

出國報告（出國類別：考察）

日本精密機械工業基礎技術研究與發展

服務機關：經濟部

姓名職稱：曾毅振技正

王志國研究員

何旻芳研究員

派赴國家：日本

出國期間：102年9月29日至102年10月5日

報告日期：102年11月22日

摘 要

行政院已於 101 年 7 月 19 日核定通過「強化工業基礎技術發展方案」，期能透過方案之推動，積極引導產、學、研各界針對初期選定之高效率分離純化與混合分散基礎技術、高性能纖維與紡織基礎技術、高效率顯示與照明基礎技術、全電化都會運輸系統基礎技術、高階製造系統基礎技術、半導體製程設備基礎技術、高階醫療器材基礎技術、高階繪圖與視訊軟體基礎技術、高階量測儀器基礎技術以及通訊系統基礎技術等 10 項工業基礎技術作為先期推動項目等 10 項工業基礎技術投入技術研發及人才培育等工作，並以「十年磨一劍」的精神長期深耕工業基礎技術的發展，以厚植我國工業基礎技術之紮根文化、全面提升工業產品至精湛水準，進而打造我國中堅企業之工業基礎技術能量與核心競爭力。

日本自 1950 年代開始即長期投入精密機械產業所需的基礎技術研發，藉由多年來用心打下的扎實基礎以及重視「工匠技藝」與「尖端科技」的融合下，使日本即便近年來經濟深受長期低迷所苦之下，其精密機械工業依然在國際市場居於領先地位。配合上開方案之推動，本次研修將聚焦日本精密機械工業在工業基礎技術研究與發展進行探討，安排東芝科學館、財團法人機械振興協會、日本產業技術綜合研究所(A.I.S.T)、東京 R&D、THK 東京、Denso、OKUMA、Tokyo Electron 以及日本工業大學精密工學研究所等產、學、研機構之參訪，藉以了解並學習各該機構在高階製造系統、全電化運輸系統及半導體製程設備等精密機械領域基礎技術發展、趨勢與經驗，期能借鏡日本在精密機械領域之工業基礎技術發展經驗及趨勢，作為本部後續推動相關業務之參考。

目 次

一、 前言.....	
二、 目的.....	
三、 行程.....	
四、 研修內容.....	
五、 心得及建議.....	

一、前言

我國廠商長期聚焦在以代工製造為主的經營模式，著重擴大經濟規模、降低生產成本；在技術發展方面，亦偏重於技術引進和追求快速商品化應用，長期忽略基礎技術打底及關鍵設備與原材料自主化開發。我們許多產品雖然擁有高全球市場占有率，但產品附加價值仍較先進工業國低。以機械產業為例，歷經 30 多年的發展，101 年我國機械產業產值（不含金屬模具）為新台幣 9,108 億元、出口值高達美金 207 億元，表現十分亮眼，然而在精度、精度壽命及穩定度等產品性能表現卻一直不如日本、德國等國，加上高階控制器（CNC Controller）等關鍵組件仍需仰賴進口，造成我國機械產業產品附加價值率低於日本、德國等國。歸納其原因，我國除了缺乏可影響國際產業遊戲規則的品牌與對產品主架構的掌握之外，還包括對工業基礎技術深耕不足、關鍵設備與原材料受制於人，因而不利於我國製造業差異化競爭優勢、產品附加價值提升。因此，如何透過工業基礎技術深耕來提升我國產業附加價值，已成為現階段經濟發展的當務之急。

【表 1】2008-2010 年日本、德國、韓國與我國機械設備製造業附加價值率比較

國別/年度	2008	2009	2010
日本	38.94%	38.5%	-
德國	36.29%	36.07%	37.49%
韓國	23.64%	25.53%	25%
台灣	20.74%	25.28%	20.71%

資料來源：台灣與 OECD 製造業附加價值率調查，台灣經濟研究院

爰此，行政院已於 101 年 7 月 19 日核定通過「強化工業基礎技術發展方案」，期能透過方案之推動，積極引導產、學、研各界針對初期選定之高效率分離純化與混合分散基礎技術、高性能纖維與紡織基礎技術、高效率顯示與照明基礎技術、全電化都會運輸系統基礎技術、高階製造系統基礎技術、半導體製程設備基礎技術、高階醫療器材基礎技術、高階繪圖與視訊軟體基礎技術、高階量測儀器基礎技術以及通訊系統基礎技術等 10 項工業基礎技術作為先期推動項目等 10 項工業基礎技術投入技術研發及人才培育等工作，並以「十年磨一劍」的精神長期深耕工業基礎技術的發展，以厚植我國工業基礎技術之紮根文化、全面提升工業產品至精湛水準，進而打造我國中堅企業之工業基礎技術能量與核心競爭力。

二、目的

日本自 1950 年代末開始即大舉投入精密機械產業所需的**核心基礎技術**研發，從 1958 年牧野與富士通兩大公司合作開發出全日本第一部銑床開始，到 1980 年代初期嶄露頭角，歷經數十年的深耕與努力，日本在工具機產業用心打下的**扎實基礎**以及重視「**工匠技藝**」與「**尖端科技**」的融合下，不但造就日後日本精密高階工具機產業的蓬勃發展，為日本創造每年數百億美元的外匯收入，也使得日本即使在 1990 年代深陷泡沫經濟所苦，其工具機產業仍可居於全球領先之地位，並持續領先同業開發出**高性能、高精密及高效能**的精密工具機¹。

爰配合「**強化工業基礎技術發展方案**」之推動，本次研修將聚焦日本精密機械工業在**工業基礎技術**研究與發展進行探討，安排東芝科學館、財團法人機械振興協會、日本產業技術綜合研究所(A.I.S.T)、東京 R & D、THK 東京、Denso、OKUMA、Tokyo Electron 以及日本工業大學精密工學研究所等產、學、研機構之參訪，藉以了解並學習各該機構在高階製造系統、全電化運輸系統及半導體製程設備等精密機械領域**基礎技術**發展、趨勢與經驗，期能借鏡日本在精密機械領域之**工業基礎技術**發展經驗及趨勢，作為本部後續推動相關業務之參考。

¹依據「Machine Tool Scoreboard」在 2013 年 7 月的調查，全球排名前十大工具機廠中，日本就佔了 6 家（分別為 Yamazaki Mazak、Amada、Komatsu、Jtekt、Mori Seiki 及 Okuma）、德國有 2 家（分別為 Trumpf 與 Gildemeister）、中國大陸有 2 家（分別為 Shenyang Group 及 DMTG），顯見日本在精密機械工業的實力。

