

2010鍾靈創意化學競賽(3-6-2010) 淡江大學

# 材料化學

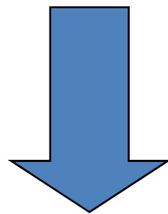
徐秀福

## 傳統材料科學：

利用既有材料或藥品直接或摻混後進行性質量測  
→ 材料性質之改善幅度有限

## 先進材料科學

針對所需功能(性質)設計開發新材料  
→ 材料功能(性質)可大幅躍升

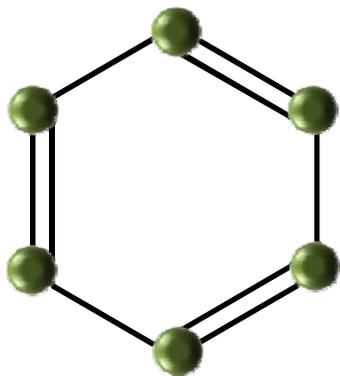


**化學** + **想像力、創造力**

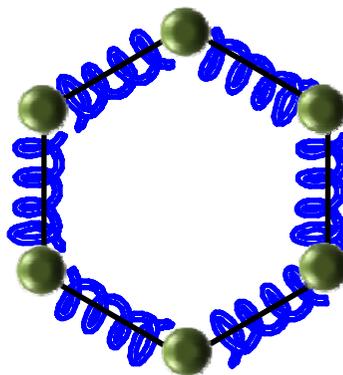
**無限潛力**

# 苯?

化學家



物理學家



數學家

6 角形

## 樂高 vs. 化學

樂高：適當卡榫 → 結合樂高單元 → 建構不同形狀、功能  
化學：鍵結 → 結合原子、分子 → 建構不同形狀、功能



# 我的志願 (李壽全)

很小的時候

爸爸曾經問我

你長大後要做什麼

我一手拿著玩具

一手拿著糖果

我長大後要做總統

六年級的時候

老師也曾問我

你長大後要做什麼

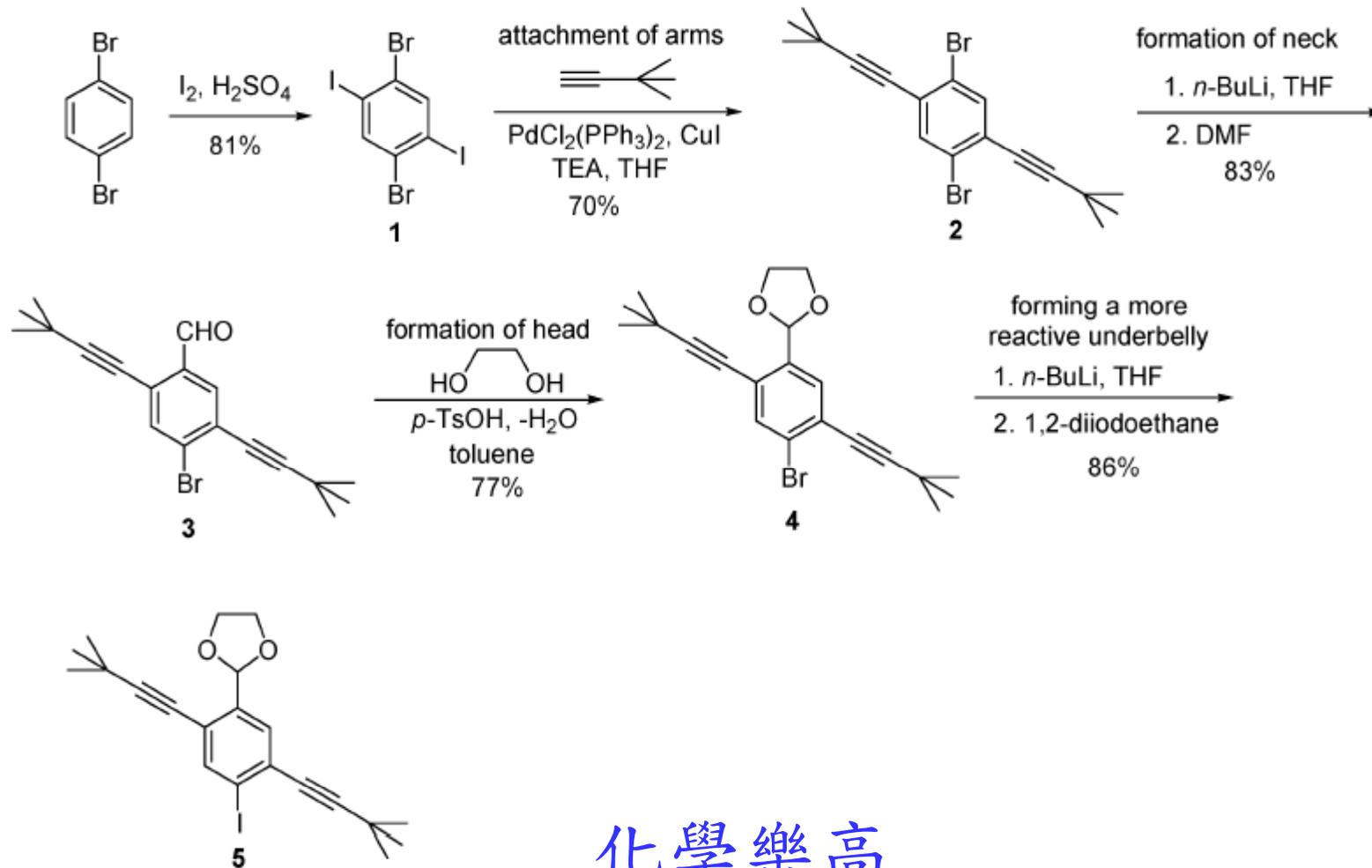
愛迪生的故事

最讓我佩服



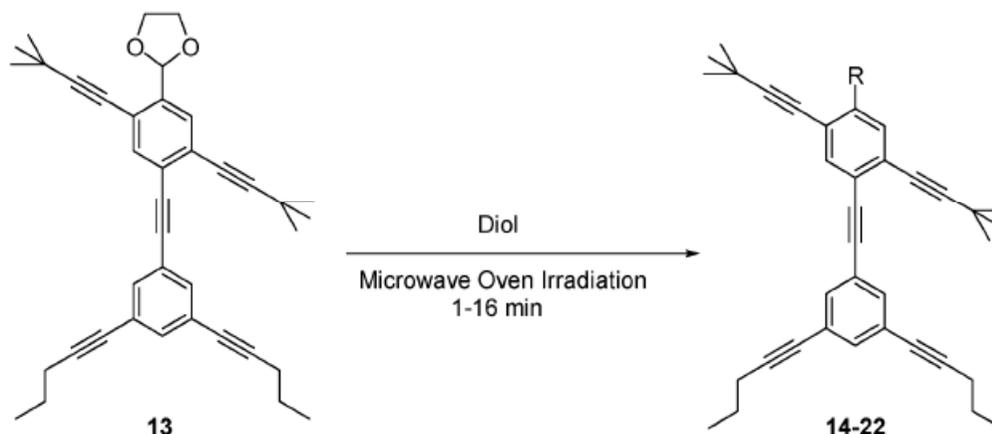
# 利用化學合成的奈米小子

## Synthesis of a NanoPutian's Upper Body<sup>a</sup>



化學樂高

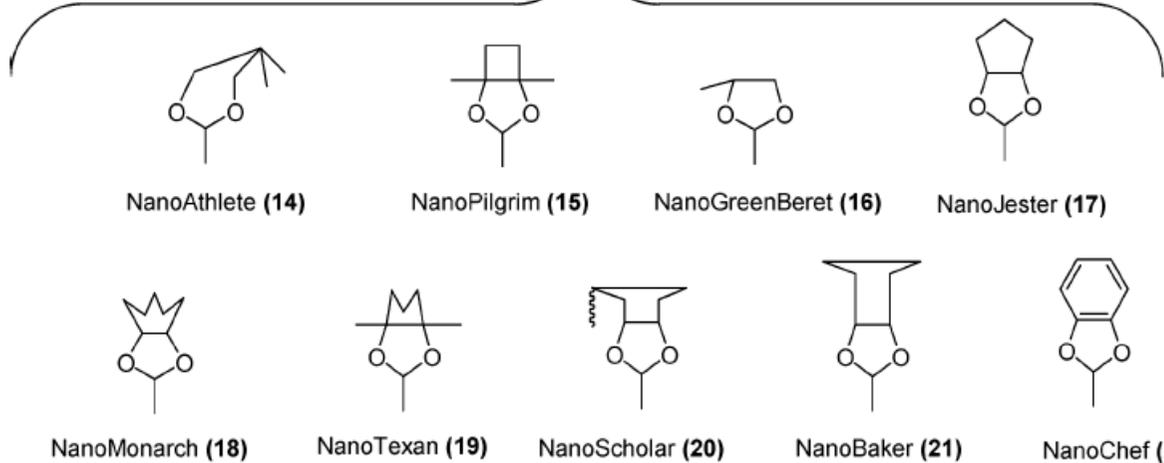
# 各類奈米小子的化學合成



13  
NanoKid

14-22

R = acetal head and neck



NanoAthlete (14)

