

การออกแบบสื่อเผยแพร่ความรู้เรื่อง นาโนเทคโนโลยี  
ในรูปแบบ มัลติมีเดีย ซีดีรอม

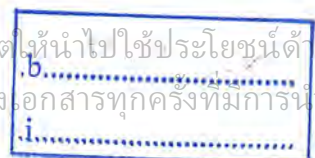
INFORMATIONAL AND GRAPHIC DESIGN FOR NANO TECHNOLOGY  
FOR MULTIMEDIA CD-ROM



ศิลปนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2547

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 61153  
วันที่..... 12 ก.ค. 2549  
วัน,เดือน,ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
โดยไม่ได้รับอนุญาตจากสำนักหอสมุดฯ หากทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ใบอนุญาตศิลปนิพนธ์

การออกแบบเพื่อเผยแพร่ความรู้ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี  
ในรูปแบบมัลติมีเดีย ซีดีรอม

INFORMATION AND GRAPHIC DESIGN FOR NANO TECHNOLOGY  
FOR MULTIMEDIA CD-ROM



นายชัชชัย ธาราวณิชย์  
Mr.CHONLACHAI TARAWANIT

ภาควิชาศิลปะคัลปี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
อนุมัติให้ศิลปนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการตามหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาศิลปะคัลปี

อาจารย์ที่ปรึกษาศิลปนิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ บุณยะ วันที่ 28 สิงหาคม 2548  
(อาจารย์ธีรพรรณ สมบูรณ์บุณยะ)

หัวหน้าภาควิชา ศาสตราจารย์ ดร. รักใหม่ วันที่ 14 พ.ค. 48  
(อาจารย์วีศักดิ์ รักใหม่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณพ่อคุณแม่ อย่างสูงที่ให้ชีวิต และทุกสิ่งทุกอย่าง จนมีวันนี้....

ขอขอบคุณ แม่บุญธรรม ที่สนับสนุนในเรื่องการศึกษามาโดยตลอด

ขอขอบคุณ พี่ชาย ที่ช่วยดูแลคอมพิวเตอร์ให้ใช้งานได้จนถึงทุกวันนี้

ขอขอบคุณ อาจารย์นิรวรรณ สมบูรณ์บุรณะ สำหรับความรู้และข้อแนะนำที่เป็นประโยชน์มากมาย

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้และข้อแนะนำต่างๆที่ดี

ขอขอบคุณแหล่งข้อมูลต่างๆที่ช่วยให้ผลงานชิ้นนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้คำปรึกษาและให้กำลังใจกันและกัน....มาโดยตลอด... ขอขอบคุณ

ขอขอบคุณกำลังใจพิเศษๆตลอด 4 ปีที่ผ่านมา....



ด้วยความขอบคุณเป็นอย่างสูง  
ชลชัย ธาราวิชัย

## คำนำ

ในปัจจุบัน โลกเรามีความเจริญพัฒนา และเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในด้านของเทคโนโลยี ซึ่งเทคโนโลยีต่างๆถือว่ามีค่าเป็นอย่างมากในยุคปัจจุบัน วัสดุอุปกรณ์ต่างๆถูกสร้างให้มีขีดความสามารถที่สูงขึ้น แต่...ก็มาถึงขีดจำกัด จนในที่สุดทางออกของการปฏิวัติเปลี่ยนแปลงยุคของเทคโนโลยีก็มาถึง นั่นคือ การสร้าง ประกอบ และผลิตสิ่งต่างๆในระดับอะตอม ซึ่งจะทำให้วัสดุหรือสสารเหล่านั้นมีคุณสมบัติพิเศษ เราเรียกกระบวนการเหล่านี้ว่า นาโนเทคโนโลยี ซึ่งในปัจจุบันเอง หลายประเทศได้ให้ความสำคัญแก่เทคโนโลยีนี้ และต่างใช้งบประมาณจำนวนมหาศาล เพื่อใช้ในการค้นคว้าและวิจัย โดยหวังว่าตน จะเป็นผู้นำทางด้านนาโนเทคโนโลยี เหมือนกับกรณีของบริษัทยักษ์ใหญ่อย่าง ไมโครซอฟท์ ที่ผ่านมา ซึ่งประเทศไทยเองก็ได้ให้ความสำคัญเช่นกัน แต่ก็ถือว่ายังน้อยมากเมื่อเทียบกับประเทศที่พัฒนาแล้ว ดังนั้น ข้าพเจ้าจึงมีความคิดที่จะเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับ นาโนเทคโนโลยีในรูปแบบ มัลติมีเดียซีดีรอม เพื่อให้ความรู้แก่ประชาชน และบุคคลที่สนใจทั่วไปโดยการแจก และแนบไปกับ นิตยสารที่เกี่ยวกับเรื่องของเทคโนโลยี เพื่อให้ตรงกับกลุ่มเป้าหมายที่วางไว้ โดยหวังว่าประชาชนและบุคคลทั่วไปที่สนใจจะได้รับความรู้เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีได้มากขึ้น

สุดท้ายนี้หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ชลชัย ธาราวณิชย์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
คำนำ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ช
<b>บทนำ</b>	
- ความเป็นมา	1
- วัตถุประสงค์	2
- ขอบเขต	2
- แนวทางการบรรลุเป้าหมาย	3
- แหล่งข้อมูล	3
<b>บทที่ 1 ข้อมูลเนื้อหา “นาโนเทคโนโลยี”</b>	
- ประวัติความเป็นมา	4
- ความเป็นไปได้และทิศทางในอนาคต	5
- ฟิสิกส์ของอะตอม และ กลศาสตร์ควอนตัม	6
- คำตอบมีอยู่แล้วในธรรมชาติ	8
- พัฒนาการของนาโนเทคโนโลยีในปัจจุบัน	9
- นาโนเทคโนโลยีกับรางวัลโนเบล	13
- บทสรุป	14

<b>บทที่ 2</b>	<b>ข้อมูลการออกแบบสื่อมัลติมีเดีย</b>	
-	การกำหนดรูปแบบสื่อมัลติมีเดียที่ใช้ในการออกแบบ	15
-	CD-ROM	15
-	โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบสื่อมัลติมีเดีย	15
-	Adobe Photoshop 7	16
-	Macromedia Flash MX	17
-	แผนภูมิแสดง โครงสร้างเนื้อหาของ CD-ROM (Site Map)	19
<b>บทที่ 3</b>	<b>หลักการออกแบบ</b>	
-	การกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการ	20
-	การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย	20
-	การกำหนดแนวทางการสร้างสรรค์	20
<b>บทที่ 4</b>	<b>การวิเคราะห์ข้อมูล</b>	
-	การวิเคราะห์ข้อมูลเนื้อหาเทคโนโลยี	21
-	วิเคราะห์วิธีการออกแบบ	21
-	การใช้สีในการออกแบบ	24
<b>บทที่ 5</b>	<b>ขั้นตอนการออกแบบ</b>	
-	ขั้นตอนการออกแบบ	26
-	แบบร่างครั้งที่ 1	27
-	แบบร่างครั้งที่ 2	29
-	แบบร่างครั้งที่ 3	31

## บทที่ 6 ผลงาน

- หน้าเริ่มต้น	32
- หน้าเริ่มต้น2	33
- หน้า ( นาโนเทคโนโลยีคืออะไร )	34
- หน้า ( ผลิตภัณฑ์นาโนในปัจจุบัน )	35
- หน้า ( อุปกรณ์ขนาดนาโนในอนาคต )	36
- หน้า ( รวมคลิปวีดีโอและภาพประกอบการแพทย์นาโน )	37
- หน้า ( นาโนเทคโนโลยีกับการทหาร )	38
- หน้า ( ประเทศไทยกับนาโนเทคโนโลยี )	39
สรุปผล	40
บรรณานุกรม	41
ประวัติผู้เขียน	42



## สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1. ภาพแสดงรูปถ่ายนักวิทยาศาสตร์อัจฉริยะของโลก	7
2. ภาพแสดง โมเลกุลที่สามารถประกอบกันเองได้	10
3. ภาพแสดง ลูกคิดนาโนที่มีขนาดเล็กมากที่สุดใน โลก	11
4. ภาพแสดง Nanotube ที่มาต่อกันเป็นรูปตัว T	12
5. ภาพแสดงแบบจำลองของ โมเลกุล DNA	12
6. ท่อนาโนอาจจะตัดแปลงนำมาใช้เป็นเกียร์และแบริ่ง	13
7. แบบ LOGO	22
8. ระบบ Navigation	23
9. แบบร่างเครื่องที่ 1	27
10. แบบร่างเครื่องที่ 1	27
11. แบบร่างเครื่องที่ 1	28
12. แบบร่างเครื่องที่ 1	28
13. แบบร่างเครื่องที่ 2	29
14. แบบร่างเครื่องที่ 2	29
15. แบบร่างเครื่องที่ 2	30
16. แบบร่างเครื่องที่ 2	30
17. แบบร่างเครื่องที่ 3	31
18. แบบร่างเครื่องที่ 3	31
19. แบบร่างเครื่องที่ 3	32
20. แบบร่างเครื่องที่ 3	32
<b>ผลงาน</b>	
21. หน้าเริ่มต้น	33
22. หน้าเริ่มต้นแสดงข้อมูลของบิคานาโน	34
23. หน้า “นาโนเทคโนโลยีคืออะไร”	35
24. หน้า “ผลิตภัณฑ์นาโนในปัจจุบัน”	36
25. หน้า “อุปกรณ์นาโนในอนาคต”	37
26. หน้า “รวมสถิติวีดีโอ และภาพประกอบการแพทย์นาโน”	38
27. หน้า “นาโนเทคโนโลยีกับการทหาร”	39

เอกสารนี้ 28. หน้า “ประเทศไทยกับนาโนเทคโนโลยี” เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า 40  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทนำ

### การออกแบบสื่อเผยแพร่ความรู้ เรื่อง NANO TECHNOLOGY ในรูปแบบ MULTIMEDIA CD-ROM

#### ความเป็นมา

นาโนเทคโนโลยี เป็นนวัตกรรมใหม่ล่าสุด ที่จะมาปฏิวัติอุตสาหกรรมของโลกครั้งสำคัญ รัฐบาลของหลายประเทศ หุ้่มงบประมาณปีละมหาศาล เพื่อวิจัยเทคโนโลยีนี้ บริษัทข้ามชาติ หลายบริษัท ตื่นตัวหุ้่มงบประมาณเพื่อนำนาโนเทคโนโลยีมาผลิต สินค้า คาดว่าอีกไม่กี่ปีข้างหน้า มูลค่าสินค้าที่ผลิตจากนาโนเทคโนโลยีจะมีมูลค่านับ 1,000 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ ในขณะที่ ประเทศไทยกำลังก้าวอย่าง เพื่อวิจัย “นาโน” อย่างจริงจัง

นาโนคืออะไร เป็นคำถามแรกที่คุณมักจะถาม เมื่อพูดถึงนาโนเทคโนโลยี

คำตอบก็คือ นาโน คือหน่วยวัดที่เล็กที่สุด เล็กถึงระดับอะตอมหรือโมเลกุล 1,000 นาโนเมตร เท่ากับ 1 ไมโครเมตร 1,000 ไมโครเมตร เท่ากับ 1 มิลลิเมตร ถ้าจะให้มองเห็นภาพ นาโนจะเล็กกว่าเส้นผม 80,000-100,000 เท่า ศัพท์คำว่า นาโนมาจากภาษากรีก แปลว่า คนแคระ ซึ่งก็คือ ขนาดเล็กนั่นเอง

“กฎเกณฑ์ทางฟิสิกส์ เท่าที่ข้าพเจ้ามองเห็น ไม่ได้กล่าวถึงความเป็นไปได้ในการจัดการกับสิ่งของระดับอะตอม มันไม่ได้เป็นความพยายามที่จะละเมิดกฎเกณฑ์ใดๆ มันเป็น สิ่งหนึ่งในทางกฎเกณฑ์ที่สามารถทำได้ แต่ในทางปฏิบัติยังไม่ได้ทำ” เป็นคำพูดของ ศ.ริชาร์ด ไฟน์แมน ศาสตราจารย์สถาบันเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย สหรัฐฯ ได้จุดประกายไว้ตั้งแต่ปีค.ศ. 1959 “ศ.ไฟน์แมน บอกว่า มีความว่างอยู่มากในช่องว่าง ในขณะที่ปัจจุบัน เราทำจากสิ่งที่ใหญ่ให้เล็กลง แต่สักวันจะมีการนำอะตอมขนาดเล็กมาทำสิ่งของให้ใหญ่ขึ้น นั่นหมายถึงนาโน” ดร.ธีระชัย ภิษย์เกาศถาบันเทคโนโลยีแคลิฟอร์เนีย ขยายความ คำพูดของ ศ.ไฟน์แมน ผ่านมา 27 ปี Eric Drexler ได้นำคำพูดของ ศ.ไฟน์แมน มาค้นคว้าเพิ่มเติม และเขียนหนังสือชื่อว่า Engines of Creative The Coming Era of Nanotechnology ความสนใจนาโนจึงได้ก่อตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ทฤษฎีนาโนมีการพูดถึงอย่างกว้างขวาง เป็นจุดเริ่มต้นของการวิจัยนาโนอย่างจริงจัง แต่เป็นการเคลื่อนไหวในเชิงของทฤษฎีเป็นหลัก ปลายศตวรรษที่ 20 รัฐบาลของหลายประเทศโดยเฉพาะสหรัฐอเมริกาได้หุ้่มงบประมาณจำนวนมหาศาล ในการวิจัยนาโน

#### บทสรุป

“ปัจจุบันมูลค่าสินค้านาโนมีมูลค่าประมาณ 1,000 ล้านเหรียญ แต่ในอีก 5-10 ปีข้างหน้า มีการประมาณกันว่า มูลค่าของสินค้านาโนจะมีจำนวน 1 ล้านล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือ 40 ล้านล้านบาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## แนวทางการบรรลุเป้าหมาย

