



國際碳捕存推動策略與技術發展前景

林軒如・陳柏誼・陳映蓉・左峻德

近年來全球對減緩氣候變遷的共識逐漸加強，各國紛紛承諾達成淨零排放目標，台灣的中油與台電目前已投入碳捕存技術試驗計畫，以驗證技術可行性並為商業化運轉做準備。本文將探討國際淨零減碳與CCS發展趨勢，並介紹相關政策與技術，包括如何通過政策支持、財政補貼和市場機制推動CCS發展。同時，將分析CCS技術在全球能源轉型中的潛力，以應對日益加劇的氣候挑戰，並促進高耗能產業的低碳轉型，助力實現全球氣候目標。

碳捕捉與封存(Carbon Capture and Storage, CCS)技術於全球實現2050年淨零排放目標過程中扮演著關鍵角色，尤其於電力、鋼鐵、石化及水泥等難以減排的高耗能產業，CCS已逐漸被視為全球減碳策略中不可或缺的一環。面對日益嚴峻的氣候變遷挑戰，國際間對於CCS的需求持續增長，並且隨著碳定價(Carbon Pricing)、碳稅及排放交易體系(Emission Trading Scheme, ETS)等政策機制的推動，CCS技術的發展獲得更多關注。

透過補助支持、營運補貼、碳定價、需求方措施、CCUS專用市場機制、規範標準與義務、風險緩解措施，以及研發與示範等主要政策工具，除可推動CCUS技術發展，亦為成為實現淨零排放目標之重點解決方案之一。

國際淨零減碳及碳捕存發展趨勢

近年全球減緩氣候變遷的共識日益加強，各國紛紛承諾實現淨零排放，自1990年聯合國大會成立政府間氣候變化綱要公約談判委員會(Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change, INC/FCCC)，聯合國氣候變遷會議(Conference of Parties,



COP)成為各國針對氣候問題協商之主要平台。

「聯合國氣候變化綱要公約」(UNFCCC)於1994年生效，在此框架下，2015年COP 21通過之巴黎協定成為最具里程碑之國際協議，目標是將全球升溫控制在工業化前水準以上2°C以內，並力求將升溫控制在1.5°C以內。

2021年的COP 26簽署「格拉斯哥氣候公約」(Glasgow Climate Pact)，宣示淨零排放承諾，隨後的COP 27則強調2030年前全球溫室氣體(Greenhouse Gas, GHG)排放量需減少45%。2023年的COP 28更加明確減排路徑，設定至2030年減排43%，2035年強化減排至60%，並力爭在2050年實現淨零排放。於COP 28期間，美國與聯合國能源組織(UN-Energy)及25家倡導永續相關組織合作，共同推動《能源契約》(Energy Compact)，其核心目標是支持並實現「24/7全時無碳電力」倡議，聯合國提出24/7 Carbon-Free Energy Compact (CFE)，該倡議確保每小時、每天都能以清潔能源供電，讓全球享有無碳能源的穩定供應。

2021年國際能源總署(International Energy Agency, IEA)發布「2050年淨零排放：全球能源部門的路徑圖」(Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector)，提出400多項減排路徑，並強調2030年前多數減排將依賴現有技術，而2050年的淨零目標，則有近半的減排需依賴尚處於示範或原型階段之新興技術，例如碳捕捉、利用與封存(Carbon Capture, Utilization and Storage, CCUS)以及直接空氣捕捉技術(Direct Air Capture with Carbon Storage,

DACCS)。

在國際減碳共識下，G20（附注）和G7等國家成為引領全球氣候行動者。2023年於印度新德里舉行之G20高峰會聚焦於加速氣候行動，呼籲各國加強能源目標。而2024年G7於義大利普利亞高峰會則承諾加速清潔能源轉型，並逐步淘汰未減排的煤電發電。美國也由拜登總統宣布環保新規範，要求新建之高裝置容量燃氣電廠，須減少等同數量之二氧化碳排放，為達成此一目標將需使用CCS技術。然而，實現淨零排放目標不僅需要技術創新，亦需強有力的政策支持及相關激勵措施，故以下將針對CCS相關政策與技術現況進行說明。