NanoPilgrim (15)

NanoGreenBeret (16)

NanoJester (17)

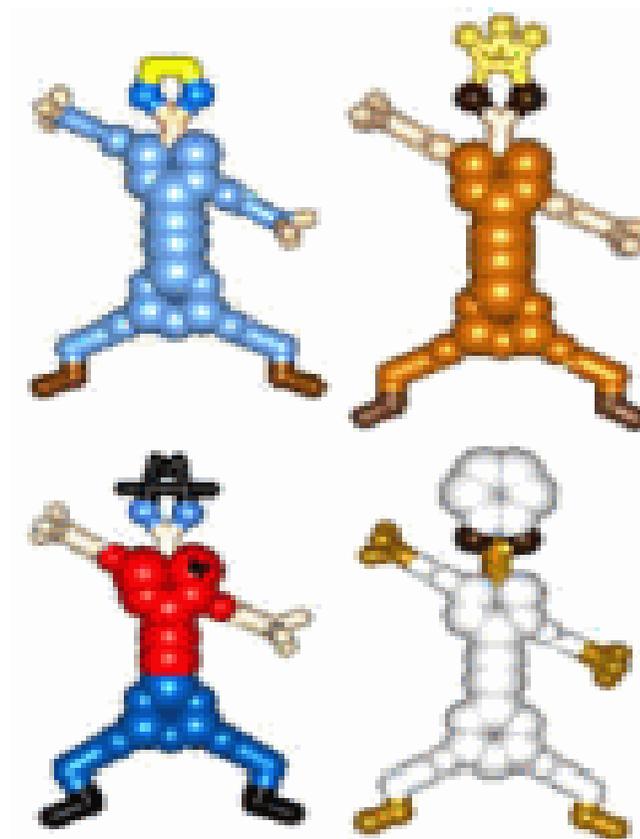
NanoMonarch (18)

NanoTexan (19)

NanoScholar (20)

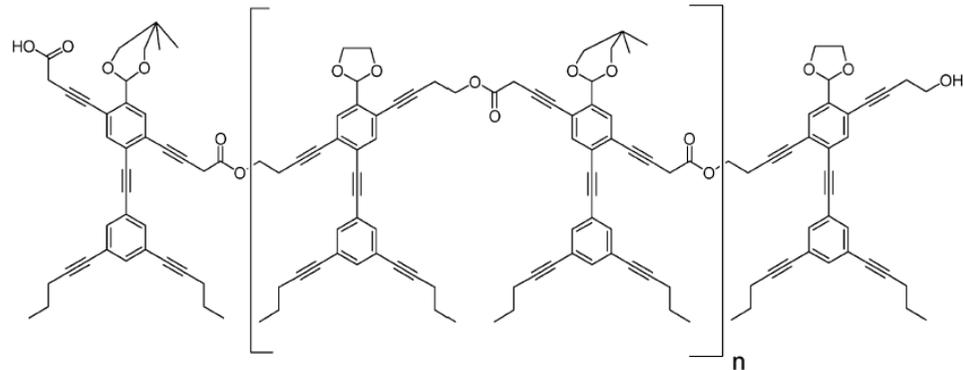
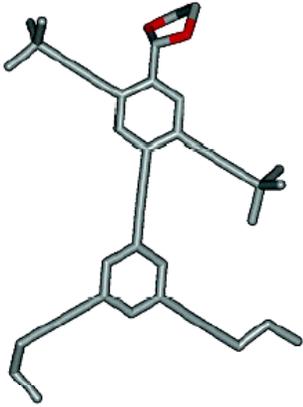
NanoBaker (21)

NanoChef (22)

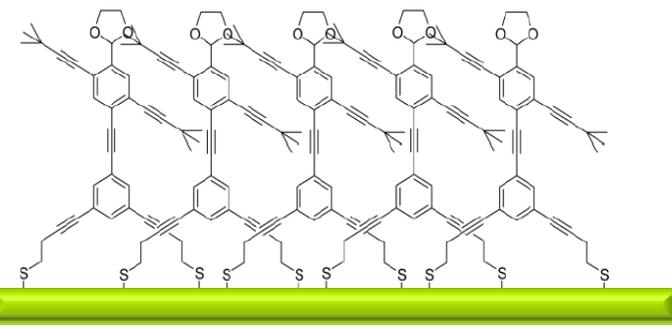
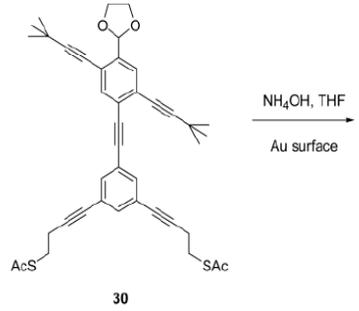


Professor James Tour  
Rice University

# 一群奈米小子



一群一起跳舞的奈米小子



金表面 →

一群站在金牌上的奈米小子 - 分子內與分子間作用力一樣重要

## 分子間 vs. 分子內

化學應用於光電科技：絕大多數於凝態，因此分子內及分子間關係都非常重要

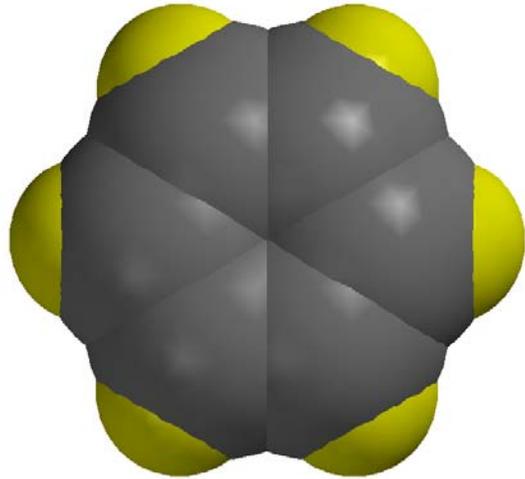
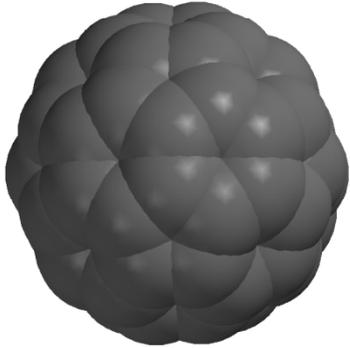
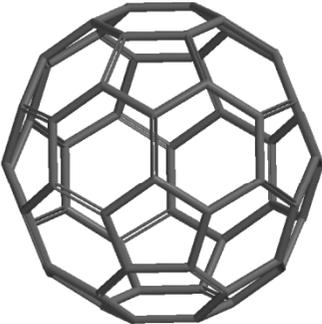
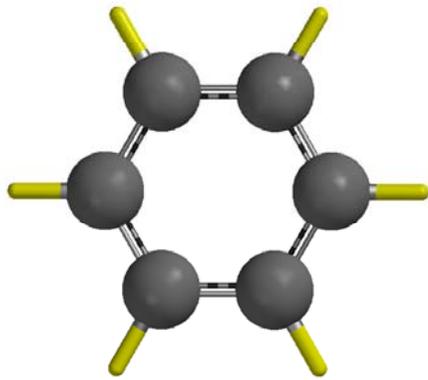
### 分子內

