

# 科技訊息

## 楊振寧獲鮑華科學成就獎

美國費城弗蘭克林學院最近宣布，將1994/95年度的鮑華(Bower)科學成就獎以及獎金25萬美元頒予楊振寧教授，以表揚他在規範場理論的創見。該學院的讚詞稱這理論為「二十世紀思想的偉大成就……它深刻地塑造了過去四十年間物理和現代幾何學的發展形態，並行將和牛頓、麥斯威與愛因斯坦的工作一樣，對未來產生重大影響」，並且特別稱讚楊教授在促進中國與西方世界的了解以及科學教育這兩方面的努力。

據悉，楊教授是首位獲得鮑華獎的理論物理學家。前此他已曾獲得弗蘭克林獎章，這都和弗蘭克林(Benjamin Franklin)有關。大家熟知，楊教授英文小名正是“Frank”，而且本就是為紀念弗蘭克林而取的，這可算是極有意義的巧合。

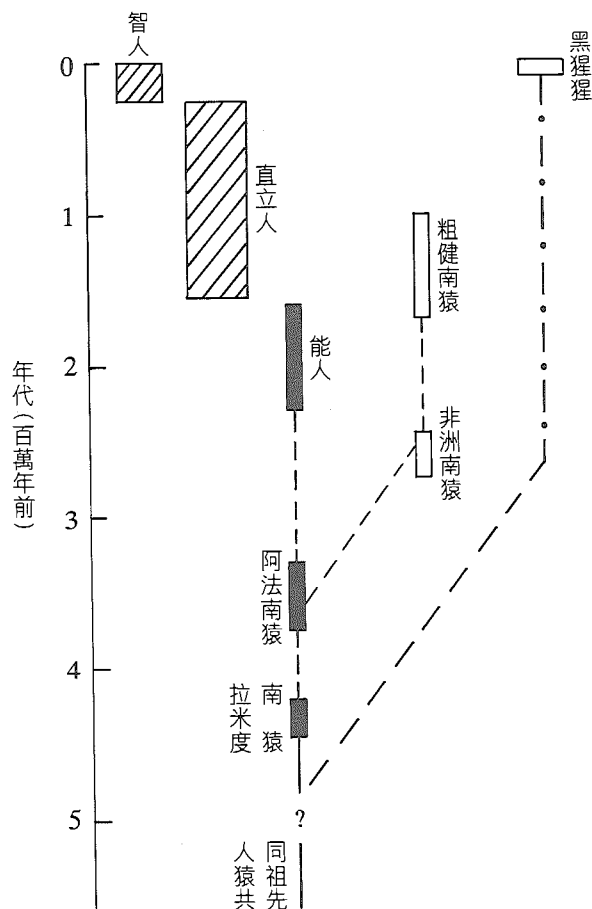
本刊仝人和編委謹此向楊教授再次致以熱烈祝賀！

## 拉米度南猿——人類根源的發現？

近30年可說是古人類學的黃金時代。1967年威爾遜(Allan C. Wilson)用生物化學方法證明血統最接近人類的猿猴是黑猩猩(chimpanzee)和大猩猩(gorilla)，它們先祖和人科(Hominidae)分家只不過是大約600萬和1,000萬年前的事。1972-78年約翰遜(D.C. Johanson)在東非哈達爾(Hadar)發現大批360萬年前的阿法種南猿(*Australopithecus afarensis*, 即 *A. afarensis*)化石，證明這是最早的人科化石，它的後裔分為兩支，一支是其後滅絕的南猿屬，另一支則依次發展成能人(*Homo habilis*, 即 *H. habilis*)、直立人(*H. erectus*)和智人(*H. sapiens*)①。

在過去兩年(1992-93)間，加州大學人類進化研究實驗室的懷特(Tim White)所領導的一個小組又在埃塞俄比亞亞俄殊河(Awash River)中游亞藍米斯(Aramis)地區(離哈達爾約20英里)發現了大批古人類的牙齒、顎骨和臂骨化石。經過一年多緊張而詳盡的研究，他們得到了驚人的結果。第一，根據埋藏化石的火山灰沉積層的放射性同位素斷代②以及地磁分析，可以推測化石年代是在430至450萬年之前，也就是比阿法種南猿古老大約80萬年③。

