

美國物理學會(FIAP APS)會士 盧志遠博士專訪(上)

採訪、整理/簡紋濱

學歷：

美國哥倫比亞大學物理博士(1977)

美國哥倫比亞大學物理碩士(1974)

國立台灣大學物理學士(1972)

經歷：

欣銓科技(股)公司董事長(1999-)

旺宏電子(股)公司資深副總經理(2003-)

旺宏電子(股)公司資深執行顧問/科技總監
(1999-2003)

世界先進積體電路(股)公司總經理(1998-1999)

世界先進積體電路(股)公司副總經理(1994-1998)

工研院電子所副所長(1989-1994)

經濟部次微米計畫專案總主持人(1990-1994)

美國 AT&T-Bell Labs 研究員/計畫主持人(1984-1989)

美國北卡州立大學及北卡微電子中心教授
(1983-1984)

國立交通大學副教授、教授(1977-1983)

科學月刊社社長(1978-1983)

行政院科技顧問組研究顧問(1979-1983)

榮譽：

美國物理學會 FIAP APS Fellow(2004)

美國電機電子學會院士(IEEE Fellow)(1995)

榮獲行政院傑出科學與技術人才獎(1993)

美國電機電子學會千禧傑出獎章(IEEE Millennium
Medal)

榮獲潘文淵文教基金會研究傑出獎

榮獲國立交通大學傑出校友獎

榮獲美國中國工程師學會(CIE-USA)傑出成就獎

榮獲第四屆國家發明獎

獲得 26 次工研院專利發明獎牌

獲得多次 AT&T-Bell Labs 之特殊貢獻獎

列名多種世界名人錄

引言：

在 1998 年四月份物理雙月刊的首任工業界理事訪談中，已經詳細記錄盧博士的經歷，從交大教授，美國 AT&T Bell Lab，1989 年再次回國，之後轉入業界當總經理、總監、董事長。盧博士的經歷跨越學術界、工業界與商業界，能同時兼顧與整合這三個不同的世界，並且做到最好的成果。盧博士是極少數在擔任公司總經理與董事長等職位，處理公司繁忙事務的同時，又能在世界一流的期刊發表文章與擔任編輯職務的學者。盧博士的一貫思想已透過邀請演講、文章、專訪與報導，傳到台灣社會的各個角落，只要在網路上查詢他的姓名，即可找到傳播他精神與意念的文章。這次訪談內容侷限在盧博士獲得 2004 年美國物理學會 FIAP(Forum on Industry and Applied Physics) APS 會士，並由以下幾個方向請教盧博士如何獲得美國電機學會與美國物理學會會士的榮譽。

簡紋濱：對於您獲得的會士榮譽，我想從以下幾個觀點探討，並請您指導。1. 發表的學術期刊。2. 擔任國際期刊編輯。3. 在美國時間所建立的人際關係與參加國際會議的聯繫。4. 業界的經驗幫助。5. 指導後輩如何努力才有可能得到這些榮譽。6. 下一代重要科技產業。7. 台灣的研究如何更上一層樓。

先請您從發表的學術期刊與曾擔任的國際期刊編輯觀點出發(盧博士現在還是 IEEE

Transactions on Electron Devices 在 MOS 領域的編輯)。

盧志遠：一般人如在學界就專心待在學術界，在業界就專心做業界的事，在商界則需要關心生意往來。從我的經歷可以看出，我的興趣是多方面的。當我在學術界當教授時，我把產業與商業經營當做興趣與娛樂。除了學校裡的管理工作外，我第一個參與管理的工作是科學月刊。擔任五年科學月刊社長，讓科學月刊進入比較企業化的管理。以前科學月刊多是學者治刊，虧損較嚴重，效率較差。我從擔任社務委員到社長，等到我離開時，已幫助科學月刊賺進一棟大樓。這件事讓我深切體會：有眾多好的人才，如果能有效率的管理與領導，力量更大，且可長可久。在當時從事學術工作時候，我就把經營管理當作我的興趣。

現在剛好相反，我現在可以算是工商界人士，而我一直熱愛學術，所以學術變成我現在的興趣與休閒娛樂。例如我現在擔任 IEEE 期刊的編輯，如果有投稿的文章寄給我，我也是 IEEE 編輯裡，最快給投稿者回信的人。譬如晚上我收到電子郵件，我就感情衝動的要馬上處理投稿文章，甚至工作到晚上一、兩點。這段時間當然也可以有其他的休閒與有興趣的活動，但我非常享受學術的工作，甚至星期六、日也在處理期刊編輯的事務。有人問，為什麼我還能跨越到學術界做事？對我來講，這是我休閒時候最想做的事，如果你把它當作痛苦的工作，就會有累壞了的感覺。

