



Taiwanese IT Pioneers: D.Y. (Ding-Yuan) Yang

Interviewed by: Ling-Fei Lin
Language: Chinese

Recorded: February 23, 2011
Taiwan, R.O.C.

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

Language: Chinese

CHM Reference number: X6290.2012

© 2011 Computer History Museum

楊秉禾 口述歷史 中文文字稿

問：我是林玲妃，今天是 2011 年 2 月 23 日，本計劃是屬於美國電腦歷史博物館的台灣口述歷史計劃，訪問的是台灣的半導體與電腦先驅人物，今天我們的受訪者是楊丁元，楊先生麻煩您先說一下您的中英文名字

答：我現在的中文名字叫楊秉禾，別人也叫我楊丁元，這是過去的名字。

我的英文是 Yang Ding Yuan，一般的朋友稱我為 DY。

問：首先請跟我們談一下你的成長背景，包括你出生的地方、年份，成長的地方，還有您的家庭和童年。

答：我是 1948 年出生在中國大陸南京市。那麼我父母告訴我，我們是出生在南京市，長江北面的一個化工廠裡面。我父母都是化學工程師，那麼自從大陸內亂(內戰)以後，我們就搬到香港去，我們在香港住了四年才搬到台灣來。那我的高中...初中高中都在高雄中學，到 1965 年才考上到台北去讀台灣大學電機系。

問：您幾歲的時候到香港？

答：我出生大概不到一歲的時候，就到香港去了。

問：到香港四年，那您小學是在台灣嘛？

答：對，我的小學也是在高雄，是愛國小學。對。

問：您對童年的記憶大概是怎麼樣？就是一直到高中為止，到台北上大學以前？

答：我記得很清楚，我們剛到台灣的時候，是住在高雄的鄉下。就是現在高雄醫學院的旁邊，那時候都是一片田地，那麼旁邊都是田，我們常常在田裡面抓青蛙抓蛇，很好玩。那麼後來...考上高雄中學之後，那麼我們家也搬到新興區去了。所以每天就是...來來往往去讀書。我記得最清楚是，我是常常到圖書館裡面，把圖書館裡面那個小說都讀完。

問：怎麼樣的小說你最喜歡？

答：我大概讀的都是翻譯小說。所以那時候最喜歡的書大概就是，荷馬寫的這些希臘神話的史詩。

問：您剛剛提到，您父母都是做化學工程的？

答：到了台灣之後，他們都當老師。對。

問：小學老師嗎？

答：不是，當中學老師。那麼後來我的父親到台灣機械公司去，就是國營事業去就職。

問：您以前最好的科目是什麼？

答：我在學校成績一般都不錯啦，那麼我想最好當然是物理啊、數學，這一方面的課程。

問：您剛剛提到您喜歡小說，所以文學、國文應該都不錯？

答：那只是消遣之用，增加很多知識而已。由於對西方的文學跟歷史比較有興趣。對。

問：您個人有沒有偶像？

答：沒有。這是...也許是遺憾吧。

問：您大學是唸台大電機系，那時是為什麼決定要唸電機系？

答：那時候我的兩個哥哥都已經考上成大，我那時候也可以保送成大，所以我決定我不再去成大，所以決定去考試。那時候電機系是我的第一個選擇，所以就考上電機系。

問：那是您第一個選擇是因為，當時大家都認為這是最好的，還是這本來就是您最有興趣的科目？

答：可能一方面受到我們家裡影響，都是讀工程，我大哥讀化工，我二哥讀土木，所以我

想讀電機是一個邏輯的選擇。

問：所以那時候為什麼大家都要讀工程？是什麼樣的想法？

答：我想大概讀工程絕對比較實際一點吧，那麼能夠做一個工程師，是我們家裡面比較能夠接受的事情。

問：可是那時候大家不是都希望當醫生嗎？

答：我可以考上醫學院，不過我沒有把醫學當作我的第一志願，我認為開刀看到血是一個很可怕的事情。

問：您是什麼時候唸電機系？

答：我是 1965 年到 1969 年畢業，那麼服一年的兵役，在海軍裡面服預備軍官。

問：然後您就到 Princeton？

答：是(的)。

問：那您要不要談一下您在 Princeton 受到的教育，和您的感受？跟台大的教育做個比較？

答：我想在 Princeton 第一次接觸到美國式的教育，覺得...應該是用英文來講是 enjoy 這種...這種教育的過程。我舉個例子來講，我把我在台大讀的量子力學的課本給那些教授一看，他們就嚇了一跳，他們說我們這邊連博士班都看不懂那種書。那我們在台大物理系修量子力學的時候就用那種書。所以我想真正能夠對學問比較開竅的話，我想是在 Princeton 開始，那種知道什麼是一種教育，而不是一種只是一種教學。

問：但是您剛剛提到在台大物理修的課是很困難的，您又說在 Princeton 才又受到啟蒙，這是怎麼樣的情況？

答：我想我那時候其實在大一的時候，我說我就想轉物理系，不過想一下，我可能比不過很多人當科學家，所以還是決定留在電機系，做一個讀電子工程。那麼我想就是說...但是對物理還是有些興趣，所以有些課程我在物理系修。

問：您後來到 Princeton，您覺得那邊的教學是比較實際或是？跟您說台大物理這種非常艱深的比較起來的話？

答：我想基本上他們是注重這種，使你了解為主啦。我們那時候我讀的是半導體物理元件，所以我們必須在 Princeton 的化學系跟 Princeton 的物理系上課。我想在 Princeton 另外一個很重要的感受就是，這些老師這些學生個個都像高手嘛。所以跟他們討論事情、看他

們解釋事情是非常的一種樂趣。在 Princeton 的物理系上課，他們可以從熱力學講到電磁學，可以講到量子力學，這跟在台大，這些老師這個只是在課本裡面教是非常不一樣的事情。那麼他們也非常注重這個實驗，所以例如說我常跟很多人講過，在物理系修了 50 小時的...這個工廠裡面說 machine shop，自己動手做這些事情。我一些同學在化學系的同學告訴我們說，他們在化學系畢業要學吹玻璃，才知道就是說你真正要做比較尖端的研究的時候，所有的設備都要自己設計跟自己做，不是買一些現成的設備跟機具來做實驗。

問：您是什麼時候第一次接觸到半導體的？

答：其實我接觸半導體應該是在台大的時候，應該在四年級的時候，那個杜俊元老師，就是現在華泰的董事長，他在台大上課，那麼他就教這個所謂的元件物理，那他教得非常好，因為他是在史丹佛畢業，他也常常講說，他的老師在 Stanford 教學的時候，是非常注重理解而不是注重一種...只在導公式，所以對我們來講也是相當的啟發，所以我們班上來講就是有一部份人就走向半導體的路線。

問：所以那時候您對半導體的感覺是什麼？你第一次接觸到它的時候？

答：我感覺這半導體是一個非常有趣的事情，因為半導體嘛，是金屬... 金屬跟這個非金屬中間，居然能夠做出那麼多這個元件出來，當然這個事後才知道，就是說這個電晶體的發明，其實就是 1948 年左右，是跟我們出生的年紀差不多，就感覺到有一點使命感的樣

子。

問：接下來是談到說您第一個工作，是在哪裡？您在裡面是擔任什麼樣的職務？

答：我在 1974 年當論文做到告一段落的時候，我就離開 Princeton 到佛羅里達一個公司叫做 Harris 半導體公司去就職，那麼我在 Harris 半導體公司做事的時候，可能是我以後...這個職業生涯裡面一個轉折點，因為那時候我們在 Princeton 並不太注重很多實際的事，所以到了 Harris 第一個工作就是在生產線上面解決一些問題，但是那問題實在是太難了。在 1974 年的時候，若回顧歷史的時候，這是這個美國半導體產業也在經過一個低潮的時候，所以公司把很多工程師都把他...把他解僱，那麼留下一些有博士學位的人。後來這個主管問我要不要去做設計？我說我不懂設計，他說我教你嘛！所以我在那邊，還不到一年時間，就設計了一個所謂的靜態半導體記憶體。所以我從一個學半導體物理元件的人，就轉成一個設計工程師，那麼在那個時候不到一年，設計一個產品出來，自己也不知道是不是了不起。後來有一個機會 就是當時的 Harris 這個公司半導體公司的一個...副總，後來擔任台積電的總經理，叫(Jim Dykes)，他那時候...我去跟他說話，介紹說，你就是(Jim Dykes) 我是 DY Yang，他說；「哦，你就是那個 Dr. Yang。」。所以那個時候產品可能是 Harris 第一個可以量產的一個這個靜態的半導體產品，其實 Harris 半導體公司在 CMOS 來講是蠻先進的，因為當初他們做的都是國防工業的產品，他們很多產品就像比金子還貴，用在國防工業上面。當時的電子錶的 IC，也都是 Harris 做出來的，所以公司要我把它

用同樣的製程，把它做成這個靜態的記憶體。所以我做出來是第一個叫做 1024(bit)就是 1k 容量的記憶體。

問：那時候那個設計是只有您一個人嗎？還是有很多位博士？

答：就是我一個人。我記得我...花很多時間，就是在電腦裡面(上)開始學習用電腦設計線路，那自己畫圖，我想那是一個非常好的經驗。那麼我也知道這個 CAD，後來叫做 EDA，是那麼的重要，可以把一個人從什麼都不懂，可以在幾個月之內就能夠學習(設計)，但這個回想起來，也是跟在 Princeton 大學的訓練有關係。在 Princeton 大學的訓練來講，我們的指導教授，只是一開始給你一篇 paper，以後就不大管你，一直到你自己一直做實驗，找出很多可以做的題目，再去跟他討論。所以我認為，在博士的訓練裡面，很重要一點就是，從無知一直找，找到一個可以去解決的問題。他不會給你題目，他要你自己找題目，而且把它找出來，能夠證明你做的事情跟別人不一樣。

問：你剛才提到說本來是學半導體、物理元件，再轉去做 IC 設計，你認為這中間的 Gap，是很大的是不是？

答：其實後來我自己讀了很多書，把它慢慢彌補起來。我剛開始去生產線的時候，連那個光阻在哪裡我都不知道，我都要問那些線上的作業人員說，那邊是有光阻？那邊是有(Oxide)？後來他告訴我之後，我慢慢就可以把它拼湊起來，所以後來在 Harris 的時

候，我們要設計完之後，要拿去做光罩，那麼我...填了一大堆表格，我也是去一直追問，為什麼這樣填？為什麼這個光罩在這時要放大？這時要縮小？那麼都告訴我一遍，那我就慢慢把它拼湊起來。所以我覺得很多工程跟技術就可以慢慢...可以結合起來，而且這樣的技術又變成一種 know how，可以複製起來。這個...這個經驗對後來帶領這個 RCA 訓練計劃移轉時候，我發現有很大的作用。

問：您一進入 Harris 就是當副總工程師嗎？

答：因為你是博士，他們就給你副總工程師。因為那時候，Harris(Semiconductor)正在轉型，整個 Harris 整個母公司本來是一個印刷機械的公司，那麼他們從美國就...大學請來一個校長當董事長，所以整個改型成為一個高科技公司，所以 Harris 後來在光通訊、在雷達，各方面來講都做得相當的出色，那這公司後來那慢慢也被被其它公司併購。

問：您加入的時候就是它的轉型期嗎？

答：對。所以...我的這個部門經理，也是一個博士，科長也是博士，所以都

問：請您談談 RCA 計劃？您唸 Princeton 到 1975...

答：對，75 年是正式拿到學位，74 年我就離開，去做事情。所以其實在 Princeton 的時候，章青駒跟我是同一個實驗室，史欽泰跟我在隔壁，我們三個人都是同一個指導教授，

都是研究這個...所謂 MOS 裡面的氧化層，那我的實驗比較順利，所以我就趕快作出一些結果出來，就可以先行離開。所以在 Princeton 的時候

這個說起來也是一些巧合，就是說剛好在台大的時候.....變成國民黨員，那國民黨員就一個好處，能夠收到中央日報，那中央日報裡邊就看到一個新聞說那時候的國內希望在電信研究所裡面發展積體電路的技術，我們三個討論一下就寫信回去，那麼說願聞其詳。我常舉這個例子，就是說回信時候使我非常的印象深刻，是一篇白話文，不是一個公文，是康寶煌主任給我一個白話文。不過這個都是一些因緣際會，就是說他說我們這個整個計劃的兩個主要的顧問就在 Princeton，那麼一個就在 Princeton 大學教授...是他...不過是在教其他的電路設計，是大學部的教授，叫 2 時候在 RCA 就職。所以我給你的資料裡面，就是講到 1974 年成立一個叫 TAC，就 Technical Advisor Committee。都是東岸的一些...一些這個 Bell-lab、IBM 的一些專家所組成的，所以剛好就是就在 Princeton 就有兩位顧問，所以很多事情就可以就地跟他們討論，他們一直說 OK，告訴我們一些進展，到我快離開 Princeton 的時候，他們說你再等一下嘛，所以我就先去 Harris，其實那時候找事情也並不容易找，我們當然都希望找到 IBM 什麼 Research Center 的...這種研究機構，後來因為有這樣的一個計劃的背景，所以我找的工作比較接近當工程師，那麼史欽泰也是接近工程師的工作，其實都為了這個做一些準備。到了 Harris，1975 年暑假的時候，他們就請我...飛去紐約作面談，那麼到紐約就是一個 TAC member 的家裡做面談，面對十幾個 TAC 的 member，被問得好幾個鐘頭，他們後來說他們很高興找到我這個人，因為能夠從...把一

個東西從頭到尾做過一遍的人，大概...又有經驗、又願意回去的人可能不多。

問：您提到你們三個在 Princeton 時一起討論要參加積體電路計劃，然後各自去找工作，也是為了 RCA 計劃做準備而去找接近工程師的工作，是這樣嗎？

答：至少我是這樣子。不過章青駒後來一直還在...因為他比我低一屆，所以一直...還在學校裡面。他是直接從學校畢業以後，回到工研院去。

問：你們三位都是同一位 adviser，他的大名我們可以知道嗎？

答：他的大名叫 Walter Johnson。Walter Johnson 其實在...Transmission Line 裡面來講是在做半導體。其實整個的 Princeton 跟 RCA 的這個實驗室很有關係，所以很多事情都是連在一起的，RCA 在 Princeton 有一個很有名的實驗室，叫做 David Sarnoff 實驗室，David Sarnoff 是當年在美國推展彩色電視的一個先鋒。所以各位可以看到 RCA 當初出很多這個留聲機啊，有一個狗在那邊，那就是 RCA。RCA 的全名叫做 Radio Corporation of America。所以其實在很多 Princeton 教授跟 RCA 的實驗室很有...很密切關係，跟 Bell-labs 也很有關係，因為這些實驗室都在 New Jersey，所以整個 CMOS 裡面很多的問題的解決，其實跟 Princeton 大學這些教授有一點點關係。

