

出國報告(出國類別：開會)

參與台美 CCUS 產業推動聯盟(TUCA)舉辦之荷蘭 Porthos CCS 計畫案場參訪與
交流活動
出國人員報告書

服務機關：台灣中油股份有限公司

姓名職稱：黃乙倫 工程師

派赴國家：荷蘭

出國期間：114 年 08 月 30 日至 114 年 09 月 06 日

報告日期：114 年 09 月 22 日

摘要

本次出國係隨同台美 CCUS 產業推動聯盟(TUCA)赴荷蘭參訪 Porthos 計畫案場及拜訪該計畫參與單位，目標在掌握歐洲首座多元碳源、共享型碳運輸與封存基礎設施的設計與營運經驗，以應用於推動本公司碳封存案場。Porthos 係由鹿特丹港務局、EBN 與 Gasunie 合資推動之碳運輸與封存基礎設施，規劃以 30 公里陸上管線與 20 公里海底管線，將港區煉油、化工與氫能等排碳源捕捉之 CO₂輸送至北海枯竭氣田封存，每年封存量預計達 250 萬噸，灌注 15 年，總封存量達 3,700 萬噸。此案場之捕捉端及運輸與封存端分別取得 SDE++與歐盟 CEF 之補助，且 Porthos 亦向捕捉端收取碳運輸與封存服務費，藉此建構可獲利之商業模式。

本次公務出國體認到 CCS 計畫成功的關鍵在於良好的民眾溝通機制、可實現的商業模式及完備的政策支持，具體建議如下：

- 一、比照 Porthos 建置完整官網與視覺化資訊，強化透明度以取得民眾信任。
- 二、由公、民營企業合資成立碳運輸與封存(T&S)專責公司，兼具中立性與服務性。
- 三、與碳源共同訂定可行之 CO₂規格，在腐蝕風險與捕捉成本間取得平衡。
- 四、以碳費等財源建立類 SDE++與 CEF 之補助措施，以強化業者投資意願。

以上建議可作為推動本公司既有碳封存案場及建構我國 CCS 產業之參考，期望加速碳捕存計畫之發展，以協助公司與國家逐步達成淨零碳排之目標。

目次

摘要.....	I
目次.....	II
壹、目的.....	1
貳、過程.....	2
參、具體成效.....	5
肆、心得及建議.....	30

壹、目的

為推動我國碳捕存(Carbon Capture and Storage, CCS)計畫與建立去碳電力憑證(Carbon-Abated Electricity Certificate, CAEC)國際規範，台美 CCUS 產業推動聯盟(Taiwan-US CCUS Industries Promotion Alliance, TUCA)訂於今年 8 月 30 日至 9 月 6 日率團赴荷蘭參訪鹿特丹港二氧化碳運輸樞紐及海域封存(Port of Rotterdam CO₂ Transport Hub and Offshore Storage, Porthos)計畫案場，並與鹿特丹港務局(Port of Rotterdam Authority)、Energie Beheer Nederland(EBN)、N. V. Nederlandse Gasunie、Denys、Allseas 及 Air Products 等該案場之關鍵單位進行業務交流。荷蘭 Porthos 計畫係歐洲首個以多元工業碳源為基礎並具共享性質的 CCS 公共基礎設施示範案，結合煉油、化工與氢能生產業者，透過長達 30 公里的陸上與 20 公里的海底管線，將二氧化碳輸送至北海枯竭氣田封存，每年封存量預計達 250 萬噸，灌注 15 年，總封存量達 3,700 萬噸。該計畫由荷蘭政府主導成立 Porthos JV(鹿特丹港務局、EBN 與 Gasunie 三方合資)，並獲得歐盟資助，係推動公私協力、法規整合與跨部門協作的代表案例。

本公司派員參與此行之目的有二：

- 一、透過與該案場之關鍵單位交流，掌握 CCS 案場之設計邏輯、建構經驗與實務操作之具體內容，以作為建構 CCS 商業模式及推動本公司既有碳封存案場之參考。
- 二、瞭解該案場關鍵單位之執行經驗與技術能力，並依本公司既有案場之工作需求評估後續合作之可能性，期望透過技術引進，以加速推動國內碳封存案場。

貳、過程

本次出國行程如表 1 所示。8 月 31 日下午抵達荷蘭鹿特丹後，隔日即展開拜訪行程，茲簡要說明如下：

9 月 1 日上午拜會 Porthos 計畫陸上管線承攬商 Denys，主要交流 Porthos 陸上管線建設工法與遭遇挑戰；下午拜會 Air Products Botlek HyCO4，其為 Porthos 計畫碳源之一，主要交流藍氫生產規劃、碳捕捉技術與政府補助機制等，並安排參觀氫氣工廠與瞭解碳捕捉廠建設進度。

9 月 2 日上午拜會 Porthos 總部，主要交流計畫倡議初衷、具體規劃、營運邏輯、當前進度與後續規劃等；下午前往 Porthos 計畫之陸上管線沿途及 Maasvlakte 之加壓站參訪，以瞭解該站之建設進度與營運模式。

9 月 3 日上午拜會 Porthos 計畫之海底管線承攬商 Allseas，除瞭解該公司的技術能力外，主要交流 Porthos 計畫海底管線之建設工法與遭遇挑戰；下午拜會鹿特丹港務局，其為 Porthos 計畫之倡議者，主要交流政府機構於 CCS 計畫扮演的角色、港區整體減碳規劃及後續 CCS 計畫等。

9 月 4 日參與 Energie Beheer Nederland(EBN)與 N. V. Nederlandse Gasunie 聯合會議，兩者均為荷蘭國營公司且為 Porthos JV 之成員，EBN 負責碳封存、Gasunie 負責 CO₂ 運輸管網設計與營運，此次會議主要交流 CCS 市場機制、民眾溝通經驗及後續 CCS 計畫等。

9 月 5 日啟程返回台灣，9 月 6 日上午抵達桃園機場。

表 1、TUCA 荷蘭參訪行程

日期	地點	工作內容
114.08.30-08.31 (星期六~日)	桃園-法蘭克福 -阿姆斯特丹- 鹿特丹	1. 啟程，自桃園機場飛往德國法蘭克福機場。 2. 自德國法蘭克福機場飛往阿姆斯特丹機場。 3. 自阿姆斯特丹機場搭乘荷蘭國鐵前往鹿特丹中央車站。
114.09.01 (星期一)	阿姆斯特丹- 鹿特丹	1. 上午拜會 Denys 2. 下午拜會 Air Products Botlek HyCO4
114.09.02 (星期二)	鹿特丹	1. 上午拜會 Porthos 總部 2. 下午參訪 Maasvlakte 加壓站
114.09.03 (星期三)	鹿特丹	1. 上午拜會 Allseas 2. 下午拜會鹿特丹港務局
114.09.04 (星期四)	鹿特丹	參與 Energie Beheer Nederland(EBN)與 N. V. Nederlandse Gasunie 聯合會議
114.09.05~09.06 (星期五~六)	鹿特丹- 阿姆斯特丹- 桃園	1. 返程，自鹿特丹中央車站搭乘荷蘭國鐵前往阿姆斯特丹機場。 2. 自阿姆斯特丹機場搭機返回桃園機場。 3. 9/6抵達桃園機場。

本次 TUCA 參訪團之成員來自台灣經濟研究院、中鼎工程股份有限公司、泰興工程顧問股份有限公司、三福氣體股份有限公司(Air Products 台灣分公司)與本公司，名單如表 2 所示。

表 2、TUCA 荷蘭參訪團團員名單

	姓名	單位	職稱
1	許中駿	財團法人台灣經濟研究院	副主任
2	陳映蓉	財團法人台灣經濟研究院	組長
3	吳閔鈺	財團法人台灣經濟研究院	副研究員
4	陳振欽	中鼎工程股份有限公司	委員會執行長
5	蘇安弘	泰興工程顧問股份有限公司	環境工程師
6	陳威元	三福氣體股份有限公司	區域經理
7	黃乙倫	台灣中油股份有限公司	工程師

參、具體成效

TUCA 安排本次出國行程主要期望透過與具實務經驗之 CCS 領域專家交流，有助於我國掌握 CCS 核心技術與制度實作細節，提供未來規劃 CCS Hub 之實證參考，並推動我國建立跨產業合作機制與設計去碳電力憑證制度。此外，藉由與歐洲 CCS 領域先進交流，將能厚植 CCS 發展實力，支持我國達成 2050 淨零轉型之目標。茲說明去碳電力憑證與本次出國之具體成效如下(為完整呈現 Porthos 計畫內容及各單位工作範疇，非依拜會時間順序排列)：

一、去碳電力憑證

因應企業淨零轉型對於再生能源之需求，經濟部標準檢驗局於 2017 年建立臺灣再生能源憑證制度(Taiwan Renewable Energy Certificate, T-REC)。T-REC 係代表再生能源發電有利於環境屬性的產權，即企業宣告使用再生能源電力之必要工具，其可應用於溫室氣體盤查或自願性減碳目標，以抵扣範疇二之溫室氣體排放。以離岸風電為例，其運作方式如圖 1 所示，簡要說明如下：

- (1)由我國政府訂定離岸風電法規及產業標準。
- (2)參照國際標準建立台灣再生能源憑證(T-REC)，以確保其流通性。
- (3)台電公司以購電協議(Power Purchase Agreement, PPA)及躉購(Feed-in Tariff, FIT)方式向離岸風電開發公司採購再生能源電力及憑證。
- (4)具碳中和需求之企業透過企業購電協議(Corporate Power Purchase Agreement, CPPA)向離岸風電開發公司採購再生能源電力及憑證。
- (5)離岸風電開發公司憑藉長期再生能源電力及憑證採購訂單向銀行申請融資。
- (6)離岸風電開發公司取得融資。
- (7)離岸風電開發公司取得出口信貸機構(Export Credit Agency, ECA)提供之融資保證。
- (8)離岸風電開發公司依據法規及產業標準建置離岸風場。
- (9)風場正式商轉後，離岸風電開發公司開始供應再生能源電力及憑證。



