

行政院及所屬各機關出國報告

(出國 類別：開會)

參加 Gastech 2025 國際天然氣會議

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：張哲銘（燃料處油氣組組長）

派赴國家：義大利

出國期間：114 年 9 月 7 日至 9 月 13 日

報告日期：114 年 11 月 10 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加 Gastech 2025 國際天然氣會議

頁數 48 含附件：☐是☒否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

出國人員-- 姓名 / 服務機關 / 單位 / 職稱 / 電話：

張哲銘/台電公司/燃料處/油氣組組長/02-2366-6741

出國類別：☐1 考察 ☐2 進修 ☐3 研究 ☐4 實習 ☒5 其他

出國期間：114 年 9 月 7 日~9 月 13 日 出國地區：義大利

報告日期：114 年 11 月 10 日

分類號/目

關鍵詞：天然氣、LNG、CCUS、FSRU

內容摘要：

1. 如何在能源供應安全、減碳與能源可負擔性取得平衡仍然全球關鍵議題。需要透過政府、企業、乃至於國際間長期合作關係與更為細緻的風險操作來克服。
2. 液化天然氣(LNG)在當前全球能源格局中仍是不可或缺的穩定工具，不僅能支撐再生能源的波動性，也能在能源安全方面發揮作用。未來十年 LNG 市場將是「供應擴張、價格重定、風險分散」的局面。而供應來源的多樣化與基礎設施投資將是維持全球能源穩定的關鍵。。
3. 美國 LNG 出口擴張是其國家經濟與能源安全戰略的核心戰略，並作為地緣政治工具與經濟引擎的雙重定位。
4. 碳捕捉、利用與封存技術(CCUS) 被視為實現淨零目標的重要手段，但投資金額龐大且風險高，需要政府、社會與技術供應商的支持，更需要透明溝通，讓 CCUS 的安全性與可行性被理解後，才能將計畫落實並轉化為具體成果。
5. FSRU 計畫與電源開發計畫類似，是從前期的可行性研究分析、環評，到中期 FSRU 與相關設施的細節設計，營運所需相關許可的申請，乃至於後期採購契約的簽訂、建造、試運轉到運轉整套處理的過程，特別是要配合發電機組的運作需求，而其又容易受到外界環境影響，因此，船岸順利匹配與否會影響計畫順利進行，也因為涵蓋層面廣泛，需要相關部門共同合作才能順利完成。

目錄

壹、出國緣起與任務	1
貳、出國行程.....	2
參、工作內容.....	3
一、關鍵座談會議題.....	4
(一) 合作與風險管理是達成全球能源平權的關鍵.....	4
(二) 人工智慧(AI)在能源轉型中的潛力與挑戰	5
(三) LNG 在能源轉型過程中扮演的角色	5
(四) 在韌性與永續的要求下，天然氣將重新定義能源組合	6
(五) 在全球不確定性下仍能持續新增 LNG 來源.....	7
(六) 確保靈活的 LNG 供應鏈以應對不斷上升的全球需求	8
(七) LNG 基礎設施適應轉型需求的重要性	9
(八) 美國 LNG 出口倍增規劃	10
(九) 碳捕捉、利用與封存技術(CCUS)在全球能源轉型中的關鍵地位.....	11
二、專題報告	15
(一) LNG 在能源轉型中的角色	15
(二) 2026~2030 年間全球 LNG 市場供需展望	18
(三) 全球天然氣市場的關鍵風險.....	20
(四) 全球 LNG 供應與價格再平衡：美國主導下的多極化格局	23
(五) LNG 與煤炭排放比較分析	26

(六) 從價格接受者到市場塑造者：中國 LNG 買家的策略轉型.....	29
三、與潛在 FSRU 供應商與顧問公司會談紀要.....	31
(一) 洽詢問題內容.....	31
(二) 廠商基本介紹與回覆內容	33
(三) 小結.....	46
肆、心得與建議.....	47

圖表目錄

圖表 1：East Coast Cluster 計畫示意圖.....	12
圖表 2：全球初級能源供應趨勢.....	15
圖表 3：2050 年全球初級能源供應預測(不同機構).....	15
圖表 4：2050 全球初級能源供應預測(不同情境).....	16
圖表 5：不同情境下 LNG 供需預測.....	17
圖表 6：未來 12 個月內達成 FID 液化產能分布.....	18
圖表 7：不同情境下 LNG 淨供需預測.....	19
圖表 8：俄羅斯天然氣出口路徑現況示意.....	21
圖表 9：美國天然氣需求成長趨勢.....	23
圖表 10：Henry Hub 價格歷史趨勢與預測.....	24
圖表 11：不同全球暖化潛勢下美國 LNG 出口至中國碳排放.....	26
圖表 12：LNG 與煤炭生命週期碳排放比較.....	27
圖表 13：油氣價格歷史趨勢(2010~2025 年).....	29
圖表 14：日本 LNG 交易種類與合約目的的限制趨勢.....	30
圖表 15：ECONet 系統運作示意圖.....	45

壹、出國緣起與任務

配合政府氣主煤從能源政策，本公司已積極規劃及興建台中一期及協和燃氣發電計畫燃氣機組與自建 LNG 接收站，其中協和計畫已在今(114)年 2 月底通過環評，計畫前期會以浮動式 LNG 儲存氣化設施(FSRU)作為臨時供氣方案，因本公司無 FSRU 採購經驗，參加此次會議主要為與 FSRU 相關廠商進行意見交換與藉由會議平台蒐集有關資訊，為接下來將陸續辦理之 FSRU 租賃相關作業做準備。同時未來通霄二期與台中二期燃氣發電計畫亦有自購 LNG 之規劃，亦可透過此次會議了解國際 LNG 市場/合約發展最新趨勢與未來供需情形。

Gastech 國際天然氣會議(兼具研討會與廠商展示會性質)自 1972 年創辦，目前已是全球最具規模及影響力的國際天然氣會議，今(114)年會議訂於 9 月 9 日至 12 日在義大利米蘭舉行。本會議除針對天然氣與 LNG 產業提供商務及技術性觀點供與會者探討外，亦納入與產業有關之基礎設施如 FSRU 討論，碳捕捉封存利用(CCUS)技術及潔淨能源如氫、氨等議題之研討、並涵蓋 AI 技術在產業上的運用等，全球產業界以及各國政府、學術機構與專業顧問公司等，均會派員出席會議。

本次會議議程包括策略性論壇、商務及技術研討會，會場並有來自全球相關產業主要廠商提供展示攤位，供與會者洽商業務。規劃參與議題如下：(一)市場環境劇變下兼顧能源安全、經濟性、可得性之選擇；(二)天然氣作為滿足減碳目標與能源需求增長下的優勢；(三)在地緣政治持續動盪情況下對天然氣市場影響；(四)天然氣供需趨勢展望；(五)新一波 LNG 出口計畫浪潮；(六)在全球氣候目標下對於低碳與零碳潔淨能源之供需分析；(七)CCS&CCUS 技術與市場研析；(八)全球氫、氨、生質燃料產業之市場與技術研討；(九)LNG 航運產業近期最新趨勢與技術進展(包含 FSRU)。此外，也將直接與 LNG 供應鏈與 FSRU 產業之供應廠商、顧問公司洽談，交換市場與技術相關資訊。

參加本次會議所獲得資訊對本公司進行 LNG 採購、天然氣燃料成本掌握及能源轉型規劃有相當助益，亦可建立國際 LNG 供應鏈之人脈與市場資訊來源，同時可對於新興潔淨能源發展有進一步了解。

貳、 出國行程

日期	工作地點	工作內容
9 月 7~8 日	台北→義大利米蘭	往程
9 月 9~12 日	義大利米蘭	參加 Gastech 2025 國際天然氣會議
9 月 12~13 日	義大利米蘭→台北	返程

參、 工作內容

有關此次工作內容，謹依據型態區分為三大類主題如下：

一、策略性論壇

- (一) 合作與風險管理是達成全球能源平權的關鍵
- (二) 人工智慧（AI）在能源轉型中的潛力與挑戰
- (三) LNG 在能源轉型過程中扮演的角色
- (四) 在韌性與永續的要求下，天然氣將重新定義能源組合
- (五) 在全球不確定性下仍能持續新增 LNG 來源
- (六) 確保靈活的 LNG 供應鏈以應對不斷上升的全球需求
- (七) LNG 基礎設施適應轉型需求的重要性
- (八) 美國 LNG 出口倍增規劃
- (九) 碳捕捉、利用與封存技術(CCUS)在全球能源轉型中的關鍵地位

二、專題報告

- (一) LNG 在能源轉型中的角色
- (二) 2026~2030 年間全球 LNG 市場供需展望
- (三) 全球天然氣市場的關鍵風險
- (四) 全球 LNG 供應與價格再平衡：美國主導下的多極化格
- (五) LNG 與煤炭排放比較分析
- (六) 從價格接受者到市場塑造者：中國 LNG 買家的策略轉型

三、與潛在 FSRU 供應商與顧問公司會談紀要

一、 關鍵座談會議題

(一) 合作與風險管理是達成全球能源平權的關鍵

為實現「公平能源轉型」，必須兼顧全球南北不同社群與經濟體的需求，並確保向再生能源過渡的同時，每個群體都能獲益。

首先，非洲被視為重點案例。非洲人口龐大，但約 18 億人仍缺乏穩定電力，近 8 成的人口甚至沒有乾淨的烹飪能源。專家指出，天然氣開發與基礎設施建設對非洲現代化至關重要，不僅有助於工業化，也能改善民生。而要解決能源貧窮，需要約 1.2 兆美元資金，並仰賴國際合作與對此目的性的投資。

其次，非洲若能建立有效能源市場，不僅能減少對於其他地區的依賴，也能在再生能源領域扮演更積極的角色。長遠而言，這需要跨國策略來解決資金短缺、技術落差與不平等的分配問題。與此同時，全球天然氣市場也面臨波動，特別是亞洲進口需求高漲，如何保持市場穩定將是關鍵。

另外，人才與技術也是挑戰之一。能源產業需要高度專業人才，但這些人才往往集中於特定地區，使其他區域難以獲得同等技術支援。對此，專家呼籲，應該加強教育與技能培訓，縮小不同地區的能源發展差距。

最後，在面對能源轉型與市場不確定性時，政府、企業與國際組織必須攜手合作，建立跨國平台，共同分擔風險。這不僅涉及能源技術和資金，也牽涉到性別平等、社會發展等更廣泛議題。所以，能源轉型不僅是技術和經濟問題，更是一個全球性的社會責任。

(二) LNG 在能源轉型過程中扮演的角色

隨著全球電力需求上升與俄羅斯天然氣供應減少，LNG 的需求正快速增長，尤其在歐洲與亞洲更為明顯。自 2022 年以來，歐洲 LNG 進口量增加了 45%，印度則計劃到 2030 年將天然氣占能源比例提升至 15%。

印度國營石油和天然氣公司(Petronet LNG)的代表表示，印度正快速增加 LNG 進口能力，未來兩到三年內將新增 2,000 萬公噸進口能力，五年內則將新增達 1.7 億公噸，幾乎能覆蓋全國的能源需求。這顯示 **LNG 在印度能源結構中將成為關鍵，並有助於替代煤炭等能源。**

同時，業界專家強調消費者與供應商之間的長期合作與契約是穩定 LNG 市場的基礎。新加坡代表指出，該國 95% 的電力來自燃氣發電，因此 LNG 對於該國來說不僅是能源安全問題，也是維持競爭力的關鍵。新加坡希望未來能更多依靠再生能源，但在短期內仍需倚賴 LNG 來確保電力供應。

歐洲，特別是東南歐的情況也顯示 LNG 的重要性。專家指出，東南歐國家目前每年使用約 1 億公噸煤炭進行發電，未來勢必逐步被天然氣取代，而歐洲整體則需要在俄羅斯天然氣退出市場後尋找更多元的來源。這使得長期合約、基礎建設投資以及區域間的合作更加重要。

然而，會中也提及 **LNG 價格高度受地緣政治影響**，波動性大，對開發中國家來說可能變得難以承受。為此，專家呼籲**必須找到平衡點，避免天然氣因價格過高而失去作為「橋接燃料」的價值**。當然以目前狀況來說，天然氣將在未來三到四十年內持續扮演重要角色，直到再生能源和儲能技術真正能完全取代為止。

整體而言，LNG 在當前全球能源格局中仍是不可或缺的穩定工具，不僅能支撐再生能源的波動性，也能在能源安全方面發揮作用。未來，隨著國際合作、契約靈活性與基礎設施投資的持續推進，LNG 將繼續在全球能源轉型過程中扮演關鍵角色，但其價格波動與地緣政治風險仍是最大的挑戰。

(三) 在韌性與永續的要求下，天然氣將重新定義能源組合

隨著能源需求不斷上升與能源轉型加速，如何提供安全、可負擔且永續的電力已成為前所未有的重要挑戰。天然氣因其充足的供應量、相對低碳排放及高可靠性，被認為將持續在未來二十年內成為能源組合的核心，而不僅僅是過渡燃料。