我現在是工商界人士，一年還發表十幾篇文章。當然文章裡的工作並不是我一人獨自完成，有一起合作的同事，而我也參與許多討論。我非常享受參與學術討論，比如走在走廊上遇到同僚，有人會閒話家常，而我就會問同僚最近的研究結果，並邀請一起討論。有時候中午用餐，就找人共進午餐，一起吃便當並討論研究結果，這些都是我的貢獻。學術文章最後要定稿，也把我的觀

點與意見寫在文章裡。前一兩年，我還跟幾個同僚寫了一本原文書：ULSI Semiconductor Technology Atlas，這也是我用週末與晚上娛樂的結果。

我對於學術與管理的看法，當我在學術界工作時，管理是我的娛樂；而當我在工商界時，學術活動就是我最享受的娛樂，剛好一個人可以做兩份工作。因為另一份工作是我真正的興趣，很享受的去做，且沒有得失心，因此可以做得更好。以前在學術界，爲了要成果，有壓力逼自己去撰寫論文投稿。現在是靈感來了就寫寫文章，沒有靈感就不寫，想不出來也沒關係，因此更加享受學術期刊撰稿的工作。更加享受學術工作，反而文思泉湧，做得更好。

現在做學術的工作，是延續我當年在學術界已展現的一些能力與成就。如果參與投稿的次數減少，生疏了且遠離了學術工作，能力自然降低。我一直沒有減少參與研究，與發表期刊論文的工作，因此水準並沒有下降，反而提升，所以 IEEE 才會請我當期刊編輯。

擔任期刊編輯以後，看到的學術文章更多，當編輯的最大好處，是能讀到更多的文章。譬如 IEEE Transaction on Electronic Devices 上刊登的文章，大概是投稿文章數量的三分之一，每三篇投稿文章，只有一篇多一點的機會被接受。被退稿的文章並非全然不好，有的文章其實也蠻好，但被退稿後沒有在其他期刊發表，也沒有人讀過這篇文章，但當編輯就有機會閱讀這些文章。我非常喜歡編輯的工作，因爲可以讀到許多的文章，且在這當中挑選完整又有創見的文章，符合在期刊發表的資格。

至少在 IEEE 的期刊編輯裡，當編輯是要負責任的，並不只是篩選文章。理論上，當編輯的責任是要幫助投稿者發表期刊論文。建議投稿者修改部分文章，增加研究數據資料，與更深入探討的內容，使文章更具備有影響力(impact)，有較高

品質可以被接受與在期刊上發表。我的責任並不是想辦法把你的文章退件，而是想辦法提升你文章的品質，但如果改了兩次文章還是不好，就只好退件。

基於這樣的基本信念，常常希望幫助投稿者修改文章，這個信念與我本性相同。我好為人師，很享受學校裡的工作，我認為得天下英才而教之，不亦樂乎，並且相信學問與思想經過溝通能互相激盪出新的見解。我在交大擔任教授六年，到美國又有一年在學校當教授，在這期間遇到許多學生能互相激盪出新的科學觀點，讓我們對學問更加了解。經由許多聰明學生提出的問題，可以突破困境激盪出新觀念。雖然他對這個新的題目與領域並不非常了解，但他能夠提出更深入與基本的問題。不懂做研究的人，就好像外行人提出問題，有如身在廬山中，不見廬山真面目一般。一個聰明的學生，有如在遠處觀望廬山，他問的問題通常讓人驚訝，如果能真的仔細思考與解決這些問題，通常能更真實了解研究的領域與問題。我對科學月刊，科普的工作也非常有興趣。科學普及的工作就是要把科學深奧的道理，用一般人能了解的普通話來描述。要如何用一般人的語言來解釋呢？通常是你真的了解這個科學智識，才能夠講解得清楚。如果你不了解，就好像記憶與抄襲別人的講法一樣，是無法解釋清楚的。我常跟我的同事講，如果你寫的文章，能讓其他領域的人也能閱讀，明白你描述的內容；譬如你回家跟你妻子解釋，她也能聽懂，那便是好的文章。如果她完全不懂你在寫什麼，那可能你必須要再釐清你的題目並再嘗試解釋清楚。

我經歷科普雜誌的科學月刊，到當教授，後來進研究界，研究界是介於學術界與產業界間，譬如工研院就是屬於研究界的機構，把學術界的研究成果轉換到工業生產線上，是工研院的主要任務。我從學術界走過來，每一個歷程所參與的工作我都非常喜歡。

