

出國報告（出國類別：開會）

赴日本東京參加 2024 Japan Energy
Summit & Exhibition

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：周睿鴻 化學工程師

派赴國家/地區：日本

出國期間：113 年 06 月 02 日至 113 年 06 月 06 日

報告日期：113 年 06 月 21 日

摘要

第六屆日本能源研討會及展覽(2024 Japan Energy Summit & Exhibition)於 2024 年 06 月 03 日至 06 月 05 日在日本東京國際展示場 (Tokyo Big Sight)舉辦，透過日本政府及民間企業聯合舉辦，邀請來自各國能源廠商及學者共襄盛舉，一同探討如何解決能源短缺及氣候變遷等國際議題，展示主題涵蓋二氧化碳、氫能、太陽能、天然氣、氨等相關產品及技術，而中油是台灣規模最大的石化及能源公司，為了因應 2050 淨零排放目標，本公司綠能科技研究所致力於推動能源轉型，對於減少碳排放及研究開發再生能源、循環能源等議題相當重視，本次前往 2024 Japan Energy Summit & Exhibition，主要目的為蒐集有關減少碳排放及廢氣、物高值化等相關資訊，期望藉由與國外廠商交流，了解國際能源趨勢並蒐集相關技術資料，做為往後研究發展之參考依據，朝淨零碳排之目標前進。

目次

- 摘要 2

- 本文：
 - 一、目的 4

 - 二、過程 5

 - 三、具體成效 13

 - 四、心得及建議 14

- 參考文獻 15

一、目的

隨著全球環保意識抬頭，溫室效應及氣候變遷的影響越來越顯著，淨零排放成為當今全球社會關注的焦點，為了保護地球的生態及人類居住環境，促使各國政府及企業開始積極採取措施以推動永續發展，在這樣的背景下，減少碳排放及發展再生能源被視為重點解決方案，能降低對化石燃料依賴的同時，又能減少溫室氣體的排放；然而，在技術及經濟層面，成本、效率及可靠性目前仍無法與傳統石化能源產業抗衡，特別是在能源儲存及輸送方面，需要更多的技術突破才能實現再生能源大規模的應用。

為了因應趨勢，台灣中油股份有限公司成立了綠能科技研究所，旨在推動石化產業向循環高值化、再生能源等方面發展，除了致力於各種綠色能源的研究外，也積極推動試量產裝置的設計、建置及操作，做為實驗室研發至商業化量產之橋樑，促進綠色能源技術的應用及商業化。

身為試量產組工程師，針對目前現有設備，如何去優化、減少碳排放以及後續廢氣、物之利用為本次參加 2024 Japan Energy Summit & Exhibition 主要目的，透過參觀各展示攤位及會議並與業界專家交流的方式，深入了解目前減碳製程及碳捕捉等最新技術及發展趨勢，為 2050 淨零碳排目標做出貢獻。

