

product ก็เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบจากสารตั้งต้นในสมการ (ซึ่งบางครั้งเราก็ไม่จำเป็นต้องเขียนอย่างละเอียดถึงระดับนี้ ถ้ามันไม่ใช่ข้อมูลใหม่ในวงการ หรือเป็นข้อมูลที่ไม่มีผลต่อผลการทดลอง) และเมื่อสังเคราะห์พลาสติกนำไฟฟ้าชนิดนั้นได้แล้ว ผมได้ผลการทดสอบอย่างไร ผมต้องเขียนผลการทดสอบต่างๆ เป็นกราฟพร้อมทั้งให้คำอธิบาย

มีคนแนะนำผมว่า การเขียนงานวิจัย ควรเขียนเฉพาะผลสำเร็จ ไม่ควรเขียนว่าเราทำอะไรล้มเหลวไปบ้าง ซึ่งผมไม่รู้ว่าเป็นสิ่งที่ถูกต้องหรือไม่ เพราะความผิดพลาดของเราอาจเป็นบทเรียนสำหรับนักวิทยาศาสตร์คนอื่น

งานทางวิทยาศาสตร์มีการอ้างอิงแหล่งข้อมูลเสมอ เอกสารทางวิทยาศาสตร์จึงมักเขียนไว้ว่า นี่เป็นทฤษฎีของคนนั้น เป็นสมมติฐานของคนนี้ ไม่มีที่ใดเขียนว่า ความจริงเป็นเช่นนี้

วารสารที่เป็นที่ยอมรับกันในวงการวิทยาศาสตร์ต้องมีกรรมการตรวจสอบบทความ เมื่อเราส่งบทความให้บ.ก. (บรรณาธิการ) ของวารสารแล้ว บ.ก. จะส่งบทความต้นฉบับไปให้นักวิทยาศาสตร์ที่มีความรู้ในสาขานั้นอ่านเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม เพื่อตัดสินใจว่าควรยอมรับบทความนั้นให้พิมพ์ในวารสารหรือไม่ ผู้เขียนควรเพิ่มเติมข้อมูลหรือแก้ไขส่วนใดของบทความหรือไม่ ถ้าบทความผ่านการตรวจสอบ ผลงานวิจัยนั้นจะถูกตีพิมพ์ในวารสาร ถ้าไม่สามารถพิมพ์ในวารสารนั้น ผู้เขียนก็มีสิทธิ์ส่งบทความไปพิมพ์ในวารสารอื่น

ข้อมูลในวารสารทางวิทยาศาสตร์เป็นแหล่งความรู้ที่จำเป็นต่อโครงการงานหรืองานวิจัย เพราะเราต้องการข้อมูลว่าเคยมีใครทำอะไรไว้อย่างไรและได้ผลอย่างไร

ถ้าต้องการอ่านวารสารประเภทนี้ผ่านทางอินเทอร์เน็ต วิธีหนึ่งที่ดีมากคือการเข้าไปใช้คอมพิวเตอร์ในมหาวิทยาลัยหรือสถาบันที่มีระบบเชื่อมต่อแล้วเปิดเว็บไซต์ www.sciencedirect.com ถ้าระบบของคอมพิวเตอร์เครื่องที่ใช้ ได้รับอนุญาตให้เข้าถึงข้อมูล ในเว็บไซต์นี้ เราก็สามารถเปิดดูเนื้อหาในวารสารต่างๆ จำนวนมาก ถ้าต้องการค้นหาบทความ ก็พิมพ์ข้อความตรงช่อง “quick search”

บทความงานวิจัยควรมีโครงสร้างดังนี้ (เป็นรูปแบบ Publication Manual of the American Psychological Association)

1. ชื่อเรื่อง (Title)
2. บทคัดย่อ (Abstract)
3. บทนำ (Introduction)
 - 3.1. ประเด็นปัญหา (Statement of the Problem)
 - 3.2. ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
(Review of Related Literature)
 - 3.3. สมมติฐานการวิจัย
(Statement of the Hypothesis)

