



## **Taiwanese IT Pioneers: Chun-yen Chang**

Interviewed by: Craig Addison

Recorded: February 16, 2011  
Taiwan, R.O.C

Sponsored by:  
National Security Council, Taiwan, R.O.C.

Language: Chinese

CHM Reference number: X6262.2012

© 2011 Computer History Museum

受訪者：張俊彥教授

Q：我是電腦歷史博物館的 Crag Edison。今天是 2011 年 2 月 16 號。我正在進行另一段台灣口述歷史訪談。今天的來賓是張俊彥教授。教授，在我們正式開始之前，能否請您用中文簡介一下您的大名與所屬單位？

A：我是張俊彥。服務於台灣國立交通大學。

Q：請問您在哪出生以及長大？

A：1937 年，我出生於高雄，也在高雄長大。一直到小學五年級時才搬家到台南。直到從成大畢業之前，我一直都待在台南。

Q：您在校時最好與最差的科目分別是？

A：我很喜歡數學、物理跟化學。也喜歡閱讀愛因斯坦、瓦特這些科學家的傳記。

Q：所以您非常...

A：在我小時候。

Q：所以您對這些科學家很有興趣？

A：是的，從小就喜歡科學。

Q：您有所謂的榜樣嗎？愛因斯坦等科學家是您年輕時的崇拜對象嗎？

A：是的，我小時候的榜樣是愛因斯坦。後來在我研究所畢業之後，我的榜樣則是畢業於麻省理工學院，榮膺美國韋伯斯特講座教授的朱蘭成教授。從 1961 年到 1973 年，他曾到交通大學來指導教學並進行研究。為人十分親切。朱教授對於二次大戰期間雷達系統的發展也貢獻良多。

Q：能否告訴我們您在什麼情況下初次接觸電子學與電腦？

A：很有趣。那是在我念中學的時候，我自己做出了真空管收音機以及電晶體收音機。這可以說是後來我事業以及志趣的起點。我當時還非常年輕，大約才 13 或 15 歲吧。

Q：所以起因並不是學校的課程，而純粹是您的興趣？

A：對，是因為我的興趣。

Q：談談您的大學時期。您是在哪裡念大學的呢？主修哪個方面？

A：我念的是成功大學電機系，主修微波工程與半導體。那也是我當時最有興趣的科目。

Q：那是台灣相當早期的半導體課程，能否談談這課程出現的歷史淵源？當時是誰教授這些課呢？

A：當時是一位沈教授教我們電晶體與半導體的課程。也是我對這個領域最早的接觸。

Q：那麼您在大學時期參與過任何有關電晶體的專題研究嗎？像是製造或是設計任何儀器？

A：沒有。我只有在大四的時候修了一堂課。

Q：電晶體當時是種熱門產品或科技嗎？

A：是的。1960年我從成大畢業。當時新力推出了電晶體收音機，在市場上非常成功。但當時他們所使用的是鍺電晶體，而非矽電晶體。

Q：當時的您清楚美國矽谷的相關發展嗎？像是快捷半導體公司以及積體電路在60年代的發展？

A：是的，我知道。快捷半導體當時剛成立不久，生產大量半導體電路與積體電路裝置。但一開始，他們做的是鍺電晶體，之後才是矽電晶體。矽谷大約就是在這時期開始發展平面式電晶體技術。1965年，高登摩爾在他著名的摩爾定律專文中曾提到超大型積體電路的源頭就是矽平面式電晶體。

Q：談談您大學畢業後的事吧。

A：我到了交通大學電子研究所，當時台灣只有我們所致力於這個領域。所以在 1960 年我很幸運地進入新竹的交大電子所。

Q：是以碩士班學生的身份？

A：是的。當時我在那裡攻讀碩士班學程。

Q：那麼在碩士班畢業之後呢？

A：接著我就服了一年的兵役。在那段期間，我們完成了台灣第一個電視電波發射器。役畢之後，我回到新竹著手進行半導體實驗室的建立，並且從事真空技術的研究。

Q：您提到服役期間所完成的電視發射器，那是當時您從事的一個計畫嗎？

A：是的，那是當時交大參與留校服役人員的一個計畫，目標是研發出國內第一部電視發射機。當時交大電子所的師生為此組了一個團隊。

Q：而您是其中一員？

A：是的，我參與了當時的計畫團隊。

Q：瞭解。

A：那是個非常有趣的經驗。我們從無到有，設計發射器，設計接收器，並且播送訊號到

整個台北地區。我們做出了台灣首部電波發射器。

Q：您說後來您回到新竹並且著手建立實驗室。是靠您一個人的力量嗎？還是這也是官方機構的計畫之一？

A：當時在交大進行留校服役的人員接到這樣的一個電視發射器研發計畫。於是大約有十個成員開始著手進行這項任務。那是我們開始研究這類型技術的開端。

Q：那麼在您退伍回到新竹之後呢？

A：因為是留校服役的關係，所以我當時還是留在新竹交大。退伍之後，我進了當時位於新店的台灣通用電子（現為台灣通用器材）。當時我的職位是半導體工廠的工廠主任，當時半導體技術在台灣才剛開始發展。不過我只任職了一個月就決定要回國，因為我發現我沒有辦法出國留學研修。因此我就辭職了。

Q：當時的台灣通用電子是台灣第一個半導體公司嗎？

A：當時其實只是裝配廠而已。

Q：那麼是誰設立的呢？

A：我當時僅僅任職了一個多月，在發現自己無法出國時就離職了。

Q：那麼...

