

出國報告（出國類別：其他）

參加 2023 日本國際智慧能源週

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：陳田原 電機工程師

派赴國家/地區：日本

出國期間：112年09月12日至112年09月16日

報告日期：112年09月25日

摘要

2023 日本國際智慧能源週秋季展在千葉幕張展覽館盛大舉行，過程為期 3 天 (2023-09-13 至 2023-09-15)，共有近 400 家廠商、政府與學術機構共襄盛舉，展覽與會議主題包括：

- (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 H2 and 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) 日本脫碳素經營展 DECARBONISATION EXPO

本展覽提供一舞台，使各家廠商展示有關再生能源最先進的技術與科技；更提供一寶貴機會使各方人員交流，使參與者可以了解日本推動再生能源發展至今，傳統能源公司的因應對策、設備商的商機、學術機構的研究方向、民眾生活的改變等議題。日本投入能源轉型至今，已建立領先地位，其能源市場發展現況非常值得綠能所參考，作為因應未來業務推動之前車之鑑。

目前綠能所重點業務包括智慧電網、燃料電池、電池材料之開發、太陽能系統建置與維護，本次出訪針對以上各議題尋求國際上最新設備技術與發展方向，並藉此與各國際廠商交流，了解再生能源議題在世界各地所面對之挑戰與可能的解決方案，作為本所業務推動之借鏡。

目次

摘要.....	2
目次.....	3
圖表目錄.....	4
本文.....	6
一、目的.....	6
二、過程.....	6
三、具體成效.....	7
四、心得及建議.....	21

圖表目錄

圖 1、2023 日本國際智慧能源週秋季展.....	7
圖 2、Hi-MO 5m.....	8
圖 3、建材一體型模組.....	9
圖 4、(a)鋁合金太陽能支撐架 (b)夾具配件.....	9
圖 5、VERTEC 低重心太陽能系統.....	10
圖 6、NEP micro inverter.....	11
圖 7、SG100CX-JP.....	12
圖 8、SG100CX-JP 電路系統架構.....	12
圖 9、SolarCleanso F1.....	13
圖 10、太陽能專用絕緣阻抗計.....	14
圖 11、IVH-2020Z.....	14
圖 12、Arial Series 無人機.....	15
圖 13、以 AI 判斷模組污垢位置.....	15
圖 14、STAUBLI MC4 接頭.....	16
圖 15、STAUBLI MC4 接頭工具組.....	16
圖 16、SOLAX 儲能裝置各種應用情境.....	16
圖 17、DAISHIN 業績.....	17
圖 18、電廠交易仲介廣告.....	18
圖 19、DAISHIN 對太陽能系統的建置規範.....	19
圖 20、月台旁的太陽能系統.....	19

圖 21、三菱重工 氫能業務.....	20
圖 22、OVAL 氫氣運輸管線配置與閥件.....	20
表 1、參訪行程與時間.....	6

本文

一、目的

參加 2023 日本國際智慧能源週秋季展，針對綠能所重點業務包括智慧電網、燃料電池、電池材料之開發、太陽能系統建置與維護等議題，尋求最新技術與發展，期望未來能將其引入，協助本所業務推動；並藉由與廠商交流，了解再生能源在世界各地所面對之挑戰與解決方案，作為綠能所之借鏡。

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
112/09/12(二)	啟程：高雄小港國際機場→日本成田國際機場
112/09/13(三)	參加 2023 日本國際智慧能源週秋季展
112/09/14(四)	參加 2023 日本國際智慧能源週秋季展
112/09/15(五)	參加 2023 日本國際智慧能源週秋季展
112/09/16(六)	返程：日本成田國際機場→高雄小港國際機場

三、具體成效

2023 日本國際智慧能源週秋季展在千葉幕張展覽館盛大舉行，共有近 400 家廠商、政府與學術機構共襄盛舉，展覽與會議主題包括(圖 1)：

- (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 H2 and 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)日本脫碳素經營展 DECARBONISATION EXPO



圖 1 2023 日本國際智慧能源週秋季展

藉由本次參訪，針對與綠能所及太陽能維運中心業務相關之議題，彙整展覽重點

與產業發展趨勢如下：

1. 太陽能模組

(1) LONGi 公司所展示 Hi-MO 5m (圖 2)

最大功率：550 - 560 W

尺寸：2278 x 1134 x 35 (mm)

