

เทคโนโลยีแห่งโลกอนาคต : นาโนเทคโนโลยี

พิทักษ์ อยู่มี *

ในปัจจุบันมีการกล่าวถึงเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งโลกอนาคตหรือในสหัสวรรษใหม่นี้ ซึ่งเป็นเรื่องของเทคโนโลยีขนาดจิ๋วที่ทั่วโลกกำลังให้ความสนใจอย่างมาก คือ นาโนเทคโนโลยี (nanotechnology) จนมีผู้กล่าวว่า “ผู้ใดเป็นผู้นำทางด้านนาโนเทคโนโลยี ผู้นั้นเป็นมหาอำนาจ”

นาโนเทคโนโลยี คืออะไร

หลายคนคงมีคำถามว่า นาโนเทคโนโลยีคืออะไร ในปัจจุบันเองก็ยังไม่สรุปเป็นเอกฉันท์ แต่คำว่านาโนเทคโนโลยีหรือเทคโนโลยีขนาดจิ๋วมักหมายถึงเทคโนโลยีทุกสาขาที่เกี่ยวข้องกับระดับนาโนเมตร (nanometer, nm) ก็คือหนึ่งในพันล้านเมตร ซึ่งมีขนาดเล็กมาก

ส่วนคำว่า นาโน มาจากภาษากรีกหมายถึง “ไอ้ตัวแกระ” ซึ่งเมื่อนำคำว่านาโนไปใช้ในหน่วยใดก็ตามจะหมายถึงพันล้านส่วนของหน่วยนั้น เช่น น้ำ 1 นาโนลิตร จะเท่ากับน้ำ 1 แก้ว ที่ได้จากการนำน้ำนั้นมาดวงแบ่งออกเป็นพันล้านแก้วเล็ก ๆ ในปัจจุบันยังไม่มีกฎเกณฑ์ชัดเจนที่ระบุวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จัดว่าเป็นระดับนาโนจะต้องเกี่ยวข้องกับขนาดที่น้อยสักเพียงใด แต่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า วัสดุที่จัดเป็นวัสดุนาโน (nanomaterial) เป็นของ

ที่มีขนาดเล็กกว่า 100 นาโนเมตร

จากข้อมูลของสำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติหรือที่เรียกย่อๆ ว่า สวทช. ได้ให้คำจำกัดความว่า “นาโนเทคโนโลยี เป็นเทคโนโลยีการประกอบและผลิตสิ่งต่างๆ ขึ้นจากการเรียงตัวของอนุภาคขนาดเล็ก เช่น อะตอมหรือโมเลกุล เข้าด้วยกันด้วยความแม่นยำในระดับนาโนเมตรหรือหนึ่งในร้อยล้านเซนติเมตร” ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะต้องอาศัยวิทยาการหลากหลายสาขา ไม่ว่าจะเป็นเคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยาและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้นรวมทั้งทางด้านคอมพิวเตอร์ในแง่ของการใช้หุ่นยนต์แทนแรงงานมนุษย์ ซึ่งจะมีบทบาทอย่างมากในยุคของนาโนเทคโนโลยี

บุคคลที่ได้รับการยกย่องและเป็นผู้ที่ชี้แนะให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของนาโนเทคโนโลยีอย่างเป็นทางการคนแรกคือ ศาสตราจารย์ริชาร์ด ฟายน์แมน (Richard Feynman) ซึ่งเป็นนักฟิสิกส์ที่ได้รับรางวัลโนเบล เมื่อปี ค.ศ. 1965

ในปี ค.ศ. 1959 เขาได้ให้การบรรยายเรื่องที่สำคัญมากเรื่องหนึ่งในศตวรรษที่ 20 ในหัวข้อ “*There is Plenty of Room at the Bottom*”

* อาจารย์. ดร. สาขาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม



ศาสตราจารย์ Richard Feynman

ได้รับรางวัลโนเบล สาขาฟิสิกส์ ในปี ค.ศ. 1965

(The Nobel Prize, by A. W. levinovitz and N.

