

日本、韓國與中國大陸生質能與 CCS 科技研發趨勢簡析

108.06.04

摘要

- (一)、日本經產省在發展生質能方面提出「生質能產業都市」概念，運用當地的生質能作為原料，建構具經濟效益的完整體系；在 CCS 方面則進行苫小牧 CCS 大規模實證實驗以達成 2020 年 CCS 技術實用化的計畫目標。
- (二)、韓國大型電廠受到再生能源配額制度規定，發電來源必須採用一定比例再生能源，但同時國內對於穩定基載電力需求提高，因此增加對生質能發電需求。
- (三)、中國大陸推動「百個城鎮」生物質熱電聯產縣域清潔供熱示範項目與綠色煤電計畫，建構就地收集原料、就地加工轉化、就地消費的分散式清潔供熱生產和消費體系。
- (四)、日本、韓國及中國大陸三國在生質能的投入上雖不似太陽能或風電等大力投入，但皆持續開發新技術與尋找新的試點運行；在 CCS 方面，日本、韓國及中國大陸皆有大規模的主軸計畫，並輔以新技術開發，期能改善舊有火力發電廠排碳情況，質得我國參考與借鏡。

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。

而南韓的能源政策架構以 2010 年 1 月制定、4 月實施之「低碳綠色成長法」做為整體上位能源依據，此法訂定中期溫室氣體減量目標及每年制定之溫室氣體與能源目標管理法案，限制各部門能源耗用與溫室氣體減量目標。而根據低碳綠色成長基本法第 41 條第 1 項、能源基本法第 10 條，需於每五年提出「國家型能

源基本計畫」，內容範疇涵蓋南韓國家整體能源供需、核電比重(僅裝置量)、電價調整、再生能源占比、電廠送電限制條件、溫室氣體減量管制方案與能源安全等。往下依照各自法案規範，需定期公開制定需求層面與供給層面等不同能源政策內容。2017年由國家能源委員會發佈了一項長期戰略「3020 再生能源計畫」，目標從2017年再生能源發電占比4.3%(不含抽蓄水力)提高到2030年20%，確立至2030年國家能源政策之發展方向。

至於中國大陸為加快推進綠色低碳發展，確保完成“十三五”規劃綱要確定的低碳發展目標任務，推動中國二氧化碳排放2030年左右達到峰值並爭取儘早達標，特制訂“十三五”控制溫室氣體排放工作方案。積極有序推進水電開發，安全高效發展核電，穩步發展風電，加快發展太陽能發電，積極發展地熱能、生質能和海洋能。到2020年，力爭常規水電裝置容量達到3.4億kW，風電裝置容量達到2億kW，太陽光電裝置容量達到1億kW。加強智慧能源體系建設，推行節能低碳電力調度，提升非化石能源電力消耗能力。2018年12月大陸國家發展和改革委員會以及國家能源局共同頒布「清潔能源消納行動計畫(2018-2020年)」(Clean Energy Consumption Action Plan (2018 - 2020))，設定2018年全國平均風能使用率高於88%，2019年高於90%，並於2020年確保全國平均風能和太陽能發電使用率和國際水平相當(約95%左右)。

二、日本、韓國與中國大陸新能源技術佈局

日本、韓國與中國大陸在新能源技術佈局方面各有其主導機關。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。而韓國則設立產業通商資源部(Ministry of Trade, Industry and Energy; MOTIE)做為韓國能源主管機構，負責全國能源政策的制定。MOTIE轄下能源相關單位，包括韓國能源署、韓國能源經濟研究院。至於中國大陸，則由中國大陸國家發展和改革委員會負責綜合研究擬訂經濟和社會發展政策，進行總量平衡，並指

導總體經濟體制改革的宏觀調控。本研究今年針對生質能與 CCS 進行相關技術佈局及成果研析，相關成果則分述如下：

1. 日本新能源技術佈局

自日本宣布 2015 年為氫能發展元年以來，陸續於能源白皮書中發表氫能社會願景，並於 2016 年之新節能政策及能源革新戰略中擘劃氫能應用方式。依據 2016 年日本政府研擬之氫暨燃料電池戰略路線圖，氫能社會的發展策略分為三階段，第一階段為建立燃料電池的裝置，以推廣家用燃料電池與燃料電池車為主軸；第二階段預計自 2025 年下半年起，導入氫能發電與建立大規模氫能供應系統，並於 2030 年左右完成氫能製造、運輸及儲存之海外供應鏈；第三階段則預定於 2040 年實現零排碳的氫能供應系統。

日本經產省在發展生質能方面提出「生質能產業都市」概念，運用當地的生質能作為原料，建構具經濟效益的完整體系，達到活化當地特色、強化地域循環型能源的目標，同時對環境友善且能抵抗災害。從 2013 年起，陸續由相關的 7 個部會共同選出，截至 2018 年為止，全日本共有 84 個生質能產業都市。新能源產業技術總合開發機構於日本各地進行生質能、雪水等未活用能源實證實驗的補助，針對各地有潛力但未被活用的生質能、雪水等能源，分為動物糞便、木質、都市垃圾、雪水等四類，並分別在日本全國 46 個城市展開實驗，同時蒐集與分析各地運轉資料，藉此累積經驗，以便日後正式導入相關技術時得以運用。