轉換效率：21.3 -21.7%

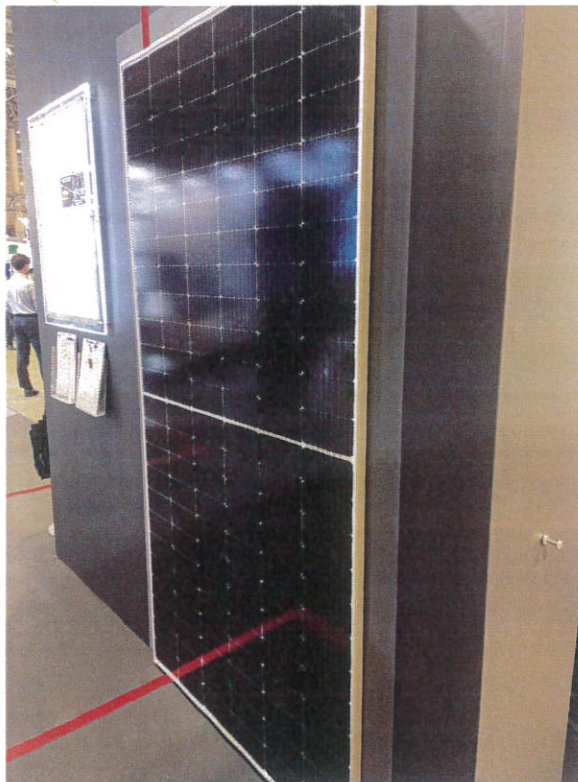


圖 2 Hi-MO 5m

本產品與中油公司所採用之我國生產模組尺寸相近，功率卻大幅提升，達到 550 W 以上之水準，目前台灣預計在 2024 年將修法提高每片模組最低功率為 350 W，與上述產品仍有一端差距。本模組針對 Ribbon 採用部分矩形截面、部分三角形截面之機構，以控制光線之反射，並縮短 busbar 之間距，進而增加發電效率。

(2) ATTOCH 展示建材一體型模組(圖 3)

此類型模組雖然發電量不如一般類型模組，但可作為大樓玻璃帷幕使用，隔絕紫外線進入室內，降低室內溫度，甚至還可以依需求挑選外觀花紋，對於城市美學與環保均有所貢獻。此雖然目前本類型模組在台灣還不常見，但若未來台灣法規改變，降低低功率系統設置手續與門檻，有機會在新大樓上大量看到此種產品。



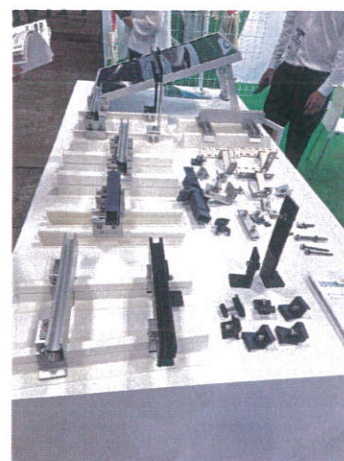
圖 3 建材一體型模組

2. 模組支撐架

太陽能支撐架部分主要展出產品為鋁合金材質的支撐架與夾具配件(圖 4)，其產地主要來自中國福建或廈門，因為其售價較低的關係，在日本市場有一席之地，但並無太多技術上的突破。



圖 4 (a) 鋁合金太陽能支撐架



(b) 夾具配件

因應日本高緯度易降雪的氣候型態，模組支撐架之基座與梁柱都特別粗壯，以利支撐積雪，並且考量老舊建物屋頂之防水與載重能力，VERTEC 展出低重心的支撐架系統(圖 5)，賦予模組收合功能，方便在系統建置後針對屋頂做漏水、結構之檢查，本項產品在我國少見且有高技術含量，且可適用於特殊情境，值得借鏡。



圖 5 VERTEC 低重心太陽能系統

3. 變流器

各國電力設備設置規範與台灣有所差異，在現場與廠商討論後得知，在某些地區，針對小型太陽能案場，以一棟家用房屋為單位，搭配小型儲能設備之太陽能系統，在設置過程中不必經過冗長與繁複的審查手續，大大增加民眾設置意願，進而帶動在日本、北美、歐洲等地 micro inverter 之需求。 NEP 在現場展出從 300 至 2000W 不等之

微型變流器(圖 6)，其搭配之模組容量恰與一般日本斜屋頂可鋪設模組容量相近，配合其智慧監控系統與蓄電池，能源調節效應顯著。當大型案場開發飽和後，未來我國勢必朝家庭式小型太陽能案場與儲能系統方案發展，歐美日的經驗值得我們參考。