### 1. รวบรวมข้อมูล

- ข้อมูลรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวข้องกับ นาโนเทคโนโลยี
- ศึกษาตัวอย่างการออกแบบสื่อ CD-ROM ในรูปแบบต่างๆ
- ศึกษาการใช้โปรแกรมต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างสื่อ CD-ROM ในรูปแบบของ อินเทอร์เน็ต/มัลติมีเดียสัมพันธ์

### 2. วิเคราะห์ข้อมูล

- แยกข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ตามที่ต้องการจะนำเสนอ
- วางแผนการนำเสนอข้อมูลอย่างเป็นขั้นตอน
- หาแนวทางการนำเสนอ กราฟิก หรือ สไลด์ ที่มีรูปแบบเหมาะสมกับงาน

### 3. สรุปขอบเขตของงาน และลักษณะงาน โดยรวม

### 4. สร้างแบบร่าง ออกแบบ และแก้ไขข้อบกพร่อง

### 5. ตรวจสอบและทดลองใช้งาน

### 6. สร้างผลงานจริง ตามแนวทางที่กำหนดไว้

## แหล่งข้อมูล

1. [www. nanotech.sc.mahidol.ac.th](http://www.nanotech.sc.mahidol.ac.th)
2. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.)
3. ศูนย์โลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC)
4. ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### ข้อมูลเนื้อหา “นาโนเทคโนโลยี”

#### ประวัติความเป็นมา

นักวิทยาศาสตร์หลายคนที่มีชื่อเสียง ต่างมีส่วนร่วมในการถือกำเนิดนาโนเทคโนโลยี ซึ่งเริ่มแรกแล้ว ต้องย้อน ไปถึง 90กว่าปีที่แล้ว

- ค.ศ. 1905 อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) ตีพิมพ์ผลงานวิจัยที่ค้นพบว่าโมเลกุลของน้ำตาลมีขนาดประมาณ 1 นาโนเมตร
- ค.ศ. 1959 ริชาร์ด ฟายน์แมน (Richard Feynman) ผู้เป็นบิดาแห่งนาโนเทคโนโลยี ได้กล่าวถึงการศึกษาทางด้านนาโนเทคโนโลยีเป็นครั้งแรกในการปราศรัยเรื่อง “ข้างล่างยังมีที่ว่างอีกเยอะ (There's Plenty of Room at the Bottom)” สุนทรพจน์ของ ฟายน์แมน ได้นำไปสู่การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการในระดับของอะตอมและโมเลกุลของสสารต่าง ๆ
- ค.ศ. 1968 อัลเฟรด โช (Alfred Y. Cho) และ จอห์น อาร์เธอร์ (John Arthur) สามารถสร้างเครื่อง “Molecular-Beam Epitaxy” ที่สามารถปลูกชั้นเดียวของอะตอมได้ที่ละชั้นลงบนผิวหน้าของวัสดุต่าง ๆ
- ค.ศ. 1981 เกร็ด บินนิง (Gred Binning) และ ไฮน์ริช โรห์เซอร์ (Heinrich Rohrer) ประสบความสำเร็จในการสร้างกล้อง Scanning tunneling microscope ที่สามารถมองเห็นการจัดเรียงตัวของอะตอมของสสารต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน
- ค.ศ. 1985 โรเบิร์ต เคิร์ล (Robert F. Curl) ริชาร์ด สมอลลีย์ (Richard E. Smalley) และ ฮาร์โรลด์ โครโต (Harold W. Kroto) ค้นพบ โครงสร้างโมเลกุลของคาร์บอนแบบใหม่ นอกจากเพชรและถ่าน นั่นคือ ฟูลเลอร์เร็น (Fullerene) หรือ บั๊กกี้ บอลล์ (Bucky ball) ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 60 อะตอมเชื่อมต่อกันเป็นรูปร่างคล้ายกับลูกฟุตบอลและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 1 นาโนเมตร
- ค.ศ. 1986 หนังสือชื่อ “จักรกลแห่งการสร้างสรรค์ (Engines of Creation)” ซึ่งมีเนื้อหาทั้งหมดเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี ที่แต่งโดย อีริก เดรกเลอร์ (Eric Drexler) ได้เริ่มวางจำหน่าย และได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค.ศ. 1989 โดแนลด์ ไอเกลอร์ (Donald M. Eigler) ใช้กล้องส่องอะตอมในการจัดวางอะตอมของธาตุซีนออนทีละอะตอมเป็นอักษร “IBM” เหตุการณ์นี้ได้แสดงให้เห็นว่ามนุษย์สามารถเข้าไปจัดการการเรียงตัวของอะตอมได้เป็นครั้งแรก

- ค.ศ. 1991 ซุมิโอะ อิจิมา (Sumio Iijima) แห่งบริษัท NEC ประเทศญี่ปุ่น ได้ค้นพบท่อนาโนคาร์บอน (carbon nanotube) ที่มีคุณสมบัติอันน่ามหัศจรรย์หลายอย่าง เช่น แข็งกว่าเหล็กกล้า 6 เท่า แต่มีน้ำหนักเบาได้ถึง 100 เท่า สามารถเป็นตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวด (superconductor) หรือสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) เป็นต้น ดังนั้นท่อนาโนคาร์บอนจึงเป็นความหวังในการประดิษฐ์นวัตกรรมทางด้านนาโนเทคโนโลยีหลากหลายสาขา

- ค.ศ. 2000 รัฐบาลของประธานาธิบดี บิล คลินตัน ได้ผลักดันให้เกิด โครงการริเริ่มทางนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (National Nanotechnology Initiative) ของสหรัฐฯ ขึ้นมา ทำให้เกิดการสนับสนุนทุนวิจัยทางด้านนาโนเทคโนโลยีขึ้นมาเป็นประวัติศาสตร์ และทำให้ทั่วโลกเกิดความตื่นตัวเกี่ยวกับการพัฒนานาโนเทคโนโลยีขึ้นมาเป็นอย่างมาก

### ความเป็นไปได้ และ ทิศทางในอนาคต

นิยามของนาโนเทคโนโลยี นาโนเทคโนโลยี ดูเหมือนจะเป็นคำที่ค่อนข้างใหม่ แต่จริงๆ แล้วได้มีผู้มองเห็นความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีตัวนี้ตั้งแต่เมื่อ 40 ปี มาแล้ว โดยศาสตราจารย์ริชาร์ด ฟายน์แมน (Richard Feynman ผู้ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ในปี ค.ศ. 1965) ได้กล่าวไว้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1959 ว่า "สักวันหนึ่ง เราจะสามารถประกอบสิ่งต่างๆ ผลิตสิ่งต่างๆ ขึ้นมาจากการจัดเรียงอะตอมด้วยความแม่นยำ และเท่าที่ข้าพเจ้ารู้ ไม่มีกฎทางฟิสิกส์ใดๆ แม้แต่หลักแห่งความไม่แน่นอน (Uncertainty Principle) ที่จะมาขัดขวางความเป็นไปได้" ท่านยังได้กล่าวอ้างถึงเทคโนโลยีตัวนี้ว่าเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ นาโนเทคโนโลยี ถูกนิยามว่าเป็นเทคโนโลยีในการประกอบและผลิตสิ่งต่างๆ ขึ้นมาจากการจัดเรียงอะตอม หรือ โมเลกุล เข้าด้วยกันด้วยความแม่นยำ และถูกต้องในระดับนาโนเมตร เราอาจจะนิยามเทคโนโลยีที่อารยธรรมของมนุษย์ได้พัฒนาขึ้น เป็น 2 แบบคือ

#### 1. เทคโนโลยีแบบหยาบ(Bulk Technology)

ซึ่งใช้จัดการกับสิ่งต่างๆ หรือ ผลิตสิ่งต่างๆ โดยอาศัยวิธีการ เช่น ตัด กลึง บีบ ยัด ต่อ งอ และอื่นๆ หรืออาจใช้วิธีทางเคมีโดยการผสมให้ทำปฏิกิริยา โดยพยายามควบคุมสภาวะต่างๆ ให้เหมาะสม แล้วปล่อยให้สารทำปฏิกิริยาตัวเอง เทคโนโลยีแบบนี้สามารถใช้สร้างสิ่งเล็กๆ ได้ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จริง แต่ก็ขาดความแม่นยำ และมีความบกพร่องสูง การนำเทคโนโลยีแบบหยาบไปสร้างสิ่งเล็กๆ เช่น ไมโครชิพ เราเรียกว่าเป็นการใช้เทคโนโลยีแบบบนลงล่าง (Top-Down Technology) ซึ่งมีขีดจำกัดสูง ซึ่งอุตสาหกรรมผลิตไมโครชิพ ก็กำลังเผชิญปัญหาในการผลิตวงจรที่ระดับ 0.2-0.3 ไมครอนอยู่ แม้ว่าวิศวกรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหลายจะภูมิใจกับความแม่นยำในระดับนี้ แต่ความเป็นจริงก็คือ ทรานซิสเตอร์ที่ผลิตได้ในระดับนี้ก็ยังมีจำนวนอะตอมอยู่ถึงระดับล้านล้านอะตอม เราจึงคงเรียกเทคโนโลยีในปัจจุบันของมนุษย์ แม้กระทั่ง เทคโนโลยีที่ใช้ผลิตคอมพิวเตอร์ซึ่งใครๆต่างเข้าใจว่าเป็นเทคโนโลยีไฮเทคนี้ว่า เทคโนโลยีแบบหยาบ

## 2. เทคโนโลยีระดับโมเลกุล(MolecularTechnology)

ซึ่งจัดการกับสิ่งต่างๆ หรือผลิตสิ่งต่างๆ โดยการนำอะตอมหรือโมเลกุลมาจัดเรียง ณ ตำแหน่งที่ต้องการอย่างแม่นยำ สิ่งที่เกิดขึ้นมาอาจเป็นสิ่งเล็กๆ หรือ เป็นสิ่งใหญ่ก็ได้ การนำเอาเทคโนโลยีระดับโมเลกุลไปสร้างสิ่งที่ใหญ่ขึ้นมา (เช่น พี่สร้างผนังเซลล์จากการนำเอาโมเลกุลน้ำตาลมาต่อกัน) นี้ว่าการใช้เทคโนโลยีแบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up Technology) เทคโนโลยีระดับโมเลกุลนี้เองที่เป็นนาโนเทคโนโลยี

หากเราเหลียวมองรอบๆ ตัวของเรา อุตสาหกรรมทั้งหลายในปัจจุบันล้วนแล้วแต่ใช้เทคโนโลยีแบบหยาบทั้งสิ้น ในอดีตบรรพบุรุษของเราใช้การตัด งอ ดึง กลึง หลอม เพื่อสร้างสิ่งต่างๆ ตั้งแต่ยุคหิน มายุคโลหะ แม้กระทั่งปัจจุบัน เรามีเครื่องจักรที่ซับซ้อนขึ้น มีความละเอียดมากขึ้น แต่เราก็ยังคงใช้วิธีทางกลแบบเดิมไม่ต่างกันเลย เพื่อผลิตสิ่งต่างๆ แพทย์เมื่อ 100 ปีก่อนใช้มีด เพื่อผ่าตัด ปัจจุบันเรามีเลเซอร์ใช้ แต่สังเกตุดีๆ ว่าเรายังไม่อาจหนีวิธีการเดิมๆคือ การตัดเอาเนื้อเยื่อออก แล้วปล่อยให้แผลรักษาตัวมันเองโดยธรรมชาติ ตลอดอารยธรรม 2 ล้านปีของมนุษย์เรายังคงวนเวียนอยู่กับเทคโนโลยีแบบหยาบตลอดเวลา

### ฟิสิกส์ของอะตอมและกลศาสตร์ควอนตัม

จุดหักเหของอารยธรรมของมนุษย์ และเป็นจุดที่จะเปลี่ยนเทคโนโลยีจากแบบเดิม คือหยาบไปสู่เทคโนโลยีระดับโมเลกุลนั้น เกิดขึ้นจากการค้นพบอะตอมและศาสตร์ที่อธิบายความเป็นอยู่ของสรรพสิ่งในระดับอะตอม หรือ กลศาสตร์ควอนตัมนั่นเอง ช่วงเวลาตลอด 50 ปีแห่งการพัฒนาทฤษฎีควอนตัมระหว่างปี ค.ศ. 1900-1950 เป็นช่วงเวลาที่สำคัญแห่งประวัติศาสตร์มนุษยชาติ เป็นช่วงเวลาสร้างนักวิทยาศาสตร์มันสมองอัจฉริยะของโลกไว้มากมาย นับแต่ ไอน์สไตน์ บอร์ บอร์น ออพเพนไฮเมอร์ ดิแรก ชโรดิงเงอร์ โบลท์สมันน์ แมกซ์เวลล์ แพลงก์ ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด เพาลี เดออบอยล์ และ ไอเซนเบอร์ก แม้กระทั่งมาถึงคนรุ่นหลังอย่าง ฟายน์แมน และ โคห์น (รางวัลโนเบลสาขาเคมีควอนตัม ค.ศ. 1998 ร่วมกับ โฟเฟิล) ก็ถือเป็นผลพวงจากช่วงเวลาดังกล่าว บุคคลเหล่านี้ได้ทุ่มเทศิปัญญาตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลาดังกล่าว เพื่อแสวงหาความเข้าใจความเป็นไปของสรรพสิ่งในระดับของอะตอม พัฒนาการใน  
ความเข้าใจในทฤษฎีดังกล่าว มาถึงจุดที่มนุษย์มีความสามารถในการทำนายที่ให้ผลแม่นยำสูง



รูปที่ 1 ภาพแสดงการถ่ายรูปร่วมกันของยอดนักวิทยาศาสตร์อัจฉริยะของโลก ซึ่งมีส่วนในการ  
พัฒนาความเข้าใจในเรื่องของอะตอม จนกลายมาเป็นทฤษฎีควอนตัม อันเป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์  
สมัยใหม่เกือบทุกสาขา

