



# 國際碳捕存樞紐計畫 運作商業模式研析

陳映蓉 · 陳柏誼 · 許中駿

觀察國際碳捕存樞紐發展趨勢顯示，透過整合碳源與企業合作，形成完整的CCS價值鏈，降低成本與風險，實現規模經濟。且具潛力的樞紐不僅能減少國內碳排放，還能透過國際合作建立跨國價值鏈，創新商業模式，協助其他國家或企業達成減碳目標，並從運輸與封存中獲利，實現雙贏。本研究將探討國際碳捕存樞紐發展及商業模式，如挪威Longship、英國Net Zero Teesside、馬來西亞CCS樞紐及日本先進CCS業務示範計畫，以供我國參考借鏡。

因應全球淨零排放趨勢及國際日趨嚴格的減碳法案或倡議，各國積極發展淨零關鍵技術。依2023年國際能源總署(International Energy Agency, IEA)提出「2023年清潔能源發展追蹤」(Tracking Clean Energy Progress 2023)報告，二氧化碳捕捉、利用與封存(Carbon Capture, Utilization and Storage, CCUS)可作為難以減碳產業之去碳解決方案，包括電力、水泥、鋼鐵與石化業等，以逐步達到淨零轉型。在CCUS技術中又以碳捕捉與封存(Carbon Capture and Storage, CCS)技術能夠達到大規模之減碳，因此成為各國的重要減碳策略。

隨著CCS技術需求增加，各國開始發展降低成本、有效加速CCS部署以及增加收益之創新商業模式，因此逐步興起CCS樞紐(Hub)相關計畫。典型CCS樞紐模式即為建立工業集群(Cluster)，並由其中一家公司或合資企業投資發展二氧化碳運輸與封存技術以及相關基礎設施，以提供具規模經濟的運輸與封存服務予該工業集群或當地產業，同時獲取收益。台灣政府已將CCS納入能源轉型政策，且國內具備良好封存潛能，有望發展境內與跨境CCS樞紐，協助國內產業減碳，並建立國內CCS商業模式與產業價值鏈，海外封存潛在商機亦相當可觀。

本文將研析國際碳捕存樞紐計畫發展趨勢，並探討相關案例及其商業模式，包括挪威Longship計畫、英國Net Zero Teesside計畫、馬來西亞CCS樞紐計畫及日本先進的CCS業務示範計畫，以作為未來我國推動CCS樞紐計畫之借鏡。

挪威Northern Lights是全球首個商業碳封存場，並於2023年簽署首份跨境商業碳封存協議；英國建立CCUS工業集群與CCS天然氣發電廠；馬來西亞規劃到2030年發展三個CCS樞紐；日本JOGMEC選定九項CCS示範案例，進行可行性研究並逐步建立產業價值鏈。

### 國際碳捕存樞紐發展趨勢

全球碳捕捉與封存研究所(Global CCS Institute, GCCSI)在「2023全球CCS概況」(Global Status of CCS 2023)報告中指出，在CCS樞紐模式中，CCS產業價值鏈的各企業都能夠著重於核心業務，而無需擴展至其不具備專業能力的營運領域，從而降低成本與商業風險。此種模式不僅可創造多個服務提供商或客戶，更能實現規模經濟，有效降低成本。此外，該報告指出若全球建立160個樞紐，將可每年捕捉與封存42億噸二氧化碳，每噸成本將低於85美元。

該報告說明目前CCS開發業者將著重發展二氧化碳運輸與封存設施，以協助多個碳源減

排。不僅透過二氧化碳運輸與封存服務取得收益，更可帶動CCS技術進步與規模經濟。同時依據該報告顯示，截至2023年7月，全球共有101個二氧化碳運輸與封存設施已投入營運或處於開發中階段，而其中94個設施更是於2020~2023年間宣布投入發展。目前所有二氧化碳運輸與封存設施都規劃鏈結或建立CCS樞紐，並尋求從多個碳源接收二氧化碳進行運輸與封存，並收取費用。隨著運輸與封存二氧化碳為盈利目標之計畫不斷增加，CCS樞紐案例亦逐步興起。

### 國際碳捕存樞紐與商業模式現況與案例

透過上述國際碳捕存樞紐發展趨勢，以了解目前各國皆已開始投入發展CCS樞紐、CCS產業價值鏈以及二氧化碳運輸與封存商業模式。因此，以下將介紹四個國際指標性CCS樞紐案例之現況，包括兩個準備商轉之案例，分別為挪威Longship計畫、英國Net Zero Teesside計畫，以及兩個亞洲區域新規劃中之案例，分別為馬來西亞CCS樞紐計畫，以及日本「先進的CCS業務」示範計畫。

#### (一) 挪威Longship計畫——Northern Lights公司

1991年挪威政府開始徵收碳稅，為全球最早徵收碳稅的國家之一，主要徵收對象以燃燒化石燃料的產業及石油業為主。在碳稅徵收制度實施下，挪威國營的國家石油公司Equinor，便於1996年在北海推動全球首個商業化二氧化碳深部鹽水層地質封存計畫：Sleipner CCS計畫，



啟動至今與Snøhvit計畫已共同累積灌注超過2,200萬噸二氧化碳，奠定挪威執行商業化CCS計畫的基礎。爾後挪威政府、業界及學界持續投入封存技術開發，以研究計畫、直接補貼或企業資助等形式提供資金。為能更有效運用其得天獨厚自然地理優勢，同時擴大CCS技術發展，2019年由挪威石油和能源部(Ministry of Petroleum and Energy, OED)向挪威議會提出長船計畫(Longship Project)，以期透過具成本效益的方式實現挪威與歐盟的長期氣候目標。