圖 1、T-REC 運作方式(以離岸風電為例)

資料來源：台灣經濟研究院(2025)，台灣邁向淨零的關鍵路徑-推動碳捕存(CCS)新經濟。

有鑑於 T-REC 已成功建立商業模式並順利運行多年，若依循此運作方式建構 CAEC，可核發憑證予導入 CCS 技術之火力電廠所產電力，以提升去碳電力(Carbon Abated Electricity, CAE)之價值。CAEC 可被視為一種能源屬性憑證，企業可比照 T-REC，將其視為宣告使用去碳電力之必要工具。CAEC 之運作方式與 T-REC 近似，如圖 2 所示，簡要說明如下：

- (1)由我國政府訂定 CCS 法規及產業標準。
- (2)委託專業機構建立依國際標準建立 CAEC，以確保其流通性。
- (3)具碳中和需求之企業透過 CPPA 向電力公司(火力電廠經營者)採購去碳電力及憑證。
- (4)電力公司憑藉長期去碳電力及憑證採購訂單向銀行申請融資。
- (5)電力公司取得融資。

- (6)電力公司建設碳捕捉設備；碳封存公司依 CCS 法規及產業標準建設碳封存場及輸儲設施。
- (7)政府透過不同政策工具補助或支持發展 CCS，如 CCS 產創條例提供稅賦抵減、促參法促進碳運輸與封存(Transportation and Storage, T&S)專業服務及保險/信託擔保 CCS 計畫風險。
- (8)CCS 計畫正式商轉後，電力公司開始供應去碳能源電力及憑證，並將捕捉之 CO₂ 交付碳封存公司處理，並支付 T&S 費用。



圖 2、CAEC 之運作方式

資料來源：台灣經濟研究院(2025)，台灣邁向淨零的關鍵路徑-推動碳捕存(CCS)新經濟。

為取得國際認可，台灣經濟研究院已委託國外專業機構建立 CAEC 之國際標準，目前進入最後審查階段，預計今年第四季發表成果。此外，TUCA 於本次出國行程中分別向 Denys、Porthos、Allseas、鹿特丹港務局、EBN 及 Gasunie 等單位介紹去碳電力憑證設計概念與運作模式，前述單位均對此表達正面評價，並期待此憑證可形成新的商業模式，以提升推動 CCS 計畫之經濟效益。

二、Porthos



Porthos 係由鹿特丹港務局、Gasunie 與 EBN 共同推動的碳運輸與封存基礎設施，規劃把鹿特丹港工業區捕捉的 CO₂ 輸送到北海枯竭氣田進行永久封存，此亦為歐盟第一個大型碳運輸與封存計畫(圖 3)。9 月 2 日上午先拜訪 Porthos 計畫辦公室，拜會對象為公關經理 Mark Driessen(鹿特丹港務局派駐 Porthos 辦公室)與公共事務顧問 Lucas de Graaf，聽取計畫介紹簡報並進行業務交流；下午再前往位於加壓站(Compressor station)參訪，以瞭解設備配置及工程進度。Porthos 計畫範疇如圖 4 所示，包含 30 公里 42 吋陸上管線、20 公里 16 吋海底管線、加壓站與 P18-A 海域平台等。

Porthos: the CCS chain

Porthos is developing a project to transport CO₂ from industry in the port of Rotterdam (the Netherlands) and store this in empty gas fields under the North Sea.

The Porthos infrastructure consists of an onshore pipeline and compressor station in the Rotterdam port area, an offshore pipeline and storage facilities on the North Sea.

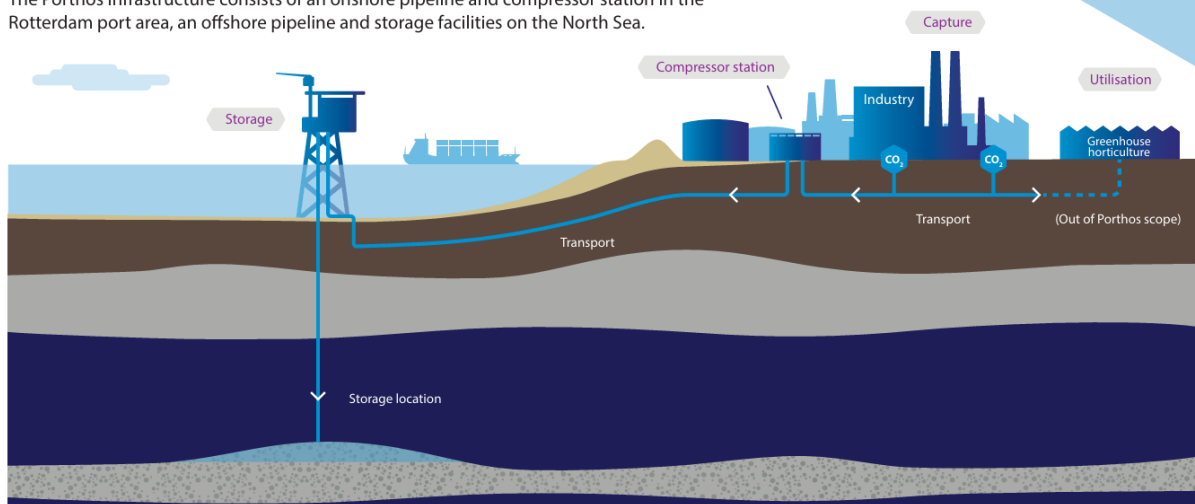


圖 3、Porthos CCS 價值鏈示意圖

資料來源：<https://www.porthosco2.nl/en/media/>

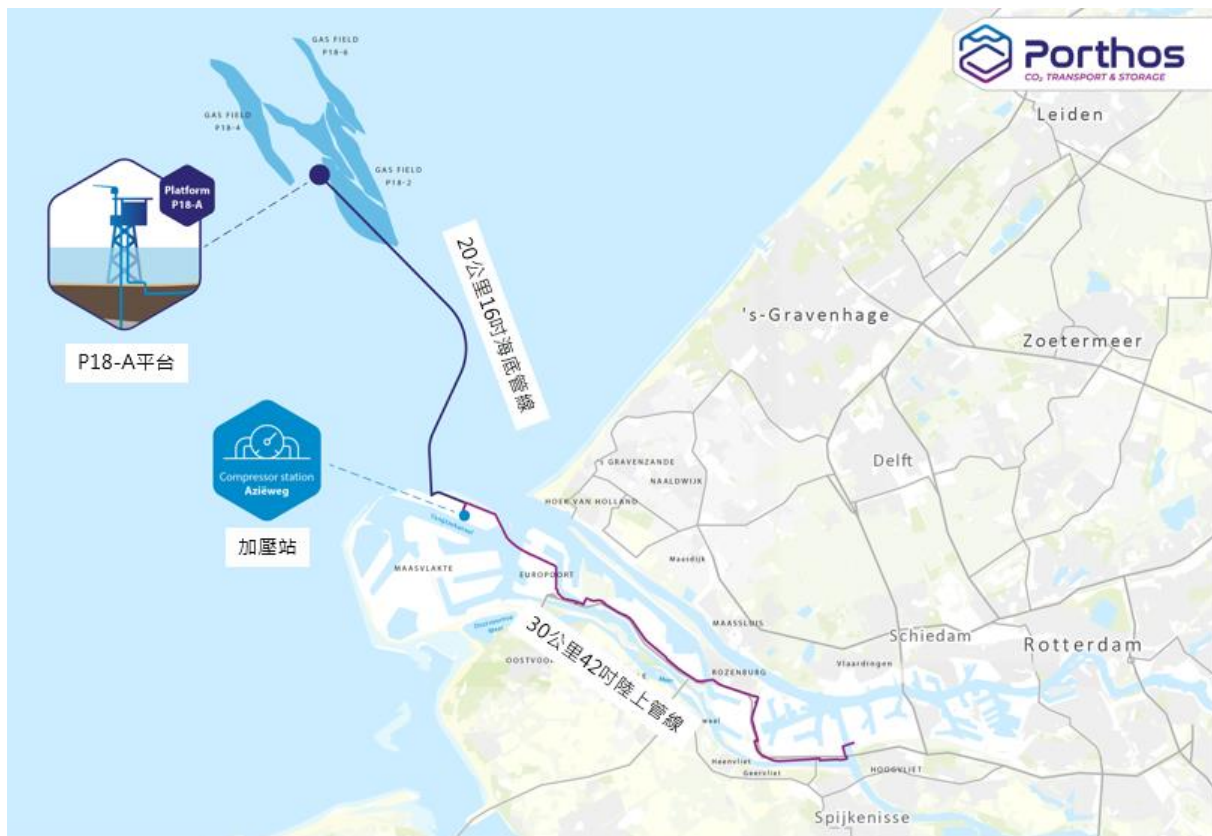


圖 4、Porthos 計畫範疇

資料來源：修改自 <https://www.porthosco2.nl/en/media/>

簡要說明此計畫之各部分內容如下：

(一)陸上管線：陸上管線主要作為匯集各碳源之幹管，採氣態輸送，設計壓力為 30 barg(508 psig)，設計運量為 1,000 萬噸/年，其中，Porthos 計畫僅為 250 萬噸/年，其餘 750 萬噸/年將供後續規模更大的 Aramis 計畫使用。管線沿途設置 11 個接入點(Tie-in point)，目前已使用者包括 Shell、ExxonMobil、Air Products、Air Liquide 及加壓站(圖 5)，其餘將預留給後續 Aramis 之碳源使用。陸上管線之承攬商為 Denys，亦為本次出訪拜會對象之一。



