

บทที่ 1

Introduction to Materials Science & Engineering

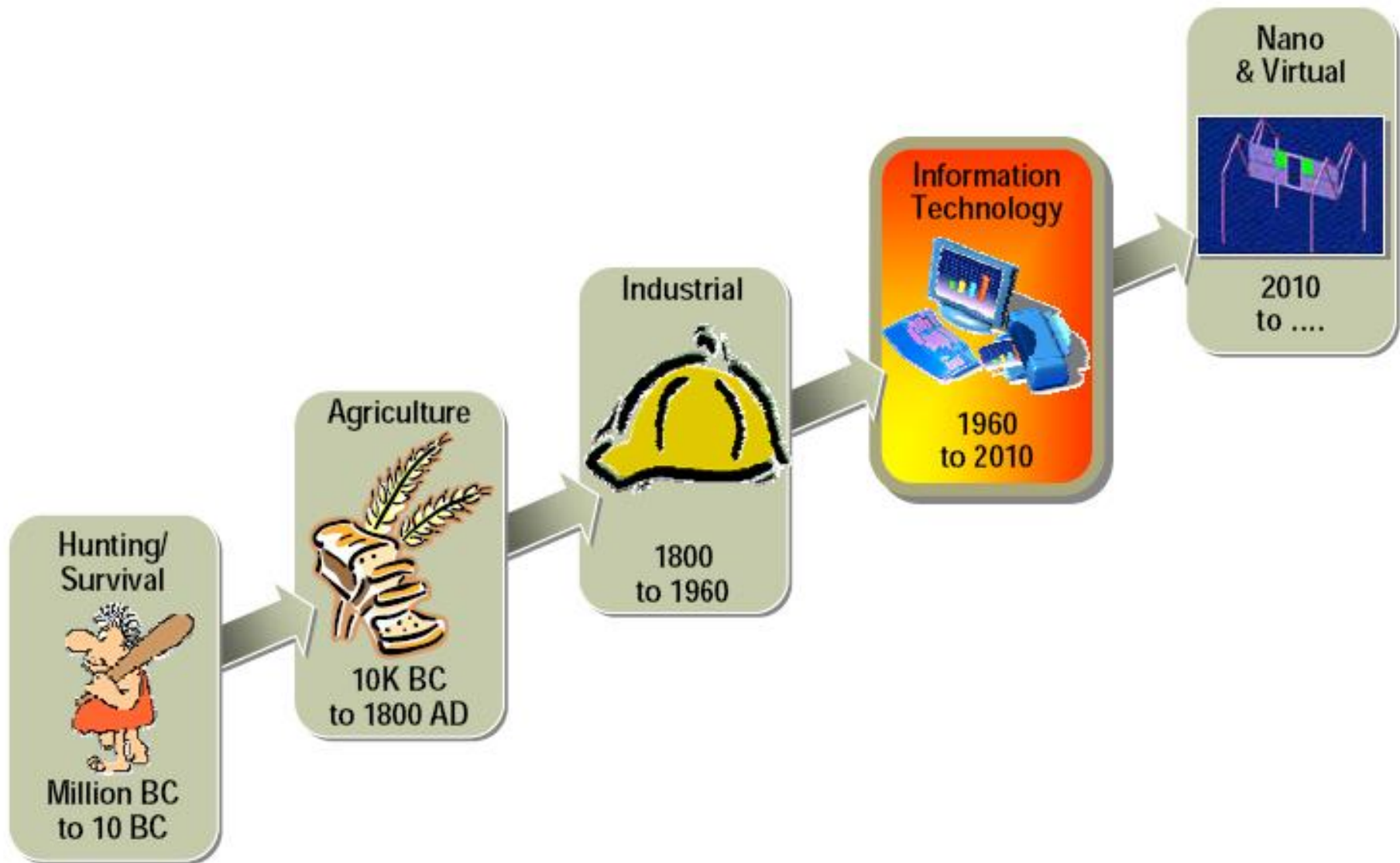


A familiar item that is fabricated from three different material types is the beverage container. Beverages are marketed in aluminum (metal) cans (top), glass (ceramic) bottles (center), and plastic (polymer) bottles (bottom). (Permission to use these photographs was granted by the Coca-Cola Company.)

