



## 日本電業氣候轉型融資路線評析

計畫名稱：「國家總體能源政策發展規劃及決策支援能量建構」(2/2)

計畫主持人：洪明龍

計畫研究人員／作者：吳易樺

產出日期：中華民國 111 年 03 月 22 日



## 目 錄

中文摘要 .....	4
英文摘要(Abstract) .....	5
一、日本綠色金融概述 .....	6
二、日本未來電力市場發展 .....	8
三、日本電業能源技術發展規劃 .....	11
參考文獻 .....	18



## 圖目錄

圖 1、日本 2030 年發電目標與 2019 年發電現況 .....	9
圖 2、日本發電能源比較 .....	10
圖 3、日本能源技術發展藍圖 .....	11
圖 4、日本能源技術發展規劃 .....	12



## 表目錄

表 1、綠色金融比較 .....	8
表 2、日本氫與氨使用概要 .....	15
表 3、日本 CCUS 發展 .....	17

## 中文摘要

日本為達成未來碳中和目標，提供電業融資管道，以促進能源技術發展。日本規劃化石燃料發電占比從 2019 年 76% 降至 2030 年 41%，非化石能源發電於 2030 年增至 59%。為促使能源轉型，2024 年以前將投入資金推動氨專燒技術研發；2025 年以後實際驗證氨相關技術可行性，以利 2030 年後開始實用氨，預計 2040 年導入市場。2020 年開始將投入資源研究氢能專燒，投入資金實際推動與促進產業運用，以利 2030 年該技術開始投入商業化使用氫。另也持續推動 CCUS 發展與基礎電網建設。

關鍵字：日本綠色金融、電力市場發展、能源技術發展規劃

## 英文摘要(Abstract)

In order to achieve carbon neutrality in the future, the Japanese government provides financial supports to the power industry for the development of energy technology. The Japanese government has setup a goal to reduce the share of fossil fuel power from 76% in 2019 to 41% in 2030. Moreover, the share of non-fossil fuel increases to 59%. In order to promote energy transition, the funding will support the development of pure ammonia combustion before 2024. In addition, we will verify whether ammonia would be applied into practice 2025. Ammonia would be applied to reality after 2030 and introduced to the market after 2040. Furthermore, Japan will launch development of pure hydrogen combustion since 2020, providing funding in order to promote applications in industries. They expect the commercialization of hydrogen after 2030. In addition, the Japanese government will promote CCUS development and provide basic construction of power grid.

**Key words: Green Finance in Japan, the development of power market, and the plan for energy technology development**

## 一、日本綠色金融概述

日本金融廳根據經濟產業省和環境省討論內容，規劃日本電業氣候轉型融資路線，作為電力業籌募基金參考依據。透過銀行、證券公司、投資者、以及評估機構等落實相關規劃。將擬訂策略或財務資金協助，讓日本電力業獲得融資進行轉型。

為達成未來減碳目標，企業都必須在可行範圍內製定減碳策略。將考量個人努力與公司策略，作為未來資金融資參考，最終目標是在2050年實現碳中和。基於目前技術發展，規劃2050年以前發展實際應用低碳和去碳技術，以及實際應用時機。後續將根據發展進行滾動修正。日本電力業去碳工作主要由各電力公司來推動。日本政府支持開發和引進去碳技術，達成電力轉型。

表 1 比較目前主要綠色金融工具。金融融資工具包含綠色債券、綠色貸款(Green Loans, GL)、永續指數連結債券、以及永續指數連結貸款(Sustainability Link Loans, SLL)。有綠色投資需求企業與電業可透過發行債券方式融資，或者向金融機構資進行貸款融資，以獲得資金。

獲得綠色債券與綠色貸款之電業，必須將相關資金用於綠能相關資本支出或技術研發，以利改善環境品質。資金來源者包含個人與機構。自宣示《巴黎協議》以來，全球相關債券與貸款額度持續增加<sup>1</sup>。隨發行規模擴大，政府可採取措施促進減碳相關目標達成。

綠色貸款除揭露一般資訊外，建議向貸方提供報告說明綠色投資項目或能源技術發展。綠色債券與綠色貸款鼓勵外部審查、建議披露結果、以及鼓勵一般資訊披露，以確保達成綠色使用目的。

