

行政院國家科學委員會精密儀器發展中心

赴歐美考察真空儀器技術

發展及科技人才訓練

出國報告

服務機關：行政院國家科學委員會精密儀器發展中心

出國人：彭永龍 技術服務組組長

林哲明 製造組工程師

出國地點：美國、英國

出國日期：中華民國八十九年十一月二十六日~十二月七日

行政院研考會/省(市)研考會編號

摘 要

鑑於現代化及跨世紀高科技之發展，關係著我國在國際科技上之競爭力，其根基之奠定均有賴高科技人才之培訓及真空技術之發展來達成。本中心為蒐集最新資料掌握國際科技發展之現況，選派技術服務組彭永龍組長與製造組林哲明工程師，於十一月二十六日至十二月七日前往美國芝加哥西北大學實驗室、科學研究中心MRC(Material Research Center)及西北大學育成中心之先進蒸鍍技術組 ACTG (Advanced Coating Technology Group)訪問，該中心投資七億美金在切削刀具類鑽石膜蒸鍍上之研究，享有國際公認先進之 PVD, CVD 及熱蒸鍍研究技術。並獲得極寶貴之開放實驗室及育成技服經驗。並參訪波士頓工業區生產製造冷凍真空幫浦之 Helix CTI-Cryogenics 公司及真空專業製造廠 Varian 公司，參觀離子幫浦、渦輪分子幫浦生產製程，並赴英國著名劍橋大學工程系實驗室及訪問泰勒豪伯生(Taylor Hobson)儀器公司，參觀生產粗度儀、平坦度儀、真圓度儀及超平坦表面之奈米檢測儀(Nanostep)等組裝檢測過程。相機邀請相關高科技人員前來開設訓練課程，並尋求技術合作之管道，以吸收其企業經營及研發之經驗，加強本中心及產業各界之發展能力。

目次

一、前言	4
二、目的	5
三、過程	6
四、心得	18
五、檢討與建議	20
六、結語	21
七、附件目錄(技術資料)	22
附錄一、參訪公司及學校資料	
附錄二、新產品簡介	

一、前言

為提升本中心研究水準並掌握國際相關科技之發展現況，筆者參訪美國芝加哥西北大學材料科學實驗室、西北大學育成中心及麻州波士頓科學工業區真空幫浦儀器相關生產製造工廠，並赴英國劍橋大學瞭解工程系科學實驗室之最新研究計畫及科技人才訓練情形，相機邀請相關高科技人員前來中心授課，以加強本中心之儀器技術能力。並尋求技術合作之管道，以廣吸收其企業經營及研發之經驗，俾供本中心規劃研製、維修、訓練之參考。

二、目的

- (一)訪察美國芝加哥西北大學實驗室研究人員，以瞭解國際真空幫浦及精密量測儀器技術之現況與發展趨勢。
- (二)參觀Helix CTI冷凍幫浦、Varian真空幫浦儀器公司，藉此機會與從事真空儀器設備公司之專家相互交流，瞭解幫浦之研發技術、訓練規劃、技術移轉等工作，以建立本中心精密儀器技術之整體規劃及高科技人才之技術訓練能力。
- (三)拜訪英國劍橋大學教授，並參觀Taylor Hobson儀器公司，藉由參訪並宣傳本中心在真空、光電及微機電之技術能力，以促進與國際研究機構之科技交流管道，尋求技術突破之道。

