

出國報告（出國類別：開會）

赴加拿大卡加利參加
「第17屆溫室氣體控制技術研討會」
（GHGT-17）出國報告

服務機關：台灣中油公司

姓名職稱：黃進達(探採事業部海域處地質師)

派赴國家：加拿大

出國期間：113年10月19日至113年10月26日

報告日期：113年10月28日

摘要

溫室氣體控制技術研討會(GHGT)為國際能源署(IEA)轄下溫室氣體研發技術計畫部(IEAGHG)所督導舉辦，會議每隔兩年於夥伴成員國輪流舉辦，會議地點遍布於北美、歐洲與亞洲，會議討論重點聚焦二氧化碳碳捕存與再利用(Carbon Capture, Utilization, and Sequestration, 下稱 CCUS)相關領域，為全球性國際級關鍵會議。為推廣台灣中油公司(下稱本公司)與台灣之碳封存計畫，並汲取各國實務經驗，俾利本公司推動碳封存業務參考，投稿摘要至此次第17屆溫室氣體控制技術研討會(GHGT-17)，審核通過，由大會指定為口頭演說，於會上口頭發表題目為「Offshore Taiwan: a prospective oasis for geological carbon storage」，簡介台灣西部海域地質碳封存的潛能、場址的篩選流程與方法，及優選場址台西盆地的優勢；於簡報結束後有專家前來會談並交換名片，分別為 JAPEX 經理與 EPRI 技術總監(探詢聯合研究的機會)、CEPC 經理(可以合作碳封存 EPC)、NORSAR 地震研究中心主任(希望可以促成挪威政府向台灣政府尋求合作研究、發展的可能)、POSCO HOLDINGS 氫能與低碳中心研究員(韓國最大鋼鐵公司、正尋求加入西太平洋各國適合之碳封存計畫)。

與會議參展之廠商及組織洽談，了解其於碳封存扮演之角色，其中計有15間廠商為捕捉相關(包含可行性研究、設備與建置等)、2間廠商為監測相關(為海洋 OBN 監測)，1間為服務公司(主要為可行性研究)，其餘均為碳封存組織(如歐洲、加拿大、日本當地聯合組織)及油公司(如 Shell、Total)，均可作為本公司潛在合作夥伴或服務商。另於會議中蒐集國際上最新之碳捕存與再利用相關資訊，如場址篩選與選定、案例研究、監測計畫、各國法規、計畫進度與目標等。

目錄

一、目的	1
二、過程	2
2.1 與會人員	2
2.2 報到與起始接待	2
2.3 與會廠商	3
2.4 議程摘要統整	3
2.4.1 監測相關議題	3
2.4.2 注入與封存場址相關議題	10
2.4.3 政策與法規相關議題	17
2.5 口頭演說	26
三、具體成效	28
四、心得及建議	30
五、附錄	32

一、目的

由於極端氣候事件日益頻繁，氣候變遷已成為各國必須嚴肅面對的挑戰。氣候變遷加劇的主因之一即為溫室氣體排放增加，為了減緩氣候變遷對人類帶來的影響，降低人為溫室氣體的排放成為當務之急，而碳捕存與再利用（Carbon Capture, Utilization, and Sequestration, 下稱 CCUS）技術則成為降低大氣中溫室氣體濃度的重要方法之一，因此 CCUS 技術被視為我國溫室氣體減量排放的重要途徑之一。國際能源署（IEA）在2020年的報告，CCUS 被視為實現全球淨零排放的關鍵技術之一。而在 IEA 在2021年的報告中也指出，發展 CCUS 不僅能夠在短期內促進就業增長和刺激產業投資等經濟活動，同時也為實現長期的能源與氣候目標奠定基礎。我國於2022年3月30日正式公佈了《台灣2050淨零排放路徑及策略總說明》，其中淨零排放路徑規劃中，減碳前期主要依賴再生能源的導入以及生活行為的改變，而 CCUS 則被視為後期用來協助產業進一步減少碳排放的技術。

二、過程

第17屆溫室氣體控制技術研討會(GHGT-17)舉辦於加拿大卡加利，會議期間為當地時間113年11月20日至24日。詳如下表：

預定起迄日期	天數	到達地點	詳細工作內容
113.10.19	1	台北-加拿大 (卡加利)	啟程
113.10.20 ~ 113.10.23	4	加拿大(卡加利)	10/20~23參加第17屆溫室氣體控制技術研討會(GHGT-17)：了解各國如何設計及實施碳捕存政策，以達到淨零排放目標。註：10/22發表口頭演說，題目為「Offshore Taiwan: a prospective oasis for geological carbon storage」
113.10.24 ~ 113.10.26	3	(卡加利) 加拿大-台北	10/24統整會議資料及返程 10/25~10/26返程

2.1與會人員

本公司探採事業部：黃進達(地質師)

2.2報到與起始接待

官方於10月20日開始接受報到，晚上假藝術共享區舉辦起始接待活動，搭配音樂與主辦單位、協辦單位的氣氛帶動，主要目的為與老朋友重新聯繫和結交新朋友，讓與會者互相認識，增加交流機會。其中有新南威爾斯大學的博士後研究員及博士生，主要做注入效率及封存潛能相關研究，及其他來自日本、美國、韓國不同國家、不同領域的與會人員。職在會場上除討論彼此的碳捕存(CCS)領域外，亦努力將台灣與本公司向外推廣。

2.3與會廠商

另與所有與會廠商及組織洽談，了解其於碳封存扮演之角色，其中計有15間廠商為捕捉相關(包含可行性研究、設備與建置等，如 Clean Resource Innovation Network、Keyera、Alberta Innovates、Fluor、Technology Centre Mongstad、三菱重工、Carbon Alpha、Low Emission Technology Australia、Enmax、Enbridge、Carbon Circle、DOW、GERI、SwRI、Honeywell UOP)、2間廠商為監測相關(為海洋 OBN 監測如 Nanometrics、Geospace)，2間為服務公司(主要為可行性研究 Baker Hughes 及激勵生產 OGCI)，1間營運商(Strathcona)，其餘均為碳封存組織(如 Global CCS Institute、歐洲 GeoNet、加拿大 Emissions Reduction Alberta 及 Pathways Alliance、日本 JOGMEC 等聯合組織)及油公司(如 Shell、TotalEnergies)，均可作為本公司潛在合作夥伴或服務商。

2.4議程摘要統整

2.4.1監測相關議題

題目1	海洋封存的環境監測與驗證
講者1	Jerry Blackford (Plymouth Marine Laboratory, Prospect Place, Plymouth, PL1 3DH, UK)
概述1	<ol style="list-style-type: none">1. 海底二氧化碳封存技術減緩氣候變遷的同時，需要進行測量、監測和驗證 (MMV) 以確保其安全性和可靠性。2. 海底環境監測有其成本挑戰，自然氣體滲漏和海洋化學、生物的高動態性增加了偵測異常的難度。3. 使用聲學和化學傳感器來量測如 pH 值、溶解二氧化碳等參數。

	4. 海洋監測有助於提高公眾對離岸封存技術安全性的信心。
題目2	提高離岸環境中 CCS 計畫的環境二氧化碳監測能力：意大利帕納雷亞天然二氧化碳排放地點的現地研究
講者2	Keith C. Hester (Eni SpA, Italy)
概述2	<ol style="list-style-type: none"> 1. 隨著公共與私營資金的增加，新 CCS 計畫的數量迅速增長，要求全球識別更多合適的封存地點，尤其是離岸地區。 2. Clean Sea 是一種遠程/自主水下載具平台，已被確定為解決地質二氧化碳封存運營商在海洋監測計畫中遇到的一些問題的有力工具。 3. 測試於2022年9月在帕納雷亞進行，包括聲學測量、高解析度攝影觀測、化學水參數的實時監測（pH 和 p 二氧化碳）和水樣採集。 4. 實驗結果顯示這些技術能夠清楚地探測到水柱中的二氧化碳，並能夠識別氣體洩漏。
題目3	海底下封存二氧化碳的水下監測觀測點佈置方法的提案與成本評估
講者3	Yuki Okamoto (Department of Systems Innovation, University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, Japan)
概述3	<ol style="list-style-type: none"> 1. 需要降低監測成本。傳統的水樣監測需要大量觀測點，成本高昂，但未必能檢測到所有大小的二氧化碳洩漏。 2. 研究中定位在能引起生物影響的顯著二氧化碳洩漏，計算允許某種規模的洩漏時的監測成本，並釐清允許的洩漏量與監測成本之間的關係。

