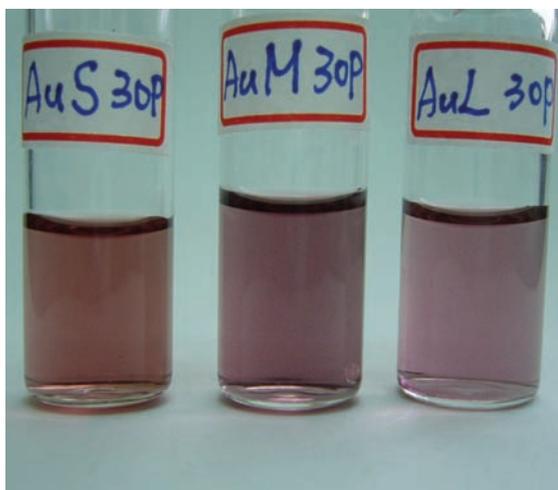


不同大小的奈米金溶液所呈現的顏色也不同（粒徑由左至右增大）



# 奈米金與銀的妙用

■ 嚴鴻仁 徐善慧

金與銀是大家愛不釋手的金屬飾品，  
人們總覺得愈大愈多，  
愈能顯現出它們的貴重。  
但你可能不知道，當變得很微小時，  
其實更能顯現它們的真正價值！

## 奈米是啥米

近來「奈米」這個名詞頻頻出現在日常生活中，市面上琳瑯滿目的產品，舉凡奈米啤酒、奈米馬桶、奈米冷氣，甚至奈米水，使得社會大眾一頭霧水！這些奈米產品是真的有特殊效用，抑或只是商人謀利的噱頭？

奈米是長度單位，1奈米等於十億分之一公尺，約為人類頭髮直徑的十萬分之一！通常材料尺寸小於100奈米時，稱為「奈米材料」。但奈米有何魅力，能讓各個領域的科學家趨之若鶩地投入研究呢？科學家發現，當一種材料的尺寸微小化到奈米程度時，它的物理及化學性質都會有大幅度的變化。這一特性引起了人們極大的關注，而開始開發各種不同的奈米材料，例如奈米塑膠、奈米金屬、奈米陶瓷、奈米磁性材料等。這些材料的特殊性質主要源自於奈米化後產生的表面效應、尺寸效應和量子效應。

奈米材料目前已廣泛運用於很多領域，諸如醫藥、資訊、光電、化工、生物工程等。想想看，如果能利用奈米機械人在身體內來回穿梭，清除體內的癌細胞，或幫你疏通阻塞的血管；或能把一整個圖書館的書全塞進一個指甲大小的記憶體裡，以後學生上課



金具有許多特殊功用，常添加入各種食材及日常生活用品中。

只需要攜帶一個小小的記憶卡，就可以包含所有上課的教材，不必再背著厚重的書包上下學；或能發明出具有自潔及殺菌作用的衣服，可以永遠不用洗，那會是多美好的事。在未來，這些都可能因奈米科技的發展，而不再是天馬行空的神話！

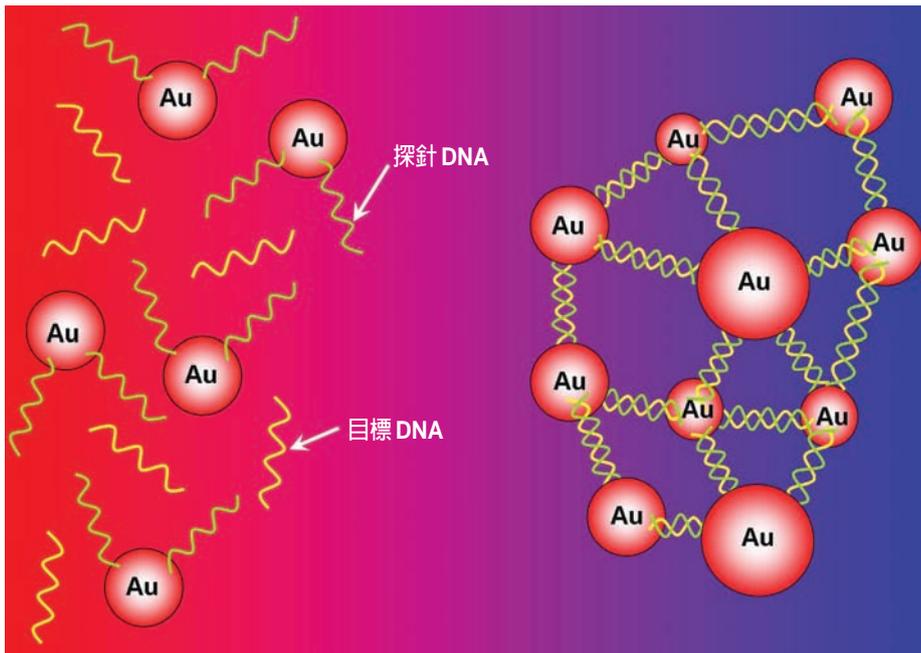
有人說 21 世紀是一個沒有病痛的生物科技時代。生物科技正因奈米科技的發展而有了重大的突破，因此不少科學家覺得，人類接下來要迎接的是生物科技時代，更是一個奈米時代！

