

出國報告（出國類別：其他）

參加日本大阪國際太陽能博覽會

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：李岳恆 電機工程師

派赴國家：日本

出國期間：民國 108 年 09 月 24 日至 108 年 09 月 28 日

報告日期：民國 108 年 10 月 15 日

摘要

日本大阪國際太陽能博覽會為關西地區最大的太陽能展，日本的太陽能市場相當龐大，迄今為止太陽能發電建設約為 60GW，吸引著不少國內外的廠商來參展，內容相當多樣，從太陽能光電模組、變流器、支撐架到各項的配件都有，可以了解到太陽能產業最新的趨勢與動態，同時期參展的智慧電網博覽會，主要展出太陽能及儲能的應用策略，隨著 FIT 躉購合約的到期，日本太陽能躉售電費費率大幅下降，如何應用這些太陽能為一個重要的議題，搭配儲能的方式可以達到用電自給自足、操作白天夜晚的電價差異及停電時的供電運用等目的，來達到最有目的性且經濟的用電策略。

目次

摘要.....	2
目次.....	3
圖表目錄.....	4
本文.....	7
一、目的.....	7
二、過程.....	7
三、具體成效.....	8
四、心得及建議.....	22

圖表目錄

圖 1、日本大阪國際太陽能博覽會場地-INTEX 大阪.....	8
圖 2、大阪智慧能源週參展主題.....	8
圖 3、Filsom 公司展出可撓式太陽能軟板.....	9
圖 4、單晶模組.....	10
圖 5、多電極柵模組架構.....	10
圖 6、半切模組架構.....	11
圖 7、疊瓦模組架構.....	11
圖 8、(a)雙面型模組正面 (b)雙面型模組背面.....	11
圖 9、(a)鋁合金支撐架 (b)支撐架各式夾具配件.....	12
圖 10、(a)積雪型撐架樣式 1 (b)積雪型撐架樣式 2.....	12
圖 11、(a)使用於不平整面型支撐架樣式 1 (b)支撐架調整示意圖.....	13
圖 12、使用於不平整面型支撐架樣式 2.....	13
圖 13、(a)浪板穿鎖式模組支撐架樣式 1 (b)浪板穿鎖式模組支撐架樣式 2.....	13
圖 14、(a)浪板夾式模組支撐架樣式 1 (b)浪板夾式模組支撐架樣式 2.....	14
圖 15、Grasol 整合支撐架之線槽及固定接頭設計.....	14
圖 16、FOEN 車棚型防雨支撐架(a)架構(b)細部配件.....	15
圖 17、SOFARSOLAR 變流器(a)實體展示機(b)現場展示海報.....	15
圖 18、台達電 M70A 變流器(a)外觀(b)內部構(c)系統架構圖.....	16

圖 19、NEGUROSU 配件(a)太陽光電模組電纜支撐夾 (b)電纜放置零件 (c)接地電氣 連接板體.....	17
圖 20、TAIYO YUEDN(a)solmiv™-L 串列電壓監測器 (b)訊號傳輸架構.....	18
圖 21、TAIYO YUEDN micro converter.....	18
圖 22、DELTA SAVER-H 設備.....	19
圖 23、自給自足及躉售模式策略.....	19
圖 24、停電模式電力流向.....	20
圖 25、Nichicon 公司 EV Power Station 展示機.....	20
圖 26、EV Power Station 系統應用.....	20
圖 27、模組拆解(a)分離接線盒、導線 (b)分離模組鋁框 (c)分開玻璃跟背板及電 池.....	21
圖 28、太陽光電模組經過分離後之回收材料.....	21

表 1、參訪行程與時間.....8

本文

一、 目的

參加日本大阪國際太陽能光電展，為關西地區最大的太陽能展，藉由參訪以及與參展廠商交流討論，以瞭解國際上最新的太陽能相關資訊，包含模組、變流器、支撐架、其他配件材料等相關產品及太陽光電系統運轉與維護技術等，期望未來能將其引入新設置的太陽光電案場中及既有案場的運轉與維護，以增進案場的品質與穩定的發電。