三、過程

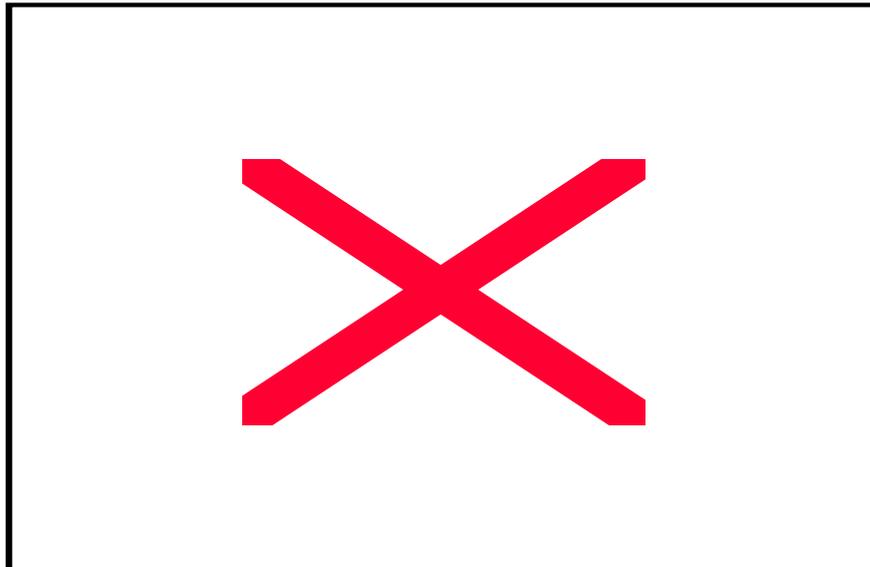
行程表

八十九年十一月廿六日 十二月七日共計十二天

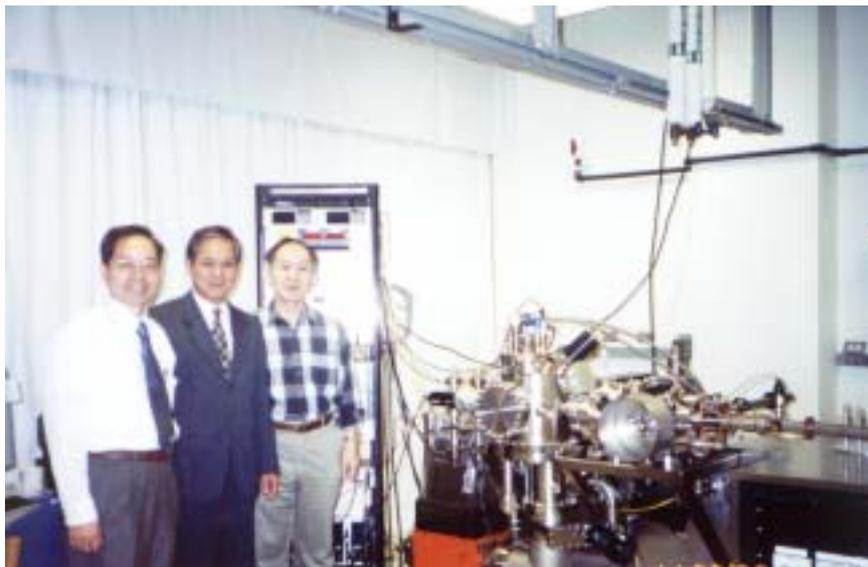
日 期	地 點	工 作 內 容
十一月廿六日(日)	桃園 芝加哥	搭機/準備資料
十一月廿七日(一)	芝加哥	訪察芝加哥大學研究實驗室
十一月廿八日(二)	芝加哥	訪察芝加哥大學育成中心
十一月廿九日(三)	芝加哥 波士頓	搭機起程；安排住宿/準備資料
十一月卅日(四)	波士頓	參觀Helix CTI 冷凍真空幫浦公司、Varian公司
十二月一日(五)	波士頓 倫敦	搭機起程
十二月二日(六)	倫敦	安排住宿/準備資料
十二月三日(日)	倫敦	安排住宿/準備資料
十二月四日(一)	倫敦 Leicester 倫敦	參觀Taylor Hobson儀器公司
十二月五日(二)	倫敦	準備資料
十二月六日(三)	倫敦 桃園	搭機返國
十二月七日(四)	倫敦 桃園	搭機返國

(一)參訪美國西北大學材料系及 ACTG 育成中心考察

首程前往國科會駐芝加哥台北經濟文化辦事處科學組拜會張新雄組長和前中心同仁黃達明秘書，經科學組的安排引薦參訪美國西北大學材料系資深教授邱文安博士等人士（如照片 2-1、 2-2）。



