

奈米材料在生活上的應用



周文釗／彰化高中

一九六五年諾貝爾物理獎得主理查·費曼 (Richard Feynman) 曾在一九五九年提出一個驚人想法：「將一整套大英百科全書全部寫在一個針尖大小的空間上」，以科學觀點而言，只要縮小四千萬倍即可。一九六六年播映的科幻電影「聯合縮小軍」(Fantastic Voyage) 中曾出現這一幕：「注射針筒內隱藏著肉眼無法看出的極微小物質——一艘載有五名裝備齊全科學家的潛水艇。潛水艇隨著注射針筒，咻的一聲被注射進入病人血管中，科學家精準地來到充滿病菌的患部，消滅細菌並修復傷口，然後再隨眼淚排出體外。」在 37 年前，這或許是個瘋狂的想像，但在今日，卻是可藉由奈米科技真實地呈現。

奈米事件簿

時間	發 展
西元 1959 年	理查·費曼首次清楚地提出操作及控制微小物質的概念。
西元 1974 年	日本科學家谷口首次使用「奈米科技 (nanotechnology)」一詞，描述小於微米的機械及物質。
西元 1981 年	IBM 研究員發明掃描式穿隧顯微鏡，成為奈米科技發展的主要研究儀器。
西元 1986 年	德萊思勒 (Eric Drexler) 發表 Engines of Creation 一書，使奈米科技成為熱門詞彙。
西元 1991 年	NEC 研究員飯島澄男發現奈米碳管，此新元件可能成為未來許多電子元件的主要材料。
西元 1998 年	荷蘭 Delft 科技大學由 Cees Dekker 所領導的研究小組，成功研發製得以奈米碳管為材料的電晶體。
西元 2000 年	美國總統柯林頓宣布「國家奈米創新計畫」投入大量預算發展奈米科技。
西元 2002 年	各國已成功製得各種奈米產品，包括民生用品如衣服、網球、馬桶……，以及軍方用品。
西元 2010 年	預估電腦產業以及半導體將因奈米科技而有爆炸性進展。
西元 2020 年	預估奈米科技將使生物科技大幅躍進。

物質新性質－奈米現象

奈米 (nanometer) 是一個長度單位，為 10 的負九次方或十億分之一公尺，如果將地球的尺寸微縮十億分之一，則只剩一個彈珠的大小。對化學家而言，奈米級物質包含幾百個原子、分子，但是彼此間交互作用仍相當複雜，而許多性質也因而隨著改變。例如奈米金粒子不再呈現金色，而且原先非常穩定的化學性質，也因達到奈米級的大小，而變成不安定的催化劑；最有用的是可將穩定、不易變質、具毒性的一氧化碳轉成二氧化碳，目前轉化率可達 50 % ~ 60 %，未來應可將轉化率提昇趨近 100 %，將可製做救火隊最需要的防毒面具。

奈米級物質的許多性質，例如透光、導電、導熱、磁性、腐蝕、氧化、活性等性質均極有可能產生改變。也就是進入奈米級，所有物質等皆可能變成一種新物質，這也是奈米科技發展無可限量的原因。一般定義小於一百奈米的顆粒就是奈米級，製做出來的產品就是奈米產品。這種奈米顆粒表面積比例較大，由於遠紅外線物質、負離子物質、光觸媒等的價格均不低，若是粒子太大，表面積比例太小，效率無法充分發揮，反而不符合成本效益，奈米科技正好突破此一困境，這也是近年奈米產品陸續上市的主要原因。

