

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

機械固力學門赴日本歐洲參訪計畫

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2217-E-009-002-

執行期間：94 年 04 月 01 日至 94 年 06 月 30 日

執行單位：國立交通大學機械工程學系(所)

計畫主持人：曾錦煥

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 5 月 9 日

國科會機械固力學門赴國外參訪研發機構 報告書

學門召集人： 清華大學動機系宋震國教授

機械固力學門：中正大學機械系鄭友仁教授

中山大學機電系黃永茂教授

清華大學動機系江國寧教授

台北科技大學機械系鍾清枝教授

交通大學機械系曾錦煥教授

台灣大學機械系楊宏智教授

中原大學機械系康淵教授

中興大學機械系王國禎教授

成功大學機械系李偉賢教授

參訪地點：日本、德國、荷蘭、瑞士、列支敦斯頓

參訪時間：九十四年四月三日至九十四年四月十五日

報告日期：九十四年四月二十日

目 錄

壹、出國參訪目的.....	
貳、行程安排及成員.....	
參、參訪概要與心得.....	
肆、檢討與建議.....	
伍、結語與致謝.....	

壹、出國參訪目的

為因應學門重點研究及國內產業變遷與發展，本次規劃機械固力學門赴國外參訪之主要目的如下：

- 一、微/奈米科技近三年在國內蓬勃發展，國科會、教育部、經濟部投入大量經費成立國家型計畫，各校、各研究機構、甚至產業界均競相成立研究所、中心及奈米產品開發部門，盛況空前。然而，我國的人力、財力有限、且業界水準不足，整體研發環境並非理想。但幾乎所有奈米相關研究題目國人幾乎都有著墨，因此深度不足且無法產生產業價值，而可能造成資源浪費。學門以考察先進國家研究機構及跨國企業方式，針對此一問題，希望能在學門規劃時提出具體建議。
- 二、半導體及顯示器製程設備是我國相當重視的產業，相較於競爭對手韓國我們落後不少，政府正急於協助業界開發國產設備，希望產官學一起努力，突破此一困境。國科會亦曾推動過「半導體及顯示器製程設備計畫」，然而到底機會如何？是否順其自然不需大力推動？是本次出國的一項重要任務。
- 三、參訪日本、德國、荷蘭、瑞士等先進國家之大學、研究機構及大型跨國企業，以了解相關重點實驗室之研發現況及未來發展方向，俾利國科會機械固力學門未來規劃及推動之參考。
- 四、規劃跨學術領域之前瞻性科技及重點領域，並探討國際合作研究與產學合作的有效方式，以當前產業核心技術為目標，因應台灣未來學術與經濟發展之需求。
- 五、探討可以使機械領域非常醒目的學術與應用研究方向，期望能讓大學機械系所與產業界有自己的一片天。

貳、行程安排及成員

Date	Time	Schedule	Remark
4/3 Sun	10:05-14:00 15:00-	Taipei -> Sendai, Japan	BR 118 Sendai
4/4 Mon	09:00-12:00	Visit Tohoku University Location: 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-01, 機械知能系共同棟 1 1 3 号室 Contact: 江刺 正喜 教授 Subject: MEMS, Nano Technology	Tokyo
4/5 Tue	9:00-10:30 10:30-12:00	Visit Institute of Industrial Science (IIS), The University of Tokyo Location: Center for International Research on MicroMechatronics (CIRMM) Contact: 竹内 昌治教授 Subject: 微機電力學、生醫技術工程等等 Location: 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4 - 6 - 1 駒場リサーチキャンパス 東京大学生産技術研究所 D 棟 7 階 Dw701 Contact: 川勝教授 Subject: 原子力顯微鏡系統之研發等	Tokyo
4/6 Wed	0920 - 1150 19:15-5:30+1	Depart from Tokyo -> Taipei Depart from Taipei -> Europe	BR 2191 BR 061
4/7 Thur	05:30	Arrive in Vienna, Austria -> Zurich	Zurich
4/8 Fri	10:00-11:30 11:30-13:15 13.15-15:30 15.30-15:45 15.45-16:45	Visit Unaxis company Introduction of Unaxis Wafer Processing, Tour of WP manufacturing, Lunch Introduction of Unaxis Displays, Tour of Displays manufacturing, Traveling to Balzers Break Introduction of Unaxis Optics, Tour of Optics manufacturing	Zurich
4/9 Sat	全天	整理資料	Zurich
4/10 Sun	全天	整理資料	Zurich