(照片 3-1-1) 西北大學邱文安教授、與彭永龍組長、林哲明課長在辦公室外留影



(照片 3-1-2) 西北大學邱文安教授、與彭永龍組長、林哲明課長在實驗室留影

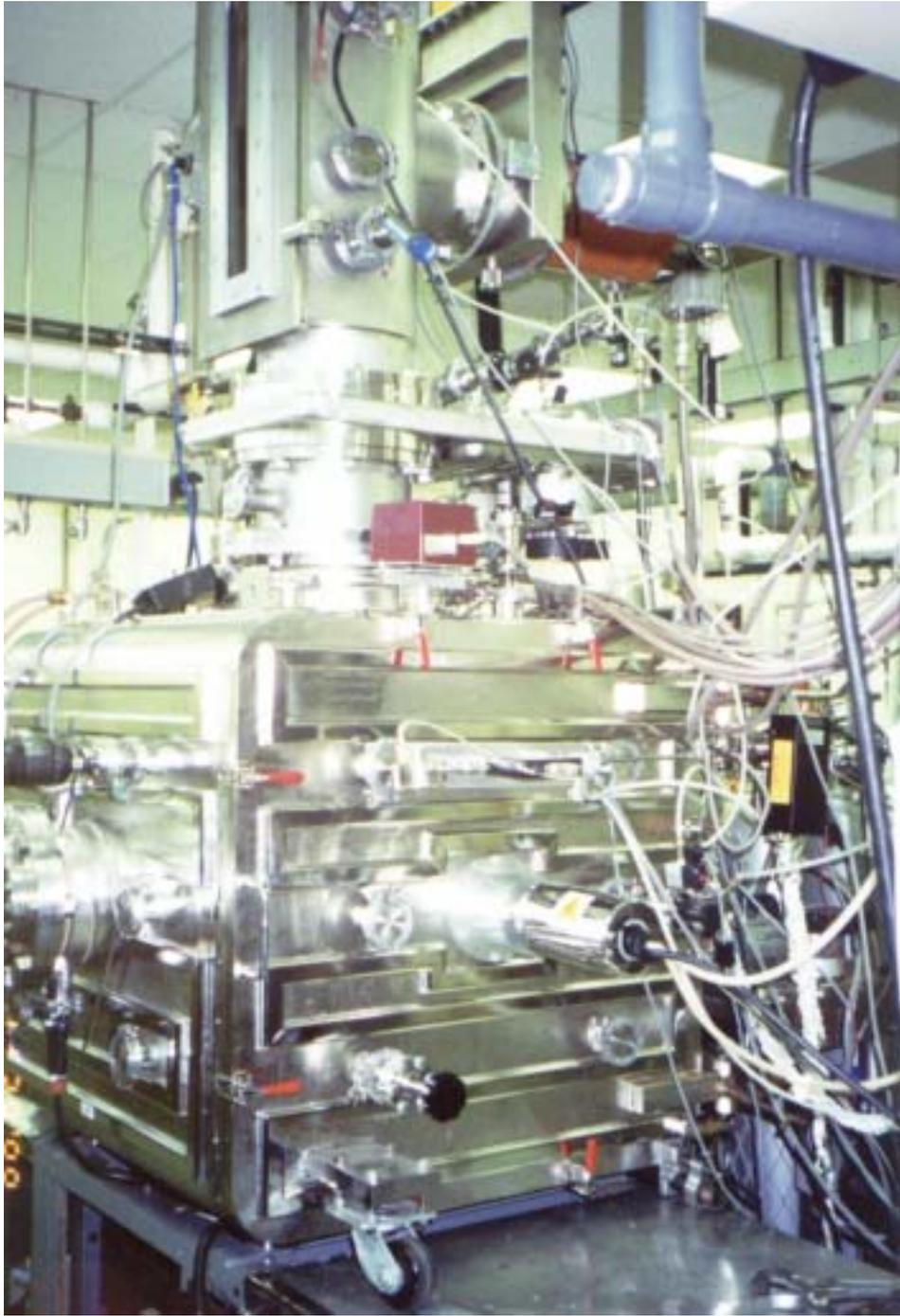
西北大學為美國私立大學，創校於 1855 年至今已有 145 年之悠久歷史，該校在材料科學業界人才輩出，臺灣知名大學之材料系教授、新竹科學園區之半導體製程主管、工程師大都出自該校。西北大學目前有 7,400 位大學生，在 Evanston 校區有 4,300 位研究生，平面建築有 134 棟及 4 棟地下建築物，在芝加哥校區有 1,600 位研究生。1964 年西北大學藉由造鎮計畫，將密西根湖填土擴充了 85 英畝的環湖新生地，使該校土地規劃更加完美，從環繞密西根湖邊的校園去觀賞日出日落十分富有詩情畫意。