在這裡想跟大家分享的經驗是，當你走到新的境界或遇到新的事物時候，心胸需要開闊，不能用舊的觀念來思考。新的境界譬如商界的事，你要用商界人士的思考與做事方式來處理；但是也不能忘記舊境界的思考邏輯與做事方式。有點像是：現代化以後，我們還是不應該拋棄傳統，但也不能用傳統的觀點，來做現代化的改革。我們常說國家要現代化，但我們做到的是外表現代化，內心所想的與思考模式卻是老舊與八股的觀念，這是最糟糕的結果。我主張要反過來思考，在新的境界，就要用這境界的觀念來思考與處理事情，但是舊經驗、傳統價值與其優美的事物都不能忘記。我常回頭去參考舊境界的價值觀念，是參考但並不是把舊觀念帶到新境界去思考與處理事情，我認為是這個正確的心態讓我成功。

我在工業界，就用業界的方式處世，但並無忘記學術界思考模式。我都跟學術界的朋友保持良好的聯繫，並沒有在進入業界後被批評帶有銅臭氣。我很高興能跟學術界朋友分享經驗，如果他們對業界與商界有興趣，我也可以用一般人能理解的語言來講給大家聽。業界與商界的學問也非常複雜，你用業界的語言，或商界的語言來描述，學術界的人也無法理解。甚至從工業與商業的角度來描述，無法引起學界人士的興趣，必須要用學界的語言來與學界人士溝通交流。反之，研究界與業界也需要知道學術界的發展與近況，我也能幫忙溝通，這就是我秉持的做事方法與態度。

簡紋濱：在您的學術著作方面，我還有一個問題：我查閱您的著作，發現您從早期做固態理論，到進AT&T後轉入半導體與元件等應用的領域，這轉換領域間，是否對您的事業有幫助？

盧志遠：轉換領域對我而言是非常有樂趣，且對我有幫助的。我們讀物理是最基礎的，我們嘗試了解所有物質之道理。譬如在 PRB V21, P4251, 1980

年發表的這篇文章，用路徑積分(path integral)的計算方式處理 polaron。polaron 是帶電粒子在固體內運行，極化周圍的原子，這周圍的聲子與此帶電粒子交互作用的集體共同行為，這問題是固態物理裡非常基礎的問題。假如我們用這種計算方式思考，來推導電子在固體內碰撞所造成的阻抗，就像是使用第一原理計算方式，從 Hamiltonian 開始寫起，一步一步演算得到結果。我是從理論物理，到實驗的固態物理，轉到固態電子學，最後到工業製造。我現在就從這篇 PRB 文章出發舉一個例子，來敘述轉換領域的幫助。我博士班的老闆(指導教授)J. M. Luttinger，他最近剛過世，很多人都認為他應該要得諾貝爾獎，他老年的重大成就是提出 Luttinger liquid 與高溫超導理論成果。他早年有幾個重要成果，我在這裡舉其中一個工作來闡述我的理念。半導體世界裡最重要的課題，就是電子如何在晶格結構的固體內運行，譬如電子在矽與砷化鎵半導體內是如何運行？

理論上，如果不考慮電子與電子間的交互作用，你必須從 Hamiltonian 開始解決一個電子在週期位能下的運動。但位能非常複雜且在不同材料下都不相同，如果都使用第一原理來處理電子在不同半導體內的運行，將花費許多時間成本在處理理論預測的工作。Luttinger 有一個重要的貢獻，從寫下 Hamiltonian 嚴格推導，最後結論告訴我們：當電子在晶格結構的固體內運行，如果用電子有效質量取代電子質量，可以視為電子在沒有週期位能的自由空間下運行一般。有效質量如何計算？就是把能帶中的能量對波向量的二次微分的倒數。這工作的結論是非常重要的而且簡單，從此我們處理固態物理的問題，除不適用高能量激發狀態以外，在一般小電壓狀況下，就變成處理自由粒子的運動，而自由粒子的運動可以用簡單的古典力學來處理。對工程師而言，用古典力學的概念來想電子的運行是很容易的，如果要工程師甚至實驗物理學家，都用第一原理的思考方

式來思考，那是非常艱澀困難，且半導體將無法成為一門產業技術的學問。

工程師在半導體業界工廠裡，也要計算、模擬與預測一些物理特性。如果都要從 Hamiltonian 開始計算，那將無法做下去。而 Luttinger 的有效質量理論，嚴格的證明了可以將電子視為自由粒子，到第二階微擾展開都還正確，第三階微擾展開後要修正。這個理論是從解薛丁格等式開始，也就是從第一原理出發，最後結論告訴我們：只需要找到能帶中能量為波向量的函數，從中得到有效質量，就可以把電子當自由粒子處理。之後，所有做半導體的人，如電機系出身的同學，只要認定這個結果，就可以很容易處理電子運行的問題。譬如現在電機系介紹半導體元件的課本，幾乎都是使用古典力學的概念來探討電子運行，而所有在晶格結構固體內運行的複雜問題，都被有效質量的方法給簡化。我跟 Luttinger 學習到很多像這樣的大道理，一個大物理學家所面對與處理的數學與物理問題，應該如何轉換成普通語言，能簡單且實用的被接受。這當然要經過嚴格的推導，又要能簡單的讓產業界使用。不然，這偉大的學問，就變成像特異功能一般，只有幾個人懂，其他人都不清楚你在做什麼。

