

出國報告（出國類別：考察）

台日火力發電減碳技術交流研討會暨 參訪活動

服務機關：經濟部能源署

姓名職稱：李國楨科長/何珮筠

派赴國家/地區：日本東京、長崎、名古屋

出國期間：114年2月17日至2月22日

報告日期：114年4月

目 錄

壹、出國緣由與目的	1
貳、參訪團成員與行程安排	2
一、參訪團成員	2
二、行程安排	2
參、參訪紀要	3
一、台日雙邊火力發電減碳技術交流研討會	3
(一) 新能源產業技術綜合開發機構(NEDO)及 EPI Consulting 簡 介	3
(二) 國際氫(氨)能、CCUS 布局策略	3
(三) 雙邊火力發電減碳技術交流研討會小結	6
二、長崎碳中和園區(Nagasaki Carbon Neutral Park)	7
(一) 長崎碳中和園區簡介	7
(二) 氫/氨能生產與應用	8
(三) 碳捕捉與封存(CCS)	9
(三) 數位轉型	10
三、IHI 相生發電廠	10
(一) IHI 公司簡介	10
(二) 混氨燃煤發電	11
(二) CCS	12
(三) 數位轉型	13
四、JERA 碧南發電廠	14
(一) JERA 簡介	14
(二) CCS	16
(三) 數位轉型	17
肆、心得與建議	19
伍、附件-簡報	22

壹、出國緣由與目的

為兼顧國家電力穩定及淨零轉型，未來火力發電仍是電力供應重要的一環，因此，如何將發電業由化石燃料向低碳燃料過渡成為淨零目標的關鍵策略，目前許多先進國家已針對發電業減碳技術進行先導研究及示範，於法規調適及相關配套措施亦有所規劃。然而，部分資料具商業機敏性而無法透過公開管道取得，因此本研究規劃藉由實際參訪方式取得第一手資料，作為後續我國發電業減碳政策與發展路經規劃之參考。

本次「台日雙邊火力發電減碳技術交流研討會暨參訪」主要由新能源產業技術綜合開發機構(New Energy and Industrial Technology Development Organization, NEDO)委託日本能源顧問公司 EPI Consulting(EPI)安排與規劃行程，本研究期望藉由本次交流研討會暨參訪，了解日本相關組織如何由化石燃料向低碳燃料過渡以達成碳中和目標之規劃與現階段進展。本次參訪組織包含三菱重工之長崎碳中和示範園區、IHI 公司之相生發電廠、JERA 碧南發電廠等場域，該些組織場域現階段以發展燃煤混氨發電技術作為減碳策略主軸，其於氫能、碳捕捉、數位轉型等領域亦有涉入或於全球佈局上已有所規劃，故本次參訪行程將以探討氫/氨能發電為主，並藉由雙方交流了解該組織於碳捕捉、數位轉型等方面的全球推展現況與相關規劃，同時，亦有助於電力減碳議題建立國際交流管道。

貳、參訪團成員與行程安排

一、參訪團成員

本次參訪行程由能源署電力發展及管理組李科長國楨、何管理師珮筠，共赴日本進行參訪交流。

二、行程安排

	火力發電減碳技術交流研討會 2/18	實地考察 2/19	實地考察 2/20	實地考察 2/21
行程	雙邊論壇 東京（TOKYO NODE 會場）	三菱重工 長期碳中和(示範) 園區	IHI 相生發電廠	JERA 碧南發電廠
重點	● 論壇參與 了解日本脫碳火力發電政策、社會實施路徑以及支援系統與基礎設施、開發計畫的最新動態。	● 電廠參觀 參觀脫碳技術開發中心與了解碳中和先進技術。 ● 交流討論 透過討論，了解發電流程與脫碳技術創新。	● 電廠參觀 參觀發電設備現場，了解混氫技術和品質控制。 ● 交流討論 透過討論，了解發電流程與技術創新。	● 電廠參觀 參觀日本第一座大型氨混燃工廠，也是日本大規模的燃煤發電廠之一，了解零排放發電流程。 ● 交流討論 透過討論，了解電廠脫碳措施。

參、參訪紀要

一、台日雙邊火力發電減碳技術交流研討會

(一) 新能源產業技術綜合開發機構(NEDO)及 EPI Consulting 簡介

新 能 源 產 業 技 術 綜 合 開 發 機 構 (New Energy and Industrial Technology Development Organization, 以下簡稱 NEDO)旨在透過國際合作事業，促進能源領域的技術開發、技術活用以及未來的商業化。本次交流會議與後續參訪主要由 NEDO 委託日本能源顧問公司 EPI Consulting（以下簡稱 EPI）安排與規劃行程，本研究期望藉由本次交流研討會暨參訪，了解其如何由化石燃料向低碳燃料過渡以達成碳中和目標之規劃與現階段成果。

EPI Consulting 是一家成立於 2000 年的策略顧問公司，主要為政府機構、國際組織和能源產業用戶提供諮詢服務。該公司專注於幫助用戶應對複雜和高難度的挑戰，尤其在能源產業的轉型過程中，提供從策略規劃到執行的全面支援。EPI 的團隊具有深厚的行業知識和豐富的經驗，特別是在推動能源產業向碳中和轉型的過程中發揮重要作用。透過與用戶密切合作，EPI 致力於解決如再生能源推廣、碳中和政策等領域的關鍵問題。

NEDO 舉辦本次零排放發電論壇，著重於火力發電的脫碳技術領域，藉此與海外國家和地區建立網絡合作關係，並透過交流討論，了解其他國家和地區的能源政策和氣候變遷對策，以對溫室氣體的減排和應對地球環境做出貢獻，同時，也向海外介紹日本的相關技術。

NEDO 認為，儘管火力發電存在高溫室氣體排放的問題，但在日本、台灣和亞洲各國仍有高度需求。因此，平衡當前和未來的需求與挑戰，以務實的方式進行脫碳技術開發至關重要

(二) 國際氫(氨)能、CCUS 布局策略

火力發電之減碳策略需以科學證據作為基礎佐證，國際間針對廢除火力發電存在兩派說法。其中部分國家（如臺灣、日本、韓國、印度與印尼等）仍未廢除國家火力發電政策，因此國家該類型至能源政策布局，需要依賴氫氫導入，並以政策支持作為前提。為在有效應用火力發電之同時實現零碳化，日本需要國家（東亞與東南亞）之間攜手合作。美國在能源政策上也存在變動，前總統拜登曾提出廢除火力發電，然川普重新執政後，政策可能會有調整，因此需要持續關注美國的政策走向，因其對國際能源市場有重大影響。

日本政府為了支持企業進行綠色轉型，發行了 2 兆日元的「綠色轉型」(Green Transformation, GX)債券，這些資金將用於促進綠色技術的發展並吸引民間投資，預計最終會促成高達 150 兆日元的投資，這將有助於推動日本在能源領域的變革。同時，日本決定不再興建新的火力發電廠，將主要依靠現有的火力發電設施進行優化，例如採用氨混燒技術來減少碳排放。日本已經有企業在開發先

進的渦輪機技術，未來將會投入更多資源，進一步提升火力發電的效率。在低碳氨的採購方面，日本正鎖定藍氨和綠氨兩種形式，並正在研究進口計劃，包含選擇合適的地區和氨的類型，這將成為日本能源轉型中的重要一步。