4/11 Mon	am pm	Stuggart	Stuggart
4/12 Tue	10:00 11:15 12:15 1:45 pm	Visit Aachen University of Technology, Germany President: Prof. Dr. Burkhard Contact : Dr. Ulrike Brands-Proharam Gonzalez Subject: Institute of Fluid Power Drives and Controls(IFAS) Contact: Prof. Hubertus MURRENHOF Steinbachstr. Lunch Subject: Institute of Plastics Processing (IKV) Contact: Head of Institute Prof. Dr.-Ing. E.h. Walter Michaeli	Frankfurt
4/13 Wed	10:00 pm	Visit Center for Industrial Technology, Philips. Eindhoven, Netherlands Contact : Professor Jaap M.J. den Toonder Subject : Electronic Packaging, MEMS and Thin Film Technologies	Netherlands
4/14 Thur	07:45 -09:40 13:30 -11:15+1	Amsterdam -> transfer to Vienna Depart from Vienna -> Taipei	OS 378 BR 062
4/15 Fri	11:15	Arrival in Taipei	

參加之成員

學門召集人： 清華大學動機系宋震國教授

機械固力學門：中正大學機械系鄭友仁教授

中山大學機電系黃永茂教授

清華大學動機系江國寧教授

台北科技大學機械系鍾清枝教授

交通大學機械系曾錦煥教授

台灣大學機械系楊宏智教授

中原大學機械系康淵教授

中興大學機械系王國禎教授

成功大學機械系李偉賢教授

叁、參訪概要與心得

參訪之過程概要與心得依拜訪之順序，敘述如下：

一、日本東北大學機械知能系(Department of Machine Intelligence, graduate School of Engineering, Tohoku University)

本次日本歐州參訪團之第一站為日本東北大學。日本東北大學位於仙台市區內，為一以理工為主之綜合大學。尤其在金屬材料領域之研究，相當有名，在日本大學中名列前茅。這次參訪之研究室為工學院機械知能系之江刺正喜教授研究室。江刺研究室以微機電系統及奈米技術聞名於世。江刺教授手下有小野副教授、田中副教授、及五十餘位碩博士生與產業界送來短期受訓之受託研究員，陣容相當龐大。研究設備有黃光室、無塵室、SEM、TEM、SPUTTER 等各式微機電製程設備。這些設備構成共同實驗室，不只江刺研究室之成員可以自由使用，只要加入聯盟，別的研究室，甚至公司的員工亦可來使用。江刺研究室之經費，少部分來自政府之補助，而大部分來自企業界公司之贊助。每位受託研究員之公司每年必須贊助至少三百萬日幣之經費給江刺研究室作為研究經費，甚至捐出儀器給研究室。因此江刺研究室具有充足之研究費用可開發研究各式產品。目前除了已發表了五十餘篇具有實用價值之論文之外，亦已有十餘項發明專利，且已技轉給相關公司。例如與豐田汽車共同開發共振回轉儀 (Resonating gyroscope)、與 Toyoda Machine Works, LTD. 共同開發可量至 10-300 mmH₂O 之壓力感測器，與 Dia vacuum 公司共同開發薄膜真空感測器(Diaphragm vacuum gage)等。有關生醫方面之研究，開發了一種主動式之導尿管(Catheter)，可在血管中移動而到達感染之部位；亦開發了一種超音波探頭，可在血管中擷取 3D 之影像；另外，利用光纖製作只有直徑 125 μ 之壓力感應器，可量測血壓。

東北大學在 1998 年成立一個新興創意孵化中心(New Industry Creation Hatchery Center, 簡稱 NICHe), 此中心有最好之奈米實驗設備, 其成立之主要目的為將東北大學之研究成果工業化, 並作為學校與企業間之合作橋樑。江刺教授本來為此中心之教授, 從今年四月一日起轉至工學院機械知能系。東北大學之研究與企業界緊密配合, 題目實用, 研究經費充裕, 其運作模式值得我們學習。