แถวหน้า I. Langmuir, M. Planck, Mme. Curie, H.A. Lorentz, A. Einstein, P. Langevin, Ch. E. Guye,  
C.T.R. Wilson, O.W. Richardson

แถวกลาง P. Debye, M. Knudsen, W.L. Bragg, H.A. Kramers, P.A.M. Dirac, A.H. Compton, L. de  
Broglie, M. Born, N. Bohr

แถวหลัง A. Piccard, E. Henriot, P. Ehrenfest, Ed. Herzen, Th. De Donder, E. Schrödinger, E.  
Verschaffelt, W. Pauli, W. Heisenberg, R.H. Fowler, L. Brillouin

ความรู้ในทางกลศาสตร์ควอนตัมได้ผลลิดอกออกผลไม่เพียงแต่ในสาขาฟิสิกส์เท่านั้น หากมันยัง  
เป็นพื้นฐานทั้งหมดของวิชาเคมีเลยทีเดียว จนสามารถกล่าวได้ว่าหากไม่มีกลศาสตร์ควอนตัมก็ไม่มีเคมี  
เพราะเราไม่อาจอธิบายสมบัติในระดับอะตอมและโมเลกุล ซึ่งก็คือเนื้อหาของวิชาเคมี ได้เลยหาก  
ปราศจากความรู้ในเรื่องของอิเล็กตรอน ซึ่งอธิบายได้ด้วยทฤษฎีควอนตัม ด้วยเหตุนี้ในปี ค.ศ. 1998  
คณะกรรมการตัดสินรางวัลโนเบลจึงได้มอบรางวัลให้แก่ โคห์น และ โฟเฟิล ซึ่งได้พัฒนาวิธีการ  
คำนวณทางกลศาสตร์ควอนตัม จนมีความแม่นยำสูงและใช้งานง่าย ทำให้งานวิจัยทางเคมีได้เปลี่ยนรูป  
โฉมไปอย่างมากตลอด 20 ปีหลังนี้ โดยนักเคมีสามารถใช้โปรแกรมคำนวณทางกลศาสตร์ควอนตัม  
สำเร็จรูป ตัวอย่างเช่น GAUSSIAN เพื่อศึกษาสมบัติในระดับจุลภาค ควบคู่ไปกับการทำการทดลอง  
นอกจากคุณูปการที่ทฤษฎีควอนตัมมีต่อสาขาเคมีแล้ว มันยังได้ขยายผลไปสู่สาขาชีววิทยา และชีววิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับโมเลกุลด้วย ทำให้ปัจจุบันเรามีความเข้าใจต่อกลไก ของชีวิตในระดับโมเลกุลได้ดีขึ้น มีผลไปสู่ การพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพที่ช่วยทำให้ความเป็นอยู่ของมนุษย์ดีขึ้น

เมื่อเรามีความเข้าใจธรรมชาติในระดับอะตอมและโมเลกุลที่ดีขึ้น ทำไมเราจะไม่สามารถพัฒนา เทคโนโลยีในระดับอะตอมและโมเลกุลได้ ด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ซึ่งไม่ได้ปฏิเสธ ความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีระดับอะตอมหรือนาโนเทคโนโลยีนี้ ทำให้เรายังมีความหวังว่าความรู้ ทางวิศวกรรมระดับนาโนเมตรน่าจะสามารถพัฒนาขึ้นมาจนนำไปสู่การเกิดขึ้นของนาโนเทคโนโลยีได้

### คำตอบมีอยู่แล้วในธรรมชาติ

หากเราเชื่อศาสตราจารย์ฟายน์แมนดังที่ท่านกล่าวว่า ถ้าวันหนึ่งเราจะสามารถประกอบสิ่ง ต่างๆ และ ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ขึ้นมาจากการจัดเรียงอะตอมด้วยความแม่นยำ เราอาจจะต้องตั้งคำถามสักสอง ข้อว่า วันนี้เรามีความสามารถอย่างนั้นหรือยัง และ ถ้าหากเรายังไม่ได้มีความสามารถอย่างนั้น เราจะทำ อย่างไรเพื่อที่จะไปถึงจุดนั้นให้ได้ คำตอบสำหรับคำถามแรกนั้นจะง่ายกว่ามาก กล่าวคือ ณ วันนี้เรายัง ไม่มีความสามารถอย่างนั้นเลย ถึงแม้ในขณะนี้เราจะมีความสามารถในการจัดวางอะตอมบนพื้นผิวของ ของแข็งอย่างแม่นยำ โดยการใช้อะตอม Atomic Force Microscope (AFM) หรือ Scanning Tunnelling Microscope (STM) ในการจับอะตอมไปวางยังจุดที่ต้องการ และดูเหมือนว่าใครก็ตามที่มีเครื่องมือนี้ ก็ สามารถที่จะทำงานเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีได้แล้ว แต่ความสามารถดังกล่าวก็ยังจำกัดตัวเองอยู่ใน ห้องปฏิบัติการชั้นสูงเท่านั้น ยิ่งขาดความสามารถในเชิงพาณิชย์อันจะก่อให้เกิดผลกระทบในวงกว้างที่ หวังว่าจะทำให้เกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งใหม่ได้

คำตอบสำหรับคำถามข้อที่สองจึงน่าสนใจกว่า เราจะไปถึงจุดนั้นได้อย่างไร จุดที่อุตสาหกรรม สามารถผลิตสิ่งต่างๆ ได้จากการควบคุมโลกของอะตอมอย่างแท้จริง มีนักวิทยาศาสตร์จำนวนมากที่ ลังเลและไม่แน่ใจ บางคนมองว่านาโนเทคโนโลยีอาจเป็นเพียงนิยายวิทยาศาสตร์เท่านั้น บางคนเชื่อว่า นาโนเทคโนโลยีเป็นเรื่องของอนาคตที่ค่อนข้างไกล ในขณะที่หลายๆ คนเชื่อในความเป็นไปได้ แต่ไม่ แน่ใจว่าเราควรที่จะพัฒนานาโนเทคโนโลยีขึ้นมาดีหรือไม่ เพื่อขจัดความลังเลเหล่านั้น พร้อมทั้งสร้าง ความมั่นใจว่านาโนเทคโนโลยีต้องเกิดขึ้นแน่ ขอให้เรามองไปรอบๆตัว ธรรมชาติได้พัฒนาและใช้งานนา โนเทคโนโลยีเพื่อสร้างสิ่งมีชีวิตต่างๆขึ้นมาทั้งสิ้น เมื่อเซลล์สเปิร์มปฏิสนธิกับไข่ในครรภ์มารดา เกิด เป็นเซลล์เดี่ยวที่แบ่งตัวและพัฒนาจนกลายเป็นทารกที่มีอวัยวะอันซับซ้อน พัฒนาการต่างๆเหล่านั้น เกิดขึ้นโดยมีรูปแบบที่ค่อนข้างแน่นอน มีระบบควบคุมทำให้อะตอมและโมเลกุลต่างๆ จัดเรียงตัว ณ ตำแหน่งที่เหมาะสม นับตั้งแต่โมเลกุล DNA อันเปรียบเสมือนเป็นหน่วยความจำ ROM (Read Only Memory) ของเซลล์ ได้ถ่ายทอดข้อมูลและสารสนเทศไปยัง RNA เพื่อให้ RNA นำคำสั่งเหล่านี้ไป สังเคราะห์โปรตีน ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ทำหน้าที่สร้างสิ่งต่างๆในเซลล์ และนอกเซลล์ ดังนั้นจักรกลนาโน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Nanomachines) เหล่านี้มีอยู่แล้วในธรรมชาติ มีความสามารถในการสร้างสิ่งต่างๆ ด้วยความแม่นยำในระดับอะตอม แม้เราจะเชื่อว่านาโนเทคโนโลยีคือสิ่งที่เป็นไปได้ แต่การตอบคำถามข้อที่สองว่าเราจะไปถึงจุดนั้น ได้อย่างไรก็ยังคงเป็นสิ่งที่ตอบยาก อย่างน้อยก็ไม่ใช่เวลานี้ ทั้งนี้เนื่องจากเราไม่อาจรู้ว่าพัฒนาการของเทคโนโลยีจะเป็นอย่างไร แม้กระทั่งเพียงอีก 10 ปีข้างหน้า ดังคำกล่าวของ K. Eric Drexler ผู้เชี่ยวชาญทางนาโนเทคโนโลยีได้กล่าวไว้ว่า เทคโนโลยีมีลักษณะเดียวกับ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตตามทฤษฎีของชาลส์ ดาร์วิน คือ เมื่อมันเกิดขึ้นมา มันก็จะมีการแปรเปลี่ยน ให้แตกต่างออกไป (Variation and Mutation) จากนั้น มันจะแข่งกันแพร่พันธุ์ เทคโนโลยีที่ขาดความสามารถในการแข่งขันจะค่อยๆ ลดจำนวนลงไปในที่สุดจะเหลือแต่กลุ่มของเทคโนโลยีที่รอดพ้นจากการสูญพันธุ์ เหตุนี้จึงยากต่อการทำนายว่าทิศทางของนาโนเทคโนโลยีจะเป็นอย่างไรต่อไป รู้แค่เพียงว่าจากความรู้ทางฟิสิกส์ในปัจจุบันนี้ นาโนเทคโนโลยีฝีมือมนุษย์มีความเป็นไปได้ ด้วยเหตุนี้ นักวิทยาศาสตร์ และนักนาโนเทคโนโลยีในปัจจุบันจึงแนะนำว่า ทางไปสู่จุดที่นาโนเทคโนโลยีจะสามารถพัฒนาจนเป็นอุตสาหกรรม น่าจะยึดตามแนวทางของธรรมชาติ หรือเลียนแบบนาโนเทคโนโลยีของธรรมชาตินั่นเอง เช่น เราต้องพยายามเข้าใจจักรกลนาโนของธรรมชาติว่ามันทำงานอย่างไร แล้วนำมาพัฒนาหุ่นยนต์โมเลกุล (Molecular Robotics) ฝีมือมนุษย์ในภายหลัง

### พัฒนาการของนาโนเทคโนโลยีในปัจจุบัน

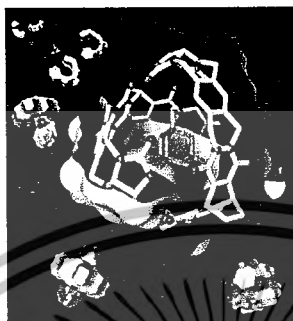
นาโนเทคโนโลยีในปัจจุบันยังอยู่ในขั้นเริ่มต้นเท่านั้น แต่ก็เป็นที่น่าดีใจที่ประเทศพัฒนาแล้วส่วนใหญ่ รวมทั้งประเทศอุตสาหกรรมใหม่อย่างไต้หวัน และเกาหลีใต้ได้ให้ความสำคัญต่อเทคโนโลยีนี้มาก จึงทำให้สาขานี้ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ความก้าวหน้าของนาโนเทคโนโลยีในปัจจุบันพอจะสรุปออกเป็นสาขาย่อย ได้ดังต่อไปนี้

#### 1. Supramolecular Chemistry และ Self Assembly

เป็นศาสตร์แห่งการแสวงหาความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่โมเลกุลต่างๆ มายึดเกาะกันเกิดเป็นซูพราโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ รวมทั้งการคิดค้นและพัฒนาระบบการในการสังเคราะห์ซูพราโมเลกุลอย่างมีประสิทธิภาพ การเกาะกลุ่มกันของโมเลกุลจนเกิดเป็นซูพราโมเลกุลนี้มีได้ใช้พันธะโคเวเลนต์ที่แข็งแรง หากแต่เป็นแรงระหว่างโมเลกุล (Intermolecular Interactions) ที่มีปริมาณความแข็งแรงน้อยกว่า ผลของการมายึดเกาะกันด้วยทิศทางและระยะทางที่แน่นอนนี้เอง ทำให้ซูพราโมเลกุลที่ได้ มีความเฉพาะตัว และทำหน้าที่อย่างเฉพาะเจาะจงได้ นักวิทยาศาสตร์ในสาขานี้มีส่วนช่วยในการพัฒนาจักรกลนาโนได้อย่างมาก เพราะความรู้เกี่ยวกับแรงระหว่างโมเลกุลที่เฉพาะเจาะจง จะนำมาสู่ความเข้าใจของกระบวนการประกอบตัวเอง (Self Assembly) นอกจากนั้นแล้วเขายังจะช่วยทำให้เข้าใจความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของซูพราโมเลกุลที่มีความเกี่ยวข้องกับหน้าที่การทำงานของมันได้อย่างไร (Structure-Function Relationship) อันจะนำไปสู่การออกแบบวงจรกลนาโนที่ทำหน้าที่ได้เฉพาะเจาะจง



รูปที่ 2 ความสามารถในการประกอบตัวเองได้ (Self-Assembly) เป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับนาโนเทคโนโลยี ภาพแสดงโมเลกุลที่สามารถมาประกอบกันเองด้วยแรงกระทำระหว่างโมเลกุลที่เหมาะสม ความสามารถในการประกอบตัวเองนี้ เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากโมเลกุลมีความจดจำกันได้ (Molecular Recognition) แม้ว่าเราจะผสม โมเลกุลเหล่านั้นแบบมั่วๆ มันก็จะมาประกอบกันเองได้ภายหลัง (ภาพจาก R. S. Meissner, J. Rebek Jr., and J. de Mendoza, *Science* 270 (1995) 1485)