第二，從化石本身，特別是牙齒尺度和珐瑯質厚度的研究，有相當強證據顯示這是一種比阿法南猿更原始，而且與黑猩猩屬(*Pan*)有某些相類形態的人科化石。也就是說，這種現名為拉米度屬南猿(*A. ramidus*)的化石，是最原始的人科化石，而且已經十分之接近人科和巨猿科(*Pongidae*)中黑猩猩屬的分支點了④。



其實，早在1992年，線粒體基因組比較的最新研究，已經把人—黑猩猩分支的年代從600萬年之前移到450至550萬年前，也就是僅僅在拉米度南猿的年代之前。這不但表現了分子生物學與田野考古這兩種截然不同方法所得結果的驚人吻合，而且說明，考古學家已經日益接近人類進化環鏈中關鍵的「待發現之環」了。

另一方面，這也並不表示人類起源的過程已經完全解決，餘下的工作只是「補白」而已。事實上，由於最近爪哇人原址坑石年代的重新測定證明它有180萬年歷史，比東非最早的直立人還要早，所以直立人乃至能人的世系到目前還不是很確定。況且，現代智人直接起源於東非20萬年前一個小族群這種驚人的分子生物學推論，也還未完全為古人類學界接受，也還待更全面的證明。所以，看來古人類學真正的大突破還在後頭。

① 有關人類進化研究的介紹，見《二十一世紀》19, 85-96 (1993.10); 22, 79-81 (1994.4); 23, 95-97 (1994.6)。

② 這主要是利用 $Ar^{39}/Ar^{90}$ 同位素比例的新分析方法，見《二十一世紀》22, 80 (1994.4)的介紹。

③ G. Wolde Gabriel et al, *Nature* 371, 330 (September 22, 1994).

④ T.D. White et al, *Nature* 371, 306 (September 22, 1994).

## 哈勃測哈勃

哈勃常數  $H_0$  是宇宙學中最基本的數據<sup>①</sup>，但六十多年來它的值始終不能準確測定，最主要的原因就是在  $v = H_0 r$  ( $v$  是遠方星雲後退速度， $r$  是它的距離) 這個簡單的定義式之中  $r$  的確值難以測定。例如哈勃 (Edwin Hubble) 本人在1929年測得的是  $H_0 = 550 \text{ km/s/Mpc}$ <sup>②</sup>，但近年的估計則在 50 至 100  $\text{km/s/Mpc}$  之間，一般接受的約值是居中的 75  $\text{km/s/Mpc}$ 。

遠方星雲距離的測定主要是靠觀察其中造

父變星 (Cepheid variable) 的光度變化周期，由此推斷它的亮度 (因為二者之間經仔細研究已知有確切關係)，再將後者與觀測所得的表觀亮度比較，便可以推斷距離。但對真正遙遠的星雲來說，它們造父變星的光量十分微弱，所以這測定還是十分困難的， $H_0$  之不確定，理由亦正在於此。

今年年初哈勃太空望遠鏡修理好，大部分功能達到設計指標之後，它最主要的一項工作便是測度哈勃常數的確值。現在這工作的第一個成果已經發表了<sup>③</sup>，一個國際天文學合作組在今年4月間測量了室女座中的 M100 星雲中接近核心的 20 個造父變星的周期，從而確定這一星雲的距離是  $17.1 \pm 1.8 \text{ Mpc}$ ，由此所計算得的  $H_0$  新值是  $80 \pm 17 \text{ km/s/Mpc}$ ，和多年來一般接受的值相差不遠，而且由於種種系統誤差出現的可能性，還帶有 20% 的不確定性。

這結果有兩個重大意義。第一，它把  $H_0$  的測量推進了一大步，今後對其他星雲的同樣觀測勢必會令  $H_0$  的值逐漸精確起來，不僅 10% 準確度有希望達到，甚至可能超過。第二， $H_0$  是和宇宙年齡  $T_0$  以及構造密切相關的。根據標準模型， $T_0 = \frac{2}{3} \frac{1}{H_0}$ ，而  $H_0$  的這一個新值相當於  $T_0 = 8 \times 10^9$  年，這遠低於由其他天文與地質現象所估計而得的宇宙年齡。這「年齡衝突」說明，標準模型本身可能有問題，或者這次的觀測和推算所得的值也還不十分準確 (其實，估計的 20% 不確定範圍就相當大)。但無論如何，太空中的「哈勃」行將令哈勃常數再次成為一個熱門題目，那是沒有疑問的。

① 見本期〈尋找不可見物質〉一文的介紹。

② Mpc 是兆秒差距，相當於 3.26 百萬光年的距離。

③ W.L. Freedman et al, *Nature* 371, 757 (1994).

