

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

出國報告（出國類別：其他）

參加日本東京 PV EXPO 2017 國際性 太陽光電展覽會

服務機關：台灣中油股份有限公司—綠能科技研究所

姓名職稱：黃冠傑 化學工程師

派赴國家：日本

出國期間：民國 106 年 02 月 27 日至 106 年 03 月 03 日

報告日期：民國 106 年 03 月 15 日

摘要

由於太陽能具有潔淨、安全及豐沛來源等優點，因此成為再生能源科技主要發展重點之一。各國產官學為了落實太陽能發展，不遺餘力，其中日本自 2011 年東日本大地震發生後，日本政府提供高額太陽能補助，使得日本太陽能安裝量大幅增加。此次參加於日本東京舉行的 PV EXPO 2017 國際性展覽會，除了吸收日本最新的太陽能發展資訊以外，也了解各國業界目前太陽光電技術動向。另外也參訪了東京大學的 Segawa(瀨川)教授研究室，了解前瞻性薄膜太陽能電池相關訊息及發展。藉由此次出國交流，所獲得的具體成效為帶回許多最新與太陽能面板相關之效能及維護設備的資料，另外也得到薄膜製作方式的參考資訊，故將有助於台灣中油綠能科技研究所在太陽能業務方面的研發規劃。

目次

摘要.....	2
目次.....	3
圖表目錄.....	4
本文.....	6
一、目的.....	6
二、過程.....	6
1. 參訪東京大學瀨川教授薄膜太陽能電池研究室.....	7
2. 參加 PV EXPO 2017 國際性太陽光電展覽會.....	10
三、心得及建議.....	23
四、具體成效.....	24

圖表目錄

圖 1、(a)東京大學駒場校區門口，(b)先端科學技術研究中心 3 號館南棟門口.....	7
圖 2、研究成果海報及電池實體.....	7
圖 3、(a)太陽能電池背包，(b)引進光致色變技術的裝飾品.....	8
圖 4、大面積太陽能電池模組.....	8
圖 5、有機合成實驗室入口.....	9
圖 6、(a)本人位於東京國際展示場門口，(b)World Smart Energy Week 系列展覽會位置 之平面圖.....	10
圖 7、PV EXPO 2017 開幕典禮.....	11
圖 8、Kaneka 公司展區.....	11
圖 9、Suntech 公司展區.....	12
圖 10、Sharp 公司展區.....	12
圖 11、Toshiba 公司的(a)展區，(b)太陽能模組，(c)模型.....	13
圖 12、LG 公司的(a)展區，(b)海報，(c)太陽能模組.....	14
圖 13、Solarworld 公司展區.....	15
圖 14、Qcells 公司的(a)海報，(b)太陽能模組.....	15
圖 15、DSM 公司展區的海報.....	16
圖 16、杜邦公司展區的海報.....	17
圖 17、npc 公司展區.....	17

圖 18、Solopower 公司展區.....	18
圖 19、Panasonic 公司的(a)展區，(b)太陽能模組.....	19
圖 20、(a)PRIUS PHV 汽車實體及其(b)車頂.....	19
圖 21、DMM.com 展示區的(a)攤位與(b)太陽能模組.....	20
圖 22、(a)新日光公司及(b)同昱能源公司的展區.....	20
圖 23、Golden Leaf-Works 公司展區展示.....	21
圖 24、Sinfonia 公司展區展示.....	21
圖 25、Bell Energy 公司展區展示.....	22
表 1、參訪行程與時間.....	6

本文

一、 目的

此次參加日本東京 PV EXPO 2017 國際性太陽光電展覽會，是為了了解目前國際間最新的太陽能產品技術、收集產品相關資訊、並與業界先進交流、建立人脈。另外參訪東京大學 Segawa(瀨川)教授的薄膜太陽能電池研究室，藉以獲得現階段日本學界最新的薄膜太陽能電池技術發展資訊，並了解薄膜太陽能電池的研發動向。以上相關資訊與經驗有助於配合台灣中油公司在太陽光電系統建置及鈣鈦礦(Perovskite)薄膜太陽能電池開發的業務需求，引進合適應用之產品及具有潛力之技術。

二、 過程

參訪行程與時間安排如表 1。

表 1、參訪行程與時間

日期	主要工作內容
106/02/27(一)	傍晚啟程：臺灣松山機場 → 日本羽田機場
106/02/28(二)	參訪東京大學瀨川教授薄膜太陽能電池研究室
106/03/01(三)	參加 PV EXPO 2017 國際性太陽光電展覽會
106/03/02(四)	參加 PV EXPO 2017 國際性太陽光電展覽會
106/03/03(五)	參加 PV EXPO 2017 國際性太陽光電展覽會，午後返程：日本羽田機場 → 臺灣松山機場

