

初探日本大型太陽光電系統發展

林育如/ 工研院 綠能所 太陽光電技術組，副工程師

日本是太陽光電發展最成熟的國家，其發展歷史與政策方針值得各國學習。本文透過介紹幾座日本指標性的MW級太陽光電系統(Mega Solar)，探討日本太陽光電發電事業的開發經過、遭到的困難以及解決對策，希望藉以回顧日本的太陽光電發展歷史，提供國內所有為再生能源事業貢獻的相關人士啟發，共同維護台灣再生能源的永續發展。

一、前言

回顧日本政府推動導入太陽光電產業的歷史，2009年為推動屋頂型太陽光電系統的普及，推行屋頂型太陽光電系統餘電躉售制度。然而在2011年不幸發生了福島核災事故後，為了促進業者積極參與再生能源產業以填補核電的缺口，在2012年7月起採用再生能源固定價格購買制度(Feed in Tariff, FIT)，大型電力公司以固定價格收購業者及一般家庭所發電的電力，成功使得再生能源的導入量大幅增加，截至2020年末已達約60GW的導入實績[1]。

二、大規模太陽能發電廠發展現況(Mega Solar)

日經商業出版社(日經BP, Nikkei Business Publications)統計了截至2020年11月為止，日本全國設置容量前40名的運轉中案場，其中有6處案場設置容量超過100MW，如表一所示。位居排名第一、二名的案場皆位於岡山縣，兩場皆為超過200MW的地面型系統(圖一)，遠遠高過第三名148MW的發電系統。



圖一、目前日本位居第一、二名的大規模太陽光電系統，兩場皆超過200MW且位在岡山縣。(左)位於美作市，花費三年完成設置[3]。(右)位於瀨戶內市，原

為鹽田舊址，花費四年完工[4]。

表一、節錄日經BP統計的日本前十大Mega級太陽光電系統。[2]

排名	所在地	設置容量(MW)	運轉年月
1	岡山縣美作市	257.7	2019 年 12 月
2	岡山縣瀨戶內市	235	2018 年 10 月
3	青森縣六所村	148	2015 年 10 月
4	北海道安平町	111	2015 年 12 月
5	北海道八雲町	102.3	2020 年 10 月
6	鹿兒島縣鹿屋市・大崎町	100	2020 年 3 月
7	三重縣松阪市	98	2018 年 11 月
8	宮崎市	96.2	2018 年 2 月
9	北海道釧路町	92	2020 年 2 月
10	大分市	82	2014 年 4 月

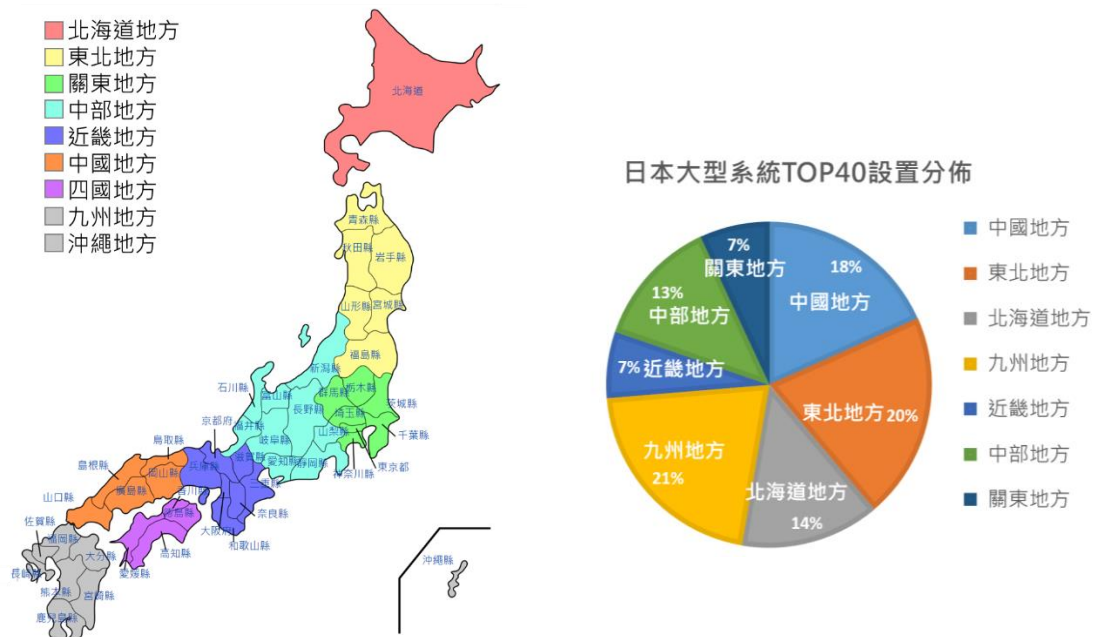
回顧日本大規模太陽光電發電廠的發展歷史，自從2013年5月九州大分縣的26.5MW系統正式運轉以來，日本國內太陽光電系統設置容量的紀錄不斷地更新，開始了國內的Mega Solar之爭。在同一年11月開始運轉的鹿兒島縣71.6MW系統(圖二左)，以及隔年4月運轉的大分縣82MW系統(圖二右)也都是位於九州的發電系統，有許多良好的先天條件造就九州的再生能源事業發展比其他區域來得快速，也奠定了九州太陽能發電占全國20%的基礎[5]。