問：當初為何這個委員會會選擇用 CMOS，而不是當初更流行的 bipolar？

答：這個問題其實是一個很好的問題。當初在很多的討論裡面，後來看事後...有很多的專家都是...都一直在挑戰這個問題，說為什麼是 CMOS？其實來講這個選擇是相當的不錯的，其實如果講 1975 年、76 年，其實整個的半導體的產業，只有五億美金的產值，這時候台灣就是能夠在孫運璿這種部長跟...顧問的決策裡面，就能跳進這個當初是非常先進、正在萌芽的一個技術，我想是一個非常好的、非常正確的決定。所以當然半導體的產業，我一直講是人類科技文明裡面，非常獨特的、非常明顯的一個重要的支柱，我想這個可能常講說，天佑台灣。那麼我們在那麼早的時候，就開始投入那麼...而且選擇一個很好的 CMOS 的(Technology)，當初就是誠如你所講的，大家都是 NMOS 為主，CMOS 還是一個有很多...大家認為有很多困難的地方，這也是這些 TAC member 非常高興的原因，因為我在 Harris 做的就是 CMOS Technology，而且 CMOS Tech 證明可以用在電子錶裡面，由於在消費產品裡面是非常低功耗的一種...這種元件技術。

問：我們從 RCA 那邊轉移技術，當時他轉移的技術先進嗎？他們對技術移轉給台灣的態度又是如何？

答：這個是另外一個課題。當初跟 RCA 這個移轉技術，以當時來講，並不算一個先進的技術，不過你回想當時的狀況，我聽這個 TAC 或是過去工研院的主管講，因為很多的公司都...第一個不願意做技術移轉，第二個要的是天價。但我剛剛也講就是，在 1974、75 年的時候，其實東岸的半導體公司，尤其像 RCA 的那種公司，都面臨一些...我猜想是

一些比較經濟上的一些困難，所以他們願意來做這個技術移轉，我們那時候，這個移轉的技術是...好像是七個微米的金屬(閘)的技術，我在 Harris 做的時候已經是五微米這個矽(閘)的技術，其實...相當的先進。不過我想整個的技術的移轉的重點，不是在技術本身，而是說你得到多少完整的一些資料。

問：我們在 RCA 是得到一個非常完整的訓練是不是？

答：是，對。

問：我們大概受到哪些訓練？

答：我想我應該，從頭再講一下就是說，在 1975 年我是 12 月底才報到，所以那時候的人事主管開玩笑說，你真會選啊！12 月 30 號報到，所以年資多一年。我們一回來之後，我就被賦予所謂這個工程部的經理，就開始訓練...已經在那時候是電子中心的一些工程師，給他們一些訓練，那麼後來史欽泰跟章青駒就陸續參加，那在三月份的時候...1976 年三月份的時候，我們講跟 RCA 的合約正式簽訂，那麼我們那時候都已經準備好一個團隊，正要去受訓，那麼四月多就開始出發。那麼回想起來，我那時候才 28 歲，所以想起來，今天如果我是 28 歲的話，我大概不敢做這件事情。

不過因為可能說蜀中無大將嘛，我們就當先鋒，所以我就當為 RCA 整個受訓的一個領隊，那麼史欽泰被分配到 Ohio 俄亥俄州的當另外一個當地的領隊，學習工廠上面的製

程，那麼章青駒跟我一樣在 New Jersey，他是負責測試方面，我們另外有一個隊伍是許健博士，他是分到這個佛羅里達的另外一個地方，所以我們大概有四個主管，分別在主管不同的事情，那麼我說這整個計劃的重點不但是工程上的訓練，也不單是只是製程，所以我們也有四個人學習設計方面的事情，我們也有測試，也有品管，包括採購，包括會計，包括技術資料的管理，是蠻完整的一個訓練。我認為如果在一個實驗室裡面去移轉這些所謂的技術，不能做到所謂的工業生產的地步。

問：當初為什麼會想要這麼完整的...是誰的想法？是胡定華先生嗎？就是說完整的一套...全部都要去...

答：我想這個應該是胡定華先生的想法，就是做一個示範工廠的形式，能夠把它這個移轉過來，不過這在技術移轉裡面來講，也是一個比較正確可能有效的方法，就是你要進一個工廠，那麼引入一個產品，有一些產品被移轉出來，那利用這些產品來驗證，也就是生產技術移轉的有效性，就是達到某些良率以後，才算這個技術移轉算是成功。所以當初整個示範工廠裡面的設備，那麼更多是由 RCA 來協助，所以我在 New Jersey 在 RCA 那邊的工作是，每天跟他們做開會協調，那總管整個的過程，也包括很多的採購的事項，那麼來同意他們所設計的設備，所以我其實...這我也知道，很多事情我也不是全部了解，不過如果我不能夠承擔這個責任的話，我想這事情沒有別人可以承擔，所以如果去看當初跟...工研院跟

RCA 的來往，都說，這個設備被 Dr.Yang approve 過、那個設備被 Dr.Yang approve 過，所以我說就是要承擔這種責任，事情就比較順利進行。那麼我當然也是要求 RCA 給我們的工程師很多實地的操作的訓練，這個對東岸的很多的美國公司來講，是一個相當困難的事情，因為美國東岸是有很多工會的組織，所以為了我們的工程師到線上去操作，就協調一個月，要得到他們工會的同意，我們要搬一個桌子，他告訴我說，你搬一個 desk，可以，你要搬一個 table，對不起，只有工會的人可以來搬。所以我們看一看，哇，原來美國的工會有那麼大的這個影響力。

問：您這邊的 desk 是說在 office 裡面的工作，table 是在工廠裡面的工作嗎？

答：對。實驗桌不能搬，換燈泡要 3 個人，一個人扶，一個人換燈泡，旁邊一個在看著。所以我到佛羅里達 Harris 的時候，報到第一天就告訴我說，如果有任何(事)工會組織要報告，所以那時候(在)佛羅里達，公司還能夠生存，因為它的工會勢力還不是那麼大。

問：所以可不可以談一下 RCA 當初他們的態度，那會不會是說在工廠裡面的人他們的態度就不是那麼好？對我們這個移轉計劃的人員，如果是上層的人可能就比較好？有這樣的狀況嗎？

答：應該沒有。我想他們對整個的計劃，在 RCA 整個的也成立一個專案的一個小組，有一個辦公室，那麼有三個人，那麼當初我跟他們同一個辦公室，一個秘書，所以一共五個

人在一個辦公室裡面。他們有一個總負責人，有兩個一個是技術的，一個是比較 operational 的事情，...每天在做協調的事情，我想美國人對整個的合約的執行是蠻認真的，但有些地方是，他認為有(在合約內)，有的認為沒有，那麼...我們就稍微有一些爭執，那麼當初其實在 RCA 負責整個半導體的企業的一個人，到後來是蠻有名的，就是在美國西岸一個(Xilinx)的一個(Vanderschmitt)，他是當初的一個半導體的負責人，他那時已經...我們看他的時候已經是 5、60 歲了，他在(Xilinx)的時候是已經做到 80 歲才退休，也是一個美國在半導體裡面一個傳奇人物。

問：您對 RCA 計劃，因為我們學了很多，在每個環節都學，您覺得有沒有哪一個環節是你覺得是最受用的？譬如是在技術上，或者是工廠管理上，或者是沒有，就每個部份都學得蠻不錯的？

答：其實中間有個環節，我在這時候發現出來就是說，我們那時候決定用一個自己的產品，把整個的過程走一遍，這是我堅持的事情...所以在一個產品，如果在歷史來講說是 CIC0001，用 4 個號碼，這個產品在我們去受訓的時候，是我去談出來的，今天可以講就是，當初在做(對大陸心戰)的時候，空飄氣球的一個控制器，那麼就得到一個這樣的一個設計合約，我就帶到美國 RCA 去做，那麼有一個我們的工程師負責把它做出來，當做到一半的時候，我就了解，我們跟 RCA 在這這個合約裡面，並沒有牽涉到所謂光罩的技術，所以那時候做到一半，這個設計完成，那麼我就把這個光罩帶到美國...帶到西岸去，

把它做成光罩，再送回 RCA，把它生產出來。這個產品當然到後來並不是很成功，因為我對使用的環境，並不清楚，不過就是用這樣的一個作業，把它整個走一遍，了解裡面很多的環節，其實我那時候要求工程師，在工廠裡面看到任何東西，就把它抄下來，因為這些東西可能在台灣買不到，那麼甚至有一些在工廠裡面插(換)的紙啊，擦地板的東西啊，全部要抄下來，我不要因為有一個環節，也許就疏忽掉，因為工廠裡面的人他也不知道哪些是重要不重要的事情，所以我們對所有的細節，我要求他們把所有的東西都抄下來，把它慢慢帶回來，慢慢消化。

問：所以後來我們的示範工廠真的完全就百分之百都用它的設備，或像你就所有抄下來的東西？

答：也不一定，因為有些設備我們是，跟他們是有很多爭執的，像一個離子植入器我們就跟他吵了很久，因為他們的工廠也並不是...也不見得是最先進的，那像我們的許博士，許健博士他現在在亞洲大學，他那時候是負責設備，他就是對真空系統，他是學物理的，對真空系統很有經驗，所以他就認為 RCA 用的離子植入器是比較落後的，那麼我們應該去買比較新的東西，所以我們就自己去找一些新的設備。當時 RCA 說，如果你用新的設備我就不負責，那麼當然我們說，那我們負責嘛，但有一個設備我們還是同意用他們的東西，就是設計用的一個(Application CAD)的系統，因為它裡面有太多資料，所以我們還是同意買同樣的機器，所以在受訓的時間我也拜訪很多設備的廠商，能夠一個個來驗證這些

設備的可用度。

問：那您剛提到跟 RCA 合作沒有光罩技術，那後來這會不會影響我們在...

答：後來我們在回來以後，就開始跟美國另外一個公司簽訂一個合約，叫做 IMR 的公司，那麼把這技術彌補下來。

問：回到之前沒有問到的，當初挑 RCA 計劃的成員，可以說是菁英中的菁英，那時候是怎麼去挑選的？挑了大概差不多三、四十個嘛，初期的時候？

答：對，我們那時候因為時間比較多，所以每一個人的面談都是我們三個人一起面談，所以三個人一起面談...得到的結果，我想事後怎麼樣還是相當的不錯。

問：你說的就是就是 Princeton 出來的這三位嗎？

答：沒有，包括胡先生。胡先生的面談是比較...這個壓力大點。

問：所以你們那時候挑選就是...主要都是國內的一些...

答：有些是有經驗的，那麼有兩位是從電信研究所派過來的，那麼很多...有的在 TI 做事，有的在其它公司做過事，有些有點經驗，不過大部份對整個 IC 是沒有什麼經驗。

問：來的人很踴躍嗎？那時候

答：應該還好，...我不大清楚來的人踴不踴躍，不過我想我們對我們的團隊是蠻滿意的事情。

問：那可不可以談一下那時前後總共有派出多少人到 RCA 受訓

答：好像一共有 36 位，那麼有 19 到 20 位是比較長期的，在設計部門來講去了 12 個月，那麼在工廠裡面是去了 9 個月，有些是短期的，有一個禮拜、二個禮拜，半個月都有。

問：之前有人說到 200 人次，那是說這同樣 36 人一直輪流過去就對了？

答：是，後來有加了一個是 bipolar 的技術的移轉，陸陸續續有一些人...去學習。

問：bipolar 的部份，後來有把它變成工廠裡面的技術嗎？

答：是，有的。但是我想因為在這方面的設計比較困難，所以我想它並沒有發揮當初認為的效益。

問：那當初就是這三十六位 或者是後來增加的一些 大概那時候 我們這些人的想法大概是什麼？他們是想到說是要為了這個愛國呢 然後科技救國，是不是有這類的想法？還是說很單純的只是去做一個工作？

答：我想當然也不是說為了救國，也不是為了一個工作，我想在學習半導體的人都知道，能夠參與一個 IC 工廠跟設計，是一個很清楚的一個未來，所以從他們的職業生涯來講，我想他們都覺得非常的幸福了，而且這是一個政府支持的一個技術移轉的機會，所以對大家來講，大多都...幾乎是全力以赴了。

問：那可不可以提一下，為何向 RCA 學習後，工研院整個示範工廠的良率會這麼高？

答：我想應該是我們派去的人員的素質，當然是超乎在美國公司一般在工廠，或是說能夠預期的人，其實我舉個簡單的例子來講，我在 Harris 半導體的時候，中午出去吃飯，你就看到一些作業員，也在外面吃飯喝啤酒，你就知道這些作業員回到工廠裡面作業，能夠做出來的東西有多好。但是我們派出的都是博士、碩士，都是大學畢業生，他們能夠對整個技術的深度，了解的深度當然要比他們好很多，所以我們當然買的設備跟他的工廠的(潔淨)度也好很多，所以我想產生的良率比他們要高很多。

問：所以最主要就是人才跟設備這些？

答：是，因為半導體就靠這兩樣東西。

問：那我們知道這個團隊後來延伸是聯電，您當初為什麼沒有加入聯電？

答：我想這個跟當初電腦計劃開始也有關係，從 1978 年開始，其實我已經大部份的時間都投入在電腦計劃的規劃跟執行，那麼所以慢慢就離開了半導體方面的一個研發的工作，所以聯電那方面的移轉全部是 IC 部門的事情了。