圖 6 NEP micro-inverter

目前我國變流器廠商所生產之大型變流器大多以 75kW 為上限，但現場展示的 SUNGROW SG100CX-JP(圖 7)之額定功率已經達到 100kW，其資料如下：

額定功率：100kW

MPPT 數量：12

每 MPPT 最大迴路數：2

MPPT 工作電壓範圍：550 至 850 V

本產品之電路系統架構(圖 8)，相較低功率之變流器，內部多了 AC 與 DC 之 EMI 層、filter 層、relay 層等架構，以確保所產生之電力品質與穩定性，有助於提升整體電

網之韌性。



圖 7 SG100CX-JP

回路図

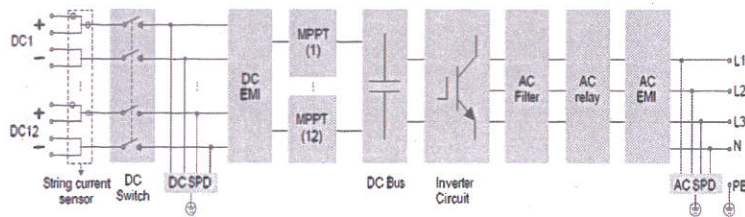


圖 8 SG100CX-JP 電路系統架構

4. 太陽能清洗機器人

為解決太陽能模組因為表面污垢造成積熱與發電量衰退之問題，定期清洗模組表面為一解決方案，然而在大型案場以人力清洗模組不但難度高且費時。為此，

SolarCleano(圖 9) 設計出 F1 機器人，期特色如下：

- (1)透過履帶降低車體壓力，避免造成模組表面損壞
- (2)搭配鏡頭由遠端遙控車體
- (3)可以原地迴轉，增加移動效率
- (4)足以跨越 70cm 的模組間距，不必手動搬移車輛

台灣中油公司所建置之太陽能案場中超過 100kW 者已達雙位數，已經有引入清洗機器人之必要性，本次展覽所見可作為未來採購規範之參考。



圖 9 SolarCleano F1

5. 太陽能電性量測儀器

由於太陽能系統的特性，檢修時必須在不影響系統運作的狀況下量測絕緣阻抗，然而市售的產品大多無法滿足此條件。為此日本廠商針對太陽能系統特別研發出太陽能專用絕緣阻抗計(圖 10)，其中參與展出的 MSEI-200C 更是可以一次量測高達 5 個迴

路，大大增加工作效率。



圖 10 太陽能專用絕緣阻抗計

針對已建置之太陽能模組，其效能之測定往往耗工費時，SHINEI 電子 展示出 IVH-2020Z (圖 11) 可以同時連接日照計、溫度計，並量測模組電流、電壓以找到模組之 I-V 曲線顯示在螢幕上，有助於判斷太陽能電池之健康程度，此為非常強大之儀器，目前國內廠商並無類似產品，未來可望引進類似產品提升維運品質。



圖 11 IVH-2020Z

6. 紅外線無人空拍機

新榮電子在現場展示的無人機 Arial Series(圖 12)，結合太陽能維運中心已採用之 Flir 廠牌熱顯像鏡頭，讓維運人員可以在地面上從螢幕就清楚模組的溫度分布與外觀狀況；更值得一提的是，本組儀器還融合 AI，使無人機得以自動判斷太陽能的高溫、汙損點並自動標出(圖 13)，大大增加維運工作之效率與安全性，非常適合在大型案場使用。本系統與太陽能維運中心之委託研究案方向高度相關，其技術與實用性相當值得我們參考，希望未來可以引進類似產品以強化維運中心之工作效率與研究量能。



圖 12 Arial Series 無人機



圖 13 以 AI 判斷模組污垢位置

7. MC4 接頭與壓接工具

太陽能系統以 MC4 接頭串接各太陽能模組，將直電流收集後匯入變流器轉換為交流電，目前台灣中油公司之案場大量採用 STAUBLI 所生產之 MC4 接頭(圖 14)，由於接頭仍需人工製作並壓接，往往品質稱差不齊，導致接頭積熱、破損等問題，若不積極處理可能導致嚴重之系統損害；然而目前國內尚未重視 MC4 接頭工具，常以各項非原廠專用工具進行 MC4 壓接工作，以致衍生出各種問題。STAUBLI 所展出 MC4 接頭工具組(圖 15)乃針對其下生產之 MC4 接頭所設計，可以讓維運人員可以更有效率的進行壓接，確保施工品質，不僅裝備齊全，且方便攜帶。未來隨著案場老化，不論是

