



國際鋼廠減碳發展趨勢

1. 歐盟進一步補助高爐減排技術研究 1
2. 藍氫-綠色鋼鐵的虛假希望 2
3. 中國加速打造氫能產業，實現低碳轉型 2
4. 中國鋼鐵業利用儲能技術重構產業能源體系 3
5. 歐洲鋼鐵協會呼籲 CBAM 推動必須兼顧簡化與 4
有效性
6. IEEFA：中東與北非有能力領導綠色鋼鐵轉型 5

鋼廠動態

1. 福德士河與中國寶武開展綠鐵專案合作 6
2. 安賽樂米塔爾法國公司警告，歐盟三分之一鋼鐵 7
業面臨關閉風險
3. JFE 生產綠色鋼材 JGreeX[®]用於大型工業變壓器 7
4. 蒂森克虜伯降低依賴氫氣持續推進綠色鋼鐵技術 8
5. 安賽樂米塔爾減碳計畫進度趨緩 10

技術/生產資訊

1. POSCO 低碳燒結製程技術的開發及試驗規模測試 11
-

技術專欄

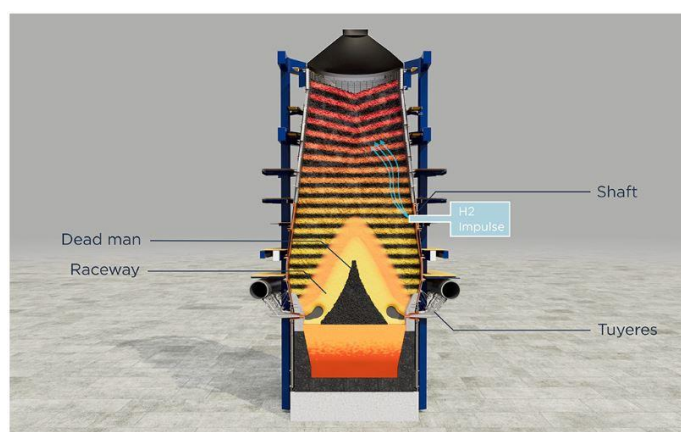
- ※日韓鋼廠參與區域型綠能計畫現況 12
-

1. 歐盟進一步補助高爐減排技術研究

歐盟煤炭和鋼鐵研究基金 (RFCS) 資助 180 萬歐元 (約 6,087 萬新台幣) 給普銳特冶金技術參與低碳煉鐵新技術開發案，該案旨在利用序列脈衝噴吹技術 (Sequence Impulse Process, SIP)，通過高爐爐身直接噴吹氫氣，減少高爐中的二氧化碳排放，如圖一。

氫基還原技術能將高爐 CO_2 排放量減少約 20%，然而如何有效通過風口噴吹氫氣仍存在技術挑戰。基於已有的 SIP 技術，研究案將模擬氫氣通過脈衝噴吹進入高爐，以期找到有效的減排方案。預計於 2028 年完成，由多個行業領先企業將推動這一方案從實驗室階段進入工業示範階段。合作方包括蒂森克虜伯、AT.PRO tec 提供關鍵技術、普銳特冶金技術負責高爐集成設計和經濟評估，VDEh-Betriebsforschungsinstitut 和 K1-MET 進行建模和分析，奧鋼聯鋼鐵公司將在其奧地利林茨廠進行氣體分布驗證實驗。

第一個全尺寸 SIP 系統安裝在蒂森克虜伯鋼鐵歐洲公司杜伊斯堡工廠的「Schwelgern 1」高爐上，並於 2020 年 12 月開始運作，專案投資回收期不到 12 個月，SIP 技術已將每噸鐵水的生產成本降低 8.5 歐元，並有進一步提高潛力。



圖一、採用 SIP 技術向爐身內噴吹氫氣的高爐示意圖

(摘自：普瑞特冶金-中國 2025-01-13)

2. 藍氫-綠色鋼鐵的虛假希望

目前再生電解水生產能源綠氫的成本仍高於預期，藍氫成為可能的替代方案，包含浦項(POSCO)、蒂森克虜伯(Tyssenkrupp)以及薩爾茨吉特(Salzgitter)等一直在探索煉鐵製程中使用藍氫的可行性。但根據能源經濟與金融分析研究所(IEEFA)數據，使用藍氫生產脫碳不會顯著減少碳排，還有可能在脫碳競爭中落後。

藍氫是由天然氣蒸氣重整 SMR 加上 CCS 的技術減少 CO₂ 排放所生產的氫氣，故相較灰氫更具環保優勢，IEEFA 的研究表明藍氫要達到美國、歐盟、日本等主要市場的碳排放目標極具挑戰。