### 奈米科技中的黃金戰士

古今中外，黃金一直被認為是高貴的象徵，金光閃閃的外表總是吸引了眾人的目光。金是一種極為安定且具抗氧化功能的材料，因此除了裝飾的用途外，在日本，金也當作一種養生食品，添加在茶、酒及各種食材中；在歐美，金用在除皺、美白等化妝保養品中；又因金具有極佳的生物相容性，在醫學上也常製作成假牙、心血管支架。但是當金材料的尺寸縮小到

**因為金有良好的生物相容性，  
而且奈米化的金表面具有特殊效應，  
容易與硫氫基結合，所以奈米金常用於生物醫學上的檢測、疾病診斷及基因偵測。**

奈米金容易與蛋白質結合，如抗體、酵素或細胞激素，最普遍的例子就是在驗孕棒上的應用。



先以奈米金結合帶有遺傳疾病基因序列的單股 DNA 做成試劑，若待測樣品中含有可配對的 DNA 序列，奈米金顆粒會因 DNA 鹼基配對而聚集，顏色則由紅變藍。

上單股的 DNA 做成試劑，當待測樣品中含有另一互補的 DNA 鏈段時，因為鹼基的配對，會使得含有 DNA 鏈段的奈米金聚集在一起，形成較大的團聚物，這時奈米金的顏色會由原本的紅寶石色變成藍色。利用這個現象，便可用奈米金製作能檢測許多遺傳疾病的 DNA 晶片。只要取一滴血滴在晶片上，送入電腦做分析，不一會兒便可知基因可能帶有哪些潛在的遺傳疾病，有助於遺傳疾病的預防與治療。

奈米等級時，它的大小遠小於光的波長，由於「表面電漿共振」的效應，某些光波會被奈米金吸收，導致金不再金光閃閃，而是呈現紅寶石色。

很早以前，人們便懂得拿奈米金當作紅寶石色玻璃或陶瓷的原料，最有名的例子就是考古學家發現的在西元前 4~5 世紀的羅馬酒杯 (Lycurgus cup)，它的反射光是綠色，穿透光卻是紅寶石色。其他像許多歐洲古老教堂的彩繪玻璃，也都發現含有奈米金的成分。除了顏色外，奈米金的熔點、硬度等性質與黃金都有很大的不同。由於奈米金具有許多獨特的性質，近年來許多科學家紛紛投入研究，奈米黃金的技术及應用也以驚人的速度成長，舉凡電子、半導體、觸媒、染料、生醫等領域中，都可以發現它的蹤跡。

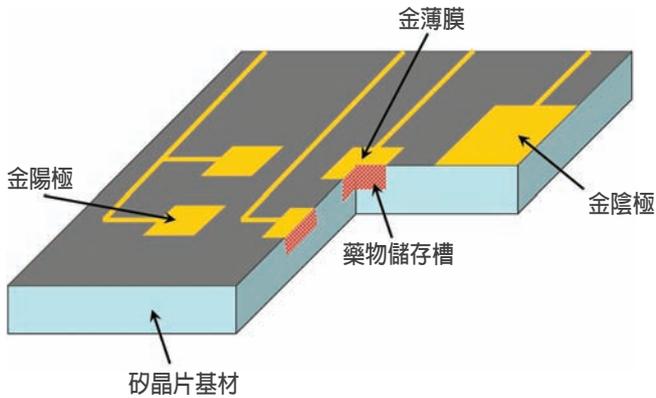
**在醫學檢測上的應用** 因為金有良好的生物相容性，而且奈米化的金表面具有特殊效應，容易與硫氫基結合，所以奈米金常用於生物醫學上的檢測、疾病診斷及基因偵測。