二、過程

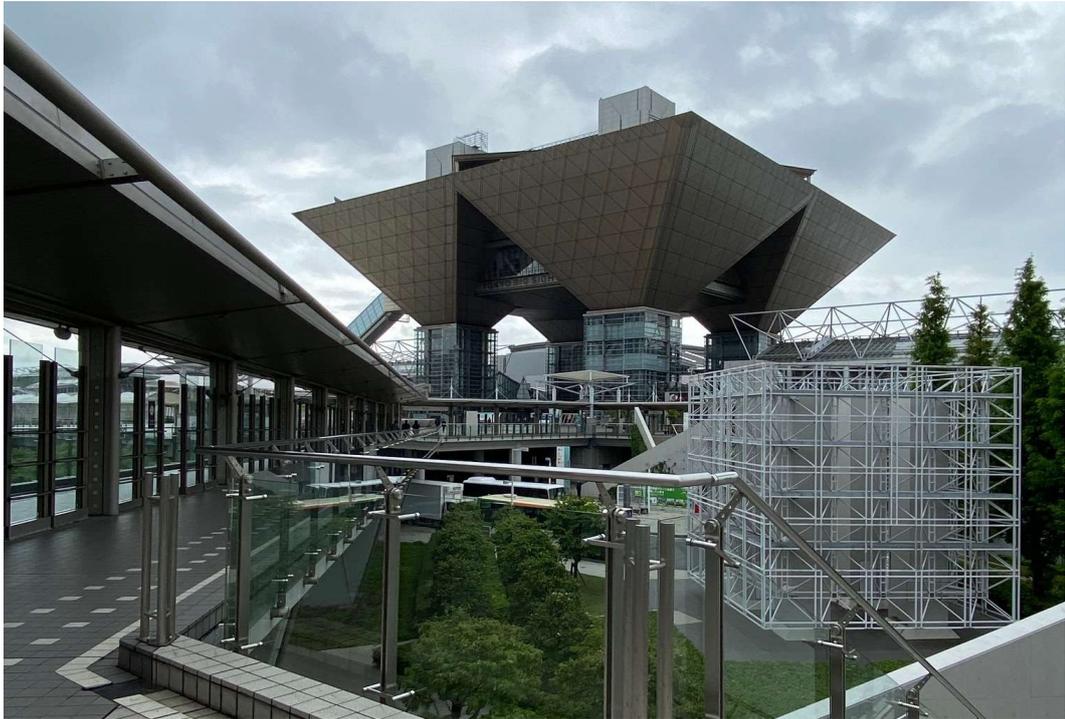
2.1 行程

第六屆日本能源研討會及展覽(2024 Japan Energy Summit & Exhibition)於 2024 年 06 月 03 日至 06 月 05 日在日本東京國際展示場 (Tokyo Big Sight)舉辦，行程如下：

日期	到達地點	工作內容
113.06.02 (日)	高雄-台北松山 -日本東京	去程
113.06.03 (一)	東京國際展示場	參加 2024 Japan Energy Summit & Exhibition
113.06.04 (二)	東京國際展示場	參加 2024 Japan Energy Summit & Exhibition
113.06.05 (三)	東京國際展示場	參加 2024 Japan Energy Summit & Exhibition
113.06.06 (四)	日本東京- 台北松山-高雄	返程