A：是的，當時的我無法出國。

Q：那麼當時你們負責的是替海外晶片公司進行在台裝配？

A：是的。當時是由美國通用器材所投資，台灣通用電子是它的在台子公司。我記得當時台灣廠的部分是由一位賀爾博士所設立。

Q：可以談一下您提到有關出國的問題嗎？

A：當時的我被限制出境。

Q：什麼原因呢？

A：我的父親在 1950 年時成為二二八事件受難人。他當時因為反對蔣介石先生對台灣的統治而遇害身亡。當時的我則無辜地被限制出境。

Q：意味著你被列入了黑名單？

A：沒錯。

Q：那麼應該還有很多人遭遇這樣的情形？

A：是的，當時在台灣，白色恐怖造成許多人有這樣的狀況。

Q：所以他們當時視你為某種政治威脅，也因此你無法離開台灣？

A：沒錯。

Q：您是怎麼發現的呢？是事先就得知，還是試著要離台時才發現？

A：當時我並沒有太氣餒。接著我就到了交大擔任講師指導學生，同時開始我的自學計畫。因此我自學量子力學與固態理論，同時也在研究所開設這些課程。我想當時我算是國內學術界研究該領域的先聲。之後我開始研究半導體。我想先前這些經歷對我之後研究半導體領域是很有助益的。

Q：您大概是在哪一年開始研究半導體領域的呢？

A：我建立半導體實驗室開始研究應該是從 1964 年開始。當時我與貝爾實驗室的張瑞夫博士一起進行研究。他從美國帶回了許多設備藍圖，像是光罩對準機、真空蒸鍍機、濕刻蝕機。我們開始嘗試親自製成這些設備，還包括擴散爐具。當時我們從無到有製作出這些儀器。從 1964 年 9 月開始，整個研發過程相當的成功。1965 年 5 月，我們成功製造出第一顆平面式電晶體。這算是最早在台灣所建立的矽平面式電晶體技術。

Q：因此貝爾實驗室的張瑞夫先生算是技術轉移者？



A：是的。我們經過許多討論，關於如何製作建立這些半導體設備。再經過親自設計，像是當時的光罩對準機便是出自我的手筆。完成之後我們也請國科院儀科中心開始產製這些設備。當時我們的成果可算非常成功，也很精確。

Q：有關當時您所製作完成的光罩對準機...

A：是的。

Q：那算是某種逆向工程的結果嗎？

A：我想這很難去定論是不是逆向工程。我們經歷了許多討論、開始繪製草圖，然後便開始進行設計。

Q：這項半導體實驗室計畫當時在台灣有任何資助者嗎？

A：當時有個來自聯合國的計畫，我們稱之為聯合國特別基金會，在交大電子所設立遠東電子電信訓練中心。總預算有美金 30 萬元之多，在當時是很大的一筆經費來協助建立國內的相關技術。但半導體實驗室並不是我們最早建立的計畫。在它之前還有電子計算機實驗室、微波實驗室、雷射實驗室，之後才是半導體實驗室的計畫。因此在當時我們在交大成立了台灣第一座半導體研究中心。之後成為台灣該領域相當成功的學術研究單位。

Q：所以交大半導體中心的創立比起工研院電子所等相關研究室早了許多？

A：是的。

Q：因此你們在這個領域上領先他們許多年？

A：是的，交大半導體中心在 1964 年成立。工研院在 1974 年決定推動一個名為設置積體電路示範工廠的計畫草案，因此需要大量精通矽半導體科技的領先人才參與。因此幾乎所有的計畫成員都出自我們實驗室，有我的研究所學生、大學部學生以及曾在交大半導體實驗室受過訓練的人員。當時的成員在出發到美國無線電公司研習之前，幾乎全都在我們實驗室待過。

Q：您記得當時是如何決定由美國無線電公司來授權技術轉移的相關討論嗎？選定的幕後過程為何？

A：過程很有趣。再決定引進美國無線電公司的技術之前，我們先成立了一個委員會。該怎麼說呢？一開始其實有兩家廠商參與該合作案的競標，美國無線電公司與休斯電子公司。由五人組成的委員會負責決定最後誰得標。最後我們決定與美國無線電公司合作。這也是開啟往後台灣在積體電路領域發展的第一個企畫案。接著我們派人到美國無線電公司受半年訓練，回國後在工研院繼續完成示範工廠的計畫。最初在審查企劃書時，美國無線

電公司只保證我們最終能達到 17% 的良率。但當我們的學員回國後，由他們所執行出的產品良率卻遠超過 70%。甚至比美國無線電公司本身的良率都還高，使他們非常驚訝。這給了我們充分的信心在台灣推動積體電路產業。因此在 1980 年，委員會決定將技術轉移到民間公司。同一年，政府在新竹設立了台灣首座的科學園區，也就是竹科。一樣在 1980 年，政府將積體電路產製技術轉移到當時成立的聯華電子公司。聯電經過兩三年的運作之後，接單量開始顯著提升。