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
108/09/24(二)	啟程：高雄小港國際機場 → 日本大阪國際機場
108/09/25(三)	參加 PV EXPO 2019 大阪國際太陽光電展覽會
108/09/26(四)	參加 PV EXPO 2019 大阪國際太陽光電展覽會
108/09/27(五)	參加 PV EXPO 2019 大阪國際太陽光電展覽會
108/09/28(六)	私人行程，返程：日本大阪國際機場→高雄小港國際機場

三、 具體成效

第七屆日本大阪國際太陽能博覽會 (7th Int'l Photovoltaic Power Generation Expo Osaka)於 9/25~27 在 INTEX 大阪舉行(圖 1)，主要參展有太陽能發電系統相關，包含太陽能模組、支撐架、變流器、系統安裝材料配件及系統監控維運等項目，此外本週也是大阪智慧能源週(World Smart Energy Week OSAKA)，同時參展的主題有二次電池展(6th Int'l Rechargeable Battery Expo Osaka)、生質能展(4th BIOMASS EXPO OSAKA)、火力發電展(3rd Next-generation Thermal Power Generation)及智慧電網展(6th INT'L SMART GRID EXPO OSAKA)(圖 2)。



圖 1 日本大阪國際太陽能博覽會場地-INTEX 大阪

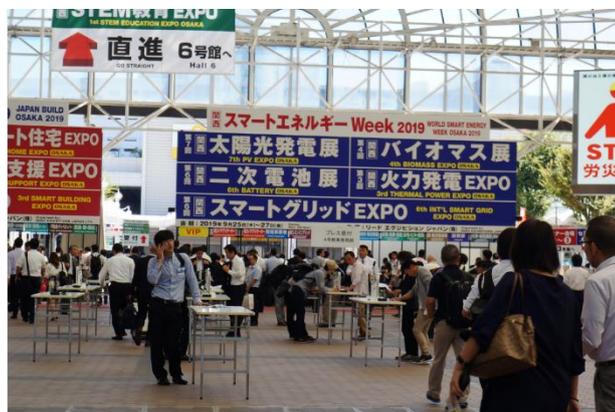


圖 2 大阪智慧能源週參展主題

藉由本次的參訪，除了了解目前太陽能各組件最新的發展及趨勢外，亦從智慧電網展中看到了太陽能搭配儲能裝置的應用，可達成太陽能自產自用的目的，也為太陽能 FIT 躉購費率合約期滿之後，如何來運用太陽能發電找到了另外的出路，展覽重點整理如下：

1. 太陽能模組

Flisom 公司展示的可撓式太陽能軟板模組(圖 3)，其主要材料為 CIGS，為瑞士國家研究機構研發成果技轉的產品，可安裝於不規則的表面上來增加可利用的發電面積，如屋頂、牆壁及遊艇等地方，其特點為有良好的遮蔭容忍度、輕薄及優異的低照度下的發電效率，與目前的主流太陽能模組單晶或多晶矽比起來，雖然效率只有 11%(2020 可提升至 13%)，但是價格為矽晶型太陽能模組的一半，因為不須使用支撐架，故在單位 kWp 的設置成本上來說會比矽晶型太陽能模組來得低，若是模組有損壞，直接再貼一片上去替換即可，維修上相當方便。



圖 3 Flisom 公司展出可撓式太陽能軟板模組

會場所展示的太陽能模組中，矽晶型太陽能光電模組占大多數，且大部分為中國的模組廠商來參展，就現場產品的資訊，一片 60 cell 的單晶矽模組(圖 4)功率最大可達到 330W_p(效率 20.28%)，而多晶矽模組功率最大可達到 300W_p(效率 18.47%)，但透過多電極柵(multi-busbar)(圖 5)、半切(圖 6)及疊瓦(圖 7)等太陽能電池架構改變方式，可以讓模組功率再提升 5~20W_p 不等，其中又以半切架構的方式較具有競爭力，因為此技術相較於原產品不會增加太多的生產成本，未來很有機會成為太陽能模組的主流架構。現場亦有展出一些雙面吸收的太陽能模組(圖 8)，可應用於雪地、池塘等可以反射陽光從模組背面入射的地方，以增加太陽光的使用率。