1. 參訪東京大學瀨川教授薄膜太陽能電池研究室

瀨川教授薄膜太陽能電池研究室位於東京大學駒場校區(The University of Tokyo, Komaba, 圖 1a)的先端科學技術研究中心 3 號館南棟(圖 1b)。在研究室入口處交誼廳展示了數張關於有機太陽能電池(包括染料敏化太陽能電池)類型的研究成果海報及電池實體應用, 如圖 2 所示。



圖 1、(a)東京大學駒場校區門口, (b)先端科學技術研究中心 3 號館南棟門口



圖 2、研究成果海報及電池實體

展示實體中，大部分以大面積電池的次模組結構呈現，並將該類型太陽能電池結合背包做為更生活化應用(圖 3a)，另外，也採用了光致色變技術，結合藝術元素，製作出具有花朵圖形的裝飾品(圖 3b)，因而增添不少美觀。值得一提的是，在另一角落置放了每片由 25 片次模組組裝而成的模組，共 4 片(圖 4)，如此模組具有大功率輸出的優勢，更增加不少該類型電池的用途。

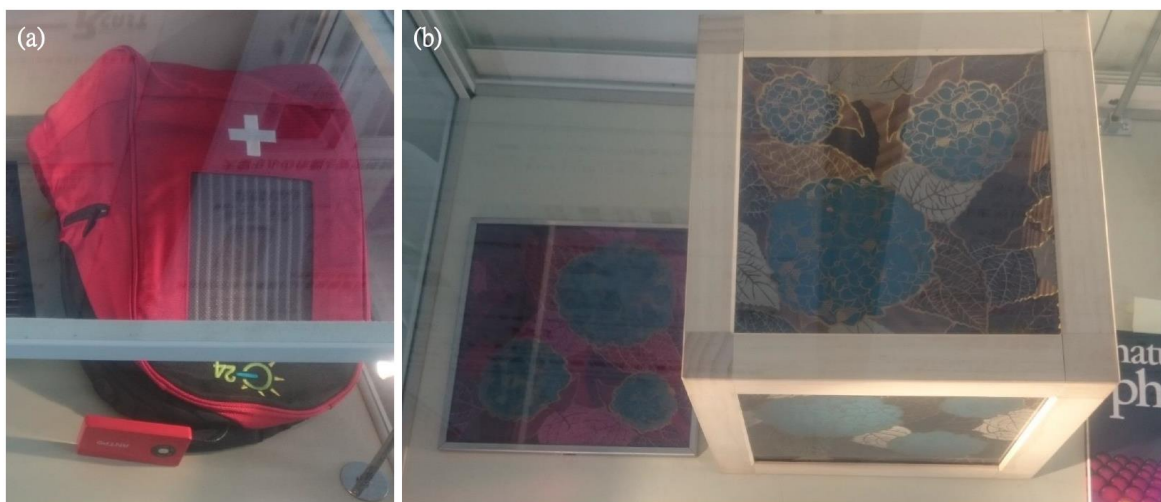


圖 3、(a)太陽能電池背包，(b)引進光致色變技術的裝飾品



圖 4、大面積太陽能電池模組

瀨川教授研究室擁有專門能夠合成應用於電池之材料(例如為鈣鈦礦材料前驅物)的實驗室，如圖 5 所示，此實驗室主要負責有機合成，而將合成出來的新材料，進一步提供到瀨川教授另一間實驗室進行電池製作及元件光電特性分析，其中也包含鈣鈦礦薄膜太陽能電池。瀨川教授研究團隊在鈣鈦礦薄膜太陽能電池的開發方面，專攻順式電池結構，此類型結構是指電池由玻璃基板表面往上的堆疊層依序為透明導電層、電子傳輸層、鈣鈦礦吸收層、電洞傳輸層、以及金屬電極。製程實驗室裡面置放各式大小體積的網印塗佈(Screen printing)機台，主要功用是為了有效沉積具良好均勻性的二氧化鈦(TiO₂)薄膜於導電玻璃基板上，做為鈣鈦礦薄膜太陽能電池中的電子傳輸層，另外實驗室也擁有適用於連續式非真空製程的機台設備，主要功用為製備大面積的元件。



