

奈米是蝦米？

取材自：王崇人 教授（中正大學化學系）

[神奇的奈米科學]

（科學發展：2002 年 6 月，354 期，48~51 頁）

閱讀以下文章，並回答文末的問題....

奈米科技無疑是近十年來眾所矚目的新興領域。尤其近五年來，世界各國競相投入大筆經費，更說明了它的重要性。1999 年 6 月 22 日諾貝爾化學獎得主思莫雷（Richard Smalley）教授在美國參議院奈米科技聽證會上強調：「奈米科技對於人類未來健康及生活福祉的貢獻，絕對不亞於本世紀電子產品、醫學影像、電腦輔助工程、人造高分子材料等的總和貢獻。」正如微米科技在廿世紀所扮演的關鍵性角色，奈米科技已被公認是廿一世紀最重要的科技產業。

1959 年 12 月 29 日，諾貝爾獎得主李察費曼（Richard P. Feynman）教授在美國物理學會的聚會裡發表演說，暢談沒有任何物理定律限制科學家在原子的微觀條件下改造、操控或組成物質，並大膽與精確地預言，科學家將從這些微小物質之中，發現許多新鮮及豐富的性質。

在介紹這一門科學之初，需要先清楚定義什麼是「奈米科學」。奈米的英文全名是 nanometer，簡寫為 nm，它與微米（ μm ）同樣是長度的單位。1 微米（ μm ）等於 10^{-6} 公尺，在實際生活中，一粒質地很細的痲子粉，它的直徑就大約是 1 微米。而 1 個奈米就等於 1 微米的一千分之一，也就是 10^{-9} 公尺。你能想像將那麼細的一粒痲子粉再平分成一百份或一千份是什麼情況嗎？把「奈米」與「科學」合併起來，乍看之下有一些突兀，怎麼會用那麼微小的長度單位來形容科學？事實是，這只是簡稱罷了。這是近年來為人類知識所開發出來的一項新領域，也就是探討與奈米材料有關的物理、生物與化學性質的學問，簡稱「奈米科學」。

奈米材料的基本特徵

一個原子的大小，大約是介於 0.1 至 0.2 nm 之間，那麼一個奈米材料粒子中所包含的總原子數到底為何？我們以球形的「金」奈米粒子為例，金的原子半徑為 0.16 nm，一顆直徑為 5 nm 的球形金奈米粒子便包含大約 3,800 個金原子。有人可能會問：難道奈米材料的特色就僅止於尺寸小嗎？為何就憑它「小」，這幾年來世界各國都投入巨資推展相關的科技呢？經過十幾年的研究，科學家非常確定地告訴世人，當材料尺度由巨觀到微米，再縮小到奈米時，它所代表的意義並不只是尺寸的縮小，許多嶄新而豐富的物質特性，如光學性質、磁性、電性、導熱性等，亦隨之出現，因此也就衍生了許多新的應用。

奈米材料的小尺寸，造就了表面原子數激增（也就是說表面積對體積的比例大增）與量子效應的出現兩個基本特徵。

我們首先看看表面原子數激增的現象。許多材料的性質與裸露在材料表面上的原子數有直接的關係。例如，非均相催化性質，要求反應物有效地吸附在催化劑的表面上，以利催化反應的進行，以及化學感測器的靈敏度經常與感測體的總表面積有關等。當奈米材料的表面積對

體積的比例大增時，自然使奈米材料成為注目的焦點。我們用金和鈀為例，金與鈀的原子半徑分別為 0.16 nm 及 0.12 nm。附表是估算所得的，在不同大小奈米粒子中的原子數和在表面上的原子所占的比率。從這個表中的數字可以看出，粒子越小，裡面的原子數越少，暴露在表面上的原子所占的比率就越高。當奈米粒子的粒徑小到 1 nm 時，其中的原子，幾乎全部是暴露在粒子的表面上！

奈米粒子中所含的原子數以及表面原子所占的比率與粒徑的關係

奈米粒子的直徑 (nm)	金 (Au)		鈀 (Pd)	
	粒子中的原子數	表面原子所占比率 (%)	粒子中的原子數	表面原子所占比率 (%)
1	30	99	70	97
2	250	64	600	48
5	4,000	25	10,000	19
10	30,000	13	70,000	10
20	250,000	6	600,000	5