碳捕存政策

隨著全球應對氣候變遷的需求日益迫切，CCUS技術逐漸成為實現淨零排放目標之重點解決方案之一。然而，CCUS的廣泛應用面臨多重挑戰，包括高昂的資本投入、二氧化碳封存責任歸屬之不確定性，以及社會對碳封存之接受度問題。依據2020年IEA「清潔能源轉型中的CCUS」(CCUS in Clean Energy Transitions)報告中，推動CCUS技術發展可以透過八種主要政策工具，分述說明如下。

（一）補助支持

為克服CCS技術的高昂成本，各國政府可透過提供資金或競爭性計畫，以補助支持(Grant Support)相關計畫推動。以美國為例，能源部(Department of Energy, DOE)、清潔能源示範辦公室(Office of Clean Energy Demonstrations,

OCED)、化石能源和碳管理辦公室(Office of Fossil Energy and Carbon Management, FECM)及國家能源技術實驗室(National Energy Technology Laboratory, NETL)等,皆有針對學研單位和產業提供CCS研究與試驗／示範計畫補助,資金支持的法源來自《基礎設施投資和就業法案》(Infrastructure Investment and Jobs Act, IIJA),亦稱為《跨黨基礎建設法》(Bipartisan Infrastructure Law, BIL)。

挪威政府亦對Northern Lights CCS計畫第一階段開發及前十年的營運,透過國家支持協議提供經費補助。而英國則由蘇格蘭政府於2022年對Storegga公司提供資金支持,並在2023年選定Acorn計畫和Viking計畫作為CCS的示範計畫,進一步提升CCS技術競爭力。

(二) 營運補貼

透過採取多種補貼方式,激勵CCS技術的投資與應用,營運補貼(Operational Subsidies)形式包括稅賦抵免、差價合約機制、長期躉購電價機制和成本加成機制等。這些政策工具旨在降低投資成本,促進再生能源與低碳技術的發展。

美國以《降低通膨法案》(Inflation Reduction Act, IRA)針對CCS及DACCS計畫提供稅賦抵免支持。依據2022年《降低通膨法案》對45Q稅賦抵免進行更新之公告內容,美國工業與發電廠若實施二氧化碳地質封存技術,每捕捉一噸二氧化碳可獲得85美元的稅賦抵免;若進行DACCS則稅賦抵免額更提高至每噸180美元。而英國的差價合約機制(Contracts for Difference,

CfD)為另一典型案例,該機制於2014年成立,旨在以消費者負擔成本最低的方式支持英國再生能源專案投資。

(三) 碳定價

碳定價主要透過課徵碳費／碳稅或實施排放交易體系達成。碳費或碳稅要求排放者支付額外費用以反映其碳排放成本,而排放交易體系則設定碳排放上限,並允許排放證書的自由交易,為市場機制提供減碳誘因。

歐盟之《碳邊境調整機制》(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)政策針對進口產品的碳排放量進行課徵。CBAM要求歐盟進口商在進口鋼鐵、水泥、鋁、肥料和電力等高碳排產品時,必須購買CBAM憑證(CBAM Certificates),憑證價格依據產品生產過程中的碳排放量而定,隨著此機制的發展,未來亦可能納入其他高碳排產品。此外,歐盟的排放交易體系(European Union Emission Trading Scheme, EU ETS)為全球最大的碳交易市場,基於「總量管制與交易」(Cap and Trade)原則運作。EU ETS為受涵蓋的設施和營運者設定GHG排放上限,企業可透過自由交易碳配額達成其減排目標,企業若能有效減排,便可將剩餘配額出售。而此上限會依歐盟氣候目標逐年縮減,進入歐盟碳市場的配額供應量亦會逐步減少,以達成歐盟的長期氣候目標。

