

出國報告（出國類別：考察）

# 「英國氫能訪問團」 出國報告

服務機關：臺灣港務股份有限公司

姓名職稱：臺中港務分公司副總工程司 張欽聰  
投資事業處助理管理師 蔡昆池

派赴國家：英國

出國期間：111年12月3日至111年12月11日

報告日期：112年2月15日

## 摘要

科學證實氣候變遷對地球造成的負面影響已十分嚴重，引起國際社會、跨國企業及在地團體之重視，各國陸續提出「2050 淨零排放」之宣示與行動，並設定相關淨零排放目標，除致力於減碳外，亦將淨零視為國家未來經濟之新成長動能。

於氣候變遷應對上，英國是全球參考、效法之領導標竿之一，該國是世界第一位將減排目標納入法規並提出碳預算的國家，也是自巴黎協議後最關鍵氣候變遷會議 COP 26 的主辦國。英國於「氫能」產業發展已超過 10 年以上，其於 2021 年 8 月公開發布之「英國氫能戰略」中，針對氫能部分規劃投入 1.4 億英鎊的支持計畫，期望於 2030 年實現 5GW 的製氫能力，減半石油及天然氣的排放量，減少氫氣的工業能源成本，並幫助綠氫項目發展。

有鑑於此，為促進英國及臺灣兩國氫能交流，主辦單位「英國在台辦事處」策畫於 2022 年 12 月 3 日至 11 日舉辦「英國氫能訪問團」，邀請本公司與我國公、民營企業及市政議會代表，赴英國實地參訪，推動臺英氫能技術與產業交流，並強化臺英氫能合作機會。

本公司除專注於本業港埠相關業務外，亦積極探詢本業延伸之上、下游關聯產業之多元化發展機會，其中針對再生能源、潔淨能源等領域亦納入初步評估領域內，爰透過本次「英國氫能訪問團」之實地參訪，汲取英國當地氫能技術發展經驗及政府政策，作為未來本公司於港區內發展氫能相關業務之可行性參考借鏡。

# 目 次

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 壹、出國目的 .....            | 4  |
| 貳、行程及工作內容 .....         | 5  |
| 一、參訪行程規劃.....           | 5  |
| 二、我方代表團成員.....          | 6  |
| 三、參訪紀要.....             | 6  |
| 參、心得與建議 .....           | 29 |
| 一、氫能運用於臺中港區之短期發展建議..... | 29 |
| 二、氫能運用於臺中港區之中期發展建議..... | 30 |
| 三、氫能運用於臺中港區之長期發展建議..... | 31 |
| 四、總結及建議.....            | 32 |

## 壹、出國目的

臺灣面臨 2050 淨零排放跨世代、跨領域、跨國際之轉型工程，建構科技研發及氣候法制等 2 大面向之基礎環境，推動能源、產業、生活、社會等 4 大轉型策略，逐步實現 2050 淨零排放之永續社會。針對 2050 年淨零排放，我國政府亦規劃 12 項關鍵戰略，就能源、產業、生活轉型政策預期增長之 12 個重要領域制定計畫，以達我國設定之淨零目標，其中「氫能」便是一項重要關鍵戰略項目。

依據國家發展委員會 2022 年 3 月公布之「臺灣 2050 年淨零排放路徑」，氫能將佔我國總電力供給之 9%~12%。自整體能源使用角度來看，氫能不僅是全球、亦是臺灣達到 2050 淨零排放之關鍵角色。

本公司自 2012 年 3 月成立以來，以成為「全球卓越港埠經營集團」之願景發展邁進，除專注於本業港埠相關業務外，亦積極朝向多角化經營及推動多元事業發展，陸續轉投資成立數間子公司，擴增公司經營據點及營運範疇，提升國際競爭力。

本次本公司應主辦單位「英國在台辦事處」邀請，積極參與 2022 年 12 月 3 日至 11 日舉辦之「英國氫能訪問團」，派員至英國實地參訪，汲取當地氫能技術發展、相關產業鏈、國家政策等經驗，多方蒐集氫能相關知識與資訊，俾進一步評估於本公司港區內發展氫能相關業務之可行性。