永續指數連結債券和永續指數連結貸款是綠色投資主要資金來源，但融資的用途不受限制。例如利率隨環境保護目標、社會責任以及公司治理（Environmental, Social, and Corporate Governance, ESG）

---

<sup>1</sup> 全球綠色金融規模請見附件

實際情況而調整。相關融資企業有必要在債券披露資訊中說明如何實現 ESG 目標。透過相關資訊揭露有助於企業與電力部門去碳與鼓勵資金朝綠色轉型使用。未來資金籌募活動將提供企業轉型動能，製定策略以實現《巴黎協定》長期目標。

永續指數連結貸款以企業或電業永續表現為基準，鼓勵在永續方面努力。我國目前也開始設計相關金融商品，以提供企業在經濟發展、環境保護、社會影響等各面向績效表現，並結合產業特質制定貸款指標，鼓勵企業客戶訂立長期綠能經營方針。與傳統綠色債券或綠色貸款差別在於，綠色貸款資金用途必須為綠能相關資本支出，永續指數連結貸款則沒有用途限制。永續指數連結貸款的設計機制是以企業永續表現與利率掛勾，若借款人在貸款期間有較佳的永續表現，則可享有酌降利率加碼鼓勵，綠色貸款則無此獎勵設計。



表 1、綠色金融比較

	綠色債券	綠色貸款 (Green Loans, GL)	永續指數連結債券	永續指數連結貸款 (Sustainability Link Loans, SLL)
資金用途	僅限綠色項目	僅限綠色項目	資金用途無限制，但須依循 ESG 目標規劃。	資金用途無限制，但須依循 ESG 目標規劃。
資金提供者	個人投資、機構投資	個人投資、機構投資	個人投資、機構投資	個人投資、機構投資
資訊揭露	一般資訊披露	建議向貸方提供報告說明綠色用途，與一般資訊披露	一般資訊披露	建議向貸方提供報告說明綠色用途，與一般資訊披露
外部審查	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鼓勵外部審查</li> <li>● 建議披露結果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鼓勵外部審查</li> <li>● 向貸方披露結果</li> <li>● 鼓勵一般資訊披露</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鼓勵外部審查</li> <li>● 建議披露結果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鼓勵外部審查</li> <li>● 向貸方披露結果</li> <li>● 鼓勵一般資訊披露</li> </ul>

## 二、日本未來電力市場發展

2021 年 10 月 22 日日本內閣在第六次基本能源計劃決議 2030 年將大幅減少火力發電，以努力做到碳中和。圖 1 顯示日本 2030 年發電目標與 2019 年發電現況。化石燃料發電從 2019 年 76% 降至 2030 年 41%，非化石能源發電於 2030 年增至 59%。日本二氧化碳排放量中，來自電力間接排放量約占 40%。因此電力二氧化碳排放量在日本受到相當的關注。