圖 4 單晶模組

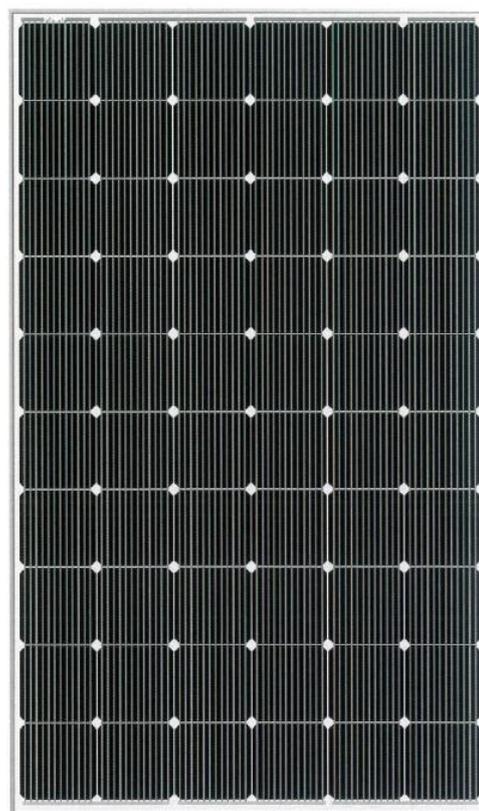


圖 5 多電極柵模組架構



圖 6 半切模組架構



圖 7 疊瓦模組架構



圖 8 (a) 雙面型模組正面



(b) 雙面型模組背面

2. 支撐架

太陽能支撐架部分主要展出的為鋁合金材質的支撐架(圖 9)，因應日本氣候的關係，所展出支撐模組的支撐樑都特別高且粗(圖 10)，為的是使用在日本會下雪地區的案場，來支撐太陽能模組表面的積雪，此外對於不平整的或是傾斜的地面，橫梁跟直梁之間有特殊的設計(圖 11、12)，可以小規模的進行東西向或南北向的微調，讓整個案場模組得以平整。