問：那您當初為什麼會想去做電腦技術計劃的主持人？

答：也並不是我想的，他們要我做。因為這個還是回溯到 TAC 這個技術委員會，當初他們告訴我說孫院長，那時候的孫部長，對整個 IC 技術移轉非常滿意，那麼他希望能夠繼續推動一些技術的開發，所以那時候就是在整個技術委員會裡面的這位羅教授，就是 Princeton 這個教授，他對電腦一直認為是台灣一個很重要的一個發展的方向，那麼我說很好啊，你們去想這個事情啊，那麼那時候，我從 RCA 回來的時候，我是負責所謂產品開發部門，產品開發部門包括一個就是 IC 的設計，另外一個就是微處理機的應用，所以...就這兩方面是我來負責，工廠的部份就是由史欽泰來負責。大概在 1978 年的時候，潘顧問跟羅顧問來找我說，你要不要來負責這個電腦計劃？我說，為什麼找我？我又不是學電腦的。他說，我覺得你可以啊。我說，你找過別人沒有？他說，他談過一些人，他認為還是我比較可以做這件事情。我說，你既然找不到人，那就我來做吧。所以我就接下這工作。所以我對新的工作是比較有興趣一點。所以我就把整個產品開發部門的微處理機的部份，就把它分出來，那麼開始去規劃電腦計劃。

問：這個電腦計劃也是 TAC 負責規劃出來的嗎？

答：是的，應該是這樣講，那時候來講，孫院長已經把整個科技發展的一個一些過程，慢慢變作制度化，所以他就開始有所謂的科技會議的方式，那麼再加上過去已經執行多年的近代工程師研討會，那近代工程師研討會是整個 TAC 或是海外學人能夠建言的最重要的一個場所，所以過一兩年，就有很多國外...尤其是美國的專家，都被邀請回來，來發表一些...這個對技術發展的一些看法跟建議。所以利用這兩個場所，我想很多...很多這個建言跟計劃，慢慢就可以事先蘊釀出來，中間一個很重要的技巧就是，在科技計劃裡面，要把這個結論先寫好，經過討論，變作一個...正式的一個會議的記錄，所以我...對這一部份就把它變作一個正式的記錄，那麼就開始了，也交給工研院去執行，交給工研院執行的時候，就是由經濟部，跟工研院簽訂所謂的專案計劃的合約，來開始執行。當初的專案計劃，都一簽就是四年，所以就是有一個連續性，所以在 1979 年的時候，工研院就跟經濟部簽訂了第一個電腦技術發展的專案計劃。

問：那當初我們在做電腦技術的時候，發展方向或是技術方向有很清楚嗎？

答：我想這個技術的方向，大方向很清楚，就是做小型的電腦，就絕對不是做 super computer，那小型的電腦當初來講是一個比較...範圍還算是蠻廣的一個定義，當初如果回頭看，1978 年，1979 年的時候，當然微處理機並不是那麼風行，但是有很多已經用微處

理機做的微電腦，那時候最主流是所謂的 mini computer，包括王安，包括 DEC，很多這種 mini computer，正是 mini computer 當道的時候。所以我們那時候的規劃是兩方向，一個就是來看看可不可以自己開發一個迷你電腦的系統，一個就是說用微處理機做電腦系統，但是從 IC 計劃學到的一些經驗，所以我們也會注重在所謂的工程技術跟這個製造工程方面的一些發展，這不是一個純粹設計的工作。所以在這個過程裡面，我舉個例子來講，我們透過一些個人的關係，應該也是潘顧問的關係，他請到 HP 一個非常資深的一個華人，來告訴我們什麼叫工程技術，所謂工程技術就是說，你在設計一個電腦系統，裡面所用到的熱傳導的分析、電磁波的分析，跟振動的分析，這些技巧是什麼，這是工程分析的技術，這樣才能夠確定你的電腦系統是非常可靠的。這些事情不是我們一天二天可以摸索出來的。那這個人是 HP 出來的，你要知道潘顧問是 Stanford 大學畢業的，他是跟這個 (Hewlett) 是同學，所以他在這方面有他的關係之所在。

問：所以你們請到 HP 的這位華人，對我們整個計劃貢獻很大？

答：這是貢獻的一部份，其實這個來講，我想電腦計劃...他跟 IC 有點不一樣。IC 是一個非常...就是...focus 的一種技術，我剛講說這是人類文明裡面最重要的一個支柱，他很清楚，(Moore's Law)，就告訴你，未來幾年就這樣發展，所以你的方向很清楚。電腦的技術那時候面臨最大的困難就是，電腦的工業是一個遍地開花的工業，在 1978 年的時候，我甚至說是更早的時候，每一個電腦公司都有他自己的操作系統，他自己的硬體、

CPU 的設計，因為他有自己的操作系統，自己的硬體、CPU 的設計，所以他所有的這個週邊設備都要自己開發或整合，這個是當初大家所面臨的問題，所以你究竟要去學什麼樣的電腦技術？這是一個很大的問題。但在為了加速人員的訓練，工研院也安排了...跟王安電腦做的一個訓練的計劃，所以在 1979 年我們派很多人到王安去受訓，不過王安當然是當初是以文字處理機，正在非常這個...快速成長的時候，那我們的工程師就分配到各個部門去，跟他們一起做一些...他們...可以幫他們做的事情，那麼來學習，那時我就自己沒有去在場做領隊的事情。

問：那這個大概派了多少人過去？

答：大概也有 2、30 位，派過去。

問：這也是類似像技術移轉嗎？或是只是學習？

答：這是個學習，因為並沒有牽涉到產品的移轉，這跟 RCA 計劃有很大的不一樣，那麼當然也不可能說，移轉這個王安電腦的產品來自己來生產。其實回想起來，IC 示範工廠這個概念來講，在全世界...在一個研究單位裡面成立一個示範工廠，是一個非常獨特的事情，一般都是民間設一個工廠，自己去做技術轉移。那麼用政府的力量，在一個研究單位設立一個示範工廠，再從它當做一個種子，繼續把它擴散出來，這算是非常獨特的一個做法。也許，很幸運的是一個成功的作法，但是也因為如此，大概以後也不會再發生了。因

為大部份人對在一個研究單位裡面成立一個工廠，...而且進行營運，這是一個不大能夠接受的事情。這也是當後來示範工廠跟聯電有很多在商業上的衝突，因為...示範工廠它必須維持它本身的營運，因為它要分擔很多的成本，所以它必須要開發產品、必須要銷售產品，那麼所以就跟聯電就會有很多衝突。但也因為如此，示範工廠訓練了很多所謂跟 business 也有關的人，就在這個一個研究單位裡面能夠訓練工廠的管理、會計、跟這... sales，或是 marketing 的人，是很...有點奇怪的，但是這也是使產業能伸展的一個最重要的原因，因為它是完整性的。你在研究單位裡面，你說...他大部份是把產品告訴你，其它東西你自己負責，但這就是這整個所謂的...附加價值鏈裡面就斷掉，但是最貴的地方，可能也是產品的開發、產品的銷售，產品的這個行銷。當初我記得在示範工廠先剛出來的 RCA 的這個電子錶的 IC 的時候，國內的廠商都不買，他認為這個研究單位做的東西怎麼可以買？當初是史欽泰在台大的一個同學，他是算機械系的僑生，他是在香港做電子錶，他一來說，哇，我當然要買呀！所以第一個...第一批的電子錶是賣到香港去，香港人做生意是比較快一點。

問：他當然要買的原因是因為跟史欽泰是朋友嗎？

答：不是，就是說他看到這個產品可以用，他們就會買。所以其實後來，香港變做這個電子錶生產的一個主要的基地，因為他們會做很好的這個...機殼，但他缺乏電子的東西。那當初我們回來的時候，我們也是到處去宣傳我們的設計啊、MOS 的一個重要性，開始做

很多教育的事情。我記得一個很...也是一個很印象深刻的一個事情，有一個高職的老師跑來，他說，他過去都抄日本的電子鐘，那電子鐘當初是用電晶體做的，他就去抄就抄出來了，後來他發現電晶體的不見了，變成另外一個方方的東西，他沒辦法抄，我說，那就是 IC。那我就想辦法幫你做出來，不過我們做了蠻久才幫他做出來。所以後來整個電子鐘，就是所謂的馬達的電子鐘，變做台灣最大的一個產品。後來華邦...也是繼承這方面的市場，所以(台灣)是這個電子鐘心，全世界最大的生產的基地。其實如果談到這一點就有意思的事情，這個台北華西街，擔擔麵的老闆，自己也是做電子鐘(心)最大的公司。

問：你說台南擔仔麵的那家嗎？

答：對，那個老闆。他是做電子鐘心，全世界最大的。

問：當初為什麼這個電腦計劃沒有考慮移轉一個產品，甚至成立一個示範工廠這樣的模式？如果我們好好的重頭學一遍 說不定也是會不錯？

答：我認為那時候，我個人不認為這是正確的策略，因為當時神通電腦跟宏碁電腦已經在國內推廣微處理機的開發，那麼在台灣整個電腦方面的轉型，也從電視機的轉型開始做 CRT 的 Terminal 就是台灣如果去追蹤台灣電子工業的發展，這是很有趣的，就是跟彩色...黑白電視機、彩色電視機很有關係，所以我那本書裡面有提到這一點就是說，怎麼從加工出口區做這個 Tuner，開始做映像管，做黑白電視，做彩色電視，再應用這個映像管

的技術，做這個 CRT monitor。所以台灣第一個電腦產品，其實是 CRT monitor。所以有了 monitor 之後，PC 板的產業其實也有基礎，所以整個電腦工業是一個裝配型的工業，所以已經有很多的基礎...已經在台灣。所以我們沒有必要說技術移轉...這個技術。而且我剛才已經講過，在美國的電腦工業，各有各的 CPU，各有各的操作系統，那麼很多產品的生命週期，也非常的短，所以你要選擇一個產品，說要能夠做技術移轉，是相當困難的選擇。所以當初的決定，我自己的決定就是要建立比較這個基礎性的工作，從開始 CPU 的設計、操作系統的了解，那麼還有網路這方面，去開始去進行研究開發。那我個人認為，產品跟商品化，還是民間公司的事情。

問：所以您說當初您選的包括 CPU 的設計、軟體、operation system 這些，您對後來整個成果滿意嗎？

答：我覺得非常滿意，就是說，其實以這個操作系統來講，我們在開發這個操作系統的時候，很多國外的專家都一直來挑戰這個開發系統，說你做得過別人嗎？我說我不是要做一個產品，我要的是打破這個黑盒子，所以我們當初我們找了四個大學，可能沒有包括台大，我們包括，中央大學、清華跟、交通大學，跟成功大學，集合了一些教授，跟研究生，來把一個...美國的一個操作系統裡面的...source code 逐條研究分析報告，所以我們...就分配給每個學生去分析報告，要他們寫報告，而且在溪頭、在日月潭開了兩次研討會，讓這些學生跟教授對一個實際的操作系統有充份的了解，這些教授告訴我說，他們以前都

是照書本上教，不知道一個操作系統裡面真正的在做什麼事情。舉個例子來講，如果你在做一個鍵盤的時候，你打一個鍵，它的功能性的(相關)這個...我們說程式只有百分之二十，百分之八十是防止你打錯其它的鍵，這種事情是教科書不會教你的，但實際裡面，這就是工程技術。所以我想在後來我們談到個人電腦發展的時候，所謂我們做 BIOS，在這個過程中間，我相信訓練了很多系統(軟體)工程師，很多人不是到了工研院來，而直接到了產業界去，所以在台灣在做 BIOS 的發展的時候，是相當的快速，你 BIOS 做得快，你的主機板就開發得快，那麼這就是台灣為什麼很快能夠跟上美國一些產品開發的速度。那我剛才講另外一個基礎的技術就是說，工程技術，像那時候我們把一些產品開發的流程也把它...當然並沒有公開，...但是如果你要的話就發給你，所以那時把一個產品開發的流程，這個是我花很多力氣，從美國很多公司、朋友裡面要來的，或是說求出來的東西，把它整理出來一個流程，我們做這個流程大概就做了一年多，我們就是把一個產品開發的流程編做 C1、C2、C3、C4，如果有機會到一些公司去看的話，它的產品開發流程如果看到是 C1、C2、C3、C4 的話，大概就是繼承這方面的東西出來。

問：你說是拜託一個朋友，這個不是從美國 HP 來的嗎？

答：不是，這個都是...我們跟人家...要的，不是正式的，都是非正式要的東西。

問：那是哪一家公司給你們的，可以知道嗎？

答：我們...要了一些 DEC，有 HP，還有一些其它的公司(的參考文件)，跟 IBM 是要不到東西的。

問：我之前聽到的是，直接跟 HP 那邊拿的...

答：不是。

問：所以是綜合 HP 跟其它...