### 分子間

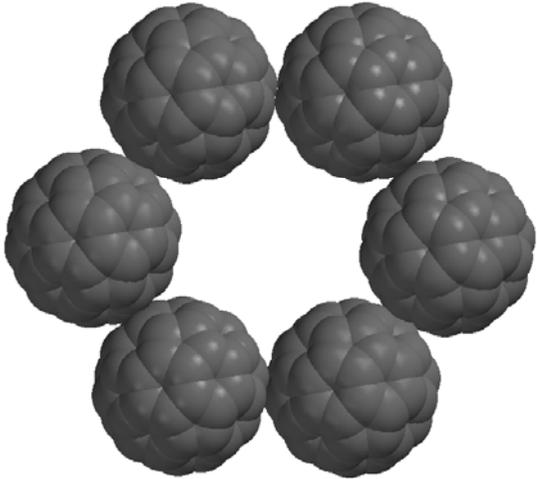
作用力	共價鍵	非共價鍵
結構	原子排列	分子內-原子排列；分子間：分子排列
反應	共價鍵 ~ 生成與斷裂	非共價鍵或共價鍵 ~ 生成、斷裂
	原子重排	原子重排、分子重排
物理性質	分子性質	塊材性質(分子性質、集合性質)

立體效應、電子效應：兩系統皆適用

# 作用力: 分子間 vs. 分子內



相同形狀、拉開距離



共價鍵: 電子雲重疊

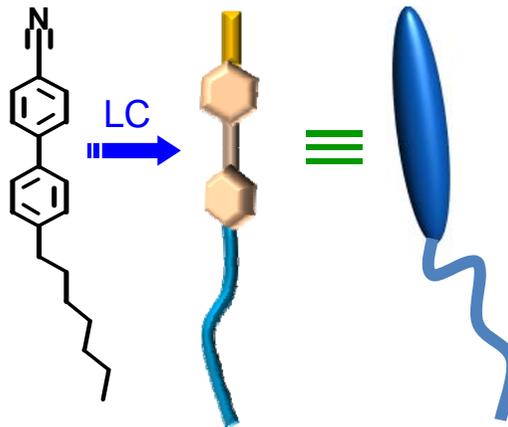


分子間弱作用力

# 化學在液晶材料的重要性

## 液晶材料的雙熔點

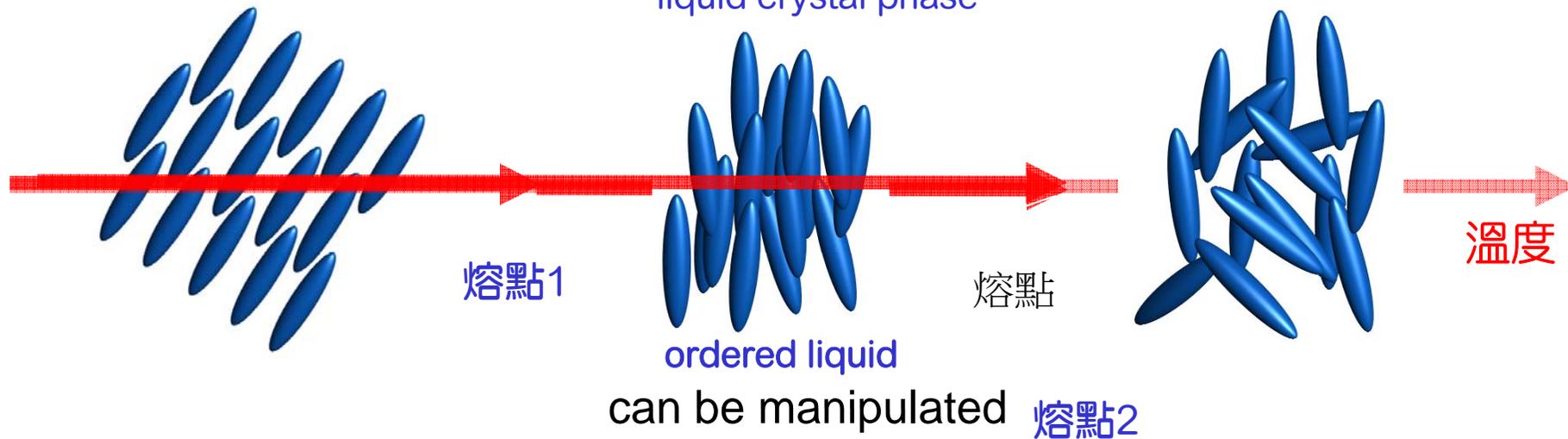
7CB  
(C7-cyanobiphenyl)



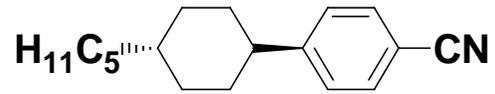
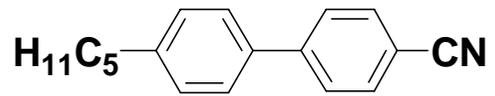
晶體  
crystal, K

中間相、液晶相  
mesophase,  
liquid crystal phase

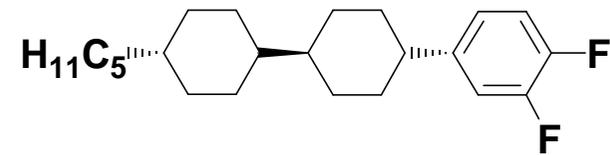
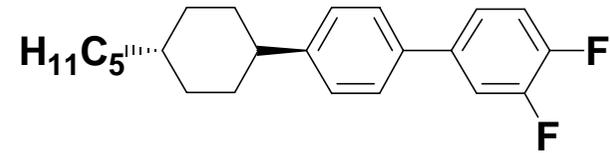
等方性液體  
isotropic, I

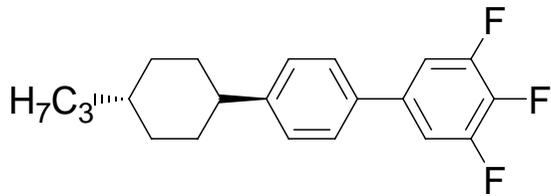


早期LCD使用材料  
(電子錶)



新LCD使用材料

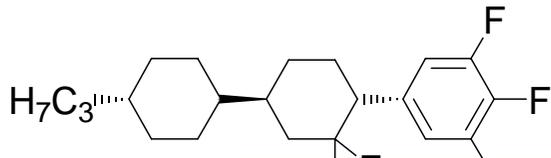




消除液晶螢幕亮點 ← 降低離子濃度 ← 避免使用氰基化合物  
 ← 改用一樣具有高極性的氟基

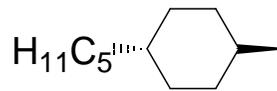
氟基 vs. 氰基 (強偶極官能基)

-CN: 抓離子(金屬陽離子)能力強 → 大幅影響材料電的性質  
 -F: 不易與金屬離子產生作用力

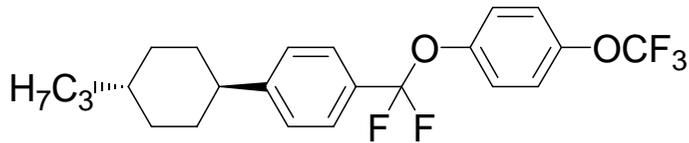


改善透光率(明暗度、灰階) ← 低雙折射率  
 ← 引入飽和環

Chemistry plays a key role  
 in development of LC materials



g. -CF<sub>3</sub>)



省電 ← 降低所需電場 ← 低介電差  
 ← 在垂直於分子軸方向(分子側邊)引進偶極矩

液晶分子之結構---與其物理性質有著絕對的關係  
 因此，設計液晶分子時，官能基團的選擇與及所放的位置相當重要

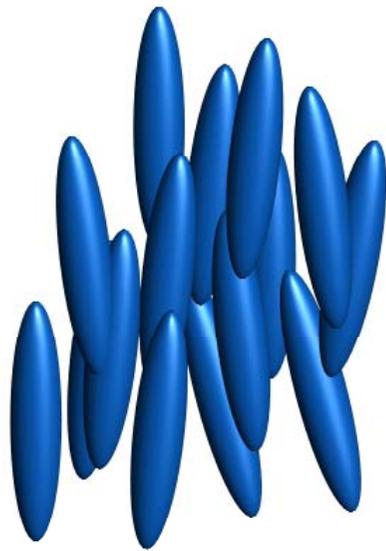
# 不同分子排列模式 不同液晶形態 不同應用

調控分子排列 --- 利用液晶性質

## 分子 vs 分子間

### 向列型

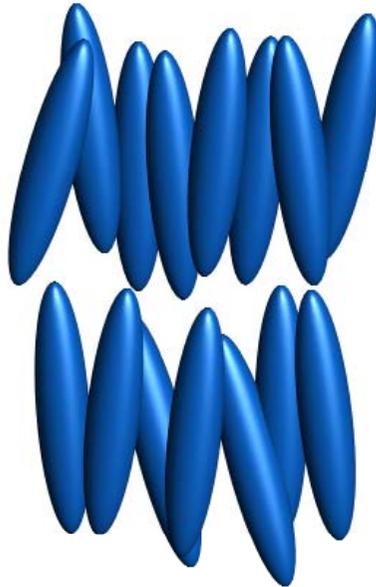
(分子軸大致指向同一方向)