圖 5、4 家碳源與加壓站相對位置

資料來源：修改自 <https://www.porthosco2.nl/en/media/>

(二)加壓站：加壓站之設備配置如圖 6 所示，包括主要控制室(Main/control Building)、壓縮機(Compressors, 3 座用於 Porthos 及預留 3 座空間予 Aramis)、電氣室(Electrical Building)、熱交換器(Heat Exchanger Building)、冷卻水泵站(Cooling Water Pump Building)、分析室(Analyzer Building)及管線接口(Porthos 陸上管線、Porthos 海底管線、Aramis 海域管線及 CO2next 液態管線)。此加壓站除負責將來自 Porthos 陸上管線的 CO₂ 進行升壓以泵入海底管線再透過 P18-A 平台灌注至地層外，未來亦將供 Aramis 計畫及 CO2next 計畫使用。其中，分析室係作為末端採樣點並分析 CO₂ 流體是否符合所要求之規格；冷卻水泵站則用於導入海水以冷卻壓縮機。此部分之統包承攬商為 Bonatti SPA，刻正進行土木建設工程，預計 2026 年完工。為使一般民眾更瞭解加壓站之運作方式，Porthos 在其網頁上呈現不同階段的運作模式與 CO₂ 相態(圖 7)，包括 Bypass 模式(如圖 7(a)所示，初期地層壓力較低，以碳源所提供之壓力即可灌注，加壓站不額外升壓，操作壓力為 30 barg)、氣態模式(如圖 7(b)所示，隨著地層壓力升高，透過加壓站提高壓力以克服地層壓力，操作壓力為 30~80 barg)及密態模式(如圖 7(c)所示，當進入灌注末期，加壓站持續提高壓力以克

服地層壓力，使 CO₂ 流體進入密態，操作壓力為 80~135 barg)。

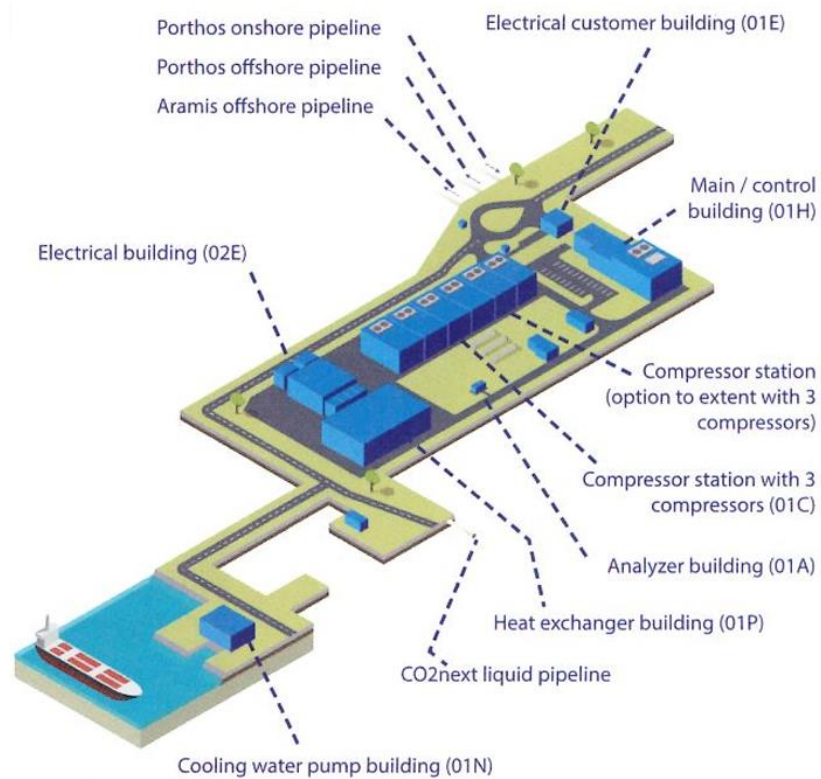
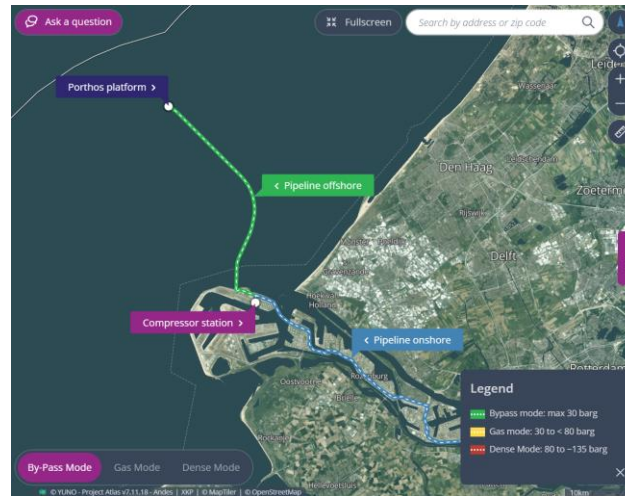
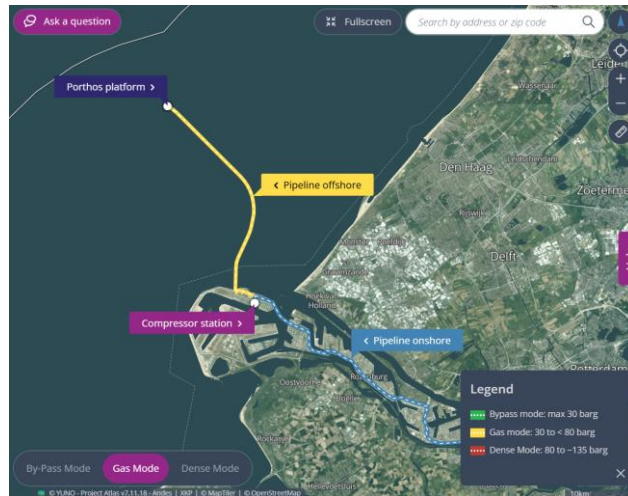


圖 6、加壓站設備配置

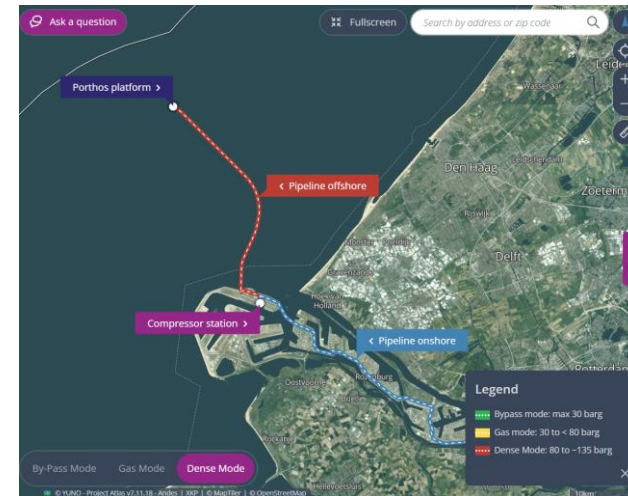
資料來源：Porthos 簡介手冊



(a) Bypass 模式



(b) 氣態模式



(c) 密態模式

圖 7、加壓站操作模式

資料來源：<https://www.porthosco2.nl/en/project/>

- (三)海底管線：海底管線主要作為用於將加壓站升壓後之 CO₂ 輸送至 P18-A 平台，輸送相態依加壓站操作模式而定，設計壓力為 135 barg(1,958 psig)，設計運量為 250 萬噸/年。此部分之承攬商為 Alleseas，亦為本次出訪拜會對象之一。
- (四)P18-A 平台：P18-A 原為天然氣生產平台，主要負責採收 P18-02、P18-04、P18-06 及 P18-07 等氣田之天然氣。P18-A 於今年 3 月份正式停產後，由原持有者 TAQA 代表 Porthos 啟動平台改造工程，規劃將海底管線運抵平台之 CO₂ 灌注至深度 3,000 公尺以上之枯竭油氣層中，總灌注能力為 250 萬噸/年，營運 15 年，累積灌注量為 3,700 萬噸，預計今年底完工。平台上原有 6 口生產井，其中，4 口井將改造為灌注井(更換抗腐蝕油管和井口裝置，如圖 8 所示)，1 口井隔離(Isolated，不連接至 Porthos 作業)，1 口井正式廢井。此平台將移除部分設備(如儲槽)，未來將轉型為無人平台，採遠端遙控的方式操作，並透過安裝 2 組風力發電機與太陽能發電模組，作為主要電力來源。此外，為使一般民眾更瞭解平台的改造過程，Porthos 已建立互動式的網頁，呈現鑽機前活動(Pre-rig Activities)、鑽機活動(Rig Presence)、拆除(Demolition)與建設(Construction)等四個階段之工作內容，並輔以詳細的圖文說明(圖 9 與圖 10)，供瀏覽平台內外在不同階段的變化。