答：對對，因為這個東西要消化過，而且是要把很多的資料要把它消化掉。那我們把...也花很多力氣把所謂的 design rule，design rule 在 IC 界來講，是相當清楚的，不過當然在 RCA 受訓以前，是不知道的，就說你在設計的時候跟製程有什麼關係，設計的時候有些東西要距離多少啦、要長度多少啊，這個是都有它的理論的基礎，後來我們把一些在 PCB 上面的 design rule 也把它訂下來，像一個電阻你要彎角要彎多少、那麼要留多少，這個都是叫生產工程部門把它確立下來。我在這個工研院裡面做了一個很大的板子，把所有的 connector 掛上去，叫工程師一個個去認，這種東西是都需要標準嘛，包括螺絲啦，都要有標準，這叫做產品的技術。所以我們做很多這方面的基本的一些工作，慢慢把這個技術把它散播出去。後來我們做的就是表面黏著技術，把這些東西也整理出來，那時候表面黏著技術還不是很風行的時候，不過我們因為有政府專案的支持，我就派幾個人先把所有的技術跟飛利浦合作，能夠了解一些技術資料，把它做成一個訓練計劃，往外面傳播。

問：那您剛剛提到的 design rules，這是向誰學習的？

答：這個東西...沒有人會教你，就是說你要從各種資料裡面慢慢整理出來，那麼當然很多事情跟生產有關係，包括這個 PC board 設計啊、線寬啊、線距啊，對不對，都是。其實到最後所有的工程技術都是同一回事，怎麼...design rule 是把設計跟生產技術，能夠做一個介面最重要的一個文件。

問：所以之前您提到說有派 2、30 位去學習，好像還有去其它的電腦公司？

答：我們有機會就派人出去，那麼有些人說，我需要一些人(工程師)...我說有機會我免費讓你用，有些軟體工程師回來告訴我說，沒怎麼樣啊，他們公司也不過如此，我說這就是我派你去的主要的原因，我們的訓練其實不比人家差，當初我們...常常很多國外(的專家)回來跟我們說，你們的公司(工程師)非常好啊，只是 exposure 不夠嘛，就是說你的眼界不夠，沒有國際的這個視野，也不知道跟外面怎麼接軌。我說，對，這是我們的一個問題，但這個事情需要很多投資，讓他們能夠出去，跟一些公司...工程師一起做一做就知道了。當初我們去王安的時候，我們的工程師都跟我抱怨，王安沒怎麼樣，亂七八糟的。欸，人家亂七八糟的就能生產出來這個(產品)...那時候是王安最忙、成長最快的時候，我說，這就是人家怎麼在一個這種過程中間，還是能夠產生不錯的產品，這才是我們需要學習的事情。

問：有一位參加王安電腦的受訓者跟我說，他覺得跟你們之前 RCA 計劃有點不一樣的就是，他們是一個人去學一塊，另一個人去學一塊，比較缺乏像 RCA 計劃那樣的統整性總學習，您覺得是這樣子嗎？

答：對，因為我們在這個計劃裡面，我們只是個訓練計劃，我們也沒有付王安錢，王安就是提供一個訓練，當然可能在其它的安排裡面，行政院、工研院都買了一些王安的電腦，但是我們並不是一個技術移轉計劃，在這裡面也沒有確定說那些技術要移轉給我們，也沒有確定說產品要移轉給你們，所以這邊只是一個訓練計劃，當初(真正)來講，我對這個計劃本身來講，其實剛開始參與度並不高，我想也許這些主管們認為，反正送出去受訓，總會出來很好的結果吧，其實這個不盡然如此，整個的一個技術移轉，要有明確的所謂的目標產品，跟一個後續的生產計劃，跟生產的投資，而且在半導體的計劃裡面，其實一個很重要，從 RCA 技術移轉之後，政府還是繼續投資...上百億的研發的經費，才把這技術...必須把它維持住，必須往前面走，慢慢不斷的擴散。如果你說技術移轉回來，就讓它這個生產，它慢慢就會過時了，這個現象我們在大陸，看得比比...皆是，他們以為技術移轉回來，就是你的事情，這技術就會生根，就會成長，不見然。因為大陸(大家要)知道，這個技術本身的生命週期很短，你必須要大量的資金，繼續讓它把根生起來，生根起來之後，等民間的企業成長以後，這時...產業才是真正的生根。

問：所以您剛剛說 RCA 移轉回來以後，我們政府還花了上百億去讓它生根...

答：如果你去看政府的(科技)專案，在半導體的投資其實是，上百億以上的錢，每年都是最大的經費是給半導體用掉的，但是現在來講，當然是半導體產業已經夠大了，所以半導體...每個公司自己的研發，大概都已經超過工研院整個的...研發的經費，這才是正常的現象。

問：那時候的電腦計劃，沒有考慮這種技術移轉？或是有沒有跟像 IBM 這樣的公司談過呢？

答：沒有。

問：為什麼？

答：我認為這個是每個公司的 OS 跟操作系統都是它們的生命，對。那麼我想這個也是，當然當初電腦計劃所面臨最大的一個...對我來講是最大的一個挑戰，就是找什麼產品來作，那麼我想，剛開始來講，我只能從比較基礎性的工作來做，當初我記得很清楚，當初我在選一個 16 位元的 CPU 的時候，我有兩個選擇，一個選擇是 Motorola 的 CPU，microprocessor，一個是 Intel 的 microprocessor，那 Motorola 是一個資歷比較深的公司，當初的 Motorola 的 CPU 對...一般業者來講是認為比較好，但是我選擇了 Intel，我選擇

Intel 的主要原因是我問神通的這些銷售人員說，我需要比較多的技術資料的支持，你們可以嗎？他說，可以。OK，我就選你。那麼這時候證明我的選擇是對的，因為當初，這事後才知道，Intel 當初在推廣它的 CPU 的時候，它是做了很多開發系統，把很多的資料提供給外面，所以當初我聽到 IBM PC 出現，是用 Intel 的 CPU 的時候，我說，我對歷史的任務，已經完成一半，我做了一個...也許是運氣，可能是一個正確的選擇。因為我們對 Intel 的 CPU 就非常熟悉。

問：所以是您先選了 Intel，之後 IBM 才選了？

答：對，我想選 Intel 是...我想大家都很多還是選 Intel。

問：您剛說沒有跟 IBM 談過，因為您知道每個公司的 OS 跟電腦是他們的生命，是不是，所以您覺得根本不可能，所以談都沒去談？

答：我常去美國西部，我也訪問很多公司，當初來講在 Apple 跟 IBM PC 出現以前，美國都是微電腦公司，到處都是微電腦公司，那包括各位可能知道一個 Albert Yu，Albert Yu 是後來 Intel 做得蠻大的一個華人，當初我也去過他公司，他的公司在做...用(Fairchild)的一個 8 bit 做一個微電腦，它叫 Video-Brain，我也跟他談過，那每個人都談過，那每個都不一樣，所以選擇起來非常困難。後來我們用 Intel 的東西(CPU)，也選擇用了 Digital Research 的 CP/M 的這個操作系統，那時候開始，操作系統有慢慢在變作標準的產品，如

果你看到 IBM 的歷史、PC 的歷史，當初他們也是找 Digital Research 的 CP/M，不過這故事裡面就是說，Digital Research 不理他們，所以才回頭找這個 Microsoft，那 Microsoft 就從別的地方買一個 DOS 給他用，歷史裡面是這樣講。所以那時候整個的電腦工業正處於一個，醞釀很多所謂的 micro computer 的階段，就是 mini computer 都是各自自己做，慢慢 micro computer 開始有 Motorola、有 Intel，正在一個...百花爭鳴的一個階段。那後來 1977 年，Apple 2 用了 6502，大家就是認為才是把整個的個人電腦或微電腦...訂了一個里程碑。

問：所以可以說在 1979 嘛，IBM 的 PC 也還沒出來，所以其實那時候不太清楚要走哪一條路，但是若是 mini computer 那部份的話也沒有可能嗎？

答：我們那時候的學習的對象就是 Digital 的 DEC，Digital (Equipment)的東西，因為... Digital(Equipment)的公司的產品是給工程師用的，但是這個創辦人 OLSON 是上個月好像過世了。那麼我想他是因為給工程師用的，所以他很多的技術資料的提供，相當的清楚，它的 OS 都是可以...你自己可以印出來的，它裡面的 BUS 也是公開的，所以它很多的資料都很清楚，所以工程師對(Digital Equipment)都比較清楚，所以我們那時候就是用一種技術叫做(Bit Slice)的技術，去用不同的 IC 去設計這個 CPU，這個做法也做出來，這對將來就學習所有的 micro code 就很有幫助。那我們也去學習...嚐試做自己的操作系統，那麼就是各方面都在學習，那麼當然就是能夠培養一批工程師出來。所以當這個技術做了第

二、第三年的時候，我心裡就蠻踏實了，就說我們的所有的基本技術都已經存在，就看這個東西要怎麼去變作一個(產品)...開花結果。

問：您的意思是 mini computer 的部份我們是學 Deck，後來做 micro computer 和這之間怎麼銜接起來？

答：後來就是 IBM PC 的出現嘛，對。那麼我想這個...當然很多人有不同的看法，這個這是歷史的關鍵的一個課題。其實我們看當初的整個的國內的情景就是說，Apple computer 已經是大家在仿冒的時候，那麼從各種角度，大家、政府其實都非常關心這些事情，因為台灣在這方面已經展露出來一些基礎的能力，所以大家都...整個美國都很 concern 這個問題。那麼其實我對 Apple 2 得到的印象是直接從這個，孫院長、經濟部下來，那麼是，那時候在問我們說，政府究竟要不要大力去禁止 Apple 2？我說我們的答案是，當然要嘛，要把它禁止，不能去抄人家的東西，要來開發自己的東西。那我跟一些同仁來講，他事後告訴我們說，工業局也得到很多的壓力，就是要去找一個出路，他們這個事情當然到了 1981 年，IBM PC 出現的時候，我想我們可能認為說，啊，這個可能是又是一個 micro computer 嘛，因為那時候 micro computer 起起伏伏很多，所以誰就一定是市場的主流都不清楚，後來有一天，是施振榮先生找我說，他們決定要去做，他認為這 IBM PC 是一個主流，我那時候的感覺，我覺得有一點複雜。我第一個認為說，他居然...宏碁也來找我們做這個事情，第二個是說，我當然不好意思，我說，宏碁自己做不出來嗎？我那時候的印

象是，宏碁是應該可以自己做出來，他就找我，我當然就答應說，我們一起來開發這個事情。那後來的爭議就是說，是變作一個(公司)委託的案子，後來變作一個開放性的案子，這很多事情跟工業局、跟經濟部都很有關係。就那時有很大的壓力，要很多人來參加做這些事情，所以這個從一個公司的委託，變作五個公司的共同的(委託)開發，我聽說施先生對這個事情，在很多場合都表示他的不滿意。不過其實來看，整個的...整個 PC 產品真正能夠變作獨厚台灣的一個狀況，其實是有很多很多的因素，那麼在 IBM PC 出現以前，其實我們已經在做 FCC 的 Lab，這個 FCC，這種所謂電磁波干擾的實驗室，不是為了 PC 做的，是為了 monitor 做的，因為所有 monitor 都要送到美國去，再去檢驗，得到一個授權，那麼再回來，這時間花得很久。所以我們那時候不是跟民間有一個定期的聚會，我記得像東元啦、大同他們就提出來說，我們這方面有很大的困擾，那我當時一想，我那時候在工研院在執行專案計劃的時候，有比較大的自由度，我說，剛好可以挪出一千萬，來設立這個實驗室。那我馬上就交給電子所另外一個部門，就是品管部門他們去設立。一設立起來，那麼當然要經過一些美國 FCC 的認可之後，我們就可以發證書，所以聽說馬上就...每天一天 24 小時就是排隊，這樣的話就解決他們很大的問題。所以從這邊就說我們做了很多的基礎的工作，也使這個事情(產品)能夠比較容易的開發。但這個跟這個 PC 的事情，當然也有很多其它的故事啦，但第一個這是所謂委託的事情，第二個是擋關的事情。

問：擋關？

答：擋關就是第一次...宏碁出去的 PC 在美國海關被擋。那麼他們是出貨，是給 NCR 的一個出貨被擋住。那麼這個事情當然對台灣電腦工業，其實也是一個轉機，我認為是一個很大的契機。應該這樣講，1981 年，IBM PC 出來之後，整個全世界的 PC 產業，都有點...哇！我不能說用「瘋」這個字，我想是非常的興奮，美國那時候出現的這個 PC 公司，想做 IBM(compatible)的公司大概 1、2 百家，但也有很多公司等著被 IBM 選中，成為他的供應商，所以，喔，這整個，尤其在美國，...就是一片這種...IBM PC 的熱潮。那麼我們當然那時候在等著，這個事情什麼時候我們開始要...需要我們來出馬，那麼所以宏碁就找我們做，那麼我們在很快的時間，但雖然是很快，我想但是還是不滿意啦，我記得簽約大概我們交東西不到一年。

問：他什麼時候找你們做的？

答：大概 1982、83，83...我記得我看到是 83 年我們跟五家公司簽約，那麼規定是 83 年底要交東西出去，那麼所以這幾個月我們就把它做出來，那麼大概 84 年，好像在出到海關時，有點問題。那麼後來 IBM 就派很多工程師到我們這邊來 interview 我們的工程師，他們 interview 完之後，那政府也很緊張，大家都很緊張，我也提出我的辭呈，不過那時候史欽泰是代理所長，那麼因為胡定華在美國讀書，不過我們說，當然先解決問題嘛，那

麼後來 IBM 告訴我說，你們工程師都很好，都...技術絕對不是問題，只是你們對...著作權一無所知，因為工程師認為這麼簡單的(程式)東西，為什麼自己寫呢？把它拿來用就好了嘛。所以他們說，OK，他們認為我們絕對不是抄，我們是對著作權的無知。後來那時候趙部長說，我們是 ignorant，我說，對，我們是 ignorant，我們對著作權實在是一無所知。

問：真的是這樣嗎？

答：是啊。

問：你剛剛有提到說，IBM 是一家很 gentleman 的公司，那不曉得說這一個擋關的事件後來是怎麼解決，然後到底之前還是之後有設置 clean room 去解決這個問題？

答：我剛剛談到的說，IBM 就派他們工程師跟法律人員來我們...跟我們工程師一個一個面談，那麼後來的結論是說，我們的工程師的技術能力絕對沒有問題，而且這樣的一個 BIOS 也不是故意抄的，那麼所以他建議我們就是說來改寫這個事情(程式)，他們建議我們找一個美國的顧問公司叫做 Arthur D. Little，如果 Arthur D. Little 認可，他們對 Arthur D. Little 不會有任何其它的意見，但他們自己不能夠給我們說，這是對的還是不對的，不可以用，因為他們是競爭者。那麼我們就拿了這個意見，我們就把我們的工程師，我們工程師關在光明新村，光明新村是工研院的一個宿舍區，有單身的宿舍，我們要這些工程