Ringertz Imperial College Press, 2001)

สาระสำคัญส่วนหนึ่งของการบรรยายคือการกล่าวกระตุ้นให้นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกหันมาให้ความสนใจสิ่งที่มีขนาดเล็กจิ๋วเพื่อผลิตสิ่งต่างๆ โดยการจัดเรียงอะตอมแทนที่จะมุ่งศึกษาแต่สิ่งที่มีขนาดใหญ่โตอย่างเดียว การบรรยายในครั้งนี้ถือเป็นการเปิดศักราชใหม่ของวงการวิทยาศาสตร์ด้านนาโนเทคโนโลยี

ศักยภาพที่แท้จริงของนาโนเทคโนโลยีเริ่มเห็นได้ชัดเมื่อมีการประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ที่สามารถส่องกราดทะลุในระดับนาโนเมตรหรือเครื่องเอสทีเอ็ม (Scanning Tunneling Microscope, STM) ในปี ค.ศ. 1981 จากนั้นมา นาโนเทคโนโลยีก็พัฒนาอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านวัสดุศาสตร์ อิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนเทคโนโลยีชีวภาพ

ความสำคัญของนาโนเทคโนโลยี นายบิลเลน ผู้ช่วยประธานาธิบดีด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสหรัฐอเมริกาได้แถลงต่อสภาคอนเกรส เมื่อ ค.ศ. 1998 ไว้ว่า “หากข้าพเจ้าถูกถามว่าวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์สาขาใดจะเป็นผู้บุกเบิก ในอนาคตนี้อันใกล้ข้าพเจ้าจะ

ระบุวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ในระดับนาโน”

แถลงดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของนาโนเทคโนโลยีในสายตาของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้จัดตั้ง **โครงการริเริ่มนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (National Nanotechnology Initiative: NNI)** เพื่อเป็นจักรกลสำคัญของการพัฒนานาโนเทคโนโลยี

ในปี ค.ศ. 2004 โครงการริเริ่มนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกาได้เสนอของบประมาณด้านนาโนเทคโนโลยี สูงถึง 847 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (ประมาณ 36,500 ล้านบาท) ในขณะที่รัฐบาลญี่ปุ่นก็ลงทุนทางด้านนี้สูงถึง 30,000 ล้านบาท ในปี ค.ศ. 2003 ยุคที่สถานะทางเศรษฐกิจของญี่ปุ่นอยู่ในภาวะถดถอย แต่รัฐบาลกลับทุ่มทุนมหาศาลในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีสูงขนาดนี้แสดงให้เห็นว่าผลประโยชน์ในระยะยาวที่จะได้รับจากการพัฒนานาโนเทคโนโลยี ต้องมากมายมหาศาลอย่างแน่นอน

รายงานการวิจัยของ **ศูนย์วิจัยและพัฒนา นาโนเทคโนโลยี (The Nanotechnology Research and Development)** ประเทศสหรัฐ-

อเมริกา ระบุว่า ขอบเขตของนาโนเทคโนโลยีสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายทั้งทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กับคอมพิวเตอร์

ตัวอย่างการประยุกต์ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนากระบวนการทางผลิตขนาดเล็กเช่น

ทางด้านโลหะและวัสดุ นาโนเทคโนโลยีสามารถทำให้อุตสาหกรรมคืบคลาน และผลิตวัสดุเดิม หรือชนิดใหม่ที่มีความคงทน ความแข็งแรง และมีน้ำหนักเบาได้มากกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เพราะเป็นการผลิตในระดับอะตอม

ทางการแพทย์และสาธารณสุข นาโนเทคโนโลยีจะเข้าไปช่วยปรับปรุงการผลิตยา ตลอดจนสารเคมีที่ใช้ในการรักษาโรคที่ตรงจุดมากขึ้น นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์เกี่ยวกับหน่วยพันธุกรรม หรือ จีนส์ (Genes) ด้วยเพื่อสร้างเนื้อเยื่อหรืออวัยวะเทียมที่สามารถเข้ากับร่างกาย

ทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ นั่นคือ การประดิษฐ์คอมพิวเตอร์พลังสูงที่ขับเคลื่อนมาจากพลังงานในระดับอะตอม ของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ที่ใช้กระบวนการด้านนาโนเทคโนโลยีผลิต หรือเรียกกันว่า *ควอนตัม คอมพิวติ้ง* (Quantum Computing) ซึ่งจะเก็บข้อมูลและประมวลผลกันในระดับอะตอม อันจะทำให้มีความเร็วและประสิทธิภาพมากกว่าคอมพิวเตอร์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันประมาณ 50-100 เท่า

สำหรับนาโนเทคโนโลยีในประเทศไทย

มีผู้ให้ข้อคิดเห็นว่าความพร้อมของนักวิทยาศาสตร์ไทยกับสถานภาพทางเศรษฐกิจ

ไม่เอื้อให้ประเทศทุ่มทุนเพื่อการวิจัยในระดับนาโน แต่ควรทุ่มความสนใจและทรัพยากรให้แก่ **เทคโนโลยีระดับไมโคร** เท่านั้น อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์ไทยหลายกลุ่มก็ได้ติดตามความก้าวหน้า รวมถึงการลงมือทำงานวิจัยทั้งในระดับไมโครจนกระทั่งถึงระดับนาโนภายใต้สภาพที่มีความจำกัดหลายประการ เช่น กลุ่มเคมีและฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยมหิดล กลุ่มเคมีฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กลุ่มของศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ (BIOTEC) ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นต้น

