

科技訊息

自《二十一世紀》創刊以來，至今我們已經編了一共21期「科技文化」專欄。如大家所見，從今年開始，這一欄有重大調整：以前的單篇「專論」長度削減了三分之一，同時增加了多則報導最新動態和發展的「訊息」，以及較為深入的短篇「專題報告」。新增的這兩部分，目的都在於迅速反映日新月異的科技世界，令「科技文化」更活潑、更有彈性、更能趕上資訊爆炸的時代。

這改動的意思，原是1993年初楊振寧教授在編委會提出來的。當時編輯室的同事都覺得很有意義、很需要，但又感到遲疑，遲遲下不了決心進行，因為今日科技世界天地委實太廣闊，分科委實太細微，步伐委實又太急速了，以我們那麼微薄的力量，真能應付得來嗎？實在不能無疑。所以，目前這個嘗試，可說是憑勇氣和信念的一躍：勇氣，是由於深切感到我們在各方面的限制而逼出來；信念，則是基於我們對多位編委、朋友、中大同事和讀者的期望、仰賴而產生。我們深信，遍佈全球的中國科學技術人才數目那麼眾多，力量那麼強大，他們是不應該，也不會讓這一嘗試失敗的，所以就決定冒險一試。

本期訊息和專題報導得到蕭文強(港大)、鄭紹遠、楊綱凱、賴漢明、麥繼強(以上中大)等多位朋友協助，是我們要特別感謝的。今後請各位讀者、同事、朋友多來稿(幾百字就夠了，中英均可)，多批評，多指正，多提意見：我們在等待反應！

——陳方正

電子信箱 fsw@cuhk.hk

傳 真 (852) 603-5149 (852) 603-5202

郵 址 香港中文大學 中國文化研究所 「科技文化」信箱
FSW, ICS/CUHK, SHATIN/HONG KONG

李遠哲出任中研院院長

以分子對撞來研究化學反應而獲得1986年諾貝爾化學獎的李遠哲教授，已經接受台灣李登輝總統的委任，繼高年告辭的吳大猷教授，出任中央研究院院長。李教授今年57歲，原籍台灣，1961年在台灣國立清華大學畢業，隨後赴美深造，多年來一直執教於加州大學柏克萊校園，據報導目前已決定放棄美國國籍，回台灣定居，專心致力於中研院的發展。李教授

自1993年始，即出任本刊編委，令我們深感榮幸。

超導超級對撞機(SSC)之死

自從30年代加州大學柏克萊校園的羅倫斯(E. Lawrence)發明迴旋加速器以來，美國在粒子物理學的實驗設施上向來保持世界前列地位。整十年前美國能源部原則上贊同建造質心

總能量達到40 Tev (10^{12} 電子伏)的超級(質子)對撞機, 1987年列根總統批准這項當時估價44億美元的巨大工程動工, 可說就是要超越歐洲, 保證在二十一世紀穩佔領先地位。但由於美國經濟長期不景, 而這項只有極少數物理學家才能真正了解其實際意義的尖端科學設施估價又不斷上漲, 達到110億美元, 去年10月間美國眾議院的大多數反對者決然投票拒絕接受參眾兩院聯會繼續延長SSC撥款的建議(這在美國國會歷史上是極罕見的事), 從而結束了整個SSC計劃。對美國高能物理學界這無疑是一沉重打擊, 因為今後新粒子(例如所謂頂夸克或希斯玻色子)的發現很可能會轉移到歐洲核子研究中心(CERN)正在建造中的巨型強子對撞機(LHC)上去了。

事實上, 從1992年開始, SSC的撥款已發生嚴重問題, 所以美國能源部不斷向東亞地區, 包括中國、日本、台灣尋求合作和資助。為了是否應當參加SSC計劃, 台灣有關部門曾發生熱烈爭論。科學發展方向日益不能脫離國家政策和政治, 這是又一例證。