日本為達成 2050 年碳中和目標，需各行業、消費者和政府共同

努力。積極擬定相關策略：(1)積極推動 2030 年全面節能以擴大非化石能源使用，如推廣非化石電力與氫氣使用；(2)強化目前仍在推動政策。

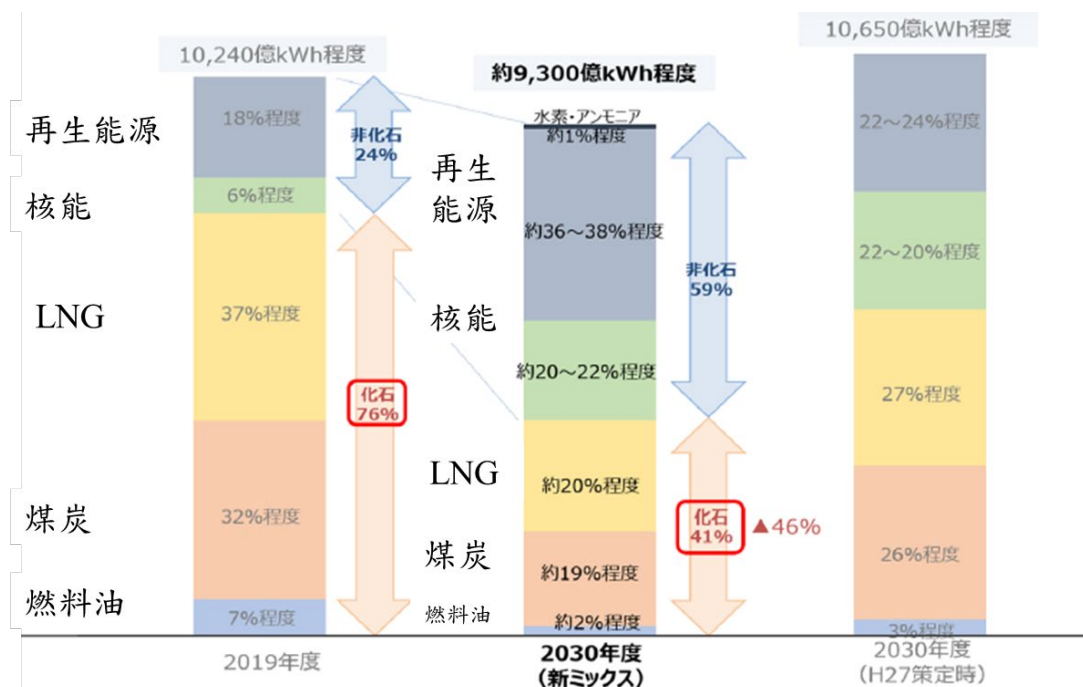


圖1、日本 2030 年發電目標與 2019 年發電現況

日本 2020 年對中東地區化石能源依存度以石油為最高達 89.9%，而 LNG 占 16.4%。考量併網與整體系統發電成本，2030 年太陽光電成本約 8.2-19.9 日元/度、核能成本 11.7-14.5 日元/度、LNG 為 10.3-14.3 日元/度、煤炭 13.6-22.4 日元/度、以及石油產品（燃料油）為 24.9-27.6 日元/度。電力排放係數方面，LNG 為 0.38 公斤/度、煤炭為 0.86 公斤/度、以及油品為 0.70 公斤/度。其他考量方面，再生資源需確保合適地點設置，並以永續方式於社區實施項目。核能方面要確保安全，並恢復國民信心。LNG 則需關注價格波動幅度。煤炭方面則須關注國際去碳趨勢。石油產品（燃料油）方面則提供離島與緊急時使用。

	供應穩定	經濟面	環境面	其他考慮項目
	中東依存度 2020年	發電成本 (日元/度) 2030年	電力排放係數 (kg-CO2/kWh)	
再生能源	0 %	【太陽光(事業用)】 ① 8.2 ~ 11.8 ② 19.9	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>確保合適的地點並以永續方式於社區實施項目</li> </ul>
核能	0 %	① 11.7 ~ ② 14.5	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>確保安全</li> <li>恢復國民信心</li> </ul>
LNG	16.4 %	① 10.7 ~ 14.3 ② 10.3	0.38	<ul style="list-style-type: none"> <li>關注價格波動幅度</li> </ul>
煤炭	0 %	① 13.6 ~ 22.4 ② 13.7	0.86	<ul style="list-style-type: none"> <li>國際脫碳趨勢</li> </ul>
石油產品	89.9 %	① 24.9 ~ 27.6 ② -	0.70	<ul style="list-style-type: none"> <li>離島與緊急時使用</li> </ul>

※① 發電成本 ② 考慮統合與部分併網成本

圖2、日本發電能源比較

### 三、日本電業能源技術發展規劃

圖 4顯示日本能源技術發展規劃。日本預計在未來投入資源以發展氨、氫、以及 CCUS 等發展，相關說明如下。

#### （一）能源技術發展藍圖

日本政府為達成碳中和目標，推廣許多計畫。包含能源基本計畫、基本政策小組委員會、2050 年實現碳中和、綠色成長戰略、打造規模氨供應鏈（項目研發/社會實施方案）、打造燃料氨供應鏈（項目研發/社會實施方案）、以及 CO<sub>2</sub> 分離/捕捉等技術開發（項目的研發/社會實施計劃）等。

