

## การพัฒนาหลักสูตรนาโนเทคโนโลยีให้เกิดความยั่งยืน

พิทักษ์ อยู่มี\*\*

นาโนเทคโนโลยีเริ่มเป็นที่สนใจในประเทศสหรัฐอเมริกาและยุโรปอย่างจริงจังเมื่อปี ค.ศ. 2543 และได้แผ่ขยายไปเป็นกระบวนทัศน์ใหม่ของงานวิจัยทั่วโลกในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ประเทศที่อยู่ในย่านเอเชีย-แปซิฟิก อย่างเช่น จีน เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น ไต้หวัน อินเดีย และ สิงคโปร์ ล้วนแข่งขันกันเพราะต้องการจะเป็นเจ้าของเทคโนโลยีดังกล่าว สำหรับประเทศไทยนั้นก็ เริ่มมีผู้สนใจในศาสตร์นี้กันเป็นจำนวนมาก เริ่มตั้งแต่รัฐบาลที่มีการตั้งศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ เมื่อ พ.ศ. 2547 มหาวิทยาลัยต่างๆ มีการจัดตั้งศูนย์วิจัยทางด้านนาโนศาสตร์และนาโนเทคโนโลยี เช่น มหาวิทยาลัยมหิดล เป็นต้น ในภาคประชาชนก็มีความตื่นตัวในเรื่องนี้ค่อนข้างมาก มีการจัด ประชุมสัมมนาขึ้นบ่อยครั้ง มีหนังสือแต่งโดยคนไทยออกมาขายกันมากขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อมอง ถึงความพร้อมทางด้านบุคลากรของประเทศไทยเราแล้ว ดูเหมือนว่าจะยังมีปัญหาเนื่องจากเรายังมี จำนวนนักวิจัยในสาขานาโนเทคโนโลยีจำนวนน้อยอยู่ การแก้ปัญหานี้อาจทำได้ 2 แนวทางคือ

แนวทางที่ 1 สร้างกลไกให้มีการข้ามสาขา โดยถ่ายโอนความสามารถที่มีอยู่จากสาขาอื่นที่ ใกล้เคียง เพื่อเข้ามาทำงานวิจัยในสาขานาโนเทคโนโลยี

แนวทางที่ 2 ส่งเสริมความสนใจให้นักเรียน นักศึกษา ไปเรียนต่อทางด้านนาโนเทคโนโลยี ให้มากขึ้น เพื่อกลับมาทำงานวิจัยในสาขานี้ในอนาคต

การแก้ปัญหานั้นแนวทางแรกนั้นคงเป็นหน้าที่ ของหน่วยงานสนับสนุนการวิจัย เช่น สำนักงานกองทุน สนับสนุน การวิจัย ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ เป็นต้น สำหรับการแก้ปัญหานั้นแนวทางหลังนั้นเป็น เป้าหมายที่ โครงการ การพัฒนา หลักสูตรนาโน เทคโนโลยีให้เกิด ความยั่งยืนนี้หวังว่าจะช่วยเหลือ ประเทศไทยได้บ้าง โครงการ ลักษณะนี้เป็นที่นิยมกันใน ประเทศสหรัฐอเมริกา เพราะสามารถสร้างเครือข่าย ของความสนใจให้เกิดขึ้นตั้งแต่ นักวิจัยยังเยาว์วัยอีกทั้ง ยังสร้างทัศนคติว่าการทำงานกันเป็นเครือข่ายนั้นมีความ สนุกสนานและทำงานได้มีพลวัตมากขึ้น