圖 5、有機合成實驗室入口

2. 參加 PV EXPO 2017 國際性太陽光電展覽會

PV EXPO 2017 國際性太陽光電展覽會於日本東京都江東區的東京國際展示場 (Tokyo Big Sight, 圖 6a) 舉行，此展屬於國際智慧能源週(World Smart Energy Week) 系列展覽會之一，國際智慧能源週系列展覽會除了 PV EXPO 外，其它還有展示關於氫能燃料電池相關的 FC EXPO、生質能相關的 BIOMASS EXPO、以及風力發電相關的 WIND EXPO 等，以上會場分別遍佈在東京國際展示場內的東與西展示棟(圖 6b)，如此顯示出日本在各種再生能源領域上的重視。

PV EXPO 2017 展覽會第一天開幕時，數十位知名大廠(例如 Sharp、Hitachi、Siemens 等)的領導者整齊排列在典禮舞台上，一同揭開序幕，場面非常壯觀，如圖 7 所示。本人進入會場後，針對一些與太陽能面板相關及應用的展示區進行了解，首先是應用在建築物，尤其住宅方面，目前有一些廠商朝向零耗能房屋(Zero energy house, 簡稱 ZEH)標準進行佈局，如此將帶動建築整合太陽光電(Building-integrated photovoltaics,



圖 6、(a)本人位於東京國際展示場門口，(b)World Smart Energy Week 系列展覽會位置

之平面圖



圖 7、PV EXPO 2017 開幕典禮

簡稱 BIPV)快速發展，因此整體除了要可以創造能源以外，還須考量儲存能源、節省能源，而其中重要廠商例如 Kaneka、Suntech 公司(圖 8、9)，便推出適用於 ZEH 標準

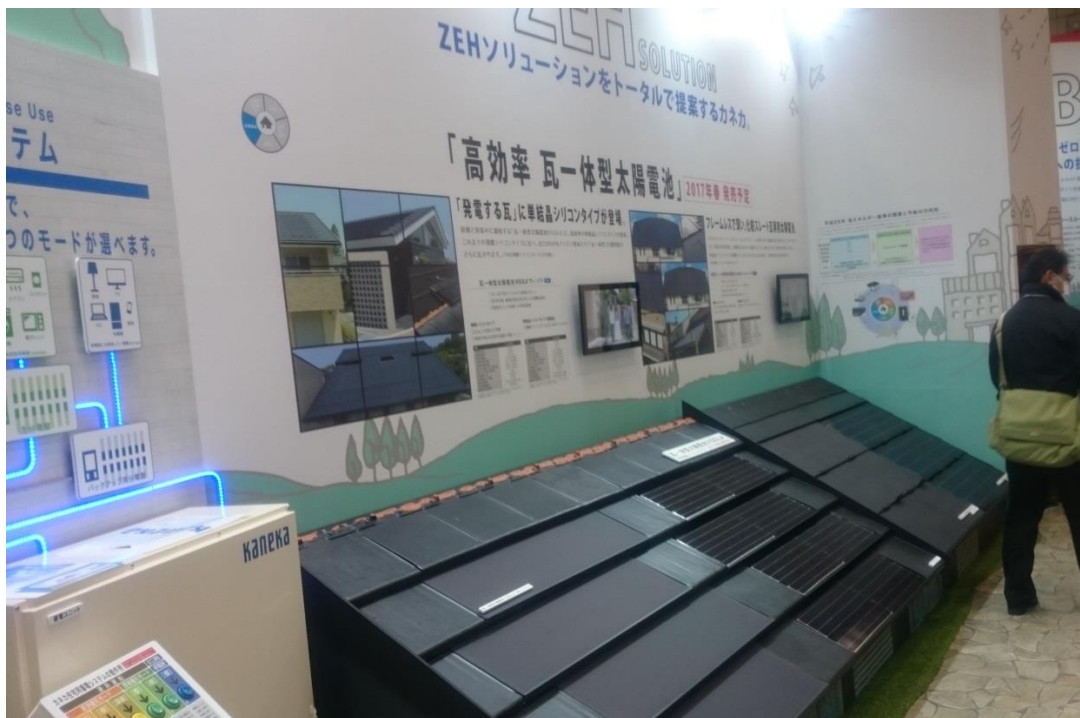


圖 8、Kaneka 公司展區



圖 9、Suntech 公司展區

的相關產品，主要為整合太陽能面板與儲能裝置。為了落實 ZEH，Sharp 公司利用家庭能源管理系統(Home energy management system，簡稱 HEMS，圖 10)控制由太陽能