2020-2030 年除擴大再生能源和核電使用，也將推廣生質能混燒和減少傳統火力發電，以推展低碳化。未來將投入資源開發氨/氫混燒技術和 CCUS 技術，開展研發和驗證工作。2030-2040 年，將努力擴大氨/氫混燒，提高混燒比率。2040-2050 年實際應用和擴大推廣氨/氫燃燒，顯著減少排放以實現碳中和。

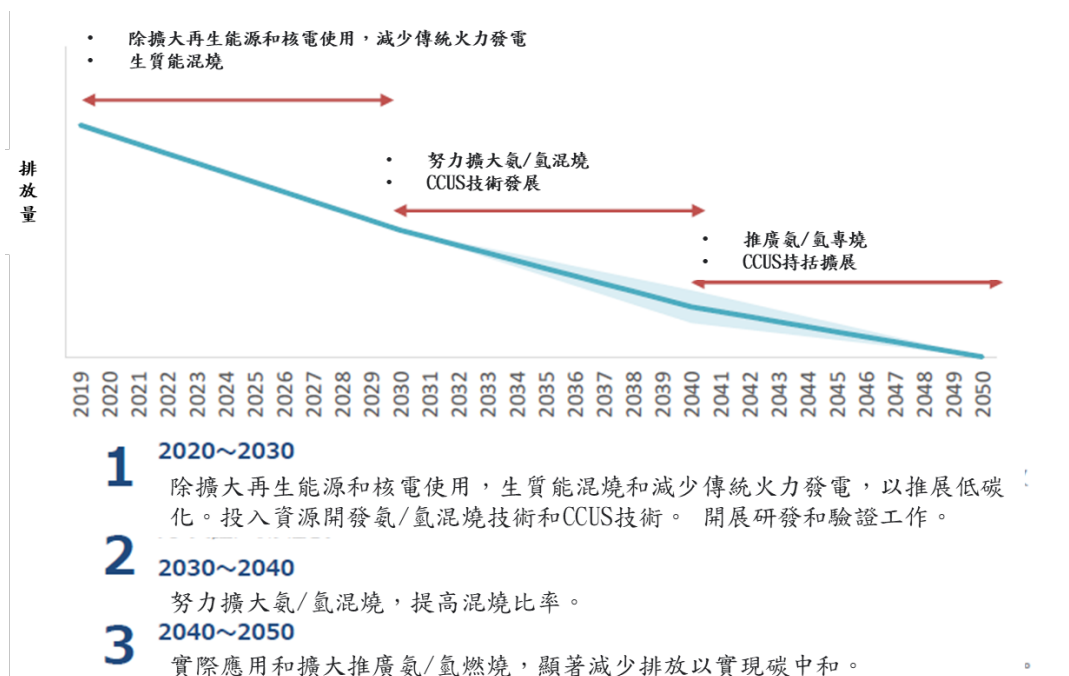


圖3、日本能源技術發展藍圖

## （二）日本能源技術發展規劃

### 1. 氫未來發展

2024 年以前將投入基金推動氫專燒技術研發。2025 年以後實際驗證相關技術可行性。2030 年後開始實用該技術，預計 2040 年導入市場。

氫混合燃燒方面，能源基礎目標設定 2030 年氫和氨合計約 1%。2024 年以前開始發展氫混燒，2025 年以後逐步達成 20%混燒目標，以利未來全面引進氫發電。