圖二、(左)九州鹿兒島縣71.6MW系統[6] (右)九州大分縣82MW系統[7]。

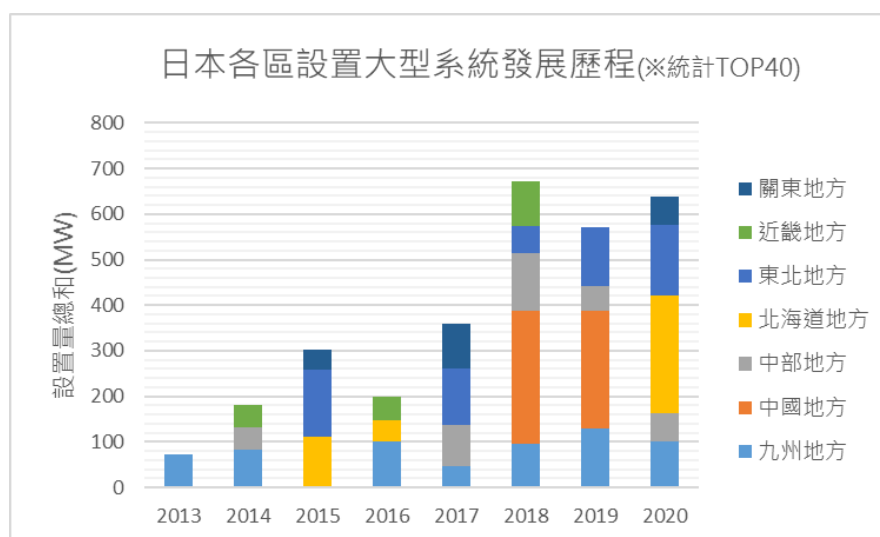
九州地區位於日本的西南邊，其面積與台灣相近，四面環海且地形平坦，

以九州電力公司為電力供給的中心，不僅擁有良好的日照條件，還有許多適合開發再生能源事業的土地[8]。九州擁有廣大沿海的工業園區土地，由於工業用地鄰近特高壓饋線，因此對於特高壓的Mega Solar電廠來說得以快速建置。況且，九州和太平洋海岸地區相比較不易受海嘯影響，融資相對容易。在如此眾多優勢下，九州的太陽光電再生能源產業得以快速建立與發展，成為大規模太陽光電站先驅。



(日本都道縣府地圖來源：維基百科)

圖三、日本前40大太陽光電系統的設置分佈與總設置量占比。



圖四、日本各區設置大型太陽光電系統發展歷程。

接續在九州三大系統完工後，2015年的10月、12月位於日本北邊的青森縣系統(148MW)(圖五)和北海道系統(111MW)依序完工，兩座系統原為閒置工業園區，但由於位於內陸區域，比起沿岸區域所需要的建造工期還要長，以致較晚才完工。青森縣的Mega Solar系統刷新設置容量紀錄後，三年後日本最大規模的紀錄被現居第一岡山縣的系統所超越。兩座位於岡山縣(圖一)的太陽光電系統也是閒置土地再利用的典範，兩個系統因為規模過於龐大，花了三、四年才完工。



圖五、青森縣六所村(148MW)系統，維持三年全國設置量第一。[9]

值得一提的是，北海道在建置第一座大規模太陽光電系統時，發現到北海道已經沒有太多適合蓋太陽光電系統的閒置平地，況且存在電力系統規模小的問題，已無法大規模併聯到電網，大型太陽光電廠的設置因此遇到了瓶頸。北海道電力公司在2015年4月發表太陽光電電廠的技術條件，要求2MW以上太陽光電電廠的發電變動幅度需符合「每分鐘在1%以下」的條件，因此藉由配置蓄電池來調節電量變動幅度，將輸出變動幅度控制在一定的範圍內。此技術條件的制定讓北海道得以繼續開發大規模系統，並且在2020年10月完成了國內最大結合蓄電池的太陽光電系統(102.3MW)(圖六)。



圖六、北海道八雲町，日本最大的結合蓄電池的太陽光電系統(102.3MW)[10]。

三、 結語

以上介紹了日本幾座指標性大規模太陽光電系統，可發現到在FIT開始實行後，各地積極投入再生能源事業的開發，但也因先天條件不同和交通便利程度的差異，以致開發速度有快有慢。這些太陽光電案場的前身大多為沒有在使用的閒置土地，如文中提及的工業園區、鹽田改建的案例，以及規模大多落在30~40MW系統的閒置高爾夫球場類休閒用地。

要建成一座太陽光電發電廠，可能會牽涉到土地使用、鄰近饋線評估、生態保育，以及周邊產業的發展等層面的考量與評估，在日本若要使用森林用地得遵循「林地開發許可制度」；若要使用農用土地則要遵循「農山漁村再生能源法」，在開發階段就需要和地方政府密切合作，並且回饋一定比例的發電收入給地方，實現大自然開發與地域共存的機制。

雖然台灣的地理環境、氣候條件與日本不同，但日本因應再生能源事業開發所制訂的相關制度很完善，作為亞洲的再生能源發展的模範值得我們學習，也期許台灣實現兼顧能源開發與環境永續經營的願景。

四、 參考文獻

- [1] 經濟産業省資源エネルギー庁:固定価格買取制度-情報公表用ウェブサイト。
- [2] “「メガソーラーランキング・TOP40」2020年版、100MW超が6サイトに”，日経BP・メガソーラービジネス・特集, 2020。
- [3] Pacifico Energy官網
- [4] 瀬戸内kirei太陽光発電所官網
- [5] “九州電力における再エネ接続の現状と今後の対応”，九州電力株式会社, 2017。
- [6] IHI官網
- [7] HITACHI官網
- [8] “九州本土における再生可能エネルギーの出力制御について”，九州電力株式会社, 2018。
- [9] Eurus Energy官網
- [10] SB Energy官網