4. วิธีการ (Methods)
 - 4.1. ตัวอย่าง (Subjects)
 - 4.2. เครื่องมือ (Instruments)
 - 4.3. รูปแบบ (Design)
 - 4.4. วิธีทำ (Procedure)
5. ผลการวิจัย (Results)
6. การอภิปราย รวมทั้งข้อสรุปและข้อเสนอแนะ
(Discussion Conclusion and Recommendations)
7. เอกสารอ้างอิง (References)

การประชุมวิชาการ เป็นวิธีสื่อสารที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้นำเสนองานวิจัย อภิปราย ถามคำถาม และรับข้อเสนอแนะ ถ้างานวิจัยยังไม่สำเร็จอย่างสมบูรณ์ นักวิจัยไม่สามารถพิมพ์ เผยแพร่สิ่งที่ได้ทำลงในวารสาร ก็สามารถนำเสนองานวิจัยนั้นในการประชุมวิชาการ ซึ่งสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้ทันที การประชุมวิชาการเกิดขึ้นได้จากคนตั้งแต่สองคนจนถึงพัน ๆ คนในสถานที่ที่หน่วยงานจัดขึ้น

วิธีนี้ให้นำเสนองานวิจัยต่อสังคมได้เร็วกว่าการพิมพ์ในวารสาร และเป็นพื้นฐานในการเขียนบทความด้วย การนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการมักแบ่งเป็นสองแบบคือ

1. Oral presentation คือการพูดในที่ประชุมตามตารางเวลาการนำเสนอ อาจใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น Microsoft Powerpoint หรือแผ่นใสประกอบ ผมเคยเสนอผลโครงการในค่าย JSTP⁸ มีเวลาพูดคนละ 10 นาที เมื่อบรรยายจบแล้ว จะเปิดให้ผู้ฟังถามคำถาม (มีคนให้คำแนะนำว่า อย่าถามตัวเองว่าจะพูดอะไร แต่ให้ถามว่า ผู้ฟังต้องการอะไร)

2. Poster presentation คือการนำเสนอด้วยแผ่นโปสเตอร์ ในสถานที่ที่จัดไว้ในงาน ผู้นำเสนออาจต้องระบุเวลาที่ที่ยืนประจำที่โปสเตอร์ เพื่ออภิปรายและตอบคำถาม

การเยี่ยมชมสถาบัน ในวงการวิทยาศาสตร์ในบางประเทศ บางครั้งมีนักวิทยาศาสตร์จากสาขาอื่นมาเยี่ยมชมสถาบัน หรือห้องทดลองสัปดาห์ละหลายคน เพื่อพูดคุยกับนักวิจัยในสถาบันในเรื่องที่สนใจ เพื่อจะมีโอกาสได้เจอความคิดเห็นต่างๆ ที่แตกต่างกัน •

8 โครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กและเยาวชน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 111 ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง ปทุมธานี 12120 <http://www.jstp.org>

ภารกิจที่ยิ่งใหญ่ ของนักวิทยาศาสตร์



“The most beautiful thing we can experience is the mysterious. It is the source of all true art and science.”

“สิ่งที่สวยงามที่สุดที่เราสัมผัสได้คือ ความลึกลับ
มันคือต้นกำเนิดของศิลปะและวิทยาศาสตร์ที่แท้ทุกแขนง”
อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์

สมัยหนึ่งที่มนุษย์ยังไม่มีความรู้มากนัก นักวิทยาศาสตร์แบ่งชนิดของสรรพสิ่งเป็นสามจำพวกคือ พีช สัตว์ และแร่ธาตุ ต่อมาความรู้ก็เปลี่ยนแปลงไป ความรู้มีการเปลี่ยนแปลงมากมาย และเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ปัจจุบันความรู้ที่เรามียังนับว่าน้อยเหลือเกินเมื่อเทียบกับความลึกลับของธรรมชาติ แต่มันน่าแปลกใหม่ครับที่มนุษย์สามารถเข้าใจธรรมชาติด้วยการเรียนรู้ คนเราเป็นเพียงสัตว์ชนิดหนึ่งที่ดำรงชีวิตบนผิวของดาวเคราะห์ดวงหนึ่งในจักรวาล แต่เป็นสัตว์ที่มีวิวัฒนาการทางความคิดมากจนสามารถเข้าใจสรรพสิ่งรอบตัว

