

出國報告（出國類別：開會）

赴日本參加2023日本國際智慧能源周

服務機關：綠能科技研究所

姓名職稱：黃任賢/專案經理

派赴國家/地區：日本

出國期間：112年9月11日至112年9月16日

報告日期：112年9月25日

摘要

綠能所材料科技組研究業務主要有儲能材料開發以及節能塗料開發等項目，此行參加日本國際智慧能源周秋季展目的在於了解目前國際工業/學術界所關注的儲能關鍵材料及製程設備相關發展，日本國際智能能源周秋季展包括：(1)日本國際二次電池展 BATTERY JAPAN；(2)日本國際智能電網和儲能系統展 SMART GRID EXPO；(3)日本國際氫能及燃料電池展 FC EXPO；(4)日本國際太陽能光伏展 PV EXPO；(5)日本國際風力發電展 WIND EXPO；(6)日本國際生物質發電展 BIOMASS EXPO，在內共有六個世界級的能源展和技術大會，內容涵蓋從發電、能源儲存、能源分配到智能/可再生能源相關應用與技術等領域，內容不僅廣泛同時與綠能所目前發展的研究項目具有高度相關。

目次

摘要.....	2
本文.....	4
具體成效.....	18
心得及建議.....	19

本文

1. 目的

台灣中油綠能科技研究所自103年起與工研院進行鈦酸鋰負極材料($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$, LTO)技術開發以來，便開始致力於製程放大、條件改善以及產品開發應用和性能驗證等工作。目前在嘉義的研發中心已設有一日產能為100公斤之試量產工廠，這是台灣目前唯一可以大量製造快充型鈦酸鋰材料的單位。中油綠能所製造的鈦酸鋰粉體經外界驗證在0.1 C 下具有約165 mAh/g 之克電容量，已非常接近鈦酸鋰之理論電容量(175 mAh/g)，同時具有快充快放（6分鐘90%，3分鐘80%）、高低溫適用範圍廣（-30°C~60°C）、高安全性、高功率充放電、高電容量使用率（90%）等優點。透過與三元鎳錳鈷(NMC)與磷酸錳鐵鋰(LMFP)之正極材料的結合，中油綠能所已開發出可兼顧快速充放電、高能量密度並大幅提高電池安全性之快充電動機車(快充6分鐘即可充飽90%以上電容量)，及能源儲能系統上以高電壓的 LMFP 搭配 LTO，具長壽命和高安全性的特色。

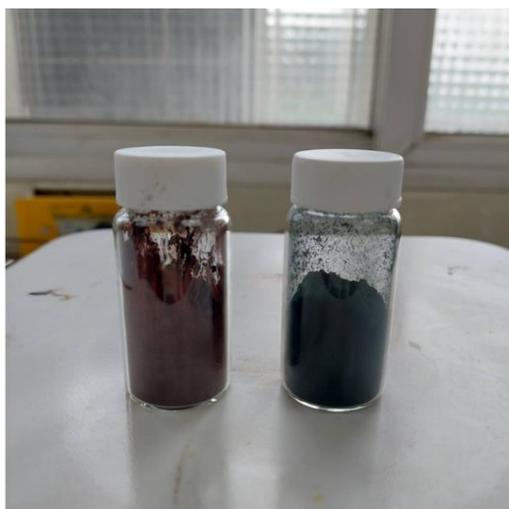
目前綠能所針對鈦酸鋰負極材料的研發，已於通過2019年1月9日中油董事會決議，以研發試量產驗證，執行鈦酸鋰材料生產製程建置，本座年產1200噸之生產線預計將在2023年年底完工並進行試運轉。期望藉由本次的參訪，在會場中能藉由不同專業知識的專題演講吸收新知，以增進研究發展能力。並可接觸各種原物料供應商以及新穎製程與分析設備商，藉此獲得儲能材料發展的最新資訊，同時也有機會接觸到國際電芯廠相關業務人員推廣本所鈦酸鋰負極材料，尋求未來潛在的出海口。除此之外，日本國際智慧能源周將舉辦多個專業論壇、研討會及特別講座，與會者皆為世界各國優秀研究人員與工程師並有許多國際光電/儲能材料廠商前往展覽，可藉此參加機會蒐集與討論儲能材料研發技術與經驗，做為往後產品開發應用的參考資料。另外，本次出國也拜訪東京大學化學系統工程學系 Prof. Vincent Tung，Prof. Tung 專精於二維材料之開發，同時致力於化學氣相沉積法(Cheical Vapor Deposition, CVD)合成各種高傳導奈米材料，而目前 CVD 法開發改質型 SiC 及 SiO_x ，可以有效提升 SiC 及 SiO_x 之尺寸穩定性以及循環壽命，是目前開發高能量密度矽基負極材料最有前景之量產手段。本次出國拜訪 Prof. Vincent Tung 觀摩其研究室於二維材料之研究方向，同時交流 CVD 製程之相關技術，預計未來將可發展 CVD 包碳技術，並建立海外研究學者人脈。