顯示器

### 層列型

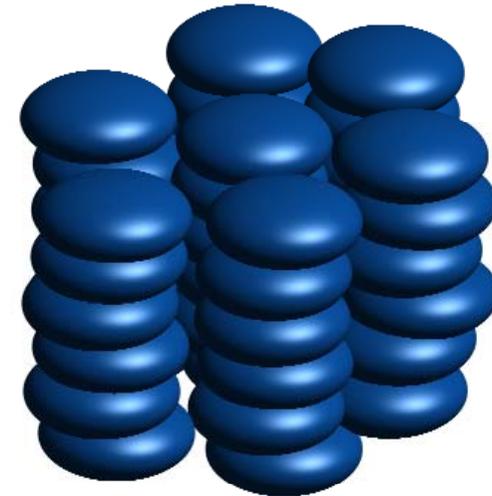
(除了分子軸大致指向同一方向外，上有分層之關係)



光柵

### 筒型

(盤狀分子沿著盤的法線，如疊盤子般碟成筒狀)

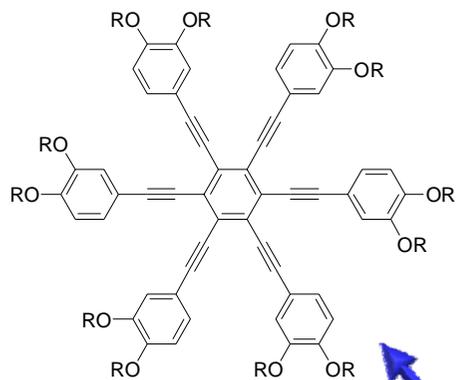


分子導線

應用：依據其特有物理性質找出其應用潛力

# 不同分子設計 - 不同分間間排列

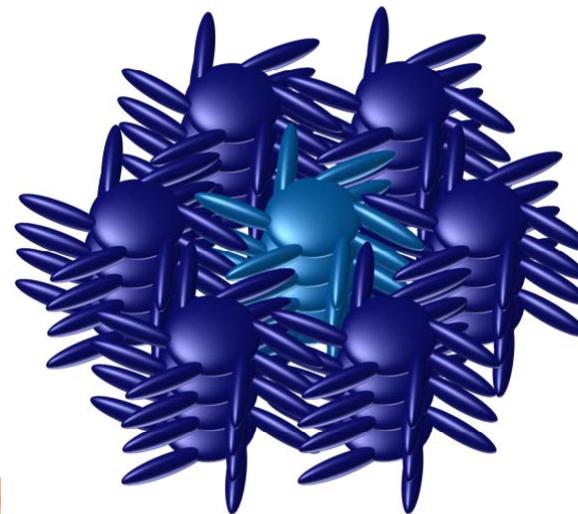
## 飛鏢分子間交互作用~筒柱狀分子排列模式



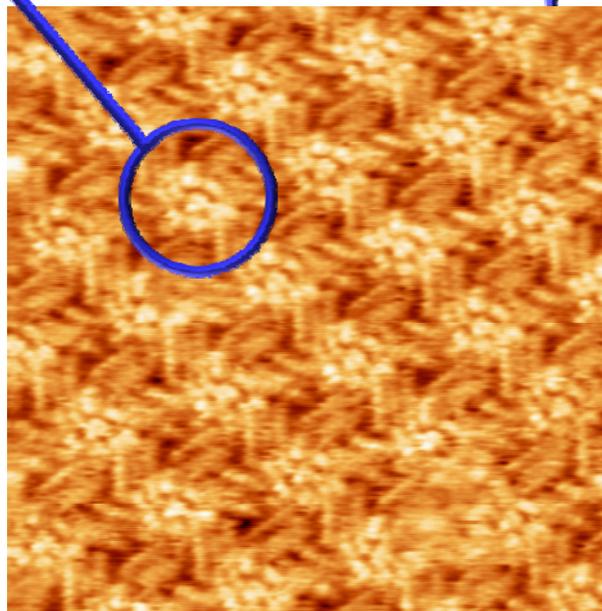
飛鏢分子



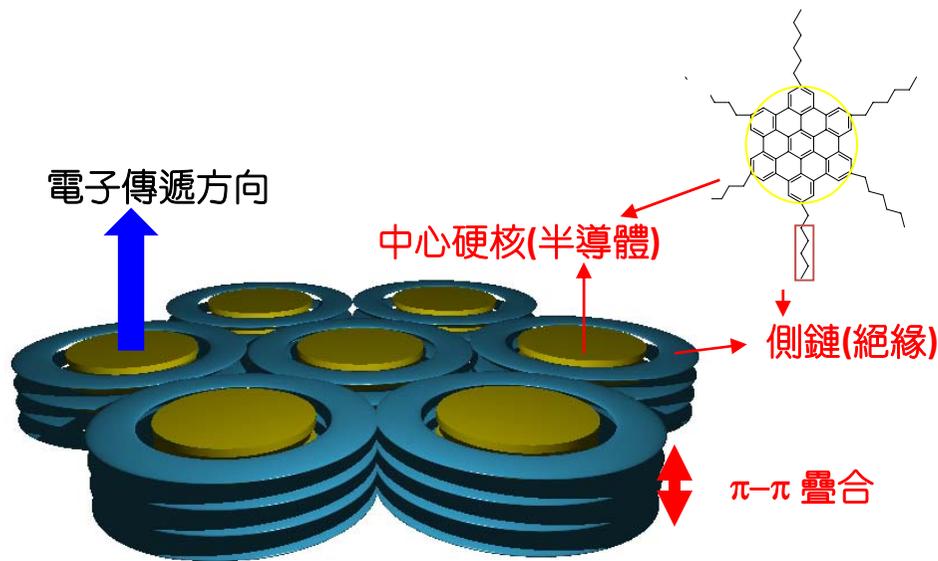
筒狀整齊排列



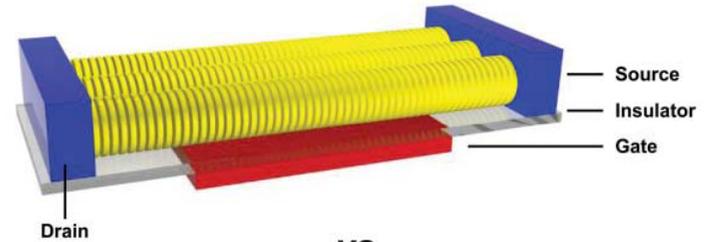
分子看得見!



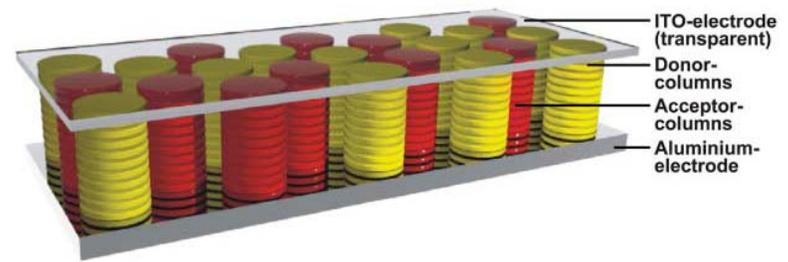
# 應用於其他光電裝置



場效電晶體：邊接  
Field Effect Transistor: "edge-on"



VS.