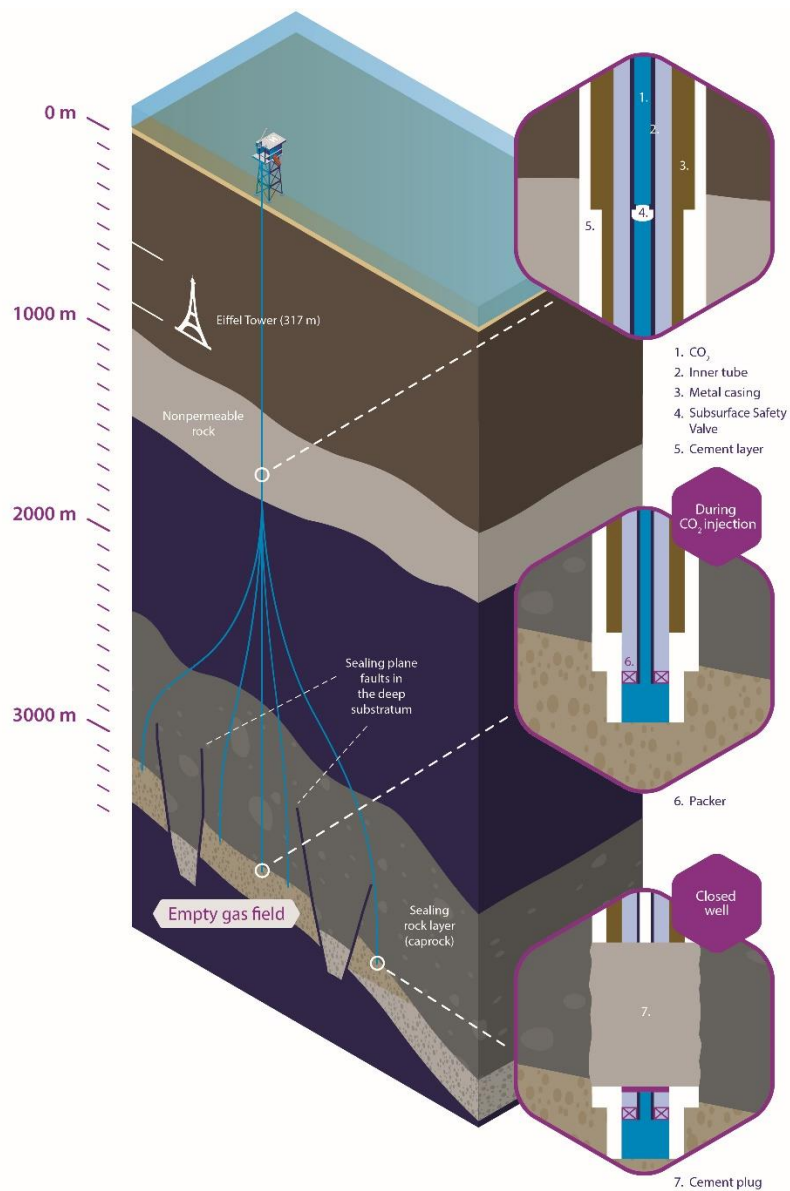


圖 8、井內配置圖

資料來源：<https://www.porthosco2.nl/en/project/>

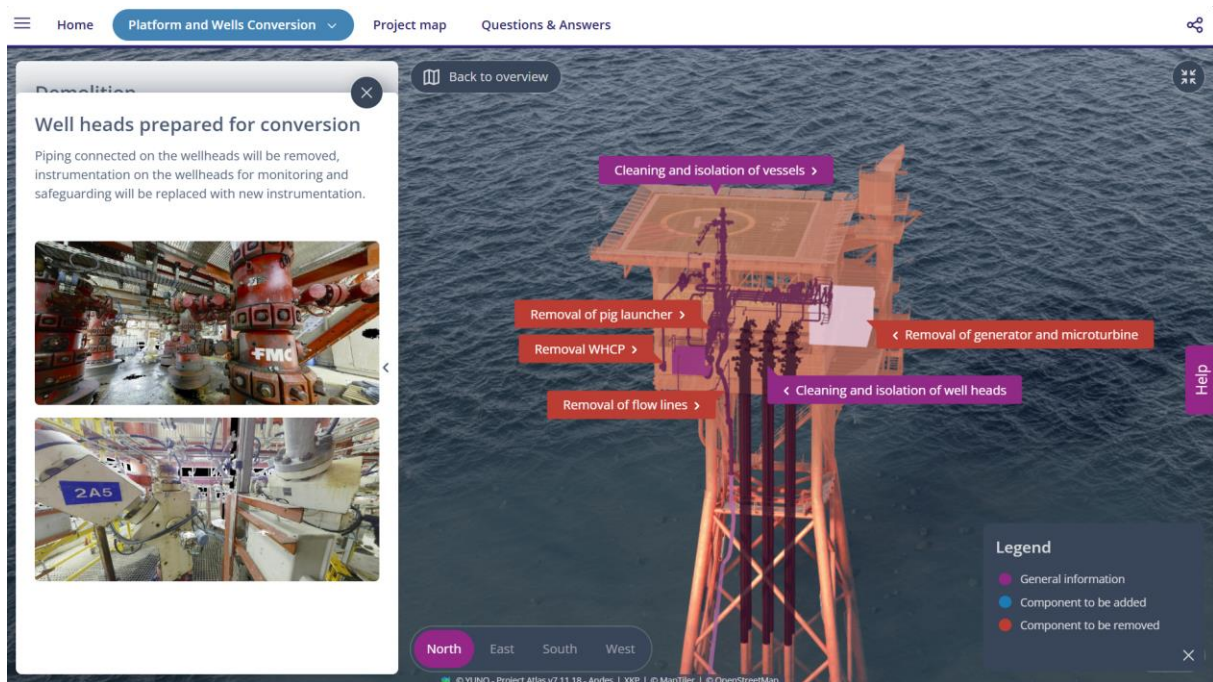


圖 9、P18-A 平台改造過程(「拆除」階段，北側內部視角，移除原井口裝置管線)

資料來源：<https://www.porthosco2.nl/en/project/>

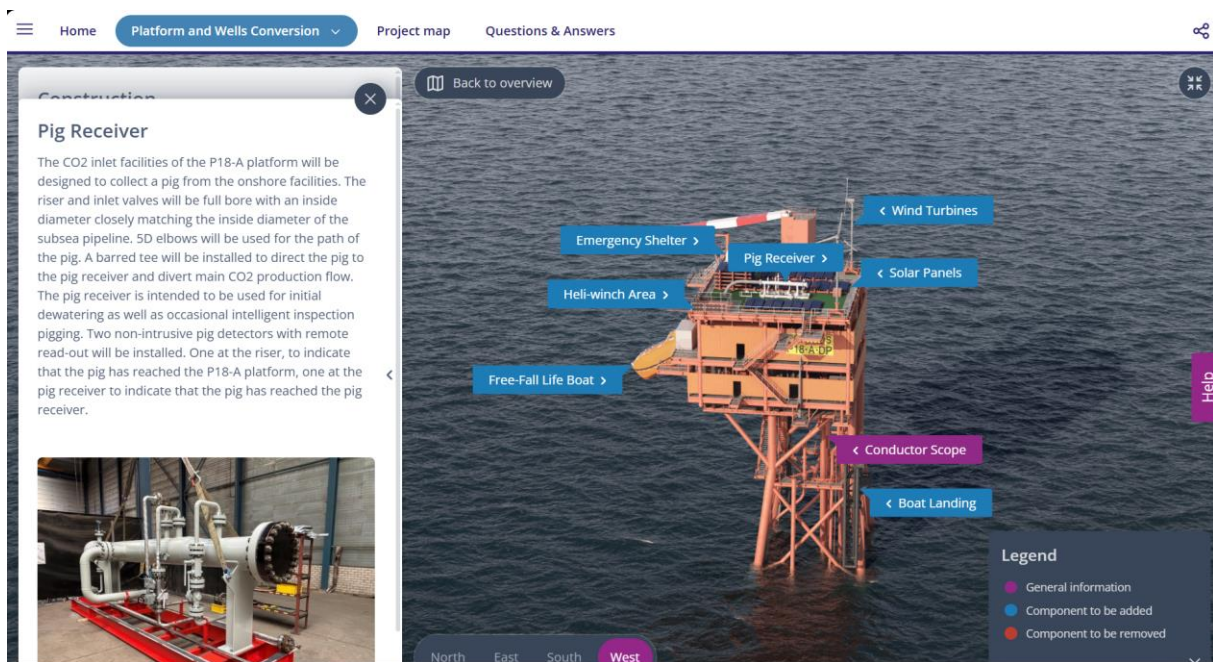


圖 10、P18-A 平台改造過程(「建設」階段，西側外部視角，安裝清管器)

資料來源：<https://www.porthosco2.nl/en/project/>

在業務交流的過程中，Porthos 人員指出該計畫能順利取得資金、投入建設並即將於 2026 年開始灌注，主要的成功因素如圖 11 所示，首先，由鹿特丹港務局、EBN、Gasunie 等公營事業發起碳運輸與封存之基礎建設計畫具備中立性及服務性等優勢；其次，考量碳捕捉的經濟效益，荷蘭政府亦設置 SDE++ 的補助機制(圖 12，採用 Contract for Difference 的方式，直接補助碳捕存成本與 EU ETS 碳價之差額)，提供 21 億歐元予 4 家排碳源，使其有誘因投資碳捕捉以生產藍氫等低碳產品，並支付碳運輸與封存服務費予 Porthos；最後，因 Porthos 符合歐盟共同利益計畫(Project of Common Interest, PCI)資格，為具開放存取(Open Access)與跨境意義的 CO₂ 運輸網路，進而獲得 Connecting Europe Facility(CEF)提供 1.02 億歐元的補助。此外，針對 CO₂ 規格的部分，Porthos 人員指出 4 家排碳源均有參予討論，藉此制定出多方均可接受的標準。此外，考量 Aramis 計畫將有更多不同類型的排碳源加入(如火力發電廠)，目前已投入流動保障相關研究中，未來將持續檢視並更新 CO₂ 規格。



圖 11、Porthos 成功因素

資料來源：Porthos(2025), The First large-scale CO₂ transportation and storage infrastructure in the European Union.