คนทั่วไปอาจมีแต่ดำรงชีวิตเพื่อเอาตัวรอดไปวันๆ หนึ่ง แต่คนบางคนไม่พอใจในความรู้ที่มีอยู่เพียงน้อยนิด ดิ้นรนครุ่นคิดเพื่อแสวงหาทฤษฎีที่จะอธิบายสิ่งที่พวกเขาข้องใจ แรงบันดาลใจของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมาจากคำถามที่ยังหาคำตอบไม่ได้ พวกเขาตั้งใจค้นหาความรู้และความจริงเพื่อช่วยเหลือมนุษยชาติ โดยนำความรู้เหล่านั้นมาใช้แก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตมนุษย์

พระธรรมปิฎกกล่าวว่า “วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการสืบสาวหาความรู้ในความจริงอย่างค่อยเป็นค่อยไป ไม่จำเป็นต้องตอบทันที และเป็นเรื่องของบุคคลที่มีความสนใจ ไม่เป็นเรื่องของสังคมหรือหมู่ชนทั้งหมด ดังนั้นอาจจะมีปัจเจกชนหรือผู้สนใจเฉพาะกลุ่มน้อยๆ พยายามศึกษาเรื่องนี้ต่อกันมา โดยใช้วิธีหาความรู้ที่จะพิสูจน์ความจริงได้ ที่เรียกว่าวิธีวิทยาศาสตร์”

ถ้าไม่มีความสงสัย ไม่มีข้อข้องใจ ไม่ต้องการที่จะมองในมุมใหม่ ก็จะไม่เกิดความคิดใหม่

นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์บางคนรู้ว่า วิธีทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบคำถามที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ อย่างเช่น “ผลงานศิลปะชิ้นนี้สวยหรือไม่” แต่ผมคิดว่า ถึงแม้ว่าวิทยาศาสตร์ปัจจุบันไม่อาจตอบคำถามเกี่ยวกับความงามของศิลปะได้ แต่ในอนาคตนักวิทยาศาสตร์อาจจะสร้างทฤษฎีที่อธิบายเหตุของความงามของผลงานศิลปะได้ เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์ชอบค้นหาคำตอบอยู่เสมอ ผมใฝ่ฝันว่าจะมีทฤษฎีที่ชื่อ “ทฤษฎีแห่งความงาม”

ลองอ่านคำกล่าวของ ริชาร์ด ไฟน์แมน ต่อไปนี้สิครับ
“Some people say, ‘How can you live without knowing?’ I do not know what they mean. I always live without knowing”

ผมฟังดูเหมือนไฟน์แมนพูดประชดความจริงที่ว่า คนเรามี
 ความรู้เพียงน้อยนิด เมื่อเทียบกับความยิ่งใหญ่ของจักรวาล

แมกซ์ พลังค์ กล่าวว่า “วิทยาศาสตร์ไม่สามารถไขความ
 ลึกลับขั้นสุดท้ายของธรรมชาติได้ เพราะเมื่อวิเคราะห์ลงไปจนถึง
 ที่สุด ตัวเราเองก็เป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติ และดังนั้นจึงเป็น
 ส่วนหนึ่งแห่งความลึกลับที่เราพยายามจะไข”

อาร์เทอร์ เอ็ดดิงตัน กล่าวว่า “วิทยาศาสตร์ไม่สามารถ
 นำมนุษย์เข้าถึงตัวความจริงหรือสัจภาวะได้โดยตรง จะเข้าถึงได้
 ก็เพียง โลกแห่งสัญลักษณ์ที่เป็นเพียงเงา (a shadow world of
 symbols)” เหล่านี้คือข้อจำกัดของการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
 เมื่อนักวิทยาศาสตร์ต้องการวิจัยเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่าง ก็จะต้อง
 เจอกับความลึกลับอีกหลายเรื่อง และเจอกับคำถามอีกหลาย
 คำถามที่ยังตอบไม่ได้ วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนี้เจริญมากในด้าน
 วัตถุ นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่อาจไม่มีโอกาสยุ่งเกี่ยวกับการ
 ค้นคว้าเรื่องจิตใจ

พูดถึงเรื่องจิตใจแล้ว ผมว่าประเทศไทยของเรามี
 แหล่งความรู้ที่ยิ่งใหญ่และมีประโยชน์มากแหล่งหนึ่ง