題目4	地震微型拖纜用於二氧化碳外洩偵測的能力
講者4	Anne-Kari Furre (Equinor ASA, Postboks 8500, 4035 Stavanger)
概述4	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究使用地震小型拖曳纜 (mini-streamers) 技術偵測二氧化碳洩漏的能力，特別是在 Utsira 儲層的上覆層。 2. 小型拖曳纜有潛力提供更高詳細的上覆層異常檢測，可以作為傳統時間延遲地震監測的替代或補充。 3. 擁有更高的垂直解析度，更好的上覆層成像能力。 4. 有限的偏移距離和較低的覆蓋率，導致速度建模、AVO 分析和噪音水平受影響。
題目5	近地表監測封閉和廢棄井的實時滲漏檢測
講者5	Sahar Bakhshian (Bureau of Economic Geology, Jackson School of Geosciences, The University of Texas at Austin, Austin, TX 78758, USA)
概述5	<ol style="list-style-type: none"> 1. 創建並實施一個高效且具成本效益的近地表監測模組，以實現封閉和廢棄(P&A)井的實時長期監測。 2. 進行小規模和現場控制的二氧化碳和鹽水釋放實驗，模擬二氧化碳和鹽水在井周圍近地表的滲漏。 3. 使用模組化監測系統(包括土壤傳感器)進行監測，主要測量土壤濕度、溫度和電導率(EC)。 4. 釋放熱水和二氧化碳的實驗表明，套管溫度、土壤濕度、溫度和 EC 均對釋放反應迅速，尤其是套管反應更加明顯。 5. 洩漏的二氧化碳增加了土壤的 EC，可能由於二氧化碳在土壤水中溶解形成碳酸，而引起化學反應的放熱現象，這表明實驗設置成功。

題目6	工業規模離岸二氧化碳封存綜合體的地震監測方法—挪威 Horda 平台
講者6	Oye, V. (NORSAR, Kjeller, Norway)
概述6	<ol style="list-style-type: none"> 1. 光纖電纜連接到 DAS 詢問器在檢測和定位地震事件方面顯示出良好結果，特別是在減少深度不確定性方面。 2. 使用更詳細的3D 速度模型對於正確估計事件深度至關重要，尤其是當使用離岸和陸地數據結合時。 3. 機器學習算法在檢測和定位地震活動以及表徵和聚類定位地震活動方面也顯示出良好結果。
題目7	改善微震事件檢測與來源分析：以阿爾伯塔省 Quest CCS 場址為例
講者7	Bettina P. Goertz-Allmann (NORSAR, 2007 Kjeller, Norway)
概述7	<ol style="list-style-type: none"> 1. 儲層位於約2公里深處的鹽水含水層(基底寒武砂岩)。 2. 自2015年以來記錄了數百個小震級微震事件。 3. 事件位置全部位於儲層下方的前寒武紀基底，無封存威脅。 4. 垂直光纖與地震檢波器的組合具有高效、低成本的優勢，用於 二氧化碳封存監測。 5. 結合不同儀器提升監測效率，監測地層的長期穩定性，增進對注入操作的地質力學反應理解。
題目8	冷湖 (Cold Lake, AB) 被動地震監測的數位技術
講者8	Simona Costin (Imperial Oil Limited, 404 Quarry Park Blvd. Calgary, Canada)
概述8	<ol style="list-style-type: none"> 1. Imperial Oil Limited (IOL) 在被動地震監測方面具有全

	<p>球領先地位。主要技術包含如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. SA-DEEP(Seismic Analysis using Deep learning)：訓練了100,000多個事件文件，具有99%的噪聲文件過濾能力和90%的預測準確性，可應用於 CCUS 井下監測數據處理。 3. ExxonMobil Micro-seismic Automated Analyzer(EMMAA)：配備雲端功能，可向工程團隊發送實時警報，2022/2023年實現了100%的管套失效檢測準確性，可應用於二氧化碳注入井的管套完整性監測。 4. High Yield EMMAA (HYE)：另一種數據驅動和機器學習工具，識別強剪切波到達的地震事件，具有約80%的準確性和回收率，2024年投入生產，可實時監測和判斷漏失及液體洩漏情況，適用於 CCUS 計畫。
題目9	無源低成本二氧化碳羽流監測-首次結果
講者9	Pierre Gouédard (Baker Hughes, 2001 Rankin Rd, Houston, TX 77076, USA)
概述9	<ol style="list-style-type: none"> 1. 微地震監測在二氧化碳封存場地的安全和優化方面變得常見，目的是監測結構完整性和可能的斷層觸動。 2. 演示了一種基於被動微地震監測網絡的無源二氧化碳羽流監測方法，使用環境噪聲地震干涉技術，可從長時間的連續地震噪聲記錄中提取地震波場。 3. 該方法證實能夠以較低成本站點連續監測流體運動，微地震活動和流體監測的結合增加了精度，能更好理解地質結構和地應力機制。
題目10	使用 DAS 取得的資料即時監控誘發地震活動的端對端工作流程：兩個注入井專案範例
講者10	J. Le Calvez (SLB, 555 Industrial Boulevard, Sugar

	Land, 77478, U.S.A.)
概述10	<ol style="list-style-type: none"> 1. 誘發地震活動可以監測二氧化碳羽流運動和儲層完整性。 2. 微震監測可偵測因流體注入(例如二氧化碳)而產生的岩石裂縫的聲學訊號。這有助於追蹤岩石應力和儲層動態的變化。 3. DAS 透過長電纜提供多功能、易於部署和強大的被動地震監測。 4. 透過此工作流程使用傳統的基於 3C 感測器的方法和更新的光纖技術，旨在最大限度地減少震源確定的不確定性。它已成功應用於幾週的即時監控，確保安全運行，並最大限度地減少人為因素。
題目11	中型注入計畫的低成本二氧化碳監測開發
講者11	Ane Elisabet Lothe (SINTEF Industry, Trondheim, Norway)
概述11	<p>監測方案分為以下四種：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 純傳統3D 地震監測(4D)。 2. 低成本方案 A:在注入井中安裝光纖電纜進行垂直地震剖面(VSP) 配置。 3. 低成本方案 B:在方案 A 的基礎上，將分布式聲學傳感(DAS) 安裝於海底。 4. 方案 C:在方案 B 的基礎上，在關鍵位置再增加聲納發射器。
題目12	Tomakomai CCS 示範計畫注入後地震調查進展
講者12	Daiji Tanase (Japan CCS Co., Ltd., SAPIA TOWER 21F, 1-7-12, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-0005, JAPAN)

概述12	<ol style="list-style-type: none"> 1. 海上和陸地綜合監測設施，包括三口觀測井、海底電纜(OBC)、四個海底地震儀(OBS)和一個陸上地震站。 2. 注入 Moebetsu 地層7200噸二氧化碳時，未檢測到異常。 3. 從2nd 3D(65,000噸)，3rd mini-3D(207,209噸)，到4th mini-3D(300,012噸)的監測中觀察到二氧化碳羽流擴展異常。 4. 注入終止後(2到32個月)，異常中心的 RMS 振幅有所減少，反應二氧化碳在羽流內部的更均勻分佈。
題目13	Quest CCS 計畫-4D 地震監測與地質控制對羽流遷移的影響
講者13	Chris Freeman (Shell International Ltd, Shell Centre, London SE1 7NA, United Kingdom)
概述13	<ol style="list-style-type: none"> 1. 利用分佈聲學感應垂直地震剖面(AS VSP)技術，負責監測注入的二氧化碳羽流。2021年，Quest 進行了首次覆蓋100平方公里區域的重複3D 震測調查。 2. 羽流的形貌受到儲層孔隙率趨勢和頂部儲層結構的影響，而這些因素又受到基底花崗岩的地形和地質歷史的顯著影響。 3. 解釋和描述儲層和基底對碳封存的全面地質研究至關重要。
題目14	估算 Sleipner 地區利用震測資料的多尺度二氧化碳分佈
講者14	Philip Ringrose (Centre for Geophysical Forecasting, NTNU, 7491 Trondheim, Norway)
概述14	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sleipner 地區的時間延遲震測資料可用於估算二氧化碳羽流的速度模型和區分深層的氣層。 2. 總封存效率在2-5%範圍，分層內的孔隙空間佔比約為40-