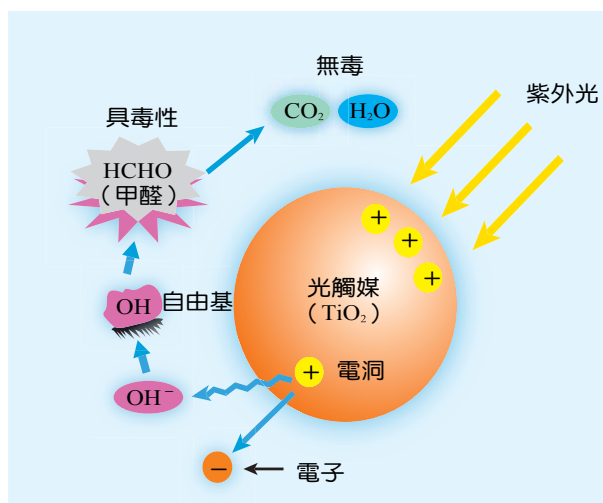
美麗新世界－奈米應用

「奈米」是現今最流行的科技名詞，聽起來很「高科技」，但是在我們生活環境中，早已有許多奈米產品，不知不覺之中存在於我們的周遭。

殺菌一級棒的奈米光觸媒

SARS 疫情爆發後，「奈米光觸媒」成為暢銷商品之一，在總統府帶領使用下，很多機關團體都噴塗了奈米光觸媒，奈米光觸媒一夕間也成為熱門科學名詞。要瞭解什麼是奈米光觸媒，須先瞭解何謂光觸媒？

「光觸媒反應」的原理如圖所示，工業上常使用的二氧化鈦（ TiO_2 ，俗稱鈦白粉），可作為光觸媒的原料，藉由紫外光或太陽光的照射，使觸媒表面的電子因吸收足夠能量而脫離，脫離之後在電子的位置便形成一個帶正電的電洞，此正電洞會將附近水分子所游離出的氫氧基（ OH^- ）氧化（即奪取 OH^- 的電子），使其成為活性極大的氫氧自由基（OH radical），此氫氧自由基若遭遇有機物質，將從有機物質奪回電子，有機分子因鍵結被破壞而分崩離析，大部分的污染物或病源體多半是碳水化合物，分解之後會變成無害的 CO_2 和 H_2O ，如此就可以達到消毒及殺菌的目的。



▲光觸媒之催化反應機制圖
(取自 <http://www.photocatalyst.co.jp>)

因為二氧化鈦的氧化力強、化學性質安定，且無毒性。所以自 1972 年發現至今，已成為口罩、光觸媒家電（冷氣、空氣清淨機、除濕機、電扇）等民生用品的最愛。二氧化鈦也是一種半導體，要使二氧化鈦的電子由價帶（valence band）躍遷至傳導帶（conduction band）並脫離材料表面，外來光源必須提供足夠的能量才能使電子跨越能隙（band gap），二氧化鈦能隙的寬度為 3.27eV，所對應的波長為 380nm，屬於紫外光的範圍，因此，波長超過 380nm（即能量小於 3.2eV）的光源無法使二氧化鈦發揮光觸媒的功能。



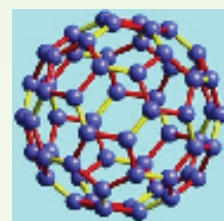
小常識

C_{60} -碳六十 (Buckminsterfullerene)

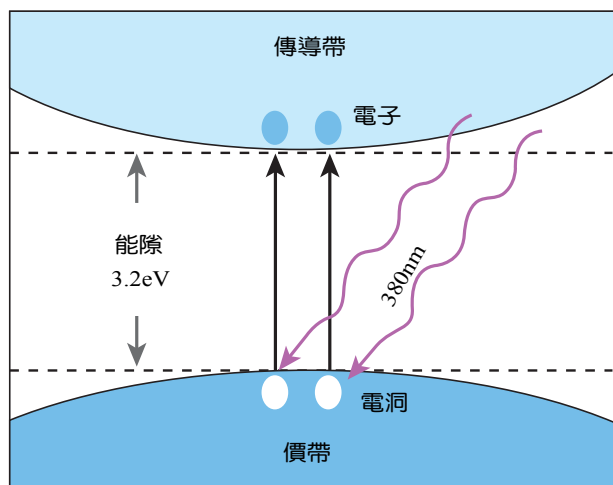
C_{60} 是由 60 個碳原子所組成，其結構如圖所示。外形像一顆英式足球，是目前已知對稱性最高的球狀分子，也是除了石墨(graphite)及金剛石(diamond)以外，第三個被發現的碳同素異形體(allotropic form)。