Q：在聊竹科之前，可以先請您談談也曾任職於美國無線電公司的潘文淵博士，他在這個計畫中的角色為何？

A：潘文淵博士也是交大校友，後來進入美國無線電公司。當時他也引薦了該公司參與競標這個合作案，當時另外的競爭者是休斯電子公司。我們最終選擇美國無線電公司，因為他們的技術較為成熟。而潘文淵博士則擔任這個計畫的顧問，給了我們很多建議。

Q：當時要找到廠商來競標容易嗎？這些公司會不會對技術轉移不感興趣？

A：他們很樂於做技術轉移。兩家都是。

Q：還有其他競標者嗎？你們有沒有試圖找過？

A：有的，像是德州儀器公司。但當時德州儀器只有雙極性電晶體技術，因此最終沒有進

入候選名單。

Q：能否談談台灣政府決定開始推動積體電路的技術轉移及該產業，後面有什麼樣的因素呢？

A：好問題。我認為政府（技術顧問委員會）做了正確的決定，推動這項計畫。當時的政府（團隊）還不確定哪個才是正確的產業方向，但他們有意願推動國內的半導體產業。而在當時的雙極性與積體電路技術當中，政府（技術顧問委員會）做了正確的選擇，那就是發展積體電路。這對往後台灣半導體產業的發展是相當重要的一個關鍵。另一件我認為政府做對的事，是建立科學園區。如今竹科成為僅次於矽谷的成功案例。我們的政府當時做出了這兩個重要且正確的政策決定。

Q：就我所知，一開始有很多人反對竹科也很難取得資源，是嗎？

A：1980年之前，我們成立了委員會提倡推動興建竹科。最後竹科獲得了成功。過程中當然有反對的聲音，但我們並不在意。因為它相當地成功，我其實也記不得當初是哪些人反對。但的確一開始是有人不支持的。

Q：草創時期的竹科，也很不容易吸引到外資進入設廠，是這樣嗎？

A：沒錯。當初真的是相當辛苦。一開始只有一家公司設廠，就是聯華電子。後來有了另

一家，英文名稱是...，福祿，生產水刀設備的福祿遠東公司。他們現在仍然在竹科裡營運。的確當時只有兩家公司進駐。後來在何宜慈先生擔任竹科管理局首任局長任內時，他到美國、矽谷、世界各地去遊說美國及台灣的廠商進入竹科設廠。草創時期的確很不容易。

Q：您先前提到，前往美國無線電公司受訓的成員都選自您交大的實驗中心...

A：是的，當時的計畫委員會挑選的。

Q：是如何挑選的呢？只挑最優秀的人才嗎？還是有什麼其他的遴選標準？

A：很好的問題。當時最好的方式就是從待過交大半導體中心的人當中開始挑選。所以當時的計畫成員絕大部分來自我們中心，另外一些人則是從萬邦電子公司找來的。萬邦電子成立於 1970 年。當時的積體電路計畫選的成員一部份也來自萬邦電子，因為它當時擁有純熟的平面式矽電晶體技術。計畫當中的兩名關鍵成員就是來自萬邦電子。一位是曾繁城博士，他是目前台積電的創辦人之一。他們錄取了當時人在萬邦電子的曾繁城。另一位是劉英達先生。他後來成為聯華電子董座，在技術面與管理面上協助建立聯電。這兩位當時都曾任職於萬邦電子的成員，因為擁有豐富的矽電晶體技術知識而被錄取。他們在計畫中的表現也很出色，因為就技術層面來說當時萬邦電子矽平面電晶體的良率超過 99%。

Q：萬邦電子是一家本土公司還是跨國公司呢？

A：是台灣本土公司。他們的技術都是從交大半導體實驗中心這邊過去的。

Q：瞭解。

A：但它只營運了 17 年。只有 17 年。

Q：那麼是美商快捷半導體公司授權矽平面式技術給萬邦電子的嗎？還是？

A：不是的。他們的技術都來自我們實驗室。美商飛捷半導體，不對，是萬邦所有的技術都是從我們這邊過去的。

Q：當時他們生產哪類產品呢？

A：那時候他們做的是矽電晶體，以供給電晶體收音機的需求。當時台灣的電子公司大都以製造電晶體收音機為主。當時的萬邦就是生產電晶體給電晶體收音機公司。他們當時也生產 LED。1970 年，交大做出了國內第一個 LED。我負責指導當時的技術人員吳清斌，完成了台灣第一個紅光 LED。

Q：您當時是如何與日本與美國的技術發展同時並進的呢？靠著期刊雜誌嗎或者是？畢竟您提到當時無法出國，您是如何跟上該領域的各項發展呢？

A：是的。當時的我確實無法親自到國外去，但取得國際期刊、雜誌、以及一些日本的資料是沒有問題的。但這樣的資訊在當時也不是那麼容易就能取得的。

Q：您在交大半導體中心扮演什麼角色呢？是中心主持人、創立者還是什麼其他的角色？

A：1965年，我成為當時的半導體實驗室主任。在張瑞夫博士來訪交大一年，返回美國貝爾實驗室之後，校方就指派我擔任這裡的主任。

Q：那時實驗室成員的規模大概是多少人？

A：我們聘任了一些技術人員。有兩位受過高等學術訓練的成員以及5, 6位其他的相關人員。這些技術人員共同維持整個實驗室裡，包括擴散爐、光罩對準機、濕刻蝕機等器材的運作。