長船計畫最初於2017年由挪威國家石油公司(Equinor)、殼牌股份有限公司(Shell plc)以及道達爾能源股份有限公司(TotalEnergies)等三家公司共同投入研究，2019年進行概念設計與前端工程設計(Front End Engineering Design, FEED)及鑽探灌注井，2020年三家公司完成最終投資決策(Final Investment Decision, FID)，並接續取得挪威政府最終投資決策，及核定挹注補助經費支持碳運輸及封存場址開發，且Equinor、Shell與TotalEnergies等三家公司亦投入部分開發費用，爾後於2021年三家公司宣布成立北極光合資企業(Northern Lights JV DA, Northern Lights)負責執行長船計畫及跨境CCS計畫的運輸與封存業務。Northern Lights不只協助自身及其他企業達成淨零碳排目標，同時創造新的就業機會與促進CCS價值鏈的建立。

Northern Lights是全球第一個商業碳封存場，協助挪威政府推動長船計畫，計畫已於2020年啟動施工，預計於2025年完成商轉，第一階段的年灌注量預計可達150萬噸二氧化碳，後續將

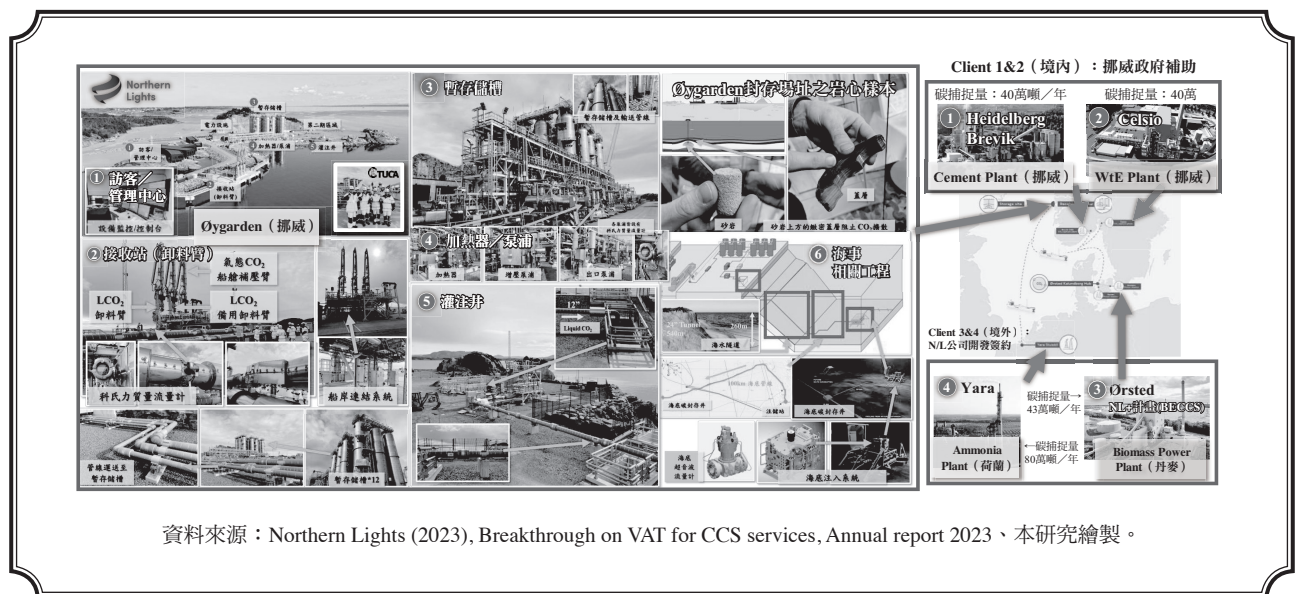
針對市場需求，於第二階段提高年灌注量至500萬噸二氧化碳。其中第一階段主要將位於布雷維克鎮(Brevik)的Norcem水泥廠與奧斯陸(Oslo)的Fortum Oslo Varme垃圾焚燒廠所排放之二氧化碳進行捕捉，並轉換為液態二氧化碳，預計將各廠每年40萬噸液態二氧化碳以船舶運送至位於厄加倫(Øygarden)的陸域碳封存設施場址。碳源經船舶運送至此場址後，再運用管線將二氧化碳輸送至100公里外海挪威大陸棚上的封存設施中，注入海床下2,600公尺處進行安全封存。另外，將針對鄰近封存場100公里排碳源，以槽車方式提供二氧化碳運輸與封存服務。

Northern Lights公司除接收挪威境內碳源外，為能擴大其碳運輸與封存業務發展，便於2023年簽署全球第一份跨境(Cross-Border)商業碳封存協議，分別於5月與丹麥沃旭能源(Ørsted)生質能電廠簽署自2026年年初起，每年運輸及封存來自Asnæs及Avedøre兩座電廠共43萬噸液態二氧化碳之契約。同年11月再與荷蘭礦物肥料廠商雅苒(Yara)簽署自2025年年底起，每年運輸及封存來自Sluiskil廠80萬噸液態二氧化碳之契約，Northern Lights計畫將可為歐洲各國或企業提供安全且永久碳封存之場址。在此一境內與跨境CCS運輸與封存業務發展下，Northern Lights簽訂跨境契約時，除了由雙方公司簽署之外，亦需要雙方政府的支持與簽署，因此該計畫涉及商業協商及政治協商(圖1)。

## (二) 英國Net Zero Teesside計畫——Net Zero Teesside公司

為達到大規模減碳目標，2017年英國政

圖1 Northern Lights碳封存場及其二氧化碳來源



資料來源：Northern Lights (2023), Breakthrough on VAT for CCS services, Annual report 2023、本研究繪製。