C_{60} 分子的直徑為 7.1 埃，密度為 1.68 克/毫升，在室溫下呈紫紅色固態分子晶體。它與鑽石一樣不具導電性，但在 18K 時具有超導性；研究顯示，它是以晶格裡的電洞來傳導電流（類似 p 型半導體），若加入其它分子（例如三溴甲烷）來拉長晶格間距，還可以有效地提昇其超導相變溫度至 117K。

資料來源：奈米科技網：<http://nano.nchc.org.tw/>



▲由 20 個六角形及 12 個五角形所組成的 C_{60} 模型



▲二氧化鈦電子受激躍遷示意圖

根據一位韓國教授的研究，紫外光加奈米光觸媒，半小時後附著其上的細菌只剩百分之四十，兩小時內幾乎全部死光。但若室內一片漆黑，細菌不會死。目前尚未有文獻記載奈米光觸媒也能殺死病毒。且再於紫外線會被玻璃擋住，所以光觸媒在室內殺菌效果有限；另外也有電影院標榜噴塗奈米光觸媒，根本是在欺瞞消費者，烏漆抹黑的電影院中哪來紫外光？又如何消毒？

光觸媒具有分解污染物質的能力，在應用上具有空氣清淨、脫臭、防污、淨水、抗菌等功能。應用奈米高科技將二氧化鈦製成奈米級顆粒，則可大幅度增加表面積與體積的比例，溶於水後塗在牆壁上，當有機物、污染物或細菌吸附到牆上，接觸奈米光觸媒就會被分解成



▲光觸媒之五大功能
(取自 <http://www.photocatalyst.co.jp>)

二氧化碳和水，達到殺菌的效果。

可待機一百天的奈米電池

六年前工研院的研究人員發現，將不織布表面做奈米化處理之後，可運用在可重複充電電池的電池隔膜材料上，一方面可增加電池的使用壽命，一方面可增加電池的可充電次數，由三百五十次提高到五百次，延長電池使用年限約一年。如果電池正負極也做奈米化處理，效用還可提升，容電量最高可提高兩倍至三倍，而體積則可縮小至原來的 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{1}{3}$ ，以臺灣的奈米技術來看，五年內奈米電池的發展可望使手機待機長達一百天（目前最長一星期）。