師在那邊...叫他們日以繼夜的重新改寫，那麼來把這個整個 BIOS 的相似性降到最低，跟他們有接近的地方全部把它改寫掉，那麼再送給 Arthur D. Little 去驗證，Arthur D. Little 說他花了三個月，我在美國的時候，打電話告訴我說沒有問題，我的心才...心頭才把...這個整個的一個壓力才鬆出來，所以這個事情呢，我認為 IBM 是非常的 gentleman，但是從這樣的一個事件後來繼續有很多的發展，IBM 後來就對台灣的工程師有很...比較深刻的影響，後來，IBM 就要求我們公司幫他們成立一個叫做前瞻公司，前瞻公司就是我們跟中華開發共同合資一個公司，在園區成立的公司，叫前瞻公司，前瞻公司的資本額新台幣一百萬，是在園區裡面資本最低的公司，但是它有一個特殊的背景，所有的費用是 IBM 出，那麼，而且工研院跟中華開發還可以得到一定的利潤，所以我們就把一些工程師他移轉到前瞻公司，專門幫他們做一些產品開發的工作，從這個計劃來講，它當初的負責人叫王伯元，王伯元公司其實就是跟著(Bob Evans)在 IBM 工作的一個同仁，像王伯元現在還是台灣創投會的理事長，他也是幾個公司的一個董事長。這個就是慢慢把 IBM 的 legal 的問題解決掉，其它 IBM 後來又提供我們很多的訓練機會，我們的工程師也被邀請到美國的當地做 PC 的...這個本營在佛羅里達，給他們做一些 legal 跟 BIOS 的訓練，也到香港去做很多訓練，他就希望經過我們的這種管道，能夠對台灣提出很多智財權的訓練，我那時候也從這邊學到很多的關於智財的一個概念，所以後來我也自己在教智財權，什麼是著作權，什麼是專利，那什麼是商標，這些事情，後來到最後衍生出來半導體的所謂的設計...光罩設計保護法，所以對台灣來講，這個整個的智財權的教育是從這個時候開始。後來

IBM 又更進一步的請我們組織一個主管的團隊，由我帶隊，包括現在很多公司的主管，包括我相信有林百里、李焜耀、(王渤渤)，很多都是一時之選，邀請我們到 IBM 去參觀，我們大概花了二個禮拜，從他們美國東部的一個品管中心，到各個他們各個地方的工廠去參觀，跟他們的主管談話，這個對我們很多的公司主管，也是開了個眼界。

問：這是什麼時候？

答：大概也是在 1984、85 年之間，我已經記不大清楚，因為我那個時候沒有帶照像機的習慣，所以我不知道這些同仁有沒有拍下這些東西。

問：談的理念主要是什麼，為什麼大家會開眼界？

答：就說你看到究竟什麼是一個大公司，每一個 IBM 的所謂的一個 site 都有幾千個人，它怎麼去自動化，怎麼去看生產管理，他們就跟你都很 open 的談這個事情。

問：為什麼他們要邀我們的這些人去呢？

答：我想 IBM 也希望能夠藉這個機會，開始跟台灣多進一步的合作，所以後來我們也瞭解他們也用這個機會派他們的一些主管到台灣來看，因為他們認為，他們居然發現台灣有不錯的技術能力，這種台灣的成本跟工程師能力，出乎他們的很多中階主管的想像，因為他們的很多的人在 IBM 是做一輩子的事情，就不知道外面發生什麼事情，但是 IBM PC

出現之後，他們也知道這整個的這個電腦產業發展應該是進入了另外一個境界，他們過去的做法，已經沒辦法適應未來產業的發展，因為過去他的超級電腦或者所謂 mainframe 他可以用個人去賣，就自己 sales 去賣，但是 PC 來講，也不能靠一個人去賣，必須要(經過管道)...銷售的方式都不一樣。

問：提到剛剛就是那個光明新村那個，那是同一批人嗎？進去裡面改寫嗎？

答：是的

問：是同一批人？

答：對

問：因為我之前聽說是要找不一樣的人，然後他們完全不懂原來的 BIOS？

答：沒有，還是同一批人進去的。但是其實來講，我們從很多地方可以省思，我們的這個開發其實有很多的自己的技術能力在裡面，舉一個最簡單的例子來講，其實當初這個 IBM 第一代出來的時候是所謂的軟碟 Floppy disk，後來我們做的是 hard disk，那 hard disk 這個所謂的驅動程式，其實要對 hard disk 要非常的瞭解，這個就是說你的 hard disk 在驅動的時候要在那邊等多久才能夠讀資料，這些事情對 hard disk 不清楚的話是做不出來的，所以他們告訴我說，我們 hard disk 的效率比他們好的很多，所以這方面就是在說

我們對很多的個別(技術)方面是清楚的，那現在好啦，很高興有一個明顯的整體目標，我們可以繼續地改進。所以當 1983 年我們開始做 IBM 相容 PC，1984 年我們就開始推出，就解決了這個 BIOS 的問題。我們在後續幾個的計劃，IBM 的 AT 我們跟他的時間就差距很短了，甚至到 386 的時候，我那時候的感覺是我們已經在等在那裡了，因為當 IBM 的 PC 用 Intel 的東西一但成形，我們就可以預測它發展的軌跡，它必須有一定軌跡發展可以發展，因為它不像以前說如果你是自己的 CPU 也沒辦法猜它的軌跡是什麼，那 Intel 就是一個 IC 公司，那麼它的發展是我們就可以預期，那麼 Intel 的 CPU...也是公開的(對外銷售)，所以你可以做，有 186 那一定有 286，有 286 一定有 386，所以 386 也在外面賣，也不是單獨賣給 IBM，所以就可以事先做很多的準備工作，所以這樣的話就愈來愈能夠跟上它。其實這裡面如果談到那幾年來講的話(的發展)，其實能夠把台灣的電腦工業能夠發展起來，有很多很多的因素，我把這個因素歸諸於廣大的產業的參與，因為大家都知道如果分析起來，半導體的發展是非常快的，這是我們說的(Moore's Law)，所以 Intel 的 CPU 發展的很快，但是如果你把一整個 PC 運到美國出去，你面臨的一個問題是海運還是空運，而且有不同的成本，裡面最貴的是 CPU 跟 hard disk，所以當初很多的台灣的小公司跟美國的華人，慢慢的就衍生出一種商業的模式，就是從台灣出 mother board 可以用空運，它的電源供應器跟其它的機殼用海運，因為它的價值比較低、比較重，CPU 跟 hard disk 在美國買，他們就很快的就能夠組裝出來產品，所以台灣，我一直講台灣發明了 mother board 的這種概念，而且把一個 PC 整個拆開來，各自來做這個事情，那麼後來我

的瞭解，是在 1986 年，整個連螺絲的孔位都標準化，那孔位標準化之後，那做機殼的大家就分工合作了，就這種機械的介面都標準，所以大家就合作，所以當後來那整個的 mother board 就分什麼 XT 版本、什麼版本，所以整個的分工合作就快起來，這個的這樣的一種我稱為創新的能力，使台灣就很快的化整為零，大家一起參與了，我記得很清楚，我那時候有一個很深刻的印象的一個畫面就是，一個電視畫面裡面，一個老工人穿著背心，在一個黑黑的一個機械前面，做一個板金，一看那個板金就是電腦後面的那個那塊鐵片，能夠把一個高科技的產品變作那麼所謂的低科技的一種生產方式，這就是台灣的實力，結果大家很多人都參與，把這個東西變得這麼便宜，變得這麼可靠，所以這時候台灣過去的產業包括 CRT、包括 PCB，都能夠投入，大家一起參與，當然在電子所來講它的貢獻就是一個 BIOS，使至少有一個合法的 BIOS 可以出現，那時候就稱為(ERSO) BIOS。其實我們另外做的一個事情，其實大家都不見得那麼清楚，當初 Microsoft 也是一個很小的公司，我們那時候在想，它是一個小公司，應該我們可以跟它談一談，所以我們的人包括我自己都跑過 Microsoft，我們說台灣很多小公司付不起那幾萬美金的授權費用，那我們電子所來付這個錢，那我們再用每一個 copy 二塊錢，幫你授權出去，他居然答應，那時候 Microsoft 很小，我看他也急著找其它的收入，這個合約是經過一個日本公司叫 ASKI 來做的，所以 ASKI 跟 Microsoft 關係很密切，我們那時候到西雅圖是把這個 deal 談清楚，所以這時候有解決很多小公司一個進入門檻的問題，他只要能夠出二塊錢一個 copy，那麼我們來收，收付給 Microsoft。所以這就是說，我們利用政府給我們的資

源，把它集中起來，再分散給每個公司來用，所以使這個進入的門檻把它降低，其實我整個的一個思考的模式，那今天也許可以稍微比較擴大一點，就是說，我們怎麼樣...把這些很多(missing link)把它建立起來，這(missing link)一建立起來，那產業自然會發展，這就是我回頭講說，什麼叫做附加價值鏈，就是一直不斷去看產業發展有那些瓶頸？而且瓶頸會常常在移動。又回到剛剛講 IC 的這個設計來講，這個光罩是一個(missing link)，對，那麼光罩技術很重要，當 IC 的設計進步的時候，過去的光罩技術更是一個瓶頸，因為光罩是 IC 設計的模具工業，我們記得當初的一個很有趣的事情，我們買一個最先進的一個光罩製造設備的時候，那時候當然政府的力量可能比現在大很多，我們甚至請這個華航改變它的行程，特別去把這個機器接回來，而且一路上從這個桃園機場用警車開道，以每小時大概...大概幾十、五公里的速度來運這個機器，因為它怕震，那時候的整個的設備環境都不是那麼的好，另外的一個很值得一提的就是，當這個設備來的時候，我們是純粹用人工把它搬進去，因為那時候都是原住民同胞，他們力氣很大，機器一個人就扛進來，所以裡面就是說很多很有趣的事情。所以回到這邊來講說，我們就是說，如果你能夠不斷的觀察產業的發展，看到他們的機會，那麼也把這個(missing link)把他連起來的話，他自然會發展，但是這個開始，必須要他們來說什麼是可以做的事情。

問：那進入下面問題之前，前面有幾個問題我想再補問一下

答：是

問：那包括你說你剛剛說跟微軟談授權的話，是授權他的 DOS？

答：DOS，對。

問：就是工研院去跟他授權嗎？

答：我們付一筆比較高的錢，我們叫做 upfront，給我們一個再授權的權利，我們把它再授權，他就答應...

問：之前工研院是怎麼想到去推這個 IBM 相容 PC 的計劃，您的意思是，其實是來自於宏碁施振榮的想法？

答：是，從我個人的這個印象是他先提出來的，那從其他的同仁的眼光看，這...也是經濟部工業局的一些想法，那這想法究竟誰先誰後，我已經搞不清楚了，那麼我想到最後，整個從一個委託就變作五家公司的...一個合作開發的案子，這整個的費用就由五家公司分攤，這個 project 的名稱叫作 MCP1 就是，Multi Client Project 第一號，就表示說這是電子所第一個...多客戶的一個(委託)開發案子。

問：那所以就是宏碁是之前找你們獨家合作，但是你們後來變成五家？

答：是

問：但是這五家簽約共同分攤他也知道？

答：是

問：只是說他們 complain 那個過程本來是他們跟你們提的？

答：是

問：後來變成五家...

答：是

問：您之前也提到說，就是我們有去跟四家大學合作這個 OS，然後你後來又提到說，後來變成這些人很多都跑去做 BIOS，所以很強大，那你可不可以提一下說這個 OS 跟這個 BIOS 的關係，還有另外為什麼台灣的軟體產業沒有做起來？

答：我想 BIOS 是把這個硬體，就是所謂的主機版跟這個操作系統銜接的一個很重要的一個軟體，那麼這個 BIOS 在 Apple 2 跟 IBM PC 都是公開的，它公開的目的就是說，也可以在上面繼續發展一些其它的一些應用產品，例如說你要加一些板子、附加板子、做一些運用，有時候很多需要 BIOS 的資料，那 BIOS 的資料基本上雖然是公開，但是有著作權的保護，所以我們當初是解決這個 BIOS 使它變作一個合理化的一個過程，那麼因為你掌

握了 BIOS，所以當你 CPU 在變化的時候，當你的 chip set 在變化的時候，你都要能夠改變這個 BIOS，那麼當然我相信很多，尤其這些大學的，都是研究生，他們經過這種這個所謂，系統軟體的訓練之後，我想，很多人是到了各個公司去擔任這樣的一個工作，因為他們對裡面怎麼跟硬碟、怎麼跟介面、怎麼跟顯示卡介面、怎麼跟鍵盤介面，他們都相當的清楚，那麼我也認為這才是台灣整個主機板能夠很快的跟著 CPU 變化的主要的原因，因為沒有這個能力，是不行的。其實如果你看整個台灣的硬體公司，能夠開發很好的產品，其實都跟所謂的 Firmware/BIOS 很有關係，你沒有這個能力，是不能夠開發產品的。所以從今天來看，所謂的一個硬體公司的軟體工程師，已經是要超過硬體工程師，因為硬體的設計大概都被 IC 公司所取代，那麼所謂的系統公司的主要的工作就是開發軟體，我們稱為 Firmware，那其實 BIOS 就也就是一種 Firmware，那後來就開始有一些新的公司，像 Award、Phoenix 他們就出現，來專門來提供這個 BIOS。

問：我再補問一小個，就是有關 IBM-compatible 的那個部分，因為那個時候好像王甫卿先生有說他是在一個場合裡面提出來的這樣子的一個想法，

答：是

問：所以你認為到底是他先提出，還是宏碁？

答：我都不記得了，因為我想我個人(自己)是比較授權比較多的這個人，我在外面也滿多

事情，那時候就是政府也在推動自動化的計劃，所以我也...花很多時間在工研院裡面一些自動化的一些參與，那麼還有很多工研院裡面很多系統方面的事情，都是我要參加，所以很多的事情，就是各自大家去處理，那我得到的資訊就是說，孫院長說你們要不要禁掉 Apple，我們說要，當然我們在工研院，其實來講，參與得到很多政府的技術的幕僚工作，從剛開始，如果談到比較久一點，談到說台灣為什麼要發展電子工業的方向是什麼，我們那時候的就是說 digital，不要去走 analog，對，那麼第二個就是說你發展的時候，例如說要不要保護，我們說不要保護，讓他競爭，對不對，那麼這個才是一個發展之路，所以其實來講，但我們的意見是不是那麼的重要，不過我相信在技術的發展來講，我們是提供了很多的經驗，所以舉一個小的故事，我一回來沒多久，我就要寫文章，因為國內已經有二派，一個是說用 IC 為主，一個還是用系統為主，但是我們因為是 IC 計劃，所以當然是 IC 比較重要，但是很多人認為在台灣做 IC 是做不起來的，因為這太難了，因為美國公司很多人都做的都是失敗。