府即提出「清潔發展戰略」(Clean Growth Strategy)，推動國家潔淨成長相關策略，以期邁向低碳未來，並於2019年將淨零目標入法。接續，英國政府於2020年宣布推動綠色工業革命(Green Industrial Revolution)之「十點計畫」(Ten Point Plan)綱要，當中列舉十項未來英國綠能產業的投資重點，其中即包含CCUS之推動。

爾後，英國能源安全和淨零排放部(Department for Energy Security and Net Zero, DESNZ)則據此政策提出CCUS願景(CCUS Vision)，規劃在2020年代中期「Track-1」階段，於國內建立兩個CCUS工業集群(Industrial Cluster)，且至少包括一個CCUS電廠，並於2030年「Track-2」階段再增加建置兩個CCUS集群。英國預計在2023~2032年間將可減少排放4,000萬噸的二氧化碳，其中1/3的排放量將來

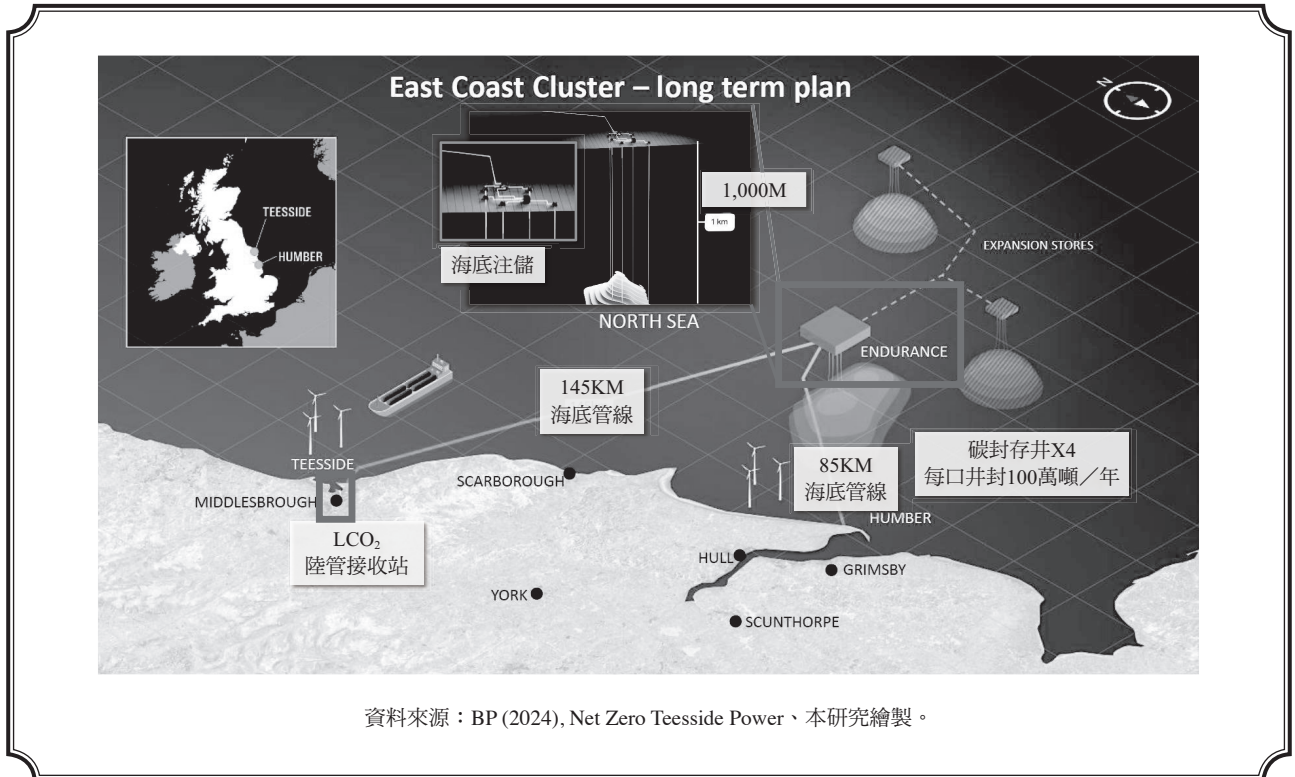
自於工業。Track-1階段有包括八個專案談判清單，英國政府最終於2023年擇定推動英格蘭西北部與威爾斯的HyNet集群以及東岸集群(East Coast Cluster)，其中後者預計到2030年代中期，每年可捕捉與封存達2,700萬噸二氧化碳，約占英國工業集群排放總量的一半。

東岸集群係由Net Zero Teesside與Humber Industrial Cluster共同組成，並共用位於北海的Northern Endurance海域封存場址(圖2)。其中，Net Zero Teesside是一個位於英國特茲河畔米德爾斯堡的大型氫能源和二氧化碳捕捉專案，旨在實現淨零排放的能源生產。在該專案中將新設世界上首個商業級規模的CCS天然氣火力發電廠，其稱為Net Zero Teesside Power (NZN Power計畫)，預計2027年開始營運。

NZN Power是英國石油公司(bp)和挪威國家石



圖2 東岸集群CCS計畫



油公司(Equinor)的合資企業，bp作為營運商，該計畫將新建一座860千瓩(MW)的聯合循環燃氣渦輪發電廠(Combined Cycle Gas Turbine, CCGT)，每年足以為多達130萬戶家庭供電，相當於英國所有家庭的近5%用電量，計畫預估二氧化碳年捕捉封存量將達200萬噸。該座電廠位於Teesside去碳工業區的減碳中心，預計將匯集該工業區所有碳源，提供運輸與封存服務，將匯集之二氧化碳以管線輸送至北海145公里外之海域封存場址Northern Endurance，封存二氧化碳於地底下一公里深。