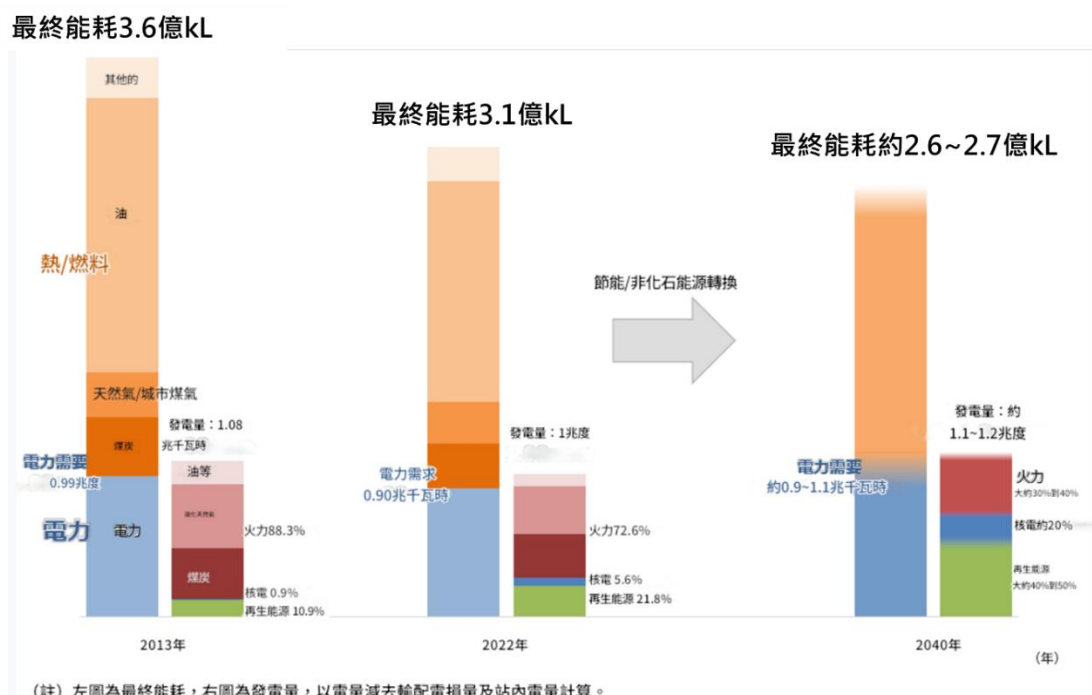
此外，日本政府內閣與 2025 年 2 月宣布第 7 次中長能源基本計畫，前次修改為三年前。本次計畫中，主要重點為日本 2040 年電源比例火力佔 30~40%（目前 70%）¹，未來日本將以發展發展再生能源為主，火力發電則做為調節作用。火力發電雖碳排較高，然對於日本、台灣、東南亞國家火力需求高，有現實意義作法。國內氫(氨)能、CCUS 布局策略。

第 7 次中長氫能源基本計畫其主要內容旨在闡述日本在經歷日本大震災和福島第一核電廠事故後，面對不斷變化的國內外能源情勢，為了實現能源的穩定供應、經濟效率性、環境適合性(S+3E 原則)以及在 2050 年達到碳中和目標所制定的能源政策方向。強調，在確保安全性的前提下，能源的穩定供應是首要任務。考量到俄烏戰爭等地緣政治風險、DX(數位轉型)和 GX(綠色轉型)進程帶來的電力需求增加，以及各國在碳中和目標下採取的多元化策略，日本亟需轉變為能應對能源危機的供需結構，並強化產業政策以將能源結構轉型與經濟成長相結合。

針對 2040 年的政策方向，在電力需求預計增加的情況下，確保價格具有國際競爭力的脫碳電源將直接影響日本的產業競爭力。因此，計畫整合 GX2040 願景(GX2040 ビジョン)，以最大限度地導入再生能源作為主力電源，並在不對特定電源或燃料過度依賴的前提下，實現電源結構的平衡。同時，將徹底推進節能、製造業的燃料轉換，並最大限度地利用再生能源和核能等有助於能源安全保障且具有高脫碳效果的電源。

日本 2040 年電力占比再生能源預計將達到總發電量的 4~5 成左右，其中，太陽光預計占 23~29%、風力預計占 4~8%、水力預計占 8~10%、地熱預計占 1~2%、生質能預計占 5~6%；核能預計占總發電量的 2 成；火力預計占總發電量的 3~4 成。

¹ 經產省(2025) 第 7 次エネルギー基本計画（令和 7 年 2 月）
https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/



資料來源：經產省(2025)

圖 1 第 7 次能源基本計畫之 2040 年日本電力占比目標

在 2021 年 4 月，台灣總統宣布了 2050 年淨零排放的目標，並於 2022 年 3 月正式公布了政策路徑藍圖及階段性目標，為實現此目標奠定了基礎。目標的實現將涉及各種能源轉型和減排措施，其中火力發電去碳化成為一個關鍵領域。火力發電去碳化的策略主要可分為前端去碳（燃料端）和後端去碳（排放端，即碳捕捉、利用與儲存技術，CCUS）兩種方式。

根據國發會發布 2050 年 12 項關鍵戰略，氢能預計將貢獻 9-12% 的電力需求，而碳捕捉之火力發電(CCS)則可提供 20-27% 的電力。因此，在實現 60% 至 70% 再生能源的基礎上，台灣的電力需求中將有相當比例來自火力發電。台灣目前對火力發電的依賴非常高，因此，在考慮再生能源發展的同時，必須確保電網的平衡和穩定，特別是在夜尖峰電力需求(2023 年為 37.25GW、2035 年 47.66GW)。另，依據能源署 2023 年電力供需平衡報告，台電以夜尖峰能力每年成長率 2.8% 來估算，2050 年夜尖峰需求會達到 76.21GW。如果 20% 是用儲能解決、10% 是用需量反應，剩下的 80% 為 53.35GW²。至 2050 年，台灣需要有相當比例的去碳火力電源，以滿足約 53.35GW 的需求條件³，這對台灣能源轉型至關重要。氢能和氨能的發展應用包含多種形式，如將氫氣與氨氣作為替代燃料進行發電，將氫氣用作儲能載體，以及進行氫氣或氨氣混燒的試驗等。台灣計劃到 2030 年選擇單一機組進行混燒氫氣或氨氣的測試，並且目標在 2040 年擴大這一技術的應用範圍。

² 台電(2025)。Decarbonization plan of thermal power plants in Taiwan 簡報

³ 台電(2025)。Decarbonization plan of thermal power plants in Taiwan 簡報

在碳捕捉和儲存技術(CCS)方面，台灣的發展應用同樣處於積極推進中。台中電廠已經設立了碳捕捉技術園區，並且進行了小型示範項目，此外，林口電廠也在評估 CCUS 的初步可行性。台灣的目標是到 2025 年捕集 2,000 公噸⁴的 CO₂，並規劃與國外企業合作進行技術交流。然而，氫氣的易燃性使得靜電防護成為重要考量。由於氫氣的最小著火能量僅為 0.019MJ，遠低於天然氣的 0.29MJ，因此在氫氣的應用過程中，靜電防護措施顯得尤為重要。台電在混氫燃燒過程中目前已有相應的防護措施，並確保工作人員穿著靜電防護服。

（三）雙邊火力發電減碳技術交流研討會小結

綜上所述，本次交流研討會集中於日本和台灣在能源領域的轉型及減碳策略，特別是氫能、氨能和碳捕捉技術的發展。在國際氫能和氨能的布局方面，日本強調氨混燒技術與火力發電優化，並將重點放在與東亞及東南亞國家的合作，支持企業進行綠色轉型。此外，日本政府還發行了 GX 債券，促進綠色技術發展。台灣則在推動 2050 年淨零排放的過程中，著重火力發電的去碳化，計劃透過氫(氨)能與 CCUS 技術實現減排目標，並且已在台中與林口電廠等進行相關技術的研究與試驗。儘管氫能和 CCUS 技術最終選擇將取決於各地的具體需求與環境條件等因素，兩國的能源政策皆強調應對氣候變遷與減少碳排放的國際合作與推動研發計畫。



圖 2 台日雙邊火力發電減碳技術交流研討會會議照片

⁴ 台電(2024)減碳之路關鍵前哨 穩健前行擘劃淨零未來
<https://service.taipower.com.tw/greennet/about/theme/482>

二、長崎碳中和園區(Nagasaki Carbon Neutral Park)