穿出健康的奈米布料

目前國內已將會放出遠紅外線和會產生負離子的兩種奈米級材料與纖維組合，紡成紗再織出

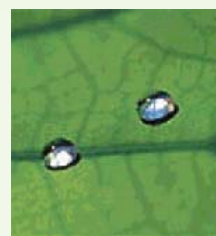


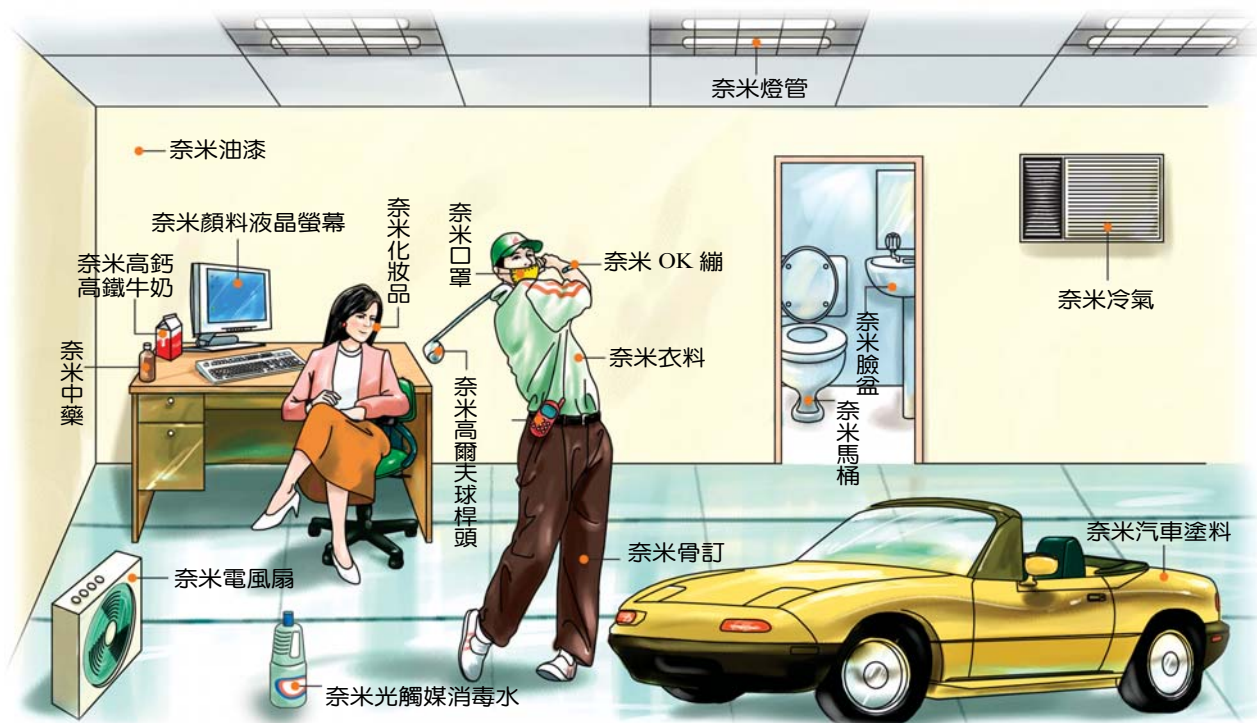
小常識

蓮花效應 (Lotus Effect)

蓮花效應主要是指蓮葉表面具有超疏水(superhydrophobicity)以及自潔(self-cleaning)的特性。由於蓮葉具有疏水、不吸水的表面，落在葉面上的雨水會因表面張力的作用形成水珠，換言之，水與葉面的接觸角(contact angle)會大於140度，只要葉面稍微傾斜，水珠就會滾離葉面。因此，即使經過一場傾盆大雨，蓮葉的表面總是能保持乾燥；此外，滾動的水珠會順便把一些灰塵污泥的顆粒一起帶走，達到自我潔淨的效果，這就是蓮花總是能一塵不染的原因。

資料來源：奈米科技網：<http://nano.nchc.org.tw/>





▲生活中的奈米科技產品

具備保暖、抗菌、除臭功能的布料，然後做出各式衣服，以及製造出前一陣子最熱的商品——口罩。另外還有奈米OK繃和痘痘貼，應用的原理是一樣的，只是布料不用那麼細，因此可以增加遠紅外線和負離子材料劑量。奈米OK繃和痘痘貼可以預防細菌感染，又可以促進細胞活化、減少傷痕，是醫療材料的新革命。

不沾污垢的奈米釉

目前我們所使用的馬桶、臉盆等陶瓷做成的衛浴設備，看起來、摸起來都非常光滑，但若用高倍率顯微鏡檢視，會發現其實陶瓷表面凹凸不平，因此污垢容易沾附，細菌隨之孳生。和成公司和東陶公司已相繼發展出奈米級

釉料，塗上奈米釉藥的陶瓷表面變得非常光滑，污垢就不容易附著。如果衣服纖維中含有奈米陶瓷顆粒，可製成不沾灰塵又保暖的衣物，例如市面上已有奈米外套的產品。相似的道理，最近有一些大汽車廠正研發特殊的奈米塗料，塗佈在汽車外殼，這樣的汽車就不需要洗車了。

殺菌用的奈米燈管

光觸媒做到奈米級大小，直接鍍到日光燈管玻璃纖維表面，由於材料粒子極小，完全不會影響玻璃的透光性，而且鍍在相較之下凹凸不平的燈管表面，也非常牢固。家電產品加裝空氣清淨燈管的已有捕蚊燈、電熱器、烘碗



小常識

量子點 (Quantum Dots)

量子點是準零維(quasi-zero-dimensional)的奈米材料，由少量的原子所構成。粗略地說，量子點三個維度的尺寸都在 100 奈米(nm)以下，外觀恰似一極小的點狀物，其內部電子在各方向上的運動都受到侷限，所以量子侷限效應(quantum confinement effect)特別顯著。由於量子侷限效應會導致類似原子的不連續電子能階結構，因此量子點又被稱為「人造原子」(artificial atom)。科學家已經發明許多不同的方法來製造量子點，並預期這種奈米材料在二十一世紀的奈米電子學(nanoelectronics)上有極大的應用潛力。

