

# 主要國家獎勵碳捕獲、利用與封存(CCUS)之政策 及對我國的啟示

黃鈺茹、利秀蘭\*

壹、前言	肆、臺灣發展 CCUS 概況
貳、CCUS 發展概況	伍、啟示與政策建議
參、主要國家獎勵政策	陸、結論

## 摘 要

IEA(2020)指出，碳捕獲、再利用及封存技術(CCUS)是實現全球淨零排放的關鍵技術之一；此外，IEA(2021)也指出，發展 CCUS 不僅可以協助政府在短期內促進提升就業與刺激產業投資等經濟活動，同時也為長期能源與氣候目標奠定基礎。為實現我國「2050 淨零排放路徑」，加速碳捕集技術的部署與升級，將是重要的挑戰。本文經蒐集主要國家獎勵 CCUS 發展政策與經驗，提出及早佈建 CCUS 基礎建設、建立引導產業發展 CCUS 技術的誘因、健全 CCUS 法規、加強與民眾溝通等建議，以做為參考。

---

\*作者分別為經濟發展處專員及經濟發展處專門委員，本文係筆者個人觀點，不代表國發會意見，若有疏漏之處當屬筆者之責。

# Major Countries' CCUS Policies and the Implications for Taiwan

Yu-Ju Huang · Shiu-Lan Li

*Specialist · Senior Specialist*

*Economic Development Department, NDC*

## Abstract

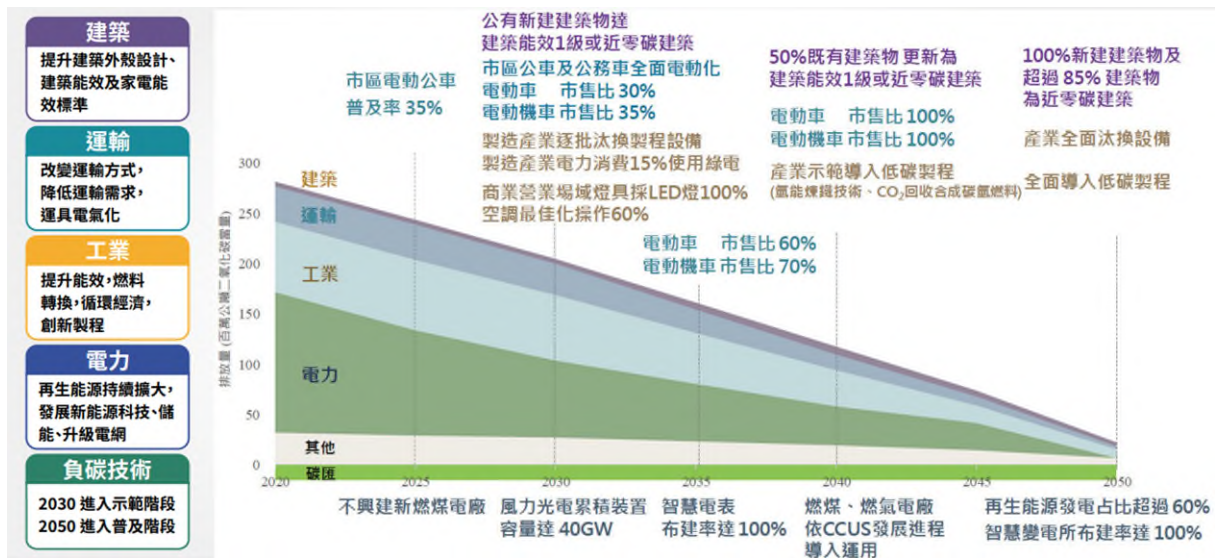
IEA (2020) indicated that carbon capture, utilization and storage (CCUS) is one of the key technologies to achieve global net zero emissions. Also, CCUS can not only help to stimulate economic activity, while also laying the foundation for long-term climate goals. In order to realize “Taiwan’s Pathway to Net-Zero Emissions in 2050”, accelerating the deployment and upgrading of carbon capture technology will be a very important task. Based on the collection of policies and experience in encouraging CCUS development in major countries, this article puts forward suggestions for early deployment of CCUS infrastructure, establishment of incentives to guide the industry to develop CCUS technology, improvement of CCUS regulations, and strengthening of communication with the public, etc. for Taiwan.

