

出國報告（出國類別：開會）

參加 2025 日本能源高峰會及展覽 出國報告

服務機關：台灣中油股份有限公司綠能科技研究所

姓名職稱：張揚狀（專案）

派赴國家/地區：日本

出國期間：114.06.17 ~ 114.06.21

報告日期：114.07.03

內容摘要

本次出國主要至日本參加「2025 日本能源高峰會及展覽 (2025 Japan Energy Summit & Exhibition)」，該會議係由 DMG Events Japan 及 Gastech 主辦，聚焦日本與亞太地區能源轉型、脫碳與創新能源策略，會中邀請日本政府機構、能源部門主管、全球能源企業領導人、投資機構與技術供應商等共襄盛舉，期望促進全球能源領袖交流合作，其中台灣受邀擔任論壇與談人有彭啟明部長與本公司廖惠貞副總經理。

本次高峰會議主題涵蓋日本與亞太的能源政策與戰略、氫能與氨能源的開發與商業化、再生能源發展(太陽能、風能等)、LNG、碳捕捉與儲存技術(CCS/CCUS)、以及金融投資與基礎設施等議題，將透過參與多場次的研討會汲取日本能源轉型政策、氫能源及淨零碳排等項目的低碳解決方案與技術，作為台灣中油公司在營運業務轉型及推動期程參考。

目錄

一、 目的	5
二、 行程	5
三、 具體成效	7
四、 心得與建議	21

圖目錄

圖 1、2025 日本能源高峰會會場資訊	6
圖 2、Nobuo Tanaka 與彭啟明部長論壇照片	8
圖 3、會後本公司廖副總與彭啟明部長交流合照	9
圖 4、亞洲 LNG 市場建構論壇照片	10
圖 5、釋放氫能潛力論壇照片	11
圖 6、活用 CCUS 論壇照片	13
圖 7、低溫二氧化碳捕捉(CCC)技術之簡報資料	15
圖 8、利用氫氣使島嶼生態系統的電力和海運部門脫碳簡報資料	16
圖 9、改造天然氣輸送管成為可安全輸送 CO2 或氫氣簡報資料	18
圖 10、再生能源激增如何平衡電網之簡報資料	19

一、目的

台灣中油公司被賦予國內氫能供應者的重要角色，同時也要面對低碳轉型的重大議題，參加「2025 日本能源高峰會及展覽 (2025 Japan Energy Summit & Exhibition)」之國際會議可了解日本與亞太地區能源轉型、脫碳與創新能源策略之發展方向，同時與全球能源企業、技術供應商交流討論，蒐集各種低碳能源、最新氫能技術發展、氫能市場應用等資訊與實務推動經驗，深入觀察液態氫運輸、碳封存實證、智慧電網與 VPP 等技術的商轉潛力與國際經驗，有助於協助本公司因應氣候變遷之策略發展之參考，以協助降低氣候變遷對本公司營運之衝擊，並順利完成企業轉型以達永續經營願景。

二、行程

出訪日期為 6 月 17 日至 6 月 21 日，共計 5 日。行程內容如下所示：

日期	地點	詳細工作內容
6/17 (二)	台灣→日本東京	啟程到日本東京
6/18 (三)	東京	參加 2025 日本能源高峰會及展覽 (Day 1)
6/19 (四)	東京	參加 2025 日本能源高峰會及展覽 (Day 2)
6/20 (五)	東京	參加 2025 日本能源高峰會及展覽 (Day 3)
6/21 (六)	日本東京→台灣	由日本東京返程到台灣

2025 日本能源高峰會安排兩大展區舉行專家技術會議，分別為：以策略會議為主的主展區(Mirai Theatre)，以及技術與氣候科技研討會區(Climatetech Theatre)，其餘為各別廠商技術/商品展示區，會場資訊如圖 1。



圖 1、2025 日本能源高峰會會場資訊

三、具體成效

透過本次參加「2025 日本能源高峰會及展覽 (2025 Japan Energy Summit & Exhibition)」，瞭解日本與亞太地區在能源轉型、脫碳與創新能源策略之推動規劃與執行現況，各場次與談人或講者皆為政府官員、國際能源公司高層、技術供應商專家，期望未來有更多的交流與合作。

(一) 策略會議

策略會議是該峰會的核心，匯集了來自政府、企業和研究機構的頂級領導者，共同探討宏觀能源政策、市場趨勢與投資機會，引領能源轉型方向。主要議題包括：

- CEO 論壇：探討企業在能源轉型中的角色與挑戰。
- 部長論壇：亞洲區國際合作與能源未來，聚焦區域能源安全、氣候目標與政策協調。
- LNG 市場發展：分析 LNG 作為全球能源支柱的成長潛力、去碳路徑及亞洲市場的供需穩定性。
- 電力部門去碳化：探討如何因應電力需求成長，並實現電網韌性與智慧化，構建區域電力市場。
- 日本 GX 經濟與能源戰略：深入了解日本 METI 第七期能源戰略，推動綠色轉型 (GX) 經濟與綠色產品市場的建立。
- 資金與投資：討論日本綠色轉型戰略的資金來源與投資機會。
- AI 與資料中心能源需求：應對新興技術對能源消耗的挑戰與策略。