(一) 長崎碳中和園區簡介

三菱重工業的誕生地為長崎造船廠和機械製造所，該公司自 1855 年開業以來，已有 168 年的歷史，並且被認為是日本工業革命的發源地。三菱重工的歷史可以追溯到 1875 年，當時的創始人開始製造船舶，並於 1934 年進軍鋼鐵行業，雖然此後公司被拆分為三家公司。隨著 1964 年與三菱電力系統的合併，三菱重工開啟了發電系統業務，並最終重組為能源系統公司，繼續拓展其在能源領域的業務。

近年來，三菱重工與台灣電力公司簽署了氨混燒示範計畫的合作備忘錄(MOU)，並已展開新的研究工作。此外，公司在 2025 年一月完成了氨平衡的開發，並持續穩步推進技術研發、示範試驗及商業化應用，並計劃與日本經濟產業省協商，申請將這些技術應用於海外發電廠。

三菱重工於 2023 年啟動了長崎碳中和園區，致力於開發集團內部的關鍵能源脫碳技術，包含氫氣和生物質燃料的生產、氨燃燒技術以及二氧化碳捕捉技術。這些技術的開發重點是提高能源效率並促進綠色能源的使用，為全球能源轉型作出貢獻。

長崎碳中和園區由三個主要部分組成：長崎工廠(Nagasaki plant)、香燒工場(Koyagi plant)和研究中心。這些區域協同合作，開發新技術，其中包含氫氣生產系統和二氧化碳捕捉系統等新產品。此外，長崎工廠主要負責與鍋爐和蒸汽渦輪機相關的產品生產。三菱重工的目標是到 2024 年大幅減少範疇 1 和範疇 3⁵的碳排放，並計劃到 2040 年實現淨零排放。

三菱重工的能源系統業務包含火力發電、蒸汽發電以及能源管理與控制等三個主要部分。公司在蒸汽發電和維護方面也有相當深入的參與，並且該建築物也承擔著研究和創新中心的角色，為未來的能源系統發展提供技術支持和解決方案。

⁵ 國際溫室氣體盤查涵蓋範疇可分範疇一：直接排放，例如工廠製程直接排放、固定燃燒源、移動源（如公務車）、逸散源（如冷媒等）。；範疇二：電力間接排放、能源間接排放。；範疇三：其他間接排放，例如員工通勤、商務旅行、廢棄物處理、上下游運輸、使用的產品之間接溫室氣體排放、使用組織的產品所產生之間接溫室氣體排放等。



圖 3 於長崎碳中和園區之交流會議照片

（二）氫/氨能生產與應用

此次參訪長崎碳中和園區之交流主要著重在推動氫/氨能於電力應用方面的心得分享，以及日本政府相關發展策略。目前日本已有企業積極投入開發氨燃燒發電系統，目標是提高燃燒效率，並將其應用於發電系統中。這樣的技術發展有望為能源行業提供一種更為高效和環保的燃料選擇，進一步推動能源轉型。氨作為一種替代燃料，也可以用於火力發電的混燒，有助於降低碳排放。此混燒技術的應用，不僅能減少依賴傳統化石燃料，還能在實現環保目標的同時，提升發電系統的可持續性。

然而，燃燒氨時需要考慮到氨的特性，並對現有的發電系統進行改造。例如，燃燒器系統、加熱系統和汽化系統等，都需要做出相應的調整，以確保燃燒過程的安全和效率。儘管氨作為燃料的使用能有效降低碳排放，但燃燒過程中仍然會產生氮氧化物。因此，必須採取有效的措施來控制，防止對環境造成負面影響。

此外，氫氣儲存的安全問題，尤其是高壓儲氫罐的安全性，是目前需要解決的關鍵問題。若選擇使用多個小型儲氣瓶，每個儲氣瓶承受 500KPa 的壓力，這樣的儲存方式會帶來更多檢查和安全管理挑戰。因此，如何確保這些高壓儲氫罐的安全性，需要進一步的技術研究與管理措施。

日本政府將推動降低氫/氨和碳捕捉成本的策略，旨在加速關鍵能源技術的商業化與普及。這一策略不僅有助於減少碳排放，還為能源轉型提供了更具成本競爭力的解決方案。透過降低這些技術的成本，政府希望推動更多企業和機構採用潔淨能源技術，達成碳中和目標。為了進一步推動氫能和氨能的應用，日本政府也為這些燃料提供相關的補貼。補貼措施旨在鼓勵更多企業投資於氫氣和氨燃料的研發與應用，並降低相關技術的市場進入門檻。透過財政支持，政府希望加速能源領域的革新，實現長期的可持續發展。

日本政府自 2023 年起啟動長達十年的「綠色轉型(GX)債券」發行計畫，總

額高達 20 兆日元。其中，13 兆日元已規劃用於多項補助措施，涵蓋氢能、鋼鐵、再生能源及民生領域。針對氢能發展，日本政府規劃於 15 年期間內補助 3 兆日元，目的在於填補氢能與現行燃料之間的成本價差。由於氫氣目前供應成本約為天然氣的 10 倍，實際導入仍面臨經濟挑戰。此外，為處理低碳燃料與傳統燃料之間的價格差距，日本政府採取差價合約(Contract for Difference, CfD)制度，補貼金額將隨著市場價格及碳定價機制逐步調整。另外也針對具備容納大型氫/氨項目能力之特定工業區或示範樞紐，提供基礎設施與開發補貼，支持區域性產業聚落之形成。

（三）碳捕捉與封存(CCS)

日本政府正在評估將如何有效利用所儲存捕捉的固態碳，隨著全球對減少碳排放的關注日益加強，探索固態碳的儲存與應用成為一項關鍵課題，不僅有助於減少碳排放，亦能為未來的能源使用及環境保護提供更多可行的解決方案。目前，國際上普遍認為碳捕捉技術可有效地應用於燃燒發電過程中，然而，這項技術在實際應用中可能面臨挑戰，尤其是在能源效率方面，以燃燒甲烷為例，在需要足夠電力的前提下，將消耗更多的甲烷，若再搭配捕獲與儲存，通常其效率不如直接燃燒燃料。因此，如何規劃策略以幫助提升碳捕捉技術的效率，成為了目前技術發展中的一個重要課題。

國際合作為一項重要策略，目前三菱重工(MHI)於日本低碳化策略主要為氫/氨能應用，然該組織在碳捕捉與封存(Carbon Capture and Storage, CCS)方面於全球亦有所發展。MHI 透過所開發 KM CDR Process™碳捕捉技術，參與歐洲與美國地區之示範計畫，推動全球工業減碳進程。

在義大利 Ravenna 的 CCS 計畫中，MHI 的 KM CDR Process™技術成功應用於 Eni 公司 Casalborsetti 天然氣處理廠，成為歐洲首座後燃燒碳捕捉工廠。該工廠每年可捕捉約 25,000 噸二氧化碳，並將其封存於離岸枯竭氣田。此計畫展示了 MHI 在低濃度 CO₂廢氣處理上的技術專長，並為歐洲工業減碳提供示範。

2024 年 4 月，MHI 旗下的 MHI Compressor Corporation(MCO)為埃克森美孚石油公司(ExxonMobil)位於懷俄明州 LaBarge 的 CCS 擴展計畫建造一套碳捕捉壓縮機。該設備提升碳捕捉效率，同時降低能耗，並強化了 MHI 與石油天然氣產業的策略合作。

於 2025 年 2 月，三菱與日本天然氣公司(Nippon Gas Line Co., NGL)聯合開發低壓液化二氧化碳(LCO₂)運輸船，並獲得日本海事協會(Nippon Kaiji Kyokai, ClassNK)的原則性批准(Approval in Principle, AiP)。此研究是與日本金屬與能源安全組織(JOGMEC)於 2024 年「日本先進 CCS 計畫」(Japanese Advanced CCS Projects)配合進行的，該船型專為日本 CCS 產業設計，將二氧化碳由排放源運輸至封存或海外基地，促進碳管理價值鏈的建立。