# 壹、前言

國際能源署(International Energy Agency, IEA) (2020)發布能源技術展望報告指出，再生能源發電、生質能、氫能與碳捕獲、再利用及封存(Carbon Capture Utilization and Storage, CCUS)是實現全球淨零排放的關鍵技術，其中 CCUS 是唯一能夠直接減少或消除關鍵部門的 CO2 排放，以平衡無法避免的排放量，是達到淨零排放目標之重要技術。

我國於 2022 年 3 月 30 日正式公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，其中淨零排放路徑規劃中，減碳前期主要是靠再生能源導入及生活行為改變，CCUS 則是後期用來輔助產業進一步減少碳排技術之一。也就是在長期能源系統的布局上，將透過燃氣機組搭配 CCUS，以建構零碳電力系統，同時，也將積極投入 CCUS 的技術開發，藉以達成 2050 淨零排放之長期目標。

為實現 2050 淨零轉型，如何加速碳捕集技術的部署與升級，將是重要的挑戰，本文將從全球 CCUS 目前的發展與面臨困難談起，並蒐集各國的做法，提出我國可以借鏡之處，供政策參考。



資料來源：臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明。

圖 1 台灣 2050 淨零路徑規劃

## 貳、CCUS 發展概況

碳捕獲、利用與封存(Carbon Capture Utilisation and Storage, 簡稱 CCUS), 是指收集從燃料燃燒或工業過程中產生的二氧化碳, 通過船舶或管道運輸, 將其永久儲存在地下深處的地質構造中, 或將其運用創造成有價值產品的技術, 前者稱碳捕獲與儲存 (CCS), 後者稱碳捕獲與利用 (CCU), 兩種技術是目前被認為可以減緩氣候變化的關鍵技術。聯合國指出, 要實現《巴黎氣候協定》中規定的氣候目標, 需要共同致力碳排放的捕獲。CCS 和 CCU 在實現這一目標方面發揮著重要作用。CCS 和 CCU 都基於碳捕獲, 兩者之間的區別在於捕獲步驟之後發生的情況。捕獲二氧化碳的新技術正在迅速發展, 許多方法已經成功地應用於從不同來源捕獲二氧化碳<sup>1</sup>。

### 一、全球發展概況

根據全球碳捕獲與封存協會(Global CCS Institute, GCCSI)2021 年報告<sup>2</sup>顯示, 截至 2021 年 9 月底止, 全球共有 134 個碳捕獲與封存(CCS)設施計畫, 設施可捕獲能力從 2020 年底的 75 百萬噸/年, 提升至 2021 年 9 月底的 111 百萬噸/年, 足足增加 48%。其中商轉中 CCS 設施共 27 座, 另有 4 座正在興建中; 這 31 座 CCS 設施以工業應用居多, 電力業仍占少數, 二氧化碳捕獲能力每年共約 40 百萬噸。

商轉中的 27 個設施中, 有 12 個位於美國, 其次為加拿大 4 個、中國 3 個、挪威 2 個, 澳洲、匈牙利、巴西、沙烏地阿拉伯和阿拉伯聯合大公國、卡達等各 1 個。值得注意的是, 全球超過一半的商轉中 CCS 設施位於美國或加拿大, 且大多數已經可靠運行多年, 例如美國懷俄明州 Shute Creek 設施自 1986 年開始運營以來已捕獲並儲存超過 110 百萬噸的二氧化碳, 但也有部分設施已經終止運轉, 如德州的 Petra Nova CCS 設施 2017 年初商轉以來, 雖成功從電廠捕獲 CO<sub>2</sub> 用於強化採油(EOR)<sup>3</sup>作業, 但受到油價下跌影響已於 2020 年 3 月暫停營運, 將待經濟狀況改善後重啟。此外, 這 27 個設施中, 電廠二氧化碳捕獲示範廠僅有 1 個案例, 其餘為

---

<sup>1</sup> CCS 及 CCU 的技術探討不在本文研究範圍內。

<sup>2</sup> GCCSI, “Global Status of CCS 2021”, October 11, 2021.

<sup>3</sup> 強化採油法 (Enhanced Oil Recovery, 簡稱 EOR) 是將二氧化碳注入枯竭的油田中以取出更多石油, 是一種提高石油採收率的技術。

工業部門應用。27 個商轉 CCS 設施，如表 1 所示。

報告也指出，2011 年至 2017 年期間，全球 CCS 總裝置量逐年下降，可能是由於公共和私營部門關注全球金融危機後的短期復甦所致，但自 2018 年來，各國政府及企業，尤其是在歐洲和亞太地區，意識到實現溫室氣體減排的緊迫性，並於 2020 年大力支持實現淨零排放的承諾，帶頭推動 CCS 投資 2021 年大幅成長。