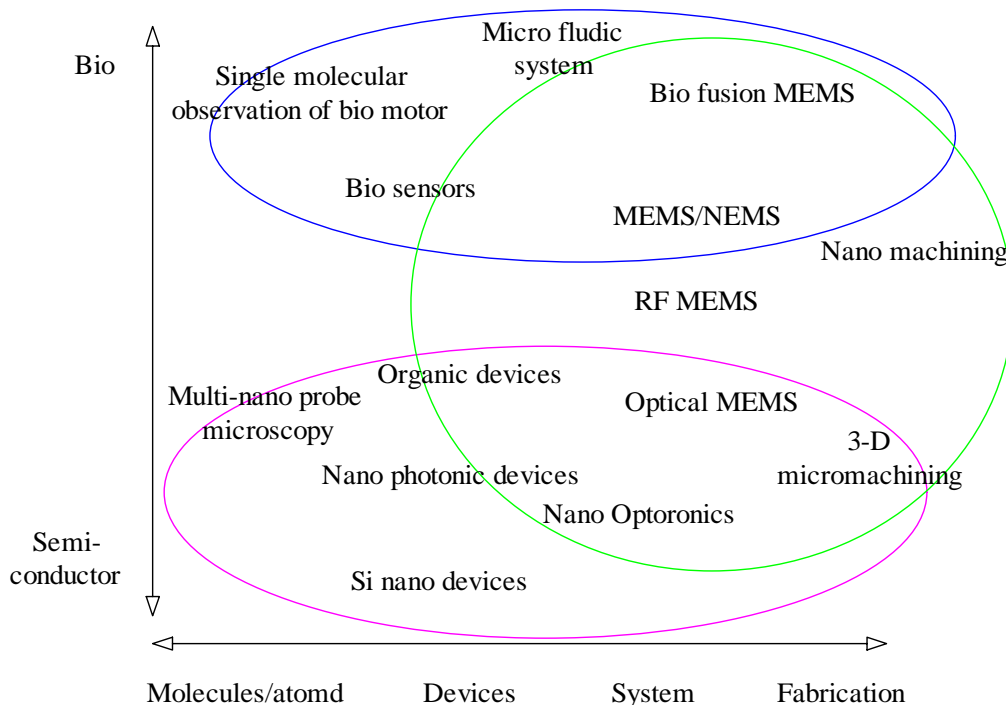
二、日本東京大學生產技術研究所微機電國際合作研究中心(Center for International Research on MicroMechatronics, Institute of Industrial Science, University of Tokyo)

東京大學目前有 11 個專門以研究為導向之研究所, 生產技術研究所(Institute of Industrial Science)為其中最大者, 生產技術研究所下轄 3 個研究群(Research Department)與 6 個研究中心(Research Center), 其中之微機電國際研究中心設立於 2000 年 4 月, 受學校經費補助至 2009 年 3 月。

微機電國際研究中心之主要目的乃是推動東京大學與其他國家研究機構在微機電領域之國際合作, 希望藉由不同領域之技術整合, 開發具新功能與效能之新元件與系統。中心共有 7 位研究人員, 分別來自電機、機械、物理等不同領域, 研究方向如下圖所示, 涵蓋半導體製程、生醫、奈米、光電等領域, 而仿生與生醫技術乃是多位成員皆有興趣且積極尋求國際合作之研究主題, 機械固力學門已著手規劃與該中心相關合作事宜。此次訪問從上午 10 點開始, 首先是由該中心主任藤田博之教授對該中心作一簡報並報告他自己在微機電系統的研究, 接著是由川勝英樹教授介紹他在 SPM 量測儀器的研發、竹內昌智教授介紹在奈米生醫的研究、韓國籍金教授的博士後研究員介

紹奈米製造的研究，經過一些討論後就開始參觀實驗室並用中餐便當，由於大家討論熱烈會議一直進行至下午 2 點 30 分才結束。

整體而言，微機電國際研究中心，從名稱可知該中心是以微機電技術研究為主軸，而以國際合作為主要的執行方式。該中心成員在研究方向上包括奈米、生醫、微機電等國際熱門方向，研究深度上雖然與我國相關學者相似或略佳，但在學術創新上則較遜於美國。值得一提的是，我們過去對日本教授的普遍認知是年長、謙遜、英文不佳，但日本東京大學目前確實在變，他們已有副教授(該校無助教授)層級，且能自行帶領碩博士班研究生，這與前述東北大學差異甚大(江刺教授手下有小野、田中兩位副教授，他們與研究生坐在一起，負責為江刺教授帶領研究生)，而在該研究中心內可以看到許多的外籍教授、研究員與學生且該中心教師的英語相當流利，給我們留下深刻的印象。



東京大學微機電國際研究中心研究方向

三、列支敦斯頓百瑟系統公司(Unaxis Balzers AG, Liechtenstein)

承蒙 Unaxis 台灣分公司賴總經理的積極安排，本團隊得以獲得 Unaxis 總公司的熱情接待，除安排各事業群的副總裁為我們做簡報外，亦獲准詳細參觀各事業群的生產工廠及部分產品研發部門，是本行程中經驗最特別的一站。

