出國報告（出國類別：考察）

日本生醫及綠能考察團出國報告

服務機關：科技部
姓名職稱：蘇政務次長芳慶、莊司長偉哲、
賴副司長瀅宇、謝研究員志毅
派赴國家：日本
出國期間：106 年 12 月 10 日至 12 月 14 日
報告日期：107 年 3 月 7 日

目　錄

壹、背景說明 1
貳、考察人員 1
參、參訪行程 1
肆、參訪紀要 2
一、理化學研究所多細胞系統形成研究中心 2
二、神戶醫療產業園區 2
三、東京電力公司(TEPCO) 2
四、TAPIA 先端技術館 3
五、IWATANI 氫能汽車加氣站 4
六、福島再生能源研究所(FREA) 5
伍、心得與建議 7

壹、背景說明

本部為生醫產業推動方案的主辦機關，亦為綠能科技產業推動方案的執行機關之一，該二方案都是政府的重要施政項目。

1995 年，日本發生規模 7.3 的阪神大地震，神戶地區為重災區，受創甚為嚴重，在都市重建過程中，神戶市興建了嶄新的醫療產業園區，設立了醫院、學校，也進駐一些研究機構，醫療相關廠商也陸續進駐，經過多年的發展，已卓然有成。此一園區的發展經驗，可作為南港生醫園區及生醫產業推動的榜樣。東京電力公司對於智慧電網、智慧電表具有經驗，福島再生能源研究所於 2011 年東日本大地震後成立，全力投入綠能研發，扶植產業，本次訪問該二機構的目的，係為我國的研究團對與該二機構的科研合作鋪路。TEPIA 先端技術館中有多項日本科研成果的展出，其展覽方式及內容可為借鏡；日本是目前世界各國中唯一對於氫燃料電池情有獨鍾的國家，藉由參觀氫能汽車加氫站，將可了解其發展現況。

貳、考察人員

團長：蘇政務次長芳慶

團員：國立成功大學陳勁初執行長、
生命科學研究發展司莊司長偉哲、
人文及社會科學研究發展司賴副司長瀅宇、
前瞻及應用科技司謝研究員志毅。

參、參訪行程

日期	起訖地點	活動內容
12/10(日)	台北─大阪	去程
12/11(一)	大阪─神戶─ 大阪─東京	參訪理化學研究所多細胞系統形成研究中心、神戶醫療產業都市 KBIC
12/12(二)	東京	參訪東京電力公司、TEPIA 先端技術館、IWATANI 氫能汽車加氫站
12/13(三)	東京─郡山	參訪產業技術總合研究所福島再生能源研究所(FREA)

12/14(四)	郡山ー東京ー台北	回程

肆、參訪紀要

一、理化學研究所多細胞系統形成研究中心

(一)理化學研究所多細胞系統形成研究中心之研究重點，主要是了解身體形成，以促進再生醫學的發展及對疾病的理解，其 iPS 細胞研究享譽國際，於 2014 年曾利用 iPS 細胞進行臨床視網膜再生治療，成為世界首例。

(二)該中心人員向訪團簡報介紹分子和細胞生物學發展，以及再生方法的基礎科學研究，中心研究團隊以細胞環境與反應，幹細胞與器官再生，以及數學生物學為主軸。後續並安排訪團實地參觀其生命科學實驗室，觀察對人類細胞及組織的新醫療技術發展基礎研究。

二、神戶醫療產業園區

(一)1995 年阪神大地震造成重大的經濟損失，神戶市為振興，將醫療列為振興經濟重點產業，自 1998 年起以神戶港灣人工島為主，創設日本最尖端的醫療技術研發據點，以「醫療機器研究開發」、「醫藥品臨床研究支援」、「再生醫療的臨床應用」三大主軸，係結合醫療和產業的「神戶醫療產業都市」，依簡報說明，迄今已集結 344 家醫療、製藥相關企業、研究團體及大學，為日本最大的生化醫療園區。

(二)醫療園區內包括神戶國際尖端醫療中心，該中心提供活體肝臟等器官的移植及術後管理、內視鏡治療等，並接收海外病患，與新加坡、印尼等地醫院有合作往來，期能將日本活體移植的技術推廣海外，為亞洲培養高醫療技術人才。