NZT Power計畫由DESNZ提供資金支持，由

bp和Equinor合作投入雙前端工程設計(FEED)，最終於2024年公告擇定九個承包商，其中將授予Technip Energies與GE Vernova作為陸域電力、捕捉和壓縮等技術的承包商，並採用殼牌(Shell)的碳捕捉技術；Saipem與TechnipFMC則分別作為海管及海底注入系統相關作業之承包商。

英國政府推動CCUS政策以「低碳電力」(low Carbon Electricity)為目標，而對於推動CCS電廠的方式為提供業者補貼(Subsidy)，並規範案場之捕捉率需達95%以上。政府透過推動「可調度電力協議」(Dispatchable Power Agreement,

DPA)，由政府與業者簽訂15年合約，並提供「可用性支付」(Availability Payment)資金支持，以激勵低碳發電發展，取代未經處理的發電，形成商業模式，其中政府的資金支持，主要用於補貼電力業者因加裝碳捕捉設施所增加的資本支出和二氧化碳運輸和封存(CO<sub>2</sub> Transportation and Storage, T&S)費用。

### (三) 馬來西亞CCS樞紐計畫——PETRONAS 公司

馬來西亞依據巴黎協定(Paris Agreement)於2021年提出國家自定貢獻(Nationally Determined Contribution, NDC)，目標2030年相較2005年基準年減排達45%。2021年由其總理在議會中提出「第12大馬計畫」(12<sup>th</sup> Malaysia Plan, 2021~2025)，承諾於2050年成為碳中和國家。而馬來西亞為了達到減碳目標，2023年該國經濟部(Ministry of Economy)公布「國家能源轉型路徑」(National Energy Transition Roadmap)，並提出六大能源轉型策略，包括：(1)能源效率；(2)再生能源；(3)氫能；(4)生質能；(5)綠色運輸；(6)CCUS。其中CCUS的目標為在2030年發展三個CCS樞紐，包括：兩個位於馬來西亞半島地區(Peninsular Malaysia)以及一個位於砂勞越州(Sarawak)，並達到每年封存1,500萬噸二氧化碳。

三個CCS樞紐皆將由馬來西亞國家石油公司(PETRONAS)執行，該公司已有廣泛評估馬來西亞地質情況，並確定三個能夠安全封存二氧化碳的近海盆地，其估計馬來西亞總封存潛能超過130億噸。目前位於馬來西亞半島地區的兩

個樞紐分別為北部樞紐(Northern Hub)，以及南部樞紐(Southern Hub)，砂勞越州則為東部樞紐(Eastern Hub)，同時規劃透過管線鏈結各樞紐碼頭附近之工業集群。每個樞紐在其初期階段，每年預計封存500萬噸二氧化碳(圖3)。

北部樞紐目前規劃在登嘉樓州(Terengganu)建立樞紐，以及相關基礎設施評估，並針對Kertih Port Sdn Bhd港口，評估陸上暫存液態二氧化碳之空間，目前預計最早於2029年開始執行首次灌注。而南部樞紐部分，目前已由PETRONAS子公司PETRONAS CCS Solutions Sdn Bhs (PCCSS)於2024年與關丹港聯盟私人有限公司(Kuantan Port Consortium Sdn Bhd)簽署土地租賃協議，以利在彭亨州推動CCS樞紐之建立，協助當地鋼鐵、化工、水泥、電力與石化等產業減碳，並預計於2029年執行首次灌注。

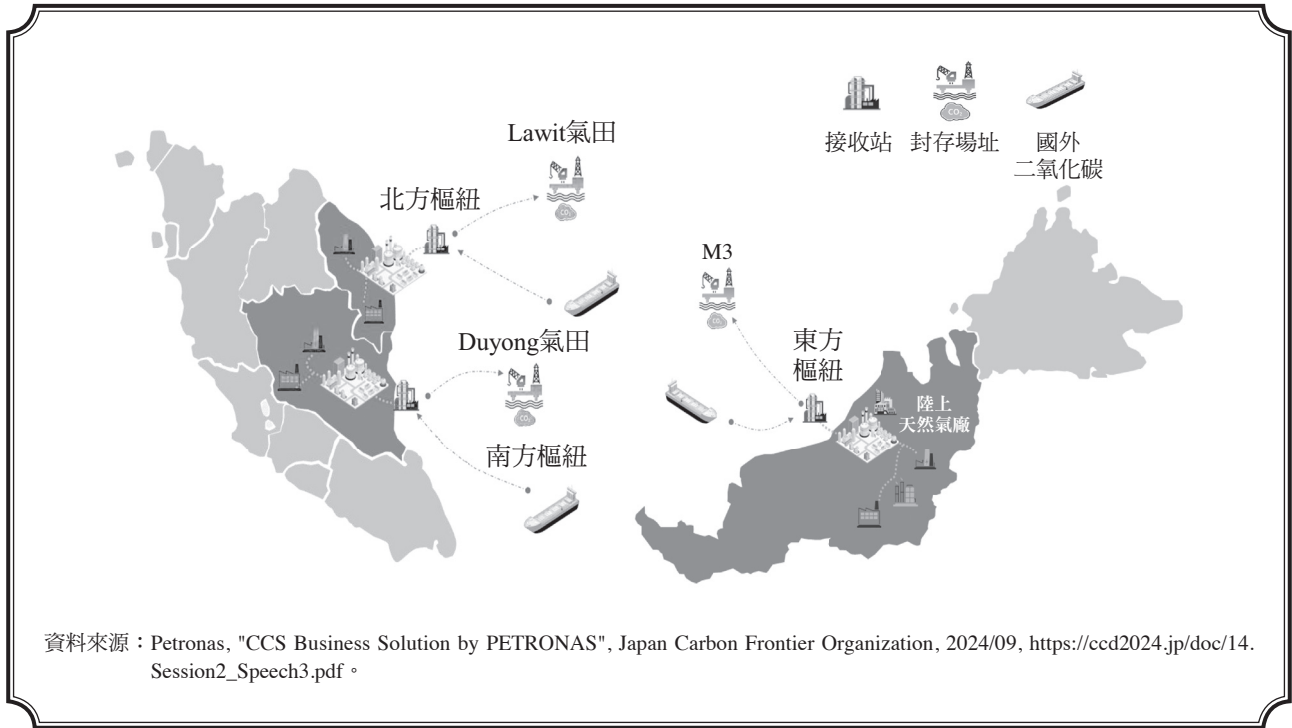
而東部樞紐目前除了協助當地工業集群減碳外，2024年PETRONAS與八家日本公司以及日本能源和金屬礦物資源機構(Japan Organization for Metals and Energy Security, JOGMEC)簽署合同，將推動CCS的跨境合作，將日本的二氧化碳運輸至馬來西亞進行封存，同時將共同研析所需設備、成本、海上運輸方式，以及盈利方式等，預估此項合作將於砂勞越州海外的M3枯竭油氣田，每年封存達190~290萬噸。