## 貳、行程及工作內容

### 一、參訪行程規劃

本次我方代表團於 2022 年 12 月 3 日抵達英國愛丁堡展開參訪行程，期間陸續拜訪當地政府議會、氫能相關技術業者、供應鏈業者、開發商、能源公司、加氫站及減碳環境實驗室等，並於 12 月 11 日結束返臺。參訪行程規劃如下表所示：

| 英國氫能訪問團 行程規劃表 |  |               |
|---------------|--|---------------|
| 日期            | 行程   | 地點            |
| 12/03 (六)     | 臺灣桃園機場出發，至德國法蘭克福機場轉機   | 臺灣桃園          |
| 12/04 (日)     | 德國法蘭克福機場飛抵英國愛丁堡機場  | 英國愛丁堡         |
| 12/05 (一)     | 拜會氫能技術業者、供應鏈業者及開發商<br>● Logan Energy<br>● H2Green<br>● Storegga  | 英國愛丁堡         |
| 12/06 (二)     | 拜會政府議會、能源公司及參訪加氫站<br>● Aberdeen City Council<br>● Energy Transition Zone Ltd.<br>● Aberdeen City Hydrogen Energy Storage (ACHES) | 英國亞伯丁         |
| 12/07 (三)     | 一、拜會氫能技術業者、開發商及供應鏈業者<br>● Hydrasun<br>● Hydro-C<br>● Howden<br>二、英國格拉斯哥機場飛抵英國貝爾法斯特機場   | 英國格拉斯哥        |
| 12/08 (四)     | 一、拜會氫能供應鏈業者<br>● Wrightbus<br>二、英國貝爾法斯特機場飛抵英國曼徹斯特機場  | 英國貝爾法斯特       |
| 12/09 (五)     | 參訪沙爾福大學減碳環境實驗室<br>● Energy House   | 英國曼徹斯特        |
| 12/10 (六)     | 英國倫敦希斯洛機場出發返國  | 英國伯明罕<br>英國倫敦 |
| 12/11 (日)     | 抵達臺灣桃園機場   | 臺灣桃園          |

## 二、我方代表團成員

代表團由英國在台辦事處貿易與投資署長馬凱莉及國際貿易部科技處處長賴秀芳擔任領隊角色，產、官、學、研共計 16 位，我方代表團成員名單如下表所示：

| 序列 | 姓名                                  | 職稱             | 公司/機關                            |
|----|-------------------------------------|----------------|----------------------------------|
| 1  | 馬凱莉 MacKay /<br>Charlotte Elizabeth | 貿易與投資署長        | 英國在台辦事處                          |
| 2  | 賴秀芳                                 | 國際貿易部科技<br>處處長 | 英國在台辦事處                          |
| 3  | 林智鴻                                 | 議員             | 高雄市議會                            |
| 4  | 劉芳茹                                 | 隨行人員           | 林智鴻議員辦公室                         |
| 5  | 林正中                                 | 執行長            | 林智鴻議員辦公室                         |
| 6  | 吳宜真                                 | 副執行長           | 趙天麟立委辦公室                         |
| 7  | 黃世宏                                 | 副局長            | 高雄市政府環保局                         |
| 8  | 吳承峰                                 | 行政專員           | 地方政府永續發展理事會 - 東<br>亞地區永續發展能力訓練中心 |
| 9  | 左峻德                                 | 副院長            | 台灣經濟研究院                          |
| 10 | 林若蓁                                 | 執行長            | 台灣氫能與燃料電池夥伴聯盟                    |
| 11 | 陳映蓉                                 | 副組長            | 台灣經濟研究院                          |
| 12 | 楊志成                                 | 處長             | 台灣中油股份有限公司 - 探採<br>事業部測勘處        |
| 13 | 張欽聰                                 | 副總工程司          | 臺灣港務股份有限公司臺中分<br>公司              |
| 14 | 蔡昆池                                 | 助理管理師          | 臺灣港務股份有限公司                       |
| 15 | 鄭英豪                                 | 董事長            | 彩碯新能源股份有限公司                      |
| 16 | 張國轅                                 | 總經理            | 元上工程股份有限公司                       |

## 三、參訪紀要

### (一) 拜會氫能技術業者暨供應鏈業者 Logan Energy

1. 時間：12 月 5 日(星期一)
2. 英方與會人員：
  - (1) Bill Ireland, CEO
  - (2) Yuxuan Zhang, Director & Business Development China
3. 會議紀要：
  - (1) Logan Energy 是歐洲領先的氫能源及燃料電池能源之高科技企業，該