而在 CCS 方面的研究成果，經產省展開長岡計畫，將蓄水層分成背斜構造與地層封閉等兩類。目前背斜構造已進入實證實驗階段(岩野原實驗階段)，並在長期監測後，確認可穩定封存 CO₂；NEDO 則進行苫小牧 CCS 大規模實證實驗，於 2012 年啟動，2015 年完成設備建置，並以 3 年內 30 萬噸為目標，在 2016 年 4 月開始，將 CO₂ 注入苫小牧港灣區內約 1,000 公尺深的海底地層，並持續監測，以達成 2020 年 CCS 技術實用化的計畫目標。



資料來源：METI(2019) / NEDO(2019)。

圖 1 日本長岡計畫與苫小牧 CCS 大規模實證實驗場域

2. 韓國新能源技術佈局

韓國大型電廠受到再生能源配額制度（Renewable Portfolio Standard, RPS）規定，發電來源必須採用一定比例再生能源，但同時國內對於穩定基載電力需求提高，因此增加對生質能發電需求；韓國電廠雖然部分資金投資於風力發電及太陽能發電裝置，但韓國電力需求成長快速，風力發電與太陽能建置不足以應付需求，加上使用生質燃料混燒對電廠而言成本相對較低，此外，生質能可作為基載電力，根據 EIA 資料顯示，韓國燃煤電廠之容量因子為 81.56%，遠高於世界上其他國家，因此生質能所提供之基載電力適合韓國大型、不斷成長且須採全天候不斷電之工業用電需求。

韓國能源技術研究院(KIER)針對前述電廠生質能混燒或專燒需求，進行技術開發，其成果包含：生質柴油模組化前處理/生產/淨化技術、從動物中生產生質柴油、木質纖維素材料快速熱解和生物油生產技術、塑膠廢料的連續熱解、水性有機廢物的超臨界蒸氣化、從有機廢物中生產氫、生質能前處理技術、兩階段厭氧消化過程、藻類栽培的光生物反應器。同時，韓國東西電力打造旗下東海電廠，採用 30MW 循環式流體化床生質能專用系統，僅使用木質生質能作為燃料，每年約需 20 萬噸木屑，預計可產生 22,380MWh 電力(利用率為 85%)，並減少約 10 萬噸二氧化碳。同時，打造唐津電廠使用粉煤鍋爐，在 4,000MW 系統中，以 3% 木質顆粒燃料與煤炭進行混燒，估計每年約需 10 萬噸木質顆粒燃料。此外，韓國環境部並於 2007 年設置 50MW 汽輪機發電系統，為韓國最大沼氣電廠。2007~2012 年間，每年約產生 3.8~4.0 億度

電。



資料來源：EWP(2019)。

圖 2 韓國東西電力東海發電廠與唐津發電廠

而在 CCS 方面，韓國能源經濟研究院(KEEI)於 2010 年開始進行 0.5MW 規模的試驗性實驗，以乾性可再生吸附劑捕獲 CO₂。並在 2013 年擴展至 10MW 規模，也是全球第一個使用固態吸附劑的大型碳捕獲工廠。南韓電力公司旗下電力研究院（KEPRI）保寧火力發電所進行以胺碳捕獲技術為主的 0.1MW 規模試驗性實驗。試驗成功後，擴展至 10MW 規模。

3. 中國大陸新能源技術佈局

根據中國大陸國家發展和改革委員會與國家能源局的能源技術革命創新行動計畫(2016 - 2030 年)，在生質能源技術方面，將研發生物航油（含軍用）製取關鍵技術、綠色生物煉製技術、生物質能源開發利用探索技術等，並建設生態能源農場，以形成先進生物能源化工產業鏈和生物質原料可持續供應體系。此外，根據國家發展和改革委員會與國家能源局的能源技術革命創新行動計畫(2016 - 2030 年)，在二氧化碳捕集、利用與封存技術方面，將研發 CO₂ 低能耗、大規模捕集與封存技術、CO₂ 礦化發電技術、CO₂ 化學轉化利用技術等，並建設百萬噸級 CO₂ 捕集利用和封存系統示範工程，使全流量的 CCUS 系統在電力、煤炭、化工、礦物加工等系統獲得覆蓋性、常規性應用，以實現 CO₂ 的可靠性封存、監測及長距離安全運輸。

中國國家能源局在生質能方面以「百個城鎮」生物質熱電聯產縣域清潔供熱示範項目為主，建構就地收集原料、就地加工轉化、就地消費的分散式清潔供熱生產和消費體系。示範項目共計 136 個，裝機容量 380 萬千瓦，年消耗農林廢棄物和城鎮生活垃