問：你說的是那一個部份用 IC 或者用系統？

答：就是說整個電子工業的發展，是以那個為優先。

問：後來結果是兩個並行？

答：沒有，後來還是以 IC 為優先。

問：以 IC 為優先，你指的是政府那邊的預算或是什麼的？

答：對

問：那系統這邊就比較沒有受到支持，國家的支持？

答：不過當然電腦計劃也起來了，所以但是整個科技專案來講，還是半導體為優先，我認為是對的，今天整個的 IC 已經是系統設計的一個主要的來源，對(現在)IC 設計已經是系統設計。

問：所以當初為什麼以 IC 為基礎呢？主要他們的論點是什麼？

答：這個因為這是最重要的一個元件吧，其實如果你真正去花時間了解半導體的發展，這真的是一個非常非常關鍵性的東西，他是一個，非常 generic，就是一般性的一個 technology，這也是很多國家用盡國家的力氣想發展的原因，這也回到說，為什麼很多的 IC 的產業，過一陣子時間就面臨一個擴充產能過份的原因，當初在 1976 年的時候，應該是講(19)86 年的時候，美國 Intel 放棄了 DRAM，那麼全力做 Intel，做 CPU，他就是因為受到日本 DRAM 的影響，那日本的發展 DRAM 也是一個國家的一個策略，對，台灣也是一個策略，在國際上的國家，他認為他是一個要做一個自主的產業，他必須要掌握半導體的技術，這也是大陸拼命還要發展半導體的原因之一，對，那很多國家都要去做，但是能

夠選擇的產品愈來愈有限，你有錢的話只有二個選擇，一個做代工，一個做 DRAM，但是現在可能已經改變，一個做 flash memory，做 memory。

問：那你剛剛提到就是說，我們到底 IC 優先或是系統優先，這個是什麼時候？

答：我剛剛回來是 1976 年的時候，就開始了。

問：那這個 IBM compatible PC 有沒有什麼比較大的技術障礙？

答：其實我看沒有什麼技術障礙，這只是把很多過去的技術把它拿出來用，但我必須講說，如果我沒有過去三年這些人力的投入，我們不可能在幾個月能夠把他做出來。

問：就是三年在工研院電腦計劃部份的投入？

答：對，我跟你講說投入到二、三年的時候，我對很多技術大概已經能夠掌握，就是只是說他(剩下)商品化的過程要經過什麼樣的途徑來做，當然很高興就是說，IBM PC 出現，第二個有民間公司說這可以做，那麼這整個的這一把火就把它點起來。

問：這個是比較整個的問題，就是因為你參加了工研院整個包括半導體跟電腦技術這二個技術，這種初期發展的重要計劃，那再比較，再統整比較這二個計劃的異同？

答：我想 IC 技術(對台灣而言)來講是一個無中生有的技術，它是一個基礎性的技術，是

資本密集的技术，所以它的发展非常的明显，visible，对，资金、人力，根据(Moore's Law)，有设备、有人才，再加上产品，它就可以发展，那电脑的这个技术来讲的话，过去是遍地开花，你不知道从那理开始，但是 IBM 的 PC 出现给台湾一个千载难逢的机会，今天我常常跟人家讲，我们是(经历了一个)Golden age，我们享受了三十年的光景，有 IBM PC 出现，我们很高兴把它抓住，使台湾成为全世界 IT 这个 PC 的重镇，其实从 PC 的起来，其实当初我已经在想，这个对台湾实在是非常重要的一环，如果回想起来，日本在做什么事情，日本在推一个叫做 NEC98 的 PC，这是 NEC 的 PC，掌握全世界，不，全日本的市場，但是整个 NEC98 它不是主流，所以它整个的电脑工业，就从此已经受到很大的影响。所以当时 PC，你如果从整个资讯产业的角度看，它是一个重要的产业，而且 PC 今天看当然就是已经大家都很清楚，PC 产业会渗透到消费性电子，所以我那时候讲说，PC，我们在 PC 上继续做很多的應用、做很多的軟體，把它变作一个进入到其它产业的一个领域，今天就很清楚，PC 你没有掌握 PC 产业，其它的产业就没有那么大的一个产业的支柱，支持你其它的(发展它的)东西，PC 产业是一个市場的带动者，那 IC 是一个技术的供应者，其实这样的两个产业，在 1987 年有人提到，为什么很多事情在 1987、1988 年开始发生，因为这两个产业开始在台湾开始结合，另一个就是 DRAM 的产生，当初为什么有 TSMC，因为有一些公司，海外的学人，他们发展 DRAM，在电子所做出來，但没有地方生产，所以他们跑到这个韩国去生产，但大家就觉得这没什么道理，那为什么台湾不能生产，那当初就很多人就开始提倡这种所谓共同生产线，共同实验室的

觀念，所以才會有就是很多的爭議，爭議點說是誰提出 foundry 的概念，不過 anyway，TSMC，很高興，就是成為全世界的代工場，其實我剛剛講說，台灣發明了 mother board，台灣另外發明了一個專業的 foundry 這個產業，這是台灣對整個資訊產業最大的貢獻，這樣的貢獻，所以這樣的話，在 1987、88 年的時候，台灣的 PC 產業已經開始蓬勃發展，它蓬勃發展的一個原因為就我剛剛講說，很多華人、很多公司的頻頻投入，百花齊放 很多都希望把這個產業發展出來，因為這個 PC 的產業分工，所以使台灣的 PC 產業，很快的能夠跟上像 Intel 像 Microsoft 這種潮流，所以比起全世界來講，只有台灣能夠供應這樣子，台灣又在個人什麼鍵盤啊、電源啊、不斷標準化，那麼使這東西變做全世界沒有辦法取代的一個供應者，那就大家開始回想，就是說，那些 IC 可以取代，所以像華邦進來，第一個做就是 IO 的 IC，有人做 DRAM，那麼這個像做 chip set 的公司，開始出現。那麼其實來講這邊有一個另外一個有趣的故事，就是說，但這個是好事，好的故事，也是壞的故事，當初美國第一個 fabless 公司成立的時候，有一個公司叫 Chip Technology，我聽說當初他的 founder 是來台灣要求合作，我們說不跟你合作，我們會做，結果他自己成為第一個成功 Fabless 公司。

問：他是 DRAM 的公司嗎？

答：不是，他是做 chip set 的公司，所以他是全世界號稱第一個 fabless 的公司，做 chip set，做 IBM PC chip set，所以很多公司就開始來想說我怎麼取代，主機板上面的很多的

IC，這個 IC 都是各別是 Intel 提供，但是他們能夠把它集合起來，這個主機板就做得更便宜，那麼這邊就是有很多公司就是拼命投進去，那台灣的 IC 公司也看到這個機會，開始投入，那麼把這個做出來，所以像威盛啊，很多公司，就是開始做。其實人家常常問我說，整個台灣資訊工業真正起步的時候是什麼？我就是說 PC 跟 IC 結合的時候，這兩個都是相當強的工業，這兩個一結合起來，我說台灣大概從此沒有人可以取代。

問：您剛才提到台灣發明了 mother board 這個產業，可是之前不是說像美國不是已經有這個產業像 Micronix 這些？為什麼你會這樣說？

答：我認為這當然就是一個比喻說，台灣的公司也許沒有很大的協調之內，他就各自做出...就能夠把自己的這個立基把它定義清楚，把整個 PC 化整為零，那麼各做它最擅長的事情，包括有人做鍵盤、有人做 monitor、有人做主機板，有人做外殼，所以這個東西就是我說，這樣的一種創新的能力，加上一些所有技術供應的要素都有的話，它自然就會發展起來，這個其實在很多其它產業的發展，都可以看到同樣的一個跡象。

問：但是主機板的部份您認為它很特別，是不是我們把它做成是一個產業？

答：是。對，因為主機板它是一個產業，它是最重要的產業，它如果有 BIOS，它有一個 CPU，是由 Intel 供應，那麼它就可以發展出來。當初的主機板裡面的邏輯，除了 Intel 的之外，就是所謂過去我們稱為 TTL 的...標準的元件，所以很多公司就開始把 TTL 整個變

做一個 IC，那麼慢慢再把 Intel 裡面的一些 IC 再整合進去，就是所謂成為的 chip set，就是主機板的這個組件這個部份。後來像我說...矽統跟威盛，都是這方面的領先者。其實如果談到工研院，或談到其它的角色，我們又可以回到另外一個角色來談就是說，威盛這些人為什麼會回到台灣來？當初我們班上...大概是...應該是 79 年還是 89 年，在美國開一個同學會，那麼當初我們有幾個同學，包括我、曹興誠、還有(王渤渤)，(王渤渤)就是當初全友的創辦者，我們給了一些(Seminar)，所以很多人來聽過之後，都非常的興奮，他們希望能夠借用我們的經驗，回到台灣來。威盛...目前的董事長，跟他的一些主要的幹部來找我，我們華邦先投一些錢給他，要成立一個公司叫做 Symphony，叫交響樂(的公司)，那麼這個公司做出來...也許後來關係並沒有延伸的很好，王雪紅就把這些人挖過去，成立了威盛，那很快就把 chip set 做出來，在台灣成立公司。現在在鴻海裡面，段行健，也是我們班的同學，他那時候也決定回來，再參加這個...聯電，成立一個...好像稱為聯友的一個 LCD 公司創辦，那麼後來聯友跟這個...達碁這邊合併就成為友達。像劉曉明也是我們班上的同學，他回來就接了矽統，繼續做這個 chip set。其實在整個的過去的 1、20 年裡面，很多海外的同學、朋友，都因為這個關係，回到台灣來，參加這個台灣的工作，因為我們給他一些指引吧，對有些人我們說，你先回到工研院來，過幾年再出去，所以其實這個來講就是，對整個產業的發展，工研院跟政府的專案，提供了一個我稱為 beacon，就是一個...口號，插了一個旗子，很多人就...就不斷的能夠回來，他們有一個很明顯的目標，就回來。其實今天如果你舉很多海外的學生，都是因為這樣子回來的。

問：工研院的電腦技術計劃，為什麼整個台灣人後來它的 credit 好像不是這麼大，不像 IC，這個部份我們給工研院很大的 credit，或是給政府。為什麼電腦的部份，好像比較沒有受到這種 credit？

答：這一部份可能要怪我自己比較多了，我從來沒有在外面講很多這種事情，我們電腦中心的同仁那時候也對我多少有一點不諒解，因為我後來出去是做...華邦是做半導體，並沒有他們預期一樣說，我們一起出去成立一個電腦公司。因為我當初的想法就是說，我認為電腦是民間企業自己要發展的事情，我們的角色跟他不一樣，當初在早期我們有個主管問我說，宏碁有三百個人，我們現在也有三百個人，那宏碁成長那麼快，我們怎麼辦？我跟他說，如果你眼紅人家成長那麼快，你就離開電子所，因為...當宏碁一萬個人的時候，我們不可能一萬個人，我們是一個政府支持的一個研究單位，我們的角色是支持產業的發展，我們不能自己成長。所以這談到一點重要的觀念就是說，我認為工研院...後來我在工研院當企劃處長的時候說，工研院的重點是外部效益，而不是內部效益，外部效益就是說你用政府的錢，你要產生的效益是在外面，而不是在裡面，那你要不斷的幫產業想它要什麼東西，今天也許說，台灣的半導體產業發展也很好，電腦計劃發展也好，其實我認為...這個 credit 當然是要給民間的產業。因為其實我在工研院最後一年當企劃處長的時候，我做了一些市場調查，即使一個產業接受工研院的技術，它到最後，它還是認為它的成功是它自己的，這是理所當然的事情，工研院只能給它技術，後面的經營、跟它的痛苦，是它

自己把它解決掉的。你今天去問聯電，他說當年...他是電子所生出來的，你說他成功是不是電子所？我想那答案不見得是肯定的事情。這個我們經過很多的訪問，其實都是得到同樣結果。這也是我常講說，我們不要在這方面期望這種 credit。但 IC 計劃不一樣，它是一個非常集中性的東西，它的所有的技術的這個公司的 spin off，都是政府所帶出來的，除了華邦之外，當然華邦也帶了工研院裡面的很多的同仁出來，但是我出來，並不是政府的力量(用政府的資金)，可以說是幫工研院解決一個問題。

問：你是說關示範工廠的問題嗎？

答：是。

問：所以當初您出來成立華邦，是因為什麼樣的原因？因為示範工廠要關了，所以有一批人要失業了？這是您最大的動力，還是你本來就有想...