ประวัติของการใช้วัสดุ

(Historical Perspective)

ในประวัติศาสตร์ การพัฒนาเทคโนโลยีและความเจริญรุ่งเรืองของสังคมต่าง ๆ นั้นถูกแบ่งจากความสามารถของประชากรในสังคมที่จะผลิต และเลือกใช้วัสดุมาทำในกิจกรรมประจำวัน จะเห็นได้จากการแบ่งประวัติศาสตร์ของมนุษย์ออกเป็นยุคต่างๆ เช่น ยุคหิน, ยุค bronze (ทองสัมฤทธิ์ : ทองแดงผสมดีบุก), ยุคเหล็ก, ยุคพลาสติก, ยุคสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) และยุคนาโนเทคโนโลยี ฯลฯ



เทคโนโลยีของวัสดุวิศวกรรม

(Engineering Materials Technology)

วัสดุ (Materials) เป็นสสารที่มีคุณสมบัติต่างๆซึ่งจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ในงานโครงสร้าง การผลิตเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือผลิตภัณฑ์

โดยคุณสมบัติของวัสดุนั้น จะแสดงลักษณะเฉพาะตัวเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ หรืออยู่ในสภาวะที่ต่าง ๆ กัน เช่น ความแข็งแรงดึง (tensile strength) ของวัสดุ จะสามารถวัดได้จากความต้านทานของวัสดุเมื่อมีแรงดึงมากระทำ เป็นต้น

วัสดุศาสตร์ และวัสดุทางวิศวกรรม (Materials science and engineering : MSE) เป็นสาขาวิชาใหม่ที่ศึกษาการเปรียบเทียบวัสดุต่างๆ ในเชิงของกายภาพ โดยเป็นการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง (Structure) และคุณสมบัติต่างๆ (Properties) ของวัสดุ

โลหะวิทยา (Metallurgy) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับโลหะเป็นหลัก โดยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาทางด้านวัสดุศาสตร์แขนงหนึ่ง

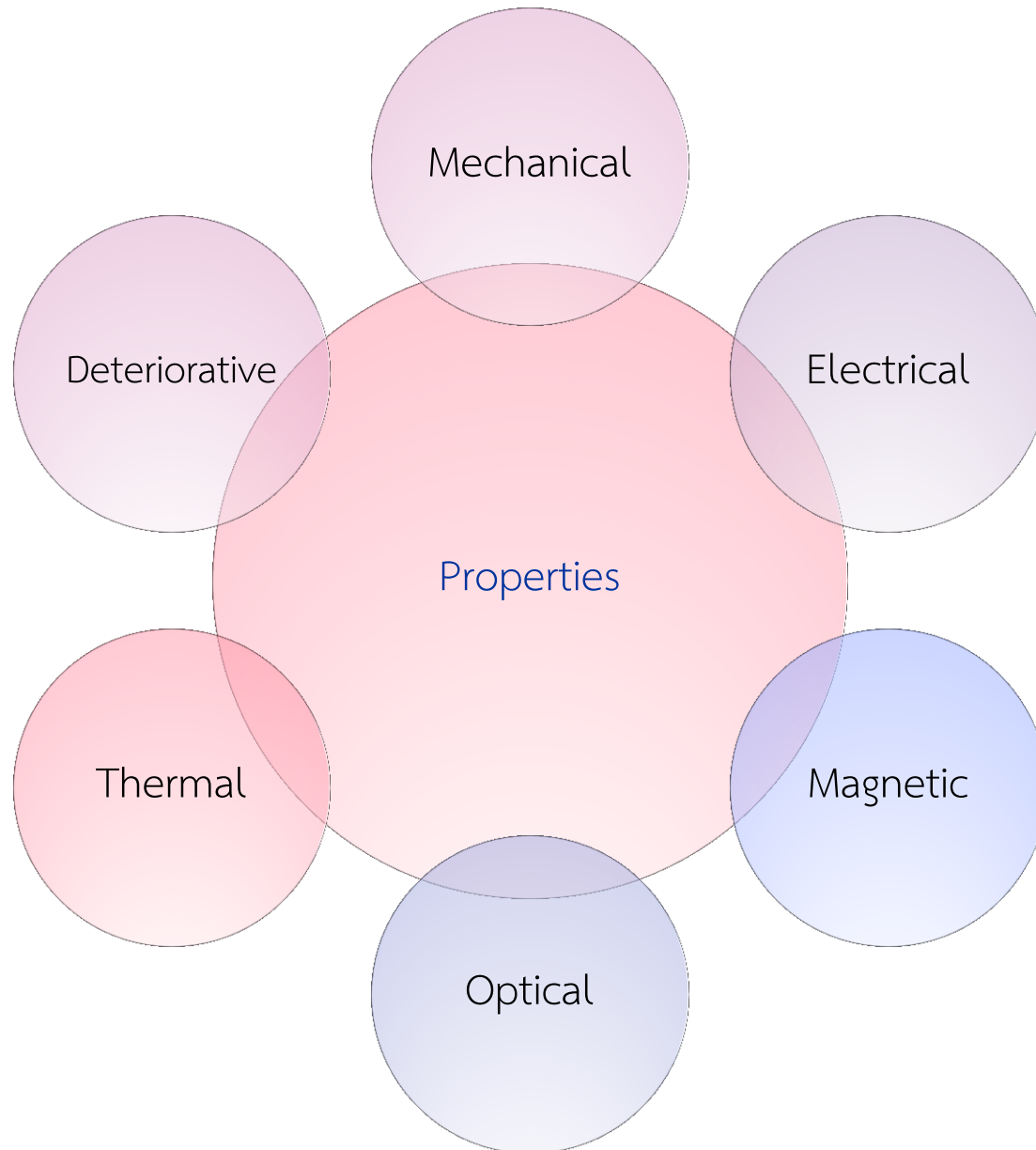
โครงสร้าง (Structure)