美國西北大學莫京 (Mirkin) 博士在 1996 年發現，奈米金可與 DNA 輕易結合，若先在奈米金表面接

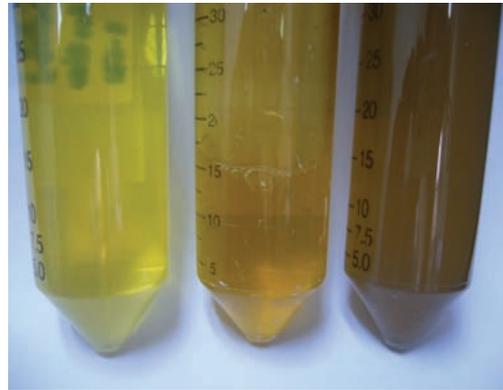
奈米金也容易與蛋白質結合，如抗體、酵素或細胞激素，最普遍的例子就是在驗孕棒上的應用。懷孕的女性會分泌一種特殊的荷爾蒙 hCG (human Chorionic Gonadotropin, 人絨毛膜促性腺激素)，把懷孕女性的尿液滴在含有奈米金試劑的驗孕棒上，hCG 荷爾蒙便會與奈米金反應呈現紅寶石色，如此就可得知懷孕與否。此外，也有科學家利用奈米金結合特殊的抗體，用來做為標的癌細胞的工具。利用奈米金的方法，比傳統的方法靈敏且準確，未來在基因學、免疫學、臨床診斷等方面極具開發價值。

**在藥物釋放上的應用** 金在生物醫學上的另一個妙用，是在「藥物釋放晶片」上的應用。美國麻省理工學院以設計好的矽晶片做為基材容器，把要傳送的藥物填充在容器中，再鍍上奈米金薄膜覆蓋於容器上，薄膜只有 300 奈米厚。然後把晶片植入或吞入體內，醫生或病人只要經由微處理器控制晶片釋放微弱的電壓，便可使金薄膜溶解，把一定量的藥物釋放出來，也可控制每一藥劑釋放的時間及地點。此外，因為金具有良好的生物相容性，所以金薄膜在體內溶解

近年來由於奈米科技的發達，銀被製作成奈米顆粒，發現也有明顯的抗菌效果，且在利用上比銀離子更具潛力。



以金薄膜控制藥物釋放的晶片示意圖



不同大小的奈米銀顆粒懸浮液（粒徑由左至右增大）。

出來的金，並不會在體內引起毒性或發炎反應。

**在關節炎治療上的應用** 金的複合物長久以來便被當作一種調節關節炎的藥物，但部分病人在使用這類藥物時，會引起有害的副作用。成功大學基礎醫學研究所吳昭良博士實驗室發現，把奈米金施打入患有類風濕性關節炎老鼠的關節中，奈米金會與誘發類風濕性關節炎的內皮細胞生長因子結合，並抑制血管新生，達到抗關節炎的效果。

**其他應用** 黃金是種非常安定的材料，奈米金卻可以當作觸媒使用。日本的科學家發現，奈米金是能把一氧化碳氧化成二氧化碳的觸媒，因此可利用於口罩、防毒面具、熱水器等，防止一氧化碳中毒。與工業上常用的白金觸媒相比，白金觸媒需要在高溫下進

行反應，且不能有水汽，而奈米金觸媒在室溫下就能進行反應，且不受水汽影響。另有研究指出，奈米金具有抗自由基的能力，是維生素C的80倍，因此奈米金也可添加在生醫材料中，增加材料在體內的安定性。

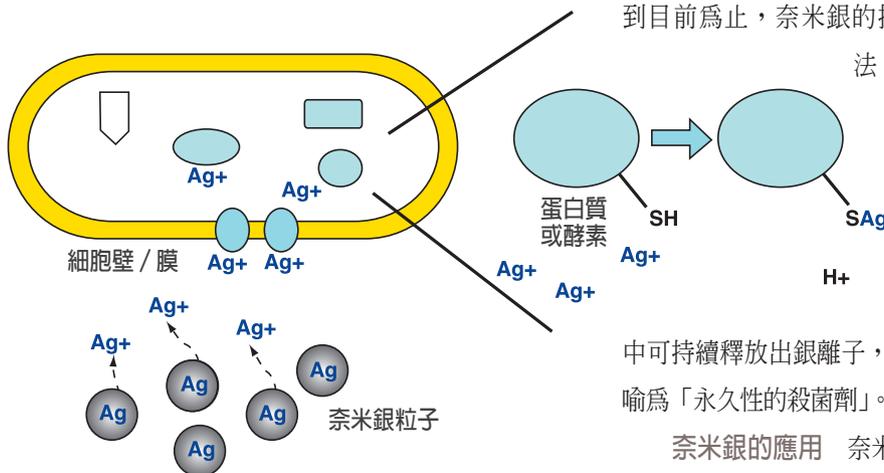
## 殺菌高手奈米銀

銀是生活中常見的一種亮白色金屬，性質安定，很早以前人們便懂得把銀拿來製造貨幣、器皿或銀飾，而目前在電子工業及底片的製造上，也有相當大的用量。銀也具有非常良好的導電性及導熱性，但因單價較高，所以在導電導熱材料上的使用遠不及銅普遍。