Unaxis 公司的前身為 Balzers, Ltd.是由 Prince Franz-Josef II, Dr. Max Auwaerter 及 Emll Greog Buehrie 所共同創立，當時的事業重心在於薄膜電鍍(Thin-Film Coating)；1957 年鑑於真空鍍膜的發展開始研發真空技術，並於 1969 年併購 Arthur Pfelffer 公司而擁有真空幫浦的產品問世；一直到 2000 年該公司正式改名為 Unaxis。目前公司依產品類別分成兩大部門：Thin Film and Vacuum Technology 及半導體。該兩大部門又依屬性分成八個小部門，此次本團即參觀了半導體製程設備、顯示器製程設備、資料儲存製程設備、光學產品等四個部門。

早上 9 點 30 分起先至瑞士廠參觀半導體設備部門，該公司在此一領域是以 PVD 及 CVD 著稱，由於此為較成熟的技術領域，故我們很快就開始針對顯示器製程設備進行簡報及討論，並於會後參觀顯示器製程設備的生產。相同於半導體製程設備，該公司仍是以 PVD 設備為主要之銷售產品。但不同的是顯示器領域需要大尺寸且濺鍍在玻璃基材上，其均勻度、平坦度及殘留應力等則是要考慮的因素。該公司在研發過程中確實也遇到一些困難，尚在設法解決中。午餐過後，我們參觀了資料儲存製程設備，此為小尺寸而在高分子基材上做濺鍍，國內幾乎所有光碟片廠均為其客戶。此為相當成熟的產品，大部分團員都對其完全自動化的生產線相當好奇，因為該設備賣到那裡幾乎都差不多，無怪乎光碟片的競爭如此激烈。

參訪團在 Unaxis 公司的最後一站是有關於太陽能科技。Unaxis 公司在 photovoltaics (PV) 領域裡是一個新的名詞，但是公司其實已

經有十年的時間在非晶矽科技領域中做創新研發。Unaxis Displays 在 PECVD 以及 PVD 製程方面是擁有大量生產系統的全球製造業者，這二種技術被應用於平面顯示器的生產，而這些面板是構成監視器、筆記型電腦以及電視等東西的組件。Unaxis Displays 是 Unaxis 公司底下的一個部門，而 Unaxis 公司在許多方面是全世界的領導者，包括生產系統、設備、提供科技市場各式各樣的資訊以及精密工業上的應用。Unaxis 公司的商務之所以會如此地蓬勃發展主要是因為有幾項前瞻性的業務，包括半導體設備、資料儲存設備、塗層服務製程以及真空科技等一些特殊的系統。Unaxis Solar 已驗證 PECVD 生產技術現在可並存於太陽能電池製造技術，並對太陽能工業提供較優越的生產方案。

一直到現在，以昂貴且高一純淨矽晶圓為基礎的矽晶電池科技在 PV 市場中佔有壓倒性的優勢。然而，新的矽薄膜電池技術能夠直接沉積在大的玻璃基底上，並且能夠提供比小型矽晶圓的加工更廉價的成本。矽薄膜電池技術在和標準的矽晶電池技術比較起來，它提供了在經濟學上可被證實的觀點，以及較優秀的表現：

- 更少的原料需求 – 成本優勢
- 更少的能源需求 – 能源償還期 < 2 年
- 花費在有效率的生產 – 高利潤生產線
- 完美的建構出 PV 應用方面 (BIPV) 的整合技術 – 顯露出一流以及高可靠度的特點

Unaxis 公司的生產方式使用兩種矽薄膜方面的科技。一種是以非晶矽(a-Si)或非晶矽(a-Si/ μ c-Si)的結合體，一種是以串列微晶矽組織(Micromorph)來達成。當矽在表面區域被更有效的使用時，一個 Micromorph 電池大約會比單矽提升 30%的效率。兩者的加工過程都是直接沉積在玻璃上面，並不須沉積在矽晶圓上。

Unaxis 公司在先進矽薄膜電池科技上的應用上已漸趨成熟，目前已證實此生產技術可應用於平面面板顯示器上。現在這個加工技術已經針對矽薄膜的生產作最佳化。Unaxis Solar 部門打算成為以矽薄膜電池技術為基礎並應用於先進生產解決方案主要的全球供應者。藉由為太陽能電池的生產提供具成本效益的解決方案，PV 市場並將在未來的十年內被轉換成主流的生意。Unaxis 公司對未來能源的重視，以及在薄膜沉積技術的延伸應用研究所展示之積極態度，相當值得國科會擬定科技政策之參考。

四、德國阿亨工業大學(University of Technology Aachen in Germany)