2. 過程

本次出國期間為112年9月11日至112年9月16日共計6天，第一天(9月11日)起程從高雄小港國際機場，搭乘華航班機至日本成田機場後直接轉車至預定旅館。第二天搭乘都營大江戶線地鐵到達本鄉三丁目站後，徒步約十分鐘後可抵達東京大學拜訪 Prof. Tung，(圖一為東京大學校門口以及校園內的照片)。我到達東京大學後發現，作為在世界上享有盛譽的著名高等學府，東京大學的主校門顯得十分低調，沒有磅礴的氣勢，甚至連學校的標示都沒有，令我感到十分訝異甚至一度覺得是否有找錯地點。Prof. Tung 致力於二維材料的開發，例如石墨烯以及二維硫化物等，同時也擅長利用 CVD 製程成長二維碳材料，所製作的樣品具有極高的導電性與優異的化學穩定性。本次的拜訪主要是討論關於利用 CVD 法進行材料碳包覆的可行性，由於無論是鋰電池正極或負極材料，通常導電性都偏低因此需要添加大量的導電助劑進行混漿及極片塗佈。若可以事先將鋰電池材料透過 CVD 包覆一層具有高導電性的碳材，不僅可以有效提升材料的導電度。同時，所包覆的這層碳膜由於其優異的化學穩定性，在電化學反應中或許也可以扮演一個保護層用以隔絕電池材料與電解液，避免其發生電解液裂解、材料溶出或是脹氣等副反應。而一般的 CVD 製程僅可用於碳薄膜的成長，對於粉體的包覆目前國際間研究並不多。Prof. Tung 開發的技術可適用於粉體的包覆，此方法對於鋰電池材料的改質是相當大的幫助。本次的拜訪也從 Prof. Tung 帶回了改質前與改質後的 SiO_x 樣品(如圖二所示，可以發現在還沒包覆之前 SiO_x 呈現偏深褐色的外觀，但經過 CVD 碳包覆以後其顏色明顯變深)，可供我進行後續的電池組裝以及電性分析等工作，做進一步的改質效果確認。除此之外，我也從這次的拜訪得知了關鍵 CVD 改質設備的供應商，未來若電性效果確認可行，可於綠能所自行建立相關製程。此技術的發展將有助於本所開發高階鋰電池正極與負極材料。



圖一、東京大學校門口及校園內之照片。



圖二、 SiO_x 負極材料於 CVD 碳包覆前(左)與碳包覆之後(右)。

第三天至第五天則參加2023年日本智慧能源週展覽，本次的展覽是在幕張展覽館舉辦，搭乘 JR 千葉線到達海濱幕張站後，徒步約十分鐘後可抵達展會現場。抵達現場後，會場內人員相當多，儲能方面的展覽主要有1.鋰電池關鍵物料 2.鋰電池電芯與儲能系統及3.製程與分析設備三大類。由於展出廠商非常多，因此第三天(9月13日)我主要先看鋰電池關鍵物料和鋰電池電芯與儲能系統方面的攤位，本次的展覽在鋰電池關鍵物料方面，我只有看到高容量矽基負極材料(SiO_x 和 SiC)的展出，例如 KOREA METAL SILICON 推出的 SiO_x 前驅物產品，根據解說人員的說法他們是將一般的 SiO_2 和 Si 用某種比例混合後，在保護氣氛下進行共燒後， SiO_2 與 Si 因為彼此進行氧化還原反應會生成非化學計量(non-stoichiometric)的 SiO_x 產物，他們所製造的 SiO_x 克電容量可以高達1600 mAh/g，但是因為 SiO_x 負極材料在充放電過程中，具有極大的體積變化。因此目前的應用都是將矽基負極材料以3~5wt%的比例添加置人工石墨負極中，用以提高人工石墨之能量密度。但須注意的是 KOREA METAL SILICON 推出的 SiO_x 產品僅是前驅物狀態，一般導電性相當差無法直接使用，故需在進行包碳處理提高導電性以後才能添加至人工石墨當中。