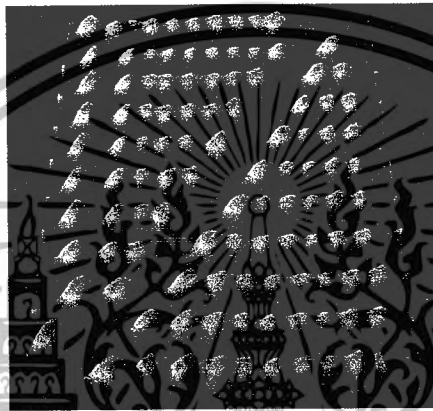
ตัวอย่างความสามารถในปัจจุบันของศาสตร์สาขาที่เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีก็ได้แก่ ความเข้าใจในกระบวนการจดจำตนเอง (Molecular Recognition) ของโมเลกุลที่มีช่องว่างภายในขนาดใหญ่ (Macrocyclic Molecules) กับไอออนโลหะ หรือ โมเลกุลขนาดเล็กอื่นๆ ตลอดจนการปรับปรุงกระบวนการสังเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพการพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาแบบซูพราโมเลกุล นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาโมเลกุลที่มีสมบัติในการเป็นอุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น สายไฟระดับโมเลกุล (Molecular Wires) เรกติไฟเออร์โมเลกุล (Molecular Rectifiers) สวิตช์และเซนเซอร์ เป็นต้น

2. เครื่องมือจัดการกับอะตอม เช่น STM (Scanning Tunnelling Microscope) AFM (Atomic Force Microscope) SPM (Scanning Probe Microscope)

นับตั้งแต่มีการสร้าง STM เป็นครั้งแรกเมื่อปี ค. ศ. 1981 ก็ได้มีการผลิตเครื่องมือดังกล่าว และเครื่องมือที่ใช้เทคนิคคล้ายๆ กันออกขายทั่วโลก ทำให้การพัฒนาเครื่องมือนี้เป็นไปอย่างรวดเร็ว เครื่องมือจัดการกับอะตอมในปัจจุบันนั้นควบคุมและใช้งานง่ายขึ้นมาก อีกทั้งยังทำงานเร็วขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาให้สามารถจัดการกับพื้นผิวที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น ซิวโมเลกุล จากเดิมที่มีความสามารถเพียงจัดการกับผิวของโลหะ หรือพวกอนินทรีย์เท่านั้น ต่อมาในช่วงหลังๆ นี้ได้มีความพยายามที่จะพัฒนาหัวจับ (Tip) ให้มีความสามารถหลากหลายมากขึ้น ทั้งนี้เมื่อไม่นานมานี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องปฏิบัติการของ IBM ได้สาธิตการสร้างลูกคิดที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลก โดยใช้โมเลกุลของคาร์บอน-60 เป็นตัวลูกคิด และใช้ STM ในการขยับตำแหน่งของตัวลูกคิด งานประยุกต์ของเครื่องมือจัดการอะตอมยังมีอีกมาก เช่น ใช้เป็นเครื่องมือวัดคุณสมบัติระดับจุลภาคของโมเลกุล เช่นการนำไฟฟ้าของโมเลกุล ใช้เป็นเครื่องมือในการส่งผ่านแรงเข้าไปในโมเลกุล เพื่อให้โมเลกุลมีรูปร่างที่เปลี่ยนไป เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติการนำไฟฟ้าของโมเลกุล งานประยุกต์ที่เป็นที่คาดหวังในอนาคตก็คือ การช่วยในการสังเคราะห์โมเลกุลที่ต้องการด้วยวิธีการ (Mechanosynthesis) โดยการนำเอาอะตอมมาจัดเรียงกันให้เกิดเป็นโมเลกุลโดยไม่ใช้วิธีทางเคมี

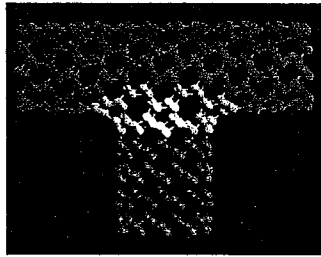


**รูปที่ 3** ภาพแสดง Nanoabacus (หรือ ลูกคิดนาโน เป็นลูกคิดที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลก ตัวลูกคิดทำจากโมเลกุลคาร์บอน-60) จากเครื่อง STM

### 3. Fullerene Nanotechnology

นับตั้งแต่มีการค้นพบ Fullerene หรือ คาร์บอน-60 ในปี ค.ศ. 1985 นักวิทยาศาสตร์ก็สามารถสังเคราะห์โมเลกุลที่มีลักษณะทรงกลมที่มีจำนวนของคาร์บอนต่างๆ กันออกมามากมาย จนกระทั่งปี ค.ศ. 1991 ก็สามารถสังเคราะห์สิ่งที่เรียกว่า ท่อนาโน (Nanotube) คือโมเลกุลที่ประกอบด้วยคาร์บอนก่อรูปกันขึ้นเป็นโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายท่อ อันนำมาซึ่งงานประยุกต์มากมาย เช่น สามารถนำมาทำเป็นสายนำไฟฟ้าหรือสวิตช์ในอุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์ หรือ นำมาทำเป็นหัวจับ (Tip) ของเครื่อง STM เป็นต้น งานประยุกต์ในอนาคตของท่อนาโนนั้นอาจนำมาทำเป็น ส่วนที่ใช้ยึดโครงสร้างระดับนาโนเข้าด้วยกัน (คล้ายกับเสาและคานสำหรับตึก) เกียร์และมอเตอร์สำหรับเครื่องยนต์ระดับนาโน ความก้าวหน้าของศาสตร์สาขานี้จึงนับว่ามีความสำคัญต่อนาโนเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก

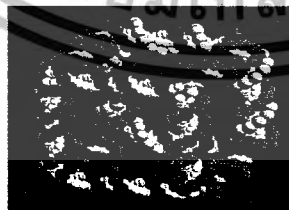
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 ภาพแสดง Nanotube ที่มาต่อกันเป็นรูปตัว T เพื่อทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์สำหรับวงจรรนาโน อิเล็กทรอนิกส์ สีเขียวแสดงส่วนของ tube ที่มีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้า สีแดงคือส่วนที่มีสมบัติกึ่งตัวนำ การที่ Nanotube ซึ่งประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนมีสมบัติการนำไฟฟ้าต่างกัน ก็เนื่องมาจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ tube ต่างกันนั่นเอง ทำให้ความยากง่ายในการนำไฟฟ้าต่างกันด้วย (ภาพจาก Drs. Deepak Srivastava, NAS Nanotechnology Group and Madhu Menon, University of Kentucky, Lexington) รายละเอียดใน M. Menon and D. Srivastava, *Phys. Rev. Lett.* 79 (1997) 4453.

#### 4. วิศวกรรม โปรตีน DNA และการศึกษาจักรกลเชิงโมเลกุลที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ

จักรกลนาโนที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติอย่าง โปรตีน และ DNA เป็นตัวอย่างที่ดีที่จะทำให้ นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรนาโนออกแบบจักรกลนาโนฝีมือมนุษย์ต่อไป ดังนั้นหน้าที่ของศาสตร์สาขานี้คือ ต้องแสวงหาความเข้าใจในการทำงานของจักรกลนาโนที่มีในธรรมชาติให้ได้ จากนั้นก็สามารถนำความรู้ที่ได้ไปออกแบบจักรกลนาโนฝีมือมนุษย์ต่อไป หรือ มิฉะนั้นก็ทำการคัดแปลง โปรตีน หรือ DNA ที่มีอยู่ในธรรมชาติให้สามารถทำงานในสิ่งที่เราต้องการได้ ได้มีผู้ศึกษาที่จะนำเอา DNA ซึ่งในธรรมชาติจะอยู่เป็นคู่วนรอบกันคล้ายขั้นบันได มาต่อกันเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนขึ้นเช่น โครงสร้างแบบกึ่งก้าน โครงสร้างกล่องลูกบาศก์ หรือแม้แต่รูปแปดหน้า (Truncated Octahedron) โครงสร้างเหล่านี้สามารถนำไปประยุกต์เพื่อทำเครื่องจักรนาโน หรือ อาจเป็นโครงสร้างพื้นฐานให้สิ่งก่อสร้างระดับนาโนได้



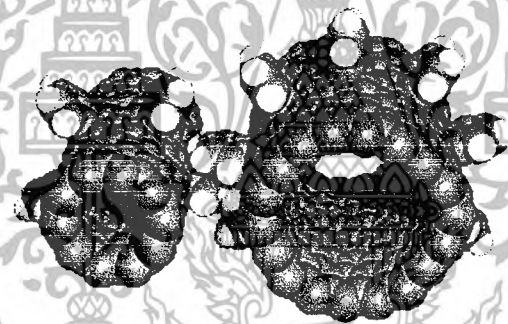
รูปที่ 5 ภาพแสดงแบบจำลองของโมเลกุล DNA ที่นำมาต่อกันจนกลายเป็นลูกบาศก์ ทั้งนี้เพื่อแสดงให้เห็นว่า DNA สามารถนำมาทำเป็น building block หรือ โครงสร้างพื้นฐานของสิ่งก่อสร้างในระดับนาโน

เมตร ได้ (ภาพจาก <http://www.foresight.org/>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. นาโนเทคโนโลยีเชิงคำนวณเพื่อการออกแบบจักรกลนาโน

นาโนเทคโนโลยีเชิงคำนวณมีความสำคัญต่อการพัฒนานาโนเทคโนโลยี ทั้งนี้เพราะจักรกลนาโนที่มนุษย์สร้างขึ้นต้องสามารถควบคุมได้ การออกแบบจึงต้องกระทำด้วยความพิถีพิถัน นาโนเทคโนโลยีเชิงคำนวณจะเป็นเครื่องมือในการทำความเข้าใจธรรมชาติระดับอะตอม เพื่อที่เราจะสามารถถ่ายทอดความต้องการของเราไปยังจักรกลนาโนได้ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรนาโนจึงถือว่านาโนเทคโนโลยีเชิงคำนวณเป็นเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการก่อกำเนิด (Enabling Technology) ของนาโนเทคโนโลยี ถ้าไม่มีนาโนเทคโนโลยีเชิงคำนวณ ก็ไม่สามารถจะพัฒนานาโนเทคโนโลยีแบบเต็มรูปขึ้นมาได้ นาโนเทคโนโลยีเชิงคำนวณจึงเป็นศาสตร์ที่ได้รับความสนใจอย่างมากในขณะนี้ ซึ่งล่าสุดในปี ค.ศ. 1998 โทห์นและโพเพิล ก็ได้กลายเป็นนักนาโนเทคโนโลยีเชิงคำนวณ 2 คนแรกที่ได้รับรางวัลโนเบล เป็นประจักษ์พยานได้อย่างดีว่ากระบวนการในการออกแบบจักรกลเชิงโมเลกุลได้รับการยอมรับถึงความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เรื่องของนาโนเทคโนโลยีเชิงคำนวณนั้น ผู้เขียนจะได้กล่าวถึงรายละเอียดในตอนต่อไป



**รูปที่ 6** ท่อนาโน (Nanotube) อาจจะถูกแปลงนำมาใช้เป็นเกียร์และแบร์ริง สำหรับส่งกำลังในทางวิศวกรรมเครื่องกลระดับโมเลกุล

### นาโนเทคโนโลยีกับรางวัลโนเบล

นับตั้งแต่ศาสตราจารย์ฟายน์แมนได้เปิดความคิดเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของนาโนเทคโนโลยีเมื่อ 39 ปีก่อน นาโนเทคโนโลยีก็ได้พัฒนาตัวเองอย่างเงียบๆ มาโดยตลอด ช่วงเวลา 26 ปีแรกนั้นมีเพียงบุคคล 2 ท่านเท่านั้นที่สมควรถือว่าเป็นนักนาโนเทคโนโลยีโนเบล ได้แก่ฟายน์แมน และ มูลทิเกน ซึ่งทั้งสองท่านได้รับรางวัลโนเบลในปีเดียวกัน แต่คนละสาขา นาโนเทคโนโลยีเพิ่งจะได้ประกาศตัวอย่างเปิดเผย เมื่อมีการคิดค้นเครื่องมือจัดการอะตอมอย่าง STM ในปี ค.ศ. 1982 ซึ่งทำให้ผู้คิดค้นได้รับรางวัลโนเบลอีก 4 ปีต่อมา ในช่วงเวลา 13 ปีหลังนี้เองได้สร้างนักนาโนเทคโนโลยีโนเบลไว้เพิ่มอีกถึง 17 ท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเพียงช่วงเวลา 3 ปีล่าสุดนี้ เรามีนักนาโนเทคโนโลยีโนเบลถึง 8 คน เหตุการณ์เช่นนี้เป็นที่ปรากฏชัดแล้วว่า นาโนเทคโนโลยีกำลังเป็นที่สนใจและทวีความสำคัญยิ่งขึ้นต่อสังคมวิทยาศาสตร์และสังคมโลก

### บทสรุป

นาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีในการประกอบและผลิตสิ่งต่างๆ ขึ้นมาจากการจัดเรียงอะตอมหรือโมเลกุลเข้าด้วยกัน ด้วยความแม่นยำและถูกต้องในระดับนาโนเมตร ความรู้ทางกลศาสตร์ควอนตัมมิได้ปฏิเสธความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีนี้ ทั้งยังกลับเป็นประโยชน์ในการช่วยพัฒนาเทคโนโลยีนี้ให้เกิดขึ้นอีกด้วย คำถามที่ว่า เทคโนโลยีจะเกิดขึ้นหรือไม่ จึงมีคำตอบแล้วว่าต้องเกิดขึ้นอย่างแน่นอนอน หากแต่เมื่อไหร่เท่านั้น รูปแบบของนาโนเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นในอนาคตเป็นสิ่งที่ยากจะทำนาย เนื่องจากความที่เทคโนโลยีมีลักษณะของการพัฒนาคล้ายพัฒนาการของสิ่งมีชีวิต คือมี Evolution อย่างไรก็ตาม เราอาจจะยึดแนวทางของนาโนเทคโนโลยีที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ เป็นตัวนำทางเพื่อนำไปสู่ นาโนเทคโนโลยีฝีมือมนุษย์ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อสนองความต้องการของเรา คือ ความกินคืออยู่ที่ ในท้ายที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ข้อมูลการออกแบบสื่อมัลติมีเดีย