(四) 需求方措施

需求方措施(Demand-side Measures)主要透過公共採購的政策工具,推動市場對低碳材料及技術的需求,例如採購低二氧化碳排放的建築



材料、運輸燃料及電力，包括使用CCUS技術生產的材料。同時，實施CBAM亦有助於防止高碳排且低成本的進口商品對本地低碳產品的競爭，進而保護在地產業的低碳轉型。

近年來許多國家已經開始在公共採購規則，優先採購低碳產品及服務。依據經濟合作暨發展組織(Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD)資料顯示，荷蘭政府採取鼓勵性措施，允許符合特定碳排放標準的投標者在公共計畫中享有價格減價評估，最高可達5%。此外，加拿大安大略省亦探討如何在公共採購規則中計算水泥及混凝土中所嵌入的碳排放量。此措施將有助於推動企業積極投入低碳產品的生產與創新。

(五) CCUS專用市場機制

CCUS專用市場機制(CCUS-specific Market Mechanisms)包含可交易的憑證制度及義務，例如推動低碳燃料及電力產品的標準，並用於電力、交通或其他固定應用。此外，該機制亦涵蓋碳封存單位的概念，碳單位基於經過驗證的二氧化碳安全封存紀錄所發行，使排放者能夠向那些已驗證安全封存二氧化碳的單位購買相應的封存證明。

以國際既有能源屬性憑證為例，歐洲電力來源保證(Guarantee of Origin, GO)、美國再生能源憑證(Renewable Energy Certificate, REC)、日本非化石能源證書(Non-Fossil Certificate, NFC)及台灣再生能源憑證(Taiwan Renewable Energy Certification, T-REC)等皆是綠色電力的認證，而針對CCS技術，目前尚無實際運行的憑證

制度。隨著各國將CCS納入能源轉型的政策之一，未來當火力發電廠導入CCS設備，並能有效捕捉及永久封存其二氧化碳排放，則可依實際二氧化碳捕存量，將其當量電力認列為無碳電力(Carbon Free Electricity, CFE)，並透過憑證制度將其環境效益市場化，供電力用戶得以宣告使用無碳排電力的環境效益。若能建立一套CCS火力電廠的憑證制度，該憑證可稱為「無碳電力憑證」(Carbon-Free Electricity Certificate, CFEC)。

(六) 規範標準與義務

規範標準與義務(Regulatory Standards and Obligations)的類型旨在為製造商與企業設立明確的減碳目標，並推動市場向更低碳的產品與服務轉型。具體而言，這些政策要求企業達到特定的排放標準或購買具有較低生命週期二氧化碳排放的產品。此外，亦可透過實施監管資產基礎模式(Regulated Asset Base, RAB)，係為一種透過將受管制產品價格轉嫁給消費者，以實現投資回收的模式。

相關案例如歐盟的再生能源指令(Renewable Energy Directive, RED II)，該法案為歐盟成員國制定一系列永續發展目標及GHG排放標準，促進再生能源的使用並對高排放行業施加更嚴格的監管。此外，英國能源和基礎設施市場採用RAB，當公共計畫需要私人資本支持時，則可透過該機制使投資者在長期內獲得穩定的投資回報，並讓消費者分擔部分風險，RAB現階段用於大型基礎設施項目，例如：水、天然氣及電力網絡等。

（七）風險緩解措施

風險緩解措施(Risk Mitigation Measures)的做法之一為風險分擔機制，即由合作夥伴共同分擔計畫的風險，此外，二氧化碳責任歸屬機制亦為一種風險緩解措施，即政府於CCS計畫結束後承擔部分封存二氧化碳的責任，而為計畫開發商提供貸款擔保亦為風險緩解措施之一。

以英國Storegga公司為例，其位於北海碳封存計畫中，該計畫由英國北海過渡管理局(The North Sea Transition Authority, NSTA)進行監管，營運商在獲得二氧化碳評估與封存許可證(Carbon Dioxide Appraisal and Storage Licence)以及封存許可證(Storage Permits)後，便可開始進行碳封存，並且在CCS計畫結束後，封存場地需進行至少20年的監測，而後將轉交政府承擔長期的監測責任，但營運商仍需支付未來30年的預期監測費用。

（八）研發與示範

研發與示範(Innovation and RD&D)於CCUS技術的推動上至關重要，可以透過資金支持研發活動，包括直接投資於國有研究機構或間接透過補助金及其他形式的補貼促進私營企業的研發活動，此外，競爭性機制(Competitive Approaches)亦被列為支持低碳技術研發之方法之一。