我一步一步走來，當我進入研究界與業界時候，我沒有忘記當初做固態物理理論的思維。但我知道我在 Bell Lab 做的研究，如果再用第一原理去計算，將花費極高的成本與時間。我清楚的知道，只需要計算出有效質量，就可以用古典物理簡單的處理傳輸現象的問題。在研究界與業界，我平時就使用古典物理解決問題。如擴散方程式、牛頓的定律與簡單的馬克思威爾方程式，就可以解決大部分的問題，且結果相當正確。我認為物理系的人處理的複雜數學與計算，可能很少人能理解，欣賞的人不多。但如果文章的結論是可以簡化問題，即使中間的推導過程無法理解，也會有許多人要運用你的結果。推導過程的正確性會有其他做物理的人驗證，而一般人只需要運

用這結論來簡化問題。

我一步步走來，物理變成我的助力，而我缺少的知識部分是現象學。譬如我做矽半導體時候，矽半導體上有許多物理現象是我不知道的，就趕緊自修去補足這部分的知識。我到 Bell Lab 時候，開始做積體電路。我的背景其實很好，但對於積體電路學門裡的許多現象並不清楚。現象是比較容易補足的，只要勤快地去請教與閱讀那些現象學的研究資料，一、兩個月後，知識就可以迎頭趕上。當你的現象學知識足夠，如果你又能夠有物理的思考，且比別人深入，有方法論，就像是物理系給我們的訓練，你再走下去，做研究與吸收知識就比別人快。參加討論時後，因為你的基本建立在基礎的物理學、思考邏輯與方法論上，你的發言論述都會比較有道理。在 Bell Lab 的同僚大部分是電機系與材料科學系背景出身，幾次討論後，他們會認為我講的內容有深入的分析與道理，並得到很好的結論，大家都很欣賞這些見解；有人有新的實驗結果，我也能很快的吸收與欣賞別人的成果，這樣的能力都歸功於物理所給予的嚴格訓練。

我常鼓勵電機系同學要多學物理系開的課程，電機系可以是你謀生，或者是一輩子貢獻的領域與方向。但在大學與研究所求學階段，所應該受的基礎訓練卻應該是物理領域的訓練。物理的學問發展成熟後，即使在經過八、九十年後，還是不變。而現象學的內容，三年後可能就有所變化。所以你花時間與精力習得物理知識，可以延用很長時間，是非常值得投資的學習領域。

簡紋濱：四、五十年前，原本半導體領域的文章也是發表在物理回顧(Physical Review)期刊上，等到這領域成熟了，才轉移到 IEEE 等其他期刊上繼續發展。

盧志遠：因為在四、五十年以前，半導體物理的基本架構已經建立起來，在架構時候的文章多在物理回顧期刊上發表。甚至最早 Bell Lab 發表的許多

半導體相關的文章，也都是在物理回顧雜誌上刊登，當時在學校裡也沒有固態電子與積體電路的學程。核工系也是類似的情形，當初發展核子反應也多是物理學家。後來為了解決設計反應爐的實際問題，譬如要解決熱傳導等很多工程的問題，所以才衍生出核工系，其實這些學問的基礎還是物理。

我很慶幸在當時高中要進大學，聯考選填志願科系時候，選擇了物理。我在高一年的時候，對生物非常有興趣，高二讀化學時候，我也非常有興趣。後來我發現，要唸好化學，物理必須了解清楚。化學是一個現象，想弄清楚這個現象發生的機制又必須有物理的知識。到高三時候，才了解到物理才是了解物質的所有道理。

選擇物理不代表我對其他領域沒有興趣，其實我也很喜歡生物。譬如我最近常閱讀天下雜誌發行，有關生物、遺傳與基因的通俗科普書籍，並想閱讀現在大學一年級的生物教課書。我當初選物理，並不是不喜歡其他領域，而是要學習思考物質的最基本道理，之後我才去接觸其他有興趣的領域。

訪問者簡介

簡紋濱

現任國立交通大學電子物理系所助理教授，主要研究領域為固態物理實驗，表面物理，與奈米科學。

E-mail: wbjjan@mail.nctu.edu.tw