#### การกำหนดรูปแบบสื่อมัลติมีเดียที่ใช้ในการออกแบบ

ในปัจจุบันสื่อมัลติมีเดียมีมากมายหลายรูปแบบ ทั้งสื่อทางโทรทัศน์ สื่อทางอินเทอร์เน็ตในรูปแบบของเว็บไซต์ ซีดีรอม ดีวีดี และอื่นๆ ซึ่งสื่อมัลติมีเดียต่างๆเหล่านี้ ต่างๆก็มีคุณสมบัติและการใช้งานที่แตกต่างกันไป โดยการออกแบบสื่อ มัลติมีเดียเผยแพร่ความรู้ เรื่องนาโนเทคโนโลยีนี้ ผู้ออกแบบ ได้เลือกใช้สื่อ ซีดีรอมในการจัดทำ เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ และตัวซีดีรอมเองก็มีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลได้มากเพียงพอกับข้อมูลที่ผู้ออกแบบต้องการจะนำเสนอ อีกทั้งยังสามารถพกพาได้สะดวก และง่ายต่อการจำแนกแจกจ่าย

#### CD-ROM

CD-ROM คืออะไร CD-ROM มาจากคำว่า Compact Disk Read Only Memory เป็นพัฒนาการใหม่ล่าสุด ที่ใช้บันทึกข้อมูลทางบรรณานุกรม ข้อมูลภาพ ตัวเลข และกราฟิก เป็นสื่อขนาดเล็ก ที่บรรจุข้อมูลได้มากมาย ในปัจจุบัน CD-ROM มีลักษณะ เป็นแผ่นจานโลหะ วงกลมเคลือบเงาซึ่งสามารถบรรจุข้อมูล ได้ประมาณ 600 เมกกะไบต์ หรือประมาณ 250,000 หน้ากระดาษA4 หรือเท่ากับ Floppy Disk 1,500 แผ่น เป็นพัฒนาการทางเทคโนโลยี ที่มีวัตถุประสงค์ ใช้กับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กหรือ Personal Computer เริ่มพัฒนาขึ้นใน ค.ศ. 1985 แผ่นCD-ROM ใช้ได้เฉพาะสำหรับอ่านข้อมูลเท่านั้น (อ่านได้ด้วยแสงเลเซอร์) ไม่สามารถแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลง ข้อมูลวิชาการในแผ่น CD-ROM ซึ่งสะดวก รวดเร็ว และเหมาะแก่การนำมาใช้ในการจัดเก็บและเผยแพร่ข้อมูลความรู้ต่างๆได้เป็นอย่างดี

#### โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบสื่อมัลติมีเดีย

ในปัจจุบันไม่มีใครปฏิเสธได้ว่า คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในงานออกแบบกราฟิก ดังนั้น การเลือกใช้โปรแกรมนับเป็นสิ่งสำคัญในการทำงาน เหมือนเลือกใช้ เครื่องไม้ เครื่องมือ พู่กัน จานสีที่เหมาะสม ที่เราถนัด ซึ่งโปรแกรมแต่ละ โปรแกรมก็มีความสามารถแตกต่างกันไป ข้อดีข้อเสีย ก็ต่างกัน ใครจะใช้โปรแกรมไหนก็แล้วแต่ความถนัดของแต่ละคน แต่มีโปรแกรมอยู่ 2 ประเภท ที่ถือว่าเป็นโปรแกรมบังคับของนักออกแบบในยุคนี้ คือ โปรแกรมพวกสร้างภาพ และ โปรแกรมตกแต่งภาพ โดยโปรแกรมที่ผู้ออกแบบใช้ในการออกแบบครั้งนี้ โปรแกรมสร้างภาพก็คือ Adobe Illustrator และ โปรแกรมตกแต่งภาพที่ใช้คือ Adobe Photoshop CS อีกโปรแกรมที่ผู้ออกแบบใช้ในการสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพเคลื่อนไหวและ Interactive คือ โปรแกรม Macromedia Flash ซึ่งทั้งหมดนี้จะอธิบายในหัวข้อถัดไป

## Adobe Photoshop7

Photoshop เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างและตกแต่งภาพที่มีชื่อเสียง และได้รับความนิยมมากที่สุด อันเนื่องมาจากคุณสมบัติเด่นซึ่งมีอยู่อย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็นความสามารถจัดการกับไฟล์สารพัดชนิดที่ใช้งานในประเภทต่างๆ ทั้งรูปที่จะนำไปผ่านกระบวนการพิมพ์ และรูปที่จะนำไปใช้ในเว็บเพจหรือส่งผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ มีความสามารถเป็นเยี่ยมในการแก้ไขตกแต่งภาพ และการสร้างเอฟเฟ็คต์พิเศษต่างๆ มีเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นสูง สามารถบันทึกขั้นตอนที่ต้องทำซ้ำๆ ไว้เรียกใช้ภายหลัง ตลอดจนมีผู้ผลิต plug-in ให้เป็นจำนวนมาก ซึ่ง plug-in ก็คือโปรแกรมเสริมสำหรับ ช่วยให้การงานที่ซับซ้อนต่างๆสำเร็จลงได้อย่างรวดเร็ว

ความเป็นมาของ Photoshop Photoshop เป็นโปรแกรมของบริษัท Adobe ซึ่งเป็นผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ด้านกราฟิก และอุตสาหกรรมกราฟิกที่สำคัญ รวมถึงเป็นผู้คิดค้นภาษา Postscript และไฟล์แบบ PDF(Postable Document Fomat) ที่ใช้ในวงการพิมพ์และการจัดรูปแบบเอกสารบนอินเตอร์เน็ตด้วย ดังนั้น Photoshop จึงสามารถทำงานร่วมและแลกเปลี่ยนไฟล์กับโปรแกรมอื่นๆที่ใช้ทางด้านกราฟิกได้อย่างกว้างขวาง เช่น โปรแกรม Illustrator, PageMaker และ Acrobat ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นของ Adobe เช่นกัน

Photoshop ออกเวอร์ชันแรกในปี 1990 และได้รับการพัฒนาต่อเนื่องมาเรื่อยๆ เป็นเวอร์ชัน 2,2.5,3,4,5,5.5 และ 6 ตามลำดับจนกระทั่งถึงเวอร์ชัน 7.0 โดยขีดความสามารถใหม่ๆสำหรับการจัดการกับภาพในลักษณะต่างๆเพิ่มมากยิ่งขึ้น ขณะเดียวกันทาง Adobe ก็ได้พัฒนาโปรแกรมสร้างภาพกราฟิกสำหรับเว็บโดยเฉพาะขึ้นมาอีกตัวหนึ่ง คือ ImageReady แต่เดิม ImageReady1.0เป็นโปรแกรมที่ขายแยกต่างหาก ต่อมาในเวอร์ชัน2.0จึงนำตัวถูกจับมาขายร่วมกับ Photoshop5.5, ImageReady3.0 รวมอยู่ใน Photoshop 6.0 แต่ ImageReady ตัวล่าสุดถูกเปลี่ยนเวอร์ชันกระโดดเป็น 7.0 ทันที เพื่อให้สอดคล้องกับ Photoshop

มีอะไรใหม่ใน Photoshop 7 เดิมคาดกันว่าโปรแกรม Photoshop ที่เพิ่งออกมาใหม่นี้จะเป็นรุ่น 6.5 แต่ในที่สุดทาง Adobe ก็ตัดสินใจกระโดดจากรุ่น 6.0 เป็น 7.0 ทันที แสดงให้เห็นได้ว่าการปรับปรุงที่สำคัญเกิดขึ้นเป็นอันมาก ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้งานได้มีความสะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม เพื่อให้ผู้ที่เคยใช้ Photoshop 6 มาแล้วมองเห็นภาพความเปลี่ยนแปลง ในที่นี้จึงขอนำคุณสมบัติใหม่ที่เด่นๆมาแนะนำก่อนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค้นหาและจัดการไฟล์ง่ายขึ้นด้วย File Browser
- เครื่องมือใหม่สำหรับตกแต่งภาพ อีก 2 ชิ้น คือ Healing Brush Tool และ Patch Tool
- คำสั่ง Save for web ช่วยบันทึกรูปภาพสำหรับใช้งานบนเว็บได้ดีกว่าเดิม
- พาเลต Rollovers ใหม่ ช่วยให้สร้างองค์ประกอบสำหรับเว็บได้ง่ายขึ้น
- เครื่องมือวาดภาพที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย พาเลต Brushes
- Pattern Maker เครื่องมือใหม่สำหรับสร้างภาพฉากหลัง

### Macromedia Flash MX

Macromedia Flash เป็น โปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับงานสร้างภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ตลอดจนมัลติมีเดียสำหรับบนเว็บ โดยเราสามารถนำ Flash ในการสร้างเนื้อหาลักษณะต่างๆ ซึ่งพร้อมจะนำเสนอบนอินเทอร์เน็ตได้ทันที ไม่ว่าจะบน

- ภาพ โลโก้ที่เคลื่อนไหวได้
- ระบบเมนูเก็ชชั่น ซึ่งเป็นเมนูสำหรับผู้ชมเข้าไปยังหน้าต่างๆ ในเว็บ
- มัลติมีเดีย ที่ประกอบด้วยภาพเคลื่อนไหวอย่างสมจริงของตัวอักษรและกราฟิก พร้อมเสียงประกอบ เช่นภาพเปิดตัวของเว็บ แบนเนอร์โฆษณา หรือ ภาพเคลื่อนไหวที่แสดงเรื่องราว
- ระบบงานบนเว็บ (web application) ซึ่งต้องมีการรับข้อมูลและการกระทำของผู้ชม เพื่อนำไปประมวลและแสดงผลออกมาตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ รวมไปถึง เกมต่างๆ
- แม้กระทั่งเว็บไซต์ทั้งเว็บก็สามารถสร้างได้เสร็จสมบูรณ์ภายใน Flash เช่นกัน

โปรแกรม Flash มีเครื่องมือพร้อมเพียงสำหรับให้เราสร้างภาพเคลื่อนไหว และมัลติมีเดียได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ นับตั้งแต่เครื่องมือพื้นฐานในการวาดและจัดการรูปทรงแบบต่างๆ ความสามารถในการดึงรูปภาพบิตแมพ ไฟล์เสียงและภาพวิดีโอจากภายนอกเข้ามาใช้ ความสามารถจัดเก็บ และเรียกใช้ออบเจ็คต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ มีเครื่องมือสำหรับสร้างภาพเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์และใช้งานง่าย มีภาษา โปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของมัลติมีเดียที่ซับซ้อน

มีอะไรใหม่ใน Flash MX บริษัท Macromedia ได้พัฒนาโปรแกรม Flash มาตั้งแต่เวอร์ชัน 3,4,5 จนมาถึงเวอร์ชัน MX ซึ่งพัฒนาต่อมาจากเวอร์ชัน 5 นั่นเอง สำหรับคุณสมบัติที่เพิ่มเข้ามาในเวอร์ชัน MX นั้นคือ

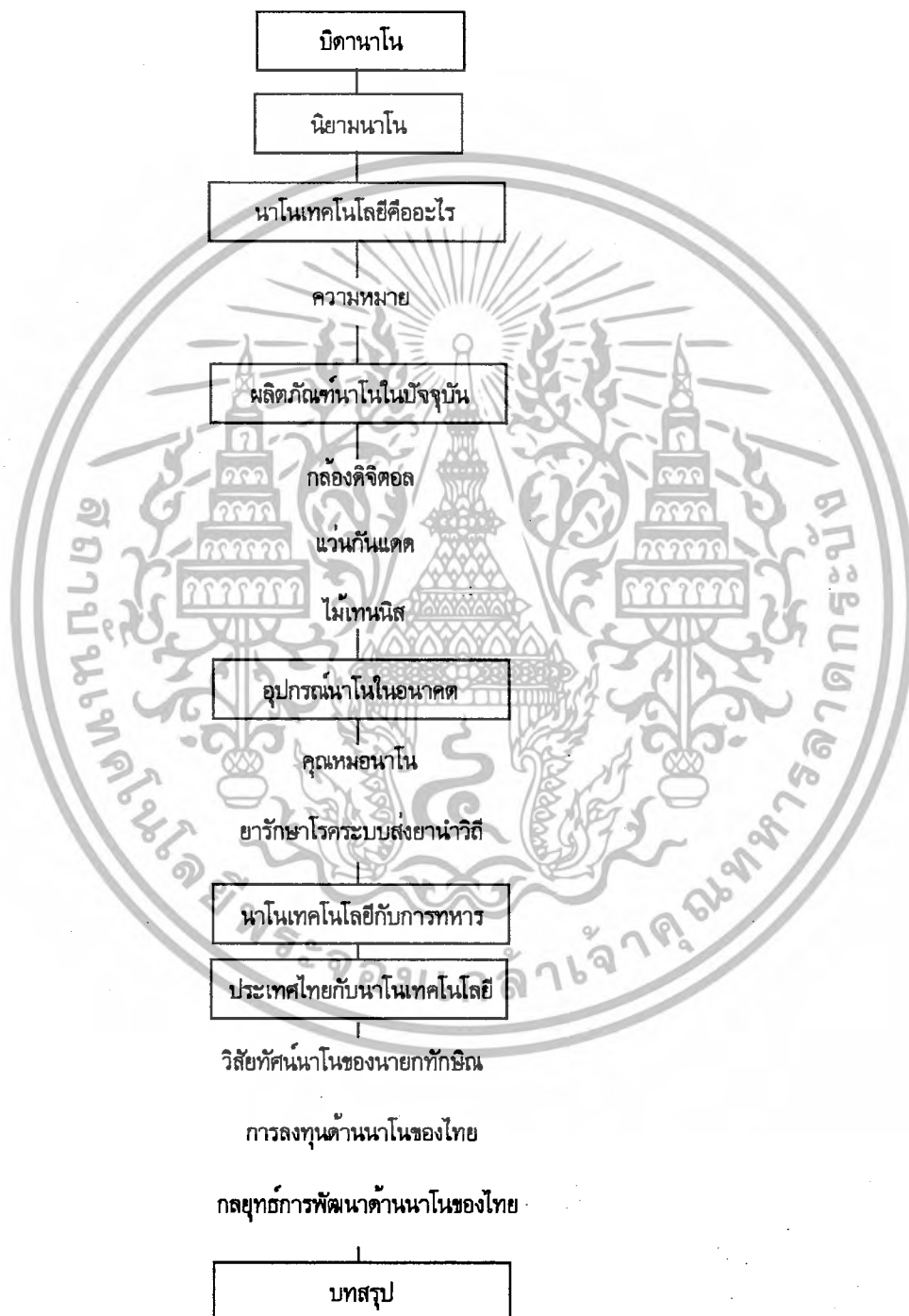
- สามารถอิมพอร์ตไฟล์วิดีโอในสกุล mpeg, dv, mov, avi รวมทั้งปรับแต่งคุณสมบัติของวิดีโอได้อีก
- มี Properties Inspector และพาเนลต่างๆ เช่น พาเนล Action, พาเนล Color Mixer ทำให้สะดวกต่อการทำงานมากยิ่งขึ้น
- มีคอมโพเนนต์ซึ่งพัฒนามาแทนที่ Smart Clips ที่มีเวอร์ชันก่อน ซึ่งสามารถใช้คอมโพเนนต์เหล่านี้ในการสร้าง user interaction อย่างง่ายใน Flash movies
- สามารถบันทึกเป็นไฟล์เอกสารของเวอร์ชันเก่าคือ Flash 5 ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แผนภูมิที่ 1 แสดงโครงสร้างเนื้อหาของ CD-ROM