4 月 11 日傍晚在 Aachen 與國科會駐德科學組胡組長會合，晚上胡組長熱情招待。4 月 12 日早上由胡組長陪同於九點半參訪德國阿亨工業大學，首先由副校長 Prof. Dr. W. Bleck 為我們將阿亨工業大學做一簡報，接待人員是國際合作處長 Dr. Ulrike Brands。十一點半參訪液體傳動與控制研究所(Institute of Fluid Power Drives and Controls IFAS) 接待人員為 Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hubertus Murrenhoff，十三點於 ADITEC 中餐，十四點半參訪塑膠加工研究所(Institute of Plastics Processing IKV) 接待人員為 Dipl.-Ing. C. Lettowsky and Dipl.-Ing. J. Forster，以下分別就各研究所之參訪過程做一介紹：

(一) 德國阿亨工業大學(University of Technology Aachen in Germany)

校長室

阿亨工業大學於 1870 年建立，位於早期的德國「黑鄉」，因為黑鄉以煤與鋼鐵為主要工業，9 個學院，414 教授，3 萬學生中約 5000 是機械學院學生，260 幾個研究所中，機械科系佔了五十幾個，因此阿亨工業大學可以說是以機械工程為主的工業大學，上至航太下至深

海機械研究為主的研究所都有。副校長 Prof. Dr. W. Bleck 介紹阿亨工業大學各種特色與發展，最值得一提的是學制調整以適應歐盟其他國家，新制是先完成學士學位(BS)，再進行碩士學程(MS)，不再是直接完成 Dipl.-Ing.。

(二) 德國阿亨工業大學流體傳動控制研究所(The Institute of Fluid Power Drives and Controls IFAS)

成立本所的任務包括：1. 創新研究，研發與教育訓練流體傳動與控制方面的技術；2. 經由產學合作的方式培養工程博士；3. 訓練技術與數學運算的實作人才；4. 訓練學生專題研究、參與工業計畫工作及論文寫作能力。其研究重點分成八大領域：車輛傳動技術、微系統技術、流體控制模擬、環保技術、傳動狀況監控、搬運技術、液體動力單元與醫工技術。新興前瞻科技之研究計畫比例很低，主要是解決工業界現有的問題。全所的工作人員共有約 100 人，其中 30 人為研究人員，20 人為技術員以及事務人員，50 人為部份時間工作人員，一年的總預算約 2,518 百萬歐元，46% 來自各研究單位，35% 來自於州政府，19% 為產學合作案，產學合作廠商有 12 家，合作內容有移動的液壓動力、車輛氣液壓、生產機械設備、環保技術、搬運技術、醫工技術、飛機液壓技術。

該所工作小組分成：

1. 磨潤與分析：環保磨潤系統、活塞鍍膜、雷射表面改質、密封技術、油狀況監控與高乳化性油之技術。
2. 泵與馬達技術：模擬與檢測技術研究、活塞位移與磨潤、鍍膜新材料試驗、噪音控制、減震、管路特性研究。
3. 控制閥與機電技術：挾持系統、主動振動控制、壓電晶體控制閥微小化、流動力研究、壓電伺服閥。

4. 系統與程序控制：運轉監控、智慧型系統、比例閥節流、非線性系統模擬、流體動力技術。
5. 氣壓技術：氣壓伺服手爪、氣壓手爪、微小閥、氣壓密封、有限元素分析電磁鐵。

比較特殊的是 SFB442 計畫，此為一整合型計畫，參與的教授有十二位，主要為環境保護潤滑系統，研究工具機上使用的環保潤滑油、動力傳動使用的油、冷卻劑以及環保切削劑。研究重點為潤滑能力、磨耗狀況、急速起動特性等特性。另以氣壓驅動的模擬人手的機械手臂研究，氣動驅動器的敏感性以及氣動的順應性，以達到作動器接近人的觸感靈敏度等研究，可以說是他們前瞻性之研究。

(三) 德國阿亨工業大學塑膠加工研究所(The Institute of Plastics Processing IKV)

於 1950 年成立，研究塑膠與橡膠加工，有關材料、產品設計與加工，研究所的經費來自於協會，協會會員有 300 個，多是廠商，所以研究的工作幾乎看重在產業界當前的問題或他們期望的新技術。本研究所有三位教授，一位是負責塑膠加工，一位是負責橡膠加工，另一位負責塑膠材料技術。其他任務有塑膠材料分析與檢測學徒訓練、技術員訓練、特殊研究小組。

以塑膠加工為主要研究主題的研究所分成為擠出與後續加工組、射出注入組、纖維加強（複合材料）組與成形與材料組。全所的工作人員共有約 327 人，其中 79 人為研究人員，55 人為技術員以及事務人員，193 人為部份時間工作人員，一年的總預算約 13 百萬歐元，46% 來自各研究單位，12% 來自於州政府，42% 產學合作案之產學合作廠商，是一產值相當高的研究所。

研究所更特殊之特色，是設立了塑膠檢測中心，其任務包括：1. 提供塑膠機械性質檢測；2. 塑膠耐熱性質檢測；3. 塑膠流度特性、熱流特性分析；4. 材料顯微檢測；5. 老化、電性、化學性質等；6. 物理特性分析。工作內容是塑膠加工問題評估、問題分析解答、材料認證檢測、零件最佳化、追蹤材料狀況、產品破壞分析、材料可靠度檢測與退件材料分析等實務工作。由以上可見德國阿亨工業大學較實務研究所，好像是許多產業的共同研發單位，本身就像一家公司值得學習。

五、荷蘭菲利浦公司研發部門(Philips Research Co. Ltd.)