以下就本公司蒐集之資訊彙整摘要如下：

1. 部長論壇：亞洲區國際合作與能源未來

■ 主持人：Nobuo Tanaka (IEA-Executive Director Emeritus)

■ 與會者：彭啟明(台灣-環境部部長)

■ 重點摘要：

台灣已將 2050 達到淨零碳排納入法規(氣候變遷因應法)，並擬定 12 大關鍵戰略，逐步推動以達到淨零目標。12 大關鍵戰略包含：太陽能、風能、氫能、碳捕捉與封存…等，其中再生能源發電佔比今(2025)年達 15.15%，明(2026)年可達 20%。雖然國際局勢詭局多變，如美國川普關稅議題、鼓勵使用油氣能源；烏俄戰爭、以伊戰爭；AI 與資料中心崛起，用電大幅增加…等，各國或企業對減碳路徑已出現推遲延後的現象，但台灣面對各項變局積極應對，且減碳步調仍依原有期程目標持續推進。面對美國關稅除了台積電已到美國設廠，從阿拉斯加進口天然氣也已簽屬 MOU 並積極洽談中；針對減碳方針，今年也開始針對排碳大戶推動碳費徵收，1 噸 CO2 收費 300 元新台幣，並對自主減碳的企業有提供優惠方案，此外，也積極規劃台灣的碳排放交易系統(ETS)機制，預計 1~2 年後執行。所以台灣對任何可減碳之新技術都持開放態度，如 CCS、小型核聚變反應器(SMR)…等，都可與政府或企業建立合作契機，加速產業化應用，進而達成淨零減碳目標。



圖 2、Nobuo Tanaka 與彭啟明部長論壇照片



圖 3、會後本公司廖副總與彭啟明部長交流合照

2. 亞洲 LNG 市場建構：供應穩定與永續性

- 主持人：Felix Booth (Vortexa- Head of LNG)
- 與會者：Atsunori Takeuchi (Tokyo Gas)、Hiroshi Kato (INPEX)、Jane Liao (CPC, Taiwan)、Chris Starling (JERA)、Mehdi Chennouf (Vitol)、Hiroshi Hashimoto (IEEJ, Japan)
- 重點摘要：6/19 11:25~12:25

主持人認為若 20 世紀是石油世代，21 世紀將是 LNG 世代。主要是因為 LNG 的供應多元(中東、澳洲、蘇俄、美國、加拿大、印尼…等)，同時是減碳、永續的絕佳選項：取代高碳排燃煤發電，易搭配 CCS 技術生產低碳氫，價格可接受，被視為兼具供應安全與低碳特性的中介能源。但在國際局勢詭局多變下，如美國川普關稅議題、烏俄戰爭、以伊戰爭等，也是造成天然氣價格劇烈變動。以美國

關稅危機下，針對阿拉斯加進口天然氣看法進行討論，以天然氣進口大國(日本、韓國、台灣)而言之初步結論如下：地理位置具優勢，航行時間較短；但天然氣供應鏈仍待確認，例如天然氣管線長達 800 英里之建置工程等議題。



圖 4、亞洲 LNG 市場建構論壇照片

3. 釋放氫能潛力：實現市場規模與商業化

- 主持人：Ivana Jemelkova (Hydrogen Council)
- 與會者：Sanjiv Lamba (Linde)、Yoshinori Kanehana (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.)、Yuichiro Fujiyama (ENEOS)、Phil Caldwell (Ceres Power)、Tatsuchi Amano (JBIC)
- 重點摘要：

本會議邀請氫能價值鏈的重要關鍵廠家共同討論如何釋放氫能潛力，實現市場規模與商業化。德國 Linde 公司目前在美國德州與加拿大分別共同執行 2 個大型的藍氫計畫，並規畫轉成氨氣進行海外運輸；英國 Ceres Power 公司則是一家專注

於高溫燃料電池(SOFC)技術開發公司，應用端可以發電、也可以產氫，目前已授權給策略合作夥伴(德國 Bosch、中國濰柴、韓國斗山、台灣台達電)，加速產業發展；日本三菱重工則是發展液態氫(LH2)運輸技術，2022 年小型運輸船(SUISO FRONTIER)可裝載 75 噸的氫氣，並完成澳洲到日本的試航計畫，成功驗證液態氫船於高海況下的穩定性與船載冷卻系統效率。預計 2029 年完成中型運輸船開發，將可裝載 2500 噸的氫氣，並將在鄰近東京地區進行示範運行，另外也提到目前國際上已開始使用液態氫進行加注到卡車上，不但提高能效，卡車行駛距離也加倍(從 750 公里增加到 1500 公里)；日本 ENOES 則是終端應用代表，包含加氫站建置與營運；國際協力銀行(JBIC)則是銀行資金的代表，面對新興產業如何提供資金協助。