	<p>50%。</p> <p>3. 在較小尺度(震測檢測限制之下)，孔隙尺度物理模型和儲層模擬顯示，二氧化碳飽和度可能達到60%。</p>
題目15	冰島 Hellisheiði 地熱田二氧化碳注入與封存的時間間隔地震監測
講者15	Cinzia Bellezza (OGS National Institute of Oceanography and Applied Geophysics, Borgo Grotta Gigante 42/c, 34010 Sgonico, Italy)
概述15	<ol style="list-style-type: none"> 1. SUCCEED 計劃提供高效且低環境影響的地熱二氧化碳封存監測技術。 2. 火山環境的震測反射技術通常資料品質差。 3. 記錄間的低重複性使得時間間隔數據和基線數據的直接減去不可行。 4. 將重點放在噪音減少和選擇區域差異的震測反射觀察上。 5. HWC 資料的高空間密度使得基線和時間間隔堆積剖面的差異明顯，但解釋需要進一步探索其他資料型態(如井測、岩石物理、動態模型)。

2.4.2 注入與封存場址相關議題

題目1	二氧化碳注入能力評估的新方法：可行性建模和敏感性分析
講者1	Morten Kristensen (SLB, Fornebuveien 3, 1366 Lysaker, Norway)
概述1	<ol style="list-style-type: none"> 1. 二氧化碳注入能力仍是影響二氧化碳封存計畫可行性的關鍵不確定因素。 2. 對於鹽水層封存，這取決於近井地區的地層特性和二氧化

	<p>碳與鹽水相互作用，包括相對滲透率和潛在的鹽析出效應。</p> <p>3. 利用井測形成測試工具進行快速的區段二氧化碳注入測試。該方法利用包夾工具隔離一定的地層區域並注入二氧化碳，並通過下井儀表進行精確的注入壓力測量。</p> <p>4. 能快速有效地評估二氧化碳注入能力，結合測井方法還能評估地層中的二氧化碳飽和度。</p>
題目2	二氧化碳注入能力及封存潛能的快速評估
講者2	Ole-André Roli (SINTEF Industri, S.P. Andersensveg 15B, 7031 Trondheim, NORWAY)
概述2	<p>1. 通過 LINCCS 計畫，開發一款軟體工具，提升二氧化碳封存工作流程的效率和可靠性。</p> <p>2. 使用簡化的儲層描述進行快速模擬，預測壓力變化和二氧化碳在儲層中的分布。</p> <p>3. 與傳統數值模型相比，採用快速的分析模型，更經濟高效。</p>
題目3	在鹽水含水層中估算二氧化碳注入指數的實際方法及其在降低 CCS 計畫風險中的實用性
講者3	Srikanta Mishra (Texas A&M University, College Station, Texas 77843, USA)
概述3	<p>1. 注入性指數(J)是指地層接受和移動流體的能力。計算 J 值有助於比較不同地層的注入潛力及其隨時間變化的表現。</p> <p>2. 清晰的指南，說明模擬數據和田野數據方法的適用性。</p> <p>3. 開發統一的相關性，結合兩種方法。</p> <p>4. 應用該相關性降低風險並排名潛在的注入計畫。</p>

題目4	校正大規模注入的性能預測
講者4	Chinemerem C. Okezie (Energy and Earth Resources, University of Texas at Austin, Austin, TX 78712, United States)
概述4	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究結果表明，德克薩斯州墨西哥灣沿岸具有大規模注入的潛力。 2. 大多數井的注入性較低，壓力迅速上升。 3. 對於計劃大量二氧化碳封存的計畫來說，需要更仔細的井位選擇或更多井數以達到預期的注入量/速率。
題目5	連續與間歇性二氧化碳注入過程中的鹽沉積：注入速度與鹽水組成對北海和北美 CCS 計畫的影響
講者5	Oluwatosin Matthew Ogundipe (Heriot-Watt University, Edinburgh, EH14 4AS, United Kingdom)
概述5	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在二氧化碳注入井附近的鹽沉積會降低注入性，威脅大規模 CCS 計畫的可行性。 2. 北海海上 CCS 計畫（鹽水含鹽量約56000 mg/L）： <ol style="list-style-type: none"> (1). 高速率（每年100萬噸）連續注入時，附近區域主要受黏性力影響，乾涸區域發展有限，因此鹽類堆積不顯著。 (2). 注入速率減少時，重力效應開始對靠近井口區域產生影響，導致二氧化碳在井頂部位移，鹽水則向井底部侵入，最終導致鹽類沉積。 (3). 由於形成鹽水未達到飽和，鹽水侵入可引發沉積鹽類的再溶解，形成“自癒過程”。 3. 北美陸上 CCS 計畫（鹽水含鹽量約340000 mg/L）：

	<p>(1). 高鹽分鹽水條件下，產生更多沉積物，並且孔隙度降低更顯著，風險更高。</p> <p>(2). 由於鹽水已飽和，使侵入鹽水無法再溶解沉積鹽類，沒有自癒過程。</p> <p>4. 對間歇性注入的影響：</p> <p>(1). 船運的二氧化碳使得注入間歇性進行，關閉期間重力分離和毛細壓力影響更加明顯，導致鹽類沉積在乾涸區域的最遠端。</p> <p>(2). 隨著每次重新注入，乾涸區域前進，鹽類沉積形成“年輪效應”。</p> <p>5. 井孔附近清洗鹽水對去除沉積物的效果隨沉積位置越來越深入地層而降低。</p> <p>6. 在中高流量連續注入條件下風險較低；然而，在低速率注入或間歇性注入時，由於鹽水再侵入存在局部損害的風險。</p> <p>7. 這種資訊對於改進注入計畫和策略設計有幫助，能保護或改善大規模封存計畫的注入能力。</p>
題目6	兩個地質系統的故事—比較注入二疊紀盆地與墨西哥灣盆地的影響
講者6	Susan D. Hovorka (Bureau of Economic Geology, Jackson School of Geosciences, The University of Texas at Austin, P. O. Box X, Austin Texas 78713)
概述6	<p>1. 二疊紀盆地由於非常規石油資源的開發，自2010年以來注入了超過500億桶的生產水，引發了較大壓力變化，導致顯著地震活動及井筒故障。</p> <p>2. 相較之下，墨西哥灣盆地的陸上地層自1990年以來接受了</p>

	<p>超過200億桶的廢水注入，僅出現細微的局部壓力變化，並且未有二疊紀盆地的顯著影響。</p> <p>3. 結果顯示，注入反應受多種參數影響，包括注入速率、持續時間、淨注入量、局部與水力系統的滲透性、壓力狀態、斷層與裂隙的存在及岩石的地質力學特性等。</p>
題目7	地質二氧化碳封存的靜態建模與動態模擬：針對英國南海的 Bunter Sandstone Formation 的綜合區域尺度方法
講者7	Mattia De Luca (Università G. d' Annunzio di Chieti-Pescara, Italy)
概述7	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分析 BSF 封存的影響因素，如羽流遷移、儲層海床連通性以及岩石物理異質性。 2. 在開放邊界情景下，二氧化碳羽流會在500年內遷移到海床。 3. 閉合邊界情景下，羽流遷移受限，孔隙被完全填充。 4. 注入後，黏滯力轉向重力主導，羽流向上遷移。 5. 主要儲層結構對容量和羽流控制方面起關鍵作用。 6. 需要考慮邊界條件和地質異質性以改善二氧化碳封存效率。
題目8	分析與建模在英國南部北海 Bunter 砂岩層之壓力傳遞的結構控制
講者8	Lucy Abela (BGS, Nicker Hill, Keyworth, Nottingham, NG12 5GG)
概述8	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究英國快速發展的風電基礎設施以及二氧化碳和氫氣地下封存的環境和社會影響。 2. 需要考慮加壓問題及數據共享，以安全有效利用這些封存