เป็นความรู้ที่มาจากผลงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์คือ พระพุทธเจ้าองค์ปัจจุบันคือสมณะโคตม ผู้มีพระนามเดิมว่า “สิทธัตถะ โคตมะ” ผลงานของพระองค์เป็นที่รู้จักในชื่อ “ศาสนาพุทธ” มีคำสอนพื้นฐานที่ว่า ธรรมทั้งหลายเกิดจากเหตุ พระธรรมปิฎกได้สรุปคำอธิบายเรื่องชีวิตมนุษย์ในศาสนาพุทธไว้ว่า

“ชีวิตคืออะไร...ชั้น 5, आयตนะ 6

ชีวิตเป็นอย่างไร...ไตรลักษณ์

ชีวิตเป็นไปอย่างไร...ปฏิจสมุปบาท, กรรม

ชีวิตควรให้เป็นไปอย่างไร...นิพพาน

ชีวิตควรเป็นอยู่อย่างไร...มัชฌิมาปฏิปทา, กัลยาณมิตร, โยนิโสมนสสิการ”

พระพุทธเจ้าเคยกล่าวว่า เรื่องที่ว่าจักรวาลมีรูปร่างอย่างไร เป็นเรื่องที่มนุษย์เราไม่ควรสนใจ เพราะไม่ใช่หนทางที่ทำให้เราพ้นทุกข์ ความรู้มีอยู่มากมายในจักรวาล แต่พระพุทธเจ้าทรงสอนเฉพาะเรื่องที่เป็นจริงและเป็นประโยชน์เท่านั้น นักวิทยาศาสตร์สามารถสนใจศึกษาวิจัยสิ่งต่างๆ มากมาย พระพุทธเจ้าทรงชี้แนะว่า เราควรศึกษาเฉพาะเรื่องที่สำคัญก่อน และคำถามทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับจักรวาลบางอย่างก็เป็นสิ่งที่ตอบได้ยากเกินความสามารถของวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่จะเข้าใจได้

พอล ดิแรก กล่าวว่า “พระเจ้าคือนักคณิตศาสตร์ที่เก่งมาก เขาใช้คณิตศาสตร์ระดับสูงในการสร้างจักรวาล” (“God is a mathematician of a very high order, and He used very advanced mathematics in constructing the universe.” Paul Dirac)

จักรวาลคือทุกสิ่งทุกอย่าง เรื่องจักรวาลเป็นเรื่องที่ลึกซึ้งมากครับ และการมีอยู่ของชีวิตมนุษย์ก็เป็นเรื่องที่ลึกซึ้งมากเช่นเดียวกัน

ผมตั้งสมมติฐานไว้ว่า วิทยาศาสตร์จะถึง “จุดจบ” เมื่อมนุษยชาติค้นพบทฤษฎีของทุกสิ่ง (คำว่าถึงจุดจบในที่นี้หมายความว่ามนุษย์รู้ทุกสิ่งทุกอย่างแล้ว จึงไม่มีอะไรน่าตื่นเต้นสำหรับการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์) ถ้าเวลานั้นมาถึง งานของนักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ทุกคนอาจจะสิ้นสุดลง เพราะไม่มีความลึกลับของธรรมชาติให้ค้นหาคำตอบอีกแล้ว ซึ่งเวลานั้นหรือการค้นพบทฤษฎีของทุกสิ่งยังห่างไกลจากเวลาปัจจุบันนี้มาก เพราะวิทยาศาสตร์ในสาขาต่างๆ ยังมีความลึกลับที่รบกวนการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์อีกมากมาย

และผมเชื่อแน่ว่า ถ้าสักวันหนึ่ง มนุษยชาติมีทฤษฎีของทุกสิ่งทุกอย่าง คนที่เข้าใจในทฤษฎีนี้จะเข้าใจความหมายของทุกสิ่งทุกอย่าง รวมทั้งความหมายของชีวิตและความทุกข์ทั้งปวง คนที่บรรลุความเข้าใจในทุกสิ่ง จิตของเขาจะเป็นอิสระและแผ่กว้างทั่วจักรวาล ไม่มีความสงสัยหรือความข้องใจเหลืออยู่อีก จักรวาลทั้งหมดจะมีแต่ความสุขและความสมบูรณ์ในจิตของเขา เกิด