奈米材料的另一基本特徵便是量子化效應的出現。量子化是微觀世界中一個普遍的現象，它敘述微觀世界的物質所可以具備的能量或是其他的參數，不會是任何一個值，而是量化的，也就是不連續的。這個量化的現象不同於巨觀世界中能量是連續的狀況。對奈米材料而言，當材料的尺寸由巨觀縮小至接近於數個原子或分子的大小時，其能量狀態的分布由連續轉變為量化的狀態，繼而明顯地影響奈米材料的許多性質。

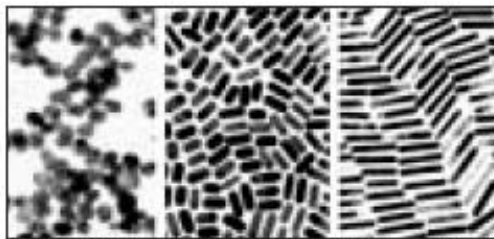
小就是美

再舉一個奈米粒子具光學特性的例子。

「黃金」是非常受人喜愛的金屬，其黃金色澤在金屬材料中深具代表性。但如果將黃金研磨到超微細的程度（奈米粉體），這個黃金色澤便完全消失，紅色隨即呈現出來。金奈米粒子的「紅」，已經利用在很多方面，例如與生化分子結合而應用於檢測的技術。最被大眾熟知的例子便是提供驗孕片的呈色之用。金奈米粒子的紅色，也是量子效應之一例。針對可見光與金奈米粒子的相互作用關係來看，當粒徑等於或是大於入射光的波長時，粒子會吸收及散射入射光；但是當粒徑遠小於入射光的波長時，吸收的效應就相對地大多了。我們知道，可見光的波長範圍大約在 400 nm~700 nm，這些波長比金奈米粒子的直徑都長，但是金奈米粒子並不會吸收所有的可見光，它會特別與 500 nm 波長附近的光作用（正確地說，是發生共振），吸收這些光的能量之後，金奈米粒子的自由電子雲會因而被極化，隨著光波的頻率震盪。因為吸收了較多的綠光以及藍光，所以分散在水溶液之中的金奈米小球會呈現清楚的紅色。



操控金奈米粒子的形狀，可以調變所呈現的顏色。



金奈米粒子的電子顯微鏡影像圖，由左至右：結構由球狀至越來越長的奈米圓柱，球形的直徑大約為20nm，圓柱形粒子的直徑約為10nm。

一個最近的奈米生物技術的例子。

未來的人造胰臟，說明了運用後者的美妙成果。利用現今的微機電技術裡的光刻技術，製造一種穿透膜，其中布滿了微細的孔洞，其孔徑大小是均勻的 18 nm。若是將胰腺細胞裝進布滿奈米孔的膜中，因為極微小孔徑的關係，使得埋在其中的胰腺細胞所分泌的胰島素以及其他的小分子如氧和葡萄糖得以順利穿透進出薄膜；但相對地，人體內免疫系統所分泌的較大抗體分子如免疫球蛋白 G (immunoglobulin G) 卻無法穿透而入，破壞胰腺細胞。這很可能是糖尿病患者的一大福音。

回答以下問題...

1. () 奈米科技之所以成為廿一世紀最重要的科技產業，其原因為下述何者？
 - (A) 世界各國都投入巨資推展其相關的科技。
 - (B) 科學家在原子的微觀條件下改造、操控或組成物質，科學家將從這些微小物質之中，發現許多新鮮及豐富的性質，而這將改變我們的生活。
 - (C) 諾貝爾化學獎得主思莫雷 (Richard Smalley) 教授的預言。
 - (D) 電子商業產品輕薄短小的趨勢所趨。

2. () 以下關於長度單位的敘述，何者正確？(A) 微米比奈米小 (B) 微米是毫米的百分之一 (C) 奈米是十億分之一公尺 (D) 質地很細的痲子粉，直徑是 100 nm。
3. () 奈米級的黃金粉體，其呈現紅色的原因是？(A) 黃金的原子本來就是紅色 (B) 金奈米粒子與 500 nm 波長附近的光共振，而吸收了較多的綠光以及藍光所致 (C) 因金奈米粒子的直徑比可見光波長還常所致 (D) 金奈米粒子吸收了所有可見光所致。
4. () 一個原子的大小，大約是多少奈米？
(A) 0.2 nm (B) 100 nm (C) 18 nm (D) 1 nm。
5. 奈米材料的小尺寸，造就了兩個基本特徵：_____與_____的出現。

[參考答案]

1. B

2. C

3. B

4. A

5. 表面原子數激增；量子效應