Photovoltaic Device: "face-on"

光電裝置：面接



# 熱致變色 門窗



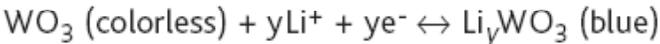
高溫---不透光

低溫---透光

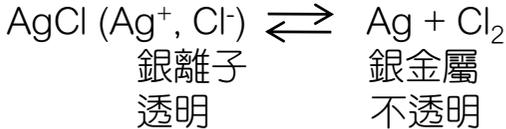
# 電致變色 安全帽



# 光致變色 眼鏡



夾入液晶聚合物  
溫度變化改變透光度



# 醜 迎

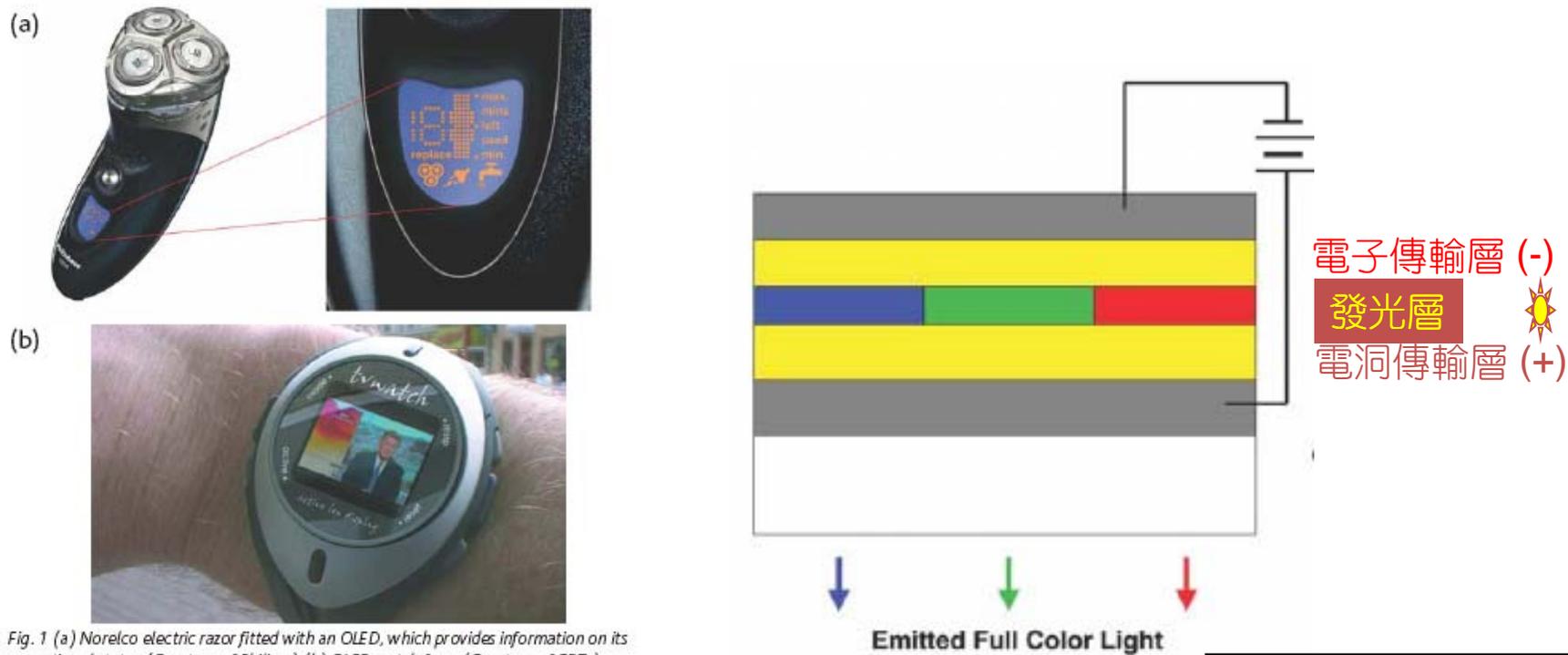
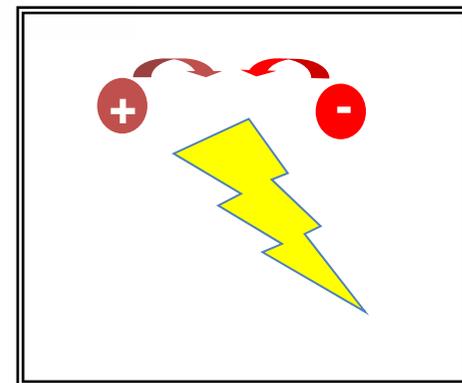
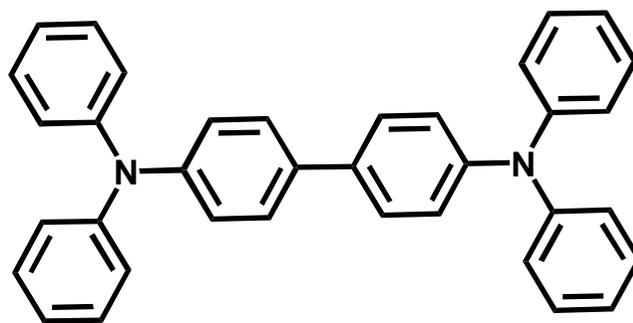


Fig. 1 (a) Norelco electric razor fitted with an OLED, which provides information on its operational status. (Courtesy of Philips.) (b) OLED watch face. (Courtesy of CDT.)

醜

醜



## 聚合物(塑膠)發光二極體 (PLED)



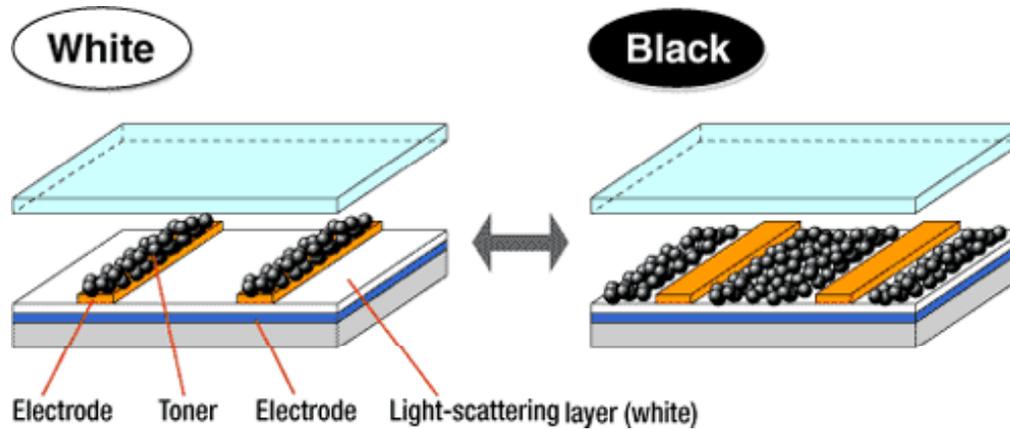
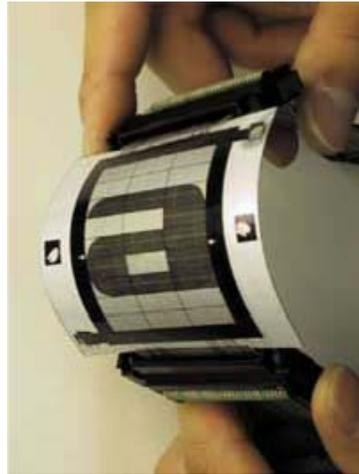
*Flexible, active-matrix display produced by Polymer Vision, a venture in the Philips Technology Incubator, using Philips' ultrathin backplane and organic TFTs with E Ink's electronic ink frontplane. (Courtesy of Polymer Vision, Philips Technology Incubator.)*



螢幕隨身(衣)攜帶

# 電子書

反射式液晶顯示器 或 類紙顯示器



通電→toner集中至電極→亮(折射)  
(吸引力)

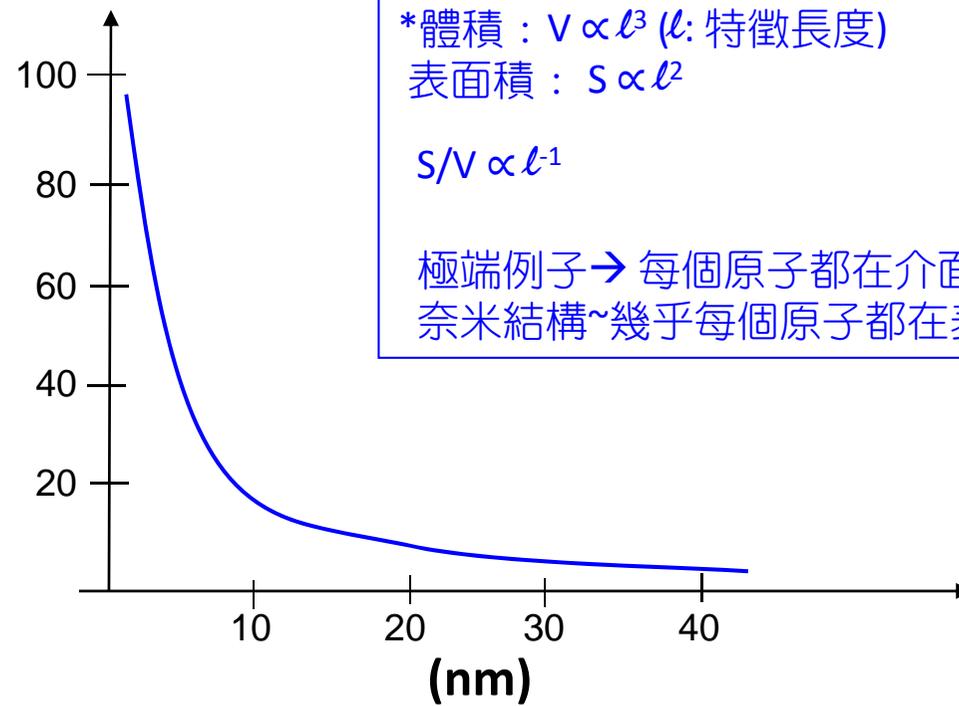
不通電→toner分散→亮(折射)