相較於藍氫需要前期的大量投資 (包含天然氣基礎設施、生產設施、碳捕捉設施)，由於綠氫其生產設備模組化逐漸成熟，預計在未來 10 年內，成本將低於藍氫。

(摘自：IEEFA 2025-01-21)

3. 中國加速打造氫能產業，實現低碳轉型

中國工業和資訊化部、國家發展改革委、國家能源局發佈實施《加快工業領域清潔低碳氫應用實施方案》，聚焦冶金、化工、交通等重點行業領域，提出藍、綠氫七大應用場景，並從技術創新、產業化示範、模式探索、藍綠氫源、其他關鍵原料來源等方向，確立 30 項具體任務，加快技術裝備產品升級，實現工業綠色低碳轉型。

中國是全球最大的氫氣生產國和消費國，近年氫能產業發展迅速，涵蓋氫氣製取、存儲、運輸、應用全產業鏈。其 2023 年氫氣產量超 3500 萬噸，約占全球產量的三分之一，可再生能源裝機規模全球第一，截至 2024 年 6 月，可再生能源製氫產能突破 10 萬噸/年，規劃及建製中產能約 800 萬噸/年。

目前，氫能生產成本較高，大規模長距離儲運困難，成為工業領域藍、綠氫

應用的制約因素，需要政府、企業、科研機構等多方共同努力。中國將有序發展可再生能源製氫，提升高效製氫電解槽等重點產品性能指標和批量化生產能力，研究制定水電解製氫裝備製造行業規範條件，打造氫能產業先進製造業集群和中小企業特色產業集群。

(摘自：冶金信息網 2025-01-17)

4. 中國鋼鐵業利用儲能技術重構產業能源體系

中國 2023 年鋼鐵業碳排放量達 18.6 億噸、綜合能耗 4.8 億噸標準煤、電力消耗 5,400 億度，製程能耗較國際先進製程增加 10-15%。長流程煉鋼對化石能源的高度依賴成為轉型瓶頸，其中焦炭消耗占生產成本的 25-30%，能源成本占比達 30-40%，餘熱餘能利用率則不足 50%，如表一。

表一、中國鋼鐵業的能源轉型可分為三個階段

短期	中期	長期
2025 年	2030 年	2050 年
儲能滲透率達 15%， 綠電占比提升至 30%	氫能冶金進入商業化階段 ，碳捕捉、利用與封存 (CCUS) 技術規模化應用	實現全流程電氣化， 並建立智慧能源網絡。

未來，鋼鐵業將廣泛採用綠色電力和儲能技術，並推動氫能冶金與碳捕捉技術落地。

目前，中國鋼鐵企業正加速構建「源-網-荷-儲」^[註]協同的新型供能體系，在廠區部署太陽能與風電系統，配套電化學儲能裝置，並推動微電網調度系統的智慧化升級。政策層面，政府透過分時電價、容量補償和建設補貼等措施，鼓勵企業採用儲能技術。隨著能源成本下降，低碳鋼鐵產品的市場競爭力將進一步提升，企業也有機會透過參與電力市場等創新商業模式獲取額外收益。

[註]：源網荷儲是一種包含「電源、電網、負荷、儲能」整體解決方案的運營模式，精准控制可中斷的用電負荷和儲能資源，提高電網安全運行水準，解決清潔能源消納過程中電網波動性等問題。

(摘自：冶金信息網 2025-02-06)

5. 歐洲鋼鐵協會呼籲 CBAM 推動必須兼顧簡化與有效性

在歐盟委員會與法國財政部、經濟部及氣候轉型部於巴黎共同舉辦的「碳邊境調整機制：應對碳洩漏，以強化全球氣候行動」會議上，歐洲鋼鐵協會 (EUROFER) 呼籲必須並行推動碳邊境調整機制 (CBAM) 的簡化與有效性，解決資源重新調配、出口機制以及下游產品納入範圍等關鍵問題。

目前，歐盟委員會正在透過綜合調整方案加速 CBAM 簡化程序，但業界仍擔憂 CBAM 無法有效遏止碳洩漏，EUROFER 呼籲歐盟應優先採取以下改進措施：

- (1) 建立結構性立法機制，防範資源重新調配帶來的市場風險。
- (2) 設立出口保障機制，維持歐洲鋼鐵出口競爭力，防止全球市場碳洩漏。
- (3) 將 CBAM 範圍擴大至高鋼材含量的下游產品，確保機制全面覆蓋。
- (4) 強化環境完整性，包括更嚴格的預設碳排放值與免費配額調整機制。