相關案例如美國與加拿大聯合贊助之「Carbon XPRIZE」，其目的為激勵新興二氧化碳轉化技術的開發，參賽團隊的評估標準基於其所轉化的二氧化碳量以及產品的市場價值，最終獲勝者將獲得高達2,000萬美元的獎

金。此外，歐盟的「Horizon 2020」計畫為歐盟的研究和創新資助計畫，其為2014~2020年的研究和創新資助計畫提供近800億歐元的資金。

碳捕捉技術如化學吸收、吸附、薄膜等，預計2030年前具備應用潛力；運輸技術目前以管線為主，因應CCS樞紐發展，將朝船舶運輸發展以適應跨境封存需求；封存技術逐漸成熟並商業化，長期監測技術也在發展中。

碳捕存技術介紹

CCS為因應全球GHG排放與氣候變遷的重要技術選項，若要實現水泥、鋼鐵、化學、天然氣以及發電等難以減排的產業達到淨零排放目標，需開發、部署與擴大CCS技術應用，以下將探討目前全球於CCS技術上之發展現況。

（一）碳捕捉

在捕捉技術方面，依據2023年中技社推出之「石化業邁向2050年淨零碳排技術發展與政策探討」報告指出，目前在國際上以化學吸收技術最為成熟並被廣泛使用，同時吸附技術與薄膜技術亦是目前技術研發重點。依據全球碳捕捉與封存研究所(Global CCS Institute, GCCSI)於2024年提出之「現代技術狀況：2024年碳捕捉與封存技術」(State of The Art: CCS Technologies 2024)報告，化學吸收、吸附及薄膜等技術皆已有開發出達技術成熟度(Technology Readiness Level, TRL) 9之案例。DAC亦已有開發出TRL 6之技術。以下將說明各技術之相關案例。



圖1 巴斯夫OASE® blue捕捉技術



資料來源：BASF (2024), "OASE® blue for Flue Gas and Post Combustion CO₂ Capture"。

1.化學吸收技術

德國的巴斯夫(BASF)為全球最大的化工公司，其於1970年代即推出第一款胺類吸收劑之捕捉技術，爾後發展為目前的OASE®技術（圖1）。該技術TRL為9，可應用於水泥、廢棄物資源化(Waste-to-Energy)、電力、船載式二氧化碳捕捉與封存系統(Onboard CO₂ Capture and Storage System, OCCS)、液化天然氣等產業。目前每年約有760萬噸的二氧化碳透過OASE®技術被捕捉與封存。而在OASE®技術中，主要處理煙道氣(Flue Gas)的技術為OASE® blue，其優勢包括：(1)高能源效率；(2)捕捉率達99%以上；(3)產出足以應用於封存或再利用之高純度二氧化碳；(4)廢熱整合；(5)配備協助降低排放的OASE® Aerozone排放控制系統等。

2.吸附技術

德國的林德公司(Linde)為全球領先的工業氣

體與工程公司，其投入CCS技術已有多多年之經驗。在吸附技術方面，其開發TRL為9的變壓吸附技術(Pressure Swing Adsorption, PSA)，捕捉率達99%，並可適用於捕捉鋼鐵、石化、水泥、石油與天然氣及氫氣等產業之各濃度的二氧化碳，PSA技術可有效捕捉高爐燃燒尾氣的二氧化碳，並保留氫氣、一氧化碳及甲烷等具價值的氣體，以供後續再利用（圖2）。而應用PSA技術所產生之產品其純度可達95體積百分濃度(vol%)。該技術具備之優勢包括：(1)成熟穩定的淨化技術；(2)近零電力消耗；(3)再生過程無需蒸汽，亦不會產生額外GHG排放；(4)無需使用溶劑及其補充或處理等額外成本；(5)低資本與營運支出。