1992 年材料學工程系花費了三千九百萬美元新蓋「材料及生命科學館大樓」，這大樓有現代化的實驗室設施、會議室、學生中心等，由於設計規劃先進、考慮用途周詳實驗室空間可彈性擴充、應用寬廣，使研究員及師生們在運用上十分方便，研究實驗時技術更加精進。該系科學研究中心 MRC(Material Research Center) 包括有基礎工業研究實驗室、觸媒及表面科學研究中心、品質工程及缺點防治中心、陶瓷科學研究、及國家科學高溫超導科技中心等。由於該系鑽研材料科學故其研究儀器設施十分齊備，重要之儀器設備有三部 VG 原子探針離子場顯微鏡(APFIM)、飛行式質譜儀、三台全套的 200KV 日立 HF-2000、H-700、H8100 場發射掃描穿透式電子顯微鏡(STEM)、一部高解析掃描式電子顯微鏡(High-Resolution Electron Microscope)、核磁共振儀(NMR)、原子力顯微鏡(AFM)、三五族分子束磊晶生長儀(MBE)、橢圓偏光儀(Ellipsometer)及數量繁多各式各樣之 X 光繞射儀等。依邱教授介紹說明西北大學材料系實驗室內之各種檢測儀器雖比台灣著名大學實驗室儀器舊

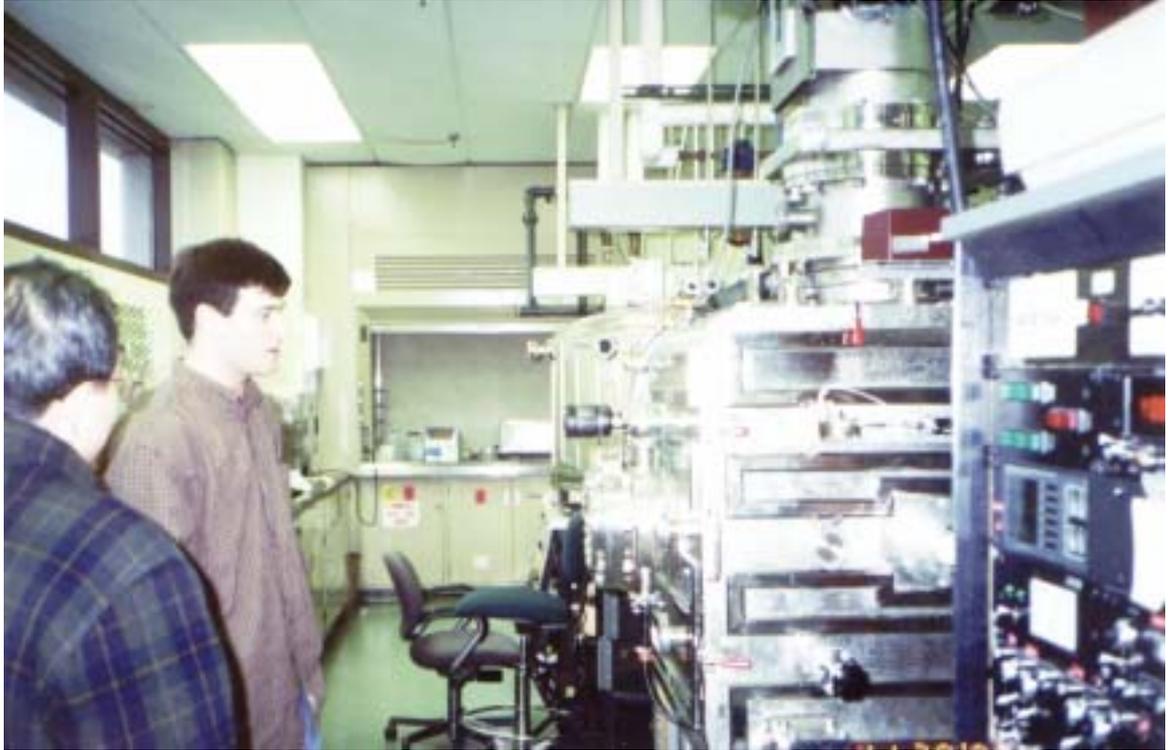
一點，但研究生在好的實驗環境下，藉著教授之指導均能自行組合或改裝成實驗所需之設備。其中連早期的西門子(Siemens) X 光繞射儀，經更新電腦微軟視窗軟體後，操作起來並不輸給飛律浦新的產品。在電子顯微鏡的應用與推廣上，西北大學材料系尤其出名，電子顯微鏡的使用率十分頻繁，研究生經鑑定後均能上電子顯微鏡操作，並能維修保養，怪不得日本日立電子顯微鏡株式會社，都願意無償提供最新的電子顯微鏡給予使用。邱教授並陪同前往西北大學育成中心訪問，該中心投資七億美金在切削刀具類鑽石膜蒸鍍上之研究，並有先進蒸鍍技術組 ACTG(Advanced Coating Technology Group)，及被國際公認具有先進之 PVD，CVD 及熱塗佈研究技術，如(照片 3-1-3、4、5)，此次參訪探討獲得極寶貴之開放實驗室及育成技服經驗。