ทั้งนี้วิวัฒนาการของการวิจัยและพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับสารกึ่งตัวนำของไทยในช่วง 25 ปีที่ผ่านมาสรุปได้ดังนี้

ในปี พ.ศ. 2513 เป็นระยะเริ่มต้นที่มีการจัดตั้งห้องปฏิบัติการวิจัยทางสารกึ่งตัวนำและวัสดุศาสตร์ในหลายสถาบัน โดยเริ่มจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หลังจากนั้นได้มีการจัดตั้งสถาบันวิจัยขั้นสูงมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ในปี พ.ศ. 2523 กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้กำหนดนโยบายให้ประเทศเน้นการวิจัยใน 3 ทิศทาง เช่น เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีทางวัสดุศาสตร์ และอิเล็กทรอนิกส์

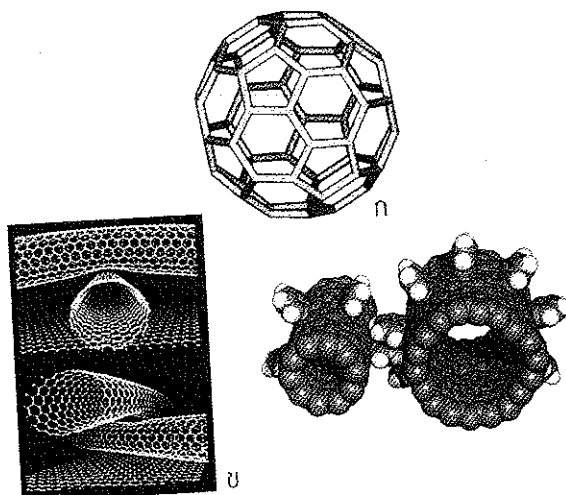
ตัวอย่างหองปฏิบัติการทางดานสารกึ่งตัวนำที่มี
ในประเทศไทย

1. หองปฏิบัติการวิจัยสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำ
(SDRL) ของคณะวิศวกรรมศาสตร จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย
2. หองปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์สารกึ่งตัวนำ
(SPRL) ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ศูนย์นาโนเทคโนโลยี ภาควิชาฟิสิกส์
มหาวิทยาลัยมหิดล
4. หองปฏิบัติการวิจัยไมโครอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง
5. หองปฏิบัติการวิจัยวัสดุศาสตร (MRSL) ของ
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่
6. ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโคร
ตรอนแห่งชาติ (Siam Photon)
7. ฟอรัมวิทยาศาสตร์ทฤษฎี (FTS)
8. หองปฏิบัติการวิจัยอื่น ๆ

ในฐานะที่ข้าพเจ้าเป็นนักเคมีก็จะกล่าว
ถึงการทำงานวิจัยทางด้านนาโนเทคโนโลยี

ที่เกี่ยวข้องกับเคมีที่เรียกว่า **นาโนเคมี**
(*Nanochemistry*) โดยทั่วไปนักเคมีจะทำการ
สังเคราะห์โมเลกุลหรือสารประกอบต่างๆ ขึ้น
โดยอาศัยปฏิกิริยาทางเคมีอินทรีย์หรือเคมีอิน-
ทรีย์ แล้วจึงศึกษาสมบัติทางกายภาพและชีวภาพ
ของโมเลกุลและสารประกอบเหล่านั้น เพื่อนำมา
ใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ เช่น ยารักษาโรค
ใช้ประกอบในอาหารและพัฒนาเป็นเครื่อง
อุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวัน เป็นต้น แต่ใน
ปัจจุบันนักเคมีกำลังเข้าสู่ยุคใหม่ที่มีความก้าวรุด
หน้าของวิทยาการด้านนาโนเทคโนโลยี อันส่ง
ผลให้มีแนวทางการสังเคราะห์โมเลกุลแบบใหม่
ๆ และมีความหลากหลาย