圖 10、Sharp 公司展區

面板所獲得的綠色能源，有效地使用在家電用品中，而 Sharp 公司推出的太陽能面板也能產生高達 19.6%的光電轉換效率(圖 10)。圖 11a 為 Toshiba 公司的展示區，他們推出的模組效率最佳都能超過 20%，且具有超過 340 W 大功率輸出(圖 11b)，並也展示其面板與住宅搭配的概念(圖 11c)，如此顯示出 Toshiba 公司優越製程技術及實際應用性考量。

就太陽能電池模組而言，韓國大廠 LG 公司展場(圖 12a)推出使用了金屬電極埋進電池中相關技術的高功率模組，主要為減少光線於電池表面被反射的機會，增加電池吸收層對光的吸收率，該系列模組(LG NeON[®] R)可產生 21.1%光電轉換效率及 365 W 輸出功率，其發電量高於一般單晶矽模組的 2.6%(圖 12b、c)，如此令現場許多參觀者感到相當好奇，不斷地研究模組背面結構。LG 公司也有另外主打能夠雙面受光的電



圖 11、Toshiba 公司的(a)展區，(b)太陽能模組，(c)模型



圖 12、LG 公司的(a)展區，(b)海報，(c)太陽能模組

池模組，必須配合支架設計，達到模組可同時對入射光及反射光最佳使用率。而這樣的設計概念也出現在 Solarworld 公司展示區裡，如圖 13 所示，模組基於這樣的結構，可產生約 21.2%效率及約 356 W 輸出功率。為了提升模組效能，增加電池對光的利用



圖 13、Solarworld 公司展區

率無疑是一重要關鍵，就如以上電池兩面受光與隱藏金屬電極的想法一樣，其它相似的概念，例如 Qcells 公司在電池底層置入反射層(圖 14a)，他們能獲得具有 19.7%光電轉換效率的模組，如圖 14b 所示。

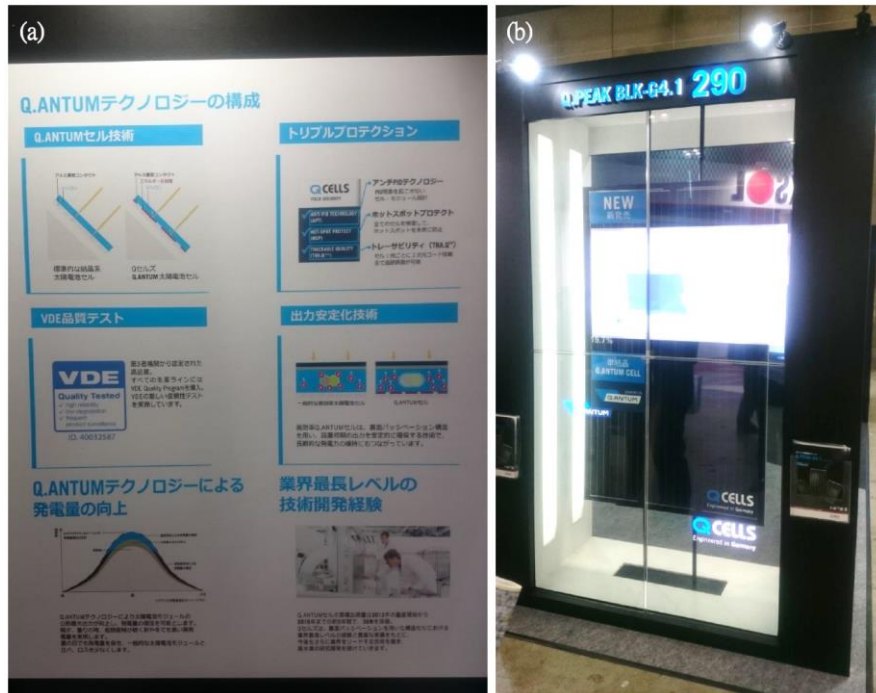


圖 14、Qcells 公司的(a)海報，(b)太陽能模組

另一方面，荷蘭 DSM 公司針對增加電池對光的利用率方面，開發相對應技術及材料，其中包括電池接受入射光的玻璃表面進行抗反射層塗佈(Anti-reflective coating，簡稱 AR coating，圖 15a)處理，以及電池背面玻璃表面塗佈具有高反射性質的白色塗料(圖 15b)，達到降低單位發電成本(Levelized cost of energy，簡稱 LCOE，圖 15a、b)。在展場另一側，杜邦公司展示了他們所開發出適用於高信賴性模組的背板材質 Polyvinyl fluoride (PVF)(圖 16)，其功能可使背板不易破裂，有效保護模組，目前確定模組使用