圖三、KOREA METAL SILICON 的攤位以及 SiO_x 前驅物產品之照片。

而在 ITSUWA CORPORATION 的攤位中，則可以看到他們推出經碳包覆之 SiO_x 產品，目前市面上常見的手法是利用導電碳材如石墨烯、石墨片等與瀝青一起混合後，在和 SiO_x 進行混練可以得到高導電碳材包覆之 SiO_x ，而我在 ITSUWA CORPORATION 的攤位中發現他們的 SiO_x 產品是與台灣碳材有限公司合作開發的，而這種改質方法與先前討論的 CVD 法在製程上有極大的不同，另外改質後的特性差異也還不清楚，因此未來或許可以與台灣碳材有限公司接觸，來釐清這兩種改質手法的優劣性。



圖四、ITSUWA CORPORATION 的攤位以及導電包覆材料之照片。

另外我也會場看到來自大陸惠強新能源的隔離膜攤位，他們的隔離膜主要有 PP 單層膜、PP/PP/PP 三層膜以及 PP/PE/PP 三層膜三種規格。根據現場解說人員的說法，若鋰電池的要求是以動力型的為主，則採用 PP 單層膜的產品做為內部隔離膜，因此單

層所以阻抗較低使得鋰離子的傳導較快。而若鋰電池是應用在大型儲能或其他安全需求較高的應用則使用三層膜的產品，因為隔離膜厚度較大在某種程度上可以降低鋰晶枝刺穿隔離膜的機率。而比較值得注意的是他們的 PP/PE/PP 三層膜產品中，引入了 PE 材質在中間，根據他們的說法當鋰電池內部溫度升溫至 120°C 以後，因此溫度已超過 PE 之玻璃轉化溫度，所以 PE 將開始產生 heat-melting 現象進而使隔離膜閉孔，這是一種當溫度異常發生的保護機制用來緊急關閉鋰電池的功能。