Q：瞭解。

A：這些成員如今都還在我們實驗室服務，現在叫做交大奈米中心。雖然他們實際上已經退休了，但仍然在我們中心進行研究。因為從非常早期就成為台灣半導體產業的先鋒人士，所以現在他們當中許多人到現在都還選擇留在我們中心裡。

Q：您提到您曾自製光罩對準機，還有其他儀器嗎？

A：有的。包括真空蒸鍍機、合金爐、硼擴散爐以及磷擴散爐等等。

Q：因此當年推動積體電路工廠計畫時，你也參與了生產線儀器的建構嗎？

A：並沒有。當時計畫用的設備都購自各個半導體公司。所以推行積體電路計畫時所用的儀器都是採購回來的。例如當時萬邦電子設立時，我們向 Themco 公司買了擴散爐、向庫力索法公司買了光罩對準機。我們向外購買工廠生產線所需要的機具，而非自製。因為當時自製的儀器雖然足以做為研究室使用，但不適合拿來進行工業生產。

Q：能否談談在您建立交大半導體中心之前，1960 年代的台灣半導體產業概況？當時台灣已經設立了幾家裝配廠，他們的運作情形如何？

A：首先是美國通用儀器公司來台設立的台灣通用電子公司。而在 1966 年，附屬於美商飛歌福特公司的高雄電子公司在高雄建立了裝配廠。開始進行半導體裝置的裝配作業。我也引薦了許多我們的學生到那裡擔任重要職務。

Q：所以在那幾年有許多類似的裝配廠公司成立？

A：在 1970 年，華泰電子公司也在高雄成立，目前仍然營運中。同樣也是以 IC 裝配為主要業務。



Q：然而美商飛捷半導體在當時並沒有來台設廠？

A：沒有。

Q：還是說當時他們選擇在香港設點？

A：美商飛捷確實有在台灣建立事業部分公司，但是只負責在國內銷售產品。台灣的分公司並沒有生展部門。

Q：那麼交大半導體中心之後的發展為何？仍有繼續運作或是結束研究？

A：我們至今仍在運作。

Q：一直到現在？

A：是的。我們不斷擴大研究範圍，目前改名為交大奈米中心。

Q：直到退休前，您一直參與中心的管理事務嗎？

A：倒沒有。但為了研究所需，我確實仍舊會在中心使用器材，因為我沒有自己專屬的一套器材。

Q：瞭解。回到您身上，談談您個人後來的研究發展吧。

A：當初的半導體中心後來一路茁壯，運作至今。這裡成為提供交大教授進行各項研究的

場所，無論是半導體或是自動化電子的相關研究。半導體中心提供交大上百位教授進行他們的研究。早年的半導體中心已經相當成功，而現在的交大奈米中心更是秉持著一樣的精神，希望為全台灣、各大院校提供服務。這座全國性的研究中心現在是一個提供全台各學校研究服務的平台。

Q:張教授，我們談過您在 1960 年代的經歷。您能談談 1970 年代您的經歷嗎？

A：我們在 1970 年在新竹設立了萬邦電子公司。萬邦利用當時先進的技術製造矽平面式電晶體元件，主要提供台灣廠商進行電晶體收音機的製造。當時生產電晶體收音機需要大量矽平面式電晶體的供應，包括訊號放大器、射頻模組、以及功率放大器等等的元件。

Q：您在萬邦負責的是？

A：當初他們請我擔任技術主管。我負責當時所有生產線的建立業務。為此我們從許多公司購入生產設備，大部分是美國的公司，例如 Themco、Hugle 等等。

Q：這就是您因為被限制出境到海外深造所以只任職一個月的公司嗎？

A：不是的。我們還是可以從雜誌、國際期刊以及型錄等獲得相關資訊。我也能從其他半導體公司獲得相關資訊。他們會提供我相關建議。因此我相當瞭解這些訊息，也就從世界各地的公司採購了最先進的半導體器材。

Q:我指的是您之前提到一家您只待了一個月的公司，就是萬邦電子嗎？還是是別的公司？

A:那是 1963 年通用器材在台灣設立的台灣通用電子。萬邦是在 1970 年才成立的。

Q:那麼您在萬邦服務了多久呢？

A:我服務了三年。從建立生產線、產品製成到商品檢測。當時曾繁城博士也負責萬邦很重要的品管經理職務。他負責所有產品的品管，當時的良率非常高，產品非常成功。

Q:當時職位的最大挑戰是什麼？您需要負責提昇產品良率嗎？

A:我認為最重要的是你必須要非常熟知相關一切技術。我也以相當嚴格的訓練來教育下屬，像是曾繁城、戴寶通以及劉英達。他們後來都成為 1974 年積體電路計畫的首批成員。在萬邦電子參與過實際建立半導體生產線的工作經驗對他們幫助良多。因此有些人也暱稱萬邦是當時的台灣飛捷。

