

# 日本新能源科技研發趨勢簡析-風力、海洋能與儲能技術

107.06.08

## 摘要

- (一)、日本過去以發展陸域風機為主，但因風機本身噪音問題導致在陸域僅能發展小型風力發電機，真正大規模的 MW 級中大型風機則以離岸風力為主。
- (二)、2013 年，由內閣正式發布“海洋基本計畫”，明令由 METI、NEDO、環境省、文部科學省主導日本海洋能之開發，希望能達成 40 日圓/kWh 之實機開發、進一步降低發電成本、示範場域之整備、第三方認證等四大目標。
- (三)、日本推動蓄電池戰略，主要透過探討降低成本等方法加速蓄電池普及，並以此研擬施策方向。
- (四)、綜觀日本在風力發電、海洋能、儲能等技術發展現況，再與我國風力發電、海洋能、儲能產業現況進行比較，可發現雙方在技術發展方向上一致，但日本提供了相對優惠的補助，加上地方政府與民間企業的積極參與，使技術得以真正落實至產業。

## 一、前言

2011 年 3 月 11 日東日本大地震造成福島第一核電廠事故以及地區基礎能源設施受損，使日本對核電使用態度轉變，核能衰退的部分主要以煤、天然氣與其他化石燃料來彌補，導致其使用量增加。著眼於上述困境，日本政府透過實施一系列改革國家電力系統之措施，包括零售供應自由化與規劃於 2020 年 4 月將發電、輸電、配電相關法律進行分離，以及 2012 年實施再生能源電能躉購機制(Feed-in Tariff；FIT)以推廣再生能源利用，皆為改變電力市場型態的措施之一。

因應氣候變遷與確保國家能源安全，減少對化石燃料依賴，已成為日本當務之急的課題。2014 年 4 月日本內閣會議通過之「第四次能源基本計畫」(Strategic Energy Plan)，將再生能源定義為「具發展前景且多樣化之能源來源」，且重新定調核能為未來重要能源基載，並使停止運作之核電廠於通過新的核能安全標準架構最嚴格的檢驗後，重新啟用。

鑑此，日本經濟產業省(Ministry of Economy, Trade and Industry；METI)於2016年公佈「日本能源計畫」(Japan's Energy Plan)，以再生能源作為核心目標，並減少對於化石能源之依賴，制定務實且遠大之目標，以提升能源效率與減少能源使用。新的能源計畫將2030年再生能源佔總發電量目標設定為22~24%(相當於250TWh)，分別為太陽能7%、風力發電1.7%、生質能源3.7~4.6%、地熱發電1~1.1%、水力發電8.8~9.2%。

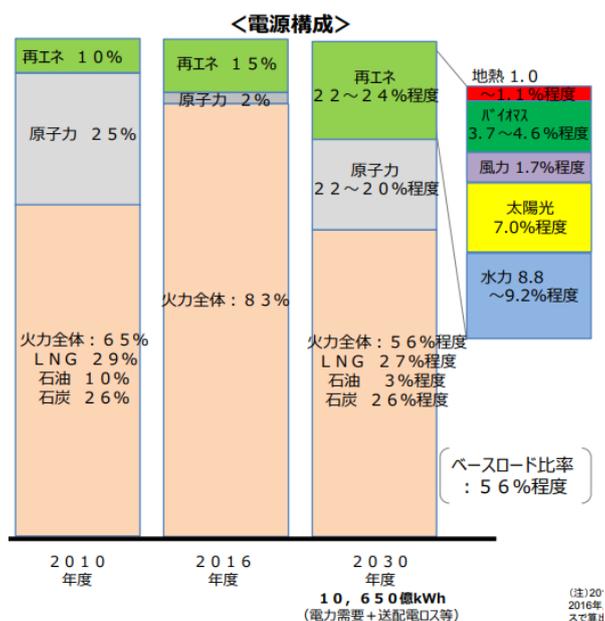


圖 1、日本 2030 年再生能源目標(資料來源：METI, 2018)

同時，近年來日本躉購費率已達區域上限。現行 FIT 機制於 2017 年 4 月大幅修訂，並改為競爭性拍賣機制，意圖減少再生能源收購價格，預計於 2020 年創造太陽光電及風力發電新機會。對於太陽光電與風力發電計畫而言，將預先設定長期成本之目標，為使發電成本往目標值方向下降，收購成本亦將逐年遞減。再者，由於預先公告風力發電、中小型水力發電、地熱能與生質能源未來三年之再生能源電能收購價格，使上述再生能源相對於太陽光電，具備更久的前置時間，使其增加計畫可預見性，以及減少商業風險並鼓勵產業發展。