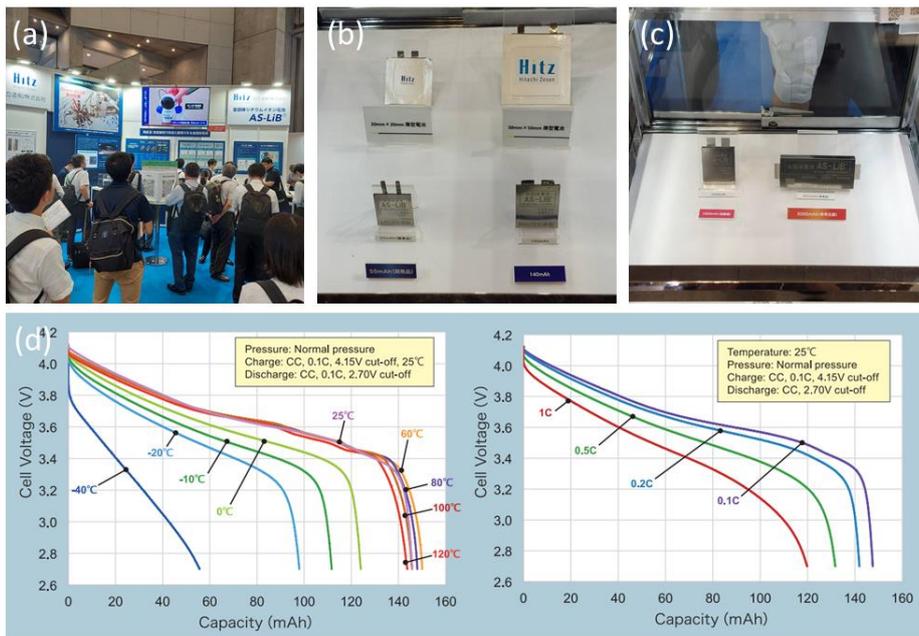
圖五、惠強新能源的隔離膜攤位及其相關產品照片。

在鋰電池電解液方面，大陸山東的永浩科技主要是開發一些電解液添加劑，用於目前市面上主流的電解液系統當中，在當天我有看到幾款電解液添加劑包含碳酸乙烯酯(VC)、1,3-丙烷磺內酯(1,3-PS)以及氯代碳酸乙烯酯(CEC)。其中碳酸乙烯酯(VC)是一種成膜劑，它可以優先在負極表面形成一緻密的 SEI 膜，保護負極材料避免脹氣等副反應發生，可用來提高鋰電池的循環壽命。這樣的添加劑與我過去開發的 CMDDBD 電解液添加劑非常類似，但是 CMDDBD 主要是針對正極材料提供一緻密的 CEI 膜，因此若可以將 VC 與 CMDDBD 一起添加至商用電解液中，那麼或許正負極材料可同時獲得適當的保護，這對於我們未來想開發的高電壓 LNMO//LTO 全電池系統或許是一種可以嘗試的解決方案。而1,3-丙烷磺內酯(1,3-PS)添加劑擁有極佳的熱穩定性，當它加入電解液後也可優先在負極材料表面形成一緻化層，並能改善電池的高低溫充放電性能，目前已實際應用在三元正極/石墨+C@SiO_x的鋰電池系統當中。



圖六、永浩科技攤位及其電解液添加劑相關產品介紹。

在鋰電池電芯方面的展出中，讓我較印象深刻的是 Hitachi Zosen Corporation (Hitz) 攤位中介紹的全固態鋰電池電芯。他們的產品訴求三大特性：1.高安全性 2.寬廣的溫度操作區間 3. 適用高真空環境。在他們的產品介紹中並沒有特別提到他們的固態電解質是使用哪種系統(例如擬固態或陶瓷材料等)，從他們的型錄介紹中可以發現溫度操作區間可高達 -40°C ~ 120°C ，但是在快充能力部分大概就是只能到1 C的電流密度左右，同時以他們現場展出的產品來看，電池額定容量大概只有55 mAh、140 mAh、1000 mAh和5000 mAh四種規格，且設計容量都不大。因此目前在全固態電池的發展仍舊不足應付目前市場的需求，在快充性與電芯大小方面仍需要時間，短期內應無法取代目前液態鋰電池系統。



圖七、Hitachi Zosen Corporation 關於其固態電持相關產品介紹及其電性分析。

另外在儲能系統方面，現場較大的攤位有安瑞哲能源(ANPL)以及 CONNEXX SYSTEMS。安瑞哲能源公司的產品主要有工業用儲能系統、家庭式儲能系統、UPS 不斷電系統以及通訊基地使用之儲能系統。他們的系統主打 1.優異的防火設計包含周邊有效的絕熱材質、全天候的溫度感知系統、儲能系統嵌入式的消火劑與火災感知傳感器以及2. 有效的熱管理系統與水冷系統，平均可以使儲能系統的工作溫度降低約 5~7 °C，使儲能系統的壽命提升約20%。另外，CONNEXX SYSTEMS 它們推出的儲能系統令我感到印象深刻，他們的專有技術(已獲得美國、歐洲和日本專利)是將多種不同類型的電池集結在一起，以充分發揮每個電池的特性，並在性能方面發揮協同作用。根據他們現場人員的說法，鋰離子電池是一種具有幾乎100%充電效率的優秀電池，但由於某種原因，一旦過充電狀態發生，由於能量異常積累，可能會導致熱暴走，最終可能導致爆裂和火災等根本性風險。另一方面，像鉛酸電池這樣的水性電池具有一種特性，即由於電解液的分解反應，一旦超過一定能量，就會以熱的形式散發到系統外部。因此他們將這兩種電池結合開發出混合式的儲能系統。在他們的測試結果中，隨著溫度上升，能量從鋰離子電池傳輸到鉛酸電池的速度呈指數增長，從而保持了鋰離子電池的安全狀態，因此在測試完成之前沒有達到危險狀態。這種獨特的自動安全恢復功能是混合式儲能系統的最大特點。



圖八、安瑞哲能源(ANPL)之攤位與其相關儲能系統介紹。



圖九、CONNEXX SYSTEMS 攤位與其相關儲能系統介紹。

除此之外，在本次會展中我看到許多各種可攜式鋰電池儲能系統的產品。這些可攜帶型的小型儲能系統被設計為輕便、緊湊，可以隨時攜帶並連接到各種設備或應用中。除了便於攜帶和移動之外，它們可以通過電網、太陽能電池板、風能發電機或其他可再生能源進行充電，然後可以用於供電各種設備，如行動電話、筆記型電腦、露營設備、戶外照明等。而且可以根據需求選擇不同的額定容量，並具有具有多種輸出介面，包括 USB 埠、AC 電源插座等，以適應各種設備的充電需求。在展場中呈現出來的應用情景包含：露營、遠足、釣魚等戶外活動所需要的照明和小型電器提供電力的理想能源來源，也可與太陽能電池板結合使用，以便在戶外或露天環境中捕獲太陽能並存儲電能。或是作為緊急備用電源，供電手機、手電筒、無線通訊設備等，以應對停電或災難情況。