針對氫能如何實現市場規模與商業化，與會專家一致認為政策與法規的重要性。政策首重明確性與延續性，其次是相關的配套方案(強制性規範、補貼性誘因等)；法規、標準則是執行時的指導方針，包含安全性、共通性、可管理與永續營運等。ENEOS 便舉例 50 年前日本推動 LNG 政策為例，當時主要是以燃煤為主，LNG 的技術尚未成熟，成本也貴許多，但在政策的支持下，LNG 已成為當前主要的技術與產業，建議氫能也應該仿效當時的策略。若要讓氫能成為國際上共通性能源，ENOES 建議是否有類似 ICAO 推動永續航空燃油(SAF)或 IMO 推動永續海運燃料的國際組織來共同制定與推動氫能的目標，才能讓氫能的商業化更具體可行。



圖 5、釋放氫能潛力論壇照片

4. 活用 CCUS：改造亞洲的工業與能源部門

■ 主持人：Stephanie Chiang (Wood Mackenzie)

■ 與會者：Rob Cooper (BP)、Tomomi Yamada (JAPEX)、Nora'in Md Salleh (Petronas)、Mads Gade (INEOS)、Satoshi Kanamori (K-Line)、Hamed Soroush (Teverra)

■ 重點摘要：

本會議主要邀請碳捕捉封存(CCS)產業鏈之產業專家共同研討，進而促進亞洲國家工業與能源部門達到減碳目標。英國石油(BP)參與在英國 Teesside 和 Northern Endurance Partnership Project (NEP) 的 CCUS 計畫，其中 Net Zero Teesside Power 專案，計畫建設一座 742 兆瓦的燃氣發電廠並配備碳捕獲技術，專案中 BP 持有 75% 的股份，去年也將投資 70 億美元於印尼巴布亞省的氣田開發與碳捕捉計畫，有望開發 3 兆立方英尺天然氣，並在初期封存 1,500 萬噸二氧化碳；英力士(INEOS) 是全球最大的化學品公司之一，參與丹麥北海的 Greensand 計畫，為世界首座跨境碳封存設施，2025 年開始每年可儲存約 150 萬噸 CO₂。馬來西亞國家石油公司(Petronas) 與 TotalEnergies、三井(Mitsui)等產業領導者策略合作，主導卡沙瓦里(Kasawari)計畫每年可將捕集 330 萬公噸二氧化碳並儲存在砂拉越州境外。其中日本 CCUS 廠商也積極參與該計畫，如日本石油資源開發公司(Japan Petroleum Exploration Co, JAPEX) 負責建造管線、液化二氧化碳的接收設施及離岸注入設備；川崎汽船株式會社(Kawasaki Kisen Kaisha, Ltd; K-Line) 是全球規模最大的航運公司之一，參與國際與日本液態二氧化碳船舶運輸示範計畫，開發能符合低溫低壓條件下的液態二氧化碳運輸技術，另有捕集船上二氧化碳的「CC-Ocean」示範計畫。Teverra 則是一家提供創新的地下解決方案、開發尖端技術、提供諮詢服務的公司，例如地下視覺化軟體開發、即時地下監測技術等。

如同氫能技術產業化推展一樣，與會專家一致認為政策與法規的重要性，另外

長期的監測技術也極需發展及驗證。政策一樣首重明確性與延續性，其次是相關的配套方案(強制性規範、補貼性誘因等)；法規、標準則是執行時的指導方針，包含安全性、共通性、可管理與永續營運等，但目前尚未有國際的統一標準，例如：捕捉後的 CO2 品質規範，封存場域的永續性(地震影響、是否逸散洩漏等)，跨境運送問題(London Protocol)，CCS 認證制度推行等議題皆需要實際運轉數據來證明。



圖 6、活用 CCUS 論壇照片

另外，針對日本經濟產業省(METI)第七期能源戰略，推動綠色轉型(GX)經濟與綠色產品，以及 AI 與能源數位化整合應用等資訊摘錄如下：

- (1)於 2023 年起推動『大型 CCUS 商轉方案』，並公告首波七大專案選定，包括北海道、關東外海、新潟、日本海側與九州近海等地區，預期 2030 年前封存能力達每年 1300 萬噸，2050 年擴至 1.2~2.4 億噸。法規面，日本正修正《海洋污染防治法》，並推動與印尼、馬來西亞跨境封存協議，並研擬制定 CCUS 交易碳權與稅額抵減政策。
- (2)日本計劃於 2030 年前建構全球最大氫氨接收與運輸網絡，並透過『清潔氫聯盟』與歐盟、澳洲建立氫氣產地認證與標準統一制度；同時也規劃導入碳中和型