	<p>場。</p> <p>3. 針對多重二氧化碳封存場址發展和管理中，需要處理含水層內壓力連通的問題。</p>
題目9	Meota East 二氧化碳封存計畫
講者9	Gökhan Coskuner (Strathcona Resources Ltd. Suite 1900, 421 - 7 Ave. SW, Calgary, Alberta, Canada T2P 4K9)
概述9	<p>1. 研究順序為震測解釋、鑽井取心、井測、井下溫壓、注入測試、地質建模、化學與地質力學分析、風險分析。</p> <p>2. 結果顯示該計畫風險低且可行性高。</p> <p>3. 向能源和資源部提交新二氧化碳封存計畫的應用並獲得了監管核准。</p>
題目10	Red Trail Energy 二氧化碳封存場，位於美國北達科他州的 Richardton
講者10	Takayuki Miyoshi (Reserch Institute of Innovative Technology for the Earth, Kizugawa-shi, Kyoto, JAPAN)
概述10	<p>1. 2022年6月開始約每年注入18萬噸二氧化碳。</p> <p>2. SOV/DAS 方法在 Richardton CCS 場址設置並展示出近注入井地區的小規模地震性質變化。</p> <p>3. 隨著二氧化碳羽狀體的擴散，預期更遠的 SOV 將能夠識別儲層內地震反射率的變化。</p> <p>4. 相較於傳統地震反射和3D VSP 方法，SOV/DAS 是一種長期監測的新方法，具有降低監測成本的潛力。</p>
題目11	邁向泛歐洲二氧化碳封存圖集
講者11	Ceri Vincent (British Geological Survey, Keyworth, Nottingham. NG12 5GG, UK)

概述11	<ol style="list-style-type: none"> 1. 歐洲淨零產業法案 (NZIA) 目標：2030年前年注入能力達到5000萬噸。目前歐洲每年封存二氧化碳約190萬噸，需要重大改變來達成目標。 2. 公開資料的局限導致一些地區潛能無法識別。 3. 11個合作者表示獲取震測及井資料存在重大障礙。 4. 歐洲淨零產業法案可能促進來自廢棄油氣田的地質資料釋出，GSEU 計畫將進一步完善歐洲封存圖集。
題目12	高解析度震測特性分析及數值建模在聖胡安盆地 CarbonSAFE 計畫的應用
講者12	Adewale Amosua (New Mexico Institute of Mining and Tech., 801 Leroy Place, Socorro, NM, 87801, United States)
概述12	<ol style="list-style-type: none"> 1. 聖胡安 CarbonSAFE Phase III 計畫是美國能源部贊助的五個商業規模二氧化碳封存計畫之一。 2. 研究旨在詳細描述聖胡安大型封存綜合體，整合多種數據類型並結合地球科學和工程方法，生成詳細的地質和物理模型。 3. 模擬結果顯示，聖胡安盆地有能力安全接收和封存5000萬噸二氧化碳，並保持地層完整性。
題目13	目前用於 CCS 的加拿大西部鹽水含水層綜合體的區域特徵：評估全球機會的見解
講者13	Dave Herbers (Alberta Geological Survey)
概述13	<ol style="list-style-type: none"> 1. 啟用於加拿大西部 Shell Quest 的設施已經向 Basal Cambrian Sandstone(BCS)封存了超過700萬噸二氧化碳。 2. BCS 和相關地層的地質特徵對於二氧化碳封存(CCS)具有優

	<p>秀的應用潛力。</p> <p>3. 埋藏成岩作用、孔隙率和滲透率的影響關鍵，對理解注入性至關重要。</p> <p>4. 蓋岩特性和地層順序有助於保障封存的安全性。</p>
題目14	德州科珀斯克里斯蒂市美國最大能源港的海上 CCS 計畫
講者14	Tip Meckel (Gulf Coast Carbon Center, Bureau of Economic Geology, Jackson School of Geosciences, The University of Texas at Austin, Austin, TX, USA)
概述14	<p>1. 在位於 Corpus Christi, TX 離岸地區進行 CCS 的可行性研究。</p> <p>2. 目標封存量為30年內至少5000萬公噸二氧化碳。</p> <p>3. 具有多樣化的二氧化碳 排放源，包括電力設施、天然氣分離、氫氣生產、煉油、以及水泥和鋼鐵生產。</p> <p>4. 季度二氧化碳排放量 > 1100萬公噸，顯示出巨大聚集潛力。</p> <p>5. 提供整體捕捉、運輸和海域封存的模式和經濟估算。</p> <p>6. 顯示低成本的國家二氧化碳封存的可行性，其商業性需通過研究證明。</p>

2.4.3政策與法規相關議題

題目1	估算電廠和工業設施碳捕捉的健康共益
講者1	Jeffrey A. Bennett (CARBON SOLUTIONS LLC, Saint Paul, MN 55105, USA)
概述1	<p>1. 健康效益隨設施類型而異：乙醇發酵沒有額外的共益，天然氣電廠的影響較小，煉油廠的裂解裝置（FCCU）預測每</p>

	<p>噸二氧化碳捕捉的健康效益最大。</p> <p>2. 對比成本和效益，除了 FCCU 的高端估計外，其餘捕捉點的效益大於成本。</p> <p>3. 當同時在所有九個設施安裝碳捕捉系統時，最大的效益預期在設施所在的縣內，這些地區往往是受影響最嚴重的社區。</p>
題目2	胡蘿蔔、棍子與碳—加拿大和美國的 CCS 政策與激勵措施的比較經濟案例研究
講者2	Devin Lacey (GLJ Ltd., 1920-401 9th Ave. SW, Calgary, AB T2P 3C5)
概述2	<p>1. 比較加拿大和美國在支持經濟可行的 CCS 部署方面的政策和激勵措施。</p> <p>2. 加拿大 CCS 政策和激勵措施：</p> <p>(1). Alberta Technology Innovation and Emissions Reduction (TIER)碳價</p> <p>(2). 聯邦 CCUS 投資稅收抵免 (CCUS-ITC)</p> <p>(3). Alberta Carbon Capture Incentive Program (ACCIP)</p> <p>(4). 碳契約差異 (CCfD)</p> <p>3. 美國 CCS 政策和激勵措施：</p> <p>(1). 通脹減少法案第45Q 條款碳捕捉稅收抵免 (IRA 45Q Credits)</p> <p>(2). 加州低碳燃料標準抵免 (LCFS)</p> <p>(3). 自願碳市場抵免 (例如，美國碳登記機構抵免)</p>
題目3	CCUS 和二氧化碳去除 (CDR) 技術在物流供應鏈中的碳計算
講者3	Nadin Moustafa (Faculty of Natural Sciences, Centre of

	Environmental Policy, Imperial College London. London, UK. SW7 2BX)
概述3	<ol style="list-style-type: none"> 1. 物流行業作為全球供應鏈的關鍵環節，也是碳排放的重要來源。 2. 國際貿易有關的貨運約佔全球溫室氣體排放的12%，交通運輸的碳排放在其中超過75%。 3. 研究重點在於貨運行業中 CCUS 和 CDR 技術的實施，特別是在海運、航空和公路運輸中。
題目4	到本世紀中葉達到十噸級二氧化碳封存的地理、地質與技術經濟可行性
講者4	Yuting Zhang (Department of Earth Science and Engineering, Imperial College London Exhibition Road, London, SW7 2BX, UK)
概述4	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由於安排增長所面臨的挑戰，到2050年全球最大可達到的封存情景為每年16 Gt 二氧化碳。 2. 在緩解路線中，只有6%的模型結果（555個模型結果中的32個）被認為不可行。 3. 達到全球封存率很大程度上依賴美國的貢獻（至少60%）。 4. 在所有地區中，封存資源的可用性一般不構成主要限制。 5. 當全球封存率超過每年6 Gt 二氧化碳，可能需要亞洲向美國進行跨國的輸送。
題目5	CEN TC 474 標準化新進展
講者5	Ingvild Ombudstvedt (IOM Law, Linerleveien 6 1554 Son, Norway)
概述5	<ol style="list-style-type: none"> 1. 技術標準和最佳實踐對於全球範圍內大規模部署碳捕捉與