(三)「神戶醫療產業都市」分為醫療、生化和模擬 3 大主要園區，為吸引海外醫療研究產業進駐，有減稅及補助辦公室租金等辦法，並放寬特區內的法規限制，提供稅制優惠等措施。

三、東京電力公司(TEPCO)

(一)東京電力公司(Tokyo Electric Power Company；TEPCO)供應日本首都圈及其附近的電力，電力販售量約佔該國用電量的三分之一。2008 年達 2,890 億 KWh，約與義大利全國的用電量相當。該公司相當自豪於供電品質，自認主要係設備創新與技術高超之故，無論是停電次數或是停電時間，皆位居世界領先地位。該公司早期即致力於 CO_2 減量，自主地將 2008~2012 年的 CO_2 年平均排放量目標訂在 1990 年代排放量的 80%。另，一直致力於提升火力發電的熱效率，引進先進的發電設施，1970 年，熱效率僅有 39.6%，2016 年時，在引進 MACCII(More Advanced Combined Cycle II)機組後，熱效率已可達到 61%。

(二) TEPCO 人員與本團碰面時談到，2011 年 311 日東日本大地震後，該公司的福島核能發電場被海嘯毀損，他們在電力調度、核電場檢查等方面花費很多心力，該公司已累積相當多的智慧電表資料，惟其運用牽涉到隱私權等問題，必須非常小心。在與台灣科技合作方面，他們與成功大學業有接洽，對於沙崙智慧綠能科學城的建設，他們也希望有機會參與。我們也表達歡迎之意，會盡力促成雙邊的合作。

四、TAPIA 先端技術館

(一)TEPIA 先端技術館自 1989 年開放，由先進技術社會促進協會營運，主要展示日本尖端產業最新的技術及機器人。該館以世界與日本科技分為四大主題區，包括：踏入 AI 的世界(Technology Pathway)、體感未來 AI 高科技(Technology Showcase)、即將問世的科學技術(Technology Studio)，以及體驗機器人互動(Technology Lab)，並可透過體感方式更了解尖端技術的發展。

(二)該館主要係為吸引並激發中學生對於機械、通訊、新材料、生物技術及能源等尖端技術的興趣，未來可進而將這些前瞻技術運用於解決社會的重要問題並提出具體方案。館內導覽人員為訪團介紹於 106 年擴大展示的 AI 及 IoT 等先進技術，例如：引入與人工智能和物聯網相關的先進技術，利用無線電波以保障老年人的居家生活安全；機器人可進行天氣、日程管理，並依接觸對象提供日常新聞。

五、IWATANI 氫能汽車加氣站

本訪點由岩谷產業株式會社氫本部氫能源部人員介紹該公司配合實現氫能社會的作法，加氫站員解說站內的儲氫設施及作業情形。介紹內容如下：

(一)日本經濟產業省「氫燃料電池戰略路徑圖」

日本經濟產業省於 2016 年發表的氫燃料電池戰略地圖有三個面向：

1.急速擴大氫能用量，全面性建立使用燃料電池的社會，目標為：

(1)2020 年以前：2009 年投入發展家用燃料電池，2014 年投入發展燃料電池汽車。

(2)2020 年：家用燃料電池產業自立化，高分子膜燃料電池 20 萬日元/固態氧化物燃料電池 100 萬日元；氫燃料價格降低到油電混和車燃料價格以下的水準；燃料電池車達到 4 萬輛，加氫站在 160 個以上。

(3)2025 年；致力於燃料電池車的經濟規模化，使其車價與同等級的油電混和車相比，具有競爭力；燃料電池車達到 20 萬輛，加氫站在 320 個以上；2025 年代後半期，加氫站得以自給自足。