**表 1 全球運轉中的大型探捕獲與封存設施**

商轉中的 CCS 設施	國家	開始營運時間	捕集來源	最大捕集量 (Mtpa)	封存類型
Terrell Natural Gas Processing Plant (formerly Val Verde Natural Gas Plants)	美國	1972	天然氣生產	0.5	EOR
Enid Fertilizer	美國	1982	肥料生產	0.2	EOR
Shute Creek Gas Processing Plant	美國	1986	天然氣生產	7.0	EOR
MOL Szank field CO2 EOR	匈牙利	1992	天然氣生產	0.157	EOR
Sleipner CO2 Storage	挪威	1996	天然氣生產	1.0	地質封存
Great Plains Synfuels Plant and Weyburn-Midale	美國	2000	天然氣合成	3.0	EOR
Core Energy CO2-EOR	美國	2003	天然氣生產	0.35	EOR
Sinopec Zhongyuan Carbon Capture Utilization and Storage	中國	2006	化學生產	0.12	EOR
Snøhvit CO2 Storage	挪威	2008	天然氣生產	0.7	地質封存
Arkalon CO2 Compression Facility	美國	2009	乙醇生產	0.29	EOR
Century Plant	美國	2010	天然氣生產	5.0	EOR
Petrobras Santos Basin Pre-Salt Oil Field CCS	巴西	2011	天然氣生產	4.6	EOR
Bonanza BioEnergy CCUS EOR	美國	2012	乙醇生產	0.1	EOR
Coffeyville Gasification Plant	美國	2013	肥料生產	0.9	EOR
Air Products Steam Methane Reformer	美國	2013	煉油製氫	1.0	EOR
PCS Nitrogen	美國	2013	肥料生產	0.3	EOR
Boundary Dam 3 Carbon Capture and Storage Facility	加拿大	2014	電廠	1.0	EOR
Quest	加拿大	2015	煉油製氫	1.2	地質儲存
Uthmaniyah CO2-EOR Demonstration	沙烏地阿拉伯	2015	天然氣生產	0.8	EOR
Karamay Dunhua Oil Technology	中國	2015	甲醇生產	0.1	EOR

商轉中的 CCS 設施	國家	開始營運時間	捕集來源	最大捕集量 (Mtpa)	封存類型
CCUS EOR Project					
Abu Dhabi CCS (Phase 1 being Emirates Steel Industries)	阿拉伯聯合大公國	2016	鋼鐵廠	0.8	EOR
Illinois Industrial Carbon Capture and Storage	美國	2017	乙醇生產	1.0	EOR
CNPC Jilin Oil Field CO2 EOR	中國	2018	天然氣生產	0.6	EOR
Gorgon Carbon Dioxide Injection	澳洲	2019	天然氣生產	4.0	地質儲存
Qatar LNG CCS	卡達	2019	天然氣生產	2.2	地質儲存
Alberta Carbon Trunk Line (ACTL) with North West Redwater Partnership's Sturgeon Refinery CO2 Stream	加拿大	2020	氫廠	1.6	EOR
Alberta Carbon Trunk Line (ACTL) with Nutrien CO2 Stream	加拿大	2020	肥料生產	0.3	EOR

資料來源：GCCSI；註：Mtpa 為百萬噸/每年。

## 二、成本是 CCUS 項目發展的主要障礙之一

根據聯合國歐洲經濟委員會(UNECE)2021年3月報告<sup>4</sup>表示，全球暖化迫切需要 CO2 捕獲、利用和儲存技術，以解決石化發電和重工業所產生的碳排放，實現碳中和。報告指出，成本是 CCUS 項目發展的主要障礙之一。在歐洲，到 2050 年計劃的 CCUS 部署估計將需要 3,200 億歐元，此外還需要 500 億歐元用於所需的交通基礎設施。UNECE 指出，政策制定者需要制定有利的政策和監管環境，以允許 CCUS 技術的全面商業化，並在國家行動計劃中採用 CCUS 技術，否則將有延遲 CCUS 部署的風險。

## 參、主要國家獎勵 CCUS 政策

碳捕獲儲存技術在減少全球碳排放方面處於關鍵地位，但該技術仍處於發展初期，企業將需要依靠政府激勵措施來降低成本並增加收入以激勵企業部署更多、更大的項目。各國政府正在認識到該技術的潛力，許多政府

<sup>4</sup> UNECE Technology Brief - Carbon Capture, Use and Storage

正在將與該技術相關的政策和舉措納入其氣候計劃中，甚至將其列為優先事項。本文僅就目前擁有最多商轉 CCUS 設備的美國，以及走在全球減碳前端的歐盟等，綜合整理主要政府獎勵、支持政策。