美國能源設備供應商貝克休斯(Baker Hughes)執行長 Lorenzo Simonelli 強調，能源安全的內涵已擴展至已開發國家與開發中國家，而天然氣正是解決能源需求與供應韌性的關鍵。阿布達比國家石油公司(ADNOC)執行長 Musabbeh Al Kaabi 預測，到 2035 年，全球人口將超過 80 億，電力需求將增加 40%，資料中心的能源需求將上升 75%，天然氣因此在滿足增長需求中扮演關鍵角色。

泰國國家石油公司(PTT)總裁 Kongkrapan Intarajang 提到，東南亞面臨平衡能源永續性與可負擔性的挑戰。由於再生能源發展尚不足，仍需天然氣補足能源缺口，以泰國為例，能源需求 20% 仍需仰賴進口。日本 INPEX Corporation 總裁 Takayuki Ueda 補充，天然氣能快速供應電力並確保穩定性，而再生能源受天候限制，兩者並非互斥，而是互補關係。

全球 LNG 貿易量目前約為 4 億公噸，預計到 2040~2050 年將增至 7~8 億公噸。這意味著天然氣在能源轉型過程中，不僅能支撐經濟增長，也能保障能源安全。

最後，專家一致認為，要實現未來的能源目標，必須持續推動基礎設施投資，包括管線、LNG 接收站與氣化設施，以支撐不斷增長的需求。Lorenzo Simonelli 指出，天然氣與再生能源的結合，加上靈活的系統設計，能為全球提供「安全、可負擔且永續」的能源解決方案。

(四) 在全球不確定性下仍能持續新增 LNG 來源

在主題中，主要探討在全球地緣政治緊張與能源供應中斷的背景下，能源產業如何透過長期合作關係與更為細緻的操作來克服市場脆弱性。

由於能源產業屬於資本密集產業，為了確保供應安全，消費者與供應商之間的長期承諾與信任關係極為關鍵，這樣的合作關係能夠幫助產業在動盪環境中持續發展。

ADNOC Gas 的高層提到，從 2000 年以來，地緣政治的不確定性的風險已大幅增加，經驗顯示買賣雙方的信任與長期關係是應對風險的核心。其他專家也強調，無論是在基礎建設融資、政府談判，或是應對政治風險策略時，這些長期的夥伴關係都能發揮作用。

從基礎設施的角度來看，作為美國 LNG 主要出口路徑之路易西安納州港口委員會代表強調，基礎建設是能源供應的基礎，而地緣政治風險與市場障礙必須透過靈活的策略來克服，才能確保計畫的順利推進。與此同時，投資與融資機構在能源項目中也扮演了重要角色，因為他們能幫助跨越風險障礙，協助計畫完成。

歐洲專家則進一步指出，地緣政治的不穩定將使買賣雙方夥伴關係在能源交易中持續重要。他認為未來能源市場將面臨新的局勢轉變，尤其是 LNG 市場，其商品化程度與石油市場不同，較難單純以即時交易來運作，因此更需依靠長期承諾與耐心經營。

此外，來自亞洲的觀點也呼籲能源產業應該建立更為多元的投資組合，以分散地緣政治與市場流動性風險。特別是 LNG 屬於長期性業務，決策必須以耐心和長遠眼光為核心，而不是被短期市場或政治壓力左右。

最後，專家們預測未來 LNG 市場可能會發展出新的獨立價格指標，逐漸擺脫對石油價格的依附。這種新型態的市場運作方式，將進一步突顯長期合作與穩定關係的重要性，因為它不僅關乎供應安全，也直接影響全球能源市場的可持續發展。

(五) 確保靈活的 LNG 供應鏈以應對不斷上升的全球需求

隨著全球能源需求持續攀升，確保安全且靈活的 LNG 供應鏈已成為當前的緊迫課題。根據市場專業顧問機構 Wood Mackenzie 的資料，為滿足未來消費需求，到 2040 年全球需要新增約 1.35 億公噸/年的 LNG 產能。然而，許多已達最終投資決定(Final Investment Decision, FID)階段的出口計畫遭遇延宕，恐導致進入市場的 LNG 供給減少，進一步加劇市場不確定性。

供應不足的原因涉及多方面。美國 MidOcean Energy 執行長 De la Rey Venter 分析，監理制度不穩定、政策缺乏明確性，以及財務不確定性是主要障礙，特別在歐洲情況更為顯著。此外，融資成本上升與計畫時程緊迫，也使新建發電計畫陷入瓶頸。美國 LNG 供應商 NextDecade 執行長 Matt Schatzman 提醒，市場需要更重視合作與供應鏈管理，其認為市場處在微幅供應過剩狀態總比嚴重短缺來得好。

與過去相比，產業焦點也在轉變。美國 LNG 供應商 Sempra Infrastructure LNG 總裁 Martin Hupka 指出，十年前 LNG 計畫推動的邏輯與今日不同，如今在再生能源普及下，天然氣需求仍需成長，帶動對 LNG 供應鏈的高度關注。Matt Schatzman 補充，三年前業界關注的重點多在排碳強度，如今則更聚焦於供應安全。

政治穩定性同樣至關重要。日本經濟產業省的 Yuya Hasegawa 表示，政府的使命是保護公民免受地緣政治挑戰影響，因此必須提供穩定的政策環境，確保長期供應的一致性。他強調，國家安全依賴能源安全，而能源安全需要社會各界共同承擔責任。

綜上，LNG 在全球能源轉型中的具備關鍵地位，但要滿足不斷攀升的需求，產業必須跨越監理、財務、基礎建設與地緣政治的挑戰，並透過合作、技術創新與政策支持，建立更加安全靈活的供應鏈。

(六) LNG 基礎設施適應轉型需求的重要性

隨著能源轉型與全球去碳化需求不斷加速，LNG 與天然氣被視為支撐能源需求增長的重要燃料。然而，這一進程能否順利推動，取決於必要基礎設施的建設與發展。

雪佛龍(Chevron)副總裁 Brian Essner 表示，天然氣將在未來持續扮演滿足全球能源需求的核心角色。但他同時指出，政策與技術發展的進展相對落後，全球各地情況差異巨大，沒有單一方案能適用所有市場，必須依賴當地合作夥伴來量身打造解決方案並建設基礎設施。

Sempra Infrastructure 的 Carlos de la Vega 進一步指出，風險管理與政策支持至關重要，如果缺乏穩定的監理環境，LNG 計畫的推進將困難重重。他強調，誰能取得政府支持，誰就能在 LNG 發展上取得優勢。

德國能源公司 Uniper 執行長 Carsten Poppinga 補充，歐洲未來數十年仍需要天然氣來支撐能源安全，特別是儲氣設施的角色不容忽視，因為它能在能源系統中提供靈活性與穩定性。

Baker Hughes 的 Tiffany Pitts 指出，儘管能源轉型帶來了新挑戰，現有基礎設施與技術仍能發揮作用，例如利用現有設備升級來降低排放、提高效率。他同時呼籲需有更明確的監理政策與適當的融資支持，才能保障基礎設施建設的推進。

此外，美國貝泰(Bechtel)工程公司的 Bhupesh Thakka 強調，產業要專注於提高計畫執行力與建設效率，尤其是 LNG/天然氣計畫的勞動力和設備供應鏈能力。他提醒，客戶在意的不僅是項目的規模，更看重在時間與成本上的準時交付。

總的來說，LNG 基礎設施建設不僅是能源供應安全的保障，也是推進能源轉型與去碳化的重要支柱。唯有結合政策支持、技術創新與在地合作，才能確保全球能源市場能在需求持續上升的同時，實現穩定與永續。

(七) 美國 LNG 出口倍增規劃

美國在本次會議中宣布，未來五年將把 LNG 出口量加倍，藉此回應快速增長的全球能源需求，並強化美國在國際能源市場中的主導地位。美國內政部長 Doug Burgum 與能源部長 Chris Wright 表示，LNG 已成為美國增長最快的出口貨物，其出口規模甚至已是好萊塢娛樂產業的兩倍。這樣出口擴張被視為國家經濟與能源安全戰略的核心戰略，其目標是在十年內鞏固美國的能源領導角色。

Wright 能源部長強調，新的出口計畫將透過簡化與加速 LNG 出口設施審查程序來落實，與拜登政府時期暫停相關許可的做法形成鮮明對比。此政策不僅是經濟手段，也被形容為全球「AI 競賽」下的一項戰略武器，因為數位化與人工智慧的發展將驅動更龐大的能源需求。

天然氣被視為「全球增長最快的能源來源」，其出口不僅能滿足各地對清潔燃料的需求，還能推動美國能源產業與基礎設施的擴展。總體而言，此計畫展現了美國將能源出口作為地緣政治工具與經濟引擎的雙重定位，並意圖透過持續擴張來應對全球能源轉型中的挑戰與機遇。

(八) 碳捕捉、利用與封存技術(CCUS)在全球能源轉型中的關鍵地位

隨著各國加強氣候法規、投資人對清潔能源要求，以及第 29 屆聯合國氣候峰會(COP29)對氣候金融的關注提升，市場對 CCUS 的需求日益增長。CCUS 被視為實現淨零目標的重要手段，然而仍面臨高昂成本、基礎設施不足以及公眾接受度的挑戰。

專家指出，雖然捕捉二氧化碳本身耗能且常依賴化石燃料，但隨著天然氣需求增加及供應加速擴張，業界已迫切需要透過 CCUS 來平衡排放。根據 Wood Mackenzie 的預測，若能落實超過 200 個 CCUS 計畫，到 2030 年前每年可捕捉超過 5 億公噸二氧化碳排放，相當於整個產業邁向大規模應用的關鍵一步。

信心的建立對推動計畫至關重要。由於 CCUS 投資金額龐大且風險高，企業需要政府、社會與技術供應商的支持，才能將計畫落實並轉化為具體成果。例如，英國的 Net Zero Teesside 計畫便透過多方合作，建立了世界首座整合碳捕捉技術的燃氣電廠，可提供 750MW 低碳電力，足以供應百萬戶家庭。

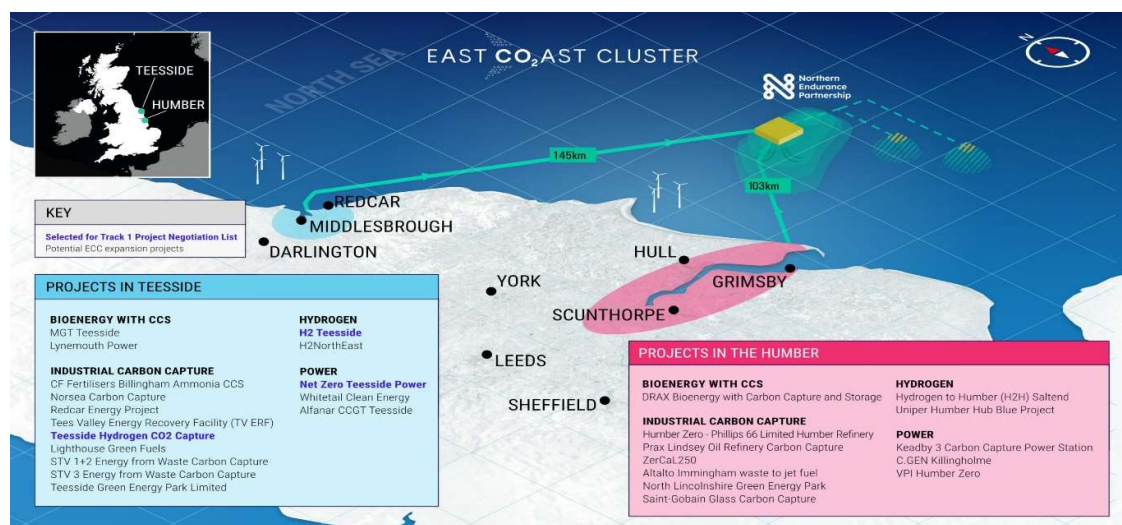
合作關係被認為是降低風險與推動創新的關鍵。專家呼籲政府需建立明確規範、責任框架與融資獎勵，企業之間以及公私部門之間的合作也不可或缺。這樣的合作模式能幫助產業克服高成本與技術限制，加快推動基礎設施的建設與部署。

另一方面，成本控制與規模化發展被視為當前挑戰。專家提到，透過標準化設計、模組化施工與供應鏈合作，可以顯著降低建置與運營成本。自 2000 年以來，全球碳捕捉能力已增加 100 倍，但與排放規模相比仍顯不足。資料中心與能源密集型產業的減碳要求，也將成為推動 CCUS 的重要需求來源。

最後，還有一塊「公眾信任」的缺口需要補足。許多人對 CCUS 缺乏理解甚至存疑，導致反對聲浪。專家呼籲，除了技術和資金，業界更需要透明溝通，讓公民、投資者和決策者理解 CCUS 的安全性與可行性，並相信它能成為一個「安全、可負擔、可持續」的氣候解決方案。