	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
事業用太陽光 (10kW以上)	40円	36円	32円	29円 <sup>※1</sup>	24円	入札制移行(2000kW以上)			
住宅用太陽光 (10kW未満)	42円	38円	37円	33円 <sup>※2</sup>	31円 <sup>※2</sup>	28円 <sup>※2</sup>	26円 <sup>※2</sup>	24円 <sup>※2</sup>	26円 <sup>※2</sup>
風力	22円 <sup>※4</sup>					21円 <sup>※4</sup>	20円 <sup>※4</sup>	19円 <sup>※4</sup>	
	55円 <sup>※4</sup>					55円 <sup>※4</sup>			
	36円(洋上風力)					36円(洋上風力)			
地熱	26円 <sup>※4</sup>					26円 <sup>※4</sup>			
	40円 <sup>※4</sup>					40円 <sup>※4</sup>			
水力	24円 <sup>※4</sup>					24円 <sup>※4</sup>	20円 <sup>※4</sup>	20円 <sup>※4</sup>	27円 <sup>※4</sup>
	29円 <sup>※4</sup>					29円 <sup>※4</sup>			
	34円 <sup>※4</sup>					34円 <sup>※4</sup>			
バイオマス	39円 <sup>※4</sup>					39円 <sup>※4</sup>			
	32円(樹伐材等由来の木質バイオマス)			40円 <sup>※4</sup>		40円 <sup>※4</sup>			
	24円(一般木質バイオマス-農作物残さ)					21円 <sup>※4</sup>			
	13円(建設資材廃棄物)					13円 <sup>※4</sup>			
	17円(一般廃棄物-その他バイオマス)					17円 <sup>※4</sup>			

※4 風力・地熱・水力のリプレースについては、別途、新規認定より低い買取価格を適用。

圖 2、日本再生能源 FIT 價格推移(資料來源：METI, 2018)

## 二、日本新能源技術佈局

日本由經產省(METI, 類似我國經濟部)主導，每年發佈能源白皮書，新能源及再生能源佔比逐年加重，尤其在 311 大地震過後，原本由核能所供給的穩定電力來源已不復見；在此電力缺口產生及民間反核意識高漲之情況下，日本急需尋找相對應的替代方案。本研究今年針對風力發電、海洋能、儲能領域進行相關技術佈局及成果研析，相關成果則分述如下：

### 1. 風力發電技術佈局

依據日本風力發電原始資料顯示，日本風力發電已運轉之裝置容量為 3.37GW，開發中案件(尚未實際運轉)之裝置容量為 15.64GW，依前述 2030 年日本能源計畫目標之風力發電佔比 1.7%(相當於 10GW)有可能於 2020 年即可達成；惟在北海道及東北地區雖風況良好，卻因饋線容量影響使得風機無法順利連接上電力系統，此亦為未來開發時所需注意之重點項目。相較於陸域風力，日本政府著重離岸風力之開發，近年來技術重點為 5MW 級大型浮體式離岸風機，並針對風機維運與施工進行海上工事船舶之開發。另外，日本風力發電協會(Japan Wind Power Association)發佈 2050 年風力發電藍圖，規劃 2050 年來自風力發電之佔比超過 20%，且 2030 年風力發電累計裝置容量超過 36.2GW，包括陸域風力 26.6GW、離岸風力 9.6GW。