圖十、會場中展示各種可攜式小型儲能系統。

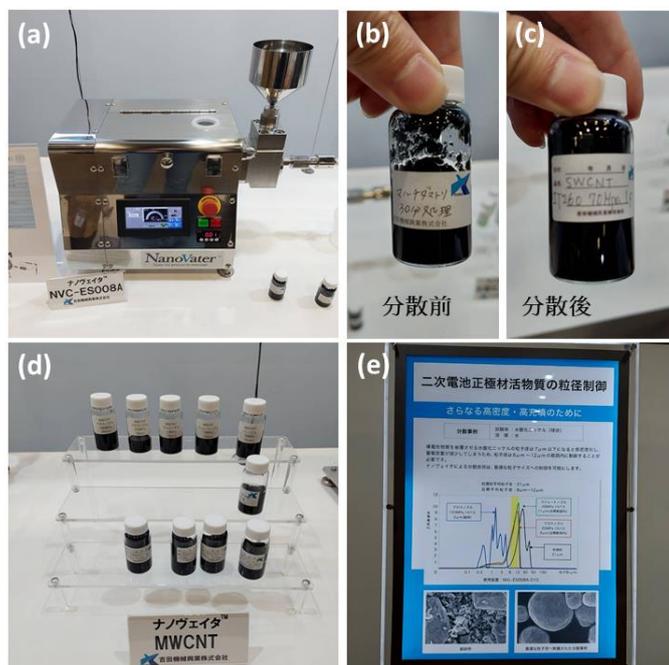
在2023日本智慧能源週的第二天，我主要參觀並詢問關於鋰電池材料處理設備、材料分析設備以及電芯製作等相關製程設備。當天有許多關於鋰電池正/負極與導電助劑之混合設備，目前我們使用的設備是3D 混合機，目前使用的狀況發現混合效果並不優異有待加強，同時處理的樣品需求量也較大，因此對於一些實驗室開發的樣品而言由於量體較小所以也無法有效使用。在此次的展覽中我看到了一些較有彈性的混合機，除了用一般的公轉自轉模式進行物料的混合之外，同時也可搭配超音波震盪使混合效果更進一步提升。除此之外，進行混合時也有真空功能可以針對膠料進行脫泡，所短工作所需時間。而設備本身也設計了各種不同尺寸的置具，可以針對不同量體的樣品進行混合，這樣的混合工具對我們而言是十分需要的。



圖十一、展會上各種鋰電池材料混合設備的介紹。

除了鋰電池材料與導電助劑如石墨片、奈米碳管或石墨烯的混合之外，這些奈米級導電碳材的事先分散處理也是相當重要的一環。過去我們需要花費大量的時間透過超音波震盪或是表面改質進行分散。而在此次的會場中，吉田機械興業株式會社所展出的分散設備讓我感到十分有興趣，他們的設備可以在10分鐘之內對奈米碳管進行有效地分散，在現場中他們也實際操作分散奈米碳管的試驗給我觀摩，奈米碳管因為它的高比表面積與極大的長寬比，因此在經過有效的分散後其分散液黏度會大幅提高。這是我過去實驗的經驗，而在他們現場的展示當中的確經過設備處理過的奈米碳管分