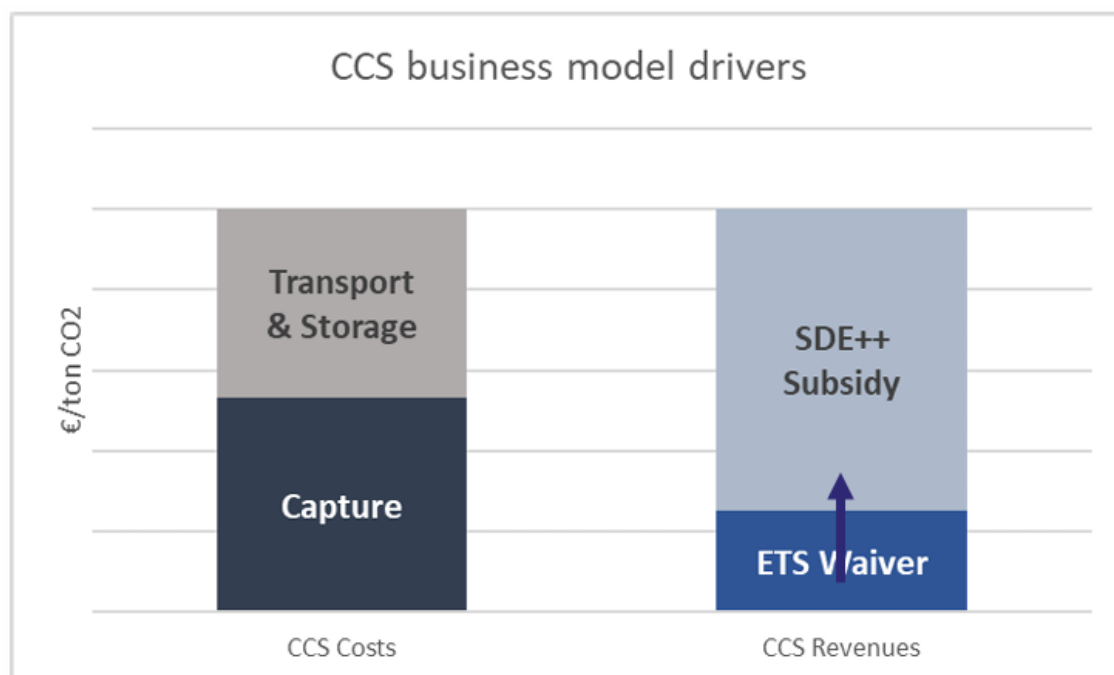


圖 12、SDE++補助機制

資料來源：Porthos(2025), The First large-scale CO₂ transportation and storage infrastructure in the European Union.

三、鹿特丹港務局

鹿特丹港務局係負責管理與開發鹿特丹港的公營公司，股東為鹿特丹市政府與荷蘭中央政府。其職責涵蓋航道與碼頭等公共設施建設維運、港口安全與環保管理、土地與設施租賃、港務費收取及產業投資。鹿特丹港綿延逾 40 公里、產業與物流腹地約 1.25 萬公頃，為歐洲貨運量最大港。本次拜會的對象為 CCS 商務經理 Sarah Arntz 與公關經理 Mark Driessen，圖 13 為會後合影。



圖 13、與鹿特丹港務局人員合影

為了成為永續港口，港務局以能源轉型為核心，提出了四大支柱(圖 14)，包括(1)效率與基礎建設(Efficiency and Infrastructure)、(2)A New Energy System(新能源系統)、(3)新的進料與燃料系統(A New Feedstock and Fuel System)與(4)永續運輸(Sustainable Transport)，各項均與 CCS 具有不同程度的關聯性。CCS 受到港務局關注的契機始於 2015 年巴黎氣候協定簽署後，當時的管理階層意識到港區的溫室氣體排放量約占荷蘭全國 14%，且多為煉油、石化、化工與發電等高碳排產業。為促進港區轉型，其主動拜訪各業者並告知「如果你無法達成永續，將不被允許待在這裡，但我會試著幫你。(If you' re not sustainable, you will no longer be here. But I' m trying to help you.)」，藉此讓業者感受到港務公司願意與其合作減碳之意願。遂於 2017 年與 EBN 及 Gasunie 共同發起 Porthos 計畫(圖 15)，以支援在地煉油、石化與化工等難以減排產業減碳，藉此強化供應鏈之韌性。透過與政府、產業與學研單位協作，港務局刻正把鹿特丹打造為西歐的低碳能源樞紐與循環經濟示範港。此外，在民眾溝通方面，荷蘭政府環境評估署(Planbureau voor de Leefomgeving, PBL)每年發布的「SDE++基準額最終建議(Eindadvies basisbedragen SDE++)」，以科學數據比較 CCS 及其他減碳技術之成本，並讓民眾瞭解 CCS 係達成淨零不可或缺的選項，亦有助於提高民眾接受度。再者，其 Mark

亦提醒進行民眾溝通時需做到「確認你的故事是正確的，並主動瞭解民眾關心的事且以事實回答。(To make sure your story is right, to know their interest and to explain in fact.)」，亦有助於取得民眾的信任。

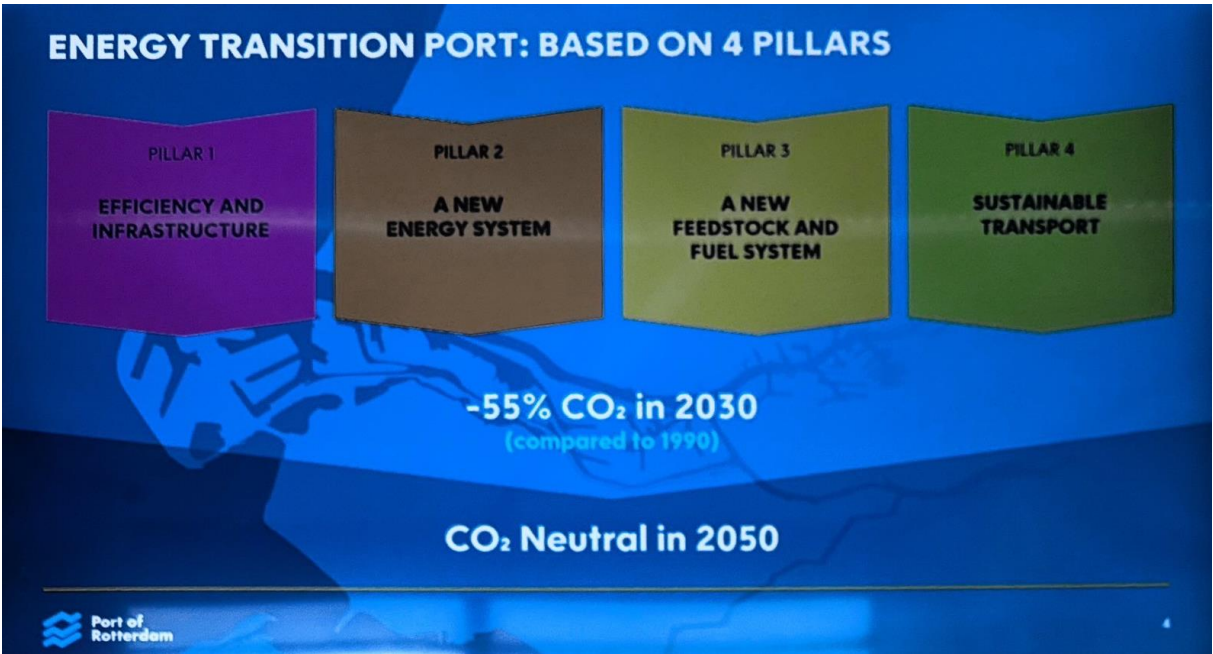


圖 14、鹿特丹港能源轉型四大支柱

資料來源：Port pf Rotterdam Authority(2025),

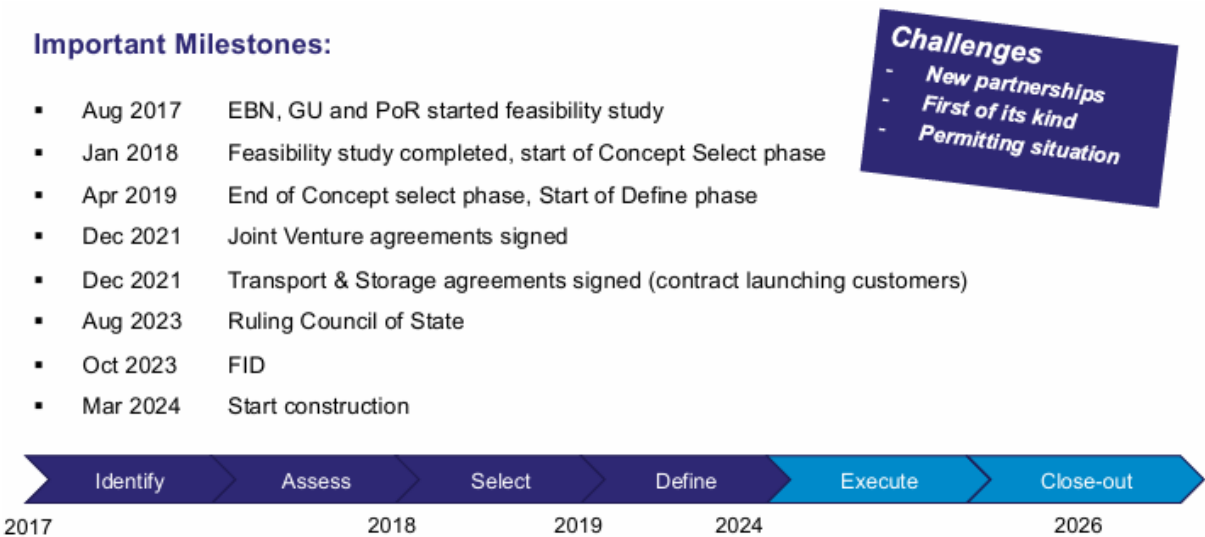


圖 15、Porthos 計畫重要里程碑

資料來源：Porthos(2025), The First large-scale CO₂ transportation and storage infrastructure in the European Union.