LNG (CNLNG)、LNG+CCS 整合與 e-methane 摻混等方式，作為發電用氣的去碳替代方案。JERA 表示已與阿布達比、印尼簽署合約，進口藍氫轉製氨，用於燃煤共燃與發電降碳。日本未來將；INPEX 則展示其 CCS-ready LNG 場域開發計畫，並與馬來西亞 Petronas 合作導入甲烷重組捕碳後再液化技術。

(3)AI 已成為能源管理的核心工具，會中由 NTT Data、Accenture Japan、Schneider Electric Japan 等廠商介紹 AI 如何應用於配電調度、負載預測、碳排追蹤與資源最佳化。特別是在電動車充放電(V2G)與區域微電網中，AI 透過用電行為分析可降低尖峰負載 5~15%，提升整體儲能利用率。另有系統整合商展示以 AI 模擬氣象、預測光伏輸出與儲能放電策略搭配控制模組，可自動調整功率因數與頻率響應。

(二) 氣候科技技術會議

探討如何運用創新技術應對氣候變遷，實現能源系統的綠色轉型與永續發展，以及能源領域的最新技術突破與實際應用案例，為產業帶來前瞻性的解決方案。主要議題包含：氫能與氨、碳捕捉、利用與封存 (CCUS)、太陽能技術、地熱能源、生質能源、先進核能、能源管理與智慧電網、儲能解決方案、數位化與 AI 在能源領域的應用等。

■ 演講主題：Cryogenic carbon and sulphur capture demonstration

■ 講者：Sai Shrinivas Sreedharan (KAUST)

■ 重點摘要：

沙烏地阿拉伯已於 2023 年宣告所有新建火力發電廠都需要設置碳捕捉設施，同時目前正在建造最大的二氧化碳捕獲、運輸及儲存計畫，預計 2030 年產能將達 900 萬噸，2035 年產能將達 4,400 萬噸。因此，沙國的阿卜杜拉國王科技大學 (KAUST) 提出了低溫碳硫共捕集 (CCSC) 之國家級計畫案，使用低溫技術捕捉多種污染物，包括高純度二氧化碳 (99.9%)、二氧化硫、二氧化氮和顆粒物 (PM)。其技術內涵是

先將排放尾氣預冷/乾燥，透過冷媒(溶劑)將 CO₂ 冷卻成固態形成懸浮溶液，再經過固液分離與蒸餾裝置回收冷媒(溶劑)再利用，捕捉的 CO₂ 經加壓、回溫成為液態 CO₂ 後儲存與運輸。該技術已成功在發電廠進行驗證，CO₂ 捕捉效率達 95%以上並可穩定操作，目標在 2027 年後達到每天 100 頓 CO₂ 的捕捉能力，並結合再利用技術發展，作為永續燃料(E-Fuel)之原料，達到碳循環經濟之願景。