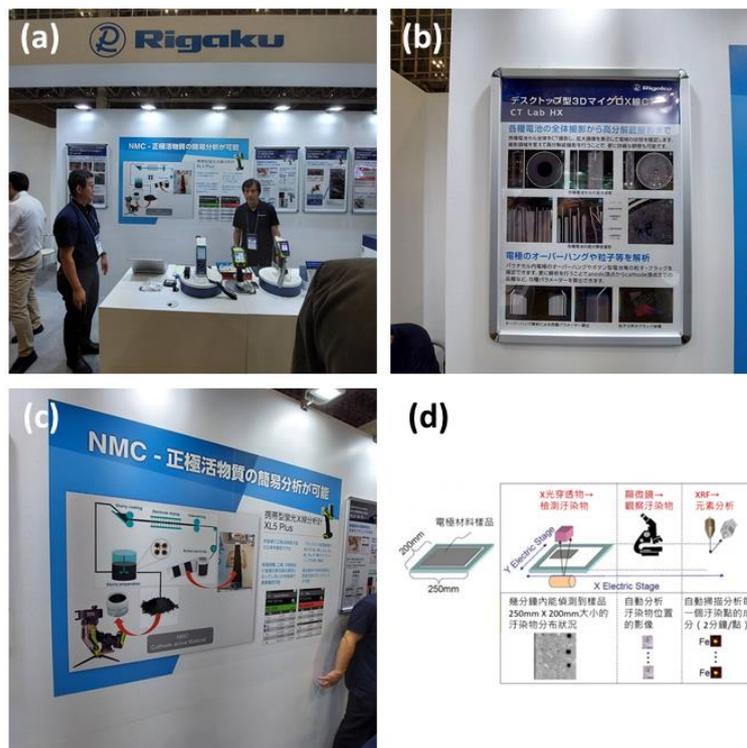
散液呈現出極高的黏性，且他們使用的奈米碳管本身非常蓬鬆代表樣品並無經過任何事先的改質，整個分散的時程大約是10~15分鐘，分散效果十分顯著。除此之外，他們的分散設備也適用於鋰電池正/負極材料，是屬於相當高效的分散設備。



圖十二、吉田機械興業株式會社所展出的分散設備以及奈米碳管分散前後的照片。

另外，Rigaku 廠商在現場也展示了他們攜帶型螢光 X 線分析計的鋰電池材料與極片分析設備，針對電極材料的品質控管，傳統的作法是透過感應耦合電漿光譜儀（ICP）來分析材料是否有異物汙染；但這樣分析除了分析時間長之外，分析的盲點是樣品取樣少，代表性不夠，再者，並沒有辦法得知汙染物的大小以及數量。另一個傳統作法是透過穿透式電子顯微鏡（SEM-EDS），雖然可以直接觀察材料中的異物大小及數量分佈，但是，這同樣存在著只能測試到材料表層的盲點，當汙染異物在底層時，則無法有效分析而導致失真。為了有效解決分析上的盲點，目前日本許多鋰電池材料公司

、電芯生產大廠，已經改用同時結合 X 光穿透功能、高速影像掃描以及元素分析功能的高階 X 射線螢光分析儀（XRF）作為異物分析的有利工具



圖十三、Rigaku 廠商參展的攜帶型螢光 X 線分析計於鋰電池方面的應用。

在當天會場中我也看到了神戶大學 木村健次郎教授所開發的鋰電池影像診斷技術。過去在電子元件分析中，由於沒有直接視覺化電流的裝置，因此在開發電子元件時往往很難確定故障點。因此，人們對直接視覺化電流的裝置寄予了很大的期望。而木村健次郎教授的團隊所開發的圖像診斷系統，是一種非破壞式的檢測方法，可直接大面積地且快速地觀察電子元件內部缺陷，同時以超高解析度映射化電池內部的電流路徑，特別是能夠診斷出鋰硫二次電池、金屬鋰二次電池、鋰銅二次電池等負極產生的枝晶（Dendrite），有望預防事故的發生。磁場映射技術能夠有效檢測出這些電極之間的異常電流。



圖十四、神戶大學木村健次郎教授的團隊所開發的圖像診斷系統。

除此之外，會場中還有一些自動化設備包括小型的連續式 roll to roll 塗佈設備、光學式線上膜厚偵測設備以及超音波金屬接合設備用於軟包鋰電池中的極耳焊接和自動化鋰電池漿料配方調製設備等。對於未來要進行小型電芯試驗研究來說，是相當迫切需要的研究設備。



圖十五、鋰電池電芯相關製程設備(a,b)連續式 roll to roll 塗佈設備；(c)光學式線上膜厚偵測儀；(d,e) 超音波金屬接合設備和(f) 自動化鋰電池漿料配方調製設備。