	<p>封存（CCS）越來越重要。儘管標準化工作長期以來被忽視，如今監管機構、私人企業、投資者和保險公司均對此產生了新的興趣。</p> <p>2. ISO/TC 265：</p> <p>(1). 成立於2011年，專注於為 CCS 和 EOR 制定技術標準。</p> <p>(2). 已發佈13個涵蓋從捕捉到封存全價值鏈的 CCS 技術標準。</p> <p>(3). ISO 27914（地質封存）發佈於2017年，正在修訂以反映過去五年的經驗並新增量化和驗證的章節。</p> <p>(4). ISO 27916（EOR）的量化和驗證方法已被美國國稅局（IRS）認可，用於45Q 稅收抵免。</p> <p>(5). ISO 27914 和 ISO 27913（二氧化碳管道運輸）已在多個國家（例如：日本、加拿大、美國、挪威、丹麥）的計畫中應用。</p> <p>(6). 例子：日本工業標準委員會（JISC），加拿大標準委員會（SCC），以及美國國家標準協會（ANSI）採用這些標準。</p> <p>3. CEN/TC 474：由荷蘭標準機構（NEN）於2023年提議成立，擴大了 CCUS 範疇，包括了全生命周期的計畫。</p>
題目6	通往 Porthos 的道路：荷蘭的政策如何促成 CCS 技術發展
講者6	Martijn van de Sande (Netherlands Enterprise Agency (RVO), Slachthuisstraat 71, 6041 CB Roermond, the Netherlands)
概述6	<p>1. 荷蘭首個商業規模的二氧化碳運輸和封存計畫。</p> <p>2. 2023年10月18日做出最終投資決定（FID），2024年開始建</p>

	<p>設，預計2026年開始封存二氧化碳。</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 有良好的地質條件和封存能力。2010年部長決定僅考慮海上封存二氧化碳。 4. 主要政策支持包含歐盟排放交易系統 (EU ETS)、歐盟減排目標、CCS 指令、以及 PCIs 和 CEF 等歐洲工具。 5. 荷蘭政府積極參與各種歐洲合作倡議，支持國內 CCS 計畫。 6. SDE++機制為工業排放提供財政支持，但不包括發電。旨在提供每噸捕捉和封存二氧化碳的補貼。 7. 基礎設施包括30公里的陸上管道、22公里的海上管道、壓縮站和 P18-4枯竭氣田的封存設施。 8. 已與四家二氧化碳捕捉公司達成協議。 9. 過往計畫包括 Barendrecht 和 ROAD，前者因公眾接受度問題失敗，後者因商業模式挑戰和燃煤發電困境失敗。 10. 過去十年來的政策促進了 CCS 的發展，包含公眾支持、財政等。
題目7	加拿大提議的上游碳排放交易系統及其與省級市場的互動
講者7	Brendan Cooke (Rystad Energy, 1720 144 4th Ave SW, Calgary T2P 3N4, Canada)
概述7	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加拿大提議的碳排放交易系統的成功可能取決於其如何與各省現有的碳定價機制互動： 2. 兩個法規的目標不同，TIER 針對的是排放強度，而碳排放交易系統針對的是絕對排放量；這導致了兩個系統之間的靈活性降低。 3. 省級法規和碳排放交易框架之間缺乏可替代的合規機制，使得設施運營商在排放減少選項的組合系統中更複雜。

	<p>4. 不同市場中某些碳補償信用的可替代性差異可能會導致對具有雙重適用性的計畫的投資增加。</p> <p>5. 碳排放交易系統可能會擾亂省級市場的供需平衡，導致市場上的碳補償信用供應量激增，碳信用價格下跌，進而影響其他減排努力的投資。</p>
題目8	英國 CCUS 計畫更新
講者8	Treasure Udabor (DESNZ, London SW1A 2HP, United Kingdom)
概述8	<p>1. 英國計劃到2030年每年捕捉200-300萬噸的二氧化碳。</p> <p>2. 2021年5月啟動了集群排序過程，選擇了 HyNet 和 East Coast Cluster (ECC)作為 Track-1工業集群，預計在2020年代中期開始運營。</p> <p>3. 2023年3月公佈了 Track-1計畫談判清單，包括8個捕捉計畫如電力 CCUS、工業碳捕捉、CCUS 廢物及 CCUS 氫氣計畫。</p> <p>4. 2023年12月，啟動 Track 1擴展過程，並公佈了 CCUS 的未來願景。</p>
題目9	泰國的 CCS 技術路線圖：支援國家的碳中和與淨零排放目標
講者9	Suparit Tangparitkul (Chiang Mai CCS, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand)
概述9	<p>1. 自從 COP26開始，泰國已承諾到2050年實現碳中和，並到2065年實現淨零排放。</p> <p>2. 由泰國科學研究與創新 (TSRI) 和國家科學技術發展局 (NSTDA) 牽頭，與多個學術機構和私營企業合作，自2023年3月起制定了首個國家 CCS 技術路線圖，並於2023年12月完成。</p>

	<p>3. 封存目標：2023為1-10兆噸、2040為10-50兆噸二氧化碳、2050為50-150兆噸二氧化碳。</p> <p>4. 第一個十年（截至2030）：優先現有或即將改造的技術，強調工業熟悉度和成本可負擔性，進行至少一個試點計畫。</p> <p>5. 第二個十年（截至2040）：建立 CCS 樞紐和大規模試點或示範工廠。多樣化捕捉技術和運輸選項，需進一步調查和完善 MMV 技術。</p> <p>6. 第三個十年（截至2050）：重點擴大規模，發展如直接空氣捕捉（DAC）等昂貴技術，預計二氧化碳封存量可超過50兆噸甚至達到100兆噸。</p> <p>7. 所需的驅動因素與支持機制包括法律法規、基礎設施、財務激勵、公眾意識等。還需強調學界與業界的專業人才培育。</p>
題目10	設計碳差價契約激勵措施以推動歐洲 CCS 的部署
講者10	Toby Lockwood (Clean Air Task Force, Brussels, Belgium)
概述10	<p>1. 歐盟和英國的排放交易系統（ETS）是主要的減排政策工具，但實施 CCS 的成本通常超過二氧化碳配額的現行價格。</p> <p>2. 碳差價合約（CCfD）：</p> <p>(1). CCfD 是計畫與政府或其他第三方之間的長期合約。</p> <p>(2). 計畫提供其計劃減排的總量和單位減排成本。如果計畫成功獲得合約，將按提供的成本與二氧化碳排放的參考價格（通常為 ETS）之間的差價支付補貼。</p> <p>(3). 這種補貼預期會隨著碳價的上升而減少。</p>