2005 年的國科會機械固力學門參訪團於 4 月 13 日參加了位於荷蘭 (Netherlands) 的 Philips Research Center for Industrial Technology 所舉辦的參訪活動。參訪行程如下：

早上 - (1) Reception/Introduction, Professor Jaap den Toonder, (2) Introduction/Overview Philips Research by Dr. Ferrie Aalders, (3) Introduction and Tour of MiPlaza by Dr. Hans Feil. 午餐與 Dr. G. Zhang 討論歐盟合作計畫。下午 - (1) Bio-inject by Dr. Henk Stapert, (2) RF-MEMS by Professor Jaap den Toonder, (3) From nanostructured polymers to painted display by Professor Dick Broer, and (4) Polymer vision demo by Dr. Edzer Huitema.

Philips Research Center 位於 Philips 所有的高科技園區，座落於 Eindhoven 市。Philips 的工廠/研究室遍佈於全世界 150 個國家，該公司共有 164,400 各員工，2004 年的銷售總額為 290 億歐元，其中的 9% 用於 R&D。Philips 有 5 個事業群，60 種不同的商業體。Philips 相當重視專利的開發，目前擁有 110,000 個專利，為歐洲第一大發明廠家。其專利權的營收總額在全世界排第五，2004 年有 3000 個專利

獲准，是一個以專利與研發為主體的事業公司。Philips 的主要產品涵蓋 Semiconductors, Components, Lighting, Consumer Electronics, Medical Systems and Domestic Applications & Personal Care 等。其中 Medical systems 由 1998 年占全營業額的 6% 昇為 2004 年的 22%，足以看出 Philips 相當重視此一領域的發展。

Philips Research 為 Philips 的研發心臟由 Dr. Gilles Holst 成立於 1914 年，目前約有 2200 研究人員，近年來研發成果輝煌並為 Philips 帶來極大的智慧財產營收。本研發高科技園區有下列研究與支援單位，Center for Microsystems & Nanotechnology, IC Design Center, Patent Center, Personal Care Lab., Device & Systems Research Center, Media Research Center, Car Lab., Display Workshop, EMC, Center for Technical Training, Embedded Software Center, Home Lab., ETG Mechanical Prototyping and Philips Semiconductors Innovation Center Eindhoven 等。Philips 的研發經費占荷蘭第一位其次為 ASML 與 Shell Oil Company 等。Philips 共有 8 個研發中心分佈世界，其中歐洲 5 個，美洲、印度與中國大陸各 1 個，研發能量驚人，是一個值得進一步瞭解的研發型公司。

該公司的半導體研發大多轉由合作研發伙伴 IMEC（位於 Leuven）為主研究單位，目前 Eindhoven 研發中心將一些未來重心放於 Flexible display, Rollable display, Ambient Intelligence 與 Personal Care 上。其小尺寸 rollable display 灰階顯示器已接近量產階段，flexible display 亦有相當程度的突破值得我們參考。Microsystems & Nanotechnology 實驗室裡開發出來的薄膜電池與燃料電池亦已對台灣展開技轉。Philips 對台灣相當熟悉也相當開放，若能促成一些合作研究對國內研發應有相當大的助益。上午的簡報較偏向於公司整體及研發單位與研發環境的介紹，以下將就當天下午有關技術領域的演講

資訊做一介紹：

當天下午的第一場演講的主講人為菲利浦產業技術中心生物分子工程部(Department of Biomolecular Engineering, Center for Industrial Technology, Philips)Dr. Ir Henk Stapert，他先介紹該公司生物工程領域的營運狀況，其醫療相關產品佔公司整體營收之比率由 1998 年之 6% 增加至 2003 年之 22%，相關產品研發由保健部門(Healthcare system)統籌，保健部門中之生物分子工程部則負責早期偵測(Early detection)、藥物基因(Pharmacogenetics)、預知醫學(Prognosis)、疾病監控(Disease monitoring)相關技術之研發工作。在生物技術發展方面則由 Dr. Stapert 針對生物噴墨列印技術(Bio-Inkjet printing)再該公司的發展做一介紹，生物噴墨列印技術乃是藉由噴墨列印技術將複雜之微陣列(Micro array)生物檢測技術平台簡化之新技術，將單股 DNA 或 Self-assembly monolayer (SAM)由微噴墨頭噴於試紙上，即可用於生物檢測，目前之解析度已達 $250,000 \text{ spots/cm}^2$ 。