Q:您在萬邦待了三年？

A:是的。很不幸的我在三年後因為一些管理上的問題而離開了。雖然他們在生產技術上是相當成功的，但在公司的經營管理模式上大家有些歧見。因此我選擇離職。兩三年之後，我回到大學裡。

Q:您回到學校之後做了什麼呢？

A:我當時沒有回到交大，而是到成功大學。在那建立了新的研究室，領先國內學界開始研究非晶矽、多晶矽與砷化鎵三五電晶體等技術。之後，非晶矽技術成為 LCD 廠房的重要技術源頭。而砷化鎵技術則使得許多太陽能電池公司獲益。我在國內率先研究這些技術，而我訓練出的人才後來都成為業界倚重的對象。這是我從 1977 到 1987 年在成大的主要研究。

Q:您的學生當中許多人都成為業界的重要人士。能否分享一些您學生們的故事？

A:你指的是我的博士班時期還是哪個時期？

Q:我指的是您所指導過、後來成為業界知名人士的學生們。

A:業界部分例如曾繁城博士，他是當年台積電的創辦人之一。還有交大畢業的宣明智，後來是聯電的榮譽副董事長。以及施振榮博士，宏碁集團的創辦人。還有許多我的其他學生。我曾在台大任教五年，我在台大的許多學生在學術界也很有貢獻。當時幾乎所有頂尖的學生都參與我的研究團隊，並且在我的指導下完成論文，熟知半導體的所有知識。例如鄭驊博士，他成功製造了全球第一台藍光雷射 ( ZnSe ) ，相當的成功。當然，還有許多我指導過的學生在學術界建樹良多。

Q:能談談台灣與美國矽谷兩地在工程教育的上的異同嗎？

A:我想是同大於異的，因為台灣這邊的大學基本上是照著美國體系在走。不同的點在於，台灣的學校比較重視應用這塊，而在美國，他們比較強調從基礎理論性研究做起。所以還是有點差異的。

Q:談談您在貝爾實驗室的經歷吧。當初是怎麼牽上線的呢？

A:當他們邀請我過去時，我非常高興。我在那參與了超大型積體電路的研究團隊，當時的主持人是喬治史密斯博士。他也在 2009 年因為發明電荷耦合元件而獲得諾貝爾物理獎。我們共事相當愉快，也一起討論了許多關於超大型積體電路的未來發展，以及如何解決因為縮小元件尺寸而隨之帶來的短通道效應問題。當時我們探討許多這些問題，我也給了他我的見解，我們在這方面相談甚歡。可惜的是我在貝爾的時間很短。我回到台灣後，他們也繼續邀了我幾次。因此我們有過好幾年珍貴的學術交流，到現在也一直保持友誼。

Q:您一開始是怎麼跟貝爾實驗室搭上線進而被邀請過去的呢？

A:這要談到當時也在貝爾的施敏教授，是他引薦我的。貝爾那邊很快就邀請我過去擔任實驗室的技術人員。我感到十分榮幸。

Q:所以很顯然地您那時候可以出國了？不再有出境限制了？

A:是的。那時候已經沒問題了。

Q:所以您...

A:那是在蔣介石去世、蔣經國接任總統之後的事了。事實上我認為推動台灣高科技產業的源頭其實是蔣經國總統。我記得 1970 年時他邀請我和其他人士與他會談，他當時表示想要在台灣發展高科技產業，我也提供了我的意見與想法。我認為經國總統才是真正台灣高科技產業的最早推手。即使許多人認為台灣科技業是李國鼎或是孫運璿先生促成推動的，但實際上早在 1970 年蔣經國總統就決定要在國內開始建立本土高科技產業。

Q:他當時對於科技產業的哪一塊特別感興趣嗎？您怎麼會認為...？

A:他當時與我會談就是因為他有興趣發展半導體產業。因此他邀了三個人，都有半導體相關背景。你可以想見他非常洞燭機先。

Q:對於一位政治家來說。

A:他是為相當親切的政治家。對發展科技產業相當有洞見，事實也證明台灣發展得相當成功。現在這些台灣廠商的基礎幾乎都是早年本土半導體廠商所打下來的。在那之後，慢慢才衍生到 LCD 面板、到電腦製造。例如施振榮當初也是在我的指導之下學習半導體技術，畢業之後，我推薦他到竹北的環宇電子公司。

Q:他是個怎麼樣的學生呢？

A:你是說施振榮？

Q:是的。

A:他總是拿第一名。我不知道他更之前的表現如何，但在我的課堂他總是拿第一。

Q:所以他原本是以學習半導體起家的？

A:是的，在他轉向電腦製造業之前。

Q:您從一開始就看得出來他聰明絕頂嗎？

A:不只是聰明，他待人也很親切。總是替旁人著想，不管是生意往來的伙伴或是公司員工。是非常有人道精神的人。

Q:他有跟您提過自己的志向嗎？有關想自己創立公司的想法？

A:其實沒有。他在校時，我們互動良好。不過畢業之後就不常聯絡。不過他確實在很早期就跟我提過他當時創立的公司與事務。

Q:就是當時的環宇電子嗎？

A:環宇是一家裝配公司。兩年後他進了榮泰電子。兩三年後，他離開榮泰，創立他自己的公司，也就是宏碁。開始生產有關微處理器、輕型電腦等產品。我想他自創公司大約是1975 或 1976 年的事。