四、Energie Beheer Nederland(EBN)



EBN 係荷蘭國營能源公司，定位為地下資源與能源轉型的公共投資夥伴。EBN 以「為荷蘭提供可靠的、可負擔的及永續能源系統」為使命，並聚焦四大主軸：(1)永續供氣系統(A Sustainable Gas System)、(2)永續供熱轉型(A Sustainable Heat Transition)、(3)負責的碳封存(Responsible CO₂ Storage)及(4)為公共利益開發的系統(System Development for the Public Interest)。其在 CCS 價值鏈中扮演運輸與封存平台的共同出資與經營者，除與 Gasunie、鹿特丹港務局合作推動 Porthos 外，並和 TotalEnergies、Shell 及 Gasunie 共同推動 Aramis，以擴大碳運輸與封存服務的範圍。

EBN 參與 9 月 4 日聯合會議之代表為 Bram Herfkens 碳運輸與封存系統資產管理經理與 Joep Swayen 公共事務主管，其表示荷蘭過往曾有兩次碳封存計畫失利的經驗，其一為 Barendrecht 陸域碳封存計畫，擬捕捉煉油廠產出之 CO₂，再封存於陸域枯竭油氣層，但因民眾反對於 2010 年正式中止；其二為 ROAD(Rotterdam Opslag en Afvang Demonstratieproject)計畫，擬捕捉燃煤電廠產出之 CO₂，在封存於海域枯竭油氣層，但因排碳源退出，遂於 2017 年中止。為避免重蹈覆轍，EBN 先進行了源匯分析(圖 16)，發現荷蘭所屬北海油氣田具有豐富的碳封存潛力，並識別出荷蘭週邊的工業聚落，顯示荷蘭具有成為區域 CCS 樞紐，遂與鹿特丹港務局及 Gasunie 合作推動 Porthos 計畫，並提出後續更大規模的 Aramis 計畫及其他碳封存案場(圖 17，含枯竭油氣層及鹽水層)。

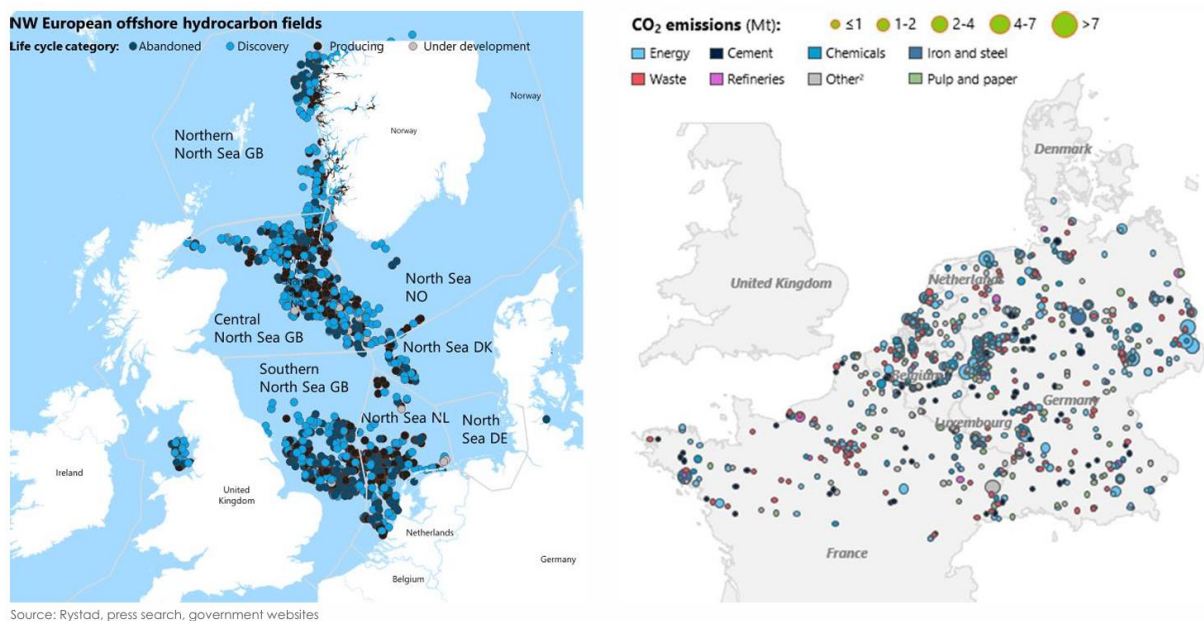


圖 16、荷蘭周邊源匯分析

資料來源：EBN & Gasunie(2025), CCS & the Netherlands.

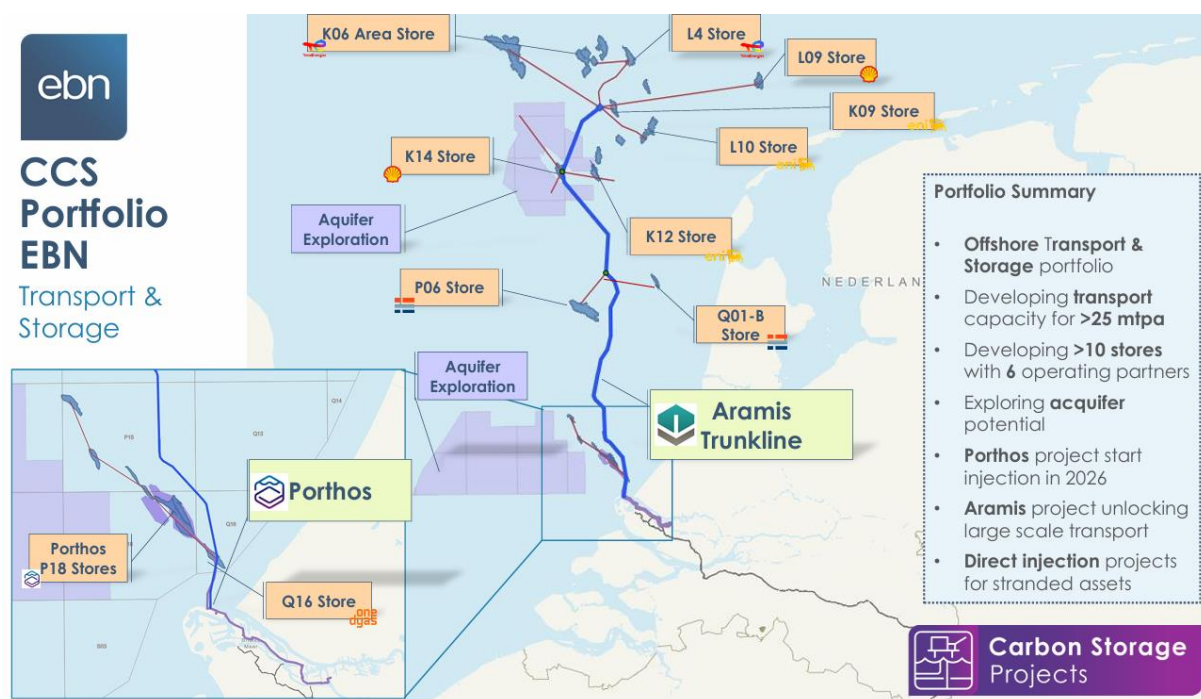


圖 17、EBN 碳封存案場

資料來源：EBN & Gasunie(2025), CCS & the Netherlands.

Gasunie 係荷蘭國營能源網路營運商，負責天然氣幹線輸送與儲存，其管網總長達 17,000 公里(涵蓋荷蘭與德國)，並以公共基礎設施角色推動能源轉型。Gasunie 規劃 2030 年前將投資 120 億歐元於可靠且永續的能源供應系統，包括天然氣(含 LNG)、氫能、CCS、生質甲烷及供熱等，使荷蘭成為區域能源樞紐(Energy Hub)(圖 18)。此外，就參與的 CCS 計畫而言，Gasunie 共參與 9 項 CCS 計畫，規劃透過陸上管網匯集來自荷蘭、德國及比利時之工業聚落所捕捉之 CO₂，再運往北海進行封存(圖 19)。其中，第 1~5 項已有較明確的時程規劃，而第 8 項則因英國已脫離歐盟，衍生境外碳運輸協商之問題。Gasunie 參與 9 月 4 日聯合會議之代表為 Alexander Vink CCS 商務總監，其亦於會中分享了管線建設之民眾溝通經驗，如負責溝通的人員不要穿著西裝，避免產生距離感；說到做到，以建立互信(Say what you do and do what you say to build mutual trust.)。圖 20 為會後合影。