當天下午的第二場演講的主講人為 Philips Research 中專精於 Thin Film Mechanics 的 Prof. dr.ir.j.M.den Toonder，演講的主題為射頻微機電系統(RF-MEMS)。Philips 在射頻微機電系統方面的主要發展方向為可攜帶式通訊用產品之微波開關(Switch)、繼電器(Relay)、可變電容(Variable Capacitor)、Thin Free-Floating Metal Film 等，射頻微機電的特點是可利用微機電的技術製作射頻電路的零組件，使得物品更輕薄短小。欲製作如此微小之機電零組件，機構設計與材料機械性質的測試與掌控即成為零組件製作的關鍵因素。這也是目前 Philips 研發團隊遭遇到的問題，不同於台灣微機電製程的研發總是著眼於製程上的改良，Philips 從材料之機械性質作根本性的探討，對其目前所遭遇之微懸臂因為材料強度及疲勞破壞與設計的問題，進行多項機械性質之檢測與改良，而其所使用之技術即為奈米壓痕技術

(Nano-Indentation)。奈米壓痕技術為目前廣泛用來測定元件機械性質之重要技術。所謂奈米壓痕量測即為深度感測量測技術 (Depth Sensing Technique)，此技術藉施予的負載連續量測所對應的壓痕深度，經由所記錄之壓痕負載與壓痕深度的對應關係計算出材料的機械性質，奈米壓痕量測尺度的取決在於其壓痕深度的尺度，故此技術可準確測出微米尺度材料的機械性質。

接下來的演講人為 Prof. Dr. Dink j. Broer，Prof. Broer 目前為 Philips Research 的副總裁，同時也任教於 Eindhoven University of Technology，演講的主題為 From Nanostructured Polymers to Painted Displays。演講中展示了許多 Philips 所研發的新型顯示技術與製程改良，液晶顯示技術雖為目前的主流顯示技術，但輕、薄、及高可攜性顯示技術已成為未來的趨勢，相較於之前工研院材料所以整合型可撓式 TFT 基板為主軸作為開發可撓性顯示技術的初步構想，當時藉奈米混成基材技術開發完成『類玻璃』的可撓式透明基板，再整合偏光、廣視角及配向等特性之技術，雖然 LCD 面板厚度可降至 0.5mm 也稍具可撓性。但有機電激發光顯示技術因為高分子材料中具有許多長分子鏈，材料本身的韌性不需額外加工即可輕易應用於可撓顯示器的製程。而且尚有諸多平面顯示器所需之優點：自發光且具有廣視角、高對比(可達 8000：1)、高亮度(可大於 $100000 \text{ cd} / \text{m}^2$)、具直流低電壓驅動特性、RGB 元件可獨立製作、高應答速度，除此之外，有機電激發光顯示技術的能量使用效率也已提升至液晶顯示器的十倍以上，因此為平面顯示器及可攜式電子產品帶來革命性的潛力。有機電激發光顯示器(Organic Light Emitting Diodes)雖具備高亮度的優勢，但為了配合元件本身的高發光強度，有好的 Daylight Contrast 是非常重要的，先前廣泛使用的方式為採用黑色的陰極或環型偏光(Circular Polarizer)的方式，但也導致了有機電激發光顯示器本身發光效率的損

失，此次 Philips 所介紹利用加入對掌向列型(Chiral-Nematic)薄膜的製程，除了能有效提 Daylight Contrast 之外，亦能將發光效率的損失減至最低，其效率為僅使用環型偏光的 1.8 倍。此場演講亦提到平面顯示技術中的 Photopolarization 現象與應用，且已有多篇相關探討文獻發表於國際期刊，顯示此現象在平面顯示技術具有其指標性。目前因為高分子材料的成本極為昂貴，因此尚無法量產及商品化，Philips Reserch 正積極尋找降低成本的方式。