Net Zero Teesside 電廠概要

1. 地點：英國英格蘭東北部的 Teesside 地區。這個地區為工業密集區，有鋼鐵、氫生產與其他重工業設施。
2. 營運者：Net Zero Teesside Power Limited 為業主，英國石油公司(BP)與挪威國家石油公司(Equinor)是主要參與公司。也與法國 Technip Energies、美國奇異維諾瓦(GE Vernova)等工程與技術供應商合作。
3. 技術型態：設計為結合 CCUS 的燃氣發電廠。採用複循環機組。
4. 裝置容量：750MW，預計可供應超過一百萬戶英國家庭用電。
5. CCUS 規劃：預計將每年捕捉與封存大約 200 萬公噸的二氧化碳，捕捉效率約 95%，為 Teesside 所屬的 East Coast Cluster 計畫中的重要一環，包括二氧化碳收集網絡、壓縮站、以及將捕捉後的二氧化碳透過約 145 公里管道輸送至北海海底的鹽水含水層或其他地質構造中永久封存。
6. 預計營運時間：已在 2024 年取得英國政府許可，預計 2028 年營運。



圖表 1：East Coast Cluster 計畫示意圖

(九) 人工智慧(AI)在能源轉型中的潛力與挑戰

AI 雖然帶來巨大的技術突破與產業革新，但同時也是高度消耗能源的技術，需要大量電力供應來支撐其運作，對環境造成壓力。專家指出，唯有發展低能耗且具備高效能的 AI 解決方案，才能真正將 AI 的潛力轉化為推動能源轉型的助力。

微軟(Microsoft)公司的代表指出，AI 的真正價值不僅在於智慧化應用，更在於效率與能源消耗的平衡。微軟目標在 2025 年結束時，將其所有資料中心全面使用再生能源，並將核能在內其他形式能源納入，以減輕碳足跡。其強調，AI 的減碳能力必須透過持續創新來實現，包括再生能源預測、電網穩定性與提升使用效率等方面。

AI 的經濟影響潛力極大，根據顧問公司麥肯錫(McKinsey and Company)估計，到 2030 年可能為全球經濟帶來 13 兆美元的增值。然而，這一遠景能否實現，取決於 AI 是否能有效管理龐大的能源需求，避免因資料中心的能耗而抵銷其正面效益。

從能源管理的角度來看，專家認為，AI 應該被導入長期永續的技術中，以優化電網管理、減少碳排放並提升生產效率。例如，AI 在再生能源預測與電池儲能方面，就能顯著改善穩定性與可靠性。近期比利時一座裝置容量 100MW 儲能專案的啟用就是案例之一。

同時，AI 與能源管理的融合需要跨產業合作，包括能源企業、科技公司與客戶的共同參與。這種合作不僅能提升技術落實的效率，也能幫助探索最佳解決方案，以降低 AI 帶來的能源壓力。專家提醒，AI 的電力需求無法單靠單一能源解決，未來仍需同時依賴天然氣、核能與再生能源，形成多元能源結構。

最後，AI 與能源管理的結合可以說是雙面刃。一方面，它可能成為加速能源轉型的強大推力；另一方面，如果忽視其龐大的能耗，則可能加重能源與環境負擔。因此，唯有在創新軟硬體與能源供應模式上保持同步，才能讓 AI 成為清潔、永續且高效的能源轉型工具。

比利時大型儲能計畫（BESS，Battery Energy Storage Systems）概要

計畫名稱	裝置容量	概要
Vilvoorde	200MW/800 MWh	1. 鄰接 Vilvoorde 原燃氣電廠，場地約 3.5 公頃。含 320 個電池模組。 2. 與比利時電網營運商 Elia 簽有 15 年合約。屬於 Capacity Remuneration Mechanism (CRM) 框架下的專案。 3. 第一階段(100MW)在 2025 年 9 月完工上線；第二階段(100MW)預計在 2026 年 1 月完成。
Kallo	100MW/400 MWh	1. 場址是舊的燃氣/燃油電廠所在地（2011 年關閉） 2. 可供電給超過 48,000 戶家庭 3. 預計能夠提供四小時放電能力。 4. 已於 2025 年 5 月正式動工建設。

儲能計畫如何與 AI 搭配

1. 穩定電網供電：AI 資料中心需要 24 小時不間斷的穩定電力，BESS 可以在再生能源供給波動時（如風能、太陽能間歇性）進行調節，確保 AI 運算不會因電力不穩而中斷。
2. 減少化石燃料依賴：若僅依靠燃氣或燃煤電廠來滿足 AI 用電，會導致高碳排放。BESS 能將綠電儲存起來，在需求高峰時釋放，降低 AI 對高碳電力的依賴。
3. 配合核能與再生能源佈局：比利時正逐步淘汰核電，同時增加再生能源比例。電池儲能成為關鍵過渡方案，避免 AI 用電與能源轉型目標發生衝突。

AI 如何為儲能計畫提供助益

1. 電網預測與調度：AI 可預測能源需求與再生能源發電量，幫助 BESS 系統更有效率地充放電。
2. 延長電池壽命：透過 AI 演算法分析電池使用模式，可以優化充放電週期，降低電池老化速率。

強化電力市場靈活性：AI 演算能即時參與電力市場，讓 BESS 以最有利的價格出售或儲存電力，增加計畫經濟效益。

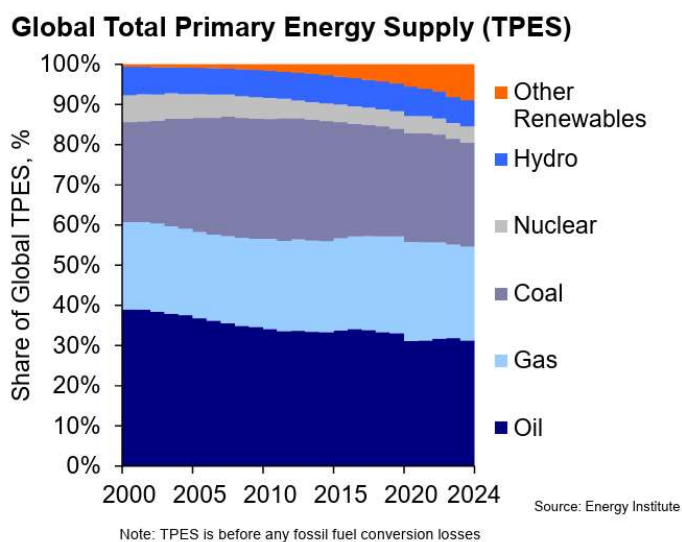
二、 專題報告

(一) LNG 在能源轉型中的角色

由市場專業顧問機構 Poten & Partners(以下稱 Poten)所發表的報告指出，天然氣目前已占全球初級能源供應約 23%，在向低碳能源轉型過程中扮演關鍵橋接角色。整體趨勢顯示，儘管再生能源快速增長、煤炭使用下降，但未來能源結構仍存在極大不確定性。

全球能源結構現況與變化

根據 Energy Institute 的資料，石油與煤炭雖仍主導全球初級能源供應(Total Primary Energy Supply, TPES)，但**天然氣穩定維持約四分之一比例**，且比重有**逐步上升趨勢**。LNG 貿易的占比亦由 2010 年的 9% 提升至 2024 年約 13%，顯示跨境氣體貿易的重要性持續提升。



圖表 2：全球初級能源供應趨勢

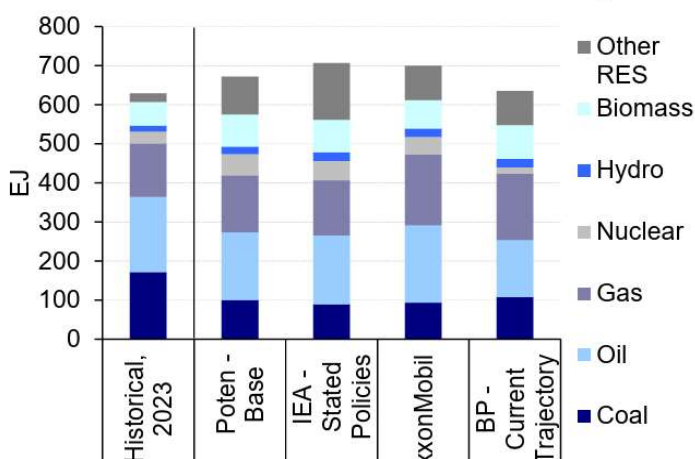
未來能源供應走向

Poten 的基準情境預測顯示至 2050 年：

- 再生能源（含太陽能與風能）將持續快速成長；
- 煤炭使用量將顯著下降；
- 天然氣在能源結構中雖略有下降，但仍是主要初級能源之一；
- 生質能與核能則穩定或小幅上升。

不同機構(IEA、ExxonMobil、BP)的 2050 基準情境比較也顯示，雖整體能源需求略降，但化石燃料仍占約半數能源供應。

Global TPES, 2050 Baseline Scenarios Comparison



圖表 3：2050 年全球初級能源供應預測(不同機構)

碳排放與溫升情境

Poten 模擬了三種情境：

Base Scenario(基準情境)：全球升溫約+2.4°C；

Accelerated Scenario(加速減碳)：升溫約+2.0°C；

NZE Scenario(淨零排放)：升溫限制於+1.5°C。

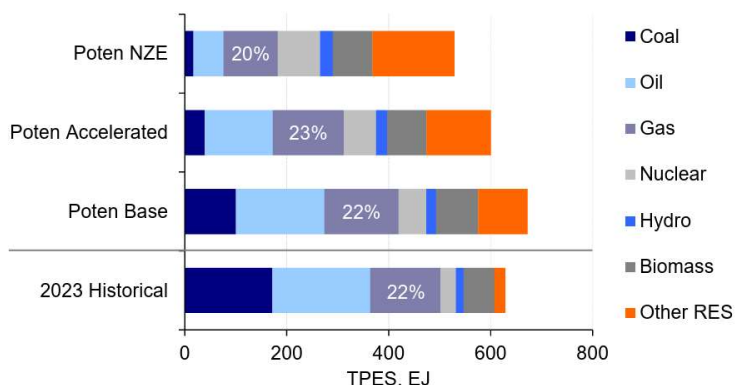
其中 NZE 情境需在 2050~2100 年期間達成負排放，以確保升溫控制於+1.5°C。

天然氣在 2050 能源結構中的角色

三種情境下，天然氣在 2050 年的全球初級能源占比仍介於 20%~23%。

在加速與淨零路徑中，CCUS 將成為維持天然氣長期角色的關鍵技術。換言之，天然氣不僅是「橋接燃料」，更在搭配 CCUS 技術後成為「低碳基礎燃料」。

TPES Mix: 2023 Historical, and 2050 in Three Poten Scenarios



圖表 4：2050 全球初級能源供應預測(不同情境)

區域政策與需求不確定性

LNG 需求的最大挑戰來自政策變數與各主要進口區域的差異：

- 歐盟：推行極具挑戰性的減氣計畫，但 Poten 對此預期較為保守。
- 中國：電力部門為主要 LNG 需求成長動力，但國內天然氣產量與管道天然氣進口的變動將顯著影響 LNG 進口量。
- 韓國：政府仍加速能源轉型，預期 LNG 需求下降。
- 日本：規劃至 2050 年有 30%電力來自搭配 CCUS 的火力發電，但缺乏足夠的二氧化碳封存場地。

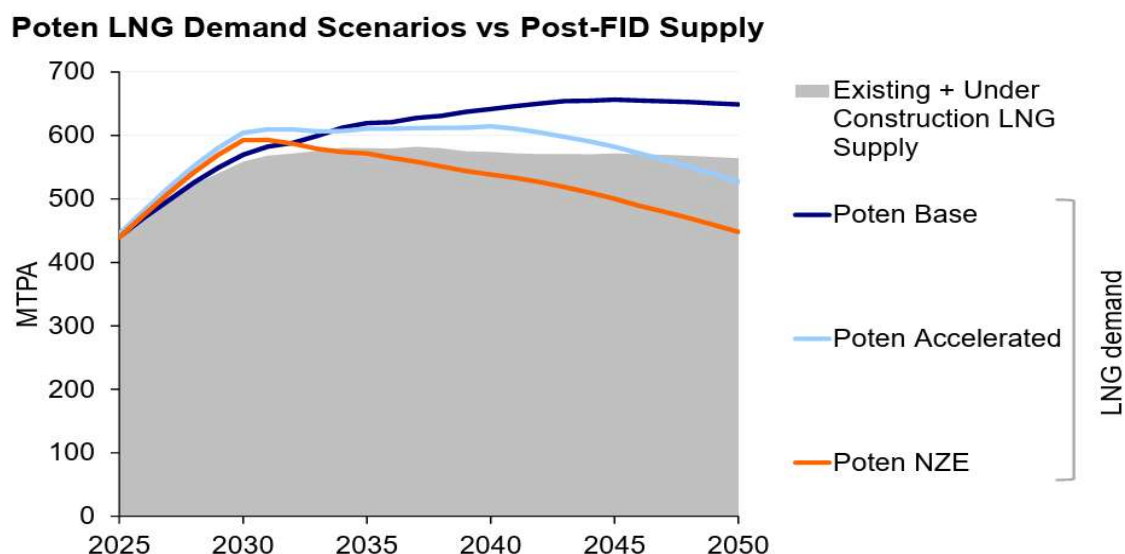
全球 LNG 需求展望

根據 Poten 預測：

- 基準情境(Base)：2050 年全球 LNG 需求約 6.5 億公噸/年；

- 淨零情境(NZE)：2050 年全球 LNG 需求降至約 4.5 億公噸/年。

值得注意的是，在加速減碳與淨零情境中，2030 年前 LNG 需求仍可能超越基準情境，其原因係為加速取代煤炭，促使天然氣短期需求增加。



圖表 5：不同情境下 LNG 供需預測

結論

Poten 指出：

1. 天然氣目前是全球能源結構中穩定且重要的一環。
2. 雖再生能源將快速增長，但氣體燃料的角色不會立即被取代。
3. 2050 年後的天然氣市場將取決於各國減碳政策強度與 CCUS 技術發展速度。
4. LNG 的貿易與基礎設施(特別是 FSRU 與 LNG 長期合約)將繼續在能源轉型中發揮關鍵戰略作用。