3.薄膜技術

林德公司亦有發展薄膜技術HISELECT®，該技術主要針對天然氣產業而開發，此技術TRL

圖2 林德PSA系統



資料來源：Linde (2024), "Adsorption-Based Carbon Capture and CO₂ Recovery"。

圖3 林德HISELECT®技術試驗廠



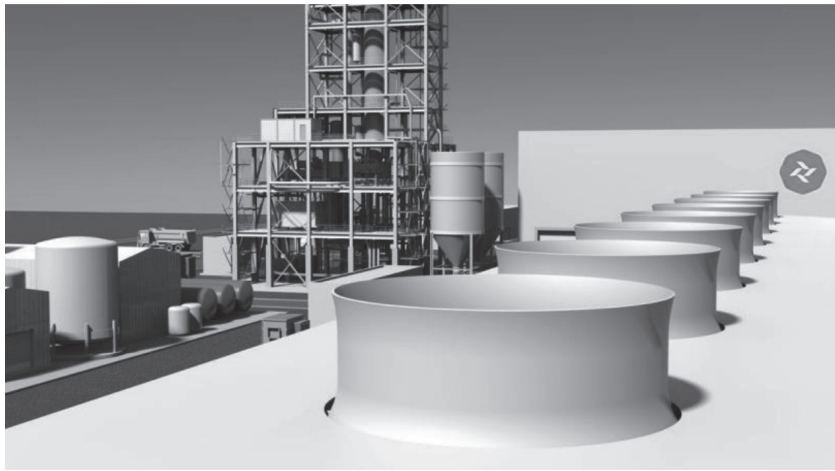
資料來源：Linde (2024), "HISELECT® powered by Evonik combined with PSA for 99.9999% H₂"。

為9（圖3）。該技術主要可將氣體分離成富含待去除或回收之低壓滲透物（例如：二氧化碳）以及高壓滯留液(High-pressure Retentate)可

有效捕捉二氧化碳，並對於二氧化碳具有高度接受性。目前該技術捕捉率為85~95%。另外，除了應用於天然氣產業外，亦能夠應用於具變



圖4 8 Rivers之Calcite技術設施示意圖



資料來源：GCCSI (2024), "State of The Art: CCS Technologies 2024"。

壓或變溫吸附設施的混合去碳解決方案，以有效去除二氧化碳。此技術之優勢包括：(1)對於不飽和碳氫化合物以及硫化氫有高抵抗力，因此維護要求低；(2)資本與營運支出低；(3)具高分離能力與選擇性，可達到最大回收率和高純度；(4)可進行客製化薄膜設計；(5)具有高容積效率；(6)在惡劣的操作條件下，仍可長期保持穩定性能。

4.DAC技術

美國的8 Rivers開發Calcite技術，透過鈣迴路(Calcium Cycle)去除空氣中的二氧化碳（圖4）。其主要將空氣透過設施中的氫氧化鈣，使二氧化碳吸收到碳酸鈣晶體中，再將此碳酸送入窯爐中，捕捉二氧化碳並重新生成氫氧化鈣，後續則將二氧化碳進行封存。該技術目前

TRL為6，並獲得美國能源署之資金支持，以促進未來技術的商業部署。目前此技術之優勢包括：(1)低成本與技術風險；(2)使用廣泛可用的設備與現有供應鏈，因此具有高擴展性；(3)透過與封存技術搭配，達到碳移除效益。

（二）運輸

依據2021年GCCSI提出的「CCS技術準備和成本」(Technology Readiness and Costs of CCS)報告中指出二氧化碳的運輸為CCS產業鏈重要之組成部分。目前國際上主要以槽車、鐵路、管線與船舶等方式進行氣態或液態運輸，技術成熟度皆已達到TRL 9，而現階段主要以管線進行大規模二氧化碳運輸。另外，為了因應國際發展CCS樞紐(Hub)之趨勢，將發展船舶運輸方式以進行跨境運輸與封存計畫。以下將說明國

圖5 貝克休斯之海域柔性管線



資料來源：Process Instrumentation (2021), "Baker Hughes pioneers new flexible pipe solution to overcome challenges of pre-salt subsea developments"。