## 高溫超導電纜原型的發展

自1987年高溫超導體 (HTS) 發現以來，它的實際應用就一直是熱門話題。但由於電流密

極限、超導穩定性以及HTS陶瓷成材工藝等種種問題，它一直還未能走出實驗室。

但現在形勢很快就要改變了。由於美國能源部以及好幾家私有電力和電纜公司的合作，世界上第一條30米長的實驗性高溫超導輸電纜行將在波士頓鋪設，用以取代目前原有的市區地下銅輸電纜，而且輸載能力將比原纜提高2至5倍。倘若成功的話，它就行將像光纖通訊電纜一樣，用以廣泛代替原有的銅纜網絡。這可以說是另一場「網絡革命」的開端。

當然，建造這條長僅百呎的電纜只是試驗性質，它所面對的主要問題在於生產、絞織和安裝質量均勻穩定的HTS導線。這些導線將緊繞在不銹鋼管表面，管中流動液氮以保持溫度不超過HTS臨界溫度。由於目前的銅纜亦需以油減溫，所以這方面當不致出現太大困難。另一方面，系統的建造費用，以及維持液氮溫度(78K)的運轉費用，當是計劃要探討的重要問題。無論如何，高溫超導體之「走上街頭」，看來為期不遠了。

## 科技文化：專題報導

# 以超短脈衝產生超高功率激光

## 引言

自梅曼(Theodore Harold Maiman)的第一代紅寶石激光器出現之後，科技一日千里。我們只要翻一翻近年的有關文章，必定會對激光技術的廣泛應用大感驚訝。然而，有一點卻無甚改變，那就是激光電源的體積。儘管這些年來，它的體積已略為縮小，但直到今天，一般激光器仍佔用了大半張光學台，而其輸出能量卻和1960年代第一台紅寶石晶體激光器沒有多大差別，依然是每脈衝一焦耳左右。有人可能會奇怪：三十年來，進步到底在甚麼地方？

原來，激光技術最主要的進步在於激光脈衝寬度(pulse length)的控制，即將之縮短至小於原來的 $10^{12}$ 分之一，而又保持其原來能量大致不變。假設我們能夠把激光脈衝從10毫秒縮短至10塵秒，而又維持其能量在一焦耳，那新的峰值功率就是100千瓦，亦即0.1千瓩。這就是以超短脈衝(時標由沙秒至塵秒)達到超高功率(由瓩瓦至千瓩瓦水平)的竅門。

然而，猶如人生許多事情一樣，壓縮激光脈衝而又要保持其能量不變，是知易行難的。

把激光功率提升至千瓩瓦級，激光物理學家其實已克服了很多困難。首先，要把毫秒脈衝壓縮為塵秒脈衝，並非單靠一種科學技術就能一蹴即至的。脈衝每壓縮一級，便須發展各種不同的科技來配合。而在科學研究中經常碰到的墨菲法則(Murphy's Law)(凡是可能出差錯的事情，最後必會出差錯)，在發展千瓩瓦激光脈衝的過程中更是屢見不鮮。另一方面，在短脈衝的傳播中，極高的功率會破壞大部分的激光材料。同時，若沒有精心設計的光學配置，激光材料的色散效應和線性效應亦定必令壓縮進程以失敗告終。

## 產生超短脈衝

把毫秒脈衝壓縮至纖秒脈衝，關鍵在Q-開關(Q-switching)。Q-開關是指共振腔(resonator cavity)Q因數從低Q(高閾值)快速升高Q(低閾值)，纖秒脈衝激光作用就在此開關過程中產生。

若要再進一步跨過沙秒的門檻，鎖模(mode-locking)技術就派上用場。若用聲光調