圖一、東京國際展示場位置及交通



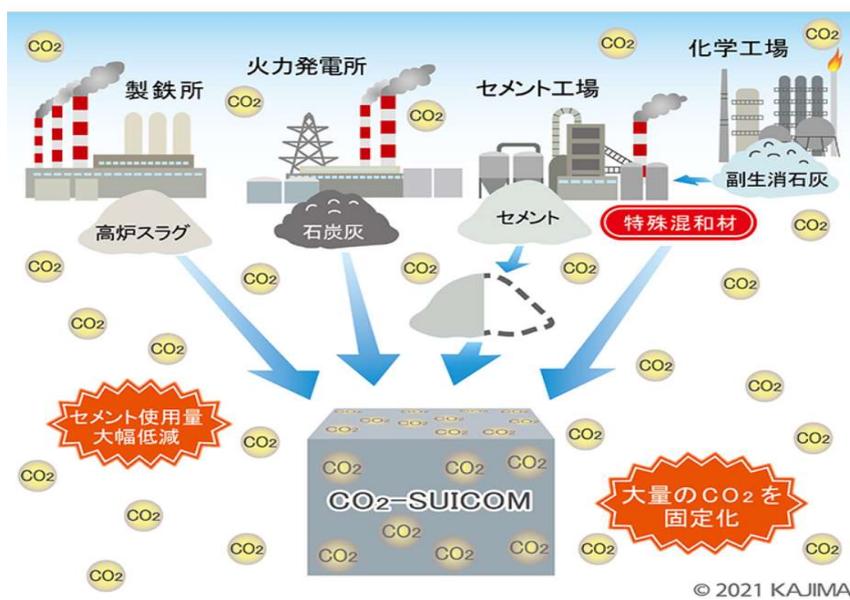
圖二、東京國際展示場

2.2 資料彙整

本次參訪主要目的為蒐集減少碳排放及廢氣、物高值化等資訊，故在搜集之資料中，篩選出與本目標相符之資訊來做介紹，以下為二氧化碳相關技術、製程及產品。

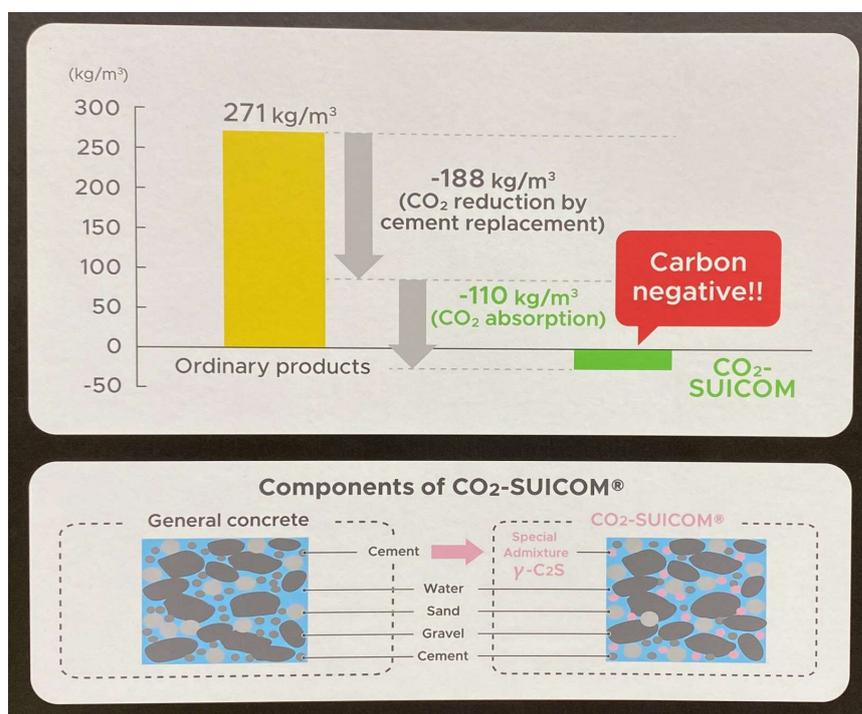
2.2.1 二氧化碳吸收混凝土(CO₂-absorbing Concrete)

東京瓦斯公司(TOKYO GAS)與鹿島建設公司(KAJIMA CORPORATION)已協定共同製造由鹿島建設公司、Denka 公司、中國電力公司(日本)及 Landes 公司共同研發之負碳混凝土(Carbon-Negative Concrete)「CO₂-SUICOM®」(CO₂-Storage Utilization for Infrastructure by Concrete Materials)，普通混凝土主要由水泥製成，但由於生產水泥會產生大量的二氧化碳，故此技術利用添加 γ -C₂S 及其他傳統化工產業製程之副產品，如煉鋼廠產生之高爐礦渣、燃煤發電廠產生的飛灰，來取代一半以上的水泥，且普通混凝土是以水泥及水反應來硬化，而負碳混凝土中的 γ -C₂S 不具水硬性，但碳酸化活性高，可以藉由吸收二氧化碳來硬化，故能夠大量減少二氧化碳的生成。