### (四) 日本「先進的CCS業務」示範計畫——JOGMEC

2019年6月11日日本內閣核定「基於巴黎協定作為成長戰略的長期戰略」(パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略)，並制定長期目



圖3 PETRONAS之CCS樞紐發展規劃



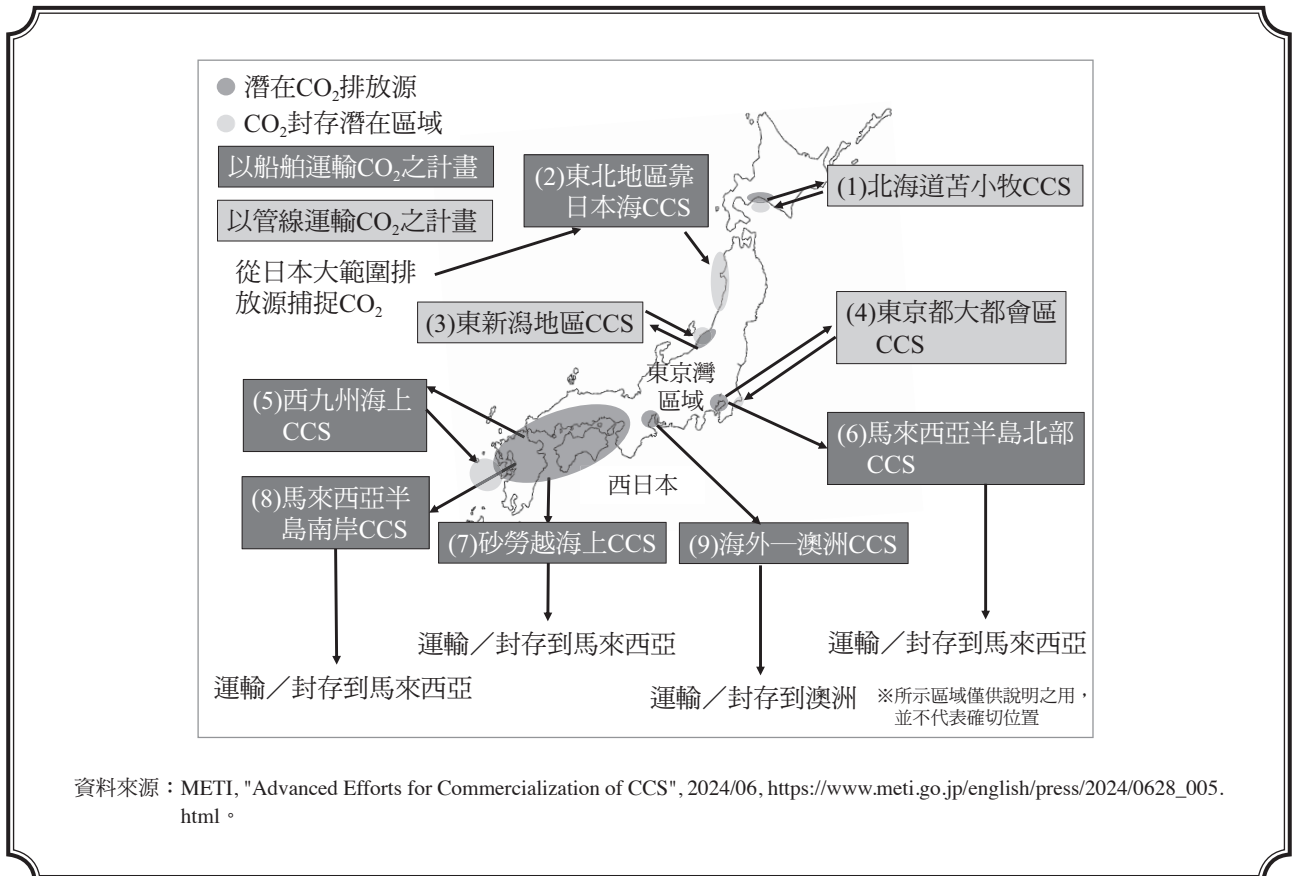
標，計劃於2050年減少80%之溫室氣體排放。2020年10月亦宣布「2050年達成碳中和」的長期願景，另於2021年4月宣布「2030年的溫室氣體排放量將相較於2013年下降46%」的中期目標，並期望努力朝2030年減碳超過50%邁進。為了達到此目標，將推動能源轉型與去碳化，相關措施包括再生能源的主力電源化、安全優先和擴大再生能源下，降低對核電的依賴度、減少火力發電的二氧化碳排放、推動CCUS、實現氫能社會、建構分散式能源系統等。