三、行程

日期	時間	研修內容	講師	地點
9月30日 (星期一)	上午	開幕式	<u>一般財團法人日本國際協力中心</u> 打田齊道課長 柏木みどり小姐	東京都 新宿區
	下午	參觀東芝科學館	-	神奈川縣 川崎市
10月1日 (星期二)	上午	參觀一般財團法人機械振興協會-商情資訊圖書館 (Business Information Commons Library)	<u>一般財團法人機械振興協會</u> 結城智里調查員	東京都 港區
	下午	產總研之研發體制介紹	<u>獨立行政法人產業技術總合研究所</u> 橋本佳三先生	茨城縣 筑波市
10月2日 (星期三)	上午	支持電動汽車產業發展的基本技術-未來的研究和發展	<u>東京 R&D</u> 大沼伸人副社長 福田雅敏本部長 <u>PUES EV</u> 王華主任 宮下泉主任	神奈川縣 厚木市
	下午	當前和未來狀態之機電一體化產業發展-有關機器元件組件之開發	<u>THK</u> 寺町彰博社長 星出薰本部長 藤田勝已部長 木內秀行室長	東京都 品川區
10月3日 (星期四)	上午	參觀 DENSO 展示廳/ 高棚製造所	-	愛知縣 安城市
	下午	OKUMA 工具機開發現況 與展望/參觀可兒工廠	<u>OKUMA</u> 尾池実課長 土本麻人先生	岐阜縣 可兒市
10月5日	上午	半導體製造設備的基礎技術的研究和開發-當前和未來狀態及發展趨勢	<u>Tokyo Electron Limited</u> 保坂重敏資深副總 李真衣小姐 太田有美小姐	東京都 港區
	下午	參訪東京工業大學精密工	<u>東京工業大學精密</u>	神奈川縣

		學研究所香川只野研究室	<u>工學研究所</u> 只野耕太郎准教授 松村茂樹准教授 尹鐘皓助教	横濱市 緑區
	晚上	閉幕式	<u>一般財團法人日本</u> <u>國際協力中心</u> 山野幸子理事長 中村稔部長 柏木みどり小姐	東京都 新宿區

四、 研修內容

(一) 參觀東芝科學館 (Toshiba Science Museum)

在談東芝科學館之前，必須先談談東芝的發展歷史。1875 年田中制造所(Tanaka Engineering Works)成立，主要從事重型機電的製造，1904 年田中制造所正式更名為芝浦制作所 (Shibaura Engineering Works)；另一家公司為白熱舍(Hakunetsu-sha)，由藤岡市助(Ichisuke Fujioka)先生所創辦，為日本第一家製作白熾燈泡檯燈的公司，之後於 1899 年更名為東京電氣(Tokyo Electric Co.)，並生產各式消費性產品。2 家公司於 1939 年合併成立東京芝浦電氣(Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd)，並於 1984 年正式更名為目前大家耳熟能詳的東芝(Toshiba)。

東芝及其前身開發了許多日本、甚至是世界第一的產品，其產品演進史摘要如下²：

年度	產品別	備註
1894	水車發電機(Water Wheel Electric Generator)	芝浦制造所
1930	洗衣機(Washing Machine)/電冰箱(Refrigerator)	東京電氣
1940	螢光燈(Fluorescent Lamp)	
1953	傘型水車發電機(Umbrella-Type Water Wheel Electric Generator)	
1955	電鍋(Automatic Electric Rice Cooker)	
1959	微波爐(Microwave Oven)	
1960	彩色電視機(Color TV)	
1967	郵件自動處理裝置(Automatic Mail Sorting Device)	
1978	電腦斷層掃描儀(CT Scanner)	
1982	開發核磁共振裝置(MRI)/ 成功實現 50kw 燃料電池發電實驗設備之運行	
1985	攜帶型電腦(Laptop PC) 批量生產世界最早的超導磁鐵(Superconducting Magnets)	
1986	開始運行世界最早的改良型沸水反應爐(Advanced Boiling Water Reactor)	

² 資料來源：東芝科學館簡介資料

年度	產品別	備註
1991	NAND 快閃記憶體(Flash Memory)	
1996	DVD 播放機(DVD Player)	
1998	開發世界最早的 MPEG4 圖片壓縮解壓縮用 LSI	
2004	開發全球最快速度之電梯 開發全球最小的 0.85 吋硬碟驅動器	
2005	開發蓄電池” SCiB™” (Super Charge Ion Battery)	
2008	平面檢測器 CT-Aquilion ONE 商品化	

為加強區域交流、合作以及使民眾親近科學技術等目的，東芝特別設立東芝科學館，並於 1961 年 11 月起正式對外開放，至 2006 年累計參觀人數已達 800 萬人次，並曾接待過明仁天皇（當時為皇太子）、浩宮皇太子以及海內外貴賓與訪客。東芝科學館共有 3 個樓層，依序介紹如下：

1. 1 樓：環境與能源樓層(Environment and Energy Floor)

在環境與能源展區，除介紹東芝所開發的智慧電網(Smart Grid)、家庭能源管理系統(Home Energy Management System)以及核能發電(Nuclear Power Generation)等相關技術外，亦透過靜電產生器(Static Electricity Generator)向大家介紹靜電的原理與現象。

【圖 1】靜電現象實驗



至於在應用技術展區中，則有超導技術以及雙輪自動機器人等現場展示，透過簡單的展示向大家解說超導技術、姿勢控制技術及超級鋰電池等發展與具體應用。

【圖 2】展示人員解說超導現象及其應用



2. 2樓：最新數位科技樓層(The Newest Digital Technology Floor)

包括機器人展區、數位影像展區、電梯展區等，介紹東芝各項產品的發展歷程與最新趨勢。

【圖 3】介紹電梯減振裝置、氣壓控制系統等相關技術



3. 3樓：歷史、半導體、醫療及照明樓層(History, Semiconductors, Medical Devices, and Lighting Floor)

在創業者之家(Founder's Room)中，展示了東芝公司田中久重與藤岡市助兩位創辦人的發明，包括：萬年時鐘(Perpetual Clock)複製品、機關人偶(Clockwork doll)、白熾燈發電機(Generator for Incandescent Lamp)等充滿創意的發明。

在東京 1 號機展區(The story of Toshiba's Firsts of Their Kind)中，則展示了東芝及其前身供開發的日本、甚至是世界第一的產品原型機，包括：日本首次量產的彩色電視機、日本首創的日語文字處理機、電冰箱、洗衣機、DVD 播放機以及可攜式電腦等產品，而這些產品對日本而言皆具有劃時代的意義。

至於在半導體展區(Semiconductors Corner)、光之家(The room of Light)及醫療設備展區(Medical Device Corner)等，則分別展示東芝在半導體、照明及醫療器材等產品的演進與最新發展。