## 一、美國

美國政府主導的獎勵措施是美國 CCUS 發展的關鍵，從最為人所知的 45Q 稅負抵減條款到美國能源部、農業部的多項補助或融資計畫，引領美國 CCUS 發展，成為目前擁有最多運轉中的大型 CCUS 設施的國家。

### (一) 美國能源部(DOE)的支持計畫

#### 1、 碳捕集和封存研發計畫(Carbon Storage Research and Development (R&D) Program)<sup>5</sup>

在過去 20 年裡，美國能源部(DOE) 投資超過 10 億美元，與工業界和其他機構合作，對先進的 CCS 技術進行技術研發。迄今為止，投資的碳封存計畫目的係為了確定二氧化碳可以大規模安全的封存於地質構造中、開發出新工具用於確定安全封存二氧化碳的位置和封存量，同時確定不適合大規模碳封存的地層。

依據 DOE 規劃，未來碳封存計畫將繼續支持技術開發以提高封存量，同時降低技術風險、不確定性和成本，為廣泛的商業部署做好技術準備，計畫到 2035 年實現碳封存大規模商業部署的技術可行性。

2021 年 12 月美國通過兩黨基礎設施法案(Bipartisan Infrastructure Bill)，包括 120 億美元用於建設碳捕獲和儲存基礎設施。<sup>6</sup>該法案將擴大能源部現有的 CCUS 計畫、建立新的二氧化碳運輸管道建設融資和創新計畫、提高地質封存井的許可，以及創建新的直接空氣捕獲程序。

#### 2、 貸款計畫辦公室(Loan Programs Office ; LPO)融資<sup>7</sup>

LPO 融資對象為依賴新商業化技術或被投資者認為有風險的新型能源技術應用項目提供直接貸款和貸款擔保。該計畫旨在幫助減少溫室氣

---

<sup>5</sup> Safe Geologic Storage of Captured Carbon Dioxide – DOE’s Carbon Storage R&D Program: Two Decades in Review," National Energy Technology Laboratory, Pittsburgh, April 13, 2020.

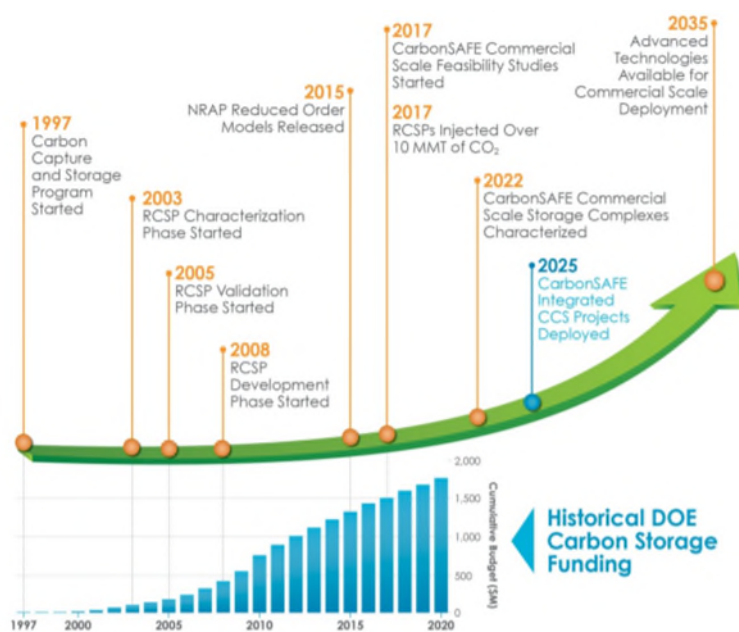
<sup>6</sup> JD Supra, Bipartisan Infrastructure Bill Invests Billions in CCUS. November 22, 2021

<sup>7</sup> Ewelina Czaplá, "Improving DOE’s Loan Programs Office" American Action Forum. 2021.12.15

體排放但尚未在市場上站穩腳跟的技術，加速該技術的商業化。

LPO 管理的貸款計劃共三項：Title 17 創新能源貸款擔保計劃(Title 17 Innovative Energy Loan Guarantee Program)、先進技術車輛製造 (ATVM) 貸款計劃（提供直接貸款而非貸款擔保）和部落能源貸款擔保計劃 (TELGP)。申請貸款的公司必須滿足幾項標準才能有資格參加其中一項計劃。Title 17 計劃要求項目位於美國並使用新的或顯著改進的技術來避免、減少或隔離溫室氣體，並具有合理的償還前景。ATVM 貸款計劃則是向汽車或零部件製造商開放，用於在美國重新裝備、擴建或建立生產節能先進技術車輛或合格零部件的製造設施。