歐盟必須在簡化與有效性間取得平衡，確保 CBAM 既有效又具可行性。若貿然推動尚未完善的 CBAM，將進一步侵蝕歐洲鋼鐵產業的競爭力。

考量目前歐盟碳價已達 80 歐元/噸 (約 2,742 新台幣/噸)，但每年仍有超過 2,500 萬噸鋼鐵 (約佔歐盟產量 20%) 來自無碳成本的第三國進口，這項機制的完善勢在必行。

然而，歐盟委員會針對 CBAM 出口條款及下游產業涵蓋範圍的關鍵立法提案將延至 2026 年初才公布，且資源重新調配問題甚至未納入近期立法規劃。此

舉與法國政府及其他成員國強調的政策急迫性背道而馳，令業界憂心歐洲鋼鐵業的脫碳投資將面臨阻礙。

(摘自：[SNN 環宇鋼鐵網 2025-02-17](#))

6. IEEFA：中東與北非有能力領導綠色鋼鐵轉型

根據能源經濟與財務分析研究所 (IEEFA) 的報告，中東與北非 (MENA) 地區具備引領全球綠色鋼鐵產業轉型的潛力，因該地區擁有全球成長最快的鋼鐵產業之一，並且是以天然氣為基礎的直接還原鐵 (DRI) 生產中心，2021 年至 2023 年間，MENA 的 DRI 產能增長了 11%，占全球產量的 45%。

此外，該地區擁有穩定的原料供應，如 DR 級球團和化石氣體，另外，淡水河谷計劃擴大其在 MENA 地區的產能，鐵精礦和鐵礦塊的供應估計將會增加，同時，該地區是全球可再生能源增長最快的市場之一，憑藉其太陽能和風能潛力創造了最低成本的可再生能源記錄，並已開始採用綠氫製鋼技術。IEEFA 強調，若能採取正確措施，MENA 可抓住這一世代機遇，向歐洲和亞洲等關鍵市場供應綠色鋼鐵。

(摘自：[AIST 2025-03-05](#))

1. 福德士河與中國寶武開展綠鐵專案合作

中國寶武子公司寶武資源與澳大利亞鐵礦石供應商福德士河 (Fortescue Metals Group Ltd) 在上海簽署合作備忘錄，雙方將合作綠色鐵素開發專案，共同應對全球鋼鐵行業面臨的碳減排挑戰。

福德士河表示，該公司致力於推動建立綠色鐵素供應鏈，目標是到 2030 年使得鐵礦石產品全都實現綠色化。

福德士河集團 (Fortescue Metals Group Ltd) 是澳大利亞第三大鐵礦石出口商，公司成立於 2003 年。自成立以來，憑藉其 300 億澳元的市值及因成功運作而不斷擴大的聲譽，已成為澳大利亞礦業出口的重量級公司。

福德士河的綠色鐵素項目旨在通過利用可再生能源，將鐵礦石直接還原為高純度的鐵，大幅減少傳統高爐煉鐵過程中的碳排放。其計畫在未來幾年內大幅擴大綠色鐵素的產能，以滿足市場日益增長的需求。

該公司正在建設一系列配套設施，包括可再生能源發電設施、氫氣生產設施等，為綠色鐵素生產提供保障，並積極與鋼鐵企業、設備製造商等合作，共同推動綠色鐵素產業的發展。

[註]：“綠色鐵素”，在福德士河內部稱之為“Green Iron”。這是一種在使用氫氣的情況下，將鐵礦石電化學地還原成為一種類似純鐵 (95%) 的物質。該技術採用低溫電解，可使用可再生能源供電。

(摘自：世界金屬導報 2025-01-14)

2. 安賽樂米塔爾法國公司警告，歐盟三分之一鋼鐵業面臨關閉風險

安賽樂米塔爾法國公司(ArcelorMittal France)董事長 Alain Le Grix de la Salle 在法國的聽證會上警告，如果歐盟不採取行動打擊進口鋼鐵的不公平競爭，歐洲三分之一的鋼鐵業可能會消失。

歐洲鋼鐵業危機由多種因素造成，正在破壞歐盟生產商的競爭力，包括大量從忽略環境標準的國家進口廉價鋼鐵，他也強調法國的工廠不能確定是否能持續運行下去。此外，歐洲的能源成本位居世界最高之列，例如歐盟的天然氣價格比美國高出 4 到 5 倍，鋼鐵需求每年下降 4%，過去 5 年已經下降了 20%。