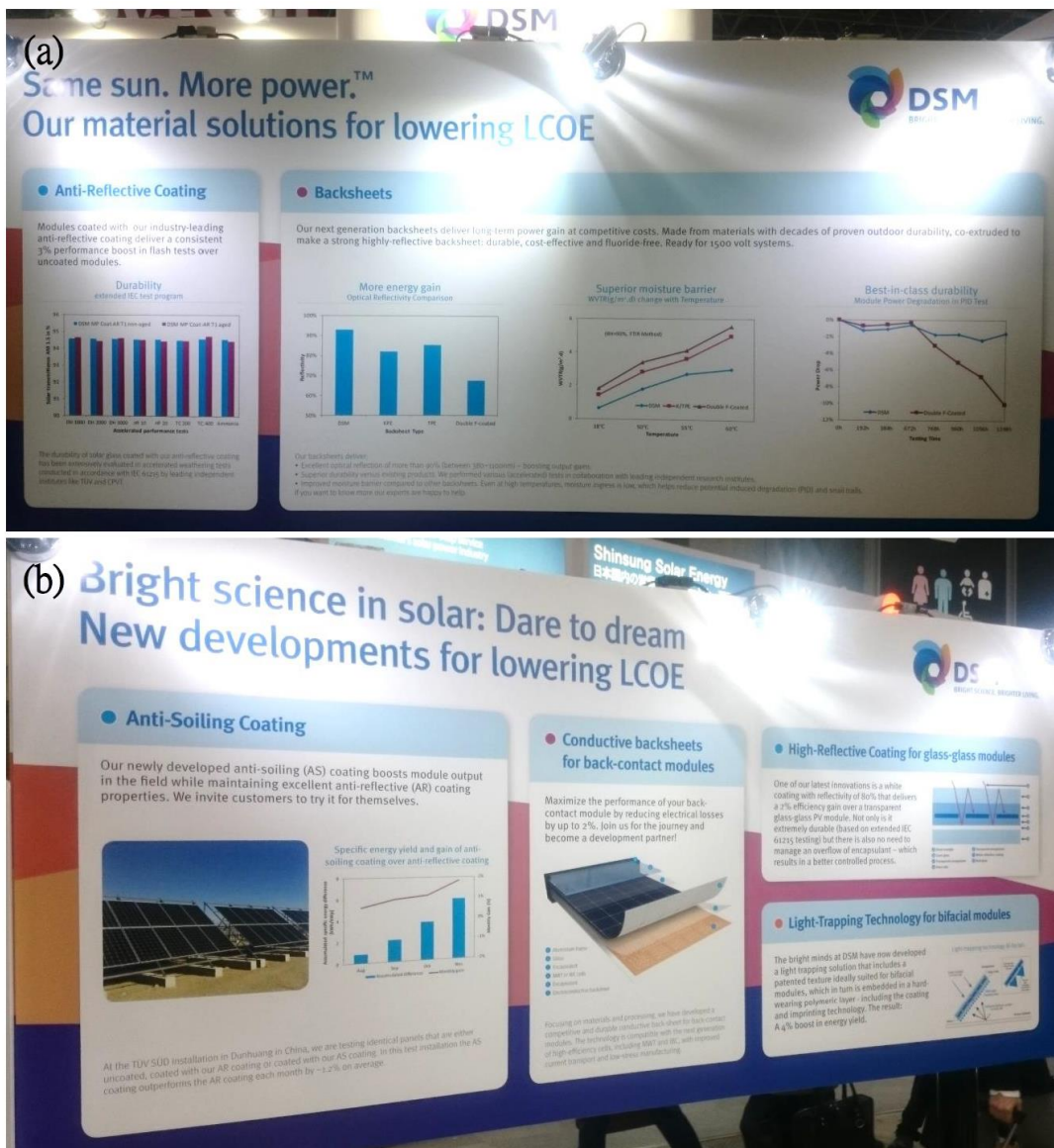


圖 15、DSM 公司展區的海報



圖 16、杜邦公司展區的海報

該類型背板後，能讓模組外觀保持無裂痕至少 19 年，相較於他廠品牌，模組僅能維持 4 年便出現背板材料剝落。而在杜邦公司展區對面則為 npc 公司攤位(圖 17)，他們擁有能夠將模組中的封裝材料 Ethylene vinyl acetate (EVA)整片完整分離的技術。