答：這個當然不能這樣講，這個也有一定的...一些故事在裡面。我跟你講，我們談說從胡定華到 Stanford 大學企管開始，他第一次去，第一年去，那麼史欽泰是第二年去，我是第三年，我是 1985 年到 1986 年去 Stanford 的 Business School，就是所謂現在的 EMBA 了，不過我們是全職在那邊上課。我回來以後，就擔任工研院的企劃處長，第一任的企劃處的處長，那時候 Morris 已經接任院長，所以我那時候做企劃處長，那麼當時在，1986 到 87 年的時候，其實我講整個產業根據外面的資金的狀況，(以及)聯電的成功，大家看到

PC 的成長，所以整個的...投資業對於台灣的資訊電子有很大的信心，他們就希望能夠找到他們進入的機會，所以...第一個成立當然就是像政府支持台積電的形成，第二個威脅比較大的話(對電子所)...，就是像這個華隆集團成立的華微(電子)，還有杜俊元先生他成立的矽統，都在電子所裡面...招募員工，所以示範工廠面臨很大的人力的流失，因為主要做 R&D 的人都已經被移轉去 TSMC，剩下示範工廠的人每天在守著那個工廠，又面臨很多聯電的挑戰、競爭，所以有很大的壓力，他們想要自己 spin off 出去。當初當然我常跟他們解釋說，因為我是企劃處長，所以這些會議我都會參加，我是一個幕僚，會參加。當初我是想離開工研院，但我不知道我要做什麼事情。

問：為什麼想離開工研院？

答：因為...我在 Stanford 一年之後，受到這個企管訓練的影響，而且我說我一定要 40 歲以前能夠離開，不能在這邊退休，所以我在那時候已經開始想說，我應該可以出去，那麼所以，那時候我就參加他們的會議，後來我跟他們分析說，那時候的張忠謀先生，是已經是聯電的董事長，他不可能讓你們出去，成立一個公司，繼續跟聯電競爭。

問：直接加入聯電呢？

答：這是張忠謀先生的意見，但是這些人跟聯電競爭了好幾年，不可能(同意)這個事情。我幫他們分析，這當然是我個人的意見，那麼後來有一天，我心血來潮就跟他們說，那我

帶你們出去好了，他們巴不得有這句話，所以我就...我想我也幫示範工廠，劃下一個句點。我就說我來出去，那麼去找錢，同時幫我自己找一個地方，可以開始。所以在 1987 年，很幸運就找到華新麗華他們願意投資。華新麗華跟很多公司一樣，是政府當年我稱為 twist arm，扭他們的手叫他們投資聯電。很多人當初對聯電不看好，因為政府多年的照顧，所以每個人都出了錢，但後來都證明他們都賺了錢，他們覺得從這邊也學習到這個產業是有前景的。所以我跟華新麗華談到不到一個月，他們就同意了，就成立了華邦。那華邦...我就把示範工廠大部份的人慢慢就開始移到華邦來。

問：大概有多少人？

答：它是前後大概有...兩百人。

問：兩百人...你說不是 R&D 的人？

答：對，都是示範工廠的人，對，還有一些設計的...設計工程師。但是如果看...華邦也是給電子所最大權利金的公司，我說...反正技術我都會，但是我還是給你權利金，慢慢把產品移轉給我，所以這就是華邦的這個...開始。

問：因為華邦跟 TSMC 是同一年，1987 年成立的嘛，那你剛剛又說 Morris 是希望你們示範工廠的人加入 UMC，他那時候還不知道 TSMC 要成立嗎？

答：他也知道，對。

問：為什麼不請這些示範工廠的人直接加入 TSMC？

答：我講這個技術人力的移轉，我常講是一個 emotional 的事情，有些人去，有些人就不會去，而且 TSMC 的人全部是當初做 R&D 計劃，做 VLSI 計劃的人，那示範工廠的技術是...比較這個所謂的...比較傳統一點，...所以當初去的...TSMC 的都是要做 develop、著重 technology 的人，所以其實...我應該講說，比較做(Process)的人都到了 TSMC 去了。所以當初因為電子就兩部份，一個是做...講通俗一點是做生意的人，做(Operation)和一個是做 R&D，做 R&D 的就到 TSMC 去，那麼所以這樣子的話，所以留在示範工廠的更是心裡面有點不安，所以我就把他們都帶出去了。

問：但是台積電除了需要 R&D，還是需要很多工廠的人，我還是不懂，為什麼它就不找工廠的人？

答：他們...也有很多工廠的人去啊，但是有些人就是...不願意去或其它的...不能去，對不對。

問：所以工廠還是有些人加入台積電，有些人不願意去的就是加入華邦，所以這就是華邦...

答：但是還是有人就留在電子所啊，只是電子所的示範工廠...規模就變得很小。

問：1987 年，整個 IC、PC 市場在台灣非常蓬勃，聯電也很成功，您剛才也提到，股市也多頭嘛...

答：對，當時的股市是非常的多頭，尤其在 88、89 年的時候，股市是超過大概一萬多點，那時候在園區裡面，簡直也是相當的熱鬧，我們那時候講個笑話說，園區旁邊的花店的生意，比每個公司都好，因為每天好像都有公司成立，傢俱行啊、文具行啊、花店啊，生意都特別好，每天都有公司要成立啦，那麼募資也非常快速，好像公司還沒成立錢就已經到了手，所謂的未上市股市就慢慢就形成了，所以園區就產生很多很有趣的現象。

問：我想問一下有關台灣的半導體產業，在晶圓代工和 DRAM 製造上的發展歷史是蠻南轅北轍的，為什麼華邦會想去做記憶體？為什麼不跟同期的台積電一樣做晶圓代工？

答：其實我們講，當初華邦的定位是 IDM，因為我個人是從設計出身，所以我認為一個半導體公司要有自己的產品，所以當初我們從一廠變成二廠的時候，這個...自己的產品還是足夠支持這個...整個的成長。但華邦不能說沒有做記憶體，開始我們就跟別人合作靜態記憶體，靜態記憶體就是所謂的 SRAM，那麼一方面它是一個很好的技術的合作的一個...標的物，我跟美國一些華人的公司一起合作的，我們提供產能，他們提供製程、提供設計，我們一起來做，所以華邦在 1995、96 年上市的時候，我們那時候是賺很多錢，因

為當時的 mother board 就有很多 cache memory，所以那時候華邦的所謂的 cache memory，我們就是...一個很大的供應者，但後來 cache memory 開始被整合進去 chip set 以後，這市場就慢慢就萎縮。當初我也發展這個是所謂的 flash memory，也是跟海外的一些華人合作，...也用我們的產能交換他們的製程跟產品，這個產品做得比較久，...現在華邦很多的 flash memory 也是繼承這樣的一個策略。華邦的主要的這個策略的改變是進入 DRAM，這一部份來講，我可能有一些事情要稍微保留一下，因為當初跟 TOSHIBA 的一些合作，那麼就是從 TOSHIBA 這邊合作取得一些技術，也許從很早的...在更早一點的話，我個人對 DRAM 的發展，我永遠是有一點保留啦，因為 DRAM 來講是一個非常資本密集的一個產業，它的(發展)速度非常的快，華邦的成長到某一個地步，但是到最後我認為也很難跟像 Samsung，或是這種公司競爭，因為這是經濟規模的問題，除非走入所謂的 DRAM 的代工，那 DRAM 代工來講，這...也是一個發展的模式。當然我離開華邦是 1999 年，我大概...我們是跟 TOSHIBA 引進技術以後，我就開始...離開華邦的這個總經理的位子，我擔任副董事長擔任三年，其實在三年裡面，...開始把自己跟華邦脫離，脫離這個關係。一方面就是華邦，對我來講已經太大了一點。那麼很多的公司一旦進入某一種營運的規模，你要再去做很多改進的事...不，改變的事情，是很困難的。因為華邦也面臨一個.....跟很多公司面臨同樣的境界，就是你的邏輯產品，你產品跟 memory，這是兩種不同經營的型態，當然，也有人跟我說，把它分開、要把某些 spin off，...後來當然就是做了這個事情，成立了(其樂達)，現在也把(新唐)跟華邦有分開，這也是很多公司長大以

後，不免要做的事情，因為兩個的 business model 不一樣，跟當初聯電面臨的抉擇也是一樣，當你的公司...一個半導體公司越來越大的時候，你需要產品把產能填滿，那麼那時候想，你只有兩個選擇，一個是代工，一個是 DRAM，那麼這兩個行業裡面，都有很大的公司在前面，那你要怎麼辦？這就是現在很多公司所面臨的問題。

問：您剛才的意思是說，你們要做 DRAM 代工的時候，您個人其實是不太贊成的？

答：我想我不能說是我明顯的反對，因為公司需要成長，那麼我們就是來做這樣的一個策略的執行，但我想這執行到某一個地步，我想應該交給其它人再繼續去執行，因為我相信像華邦這樣的公司，在未來所需要的資金的規模，對華邦來講...我本來就不管財務，那麼對這種越來越多要去募資的壓力，那個是不是我個人能夠承受的事情。

問：當初台積電要做晶圓代工，同一年嘛 1987 年，那時候你們有沒有考慮過？

答：沒有，我想，因為 TSMC 是一個專業的代工公司，所以它已經選擇一個定位，那我們必須要去想另外一個定位，其實當初在看幾個公司成立的時候，每一個公司都在找一個定位，如果今天有客觀的角度來看的話，有一段時間，聯電是面臨一個選擇，它從一個所謂產品的公司，它要怎麼走？它有一陣子想做 CPU 的公司，有一陣子想做 Flash 的公司，但是在很多公司都相繼成立的時候，它必須要突破一個方向，當它宣佈說它要做代工的時候，華邦也鬆了一大口氣，你去跟 TSMC 競爭吧，...其它的東西交給我們吧！...它

如果說直接...回頭做產品，那這個競爭的壓力就...那是更大了。

問：那時候認為晶圓代工大概暫時一家就夠了，你們不想加入就對了？

答：對，因為晶圓代工它是非常有經濟規模性的。我想，而且張忠謀先生在美國的關係，不是我們能夠...能夠相比的，對不對？他在美國有一定的知名度、關係很多，從 TI 出來的主管到處都是，他只要打個電話，他就可以去見這個人，我們沒辦法。但我們也做了一些代工，那時候，非常選擇性的代工。

問：所以我們一開始進去就是做 SRAM？

答：對，不過 SRAM 的市場...它就有一段時間就消失掉了。所以我本來是希望能夠做 flash memory，那麼尤其是做 8 位元切入式的 flash memory，這部份華邦現在還是做得不錯。

問：這跟你在 Harris 的經驗應該也有關係吧？

答：應該是有一點，那麼我認為，做微處理機上面有一個 flash memory，這是可以活很久的事情，但只是說你面臨的選擇是你要成長多快？所以說，如果你要自己說，我成長不高，那我可以...就是守著一個 niche，可以慢慢的(成長)...可以競爭，但是如果你要成長快，只有兩個選擇，一個就是 DRAM，一個就是代工。所以說如果你說印度政府要投資

很大的工廠，你猜都可以猜想，它今天可能不會做 DRAM，它也只有做代工，對不對？

如果三星它有一些空的工廠出來，你也可以猜它做什麼，它做代工。只是說代工的經營方式，跟做 DRAM 的經營方式是非常不一樣的，工廠也是不一樣。其實如果你看每個半導體公司，它的產品一定位，它的經營模式就定下去了，這個工廠的設計也不一樣。今天要叫台積電去做產品，它做不出來，對不對？你叫 DRAM 公司去改變變作 foundry 公司也做不出來。所以...大家就被這個東西(產品)定型了。

問：您提到做 DRAM 代工跟晶圓代工的不同，您要不要再仔細說一下，同樣是代工，一個是只是做記憶體，另一個可能是包括邏輯、各種的半導體...

答：當你的代工的這個規模還不夠的時候，你必須把設備做多樣的用途。那麼如果你是做 DRAM 的話，就要追求經濟規模，產品是一代一代的出現，那你的機器都是專用機器比較多，你的生產管理也很簡單，你這一批跟下一批是一樣的東西。但代工這一批是下一批不一樣的東西，那你怎麼去管你的生產？對不對？如果我在做 DRAM，我就是一百批下去，每一批都可以混著賣。但如果你是一百批的代工，每一百批都是不同的產品，這個在生產管理來講，是一個...很大的一個學問。台積電應該是已經突破這種學問了，所以它在...它的規模、還有技術來講，它的生產技術，不是其它地方輕易可以學到的，你說中芯半導體，他可以學這個...製程、可以學設備，生產管理不是一天兩天可以學的事情。台灣從這方面來講，各方面慢慢驗證台灣的生產能力，從管理跟技術來講，其實慢慢也在某

些方面已經超過日本，它有它的彈性，它的管理，而且又能夠不斷的改善。所以台灣...在生產方面是已經是相當的有世界級的地位。不過這也是台灣不斷地一步一步地走向代工的途徑，所以有好處也有壞處。看是站在哪一邊。

問：所以您的意思是 DRAM 代工相對來講是比較簡單的？因為規模大、又都同樣的產品，所以相對上比較簡單？

答：是，我個人認為是如此。也許做 DRAM 公司的有意見，不過我認為是如此。

問：您剛剛提到華邦做 DRAM，一開始你們是做自有產品的 DRAM 是不是？

答：我們是跟 TOSHIBA 技術合作，所以一部份賣給它，一部份自己在賣，因為台灣畢竟有這個 DRAM 的市場。

問：您可不可以分析一下 DRAM 產業的特色，為什麼台灣、韓國、日本、美國還有德國的 DRAM 產業大起大落，大家還是拼命加入？為什麼它的價格波動會這麼大？只是因為它是 commodity？還是有其它的因素？

答：我想這整個的波動性，跟半導體生產的產能的這個所謂的...英文講 step function，就是一下子就增加很多。我們講說現在的半導體的工廠，我有個比喻就是，過去我們做電晶體的時候，你(像)蓋一個房子自己住就可以了嘛，建商告訴你說，你要蓋就蓋十個人住

的，你說我一個人住就好啦，一個人住太貴了嘛，十個人就...經濟規模嘛，所以你必須要想辦法，把這十個位置，九個位置能夠把它使用到。今天建商告訴你說，你要蓋一個房子可以呀，你要蓋一千個人住，你說，我哪有麼大的家族，我怎麼住(填滿這些房子)...所以你必須要把它用掉。用掉只有兩個方法，一個就是說做(一)般的東西，DRAM，一個就是做代工，讓它分解分給大家用，所以只有這兩個，基本的策略。那 DRAM 來講就是說，如果你每次 DRAM 要新增(工廠)一個產能，它就增加百分之多少，全世界增加百分之十的市場(產能)，這個百分之十的市場需要吸收，那就降價來搶這個市場，market share，半導體的產業裡面，其實...從成本會計的角度看，是一個蠻可怕的事情，就是說，它的變動成本很低，固定成本很高，大概是全世界非常獨特的事情，所謂變動成本是說，你的材料費很低，但是你的折舊費很高，那你在經濟學的這個理論下，能夠賣超過變動成本的就生產嘛，所以表示說，固定成本很高的東西，它的經營策略的彈性非常大。就是說我蓋了一千人的房子，我就是 999 個房子免費給人家用好了，不用白不用，你給我一塊錢，我也賺一塊錢，那這個價錢的波動性永遠是這樣子。所以 DRAM 在產品上(相互)取代性很高嘛，所以就會有這種問題。那代工不會，代工已經跟代工廠很多的管理啊、各方面都已經連結起來，它不大容易換生產的單位，除非是小的公司，它必須要幾個供應商，但是大公司它就跟你結合的蠻密切的，台積電這方面的服務也相當的不錯。所以剛你這個講說，DRAM 就是一個 commodity，TSMC 的 foundry，過去有點像 commodity，人家都說 TSMC Foundry compatible，那就是像中芯半導體就說，我是 TSMC compatible，但這句話