	<p>3. 英國視 CCfD 為發展戰略減排集群的關鍵，支持區域二氧化碳運輸和封存基礎設施的建設。</p> <p>4. 荷蘭通過國有實體的基礎設施建設幫助首批 CCS 合約的實現，允許私營部門主導的基礎設施擴展。</p> <p>5. 丹麥則採取靈活的方法，通過允許二氧化碳船運以啟動捕捉產業。</p>
題目11	政策和法規考量：在美國 EPA 地下注入控制（UIC）計畫中使用鹽水層進行二氧化碳封存
講者11	Robert Van Voorhees (Bryan Cave Leighton Paisner LLP, 1155 F Street NW, Suite 700)
概述11	<p>1. USDW 定義：</p> <p>(1). 未超過10,000毫克/升總溶解固體（TDS）的含水層。</p> <p>(2). 可作為公共供水或將來可能用於此目的的含水層。</p> <p>(3). 不包括被豁免的含水層。</p> <p>2. 確定在何種條件下，TDS 少於10,000毫克/升的含水層可以被指定為豁免，用於 VI 類井活動。</p>
題目12	核准成本和時間表可能如何阻礙封存計畫的開發以及微調如何改善核准流程
講者12	Andrew Duguid (Advanced Resources International, Inc, 1840 Mackenzie Dr, Suite 100, Columbus, Ohio, 43220, USA)
概述12	<p>1. 在美國，地質碳封存場址的核准過程需時多年。成功的核准對於計畫運營者、監管機構及公眾都至關重要。核准成本和時間表與實現排放減少目標的需求相衝突。</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 2. 目前核准申請開發時間表： 3. 若資料容易獲得，需時9至12個月。 4. 當需要鑽探和蒐集震測資料時，需時超過兩年。 5. 申請後需18至24個月獲得鑽井核准，再花一年鑽井並獲得注入核准。 6. 當前核准成本過高，時間過長。應提出替代方案以促進投資和更快的計畫開發以達成排放目標。
題目13	為胺基碳捕捉計畫制定法規框架
講者13	Rafay Anwar (The International CCS Knowledge Centre, Regina, Canada)
概述13	<ol style="list-style-type: none"> 1. 胺基捕捉系統目前是捕捉工業過程中煙道氣中二氧化碳的最成熟技術，具備技術成熟度（TRL）級別9。 2. 一個主要挑戰是為大型胺基碳捕捉設施制定環境法規框架。 3. 儘管 CCS 設施在去除大量二氧化碳方面非常有效，但胺基捕捉過程也會導致吸收器通風口排放少量次級排放物。
題目14	邁向規範的迷宮：歐盟和美國 CCS 框架之對比分析與長期責任
講者14	Edda Björk Ragnarsdóttir (Lawyer, Carbfix, Höfðabakki 9, Reykjavík 110, Iceland)
概述14	<ol style="list-style-type: none"> 1. Carbfix 的快速礦化技術提供了達成永久二氧化碳封存標準的有效方法，並可促進監管框架的改善。 2. 強調需要和保險公司合作以提供全面的環境損害保障以符合指令要求。 3. 建議修改歐盟 CCS 指導書的停注後責任規定(目前為20年以上)，以鼓勵技術創新和投資。

題目15	美國溫室氣體報告框架在 CCS 中的應用
講者15	Melinda Miller (United States Environmental Protection Agency, 1201 Constitution Ave NW Washington, DC 20004, USA)
概述15	<ol style="list-style-type: none"> 1. 美國環境保護署 (USEPA) 的溫室氣體報告計劃 (GHGRP) 建立了一種會計框架，用於量化和報告大型溫室氣體 (GHG) 排放源、燃料和工業氣體供應商、以及二氧化碳 (二氧化碳) 注入站的數據。 2. 須每年向 GHGRP 報告的設施領域包括：二氧化碳供應商 (subpart PP)、地質封存二氧化碳 (subpart RR)、二氧化碳注入 (subpart UU)。 3. EPA 提議在 CCS 報告框架中進行變更和添加，例如增加一個新的單位 VV，涵蓋使用 ISO 標準27916：2019進行 EOR 的設施。

2.5 口頭演說

此次口頭演說被歸類為「6B-場址特性分析」，於卡加利時間10/22下午5點至5點20分，口頭簡報15分鐘、問答討論5分鐘。口頭簡報部分依據題目：「Offshore Taiwan: a prospective oasis for geological carbon storage」簡介台灣西部海域地質碳封存的潛能、場址的篩選流程與方法，及優選場址台西盆地的優勢。問答討論環節有三位學者提問，分別為：1. 針對台灣碳封存的執行有極大的疑慮，主要就政府未補助、法規未完善做討論；2. 詢問是否有基金支持；3. 詢問可能的期程。簡報結束後(包含隔日)有五位專家前來會談並交換名片，分別為1. JAPEX

的經理，表示希望能有聯合研究的機會；2.CEPC 的經理，表示具有注儲相關 EPC 的能力，有機會可以合作碳封存建設；3.EPRI 的技術總監，表示正與台電公司聯合研究(MOU)，表示有機會亦能一起加入；4.NORSAR 的地震研究中心主任，表示明年將來台於台灣大學研究注入後導致地震發生之相關研究，有機會希望可以促成挪威政府向台灣政府尋求合作研究、發展的可能；5.POSCO HOLDINGS 的氫能與低碳中心研究員，表示該公司為韓國最大鋼鐵公司，為排碳大戶，正在尋求加入西太平洋各國適合之碳封存計畫。

三、具體成效

GHGT 為 IEA 轄下 IEAGHG 所督辦之全球性國際級關鍵會議，於 CCUS 領域有舉足輕重之地位，藉參加 GHGT-17，並於會上口頭發表演說(題目為「Offshore Taiwan: a prospective oasis for geological carbon storage」)，宣傳台灣及本公司負碳技術之發展與規劃，使全世界看到台灣及本公司邁向「2050淨零排放」之決心與規劃，除增加學術貢獻外，亦增加曝光度，吸引潛在廠商與研究團隊，並蒐集國際上最新之 CCS 與再利用相關資訊，如場址篩選與選定、碳來源與運輸、監測計畫、營運與場址建置、可合作之潛在廠商或合作夥伴等。

簡報結束後(包含隔日)有五位專家前來會談並交換名片，分別為 1.JAPEX 的經理，表示希望能有聯合研究的機會；2.CEPC 的經理，表示具有注儲相關 EPC 的能力，有機會可以合作碳封存建設；3.EPRI 的技術總監，表示正與台電公司聯合研究(MOU)，表示有機會亦能一起加入；4.NORSAR 的地震研究中心主任，表示明年將來台於台灣大學研究注入後導致地震發生之相關研究，有機會希望可以促成挪威政府向台灣政府尋求合作研究、發展的可能；5.POSCO HOLDINGS 的氫能與低碳中心研究員，表示該公司為韓國最大鋼鐵公司，為排碳大戶，正在尋求加入西太平洋各國適合之碳封存計畫。

於起始晚會結交與注入效率及封存潛能研究相關之學者；另與所有與會廠商及組織洽談，了解其於碳封存扮演之角色，其中計有15間廠商為捕捉相關(包含可行性研究、設備與建置等)、2間廠商為監測相關(為海洋 OBN 監測)，1間為服務公司(主要為可行性研究)，其餘均為碳封存組織(如歐洲、加拿大、日本當地聯合組織)及油公司(如 Shell、

TotalEnergies)，均可作為本公司潛在合作夥伴或服務商。

根據會議中口頭演說發表的內容可以得知，各已發展或正在發展中之 CCS 計畫(如英國、荷蘭、挪威、加拿大、美國等)，均由政府主導、安排，並訂定法規支持、提供相應資金或補貼，再由業者執行，此為碳封存計畫成功的標準流程。若台灣亦致力於 CC(U)S 以面對氣候變遷並跟上國際永續發展的腳步，建議可學習這些已成功國家的經驗，站在巨人肩膀上，按部就班但又可迅速地推進。

四、心得及建議

抑制全球氣溫升高以避免劇烈災害氣候發生是共識，具體行為是淨零排碳亦為共識，達到淨零必須配合碳捕存，尤其中地質碳封存亦以屬共識，顯示地質封存在之中扮演極其重要的角色。目前的挑戰仍有方法學(經濟效益)、社會溝通等，這些仍仰賴各方合作，包括政府法規的制定，包含碳處理費的完善。

多種技術經過驗證，可用於監測 CCS 場址廣泛的近海區域，其中考量較合理的成本與效益，先以聲學測量可以在相對較寬的空間範圍內篩選是否存在氣體；識別後若有，再以化學感測器或水樣本可以確認二氧化碳的存在，並確定其來源(使用同位素分析)；使用商用感測器可以提高營運效率(增加區域覆蓋範圍)，透過前瞻性感測器和即時演算法可以減少誤報，結合所有這些技術將是利用 AUV 和人工智慧的特點提供自適應監控方法的關鍵。

藉由會議起始餐會與會議應用程式與國際 CCUS 相關專家建立溝通聯繫管道，並於會議上簡介台灣2050淨零排碳政策及海域碳封存計畫，表明積極推動碳封存以實現減碳，成為西太平洋碳捕存樞紐(CCS Hub)的目標。以此吸引國際潛在合作機會，如增進台灣碳封存技術儲備、提高相關建設與設備可行性等。本次參加會議發現國際對台灣碳封存相對陌生，建議持續參與 GHGT 研討會，與國際交流、增進國際認同、增加合作。且研討會的參與人數每屆都在創高，參與者涉及的領域也越來越廣泛，在碳捕存各個環節的技術、實例也日益完善，若本公司參與者太少，在同時間不同場地有不同的研討與發表時，實在分身乏術，對實務

經驗討論、新知學習上多有疏漏，非常可惜，建議往後加派人員參與，並有針對性的深入了解，如探採在封存領域、石化煉製在捕捉領域、總公司在環保政策跨國合作領域等，以與國際碳捕存進程接軌，為台灣淨零碳排作出積極貢獻。

五、附錄

- 5.1. 第17屆溫室氣體控制技術研討會(GHGT-17)議程
- 5.2. 黃進達地質師113年10月22日於 GHGT-17口頭演說摘要
- 5.3. 會議照片

附錄5.1. 第17屆溫室氣體控制技術研討會(GHGT-17)議程

10/21 MON.