化劍為犁：攻擊核潛艇作為北極探測船的嘗試

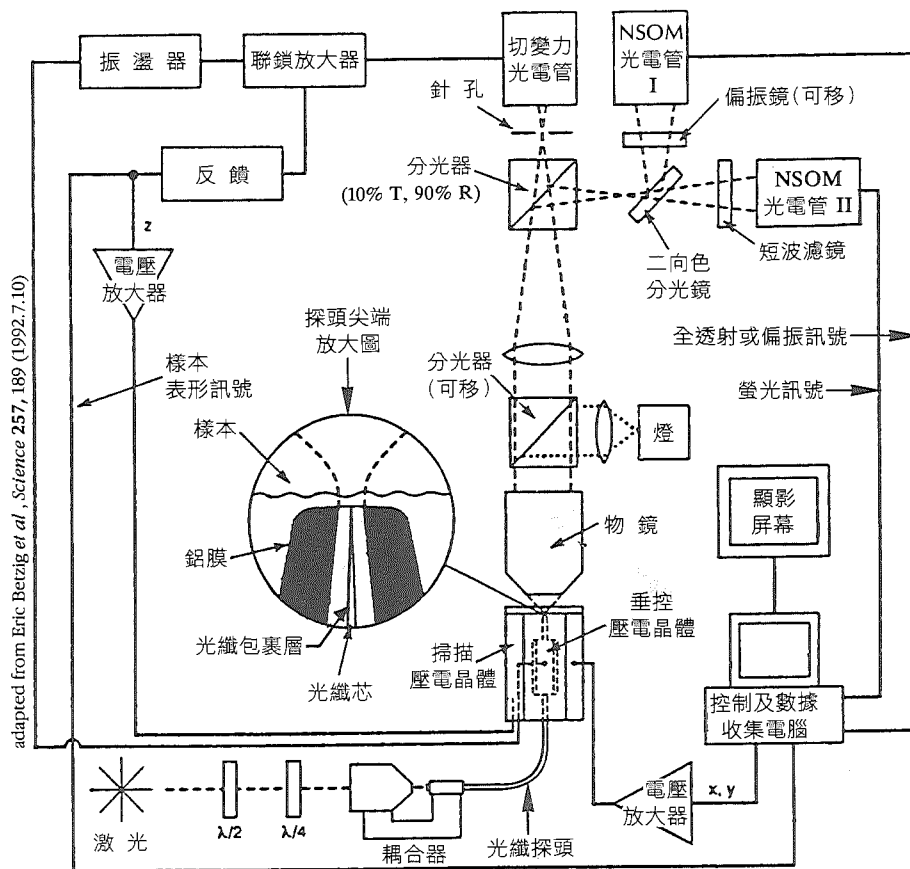
冷戰結束, 使得昂貴而又機密的軍事設施轉為和平用途的可能性甚至壓力大增。1993年8月, 經美國國防部批准並撥出航行費用300萬美元, 五位地球科學家得以初次乘坐攻擊核潛艇柏哥號(Pargo)潛航到北極冰原之下, 以「上望」聲納探測冰原厚度和其他物理特徵, 就是一個例子。值得注意的是: 這次航行可能是由前蘇聯建議以低價租出他們的核潛艇作為科學用途而促成: 而且, 美國海軍早已收集了大量有關北極的地層、水文、磁場資料, 只是目前仍列為國防機密而已。

打開微觀世界的「近場光掃描顯微技術」(NSOM)

由個別原子和分子組成的微觀世界可能永遠難以直接和仔細觀測, 因為可見光是波動的, 波長($\sim 6000\text{\AA}$, $1\text{\AA}=10^{-8}\text{cm}$)比原子大數千倍, 而電子則能量太強, 往往擾動、破壞觀測對象, 特別是柔弱複雜的生物大分子——這自量子力學發現以來就存在的印象, 已行將為過去兩、三年間在貝爾實驗室(Bell Labs)發展出來的所謂「近場光掃描顯微技術」(near-field scanning optical microscopy, 即NSOM)所打破。兩、三個月前, 首先發明這技術的別齊(Eric Betzig)和特洛曼(Jay K. Trautman), 已經能利用它來為個別的親脂性氰化碳分子 $\text{diIC}_{12}(3)$ (這是分子生物學常用的染劑)「造像」, 即觀測個別分子的空間位置並推斷它電偶矩的指向^①。同時, 這技術在分子生物學和其他方面的多種應用可能性, 在北卡羅連納州的一次大會上引起熱烈討論: 它已經迅速成為一個嶄新和有重大影響的領域了。

這技術打破了教科書中「光學顯微鏡的分辨能力受繞射現象限制, 不能優於 $\lambda/2$ 」(λ 是光的波長)的斷言, 因為那只是在「遠場」, 即光源與對象之間距離 d 遠遠大於 λ ($d \gg \lambda$)的情況之下, 才正確; 在「近場」($d < \lambda$)則沒有那種限制。這原理在20年代已知道, 在70年代已用3cm微波證實, 但在可見光波領域實現, 卻只是三年之前(1991年)的事。實現的困難, 主要在於要能製出可以極其接近(距離 $< 6000\text{\AA}$)觀測對象, 因而必須十分細小, 但同時又有足夠功率的光源。

作為通訊管道的光纖, 是解決這困難的關鍵。別齊和特洛曼把單模光纖以二氧化碳激光加熱拉伸, 最終製出了成尖端平面直徑只有 700\AA 的修長圓錐形光導管, 它的周壁鍍上 1000\AA 厚的鋁膜之後, 在另端引入激光, 即成為所需的超微光源。利用壓電晶體控制光導管