綜上，天然氣與 LNG 將在未來 20~30 年內持續作為能源轉型的重要支撐力量。儘管長期淨零願景可能壓縮其需求，但在再生能源尚未完全取代基載能源之前，氣體燃料仍是最具靈活性與低碳特性的過渡方案。而 CCUS 技術的成熟與各國政策協調，將決定 LNG 能否在 2050 年後仍保持關鍵地位。

(二) 2026~2030 年間全球 LNG 市場供需展望

近年來，全球 LNG 市場持續進入擴張與再平衡階段。根據 Poten 對未來 12 個月內可能做成最終投資決定(FID)的 LNG 出口計畫觀察，北美地區占整體約 68%，成為全球 LNG 新產能的主導者。美國多個計畫(如 Venture Global 的 Calcasieu Pass 2、Cheniere 的 Corpus Christi 第 8&9 條生產線，以及 Louisiana LNG 等)已於 2025 年初達成 FID，為市場新增約 4,000 萬公噸/年的供給能力。

除美國外，加拿大、阿根廷、巴布亞紐幾內亞與莫三比克等國也在積極推進新建或擴建計畫。特別是非洲莫三比克的 Rovuma LNG 與 Coral North 計畫，代表新興氣源國正加速布局，以因應亞洲與歐洲長期能源需求的不確定性。

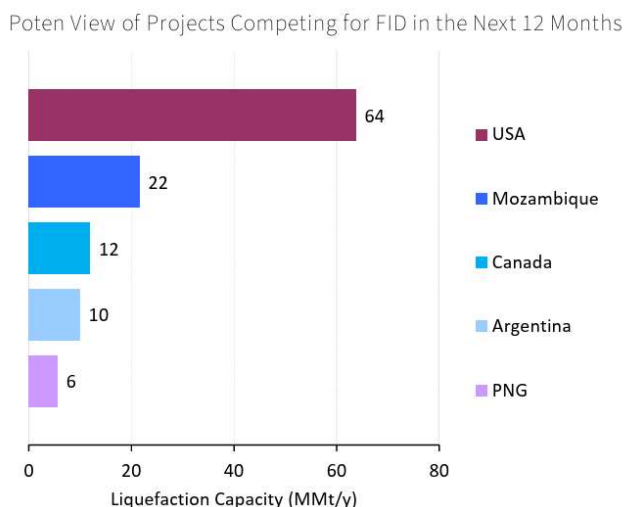
然而，目前 LNG 市場正面臨多重挑戰：

1. 施工瓶頸與通膨影響導致設備成本上升、工期延後；
2. 利率上升與融資條件緊縮使得部分開發案難以在期限內完成資金籌集；
3. 能源轉型政策與碳中和壓力，讓投資人審慎評估化石燃料資產的長期回報。

這些因素使得多個計畫啟動時間已被迫推遲，甚至部分可能進入觀望狀態。若以保守假設評估，未來數年內部分計畫可能因市場過剩而被延後，尤其是美國與莫三比克的計畫。

在需求面，歐洲自俄烏開戰後大幅削減俄羅斯管道天然氣進口。資料顯示，歐洲(含土耳其)自俄羅斯進口天然氣數量由戰前平均每年 1.15 億公噸降至 2024 年僅約 4,100 萬公噸。此劇烈變化導致歐洲進一步依賴 LNG 進口，提高了對長期合約與 LNG 氣化基礎設施的需求。

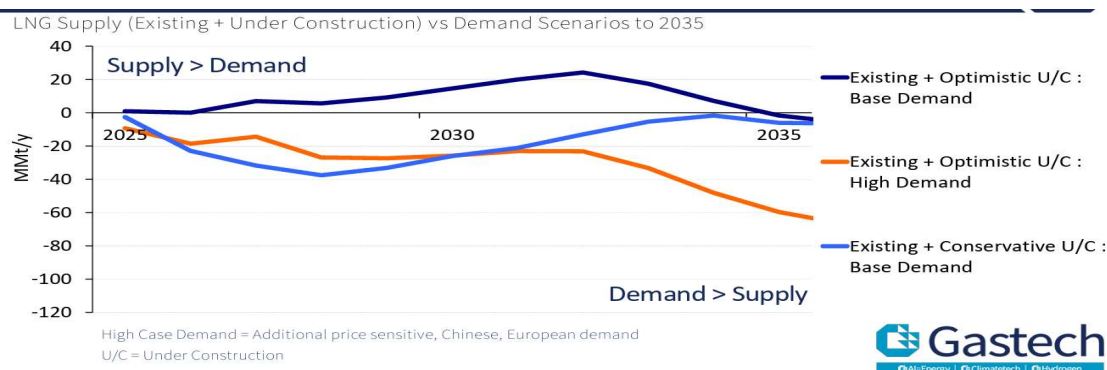
然而，若部分俄羅斯管道天然氣回歸、或中亞國家對中國加速增加管道天然氣出口，再加上再生能源擴張速度超出預期，全球 LNG 市場可能再次出現供應過剩。這使得未來數年內的



圖表 6：未來 12 個月內達成 FID 液化產能分布

市場走勢呈現高度不確定性，目前 Poten 判斷可能走勢如下：

- 在需求高漲情境下，2025~2030 年間全球 LNG 需求將繼續超過供應；
- 在供應擴張情境下，若新建項目如期投產，2030 年後市場可能出現階段性過剩。



圖表 7：不同情境下 LNG 淨供需預測

此外，亞洲市場仍為全球 LNG 的關鍵增長動力。中國、印度與東南亞新興國家(特別是越南、菲律賓、泰國)正推動燃氣發電與工業氣化轉型計畫，預計將持續支撐需求。但價格敏感市場(例如南亞部分地區)在高價情境下可能造成需求被破壞，導致進口量波動。

整體而言，2025 年的 LNG 產業呈現以下主要趨勢：

1. 投資重心明顯轉向北美，美國與加拿大成為全球供應量增加的主要來源；
2. LNG 開發計畫時程普遍延後，主要受通膨、利率與供應鏈壓力影響；
3. 市場不確定性加劇，尤其取決於歐洲能源安全政策與亞洲再生能源進展；
4. 潛在供應過剩風險上升，若所有在建與擬建計畫皆如期上線，2030 年前後可能出現階段性供應過剩；
5. 能源轉型驅動新策略，部分企業開始結合碳捕捉、氫能與低碳 LNG 技術，以確保長期競爭力。

總的來說，全球 LNG 市場正處於投資決策高峰與結構調整的交叉點。北美計畫的密集推進可能在短期內帶來新增供應，但地緣政治、金融環境與能源轉型政策將共同決定未來十年的市場格局。對企業與投資者而言，掌握時機與靈活調整投資節奏將是關鍵。

(三) 全球天然氣市場的關鍵風險

本報告由 Wood Mackenzie 發表，探討全球天然氣與 LNG 市場在供應擴張、需求分化與地緣政治變化下的主要趨勢與風險。

全球 LNG 供應強勁成長

全球 LNG 市場正進入新一輪供應擴張期，2025 至 2030 年將有多個大型 LNG 出口計畫營運，尤其在北美、中東與非洲。LNG 年增幅預計在 2026~2029 年間達高峰。市場平衡取決於三大因素：

1. 亞洲需求增速與可承受價格；
2. 歐洲需求是否反彈或持續轉型；
3. 俄羅斯出口走勢。

整體供應動能強勁，但過剩風險仍存。

亞洲與歐洲需求走勢分化

亞洲市場方面，2023~2025 年進口量回升，中國、越南與泰國為主要增量來源；各國可負擔價格不同，中國約 11 美元/百萬英熱單位(mmbtu)、越南約 9 美元、泰國約 8 美元、孟加拉約 6 美元。若 2025~2027 年價格維持在 10~11 美元區間，新興買家仍將面臨壓力。

歐洲市場方面，雖去碳化政策推動再生能源發展，但天然氣需求具韌性。2030 年前需求維持在 2,500~3,000 億立方公尺/年(相當於 1.8~2.2 億公噸)水準，原因包括工業電氣化進度慢、重新使用燃煤發電與核能發電維修延宕、加上氣價下滑促進需求反彈。不過若經濟疲弱或再生能源加速建設，需求仍可能下降。

俄羅斯出口四大情境分析

俄烏戰爭使俄羅斯對歐洲管道天然氣出口劇減，Wood Mackenzie 提出未來發展的四種情境：

1. 制裁升級(Sanctions escalation)：美歐加強對俄羅斯制裁，談判破裂，短期漲價但後期平

衡。發生機率低。

2. 維持現狀 (Status quo)：戰事僵持、長期對峙，價格略降但有限。發生機率高。

3. 被迫和平(Forced peace)：美俄達成協議、烏克蘭與歐洲反對但被迫接受，價格略降。發生機率中等。

4. 穩定和平(Stable peace)：俄烏簽署和平協議、俄羅斯天然氣恢復出口，價格下跌。發生機率極低。

目前最可能就是「維持現狀」，俄羅斯天然氣出口難快速恢復，LNG 將繼續主導全球貿易。



圖表 8：俄羅斯天然氣出口路徑現況示意

供應可得性緩和價格波動

全球其他地區供應將填補俄羅斯天然氣缺口。自 2024 年起，北美、中東與非洲新 LNG 出口計畫可推動 LNG 供應累計增加超過 5 億公噸。即便地緣風險持續，供應充足將限制氣價上漲，形成價格緩降趨勢。

主要市場風險與不確定性

1. 亞洲潛在需求：價格若回落至合理範圍，潛在需求將出現，尤其中國會減少依賴俄羅斯

天然氣轉向 LNG。

2. 俄中管道天然氣交易：若俄羅斯將部分天然氣轉供中國，將改變亞洲 LNG 進口局面。
3. 能源轉型與政策變數：貿易戰、碳中和與淨零政策持續帶來長期不確定性。

結論

全球 LNG 市場正進入「供應擴張、需求重分配、價格回檔」階段。Wood Mackenzie 預期 2025~2027 年 LNG 價格將維持在 9~11 美元/mmbtu，反映供應充裕但風險仍然存在。亞洲的價格承受力與歐洲的去碳化速度將決定市場平衡，而俄羅斯出口與中亞能源走廊變化仍是未來十年最大不確定因素。

與此同時，二氧化碳排放問題仍必須解決，但這就造成了能源供應安全、減少碳足跡和經濟可負擔之間的拉鋸。當然，再生能源是脫碳的理想方案，將在本世紀中葉主導市場，但並非所有地區都能輕易取得再生能源，還有間歇性和可負擔性的挑戰。此外，在難以實現電氣化的產業(如鋼鐵業)，以天然氣取代煤炭將可大幅使碳排放強度降低，同時透過穩定電力供應，以支持再生能源的成長。

(四) 全球 LNG 供應與價格再平衡：美國主導下的多極化格局

本篇報告是麥肯錫能源解決方案部門發表最新研究，探討美國國內天然氣需求成長與價格上漲風險如何影響全球 LNG 市場。

全球至 2050 年 LNG 供需展望

根據麥肯錫模型，LNG 市場將經歷兩個主要階段：

1. 中期市場寬鬆(2028~2031 年)：新增液化產能可能導致約 3,500~6,500 萬公噸/年的理論性供應過剩，將刺激新興亞洲國家的需求。
2. 長期市場再平衡(2032 年以後)：預測情境顯示，需求增加將再次超越現有供應，需依賴新一波目前處於前期投資(pre-FID)階段計畫啟動，以在 2030 年代中後期維持供應穩定。