# 奈米材料 顆粒大小與表面原子數之關係

## 表面 與 介面

直徑 (nm)	原子數	表面原子所占%
1	30	99
2	2500	80
4	4000	40
10	30000	20

表面原子所占%



# 奈米材料

## ④ 化學－斷鍵及生成鍵

\*一般分子大小約0.1 ~ 10 nm；分子大小一定

\*利用化學製備之奈米材料

大小分不遠小於其他方法

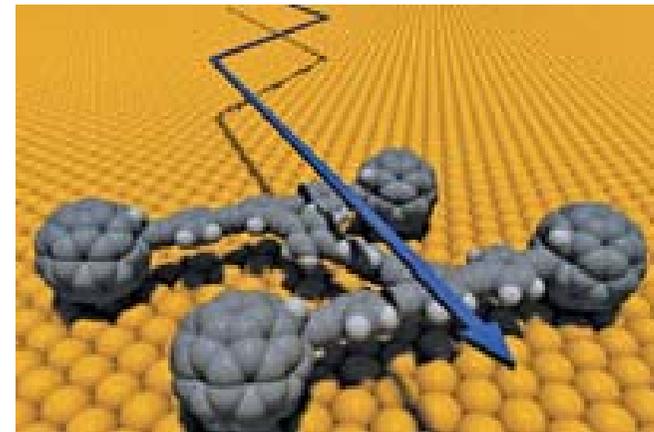
幾何形狀較多變化(零維(奈米粒子)、一維、二維)

組成較多選擇(有機物、金屬、氧化物、半導體)

化學在奈米科學扮演了**關鍵**的角色！

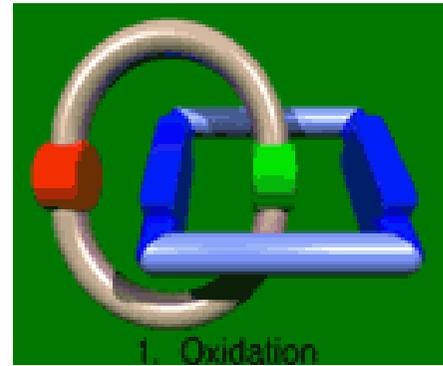
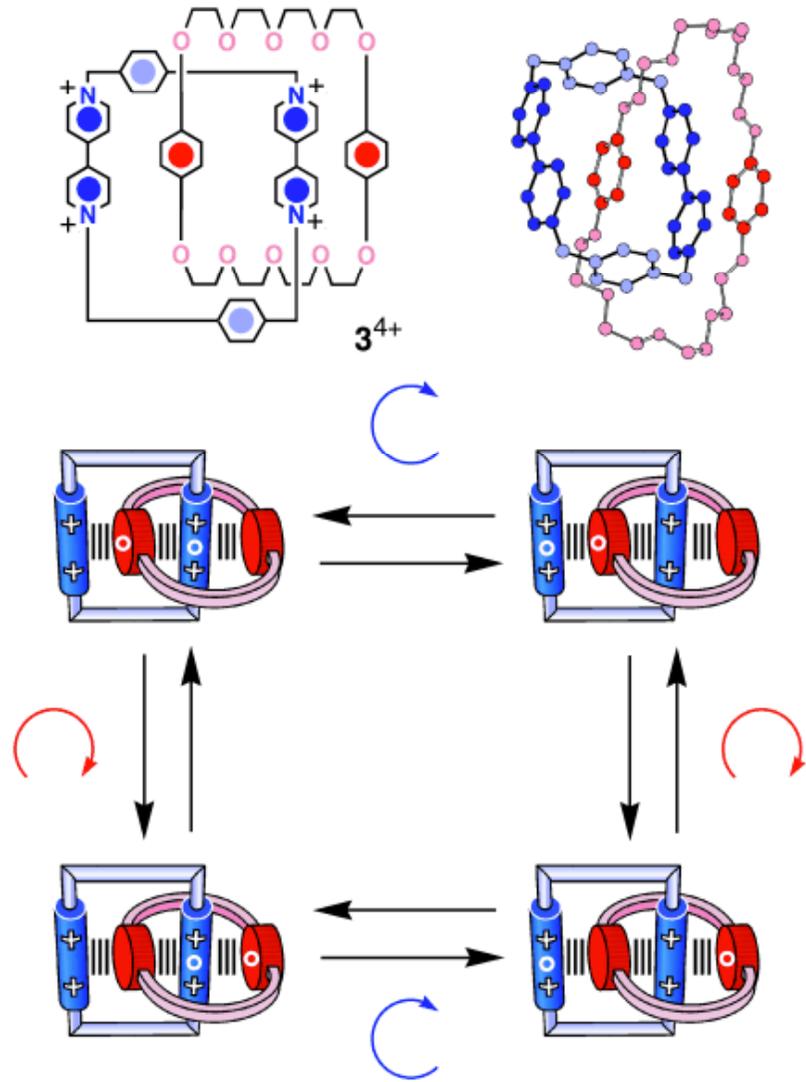


改變瞳孔顏色、深淺(明暗)  
摻入奈米粒子隱形眼鏡

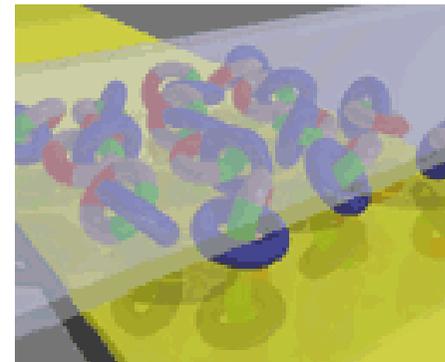


奈米車  
(滾動奈米分子)