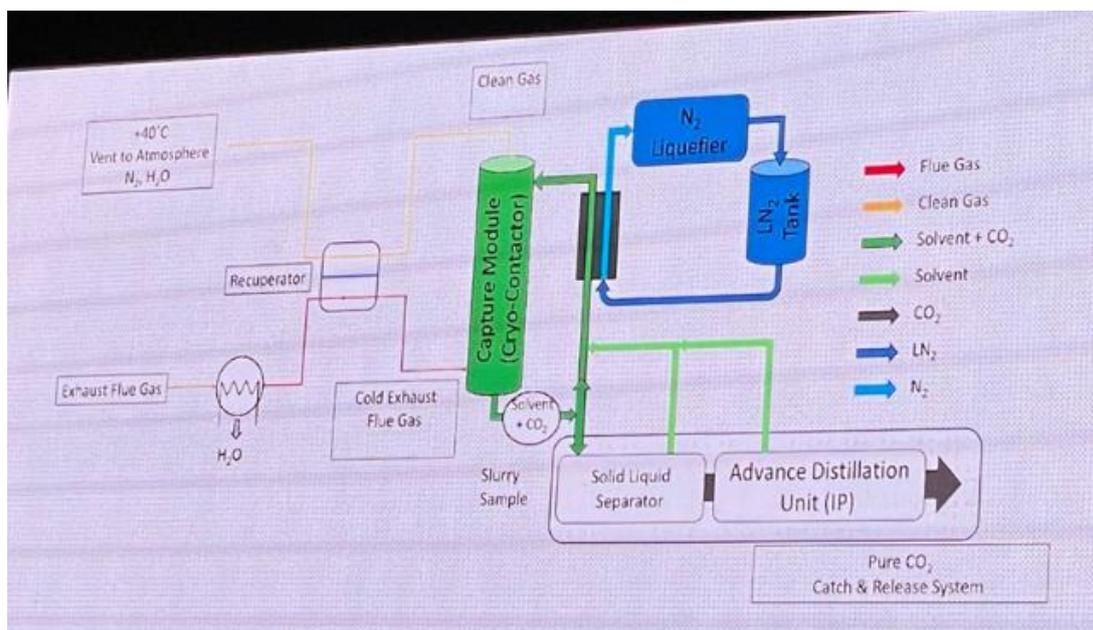
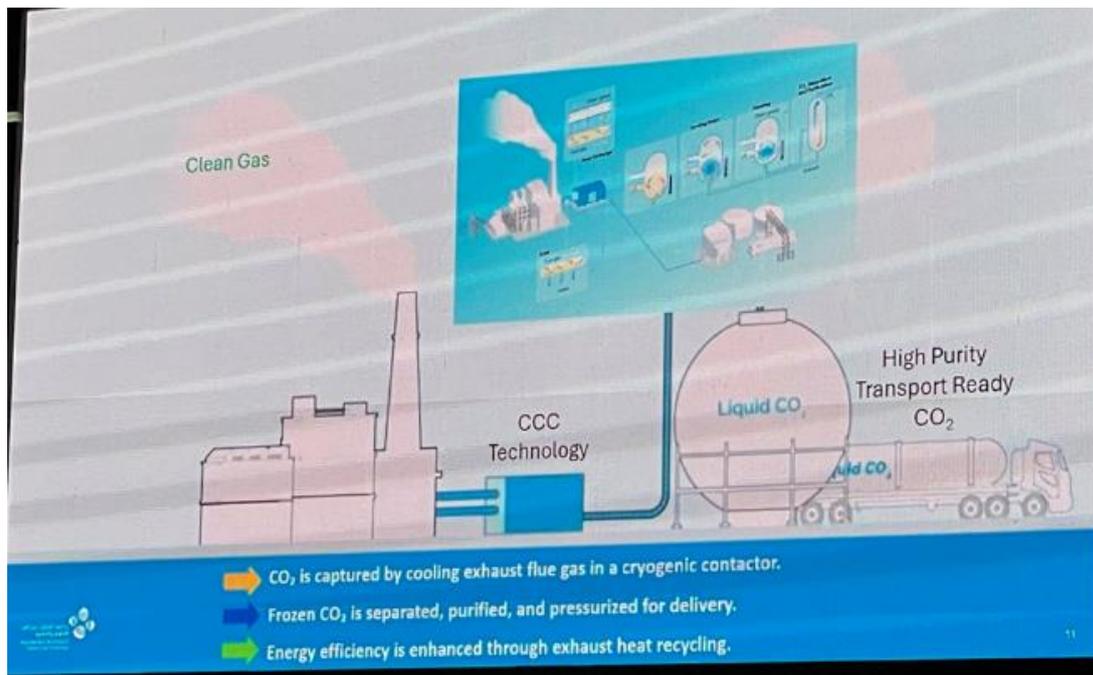


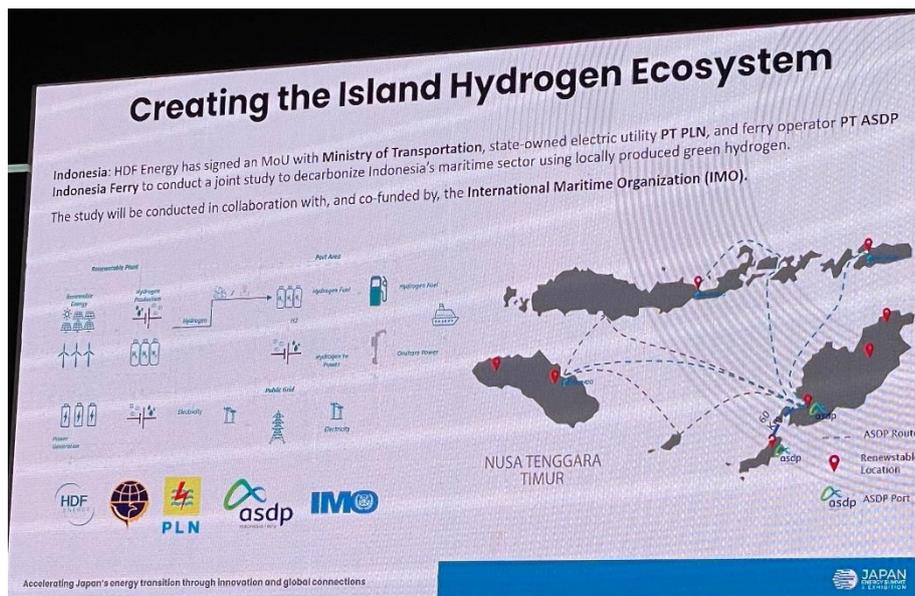
圖 1、低溫二氧化碳捕捉(CCC)技術之簡報資料

■ 演講主題：Hydrogen to decarbonize power and maritime sector in island ecosystem

■ 講者：Dan Redlinger (HDF Energy)