### SITE MAP



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

#### หลักการออกแบบ

ขั้นตอนแรกในการออกแบบ คือ CD-ROM คือ การกำหนดจุดมุ่งหมายที่แน่นอน เพื่อให้ไม่ให้เกิดอุปสรรคที่ยุ่งยากไป เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการวางแผนการออกแบบในขั้นตอนต่างๆ ให้รอบคอบ การสร้างงาน คือ CD-ROM ควรมีข้อกำหนดดังนี้

- กำหนดวัตถุประสงค์
- กำหนดกลุ่มเป้าหมาย
- กำหนดจุดประสงค์ต่างๆของผู้จัดทำ

#### การกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการ

การรู้วัตถุประสงค์ในการสร้างสรรค์งาน จะทำให้สามารถดำเนินงานตามเป้าหมายที่วางไว้ได้ ในการระบุวัตถุประสงค์ควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายหลักๆว่ามีอะไรบ้าง ระยะเวลา การกำหนดขอบเขตของข้อมูล กลุ่มเป้าหมาย รวมถึงการประเมินผลของโครงการ

#### การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

ควรคำนึงถึงกลุ่มคนที่มีความรู้ และความสนใจในเรื่องของเทคโนโลยีอยู่ก่อนบ้างแล้ว เพราะเรื่องเทคโนโลยี ความรู้พื้นฐาน ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยสร้างความเข้าใจได้มากขึ้น

#### การกำหนดจุดประสงค์ของงานสร้างสรรค์

การกำหนดจุดประสงค์ต่างๆในการจัดทำ จะทำให้ทราบถึงขอบเขตในด้านต่างๆ เช่นรูปแบบ เทคนิค หรือลักษณะ เฉพาะของเว็บไซต์ได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดชี้ทางในการทำงาน เพื่อให้ไม่ให้เกิดการสร้างงานยุ่งยากไป

## บทที่ 4

### การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. วิเคราะห์ข้อมูลเนื้อหาเทคโนโลยี

จากการวิเคราะห์และการรวบรวมข้อมูลดังที่ได้กล่าวมาแล้ว สามารถนำข้อมูลที่นำเสนอที่น่าสนใจมา นำเสนอโดยแบ่งออกเป็น 6 หัวข้อหลัก ได้แก่

1. นาโนเทคโนโลยีคืออะไร
  - บิดาแห่งนาโน
  - ความหมาย
2. ผลิตภัณฑ์นาโนในปัจจุบัน
  - กล้องดิจิทัล
  - แวนกันแดด
  - ไม้เทนนิส
3. อุปกรณ์ขนาดนาโนในอนาคต
  - คุณหมอนาโน
4. นาโนเทคโนโลยีกับการทหาร
5. ประเทศไทยกับนาโนเทคโนโลยี
6. บทสรุป

โดยรายละเอียดที่นำเสนอจะใช้ภาษาไทยเป็นหลัก แต่จะมีภาษาอังกฤษบ้าง เนื่องจากศัพท์ทางเทคนิค การนำเสนอข้อมูลจะเน้นรูปแบบที่ทันสมัยเพื่อให้เข้ากับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของเทคโนโลยี และมีการโต้ตอบกับผู้ชมแบบ Interactive เพื่อให้เกิดความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

#### 2. วิเคราะห์วิธีการออกแบบ

การออกแบบสื่อ เผยแพร่ความรู้ เรื่องนาโนเทคโนโลยี ในรูปแบบสื่อมัลติมีเดียซีดีรอมนี้ ผู้ออกแบบ ได้ออกแบบโดยคำนึงถึง การสร้างความเข้าใจ และเนื้อหาที่สำคัญเป็นหลัก โดยมีการสร้างให้เกิดการโต้ตอบระหว่างสื่อและผู้รับชมในรูปแบบอินเตอร์แอคทีฟ เพื่อสร้างความน่าสนใจให้กับข้อมูลมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบร่าง LOGO นาโนเทคโนโลยี

เนื่องจากนาโนเทคโนโลยี เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง กับเรื่องของขนาด ดังนั้นผู้ออกแบบ จึงนำขนาดที่ใช้เปรียบเทียบลักษณะ โดยทั่วไปของสิ่งต่างๆ ซึ่งได้แก่ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ โดยใช้รูปทรงกลมเป็นสื่อในการออกแบบ เพื่อแสดงความหมายถึงความสำคัญในเรื่องขนาด ซึ่งถือเป็นหลักการสำคัญของนาโนเทคโนโลยี โดยผู้ออกแบบ ได้จัดเรียงรูปทรงกลมหลายๆแบบขึ้นมาเลือกใช้ เป็น LOGO ในงานออกแบบสื่อครั้งนี้

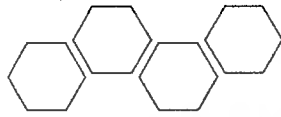


รูปที่ 7 แบบของ LOGO ที่นำใช้ คู่กับตัวอักษรที่ดูทันสมัย

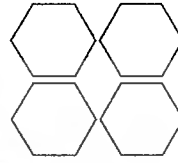
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบร่าง Navigation นาโนเทคโนโลยี

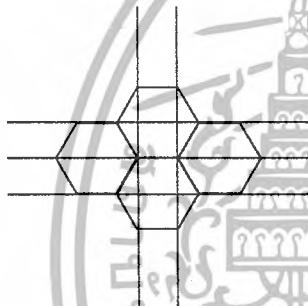
ระบบ Navigation นี้ ผู้ออกแบบได้นำคุณลักษณะนิยามของนาโนเทคโนโลยีที่ว่าด้วย เรื่องของการสร้าง การจัดองค์ประกอบของสิ่งต่างๆในระดับอะตอม มาใช้ในการออกแบบ โดยนำรูปทรงหกเหลี่ยมมาจัดเรียงต่อกันเป็นระบบ



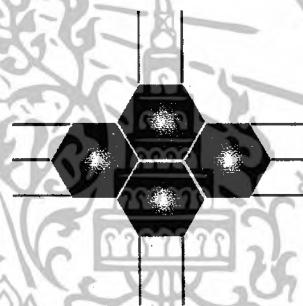
จัดเรียงแบบกระจายออก



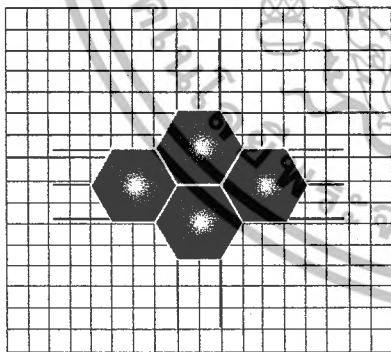
จัดเรียงแบบรวมกลุ่ม



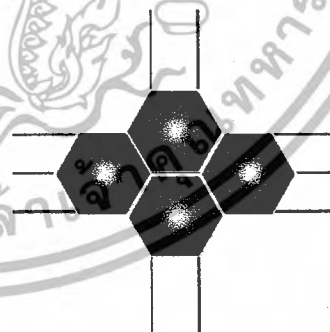
จัดเรียงเป็นระบบเอกภาพ



ไส้เทียนและน้ำหนัก



ระบบ Grid ของ Navigation



ระบบ Navigation

### รูปที่ 8 ระบบ Navigation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การใช้สีในการออกแบบ

สีเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญในการออกแบบ สีมียุทธศิลป์ในเรื่องของอารมณ์การสื่อสาร ความหมายที่เด่นชัด และกระตุ้นต่อการรับรู้ของคนเราได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้เรื่องของสียังเป็นเรื่องสำคัญในการออกแบบ เพื่อความสวยงาม สื่อความหมาย

การมีความหมายในตัวเองของสีนั้น ใช้การอ้างอิงจากสีที่พบในธรรมชาติส่วนหนึ่ง เช่น สีแดงจากดวงอาทิตย์ สีเขียวจากต้นไม้ และอ้างอิงจากประสบการณ์ในการเห็นสีต้นของสิ่งของต่างๆ เช่น สีเงินจากอะลูมิเนียม เป็นต้น หรือบางทีสีที่ถือกันว่ามีควมหมายอย่างนั้นอย่างนี้ โดยหาหลักฐานอ้างอิงไม่ได้ก็มี ความหมายของสีนั้นจึงไม่ใช่หลักตายตัว สามารถเปลี่ยนความหมายได้ตามกาลเวลาที่ผ่านไป แต่ความหมายของสีหลักๆ ซึ่งเป็นความหมายที่คนทั่วไปเข้าใจตรงกัน เพื่อประโยชน์ในการออกแบบภาพงานกราฟิก ให้สื่อความหมายได้ในระดับหนึ่ง

- สีแดง อ้างอิงมาจากดวงอาทิตย์และไฟ ซึ่งให้ความสว่าง ความร้อน ทำให้เมื่อเห็นสีแดง เราจะรับรู้ได้ว่าสีแดงคือ ความร้อน พลัง พลังงาน ความแรง อีกทั้งในความเชื่อของชาวจีน สีแดงเป็นสิริมงคล
- สีเหลือง ให้อารมณ์ของความสดใส ปลอดภัย สีเหลืองจึงดูสบายตาได้ดี และมองเห็นได้ชัดเจน
- สีน้ำเงิน ให้ความหมายของความสงบเรียบ ความสุขุม ความมีราคา ให้อารมณ์หรูหรามีระดับ บางครั้งก็สื่อถึงความสุภาพ ความหนักแน่น ผู้ชาย
- สีส้ม ให้ความรู้สึกถึงจุด ทันสมัย สดใส กระฉับกระเฉง มีพลัง
- สีเขียว สีเขียวมาจากสีของต้นไม้ ซึ่งมีหลากหลายโทนสี แต่ด้วยความที่เราทราบว่าต้นไม้ให้ความสดชื่น เราเลยอนุมานความหมายสีเขียวว่าเป็นสีที่หมายถึงธรรมชาติ ความเย็นสบาย ความชุ่มชื้น ความสบายตา
- สีม่วง เป็นสีที่ให้อารมณ์หนักแน่น มีเสน่ห์ ความลับ สิ่งที่ปกปิด
- สีชมพู ให้ความรู้สึกถึงความอ่อนหวาน นุ่มนวล ความรัก วัยรุ่น ผู้หญิง
- สีน้ำตาล ให้ความหมายถึงความสงบ ความเรียบ ความเป็นผู้ใหญ่ ความเก่าแก่ โบราณ บางครั้งเราก็มองถึงไม้แผ่นไม้
- สีฟ้า ให้ความรู้สึกโปร่งโล่งสบายตา สืบเนื่องมาจากท้องฟ้า ที่เราเห็นกันอยู่ทุกวัน ในบางครั้งก็หมายถึงความนุ่มนวล ความสุขสบาย
- สีเงิน สีเงินนั้นมาจากวัสดุประเภทมีนขาว เช่น อะลูมิเนียม ซึ่งเป็นวัสดุใหม่ที่นิยมนำมาใช้ในช่วงหลังๆ ไม่ได้มีตั้งแต่โบราณ ซึ่งมีราคาแพงกว่าวัสดุอื่นๆ เมื่อเราเห็นสีเงิน เราจะรู้สึกถึงสิ่งใหม่ๆ ความทันสมัย และด้วยความมันวาวของมัน ทำให้เรารู้สึกว่า สีเงินเป็นสีที่มีคุณค่า มี

ราคา  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีทอง อ้างอิงมาจากแร่ทองคำในธรรมชาติ สีทองจึงเป็นตัวแทนความหมายแห่งความมีคุณค่า  
ความมีราคาแพง ความหรูหรา

สีขาว สื่อถึงความบริสุทธิ์ ความสะอาด ความเรียบง่าย ความโล่ง ความไม่มี

สีเทา ให้อารมณ์เศร้า หม่นหมอง ไร้ชีวิตชีวา บางครั้งสื่อถึงความเป็นกลาง

สีดำ มาจากความมืดความไม่เห็น ซึ่งซ่อนความไม่รู้ ความน่ากลัวเอาไว้

อย่างไรก็ตาม เรื่องของสี และการสื่อความหมายนั้น ไม่มีเกณฑ์การตัดสินที่แน่นอน ที่กล่าวมา  
เป็นไปตามความน่าจะเป็น และความรู้สึกทั่วไปของคนส่วนใหญ่