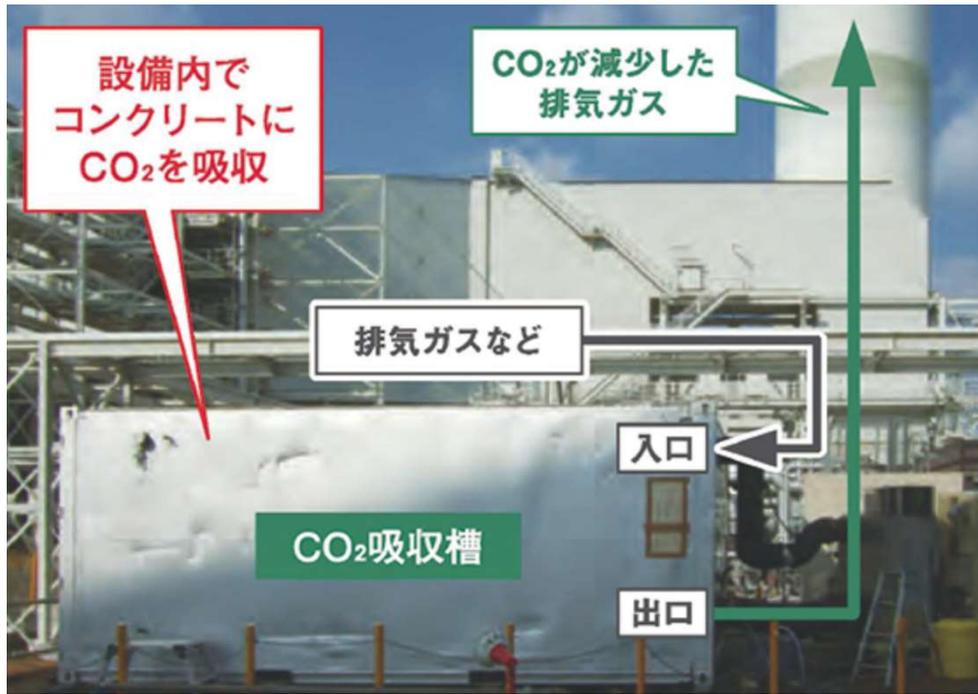
圖三、「CO₂-SUICOM」組成

與普通混凝土之二氧化碳生成量比較起來，負碳混凝土在生產過程中，已減少二氧化碳之生成，後續在固化的過程中，又能吸收二氧化碳，使總排放量為負值，二氧化碳排放量如下圖所示，普通混凝土在製作過程中會產生 271 kg/m^3 二氧化碳，而負碳混凝土在製作過程中會產生 83 kg/m^3 二氧化碳，減少了 188 kg/m^3 二氧化碳，在固化的過程中，又能吸收 110 kg/m^3 二氧化碳，故總排放量達到 -27 kg/m^3 ，實現了負碳排 (Carbon Negative) 的效果。

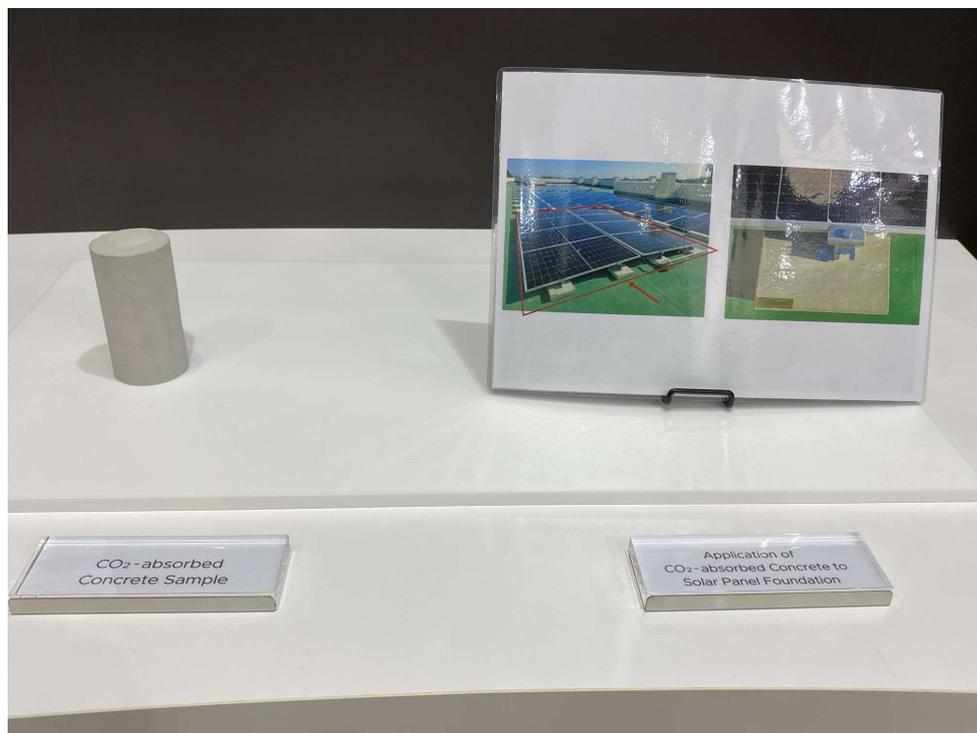


圖四、二氧化碳排放量

負碳混凝土與普通混凝土比較起來，強度、耐磨性及耐久性近乎相同，另外，普通混凝土的 pH 值約在 12~13，而負碳混凝土 pH 值約在中性左右，因此也能使用於種植植物，使其生長得更好，且使用負碳混凝土做成之建築或磚瓦，可以抑制風化，增加耐用年限，目前應用在大量二氧化碳排放之場所，像是火力發電廠、傳統石化工廠等場所，未來期望能更普及應用在建築上面，朝著淨零排放目標前進。