安賽樂米塔爾已經停止了 Dunkirk DRI 工廠的脫碳投資，並在 2025 年完成碳邊境調整機制 (CBAM) 的修訂以及採取鋼鐵和金屬行動計劃等新措施之前，對 Ghent 的投資計劃仍保留。安賽樂米塔爾呼籲加強貿易防禦、改革 CBAM 以確保碳市場的公平競爭，並迅速實施潔淨工業協議等新策略。

(摘自：GMK Center 2025-01-24)

3. JFE 生產綠色鋼材 JGreeX[®] 用於大型工業變壓器

JFE 宣佈其綠色鋼產品 "JGreeX[®]" 已被愛知電氣株式會社 (Aichi Electric Co., Ltd.) 採用於其生產和銷售的大型工業變壓器，

(愛知電機の大型変圧器※イメージ)

如圖二，所選用的特定鋼材是方向性電磁鋼板。愛知電氣為開發和擴大有助於去碳化的產品和降低環境影響類型的變壓器，而被選中 JFE 的 "JGreeX[®]"，因其在鋼鐵製造過程中大幅減少二氧化碳排放的環保價值。



圖二、愛知電氣所生產的大型工業變壓器

另 JFE 計畫採用本次生產的大型變壓器，展現其積極採購綠色產品的承諾，以響應經濟產業省於去年 12 月制定的《GX 倡議宣言》，積極創建 GX 市場，推動整個供應鏈的去碳化。

[註]：《GX 倡議宣言》

透過碳定價（CP）降低 GX 與非 GX 產品之間的採購成本差異	增加 GX 產品本身的附加價值
(1)碳排放價格將逐步提高，以表明未來採購 GX 產品比非 GX 產品更合理。 (2)基於這個價格，讓公司有動力積極向市場推出 GX 產品。 引入碳定價（特別是排放交易方案）時應注意的觀點： (a)確保營運商之間的公平性和系統的有效性 (b)靈活考慮目標公司的行業特點 (c)促進脫碳投資	(1)當前 GX 產品需求較低 (2)由於中短期內（即在碳價格逐步上升到足夠的水平之前）缺乏優先採購成本較高的 GX 產品的誘因，有必要創造讓 GX 產品在市場上受到高度重視，即使價格昂貴，也能被市場選擇的環境。 改善環境需要解決的問題： (a)GX 價值的可視化（例如披露綠色材料採購比率） (b)為採購 GX 產品和服務提供獎勵 (c)降低 GX 產品的採購成本

（摘自：JFE 2025-02-03）

4. 蒂森克虜伯降低依賴氫氣持續推進綠色鋼鐵技術

蒂森克虜伯(Thyssenkrupp)早先釋出一連串減產、裁員與重組消息，即預計到 2030 年，鋼鐵生產及管理部門將裁減約 5,000 人職位，另有 6,000 人將因公司分拆與部分出售而受到影響。該公司並計劃將其歐洲鋼鐵產能從目前每年

1,150 萬噸減至 870 萬噸至 900 萬噸之間，如關閉德國北萊茵-西伐利亞邦的 Kreuztal-Eichen 工廠，以及出售 HKM (Hüttenwerke Krupp Mannesmann) 鋼鐵廠，以因應歐洲鋼鐵市場需求疲軟、鋼鐵價格暴跌及來自亞洲的廉價進口等困境，但仍保持對杜伊斯堡大型綠色項目的承諾^[註]。然將傳統的高爐製鋼技術替換為氫氣製鋼綠色環保轉型計畫，除受到工會的強烈反對，也因政府支持不足與綠氫稀缺昂貴而面臨巨大的財務危機。

近日蒂森克虜伯表示，即使政府打造世界領先的氫能產業的雄心失敗，該公司價值約 30 億歐元 (約 1,024 億新台幣) 的綠色鋼鐵廠計劃仍可繼續推進，集團計劃在杜伊斯堡建設的綠色鋼鐵廠並不依賴氫氣，還可使用天然氣運作，CO₂ 排放量僅為高爐製程之 50%。蒂森克虜伯更進一步表示，若完全使用綠氫 (即利用再生能源生產的氫氣) 運行，將幾乎對氣候無害。

蒂森克虜伯認為鋼鐵轉型的下一步可能是建造一座現代化的電爐 (EAF)，以取代杜伊斯堡的另一座高爐，現階段「對所有促進鋼鐵行業進一步綠色轉型的技術持開放態度，並保留一切可以想像的選項，特別是進一步實現粗鋼生產脫碳」。