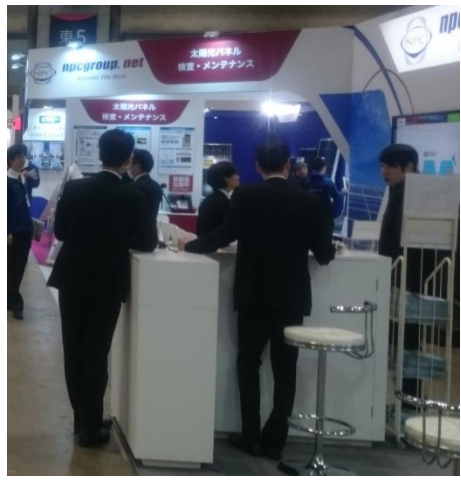


圖 17、npc 公司展區

整個展覽會場幾乎都是以矽晶類型的太陽能電池模組相關為展示主題，在薄膜類型方面，令本人覺得比較有趣的則是 Solopower 公司所呈現以銅銻鎵硒(CIGS)電池為主的 SoloBucket™ 組合方案，如圖 18a 所示，他們發揮了薄膜型電池可撓曲(Flexible)及輕薄的特性(圖 18b)，將模組(邊長約 2 m 與 0.4 m)捲曲起來，收納進盒子中，達到可方便攜帶與使用的目的(圖 18c)，並能提供 80 W 的輸出功率，而模組的光電轉換效率也達約 11~12%。除了矽晶型及 CIGS 薄膜型太陽能模組以外，Panasonic 公司(圖 19a)



圖 18、Solopower 公司展區

特別推出以 heterojunction 結構為主的 HIT[®]系列電池，基本上是利用超薄的非晶矽層搭配單晶矽層相關技術所組合而成，其光電轉換效率可達 19%，如圖 19b 所示。不過 Panasonic 公司攤位令人眼睛為之一亮的是，他們與 Toyota 公司合作所展示的油電混合車 PRIUS PHV (圖 20a)，車頂上所使用的模組能夠與車體完美結合(圖 20b)。而其它

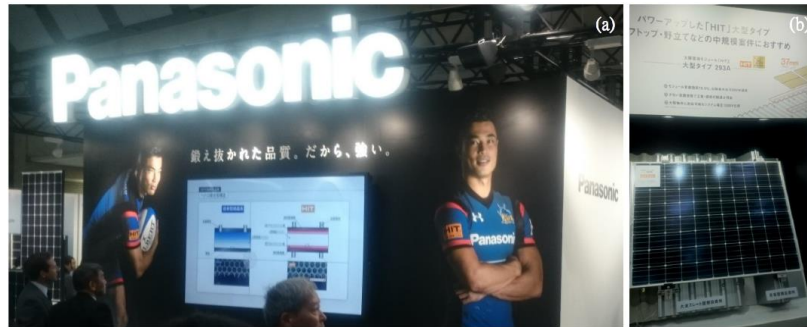


圖 19、Panasonic 公司的(a)展區，(b)太陽能模組



圖 20、(a)PRIUS PHV 汽車實體及其(b)車頂

與車子應用相關的還有 DMM.com 所展示的，他們利用車庫屋頂架設太陽能面板，提供車子進行充電(圖 21a、b)。

整個展覽會中，也有發現不少臺灣廠商來此參展，在面板部分例如有新日光公司(圖 22a)及同昱能源公司(圖 22b)，特別是後者公司將模組整合行走用的步道，如此設計很有獨特性，也代表面板表面必須具有非常優越的防刮、耐壓能力。