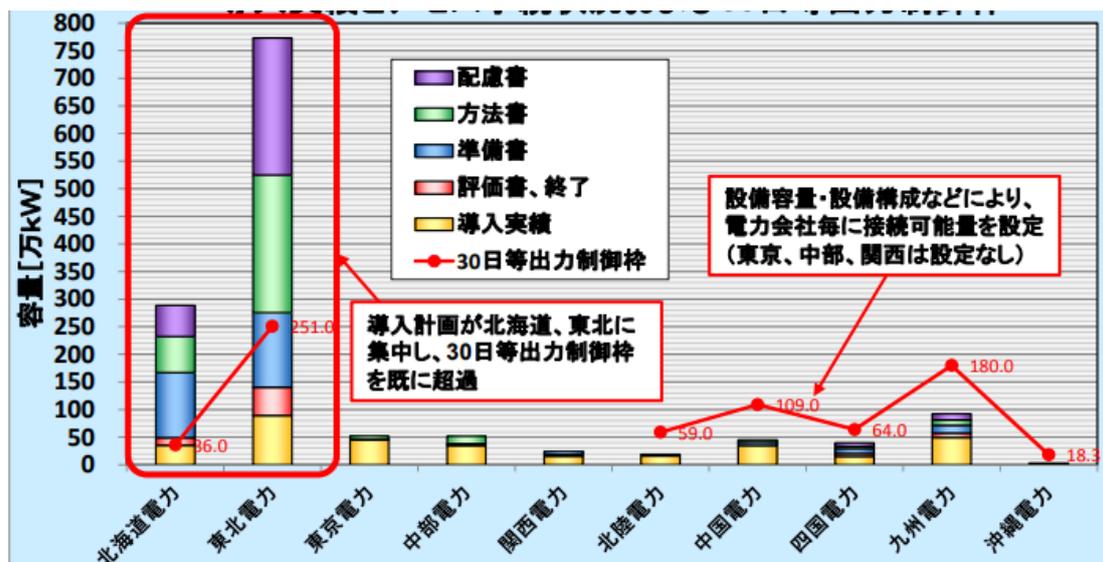


圖 3 日本十大電力公司風力發電導入概況(資料來源：JWPA, 2017)

福島離岸風力聯盟受日本經產省委託，進行浮體式離岸風場實證研究事業。2011年至2013年為第一期實證研究事業，事業內容為設置2MW級下風式浮體離岸風機乙座與世界第一座25MVA浮體式變電所；2014年至2015年為第二期實證研究事業，設置2座7MW級的油壓式浮體離岸風機。本實證實驗之主要目的確立了浮體式離岸風力發電的商業模式，對於大規模的離岸風場事業有相當大的助益；透過此計畫累積下來的知識並同時為將來日本海外輸出專案奠定了良好的基礎。

日立製作所接受NEDO補助，針對離岸大型5MW級下風式風機進行開發。之所以採用下風式設計，為考量日本常受颱風侵襲，為避免風機在颱風期間因電網斷聯(grid loss)等因素造成風機轉向系統無法作動進而造成風機損壞，故而採用下風式設計，因該設計能使風機如同風向標(wether vane)一般自動調整轉向，降低風機損壞風險。

在海上因土地限制、運輸及設置限制少，適合發展為具規模的大型風電廠。此外，當大型海上風力發電廠設置在在用電大戶鄰近區域時，也較易與電力系統併聯。銚子市離岸風機即為日本第一個海上風力發電廠。由NEDO負責海象觀測系統、測風塔資金補助，日立公司負責風機建造，並與東京電力公司合作進行鄰近區域市電連網實驗。

## 2. 海洋能技術佈局

日本 1988 年便已將海洋能視為重點發展項目，惟在經過長年的研究卻無法將發電成本降至 140 日圓/kWh 的困難下就此荒廢了一段時日；直至 2013 年，由內閣正式發布”海洋基本計畫”，明令由 METI、NEDO、環境省、文部科學省主導日本海洋能之開發，希望能達成 40 日圓/kWh 之實機開發、進一步降低發電成本、示範場域之整備、第三方認證等四大目標。未來開發之重點為降低每度電發電成本以及提高發電效率，同時針對示範場域的不同客製化，期能將海洋能發電作為分散式電源有效應用。

日本川崎重工獲得 NEDO 補助，自 2011 年起與沖繩電力及沖繩新能源開發公司合作，於沖繩海域進行固定式潮流發電的實證實驗。由具開發新能源已有一定程度經驗的沖繩電力負責整個計畫的實驗海域選擇、發電成本試算、系統連繫調查、商業化評估，沖繩新能源開發公司負責相關法規研究、認可手續調查、現場工事及管理。2015 年於沖繩海域設置 1MW 級的發電設備。

日本三井海洋開發為三井集團旗下企業，於 2013 年夏季開始與佐賀縣政府合作，在佐賀縣近海設置”skwid”浮體式潮流發電+風力發電裝置一座並開始進行實證實驗。”skwid”由高 36m、直徑 24m、發電規模 500kw 的 DARIUS 型風車和高 10.5m、直徑 15m 的水車所構成，設置於離岸 1 公里處海域，2014 年間驗證其作為獨立電源之可行性，2015 年開始向陸上進行輸電工作。