圖五、負碳混凝土應用在火力發電廠

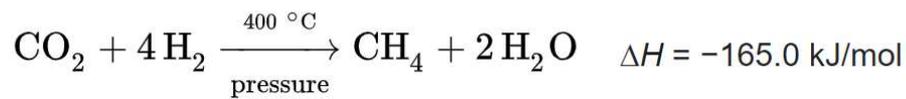


圖六、負碳混凝土樣品及應用在太陽能板基座

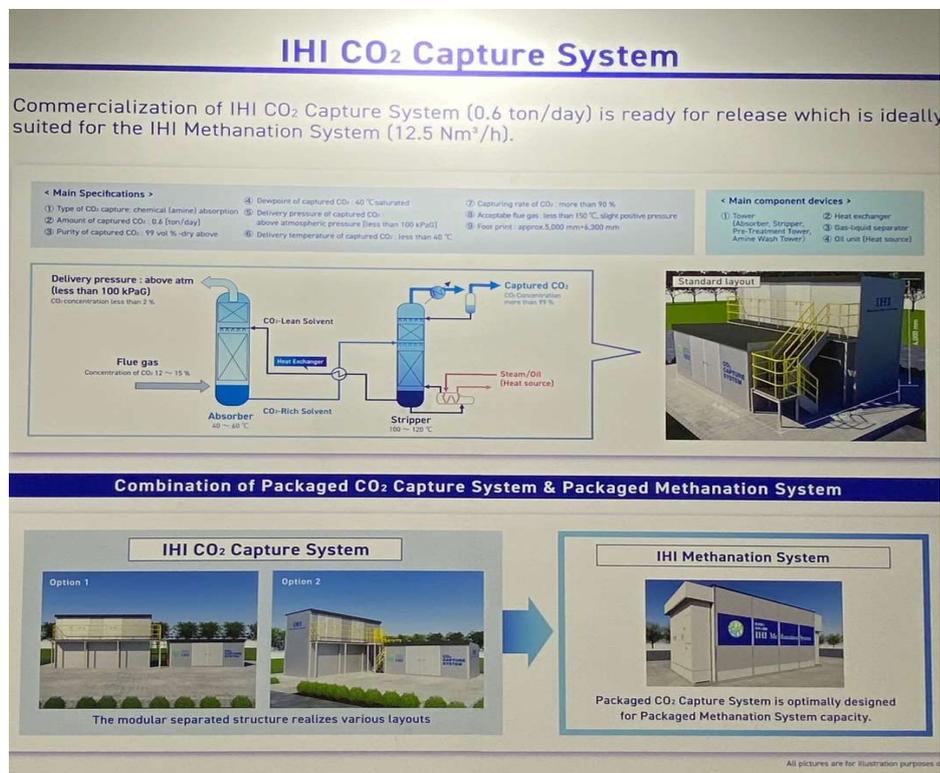
2.2.2 二氧化碳甲烷化

(一) Sabatier reaction

透過著名的 Sabatier reaction 將二氧化碳與氫氣反應合成甲烷是目前常見的二氧化碳轉化技術，利用從大氣或廢氣中捕獲的二氧化碳作為原料，來降低碳排放量，從而實現碳中和目標；IHI 公司即利用上述反應將從工廠煙道氣中吸收之二氧化碳，提煉出來後，再使其與氫氣反應合成甲烷與水，並且 IHI 公司積極研究轉化觸媒，相較於一般觸媒，IHI 公司的 Ni 殼核觸媒，具有粒徑小、分散度高、抗中毒、抗燒結等特性，能夠大幅提高觸媒的反應性及使用時間。