NSOM技術裝置示意圖

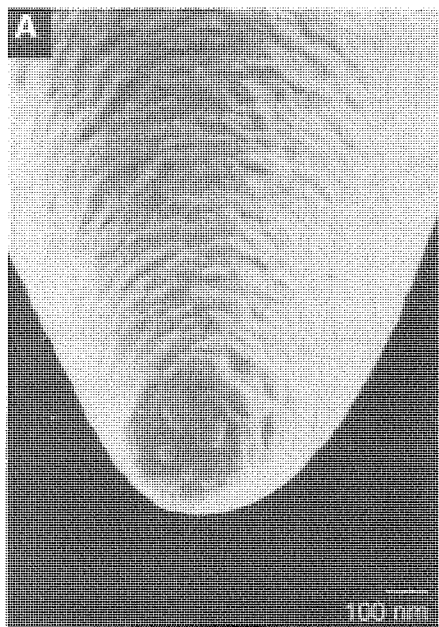
尖端位置就可以令它：(a) 在垂直方向與樣本保持一定超微距離($\sim 1000\text{\AA}$) (這還需用輔助的反饋系統)；和 (b) 在橫向的 x 和 y 方向作類似電視畫面的周期性移動掃描。光通過樣本之後，用普通光學物鏡收集，以光電管變為強弱訊號，並且以同步的橫向掃描訊號定位，就可以在電視畫面上顯示出樣本的放大映像來。

從實際試驗和理論得出的放大映像分辨率大約是 $300\text{--}500\text{\AA}$ ，但在特殊情況下可以達到 120\AA (即 $\lambda/50$) 左右。單以分辨率而言，這比電子顯微鏡或者所謂掃描隧道效應顯微 (scanning tunnelling microscopy, STM) 並不優勝，甚至不如 (例如利用電致發光隧道顯微技術觀測金箔上的碳60單原子層，分辨率達 4\AA ，可以顯示出個別碳60分子，但樣本須保持在 50K 低溫)。但NSOM對樣本少干擾，可以適

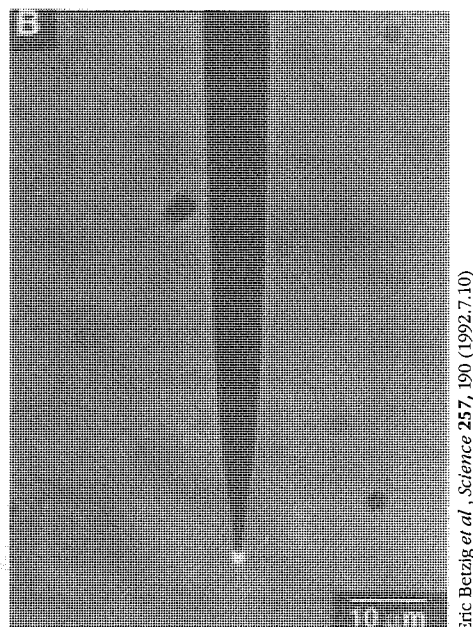
應多種不同用途，還可以通過光的偏振增加種種特殊反差效果，這些就不是其他技術所能做到的了。

前文提到的為單個 $\text{diIC}_{12}(3)$ 分子造像，樣本是分佈在塑膜上的稀釋 $\text{diIC}_{12}(3)$ 分子溶液，接收的光訊號用多種濾鏡把入射光和其他多種噪音消除，這樣輸出訊號只代表個別 $\text{diIC}_{12}(3)$ 分子受入射光激發之後所發出的螢光。令人震驚的是：放大之後的電視映像 (畫面原大約為 $4\text{ }\mu\text{m} \times 4\text{ }\mu\text{m}$ ，共有 256×256 個原素)，不但能在多個畫面中分辨出個別分子的準確位置，而且從映像可以推斷分子所發螢光的「近場」(near-field)電偶矩輻射強弱分佈，從而確定電偶矩方向！

看來，利用NSOM追蹤單個分子、描繪個別巨大複雜的高分子、分析體內DNA分子



NSOM光纖探頭尖端：700Å直徑的出口被1000Å厚的鋁膜四圍包裹



探頭尖端橫視圖

的序列、直接觀察細胞表面上種種形態、結構……等神奇功能都已不再是夢想——分子尺度的微觀世界將會是清晰可見的了。

① *Science* **262**, 1422 (Nov. 26, 1993)

量子點上的單顆電子

貝爾實驗室另一項技術突破是「量子點」(quantum dot)①，即以微光蝕技術在金屬底板上製造出來的一個半導體(例如砷化鎵)圓碟，直徑只有幾百Å，厚度只有幾十Å。這量子點夾在兩層薄絕緣體和金屬電容碟板之間。這樣，只有很少數電子能通過量子「隧道效應」從電容板跳躍到量子點上，把電容板電壓加以精微控制，可以把電子數目減到一、兩顆。量子點頗類於量子力學教科書中的圓柱狀勢阱(potential box)。它的形狀、大小可以據設計決定，又可以放在人造電場和磁場之中。所以，除了實際用途(例如用以製造個別光子探

測器)之外，還是研究基本量子力量的理想微觀工具。

① *Sc. American* (Nov. 1993), p. 7.