【圖 4】醫療設備-核磁共振裝置介紹

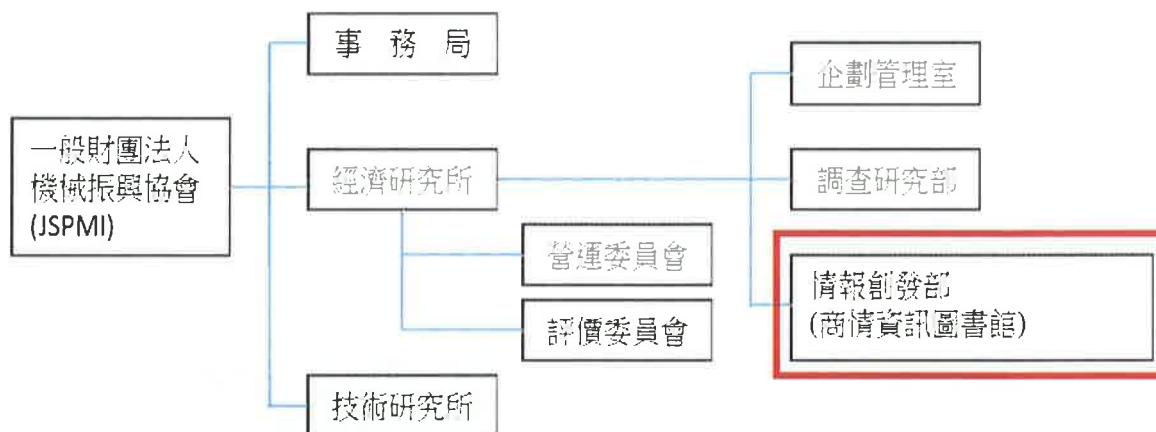


(二) 參觀一般財團法人機械振興協會-商情資訊圖書館(Business Information Commons Library)

日本一般財團法人機械振興協會成立於 1964 年 8 月，同年 12 月合併原機械工業振興協會圖書資料部以及原社團法人日本機械工業聯合會基礎調查部，同時正式成立經濟研究所。

有關一般財團法人機械振興協會及轄下之經濟研究所組織架構，請參閱下圖：

【圖五】一般財團法人機械振興協會組織架構³



經濟研究所主要業務包含：針對機械工業進行經濟層面或管理層面等多元化調查與研究（包括自主調查研究、受託調查研究等）、出版各種研究成果報告書以及辦理講演會等成果普及活動，同時轄下設有商情資訊圖書館(Business Information Commons Library)。該所研究與調查範疇相當廣泛，舉凡與機械工業相關之區域經濟、產業聚落、全球化、新興市場、基盤技術研究與發展、人力資源、環境、資源及能源、中小企業及創業等議題，均為該所調查及研究的範圍。

【圖 5】一般財團法人機械振興協會外觀



³ 資料來源：一般財團法人機械振興協會經濟研究所日文簡介

本次係參訪經濟研究所轄下之商情資訊圖書館，其前身為機械工業圖書館，2011年5月改制。舉凡一般機械工業、電器設備、交通運輸設備及精密設備等行業相關之出版品，均為該圖書館所蒐集的範圍。藏書約4萬本、定期出版品約1,200種、國內外雜誌及新聞約460種、國內外重要之工業統計資料(含政府、其他單位及自身調查之報告書)以及國內外相關企業年報及財務報告等，以提供協會會員閱覽及出借等服務。

【圖6】商情資訊圖書館一隅



商情資訊圖書館作為機械工業之專門圖書館，蒐羅之專書、年鑑、統計資料及報章雜誌等定期或不定期出版物十分豐富，以統計資料為例，舉凡總體統計資料(如：國民經濟計算季刊、國民收支統計季報、物價指數季報等)、產業別統計資料(如：機械統計月報、自動車統計月報、鐵鋼、非鐵金屬、金屬製品統計月報、情報通信統計、化學工業統計月報、造紙、印刷、塑料及橡膠製品統計月報、商品販售統計月報、工作機械統計要覽等)、區域別統計資料(如：地域經濟要覽、九州經濟調查月報等)、對外貿易及國外統計資料(如：海外經濟數據、外國貿易概況、海外投資便覽、中國海關統計、中國經濟景氣月報)等，均有收藏，據館方人員透露，除產業界、學術界外，也常見投資機構之分析師前來館內蒐集相關資料。

另外值得一提的是，由於經濟研究所成立已久，加上常有解散的團體在解散前將相關收藏贈與該圖書館，故該圖書館設有地下書庫收藏年代較為久遠的圖書資料，其中有相當多的珍貴史料值得參考。

【圖 7】與一般財團法人機械振興協會經濟研究所結城智里調查役合影留念



(三) 參訪獨立行政法人產業技術總合研究所(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, A.I.S.T)

獨立行政法人產業技術總合研究所（以下簡稱產綜研）係於 2001 年 4 月，整併計量研究所(前身為中央度量衡器檢定所，1903 年成立)、機械技術研究所(前身為機械試驗所)、物質工學工業技術研究所、生命工學工業技術研究所、產業技術融合領域研究所、地質調查所(成立於 1882 年)、電子技術綜合研究所(前身為電氣試驗所，1891 年成立)、資源環境技術綜合研究所、計量教習所以及 7 個區域工業技術研究所等 15 個機構成立。值得一提的是，該 15 個機構原本隸屬於通商產業省，為政府機構；隨著 2001 年 1 月日本政府組織再造，通商產業省改制為經濟產業省之際，轉變為獨立行政法人。

目前產綜研擁有 6 個主要研究領域，包括：生命科學與生命技術(Life Science & Bio-technology)、資通訊與電子學 (Information Technology & Electronics)、奈米技術、材料與製造 (Nanotechnology, Materials, and Manufacturing)、環境與能源(Environment & Energy)、地質調查與應用地球科學 (Geological Survey & Applied Geo-Science) 以及計量與標準 (Metrology & Measurement Technology) 等，依據 2013 年 5 月 1 日統計資料，員工人數為 2,938 人 (包括：研究人員 2,281 人、管理職員 657 人)，最近一年年度預算為 797 億日元 (約新台幣 239 億元)。

除了筑波總部之外，產總研在日本各地亦設有研究基地，包括：北海道負責生物技術製造工程(Bio-production)、東北地區負責緊湊型化學系統(Compact Chemical System)、關西地區負責覆蓋行能源與醫學工程(Ubiquitous Energy Medical Engineering)、中國地區負責生質能利用(Biomass)、中部地區負責先端材料與製造(Advanced Materials and Manufacturing)、東京臨海地區負責先進研發(Advanced R&D)、四國負責衛生保健技術(Health-Care Technology)、九州負責現場傳感與照護(On-site Sensing & Diagnosis)以及即將於 2014 年 4 月在福島成立再生能源研究基地等，同時亦積極與全球研究機構進行國