市面上已有許多琳瑯滿目的奈米銀抗菌產品，但到目前為止，奈米銀的抗菌機制仍有許多不同的說

法。一般認為銀經奈米化後，表面裸露出的銀原子急遽增加，在溶液中能解離出許多銀離子，而這些銀離子便是抗菌的主要功臣。此外，奈米銀粒子在溶液中可持續釋放出銀離子，長期保有抗菌功效，因此被喻為「永久性的殺菌劑」。

**奈米銀的應用** 奈米銀的抗菌應用已經充斥在我們的周遭，舉凡日常生活用品、紡織衣物、化妝品的



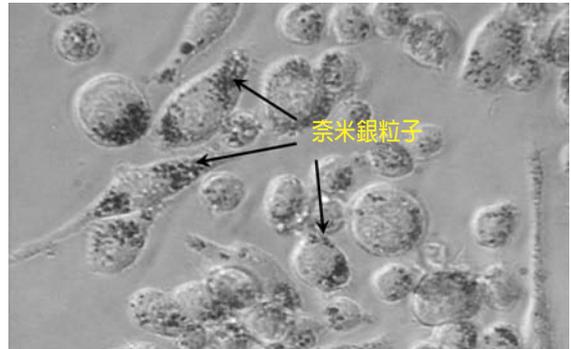
奈米銀的殺菌機制

抗生素是目前使用最廣泛的醫療抗感染藥物，但也由於使用的氾濫，導致細菌產生抗藥性，使得有些病症面臨無藥可用的地步。

奈米銀因為其特殊的殺菌機制，不會有細菌產生抗藥性的問題。



在PU中添加少量的奈米銀來增加材料的抗菌性質



奈米銀顆粒遠比細胞小，很容易被細胞吞入並累積在細胞中。

抗菌，到冷氣機、洗衣機等家電的抗菌功能，都可見到奈米銀的身影。

在醫療上也開發出多種奈米銀的應用，例如在床單被套、止血紗布或導管中添加奈米銀，可防止細菌的滋生及疾病的傳染，也可降低病人在手術時被病菌感染的機率。另外，把奈米銀混入人工皮膚敷料中，使用在需要長期利用敷料保護傷口的燒燙傷病患身上，可有效地避免細菌感染的問題。

近年來，奈米銀的研究更發展至運用於人體的植入材料方面。例如，添加在固定人工關節的骨水泥中取代傳統的抗生素，可抑制細菌的滋生，避免術後造成的組織感染。此外，研究也指出奈米銀可以殺菌，但不會對骨細胞產生毒性。

**與其他抗菌劑的比較** 抗生素是目前使用最廣泛的醫療抗感染藥物，但也由於使用的氾濫，導致細菌產生抗藥性，使得有些病症面臨無藥可用的地步。奈米銀因為其特殊的殺菌機制，不會有細菌產生抗藥性的問題。與直接利用銀離子殺菌比較，銀離子容易與體內的氯離子結合，產生氯化銀沉澱，進而誘發體內的免疫反應。而以奈米銀當作抗菌劑，不僅對細胞的刺激性及毒性都較低，抗菌時效也比較久。

與幾年前因為SARS而火紅的殺菌劑光觸媒二氧化鈦相較，利用二氧化鈦殺菌，需要足夠的紫外光光源來產生氧化作用殺死細菌，在光源較不足的室內，殺菌能力便大打折扣，且氧化作用產生的自由基可能對

細胞也有傷害。而奈米銀不需仰賴其他物質的激發，本身就可產生殺菌作用。但奈米銀因為顆粒小，安定性不佳，彼此間容易聚集成大顆粒，而降低抗菌效果。因此如何把奈米銀均勻地分散在材料中，是製作奈米銀產品的最大課題。

## 奈米材料的隱憂

奈米科技顛覆了人們傳統的思維，為人類帶來了科技上重大的革命。目前各國都積極投入奈米相關的研究，美國、日本及中國每年花費數十億美金在奈米科技的研究上，國內近幾年也積極地推動奈米科技與相關產業，甚至成立了國家級的研究中心。但在享受奈米科技為我們帶來便利的同時，是否也帶來了意想不到的隱憂呢？

當我們使用奈米顆粒來運輸藥物或殺菌時，這些奈米顆粒小至可以輕易地進入細胞，而細胞並無法代謝掉這些金屬顆粒，久之是否會對細胞造成影響？這些奈米顆粒會不會與體內的蛋白質或DNA發生作用，而改變了蛋白質的功能或DNA的遺傳訊號呢？有科學家直言，奈米科技就如同基因改造技術一樣，在短時間內可能還無法發現它帶來的害處，長時間的廣泛使用後，對於環境與生物體的衝擊是無法預料的。因此在推動奈米科技的同時，它可能帶來的負面影響是需要重視的。

嚴鴻仁 徐善慧  
中興大學化學工程學系