而日本經濟產業省(Ministry of Economy, Trade and Industry, METI)更於2021年提出「綠色成長戰略」，明確指出14項優先發展的戰略領域，

並從產業政策與能源政策之角度，擬定各項領域之行動計畫，同時支持企業朝行動計畫之指定目標邁進。而在此戰略中，亦提出CCUS為主要發展的技術之一，以協助火力電廠減碳，目標朝向2050年火力電廠搭配CCUS占總能源的30~40%邁進。為了有效發展CCS技術，2023年發布「CCS長期路徑圖審查會議最終報告」，主要將在2030年前執行六項具體措施，以完善CCS商業化發展，並於2030~2050年間發展CCS計畫，每年增加600~1,200萬噸的碳封存量，確保2050年達成每年1.2~2.4億噸之封存目標。

因應上述日本政府政策，2023年JOGMEC選定七項CCS計畫作為「先進的CCS業務」之示

圖4 日本「先進的CCS業務」示範計畫



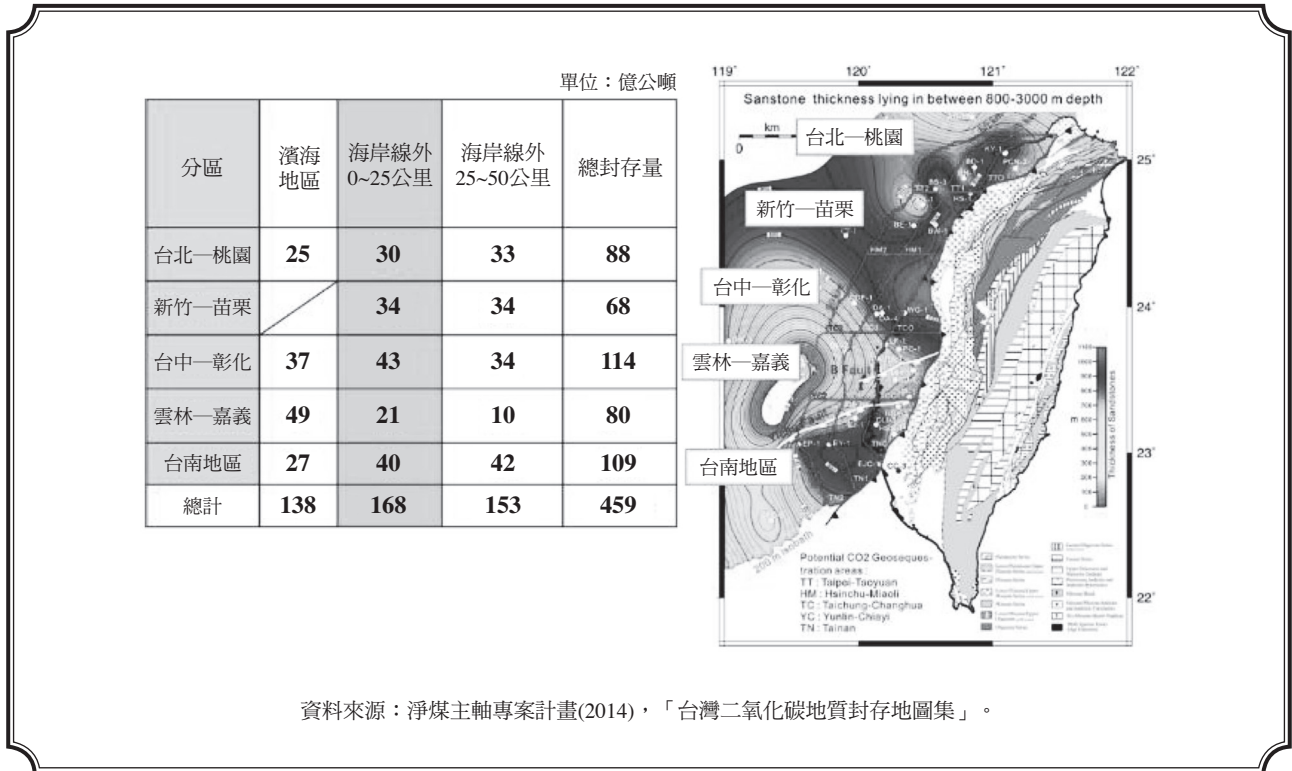
範案例，不僅進行CCS可行性研究，亦逐步建立CCS產業價值鏈。而其於2024年6月將案例數增加至九個（圖4），並捕捉日本各地之碳源，包括：電力、煉油、鋼鐵、化工、造紙與水泥等產業。其中五個案例將於境內進行封存，其餘則將二氧化碳運輸至國外進行封存，包含：馬來西亞（三個，此處的馬來西亞封存場域為上述提及之馬來西亞CCS樞紐計畫）與澳洲（一個）。目標在2030年確保二氧化碳封存量可達每年600~1,200萬噸。另外，各案例皆由

多家企業共同合作發展CCS產業價值鏈以及樞紐。

台灣過去發表二氧化碳地質封存地圖集，指出西部沿海具碳封存潛力；而2023年Climate Trace的數據顯示，台灣碳源多位於西部地區。扣合封存潛力場址與碳源，台灣具CCS樞紐發展潛力，並已推動CCS示範計畫，未來可發展CCS樞紐商業模式。