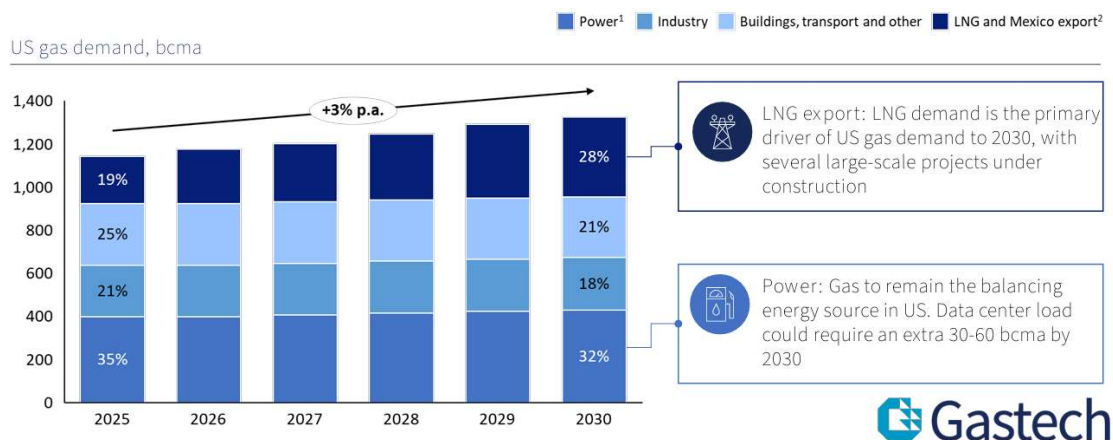
整體而言，2028~2031 年間可能出現短暫過剩，但長期仍維持供應緊張平衡的態勢。

美國 LNG 的領導地位與潛在風險

到了 2030 年，全球 LNG 液化產能預計將增加超過 2 億公噸，其中約一半來自美國。主要增加來自墨西哥灣沿岸的多項大型計畫。

然而，美國在主導全球供應的同時，也面臨內部挑戰如下：

- 國內需求增長迅速：預計至 2030 年天然氣總需求增加幅度年均 3%，主要成長來自



圖表 9：美國天然氣需求成長趨勢

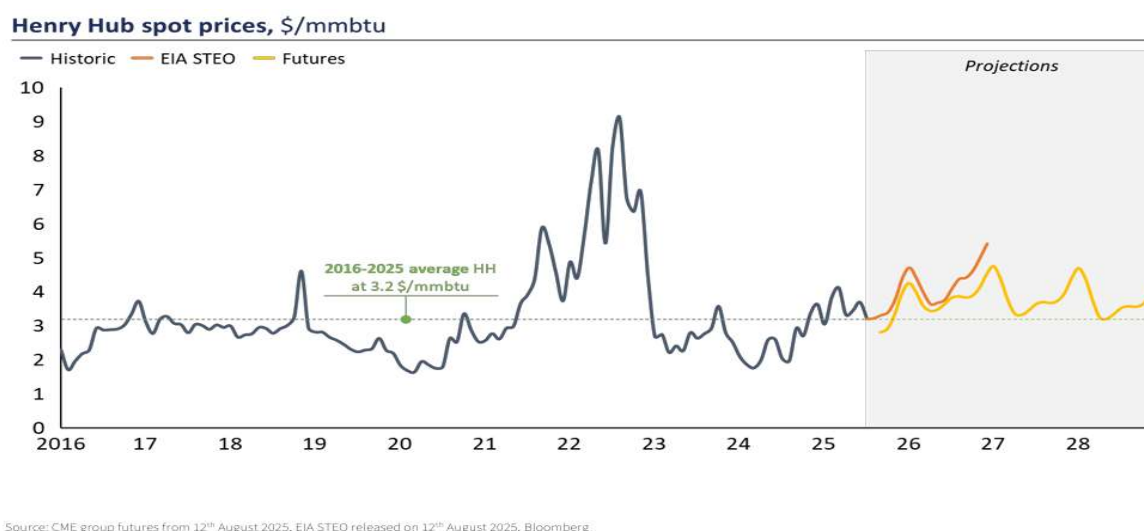
LNG 出口與電力部門。

- 發電用氣與資料中心負載增加：資料中心耗電將帶動 300~600 億立方公尺(相當於 2,200~4400 萬公噸)的額外需求，使天然氣成為美國的核心能源。

- 產區與輸送瓶頸：Appalachia 與 WCSB 等低成本天然氣產區受限於基礎設施，迫使市場依賴較高成本氣源。

Henry Hub 價格展望

北美氣源雖充足，但區域間輸送受限，將導致 Henry Hub(HH)價格上升。2026~2028 年間，HH 價格預期介於 4~5 美元/mmbtu，高於 2016~2025 年平均值(3.2 美元/mmbtu)。此上漲趨勢反映美國市場供需趨緊，並將對長期出口合約的價格優勢造成影響。



圖表 10：Henry Hub 價格歷史趨勢與預測

貿易與地緣政治因素

麥肯錫於 2025 年 7 月針對 41 個 LNG 買家進行調查，多數買家認為潛在關稅與貿易摩擦將對美國 LNG 造成顯著影響。主要風險排序如下：

1. 到岸成本上升：最主要不利因素；
2. 新計畫延宕或取消：可能影響 FID 進度與融資成本；

3. 需求轉向其他區域：尤其歐洲與亞洲買家有意增加美國以外的替代來源；
4. 全球需求下降：日本與中國買家尤為謹慎。

這些結果顯示，即使美國 LNG 具價格與供應規模優勢，但若政策風險上升，市場信任度將下降，促使買家尋求其他來源。

美國之外的 LNG 供應新興地區

受地緣政治風險與多元化需求驅動，以下新地區正加速成為替代供應關鍵：

- 加拿大：LNG Canada 與多項浮動式液化廠(FLNG)計畫正在推進中；
- 阿根廷：Vaca Muerta 頁岩區兩項 FLNG 已在 2025 年取得 FID；
- 西非與莫三比克：發展離岸式 LNG 計畫；
- 中東：卡達與阿曼持續擴建既有液化設施；
- 亞太：印尼 Abadi LNG 與巴布亞新幾內亞專案持續推進。

這些地區的崛起象徵 LNG 供應重心逐步多極化，有助分散全球能源市場風險。

結論與展望

麥肯錫認為，全球 LNG 市場正進入「美國主導、區域再平衡、價格上升」的新階段。短期內(2025~2030)美國仍為增量主力，但中期後將面臨國內需求壓力與地緣挑戰；同時，美國以外地區(特別是非洲、拉美與亞太)將透過新一輪計畫崛起，形成更具彈性的多中心供應體系。

整體而言，未來十年 LNG 市場將是「供應擴張、價格重定、風險分散」的局面。而供應來源的多樣化與基礎設施投資將是維持全球能源穩定的關鍵。

(五) LNG 與煤炭排放比較分析

本報告由 Wood Mackenzie 發表，主題為釐清近年圍繞在 LNG 與煤炭排放的爭議，並以最新數據說明 LNG 的實際環境效益。

LNG 環境形象面臨挑戰

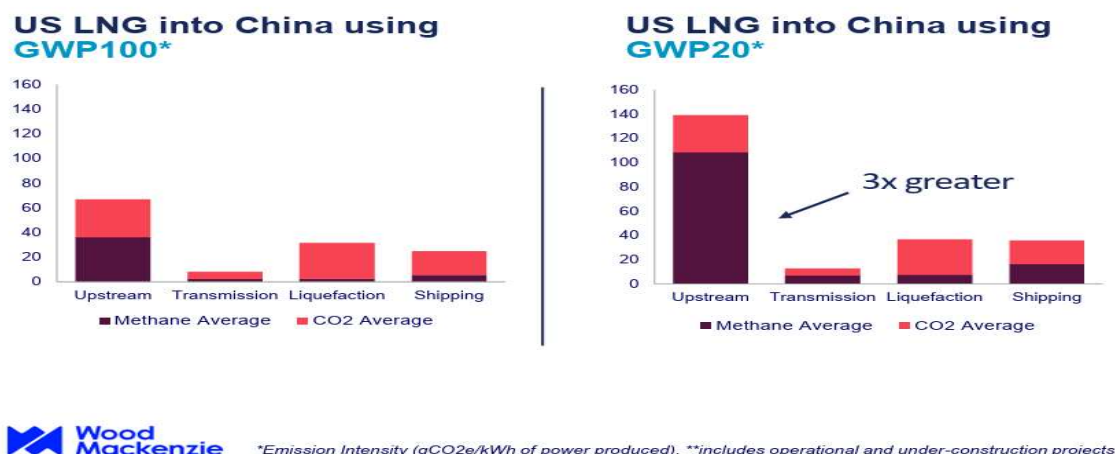
近年，特別是美國 LNG 計畫受到環保團體質疑，焦點集中在「甲烷洩漏(methane leakage)」問題。許多媒體報導指出，天然氣在開採與運輸過程中甲烷排放高於預期，甚至有人 LNG 的碳足跡比煤炭更高。這些言論使美國 LNG 面臨形象與政策壓力，特別在歐洲與亞洲市場受到關注。

「甲烷問題」的數據爭議

Wood Mackenzie 指出，不同的全球暖化潛勢(Global Warming Potential, GWP)計算方式會顯著影響 LNG 的環境特性：

- 以 GWP100(100 年尺度)計算，美國 LNG 輸出到中國的甲烷排放強度屬於中等水平；
- 若以 GWP20(20 年尺度)計算，因甲烷權重提高三倍，會使結果顯得更嚴重。

因此，部分研究選擇性引用短期 GWP 數據，使 LNG 的氣候影響被放大。



圖表 11：不同全球暖化潛勢下美國 LNG 出口至中國碳排放

同時，美國 LNG 來源氣田分佈也影響其排放差異，其中 Permian(38%)與 Northeast(22%)盆

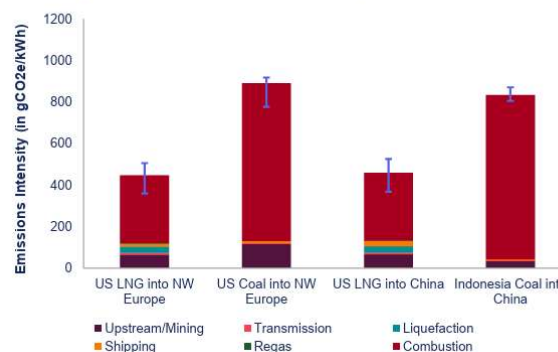
地為主要氣源，排放效率各異，導致不同計畫的碳強度差距可達數十%。

LNG 與煤炭之比較

Wood Mackenzie 的生命週期分析顯示：

- LNG 的整體排放強度比煤炭約低 40～50%，無論在歐洲或亞洲市場皆如此；
- 若以「同樣發電量」為基礎比較，LNG 的甲烷與二氧化碳排放總和遠低於煤炭；
- 即使考量甲烷洩漏，LNG 仍在燃燒階段具有明顯優勢，特別是美國 LNG 與印尼煤炭比較時，排放量約低 44%。

LNG's life-cycle emission intensity* is ~40-50% lower than typical coal into both Europe and Asia



圖表 12：LNG 與煤炭生命週期碳排放比較

整體而言，LNG 在「發電端」的 CO₂ 排放顯著較低，仍是相對清潔的化石燃料選項。

航運與供應鏈排放分析

LNG 運輸在整體排放中占比極低，僅約 3%。

目前美國 LNG 出口船隊的推進系統以慢速氣體噴射引擎(Slow Speed Gas Injection，SSGI)為主(約占 72%)，具備最低的甲烷逸散風險；另有雙燃料柴油電力(Dual Fuel Diesel Electric，DFDE，占 22%)與少數蒸汽渦輪機(占 6%)。這表示現代 LNG 船隊在技術上已大幅減少洩漏風險。

根據國際海事組織(IMO)淨零架構推估，2032 年 LNG 船舶的燃料成本將遠低於傳統燃油船舶(VLSFO)，而超過 90%的煤炭運輸船舶仍無法改用低碳燃料，顯示 LNG 航運在未來能源物流中具長期競爭優勢。

破除「LNG 比煤更髒」的迷思

Wood Mackenzie 的比較模型(GWP100)顯示，美國 LNG 相較印尼煤輸入中國時，其整體排放強度低 5%，且燃燒階段二氧化碳排放顯著減少。

報告提出四項核心論點：

1. LNG 在燃燒端具顯著減排優勢，為電力生產的清潔化石能源；
2. 即便考量甲烷洩漏，美國 LNG 的全生命週期排放仍遠低於主要煤炭來源；
3. LNG 是滿足全球電力需求成長的關鍵替代燃料，能在能源轉型過程中提供穩定電力；
4. 若能在開發中國家保持價格可負擔性與供應可及性，LNG 將有助推動全球能源脫碳。

結論

Wood Mackenzie 的分析強調，在全球能源轉型邁向淨零的進程中，LNG 雖受甲烷排放爭議影響，但實際上仍是目前能兼顧能源安全、經濟可負擔與減碳成效的主要解方。短期內，LNG 在替代煤炭、穩定電網及支撐再生能源發展上將持續關鍵；中長期則需結合甲烷監測、碳捕捉與高效率船隊技術更新，才能確保其低碳優勢在 2030~2050 年能夠持續。

