

朱隸文博士專訪

採訪/董成淵

學歷：

加州大學伯克利分校物理學博士(1976)
羅徹斯特大學數學與物理學學士(1970)

經歷：

加州大學伯克利分校博士後研究 (1976-1978)
貝爾實驗室研究人員(1978-1983)
貝爾實驗室量子電子學研究部主任(1983-1987)
史丹福大學物理和應用物理系教授(1987-至今)。
史丹福大學物理系主任(1990-1993)
現任 Lawrence Berkeley Labs 主任

榮譽：

美國物理學會會士(1987)
美國物理學會在雷射光譜領域的布洛依達獎(1987)
美國光學學會會士(1990)
美國藝術和科學院院士(1992)
美國國家科學院院士(1993)
美國物理學會 Arthur Schawlow Prize for Laser Science (1994)
美國光學學會 William F. Meggers Award for Spectroscopy (1994)
諾貝爾物理獎(1997)

主持人：現在您接任了 LB&L 的主管,您對於整個實驗室以及 Lawrence Berkley(柏克萊)的願景為何?

朱：我的願景是在我們實驗室特殊專長的項目上繼續努力，其中一個計畫就是我曾提及的能源轉換，試著激勵實驗室工作人員藉由改善 Photocade 或是開發其他方式將太陽能(電力)轉換成化學燃

料。此外還有另一種比較好的方式，是利用合成生物學讓植物生長得更有效率，並創造新的有機體，或是改善現有的有機體，將有機物轉為化學燃料。

主持人：所以這是你身為主管的主要目標嗎?

朱：並不盡然，你必須相當謹慎，因為實驗室裏有很多專業的領域，像是化學、物理以及其他科學領域。所以對於各種計畫，你必須整合各領域的專門人才以解決某種問題，但當面臨另一種不同的問題時，就必須重新組織這些人員已獲得最佳的結果。你可以結合一些非常傑出的科學家來研究太陽能，然後結合另外一群具有偵測器、高階數據處理、與高等物理專長的專家來作暗能源的研究。我希望可以更進一步做到的是，當一些問題發生時，可以組織一個團隊來解決這個問題，而以另一個團隊的組合來解決另一個問題。這在一般大學是比較難以實現的，因為這些主導研究員及博士後的實驗室之規模大約在 5 到 20 人之間，並且這些主導研究者也要確定他們的研究將受到認可，這樣他們才能得到終生職位或是其他更重要的事務，因此要與其他實驗室執行合作計畫是很困難的。

主持人：在柏克萊有終生職的制度嗎?

朱：在實驗室的成員同時也是系所的教員，因此受到終生職制度的保護，但是也有其他不是終生職的科學家在實驗室工作，但是卻沒有專門為這些人所設立的系統，縱然感覺上像是有了一份固定的工作，但是當資金用罄，他們就必須離開。事實上，當我在貝爾實驗室時那裡有許多職業的科學家，

但是並沒有足夠的終生職職位。在歷經一段財務困難的時期後，在貝爾實驗室的資金用盡後，這些科學家們最後只能離去並進入大學。

主持人：國家實驗室的資金是如何分配的？是否有委員會或是您就是其中一個？

朱：事實上與大學的基金分配方式十分類似。一些經費直接來自於基金會，不只是從能源部，還有其餘 25% 的資金來自他處，像是國衛院等，還有一些是直接給研究員的。但有時也會有大型計劃，通常在高能物理以及核能物理方面會有比較多的大型計畫，但是在其他領域，特別是生命科學，經費是直接給主導研究員的。我試著說服能源部提供約 3—4% 的彈性在這個領域上，因為我們有 14 個部門需要資金，而我們希望能源部可以加以整合，使得所有的部門都可以分享經費。這將提供更大的彈性和機動性，當有新的構想形成時，他們可以利用少許的資金盡快開始計畫，而不是寫一份計畫書，並等待經費的到來。在大學裡面，通常你如果有一個新的構想，但你卻是在一個小的實驗室裡面，你可能必須寫一份計畫書並花一到兩年才能得到經費，所以我在盡我所能嘗試說服能源部提供類似的半整合型計畫。

主持人：你能預測台灣—韓國統合訓練的基因體計畫的成效會顯現在某一個國家或是會變的越來越國際化呢？

朱：不。這個生物體構想並不是要形成一個有數百個合作者的大組織，生物體的構想是讓它更像貝爾實驗室，有足夠多的人，但卻不是一個的大組織。人們會自然而然的親近並且跨領域，因此選擇在這棟建築的人們必須有互動的觀念。學者分為兩種，第一種非常優秀的學者只想鑽研某些學問，不願與他人有所交流，另外一種卻樂於交流討論新點子，而我們需要的是後面這一種人，非常慶幸地在我們這棟建築物裡大多是這一類的人。如果我們只能找到少數這種優秀的人那就非常不幸