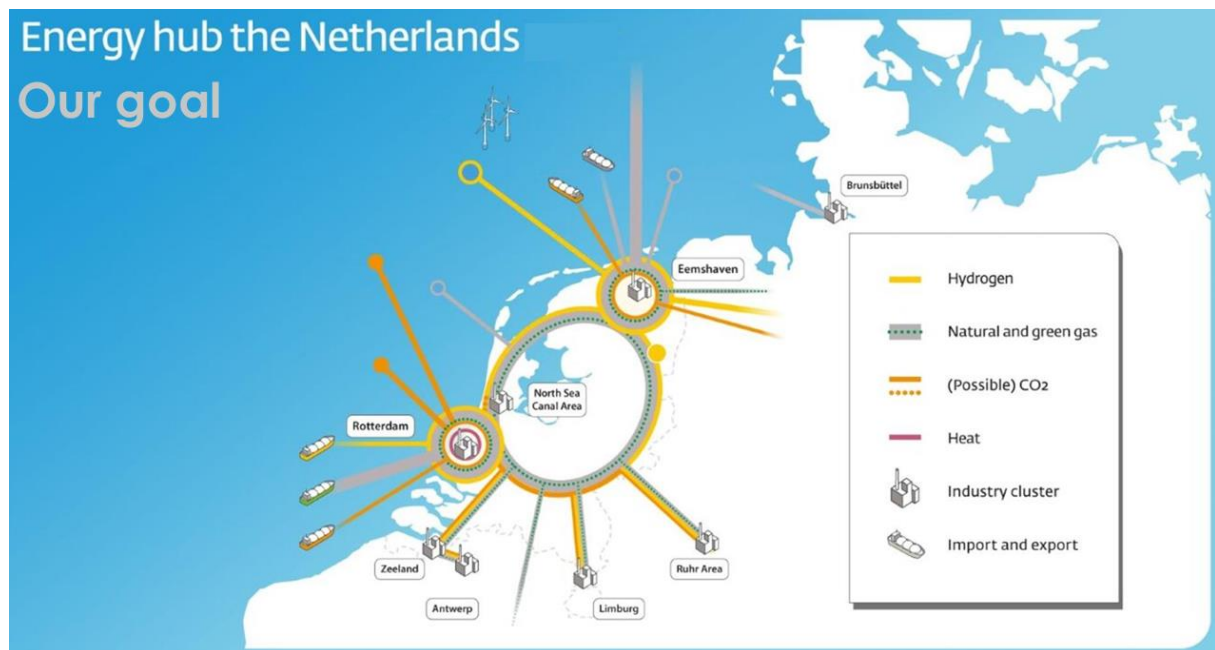


圖 18、Gasunie 之區域能源樞紐規劃

資料來源：EBN & Gasunie(2025), CCS & the Netherlands.

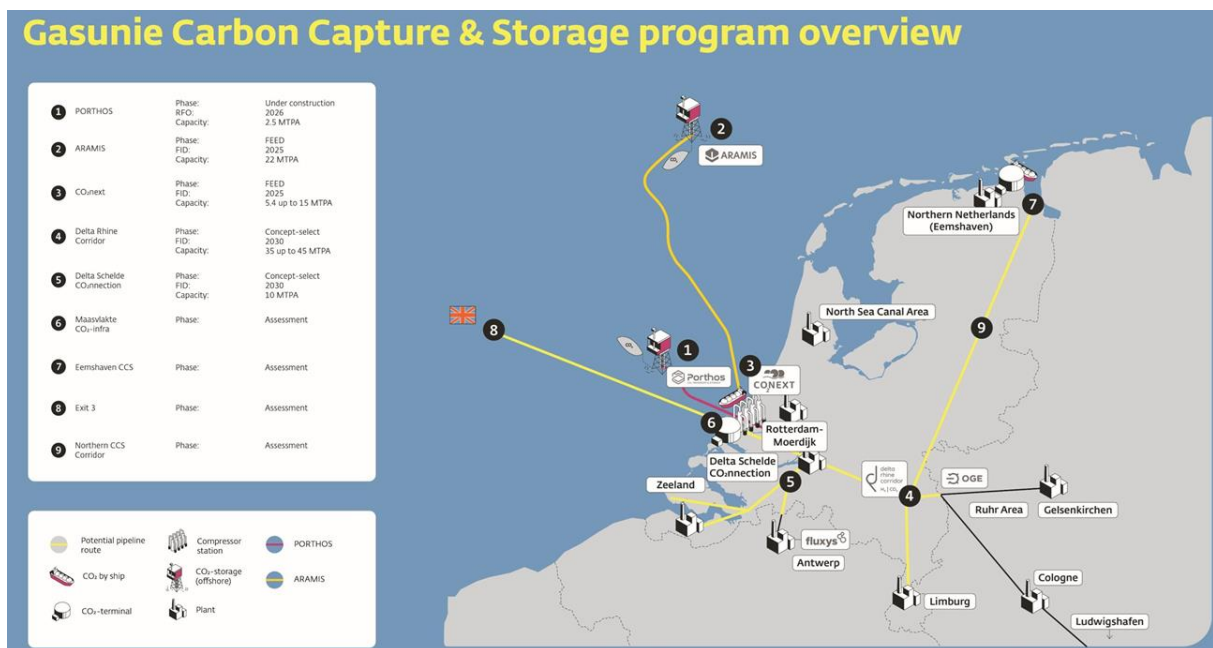


圖 19、Gasunie 之 CCS 計畫概述

資料來源：EBN & Gasunie(2025), CCS & the Netherlands.

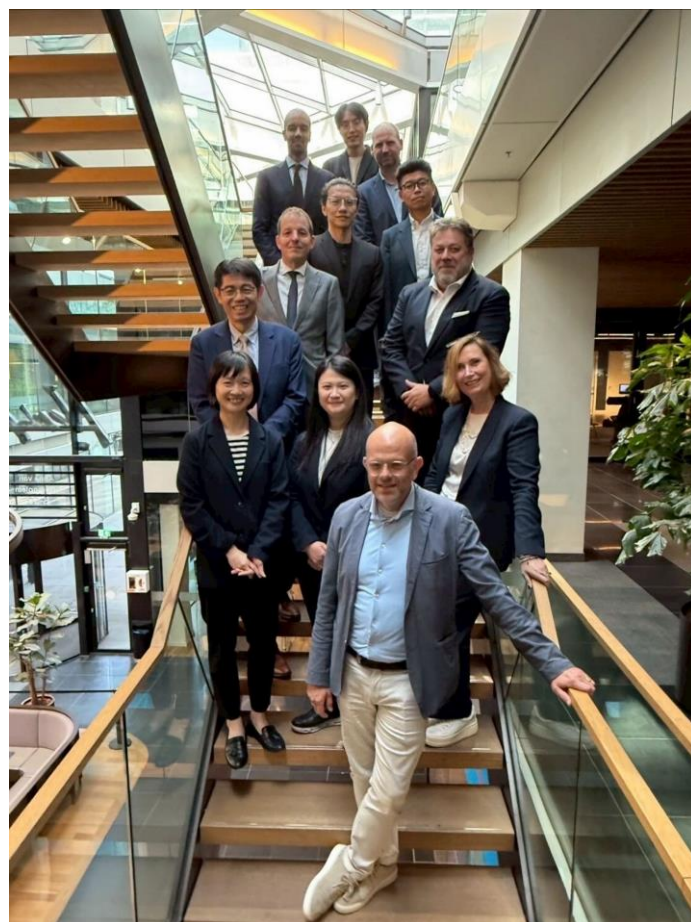


圖 20、EBN Gasunie 聯合會議後合影

Denys 為比利時總部的跨領域工程集團，創立於 1923 年，憑藉「多元化、創新、國際化」三大策略在歐洲、北非與撒哈拉以南非洲累積大量實績。其核心專長涵蓋液體與氣體管線(天然氣、工業氣體、監控與維護)、區域供熱與高壓電纜、隧道與水平導向鑽井(Horizontal Directional Drilling, HDD)、泵站、水塔、核電冷卻水管線、鐵路工程及特殊地基與灌漿，其能提供從設計到 EPC 統包的一站式解決方案，展現其在大型能源基礎設施與複雜地下工程的整合能力。

本次拜會的對象為 Geert Heytens Porthos 計畫總監，其表示在此計畫中，Denys 主要負責陸上管線施工，包含 30 公里 42 吋低壓管線(30 barg)及 2.7 公里 16 吋高壓管線(135 barg)。鑒於鹿特丹港區內已設置管線專用廊道(Corridor)，且廊道上僅覆蓋砂石與植被，以吸力挖掘機(Suction Excavator，圖 21)即可快速開挖。但廊道內既有管線繁多，且依規定管線間需維持 40 公分之距離，增添了建設的困難度。再者，管線沿途需跨越鐵路、高速公路及既有管網等設施(圖 22)，採用的工法包括 HDD(4 段)、開放式隧道鑽掘(Open Front Tunnelling，2 段)、微型隧道鑽掘(Microtunnelling，1 段)、跨橋(1 段)及地面設置(11 座開關站)等。除前述工程上的挑戰，尚有許多施工期的挑戰，如每年 10 月至隔年 4 月的防洪期(Flood Defenses)、每年 1 月到 7 月的海鳥繁殖期及在擁擠港區內維持營運安全與交通動線等，均提高了施工的困難度。

經洽詢該公司是否有意願投入亞洲市場，其表示目前業務範圍仍專注於歐洲與非洲，且因各國積極發展 CCS 與氫能，業務量繁多，暫無參與亞洲案場之規劃。Denys 辦公室位於港區內，後方具有一整排的擋風牆(Rozenburg Wind Wall)，用以保護強風直接侵襲河道上的船隻，圖 23 為會後合影。



圖 21、吸力挖掘機

資料來源：Denys(2025), Porthos Project Visit.