公司於氫氣生產、壓縮和存儲、可再生能源儲存、加氫站、固定式氫氣燃料電池供電和熱回收等領域擁有相關核心技術。

- (2) Logan Energy 目前以集裝修技術建置加氫站為主力業務，克服加氫站所需之土地與管線問題，依照使用需求製造出不同產量的移動式加氫站，於載具運用、社區能源供應等部分係為新穎技術。
- (3) Logan Energy 陸續提供英國各地氫能巴士加氫服務，並持續推動社會溝通、提升安全性，促使潔淨能源之運用更加普及化，該公司之潔淨能源運用技術已逐漸自英國推廣至海外，包括西班牙、德國、義大利等國。
- (4) 英國目前加氫站之設置距離規範為 8 公尺，意即單一加氫站之 8 公尺範圍內不能有建築物，且一般內陸設置點與於港埠區域內設置加氫站之規範相同，無特殊規定。
- (5) Logan Energy 表示若能取得單位成本低之氫能來源，使用天然氣加氫氣之混燒發電技術(如 95%之天然氣加上 5%氫氣之發電方式)，提供國內工業應用業者之需求電力具發展可行性。



圖 1 拜會 Logan Energy 合照



圖 2 Logan Energy 戶外氫能相關設備場域

## (二) 拜會氫能開發商 H2 Green

1. 時間：12 月 5 日(星期一)

2. 英方與會人員：

(1) Ian Spencer, H2 Green Founder and Head of Business Development

(2) Sarah Finnie, Development Engineer

3. 會議紀要：

(1) H2 Green 是綠色氫氣生產及燃料運輸的開發商，目標於英國建立一個完整之氫氣生產和供應鏈資產網路，目前具備氫能工程優化、承攬氫能相關業務及整合再生能源之能力。

(2) H2 Green 初期開發階段先確認氫能之最佳配置及需求容量，擇定適合地點後進行氫能相關設施建設及運營，最終通過儲存及車、船之運輸，將氫能源供應予交通載具或工業應用；簡單來說，H2 Green 提供初期開發、需求容量確認及氫能配置規劃、中段製造生產、儲存及運輸、最終供應予終端使用者氫能源之一條龍服務，以推動投資氫能價值鏈，達到淨零碳排目的。

(3) H2 Green 與英國蘇格蘭之高地議會(Highland Council)於整個高地區域共同開發綠氫樞紐網路，建立綠氫採購商務協議。

(4) H2 Green 的母公司 Getech(地球科學及地理空間技術商、能源資產開



發商)與英國英格蘭東南部西薩塞克斯郡之索爾海姆港(Shoreham Port)於 2021 年 11 月簽署合作協議，該協議宣布授予 H2 Green 於索爾海姆港港區內發展氫氣、氨氣及新陸域風電及太陽能發電之獨家經營權至 2027 年 8 月。H2 Green 規劃於索爾海姆港港區內建置 14MW 陸域風電及 2MW 太陽能發電之容量裝置，每日進口約 500 萬公升的氨(等同於 1GW 電解量)，推估每日綠氫產能將可達至 10 公噸，將索爾海姆港轉型為一綠色能源樞紐，未來期望為每日進入該港之 8 百多輛重型貨車減少碳排放量，並為港口和沿海船舶提供氫能燃料。

- (5) H2 Green 亦於蘇格蘭是蘇格蘭北部高地(Scottish Highlands)境內之印威內斯(Inverness)規劃陸域風電及太陽能發電之開發，推估每日綠氫產能可達約 10 公噸，為當地重型貨車及鐵路提供氫能源，期望於印威內斯創建一個綠色氫能源樞紐，除了可消除交通載具之碳排放量，亦可創造更多就業機會及支持氫能供應鏈，氫能發電未來甚至可為該地區之醫院、水產養殖業及水質處理廠提供零碳熱能與醫療級氧氣。
- (6) H2 Green 未來將持續致力推動投資氫能價值鏈，積極評估並遴選出適合地點，依據當地需求建置相關氫能基礎設施、強化氫能供應鏈之連結，同步尋求合作夥伴共同投資挹注，建立起完整之氫能產業鏈，提供潔淨氫能源予終端使用者。