T細胞第二類共激發因子B7-2之發現

T細胞是負責協調整個免疫系統的關鍵：一旦受到激發(stimulated)，它就會產生能激發系統內其他種類細胞的訊號分子interleukin-2，並且自身增殖，從而啟動免疫反應。但T細胞怎樣才會激發呢？顯然外來異體細胞所產生的抗原(antigen)是一個主要因素，但單單憑抗原本身是不足夠的。大約三年前發現，T細胞需要靠兩個訊號激發：(a) 抗原體所代表的特殊訊號，這抗原體需得由一種「抗原中介細胞」(antigen presenting cell，或APC)送到T細胞表面特定的接收部位(site)上去；(b) 在APC表面上的一般性訊號分子B7，

由T細胞表面的CD28分子接收。B7就是T細胞的所謂共激發因子(costimulator factor)。

1993年11月哈佛醫學院的弗里曼(G. Freeman)和國家保健研究院(NIH)的何斯(R. Hodes)等利用不能產生B7分子的老鼠作研究，發現APC還可以產生第二類共激發因子B7-2，它的構造和原來的B7分子(現改稱B7-1)有26%相同，而且，它同樣有激發T細胞的功能^①。同時，史坦福大學DNAX研究所的蘭尼(Lewis Lanier)也製出了人類的B7-2因子(稱為B-70)。有證據顯示，新發現的B7-2因子作用甚至比原來的B7-1因子還快速得多，因此有可能前者才是T細胞的主要共激發因子。

由於共激發因子是控制免疫系統的關鍵訊號，所以最近這一發現極為重要：它對器官移植過程中免疫反應的壓制，以及動員免疫系統去對付畸變的癌細胞這一可能性，都有密切關係。

^① *Science* 262, 905 & 909 (Nov. 5, 1993)

人類胚胎克隆體的產生

1993年10月華盛頓大學醫學院的賀爾(Jerry Hall)在加拿大蒙特利爾宣佈，他的研究小組已經成功地將一個人類體外受精(*in vitro* fertilisation)胚胎中未曾特殊化的細胞(這稱為胚裂球blastomeres)分離成多個遺傳因子完全相同的所謂克隆體(clones)胚胎，並且令它們各自繼續分裂、生長，雖然至終他並沒有把這些克隆胚胎移植回母體子宮。

對禽畜育種專家來說，產生和培養體外受精胚胎克隆體，然後再把這些克隆胚胎分別移植到不同母體，以產生多個純種後代，那已經是家常便飯。但這過程中有一個關鍵：每一個從體外受精胚胎分離出來的克隆胚裂球都要暫

時放在另一個未受精母卵(它的胞核已移去)之中培養，待它分裂、生長到相當程度之後，才能移植到母體子宮之中。

產生人類胚胎克隆體的主要障礙，就是不可能用人類的未受精卵來作為胚胎裂球的臨時培養基地(但最近已經有利用流產女嬰的未受精卵來培養的事例)。這障礙在1991年為賀爾和另一位同事克服了：他們成功仿製了類似包裹母卵的透明護膜(*zona pellucida*)。在最近的工作中，就是將分離出來的個別胚裂球應用這人造透明護膜包裹保存，然後放在人造培養液中生長。

顯然，這項工作帶有高度敏感性，並且會產生許多潛存的道德倫理問題，所以賀爾一再宣稱目前並無意進一步將分離出來的克隆胚胎加以移植。但顯然，人類生殖過程的科學控制又已向前邁進一大步：赫胥黎的「勇敢新世界」離我們更接近了。

尼人祖先完整骸骨的發現

1993年10月初，在意大利東南的Altamura城附近，洞穴探險家無意中在一個石灰洞發現了一具露出頭面部分，但身體則完全被碳酸鈣和石筍包裹的完整骸骨。根據眼眶和腦殼形態，考古學家初步判斷這是一個介乎尼安德德人(Neandertal Man, 約13萬年前)和更早期的直立人(*Homo erectus*, 約50萬年前抵達歐洲)之間的遠古人類骸骨。它的發現，引起了古人類學家極大興奮，因為這是迄今唯一一具完整留存的遠古骸骨。而且，人類發源於東非，但散佈到歐洲之後，從直立人進化到現代智人的過程卻因為資料缺乏而弄不清楚。Altamura人的發現，正好補上這個空白。當然，這具骸骨的準確年代和真正重要性還有待仔細清理、研究之後才能確定。