นาโนเคมีกำเนิดขึ้นในปี พ.ศ. 2528 เมื่อ
ศาสตราจารย์ ริชาร์ด สมอลลีย์ (Richard
Smalley) ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยไรซ์ (Rice
University) รัฐเทกซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้
ค้นพบ ฟูลเลอร์รีน หรือ C_{60} (Fullerene- C_{60})
และพัฒนาเป็นท่อนาโนตลอดจนเฟืองนาโน อัน
เป็นต้นกำเนิดของเครื่องจักรกลนาโนหรือจุล
จักรกลที่มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางอยู่ใน
ปัจจุบัน



รูปแสดง

(ก) โครงสร้างฟูลเลอร์รีน หรือ C_{60}

(ข) ท่อนาโนคาร์บอนซึ่งประกอบด้วย
อะตอมของคาร์บอนที่มีสมบัติที่ดี เช่น มี
ความแข็งแรง สามารถเปลี่ยนรูปทรงได้
และนำไฟฟ้าได้

(ค) เฟืองระดับโมเลกุลหรือเฟืองนาโน

การจัดระเบียบโมเลกุล เป็นการผสมผสานนาโนเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา กับคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถมองเห็นโครงสร้างในสามมิติที่เล็กมากในระดับโมเลกุล และสามารถจัดการหรือจัดโครงสร้างทางโมเลกุลเหล่านี้ได้ตามต้องการ ซึ่งการจัดระเบียบโมเลกุลแบบนี้จะต้องอาศัยเครื่อง STM และ เครื่องจุลทรรศน์จากแรงอะตอมหรือเครื่องเอเอฟเอ็ม (Atomic Force Microscope, AFM)

นาโนเคมีในคอมพิวเตอร์ ได้มีการวิจัยและพัฒนาเพื่อนำความรู้ทางเคมีเกี่ยวกับโมเลกุลมาใช้ในการสังเคราะห์สารที่มีสมบัติเป็นตัวเก็บข้อมูลหรือเป็นหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์อีกด้วย ซึ่งการเก็บข้อมูลแบบนี้ อาศัยการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือรูปร่างโมเลกุลแทนสถานะทางอิเล็กทรอนิกส์ที่แตกต่างกัน

นาโนเคมีด้านการแพทย์ แนวทางที่สำคัญของการนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ในด้านการแพทย์ ได้แก่ การพัฒนาการตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพให้มีความรวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งต้องอาศัยการพัฒนาเทคโนโลยีด้านอื่นๆ เช่น ด้านวิศวกรรมพื้นผิวระดับนาโน

นาโนเทคโนโลยีนี้มีขอบเขตที่กว้างขวางและครอบคลุมสาขาวิชาต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ถึงเวลาแล้วหรือยังที่ทุกสถาบันจะร่วมมือและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในการทำวิจัย เพื่อพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยทางด้านนาโนเทคโนโลยี

เอกสารอ้างอิง

1. ยอดททัย เทพธรานนท์ นาโนเทคโนโลยี.....เทคโนโลยีซูเปอร์จิ๋ว มุลนิธิบัณฑิตยสภาวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย สิงหาคม 2545
2. <http://einstein.sc.ac.th/nanotech/>
3. <http://www.nstda.or.th/html/ar-nanotech2.html>
4. <http://tap.or.th/newtpa/member>
5. <http://thairath.co.th/thairath1/2546>
6. เอกสารในการสัมมนาวิชาการ *The 8th International Conferences on Ceramic Processing Science*, Germany, 2-5 September 2002.

“Reading all the good books is like a conversation with the finest men of past centuries.”

Rene Descartes(1596-1650)

“การได้อ่านหนังสือดีทั้งหลาย ก็เหมือนกับการได้สนทนากับคนที่ดีที่สุดในหลายศตวรรษ
ที่ผ่านมา” (เป็นครูควรจะเป็นนักอ่านที่ดีนะจ๊ะ)

เรอเน่ เดการ์ทส์(นักปรัชญาและนักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส)

“The man who does not read good books has no advantage over the man who can’t read them.”

Mark Twain(1835-1910)

“คนที่ไม่รู้จักอ่านหนังสือดี ๆ ไม่ได้มีข้อได้เปรียบคนที่อ่านหนังสือไม่ออกแต่อย่างไร”

(เอาแต่อ่านนิยายน้ำเน่า ภาษาอีสานข่อยว่า แล้วชาติ!! ได้อ้อค่า)

“มนุษย์เหนือกว่าสัตว์ตรงที่มนุษย์รู้ตัวรู้ชั่ว แต่มนุษย์(บางคน)ด้อยกว่าสัตว์ตรงที่มักเลือกทำแต่สิ่ง
ชั่ว ๆ”

มาร์ค ทเวน(นักเขียนชาวอเมริกัน)