■ 重點摘要：

法國 HDF Energy 公司的發展領域涵蓋氫基能源基礎設施與超大功率燃料電池技術，主要致力於推動電力、海運和鐵路等重載交通領域的能源轉型的廠商。其中，Renewstable® 系統是一種創新的能源解決方案，將間歇性可再生能源（如太陽能 and 風能）與長期氫能儲存技術結合，提供穩定且可調度的 24/7 基載電力。該系統包括太陽能電場、氫氣電解槽、氫氣儲存設施和高功率燃料電池，能夠在白天和夜間持續供電，適用於孤島、邊遠地區及電網不穩定的地區。HDF Energy 在全球多個地區開展業務，包括法國、越南、印尼、菲律賓、津巴布韋、澳大利亞和加勒比地區等。例如，在印尼，與印尼政府及國營企業(PLN、ASDP、PT SMI)簽署多項 MoU，推動共 23 座氫電廠以提供穩定的清潔電力，總投資額約 23 億歐元，同時與 IMO 共同啟動研究，聚焦於產自東印尼綠氫應用於海運減碳，目標從柴油改為氫燃料電池推動船舶。相同的經驗也可以運用在日本的東京、九州等地區的島嶼。



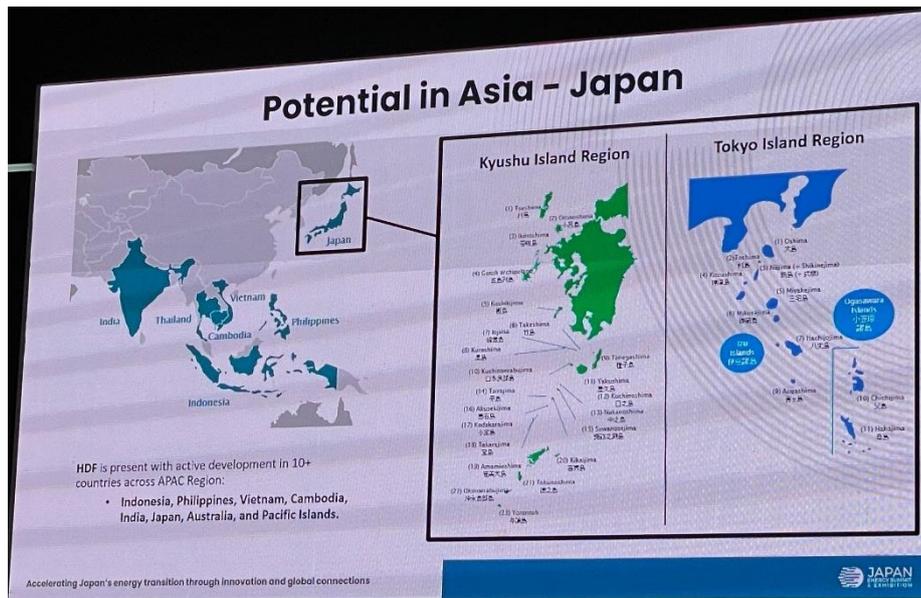


圖 8、利用氫氣使島嶼生態系統中的電力和海運部門脫碳之簡報資料

- 演講主題：Multi-layer barrier coating retrofit nature gas transmission pipelines to safety transport CO2 or hydrogen
- 講者：Gianluca Roscioli (Arculus Solutions, Inc.)
- 重點摘要：

Arculus 一家以麻省理工學院(MIT)科技為後盾的美國新創公司，致力於為天然氣管線提供氫脆防護塗層與自動化施工裝置，加速現有能源基礎設施轉型為氫氣運輸網絡，助力全球低碳目標。團隊小而精，專注於實務應用與轉型加速，透過專利之多層耐壓塗層能防止鋼管氫脆，適用高壓及高濃度混氫/純氫場景，也適用於輸送 CO2，具有對抗碳酸腐蝕能力。同時該公司也開發管內機器人塗層技術(Arculus Sputtering Pig™)，用來沿管線內部塗佈保護塗層，並與 N2 Solution 公司技術整合，可將廢棄停止使用之天然氣管道先進行表面清理(機械與化學清洗程序)後再進行 Arculus 的塗層技術，省去挖掘整條管道，提升效率與安全。