[註]：蒂森克虜伯為推動氫能經濟發展，2024 年 2 月為杜伊斯堡工廠第一座直接還原工廠供應氫氣進行招標，係 tkH2Steel 脫碳計畫的第一個直接還原工廠供應氫氣，最初之計劃在 2028 年開始使用氫氣，2029 年實現 100% 氫氣運行。

(摘自：Reuter 2025-01-14)

5. 安賽樂米塔爾減碳計畫進度趨緩

儘管安賽樂米塔爾仍維持 2050 年實現碳中和的目標，但其減碳計畫呈放緩跡象。該公司於 2 月 6 日聲明指出，大規模脫碳專案的推進速度低於預期。

自 2018 年以來，該公司投入了 10 億美元於脫碳專案，並報告其範圍一與範圍二排放量已減少 50%。目前脫碳投資主要集中在提高位於西班牙塞斯唐的電爐和位於西班牙希洪的新電爐的產量，前者專門生產高品質的低碳板材產品。電爐目前佔其全球產量的 25%，較 2018 年的 19%顯著提升。

安賽樂米塔爾目前正等待關鍵政策變革，以加快脫碳投資。公司高層表示，目前的進展不足以支撐進一步投資，希望到 2025 年能出現重大政策突破，這些預期變革包括碳邊境調整機制(CBAM)的重新審視、鋼鐵保障措施的重新評估，以及制定符合產業需求的「鋼鐵與金屬行動計畫」，以幫助歐洲鋼鐵相關產業推動可持續發展。

(摘自：SNN 環宇鋼鐵網 2025-02-11)

1. POSCO 低碳燒結製程技術的開發及試驗規模測試

POSCO 研究將鋼鐵製程副產物 (燒結粉塵、高爐粉塵、轉爐粉塵) 轉化為鈣鐵氧化物 (C_2F 、 CF 、 2CF)，作為低溫燒結助熔劑。實驗顯示，添加 20% 鈣鐵氧化物可將燒結溫度從 $1,350^\circ\text{C}$ 降至 $1,280^\circ\text{C}$ ，燃料比減少 33%，且孔隙結構顯著優化微孔 ($<100\mu\text{m}$) 比例從 39% 提升至 88%，液相生成量從 9% 增加至 58%。

此技術具備直接減少燒結燃料消耗，間接降低高爐焦炭需求的雙重減碳效益。模擬分析顯示，全面應用可降低碳排放強度 18-22%，若結合氫氣還原技術，整體減碳潛力可達 35%。關鍵創新在於建立副產物循環體系，通過 Zn 揮發去除機制，解決重金屬累積問題，同時利用鈣鐵氧化物的低熔點特性 ($1,210^\circ\text{C}$) 改善燒結礦微觀結構。

未來研究應著重於工業級設備的熱平衡控制，以及鈣鐵氧化物粒度分佈對燒結礦冶金性能的影響，以實現技術商業化應用。

(摘自：ISIJ 2024-11-15)

日韓鋼廠參與區域型綠能計畫現況

撰稿人 T41 鄭百傑管理師

亞太地區尚未開發的再生能源潛力極大，特別是在太陽能與風能資源方面，IEEFA 評估，2025 年到 2050 年亞太地區太陽能光電和離岸風能投資潛力合計達 1 兆美元 (約 32.49 兆台幣)，預計可創造潛在 873 GW 的清潔能源。其中 3,940 億美元 (約 12.8 兆台幣) 支持總計 634 GW 的太陽能光電項目，6,210 億美元 (約 20.2 兆台幣) 協助興建 239 GW 的離岸風電場。

對綠能需求飆升的鋼廠而言，再生能源係解決碳排之急的良藥，本次聚焦亞洲區先進的日韓鋼廠，發現日本雄心壯志的提出一連串專案計畫，而南韓雖有評估數據，卻少見明確計畫，茲分述如下：

一、日本

日本非常仰賴進口化石燃料，每年進口費用達 21~34 兆日圓 (約 4.4~7.1 兆台幣)，且電價在亞洲名列前茅，為提昇再生能源占比，其將 2030 財年再生能源目標訂為 36~38%，影響日本再生能源發展的主要因素包括：