(照片 3-1-3)技服組彭永龍組長、林哲明課長在 ITEC 辦公室外留影



(照片 3-1-4)先進蒸鍍技術組(ACTG)之類鑽石真空鍍膜機設備



(照片 3-1-5)彭永龍組長、林哲明課長在 ITEC 聽取研究人員介紹 PVD 系統之架構。

(二)參訪 Helix 公司技術考察

接著轉往波士頓工業區生產製造冷凍真空幫浦的 Helix CTI-Cryogeni 公司參訪，該公司原為美軍軍備供應的廠商，後來將冷凍的應用技術轉入生產半導體週邊之真空抽氣設備上，其中 ON BOARD CTI Torr-8、Torr-10 冷凍真空幫浦為其重要產品之一，年生產量三十萬台，在德州丹佛廠 Granville-Phillips, Helix Technology 公司為專業製造真空計廠，其產品供應半導體、平面顯示器、讀寫磁頭及光電產品製造業，由於品質好、穩定性高、價格公道頗受真空業界採用。

Helix 公司全球支援部副總裁雷歐文(Ray Owen)、技術部經理 Steven C.Quagliozi 向我們簡報稱：CTI 冷凍真空幫浦所有零組件之製造，除電路板由加州廠生產外其餘

均生產於此。CTI 冷凍真空幫浦由於真空抽氣性能十分良好，在半導體的 IC 製程設備機台(如台灣應材之金屬真空濺鍍機、Varian、Eton 離子佈植機 等)都採用該公司的產品。冷凍真空幫浦(cryo-pump)的優點係利用一極低溫的環境，來吸附容器被排放的氣體分子，以達到抽氣(Pumping)的效果，這是一種超高真空幫浦，其工作壓力約在 10^{-4} 10^{-11} Torr 之間。冷凍幫浦因抽氣速率大，無油氣污染，不使用氟氯碳化物(CFC)、液態氮，其電力消耗低，可安裝冷凍幫浦在任意位置，而不影響其導通與抽氣速率，故新竹科學園區生產半導體 IC 之公司所購之各國製程設備機台真空幫浦均為該公司之產品。