際已發展之管線與船舶技術案例。

1.管線技術

現階段的CCS計畫逐步朝向海域封存場址發展，因其具有較大的封存潛能。而為了有效執行海域封存，需要藉由管線進行二氧化碳運輸。美國油田服務公司貝克休斯(Baker Hughes)應用其過去30年提供離岸石油與天然氣產業柔性管線(Offshore Flexible Pipe)技術之經驗，其已有開發出應用於二氧化碳運輸之海域柔性管線技術，而該技術已達到TRL 9。此技術不僅滿足技術可行性，亦兼具成本效益與低風險之條件(圖5)。

2.船舶技術

在船舶運輸發展方面，目前中國的大連造船公司已有協助挪威北極光公司(Northern Lights JV)建造全球首艘液化二氧化碳(LCO₂)運輸船，總長約130公尺、寬21.2公尺以及結構吃水8公

圖6 大連造船公司之液化二氧化碳運輸船



資料來源：Bahtić, F. (2024), "Northern Lights' first LNG-fueled LCO₂ carrier wraps up sea trials"。

尺，其配備兩個特殊材質製造之二氧化碳暫存儲槽，可耐負35°C低溫，運輸二氧化碳總量可達7,500立方公尺。同時此運輸船結合液化天然氣動力推進、風力輔助技術和空氣潤滑技術，使其碳足跡預計將比使用船用燃料的傳統船舶降低約34%。該運輸船已於2024年8月試航成功(圖6)。

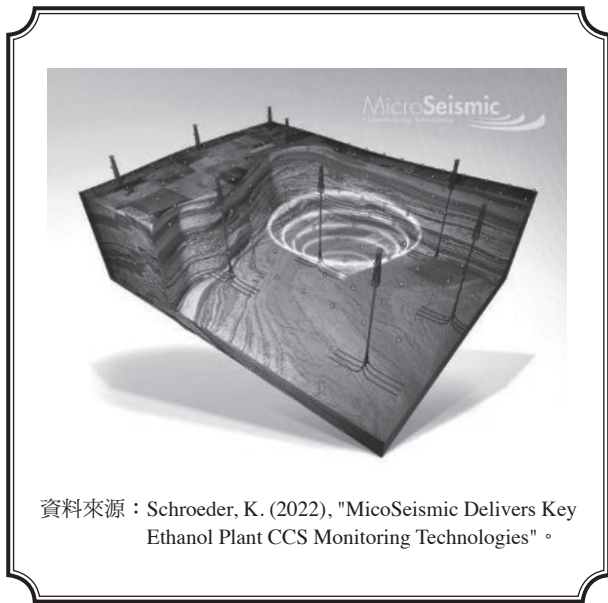
(三) 封存

依據2021年GCCSI提出的「CCS技術準備和成本」報告中，強化採油回收(Enhanced Oil Recovery, EOR)為TRL 9、鹽水層封存(Storage in Saline Formations)為TRL 9以及枯竭油氣田封存(Storage in Depleted Oil and Gas Fields)為TRL 5~8。為了使CCS能夠安全實施，並降低民眾對於此技術風險的疑慮，國際不僅制定相關嚴謹的監管法規，亦逐步開發創新之監測技術，已協助開發商擬定監測計畫與緊急應變計畫。

美國 MicroSeismic 公司為微震監測



圖7 MicroSeismic公司CCS即時且長期地下監測解決方案



(Microseismic)技術的領導企業，近年主要專注於開發CCS的即時且長期地下監測解決方案，其所開發的CCS監測技術目前為TRL 6~7。此技術涵蓋注入前、期間與注入後之監測，可用於評估計畫區域的地震危險性、繪製穿過儲集層的斷層圖、偵測可能損害蓋層的斷層移動、偵測小型前兆地震事件，以及追蹤二氧化碳羽流(CO₂ Plume)。另外，此技術亦使開發商符合美國環境保護署(Environmental Protection Agency, EPA)地下灌注控制(Underground Injection Control, UIC)第六類井的監測要求(圖7)。