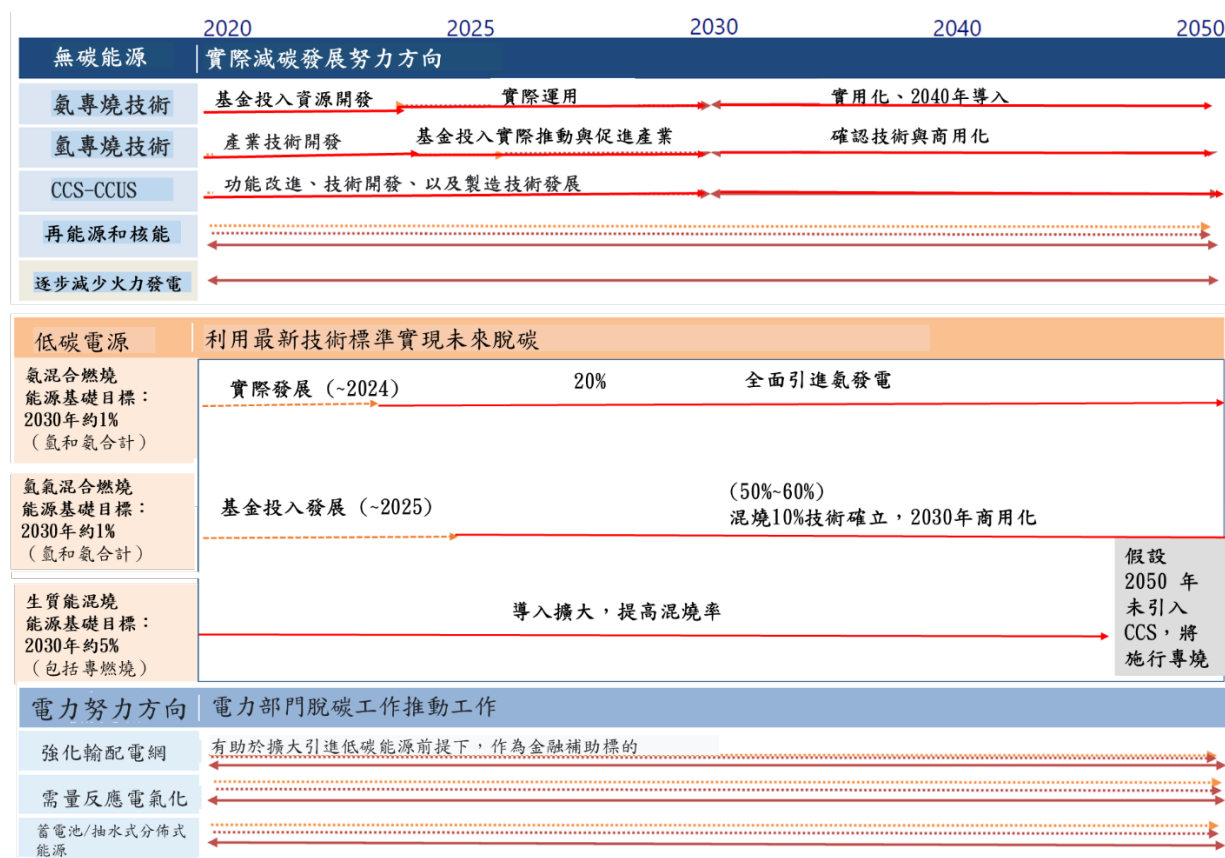


圖4、日本能源技術發展規劃

### 2. 氫能未來發展

2020 年開始將投入資源研究氫能專燒，基金投入實際推動與促進產業運用。2030 年該技術開始投入商業化使用。

氫氣混合燃燒方面，能源基礎目標為 2030 年氫和氨合計約 1%。

2025 年以前基金投入實際發展，2026 年以後確定混燒 10%技術，2030 年商用化逐步達成 50%~60%占比。

### 3. 其他能源未來發展

生質能混燒能源基礎目標為 2030 年達 5%，擴大導入提高混燒率，包括專燒部分。若 2050 年未引入 CCS，將施行專燒。

### 4. CCS 與 CCUS 未來發展

在 CCS 與 CCUS 方面，2020-2030 年開始投入資源進行技術開發，以利該技術發展。未來仍將持續推動再生能源與核能使用，並逐步減少火力發電。

### 5. 電力部門未來發展

電力部門將強化輸配電網發展。在有助於擴大引進低碳能源前提下，作為金融補助標的。除此之外，將強化需量反應，以及促進電氣化比率。另將發展蓄電池與抽水式等分散能源發展。

## （三）日本氫/氨/CCUS 發展概況

氫發電優點如下。因氫氣與燃氣兩者燃燒率比較接近，可混入燃氣發電。惟氫氣燃燒速度快，因此需發展控制燃燒技術。透過上述控制技術，燃氣輪機可轉換為純氫燃燒。氨的優點為以恆定速率注入發電燃燒器中心的再循環區域（高溫和低氧），促進氨分解和燃燒。氨燃燒速度接近煤炭，因此適合與燃煤發電混燒。