了。這是生物體計畫的緣由，我們並不想要像高能物理實驗那樣，在一個方向上投入大量的人力，在不同階段的實驗，有數以百計甚至上千的研究者在進行同樣的一個實驗，而每個人只做一小部分。這不是我們想要的，我們要處理的能源問題，是小團隊一起合作，持續地一起討論，像貝爾實驗室在做電晶體時那樣，他們並不需要大量的人力，他們心裡懷著相同的目標做不同的計畫，這比較像我想要的模式。

主持人：你能不能幫我們更新一下 Bio-X 的目前狀況？在台灣的人並不熟悉 Bio-X。

朱：嗯，目前的建築物已經完成，也還有一些空間。我們試著將其中 30% 的人員，以新的科系例如能源、生物科學、物理科學、生物工程和醫學領域的人員來填補。目前大約有 40 個主要計畫主持人，其中最大的團隊大約有 20 人，而我也擁有其中一個最大的團隊。但是受限於空間，有些有大團隊的教授無法將他們的團隊全數移入。基本上，這個計畫的構想是希望有在計算機科學、生物晶片、物理、化學、細胞生物學等專家，共同討論以利研究發展。這是一個實驗，所以我們無法明確知道這個構想是否可以讓我們創造出過去無法發生的事情。人們持續要求我們回答一些問卷，例如詢問我們自從加入 Bio-X 並成為其中的成員之後，我們與什麼樣的人共同合作，這些合作是否已經開始了之類的問題。雖然我們已經運作了一年半，的確有某部份的合作，但並不深入，例如我們擁有一位外部的神經學系的合作者，他並不是 Bio-X 實驗室的一員，我們共同合作一個基因遺傳的計畫，現在這個計畫已經擴大，但就像我說的他並不屬於 Bio-X 內部的人員。

主持人：台灣在生物、化學、物理上大多數的計畫是沿用傳統的方式，而非以一個國際交流平台，而且壁壘鮮明，目前 Stanford 的計畫為何？你在提升混合式教育的角色為何？

朱：這在計畫裡是最後一項。有兩種訓練模式，一種是傳統大學生/研究生形式的訓練，另外一種便是從事研究工作。大學生的訓練仍然非常的傳統，人們常常討論主修要轉向 Super-Bio-X，但這必須花費非常多的精力，實際上要花到五年以上的時間來完成，其中並沒有任何一本通用教科書，所以必須重讀整個課程。此時並沒有一樣東西是完成的。經常會出現一些大學生/畢業生的進階課程，我稱之為選項課程，這些特定的專業課程像是生物-物理或是分子力學，但這些課程會基於各個授課者的個人專長來擬定，這些教授可以用課程來強化學生的知識基礎，並同時達到被要求的上課時數，我們不主張他們去教如同核心材料般要求的大量學生人數，當然總是會有核心課程特別用來教授這些核心材料，但是許多人並不應該上生物-化學這一類的課程，他們應該選修一些與力學系統有關的課程。真正困難的是讓這些初入生物學領域的人，嘗試用數學方法處理解決問題，這對他們而言是一個非常大的阻礙。一些人學習生物學正是因為他們對於數學有一些恐懼。也許他們在高中時期數學不錯，但在大學時代他們修的課不多而且只上生物相關的學科。之後，在這裡研究所的第一、二年終於學了一些數學。學數學的要訣並不是加減乘除或是積分，而是將數學轉化到物理系統，並且同時把系統轉換成不同的數學形式。這才是真正的物理學。

主持人：物理學家需要學習生物學的藝術，讓他們的研究更有效率。(主持人覺得耗時又複雜，但朱先生並不覺得太難)

朱：我的同行 Art Shallow 可以回答這個問題。他說“你不需要知道了全部才能創新，你唯一需要做的只是了解一件別人不知道的新事物而已”。坦白說，不是每一個醫生都記得身體裡的每根骨頭，他們只是全部學起來好通過考試，這對他們的醫學實習一點用處也沒有。