後來 TSMC 就有意見嘛，對不對？那麼但是後來...技術整合在一起之後，我想做 IC 設計跟製程的結合度越來越高，它就不是 commodity，都已經結合在一起了。所以今天做 commodity 產品的公司都很辛苦，其實 DRAM 不是唯一的這種產品，我們過去講有三個產品，資訊產品最辛苦，一個是磁碟機，那磁碟機現沒幾家，所以也還好。過去做光纖，所有東西沒有設計的 feature，的特點、特色的產品，大概都落入這種角色。我們說 DRAM 每年降價多少，如果你去看磁碟機的降價，那更是...更快。今天 flash memory 的降價也是如此，就是等於說如果是光纖是秤斤在賣，那磁碟機是秤 megabyte、gigabyte 在賣，flash memory 也是 giga-bite 在賣，都是這樣賣。所以我對沒有設計特色的產品，都是保持一個遲疑的態度，你必須要有自己的設計的這種東西在裡面。不然就是管理的特色，不然就跟人家拼錢、拼這個經濟規模、口袋有多深。

問：所以這並不是說特定哪個國家，譬如說韓國它們的廠商，特別愛殺價，並不是這樣的原因？

答：不是

問：是產業的特色就是如此？

答：所以當初為什麼有一陣子聽到說，三星要去做汽車，哇，我們就拍手，讓它去做汽車，把錢拿去做汽車，不要來做 DRAM，這樣的話大家可以鬆一口氣。那台灣什麼時候

喊出兩兆雙星，我必須要 claim 跟我沒有關係。我對這兩個產品來講，我認為都是缺乏設計的特色，這兩個都是要拼經濟規模，這兩個都沒有特色，你必須要不斷地在市場裡面找錢，當你的股票市場不好的時候，你不可能發十塊錢一股，去募一千億蓋個工廠嘛，沒有人可以。所以就回到剛才的這一個課題就是說，當初股票市場好的時候，才造就很多台灣的高科技公司，它可以發一股，人家在某個狀況下它就高價買了。所以是這個股票市場對高科技一個很重要的因素。所以我跟一些其它的像大陸講，你高科技公司沒有股票的支持，不可能做高科技，高科技跟股票市場是習習相關的事情。

問：所以你認為面板這個部份也是 commodity，本身也沒什麼設計的特色，

答：是。

問：所以它才會波動也是這麼大？那你要不要提一下華邦是怎麼追趕技術的？

答：我剛才講過，我們...是用產能跟一些公司交換技術的，但自己也做研發，那是...像華邦在蓋第二廠的時候，第一個廠從某個角度看是一個舊廠，我們買一些舊的設備開始，那第二廠是比較先進的廠，有了先進的設備也可以找到海外一些學人他有一些特殊的技術進來。那麼主要的方法，除了自己開發之外，就是跟海外的一些人合作，就他們有一些過去的製程的經驗，但是他們希望用他們的經驗來交換一些產能，讓他們開發一些產品，所以

這個策略一直在運用，包括後來跟 TOSHIBA 的合作。

問：像台積電 claim 他們跟 Intel 的技術是差不多的，在最近這些年。如果是華邦來講，您覺得跟這些大廠，大概有什麼樣的技術差距嗎？還是您覺得都差不多？

答：我離開華邦已經十年多了，所以我不能幫它講今天的事情。就當初來講，我想技術差不多，因為跟 TOSHIBA 合作也學到很多東西，你不可能用比較落後的技術做 DRAM，那是...就是靠真槍實刀的事情，就是說你的製程跟你的成本習習相關。但是我想所有的...整個的半導體的研發的經濟規模也越來越大，一個...一世代在這個製程大概的發展也接近好幾億，甚至到十億，所以你可以算出來你的營業額跟你的研發的能力，那麼跟你想成長的速度，可以算出來，那麼整個的，這一本帳算一算之後，會知道你的策略應該怎麼做法。

問：您剛才其實有提到一些台灣 IC 和 PC 產業之間的關係，可不可以再整理一下，這兩個產業在台灣發展歷史上，你覺得有沒有什麼關係？有沒有像魚幫水、水幫魚？或是其實兩者沒有太相干的關係？

答：我想這關係，比實際大家想像的密切啦，比如我們看一個主機板上的 IC，今天來看的話，只有 CPU 不會做，也許像 NAND flash 不會做，其它東西都會自己做。所以很多其它的產品也是這個樣子，台灣的 IC 設計剛才才講，經過 PC 產業的帶動，它已經開始滲

透到其它的產業去，而且將來的消費性產品都是以 PC 當做很重要的 base，對不對？我想 Intel 想繼續在這邊成長，它也想把它的 CPU 推到其它的消費性的產品，但成不成功就看繼續的努力。微軟有同樣的想法，微軟也希望它能夠在桌上或是 Notebook 上面占一席之地之後，也不要喪失在手機、或其它方面的這個...市場占有率。不過這就是所謂進入到後 PC 時代的來臨嘛。那 Apple 是造成這樣的一個風潮的另外一個開始。

問：您剛才提到說在 mother board 上除了 CPU 跟 NAND flash 不會做以外，其它我們大概都會做，您覺得是因為台灣有這樣的 mother board 系統產業，才會讓 IC 的人更容易去設計嗎？您的意思是？

答：是的，對。其實台灣過去就是說，做很多技術，必須要有一個市場的拉力，你可以去想像，其實很多 IC 公司每天都在想，那個機器裡面哪一個 IC 我可以做？你可以想像到那個細微的...到非常細微的地步。後來台灣從數位的 IC 開始進入到這個所謂的 Power，進入到所謂的 analog, linear IC，其實都因為市場的起來，但這一部份當然也在回溯到一個源頭就是說，其實電子所當初一直很注重跟學校的合作，所以那時候學校裡面的一些 IC 設計的方向，其實電子所或是經過(透過)國科會都有很多的參與，所以在某一個時段裡面，我們就希望學校開始注重到像 linear 或是 power IC 的設計。所以台灣經過這幾年學校的努力，在這方面的基礎也相當的深厚，所以台灣後來在一些所謂 linear 的 IC 裡面，也越來越堅強。所以你看說做這個 power，或是做這個 converter，各方面也相當的厲害。

問：您提到台灣 PC 產業很強，對 IC 有幫助，您要不要談一下，台灣半導體產業這麼強，對 PC 產業本身有沒有什麼幫助？

答：其實 IC 產業對 PC 產業的幫助是，先來是週邊，回頭看就是說，台灣其實還有另外一個很強的產業，就是小型網路的產品，就是像友訊、智邦這種公司，他們的成立大概也在 1987、88 年的時候，因為區域網路的形成，所以這些公司就起來，現在很多的區域網路裡面的 IC，台灣都可以供應。也像這個有線的網路走進無線的網路，那麼台灣慢慢的也可以進入這樣的一個 Wi-Fi，所以經過 Wi-Fi 這種...的進入之後，對於台灣在射頻方面的這個技術就是一個很大的拉力。那因為區域網路對...成本的售價大幅降低，PC 來講，成長有很大的貢獻，加上其它像繪圖卡，加上很多其它週邊，所以這個整個來講是發生在週邊比較多。在 mother board 來講，當然除了這個 chip set，跟一些 memory 之外，那主要還是 Intel 在掌握住，所以 Intel 在不時做一些降價之外，對 mother board 的滲透已經到了一個...可以做到最大的一個極限，當然也有一些公司想取代 Intel，但在一些比較低端的 CPU，大家...繼續再做一些努力。所以我想這個 PC 跟 IC 最重要意義的結合，使...一個很長的一個技術鏈跟供應鏈能夠緊密的結合在一起，使這個產業很難拔動。所以我們再回顧一下歷史，我們整個電腦工業，或是 IC 工業整個起來以前，我們觀察台灣的發展，都是一波一波的，各位可能知道說，有一陣子做電子筆，就是把這個電子錶做在筆上面，當日本人供應你 IC 的時候，你就做，第一個就是日本自己做，做完之後它就把零件賣給台

灣，那日本不賣的時候，台灣就沒有了，所以台灣過去就是很多產品就是一波一波。我們那時候就覺得，如果 IC 的產業，開始成長的時候，它就會把這個產業留在台灣，那這個證明今天做是對的，因為你的根已經在這裡，那麼你不斷的經過市場的需求，去餵這個根，餵完這個根之後，它自然會回饋這個果實給你。

問：您之前提過，因為海內外華人的關係，當年回國發展的，好像很來發展的都比較好，要不要談一下這個部份？為什麼？

答：不，當初我我講的話是說，我希望他們早一點回來，因為當我們在整個產業成長的時候，我們發現這個人脈的關係是相當的重要，所以我說在台灣，回到自己的地方，人越老越香，因為你的同僚、你的同學，慢慢都進入重要的地位，所以你個人能夠發揮的地步就比較大，在美國你沒有這樣的一個...這個 benefit，美國人是有他們的同學，他們小孩...父母親的社交圈，不一定能夠打得進去，所以當他們在享受他們自己的社交跟人脈的時候，這個在台灣工程師被定位成工程師的話，你就是已經沒有發展的...這個路線，必須回到台灣來，台灣還可以從工程師可能變作一個經理，變作一個業務主管，所以在台灣尤其在 90 年代快速成長的時候，一個主要的原因也是從海外的這個工程師，大量的回國，但是台灣發展最好的人是誰？是沒有出過國的一些先生，例如是施振榮、曹興誠，他們很早以前就投入這個產業，建立他們的人脈關係，後來的人當然就是...只是參與到一些技術性的事情，除非他自己去創業。

問：您覺得海內外華人的關係現在有沒有什麼改變？因為整個大陸崛起，這是第一個，然後第二個是您剛剛提到 IC、PC 技術鏈、產業鏈的結合，讓人家很難去撼動它，可以現在大部份很多都往大陸移了，這部份會不會開始鬆動？

答：對，我想這個海外的華人關係，當然過去是以在 silicon valley 為主，那 silicon valley 為主，所以這兩方面的交流是非常密切的，很多台灣的公司開始在 silicon valley 成立 R&D 的部門，或業務部門，所以就促成這個很多的技術的移轉，或是市場的開擴，其實我們常講笑話說，很多的這個 gossip 是先從 silicon valley 聽到的，他們打電話回來說，聽說什麼什麼事情，你們這邊知不知道？很多的...很多閒話都是先到矽谷再傳回來，表示這兩邊的這個訊息的溝通是相當相當的密切，但根據留學生的這個減少，那麼我想這一方面的聯繫，我相信在未來的十年，一定會受到影響。現在所謂的華人的關係，應該慢慢移轉到跟...所謂大陸去美國的華人，或是在大陸的這個同樣企業的合作關係。其實你這樣看就是說，大陸現在的 IT 產業的出口量很大，其實他們認為大概百分之 3、40 是來自台灣的公司，或是這百分比更大，所以台灣的公司，對他們的這個...資訊產業來講，是產值貢獻很大，在兩岸來講，其實是有很不錯的自然的分工，大陸的電訊工業非常強，因為它有國內的市場，台灣的電訊業，永遠走不出台灣，這個是另外一個課題。那麼第二個來講，他們的消費的產品，因為是品牌的關係，所以消費產品也相當強，不過這個元組件慢慢要跟台灣結合，像電腦方面來講，我看他們非常難撼動台灣的目前的地位，那希望這兩邊，台

灣的公司可以看到大陸的市場，慢慢結合起來。台灣過去在創新來講，是沒有問題，但創新，沒有一個市場能夠發揮，是台灣過去最大的痛，就你怎麼創新？沒有人知道，也不了解，沒有市場的回饋嘛。那你在大陸有那麼大的規模，尤其在美國，對人家一講，他說，對對對。因為他們有很多先進的公司，每天在找先進的技術，來幫他們解決問題，那台灣你講一個先進技術，聽得懂的人都不多，何況說你能夠找到市場。你在大陸你找到百分之一的市場，可能就是一、二十億，在這邊找到百分之一的市場，一千萬，回不了這個公司，這是台灣過去來講，一直覺得是非常辛苦的事情，我過去跟一些國外的一些專家講，我們不是不會做東西，我們不知道做什麼東西？只要你要告訴我做什麼，我就做什麼。所以當一個標準出現的時候，是台灣公司最高興的時候，像 LAN、像區域網路就是台灣另外一個很不錯的產品。它的產品、它的功能，也是不會(變化)很快嘛，它就是有標準嘛，對，是一百、是一千，就這樣子，那麼你就做到，你就可以賣出去。所以你可以不斷的成本降低，市場不是問題。那如果你說...像 DRAM 這就是技術沒有止盡的話，就比較辛苦一點。所以說在這方面來講，台灣最希望看到的是標準，過去當然希望跟大陸一直談標準化的問題，參與台灣的大陸標準。大陸過去也知道自己的市場規模，它自己也一直希望訂標準，不過他們過去的經驗，今天也許不一樣，他們過去的經驗是，定完標準之後自己沒辦法執行，他們發現執行這些標準是需要 IC 的，你沒有一個 IC 即時去彌補這個市場的需求，你做標準沒用啊，所以這個標準跟技術是，是結合在一起的，這個方面，兩方面的磨合，需要一些力氣。

問：這是台灣的機會？

答：對，但是大陸的公司，今天大陸的官方當然也知道，這個研發的重要性，今天大陸官方能夠發出來(知道)的研發的經費，我想，遠比我們今天想像的數目是，每一個公司大概都有上億的這個經費，是用不完的經費。...這個時代對台灣來講，應該已經過去了，所以台灣必須面臨另外一個對產業發展的一個考慮。

問：接下來是比較個人跟未來的。您到目前的生涯當中，最令您興奮、滿足、或驕傲的時期，或是事件是什麼？

答：其實我對這個問題倒沒有想得太多，什麼是最驕傲？應該一個人不應該在這個時候就有最驕傲的事情。表示以後沒有令你最驕傲的事情。其實我對過去的幾十年的工作，其實我工作蠻早的，我最大的享受就是經過我們的同仁，不斷的學習新的技術，但我想，我常常舉例子說，我從他們的這個方面學習，我可以綜合很多人的知識，變做我自己的知識，那麼還有機會回饋給他們，這種互動，是我一直最 enjoy 的過程，所以這也是我的毛病所在，太喜歡學習新的東西，那這是一個...一個蠻重要的過程，不斷的學習。那麼尤其在資訊電子產業裡面，機會是太...要學習的東西太多，但是今天也了解，不可能知道所有的事情，所以到今天這個境界，慢慢也把自己的興趣把它...開始 focus 到某一個事情裡面，像半導體，我是說這不是我繼續要追求的。