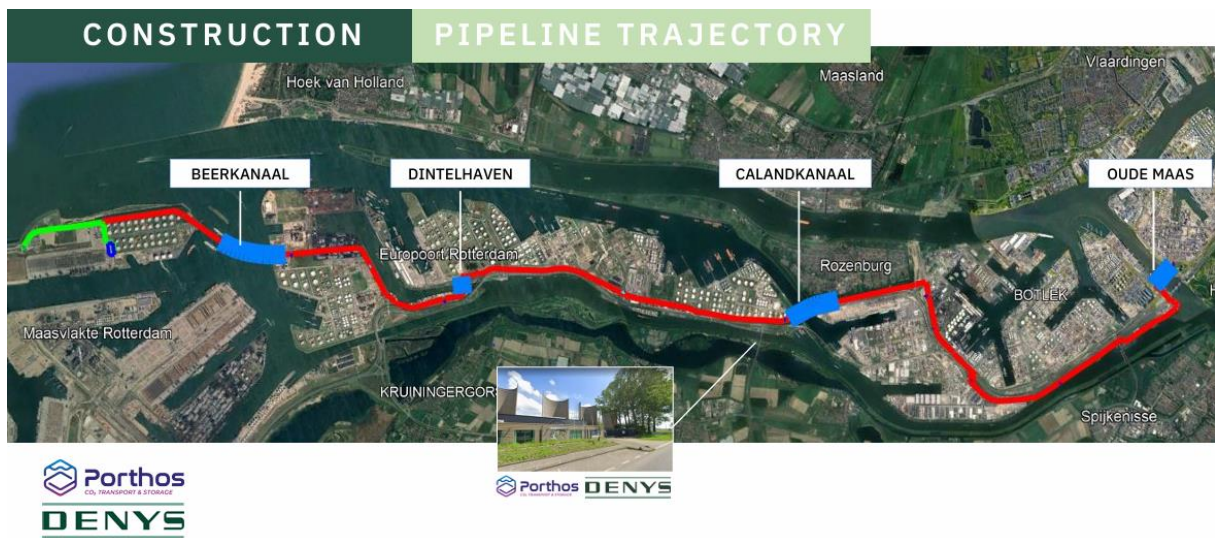


圖 22、陸上管線路徑

資料來源：Denys(2025), Porthos Project Visit.



圖 23、Denys 會後合影

七、Allseas

Allseas 係全球領先的海事工程承包商，創立於 1985 年，專長涵蓋海底管線鋪設 (pipelay)、海上平台整體安裝/拆卸與水下工程整包。該公司以自行研發船隊與關鍵技術著稱，目前共有 8 艘大型海事工程船(如圖 24)，包含具單次整體吊裝能力的超大型施工船 Pioneering Spirit 及 Solitaire、Audacia、Lorelay 等動態定位鋪管船，能在各水深與嚴苛海況下高效率施工。

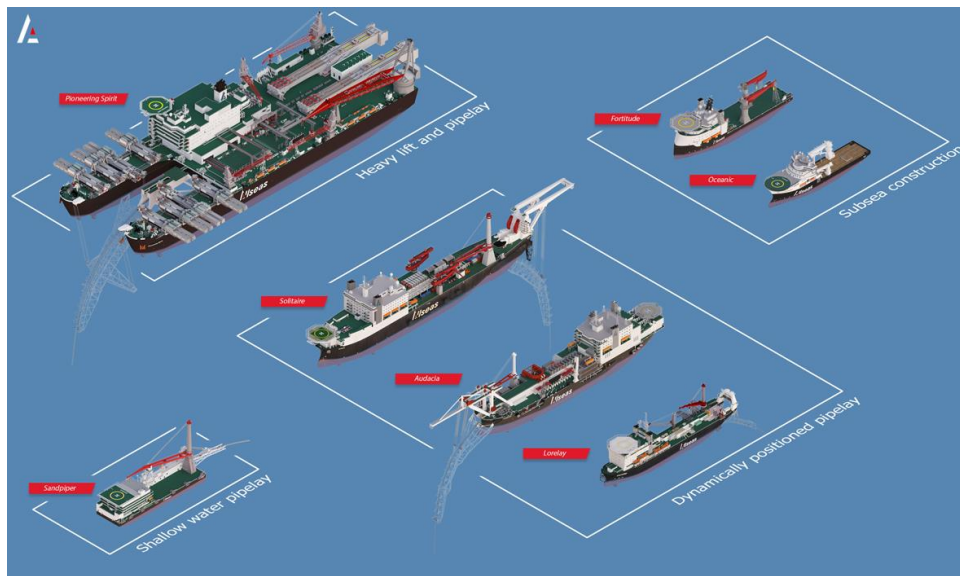


圖 24、Allseas 海事工程船

資料來源：Allseas(2025), Porthos CCS Pipeline Installation.

本次拜會對象為事業發展經理 Jan-Willem Beekman 與專案經理 Timo Remmers，其表示 Allseas 主要負責 Porthos 計畫海域 20 公里 16 吋管線鋪設作業。該海域之水深約 22 公尺，施作程序係先以 Oceanic 進行管線路徑之未爆彈(Unexploded Ordnance, UXO)調查及異物清除，再以 Lorelay 鋪設管線，並已於今年 8 月順利完工。

此外，Allseas 與 Boskalis 結盟取得本公司「永安至通霄第二條海底輸氣管線海域統包工程」標案(12 億歐元)，負責海底管線鋪設。該公司表示若本公司碳封存案場建設能配合工程船位於亞洲之船期，將可降低動遷費用。此外，亦表示未來若有海事工程相關需求，可另外安排會議討論，並可提供各船之船期資訊。該公司近期將於台灣設置辦公室，積極拓展在台業務。針對未來發展方向，該公司亦在會中指出為延長船艦的續航力，刻正研發核動力船艦中，預計約 2030 年上線。圖 25 為會後合影。



圖 25、Allseas 會後合影

八、Air Products HyCO4



Air Products HyCO4 位於荷蘭鹿特丹港 Botlek 工業區，為歐洲大型氫氣生產廠之一。廠內以蒸汽甲烷重組(Steam Methane Reforming, SMR)製氫，料源為天然氣及來自 ExxonMobil 煉油廠之燃料氣，氫氣產能約 300 噸/日，同時透過 40 barg 與 75 barg 兩套總計 90 公里之管網，將氫氣供應至園區之煉油與化工客戶，鄰近之 ExxonMobil 煉油廠亦為主要用戶之一。除氫氣外，HyCO4 亦提供 Exxonmobil 煉油廠 80 噸/時之熱蒸汽 (400°C，40 barg)。此外，該廠為高度自動化之工廠，總人力僅 7 位技術員(每班僅 1 位)、2 位維修技師、1 位生產工程師及 1 位工廠主管等。

本次拜會對象為荷蘭地區營運經理 Theo Horbach 及大型專案開發經理 Mark van Wijk，其表示為配合荷蘭與歐盟減碳目標，HyCO4 將在既有製程增設胺吸收碳捕捉系統(圖 26)，預估捕捉量能為 50 萬噸/年，捕捉之 CO₂ 將匯入 Porthos 陸上管線輸往海域枯竭氣田封存。刻正進行土木建設中，該廠採用模組化碳捕捉系統，模組於工廠製造完成後，再運抵 HyCO4 組裝，藉此加速工程施作，預計 2026 年商轉，屆時將成為歐洲最大的藍氫生產工廠。Exxonmobil 煉油廠亦為 Porthos 之碳源，其捕捉之 CO₂ 經過脫水與計量後，將輸送至 HyCO4 匯集，並由 HyCO4 進行即時採樣分析，確認 CO₂ 規格後，再一併升壓泵入 Porthos 陸上管線。參觀 HyCO4 之合影如圖 27 所示。



圖 26、HyCO4 廠區配置圖

資料來源：Air Products(2025), HyCO4 Rotterdam Introduction.



圖 27、參觀 HyCO4 合影

肆、心得及建議

本次奉派參與 TUCA 荷蘭 Porthos 參訪行程，與該計畫之關鍵單位進行業務交流並前往加壓站與藍氫製造廠參訪，對於此計畫之內容與各公司之技術能力有了進一步的瞭解，有益於後續本公司既有 CCS 計畫之推動，茲提出心得與建議如下：

一、建置完善的官方網頁，透過資料透明化提升大眾對此計畫之瞭解

Porthos 網頁特別開設專區提供完整的文宣資料(含圖片、海報及影片等)、管輸模擬示意及平台改造流程等資訊，讓民眾自行操作及下載，此有利於提升對此計畫之認識。

二、與碳源共同制定 CO₂ 規格，以促成捕存雙贏

Porthos 計畫之 CO₂ 規格係經營團隊與四家排碳源共同研討並制定之結果，此作法能使捕捉業者與封存業者於成本上取得平衡，避免發生規格太高以致無人捕捉或規格太低衍生腐蝕風險的情況。

三、建議應研擬完善的補助或獎勵措施，以吸引業者投入 CCS 計畫

Porthos 計畫的成功因素在於排碳源可取得 SDE++之補助且低碳產品具有更好的價格，使其有誘因發展碳捕捉技術；運輸與封存業者除取得歐盟補助外，亦可收取服務費，藉此建立足以獲利之商業模式。建議我國政府可將徵收的碳費提撥特定比例建立 CCS 計畫之補助或獎勵措施，以吸引業者投入 CCS 計畫。

四、由公營與民營事業合資成立新公司發展碳運輸與封存業務，以確保其中立性與服務性

由公營事業與民營事業共同合資成立新公司，以建設碳運輸與封存基礎設施，有利於確保其中立性兼具服務性質，可避免陷入漂綠之疑慮。

五、事前研擬並提供問題予拜訪單位，以提高討論效率

事先蒐集拜會單位背景資訊並研擬相關問題，再由主辦單位彙整並於出發前提供予各單位，使其可據此準備簡報說明，此有利於雙方業務交流，進而提升討論效率。