最後一場演講由 Philips Research 中專精於 Flat Display Modules 的 Dr.H.E.A.(Edzer) Huitema 所演講，演講的主題為 Polymer Vision Demo。現今為了製作液晶顯示器，必須準備兩塊玻璃基板以製作所需之薄膜電晶體(Thin Film Transistor)、透明電極(Transparent Electrode)、濾光片(Color Filter)等，接著將液晶灌入後並封合，除了製作成本昂貴外，此兩塊玻璃基板亦造成不必要的元件厚度與花費。而 Philips 所提出之 Paintable Display 製程中，其將液晶(Liquid Crystal)混合高分子材料(Polymer)後可直接塗抹於任何基板上，有效降低了元件厚度，且製程簡單、成本低廉、可攜性高。由於台灣製造技術居世界之冠，因此 Philips 也積極尋找在台灣的合作夥伴及製造廠商。

經過此次參訪，顯示技術除了須具備高亮度、高對比、廣視角外，輕、薄、具高度可攜性亦為未來之發展趨勢，在元件愈趨近奈米尺度時，奈米力學便掌握了奈米科技發展的核心關鍵，無論在材料檢測或性質分析上都扮演著極重要的角色。我個人亦深深感受到歐美國家在平面顯示與奈米相關領域中，不論是實驗製作，或是理論發展，其專家學者都具有廣大的資源可以利用，因此其相關研究亦能獲得極出色的結果，若我國有心朝向頂尖的奈米科技邁進，加強國際整合研究工作以吸取對方的經驗並互相交流，才能締造更輝煌的成果。

肆、檢討與建議

此次參訪的行程獲得接待單位充分的配合，讓參訪的人員獲得難得的交流機會，從參訪之過程讓我們了解目前日本、瑞士、德國、荷蘭等國的研究機構及業界在機械固力及微/奈米領域的研究現況，讓將來在學門重點之規劃上有所幫助。依此次參訪所獲得的資訊，可看出目前機械固力學門的領域規劃重點是正確的，國內學術界及研究單位的研究一做得不錯，但是深度就是差了一點。有鑑於此，可藉由此次參訪所獲得的資訊再加以小幅修正。綜合整體參訪的心得，擬作下列幾點建議：

1. 國內已於近三年內快速成立跨校、跨院之奈米科學(或工程)研究中心多所，研究成果與國外雖有些距離但方向上是一致的。問題在於國外的資源及人才充沛且產業的研發層次亦高，而我們在奈米科技的研發仍然是散彈打鳥且與產業界距離甚遠，如此除成果會受限外，對產業界的幫助亦會相當有限。
2. 國內各大學、研究機構在推動國際化與國際合作上均不遺餘力，但效果甚為有限。日本東京大學非常用心的推動國際合作，而以國際合作研究為中心的名稱以示決心，目前已有不錯的成效，值得我們學習。
3. 本團隊獲得 Unaxis 總公司的熱情接待，除係台灣分公司賴總經理的積極安排外，我國每年向 Unaxis 採購設備的金額高達該公司營業額的 30% 實在功不可抹，業界有了大的貢獻，學界也受惠不少，也驗證產學合作的重要性。
4. 我們可以仿效德國由國科會、教育部合力協助各校成立技術領域或產品的產學合作中心，如同經濟部的學界科專協助學校建立應用研究的 Infrastructure，以促成各校整合出研究的團隊為我國產業界服

務，並提升學校的研發能量。

5. 多舉辦雙邊學術交流之研討會，促進雙方人員互訪與知識交流，實現具體合作計畫。
6. 積極推動教授、學者專家之互訪，學生之交換指導、共同授予學位等合作，由國科會給予經費等之補助，進而促進大學國際化。
7. 半導體及顯示器製程設備是我國相當重視的產業，相較於競爭對手韓國我們落後不少，不過雖然政府在著急，擔心萬一韓國成功開發出生產設備後，我國買不到先進且具成本效益的設備，而使業界失去競爭力，導致該產業萎縮進而影響到國內金融與股市。然而業者並不擔心，而我國的企業規模似乎也無法承擔製程設備開發的技術與風險。因此，是否該大力推動實需大家再作思考。

伍、結語與誌謝

此次參訪行程安排緊湊也非常豐富具體，受訪單位之接待層級亦非常高，如德國阿亨工業大學副校長、瑞士 Unaxis 總公司各事業群的副總裁，飛利浦研發的副總裁等都親自出席說明與討論，可知其對我們到訪之重視。參訪的過程，除了讓我們了解受訪單位的研究現況外，皆有意願與我國進行合作與交流。故我們應在國科會的主導下，積極推動雙邊之合作，此次參訪活動中我們已與飛利浦研發具體談及在歐盟架構下的合作研發，回國後亦繼續積極進行聯繫，希望能有好的結果，以使我們能與國際頂尖之研發團隊共同執行合作計畫，相信對我們走入國際化與研究水準的提升有相當大之助益。此次參訪也要特別感謝國科會的經費補助與國科會駐德科技組胡昌智組長之細心安排，藉此一併誌謝。