（三）數位轉型

三菱為建構智慧維運與先進分析，已著手開發先進的數位工具，以協助發展低碳能源，以提升燃氣渦輪複循環(GTCC)系統效率。透過收集與演算營運數據，進而產生系統更高效率運作之建議。同時，其已開發 TOMONI 數位解決方案，其透過 AI 與大數據分析，幫助電廠即時監測運行狀況、預測設備故障並進行最佳化維護。

- 遠端監測與診斷：透過 AI 分析設備數據，以提早偵測異常與減少非計畫性停機。
- 預測性維護：利用歷史數據與機器學習模型，預測設備壽命與最佳維護時間，以降低維修成本。
- 決策支援：操作員透過語音指令確認設備狀況，例如壓縮機效率、蒸汽壓力等，提升運維效率。

根據三菱進行的研究，透過上述 AI 優化輔助系統可促使電廠減少約 25% 的非計畫性停機，提升發電可靠性與降低成本。而考量燃氣機組在能源轉型中的角色相當重要，三菱針對其 J 系列燃氣機組，透過長期測試與驗證，提升機組設備的耐用性與效率。並持續研發混氫相容性，目前 J 系列機組已可支援 30% 混氫發電，規劃長期達成 100% 燃氫發電能力，以支持碳中和目標。此外，三菱透過美國猶他州 Delta 的「先進潔淨能源儲存計畫」，開發大規模的氫能儲存場，為電力市場提供長期儲能方案。其利用地下鹽穴儲存綠氫，於負載需求尖峰時段以混氫發電以供應電力。

三、IHI 相生發電廠

（一）IHI 公司簡介

IHI 公司(Ishikawajima-Harima Heavy Industries, 以下簡稱 IHI)業務分為資源能源與環境、產業機械與通用機械、航空引擎與太空國防、社會基礎建設等四大領域。本次參訪交流聚焦於資源能源與環境事業領域，該領域業務涵蓋電力系統、碳解決方案等，IHI 在其碳解決方案事業單位 (Carbon Solution Business Unit) 下設置相生發電廠(Aioi Industry)，主要執行業務包含儲能槽、電力系統以及電力系統廠業務(含燃氣渦輪機、柴油引擎、燃氣引擎)。

IHI 目前專注於脫碳活動，特別是氫能領域，目標是建立氫能價值鏈。氫能價值鏈分為生產、運輸儲存和利用三個主要環節。在運輸方面，IHI 擁有氨浮動處理裝置⁶的技術，並正在開發氨儲罐技術，這對進出口至關重要。在利用方面，

⁶ NYK Line、日本造船廠株式會社 (NSY) 和 IHI Corporation (IHI) (以下簡稱「各方」) 於 2022 年 12 月 26 日獲得了日本船級社關於建造一艘氨浮式儲存和再氣化駁船 (A-FSRB) 的原則性批准 (AiP)。由於氨在燃燒時不會排放二氧化碳 (CO₂)，因此有望成為有助於應對全球暖化的下一代燃料。在日本，作為有助於減少二氧化碳排放的新一代創新火力發電技術，燃煤電廠的燃料氨混合燃燒發電技術正在進行開發。另一方面，在現有的火力發電廠中使用氨時，有新建

IHI 擁有多種技術，例如可燃燒氨的燃氣引擎，以及用於燃煤鍋爐的氨混燒技術。



圖 4 IHI 混氨燃煤機組模型

（二）混氨燃煤發電

相生發電廠位於兵庫縣姬路市西部，該地區是 IHI 的能源資源事業區域，設置主要設施的功能包含鍋爐壓力部件的製造與組裝，近期亦開始嘗試製造碳解決方案的機器或設施。相生發電廠歷史悠久，可追溯至 1870 年 Harima Dock 公司(Harima Dock Co., Ltd.)的成立，Harima 是該地區的舊稱，現在稱為姬路市。1960 年代，Harima Shipbuilding 與石川島重工業合併，成為石川島播磨重工業（後改公司名稱為 IHI）。1968 年，該公司開始生產燃煤電廠鍋爐的壓力部件。2012 年，其開始製造空氣能量儲存罐。近期發展包含在研發部門 D&D (Development & Demonstration Park)啟動氨燃燒器示範，以及 2021 年 IHI 與 JERA 在電廠啟動氨混合燃燒器示範項目。

相生發電廠涵蓋廣泛的功能，包含研發、工程設計、採購、生產製造、品質保證、運輸、電廠建設以及維護保養。研發部門設有燃燒試驗設施，用於燃燒器的開發；工程設計部門負責鍋爐壓力部件的詳細設計圖；採購部門根據圖

陸上設施（包括儲槽和再氣化設施）的土地保障問題，以及初期投資成本較大等問題。A-FSRB 是一種海上浮動設施，可接收和儲存通過船舶運輸的液態氨，根據需求加熱和再氣化氨，然後將其輸送至岸上的管道。與建造陸上儲槽和再氣化廠相比，A-FSRB 具有建造時間更短、成本更低的優勢。事實上，A-FSRB 預計將加速燃料氨的採用，並有助於其作為對環境影響較小的下一代燃料的更廣泛使用。

紙採購原材料和其他部件；製造部門負責發電機組部件的製造。

IHI 目前正在開發使用氨燃料的燃氣渦輪機的燃料轉換技術，其氨燃料燃燒器的開發已於 2022 年在橫濱的開發部門完成，2024 年 6 月，在相生發電廠使用該燃燒器進行了長期耐久性測試。此外，並嘗試進行氨燃料發電的汽電共生 (Cogeneration, combined heat and power, CHP) 試驗，利用氨燃料產生的電力供相生發電廠使用，並利用其排氣作為加熱或冷卻的熱源。

IHI 目前已在碧南廠區進行了氨混燒的示範，該組織在燃氣渦輪機領域已開發出 2MW 小型燃氣渦輪機，並已完成 100% 氨燃料測試。其未來發展目標是在 2030 年開發大型氨燃燒燃氣渦輪機；於鍋爐領域已實現 20% 燃煤混氨燃燒試驗，目標是在 2028 年在實現 50% 的混氨燃燒。在燃煤電廠的氨混燒比例方面，IHI 指出，最大可行混燒比例需根據各電廠的具體情況進行研究，這包含檢查風機、氧氣供應系統及鍋爐等設備容量。

IHI 指出關於氨燃料的供應方式，其鍋爐使用氣態氨（而非液態氨）的原因在於使用設備有所不同，而液態氨因潛熱作用會導致效率降低，而氣態氨的效率較高。至於燃氣渦輪機，氣態和液態氨的效率差異並不大。IHI 目前也在考慮評估未來實現鍋爐 100% 氨燃燒的可能性，但該方案需要考量經濟性等因素。相比之下，目前採用燃氣渦輪機可能是一個更為現實的選擇。目前，兩種方案皆須持續研究評估。

（二）CCS

IHI 為日本綜合重工業領導組織之一，其亦投入推動碳捕捉 (Carbon Capture) 技術，開發低碳解決方案。其中，關於碳捕捉所需的能源消耗，IHI 目前使用其新開發的溶劑可降低約 20-30% 的能源損失，該成果已在澳洲的一個容量為 0.5 噸測試設施中得到驗證，顯示出新溶劑的效能。此外，IHI 也採取與產業合作的策略，與日本的 JFE 控股公司（鋼鐵公司，在 2002 年由日本鋼管與川崎製鐵共同組成。其主要業務是鋼材生產，旗下事業也橫跨建築、化工等領域）合作，進行與熱量整合的碳捕捉及甲烷化⁷ (Methanation) 示範項目。該項目的工廠安裝目前已完成，並計劃在兩到三個月內開始運行。示範項目每天將從試驗高爐煤氣中回收 24 公噸二氧化碳，每小時生產 500 標準立方公尺甲烷。JFE 鋼鐵公司開發碳回收高爐和其他技術，並致力於將目前的二氧化碳排放量減少一半以上。此技術的原理是將爐內排放的二氧化碳轉化為甲烷，重複利用甲烷作為還原劑來取代爐內的部分焦炭。IHI 的目標是將回收的二氧化碳與氫氣結合，生產甲烷或其他產品，同時評估如何獲得無碳排放的氫氣來源。在甲烷化方面，IHI 正在積極推廣碳解決方案業務，以滿足脫碳需求。IHI 近期完成了一款小型標準甲烷化裝置的開發，規格為每小時可供應 5-9 公斤的甲烷。相生發電廠並設有專門的燃燒器開發設施，用於開發氨、生質能等燃料的燃燒器與二氧化碳捕捉裝