สำหรับการใช้สีในงานออกแบบสื่อครั้งนี้ ผู้ออกแบบจะเน้น 3 สีเป็นหลัก ได้แก่ 1.สีดำ 2. สี  
แดง 3. สีเทา โดยสีดำนี้ ใช้เป็นพื้นหลังของงาน โดยสื่อถึงความน่าสนใจและน่าค้นหาเกี่ยวกับนาโน  
เทคโนโลยี ซึ่งถือว่าเป็นเทคโนโลยีใหม่ ที่ทั่วโลกกำลังให้ความสำคัญอยู่ขณะนี้ ซึ่งสีดำนี้เองก็มีจุดเด่น  
อีกอย่างหนึ่งคือ จะเน้นจับสิ่งที่อยู่ภายในให้เด่นชัด เราจึงเห็นได้ว่านักออกแบบไม่น้อยเลยที่มักจะใช้สี  
ดำเป็นสีพื้นในงานออกแบบ ส่วนสีแดงที่ใช้ในงานนี้ จะใช้ในลักษณะเป็นแถบเพื่อแสดงความสำคัญ  
ของหัวข้อต่างๆ ส่วนสีเทา จะใช้ในลักษณะเป็นแถบเช่นกัน ซึ่งสีเทาเองถือเป็นสีกลางที่สามารถเข้า  
ได้กับทุกสี ดังนั้นผู้ออกแบบจึงนำมาใช้ในการเบรกสีที่เด่นเกิน หรือสร้างองค์ประกอบโดยรวมของ  
งาน เพื่อให้งานมีความสมบูรณ์มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

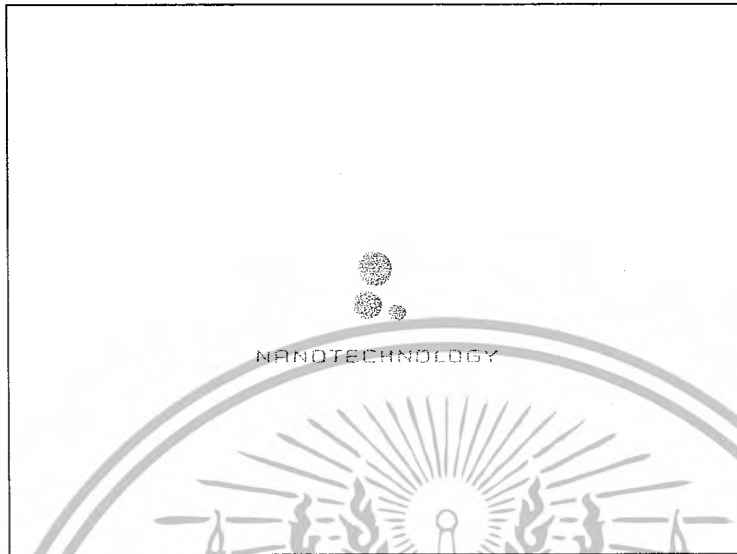
## บทที่ 5

### ขั้นตอนการออกแบบ

1. กำหนดถึงแนวความคิดและลักษณะโดยรวมของผลงาน โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการนำเสนอและความถูกต้องเหมาะสมของข้อมูลที่จะนำเสนอในโครงการนี้
2. สรุปรูปแบบของงานออกแบบ และการนำเสนอข้อมูลต่างๆ ที่จะสร้างสรรค์ในงานชิ้นนี้
3. รูปแบบของงานมีการนำเสนอที่ดูเรียบง่าย โดยมีกรกล่าวถึงข้อมูลในด้านต่างๆ อย่างครบถ้วนชัดเจน ในการออกแบบได้คำนึงถึงในเรื่องการใช้รูปแบบ สี และองค์ประกอบต่างๆ ในการจัดวางภาพและข้อมูลในการนำเสนอ เพื่อให้ชิ้นงานดูมีความน่าสนใจ บรรลุวัตถุประสงค์ของสื่อ โดยภาพประกอบดังกล่าวจะมีทั้งส่วนที่เป็นภาพจริง และภาพจำลอง
4. กำหนดเสียงดนตรีประกอบที่จะใช้ในงาน โดยคำนึงถึงความสอดคล้อง และความเหมาะสมเป็นหลัก ซึ่งจะเป็นการสร้างอารมณ์ให้น่าสนใจยิ่งขึ้นกับงาน
5. สร้างแบบร่างจากแนวความคิดและข้อมูลดังที่กล่าวมาแล้ว ทำการออกแบบ และแก้ไขข้อบกพร่องในด้านต่างๆ
6. ทดสอบการใช้งานในลักษณะเหมือนจริง เพื่อพัฒนาให้สมบูรณ์เวลาสร้างผลงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบร่างครั้งที่ 1



รูปที่ 9 แบบร่างครั้งที่ 1 ภาพหน้าแรกของ CD-Rom

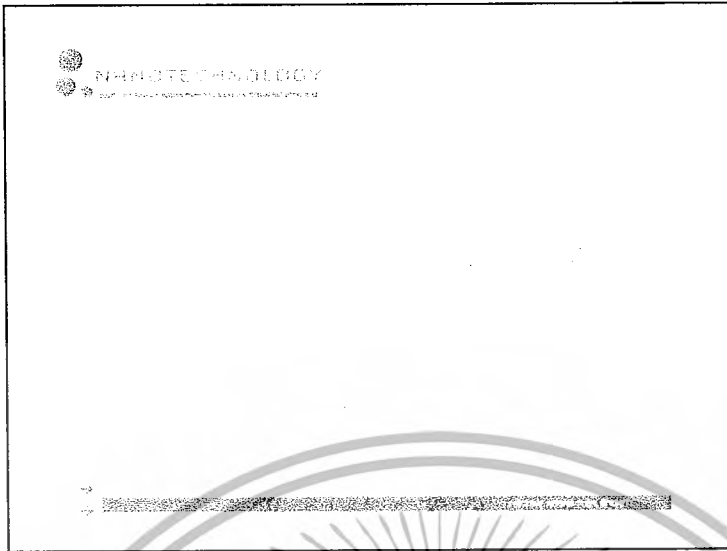
การออกแบบในส่วนของหน้าแรกนั้น ผู้ออกแบบจะเน้นถึงความเป็นเอกภาพ และการสื่อความหมายในงานออกแบบ โดยจะใช้รูปของ โครงสร้างเซลล์ ซึ่งถือว่ามีขนาดระดับนาโน และแสดงถึงการทำงานที่สัมพันธ์กันเป็นระบบ และมีความพิเศษอยู่ในตัวมันเองมาเป็นพื้นหลัง ในส่วนหน้าก็จะ เป็นรูปโลโก้ นาโนเทคโนโลยี และเมื่อทำการคลิกเมาส์ที่ตัวอักษรนาโน ก็จะเข้าสู่หน้าถัดไป



รูปที่ 10 แบบร่างครั้งที่ 1 ภาพหน้าแรกของ CD-ROM

รูปที่ 10 นี้ ผู้ออกแบบจะเน้นถึงการเคลื่อนไหวที่แสดงถึงความก้าวหน้าของเทคโนโลยี โดยใช้เส้นแนวตั้งในการจัดองค์ประกอบเป็นหลัก ในส่วนของการข้ามไปหน้าต่อไป ทำได้โดยการคลิกเมาส์ที่ตัวอักษรนาโน ก็จะเข้าสู่หน้าถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 แบบร่างที่ 1 ภาพแสดงหน้าข้อมูลของบิกานาโน และนิยามของนาโนเทคโนโลยี

หน้านี้เป็นหน้าต่อจากส่วนของหน้าแรก ด้านซ้ายมือจะเป็นส่วนของ RICHARD FEYNMAN (บิกานาโน) และส่วนนิยามของนาโนเทคโนโลยี ซึ่งผู้ใช้สามารถจะดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ โดยการคลิกเมาส์ที่มีคำว่า Details โดยรายละเอียดนั้นจะปรากฏขึ้นทางด้านขวามือ ซึ่งเป็นส่วนของระบบ Navigation โดยส่วนนี้จะแยกออกจากกันเพื่อปรากฏในส่วนของรายละเอียดขึ้นมา

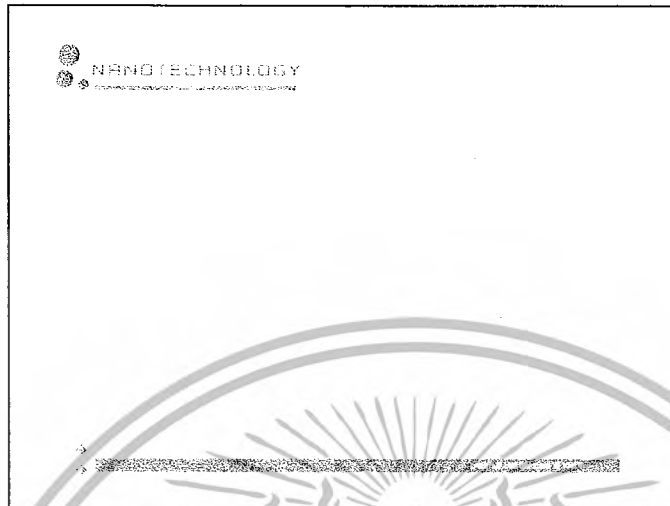


รูปที่ 12 แบบร่างที่ 1 ภาพแสดงหน้าข้อมูลในส่วนของการแพทย์นาโน

ในส่วนนี้จะแสดงข้อมูลในลักษณะภาพ และเสียงเป็นส่วนใหญ่ โดยทางด้านซ้ายจะเป็นภาพขนาดเล็กไว้ให้คลิกเพื่อ แสดงในส่วนรายละเอียดคลิกย่อยในกรอบสี่เหลี่ยมใหญ่ทางด้านขวามือ ซึ่งด้านล่างกรอบสี่เหลี่ยมใหญ่จะมีข้อความบอกรายละเอียดบรรยายอีกที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบร่างที่ 2



รูปที่ 13 แบบร่างที่ 2 ภาพหน้าแสดงข้อมูลหน้า “นาโนเทคโนโลยีคืออะไร”

หน้านี้จะเป็นส่วนอธิบายความหมายของนาโนเทคโนโลยี ซึ่งทางด้านขวาจะเป็นแถบบอกขนาดของนาโนแทนด้วยภาพต่างๆ เมื่อคลิกที่ภาพก็จะแสดงภาพขยายพร้อมรายละเอียดทางด้านล่างซ้ายมือ และเมื่อคลิกเรียงต่อกันหมดทุกภาพแล้ว ก็จะปรากฏปุ่ม Navigation ทางด้านบน เพื่อที่จะคลิกไปสู่หน้าถัดไป



รูปที่ 14 แบบร่างที่ 2 ภาพแสดงข้อมูลหน้า “นาโนเทคโนโลยีกับการทหาร”

หน้านี้จะเป็นส่วนของนาโนเทคโนโลยีกับการทหาร โดยในภาพนี้จะเป็นภาพของทหารนาโน ซึ่งรอบข้างจะมีคำบรรยายส่วนประกอบต่างๆ ของชุดนาโน เมื่อคลิกที่คำบรรยายส่วนใด ส่วนนั้นก็จะเปลี่ยนสีชัดเจนขึ้นและมีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อแยกแ่งการมองเห็น และเป็นการทำให้เกิดความน่าสนใจแก่ผู้ใช้งาน ได้อีกทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15 แบบร่างที่ 2 ภาพสีหน้าเริ่มต้น

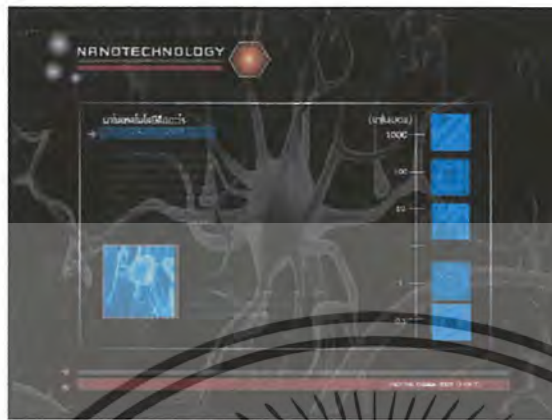
ในหน้าแรกนี้ พื้นหลังจะเน้น โทนมืดดำ เพื่อให้ดูลึกถ้ำ และนำค้นหา ส่วนภาพตรงกลางจะเน้น โดยใช้สีน้ำเงินโปร่งใส แสดงถึงความน่าเชื่อถือและจริงจังคู่กัน และเมื่อคลิกที่ตัวอักษรก็จะเข้าสู่หน้าถัดไป



รูปที่ 16 แบบร่างที่ 2 ภาพสี หน้าข้อมูลบิคานาโน และนิยามของนาโนเทคโนโลยี

ภาพหน้านี้ และหน้าอื่นๆ จะใช้โทนสีเดียวกัน คือ สีดำ สีแดง และสีเทา ในส่วนของ Interactive ก็จะเหมือนกับรูปที่ 11 แบบร่างที่ 1 ที่ได้บรรยายไปแล้วข้างต้น

### แบบร่างที่3



รูปที่17 แบบร่างที่3 ภาพสีหน้าข้อมูล ”นาโนเทคโนโลยีคืออะไร”

โดยหน้านี้ ภาพประกอบเกี่ยวกับขนาดต่างๆ ของนาโนนั้น ผู้ออกแบบจะใช้โทนสีน้ำเงินเป็นหลัก เพื่อตัดทอนรายละเอียดต่างๆ ที่ดูเยอะเกินไป โดยรายละเอียดหรือภาพจริงจะปรากฏทางด้านล่างซ้ายมือ เมื่อคลิกเมาส์ที่รูปเล็กด้านขวามือ เมื่อคลิกครบตามลำดับภาพแล้ว ก็จะปรากฏปุ่ม Navigation ที่ด้านบน เมื่อคลิกก็จะ ไปสู่หน้าถัดไป