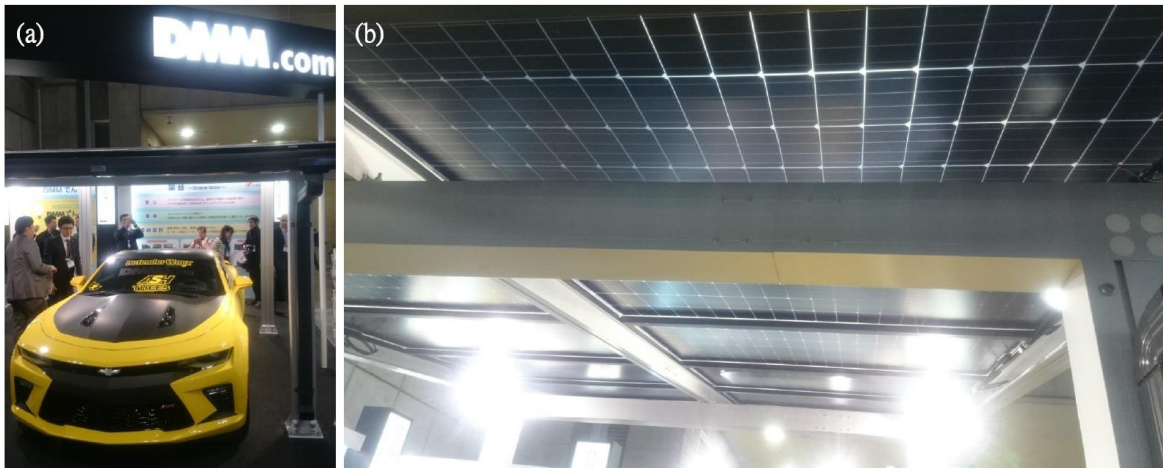


圖 21、DMM.com 展示區的(a)攤位與(b)太陽能模組

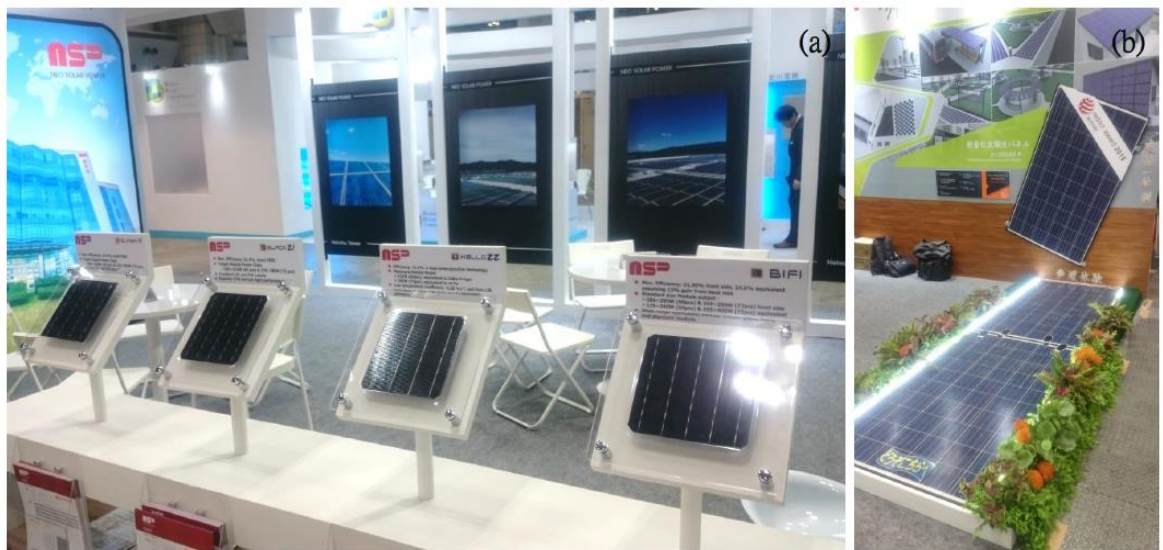


圖 22、(a)新日光公司及(b)同昱能源公司的展區

整個展覽會中，展示有關面板長期維護方面，例如 Golden Leaf-Works 公司(圖 23)與 Sinfonia 公司(圖 24)皆推出自動清洗太陽能面板相關設備，前者利用空氣當作媒介



圖 23、Golden Leaf-Works 公司展區展示



圖 24、Sinfonia 公司展區展示

達到去除面板表面污漬目的，後者則偏向小型智慧型移動清潔裝置，能夠在面板表面上任意移動並灑水清洗面板。還有非常令我感到興趣的是，Bell Energy 公司展區展示了以單晶矽太陽能電池所構成的小型充電裝置，此裝置展開時，具有大的受光面積(接近 900 cm^2 ，圖 25a)，並能直接透過裝置背面的 USB 連接孔(圖 25b)，將電力輸出，電壓可達 5 V 左右，光電轉換效率為 22% ，且整體裝置並沒有置入電容相關元件，此裝置重量約 0.3 kg ，能夠方便攜帶。