圖 9 (a)鋁合金支撐架



(b)支撐架各式夾具配件



圖 10 (a)積雪型撐架樣式 1



(b) 積雪型支撐架樣式 2



圖 11 (a)使用於不平整面型支撐架樣式 1

(b)支撐架調整示意圖

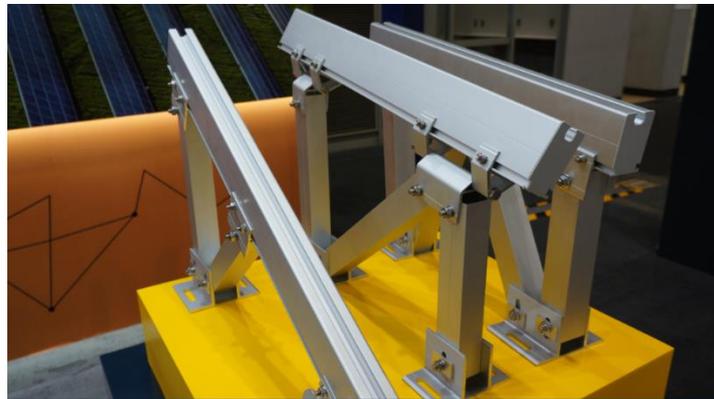


圖 12 使用於不平整面型支撐架樣式 2

屋頂行浪板的固定組件，有直接鎖穿過浪板的設計(圖 13)，也有使用夾式的來固定模組的支撐架基礎(圖 14)，可根據不同浪板的樣式及需求選擇是適當的固定方式。



圖 13 (a)浪板穿鎖式模組支撐架樣式 1

(b)浪板穿鎖式模組支撐架樣式 2

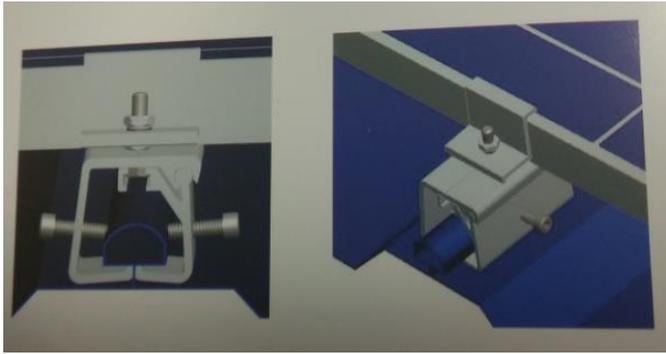


圖 14 (a)浪板夾式模組支撐架樣式 1



(b)浪板夾式模組支撐架樣式 2

一般太陽能模組的線材大多是以束線帶固定或是另外做線曹來放置，Grasol 格瑞士公司所推出的產品，透過特殊支撐架及配件的設計(圖 15)可以妥善的放置太陽能模組的線材以及接頭固定。

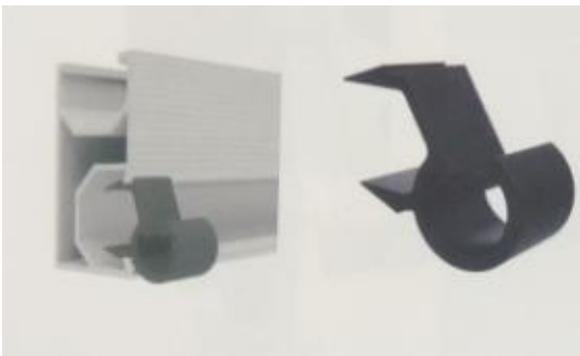
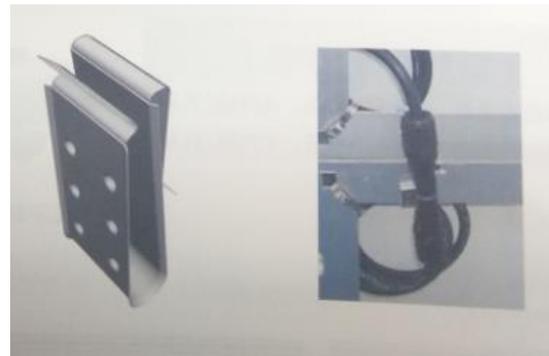


圖 15 Grasol 整合支撐架設計(a)線槽



(b)固定接頭

一般太陽能模組搭建的停車棚，因為模組之間的縫隙，當下雨時，雨會透過縫隙而滲出，停在下面的車子會因此而淋濕，FOEN 公司所推出車棚型防雨支撐架架構(圖 16)，透過特殊的排水溝設計，可以在底下無浪板的狀況下達到整個模組架設區域防水的功能，兼具太陽能發電及遮雨型車棚的功用，可增加空間的利用性。



圖 16 FOEN 車棚型防雨支撐架(a)架構

(b)細部配件

3. 變流器

SOFARSOLAR 市占率為中國前五大的變流器廠商，所生產的變流器規格相當齊全，從單相機至三相機，各種容量都有，三相機亦有目前變流器少有 I-V 曲線量測功能，且除了支援 wye 供電外，亦可以以 delta 供電，但須注意的是額定輸出容量會下降，另外就現場提供的電氣規格資料看來 SOFARSOLAR，還未具有功率因數調整的功能，若要使用在併聯台灣電的網上，設備本身還需要做一些修正。



圖 17 SOFARSOLAR 變流器(a)實體展示機

(b)現場展示海報

台達電現場產出的最新的三相變流器 M70A，目前還未上市，具有 6 組最大功率追蹤(MPPT, Maximum Power Point Tracking)，此種變流器機型兼具直流箱的保護迴路功能，設置有測試模組用的機板、直流開關及突波吸收器等配件整合於變流器中，基本設計以 12 個太陽能模組直流迴路輸入(最多可擴充至 18)，即一個 MPPT 控制兩個迴路並聯，因並聯迴路只有兩個，故不須使用防逆向電流的保險絲，另外亦兼具功率因素調整的功能，可降低電網變動的負擔。