CTI 冷凍真空幫浦生產線的製程有條不紊，產品分類清楚，二樓無塵室為 Class3000，分五個區作零組件生產及品管部門用，中間一區約五百坪為冷凍真空幫浦組裝生產線，線上八人一字排開，組裝開始由雛形之幫浦馬達連同真空外套缸到法朗座，逐步安裝冷頭柱、鋼片、輻射屏蔽、溫控二極體、(15K、80K) 冷凝器後，逐步完成產品。裝配人員共八位作得十分起勁，重的組件安裝由六個男生負責，感測溫度二極體(Silicon Diode)的線十分微細、精巧、脆弱由兩位女生安裝。完成後移送組裝冷凍壓縮機，一樓冷凍壓縮機測試廠約八百坪，裝滿帶測之冷凍壓縮機，其中一部冷凍壓縮機泡在水中作觀測漏氣之試驗尤其壯觀，據現場工作人稱冷凍壓縮機均外包 OEM，然後到此切除壓縮機上蓋從新換油再焊接。由於 IC 半導體產業景氣復甦，只見該公司裝配完成一部部組裝之成品，排列整齊等候出貨前最後之品管檢驗。Helix 公司呈現生氣蓬勃的氣象，該公司副總裁雷 歐文在參觀前見我們時就慷慨應允提供專業技術人員，協助本中心的真空幫浦訓練班，作高科技人才訓練之技術指導工作。

(三) 參訪 Varian 公司技術考察

隔天轉往最老牌之真空專業製造廠 Varian 公司參訪。Varian 公司在真空業界真可謂金字招牌，該公司之真空系列產品由設計、製造到真空應用於半導體生產機台等應用上樣樣齊全。其產品如 ConFlat Flange、VacIon Pump、Contra-Flow 氬氣測漏儀等數十項專利產品，到目前還佔有極大的真空設備市場。二十年前中心研發組真空研究室之技術及研發人員均由該公司代為培訓出來的，本中心當時培訓之技術及研發人員，如今均分別任職新竹科學園區半導體公司之總經理、廠長、副廠長或製程、設備之經理等，Varian 公司對台灣半導體科技人才之貢獻既深且遠。

Varian 公司在麻州波士頓 Lexington 工廠所生產之重要真空設備產品以渦卷式乾式真空幫浦(TriScroll Dry Pumps)、直立式渦輪分子幫浦(Turbo-V Pumps)及大型油性噴射擴散幫浦(VHS Series Diffusion Pumps)，可攜帶式氬氣測漏儀、真空抽氣系統(Vacuum Pumping Station)及螺紋乾式真空幫浦(Dry Screw Pumps)為次要產品。其中較值得一提的產品就是渦卷式乾式真空幫浦，四年前筆者曾參訪過 Varian 公司，當時之渦卷式乾式真空幫浦為日製 Iwatw ISP 500 之產品，此次參訪令我大吃一驚，全部零組件從 Scroll Pumps 之底座，均由 Varian Lexington 廠由一塊一塊的鋁錠切削生產，機械加工廠的 NC 車床快速加工中，車製之零組件運至二樓組裝線使用。由於中心多年來已與 Varian 公司建立深厚之情感，故此次特蒙 Mr. Tami Dawe 及 Mr. Bill Foley 引薦 Mr.Dave Vincett 及 Mr.Ronald J.Stanton 兩位專家（如照片 3-3-1），解說離子幫浦(Ion Pum)及渦輪分子幫浦之故障診斷及維修技術。



(照片 3-3-1)筆者與 Mr.Dave Vincett 及 Mr.Ronald J.Stanton 兩位專家研討離子幫浦及渦輪分子幫浦之故障診斷及維修技術

並贈與相關 VCD 保養資料及技術手冊，並提供一份真空技術訓練規劃課程，供本中心高科技人才技術訓練班之參考，獲益匪淺。

(四) 參訪英國劍橋大學工程系考察

此行緊接著轉往下一站英國劍橋大學工程系，因中心同仁呂志誠先生考取公費留學就讀該校攻讀博士之便，參訪其研究所之工程系研究室。這時段雖為該校放寒假期間，但實驗室還有許多學生留校作研究，在電子工程學系上有許多來自中國大陸之留學生，每個人都學有專精，有的專攻奈米材料、半導體感測元件或電力轉換技術等高科技學門。在工程系研究室設有 Class100 之半導體無塵室，及晶圓曝光黃光室、高倍率電子顯微鏡等檢測設備。中國留學生盛況先生為劍橋大學博士後研究員，係十分傑出之科技人員，自大陸北京大學畢業後就到劍橋大學直攻博士三年就完成學業，目前為博士後研究員。他暢談其研究專題計畫為洗衣機電力之改善工程（如照片 3-4-1）