我自己對核酸體的知識也有很大的落差，當然，

你必須有常識才能在這個領域發表論文，但是並不需要知道每一件事。一旦你開始閱讀一些論文，並開始在團體裡互相討論，這些詞彙就會快速增加。我們有一些團體合作，在這之中每位學生報告他們目前研究的題目，並且經由討論所閱讀的文獻，互相交流在這個領域中別的實驗室做了什麼最新的東西。一旦你開始專注於這樣的氣氛，就不難了解並幫助學生學習。難是難在當學生問你這個字是什麼意思，許多亞洲學生會感覺不好意思提問他們不懂的單字，所以最後他們試著記住每一件事。但是我們(美國人)不是這樣做，我們馬上提問“這是什麼意思?”團隊可能因此花兩個鐘頭，但是非常有教育性。

主持人：所以你並不是要目前現有教育體制的革新，而是比較希望不同的專業可以得到其他領域的訓練，例如，學生在物理學到更多生物學，而生物系學生學到更多物理學，我這樣說對嗎?

朱：實際上，當你在做研究時，到了最後你還是必須對一個領域非常地專精，如果我的學生是被訓練作為一個物理學家，但是並不代表他們就不用去讀有關於生物的基本著作，他們必須要知道得跟他們合作的那些生物學家一樣多，在最初的六個月之內，他們會經常地讀到有關生物的基本著作，但是要反過來就會很難，那些受生物學訓練的學生就沒有辦法去讀物理的著作更別說去瞭解它，他們並沒有受過必要的數學訓練，所以，是的，這些學生出身的學生需要花更多的時間在物理上才能真正的瞭解它。

主持人：談一談亞洲學生和美國學生的差異吧！你能否就你的經驗給這些對科學或是生物物理有興趣的亞洲或是台灣學生一些建議呢？

朱：比起學生，我倒是有的一些建議是給台灣的教授及老師。我認為亞洲學生（甚至是在研究所）基於某點被教導要去尊敬他的老師，但是尊敬或是害怕你的老師而不敢說一些不對的事，或是擔心表

現得愚蠢那都是不對的，有時我所看到的是這些學生不願意說：「我不懂」，所以學生們回到家後花整晚的時間去嘗試瞭解它，這使得學習變得十分枯燥。跟同學或是合作者討論並且承認自己不懂，大家一起把它弄懂，這種作法會比較有趣的，和人一起學習遠比你自已讀懂要深入的多了，光靠自己很容易弄錯並且解決不了問題，一旦你弄懂了要如何做某件事，你很難忘記並且會覺得這是很自然的一件事，要是我只是去從書上記背某一件事，我很快就會忘記了。

我認爲大部分的亞洲學生在讀文獻時並沒有帶著批判的角度思考，研究生必須體驗到：即使是這些已經發表的文章也不全然皆對，它很有可能是錯的，尤其是生物的部分，這些數據可能是錯的或是這些解釋也可能是不對的。我發現亞洲學生直接就看到的含有答案的結論，而忽略的中間所有最重要的推導。在科學上，這是極爲錯誤的事，你必須充分瞭解到實驗到底量測了什麼，這樣才可以決定結論是否正確，在學校或是考試時你可以忽略這些步驟而下結論，但是不能用在做研究上，大部分的文獻是錯誤的或是解釋得不對，這和科學的目標相違，在美國的亞洲研究生通常得花二到四年去改正他們既有的壞習慣，他們善於解決問題可是卻不去分析這些解釋是否正確，或者是看看有沒有別的思考方向，批判性的思考是一個好的研究人員所必須具備的條件。

主持人：有人認爲台灣的學生缺乏創造力或是在剛就業時沒有辦法自己動手做。

朱：關於自己動手做的事是很容易理解的，如果你從年輕時就沒有自己動手做東西的習慣，以後你當然無法做得很好，當我年輕時我自己動手做所有的東西，但今天卻沒有人這樣做了，大家都只會玩電動，現在唯一可以稱得上創作的大概只有煮菜了。

當學生跑計算程式時，他們只會用那些設計好的

程式替他們工作，汽車也因爲微處理器的發展而不再需要人工來修理了，但至少我們還會修理腳踏車。對於一個要想要成爲實驗家的人來說，操作機械是很重要的，過去我有一些想要成爲優秀物理學家的學生，但他們之前從未自己動手做過，這需要花一些時間才能讓他們明白自己動手做是很重要的，相較之下，對於那些動手做的人，要了解這件事就容易的多了。