Q:那麼當您從貝爾實驗室回台之後，您後來從事的是？

A:我繼續我的研究工作。

Q:在哪個單位呢？

A:我當時進行半導體領域的一些先進研究，像是彈道傳導電晶體裝置。我從事當時相當先進的一些半導體裝置研發。

Q:算是在超大型積體電路那塊嗎？

A:一部份是在超大型積體電路領域。另一部份是研究當時的先進裝置、理論與現象。

Q:您離開貝爾之後，1980 年代的台灣半導體產業大概是怎樣的光景？

A:才剛起步。聯電當時才成立一年左右，一開始並不是非常賺錢。但在兩三年的營運之後，聯電的營收開始起飛，相當成功。因為當時他們找出了正確的營運模式，他們在當時選擇了生產正確的產品。他們生產...應該說，他們找到了正確的產製商品，因此得到相當



好的獲利。那就是電子錶晶片。整個 1980 年代中，他們生產並販售電子錶晶片。聯電做出相當巨量的電子錶晶片，且利潤豐厚。有趣的是，一開始他們的晶片要價是兩毛錢，之後一路壓低到一毛五、一毛、七分、五分，到三分錢。但他們還是能獲利！但他們還是能維持獲利。最後價格甚至還壓低到兩分錢。但之後聯電停止這部分的業務，轉向其他產品。例如當時他們開始替一些整合晶圓大廠擔任代工業務。一些整合晶圓製造商。而他們為何停止原先的電子錶晶片業務呢？因為當時韓國也開始生產價格同樣只需兩分的手錶晶片。他們利用俄國的工廠生產這些價格相當低廉的晶片。因此聯電決定抽手這方面的業務。整體來說，聯電在這時期已經相當成功，也因此儲備了充分的資源能轉而生產新的產品。最後也證明他們是對的。在那之後聯電依然持續茁壯。

Q:曹興誠先生是聯電創辦人之一。您認識他嗎？

A:當然，我非常瞭解他。他是我們碩士班的畢業生。1970 年入學、1972 年畢業。在校時，我也曾指導（考試）過他。

Q:他是個什麼樣的學生呢？

A:那時他不是因為選了我的課，但是因為我是他碩士的口試委員之一。因此我當時很瞭解他。

Q:是的。可以分享一些他的趣事嗎？

A:他很聰穎，當時他發明了許多半導體相關的新模式。例如他發明了一個現在仍被廣泛使用的、相當知名的、每個人都知道的模式。就是員工分紅配股制。

Q:瞭解。

A:從他發明之後，大家都開始採用。甚至台積電也採用了員工分紅配股的概念。

Q:那麼？

A:還有許多公司也都採用了。我只舉了台積電而已。

Q:那麼晶圓代工模式呢？張忠謀先生也曾提到他建立了代工模式。而曹興誠先生也說過他發明了這個模式。您對於台灣的晶圓代工模式發展史瞭解嗎？

A:很好的問題。老實說，我認為曹興誠在張忠謀之前提出了這樣的概念。1985年時，張忠謀擔任聯電的總裁。到了1986，他擔任聯電顧問。但因為當時聯電在市場上的成功，張忠謀於是決定在1985年返台。而曹興誠在1986年左右提出了晶圓代工的提案，呈交到經濟部去。後來他們發現了這個提案。但老實說，當時曹興誠的概念的確是晶圓專製沒有錯，但那並不是純粹的代工，同時他們也有製造其他產品。但直到張忠謀在1988年創立台積電之後，台積電才是以純晶圓專製模式在運作。因此我認為張忠謀才是純晶圓代工

模式的創始者。而由於晶圓專工模式的成功運作，也才能發展出許多其他業務，像是無晶圓廠、設計公司。因為有晶圓專工，這些廠商才能生存下去。不過這個模式並非從電腦製造界發明出來的。電腦製造界早已有這樣的概念，施振榮知道相關的來龍去脈。在這時期以前，電腦大廠的產業鏈上早已有了代工的概念。

Q:1980年代台灣有許多半導體公司。除了您提到的聯電之外，還有像華邦、華隆等公司。百家爭鳴的時代一定相當刺激吧？您對那時期的印象是如何呢？

A:當然聯電從1980到1987年的迅速崛起是很重要的關鍵，當然他們現在也還是很成功。不過1987年是個很重要的關鍵點。因為當時許多半導體公司開始設立，包括台積電、華邦、茂矽、華智等等。沒錯，當時是國內半導體產業百家爭鳴的重要時代。不過當時政府有個所謂的百億計畫，要成立一家大規模的公司，衍生出的就是台積電的設立。由政府投資49%、其餘為其他民間資本，成立台積電。同時華邦以及其他公司也相繼設立。有一些至今仍在營運，有些則消失了。像是華智，後來被併購進茂矽電子旗下。當時許多類似的半導體公司就像那樣成立了。