結論與建議

綜觀國際CCS相關政策推動趨勢，各國積極透過補助支持、營運補貼、碳定價、需求方措

施及專用市場機制等多元政策工具，降低技術成本並提升其競爭力，助於克服CCS技術所面臨之經濟與風險挑戰。而技術發展方面，碳捕捉技術如化學吸收法、吸附及薄膜等技術，皆具備2030年前落地應用之潛力；運輸技術方面，現階段以管線進行大規模二氧化碳運輸為主流，而因應國際發展CCS樞紐之趨勢，將朝船舶運輸發展以適用於跨境輸儲計畫；封存技術方面，各項技術亦逐步成熟並朝商業化發展，新興的長期監測技術亦發展中。

台灣面臨著全球能源轉型和減碳承諾的雙重壓力，依2024年工總白皮書，我國能源政策著重於發展再生能源與低碳燃氣發電，同時輔以地熱、氫能及燃氣加CCUS等新能源技術，以確保電力供應的穩定。隨著人工智慧(Artificial Intelligence, AI)的市場擴展，全球電力需求將持續增加。IEA預測至2026年，其用電量將占全球電力需求的3.4%，故發展CCS技術顯得格外迫切。

台灣目前由台灣中油公司及台灣電力公司皆有碳捕存試驗計畫投入，以驗證技術可行性，並為商業化規模運轉預作準備。而推動CCS技術的同時，也應加強社會溝通，以提高公眾對CCS的認識，為未來台灣發展碳捕存經營模式及CCS樞紐(Hubs)奠定基礎。CCS作為台灣能源轉型的重要政策，不僅能夠維持穩定的電力供應，亦能提升產業競爭力，促進經濟及永續發展，透過建立完善的CCS產業生態系，將有機會於全球碳捕存市場中具備競爭力。■

(作者為台灣經濟研究院助理研究員、助理

研究員、助理研究員、副院長)

■ 注釋

G20為20大工業國，由G7（包含：德國、法國、英國、義大利、日本、加拿大以及美國等七個主要工業國家）；金磚五國（包含：巴西、俄羅斯、印度、中國、南非等國家）、歐盟及墨西哥、阿根廷、土耳其、沙烏地阿拉伯、韓國、印尼、澳洲等國家組成。

■ 參考文獻

- 1.Bahtić, F. (2024), "Northern Lights' first LNG-fueled LCO₂ carrier wraps up sea trials".
- 2.Čavčić, M. (2023), "Viking and Acorn picked as two new clusters to expand UK's carbon capture and storage industry".
- 3.European Commission (2024), "Carbon Border Adjustment Mechanism".
- 4.European Commission (2024), "H2020 Programme".
- 5.European Commission (2024), "Renewable Energy – Recast to 2030 (RED II)".
- 6.European Commission (2024), "What is the EU ETS?".
- 7.Federal Transit Administration (2023), "Bipartisan Infrastructure Law".
- 8.GCCSI (2024), "State of The Art: CCS Technologies 2024".
- 9.IEA (2020), "CCUS in Clean Energy Transitions, Paris", <https://www.iea.org/reports/ccus-in-clean-energy-transitions>
- 10.Low Carbon Contracts Company (2024), "CONTRACTS FOR DIFFERENCE (CfD)", <https://www.lowcarboncontracts.uk/our-schemes/contracts-for-difference>
- 11.Low Carbon Contracts Company (2024), "REGULATED ASSET BASE (RAB)", <https://www.lowcarboncontracts.uk/our-schemes/regulated-asset-base/>
- 12.PRIZE (2024), "Turning CO₂ Into Products", <https://www.xprize.org/prizes/carbon>
- 13.Storegga (2023), "NSTA Grants Carbon Storage Licences to Acorn", <https://storegga.earth/news/nsta-grants-carbon-storage-licences-to-acorn>
- 14.U.S. Embassy and Consulates in Italy (2024), "FACT SHEET: The 2024 G7 Summit in Apulia, Italy", <https://it.usembassy.gov/fact-sheet-the-2024-g7-summit/>
- 15.左峻德、尤晴韻、許中駿、陳映蓉，「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」，台灣經濟研究院，2024年9月。
- 16.國發會，「工總發表2024年白皮書 國發會：為「國家希望工程」攜手打拚」，2024年9月，https://www.ndc.gov.tw/nc_27_38470。