圾約 3,600 萬噸。

中華人民共和國科學技術部發展綠色煤電計畫。計畫共分三階段，並在 2010 年於天津市濱海新區建成 25 萬千瓦級 IGCC 示範電站，採用華能自主研發的 2000 噸/日級氣化爐，是中國首台具有自主智慧財產權的兩段式幹煤粉加壓氣化爐。並展開燃燒前 CO₂ 捕集裝置建設工程，進行燃燒前 CO₂ 捕集、利用和封存技術試驗研究；最終目標為在 2020 年前建成 40 萬千瓦級的「綠色煤電」工程。並同時開發中歐煤炭利用近零排放項目、中澳二氧化碳地質封存項目（CAGS）、吉林油田碳捕獲、封存與提高採收率項目（CCS-EOR）等。



資料來源：中華人民共和國科學技術部(2018)。

圖 3 綠色煤電計畫/吉林油田碳捕獲、封存與提高採收率項目

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。日本並以實現氫能社會為目標，期望於 2020 年東京奧運會中展現世界氫能社會的領導風範。同時躉購費率已達區域上限，現行日本 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。

韓國為達成 2035 年再生能源發電量佔總發電量之 13.4% 目標，短期內投入 42 兆韓元於新能源領域。建置總裝機容量 11.5GW 的新能源發電項目，相當於建設 11.5 個裝機容量 100 萬 kW 的核電站，將新能源發電比例由 19% 提升至 61.2%。2017 年由國家能源委員會發佈了一項長期戰略「3020 再生能源計畫」，目標從 2017 年再生能源

發電占比 4.3%(不含抽蓄水力)提高到 2030 年 20%。確立至 2030 年國家能源政策之發展方向。其具體內容包括階段性減核、提升再生能源供電來源、強化核電安全具體方針等措施。

中國大陸為達成「十三五規劃」設定之 2020 年再生能源裝置容量目標，投資人民幣 2.5 兆元並提供相關措施，特別針對大型風電、生質能、海洋能、地熱能、儲能等領域提出技術藍圖，加快推進綠色低碳發展，確保完成「十三五規劃綱要」確定的低碳發展目標任務，推動中國二氧化碳排放 2030 年左右達到峰值並爭取儘早達標。

綜觀日本、韓國及中國大陸等國家與研究機構之生質能、CCS 等技術發展現況，再對比我國於此二領域中發展現況，可發現生質熱能應用由於技術應用已相當成熟，市場已趨於穩定；在生質電力應用方面，韓國市場快速成長；多數先進國家皆將載具用生質燃料列入再生能源發展施政重點之一。日本、韓國及中國大陸三國在生質能的投入上雖不似太陽能或風電等大力投入，但皆持續開發新技術與尋找新的試點運行；我國為自產能源相當缺乏國家，利用農林畜產等廢棄物產製生質能，除了具備能源供應效益，對於二氧化碳減量與農村經濟活絡皆有所助益。然而，生質能產業的推動，從料源開發、生質能源技術產業化、應用市場信心建立等產業供應鏈之輔導與推廣策略，皆須全盤性與積極性政策規劃。而我國欲發展「循環經濟」，建議應更積極提高生物循環之角色，研擬適合我國國情之短中長程車用生質燃料、沼氣發電等生質能源政策目標，清楚規劃產業發展方針。

至於在 CCS 方面，日本、韓國及中國大陸皆有大規模的主軸計畫如日本苫小牧大規模實證計畫、韓國 KCRC Korea CCS 2020 計畫、中國大陸綠色煤電計畫。並輔以新技術開發，期能改善舊有火力發電廠排碳情況。我國 CCS 的發展目前還處於初始階段，然因技術研發需要長期投入，為達成中長期的減碳目標，政府應對於整體 CCS 開發在技術引進、試驗計劃推動、國際合作及政策法規修訂等各方面等積極規劃，以及早趕上國際發展腳步，符合未來需求。

四、 參考文獻

1. ISEP(2018), Status of Renewable Energies in Japan
2. IEEJ(2019), Outlook for Renewable Energy Market
3. NEDO(2018), focus NEDO , 2018 No.78
4. NEDO(2019), CCS 研究開發・実証関連事業
https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100141.html
(最後瀏覽日期：2019 年 3 月 27 日)
5. 國家發展和改革委員會國家能源局(2016), 生物質能發展「十三五」
規劃。
6. 中國科學技術部(2017), 十二五國家 863 計畫項目通過驗收
http://www.most.gov.cn/kjbgz/201712/t20171212_136768.htm
(最後瀏覽日期：2019 年 4 月 26 日)
7. 國家能源局(2016), 能源技術革命創新行動計畫(2016–2030 年)
8. KAIST (2017), Membrane “Nano-Fasteners” Key to
Next-Generation Fuel Cells.
9. KIER, Biomass and Wastes to Energy
<https://www.kier.re.kr/board?menuId=MENU00658&siteId=null>
(最後瀏覽日期：2019 年 5 月 10 日)
10. KIER, Greenhouse Gas/Clean Fuel Research
<https://www.kier.re.kr/board?menuId=MENU00656&siteId=null>
(最後瀏覽日期：2019 年 5 月 10 日)
11. KEA (2017), New and Renewable Energy in Korea.
12. KEA (2017), Overview of New and Renewable Energy in Korea
2017.