圖5 台灣鹽水層封存潛能



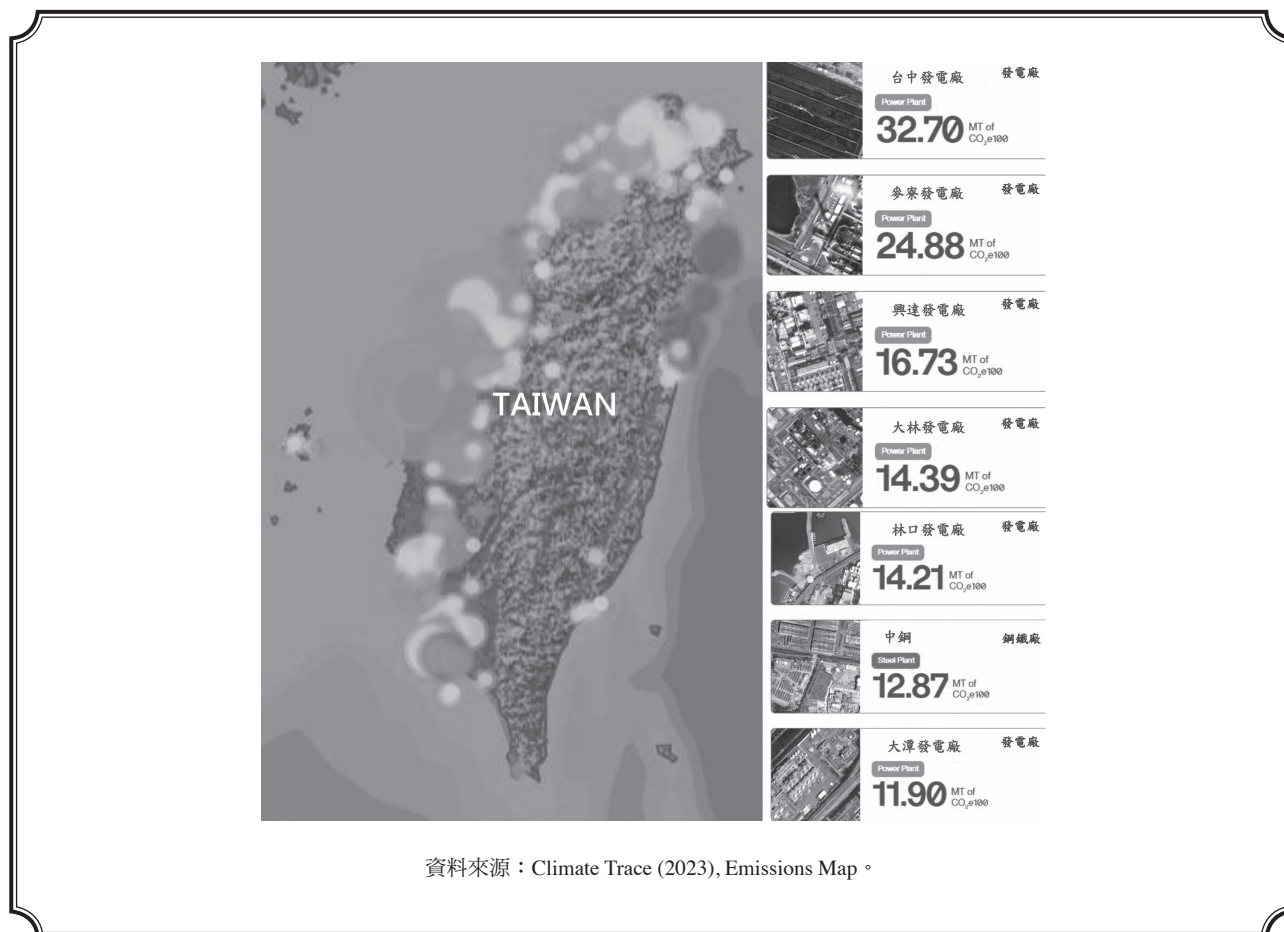
### 國內碳捕存樞紐與商業模式發展機會

為因應全球淨零排放趨勢、供應鏈減碳壓力以及極端氣候所帶來衝擊，台灣政府已立法設定2050淨零轉型目標，並於2022年由行政院國家發展委員會與環境部公布「國家自定貢獻目標」，目標2030年相較2005年基準年減排達 $24 \pm 1\%$ 。政府亦於2024年宣布將發展多元綠能、推動深度節能、科技儲能及智慧電網，以確保供電穩定與電力去碳化目標，同時將啟動第二次能源轉型，加速開發再生能源，並透過CCS技術，加速減碳，建立低碳安全共享的能源新結構。

目前國內已有CCS小型示範計畫，分別由台灣中油股份有限公司（中油公司）與台灣電力股份有限公司進行中，而我國源於2011年起推動第一期程能源國家型淨煤主軸專案計畫，即已投入CCUS技術發展，依據該計畫於2014年出版「台灣二氧化碳地質封存地圖集」報告指出，台灣西部靠海之陸域延伸至海域的深部鹽水層擁有巨大碳封存潛能，尤其海域擁有最大之灌注量（圖5）。而中油公司未來將分別於陸域、濱海與海域封存場址規劃短中長期發展目標。

在我國大型排碳源廠址分布位置方面，國際

圖6 氣候追蹤揭露台灣大型排碳源分布位置



氣候追蹤(Climate Trace)的資料庫，融合100多個研究機構、300顆衛星、上萬個感測器以及無數公私部門的數據，於2023年以人工智慧計算出全球最髒的七萬多個排放源，在前300大排放源中，台灣有七處廠址上榜，包含六座電廠及一座鋼鐵廠，而且其他排碳源皆多數分布於西部地區(圖6)。若扣合上述台灣具封存潛力的場址，有機會如國際碳捕存樞紐案例，形成境內CCS樞紐/集群(CCS Hub)之機會，且台灣鄰

近東北亞二氧化碳排放源地區，亦具備開發作為跨境CCS亞太地區中心Hub或中繼站之潛力，可提供包含日本、韓國等國家之碳運輸與封存服務，使Hub有機會成為台灣發展CCS服務獲取收益商業模式之一。