	A Sessions	B Sessions	C Sessions	D Sessions	E Sessions	F Sessions	G Sessions	Business Stream
9:00 AM - 10:50 AM	GHGT-17 Opening and welcome speeches from the hosts and invited speakers 09.00 Opening from Professor Kelly Thambimuthu of IEAGHG 09.15 Welcome from hosts -Justin Riemer -CEO Emissions Reduction Alberta 09.45 - Tim Dixon GM of IEAGHG introduces keynotes: 09.50 - Mary Burce Warlick -Deputy Executive Director, IEA 10.10 - Myles Allen, Professor of Geosystem Science, Head of Atmospheric, Oceanic and Planetary Physics, Oxford University 10.30- Jarad Daniels - CEO at the Global CCS Institute							
10:50 AM - 11:20 AM	Monday AM Break							
Session 1 11:20 AM - 1:00 PM	Session 1A - Absorption Next Generation Technologies I	Session 1B - Capacity Building and Social Science	Session 1C - Demonstration of Novel Capture Technologies	Session 1D - Carbon Dioxide Removal: Potentials and Conditions	Session 1E - CCS- Hydrogen	Session 1F - Near Surface Monitoring	Session 1G - High T Solid Looping	11.20-11.40 -Business Stream Opening Session, Featuring a keynote address by Susannah Pierce, President of Shell Canada and Country Chair. 1. Panel Discussion - Creating the Pathway to Final Investment Decision - A Canadian Case Study on CCS
1:00 PM - 2:00 PM	Lunch break							
Session 2 2:00 PM - 3:40 PM	Session 2A - Absorption Next Generation Technologies II	Session 2B - Public Perceptions and Communications	Session 2C - Perspectives from CCS Demonstration Projects	Session 2D - Exploring Feasibility of CDR Technologies	Session 2E- CCS in the Steel Industry.	Session 2F - Microseismic Monitoring	Session 2G - CO2 Capture in Ships	2. Panel Discussion - Unique Sector Considerations on Developing Carbon Management Projects
3:40 PM - 4:10 PM	Monday PM break							
Session 3 4:10 PM - 5:50 PM	Session 3A - Absorption: Environment and Operation I	Session 3B - Case Studies I	Session 3C - Panel Discussion 1 - Advancing carbon management in developing countries	Session 3D - CDR Technology.	Session 3E - CCS in the Cement Industry	Session 3F Seismic Monitoring over Life of Project	Session 3G - Membranes & Contactors	

10/22 TUE.

	A Sessions	B Sessions	C Sessions	D Sessions	E Sessions	F Sessions	G Sessions	Business Stream
8:20 AM - 9:00 AM	GHGT-17 Tuesday technical plenary talks 08.20 -08.40- Onno van Kessel -General Manager for CCS (Carbon Capture and Storage) Development & Subsurface -Shell 08.40 -09.00 - Natalya Kulichenko' World Bank							
Session 4 9:10 AM - 10:50 AM	Session 4A - Post Combustion Capture Process Modelling I	Session 4B - Injectivity	Session 4C - Panel discussion 2 - Raising ambition to accelerate carbon management	Session 4D - DAC- Sorbents	Session 4E - CCS in Industry	Session 4F - Optimizing Sparse Seismic Monitoring	Session 4G - MOFs	3. Panel Discussion - Navigating Carbon Markets, Removals and Carbon Capture: State of Play and Outlooks
10:50 AM - 11:20 AM	Tuesday AM Break							
Session 5 11:20 AM - 1:00 PM	Session 5A - Post Combustion Capture Process Modelling II	Session 5B - Case Studies II	Session 5C - Panel discussion 3 - What is needed to make CCS a success in different regions?	Session 5D - DAC Technology	Session 5E - 'Hard to Abate' Assessment	Session 5F - Novel Monitoring Methods - Tidal and Strain	Session 5G - Sorbent Materials	4. Panel Discussion - Commercial and Business Risks: Proven Strategies for Success
1:00 PM - 2:00 PM	Lunch break							
2:00 PM - 4:00 PM	E-Poster Sessions Tuesday sponsored by Imperial 2pm to 4pm selected E-Poster Session							
2:00 PM - 2:45 PM								5. Learning from Leaders: Sharing Success in Western Canadian CCS (Fireside Chat)
2:55 PM - 3:40 PM								6. Indigenous Collaboration in CCS Projects: A Case Study from Canada (Fireside Chat)
3:30 PM - 4:00 PM	PM Tuesday Break							
Session 6 4:00 PM - 5:40 PM	Session 6A - Absorption, Environment and Operation II	Session 6B - Site Characterisation	Session 6C - Panel discussion 4- Lets get real about CDR	Session 6D - Biomass with CCS	Session 6E - CDR System Assessment	Session 6F - Field-scale Reservoir Modelling I	Session 6G - Enhanced Geothermal and Energy Storage	
6:00 PM - 8:00 PM	Student Reception Sponsored by TotalEnergies Bowling Alley at National 10th, 341 10th Avenue SW, Calgary, AB							

10/23 WED.

	A Sessions	B Sessions	C Sessions	D Sessions	E Sessions	F Sessions	G Sessions	Business Stream
8:20 AM - 9:00 AM	<p>Wednesday Technical Plenary talks 08.20 -08.40 -Sarah M. Forbes -Deputy Director Carbon Management Technologies United States Department of Energy's Office of Fossil Energy and Carbon Management 08.40 -09.00 - Claude Lorea - Innovation & ESG Director, Global Cement and Concrete Association</p>							
Session 7 9:10 AM - 10:50 AM	Session 7A - Amine Pilot Plant Studies I	Session 7B - Storage Capacities	Session 7C Panel discussion 5 - Strategies for CO2 Purification	Session 7D - Policy: International	Session 7E - Optimizing Post-Combustion Capture	Session 7F - Field-scale Reservoir Modelling II	Session 7G - Electrochemical CO2 Conversion	7. Panel Discussion - Partnering for Success: Accelerating CCS Deployment Through Collaboration
10:50 AM - 11:20 AM	Wednesday AM break							
11:20 AM - 12:05 PM								8. Fireside Chat: Next Generation CCS Technologies: Breaking through Barriers of Commercialization and Scale Up
Session 8 11:20 AM - 1:00 PM	Session 8A - Amine Pilot Plant Studies II	Session 8B - Reservoir Engineering	Session 8C - Trends in research in carbon capture, removals, transport, usage, and storage – a discussion with the Editors of the International Journal of Greenhouse Gas Control	Session 8D - Policy: National	Session 8E - Comparing Capture Technologies	Session 8F - Geochemical Modelling	Session 8G - CO2 Specifications	
12:15 PM - 1:00 PM								9. Fireside Chat: From Concept to Reality: How will we Actually Build the Projects that Get to FID?
1:00 PM - 2:00 PM	Lunch break							
2:00 PM - 4:00 PM	Wednesday E-poster session. Sponsored by Imperial 2pm to 4pm							Capturing Lessons Learned: Best Practices from Alberta and Canada 2pm-4pm
3:30 PM - 4:00 PM	Wednesday Afternoon Break							
Session 9 4:00 PM - 5:40 PM	Session 9A - Amine Pilot Plant Studies III	Session 9B - Trapping Mechanisms	Session 9C - GDR: Ocean & Rocks	Session 9D - Regulatory	Session 9E - Modeling CCS Networks	Session 9F - Wellbore, Geomechanics, Leakage and Pore-scale Modelling	Session 9G - Shipping as part of the Transport Chain	
7:30 PM - 11:00 PM	Gala dinner reception - Sponsored by The University of Calgary. All GHGT-17 paying delegates							