(六) 從價格接受者到市場塑造者：中國 LNG 買家的策略轉型

本報告為中國新奧能源(ENN)發表，探討中國在全球 LNG 市場中從被動價格接受者轉型為積極市場塑造者的過程與策略。

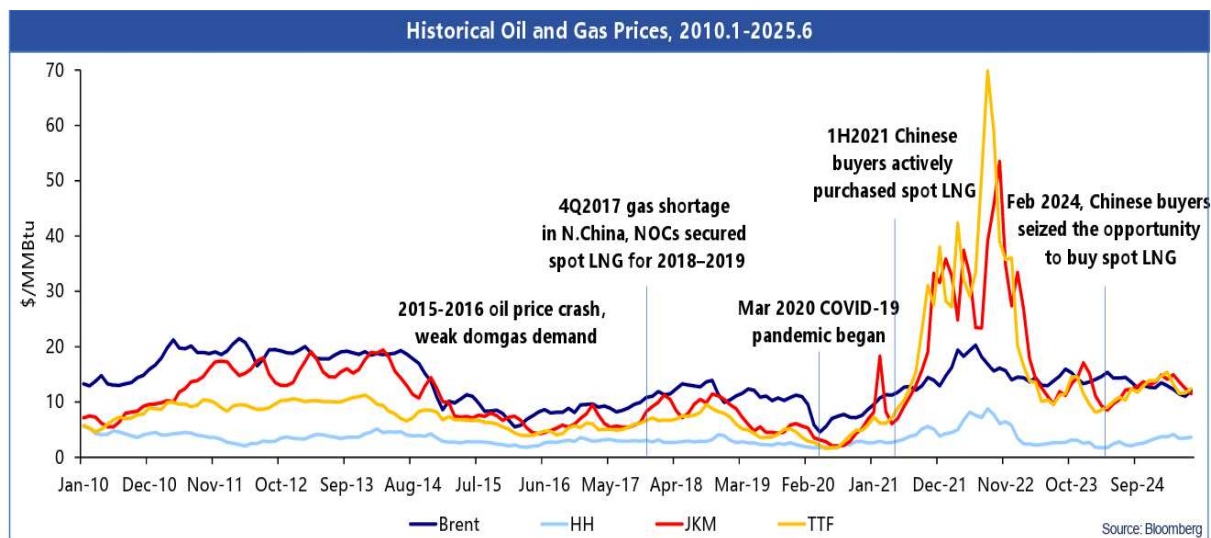
中國 LNG 需求成為全球需求增長主力

根據市場專業顧問機構 Rystad Energy 資料，2026~2030 年將是中國 LNG 進口的下一個成長高峰期。將占全球 LNG 需求成長的 76%(約 1.35 億公噸)。新增需求主要來自發電、工業及冬季供暖需求。

中國市場力量影響亞洲氣價

歷史價格(2010~2025)資料顯示，中國買家行為已影響亞太地區 LNG 現貨價格(JKM)：

- 2015~2016 年：中國需求疲弱，帶動油氣價格走跌；
- 2017 年第四季中國氣荒：中國國營企業大量採購現貨 LNG，拉抬 JKM 價格；
- 2021 上半年：中國買家積極進入市場推高 JKM 價格；
- 2024 年初：中國買家逢低採購現貨 LNG，使價格出現反轉。



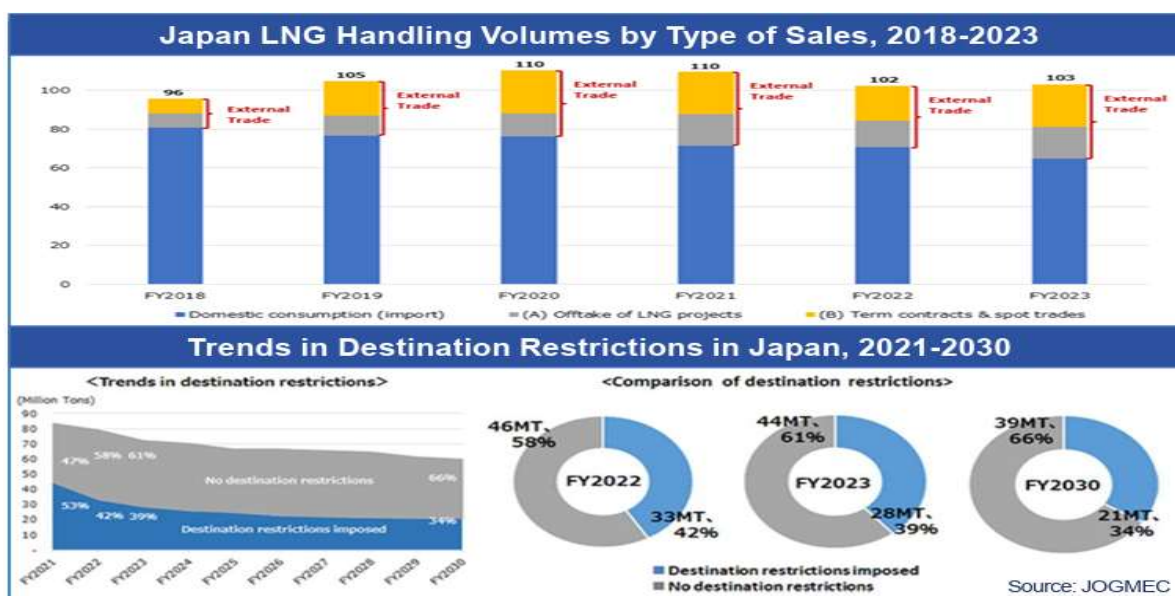
圖表 13：油氣價格歷史趨勢(2010~2025 年)

日本經驗啟示：靈活的交易與再出口模式

日本在國際貿易上提供重要借鏡：

- 2023 年國內需求下降 8%，但再出口量創新高(3,830 萬公噸)；
- 無交貨目的地限制合約比例將由 2022 年的 58%、2023 年的 61%，成長至 2030 年的 66%；
- 提升供應靈活性，允許再出口及現貨交易，成為區域貿易中心。

ENN 認為中國企業也正借鏡此模式推動增加合約彈性。



圖表 14：日本 LNG 交易種類與合約目的的限制趨勢

三、 與潛在 FSRU 供應商與顧問公司會談紀要

協和燃氣發電計畫已在今年 2 月通過環評，將透過自建 LNG 接收站進口 LNG 氣化後供給電廠使用，由於可用土地限制，因此必須透過填海造地方式取得接收站用地，而這也使得接收站無法配合機組預計於 2031 年開始運轉的時間規劃，故計畫營運初期，將使用 FSRU 作為先期供氣解決方案，FSRU 這種浮動式的接收設施，歷經多年的發展下技術已趨於成熟，全球約有 40 艘的 FSRU 在運作中，但對於台灣來說，協和計畫不僅是第一例，也面臨與國外計畫不同的使用環境，因此也需要將相關需求納入考量，燃料處作為 FSRU 租賃的負責單位，已開始進行相關準備，為使租賃過程得以順利執行，必須借助業界先驅者的經驗，如市場上的 FSRU 供應商與顧問公司等，因此便利用此次參與會議機會，與這些對象就現階段核心問題進行請教，以下謹就所提的問題與回覆及回覆對象的基本介紹說明如下：

(一) 洽詢問題內容

共同問題(FSRU 供應商&顧問)：

1. 目前 LNG 船新造的訂單數量如何？造船廠是否仍處於產能滿載狀態？若使用改裝船，改裝船廠目前是否也是產能滿載狀態？
2. 因為有市場消息指出在這兩年將有大量的新造 LNG 船投入市場，是否會對於 FSRU 市場造成影響？
3. 一般來說，若與 FSRU 供應商簽署合約後，到 FSRU 實際要至計畫位置準備試運轉需要多久的前置時間？
4. 有關顧問的工作範圍，除了前述招標文件外，若要納入與 FSRU 設置有關的技術等有關服務規劃請問是否有顧問公司可以處理這些業務？

FSRU 供應商單獨問題

1. 本公司規劃以公開招標訂定標準合約的方式辦理租賃採購，並會比照工程單位的作法，聘請 AE 完成招標文件也就是會在大部分要求納入合約的情況下，業者僅需就少數項目提出自己的服務保證能力並以價格的比較為主，請問對於這種方式你們的看法？

2. 因為協和計畫的海事工程會有其他顧問公司進行設計，在貴公司過往的經驗中，如何確保 FSRU 船上的設備可與岸上的設施能相互匹配(如 FSRU 卸氣孔和岸上卸料臂匹配)？
3. 因為目前計畫 FSRU 租期只有 6 年，這相對於一般計畫 15~20 年短，租金會較高，若考慮成本效益下，是否對本公司的採購策略有合適的建議？

(二) 廠商基本介紹與回覆內容

Excelerate Energy Inc.(以下稱 Excelerate)

Excelerate 是一家美國 LNG 基礎設施與能源解決方案公司，總部位於德州 The Woodlands，成立於 2003 年。公司由能源企業家 George B. Kaiser 創立，目的是為全球天然氣市場提供比傳統岸上接收站更快速與靈活的氣化方案。Excelerate 是全球最早開發並商業化 FSRU 的公司之一。

在 2003~2010 年期間該公司研發並部署全球首艘商業化 FSRU「Excelsior」，改變了傳統 LNG 進口依賴岸上設施的模式，讓能源進口國能在短時間內建立天然氣接收能力，大幅降低前期資本支出。其後，在 2010~2020 年期間，Excelerate 陸續在阿根廷、巴西、孟加拉、巴基斯坦、阿拉伯聯合大公國與以色列等發展新的計畫，成為多國能源轉型與能源安全的重要合作夥伴。該公司於 2022 年 4 月在紐約證券交易所上市，以強化船隊規模與下游基礎設施建設，並拓展 LNG 供應與貿易能力。公司逐步由單純的基礎設施業者轉型為整合型 LNG 解決方案供應商。

Excelerate 代表性 FSRU 營運計畫列表

截至 2025 年，其 FSRU 船隊共有 10 艘現役船隻，涵蓋全球多個區域。以下為代表性計畫：

船名	LNG 儲存容量	氣化能力		所在國與合作夥伴	備註
	(立方公尺)	(百萬立方英尺/天)	(公噸/天)		
Excellence	138,000	500	11,278	孟加拉/ Petrobangla	南亞首個 FSRU 計畫。
Excelsior	138,000	500	11,278	以色列 /Energian	以色列能源安全核心設施之一。
Explorer	138,000	500	11,278	阿聯/Emirates LNG	為阿聯進口 LNG 的關鍵設施。

船名	LNG 儲存容量	氣化能力		所在國與合作夥伴	備註
	(立方公尺)	(百萬立方英尺/天)	(公噸/天)		
Exemplar	150,900	600	13,534	阿根廷/IEASA	阿根廷第一艘季節性(冬季)LNG 進口設施。
Exquisite	150,900	600	13,534	巴基斯坦 /Engro Elengy	巴基斯坦主要 LNG 進口設施。
Experience	173,400	1,000	22,556	巴西/Petrobras	2023 起營運。
Sequoia	173,400	1,000	22,556	巴西/Petrobras	2024 起 營運，租期 10 年；新一代高效率 FSRU。
Expedient	150,900	600	13,534	阿根廷/IEASA	阿根廷第二艘季節性(冬季)LNG 進口設施。
Exemplar / Excellence	150,000	600	13,534	依季節或市場調派	採靈活部署策略以最大化利用率。

會談紀要

該公司在了解協和計畫概況後，提出因為計畫會跟電廠運轉緊密結合，應對機組運轉狀況的需求，就其判斷仍應是以使用新造船較為合適。當然若需要現有 FSRU，該公司確實在計畫期間有合適的標的可供應。

以目前的 FSRU 市場狀況來說，確實簽約後供應商的準備前置期需要兩年以上，但是市場的狀況受國際局勢影響瞬息萬變，仍要以船廠的狀況為準，但目前市場緊澀短期不會改變，其覺得本公司規劃在 2027 年進行租賃採購應該還算合理。

有關未來對於採購使用方式，不論是採用業界常用的逐步以所需條件篩選廠商或是使用招標方式該公司均有彈性可接受，但對於合約條款內容，該公司有其內部政策需求，故不一定可以完全接受本公司擬定的標準合約條款。在此原因下，其仍偏好由租賃雙方直接就合約需求與條件進行洽議，因為就其以往的經驗，對於計畫的執行通常可得到較佳的結果。

至於本公司在計畫租期較短的前提下，租金費用確實會較高，若有機會可能可以思考減少岸上接收站的投資，讓 FSRU 成為長久運作的設施。至於以跟供應商合作延長租期，並讓 FSRU

在協和計畫結束後前往其他國家部署的方式，其認為仍需要取決於供應商對於其資產安排的策略規劃。

在本公司所顧慮船岸匹配問題，Excelerate 表示一般來說若依造一般的國際標準設計，應該不至於發生船岸匹配的問題，但若採購程序合適，他們也可參與碼頭設備的設計工作。