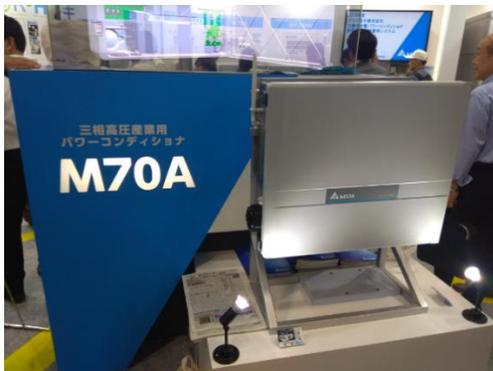
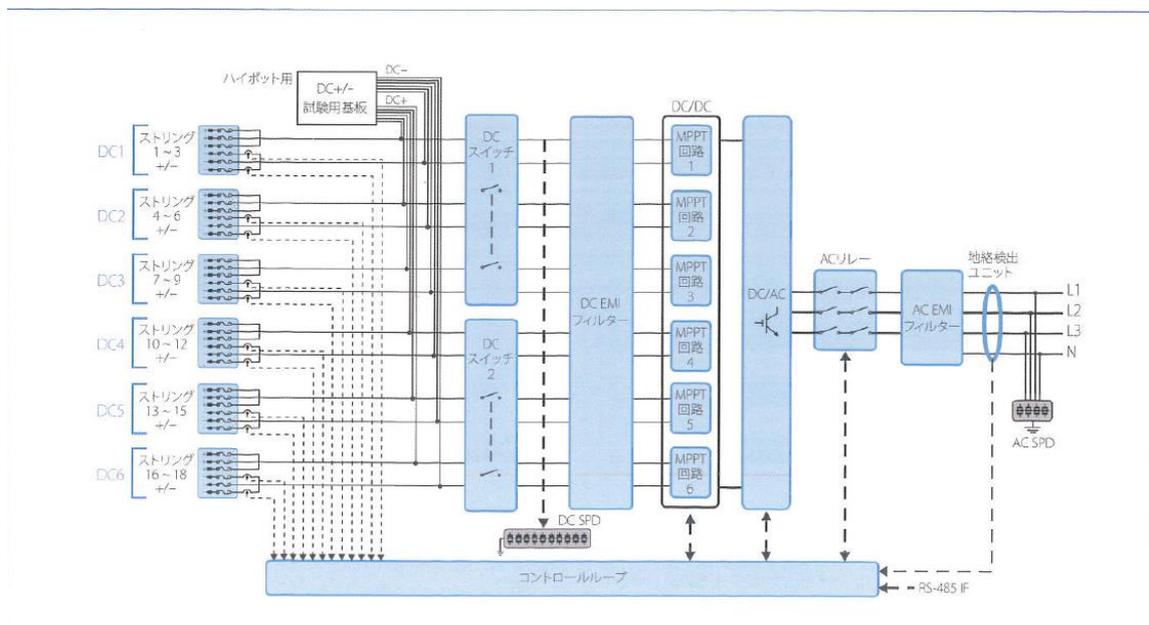


圖 18 台達電 M70A 變流器(a)外觀



(b)內部構造



(c)系統架構圖

4. 系統配件

NEGUROSU 公司的展場中展示出了不少太陽光電案場建置所使用的配件，其中太陽光電模組電纜支撐架(圖 18(a))，由樹脂製作而成，具有耐候、抗 UV 及安裝時不會傷害到模組的功能，此外還有電纜放置零件(圖 18(b))，可讓案場的配線可以更加整齊。在模組之間或支撐架之間有接地電氣連接板(圖 18(c))，可以在不穿螺栓的狀況下安裝，使得在接地的施工上更加簡單，由於是整片的，相較於傳統鎖接地線的方式更堅固不易斷裂，增加接地的可靠性。