- ◎ โครงสร้างของวัสดุโดยทั่วไป จะหมายถึงรูปแบบการจัดเรียงตัวของอะตอมภายในโครงสร้างนั้นๆ
- ◎ โครงสร้างภายในอะตอม (subatom) นั้น จะรวมถึงอิเล็กตรอนที่อยู่ภายในแต่ละอะตอมและแรงกระทำภายในของนิวเคลียส
- ◎ วิธีการตรวจหาโครงสร้างวัสดุ เช่น Spectroscopy, X-Ray Diffraction , Optical Microscopy, Electron Microscopy
- ◎ Microscopic
- ◎ Macroscopic

Electron Microscope



คุณสมบัติ (Properties)



คุณสมบัติ (Property)

- Mechanical properties เช่น การเปลี่ยนรูปเมื่อมีแรงมากระทำ
- Electrical properties เช่น การเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า
- Thermal behavior เช่น heat capacity หรือ การเหนี่ยวนำทางความร้อน
- Magnetic properties เช่น การตอบสนองของสนามแม่เหล็กของวัสดุ
- Optical properties เช่น สนามแม่เหล็กไฟฟ้า หรือ การสะท้อนของแสง
- Deteriorative characteristics เช่น ตัวชี้วัดของปฏิกิริยาทางเคมีของวัสดุ

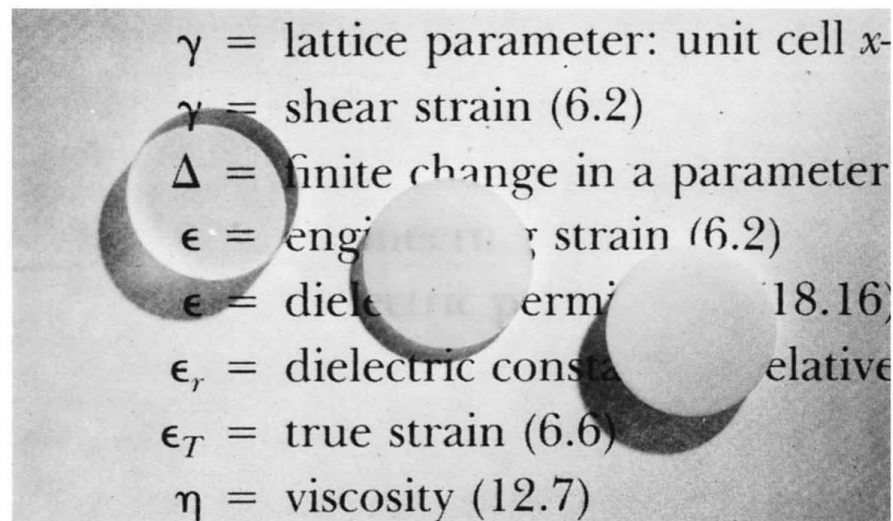
นอกจากคำว่า โครงสร้าง (structure) และคุณสมบัติ (properties) ที่เป็นส่วนสำคัญที่อยู่ใน MSE แล้ว ก็ยังมีคำว่า กระบวนการ (processing) และการนำไปใช้ (performance) ซึ่งความสัมพันธ์ของทั้ง 4 องค์ประกอบนั้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.1