際交流與合作。

在與我國進行交流與合作方面，2005年9月已與我國工業技術研究院簽署框架協議，並於2003年、2005年、2007年以及2013年輪流舉辦聯合研討會，最近的合作議題包括：太陽光電、光觸媒以及奈米計量等；除工研院外，也有跟國立台灣大學化學工程學系、國立成功大學防災研究中心、國家實驗研究院奈米元件實驗室等學研機構進行實質的合作。

本次參訪主要為產總研 Innovation 推進本部國際部總括主幹橋本佳三先生出面接待，據橋本先生表示產綜研十分積極與產業界進行接觸，期能與業者進行緊密地連結與合作，也聽說台灣的研究機構與產業界的關係十分密切，故十分期盼藉由與我國學研機構進行廣泛的交流與合作，從中汲取產研合作的經驗。我方也順勢提出，本處現為亞洲太平洋經濟合作會議(Asia-Pacific Economic Cooperation, APEC) 科技創新政策夥伴小組(Policy Partnership on Science, Technology and Innovation, PPSTI)的一員，未來如有機會，也樂意邀請產總研參與相關交流活動。

本次參訪也參觀了產總研附設的筑波科學廣場(Science Square Tsukuba)，裡面展示了產總研各項技術開發成果，如：機器寵物、智能機器人、影像合成技術、精密加工技術等各項成果。

【圖 8】超小型噴墨印表機- 精密加工技術之體現



【圖 9】與產總研 Innovation 推進本部國際部總括主幹橋本佳三先生合影留念



(四) 拜訪 Tokyo R&D 與 PUES EV 等 2 家公司

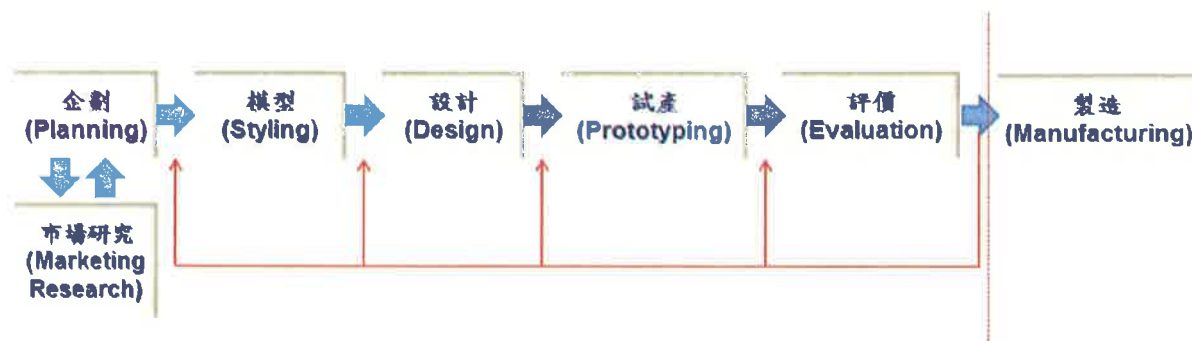
Tokyo R&D 成立於 1981 年 8 月，資本額 9,900 萬日元（約新台幣 2,970 萬元），員工人數約 130 人，主要經營業務包括：車輛開發與設計、跑車開發、製造與銷售、先進複合材料研發及少量生產、電動車系統設計與開發等工作。

1. 電動車設計與開發：早在 1984 年 Tokyo R&D 已開始投入電動車相關技術的自主研發與設計，從 1984 年發表電動摩托車「TRDEX-1」開始、2004 年與慶應大學共同開發「Eliica」（時速可達 300 公里）、到 2012 年在沖繩縣推出中型電動巴士「Garju 號」止(由中古燃油汽車改裝，可容納 54 人，最高時速 80 公里，充電一次行駛距離約 44 公里)，每年不間斷地協助客戶開發及設計各式車輛，其開發實績相當亮麗；而除了電動汽機車(EV)、混和動力車(HEV)外，亦接受客戶委託開發其相關零組件（如：逆變器、電池及充電器等）。
2. 電動車及混和動力車系統(EV/HEV System)：包含快速充電系統、電池控制系統、疊層鋰電池模組、逆變器、馬達、引擎控制單元等系統與零組件的開發與設計。
3. 跑車開發、製造與販售：目前已有超過 450 台跑車生產的實績，包含: FJ racing car “RD10V”、GT300 racing car “VEMAC RD408R”、F4 racing car “RD10W” 及 Neo historic racing car “Cadwell” 等，是 Tokyo R&D 少數 B2C 的業務。
4. 先進複合材料的研發與少量生產：在電動車的開發上，除了電池外，輕量化也是重點，因此 Tokyo R&D 也投入了先進複合材料(如：碳纖維等)的研發。

值得一提的是，Tokyo R&D 的商業模式頗為特殊，該公司係接受客戶委託進行開

發、設計、試做及評價等到量產前的準備工作，惟並不涉入製造及量產等活動(跑車除外)，客戶則涵蓋了大部分的日本汽車製造商，目前也逐步在拓展歐洲、美國以及中國大陸等地的客戶。

【圖 10】Tokyo R&D 的商業模式⁴



PUES EV 則成立於 1999 年 12 月，2012 年 11 月資本額為 1,000 萬日元(約新台幣 300 萬元)，員工人數約 60 人，主要股東包括 Tokyo R&D 以及新日本工機製造(Shin Nippon Koki Engineering Co., Ltd)，主要經營業務為電動車研發、製造、銷售及工程服務等，如：電動車或混合動力車、車輛控制系統、電池模組、電池管理系統等設計與開發，以及受託進行試驗及驗證等服務，產品包括：電池管理系統(Battery Management System)、快速充電裝置(Interface Box for Quick Charging)、絕緣劣化偵測裝置(Isolation Fault Detector)、車輛控制單位(Vehicle Control Unit)、鋰電池模組(Lithium-ion Battery Pack)以及電動車用無刷直流馬達、變頻器以及控制器等。

此外，PUES 也憑藉著多年來累積深厚的電機系統開發經驗，開始投入智能社區的建設，整合發電系統(如：運用太陽能發電、風力發電等再生能源)、供電系統(向家庭、辦公室及公共設施提供電力)、蓄電系統(電動車用電池組)、充電系統(電動車用快速充電裝置)以及控制系統(負責系統整合控制、遠端監控以及數據收集等)等組成一個完整解決方案，以建構低碳、智能的社區。

本次參訪係由 Tokyo R&D 大沼伸人副社長、福田雅敏本部長，以及 PUES EV 王華主任、宮下泉主任出面接待，雙方交換了台日在電動車推動的現況與趨勢，據 Tokyo R&D 以及 PUES EV 公司表示，由於電池性能及成本仍有改進空間以及充電站普及率不足等因素所影響，3 年來日本電動車銷售狀況僅約 6 萬台，狀況不是很理想，惟因安倍內閣經濟政策之實施，日本政府已計畫投入大筆公共經費在充電站等基礎設施之興建下，對未來電動車的推行應有所助益；至於電動巴士方面，日本巴士之營運係以民營為主，由於柴油巴士成本仍具有絕對的優勢，因此即使電動巴士在日本國土交通部補助一半的購置經費下，其實際推展仍相當緩慢。綜合而言，Tokyo R&D 以及 PUES EV 公司期盼於 2020 年電動車得以普及，然而依目前實際推動進展而言，確實有延遲的趨勢。另外，在電動車電池發展趨勢方面，公司表示以往車廠可分為充電式(追求快速或超快速充電)以及交換式等兩大電池系統陣營，而就日本推動之經驗而言，目前採用交