⁷ 甲烷化為利用二氧化碳與氫氣生產甲烷之技術。商業場所二氧化碳排放產生的甲烷可以取代這些設施的天然氣。甲烷化可能成為實現碳中和的關鍵技術之一。

置的示範。

此外，IHI 並與積水化學工業(積水化學工業株式會社)合作開發小型二氧化碳回收裝置，並計劃於日本茨城縣潔淨中心進行二氧化碳分離回收。該裝置採用胺溶劑吸收法，每日可回收 0.6 噸二氧化碳，純度高達 99%，回收率達 90%。回收的二氧化碳可透過化學循環反應轉化為一氧化碳，進一步合成衍生附加價值的化學化合物。該技術由積水化學工業開發，為 NEDO 綠色創新基金「利用生物製造技術從二氧化碳生產高附加價值化學品」計畫的一部分。其裝置標準化設計降低了成本，並提高部署靈活性，適用於中小型工業設施，為分散形式碳捕捉應用提供解決方案。

(三) 數位轉型

IHI 於推展混氨燃煤、碳捕捉等減碳技術的同時，亦發展數位技術促使電廠能夠更有效地管理資產，提升設備利用率與資產壽命，透過即時監測與數據分析，操作員可及時發現潛在問題，採取預防措施，進而避免設備故障與發電中斷。IHI 並規劃未來將朝向發展資訊安全之方向前進。

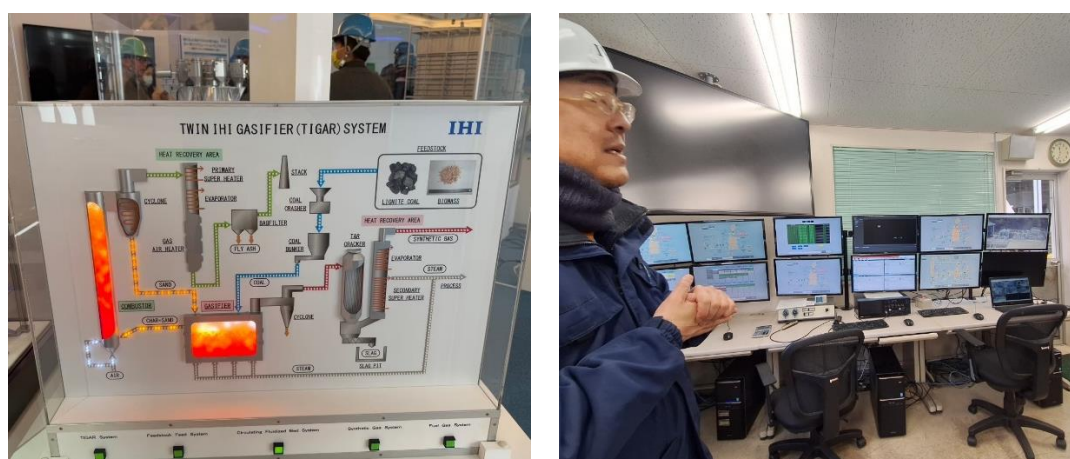


圖 5 IHI 部署數位監測技術

IHI 亦針對氨燃料儲罐採用自動監控系統進行安全監控，該系統能夠在發生事故或錯誤時發出警報，並及時通知相關人員。IHI 計劃未來在系統中導入預測性維護功能，透過數據分析來預測潛在的危險事件，進一步提升安全性。

此外，IHI Corporation 與 GE Vernova 共同合作利用數位工具幫助提升研發混氨燃料燃氣機組技術，該研發技術旨在將現有的 F 級燃氣機組改造為可燃燒 100% 氨燃料的系統，從而幫助減少碳排放。經過約兩年的可行性研究，雙方進入工程與測試階段，設定目標於 2030 年前推出可商業化運作之技術設備，此外，規劃應用數位技術以顯著降低電廠的營運及維護成本，包含透過先進 O&M 解決方案，以實現預測性維護、減少非計劃性停機，並從而提升發電效率。

四、JERA 碧南發電廠

（一）JERA 簡介

JERA 是由日本東京電力公司與中部電力公司於 2015 年共同成立的合資公司，JERA 專注於管理電力生產，其業務涵蓋燃煤和天然氣發電，並積極參與潔淨能源的研發與應用，包含氫/氨能和數位轉型，運用先進的數位技術提高營運效率，並加強與全球合作夥伴的聯繫，共同應對全球能源挑戰。

JERA 目標是到 2050 年實現二氧化碳淨零排放。為達成此目標，主要有兩大支柱：推動零排放火力發電和發展再生能源。在火力發電方面，主要策略是將燃煤電廠的燃料轉換為氨，以及將天然氣火力發電使用的天然氣轉換為氫。JERA 計劃逐步提高氨和氫的混燒比例，最終目標是實現燃料的完全轉換。在再生能源方面，將以離岸風力發電為中心進行發展。



圖 6 於 JERA 碧南發電廠之交流會議照片

（二）燃煤混氨發電

1. 混氨燃煤發電發展現況與規劃

JERA 於旗下燃煤碧南火力發電廠進行氨燃料的實證試驗，並計劃在此處建設未來的商用設備。碧南火力發電廠共有五個機組，總裝置容量為 410 萬 kW，是日本大規模燃煤火力發電廠之一，其發電量約可供應愛知縣約一半的電力需求。電廠設有接收進口煤炭的橋樑和儲煤場，並透過皮帶輸送機將煤炭送入鍋爐。燃燒後產生的廢氣會經過除氮、除塵和脫硫等處理。

JERA 發展混氨燃燒旨在減少火力發電的碳排放，其技術發展現況與未來布局包含幾個重要的里程碑。首先，JERA 計劃短期完成小規模示範測試，並規劃將混氨燃燒技術商業化，預計在 2025 至 2030 年之間實現氨的商業化應用。然，

日本政府已經設立了每年氨使用量的基準⁸，但針對混氨發電是否能作為基載火力或變動負載，仍未訂定具體的政策。目前，JERA 已經成功於 2024 年 4 月 1 日至 6 月 26 日實現 20% 的混氨燃燒，該試驗並獲得 NEDO 的補助（約占此試驗成本 50%），計劃在 2030 年之前達成 50% 混氨燃燒的示範目標，最終目標是到 2050 年實現 100% 的氨燃燒。JERA 並與 IHI 公司合作，在碧南火力發電廠 4 號機組（容量為 1GW）進行了混氨燃燒的示範試驗，於全球首次成功實現了 20% 的燃料轉換。

為了進行示範測試，JERA 對相關設備進行更新並改造燃燒器，使用的氨大約為 3 萬噸。透過這些測試，JERA 收集氨相關資料以及排放氣體的數據。結果顯示，氮氧化物(Nox)排放量接近或低於傳統燃煤發電、氧化亞氮的排放低於檢測下限、硫氧化物(Sox)和二氧化碳的排放減少了約 20%。

下一步將朝向商用化邁進，目標是在 2030 年前開始商用運轉，預計將花費約三年時間準備商用設備，商用設備的氨接收地點目前規畫在鄰近的戸光參橋樑，並計劃建造四個 4 萬噸的大型氨儲存罐。計劃在 2028 年進行 50% 以上氨混燒的試驗，目標是在 2030 年前實現 50% 以上的氨混燒商用化，最終在 2040 年以後實現氨專燒。另，針對氫能源的轉換計劃則將在其他的發電廠進行，計劃在短期進行天然氣混氫的首個示範試驗，並在 2030 年實現商用運轉。