(4)2030 年前後：燃料電池車達到 20 萬輛。

2.建立大規模氫供給系統，全面導入氫發電

(1)2020 年代後半期：來自海外的氫價格可達到 30 元/Nm^3。

(2)2030 年：在海外未用的能源為原料，全面性發展氫的製造、輸送及儲存系統；全面導入以氫為燃料的發電事業。

3.建立零 CO_2 的氫供給系統

2040 年，全面發展碳捕捉及儲存(CCS)、國內外再生能源的活用及其組合的零 CO_2 逸放的氫製造、輸送及儲存系統。

(二)氫燃料的好處

1.氫化合物廣泛存在地球上，氫可藉由電解水取得，在地球上，水取之不盡，用之不絕。

2.氫具高效能，氫單位重量的發熱量是汽由的 2.7 倍；氫能車單位重量的續航距離是汽油車的 10 倍。

3.氫是潔淨能源，氫與空氣經由燃料電池產出電力和水，無污染。

4.氫是一種可大量且長時間儲存電能的介質。

(三)日本每年氫的需求約 150 億 m^3，其中，99%係氫生產者自用於石油煉製及阿摩尼亞製造，1%則是銷售給客戶，使用在半導體製造、電子零件、光纖、太陽電池及熱處理等方面。2011 年，每年銷售給客戶的氫，大約 1.2 億 m^3 係裝於鋼瓶，以壓縮形態提供； 0.4 億 m^3 則是以液態氫供應。

(四)日本豐田汽車公司自 2014 年末開始量產氫燃料電池的汽車，預定於 2018 年開始銷售氫能巴士。

(五)在日本，一座加氫站造價大約是日幣 4 至 5 億元，加氫站設站標準較汽油站嚴格，法規規定，設站需要有較大的空間。截至 2017 年 9 月，日本全國運作中的加氫站僅有 91 站，其中，東京僅有 14 站。為了擴增加氫站，豐田汽車等 11 家日本業者將合力於西元 2022 年 3 月底前在日本建造 80 個加氫站，以壓低建造費用。加氫方面，豐田汽車與其它的公司的加氫設備的規格統一。氫能車加氫過程費時大約 8 分鐘，3 分鐘用於充填氫氣，5 分鐘則用於等候氫氣降溫到穩定安全的狀態。

六、福島再生能源研究所(FREA)

(一)福島再生能源研究所(Fukushima Renewable Energy Institute, AIST)於 2014 年 4 月成立，隸屬於日本國立先進工業科技研究院(National institute of Advanced Industrial Science and Technology, AIST)，FREA 的目標在成為世界上頂尖的再生能源創新樞紐，並致力於扶植新興工業，發展人力資源，帶動區域的振興。

(二)為了接待本團，FREA 中岩勝(Masaru Nakaiwa)所長特別改變行程，留在該所。在 FREA 同仁簡介該中心之任務及研究等內容之後，我們即在渠等引導下，赴其研究室及試驗室參觀。該所研究團隊分別介紹他們在薄矽晶太陽能電池效率提升、地表熱泵系統化、風力機上 LIDAR 對風速的量測、微機電地震儀開發等方面的研究情形。對於與我方的合作研究與研究人員交流，該所表示歡迎，希望日後雙方研究團隊能進一步討論合作細節。

（三）FREA 聚焦於 6 個研究主題

1.加速再生能源滲透的系統整合

(1)再生能源先進整合技術的研究與驗證：聚焦於智慧型電力調節系統相關的前瞻控制及支援技術，發展儲能系統及多個分散式能源系統的整合技術，以提高系統的穩定度及最大化，俾在不穩定的天候環境中仍能穩定供應電力。研究團隊研發的系統，係由電力設施等級的 PV 太陽光電設施、以及氫能在內的儲能系統等組成。

(2)氫能源載具製造與利用技術：聚焦於發展將再生電力能源轉換為氫或氫載體的技術，當大量再生能源匯入電網時，這些技術將有助於電網的穩定，使得不同地點及不同季節產生的再生能源能被更有效的應用。

2.促進再生能源的成本降減及效率提升

(1)風能發電先進技術：研究團隊與風電產業合作發展高性能風力渦輪機技術及其控制策略，以及風機選址的評估與風電場操作技術，目標包括：輸出電力提高 5%以上、風機壽命提高 5~10%、年風速的風測誤差值小於 5%及評估費用減少 20~30%。

(2)薄矽晶太陽能電池為單元的高效能太陽光電模組：發展低價、高效率及高可靠度、轉換率達 22%的太陽光電模組所需技術，包括：高精準度及重製能力的矽錠切片技術、薄矽晶片為材料的高效電池製造技術、太陽能光電模組效率及可靠度提升技術，以及用於發展次世代高效(轉換率高於 30%)太陽能電池的智慧堆疊技術。