⁴ 資料來源: Tokyo R&D 公司簡介資料

換式電池的廠商已逐漸減少，採取快速或超快速充電電池的廠商已占大多數。

此行 Tokyo R&D 以及 PUES EV 公司均表示，除持續深耕日本市場外，目前也積極拓展中國、東南亞及台灣等市場，並表達與我國相關產業進行合作之意願。鑒於 Tokyo R&D 以及 PUES EV 公司擁有多年電動車輛開發之經驗與實績，且就該公司營運模式-接受客戶委託進行開發、設計、試做及評價等到量產前的準備工作，並不涉入製造及量產等活動，相對於與我國廠商擅於生產及製造而言，雙方應存在著合作的空間，或可善加運用 Tokyo R&D 以及 PUES EV 公司電動車及其零組件優異的設計及開發能力以及多年來所累積的電動車發展經驗，補強我國產業鏈之競爭力與技術能力，並可鼓勵 Tokyo R&D 以及 PUES EV 等 2 家公司在我國進行場域驗證，以作為前進中國及東南亞之跳板，創造雙贏之契機。

【圖 11】與 Tokyo R&D 大沼伸人副社長、福田雅敏本部長以及 PUES EV 王華主任、宮下泉主任合影留念



(五) 拜訪 THK 株式會社

THK 前身為東邦精工株式會社，成立於 1971 年 4 月，當時主要業務為銷售機械零組件、桿端球面接頭(Link Balls)、線性運動滾柱(Linear Motion Rollers)以及線性運動滾珠(Linear Motion balls)等；1984 年 1 月正式更名為 THK 株式會社，2012 年 3 月底資本額為 346 億 6 百萬日圓(約新台幣 103.8 億元)，員工人數 3,392 人(若加計海內外子公司，員工人數則為 8,628 人)，業務範圍包括各種軸承及機械元件、機床及其零組件、汽車、自行車等運輸用設備之零組件、工業用機器人及其相關零組件、測量控制設備、電子電機設備、液壓及氣壓設備、施工方法以及建築設計施工用相關零組件等製造與銷售。截至 2013 年 3 月底止，日本國內專利數為 455 件、新型專利則為 12 件；海外專利數為 864 件，新型專利則為 3 件。

一般而言，機械的運動可分為滾動、直線以及兩者的組合，自從 100 多年以前滾動軸承問世以來，由於有著省力及抗摩擦力等優點，使得滾動接觸成為機械運動的標準方法，但以滾動接觸實現直線運動的方式卻遲未實現，⁵直到 1972 年，THK 株式會社成為全球首家將線性導軌(Linear Motion Guide)成功商品化的公司後，才真正實現，也使得機械設備得以追求更高精度、更高準確度以及更加省力等性能。自公司創立以來，即自詡為線性運動系統(Linear Motion System)的先驅者，經由不斷地深耕其相關的製造技術、材料技術、電子控制技術以及應用技術等，開發出各式線性導軌(Linear Motion Guide)、滾珠花鍵(Ball Splines)、滾珠螺桿(Ball Screw)等產品，並廣泛應用於半導體製程設備、工業用機器人、工具機、風力發電設備、汽車、建築與橋樑、醫療設備以及航太設備等不同領域之中。

本次參訪係由寺町彰博社長、技術本部星出薰本部長、經營戰略室木內秀行室長以及藤田勝己部長出面接待，總結參訪重點及感想如下：

1. 追求精益求精、極致的精神：正如同公司名稱 THK 代表著” 堅固(Toughness)”、“高品質(High quality)”與”專門知識(Know-how)” ， THK 多年來不斷深耕線性運動相關技術，誠如公司簡介中所介紹的” All for smooth, accurate movement” (一切都是為了輕快而準確的動作)，經由千錘百鍊、不斷地累積其核心技術與 Know-how，加上嚴格的生產及品質管理，並從各種角度、為客戶設想來提供各式產品解決方案，藉此成就出無與倫比的產品競爭力。
2. 在地化經營與生產：為就近供應客戶、並迅速回應客戶之需求，THK 力行全球化政策，在美洲(美國、加拿大及墨西哥)、歐洲(德國、愛爾蘭、英國、義大利、瑞典、法國、西班牙、奧地利、土耳其以及俄羅斯等)、亞洲(中國、新加坡、台灣、泰國、印度、馬來西亞及韓國等)等地均設有據點。而就其現階段發展策略而言，新興國家，如：中國及東南亞等地，目前為生產製造之重心，工廠自動化之需求十分殷切，因此這些國家業務推展重點在於提供大量生產製造所需的線性運動相關關鍵零組件；而在先進國家，業務重心則在於民生用途所需之

⁵ 資料來源: THK 官方網站 <http://www.thk.com/?q=tw/node/3496>

線性運動相關關鍵零組件應用，如：醫療儀器及輔具、減(避)震裝置等。

3. 致力於拓展新領域之應用：THK 擅長滾動-直線運動相關核心技術，因此只要是能運用到的領域，皆為該公司拓展業務之對象。近年來成立設施創造工程 (Amenity Creation Engineering, ACE)、未來自動運輸(Future Automotive Industry, FAI)以及創新機電科技(Innovation Mechatronics Technology, IMT)等三大部門，分別投入建築設施用避震裝置、汽車與航太、下世代自動化設備(如：機器手臂、機器人等)等領域發展與應用。

【圖 12】THK 產品展示



【圖 13】THK 技術本部星出薰本部長、經營戰略室藤田勝已部長解說該公司所開發之避震裝置原理



【圖 14】與 THK 技術本部星出薰本部長、經營戰略室木內秀行室長以及藤田勝已部長合影留念



(六) 參觀 Denso 展示廳及高棚製作所

Deaso 前身 Nippon denso 成立於 1949 年 12 月，係由豐田汽車(Toyota)所獨立出來的公司，當時主要業務為車用電子零組件以及散熱器的生產及製造；1954 年即成立技術訓練中心(Technical Training Center)，藉由持續訓練員工生產及製造相關技術與技能，達成生產製作過程以及產品品質不斷精進的目標；1968 年則因預測積體電路將逐漸成為汽車工業重要之一環，故成立了積體電路研發中心，經由多年來所累積的技術能量，奠定了 Denso 在感測技術及控制技術的深厚實力；1996 年正式更名為 Denso Corporation。

