



自然界中的奈米現象

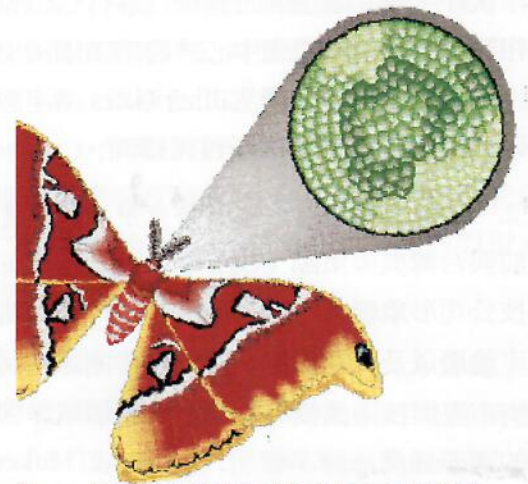
文・圖／呂宗昕（化工系教授）

「奈米」兩字儼然是二十一世紀高科技的代名詞，但是你可知道早自千百萬年前，造物者之巧手便在許多生物體內創造出各式奈米粒子或奈米構造，使其展現各種特殊的功能或形態。在自然界中，小至病毒、細菌，大到萬物之靈的人類，甚至是海洋中的巨鯨，都可發現奈米級結構的存在。

自潔的荷葉與不反光的飛蛾眼睛

在植物園或郊外，我們常可看到荷葉上有水珠會滾來滾去。德國的植物學家 W. Barthlott 觀察到，荷葉上的水珠是一顆顆圓滾滾的，而其他葉片上的水珠則不然。他以電子顯微鏡檢視，發現荷葉具有奈米結構【1】，在葉面有許多突起狀的表皮細胞，上面又覆蓋著長度約 100 奈米的疏水性含蠟絨毛。因為表皮細胞之間隙充滿了空氣，大幅縮小水珠與葉面的接觸面積，細微含蠟絨毛的結構使水珠更加不易附著於荷葉上。只要有輕風吹拂，水珠在荷葉表面便可快速移動，將灰塵帶走。此種荷葉的「自潔效應」目前已經被應用於具有防污功能的大樓玻璃、室內外磁磚上。

飛蛾眼睛的角膜表面具有奈米級的微小突起，具有低反光性，看起來異常的漆黑，在夜間飛行時，不容易為敵人所察覺（圖一）。此種特性稱為蛾眼效應（moth eye effect）。目前已有公司依據此種原理，成功開發出不會反光的玻璃，將來可望廣泛運用在眼鏡鏡片、電視及電腦螢幕、汽車玻璃、甚至是展示櫥窗上，具有龐大的潛在商機。

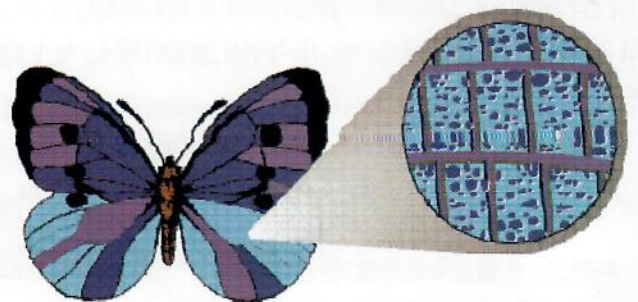


圖一：角膜表面具有奈米級突起的飛蛾眼睛。

圖片來源：圖解奈米科技與光觸媒（商周出版社）

披著彩衣的生物與會回家的動物

某些生物的顏色特別繽紛燦爛，讓人驚豔不已，有的甚至從不同角度觀看還能呈現彩虹般的色澤，例如蝴蝶翅膀及甲蟲殼。人們最早以為這與生物體內所含的色素有關，不過後來科學家們發現關鍵在於稱為光子晶體（photonic crystals）的顯微結構。凡一種物質呈特殊的週期性排列，可以反射特定波長的可見光，便屬於「光子晶體」。以蝴蝶為例，某些蝴蝶的翅膀能顯現五彩斑斕色澤，這是因為其翅膀上的鱗片具有此種類似光子晶體、週期在數百