1. 財務問題：

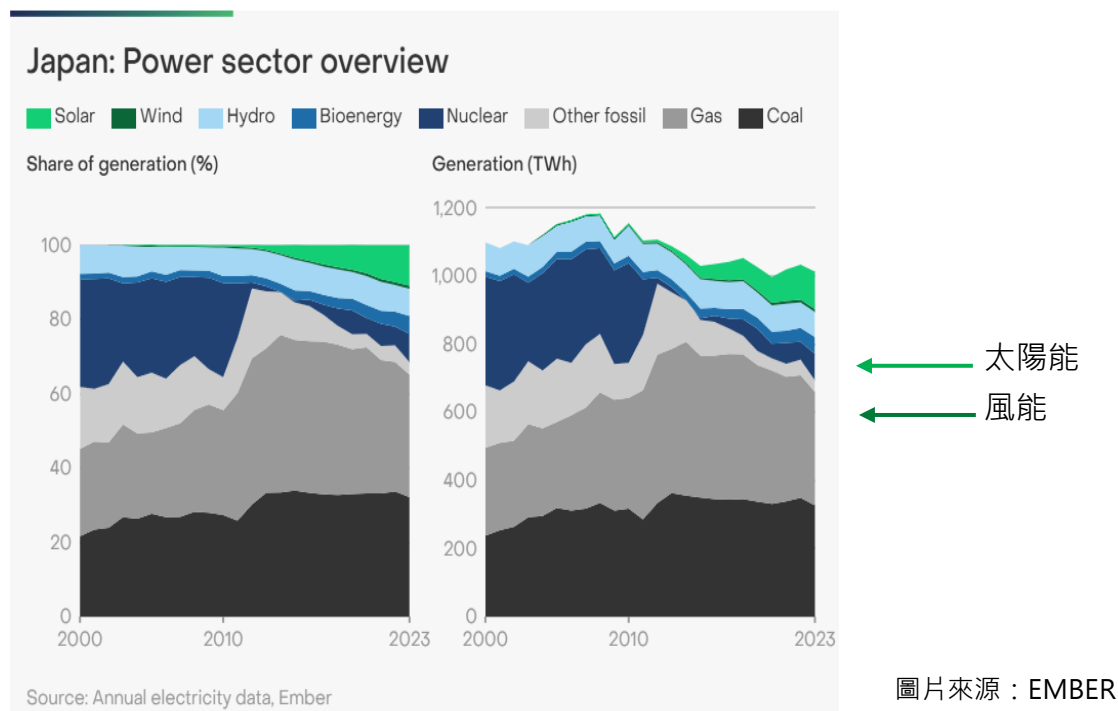
昂貴電價使能源轉型受阻，降低再生能源成本有助替代。

2. 地理限制：

日本 70% 國土為山區，電網分段增加轉型難度。

3. 強大的化石燃料擁護者：

部分專家認為氫能與 CCS 技術方向錯誤。然而，日本企業與法人機構 (如 NEDO) 仍積極推動再生能源開發。



圖一、日本能源組成

然根據 EMBER 統計，日本在清潔能源發展有限，截至 2023 年，僅 31% 電力來自清潔能源，低於全球平均值 39%，顯示仍有 69% 電力依賴化石燃料。若與七大工業國組織 (G7) 相比，截至 2022 年，儘管日本積極提升太陽能發電至約 10%，其清潔電力占比仍排名墊底。

圖一左為日本之能源組成，直到 2023 年潔淨能源占比約三成，而圖一右則顯示其自 2010 年起，太陽能比例逐漸升高，但風力發電幾乎仍無起色，不過日本現已投入離岸風電降低成本的研究專案。

日本主要推動環境保護計畫與科學技術的「新能源產業技術綜合開發機構 (NEDO)」，與其國內許多單位合作，推動相關專案。在官方釋出的專案清單中，綠能相關者共有 20 個，包含：降低離岸風電成本、下一代太陽能電池開發、打造大規模氫供應鏈、打造氨供應鏈等，其參與機構亦涉及政府單位、鋼鐵行業、能源企業、民間機構等；表一彙總綠能相關的專案及參與公司。

表一、綠能相關 NEDO 專案

專案	參與公司	負責項目
(1)降低離岸風電成本	大同金屬、東京電力、關西電力、丸紅離岸風電、JFE 工程公司...等	秋田縣南部海岸的浮動離岸風電示範
(2)打造大規模氫供應鏈	Japan Suiso Energy、ENEOS JFE...等	液化氫供應鏈商業化示範
(3)打造燃料氫供應鏈	千代田化工建設、JERA、東京電力、東京大學、大阪大學、京都大學、三菱重工...等	供應鏈、催化劑、混燒等
(4)利用氫氣煉鋼	日本製鐵、JFE、神戶製鋼	氫還原、DRI、電爐