依據 2013 年 3 月統計資料，資本額為 1874 億日圓(約新台幣 562.2 億元)，營收約 2 兆 2,768 億日圓(約新台幣 6,830 億元)，員工人數 38,385 人(若加計海內外子公司，則為 132,276 人)，集團產品組成如下：動力傳動系統(Powertrain Control System)約佔 34.6%、熱工系統(Thermal System)約佔 29.5%、資訊及安全系統(Information and Safety Systems)約佔 16.1%、電子系統(Electronic System)約佔 9.6%、小型馬達(Small Motors)約佔 7.2%、其他零組件則為 3%⁶。

本次參訪的高棚製作所為 Denso 眾多工廠之一，位於愛知縣安城市，自 1974 年 4 月開始運作，佔地 371,000 平方公尺(約 112,227.5 坪)，建物面積 233,000 平方公尺(約 70,482.5 坪)。依據 2013 年 3 月底統計資料，從業員工共計 2,821 人，高棚製作所號稱“森林裡的工廠”，除設有廢水、廢氣處理等環保設施外，亦在廠區植有 2.1 萬顆樹木，

⁶ 資料來源：2013 年 Denso Corporation 公司年報

公司人員相當自豪表示，在螢火蟲季節時，高棚製作所會邀請附近社區的住戶一同至廠區內欣賞螢火蟲紛飛的美景，顯見對環境保護的成果與自信。

高棚製作所共有 4 大廠區，分別為：

1. 501 工場：負責汽車儀表(Instrument Cluster)及遠距觸控控制儀(Remote Touch Controller)生產與製造；
2. 502 工場：負責油電混合車變頻器用讀卡機(Power card for E.H.V inverter)、電動車窗防夾裝置(Jamming protector for power window) 生產與製造；
3. 503 工場：負責車用顯示器(Display)及電子控制單元(E.C.U) 生產與製造；
4. 504 工場：負責光感測器(Solar and Twilight sensor)及安全氣囊用加速度器(Accelerometer for airbag system)

本次參訪係參觀 Denso 展示廳及高棚製作所 501 工場，總結參觀感想如下：

1. 重視品質控制與品質管理：承襲著豐田汽車的傳統，對品質控制與管理極度地重視，誠如公司人員所言，該公司秉持著「不做不良品」、「不發生不良品」以及「不產出不良品」等 3 不政策嚴格執行品質控制與品質管理政策。Denso 自 1970 年即導入同步工程(Concurrent Engineering)的產品開發方式⁷，以追求產品高品質與高信賴度，同時也得以採更簡易、更經濟的方式進行生產；此外，也將屆退的資深員工組成一個品質改善小組，負責蒐集生產線或產品所發生的問題與瓶頸，並想辦法解決這些問題。
2. 高度自動化工廠：以高棚製作所 501 工場為例，共有 1,000 多位員工，年產汽車用儀表板卻能高達 200 萬台，種類約 1,600~2,000 種，憑藉著就是高度自動化設備。據公司人員表示：平均每位員工可同時管理及操控 5 台機台，且為了確保產品品質的穩定性及一致性，已儘可能將所有生產製造流程中能自動化的程序，全部以自動化方式呈現。
3. 注重員工養成與訓練：誠如前述，Denso 對品質控制與管理極度地重視，也深信“創造產品從培育人才開始”，因此非常注重工程師及技術人員能力的累積與養成。從 1954 年成立「技能者養成所」(Technical Training Center)、1963 年開始參加技能五輪競賽、1966 年開辦高等專門學程、1976 年開辦基礎技能研修，一直到 1987 年成立 Denso 短期大學(Denso Technical College)與技術研修所(Engineering Train Center)，不斷地透過在職教育、職前教育及在學教育等多元方式，為公司培育及累積技術人才。以 Denso 短期大學為例，係提供全國各地中學生申請及報考，錄取後除須修習一般課程以及工廠營運所需之實務課程外，亦須至工廠進行實習，畢業後除有正式

⁷ 傳統上，產品開發流程為：設計、工程分析、製作、驗證，再來是設計變更、製作、驗證，最後進入生產，此為一般我們所熟知的循序工程法；而同步工程係指同時進行這些工作，舉例而言，由設計、生產製造與材料等工程師組成一個團體，與技術人員共同開發產品；而不像循序工程法，依序進行產品開發。

的短大文憑外，亦可優先進入 Denso 任職，這種結合學校教育及業界需求的人才培育方式，確實創造了業者、教育及學生三贏的局面；至於在職訓練部分，Denso 非常重視經驗的傳承，舉例而言，公司會聘請資深員工擔任講師，並鼓勵所有員工除目前所執行之業務所需之技能外，亦須隨時精進其他各項技能，據公司人員表示，員工可進入技術研修所修習相關技術與技能(有的長達半年)，公司照樣支付其薪水。

【圖 15】Denso 展示廳一隅



【圖 16】與 Denso 公司人員合影留念



(七) 參訪 Okuma 株式會社以及可兒工廠

Okuma 株式會社前身為大俣榮一先生在 1898 年成立的私人公司，為日本典型的百年企業，當時主要業務為製麵機器的製造與銷售；1904 年才正式跨入機床的生產製造業務；1918 年公司正式改制為 Okuma 鐵工所；到了 1991 年更名為 Okuma 株式會社，產品線已擴及至車床、加工機及磨床等各式工具機、數控系統、工廠自動化產品以及伺服電機等。

依據 2013 年 4 月底統計資料，資本額為 180 億日元(約新台幣 54 億元)，員工人數 3061 人，除日本大口總部及可兒工廠外，並在歐洲(德國、奧地利及俄羅斯)、美洲(美國、墨西哥及巴西)、亞洲(台灣、中國及韓國)與大洋洲(澳洲、紐西蘭)等地設有營運據點或技術中心。2011 年營業額約 1406 億日元(約新台幣 421.8 億元)，產品比重分別為：加工機(佔 45.8%)、車床(佔 27.6%)、複合加工機(佔 21.9%)、磨床(佔 2.4%)及其他產品(佔 2.3%)，銷售地區則涵蓋日本(37.4%)、美洲(25.5%)、亞太(23.9%)及歐洲(13.2%)等地。⁸在生產活動方面，目前中高階產品主要在日本生產與製造；台灣大同大隈有限公司(1997 年與我國大同公司合資成立)則負責中低階產品生產與製造，另在中國設有北大隈(北京)機床有限公司，負責生產及製造機床相關產品就近供應當地客戶。