資料來源：奈米科技網：<http://nano.nchc.org.tw/>

機，但是最引人注意的是附有殺菌燈管的電風扇，由於燈管表面積很大，清淨空氣效果很好。

奈米中藥、化妝品、黃金

中藥材奈米化之後，可以提高人體的吸收率與發揮醫療功效，取代過去費時的熬煮方式。奈米化妝品的關鍵技術在於製作奈米級的囊球，以及將所需的活性成分放進去，使囊球可以下沉到表皮層內，增加產品效果。而奈米級黃金則可以加在酒裡，加速熟化過程，會讓酒變得更為香醇。

奈米技術也可應用到食物的製作上，例如小孩成長過程中必須多喝的牛奶，牛奶的成分一般是碳酸鈣和焦磷酸鐵，所以多添加鈣、鐵，營養會更好。但是碳酸鈣加多了容易沉澱，若為避免沉澱而添加安定劑，牛奶又會變得過於濃稠不好喝；而焦磷酸鐵被人體吸收率較低，但若換成添加其它鐵的化合物，牛奶易產生鐵銹味，顏色也會變成淡紅色。為克服這些問題，只要將碳酸鈣和焦磷酸鐵製作成奈米級大小的超微細粒子，加入牛奶中，不但不易產生沉澱，亦可減少安定劑的使用，也較容易被人體吸收。

奈米醫療材料

可被人體吸收的縫合線和骨釘也是奈米科技的產物，以前開刀縫合的縫合線須拆線、骨科手術所植入的不鏽鋼骨釘，也要再開一刀取

出。目前已有以奈米級的玉米、澱粉和類似葡萄糖結構的聚乳酸顆粒，混合後製作出會被人體吸收的縫合線和骨釘，避免傷者拆線或多挨一刀的痛苦。

高球桿頭奈米化

過去人們在高爾夫球桿頭塗油，讓桿頭變平滑，缺點是必須常塗，而且會使桿頭看起來髒髒的，奈米高爾夫球桿，用奈米級顆粒將顯微鏡下凹凸不平的桿頭鋪平，使得桿頭變得堅硬而平滑。

奈米熱的省思

隨著奈米科技逐步邁向商業化產品的市場，大家對於發展奈米科技的爭議也逐漸擴大。目前歐洲已經有許多團體開始質疑，是否應該規範奈米科技的發展。研究證據指出，奈米碳管能夠將藥物傳遞至腦部的奈米物質，同樣可能將毒物帶入人體，這些微細的奈米物質，甚至可能是「下一個石棉」，另一方面也擔心萬一奈米物質被細菌吸收之後，可能進入食物鏈而導至災難性的結果。相對於目前奈米熱而言，對奈米是否危害人類及生態的研究可說是一片空白。在科技美景的背後，人類應同時思考，是否也該付出一部分的金錢、人力研究奈米的潛在危險。畢竟在人類科技史上已有核能、複製羊等充滿爭議的科技發明，這也是全球奈米熱潮應有的省思。



小常識

光觸媒 (Photocatalyst)

工業化後，人們生活水準雖獲得改善，但是伴隨而來的卻是環境污染以及能源危機，光觸媒技術就在這樣的時空背景下因應而生。光觸媒技術能有效處理液相污染物中的氯苯有機物、氯酚化合物、氰化物、金屬離子等污染物質；在空氣污染方面，光觸媒技術也能有效處理如氧化氮(NO_x)、氧化硫(SO_x)等污染物質。由於光觸媒在反應中僅扮演催化劑角色，本身並不會消耗掉，又沒有不良副作用，因此成為防治空氣及水河川污染的綠色尖兵。

為了擴大光觸媒的應用範圍，日本已成功開發出可見光(390~780 nm)適用的光觸媒；另一方面，應用奈米科技將二氧化鈦製成奈米級顆粒，則可藉由大幅增加表面積與體積的比例，提高光觸媒作用的效率。這些發展預期將帶動更多的光觸媒應用。 資料來源：奈米科技網：<http://nano.nchc.org.tw/>