圖七、Sabatier reaction



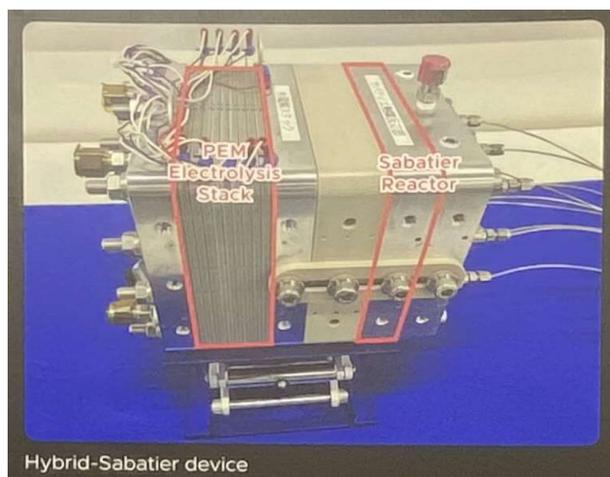
圖八、IHI 公司之二氧化碳捕捉及甲烷化製程

(二)Hybrid-Sabatier reaction

東京瓦斯公司、日本宇宙航空研究開發機構 (JAXA)及 IHI 公司獲得日本新能源產業技術綜合開發機構(NEDO)的「CO₂燃料製造技術開發計畫」資助，來共同開發利用二氧化碳合成甲烷之創新技術，東京瓦斯公司與日本宇宙航空研究開發機構 (JAXA)負責研發具有更高效率的甲烷化技術「Hybrid-Sabatier reaction」，而 IHI 公司負責進行規模化發展，將電解水及合成甲烷之程序結合在一起，此技術利用 Ni 及其他非貴重金屬組成之催化劑，使反應能在較低溫約 220°C 下反應(一般 Sabatier reaction 反應約在 300~500°C 之間)，且電解水為吸熱反應，可吸收合成甲烷所放出之熱量，能夠減少整體之耗能並提高反應效率，此反應之原料為水及二氧化碳，將水通入該設備中，水會先被分解成氫氣及氧氣，氫氣再與通入的二氧化碳進行反應而生成甲烷及水，形成一個循環，許多太空研究機構對於此技術相當感興趣，在物質缺乏的太空中，利用此設備，能大幅減少資源消耗。