圖二：具有光子晶體結構的蝴蝶翅膀。

圖片來源：圖解奈米科技與光觸媒（商周出版社）

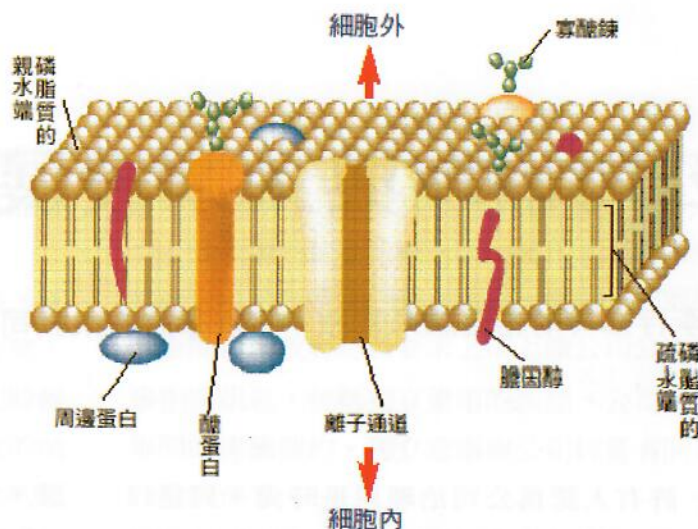
奈米左右的網狀結構（圖二）【2】，可將特定顏色的光反射，隨著觀看角度的不同，顏色也會有所改變。

許多人有搞不清楚東西南北的迷路經驗，但是某些昆蟲及動物擁有與生俱來的辨識方向的本能，例如螞蟻、蜜蜂、鴿子和鮭魚等，即使離家千里之遙，還是能找到回家的路。近來科學家們在這些生物體內發現奈米級磁性粒子的存在【3】，這些奈米磁性粒子可以感應到地球磁場的細微差異，功用就像是生物的磁羅盤或導航系統一般，能幫助這些生物辨識回家的方向。

下水後的船艦，不消多時船殼即開始鏽蝕，甚至附著了許多會加快侵蝕速度的海洋生物，行船摩擦力因此增加，從而影響船速及耗油量，所以船體抗污的研究過去一直著重於開發超級平滑、讓生物體無法附著的表面。反之，終其一生在海中生活的海豚及鯨魚，卻能常保平滑乾淨的皮膚。研究人員發現海豚的皮膚儘管看似極為光滑，但表面其實佈滿了奈米尺寸的微小突起，小到足以讓有害的海洋微生物無法附著其上，卻又不至於增加海豚游動時的摩擦力。仿效海豚皮膚的奈米材料，成了抗污船體的新研究方向。

人類的生命肇始於奈米

DNA 是攜帶人類遺傳密碼的重要物質，其直徑只有 2 奈米，所以人類的生命可謂是肇始於奈米。細胞核中有兩種重要的聚合酵素（polymerase），分別負責 DNA 的複製以及從 DNA 轉錄出 RNA，此兩種酵素的分子大小僅在 15 奈米左右。人體細胞以細胞膜來分隔細胞內部與外在環境，細胞膜的厚度約在 7 ~ 10 奈米之間，膜中有離子通道（ion channel）可控制鈣、鉀、鈉、氯離子的進出，這些離子通道的內徑約僅有 1 ~ 2 奈米寬（圖三）【4】。細胞內的核糖體（ribosome）直徑約 25 奈米，負責以 RNA 為模版，將個別氨基酸組合成長鏈狀以構成蛋



圖三：有奈米通道的人體細胞細胞膜。

圖片來源：圖解奈米科技與光觸媒（商周出版社）

白質，進而執行人體的各項功能。在血管中負責運送油性成分的載體稱為脂蛋白（apolipoprotein），低密度脂蛋白的粒徑介於 25 ~ 30 奈米，高密度脂蛋白的粒徑僅有 7.5 ~ 10 奈米。這些奈米物質在人體中扮演各種不同重要角色。

當傾力發展奈米科技之際，不妨看看我們的周遭。「師法自然」或許能為研究人員帶來創新靈感，並提供另一種思考途徑與模式。解決題的答案也許不在實驗室，或許就在我們的身體裡或就在自己的生活中。[圖]

參考文獻

- 【1】 W. Barthlott and C. Neinhuis, *Planta*, 202, 1, 1997
- 【2】 P. Schewe, J. Riordon, and S. Stein, *Physical News Update*, 622, 1, 2003
- 【3】 I. Safarik and M. Safarikova, *Monatsh. Chem.*, 133, 737, 2002
- 【4】 A. Lee, *Curr. Biol.*, 11, R811, 2001

呂宗昕

小檔案

現職：台大化工系教授

學歷：台灣大學化工系學士

日本東京工業大學無機材料系碩士

日本東京工業大學無機材料系博士

經歷：美國柏克萊大學及勞倫斯國家實驗室博士後研究員

台灣大學化工系副教授

研究領域：奈米電子與光電粉體材料、LED 螢光材料、電子陶瓷材料、鋰離子電池、被動元件材料、半導體薄膜製程