รูปที่18 แบบร่างที่3 ภาพสีหน้า ”ทวารกับนาโนเทคโนโลยี”

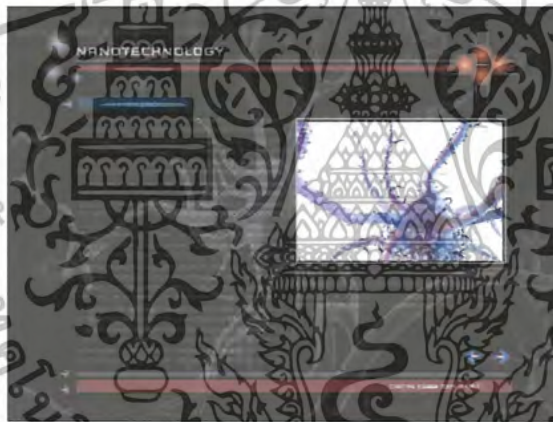
หน้านี้จะเน้น โทนสีเขียวเป็นจุดเด่น เมื่อคลิกที่ตัวอักษรบรรยายส่วนต่างๆ ของชุดทวารนาโน ส่วนนั้นก็จะขยายใหญ่ขึ้น โดยชุดของทวารนั้นจะเปลี่ยนสีเองไปเรื่อยๆ เพื่อแสดงถึงความสามารถในการอำพรางตัวเองได้ของชุดทวารนาโน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 19 แบบร่างที่ 3 ภาพลิแสดงข้อมูล “การแพทย์นาโน”

ในส่วนหน้านี้ จะเป็นส่วนของภาพประกอบ และวิดีโอคลิป ซึ่งเมื่อคลิกทางด้านซ้าย ก็จะปรากฏรายละเอียดรูปภาพขยายขนาดใหญ่ในช่องสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ด้านขวามือ ส่วนลูกศรขวามือด้านล่าง เมื่อคลิกก็จะไปสู่นำถัดไป



รูปที่ 20 แบบร่างที่ 3 ภาพหน้าข้อมูลของ “คุณหมอนาโน”

ภาพข้อมูลหน้านี้จะเน้นข้อความเป็นหลัก ส่วนรูปภาพนั้นจะมีปุ่มขยายอยู่ด้านบนขวาของภาพ เมื่อคลิกแล้วภาพนั้นก็จะถูกขยายให้เห็นรายละเอียดที่ชัดเจนขึ้น โดยมีข้อความบรรยายภาพประกอบด้วย เพื่อให้ผู้รับชมได้เข้าใจมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

### ผลงาน

จากแบบร่างที่ผ่านมา ผู้ออกแบบได้กำหนด ขอบเขตของแบบแต่ละหน้า เพื่อให้มีความต่อเนื่องกัน ทั้งในเรื่องรูปแบบ โทนีสี การใช้งานในส่วนของกลุ่ม Navigation ต่างๆ เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งาน และสร้างความน่าสนใจให้กับงานได้มากขึ้น



รูปที่ 21 ผลงาน หน้าเริ่มต้น

ในหน้าเริ่มต้นนี้ ด้านซ้ายมือจะเป็นส่วนของ RICHARD FEYNMAN (บิดานาโน) และส่วนนิยามของนาโนเทคโนโลยี ซึ่งผู้ใช้สามารถจะดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ โดยการคลิกเมาส์ที่ มีคำว่า Details โดยรายละเอียดนั้นจะปรากฏขึ้นทางด้านขวามือ ซึ่งเป็นส่วนของระบบ Navigation โดยส่วนนี้จะแยกออกจากกันเพื่อปรากฏในส่วนของรายละเอียดขึ้นมา

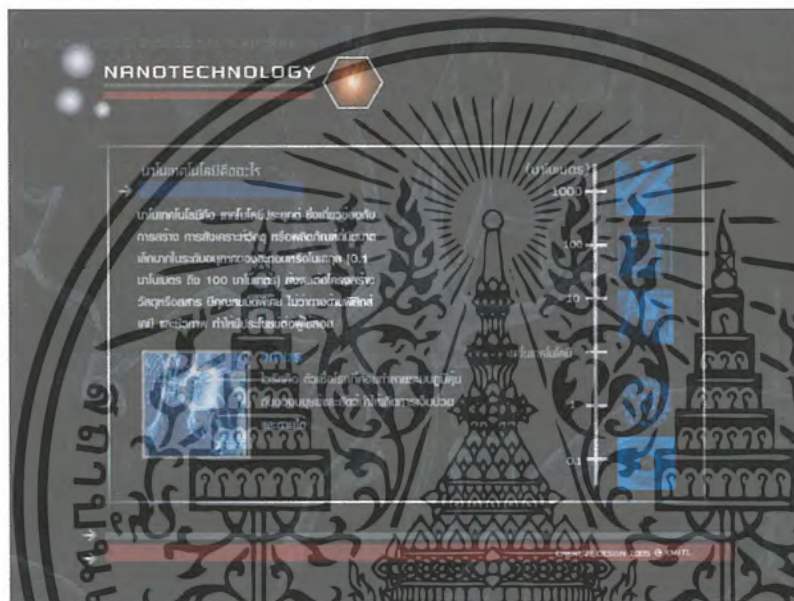
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 22 ผลงาน หน้าเริ่มต้นแสดงข้อมูลของบิดานาโน

ในหน้านี้จะต่อเนื่องจากหน้าแรก เมื่อคลิกเมาส์ตรงคำว่า Details โดยรายละเอียดนั้นจะปรากฏขึ้นทางด้านขวามือ ซึ่งเป็นส่วนของระบบ Navigation โดยส่วนนี้จะแยกออกจากกันเพื่อปรากฏในส่วนของรายละเอียดขึ้นมา และเมื่อคลิกเมาส์ ในส่วน Details ของนิยามนาโน เมื่อปิดหน้าต่างรายละเอียดลงไป ระบบ Navigation จะทำงาน โดยแสดงตัวเลขหัวข้อต่อไปขึ้นมา เพื่อคลิกไปยังหัวข้อถัดไป

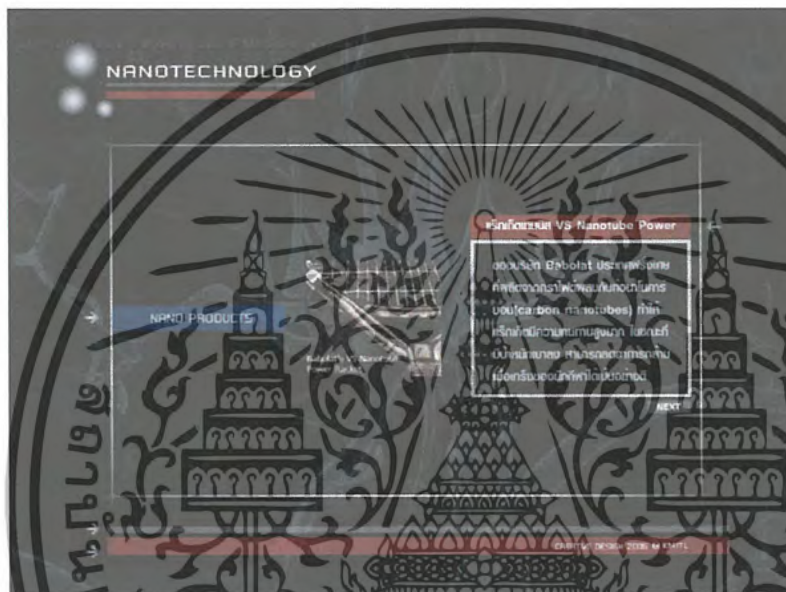
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 23 ผลงาน หน้า “นาโนเทคโนโลยีคืออะไร”

หน้านี้จะเป็นส่วนอธิบายความหมายของนาโนเทคโนโลยี ซึ่งทางด้านขวาจะเป็นแถบบอกขนาดของนาโนแทนด้วยภาพต่างๆ เมื่อคลิกที่ภาพก็จะแสดงภาพขยายพร้อมรายละเอียดทางด้านล่างซ้ายมือ และเมื่อคลิกเรียงต่อกันหมดทุกภาพแล้ว ก็จะปรากฏปุ่ม Navigation ทางด้านบน เพื่อที่จะคลิกไปสู่หน้าถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

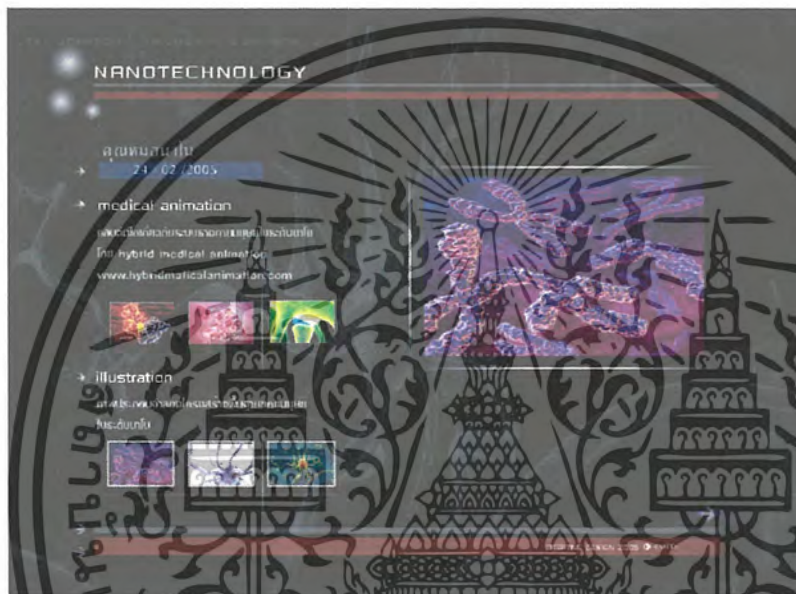


รูปที่ 24 ผลงาน หน้า “ผลิตภัณฑ์นาโนในปัจจุบัน”

ในส่วนหน้าผลิตภัณฑ์นาโนในปัจจุบันนี้ จะประกอบไปด้วย ภาพของผลิตภัณฑ์ และข้อความ ซึ่งแสดงคุณสมบัติพิเศษของตัวผลิตภัณฑ์เอง เมื่อคลิกปุ่มnext ก็จะข้ามไปสู่ตัวผลิตภัณฑ์ถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 26 ผลงาน หน้า “รวมคลิปวิดีโอ และภาพประกอบการแพทย์นาโน”

ในส่วนนี้จะแสดงข้อมูลในลักษณะภาพ และเสียงเป็นส่วนใหญ่ โดยทางด้านซ้ายจะเป็นภาพขนาดเล็กไว้ให้คลิกเพื่อ แสดงในส่วนรายละเอียดปลีกย่อยในกรอบสี่เหลี่ยมใหญ่ทางด้านขวามือ ซึ่งด้านล่างกรอบสี่เหลี่ยมใหญ่จะมีข้อความบอกรายละเอียดบรรยายอีกที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 27 ผลงาน หน้า "ทหารกับนาโนเทคโนโลยี"

หน้านี้จะเน้น โทนสีเขียวเป็นจุดเด่น เมื่อคลิกที่ตัวอักษรบรรยายส่วนต่างๆของชุดทหารนาโน ส่วนนั้นก็จะขยายใหญ่ขึ้น โดยชุดของทหารนั้นจะเปลี่ยนสีเองไปเรื่อยๆ เพื่อแสดงถึงความสามารถในการอำพรางตัวเองได้ของชุดทหารนาโน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## สรุปผล

ในการทำศิลปนิพนธ์ นั้น ควรจะรู้ และทำความเข้าใจถึงข้อมูลต่างๆ ในสิ่งที่จะทำให้เสียก่อน การวิเคราะห์ข้อมูลหรือเนื้อหาต่างๆ จะเป็นสิ่งช่วยให้งานออกมามีคุณภาพ การเลือกใช้สื่อหรือเทคนิคที่จะทำ ต้องมีความเหมาะสม และก็เข้ากับยุคสมัย แต่สิ่งที่สำคัญของการทำงานที่ควรคำนึงถึงไม่น้อย คือ ความถนัด และความชำนาญในงานนั้นๆ เพราะการทำศิลปนิพนธ์นั้น เป็นการทำงานที่มีความจำกัดเรื่องเวลา ดังนั้นนอกเหนือจากความชอบ หรือความสนใจแล้ว จำเป็นจะต้องมีความรู้ความสามารถ ในสิ่งที่จะทำ และเมื่อมีโอกาส ก็ควรที่จะศึกษาเพิ่มเติมก่อนที่จะทำโครงการศิลปนิพนธ์เป็นเวลาพอสมควรก่อน เพื่อที่จะสามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจในเรื่องต่างๆ ของการทำงาน ได้อย่างแท้จริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

รศ. เลอสม สถาปิตานนท์. การออกแบบคืออะไร. กรุงเทพฯ: 49กราฟิก พับปลิเคชั่น, 2540

รศ. นวตน้อย บุญวงษ์. หลักการออกแบบ. กรุงเทพฯ : อาร์ต แอนด์พับปลิเคชั่น, 2542

[www.hybridmaficalanimation.com](http://www.hybridmaficalanimation.com)

[www.nano.com](http://www.nano.com)

[www.nanotech.sc.mahidol.ac.th](http://www.nanotech.sc.mahidol.ac.th)

[www.nanotechnology.com](http://www.nanotechnology.com)

[www.nano.com](http://www.nano.com)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

นาย ชลชัย ธาราวณิชย์

เกิดเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2525

### ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษาปีที่1-6	โรงเรียนอาทรศึกษา
มัธยมศึกษาปีที่1-3	โรงเรียนวัดพุทธบูชา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ คณะเทคโนโลยีที่คณะสื่อสาร แผนกวิชา การพิมพ์
ปริญญาตรี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ เจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชานิเทศศิลป์ สาขานิเทศศิลป์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้