日本目前具備小型裝置（1MW）氫專用燃燒實機示範，已完成大型裝置燃燒率達到 30%燃燒器技術開發。若 2050 年成本下降，可大量推廣氫能發電。因此株式會社 JERA 設定在 2030 年左右開始混燒，其他電力公司也有興趣運用此技術。在氨運用方面，目前成功開發混燒器。目前正在進行大容量混燒試驗，預計從 2021 年到 2024 年使用實際設備實驗 20%混燒。株式會社 JERA 宣布從 2020 年後期開

始在火力發電使用燃料氨計劃，其他電力公司也有興趣採用。

氨與氫能共同優勢為可以持續使用現有燃氣輪機發電設備，以利用有效使用資產，也有助於系統穩定。氫能優勢為促進建設國際供應鏈，創造氫氣大規模需求，進一步提高氫氣利用率。因此純氫燃燒技術發展前景看好。氨運用方面，已建立以肥料應用為中心的氨市場。可能利用現有製造、運輸和存儲技術進行基礎設施開發。由於可在-33°C（常壓）下液化，因此可以降低運輸和儲存成本。

在劣勢方面，氫能需要使用能承受極低溫環境的材料，才能進行儲存。氨需開發 NO<sub>x</sub> 抑制技術和熱量收集技術來確保發電所需熱能。

表 2、日本氫與氨使用概要

	氫	氨
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 氫氣混入燃氣發電，兩者燃燒率比較接近。惟氫氣燃燒速度快，因此需發展控制燃燒技術。</li> <li>➢ 透過上述控制技術，燃氣輪機也可以轉換純氫燃燒。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 將氨以恆定速率注入發電燃燒器中心的再循環區域（高溫和低氧），促進氨分解和燃燒。</li> <li>➢ 氨燃燒速度接近煤炭，因此適合燃煤發電混燒。</li> </ul>
現況與努力目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 具備小型裝置（1MW）專用燃燒實機示範，已完成大型裝置燃燒率達 30%的燃燒器技術開發。</li> <li>➢ 若 2050 年成本下降，可大量推廣氫能發電，因此株式會社 JERA 目標在 2030 年左右開始混燒。其他電力公司也有興趣採用。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 目前成功開發混燃器，惟須強化抑制 NOx 排放。目前正在進行大容量混燒試驗，計劃從 2021 到 2024 年使用實際設備實驗 20%混燒。</li> <li>➢ 株式會社 JERA 宣布從 2020 年代後期開始在火力發電中使用燃料氨計劃。其他電力公司也有興趣採用。</li> </ul>
優勢	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 可持續使用現有燃氣輪機發電設備，資產可得到有效利用。</li> <li>➢ 有助於系統穩定。</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 促進國際供應鏈建設，創造大規模氫氣需求，進一步提高氫氣利用率。</li> <li>➢ 純氫燃燒技術發展前景看好。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 已建立以肥料應用為中心的氨市場。可能利用現有製造、運輸和存儲技術進行基礎設施開發。</li> <li>➢ 由於可在-33°C（常壓）下液化，因此可以降低運輸和儲存成本。</li> </ul>
劣勢	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 需要使用能夠承受極低溫環境的材料，才能進行儲存。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 需開發 NOx 抑制技術和熱量收集技術確保發電所需熱能。</li> <li>➢ 由於有毒，處理時必須小心。</li> </ul>



日本已初步開發 CCUS 相關技術與運用，以利排放源分離和回收 CO<sub>2</sub>。分離回收技術相對便利，包含物理吸收、化學吸收法、以及直接空氣捕捉碳（DAC）。排放源包含天然氣處理、發電、煉鋼、水泥製造、化肥製造、生物乙醇生產、煉油、生物質發電、垃圾處理廠、以及藍氫生產。日本目前存在商業化技術，研究和開發創新吸收方法。日本與國際已進行各排放源的分離回收研究開發，日本目前擁有國內外吸收劑實際運用記錄。

分離和回收 CO<sub>2</sub> 需運送到儲存或再利用場所。交通工具包含陸域管道、油罐車、以及鐵路。海域包含海底管道、以及船舶運輸。然而日本沒有長距離運輸 CO<sub>2</sub> 經驗。目前只有管道運輸，擁有海外長輸管道（100 公里以上）。