ดังนั้นทางกลุ่มวิจัยนาโนศึกษาของ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม (รายละเอียดสามารถสืบค้นข้อมูลหน่วยวิจัยได้ที่ <http://nano.psu.ac.th>) จึงสนใจที่จะนำความรู้ทางนาโนเทคโนโลยีที่อาจจะดูว่าเป็นเรื่องไกลตัวเข้าไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนหรือที่เรียกว่า **นาโนศึกษา (Nano education)** ให้รู้สึกว่าการศึกษาค้นคว้าเป็นเรื่องใกล้ตัวและน่าสนใจโดยเฉพาะความรู้ทางนาโนเทคโนโลยีที่เป็นศาสตร์ใหม่และกำลังเป็นที่สนใจ ทางกลุ่มวิจัยจึงได้มีการประสานความร่วมมือทางวิชาการกับ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ จากหน่วยส่งเสริมศักยภาพทางนาโนศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ เพื่อสร้างเครือข่ายการวิจัยและการพัฒนางานนาโนศึกษาขึ้นในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม



รูปที่ 1 หน้าเว็บเพจของหน่วยวิจัยนาโนศึกษา <http://nano.psu.ac.th>

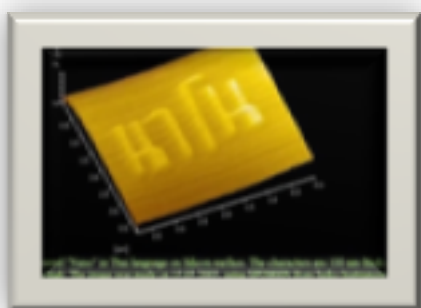
จากการที่คณะกรรมการการอบรมและสัมมนานาโนเทคโนโลยี ของ ศูนย์นาโนเทคโนโลยี แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช) ได้มีมติให้เรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาเพื่อหารือแนวทางการทำให้เกิดหลักสูตรนาโนเทคโนโลยีเกิดความยั่งยืน นั้น ทางศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติได้แต่งตั้งคณะทำงานพัฒนาหลักสูตรนาโนเทคโนโลยีขึ้นมาชุดหนึ่งที่ประกอบด้วย ผู้อำนวยการฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ ของศูนย์นาโนเทคโนโลยี ดร. ศิริศักดิ์ เทพาคำเป็นประธาน และคณะทำงานซึ่งประกอบด้วยทีมงานจาก สวทช จำนวน 6 คน โดยมี ที่ปรึกษาทั้งหมด 4 คน ประกอบไปด้วย

- |                         |                                       |
|-------------------------|---------------------------------------|
| 1. นางเบญจลักษณ์ น้ำฟ้า | สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน |
| 2. นางนิรมล ตูจันทา     | สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน |
| 3. นายสันติ วิจิทธภรณ์  | มหาวิทยาลัยขอนแก่น                    |
| 4. นายพิทักษ์ อยู่มี    | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม          |

เพื่อทำหน้าที่ กำหนดแนวทางการพัฒนาหลักสูตร นาโนเทคโนโลยีเพื่อถ่ายทอดความรู้ทางด้านนาโนเทคโนโลยีให้เกิดความยั่งยืน ต่อเนื่อง และขยายผลไปสู่ภาคอุตสาหกรรม สถาบันการศึกษา หน่วยงานของรัฐ และบุคคลทั่วไปที่สนใจให้เพิ่มมากขึ้นและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ให้คำแนะนำปรึกษาการจัดกระบวนการเรียนรู้นาโนเทคโนโลยี โดยวิธีการจัดฝึกอบรม/สัมมนาให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลตามกลุ่มเป้าหมายที่วางไว้

จากการประชุมครั้งที่ 2/2550 เมื่อวันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม 2550 ณ ห้องประชุมศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ได้สรุปประเด็นการประชุมเกี่ยวกับการทำงานเพื่อให้เกิดความยั่งยืนดังนี้