## Driving investment into the hydrogen value chain

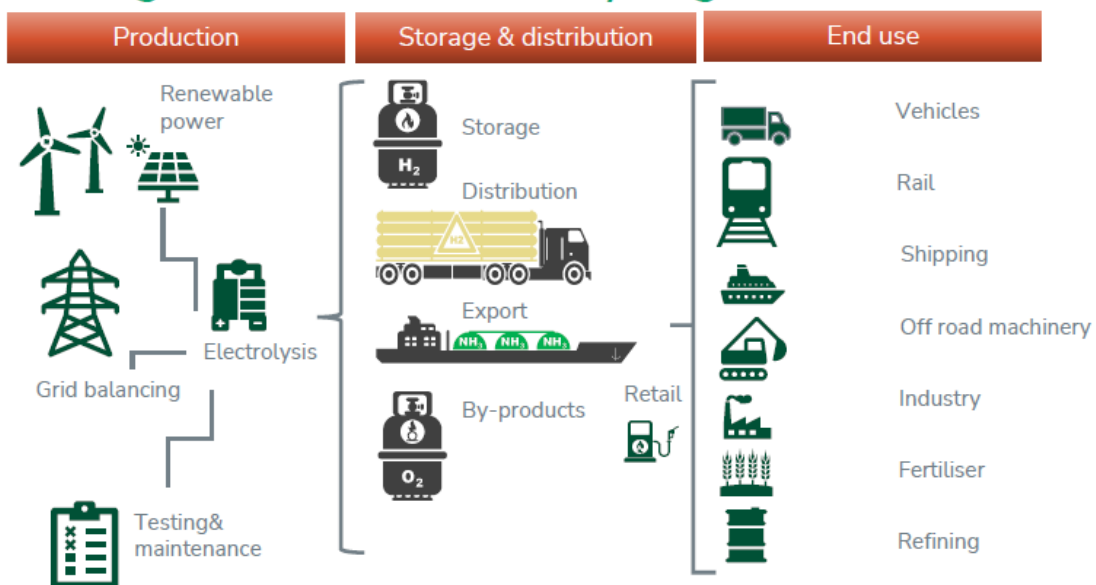


圖 3 H2 Green 推動投資氫能價值鏈示意圖



圖 4 拜會 H2 Green 會議

(三) 拜會氫能技術業者 Storegga

1. 時間：12 月 5 日(星期一)

2. 英方與會人員：

(1) Catherine Witt, Head of Technical

(2) Elle Lashko, CO2 Storage Geoscientist

3. 會議紀要：

(1) Storegga 係一家專精於脫碳、碳捕捉與儲存(Carbon Capture & Storage, CCS)、氫能開發相關技術之英國公司，致力於減少和消除大氣中二氧化碳對環境的有害影響，以實現淨零排放目標。Storegga 積極於全球尋找潛力合作夥伴及布局規劃，目前在英國倫敦、亞伯丁、美國休士頓、新加坡等地設有營運據點，並於英國、美國、印尼、新加坡等特定區域推行相關碳捕捉與儲存之技術專案。

(2) Storegga 主要營運業務為「碳捕捉與儲存」、「潔淨氫能」及「直接空氣碳捕捉 (Direct Air Capture, DAC)」3 項，並就營運業務設立短、中、長期減碳目標，現階段目標係於 2030 年達成每年封存 1,000~1,500 萬噸二氧化碳之目標。

(3) Storegga 在蘇格蘭東北部聖弗格斯(St. Fergus)的「Acorn」專案是英國最成熟的碳捕捉與儲存項目之一，Storegga 與各協力夥伴(石油公司、天然氣公司、基礎設施開發商、能源公司、工業業者等)共同推行 Acorn 專案，利用其專業的 CCS 技術，將捕捉到的碳封存至北海開採石油的海床岩層中。

(4) Storegga 進一步分享建議碳封存選擇地點，首要條件係封存地點建議離排放源距離近，俾運輸便利，另需針對封存地點進行完整地質探勘及分析，確認岩層之相性能將捕捉到的碳完整封存且不逸散。