從表一可發現日本現正開發案圍繞離岸風電、氫供應鏈與氨供應鏈等三大議題，其中「降低離岸風電成本」各期參與廠商不同，第一期重點為基礎設施，包含：新世代風力發電機組、浮動式安裝成本、電器系統開發、運行與維護；而 JFE 工程自 2024 年參與二期示範案並於同年 6 月選擇秋田縣近海作為示範場之一，該處使用半潛式浮體風力機組，輸出功率為 15MW 以上，因該區淺海區少，所以主要開發浮動式風力發電，但未來可能會在商業化階段面臨降低成本的挑戰。由於專案一期的基礎建設完成比例不高，預期示範場的推動仍有變數。

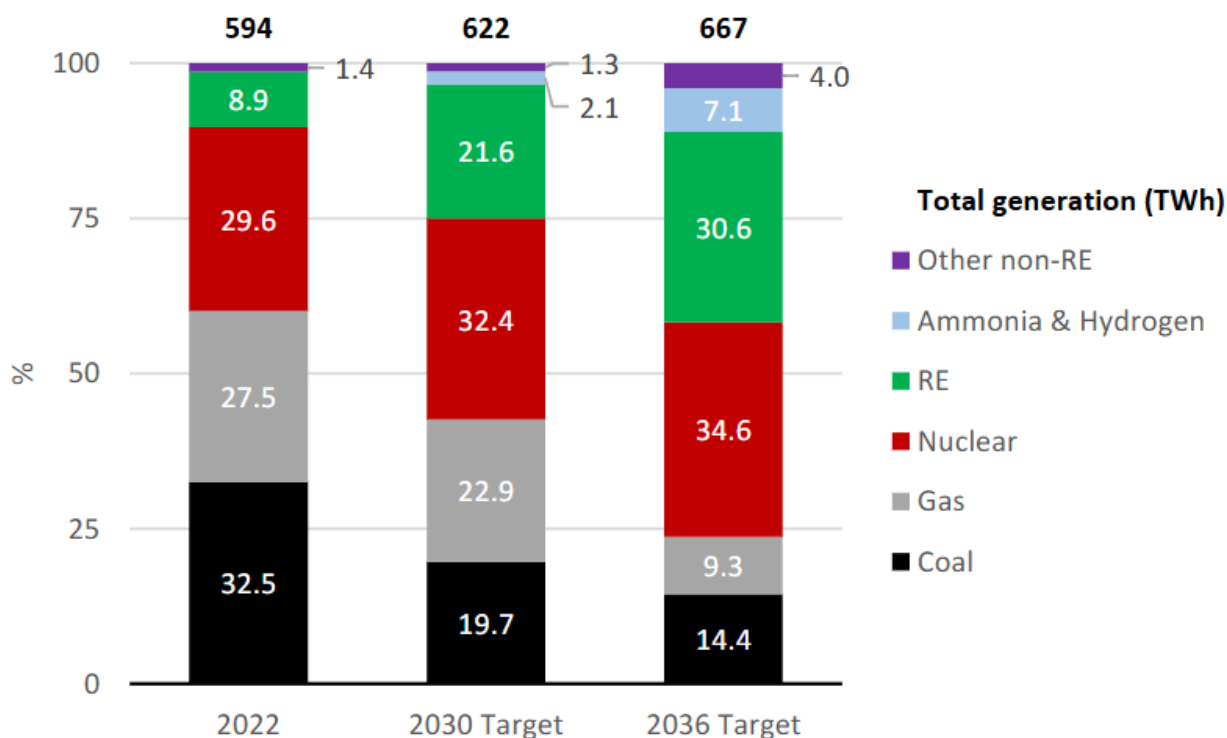
「打造大規模氫供應鏈」專案目的在建立長期的氫氣需求，並降低成本。一開始由 Japan Suiso Energy (JSE)、ENEOS 等公司進行開發，仍屬於調查、基本設計與小規模建設的階段。消息指出 JFE 集團將於今 (2025) 年加入該專案，已於 2024 年 7 月連同 JSE、ENEOS 簽署土地協議，打算在東京灣的填海島嶼 Ohgishima 進行商業示範計畫，之後預計開發運輸路線與接收站。

「打造燃料氨供應鏈」由日本能源公司、建設工廠公司、東京電力公司，及學術單位等主導，目前還未有鋼廠參與，且該案仍在研究階段，為了研究較季的哈伯法更佳的製氨方法，需要繼續研究更多催化劑來符合需求，氨發電的混燒與單燒也在進行中。