圖 19 NEGUROSU 配件(a)太陽光電模組電纜支撐夾 (b)電纜放置零件



(c)接地電氣連接板

5. 監控及 micro converter

TAIYO YUEDN 公司所展出的 solmiv™ 及 solmiv™-L(圖 20(a))，安裝於模組的串列中，前者可同時監測太陽能模組串列的電壓及電流，後者則是只能監測電壓，透過無線的方式將監測的組串資訊送至主機再傳送至網路上進行監控(圖 20(b))，若串列有異常可以及時發現，提高整體發電效率，另外該公司展出的 solhueru™(圖 21)為一種 micro converter，輸入及輸出皆為直流電壓，可相容於既有的太陽能光電系統中，須安裝於每一片太陽能模組上，目的為優化太陽能模組的發電，讓每一片模組的功率輸出最大化，而不會受到相同串列模組的影響，減低因部分模組失效或遮蔭而影響整個太陽能模組串列發電的情況發生。

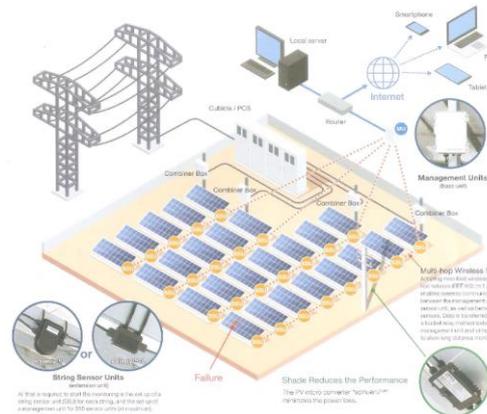


圖 20 TAIYO YUEDN(a)solmiv™-L 串列電壓監測器

(b)訊號傳輸架構

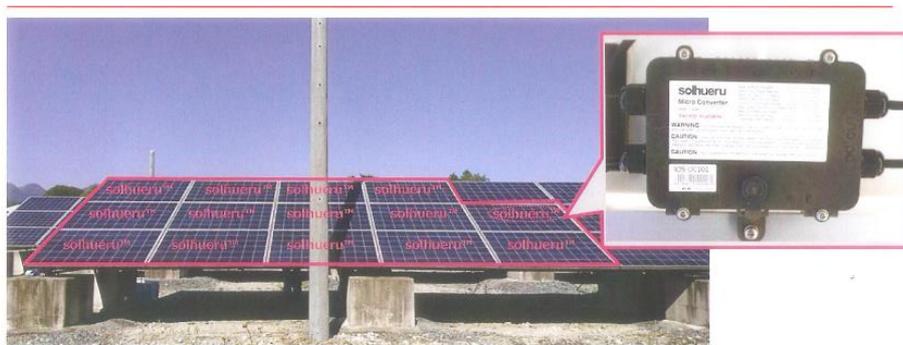


圖 21 TAIYO YUEDN micro converter

6. 智慧電網

DELTA SAVER-H(圖 22)為變流器整合儲能系統，主要用於一般住宅，變流器的額定輸出功率為 5.9kW(約 3kW 供負載使用、3kW 對電池充電)，搭配電池容量為 5.6kWh(可擴充)，其電力的主要流向有太陽能透過變流器供給家中負載或給電池蓄電、電池供能給家中負載、市電對電池充電及餘電逆送回市電，藉以達到(1)自給自足(圖 23)，將白天太陽能發電過剩的電能儲存起來，晚上無太陽能時放出來使用，達到不使用市電電力的功能。(2)躉售模式(圖 23)，利用白天和夜晚電價的差異，在夜晚利用較低的電價對電池進行充電，在白天時電池和太陽光電扣掉負載使用後過剩的電力逆送回市電躉售。(3)停電模式(圖 24)，當市電停電時，負載由太陽能供電，若有多餘太陽能可同時儲存於電池，晚上則由電池對負載供電。另外值得注意的是該系統太陽能對電池充電為直流電充電，可節省直交流轉換能量的損失。