1. ควรมีการสำรวจข้อมูลการเรียนการสอนในแต่ละช่วงชั้น เพื่อทราบถึงแผนการเรียน และแนวทางที่จะนำเนื้อหาหลักสูตรนาโนเทคโนโลยีเข้าไปสอดแทรกในแผนการเรียนของแต่ละช่วงชั้นได้
2. ควรปรับปรุงสื่อ หนังสือ ที่มีศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติมีควบคู่กันไป เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและแผนการเรียนของแต่ละช่วงชั้น
3. ควรเน้นการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษา โดยวิธีการเรียนรู้จากสิ่งใกล้ตัวที่มีขนาดเล็กเพื่อเป็นการเสริมสร้างทักษะในการใช้จินตนาการ ทักษะจากการดู การจำ โดยไม่เน้นในรายละเอียดมากนัก และควรเลือกโรงเรียนตัวอย่างที่สนใจเข้าร่วมทดลองใช้หลักสูตรนาโนฯ เพื่อเป็นโรงเรียนนำร่องก่อน
4. จัดทำสื่อ VCD หนังสือ นิทาน หนังสือนอกเวลาเพิ่มเติมเช่น VCD ประชาสัมพันธ์ เผยแพร่ความรู้ หรือหนังสือนิทานที่มีภาพประกอบสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา
5. ควรมีการจัดตั้งทีมผู้เชี่ยวชาญ คณะกรรมการ เพื่อมาช่วยให้คำแนะนำในการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรนาโนเทคโนโลยีให้มีสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ กระบวนการศึกษาธิการ



ในฐานะที่ผู้เขียนเป็นนักเคมีจึงขอนำเสนอ ร่างตัวอย่างของการเรียนรู้ในมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 และช่วงชั้นที่ 4 ของกระทรวงศึกษาธิการ ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 เรื่องสารและสมบัติของสาร กับมาตรฐานการเรียนรู้ด้านนาโนเทคโนโลยี

### มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3)

#### สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

| ข้อ | มาตรฐานการเรียนรู้ของกระทรวงฯ                                      | มาตรฐานการเรียนรู้รายวิชาที่เกี่ยวข้อง                                                       |
|-----|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | สังเกต สืบค้น สาร ๑๗ สมบัติต่าง ๆ ของสาร                           | นาโนเทคโนโลยีกับวัสดุ                                                                        |
| 2.  | สืบค้นแบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ                 | นาโนเทคโนโลยีกับวัสดุและความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของวัสดุนาโน (สื่อวีซีดี เรื่องพื้นที่ผิว) |
| 3.  | สำรวจ ตรวจสอบ ๑๗ และอธิบายสมบัติความเป็นกรด-เบส ของสารละลาย        | การเกิดปฏิกิริยาเคมีของอนุภาคนาโนของโลหะและโลหะออกไซด์                                       |
| 4.  | สำรวจตรวจสอบสมบัติของสาร อธิบายองค์ประกอบสมบัติของธาตุและสารประกอบ | สารแขวนลอยของอนุภาคนาโน และความรู้เกี่ยวกับสารแขวนลอย สมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุนาโน           |
| 5.  | สำรวจตรวจสอบ หลักการแยกสาร                                         | วัสดุที่มีรูพรุนในระดับนาโนเมตรสำหรับการคัดกรองสาร                                           |

มาตรฐานที่ ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

| ข้อ | มาตรฐานการเรียนรู้ของกระทรวงฯ                                 | มาตรฐานการเรียนรู้รายวิชาที่เกี่ยวข้อง                                                                              |
|-----|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | สังเกต สืบค้น สาร ๑๗ การเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวลและพลังงานของสาร | ผลของพื้นที่ผิวที่มีผลต่อการเปลี่ยนสถานะ การละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมีของวัสดุนาโน (สื่อวีซีดี เรื่องพื้นที่ผิว) |
| 2.  | สำรวจ ตรวจสอบ ๑๗ หน่วยที่ใช้แสดงปริมาณของตัวละลายในตัวทำละลาย | การเตรียมอนุภาคนาโน เช่น ทองคำนาโน และเงินนาโน (สื่อวีซีดี เรื่องทองคำนาโน)                                         |
| 3.  | สังเกต สืบค้น สาร ๑๗ ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมีของปฏิกิริยา    | ปฏิกิริยาเคมีของโลหะนาโน เช่น ทองคำนาโนและเงินนาโน                                                                  |
| 4.  | สืบค้น อภิปรายผลของสารเคมีปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิต         | ความปลอดภัยของวัสดุนาโน และข้อควรระวังในการสังเคราะห์หรือสัมผัสกับวัสดุนาโน                                         |

#### มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6)

##### สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

| ข้อ | มาตรฐานการเรียนรู้ของกระทรวงฯ                                  | มาตรฐานการเรียนรู้รายวิชาที่เกี่ยวข้อง                                             |
|-----|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | สืบค้นข้อมูล ฯลฯ โครงสร้างอะตอม                                | การจัดเรียงตัวของอะตอมในอนุภาคนาโน และ ท่อนาโนคาร์บอน โครงสร้างผลึกในระดับนาโนเมตร |
| 2.  | สำรวจตรวจสอบ ฯลฯ สารประกอบและเลขเชิงอะตอมของธาตุ               | โครงสร้างผลึกของวัสดุนาโน เช่น โทเทเนียมไดออกไซด์ คาร์บอน เป็นต้น                  |
| 3.  | สำรวจตรวจสอบ ฯลฯ การเกิดพันธะเคมีในโมเลกุลหรือในโครงผลึกของสาร | การจัดเรียงอะตอมและการมองเห็นอะตอมโดยใช้กล้อง STM สมบัติทางไฟฟ้าของท่อนาโนคาร์บอน  |

มาตรฐานที่ ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

| ข้อ | มาตรฐานการเรียนรู้ของกระทรวงฯ                                                                                 | มาตรฐานการเรียนรู้รายวิชาที่เกี่ยวข้อง                                                                                                       |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | สำรวจ ตรวจสอบ ฯลฯ การเขียนสมการของปฏิกิริยาทั่วไป                                                             | การสังเคราะห์อนุภาคนาโน                                                                                                                      |
| 2.  | สำรวจ ตรวจสอบ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิด                                              | อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับพื้นที่ผิวหน้า , การเร่งปฏิกิริยาเคมีโดยอนุภาคนาโน, ความสำคัญของอะตอมผิวหน้าที่มีผลต่อปฏิกิริยาเคมีของอนุภาคนาโน |
| 3.  | สืบค้นข้อมูล กระบวนการและผลิตภัณฑ์จากการแยกแยะธรรมชาติ                                                        | ตัวเร่งปฏิกิริยานาโน เช่น อนุภาคนาโนโลหะและวัสดุที่มีรูพรุนในระดับนาโนเมตร เช่น ซีโอไลต์ เป็นต้น                                             |
| 4.  | สังเกต ฯลฯ การเกิดและสมบัติของพอลิเมอร์                                                                       | พอลิเมอร์นาโน และสารนาโนคอมโพสิต                                                                                                             |
| 5.  | สืบค้นข้อมูล ฯลฯ องค์ประกอบ สมบัติประโยชน์ และปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และ กรดไขมัน โปรตีน และกรดแอมิโน | นาโนคอมโพสิต , นาโนเอนแคปซูเลชัน (nano-encapsulation),ระบบการนำส่งยาและสารออกฤทธิ์                                                           |

---

\*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ อยู่มี  
สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

**เอกสารอ้างอิง**

1. รายงานการประชุม คณะทำงานพัฒนาหลักสูตรนาโนเทคโนโลยีให้เกิดความยั่งยืน ครั้งที่ 2/2550 วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม 2550 ณ ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
2. หน่วยวิจัยนาโนศึกษา [Online] Available : <http://nanopsru.ac.th> [14 มิถุนายน 2550]
3. ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ [Online] Available : <http://www.nanotec.or.th> [14 มิถุนายน 2550]