（照片 3-4-1）劍橋大學電子工程學系大陸留學生與筆者留影

，計畫經費由廠商提供含有高額獎助金得以生活無慮專注研究改進洗衣機旋轉之馬達為高效率、低噪音、低耗電力之產品（如照片 3-4-2），從研究計畫中獲得專利技轉民間廠商，此種作法與國內創業育成中心十分相似。英國劍橋大學之儀器設備有點類似美國西北大學，均非新購之儀器設備，但由於保養得宜及用心使用又經最好之教授調教，故儀器均能淋漓盡致地發揮功用並發表最好的論文。



（照片 3-4-2）劍橋大學盛況博士研究改進洗衣機旋轉之馬達樣品

(五)參訪 Taylor Hobson 儀器公司技術考察

最後一站訪問泰勒、豪伯生(Taylor Hobson)儀器公司，由區域銷售負責技術主管Mr.Melvyn Chase帶訪參觀生產(TalySurf Series 2)粗度儀、平坦度儀、真圓度儀及超平坦表面之奈米檢測儀(Nanostep)等組裝檢測過程並由非球面量測儀器系統，量測實驗室主管Mr.Pat Kilbane接待解說標準檢校實驗室之標準件儀器如何通過ISO 9001及UKAS之認證體系。由於本中心具有非球面光學鏡片研磨、奈米表面檢測技術及雷射微細處理系統技術能力，故在參訪時順便宣導本中心精密量測技術能力外，並接洽能與泰勒、豪伯生公司技術合作，以促進本中心與國際先進廠商之科技交流管道，使本中心在精密量測之研發、設計及製造上能同步並進。

四、心得

此次考察英、美國大學實驗室研究人員及儀器製造業者，透過雙方當面彼此研討洽談，加深雙方技術交流與合作之意願。茲將此次考察洽談心得，概述如下：

- 一、在參訪美國西北大學材料系實驗室時，邱教授直接了當的說，我們沒有像台灣有那麼多的錢買最新的儀器設備，你們在台灣實驗室的設備比我們的大學還要好、還要新。聽了這話，起初我還以為邱教授太謙虛了，但當我們參觀過後才發覺他們的儀器設備的確比國內舊一點，可是在儀器系統之整合及應用上卻比國內好了很多。西北大學的儀器設備功能發揮得很好，沒有系所霸佔的情形、由實驗室儀器使用記錄來看，使用率非常的頻繁，幾乎滿檔，連晚上都有研究生在使用。各式各樣舊的儀器設備，都經過教授帶研究生親自作整修，使其性能提高。學生在這種良好的教學氣氛下，亦能動手做儀器系統的拆卸分解與整合。這種作法無形中提升了研究生在研究計畫上的實力，在做完研究發表論文時有新的創作及發明的專利，所以西北大學材料系的論文在國際研討會發表時十分出色。
- 二、在參訪英國劍橋大學工程系實驗室時印證了上述的說法，英國這個國家不是比誰的房子最新，反而看重誰的房子歷史最久保養得最好。在倫敦市區或劍橋校園裡的建築物，到處可以看到牆上訂著牌子標出，這裡有位偉大的科學家 1885 年住在這棟房子裡他發現「原子」。

劍橋大學工程系的機械工廠裡皮帶傳動的車床還可以使用，電子工程系的儀器設備因為研究半導體及奈米計畫所以比較新，電腦均使用工作站。其他的研究計畫儀器設備都比國內舊一點。但研究生均能動手組合真空蒸鍍儀器系統作實驗。反觀國內研究生由於動手的機會很少，一方面缺少專家的指點，一方面無系統整合能