圖 22 DELTA SAVER-H 設備



圖 23 自給自足及躉售模式策略



圖 24 停電模式電力流向

Nichicon 公司的 EV Power Station 為充放電機，可利用太陽光發電或市電電源替電動車充電，當停電時或是要操作白天夜晚電價差異時，可將電動車的電力逆向輸出至電網中，基本的應用原理跟一般的儲能系統一樣，但單儲能電池的設置費用偏高，相較於電動車電池(約 40kWh)電池容量也不高(一般家用約 5~15kWh 左右)，透過應用既有電動車的電池，可讓電力的使用更具多樣性，同時也讓電力應用的成本降低。



圖 25 Nichicon 公司 EV Power Station 展示機

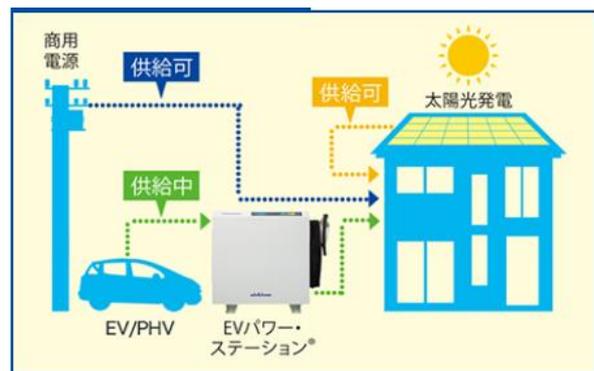


圖 26 EV Power Station 系統應用

7. 太陽光電模組回收

日本 2030 年將會面臨大量淘汰的太陽光電模組，如何處理這些廢棄物變成一個重要的課題，透過各種拆解步驟(圖 26)可將太陽光電模組各種材料分離出來，如導

線、電池、背板、玻璃及鋁框等材料(圖 27)，再進一步送至相關回收廠處理。



圖 27 模組拆解(a)分離接線盒、導線

(b)分離模組鋁框



(c)分開玻璃跟背板及電池



圖 28 太陽光電模組經過分離後之回收材料

四、心得及建議

迄今為止(2019)日本太陽能光電設置量約 60GW，為世界前幾大的太陽能設置國家，所舉辦的太陽光電博覽會具有一定的規模，吸引海內外的廠商來參展，透過此參訪大阪國際光電展，了解到目前太陽能相關最新的商品，如模組、變流器、支撐架及其他相關配件，模組方面在成本與效率的考量下，未來的走向應該是朝單晶與切半的架構為主，若屋頂建物為不規則的表面可採用可撓式的模組，使可利用的發電面積增加；變流器方面大型案場所使用的中壓變壓器，則是朝著 MPPT 數量越來越多的趨勢，讓每一個 MPPT 對應到的串列並聯數下降，最終可以達到免用保險絲來保護逆向電流的設計，同時也發現到，以往獨立設置的直流箱，改成整合到變流器中，可讓整個案場的架構更加單純；配件方面在固定電纜方面，除了線槽與束線帶外，多了線夾的選擇，與支撐架配合來固定電纜，公司未來重心會朝向較大型的太陽能光電案場設置，這些都是公司在新案場設置上，建議可以考量引入的地方，讓整體品質更加提升。

此是看展的另一個重點為因日本太陽能發電躉售費用年年下降，當 FIT 躉售合約到期後，所面臨到的躉售費率已大不如前，甚至比從電力公司買的電還便宜，故太陽能搭配儲能電池衍生出了許多操作方案，包括電力自給自足、操作白天夜晚的電價差異與虛擬電廠等方式，從中來獲得更大的利益，台灣的現今電力模式和日本存在著許多的差異，但隨著躉售費率年年調降，未來要達到最佳的獲利，躉售太陽能發電或許不會是唯一的選擇，如何讓每一度電達到最佳的運用，從日本對於太陽能光電的應用，是我們可以參考學習的地方。