# 奈米/超分子 材料



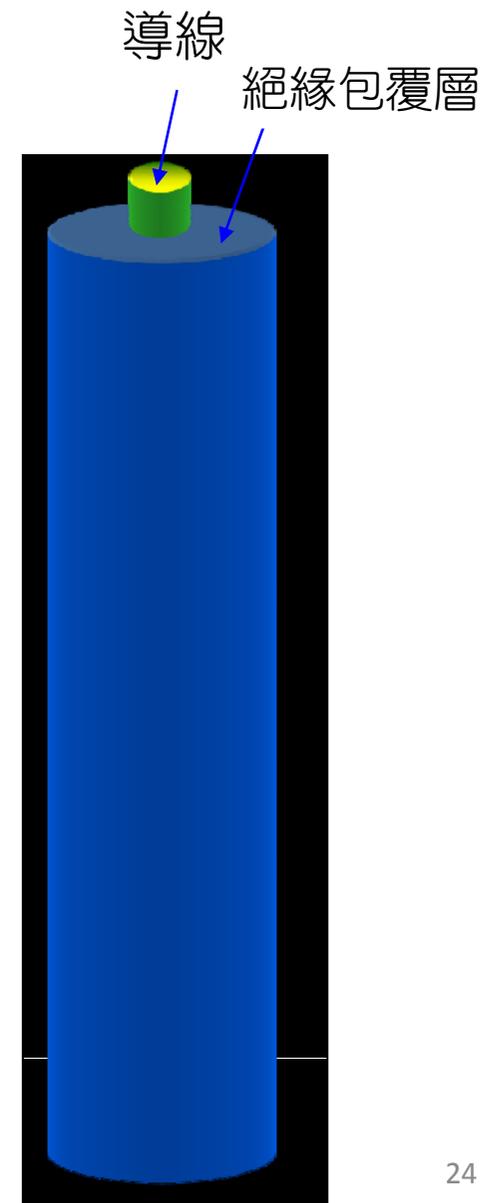
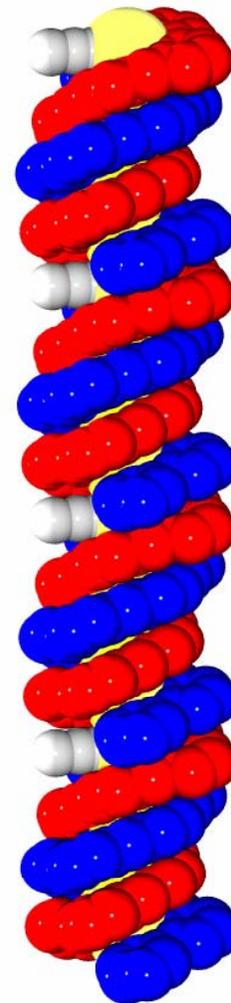
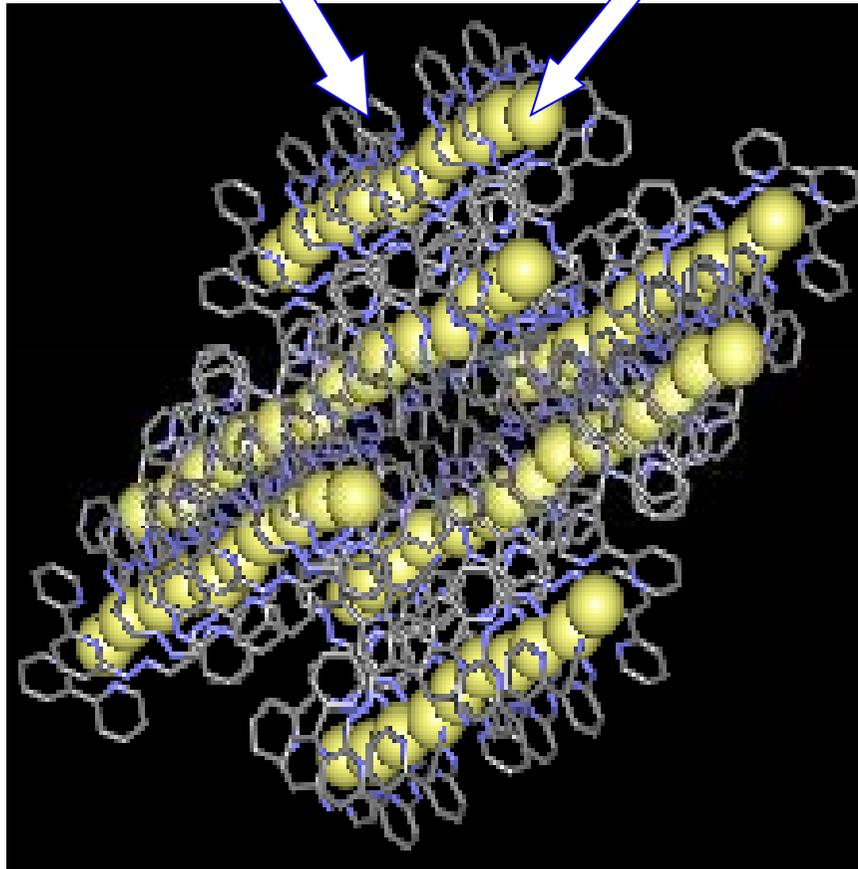
分子開關



分子電子裝置

# 金屬原子形成之奈米導線 — 超分子 (淡江大學 王文竹 教授)

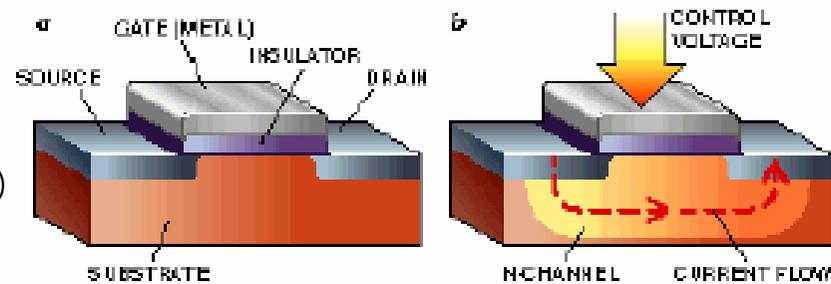
有機 銀



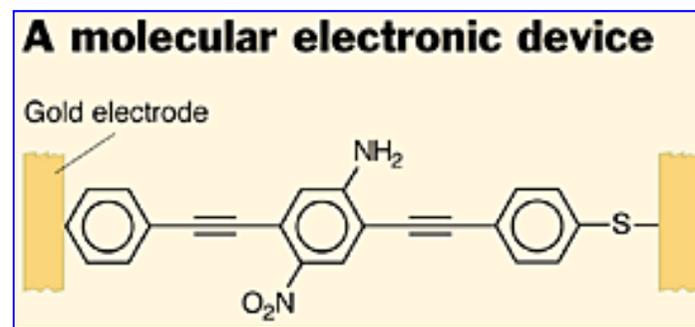
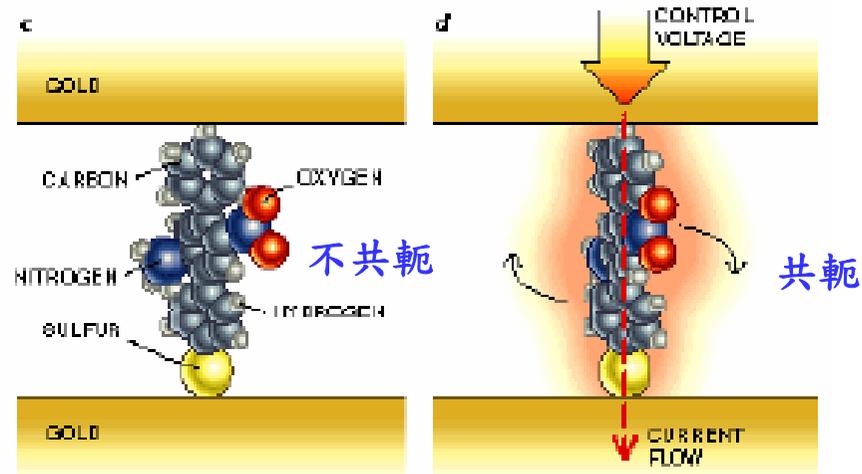
# 利用分子材料製成之光電裝置

利用分子作運算？分子電腦？

傳統微電晶體  
裝置組成為微米等級(性質與塊材類似)  
利用偏壓達到電流的控制



單分子為基礎之電晶體  
利用分子幾何形狀之扭動控制電流



## 壁虎腳上的奈米地毯

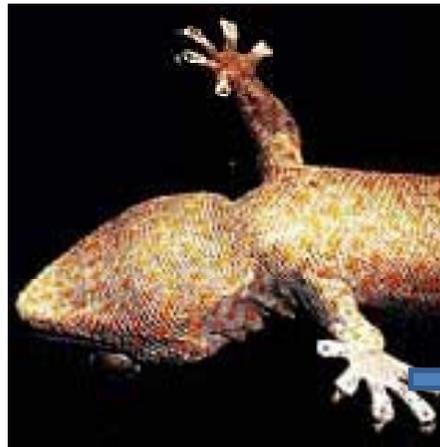
壁虎：可垂直爬牆

一隻兩英吋壁虎可支撐柱九十磅

~ 積聚幾百萬弱倫敦分散作用力之集合

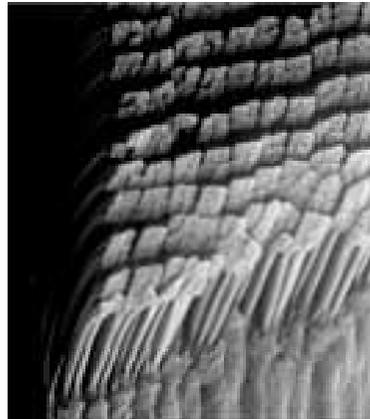
→ 作用力總和---巨大！

各種壁虎腳



壁虎腳上有許多剛毛(setae)

每支剛毛：許多彎曲狀刮鏟  
(spatulae)