### 結論與建議

綜觀國際碳捕存樞紐發展趨勢以及案例，皆透過整合封存場址周遭之碳源，以及各公司或



合資企業組成之CCS產業價值鏈進行合作與分工，以形成完整之CCS樞紐，達到降低成本與商業風險，以及建立規模經濟等多項益處。而擁有較大潛力之CCS樞紐，不僅能協助國內產業減碳，亦能夠透過國際合作，建立跨國CCS產業價值鏈以及創新商業模式，有效協助其他減碳需求國家或企業達成減碳目標，更能夠藉由運輸與封存服務取得獲利，打造雙贏局面。

有鑑於此，建議台灣在發展CCS方面，應盡早切入拓展境內CCS樞紐，並效仿國際案例，由CCS相關企業成立台灣碳捕存公司，加速推動國內CCS產業價值鏈形成，有效降低初期發展CCS之高額成本與風險。此外，因國內具備大規模封存潛力，透過發展CCS樞紐，更有效吸引國內外投資與促進國際合作，間接切入國際CCS市場，未來提供運輸與封存服務予日本與韓國等尋求境外封存之亞洲國家，最終形成東北亞CCS產業價值鏈，促使台灣的CCS發展，在全球碳捕存市場中占據一席之地。■

（作者為台灣經濟研究院助理研究員、助理研究員、副研究員）

### ■ 參考文獻

1. BP (2024), "Net Zero Teesside Power".
2. Business Today, "Petronas Starts Study on CCS Hub In Terengganu", 2024/08, <https://reurl.cc/jyObkp>
3. Climate Trace (2023), "Emissions Map", <https://climatetrace.org/explore>
4. METI, "Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality in 2050", 2022/10, [https://www.meti.go.jp/english/policy/energy\\_environment/global\\_warming/ggs2050/index.html](https://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/global_warming/ggs2050/index.html)
5. DESNZ (2020), "Prime Minister's Office, The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution", <https://reurl.cc/GplMXZ>
6. DESNZ (2023), "New vision to create competitive carbon capture market follows unprecedented £20 billion investment", <https://reurl.cc/yvixm8>
7. Equinor (2019), "Sleipner partnership releases CO<sub>2</sub> storage data", <https://reurl.cc/bYy17E>
8. Edwin Lampert, "Petronas: we want Malaysia to be a leading Asia Pacific CCS hub", riviera, 2023/09, <https://reurl.cc/4dG2oX>
9. GCCSI, "Global Status of CCS 2023", Global CCS Institute, 2023/09.
10. IEA, "Tracking Clean Energy Progress 2023", 2023/07, <https://reurl.cc/eyZjD7>
11. Joey Chan, "Petronas, Japanese firms advance Sarawak CCS project", argus, 2024/09, <https://reurl.cc/0dyYZ6>
12. Ministry of Economy (2023), "National Energy Transition Roadmap", Kementerian Ekonomi, <https://ekonomi.gov.my/sites/default/files/2023-08/National%20Energy%20Transition%20Roadmap.pdf>
13. METI, "Advanced Efforts for Commercialization of CCS", 2024/06, <https://>

- www.meti.go.jp/english/press/2024/0628\_005.html
- 14.NET Power (2024), "Delivering a Net Zero Teesside", <https://reurl.cc/ZVzY9Q>
- 15.Northern Lights JV DA (2023), "About the Longship Project", <https://reurl.cc/8XOr2j>
- 16.Northern Lights (2023), "Annual report 2023", <https://reurl.cc/Dl8NZ5>
- 17.Northern Lights (2023), "Breakthrough on VAT for CCS services", <https://reurl.cc/7dWZp5>
- 18.Petronas, "CCS Business Solution by PETRONAS", JAPAN CARBON FRONTIER ORGANIZATION, 2024/09, <https://reurl.cc/NIE5R9>
- 19.Petronas, "PETRONAS Acquires Land for Carbon Capture and Storage Hub in Peninsular Malaysia", 2024/07, <https://reurl.cc/ReQKje>
- 20.Stavanger (2020), "Norway greenlights \$1.2bn funding for Northern Lights carbon transport and storage scheme", <https://reurl.cc/Ore2Av>
- 21.The CCUS Hub (2023), "East Coast Cluster", <https://reurl.cc/yvl5ra>
- 22.United Nations Development Programme (2024), "Malaysia", Climate Promise, <https://climatepromise.undp.org/what-we-do/where-we-work/malaysia>
- 23.台灣經濟研究院(2024), 「挪威、德國CCS參訪行程出國報告」。
- 24.左峻德(2024), “發展無碳電力憑證以支持全球火力電廠淨零轉型為CCS電廠”。
- 25.國家發展委員會(2022), “淨零轉型之階段目標及行動”。
- 26.黃莉婷、林韋廷、王穎達、劉家豪、方育恆, 「日本第六次能源基本計畫草案評析」, 工業技術研究院綠能與環境研究所, 2021年10月。
- 27.淨煤主軸專案計畫(2014), 「台灣二氧化碳地質封存地圖集」。
- 28.劉家豪, “馬來西亞宣布於2050年達到碳中和目標”, 經濟部能源署, 能源知識庫, 2021年9月, [https://km.twenergy.org.tw/Data/db\\_more?id=6899](https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=6899)。
- 29.經濟部產業省, "CCS長期ロードマップ検討会最終とりまとめ", 2023/03, [https://www.meti.go.jp/shingikai/energy\\_environment/ccs\\_choki\\_roadmap/pdf/20230310\\_1.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/ccs_choki_roadmap/pdf/20230310_1.pdf)
- 30.環境省, "「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」の閣議決定について", 2019/06, <https://www.env.go.jp/press/106869.html>