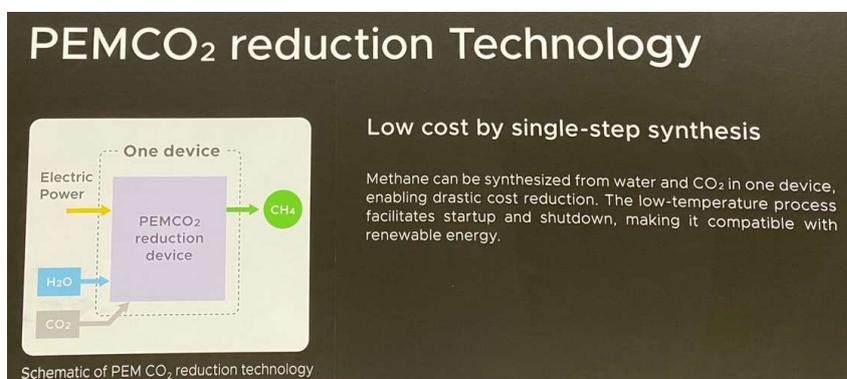
圖九、Hybrid-Sabatier 技術



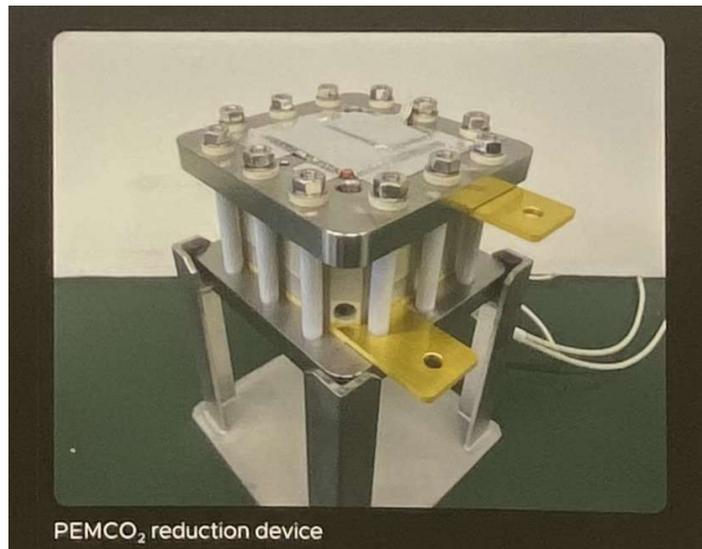
圖十、Hybrid-Sabatier 設備

(三)PEMCO₂ reduction

一樣在 NEDO 資助的計畫中，東京瓦斯公司與大阪大學有研發另一種二氧化碳甲烷化的技術為「PEMCO₂ reduction」，由大阪大學負責研究催化劑並優化操作條件以提高甲烷合成效率，東京瓦斯公司負責設備相關規格，再由 IHI 公司進行規模化發展，此技術只需透過一個步驟即可合成得到甲烷，利用在設備中間設置的高分子電解質膜（PEM）同時進行電解水及二氧化碳甲烷化之程序，反應溫度約在 80~100°C 左右，為三種方法中最低，此法的反應效率雖略低於「Hybrid-Sabatier reaction」法，但卻能大幅降低成本。



圖十一、PEMCO₂ reduction 技術



圖十二、PEMCO₂ reduction 設備

三、具體成效

在本次的參訪中，深刻體會到了全球對於碳排放議題的關注有顯著地提升，來自各國的專業人士對於二氧化碳相關技術表現出極大的興趣，也促進了各國頻繁地進行技術交流及合作，在此趨勢下，碳排放之相關技術日新月異，而在碳捕捉、封存及再利用這塊領域，目前綠能所還未有太多地涉略，這次參訪給予了我們一個珍貴的機會，能夠更深入了解這些技術及方法，為我們未來對於此領域之研究，提供了寶貴的參考方向，也認識到了許多關注碳排放議題的公司，未來如果能與這些擁有相關技術之公司進行討論及合作，不僅可以幫助我們在碳捕捉、封存及再利用技術上的突破，也許還能夠進一步研發出更具有效率及符合經濟之革新技術，加速推動能源轉型之目標。

四、心得及建議

在參加 2024 Japan Energy Summit & Exhibition 的交流過程中，我深切感受到日本人對於工作態度的重視及對細節的追求，這不僅體現在他們溫和的態度及接待的禮儀中，也反映在他們展示的資料及成果中，即便是使用英文，也不厭其煩地向我們介紹他們所研發的技術及產品，讓來自各國的專家及學者都能夠深入地了解日本在能源技術上的最新進展和應用實例。

本次參訪之主要目標是蒐集與碳排放相關的技術和產品，以往在討論到綠色能源，大家普遍認為這些技術需要的成本高、廢時並且效率低，但在參訪及交流過程中，我見識到了許多令人嘖嘖稱奇的創新科技，例如將電解水和二氧化碳甲烷化合併的技術，不僅能夠顯著降低生產成本，同時還能提高產率，並且減少碳排放量，讓我大開眼界，顛覆了我對於傳統的認知，也體認到了能源技術的發展速度不容小覷。

能源轉型已不再是理論上的概念了，各國現已致力於開發具體可行的技術和解決方案，來達成淨零碳排之目標，目前台灣在綠色能源科技這方面之技術，還未有明顯的突破，希望透過本次經驗，提供給同仁參考，激發出各式各樣的想法，不再侷限於各自的專業領域中，而能積極地跨領域合作，碰撞出不一樣的火花，也期盼能藉由深入了解各國目前現有之科技，創造出屬於我們自己的能源技術，朝向淨零碳排及永續發展的目標前進。

五、参考文献

1. 2024 Japan Energy Summit & Exhibition 展場資料
2. 鹿島建設株式会社，「CO2 低減対策」(n.d.)
3. 東京ガス，「革新的メタン製造技術開発」， 経済産業省 第8回 メタネーション推進官民協議会 資料3 (2022)
4. Author, Hiroyuki Kamata. "Robust Catalyst for CO2 Conversion to Synthetic Fuels and Chemicals". IHI Engineering Review Vol. 54 No. 2 (2021)
5. Tokyo Gas Company, Limited & KAJIMA CORPORATION. "World's 1st! Commence Manufacturing of CO2-absorbing Concrete that Uses Exhaust Gas Emitted During the Use of Cit Gas Devices" (2021)