本次參訪係由亞洲業務部尾池実課長以及土本麻人先生出面接待，並參訪可兒工廠，參訪內容及感想總結如下：

1. 追求領先世界、獨一無二的技術與產品：從創業時期生產製麵機開始，1920 年代跨入毛紡機器製造機、木工機械及汽車發動機等製造與生產，1950 年代成功開發出 LS 高速車床，一直到 1960 年代的數位控制車床以及 1970 年代電腦數值控制車床 (Computer Numerical Control, CNC) 的生產製造。OKUMA 能從百年前生產製麵機的廠商，逐漸演變成全球排名前十大的工具機廠，其憑藉的就是”追求領先世界、獨一無二技術與產品”的理念與精神，誠如 OKUMA 公司簡介所提到的”機床的價值不僅僅在於先進的規格，而且還表現在能夠在客戶生產現場中發揮什麼功能。由於加工精度的提高，省去加工工序；極高的加工速度使生產效率得以提高；不會發生機內撞擊而導致停機，操作也變得輕鬆…” ，OKUMA 不斷地以客戶需求的角度，投入基礎技術、開發設計技術、加工技術及驗證測量技術等研發，長年累積下來的技術能量也造就了百年企業的深厚實力與競爭力。除此之外，OKUMA 也非常強調自主性，工廠所擁有的生產設備約有 85% 為自行設計與開發；而在工具機的心臟-控制器方面，據土本先生表示，除了一些舊機型仍採用發那科(FANUC) 的控制器外，均已採用 OKUMA 自行研發的控制器，OKUMA 相信唯有從機台到控制裝置全部為自行開發，也就是機電一體化的設計及開發方式，才能成就 OKUMA 以獨一無二的技術、產品以及最佳的服務提供給客戶使用。
2. 重視基礎技術研究：OKUMA 堅信每項新技術的背後都是由基礎技術所支撐的，因此長期投入材料、結構、熱力學、化學、電子學等領域基礎技術研究。以 OKUMA

⁸ 資料來源: Okuma 公司簡介

所開發的”熱位移補償系統”為例，由於周圍環境溫度會對機床加工精度造成影響(因熱漲冷縮原理)，因此一般而言生產製造商都是透過恆溫室或冷卻裝置來控制生產現場的溫度，確保加工精度不受影響；而 OKUMA 藉由熱親和(Thermo-Friendly Concept)的概念開發出熱位移補償系統，毋須建構恆溫的生產環境，而是在接受環境溫度變化的前提下，藉由先進技術來確保加工精度的穩定，而這套熱位移補償系統是歷經 20 年的實驗，累積龐大資料庫以及無數機台設計開發經驗所研發而成的，也就是工業基礎技術”十年磨一劍”精神的體現。這套熱位移補償系統自開發成功以來，受到各界諸多肯定，並先後獲得日本機械學會獎、第一屆產品製造日本大獎等獎項。

3. 高度自動化工廠及高度自主化的設備：本次參觀的可兒工廠位於岐阜縣可兒市，佔地超過 35 萬平方公尺(約 105,875 坪)，內部可分成 K1、K2、K3、K4 與 K5 等 5 大廠區，K1 廠區主要生產內圓磨床與外圓磨床；K2 為零組件加工廠；K3 負責生產立式及臥式加工機，目前每月可生產 100 台立式及 60 台臥式加工機，生產線分成 A、B、C 三條，依序負責精度調適、組裝(含確認精度及試運行)和裝置防護罩等工作；K4 則為主軸頭、主軸單元以及立柱等大型零組件加工，採取即時生產模式(Just-in-time)，依據訂單量在大口工廠總部進行熱處理前加工，再送到 K4 廠區進行精密加工，最後才送至其他廠區(如: K5)進行精密組裝及試運轉等工作；K5 廠區則負責龍門加工機生產，廠房高度有 21 公尺，以符合龍門加工機等大型機台生產之需求。OKUMA 運用大量工廠自動化技術及資訊科技來實現工廠自動化，以 K2 廠區為例，從零組件測量、切屑回收、切削液補充到刀具交換均採自動化方式進行；在設備自主方面，廠區內設備有 85%均由 OKUMA 自行設計與開發，以符合自身生產製造之需求。

【圖 17】與 OKUMA 尾池実課長以及土本麻人先生合影留念



(八) 參訪 Tokyo Electron Limited(TEL)

Tokyo Electron Limited 成立於 1963 年 11 月 11 日，2013 年 6 月 1 日資本額達 54,961 百萬日圓(將近新台幣 165 億元)，今年適逢成立 50 周年，成立初期為半導體設備貿易代理商，主要從美國進口半導體設備至日本，但有感於客戶經常抱怨無法及時維護以及無法因應實際需求調整機台等問題，因此開始訓練公司員工從機台維護開始，逐步走到能依據客戶實際需求調整機台，到了 1980 年代憑藉著半導體設備維護及調整機台所累積的經驗，開始建構半導體製程設備自製能力，伴隨著 1980~1990 年間日本半導體產業蓬勃發展，逐漸成長與茁壯，到了 2012 年一舉成為全球第 3 大半導體製程設備製造商(前兩名分別為美國應用材料及荷蘭 ASML)。目前主要產品包括：半導體製程相關設備(比重佔 79%)；平面顯示器/太陽能生產設備(佔 4%)以及其他電子零組件(佔 17%)。

依據 2013 年 4 月統計資料，員工總人數為 12,341 人，其中 4000 人負責產品研發、1200 人負責既有產品改良之研究、2800 人負責技術服務，公司人力中研發人員佔多數；2013 年預估營收可達 4,972 億日圓(約合新台幣 1,491.6 億元)，研發投入則為 732 億日圓(約合新台幣 219.6 億元)，約佔營收 14.7%，顯見對研發活動的重視。在研發合作方面，Tokyo Electron Limited 已與海內外 60 家以上大學校院(如：日本東北大學及京都大學等)以及比利時 IMEC、法國 CEA-Leti、美國 SEMATECH、Albany Nano Tech 等研究機構進行合作，並在韓國及台灣設有研究中心，以善用海內外研發能量與資源，加速累積公司技術及產品開發能力。

本次參訪係由 Tokyo Electron Limited 保坂重敏本部長、太田有美小姐及李真衣小姐出面接待，參訪重點總結如下：

1. 誠如 Tetsuro Higashi 董事長強調要藉由不斷地投入並加速技術開發及創新來確保公司長期成長動能，故在公司研發體制方面，係依據短中期以及長期的角度大略區分為兩種不同的研發活動，並由不同的研發部門負責。短中期研發部分是負責發展下世代設備以及新應用；長期研發部分，則是負責半導體製程設備前瞻技術、基礎技術以及非半導體製程設備領域(即：新領域)之開發與研究。
2. 有關團員提出 18 吋晶圓何時進入市場的問題，保坂重敏本部長表示 Tokyo Electron Limited 身為設備商，不宜回答這樣的問題，建議應直接詢問半導體製造商的想法；然而，純粹就個人的觀察(不代表公司的意見)，恐怕要比市場普遍預估的 2015~2018 年還要再延後一些。
3. 另外關於 Tokyo Electron Limited 於今年 9 月底宣布與美國應用材料(Applied Materials, Inc)合併，對公司營運及研發方向的影響等問題，保坂重敏本部長表示由於甫宣布不久，目前對公司營運及研發方向還看不出有實際的影響，可能還得再觀察一段時間。