3.發展用於適當配置再生能源的資料庫

(1)有效且可永續利用的地熱技術：為了適當利用地熱，研究團隊近期在發展可併用於觀測地熱發電及地熱庫變化的先進監測系統，長期目標則在透過利用位於板塊隱沒帶的超臨界地熱資源及將其發展可供社會運用的技術，並開發以大量地熱為基載電力的創新性電力系統。

(2)地表熱泵系統的適用性評估及其最佳化技術

地表熱泵系統(Ground-Heat Pump System，GSHP)可分為封閉式及開放式兩種，前者的熱交換係透過管線中的鹽水或水循環進行，後者則

是抽取地下水在地面進行熱交換。地下水的存在與否及其流動率皆對有上述二種系統的功效有相當大的影響，故有必要調查地下水的水位及流率等地下水文地質資料，因此，該所研究團隊投入下列研究課題，包括：藉由現場資料蒐集及概要模型建立適用的地圖、以 GSHP 最佳化技術進行概念設計、擴大對於東南亞及其他地區有關 GSHP 的研究。

4.FREA 三大研究設施

(1)薄矽晶太陽能電池研發製造廠，係供發展能夠大量製造高效能、高可靠度且價格便宜的太陽能電池模組所需的技術而設，所製造出的電池轉換率不低於製造商大量出產的產品。

(2)地表熱泵系統展示場，該場域裝設二種 GSHP 系統，一種是由薄片型及彈簧型熱交換器組成的系統，係安裝在地下 2 米處；另一種是安裝在地下 40 米處的垂直型的熱交換器系統。

(3)大型分散式能源尖端研發及評估設施，可藉由電網模擬器提供 5 百萬伏安，以測試大型電力電子產品(包括：零件、系統及策略)，以便分散式能源能安全、有效地滲透到傳統電網。可提供測試項目有：電網連結測試、安全及可靠度測試、電磁環境相容性測試、系統功能測試。

伍、心得與建議

一、日本阪神大地震後，神戶在都市重建過程中，填海造地興建的神戶醫療產業聚落園區，聚集醫院、生醫研究單位、大學、生醫公司進駐於同一聚落內，推動生醫創新產業，為日本最大的生醫園區。RIKEN(理化學研究所)也在此設立了幾個研究中心，神戶附近的大學亦都在聚落裡設立校區，如此可以促進產學研醫一齊合作，進行尖端的醫療服務，並研發前瞻生醫科技。基本上新竹的生醫專區乃神戶醫療產業聚落的縮小版。在新創事業上，日本政府也積極鼓勵學研醫單位努力進行創新，日本在基礎研究上扎根非常深，然而日本的保守文化，在新創事業上成效並不顯著，相對的，台灣在商業模式創新、種子基金的靈活及人才優勢，可以有互補合作的機會。在生醫產業創新上，

台灣可以學習美國、以色列經驗，進行台日開放式創新的合作，以加速亞洲模式生醫產業價值的成長，並且開花結果。

二、發展及運用再生能源：充分發展及運用再生能源是國際社會的共識，先進國家莫不致力於相關的研究及建設，2011 年 311 東日本大地震後，日本更加注重再生能源的利用。本次行程中，TEPCO 及 FREA 對於與我方在綠能之合作表示極大的興趣。行程結束後，蘇政務次長芳慶即邀請第二期能源國家型科技計畫相關人員就後續雙方國際合作事宜進行討論，東京電力公司也於 2018 年 2 月帶團來台訪問，兩國的綠能合作業已有好的開始。3 月初，藉由參加智慧電網國際展覽會之便，我方研究人員將在東京與 FREA 人員就雙邊綠能研討會的舉行磋商細節，藉由該研討會的意見交流，將可尋找出合作的利基，邁入合作之途。