力，無法自行設計或組裝，只好依指導老師所提供國外的書籍，照書上所說的請外面的工廠設計、估價然後加工製作，研究生僅能將研究重點放在理論數據的模擬及運算中。

三、美國西北大學材料系之育成中心有先進蒸鍍技術組 ACTG(Advanced Coating Technology Group)，其 PVD、CVD 及 Thermal Spray 的研究技術（如照片 3-1-4）在推廣工業之應用上成效卓著，由於該育成中心採策略聯盟會員制，凡參加之會員均享有最新蒸鍍技術服務、專屬技術專家諮詢服務、特殊材料之提供、及送驗樣品優惠折扣(special Low Overhead Rate)及免費參加研討會等，由於經營得體獲利豐富，這種作法有點像清華大學工學院正在推動的『產學研合作聯盟』的作法，或許是英雄所見略同吧！

四、由於世界性景氣低迷百業蕭條，在訪察歐美期間聖誕節將近了，但百貨公司採購人潮卻沒有以往的洶湧，由此可以瞭解到各行各業的情形。因著 IC 半導體產業的復甦，若與半導體相關之儀器產業均欣欣向榮。由 Helix、Varian、Taylor Hobson 公司的需求量大增，完成大量儀器產品等候出貨檢驗，可見一斑。

五、檢討與建議

- 1.出國考察，固以汲取國際經驗、資訊為主。然而如欲持續建立聯繫管道，適當宣導本單位的狀況，亦屬需要。因為技術合作或交流必須奠定在雙方基本的技術能量條件之上。此次參訪西北大學邱教授等實驗室後，邱教授曾於下班後蒞臨下榻旅館晤談至凌晨一時，其因鑑於本中心真空技術之獨特能量，而極欲與本中心進行合作研究，共同致力提昇電顯功能，顯示以本中心所累積的技術經驗及軟硬體設施，確實足以進行國際性世界級專業領域的合作交流。
- 2.科技專業人才培育，是躋身世界先進國家之林的首要途徑，為汲取新知、拓展視野，在內外因素造成國人出國深造熱潮衰退的今日，邀聘國際知名學者專家來台擔任講座，將可舒緩負面效應產生，本中心職司科儀專業人才訓練，宜為留意加強。
- 3.現代化科技研究，學科特色明顯，專業化差異很大，相對的，對於研究設施，尤其是對精密儀器的性能要求不同。在英、美固然民富國強，但是科技研究人員並不以擁有最新昂貴設備自詡，而以提昇創新原有設備之功能相期許，值得國人效法。

六、結語

本次出國考察美英著名大學及績優廠商。深切領會了其所以卓越的因素。在學校學術研究風氣盛行，資源也相當完善，尤其與工業界關係良好，如日本日立電顯株式會社跨國無償提供美國西北大學最新電顯從事實驗研究，劍橋大學為數可觀的廠商委託研究，因此研究成果相當良好。至於各廠商對於產品研發創新的企圖心極為強烈，大公司致力全球發展策略，小公司朝專精不可取代性發展。他山之石，可以攻錯。今後，將就所歷見聞，作為日後執行業務之重要參據。

七、附件目錄(技術資料)

附錄一、參訪公司及學校資料

附錄二、新產品簡介

授 權 書

本授權書所授權之出國報告書名稱：

赴歐美考察真空儀器技術發展及科技人才訓練出國報告

茲授予行政院國家科學委員會（含附屬機關）、行政院研究發展考核委員會及前述兩機關所指定之寄存圖書館，有權將上述出國報告書之摘要及全文資料，收錄於該單位之網路或光碟或紙本或微縮，不限地域與時間予以發行，供相關學術研發目的之公開利用。

本授權內容無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性之發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。

共同授權人親筆簽名：

日期：民國九十年一月十日

.....
簽署人須知：

- 1.依著作權法的規定，該單位以網路、光碟、紙本與微縮等方式整合國內學術資料，均須先得到您的書面授權。
- 2.如果您已簽署專屬性的授權言於其他法人或自然人，請勿簽署本授權書。
- 3.請將本授權書裝訂在每份出國報告書末頁。
- 4.本案聯絡電話：02-7377746 科資中心 江守田、王淑貞。