截至 2020 年 12 月 31 日，LPO 已為 30 多個項目提供超過 350 億美元的貸款擔保和直接貸款。在 2020 財政年度，LPO 支付了超過 2900 萬美元。



資料來源：美國能源部。

## 圖 2 美國能源部對 CCUS 計畫的支持

### (二) 美國稅法 45Q 稅負抵減條款<sup>89</sup>

<sup>8</sup> 科技政策觀點，美國引導產業發展碳捕捉技術之政策誘因，2020.4.14

<sup>9</sup> Norton Rose Fulbright, “Governments in race to unlock potential of CCS: Policymakers must ensure key technology for reaching net-zero sustains momentum over the next decade”, Aug. 2021



美國自 2008 年開始啟動稅法第 45Q 稅負抵減條款(45Q of the Internal Revenue Code, Title 26 of U.S. Code)，提供建造與佈署碳捕獲與封存計畫財政誘因，以支援美國本土相關技術的發展。惟稅負抵減條款是採取先申請先獲得，且限定所有計畫整體只能抵減 7,500 萬公噸的上限規定，使得廠商進行相關技術投資以取得稅負抵減額度會產生很大的不確定，無法準確估算所可能獲得之效益，因此當時與 CCUS 的相關投資活動並沒有在美國得到很大的推進。

直到 2018 年 2 月，美國國會通過未來法案(FUTURE Act)<sup>10</sup>，擴張並改善先前美國稅法的 45Q 條款，強化對 CCUS 所提供的稅負抵減額度，提供公共事業、煉油廠和其他產業更高的財政誘因。主要包括：移除原本設定整體最高稅負抵減額度 7,500 萬公噸二氧化碳的門檻、將碳的形式放寬至所有碳的氧化物，包括二氧化碳與一氧化碳、新增直接空氣捕獲形式，有助於促進新創企業開發的創新技術進行應用，未來每噸的稅負抵減額度以十年緩步上升方式，至 2026 年達到下表基準。

#### 更新之 45Q 條款內稅負抵減額度計算方式

計畫形式	稅負抵減額度計算基準
提高油田採收率的地質儲存	35 美元/噸
二氧化碳/一氧化碳其他有益形式的運用，例如將碳轉化為燃料、化學品或有用的產品(如水泥)	35 美元/噸
提高油田採收率以外的二氧化碳地質儲存	50 美元/噸

資料來源：科技政策觀點，美國引導產業發展碳捕獲技術之政策誘因，2020.4.14

## 二、歐盟

作為訂定雄心壯志的減排目標和立法氣候行動的世界領導者，歐洲也是 CCS 的早期採用者，透過相關指令框架及歐盟資助機制，確立 CCUS 的研究與創新優先事項，為研發和示範項目創建若干資助機制等方式，促進歐洲 CCUS 發展。

### (一) 二氧化碳安全地質儲存的法律框架<sup>11</sup>

歐盟自 2009 年起實施 CCS 指令(CCS Directive)，要求成員國必須

<sup>10</sup> 「2018 Furthering carbon capture, Utilization, Technology, Underground storage, and Reduced Emissions Act」

<sup>11</sup> A legal framework for the safe geological storage of carbon dioxide, European Commission website.

在 2011 年 6 月之前將 CCS 指令轉化為國家法律。該指令提供確保 CO<sub>2</sub> 安全的捕獲、運輸和儲存所需的監管框架，包括萬一發生洩漏情況必須採取行動、以及關閉 CO<sub>2</sub> 封存場及關閉後的運營商義務等規範標準。

CCS 指令並要求運營商必須納入排放交易系統，以確保在洩漏情況下，運營商必須放棄任何由此產生的排放配額；同時要求運營商必須建立財務保障，以確保能夠滿足 CCS 指令與排放交易指令的要求。

## (二) 歐盟資助計劃<sup>12</sup>

目前歐盟資助計劃有以下項目：

- The Innovation Fund: 支持能源密集型行業的低碳技術和程序示範、對環境安全的二氧化碳捕獲、利用、儲存，以及創新的可再生能源和能源儲存技術等。在十年內為碳捕獲、使用和儲存以及可再生能源、能源密集型產業和能源儲存方面的突破性技術籌集了超過 250 億歐元。
- Connecting Europe Facility(CEF)：支持能源基礎建設 PCIs 項目，其中，2020 年支持六個二氧化碳基礎設施計畫，資助共 1.35 億歐元。
- The Recovery and Resilience Facility(RRF)：旨在通過投資清潔技術和可再生能源等旗艦領域(包含 CCUS)來減輕冠狀病毒大流行的經濟和社會影響。
- The Just Transition Fund(JTF)：為面臨向氣候中和過渡帶來的嚴重社會經濟挑戰的地區提供支持，即支持 CCS 和 CCU 技術。
- Horizon Europe：支持與碳捕獲、利用和儲存相關的研究、試點和小規模示範項目。