2. 建立氨供應鏈之策略

JERA 同時積極建立氨燃料的供應鏈，包含生產、運輸和儲存。生產端正與美國、澳洲、挪威等地的業者合作進行氨生產項目，並與印度業者探討綠氨的生產合作；運輸端已與韓國朝鮮海運和日本郵船等公司洽談氨運輸的合作事宜；儲存端將在碧南火力發電廠南側的填海區域建設大型氨儲存罐，而目前實證試驗使用的小型氨儲存設備已完成。然，現階段氨的燃料成本約為煤炭的兩到三倍，JERA 認為透過擴大氨的使用量和整合供應鏈可降低成本，且未來碳稅等相關政策也可能影響氨的經濟性。

⁸ 目前，日本國內的氨利用量約為每年 100 萬噸。然而，為了實現 2050 年碳中和目標，預計燃料氨需求將會大幅增加。在發電用途方面，特別是燃燒時不排放二氧化碳，因此被視為替代化石燃料以推動火力發電脫碳的重要選項。預計到 2030 年，日本國內的燃料氨需求量將達到每年 300 萬噸；2050 年增加至每年約 3,000 萬噸



圖 7 JERA 碧南發電廠儲氨槽

(二) CCS

JERA 為日本代表性發電公司之一，積極開發減碳技術，以降低發電過程中的二氧化碳排放。近期，JERA 透過其子公司 PETRONAS CCS Solutions Sdn. Bhd.(PCCSS)與馬來西亞國家石油公司(PETRONAS)合作，簽署聯合研究協議。PCCSS 評估將日本排放的二氧化碳分離、捕捉，並運輸至馬來西亞進行封存的可行性。

而據麥肯錫研究，亞太地區至 2050 年 CCUS 的總量可能占全球 55%，其中馬來西亞擁有大量適合二氧化碳封存的潛在場域。為推動低碳轉型，馬來西亞政府已規劃三個 CCUS 中心，其中兩個位於馬來西亞半島，一個位於砂拉越。

JERA 與 PETRONAS 的合作聚焦於三大關鍵環節：

- 碳捕捉：評估 JERA 發電廠的碳分離技術。
- 碳運輸：分析從日本至馬來西亞的運輸基礎設施與成本。
- 碳封存：評估馬來西亞封存場址的長期安全性。

JERA 專家指出，馬來西亞擁有理想的封存場域，該合作將為全球跨境運輸與封存提供示範。計畫預計於 2025 年內完成初步技術評估，並於 2030 年前進入示範階段。

（三）數位轉型

JERA 目標為成為全球領先的能源供應商，致力開發能源方面先進解決方案，規劃建置再生能源與低碳化火力發電的潔淨能源平台，長期推動亞洲乃至全球的淨零能源發展。

JERA 運用先進數位技術幫助改造現有的燃煤鍋爐以進行氨混燒以及蒐集相關資訊(Data)，為加速實現碳減排目標的重要步驟。為了使鍋爐能同時使用煤粉和氨氣，將相關燃燒器進行改造，改造後測試資訊顯示，促使其提升操作性，唯於氨燃料使用上仍需注意氨洩漏的防護與應對措施，為確保安全運行的關鍵，如借助數位技術輔助，將能夠提升安全性。針對氨燃料處理方面，JERA 擁有豐富的經驗並在設施設計中考慮抗震等安全因素，此外，設置包含灑水系統的解毒措施，以應對可能的氨洩漏風險。目前在實證試驗期間，並未發生任何安全問題，顯示出其設計與安全措施的有效性。

基於 JERA 相當重視氨處理的安全問題，其開發一項應用程式供發電廠人員使用，該應用程式能夠顯示氨洩漏地點、疏散路徑等重要資訊。此外，採取三項措施以防止事故發生，包含預防措施、早期偵測與停止系統，以及防止擴散的對策。JERA 並與當地消防部門合作進行防災演練，包含使用防護服的訓練與災後救援工作等。JERA 亦重視與電廠周邊居民的社會溝通，JERA 對氨的特性、洩漏時對人體的影響以及應對措施進行反覆說明，目的是提升當地居民理解度與接受度，取得當地居民的理解與支持，無疑是推動減碳項目過程發展的重要力量。

針對各發電廠的數位轉型 JERA 亦積極推動，導入先進系統以透過應用程式進行即時監控與操作支援，以提升營運效率。於東京設置全球數據分析中心(Global-Data Analyzing Center)，該中心匯集整合管理 JERA 全日本發電廠的資訊，並為合作夥伴提供相關數位化服務，進一步推動整個電力產業的數位化進程。

JERA 數年前已意識到數位技術於提升電力供應穩定性與推動減碳方面的潛力，目前積極推動數位創新(Digital Innovation, DI)。JERA 與微軟公司合作，已於姉崎發電廠導入先進人工智慧(AI)系統，該系統已於 2023 年 10 月開始驗證，並於 2024 年全面運作，旨在建立虛擬實際整合的最佳工作模式，提升營運效率及安全性。JERA 於 2024 年 6 月啟動「JERA Cross」平台運作，該平台利用數位技術管理供給需求，結合再生能源等多元能源，提供一站式的脫碳解決方案。透過 JERA Cross，JERA 期望創建綠色用戶市場，滿足能源生產與消費者的需求，並增強其在液化天然氣、再生能源與氫/氨能等業務領域的商業潛力。



圖 8 「JERA Cross」平台支援用戶東寶株式會社推動綠色轉型

JERA 數位轉型規劃為全球性趨勢，與國際加強合作及實踐，例如，JERA 與印度 ReNew Energy Global PLC 合作開發綠色氨生產專案，該跨國合作將有助於加速推動能源轉型。

JERA 於 2024 年發布之《電力計劃與業務指南》中，即提出以數位技術推動能源轉型的專案，包含以下項目：

- 導入 AI 並建構數據驅動模式：標準化數據收集與強化發電場運作之靈活性。
- 建置 JERA Cross 數位平台：提供高效率能源管理與發電廠能源配置解決方案。
- 擴展發電廠自動化運作機制：結合應用物聯網 (IoT) 技術，擴展數位化功能以提升發電場自動化表現水準。

同時，JERA 藉由研發試驗，設立大規模數據與模組，以提升電場運作效率。例如大數據中心與 AI 演算機制以導入智慧化決策系統，作為能源管理與調度的自動化執行機制；透過提升維護電力系統中長期高效率運作的標準，以更佳地應對動態變化需求，優化能源管理與更精準運作。

綜上所述，JERA 致力於推動能源轉型並實現低碳排放。公司聚焦於燃煤與天然氣發電，同時積極發展氫能、氨能及碳捕捉技術，並計劃到 2050 年實現二氧化碳淨零排放。為達此目標，JERA 推動混氨燃燒技術，並已在碧南火力發電廠進行成功的示範試驗，未來計劃進一步商業化。JERA 同時積極建立氨的供應鏈，涵蓋生產、運輸與儲存，以降低氨的成本並實現碳中和目標。此外，JERA 重視安全防護與社會溝通，透過數位化轉型提升營運效率與安全性，進一步推動能源領域的智慧化。

肆、心得與建議

此次參與台日雙邊火力發電減碳技術交流研討會暨參訪，實際參訪長崎碳中和園區、IHI 相生發電廠、JERA 碧南發電廠過程中，深入了解日本組織在推動低碳化轉型的經驗與策略，特別是在混氫/氨發電、碳捕捉技術以及數位工具的應用案例。日本的能源政策方面，預計到 2040 年，再生能源將佔據發電比例的 40%-50%，而火力發電與核能則分別佔有一定的比例，其中火力發電佔比預計在 30%-40%之間。該目標反映出日本在減少碳排放的同時，確保能源的穩定性與安全性，平衡各種能源選項的發展，實現低碳與高效的能源結構。