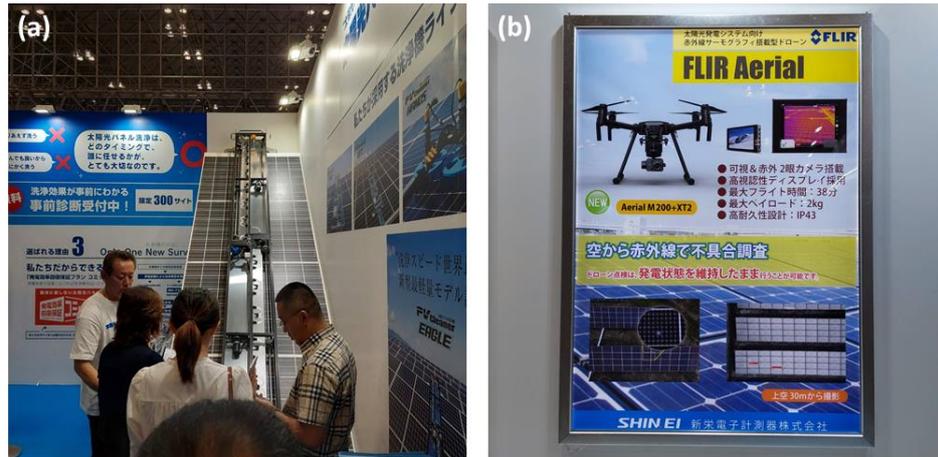
在本次日本智慧能源週的最後一天，我也參觀其他展覽主題像是太陽能電池與淨零碳排等議題。在太陽能電池的部分，日本發展了很多新穎的矽基太陽能板例如：(1) 曲面太陽能板；(2) 建材一體型之太陽能板；(3) 雙面受光行太陽能板和(4) 超疏水自潔型太陽能板等。曲面太陽能板：曲面太陽能板是一種具有彎曲或凹凸曲線形狀的太陽能板，與傳統的平面太陽能板不同。這種設計能夠更好地捕獲和利用太陽能，因為它可以在不同的角度和方向上收集太陽光線。曲面太陽能板常常被用於建築物的屋頂或牆壁，以便更高效地利用可用的表面。建材一體型太陽能板：建材一體型太陽能板是將太陽能電池集成到建築材料中的太陽能板。這種類型的太陽能板可以用於建築外牆、屋頂瓦片、窗戶、遮陽板等，實現了太陽能發電與建築一體化，同時具有美觀的外觀。這些太陽能板通常被設計成與建築物的整體外觀相協調。雙面受光行太陽能板：雙面受光行太陽能板是一種能夠從上方和下方吸收太陽光的太陽能板。它們通常設計為透明或半透明的材料，以便太陽光可以透過太陽能板的頂部和底部都被捕獲。這提高了

太陽能板的能量收集效率以及空間使用率，因為它們可以利用來自地面反射的光線。超疏水自潔型太陽能板：這種太陽能板表面被設計成具有超疏水性質，這意味著水滴會快速滾動並帶走表面上的塵埃和污垢，從而保持太陽能板表面的清潔。這種設計有助於提高太陽能板的性能，因為塵埃和污垢的積累可能會降低能量轉換效率。超疏水自潔型太陽能板通常在需要經常清潔的環境中使用，以減少維護成本。



圖十六、日本智慧能源週所展示的新穎矽基太陽能電池面板(a) 曲面太陽能板；(b,c) 建材一體型之太陽能板；(d-f) 雙面受光行太陽能板；(g,h) 超疏水自潔型太陽能板等。

同時在會場中也看到了一些太陽能電池面自動清潔設備和綠能所再生能源組類似的監控系統如無人機監控面板溫度等。太陽能電池面自動清潔設備：這些設備設計用於定期清潔太陽能電池板的表面，以去除塵埃、污垢、鳥糞等污染物，從而保持太陽能電池板的高效能量轉換。自動清潔設備可以採用不同的工作原理，例如機械刷子、水噴射系統或超聲波清潔技術。它們通常與太陽能陣列集成，根據需要自動運行或按計劃執行清潔操作，以確保太陽能系統的性能不受影響。無人機監控太陽能面板溫度：無人機可以用於監測太陽能電池板的溫度分佈。通過使用紅外熱像儀或熱成像技術，無人機可以飛越太陽能陣列並檢測每個電池板的溫度。這對於識別任何存在於太陽能電池板上的故障或問題非常有用。如果某個電池板的溫度異常高或異常低，可能表明該板有故障或阻塞。這種早期檢測有助於減少系統維護成本，並確保太陽能電池系統的穩定性和性能。這兩種技術的結合可以提高太陽能電池系統的效率 and 可靠性，減少維護工作的需要，並確保系統在各種天氣條件下都能正常運行。