## 3. 儲能技術佈局

隨著再生能源之開發研究與佔比越來越重，其所具備之不穩定性與電力品質問題逐漸浮上台面，現有的電力系統能否在其原有的饋線容量與電力計畫中接納再生能源亦成為研究課題。日本除了追求儲能電池併網使用時的穩定性外，針對供需平衡及削峰填谷的功能亦十分重視。更由於 311 大地震使得日本全國對儲能電池皆十分重視，家用型儲能的觀念在日本早已普及，同時針對大型蓄電池方面進行低成本、延長使用壽命與確保其安全性等的技術開發為重點。在日本各地已陸續展開實證計畫，以液流電池(北海道電力、南早來變電所)、鋰電池

(東北電力西仙台變電所、南相馬變電所)、鈉流電池(九州電力豐前蓄電池變電所)三種儲能電池為主，同時亦針對飛輪與空氣電池進行先期研究。

日本自 311 大地震以來積極推動日本國內設立各項推行再生能源之相關法案、太陽能大量導入政策、建置再生能源發電廠等，另外也鼓勵家庭用戶及商辦大樓等設置分散式發電設施；為使分散式電源能順利併入電網，亦發展分散式電源管理系統與儲能系統，進行分散式電源的調控及管理，以利電網能安全且穩定的運作。同時，於 2012 年 1 月成立蓄電池戰略團隊，並於同年 7 月發表”蓄電池戰略”，目的為針對在目前條件嚴苛的電力供需狀況下達成供需兩面之負擔平整化與促進如智慧電網等分散式電源推廣之蓄電池核心技術。

蓄電池戰略主要透過探討降低成本等方法加速蓄電池的普及，並以此研擬施策方向。期望日本蓄電池相關企業在 2020 年全世界蓄電池市場規模(20 兆日圓)佔有率達到 50%以上(2012 年為 18%)；在這 50%當中各種蓄電池的預估佔比為大型蓄電池 35%、定置型蓄電池 25%、車載用蓄電池 40%。

### 三、 小結

日本經濟產業省公佈之「日本能源計畫」(Japan' s Energy Plan)，以再生能源作為核心目標，並減少對於化石能源之依賴，制定務實遠大之目標，以提升能源效率與減少能源使用。同時躉購費率已達區域上限，現行 FIT 機制於 2017 年 4 月大幅修訂，並改為競爭性拍賣機制，意圖減少再生能源收購價格，預計於 2020 年創造更多再生能源新機會。

綜觀日本在風力發電、海洋能、儲能等技術發展現況，再與我國風力發電、海洋能、儲能產業現況進行比較，可發現雙方在技術發展方向上一致，但日本提供了相對優惠的補助，加上地方政府與民間企業的積極參與，使技術得以真正落實至產業；在風力發電方面，我國在海上工事船與關鍵零組件方面能量較為薄弱，但具備良好且開發潛力大之風場，建議可與日本合作進行關鍵零組件之合作開發，並以台

灣優良風場作為測試場域進行中大型風機之實證實驗；海洋能方面以歐美國家為主要發展國家，台灣及日本雙方針對海洋能之研究以基磐實驗為主，尚無較大型的實際應用；儲能方面則台日雙方皆有多個微電網獨立運轉的示範計畫，在儲存電能部分已具備豐富經驗，惟因併入市電後，在釋出電能時因須考量電力系統之饋線容量、再生能源電力品質、綜合電力業者電力調度計畫等因素，仍多以自發自用為主，建議在這方面應與電力業者協調，爭取再生能源經儲能後進行餘電回售之研究，同時研擬儲能售電業與再生能源結合儲能系統時的配套補貼措施，方能再度提升儲能應用於產業或家庭之商業機會。

#### 四、 参考文献

1. NEDO , NEDO offshore wind energy progress EditionII
2. NEDO(2017) , focus NEDO , 2017 No.66
3. NEDO(2017),世界初、100kW 級の海流発電の実証試験を完了 ,  
[http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100824.html](http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100824.html)  
(最後閲覧日期：2018 年 3 月 15 日)
4. Asia Biomass Office , 日本における海洋エネルギー実証海域の  
決定 , [https://www.asiabiomass.jp/topics/1408\\_06.html](https://www.asiabiomass.jp/topics/1408_06.html)  
(最後閲覧日期：2018 年 3 月 15 日)
5. IEEJ (2015), Inside Japan's Long-term Energy Policy.
6. METI (2017), Japan's Energy White Paper 2017
7. METI (2016), METI-Related FY 2016 Budget.
8. NEDO (2016), NEDO Project Success Stories 2016.