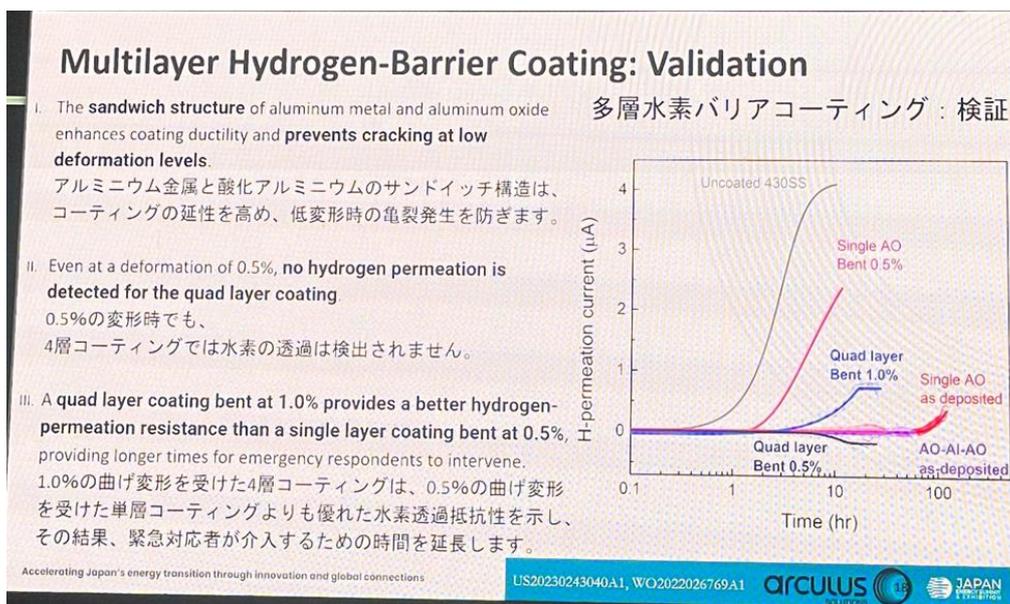


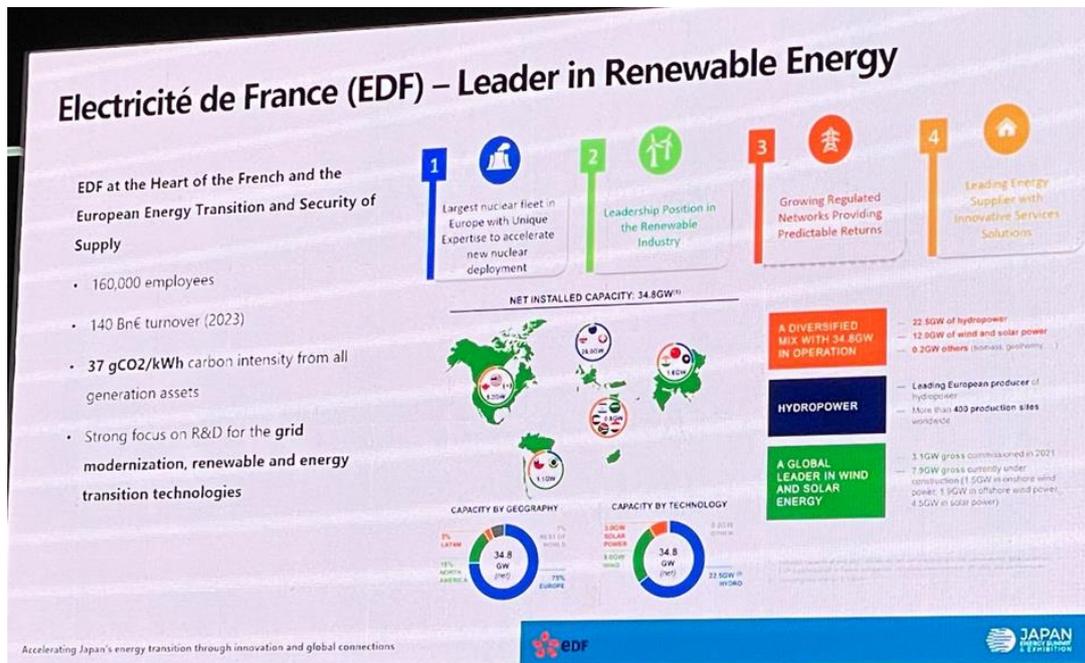
圖 9、改造天然氣輸送管成為可安全輸送二氧化碳或氫氣之簡報資料

- 演講主題：Balancing the grid: How Asia-Pacific power system are adapting to the renewable energy surge
- 講者：Kyaw Hen (EDF)
- 重點摘要：

EDF 於 2023 年底完成全面國有化，100%由法國政府持有，業務涵蓋電力生產、傳輸、配電、交易和客戶能源服務，遍及 20 多國(包括法國、英國、意大利、美洲、亞洲及非洲)，年營收約 1400 億歐元，是歐洲最大的低碳電力生產商，平

均碳排放僅約 37 gCO₂/kWh。其智慧能源與客戶服務方案依不同情境有不同策略，例如：家庭能源管理，提供智慧電錶和住宅顯示器，讓用戶即時掌握耗電狀況，幫助調節行為、節省電費；電網負載控制服務，尤其應用於電動車(EV)與熱水器，可透過智慧電錶進行分時抑峰(load shedding)，減緩尖峰用電負荷；企業專屬微電網、儲能、EV 商用充電與負載管理(Adaptive Load Management, ALM)。同時也透過數位化平台系統建構虛擬電廠(VPP)，透過集中調度與協同控制，整合多個分散式能源資源 (DER, 如太陽能、風能、電動車、儲能系統、需求回應用戶等)，使其像傳統電廠一樣參與電力市場或電網調節。