圖十七、(a) 太陽能電池面自動清潔設備；(b) 無人機溫度監測系統。

最後，在本次日本智慧能源週當中，現場也有許多關於日本淨零碳排的推廣，日本在推廣淨零碳排放方面採取了一系列措施，以下是一些主要的推廣淨零碳排放的措施和現狀：(1)碳中和目標：日本政府宣佈了碳中和的目標，計畫在2050年之前實現淨零碳排放。這一目標旨在降低溫室氣體排放，應對氣候變化，並促進可持續發展。(2)可再生能源：日本鼓勵可再生能源的使用，包括太陽能和風能。政府採取了一系列措施，鼓勵可再生能源項目的發展，包括提供津貼和稅收激勵措施。(3)電動交通工具：日本正在積極推廣電動汽車和充電基礎設施的發展。這有助於減少道路交通部分的碳排放。(4)氫能源：日本也在積極發展氫能源技術，包括氫燃料電池汽車和氫能源基礎設施。氫被認為是一種清潔能源，可以在多個領域使用。(5)核能：儘管福島核事故對日本的核能政策產生了影響，但核能仍然是該國能源組合的一部分。政府正在審查和改進核能安全標準。(6)綠色金融：日本的金融機構開始關注綠色金融，並鼓勵可持續投資和專案。這有助於推動低碳和可持續經濟的發展。(7)國際合作：日本積極參與國際氣候變化協定，如巴黎協定，並與其他國家合作，共同應對氣候變化挑戰。



圖十八、日本目前於淨零碳排方面的推廣現況。

3. 具體成效

本次出國之具體成效有下列三點:

1. 參加日本智慧能源週，了解二次電池最新發展動態，並尋求鋰電池相關物料供應商，如正負極材料、導電助劑及電解液等。同時獲得許多材料分析設備與製程設備之相關資訊，有助於未來在儲能材料方面的研發推展。另外，亦可藉此機會與其他國際廠商討論了解目前鈦酸鋰電池之應用趨勢，討論未來可行的合作方式，為未來銷售鈦酸鋰產品做準備。
2. 在日本國際智慧能源周同期展出的 SMART GRID EXPO，是日本最大的國際智能電網與儲能系統展會，藉由本次的參與可以瞭解目前國際間最新的大型儲能應用以及技術發展。同時也藉此機會觀摩日本於太陽能電池與後續維運方面的技術發展，以及目前日本於淨零碳排方面的推廣。
3. 藉由拜訪東京大學化學系統工程學系，討論關於 CVD 製程開發結構穩定之 SiC 及 SiO_x 高能量密度負極材料，有助於本所未來建立新穎負極材料技術以及高導電度碳包覆技術。

4. 心得及建議

心得

今年我非常榮幸有機會代表綠能所參加2023年日本智慧能源週，特別是關於儲能方面的展覽。這次的經驗對我未來在儲能領域的發展將會有極大的幫助。這次的展覽提供了一個絕佳的機會，讓我深入了解了日本在儲能技術和可再生能源整合方面的最新進展。日本一直是全球儲能技術的領導者之一，並且在面對能源挑戰時提供了許多別具創新性的解決方案。我從不同的出展攤位和會場中小型研討會中學到了許多關於電池技術、儲能系統的有效運用，以及可再生能源整合的最佳實踐。另外，本次的出國也讓我有機會與日本或其他國家的儲能相關專家交流並建立聯繫。這種國際交流為我提供了不僅僅是知識交流的機會，還有可能對未來建立新的合作關係。此外，這次的展覽也時時刻刻地強調可持續發展和環保的重要性。日本在可再生能源和儲能領域的投資和承諾，讓我深刻地認識到這些議題在未來能源行業中的關鍵地位。我們有責任積極參與並為可持續能源未來的建設作出貢獻。

建議事項

1. 日本每年舉辦的大型國際鋰電池相關展覽除了 BATTERY JAPAN 以外，另一個就是日本的國際智慧能源週，由於在這樣的會場可以接觸到許多國際的電芯廠或相關廠商到此尋求材料合作的機會，因此建議未來可以整合一些目前公司研究所內已較為成熟的研發題目到日本參展，藉此推廣儲能相關的新產品。
2. 本次參訪發現這些國際廠商對於推廣儲能方面的產品，是以一個團隊的方式在進行，產品規格的討論有相關的研究人員，產品量產的部分有相對應的工程師，而在產品推廣銷售方面也有相關的業務窗口。整個團隊相當完整而且專業。而綠能所畢竟只是一個研發單位，要單獨處理這麼多複雜且具專業性的工作極為困難，建議未來在發展出成熟的儲能材料或其他相關產品時，能有配合的單位一起來協助關於視量產、建置量產線以及企劃行銷這部分的工作。