【圖 18】與 Tokyo Electron Limited 保坂重敏本部長、太田有美小姐及李真衣小姐合影留念



(九) 參訪東京工業大學精密工學研究所-香川、只野研究室

東京工業大學前身為東京職工學校，建立於 1881 年，1929 年改制為東京工業大學，主要校區位於東京都目黑區(大岡山校區)，另分別在東京都港區及橫濱市設有田町校區及鈴懸台校區。精密工學研究所為東京工業大學附設四個研究所之一，位於鈴懸台校區，依據精密工學研究所提供的 2013 年簡介資料，共有教授 17 人、副教授 17 人以及助教 24 人，研究範疇包括：智能化工學(Advanced Information Processing)、前瞻微小裝置(Advanced Micro devices)、精密機械(Precision Machine Devices)、前瞻機械系統(Advanced Mechanical Systems)以及尖端材料(Advanced Materials)等 5 大領域技術研究與開發。

本次主要係參訪香川、只野研究室(前身為香川、川嶋研究室)，由香川利春教授及只野耕太郎副教授共同設立，主要研究內容為空壓、油壓、機能性流體、水壓等技術研發以及其衍生的應用。以只野耕太郎副教授近期研究為例，就是將空壓技術運用於腹腔鏡手術機械手臂的開發，這項技術已與東京醫科齒科大學合作開發產品成功，並已通過日本 Class 1 驗證，相信不久之後就能成功上市。除此之外，香川、只野研究室也展示了最近正在進行的一些研究，包括：將空壓技術運用在小型物件(如：晶圓)搬運、氬氣車快速充氣系統等多元化運用。

平心而論，空壓、油壓等技術為非常傳統的”舊”技術，而將空壓、油壓等技術標榜為研究室的研究重心，確實十分罕見。然而，誠如研究室尹鐘皓助教所言，他們的想法很單純，就是將空壓、油壓、機能性流體、水壓等技術發揮到極致，並想盡辦

法將這些技術落實到實際生活上以及各種不同應用之中。

【圖 19】香川、只野研究室(前身為香川、川嶋研究室)



【圖 20】只野耕太郎副教授解說腹腔鏡手術機械手臂系統



五、心得及建議

本次研修共參訪了東芝科學館、財團法人機械振興協會、日本產業技術綜合研究所(A.I.S.T)、東京 R&D、THK 東京、Denso、OKUMA、Tokyo Electron Ltd 以及日本工業大學精密工學研究所等產、學、研機構，主要心得及建議如下：

(一) 追求技術自主的文化：以 Tokyo Electron Limited 為例，剛開始該公司也只是個貿易代理商，並不會也無法生產或製造半導體製程設備，只是因為聽到了客戶對機台維修以及機台調整的需求以及抱怨，於是開始投入資源及訓練員工從機台維修開始；累積了一段時間的維修經驗後，慢慢嘗試著去依照客戶需求調整機台，一步一步累積公司技術能力，最後一舉成為全球前三大半導體製程設備製造商。就如同保坂重敏本部長相當自豪地表示，剛開始跨入半導體製程設備生產與製造時，是日本半導體大廠(如：東芝、三菱等)引領 Tokyo Electron Ltd 成長；然而到後來，反而是 Tokyo Electron Limited 走在前頭，引領著半導體製造大廠向前邁進，這種從代理、維修、機台調整到自主生產及製造的發展歷史與成長路徑，確實值得我們學習與效法；至於 OKUMA 也非常強調自主性的重要，工廠所擁有的生產設備約有 85% 為自行設計與開發；而在工具機的心臟-控制器方面，除了一些舊機型仍沿用發那科(FANUC)的控制器外，其他機型均已採用 OKUMA 自行研發的控制器，就是這種”追求領先世界、獨一無二技術與產品”的理念與精神，從機台到控制裝置全部為自行開發，才能成就 OKUMA 以獨一無二的技術、產品以及最佳的服務提供給客戶使用。

(二) 從專精於一處到擴大應用：以 THK 為例，自詡為直線運動的標誌(The Mark of Linear Motion)，故專注於直線運動的研發，不斷地深化其在直線運動相關技術的能量。誠如公司的經營哲學”All for smooth, accurate movement”(一切都是為了輕快而準確的動作)，經由千錘百鍊、不斷地累積直線運動相關的核心技術與 Know-how，並想方設法將該公司所擁有的技術及 Know-how 廣泛地運用到實際生活各種應用之中(如：機器、運輸工具、建築、醫療器材及輔具等)，再加上 THK 嚴格的生產及品質管理制度，成就出 THK 無與倫比的產品競爭力；至於東京工業大學精密工學研究所香川只野研究室，則是將空壓、油壓、機能性流體、水壓等技術加以研究，發揮到極致，並想盡辦法將這些技術落實到實際生活上以及各種不同應用之中。這種從專精於一處，做到最棒，然後再求擴大應用的經營哲學，與隱形冠軍一書所言”專注不求大”：「專注深耕一個利基市場，再逐步開展全球市場，不輕易多角化」是相同的道理。

(三) 重視員工技能的培養與傳承：以 Denso 為例，其”創造產品從培育人才開始”的經營哲學，使該公司非常注重工程師及技術人員能力的累積與養成，也願意投入很多心力與時間在公司人才養成(無論是在學校教育、職前教育或在職訓練上)；此外，Denso 也非常重視技術人才的傳承，會聘請已退休、屆退或資深的員工擔任講師，將其工作所累積的寶貴經驗與技術能力傳承至較資淺或新進的員工上，這種師

徒制以及隨時精進的學習模式，也成為了 Denso 員工技能不斷深化、經驗不斷累積的原動力；至於 OKUMA 則是藉由鼓勵員工通過日本全國職業技能認證的方式，促進員工技能的養成，據公司表示目前已有將近五成的員工通過日本全國職業技能認證。

誠如去(101)年度召開第一屆全國產業發展會議所建議，工業基礎技術深耕與發展的關鍵應在於形塑深耕基礎技術之工業文化與競爭優勢，如同日本追求技術自主的企業文化、從專精於一處到擴大應用領域，以及用長遠的眼光積極投入員工技能的培養與傳承等經營哲學一樣，唯有形塑我國工業基礎技術紮根的工業文化及浪潮，才能讓我們願意以更務實的態度，一步一腳印地將工業產品逐漸提升至精湛水準，也才能讓我們跟日本一樣，有愈來愈多的百年企業與隱形冠軍在全球發光發熱。