ความรู้แจ้งทางปัญญาสูงสุดที่ **ท่านพุทธทาส** เรียกว่า Spiritual Enlightenment และบรรลุจุดมุ่งหมายสูงสุดของชีวิต ความรู้ในการค้นคว้าเรื่องนี้มักมีอยู่ในวงการศาสนา มากกว่าวิทยาศาสตร์

มีนักคิดกล่าวว่า การรู้ว่าอะตอมเป็นอย่างไร หรือรู้ว่าสิ่งมีชีวิตวิวัฒนาการได้อย่างไร ไม่ทำให้เราบรรลุจุดมุ่งหมายสูงสุดของชีวิตที่เรียกว่า **“นิพพาน”** แต่มันเป็นความรู้ที่มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เรื่องของการพันทุกข์นั้นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับจิตใจ ที่การค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่ก้าวหน้าพอที่จะทำให้มนุษย์บรรลุนิพพานได้อย่างง่าย ง่ายอย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์ทุกคนควรภูมิใจที่ได้มีส่วนในงานที่ยิ่งใหญ่ของมนุษยชาติ และภูมิใจที่มีส่วนในการค้นหาความหมายของการเกิดเป็นมนุษย์ นักวิทยาศาสตร์วัยเด็กหรือวัยรุ่นน่าจะชอบสังเกต ทดลอง และค้นคว้าเพื่อการศึกษาและเพื่อความเพลิดเพลินที่ได้สนองความอยากรู้อยากเห็นของตัวเอง (เป็นนักอยากวิจัย) แต่เมื่อโตขึ้นเป็นผู้ใหญ่ นักวิทยาศาสตร์หรือนักวิจัยทุกคนจะช่วยกันค้นหาคำตอบของธรรมชาติ เพื่อประโยชน์ของมนุษย์ทุกคนบนโลกนี้

ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ของมนุษย์ในปัจจุบันยังเต็มไปด้วยความคลุมเครือ เพราะมีเรื่องอีกหลายเรื่องที่เรายังไม่รู้มีคำถามอีกหลายคำถามที่ยังหาคำตอบไม่ได้ วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญมากต่อการที่มนุษย์แสวงหาความจริง และการค้นหาสภาวะที่เป็นที่สุดแห่งความเป็นมนุษย์ วิทยาศาสตร์เป็น

เครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยให้มนุษย์เข้าใจธรรมชาติ เข้าใจชีวิต และเข้าใจสิ่งต่างๆ ในโลกนี้ เรามีวิชาชีววิทยาเพื่อให้เราเข้าใจว่าชีวิตเกิดขึ้นจากสสารได้อย่างไร (ผมกล่าวเช่นนั้นไม่ได้แปลว่าชีวิตประกอบด้วยสสารเท่านั้นนะครับ)

มหาตมะ คานธี กล่าวว่า “จงใช้ชีวิตเสมือนว่าคุณจะตายในวันพรุ่งนี้ จงเรียนรู้เสมือนว่าคุณจะมีชีวิตอยู่ชั่วนิรันดร์” แทนที่พวกเราจะดำรงชีวิตที่เต็มไปด้วยความทุกข์ระทมให้ผ่านไปวันๆ ผมว่าเราสนใจการตอบคำถามที่สำคัญของชีวิตและจักรวาลดีกว่าครับ

ผมคิดว่านักวิทยาศาสตร์คือผู้มีส่วนในการทำงานที่สำคัญของมนุษยชาติ โดยเฉพาะการตอบคำถามที่ว่า ความหมายของความมีอยู่ของสรรพสิ่งคืออะไร ซึ่งมันจะโยงไปถึงเรื่องที่เราตอบได้ยากมากเรื่องหนึ่งคือ ความมีอยู่ของจิต ขอให้เราภูมิใจในความเป็นนักวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ทุกคนเป็นผู้มีส่วนในการสร้างความรู้ให้แก่มนุษยโลก ทำให้พวกเราอยู่รอดได้อย่างมีความสุข •

ประวัติผู้เขียน



นายพีร กิตต์ คมสัน

เครือข่ายเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษ
สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา

เกิดวันที่ 14 มีนาคม พ.ศ.2530 อายุ 16 ปี
ปัจจุบันเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย

ความสนใจ

คุณแม่เล่าว่า

ในวัยเด็กเป็นคนชอบซักถาม

เรื่องเกี่ยวกับดวงดาวและอวกาศมาก

เมื่อโตขึ้นก็อยากเป็นนักวิทยาศาสตร์

สาขาเคมี อนินทรีย์และเคมีเชิงฟิสิกส์

ปัจจุบันกำลังทำงานวิจัยเคมีเรื่อง

“การสร้างพอลิเมอร์นำไฟฟ้าชนิดใหม่

ที่มีคราวน์อีเทอร์เชื่อมอยู่กับมอนอเมอร์”

เป็นคนชอบอ่านหนังสือ ชอบปลูกต้นไม้เป็นงานอดิเรก

และกำลังจะเรียนรู้การฝึกสมาธิ (สมถภาวนา) ตามแนวพุทธ

มีความใฝ่ฝันคือ อยากจะเปิดร้านหนังสือ

และพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ในชนบท



รางวัล และ ผลงาน

- ได้รับการคัดเลือกให้เป็นผู้มีอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์ (ทุกระดับอายุ) ในโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กและเยาวชน (JSTP) ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เมื่อพ.ศ.2546
- ได้รับเหรียญทองแดงจากการแข่งขันเคมีโอลิมปิกแห่งประเทศไทย ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เมื่อกำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5
- เป็นนักเขียนในคอลัมน์ “โลกการเรียนรู้ของเด็ก” ของนิตยสารสานปฏิรูป
- เป็นนักเรียนดีเด่นด้านผลงานวิชาการ ของโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2544, 2545 และ 2546



การติดต่อ

138 ซอยตากสิน 22 แขวงบुकคโล ฃนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600

โสมเพจ <http://www.thai.net/pkomson>

จดหมายไฟฟ้า peerakitk@hotmail.com

“โลกธรรมชาติมีเรื่องราวและสรรพสิ่งที่น่าค้นหา
 รอคอยการค้นพบของมนุษย์อีกมากมาย
 เด็กบางคนชอบตั้งคำถามกับบางสิ่งในธรรมชาติ
 เด็กบางคนรู้สึกประหลาดใจในความหลากหลาย
 และความซับซ้อนของบางสิ่ง
 ในโลกธรรมชาติมากกว่าเด็กทั่วไป
 ถ้าเด็กคนนั้นมีโอกาสมีอาชีพนักวิทยาศาสตร์
 เขาคงได้ลงมือ (ทำงานวิจัย) ค้นหาความจริงในโลกธรรมชาติ
 มนุษย์โลกจะได้มีความรู้และเข้าใจในสิ่งต่างๆ มากขึ้น”

“นักวิทยาศาสตร์วัยเด็กหรือวัยรุ่น
 อาจจะชอบสังเกต ทดลอง และค้นคว้าเพื่อการศึกษา
 และเพื่อความเพลิดเพลิน
 ที่ได้สนองความอยากรู้อยากเห็นของตัวเอง
 (เป็นนักอภิปรัชญา)
 แต่เมื่อโตขึ้นเป็นผู้ใหญ่
 นักวิทยาศาสตร์หรือนักวิจัยทุกคน
 จะช่วยกันค้นหาคำตอบของธรรมชาติ
 เพื่อประโยชน์ของมนุษย์ทุกคนบนโลกนี้”

พี ร กิ ต ติ์ ค ม ส ัน

คณะผู้ดำเนินการ

ที่ปรึกษา

ดร.รุ่ง แก้วแดง

ดร.รุ่งเรือง สุชาภิรมย์

เลขาธิการสภาการศึกษา

ผู้อำนวยการโครงการ การจัดการศึกษา

สำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษ

ผู้เขียน

นายพีรภิตต์ คมสัน

เครือข่ายเด็กและเยาวชนผู้มีความสามารถ

พิเศษ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา

บรรณาธิการ

ดร.รุ่งเรือง สุชาภิรมย์

ประสานงานและจัดพิมพ์

นางสาวบุญเทียม ศิริปัญญา

นางกนกพร ถนอมกลิ่น

นางสาวศศิรัศม์ สริกษานนท์