變流器、模組等元件更換，常常伴隨 MC4 的製作，希望未來能引進一套專用工具，將 MC4 相關工作簡單化與標準化，以提升維運工作品質與效率。

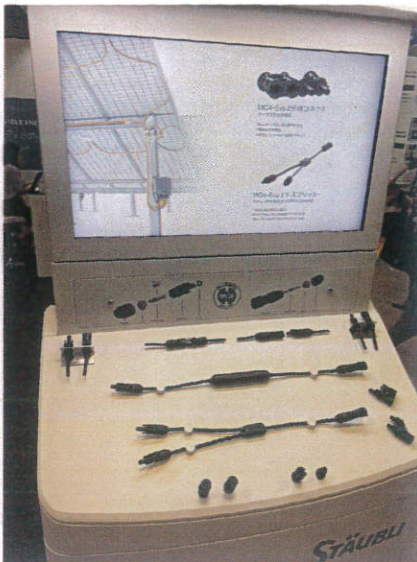


圖 14 STAUBLI MC4 接頭



圖 15 STAUBLI MC4 接頭工具組

8. 智慧電網

日本投入再生能源發展多年，相較於台灣發展成熟，一般家庭太陽光電用戶搭配儲能系統與能源管理系統，可以針對各種情境設定配線，在售電儲能、自用等電力面量身訂做，如 SOLAX 所展示其儲能裝置各種應用情境(圖 16)，未來台灣勢必也會朝電力系統彈性規劃前進，相關設備之技術、配線、應用等可以當作先例參考。

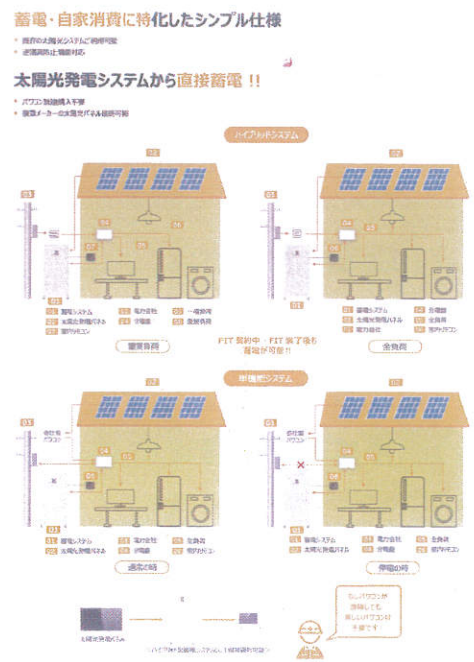


圖 16 SOLAX 儲能裝置各種應用情境

9. 減碳市場綜合發展

相對於台灣近年才開始以法規驅動各大型企業投入再生能源發展，日本早已發展完備，我們甚至可以發現，以減碳為目標的新興市場產業已經成形，不僅在本次展覽中佔據大量篇幅，更可以從筆者觀察出的以下幾個面相來說明：

(1) 有大量太陽光電開發商

目前台灣的企業迫於法規壓力，必須設置一定容量的再生能源以避免罰則，故企業主動在其廠房、土地設置太陽能系統或其他再生能源，這也是近年台灣太陽光電設置量大幅成長之原因。然而，日本早已經步入下一階段，市場有許多開發商找尋合適土地，經評估後建立太陽能系統或是其他再生電廠，最後在轉賣給其他企業，此類型的開發商企業為減碳展區的最大宗，如 DAISHIN 所展示之業績(圖 17)。