Höegh Evi(以下稱 Höegh)

該公司起源係 Leif Höegh 先生於 1927 年在挪威創立 Leif Höegh & Co。最初以油輪業務為主，並在海運與能源運輸領域中逐步擴張。1960～1970 年代，公司開始多元化經營，包括油/散貨混載船、與車輛運輸的業務。2006 年，公司進行重大架構調整：將海運車輛運輸業務與 LNG 及浮動能源基礎設施業務分為兩家公司，分別為 Höegh Autoliners 和 Höegh LNG，而 Leif Höegh & Co 擔任控股角色。在能源轉型與市場需求推動下，Höegh LNG 在近年調整公司名稱為更廣義的 Höegh Evi(Energy Vector Infrastructure)。

Höegh 代表性 FSRU 營運計畫列表

船名	LNG 儲存容量	氣化能力		所在國與合作夥伴	備註
	(立方公尺)	(百萬立方英尺/天)	(公噸/天)		
Höegh Esperanza	170,000	750	16,917	德國/聯邦部會與國營能源公司	10 年租用契約，自 2022 年起營運，以取代俄羅斯天然氣。
Höegh Gannet	170,000	1,000	22,556	德國/聯邦部會與國營能源公司	10 年租用契約，自 2023 年起營運，以取代俄羅斯天然氣。
Höegh Giant	170,000	750	16,917	巴西 /Cosan&Compass	在巴西聖保羅，供給工業與民生用途，簽訂 10 年契約，自 2024 年起營運。
Cape Ann	145,000	600	13,534	法國 /TotalEnergies	作為 Le Havre LNG 接收站設施之一。
Höegh Grace	170,000	750	16,917	哥倫比亞/ SPEC LNG	已長期在該國提供服務，以補足水力發電缺口，租用至 2031 年後。
FSRU Lampung	170,000	360	8,120	印尼/PGN& Pertamina	印尼首個 FSRU 計畫，租用至 2034 年止。
Höegh Gallant	170,000	750	16,917	牙買加/ New Fortress Energy	自 2018 年自埃及撤出後轉赴牙買加。
Höegh Galleon	170,000	500	11,278	埃及/EGAS	A. 於 2024 年 6 月至 2026 年 2 月作為過渡 FSRU；其後將赴澳洲 Port Kembla。

船名	LNG 儲存容量	氣化能力		所在國與合作夥伴	備註
	(立方公尺)	(百萬立方英尺/天)	(公噸/天)		
					B. 2025 年 5 月宣布:Höegh Gandria 將由 LNGC 改裝為 FSRU、自 2026 年起接替埃及業務;由新加坡海庭集團(Seatrium)負責改裝工程。

會談紀要

依據協和計畫的時間為基準，預估可能有 2 艘 FSRU 可提供服務(現有租約分別迄 2029 與 2030 年，但客戶仍有展延 5 年使用期間的選擇權)，這 2 艘 FSRU 的容量均為 14.5 萬立方公尺。

Höegh 表示，若依據目前本公司規劃之 17~18 萬立方公尺的 FSRU 來說，可能使用改造船的機率較大，但目前改造船仍以 17 萬立方公尺以下為主，建議本公司進入市場可先進行市場評估。雖然目前該公司已有 2 艘類似尺寸 LNG 船準備改造，但時間上並無法跟協和計畫相配合，但其也表示，通常在使用改造 FSRU 時，船東會要求 20 年以上的租期，以該公司的狀況來說，一般的 FSRU 租約都在 10 年以上，而且越長越好。而本公司雖然有思考過與 FSRU 供應商合作延長租期的看法，但其建議採用此策略之前仍然要思考關於如何確保 FSRU 在協和計畫的任務結束後能順利銜接其他標的，以避免 FSRU 出現閒置期。

對於本公司租賃採購將依據政府採購法規定之方式進行，Höegh 表示尊重，但強調該公司專案都是與業主透過雙邊協商的方式進行，而會堅持這種方式的原因是因為其政策是集中公司資源來使得手上的計畫都能夠順利進行，而這也反映在該公司目前所擁有在全世界各地的 10 艘 FSRU 中，都能擁有接近 100%的營運可靠度，會有這樣的實績是因為計畫從開始時就參與，與業主針對可能問題尋找答案，並確保船廠不論是新造或改造 FSRU。都能切合計畫需求，以及整體計畫的獲利。

至於本公司規劃租賃顧問的安排，Höegh 表示可以理解，而業界確實有相當的技術顧問可供服務，但也表示目前本公司在計畫上所面臨技術問題，大部分的 FSRU 供應商內部就有可以

解決這些問題的專業人員，若面臨內部無法處理問題時，也可透過長期合作的顧問公司尋求解決，如此業主如本公司只須面對 FSRU 供應商即可，而減少多重介面協調所需要的時間。

在船岸設備匹配的問題上，Höegh 接續前面的說明，表示對 FSRU 供應商來說，就像一般 LNG 接收站的運作，在新的 LNG 船靠泊前，業主與船東雙方都需要先行確認兩者的匹配性，而且業界的慣例是若船東或業主在合理的情況下確認船岸匹配有問題時，是可以拒絕讓 LNG 船靠泊的。所以在其計畫中，其本身也會介入靠泊碼頭的設計，甚至是靠泊碼頭即由其進行設計。

對於 FSRU 的準備前置期，受到不同的取得方式的左右，如新造船就需要約 3 年，改造船則較短約 2.5 年，而前置期的關鍵仍在於氣化設備等長前置期裝備的準備時間，但 Höegh 也表示以上的前置期是基於目前的市場狀況，若市場發生變化則前置期也會有所改變。

BW Group

BW Group 是一間跨國航運與海上能源解決方案集團，業務範圍包括船運、浮式基礎設施、深海油氣生產與再生能源技術。

該集團的成立可追溯至 1955 年由 Sir Yue-Kong Pao(包玉剛爵士)在香港創設的環球航運集團 (World-Wide Shipping)，後來在 2003 年收購挪威的 Bergesen d.y. 公司，並於 2005 年進行品牌整合與組織重塑迄今。

目前 BW Group 本身擁有或營船舶運超過 450 艘，覆蓋石油、乾散貨、LNG 與 LPG 船等多類船隊。

其核心業務領域與子公司如下：

業務範疇	子公司	備註
燃料運輸船 運 / 燃料氣 體運輸	包括 BW LNG、BW LPG、Navigator Gas、BW Epic Kosan 等	擁有世界最大的氣體運輸船隊（(包括 LNG 船、LPG 船、壓力式與半冷式氣體運送船)），其中擁有超過 30 艘 LNG 運輸船與 4 艘 FSRU
油氣浮式基 礎設施與生 產	BW Offshore、BW Energy	BW Offshore 是擁有與營運 浮式生產儲油設施 (Floating production storage and offloading, FPSO (浮式生產儲存卸油裝置)) 的主要公司之一，集團亦透過 BW Energy 參與油氣田開發與生產。
再生與能源 技術	BW Solar, BW ESS (電池儲能系統)、BW Ideol (浮式風電支撐結構設計)	在能源轉型趨勢下，亦積極佈局太陽能、儲能、海上風電等領域。
其他技術 / 支援事業	BW Water (水與廢水處理)、Corvus Energy (海事用電池 / 能源系統)、BW Digital (海底電纜與數位基礎設施)	補充集團在能源與海運生態系統內的整合能力。 補充集團在能源與海運生態系統內的水平或垂直整合能力。

BW 代表性 FSRU 營運計畫列表

船名	LNG 儲存容量	氣化能力		所在國與合 作夥伴	備註
	(立方公尺)	(百萬立方英尺/天)	(公噸/天)		
BW Magna	173,400	1,000	22,556	巴西/ GNA	屬該國 LNG-to-Power 計畫。預定租期約 23 年。。

船名	LNG 儲存容量	氣化能力		所在國與合作夥伴	備註
	(立方公尺)	(百萬立方英尺/天)	(公噸/天)		
BW Tatiana	137,000	280	6,316	薩爾瓦多/Invenergy	為該國首個 FSRU 專案
BW Integrity	170,000	750	16,917	巴基斯坦/Mitsui & Co.	租期約 15 年。
BW Batangas	162,524	500	11,278	菲律賓/First Gen	簽訂 5 年租約，作為臨時 LNG 接收站的一部分。惟菲律賓能源部今年初核發 25 年的營運許可，代表可能會長期運作

會談紀要

針對協和計畫的 FSRU 租期，BW 認為應保留一定的彈性，除了應對工程進度上的不確定性外，若租用期間未達 10 年，租金價格通常會較高。

對於本公司可能思考以較長的租期，只是在結束本公司任務之後，可轉租與其他計畫使用的相法，BW 表示國外確有類似作法的案例，如該公司過去在埃及的計畫，就是因為工程延宕，無法配合 FSRU 租期，故將其先安排至其他計畫使用。

關於 FSRU 的準備前置期，BW 以目前的市場狀況來看約需要 28 個月，其也特別強調此處所指的 28 個月是指租船雙方完成契約的簽署後起算，通常主要影響前置期的因素是改裝 FSRU 所需設備的準備，因此本公司目前開始準備 FSRU 租賃作業應該還算合適。但也還是需要保留一些餘裕，像是其過去在多明尼克的計畫，就是因為業主時程安排過於緊湊，雖然雙方都盡力推動，但計畫上線時間仍發生延遲。

對於顧問，其表示就其了解，確實並無可以提供一站式整體服務的公司，但也認為本公司目前接觸過的潛在顧問中，就其過去的合作經驗，應有能力可以協同不同領域的顧問公司完成計畫。

以 FSRU 市場狀況來看，在 2030 年之前市場大部分時間都會處於緊澀狀態，特別是 2028~29 年期間，有 6 個分別位於澳洲、越南、哥倫比亞、摩洛哥、愛爾蘭等國的 FSRU 計畫將開始營

運。但 2030 年以後，隨著更多的 FSRU 進入市場，情勢應可望放緩，這對於 2031 年開始營運的協和計畫是較有利的。

關於船岸匹配的問題，BW 表示其在國外的計畫通常是會在一開始即與業主合作，共同完成相關設施如繫泊設備，卸料設備及管線等設計，以確保 FSRU 與岸上設施可良好匹配，對於本公司目前已展開海事工程設計工作，其表示可以了解各家公司的作業流程或有不同，但該公司在此情況下，會需要額外約半年的時間確認各項設施的設計，並將其納入 FSRU 改裝的考量中。

最後，BW 仍表達希望能有與本公司合作的機會，因其與協和計畫的 LNG 供應商在 LNG 運輸上有長期配合的關係，相信其有能力可以讓計畫順利進行。

KN Energies AB(以下稱 KN)

立陶宛 KN (前身為 Klaipėdos Nafta)是一家國營能源企業，隸屬立陶宛能源部，總部位於克萊佩達市(Klaipėda)。公司專注於 LNG 接收、儲存、氣化、再裝載(reload)服務，以及再生能源領域的發展。在立陶宛能源安全中扮演關鍵角色。並以技術創新與多元能源組合建立其在東歐市場的領導地位。KN 正逐步從傳統能源儲運商轉型為綜合能源解決方案供應商。

在 FSRU 領域，立陶宛曾長期依賴由俄羅斯進口天然氣，為降低風險，KN 自 2014 年起在克萊佩達港運作 FSRU 「Independence」。該船原本係向 Höegh LNG 租賃，由於該國政府法令要求，其在 2024 年完成 FSRU 的所有權轉移，收購金額為 1.3804 億歐元，並將確保其營運至 2044 年。也成為國家能源自主的重要里程碑。讓該國得以成為歐洲最早完全停止使用俄羅斯天然氣的國家。

KN 的 FSRU 業務不僅限於立陶宛，也積極拓展國際市場，自 2020 年起成為巴西 Açú 港 FSRU 計畫的營運商。該計畫由 Gas Natural Açú 開發，為拉丁美洲最大天然氣發電計畫之一。除此之外，KN 自 2024 年起擴展其在德國的業務，與德國國營公司 Deutsche Energy Terminal GmbH(DET)合作，DET 隸屬於德國聯邦經濟與氣候保護部(BMWK)，管理該國北海沿岸 4 個 FSRU 計畫，而 KN 即提供技術營運與維護服務。

會談紀要

有關顧問的聘任，KN 過去的作法是將技術面與商務面分開來做處理，主要原因是兩個領域專業性質的差異，KN 也提醒，在法規面的部份，因為要使相關要求與說明能夠被主管單位理解，就好是能夠由本國的顧問或是由業主自身來處理。

對於招標程序，KN 認為各國制度有所不同，選擇適合業主自身需求的程序即可，但是也表示，在一般的案例中，FSRU 不是只是單純的租賃或採購一艘船，而是有一整套完整規劃的專案計畫，從可行性研究開始，將所有影響因素整合後才能取得合適的 FSRU 並確保未來的營運順利。

在 FSRU 的市場狀況，KN 表示就其了解目前確實是在緊澀狀態，雖然 2027 年會有大量的

新造 LNG 船進入市場並出現一波替換舊 LNG 船的發展，但是這些舊的 LNG 船可能都是一些儲槽容量較小的船舶，並且在推進系統以及 LNG 蒸發氣(Boiled-off Gas，BOG)的處理設備上相較新的船舶過時，因此對於未來本公司的燃料調度與滿足機組需求上可能會增加難度。

有關 FSRU 的準備前置期，依據 KN 對於市場的觀察，一般來說約 20~24 個月，但關鍵仍是氣化器等需要較長準備時間的設備，因為這些設備相對昂貴，一般 FSRU 供應商都會在取得確定合約後才會採購，加上疫情後製造業缺工缺料情況，其會較為保守推估前置期約為 24 個月以上。

針對長期持有 FSRU 資產，KN 認為本公司應該將未來協和計畫轉換為岸上接收站之後 FSRU 新任務是否能順利銜接納入考量，即便是規劃作為 LNG 船使用，因為業界 LNG 合約型態仍以 DES(Delivery Ex-Ship)交貨條件為主，要如何與 LNG 供應商合作安排適當的運務也是需要考慮的。

同時，KN 也以其在立陶宛與其他由其營運的計畫的作法為例，對於本公司若要長期持有 FSRU 資產的可能因應方式提供建議，在計畫中，FSRU 不僅是作為供應發電所需天然氣用途，也作為 LNG 轉裝站，除了透過設備加注 LNG 至槽車或小型的 LNG 船，以供應未與主要天然氣管網系統連結的區域，也可以供應給以 LNG 作為燃料船舶的燃料補充用途。

FSRU Solutions Ltd.