FIGURE 1.1 The four components of the discipline of materials science and engineering and their linear interrelationship.

รูปที่ 1.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับคุณสมบัติของอะลูมินา (Al_2O_3)

FIGURE 1.2
Photograph showing the light transmittance of three aluminum oxide specimens. From left to right: single-crystal material (sapphire), which is transparent; a polycrystalline and fully dense (nonporous) material, which is translucent; and a polycrystalline material that contains approximately 5% porosity, which is opaque. (Specimen preparation, P. A. Lessing; photography by J. Telford.)



ชนิดของวัสดุ

(Classification of Materials)

โลหะ (Metal)

เซรามิก (Ceramic)

พอลิเมอร์ (Polymer)

วัสดุผสม
(Composite)

□ โลหะ (Metals) ไดแกธาตุที่อยู่ในหมู่โลหะซึ่งมีอิเล็กตรอนอิสระ (free electron)

□ เซรามิกส์ (Ceramics) ไดแก สารประกอบ อนินทรีย์ (inorganic) และอโลหะ (nonmetallic)

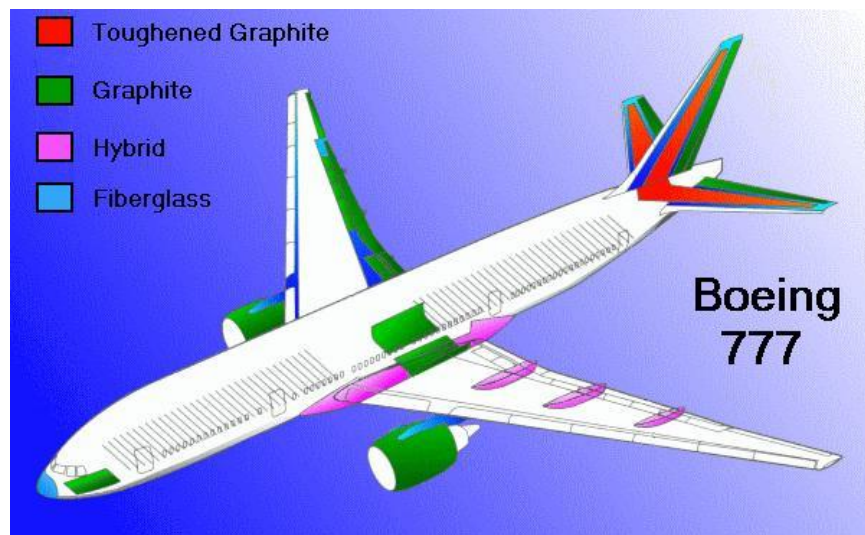
□ โพลีเมอร์ (Polymers) คือสารโมเลกุลขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ (organic) เป็นหลัก

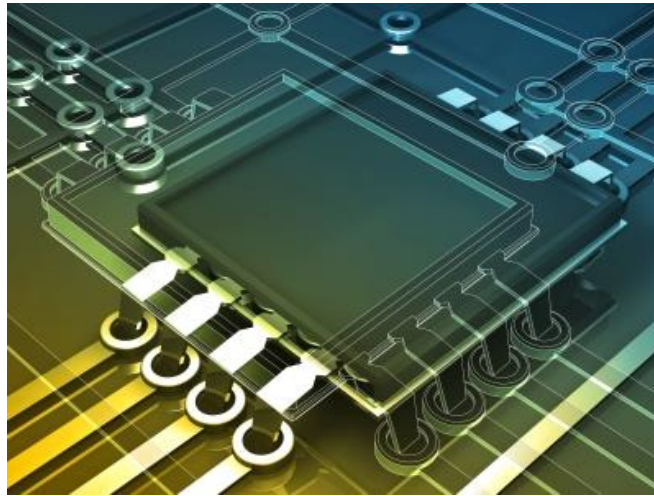
□ วัสดุประสม (Composites) ประกอบด้วยวัสดุมากกว่า 1 ชนิดขึ้นไป