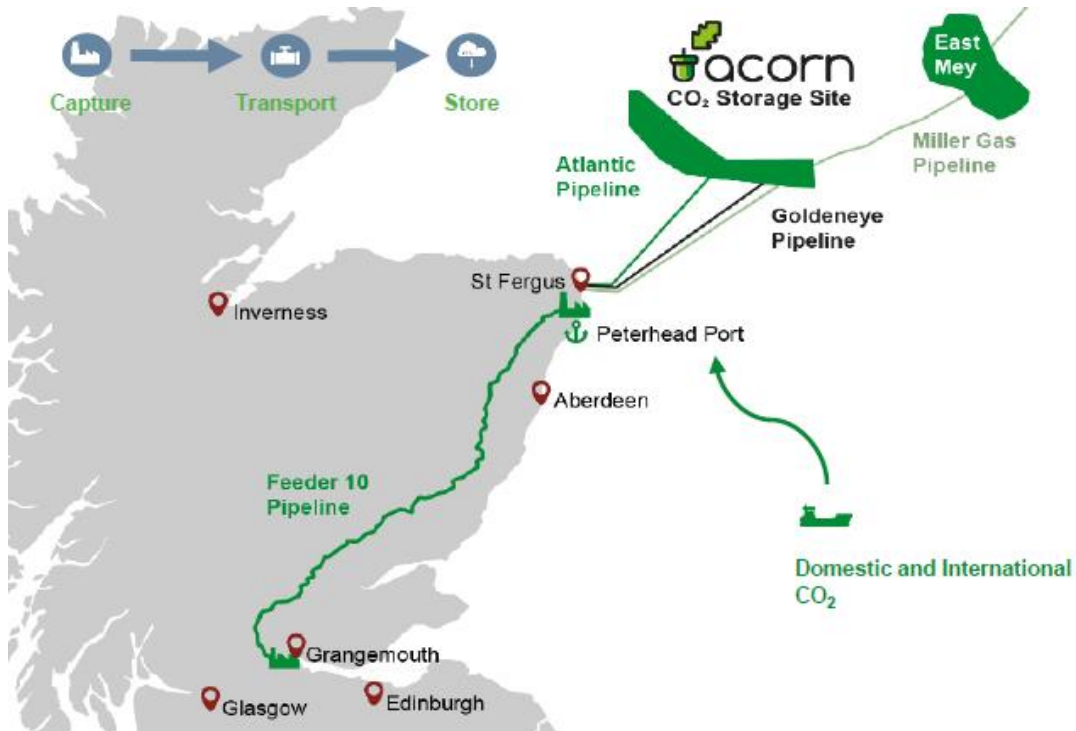


圖 5 Storegga 規劃推動之「Acorn」專案



圖 6 拜會 Storegga 合照

#### (四) 拜會亞伯丁市議會 Aberdeen City Council

1. 時間：12月6日(星期二)
2. 英方與會人員：
  - (1) Emma Watt, Team Leader of Projects Team
  - (2) Graeme Brown, Project Officer of Projects Team
  - (3) Alison Leslie, Team Leader of Climate and Sustainability Policy Team
  - (4) Euan Alexander, Project Officer of International Trade Team
3. 會議紀要：
  - (1) 亞伯丁市議會(Aberdeen City Council)係根據英國「1994年地方政府(蘇格蘭)法案」(Local Government etc. (Scotland) Act 1994)於1996年所創立，提供當地環境、民生、教育、衛生、文化、交通、社會關懷等服務。
  - (2) 亞伯丁市議會因應氣候變遷設立相關零碳排政策目標，陸續制定6項淨零排放戰略白皮書，透過政策融合，攜手合作夥伴策動合作，其中氫能在其策略發展中扮演重要角色，亞伯丁市議會在氫能發展上(自2013年起)已超過10年的時間。
  - (3) 亞伯丁境內目前設置了2座加氫站(ACHES及Kittybrewster)，每日分別可產製130公斤及360公斤之氫量，可為當地汽車、貨車、巴士、大型交通工具等提供加氫服務，亞伯丁市議會進一步分享氫能產製成本依生產方式不同而有所變動，1公斤約6~20英鎊區間。
  - (4) 亞伯丁市議會推行「亞伯丁氫能巴士示範專案」(Aberdeen Hydrogen Bus Project)，本專案是歐洲最大的氫能巴士示範案，目前擁有10輛單層氫能電池燃料巴士，於亞伯丁城市內提供大眾運輸服務，每台巴士造價約120萬英鎊。
  - (5) 亞伯丁市議會於2021年與英國當地巴士營運商First Bus合作，推行「FCH JU JIVE 巴士專案」(Joint Initiative for hydrogen Vehicles across Europe)，推出世界上第一輛雙層氫能巴士，目前已有15輛雙層氫能巴士於亞伯丁城市內提供大眾運輸服務，後續將有另外10輛巴士會投入營運行列。
  - (6) 上述「亞伯丁氫能巴士示範專案」及「FCH JU JIVE 巴士專案」2個專案自推出後，共計提供約290公里之運輸距離，服務約203萬名乘