EDF 虛擬電廠平台基於 ADMS 系統開發，具有即時監測、智慧負載預測、彈性資源分派與需求閾值控制功能。在英國、義大利與德國均已部署數個場域，成功於高峰時段削峰填谷。系統支援標準通訊協定(OpenADR、IEC 61850)，可與太陽能逆變器、EV 充電站等裝置互聯。平台亦結合 AI 模組預測負載與價格趨勢。



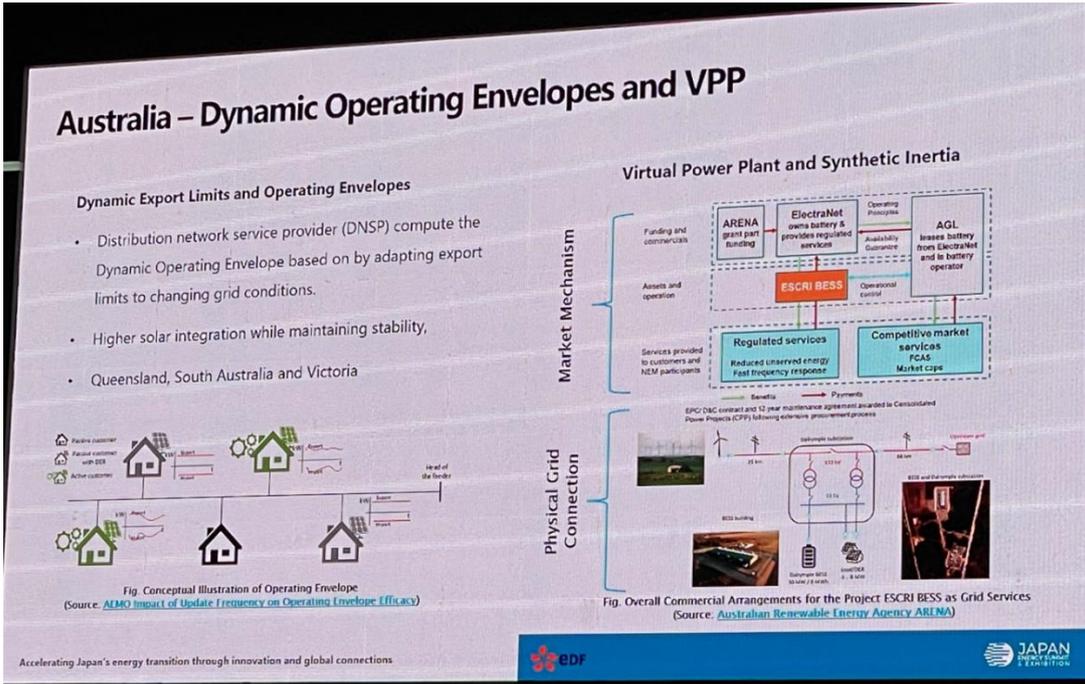


圖 2、再生能源激增如何平衡電網之簡報資料

四、心得與建議

- (一) 日本能源高峰會及展覽涵蓋策略、技術和氣候科技三大主軸，滿足不同參與者的需求，並吸引來自全球的能源領域專家、決策者和企業代表，可獲取各領域專家之見解，深入了解日本乃至亞洲能源市場的最新政策動向、投資環境與商機。
- (二) 技術供應商透過 Climatetech Theatre，展示最新的能源解決方案和創新技術，同時在展覽區可直接與相關的能源企業、技術供應商互動，了解具商轉潛力的創新方案(產品與服務)。
- (三) LNG 市場仍為低碳能源主力，但多數國家皆發展結合去碳化策略，如結合 CCS 之 LNG 燃燒發電或產氫之整合輸出模式。我國可思考在既有 LNG 基礎上強化 CCUS 與碳強度揭露，並提升儲運與接收站低碳轉型。
- (四) CCUS 發展方面，日本除技術能力持續研發推動外，法規也與跨國合作亦積極佈局。台灣具備優質的潛在封存場域，顯示我國若要推動碳封存，應同步開展地質調查、碳捕獲及純化技術、CO₂ 運輸與封存…等開發工作，同時進行法規鬆綁與國際合作。
- (五) 在氫能供應鏈建構方面，日本以政府政策引導產業投資，從氫生產、液化、運輸、接收至最終用途(運輸載具與加氫站、氫能煉鋼等)均有實質示範進展，值得我國借鏡。液態氫運輸技術(如 Suiso Frontier)證實長距離低溫儲運的技術可行性，亦突顯接收站與配套法規建設的重要性。本公司應持續關注國際發展趨勢與國內產業需求，適時引進相關技術，達成國家淨零目標與企業永續發展。
- (六) AI 與能源數位化技術不僅強化系統韌性，也利於分散式能源整合與用戶參與，且 AI 硬體開發是台灣強項，建議結合本地微電網、VPP 實驗計畫進行應用示範。