## (三) 歐洲戰略能源技術計劃(SET)

歐洲戰略能源技術 (SET) 計劃旨在透過歐盟國家、公司、研究機構與歐盟本身之間的合作，加速低碳技術的開發與部署。SET 計畫一共有十項優先行動，其中第九項確定 CCS 和 CCU 的研究和創新 (R&I) 優先事項(SET-PLAN TWG9 CCS and CCU Implementation Plan)<sup>13</sup>，係作為成

<sup>12</sup> The Directorate-General for Climate Action, European Commission website.

<sup>13</sup> SET-PLAN TWG9 CCS and CCU Implementation Plan – 21 09 2017, European Commission website.

員國、研究機構和公司的指導方針，以具有成本競爭力的方式將這些低碳技術更快地推向市場。

## 肆、臺灣發展 CCUS 概況

我國現有之 CCS 技術發展與推動，始於國科會於 2009 年發起的「淨煤主軸專案計畫」，主要為發展技術產業化，以確保我國 CCS 產業國際競爭力；其次是經濟部於 2010 年成立的「CCS 研發聯盟」，目的是協助推動國內 CCS 技術資訊與技術交流，研擬技術實施策略與對應做法，同時協助推動 CCS 整體示範試驗計畫，以建立 CCS 本土化及產業化之基礎。環保署亦於 2011 年成立「CCS 策略聯盟」<sup>14</sup>，透過汲取國際經驗，藉由研發技術和建立配套法規，協助建立國內推動 CCS 策略，以及整合國內研發能量來彌補我國推展 CCS 時程的落差，同時亦推動國際合作，逐步提升國內 CCS 的發展。<sup>15、16</sup>

國營事業台電自 2008 年開始關注二氧化碳減量的議題，研究各種二氧化碳捕集技術，也從 2018 年開始將研究成果實際應用到電廠，進行電廠真實煙氣的二氧化碳現地捕集，規劃在台中發電廠設立減碳技術園區，同時透過植物工廠和教展中心向民眾傳達有關二氧化碳捕集的相關資訊。<sup>17</sup>

國內企業對於 CCUS 技術發展方面，最早跨足碳捕獲的企業為台泥集團，早在 2012 年與工研院綠能所合作，採用工研院開發技術，將碳捕獲設備安裝於台泥和平廠，成為全球第一套適用於小型規模的碳捕獲系統，如今每年可捕獲約 8,000 噸的二氧化碳。<sup>18</sup>

隨著國際碳中和浪潮來襲，臺灣廠商也陸續開始投入 CCUS，今(2022)年中油將在大林煉油廠建置實驗級碳捕獲與再利用設備，透過小型試驗工廠，進行二氧化碳捕獲及再轉化成甲醇的技術驗證<sup>19</sup>。台塑也與成大合作，

---

<sup>14</sup> 環保署新聞稿，我國 CCS 策略聯盟成立，預計 2020 年商轉！100 年 3 月 28 日

<sup>15</sup> 淨煤主軸專案計畫(2012)，台灣發展碳捕捉與封存技術藍圖與產業聚落發展策略芻議，能源國家型科技計畫，能源資訊平台，核能研究所。

<sup>16</sup> 蕭國鑫，全球重要國家之 CCS 路線圖\_目前的 CCS 推廣仍存在缺乏經濟驅動因素、缺乏政策支持、技術困難性高、民眾理解有限等四種挑戰，能源知識庫，2017.4.12

<sup>17</sup> 台電綠網，[https://greennet.taipower.com.tw/Page\\_CCUS/0](https://greennet.taipower.com.tw/Page_CCUS/0)

<sup>18</sup> 台泥，<https://www.taiwancement.com/tw/esgGhgCarbonEmissions.html>

<sup>19</sup> CCUS 是邁向淨零最後一哩路，工業技術與資訊月刊，2022 年 5 月號

導入碳捕獲技術等。

而 CCUS 法規部分，由台電針對碳捕獲與封存 (CCS) 沙盒機制進行試驗，建立科學證據作為社會溝通基礎，經濟部並與環保署持續研商氣候變遷因應法 CCUS 條款。<sup>20</sup>