Q:也因此許多在美國或矽谷的工程師決定回台創業？成為當時一種趨勢？

A:是的。當時確實是這樣。但在那之前我們與矽谷並沒有太多互動。而在那之後，許多原

本在矽谷的工程師都回來了，特別是從德州儀器公司。當時產生了所謂的人才回流，對於台灣之後的半導體產業發展產生非常大的幫助。是非常重要的關鍵。

Q:您認為他們為何選擇回台呢？

A:簡單來說，因為整體待遇很好，特別是因為有分紅配股制。雖然現在已經停止了，但對當時國內科技業的發展是有極大貢獻的。但當時來說配股制對台灣高科技產業室友顯著貢獻的。我想你應該會同意這點。

Q:您清楚台積電的創辦史嗎？特別是關於飛利浦公司也有投資的這段歷史。

A:我當時也是催生台積電的成員之一，所以我很清楚。當時的行政院長是俞國華先生，他當時是有條件的同意成立台積電的。因為他認為如果沒有外資投入的話，計畫很難成功。因此他們決定邀請飛利浦投資大約 27% 的股份。之後，俞國華便批准了整個設廠計畫。

Q:那麼...？

A:也因此飛利浦從中獲利許多。

Q:當時遊說飛利浦的過程困難嗎？或者他們也覺得計畫很有潛力？

A:細節我不清楚。但我想過程應該是很順利的。因為飛利浦早在台灣投資了許多事業，當

時已經有 20 年之久。再加上當時飛利浦在台子公司的許多執行長都是我推薦過去的，像是羅姓（王晃三）、林姓（林朝武）畢業生以及其他很多人。他們都是交大的畢業生，因此我對飛利浦的情況非常瞭解。加上飛利浦對台灣也很瞭解。因此我認為遊說他們來投資台積電應該不難。另外一個原因我想是因為聯電的成功模式給了台灣一個最佳的範例。以前沒人相信台灣做的到，但聯電證明了。因此我認為飛利浦沒有太多猶豫就決定要投資台積電。

Q:我想跟您聊聊教育。剛剛我們聊到美國的透曼博士，他堅信教育和商業體制應該並行合作，也鼓勵他的學生們投入市場。那麼在台灣有沒有任何機構或是政府單位，協助學校嘗試建教合作呢？台灣的教育體制與產業界的互動是？

A:坦白說，我覺得並沒有。但我可以談談我自己對於教育的經歷與理念。像是我的博士班學生，曾繁城。或者像是奇景光電的董事長吳炳昇。他在業界相當成功。早年他是我從碩士班一直到博士班的學生，也參與我的研究團隊，前後一共六年。他當時的課業表現一直都是班上第一名，每一科都拿到高分。但他告訴我，以前他在校成績並不好。因此他非常感謝我的教育方式、持續不斷的啟發他，他才一步步變得成功。無論是在學術或是在他後來的事業表現上。吳炳昇只是其中一人，許多我的學生都有類似的經驗。他們在大學時的表現也許不優異，但在我的課堂上卻開始名列前茅，甚至拿第一。所以他們非常享受...非

常珍惜這段心智被啟發的過程，之後便開始全心投入研究以及後來的事業。不過除此之外，從 1975 到 1979 年，這五年我也曾在台大教授半導體課程。幾乎所有頂尖的學生，從第一名到第三名，都來請我指導他們的論文研究。畢業之後他們也選擇繼續走半導體研究這條路。他們有很多領域可以選，但依舊堅持留在半導體領域。而在畢業之後，經過商場歷練之後，有些人像是鄭驊博士，就研發出了第一台藍光雷射。但我覺得他們比較不同的是，他們原本就表現很出色，畢業之後還是一樣。而有些人並不是，他們原本在學校並不是挺出色，但在我的指導之後慢慢成為了頂尖人士。所以這算是我認為的價值...我非常享受這種教育的價值。直到現在也是一樣。到現在我都還有大概 10 到 13 個博班學生跟著我做研究，在他們身上我看到教育的精神。在我眼中教育的真價值應該是如此。應該是這樣的。

Q:張教授，能否多談一些您先前提過被限制出國的細節呢？

A:好的。我在 1963 年第一次申請出國，那是在我唸完碩士也退伍之後。我向一些美國院校申請了獎學金跟入學許可。也確實拿到了像是 UCLA 等學校的入學資格和獎學金。但當我要向政府機構申請出境時，卻沒有辦法成功。後來我陸續收到許多次不同單位的獎學金核准通知，特別像是國科院、其他大學或是國際性的原子委員會。既然符合獎學金資格，我就又重新申請出境了大概三四次。我記得最後一次申請失敗是 1970 年的事，在那

之後我就決定不出國了。也就開始了我自己的自學計畫，在交大的博士班內自學、在碩士班講課。漸漸的我的學術生活越來越有起色越來越成功。因此在 1979 年我再次重新申請出國。蔣介石總統已於 1975 年去世，不過當時我的申請還是被打了回票。直到 1979 年，我終於首次得到官方的出境許可。因此我有機會能夠到美國貝爾實驗室貢獻我的半導體知識。也才能遇到當時我的上司喬治史密斯博士，有了珍貴的學術交流。