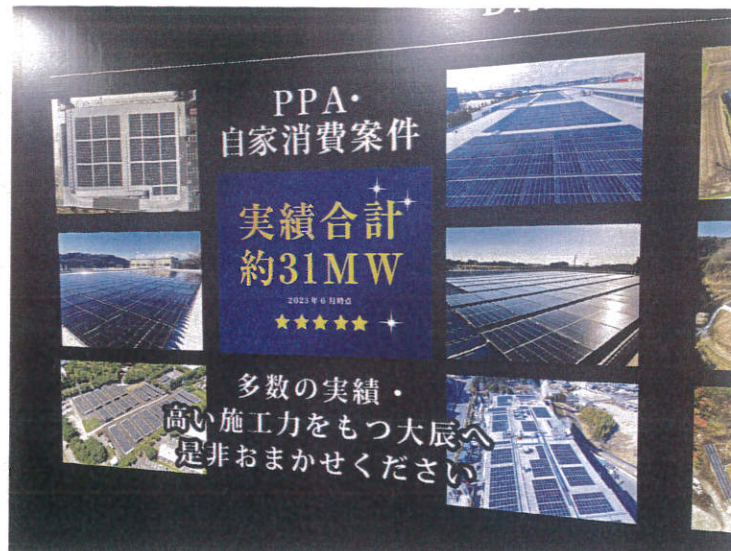


圖 17 DAISHIN 業績

(2) 再生能源電廠買賣市場

因應再生能源蓬勃發展，電廠已經在日本已經可以被視作一種資產來交易(圖 18)，進而衍生出電廠交易仲介，讓綠能經濟效益不僅停留於電力交易，而是提升到資產階級，配合銀行貸款政策，能夠有效刺激土地、仲介、電力設備、法律、土木等各行各業之需求，進而促進經濟發展。綠能在日本不僅是邁向環保的義務，更是發展經濟之的一種手段，期待未來台灣市場漸行成熟後，台灣中油公司有更高的自由度去處理所持有的電廠資產，活絡再生能源的裝置以創造更多利潤，健全公司發展。



圖 18 電廠交易仲介廣告

(3) 具備嚴謹規範，工程品質佳

在台灣許多業主或地主故會發包給系統建置商進行太陽能建置工程，然而因其並未對太陽能系統有非常深入之了解，承攬商也不嚴格要求品質，導致整體工程結果不佳，造成發電效率低落甚至是後續維運之困難；就算業主已經具備專業知識(例如台灣中油公司)，但其承攬商未必能夠百分之百達到業主的的要求標準，這儼然是台灣發展再生能源的一大挑戰。觀察本次展覽，日本的建置商並不需要

仰賴業主提出要求，而是嚴格要求自己的施工，提出嚴格規範給業主參考(圖

19)，不管是配管、防蝕、監視器、夜間照明等等均有所考量，確保施工品質，這

儼然已經形成一種文化，非常值得我國學習。本次行程結束後，在車站的月台上

觀察到一小型太陽能系統(圖 20)，其不管是支撐架、配線、設計等都非常有水準，

完全展現出日本職人精神。



圖 19 DAISHIN 對太陽能系統的建置規範



圖 20 月台旁的太陽能系統

(4) 氫能發展逐漸完備

雖然日本已經致力於減碳與再生能源發展，成果也相當豐碩，但以上只能說是過渡時期，能源發展最終的目標是以氫為主要能源，達到完全零碳排境界。

目前日本各大公司已經致力於發展氫能，並且有些成果，現場最令人注目的展出是三菱重工(圖 21)，從氫氣運輸、壓縮、儲存、加氫站，均屬該公司之業務範圍。

另外，OVAL 展出的氫氣運輸管線配置與閥件(圖 22)，技術相當成熟，可以想見外來水、電、氫管線均會成為基礎建設的一環，目前台灣氫能尚屬萌芽階段，我們應該學習日本的經驗。



圖 21 三菱重工 氫能業務



圖 22 OVAL 氫氣運輸管線配置與閥件

四、心得及建議

本次行程主要參加 2023 日本國際智慧能源週秋季展，展區大部分以日本本國之設備商、代理商、開發商、大型能源企業為主，雖然整體參展者之國際化程度不如原先預期，但卻可以藉此機會更深入了解日本再生能源市場的發展現況。他山之石，可以攻錯；台灣與日本同為海島國家，均具備先天自然資源匱乏，能源高度依賴進口的先決條件，日本領先我國發展再生能源且致力推行減碳運動，甚至是逐步上軌道的氫能系統，這一系列過程可謂筆路藍縷，非常值得我國參考。

綜觀台灣的能源市場，目前正處轉型的起步階段，在能源法規改革之際，市場渾沌又充滿不確定性，然而也創造了不少新機會，藉由這次的展覽與考察交流，不管是值得引進的最新太陽能技術、產品與維運工具，或是令人佩服的嚴謹施工品質與規範、甚至是新興商業模式等，都非常值得綠能所借鏡，本次參訪可謂不虛此行。