三、發展氫燃料電池：氫燃料電池的發展，日本政府訂有戰略地圖，從氫的生產、運輸、供應、燃料電池汽車及加氫站等，皆有時程規劃，業者也在競合中逐步執行。戰略的成功、產業的建立，篳路藍縷的過程是必經之路，由參訪中可知，加氫站的普及、氫能及燃料電池的低價化、供應管道等，必須周全布局，循序漸進。我國過去在氫能研發方面，也有投入，惟進展有限，是否發展燃料電池，應綜合評估能源安全、環境永續、關鍵技術能力、科研及產業聚落能力、經濟規模、市場價格等因素，找出利基處及切入點，進行全盤規劃後，方投入資源。

四、促進跨領域整合研究：人文社會科學研究領域目前正陸續規劃或進行跨領域合作，包括：腦科學研究、運動科研專案計畫、南島文化研究計畫、原住民族元素之研究計畫等，均需與生物醫學、工程及自然等領域跨域合作；並持續積極推動 AI 與人文社會相關議題對話，例如：法律、心理、語言、哲學、管理、文學、藝術、考古等多元面向的題材，藉與 AI 科技相互激盪，以衍生改變未來的任何可能性。透過此次參訪，同時了解生醫及能源等不同領域之面向，有助於後續推動各項跨域整合計畫。

五、科普資源有效運用：本次參訪 TEPIA 先端技術館，發現參觀者除中學生（國中生、高中生）外，亦有高齡者由照護者推行輪椅到館參觀，高齡者所參觀內容主要與渠等日常生活、起居作息等事物息息相關，由此可知關心科技研究發展不僅是年輕人的專利，高齡者對於與其相關的展示內容亦可引起高度參觀興趣。另有感於本部甫於 106 年 12 月 28 日至 30 日舉辦為期 3 日之「未來科技展」，共聚集全國 72 個學研單位、三大法人科研機構、三大科學園區聯手展出 109 項前瞻技術，希望為臺灣科技產業找出未來十年的決勝關鍵。本次展出對象雖以產業為主，著重於媒合產學交流，以加速臺灣產業轉型，爾後可考慮將「未來科技展」之部分展示技術內容，以移展或洽談於科學教育館定點展示之方式呈現，以擴大科普知識傳播之成效。

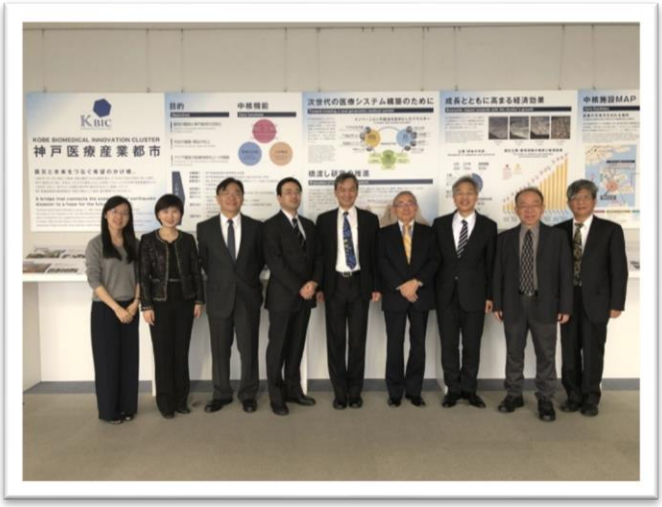
六、以人文為科技底蘊：本次參訪東京電力公司洽談有關智慧電網之合作可行性，該公司旗下發電廠以火力發電為主，水力及再生能源為輔；於參訪過程中可發現該公司對於安排訪賓的內部控制作業相當嚴謹，至於較能吸引目光者，則是走廊牆面上，一幅幅以東京電力設施為主，輔以設施當地的美景照片，為硬體設施增添不少軟性的人文色彩。見賢思齊，本部雖以科技研究為主，但亦可考慮與學校或藝文館所洽談合作，於會議室或走廊定期布置交流藝文展品，供到部參加會議的專家學者或本部員工欣賞，或可於潛移默化中增加人文素養。

陸、附錄

重點行程照片（一）

■ 參訪理化學研究所多細胞系統形成研究中心

■ 參訪神戶醫療產業園區



■ 拜會東京電力公司(TEPCO)

■ 參訪 IWATANI 氫能汽車加氣站

重點行程照片（二）

■ 參訪福島再生能源研究所(FREA)

■ 參訪 IWATANI 氫能汽車加氣站