奈米地毯

## 壁虎腳上的奈米地毯

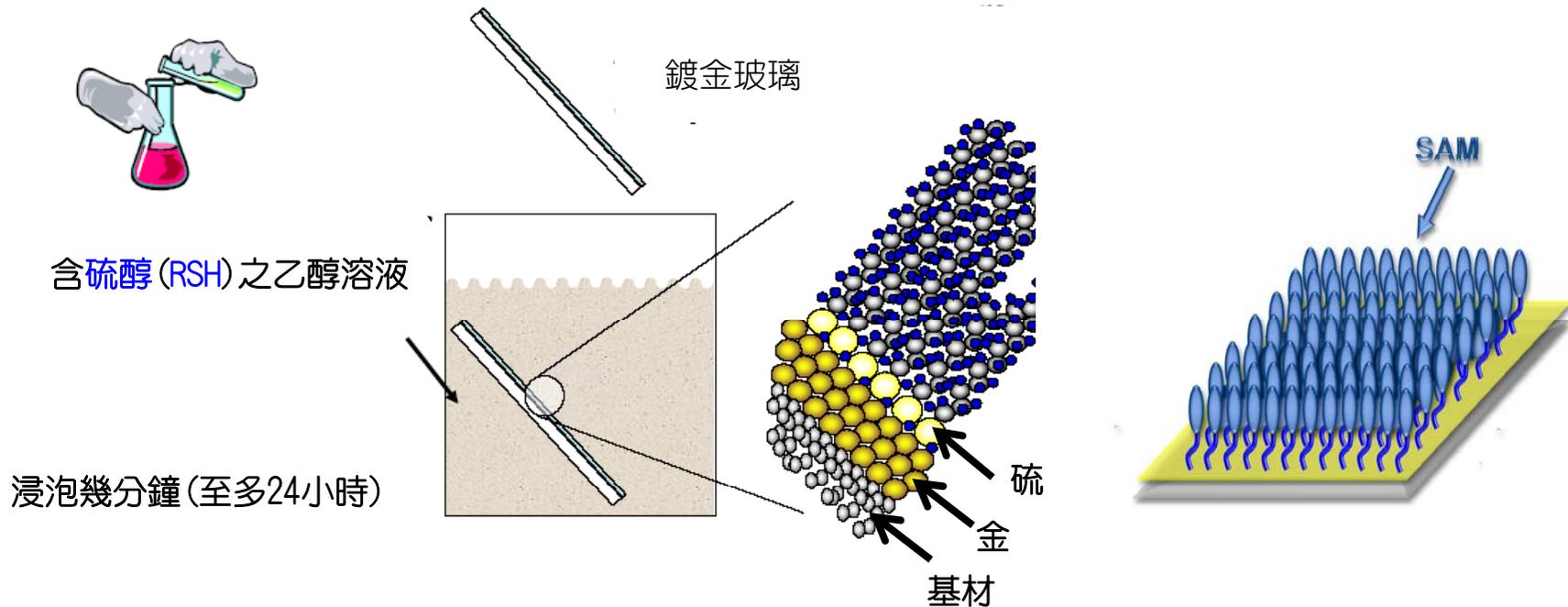
- \*壁虎吸力: : 真空下亦可作用 → 吸力來源非真空
- \*下腳: 於表面上, 下壓剛毛 → 驅使達最大接觸面積
  - 當剛毛與表面平行 → 最大接觸面積
- 快跑: 剛毛與表面呈30度角(臨界角)
- 提腳: 使剛毛與表面呈>30度角(臨界角)
- \*研究動機?
  - 科學性趣
  - 用其機制開發超黏膠帶?
  - 可以爬行於任何表面之機器人?
- \*其他特性
  - 壁虎吸力~ 不留痕跡
  - 不會弄髒
  - 不會耗損
  - 適用任何表面
  - 從大自然中學習並複製創新

Science: Learn from Nature

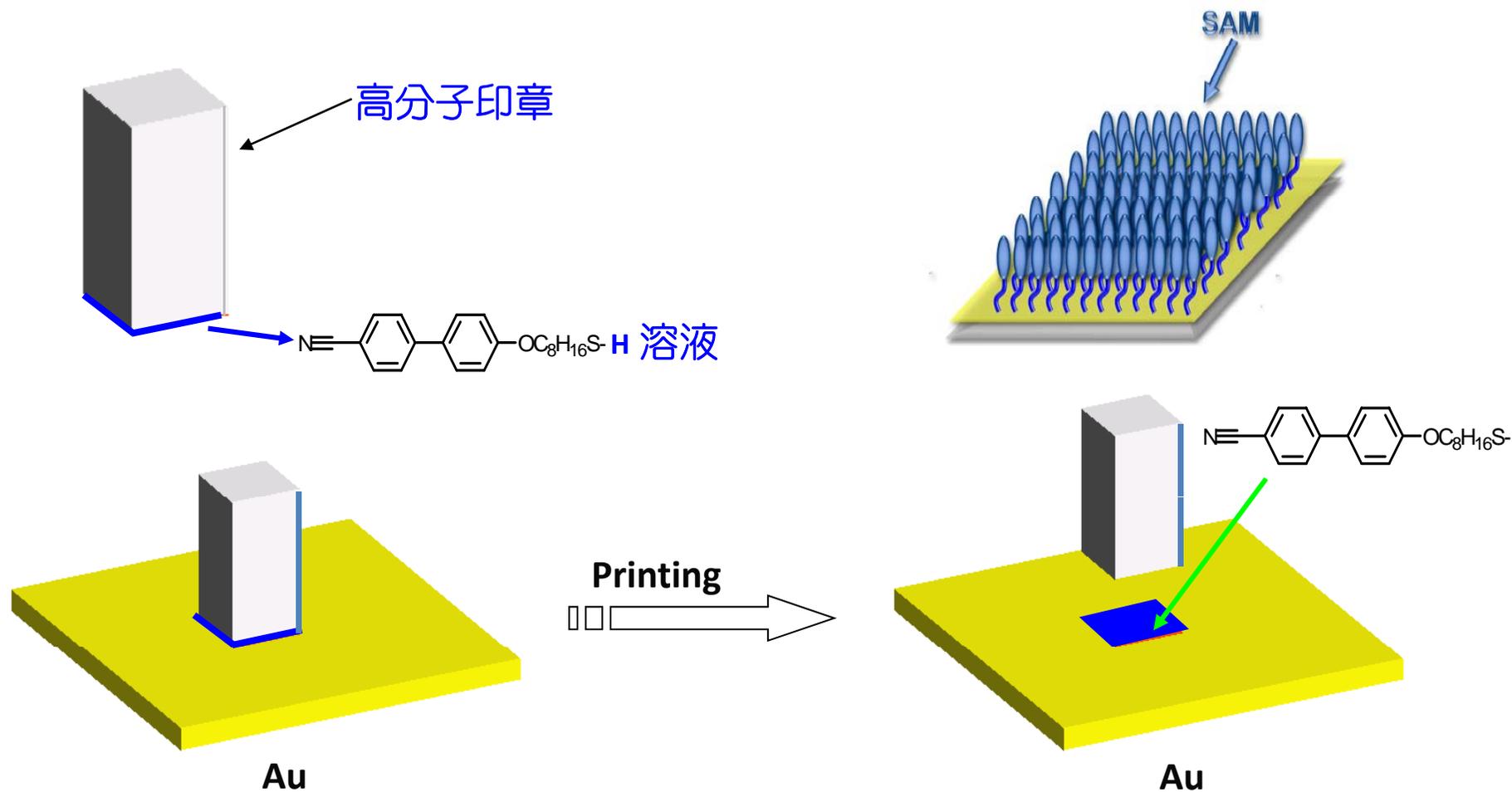
—the smart way!

# 自組裝分子單層薄膜(self-assembled mono-layers, SAMs)

人造奈米地毯~模擬壁虎腳?  
表面修飾改質(應用: 化學偵測)



# 接觸印製(Contact Printing)之自組裝薄膜



### ◎ 細胞 – 許多精密奈米機器的集合體

例如：

酵素蛋白質等功能性組成

雙層脂質

離子通道

肌動蛋白纖維

DNA & RNA

\*以上任一系統- 與其他系統透過化學途徑作用以達到調節作用

- 自組裝以形成更複雜之軟系統結構

- 互動合作以感應週遭環境並修正之

- 使達到集合性(結合性)功能

生物為奈米科技一重要的靈感來源

\*生物學提供複雜得多奈米系統間之作用模式

\*生物學對於由bottom-up方式建立之奈米系統提供許多策略

Nano-science: Learn from Nature  
—the smart way!

改變自己  
(王力宏)

新一代的朋友我們好好的加油

大家一起大聲說

Na Na Na Na Na

我可以改變世界

改變自己

改變龜毛

改變小氣

要一直 努力努力

永不放棄

才可以 改變世界

C' mon 改變自己



# 材料化學的新發展

奈米材料

超分子材料

*Science is fun!*

*Thank you for your attentions*

自組裝材料

孔洞材料

淡江化學歡迎你/你

分子間關係

以上各項在淡江化學都看的到、碰的到