日本可在排放源附近進行碳回收再利用。對於長距離運輸（200 公里以上），船舶運輸比管道運輸更具成本效益，正發展國內外船舶運輸實際應用。

需在地下層進行 CO<sub>2</sub> 儲存與監測。包含挖掘、壓裝、以及監控等方式。儲存地包含陸地與海底，須進行監控封存後 CO<sub>2</sub> 穩定狀態。2019 年 11 月在苫小牧市進行大規模 CCS 試驗中，累計注入量達到 30 萬噸，並確定操作技術可行性。後繼續將持續監測 CO<sub>2</sub> 穩定性。

在碳回收再利用方面，碳回收可再製成化學品（如對二甲苯等）、燃料（如汽油和城市燃氣主要原料甲烷等）、以及礦產（包含混凝土製品等）。

目前全球碳回收研發活動活躍，已商業化一部分產品，惟很多仍處於研發與示範階段。未來仍需開發和擴大相關研發機構研究能力。部分化學品、燃料和礦物質研發、示範、商業化如火如荼發展。已建立基礎技術，目前正在進行大規模和商業化的示範。因此日本企業具國際競爭力。

表 3、日本 CCUS 發展

	分離、回收	輸送	儲存	碳回收
概要	<p>從排放源中分離和回收CO<sub>2</sub></p> <p>&lt;分離回收技術&gt;</p> <p>物理吸收/化學吸收法/直接空氣捕捉碳(DAC)</p> <p>&lt;排放源&gt;</p> <p>天然氣處理、發電、煉鋼、水泥製造、化肥製造、生物乙醇生產、煉油、生物質發電、垃圾處理廠、藍氫生產</p>	<p>將分離和回收的CO<sub>2</sub>運送到儲存/再利用</p> <p>場所</p> <p>&lt;交通工具&gt;</p> <p>【陸域】管道、油罐車、鐵路</p> <p>【海域】海底管道、船舶運輸</p>	<p>CO<sub>2</sub>儲存在地下層進行監測。</p> <p>&lt;挖掘/壓裝/監控&gt;</p> <p>【儲存地】陸地、海底</p> <p>【監控】封存後CO<sub>2</sub> 監控</p>	<p>以CO<sub>2</sub>為資源生產化學品和燃料</p> <p>&lt;碳回收再製產品&gt;</p> <p>【化學品】一般產品（對二甲苯等）</p> <p>【燃料】汽油和城市燃氣主要原料甲烷等。</p> <p>【礦產】混凝土製品等</p>
現況與努力目標	<p>存在商業化技術，創新吸收方法研究和開發</p> <p>➢ 擁有國內外吸收劑實績記錄</p> <p>➢ 國內外各排放源的分離回收研究開發。</p>	<p>日本沒有長距離運輸CO<sub>2</sub>經驗</p> <p>➢ 日本目前只有管道運輸，擁有海外長輸管道（100公里以上）</p> <p>➢ 在碳回收中，有可以在排放源附近再利用的情況。</p> <p>➢ 對於長距離運輸（200公里以上）船舶運輸比管道運輸更具成本效益，正發展國內外船舶運輸實際應用。</p>	<p>壓裝/監控技術示範</p> <p>➢ 2019年11月在苫小牧市進行大規模CCS試驗中，累計注入量達到30萬噸，確定操作技術</p> <p>➢ 後繼續監測CO<sub>2</sub>穩定性</p>	<p>全球研發活動活躍，目前已商業化一部分產品</p> <p>很多處於研發/示範階段</p> <p>➢ 研發機構開發和擴大</p> <p>➢ 部分化學品、燃料和礦物質研發、示範、商業化如火如荼發展階段</p> <p>➢ 已經建立基礎技術，目前正在進行大規模和商業化的示範。</p> <p>➢ 日本企業具有國際競爭力。</p>

## 参考文献

- [1] 日本資源エネルギー庁，2022，「電力分野のトランジション・ロードマップ」。
- [2] 日本資源エネルギー庁，2022，「トランジション・ファイナンス」。
- [3] 聯合新聞網，2022，「永續指數連結貸款掀風潮」。