FSRU Solutions 是浮動式 LNG/天然氣進口領域的市場專業顧問，成立於 2020 年，過去五年間，為全球多個 FSRU 專案業主和政府機構提供採購流程中諮詢服務。在 2022 年俄烏戰爭歐洲天然氣危機期間，參與了近 80% 的 FSRU 計畫顧問諮詢工作，對 FSRU 計畫的最新理念、合約條款和市場價格有著深度的瞭解。

FSRU Solution 參與代表性計畫列表

計畫名稱	所在地	備註
Gas Network Ireland	愛爾蘭	提供 FSRU 採購建議
Freetown FSU Terminal, Sierra Leone	獅子山	提供不同 LNG 接收站方案評估
Morocco FSRU Import Terminal	摩洛哥	提供計劃整體性(含採購)顧問服務
Singapore LNG	新加坡	提供 FSRU 技術、風險、策略分析
Gasfin/DET	德國	提供德國 4 個 FSRU 計畫合約顧問服務
Poland Offshore FSRU Terminal	波蘭	提供 FSRU 採購建議
Gasunie	荷蘭	提供 FSRU 採購建議
Mozambique, “Matola FSRU”	莫三比克	提供 FSRU 採購建議

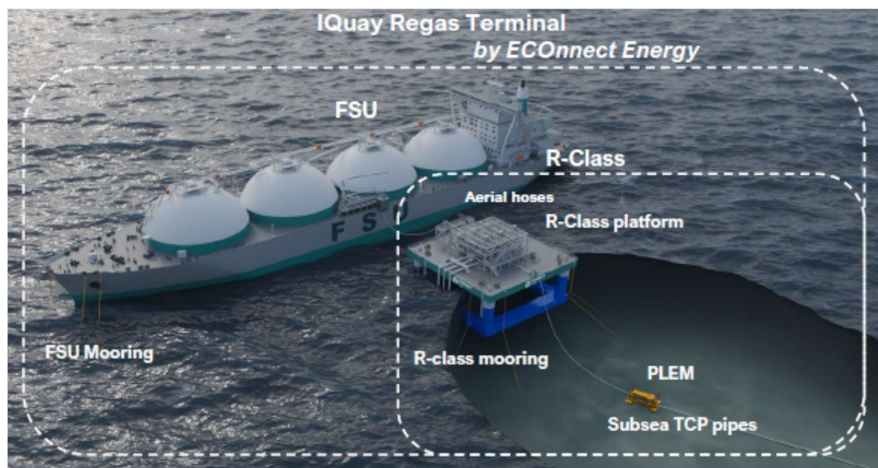
會談紀要

對於取得 FSRU 的前置期，依據其所掌握船廠的狀況，新造船約需要 3 年，而改造船也需要 2 年以上，但也提醒，若規劃使用改造船時，也要注意作為改造基礎的 LNG 船狀況，部分

較舊的船舶雖然可以較低廉約 3,000 萬美金的價格取得，僅新造船的五分之一，但考慮到其船齡，使用的是較舊的貨艙與推進系統技術，可能反而造成如 BOG 比率大幅上升及營運成本增加。

對於本公司在 FSRU 租期過短可能導致租金費用過高的疑慮，其認為與 FSRU 供應商共同持有 FSRU 的做法在業界應該可行，但是從做出投資決定到資金到位的時間通常都很短，若確實有意願的話，如何能滿足對於投資資金的時間要求對於本公司這類國營事業來說，將會是很大的挑戰。

FSRU Solution 對此也提出了另一種替代方案 EConnect，該方案的特點是將原本 FSRU 上所設置的氣化設備獨立出來，設備可以安裝在碼頭面上或是裝載於駁船上，只需要租用浮動式 LNG 儲存設施(FSU)與其搭配即可，而一般 LNG 船做最小幅度的改裝就可以做為 FSU 使用，不僅改造時間短，僅需要 1.5 年，而在成本上也具備優勢，而氣化設備後續也可作為岸上接收站的設施。



圖表 15：EConnect 系統運作示意圖

對於顧問工作，其說明 FSRU 計畫不僅是租用一條船，而是需要與整體計畫作共同的考量，就如該公司在其他計畫的案例，雖然工作範圍僅限於提供採購合約的評估建議，但其都要跟其他領域包括技術、工程規劃等合作才能完成專案。

(三) 小結

透過以上與潛在供應商與顧問公司會談結果，可以歸納出以下幾個重點：

1. 目前市場上新造 LNG 船的船廠仍是以韓國為主，而目前仍在消化近兩年卡達的大量訂單，而隨著這些新造船投入市場，可預期會有一些舊的 LNG 船可釋出並有機會轉成 FSRU，即便如此，這些 LNG 船大小與船況不一定可以為協和計畫所用，因此 LNG 船市場狀況可以作為參考，但作為進場採購依據不一定完全適合。
2. 依據現在船廠的訂單狀況，在與 FSRU 供應商簽署合約後，若要建造新 FSRU 船需要約 3 年時間，改造船則約至少 2 年，但是關鍵仍在於氣化設備等長前置時間的裝置，因為這些設備的製造受到人力缺乏與原料上漲的影響拉長了時間，也影響 FSRU 的前期資本支出因此增加。
3. 國外有專業的顧問公司可以提供 FSRU 的技術服務，但沒有 1 家可以涵蓋所有面向。此外，多數的 FSRU 供應商本身也有能力從事相關規劃。
4. 由於 FSRU 不單只是傭船提供服務這種商務的面向，也因此，多數的 FSRU 供應商比較傾向能與業主從計畫可行性評估階段就能開始合作，以確保對於業主的需求能完全掌握，並集中公司資源，與業主針對可能問題尋找答案。並提出合適的解決方案，就如我們所關心的船岸匹配問題，就能在規劃時預先納入考量，並確保船廠不論是新造或改造 FSRU，都能切合計畫需求，以使營運過程順利，因此不希望採購只以價格作為判斷依據。
5. 針對協和計畫的 FSRU 租期，廠商認為應保留一定的彈性，除了應對工程進度上的不確定性外，而且若租用期間未達 10 年，租金價格通常會較高。
6. 有關 FSRU 合約條款內容，各公司有其內部政策需求，故不一定可以完全接受本公司擬定的標準合約條款。在此原因下，偏好由租賃雙方直接就合約需求與條件進行洽議，因為就其以往的經驗，對於計畫的執行通常可得到較佳的結果。

肆、心得與建議

在本次的會議中，如何在能源供應安全、減碳與能源可負擔性取得平衡仍然是與會的政府官員、企業代表及學者專家討論的關鍵議題。在進入 21 世紀以來，全球大部分的焦點都聚集在減碳議題上，因此許多國家在內部與外部的雙重壓力下，提出了許多的減碳作為願景，而新的制度與技術也都紛紛出現。但在進入 2020 年代之後，隨著新冠疫情、俄烏戰爭及其他不同程度的地緣政治衝突，到近期的美國關稅爭議等事件的發生，讓能源供應安全議題的重要性大幅提升，特別是歐洲，又因為俄羅斯天然氣供應大幅減少，造成的能源價格的上揚甚至因此引發了嚴重的通膨現象，而這進一步的影響了能源可負擔性，並有所謂「能源貧窮」現象產生，反而造成了部分國家僅能使用碳排放量高，但相對在價格上可負擔的能源，但這又讓過去的減碳作為被抵銷甚至使得碳排放更加惡化，因此，在會議中多數與會者認為具經濟性化石燃料的使用仍有必要，特別是在當中相對碳排放量較低的天然氣，在未來 20~30 年，甚至全面使用潔淨能源的時代到來之前，將擔當做為過渡燃料的重要腳色。

在 LNG 供給方面，美國無疑是本次會議的焦點，如該國的部長層級官員均親自出席，強調了在川普政府時代對於該產業的支持，而這樣的支持力道確實也反映在今年美國 LNG 出口計畫達成最終投資決定的數量上。而這樣的局勢發展，將可望補充在 2030 年代 LNG 的供給，並與本公司自建 LNG 接收站完成營運時間大致契合，因此可預期未來美國 LNG 將成為重要的供應來源，但同時，由於美國 LNG 計畫幾乎均位於墨西哥灣沿岸的德州與路易西安那州，其傳統經由巴拿馬運河的運輸路徑，在近年來受氣候變遷影響水位，致船隻無法順利通行並導致嚴重堵塞，加上經蘇伊士運河路線又面臨在紅海恐怖組織攻擊往來船隻的狀況，讓目前美國 LNG 到東亞的路線成為以繞行好望角為主，運輸時間與面臨風險均大幅增加。因此，站在供應安全的角度，除了美國氣源外仍需關注其他地區 LNG 計畫的發展。

另外值得注意的是關於碳捕捉、儲存與利用的技術性專題在這次會議中明顯增加，而且許多計畫都已進入實證階段，且運用也不僅限於發電廠等大型場域，包括船舶等移動排放源都有機會可以安裝相關設備，而封存場域也有進展，部分油氣供應商規劃將油氣田作為封存地點，除了封存的效果外，還可以藉著注入二氧化碳提高油氣產品的產出率。儘管技術具備良好的前景，但就如在能源領域技術發展常面臨的問題，來自外界對於技術不了解產生的疑慮，特別是

經過不正確的傳播後導致的反對力道反而讓技術推展受到限制，因此，未來的思考上如何能正確地將新技術推廣，讓大眾有正確的認知並取得支持後，才能夠讓技術有真正普及的機會。

協和燃氣發電計畫歷經相關部門長時間的努力後，於今年 2 月通過環評審查，其中 FSRU 也成為審查過程中的爭論焦點，這也凸顯了其為台灣第一例的特殊情形，隨著單位內部對於國外案例的蒐集分析及與潛在供應商及顧問洽談過程後，認識到其內涵與過去熟悉的燃煤運輸傭船辦理運務單純的商務採購行為有所不同，而是跟電源開發計畫類似，是需要從前期的可行性研究分析、環評，到中期 FSRU 與相關設施的細節設計，營運所需相關許可的申請，乃至於後期採購契約的簽訂、建造、試運轉到運轉整套處理的過程，特別是因為 FSRU 要配合發電機組的運作需求提供天然氣，而其又比一般的岸上 LNG 接收站更容易受到外界所在環境的影響，因此，船岸能順利匹配將會是在實務面上影響計畫可否順利進行的重要因素之一，也因為涵蓋的層面相當廣泛，仍然需要相關部門共同合作才能讓整個協和計畫得以順利完成。

雖然使用 FSRU 作為供氣來源的方案已在業界形成潮流，有許多的 FSRU 投入營運，但就如前段所提及，未來協和計畫的 FSRU 將與機組運轉需求有密切關連，而因此使用的 FSRU 在設計上必須要有適當配套措施。而由於協和計畫對於北部供電的重要性，機組的穩定運轉將會是重要的考量，但由於 FSRU 本身作為船舶的特性，在面臨颱風等劇烈天候狀態時必須停止供氣甚至是撤離，但這就會影響機組的運轉，因此計畫運轉後的調度運作上必須要先將此納入考量。最後協和計畫作為台電公司第一個自行處理天然氣供應事宜的專案，因為天然氣供應牽涉許多的面向與專業性的知識，對於營運人力的儲備與訓練也應該要及早做準備，確保計畫營運順暢。