一、強化政策引導角色，減緩投入成本壓力及完善供應鏈體系。

這些組織低碳化轉型過程不僅專注於自身減碳技術的創新與實踐，政府政策的引導與支持亦有所助益，透過補貼措施如 JERA 的氨混燒試驗獲得其約 50% 成本補助，大幅降低電業研發與初期的財務風險，有效地降低轉型過程中的成本壓力。此外，透過與產業界、學術界及國際合作夥伴的合作，實現減碳技術與商業化應用。

在目前的技術發展中，混氫/氨、碳捕捉及數位化的應用已成為日本低碳化轉型的關鍵策略。然而，考量到成本因素，這些技術的規模化實施仍面臨挑戰，尤其是對於初期投資與技術普及的需求。在此情況下，政府的政策支持為重要推動力量，透過政策引導資金流向、激勵電業與技術創新，促進加速低碳技術部署與成本的逐步降低。

目前，台灣在氫/氨能領域有一定的研究基礎，然而，市場仍處於發展初期，尚未形成規模化的應用。因此，為了加速該領域的發展，建議透過建立示範樞紐，優先進行小規模的實地示範和驗證。這不僅能幫助加快初期市場的形成，還能深入了解和確定我國在氫/氨能方面的實際供需量與市場需求。由於初期氫能與氨能的技術和基礎設施投入成本較高，如參考日本政府供相關政策支援，尤其是針對初期階段的補貼政策，來吸引產業的參與與投入，減少市場進入的障礙。藉由政策支持和補貼措施的實施，將有助於提升電業參與意願，並能有效地促進產業生態系統的建構，進一步加快氫/氨能的商業化進程。

二、發展國際合作機制及明確監管標準規範

隨著朝碳中和目標的推進，碳捕捉與封存技術已成為重要選項之一，日本三菱重工、IHI 與 JERA 等組織皆投入 CCS 技術研發並與國際趨勢接軌。

● 國際合作機制建立

在亞洲地區，CCS 技術發展相對歐美地區為處於初步研發階段，本次參訪的組織除於國內投入小型碳捕捉測試研發，亦借助與國際合作推動 CCS 開發示範計畫。MHI 參與義大利 Ravenna 計畫以驗證技術可行性；JERA 與馬來西亞 PETRONAS 合作，探索碳運輸與封存市場發展潛力。此外，如以公私部門協力

(Public-Private-Partnership, PPP) 形式，結合政府與民間資源合作，亦有助於促進 CCS 基礎設施建置。

- **基礎設施與監管標準發展**

日本政府於 2024 年以發布 CCS 相關規範框架，以明確碳捕捉、運輸及封存責任規範框架，包含制定碳封存之評估準則與長期監管責任單位等。本次參訪組織亦表示，考量 CCS 所需投入基礎設施成本高昂與風險，如在政策制度面明確其框架與提供支持，將有助於提升擴大發展意願與提升執行安全性。

三、增強數位設施應用性與普及性，提升減碳決策精準度

隨著國際能源轉型的推進，發電產業正面臨提升效率、確保可靠性及降低碳排放的多重挑戰。三菱重工、IHI、JERA 等組織紛紛採取數位轉型策略，藉由人工智慧 (AI)、物聯網 (IoT)、雲端運算及數據分析等技術，優化電力生產與管理流程。本次參訪綜觀這些組織的導入經驗，為規劃導入策略提供參考。

- **發電資產管理的持續優化**

發電資產包含燃氣、蒸汽之不同傳統發電機組及各類再生能源與儲能等設備，導入 AI 及機器學習分析運行數據，並執行智慧運維與遠端監測功能，實現即時監控及遠端自動化操作，持續優化營運效率如減少非計畫性停機、提升設備壽命及可靠性、提升檢修效率與安全性並減少人力成本，也有助於應對供電系統之再生能源間歇性問題。

- **燃料使用及減排效益的提升**

傳統發電方式如燃煤、燃氣受到燃料供應與碳排放限制，數位技術則能幫助優化燃料使用並提升發電效率。借鏡 JERA 作法，所開發能源管理系統透過數據平台即時分析負載需求，進而優化燃料使用並提升發電效能。此外，JERA 及三菱等組織利用演算法、感測器及影像分析，解析燃燒環境參數以提升燃燒效率並幫助 Nox 等氣體排放監管的精確性。

- **數據應用與監管範疇的推展**

為促進數據共享與標準化，建置統一的數據平台，提升數據資訊的互通與可用性，產生發電資產的協同效益。隨著數位技術的普及，於政策面及產業面應同步調整監管範疇，確保技術發展與市場競爭並行。建立資訊安全標準與強化安全防護，例如端對端加密(E2EE)、威脅偵測系統等，確保電力數據不受惡意攻擊與濫用。

日本經驗與做法對台灣未來推動電廠低碳化轉型具有重要啟示。我國可參考日本在政策支持、技術創新及產業協同方面的成功經驗，結合台灣的能源結構發展與需求，探索適合台灣的低碳化轉型道路。透過政府政策的引導與產業推展技術的配合，可望在維持能源供應安全與穩定的前提下，實現電力產業的淨零轉型，為達成減碳目標奠定堅實基礎。此次參訪不僅為台灣提供具體的市

場發展參考，也實際體會到跨國合作與知識交流在全球減碳轉型中的關鍵作用，未來台日雙便可基此進一步加強合作，攜手應對全球減碳化挑戰，共同邁向可持續發展的未來。

伍、附件-簡報



經濟部
Ministry of Economic Affairs

Net-Zero Transition of Taiwan's Power Generation Industry



經濟部能源署
Energy Administration,
Ministry of Economic Affairs

February 18, 2025



經濟部
Ministry of Economic Affairs

Resume



Li, Kuo Chen

Energy Administration, Ministry of Economic Affairs
Power Development and Management Section
Section Chief

Experience

- 2023~Current Energy Administration, Ministry of Economic Affairs
- 2004~2023 Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs
- 2001~2004 Energy Committee, Ministry of Economic Affairs
- Education Master of Mechanical Engineering,
National Cheng Kung University

Outline

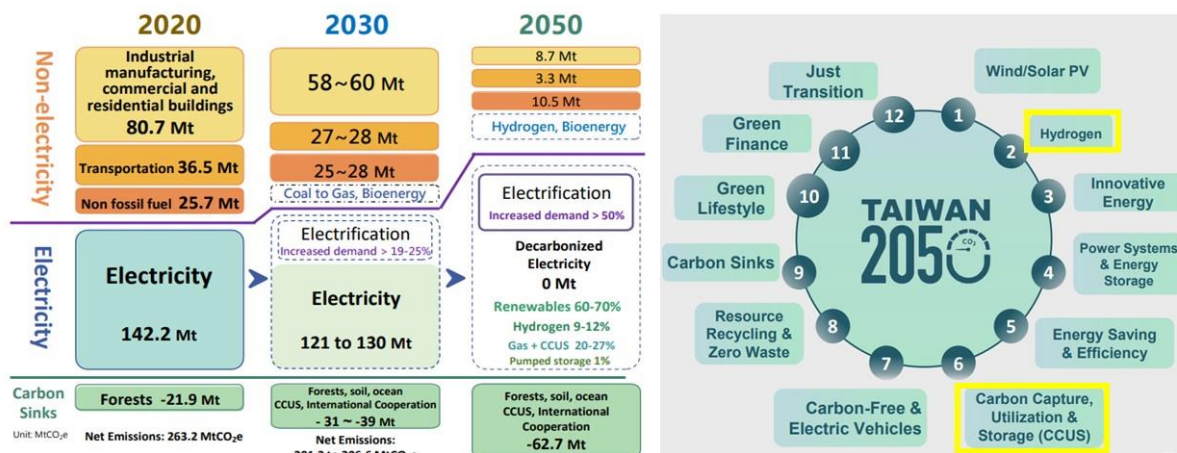
1. Taiwan's Net Zero Transition Policy
2. Net-Zero Transition of the Power Generation Industry - Hydrogen
3. Net-Zero Transition of the Power Generation Industry - CCS
4. Progress of Hydrogen and CCS Development