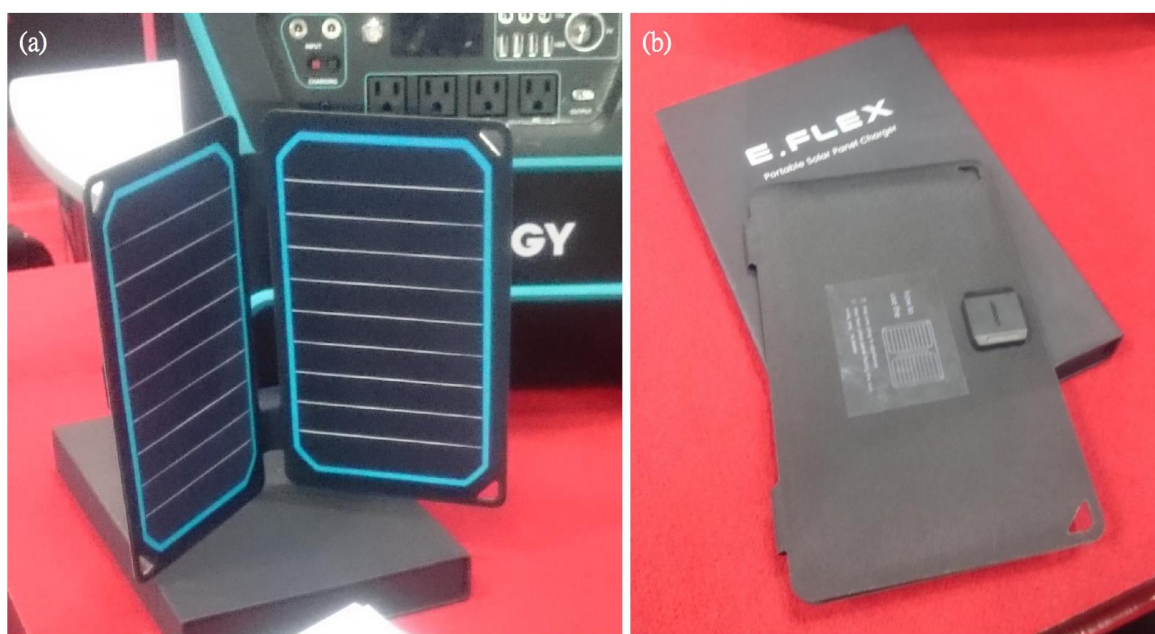


圖 25、Bell Energy 公司展區展示

三、 心得及建議

本人透過這次東京大學與太陽光電展覽會的參訪之旅，深深覺得日本無論在學術界或產業界，研發技術都不斷在創新、突破，且同時重視學界上無法立即量產的前瞻技術開創及業界上實際應用的發展，兩者之間也彼此有所互動，形成一個共同體。儘管展覽會上大部分的廠商僅能以日語為主要語言進行商品介紹，不過經由他們的肢體表達、英文句子片段說明、商品型錄輔助介紹、以及想傳達給參觀者的心意，依然能將重要的資訊傳達給我，也讓我佩服他們敬業的精神與專業的態度。

關於建議部分，整個展覽會場以矽晶類型的太陽能模組為主流，意味著該類型的模組依然普遍被消費者青睞與使用，而對於現階段台灣中油公司綠能科技研究所(以下簡稱中油綠能所)亦是如此，中油綠能所在太陽光電系統開發相關業務方面所扮演的角色比較屬於使用者(User)，因此本人的想法是，雖然目前市面上的矽晶型太陽能模組光電轉換效率平均都有 20% 左右、輸出功率也幾乎都超過 300 W、模組結構本身的長期穩定性也都很優越，如何讓架設在中油加油站雨棚及其他案場上的模組不會因台灣空氣品質不佳(例如懸浮微粒)、北部氣候(例如潮溼)等因素而讓模組效能無法有效發揮，比較起引進高規格、高品質模組，更能突顯中油綠能所自主維運及研發能力，諸如使用類似本報告中所提及的自動清洗太陽能面板相關設備，或者開發適用於面板表面自潔的物料，未來再搭配監測系統進行驗證。另外，薄膜太陽能電池研發方面，本人透過此次展覽會，更加確定須朝向實體應用方向前進，而中油綠能所在薄膜太陽能電池開發初期，便要設立未來終端產品應用目標，例如可為 3C 產品相關充電裝置。

四、 具體成效

帶回許多廠商現場所提供最新的太陽能面板相關資料，可做為本所日後選擇使用何種款式類型面板的參考依據，以及取得維護面板的清潔設備資訊，也可做為未來是否需要採用的評估依據。另外，也能參考日本頂尖研究室的薄膜沉積方式，將有助於本所現階段進行的大面積薄膜電池製備。