## 伍、啟示與政策建議

IEA(2020)指出，政府的領導對於促進 CCUS 基礎設施的發展非常重要，且 CCUS 部署將依賴政策制定者採取行動為公用事業和投資者指明方向。並且對於政策制定者在支持發電領域 CCUS 部署上，提出採取下列方法建議，包括：

- (一) 資金支持，包括政府或國有企業的補助撥款。補助資金有助於早期在電力領域部署碳捕獲技術，Boundary Dam 從加拿大政府獲得 2.5 億加元 (1.7 億美元)，Petra Nova 從美國能源部獲得近 2 億美元。
- (二) 公共採購，政府直接或間接參與項目，包括透過採購合約從配備 CCUS 的工廠購買電力。這種方法在擁有國有能源公用事業的國家或地區 (包括亞洲) 可能特別重要。
- (三) 稅收抵免，例如美國稅法第 45Q 節稅收抵免，為專用地質儲存提供 50 噸/CO<sub>2</sub> 或為提高石油採收率使用 CO<sub>2</sub> 提供 35 噸/CO<sub>2</sub> 美元。
- (四) 監管標準和義務，例如與 CO<sub>2</sub> 儲存義務相關的可交易碳捕獲證書。在可交易證書的情況下，政府將根據 CO<sub>2</sub> 儲存量向項目運營商頒發證書，而其他方 (排放者) 將有義務購買它們。
- (五) 運營補貼，例如差價合約機制，可以彌補較高發電成本與市場價格之間的成本差異。

綜觀主要國家對於 CCUS 的獎勵政策，亦不跳脫 IEA 之建議範疇。其中 IEA 特別指出，具針對性的政策措施，例如美國的 45Q 稅收抵免，對於

---

<sup>20</sup> 經濟部新聞稿，經濟部與產業對話 共同為 2030 年加強減碳目標凝聚共識。2022 年 7 月 9 日

實現碳捕獲技術在發電中的潛力至關重要。此外，IEA(2021)更加大呼籲，CCUS 是能夠顯著減少工業部門直接 CO<sub>2</sub> 排放（包括過程排放）的少數技術選擇之一，而 CCUS 需要政府的支持，具體提供工業部門投資 CCUS 的誘因，不僅可以協助政府在短期內促進經濟活動，包括提升就業與刺激產業投資，同時也為長期能源與氣候目標奠定基礎。

依據國外發展 CCUS 的政策支持經驗，我國若欲支持發展 CCUS，政府須克服諸多挑戰，以下提出幾點建議：

### （一）基礎設施佈建

推動基礎設施發展以支持淨零排放是各國政府目前的優先事項。GCCSI(2021)指出，大型基礎設施項目，如 CCUS 設施或管道、儲存場址等，從概念研究到可行性研究，再到設計、建設和運營，通常需要 7 到 10 年的時間，十分耗時。從現在到 2030 年，政府應優先考慮透過政策和資金為 CCUS 設施和其他淨零資產（尤其是基礎設施）的投資創造有利環境。

### （二）建立引導產業發展 CCUS 技術的誘因

從美國稅法 45Q 租稅抵減額度條款的更新後，陸續產生相關石化與水泥產業與新創產業共同規劃合作的案例，顯示政策誘因的確帶動廠商思考投入碳捕獲設備與技術之可能，但未來若要讓碳捕獲技術能系統性作為我國發電與產業部門碳排控制的手段，則需要更為細緻的誘因制度思考與設計。

例如由需求端來看，不同產業廠商之排碳特性不同，故在營運成本與投資回收期間皆會產生差異，需要依產業特性設計對應的誘因規劃；而對處於技術供給端的新創企業而言，原本 45Q 條款只提供供給排放源設施(電廠或是產業)之擁有者，因此這些傳統企業較無足夠誘因與新創公司進行技術與設備之合作，但經過稅法更新後，因為碳捕獲設備的所有者（如新創公司）具有申請租稅抵減額度資格，因而提高既有產業與新創公司技術合作的誘因。

### （三）健全 CCUS 法規

IEA 指出 CCUS 的成功部署，依賴於法律和監管框架的建立，

以確保 CCUS 活動能被有效管理以及 CO<sub>2</sub> 的安全封存。國內目前的環保或其他相關法規並未對二氧化碳地質封存具有針對性的規範，雖然經濟部已經會同環保署持續研商氣候變遷因應法 CCUS 條款，期待及早完成，俾利廠商加速推動 CCUS。