二、南韓

南韓經濟發展主要依賴化石燃料，2022 年佔一次性能源消耗總量的 83%，脫碳的切入點亦為電力系統，兩個主要的解決方案是核能和再生能源。

南韓政府在 2023 年 1 月發布第十版「長期電力供需基本規劃」，計畫到 2030 年再生能源佔比 21.6%，到 2036 年為 30.6% (圖二)，但目前多著墨於發放許可證，而非增加輸電管線、配電、蓄電等電網設備，無法應對太陽能發電量的快速增長。其風力發電的目標係預計在 2030 年達 19.3GW，然統計至 2022 年底，離岸風電容量僅 0.1GW。



Notes: "RE" includes bioenergy & renewable waste, fuel cell, hydro, IGCC, marine, solar PV, and wind.

"Other non-RE" includes oil, pumped storage hydro, and unspecified.

圖片來源：Renewable Energy Institute

圖二、韓國各階段發電目標

對於推動再生能源，韓國需克服以下幾項主要挑戰，為其發展綠能帶來許多變數：

- 1.環境限制：韓國 70%土地是丘陵和山區，而平地多為大城市所用，可開發太陽能的土地有限；而離岸風電又受限於海水深度，需使用成本較高的浮動式發電。
- 2.高發電成本：韓國再生能源發電成本 (levelized cost of energy, LCOE)，位居世界前茅，主因為政府審查過程冗長與電網的连接延遲。
- 3.市場壟斷：南韓輸、配電市場受南韓電力公司 (KEPCO) 壟斷，成為如再生能源等新商業模式進入電力市場的阻礙。
- 4.民眾反彈：居民強烈反對為發展太陽能，而大量砍伐森林的作法，而部份漁民也對離岸風電對漁獲帶來的潛在影響感到擔憂。

目前南韓政府有幾項方案正在施行，例如 2023 年 5 月公布「2022 年~2036 年長期輸送變電計畫」，其重點在於開發一條新的高壓直流電走廊，負責運輸新建立的幾座離岸風電場電力，以及設立拍賣小型太陽能電價與補貼計畫，其實施範圍多屬單點推行，未像日本建立系統性的國家級政策，帶領各企業更加重視減碳的國際議題。

POSCO 自 2013 年起陸續建立陸上風電場，2017 年起建設離岸風電場；並在全羅道建設 14.5MW 的太陽能發電站，年發電量為 18,000MWh。但僅依幾間鋼廠，難以撐起整個國家能源發展之重任，就當前政府推行的政策而言，亦未見鋼廠加入的消息。

三、結語

日本與南韓在各專家與政府的評估下，再生能源的潛力都不容小覷，但能源政策的推動，卻不及歐洲國家。當中有許多複雜的因素，例如政策、制度、民意等。在鋼廠投入區域型綠能計畫的部份，日本鋼廠 (JFE) 或許在政策導向的趨勢之下，較早加入國家型計畫，而南韓鋼廠仍以單打獨鬥為主；這樣的趨勢明顯和歐洲鋼廠高度參與區域型綠能計畫迥異。

推動綠色能源需要耗費龐大資源，實非單一企業所能負荷，然鋼廠在綠能計畫的潮流中，也應提前準備，待政府推出區域型或國家級計畫，能快速銜接各項資源，進一步推動減碳大業。

參考資料：

[1].日本潔淨能源

<https://energytracker.asia/potential-of-renewable-energy-in-japan/>

<https://ember-energy.org/countries-and-regions/japan/>

<https://www.there100.org/japan-energy-security>

[2].NEDO project

<https://green-innovation.nedo.go.jp/project/>

[3].秋田縣浮體式風力發電

<https://www.meti.go.jp/press/2024/06/20240611007/20240611007.html>

<https://www.energy-omni.com/news/article/3BAZZ27zq4sl7rp0?page=3>

<https://www3.nhk.or.jp/lnews/akita/20240611/6010021286.html>

https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/green_power/pdf/008_06_00.pdf

[4].日本氫供應鏈

<https://www.jfe-steel.co.jp/en/release/2024/07/240725.html>

https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/024_05_00.pdf

[5].日本氨供應鏈

<https://green-innovation.nedo.go.jp/project/building-fuel-ammonia-supply-chain/>

[6].日本煉鋼中的氫氣利用

<https://green-innovation.nedo.go.jp/project/utilization-hydrogen-steelmaking/>

[7].南韓再生能源

<https://www.trade.gov/country-commercial-guides/south-korea-energy-carbon-neutrality-initiatives>

https://www.renewable-ei.org/pdfdownload/activities/REI_SKoreaReport_202311_EN.pdf