最困難的部分是缺乏創造力，由於亞洲學生背太多東西了，也不去質疑他們的老師，就算這些老師很可能是錯的，所以有很多習慣需要改變，你仍然可以一邊不同意他的看法、一邊尊敬你的老師，那接下來就只剩下理智的對白了，不應該是：只要我是老師我就是對的，你就是錯的，我的學生往往年紀稍長時就會有些正確的想法，有時會挑戰我的說法，並和我說我是不對的。在我的實驗室成員中，那些說自己不懂的，往往到了最後比其他人都懂，而那些不說話或是對英文一知半解的人總是靜靜不出聲。對於某些學生而言當所有的訊息/英文快速流過時，他們可能會非常的緊張害怕。

創造力應該在小學及中學時開始啓迪，並在大學階段更進一步地發展，它不會自動產生，台灣的教授在鼓勵學生們方展其創造力方面做得還不夠，你可以閉門造車而在研究所考試考得很好，但不代表你可以變成一個很好的科學家，我能教導我的學生跟博士後最重要的事就是：我只是尋求簡單、直覺的方式去瞭解事情。比起受過許多數學訓練的人，大部分優秀的物理學家都只是以一種直覺的創見來分析並下手處理問題，一開始的觀點往往都是處於一個非常基本、非常直覺的階段。

舉例而言，廣義相對論的根本很簡單，但是計算空間的曲率會比較難一些，雖然這當中卻包含許多觀念，但是物理學家是從一個簡單、創新的想法開始的。如果你總是遵照教科書上所說的，你

永遠不會創造出新東西，每當我要思考一些相當新的東西時，我就會用一種跳脫教科書的創新層級來思考，那要如何教導學生具有創造力呢？這實在很困難，因為就連那些寫教科書的人也不知道如何是好，不然的話學生就已經在用這樣的方式思考了。

主持人：讓我們回到生物物理吧！學生是否該學物理比生物多呢？或是學生物比物理多呢？因為傳統的教育體系是分開這兩個領域，而不是將它們整合的。

朱：如果你想要教一個生物學家這種新興的生物學，需要五到十年的時間才學會，你當然可以加快速度，但如果我們持續用現在這種正統的方式，那學生將會被數學式困住，我以前並不瞭解這種狀況，直到我跨進生物的領域，我才發現一大堆的生物學家是〈隱身物理學家〉，他們有很多人在大學或是博士時期學習物理、化學，然後再轉到生物，這就是原因所在，有太多缺乏物理科學訓練的人從事生物或是其他自然科學，但是你卻找不到那些曾經是學生物然後轉到物理的人。

在史丹佛時，我們曾想過要用一種不同的途徑，像是特殊班之類的來整合物理、化學跟生物各方面的教材，我們需要整合這一系列過去用傳統教法傳授的數學、生物、化學等核心課程，並加上更多的實例，最重要的是在早期便教導他們如何處理數學式並且應用到科學上。

朱：我認為這個世界並不需要這麼多弦論或是理論學家，少數幾個厲害的理論學家便可以做很多計算，但實驗上卻沒有辦法這樣做，你需要很多不同的實驗團隊來重複實驗結果，一個好的理論學家可以以一抵一百，但是即使是一個普通的物理學家仍然可以有一些傑出的貢獻。

學生問題一：你認為亞洲學生是否該到海外就學？

朱：這個問題必須回歸到我之前所提的教育問題，並

非一定要出國唸書，這和指導教授有關，也不是所有的美國教授都會要求學生用我所說的那種方式思考，如果你在我的實驗室卻不思考，我可能會對你挺嚴苛的，許多學生離開我的實驗室候，都已經成爲了成功的科學家，他們不僅會記憶，他們也具有創造力，你需要待在一個可以塑造出這種人員的環境。我也認爲像亞洲學生那樣一星期工作七天是不好的，他們過於認真做事而不思考，僅只是記背以至於腦力消耗殆盡，當你放鬆的時候，一些很好的想法就會油然而生，一星期工作超過六十小時實在是太多了，不過對我而言六十小時卻是剛好的。

主持人：你休閒的時候都作些什麼？

朱：我喜歡運動、例如騎腳踏車，在弄斷阿基里斯腱之前我還喜歡打網球，爲了要到七十歲還能走路，我的膝蓋需要復健，所以我只好放棄這項運動。運動對我很重要，讓我腦清醒，我以前每天都運動，但是最近又有些忙了，但我建議你們要多運動，我有個亞洲學生，她最近才開始運動，她說每天都運動一個小時，可以使得她更有活力跟體力，也讓她可以更努力工作。

訪問者簡介

董成淵

台灣大學物理系

E-mail: cydong@phys.ntu.edu.tw