#### (四) 民眾溝通

一般社會大眾對於將二氧化碳封存在地下可能有因不了解而產生恐懼，進而反對、抗爭。若由企業出面，因為過去的歷史包袱或負面形象，可能會將事情複雜化並演變成衝突。政府有必要積極宣導 CCUS 技術及透明化地質封存安全性評估結果，並加強對民溝通。

## 陸、結論

儘管我國 CCUS 發展相較其他國家緩慢且政策支持力道也不如其他國家，但今(2022)年 3 月公布之 2050 淨零路徑圖中，已經明確在能源轉型中，將在火力發電導入 CCUS 技術，同時設定 2040 年燃煤、燃氣電廠依 CCUS 發展進程導入運用等明確時程目標。針對 CCUS 技術也列入達成 2050 淨零排放的重要十二項關鍵策略之中，主辦部會刻正積極規劃中。本文透過蒐集主要國家獎勵 CCS 或 CCU 的政策作為，並綜合整理主要智庫對於 CCUS 政策的建議，提出及早佈建 CCUS 基礎建設、建立引導產業發展 CCUS 技術的誘因、健全 CCUS 法規、加強與民眾溝通等建議提供參考。

## 參考文獻

1. 經濟部新聞稿，經濟部與產業對話 共同為 2030 年加強減碳目標凝聚共識。2022 年 7 月 9 日
2. 環保署新聞稿，我國 CCS 策略聯盟成立，預計 2020 年商轉！100 年 3 月 28 日
3. 淨煤主軸專案計畫(2012)，台灣發展碳捕獲與封存技術藍圖與產業聚落發展策略芻議，能源國家型科技計畫，能源資訊平台，核能研究所。
4. 吳榮章，臺灣中油在國內推動 CCS 試驗計畫之現況與困難，經濟前瞻 2010 年 11 月。
5. 邱凡坪，「國際碳捕獲、再利用與封存技術發展概況」，2020 年 5 月。
6. 許晃雄，「IPCC AR6 第一工作小組報告揭露的氣候危機」，2021 年 9 月 15 日。
7. 科技產業資訊室(2021)，「聯合國：迫切需要碳捕集、利用和封存技術、但成本是關鍵」，財團法人中華經濟研究院，2021 年 3 月 10 日。
8. 林海珍，美國引導產業發展碳捕獲技術之政策誘因，科技政策觀點，2020 年 4 月 14 日。
9. 陳怡如，CCUS 是邁向淨零最後一哩路，工業技術與資訊月刊，2022 年 5 月號
10. 蕭國鑫，全球重要國家之 CCS 路線圖\_目前的 CCS 推廣仍存在缺乏經濟驅動因素、缺乏政策支持、技術困難性高、民眾理解有限等四種挑戰，能源知識庫，2017 年 4 月 12 日。
11. 台電綠網，[https://greennet.taipower.com.tw/Page\\_CCUS/](https://greennet.taipower.com.tw/Page_CCUS/)
12. 台泥，<https://www.taiwancement.com/tw/esgGhgCarbonEmissions.html>
13. Congress.gov 2018 Furthering carbon capture, Utilization, Technology, Underground storage, and Reduced Emissions Act.
14. Department of Finance Canada, “Budget 2022: A Plan to Grow Our Economy and Make Life More Affordable” April 19, 2022.
15. Ernst & Young Global Limited, “Canada | Status of proposed federal investment tax credit for carbon capture, utilization and storage”, May 19, 2022.
16. European Commission, SET-PLAN TWG9 CCS and CCU Implementation Plan – 21 09 2017
17. European Commission, A legal framework for the safe geological storage of carbon dioxide.
18. Ewelina Czapla , ”Improving DOE’ s Loan Programs Office” American Action Forum. 2021.12.15
19. GCCSI, “Global Status of CCS 2021”, October 11, 2021.
20. IEA, “The role of CCUS in low-carbon power systems”, July, 2020.
21. IEA (2021), CCUS in Industry and Transformation, IEA,

22. JD Supra, Bipartisan Infrastructure Bill Invests Billions in CCUS. November 22, 2021
23. Mathilde Fajardy, “CCUS in Industry and Transformation”, Nov. 2021.
24. Norton Rose Fulbright, “Governments in race to unlock potential of CCS-Policymakers must ensure key technology for reaching net-zero sustains momentum over the next decade”, August 2021.
25. Safe Geologic Storage of Captured Carbon Dioxide – DOE’s Carbon Storage R&D Program: Two Decades in Review," National Energy Technology Laboratory, Pittsburgh, April 13, 2020.
26. The Directorate-General for Climate Action, European Commission website.
27. UNECE, “UNECE Technology Brief - Carbon Capture, Use and Storage”, March 3, 2021.