Q:但我想如果您早在最初申請時就獲得核准，相信一定會對您後來的研究有不同的影響吧？您有沒有想過這件事呢？假如當初沒有被限制出境的話。

A:在我可以自由出國之後，我到貝爾去了許多次，幾乎每年都出國考察。我跟所有的國際性實驗室和大學也建立了良好關係。許多人看到我都說，「你好國際化阿，瞭解好多國際性的概念跟事務」，我都跟他們說「那是因為我有機會真正到國際間做探訪」。即使像在許多國際研討會上，他們也都很重視我的研究報告。出國這件事，讓我在學術上我結識了許多國內外的好友，還有許多研究機構。因此我很珍惜，它所帶給我的助益。

Q:一路走來，您最自豪的成就是什麼呢？

A:我的學術成就。

Q:有沒有哪個計畫或是其他事件讓您最自傲呢？

A:其實沒什麼好驕傲的。但我的確認為能持續教導學生是我最感自豪之處。讓學生在我們的指導下邁向成功，這是其一。此外會讓我覺得驕傲的大概就是我的研究成果了。像是我在 1968 年時建立了 MOS 製程穩定技術，當時是世界首創。當時獲得許多國際上的助益，例如金氧半場效電晶體的發明者，Dwang Kang 博士，他因此飛來台灣與我們做交流。或者像 1967 年時，半導體學者 Frank Fang 博士也到我們實驗室來做參訪，同時也見證了我們的能力與台灣半導體產業的發展。來訪的學者也還包括了 G. L. Pearson 等等。除此之外，我也是建立低壓金屬有機化學氣相堆積系統技術的第一人，當今的 LED 與微波裝置等都仰賴這套技術。在我的研究成果下，創立了許多世界第一，還包括低壓金屬有機化學氣相堆積系統。

Q:那麼回顧過去，有沒有什麼是您想改變的呢？

A:哪一種的改變？

Q:像是您會不會想嘗試不一樣的選擇？一路走來，您對於這一切都滿意嗎？

A:哪方面的選擇？

Q:像是您會想過要選擇不同的職業，或是不同的研究領域嗎？

A:我想這分成兩個部分。第一是當初我建立了萬邦電子，那是非常不同於我現在這種教職



的職業。但三年後我選擇離職，而回到學院裡來。此外，因為我在學術上的興趣相當廣泛，國內各個半導體相關領域的技術幾乎都是我率先開始研究的。幾乎所有的半導體材料，包括矽、結晶矽、非晶體矽、多晶體矽到砷化鎵三五電晶體等等。就一個研究者來說，我涉獵的領域真的相當廣。與其他美國院校的教授相比來說，他們通常都只專注在單一領域的研究上。像是有著發光二極體之父美名的尼克哈隆亞克博士，他本身就專精於三五型、LED 與雷射這個方向的研究。但在學術領域上我跟一般學者很不一樣。就在去年，我的研究團隊才剛研發出世界第一個室溫連續波電激發之共振腔面射型雷射元件，那是該領域過去 30 年的重大突破。我的其中一個博士班學生擔任這項計畫很重要的角色。即使到現在，我們團隊仍不斷針對相關領域的研究主題作探討。許多新的生力軍想加入這個團隊，而我最後終於成了一個不凡的科學家。

Q:那麼...

A:至今仍是這樣。

Q:那麼您會給想以此為志業的年輕朋友什麼建議呢？

A:我覺得最重要的事，學生們應該要堅定自己研究的信念，要全然投入。我的教授曾告訴我，「你一定要全心投入你的研究」。再來要忠於你的崗位。最後，要對工作保持正面積

極的思考與態度。這是最常拿來送給學生的三句話，希望他們能對社會作出貢獻。

Q:您退休了嗎？還是仍然活躍在學術界？

A:真不巧，我還在學術界活躍著呢。

Q:那麼您手中正從事的研究是哪一類的呢？

A:先前我提過，我在高效能綠光 LED 的領域也很活躍，因此目前我正在著手做高效綠能太陽能電池的研究。這剛好也是當下整個產業界相當需要的一塊技術，提升能源效率。另一個我正在做的研究也是 21 世紀最重要的面向之一，就是能源儲存。當今除了積極發展高效能源開發之外，我自己正投入高密度儲能技術的研究。我相信這是這個世紀相當重要的課題。

Q:台灣在這一塊的發展上居於領先嗎？

A:我認為是的。我總是告訴我的學生，「我們一定要做到世界第一」。如果不是以第一為目標，寧可不做。成為世界第一，這是我們一直努力的目標。否則寧可不要做。

Q:接下來恐怕是最後一個問題了。展望未來，您認為在電子或電腦界的下個熱門課題會是什麼？

A:我覺得 21 世紀最重要的就是綠能科技與生態環保技術。因此我們的團隊正朝這個方向在努力。另一個我認為重要的應該是雲端運算、雲端網路技術。技術與系統的進步發展將會大規模地從醫學照護上、從環境發展上、從每個人的日常生活上對人類造成極大助益。這兩件事是我認為當今最重要的領域與課題。

Q:張教授，非常感謝您接受訪問。

A:謝謝。