ตัวอย่างวัสดุวิศวกรรม

วัสดุ (Materials) Vs. ชีวิตประจำวัน (Everyday Lives)

- การเดินทาง/ การคมนาคม
- บ้านเรือน/ ที่อยู่อาศัย
- เครื่องนุ่งห่ม
- การพักผ่อนหย่อนใจ
- อาหาร





การเลือกใช้วัสดุ (Materials Selection)

- ◎ วิศวกรจำเป็นต้องเข้าใจถึงองค์ประกอบหรือสิ่งที่มีอิทธิพล ต่อสมบัติของวัสดุ เพื่อให้วิศวกรมีความรู้ในด้านต่างๆต่อไปนี้
 - > 1. เลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพ และราคา
 - > 2. เข้าใจพฤติกรรมของวัสดุระหว่างการใช้งาน และข้อจำกัดของวัสดุ
 - > 3. เพื่อสามารถที่จะสร้างวัสดุใหม่ๆ ที่มีคุณสมบัติตามต้องการหรือ สามารถปรับปรุงสมบัติของวัสดุให้ดีขึ้น

การเลือกใช้วัสดุ (Materials Selection)

- ในทางทฤษฎี วิศวกร นักวิชาการเทคโนโลยี สถาปนิก มีความต้องการที่อยากจะได้วัสดุที่ตรงกับความต้องการใช้งาน หรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิตให้มากที่สุด ซึ่งวัสดุที่ต้องการนั้นอาจจะเป็นวัสดุในอุดมคติ (ideal materials) ที่ไม่มีอยู่จริง ซึ่งคุณลักษณะที่สำคัญของวัสดุในอุดมคตินั้นสามารถจำแนกออกได้เป็นดังนี้

1. มีจำนวนมาก ไม่มีที่สิ้นสุด
2. กระบวนการทำให้บริสุทธิ์ หรือผลิตมีราคาที่ถูก
3. มีประสิทธิภาพในด้านพลังงาน
4. มีความแข็งแรง ไม่เปลี่ยนขนาดในทุกๆอุณหภูมิ
5. มีน้ำหนักเบา
6. ต้านทานการผุกร่อนได้ดี
7. ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม

แนวทางสำหรับการเลือกวัสดุ

1. คุณสมบัติของวัสดุ (Material's Properties) ในการสร้างแนวทางในการเลือกวัสดุนั้น ฐานข้อมูลวัสดุ (materials database) มีความจำเป็นและจะต้องสามารถตอบคำถามบนพื้นฐานการเลือกวัสดุที่เหมาะสมได้ ฐานข้อมูลวัสดุ จะประกอบไปด้วยตารางที่แสดงถึงคุณสมบัติที่สำคัญของวัสดุ เช่น ค่าความแข็งแรงดึง (tensile strength) ความแข็ง (hardness) และคุณสมบัติทางความร้อน ข้อมูลหรือฐานข้อมูลเหล่านี้สามารถค้นหาได้จากหนังสือคู่มือ (Handbook) เช่น *Machine Design* และ *Modern Plastics* เป็นหนังสือคู่มือประจำปี ซึ่งแสดงข้อมูลพื้นฐานของวัสดุ นอกจากนั้นยังมี *Metals Handbook* ซึ่งเป็นคู่มือที่ออกโดย ASM (American Society for Metals) International หรือสามารถหาได้ตามเว็บไซต์ต่างๆ

2. เกณฑ์ในการเลือกอื่นๆ (Additional selection criteria)

นอกจากใช้เกณฑ์คุณสมบัติของวัสดุ ซึ่งมีจำนวนมากในการตัดสินใจเลือกวัสดุที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ทางผู้ออกแบบยังมีเกณฑ์การเลือกอื่นๆ เช่น ความยากง่ายในการจัดหา ง่ายต่อการเปลี่ยนรูปหรือผลิต ความน่าเชื่อถือ คุณภาพและสมรรถนะ การยอมรับจากลูกค้า แนวโน้มของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น