3



Taiwan's Net Zero Transition Policy

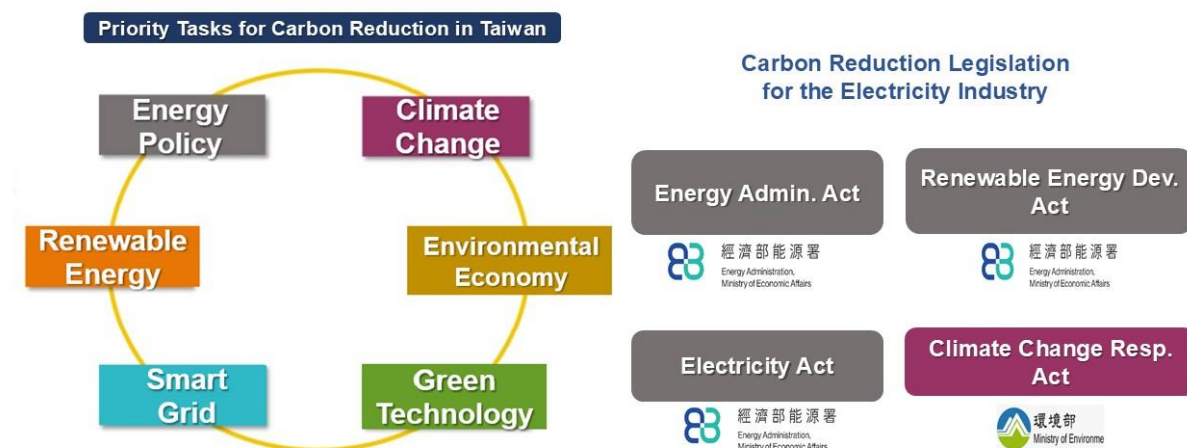
Taiwan's Net Zero Transition Policy



Source : NDC (2022), Phased Goals and Actions Toward Net-Zero Transition.

5

Taiwan's Current Policy and Legislation



Source: Executive Yuan, Energy and Carbon Reduction Office (2024).

6

2. Net-Zero Transition of the Power Generation Industry - Hydrogen

Net Zero Transition Strategy- Hydrogen

Target

Hsinta power plant

Linkou Power Plant

Hydrogen Energy	Hsinta power plant		Linkou Power Plant	
	2025	2030	2050	
Cumulative Capacity	91 MW	91~891 MW	7.3~9.5 GW*	
Annual Carbon Reduction*	N/A (Co-combustion under test)	427~6,877 tons	17.5 M tons*	

Source : Bureau of Energy Ministry of Economic Affairs (2022).

8

Net Zero Transition Strategy- Hydrogen

Just Transition and Public Communication

Hydrogen Applications	Hydrogen supply	Infrastructures
Combination of public sectors and state-owned enterprises to encourage industry participation.	Domestic hydrogen production site concerns the aspects of environment, society & administration .	Regulations related to land use & environment protection should comply with domestic fire safety regulations .

Source : Bureau of Energy Ministry of Economic Affairs (2022).



Power Generation Introducing CCS

- The energy transition will accelerate the development of geothermal, hydrogen, biomass, and marine energy, maximizing green energy use.
- Power Generation Introducing CCS will expedite carbon reduction, establishing a low-carbon energy structure.

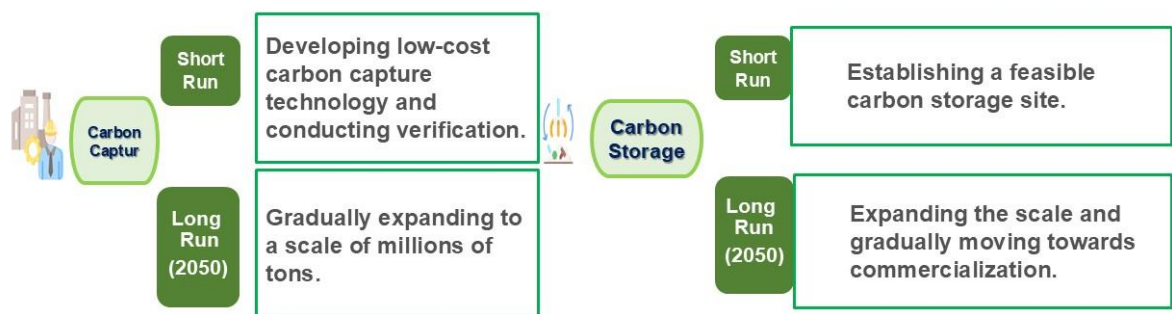
Build a Net Zero System

- **Decarbonizing Thermal Power Development**
Hydrogen and Gas-fired Power plant with CCS.
- **Phasing out of coal**
Co-burning with ammonia in the short-term, converted to safe backup in the long-term.

Source : (1) Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs (2023), Energy Statistics Data. (2) Central News Agency (2024), Lai Ching-te Proposes Five Major Net-Zero Strategies, Initiates the Second Energy Transition to Accelerate Hydrogen Energy. (3) NDC (2022), Phased Goals and Actions Toward Net Zero Transition.

11

Power Generation Introducing CCS



Source: National Science and Technology Council, Ministry of Economic Affairs, Environmental Protection Administration (2023)

12

Power Generation Introducing CCS

Taiwan's CCS goals and Strategies



Source : (1) Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs (2023), Energy Statistics Data. (2) Central News Agency (2024), Lai Ching-te Proposes Five Major Net-Zero Strategies, Initiates the Second Energy Transition to Accelerate Hydrogen Energy. (3) NDC (2022), Phased Goals and Actions Toward Net Zero Transition.

13



Progress of Hydrogen Development

- Several **Memorandums of Understanding (MOUs)** have been signed for introducing **hydrogen co-firing and ammonia co-firing**, involving Taiwan Power Company (Taipower) along with major industry leaders such as Siemens, Mitsubishi, and IHI.
- Taipower has successfully **tested 5% hydrogen co-firing** at Hsinta Power Plant. The future aim is to **increase** both the **scale** and **proportion** of **hydrogen used**.



Source : Taipower, <https://tpcjournal.taipower.com.tw/article/5463>; <https://tpcjournal.taipower.com.tw/article/6913>; <https://tpcjournal.taipower.com.tw/article/5845>.

15

Progress of CCS Development



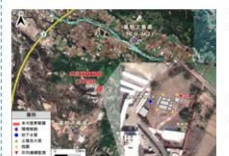
Taipower's CCS Demonstration project



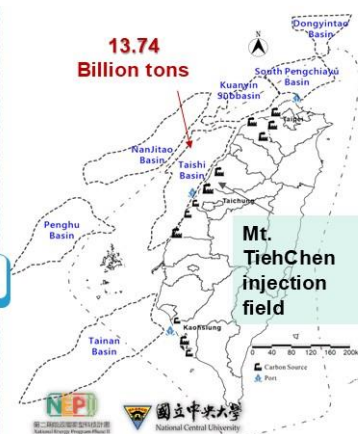
- Planning to establish a "**Carbon Reduction Technology Park**" at **Taichung Power Plant**.
- Targets for **2025** and capturing **2,000t of CO₂**.
- Starting in **2026**, small-scale injection and storage tests will commence in **offshore saline aquifer near Taichung**.



CPC's Mt. Tieh Chen Demonstration Project



- A **small-scale CO₂ storage demonstration site** will be established at the well pad area of the **Mt. TiehChen injection field**.
- Injection is planned to **start in 2025**
- Aiming to inject **100,000 tons of CO₂ annually**, with a total target of **300,000 tons**.



Source : (1) NSTPE-CCMP (2014), Atlas for Geological Storage of Carbon Dioxide in Taiwan.; (2) Taichung Power Plant Units 9 and 10 Generation Project Environmental Impact Statement - Sixth Revision Content Comparison Table.(3)CPC Corporation Taiwan(2023) • Natural Gas Injection and Production Well Development Project in the Tiejchen Mountain Area Environmental Impact Statement - Fourth Revision Content Comparison Table.

16

Thank you

Questions and Comments Welcome