17th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies **GHGT-17**

20th -24th October 2024, Calgary Canada

Offshore Taiwan: a prospective “oasis” for geological carbon storage

Chin-Da Huang^{a,*}, Tim Hsiao^a, Jen-Yang Lin^a, Yi-Wen Peng^a, Chun-Wen Chen^a, Tzu-Ying Tsao^a

CPC Corporation, Taiwan, 12th FL., NO. 3, SongRen RD., Sinyi District, Taipei, 11010, Taiwan

Abstract

This study done in CPC Corporation, Taiwan (CPC), the state-owned enterprise of hydrocarbons exploitation in Taiwan and overseas, is one of the forerunners to reaffirm Taiwanese government’s decision of implementing 2050 Net-Zero Emissions. CPC has abundant subsurface data including over 50,000 kilometers 2D seismic lines acquired from 1971 to 1995 and over 100 exploration wells completed from 1973 to 1999 around western offshore Taiwan (WOT), and these data are surely enough to delineate suitable sites for geological carbon storage (GCS).

Tectonically, western offshore Taiwan (WOT) has been through succeeding stages from rifting, passive margin subsidence to foreland flexure in Cenozoic time. This study assessed the potential storage areas in WOT as individual sedimentary basins separated by their boundary faults or regional uplifts. These seven basins, from north to south, are Dongyintao Basin, South Pengchiayu Basin, Kuanyin Subbasin, Nanjitao Basin, Taishi Basin, Penghu Basin, and Tainan Basin (Fig.1). Stratigraphically, six GCS systems or reservoir/seal pairs are identified within the up-to-8-kilometer-thick Cenozoic sedimentary sequences in WOT. The reservoirs lying at depths of 800 to 3000 meters are more economic beneficial to GCS since the ambient temperature and pressure are favorable.

The criteria referred to in the ISO 27914:2017, Guidelines and Reports of IPCC, and CSA Z741-12:2012 were modified to benchmark the GCS areas and these criteria are capacity, injectivity, containment, accessibility, transport, growth and MMV (measurement, monitoring, verification). In view of the geological and geographical characteristics of Taiwan, the criterion containment has to consider the location, frequency and magnitude of earthquakes when benchmarking. For the criterion capacity, the equation used in the Nagaoka Project and Tomakomai Project by the Research Institute of Innovative Technology for the Earth (RITE) is adopted to calculate the geological storage capacity. Table 1 lists the benchmarking results of the seven GCS areas and Taishi Basin tops the list. The merits of Taishi Basin as a GCS candidate include: (1) the complete set of six reservoir/seal pairs with high porosity (20~35%) and permeability (100~1,000 md) makes the CO₂ storage capacity reaching 15.3 billion tones; (2) less fault activities and low earthquake frequency indicate a stable tectonic background; (3) the proximity to industrial carbon dioxide emitters reduces the risks costs associated with transport. Moreover, the safety and security of GCS in Taishi Basin was assessed using the process of the Quest GCS Project in Canada. Twelve criteria (reservoir-seal pairs, pressure regime, reservoir characteristic, affecting protected groundwater quality, earthquake, fault distribution, tectonic stability, fracture pressure, adverse diagenesis, MMV, seal rock characteristics, legacy well density) focusing on the migration scenarios after CO₂ injection were evaluated and allocated into three levels (critical, essential, desirable). Taishi Basin proves again to be the safer and favorable area for GCS.

The preliminary site characterization in Taishi Basin had been completed and further appraisal programs, e.g. 3D seismic survey and test drilling, are underway to evaluate its GCS commercial potential. As the way forward, since OWT’s total GCS capacity has been estimated as ca. 118.0 billion tons according to RITE’s equation, CPC will definitely continue the effort to bring the first commercial GCS project to this region.

* Corresponding author. Tel.: +886-2-8725-9666, E-mail address: 052132@cpc.com.tw

Keywords: Taishi Basin; offshore site screening; geological carbon storage

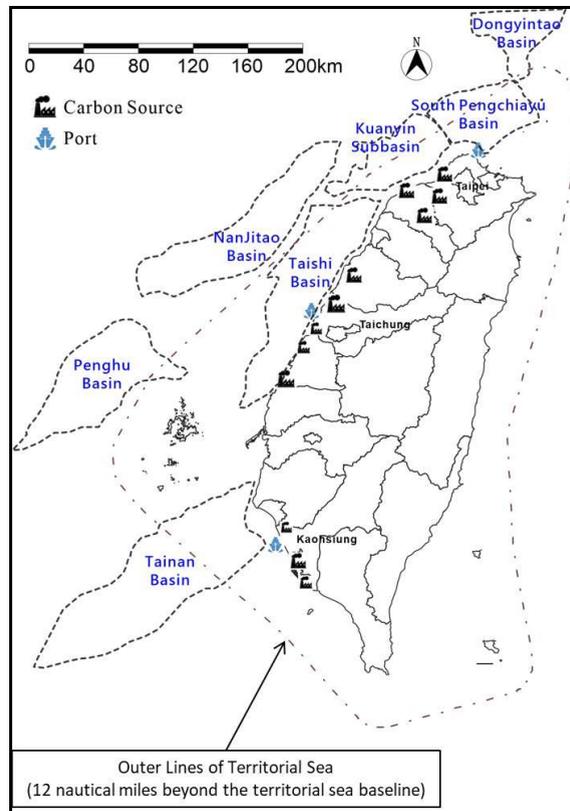


Figure 1 Location map of seven basins in western offshore Taiwan

Table 1 Site screening results in western offshore Taiwan

Criteria	Differentiators	Dongyintao Basin	South Pengchiayu Basin	Kuanyin Subbasin	Nanjitao Basin	Taishi Basin	Penghu Basin	Tainan Basin
Capacity	Reservoir area, net thickness, porosity, continuity, storage factor, etc.	5	5	5	5	5	5	5
Injectivity	Reservoir physical properties such as depth, porosity, permeability and pressure	5	5	5	5	5	5	5
Containment	Seal formation(range, thickness, fault cuts) and earthquake frequency, etc.	3	3	3	4	5	3	4
Measurement, Monitoring and Verification	Monitoring, measurement and verification (population density, groundwater resources, and difficulty of facility construction)	5	5	5	5	5	5	5
Accessibility	Site ownership	1	5	5	1	5	1	4
Transport	Distance from land or major CO ₂ emissions	1	5	5	1	5	3	3
Growth	Injection flow increasing, EOR, or other additional benefits	4	4	4	5	5	4	5
Total		24	32	32	26	35	26	31

附錄5.3. 會議照片



特邀專題報告



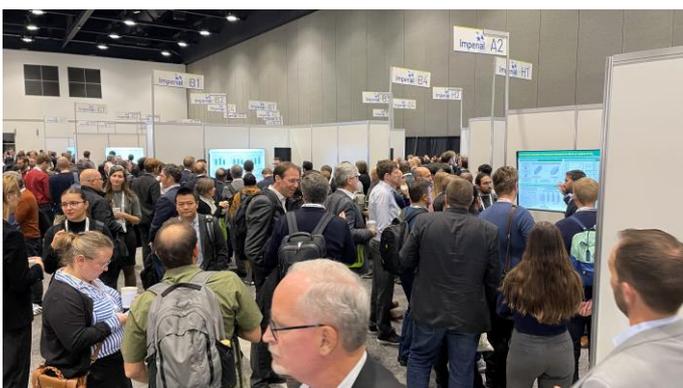
展示場商



口頭演說室(1)



口頭演說室(2)



海報展示



本報告作者口頭演說