客，消耗約 29.3 萬噸之氫氣量，並減少約 2,410 噸之碳排放量。

- (7) 亞伯丁市議會未來將持續針對氫能載具進行研發與精進，進一步健全當地氫能供應鏈拓展之創新、技能及轉型，將亞伯丁打造成全新氫能業務樞紐，使氫能載具之服務拓展至火車、卡車及船舶等領域，以期於商業基礎上向市場提供更有彈性、成本效益更高之綠氫供應服務。



圖 7 單層氫能巴士



圖 8 KittyBrewster 加氫站



圖 9 雙層氫能巴士



圖 10 拜會亞伯丁市議會合照

(五) 拜會能源公司 ETZ (Energy Transition Zone Ltd.)

1. 時間：12 月 6 日(星期二)

2. 英方與會人員：Martin McCormack, Director of CCUS & Hydrogen

3. 會議紀要：

- (1) ETZ 由英國和蘇格蘭政府、Opportunity North East(能源轉型開發商)及數家私人企業共同資助成立，是一家由私營部門主導之非營利公司，目前已有約 15 年推動轉型經驗，期望將蘇格蘭打造成淨零能源轉型之樞紐，利用低碳及零碳機會達到經濟轉型目標。
- (2) ETZ 規劃 28GW 之「ScotWind 專案」，係透過於亞伯丁東北部海域進行離岸風電租賃計畫，規劃將亞伯丁東北部海域分成 17 個區域租賃予投資者，進行離岸風場之建置、於離岸風場產生綠氫，並搭配岸上天然氣重組產製之藍氫，透過岸邊轉接站及接收站將氫氣經由管線送至亞伯丁境內使用，並透過碳捕捉與封存技術，將碳運輸至離岸海底岩層儲存，協助亞伯丁達到減碳目標。ScotWind 專案規劃之 28GW 發電量多於蘇格蘭整體需求，因此對蘇格蘭來說具有可觀的氫能來源，待未來整體風場租罄、發展完成並供電穩定後，將可出口至其他國家(如德國等)，ETZ 對於氫能生產及使用規劃抱有很大期望。
- (3) ETZ 規劃之 2025 年「ERM Dolphyn 專案」，期望於亞伯丁市東南方 25 公里之海域，透過未來建置完成的浮式風場，暫定使用 10MW 之浮式風機進行發電，推估每日可產出 2,000 公斤綠氫產能。
- (4) 針對當地氫能相關政策及法規部分，ETZ 分享英國及蘇格蘭政府皆推出相關氫能推動策略，其中蘇格蘭專注於低碳交通載具如電動車、氫能陸上載具之發展，亞伯丁的低碳政策便是由當地政府推動及補助的，因氫能陸上載具可做高乘載量、長途運輸之用途，現階段以發展氫能巴士及小型車輛為主，未來期望拓展至鐵路火車、輪船等運用。
- (5) ETZ 分享亞伯丁當地之潔淨能源示範計畫自初始階段便有政府挹注資金支持，蘇格蘭政府設立資金約 1 億英鎊來發展潔淨能源科技，其中 1 千萬便是放在氫能上面，而自天然氣轉換到氫能之過程需耗費龐大資金，因此當地政府仍處於評估階段，預估 2026 年會有進一步氫能決策；另根據亞伯丁政府估算，單一國家若欲達到 2050 淨零碳排之目標，推估每年需投入 4,000 億英鎊之資金才能達成，約佔一個國

家 1~2% GDP。

(6) 針對現階段綠氫成本議題，ETZ 表示雖然自再生能源轉換成之綠氫可轉換成電力使用，但天然的綠能儲存不易，且綠氫成本高昂確實是個負擔，需要靠著許多具規模的專案推行、從中汲取寶貴經驗及改進研發相關技術後，才能將成本壓低，因此現階段若有用電需求，可先就綠電外之電能使用，待未來綠氫成本降低後，再行轉換至使用綠電。



圖 11 拜會 ETZ 合照

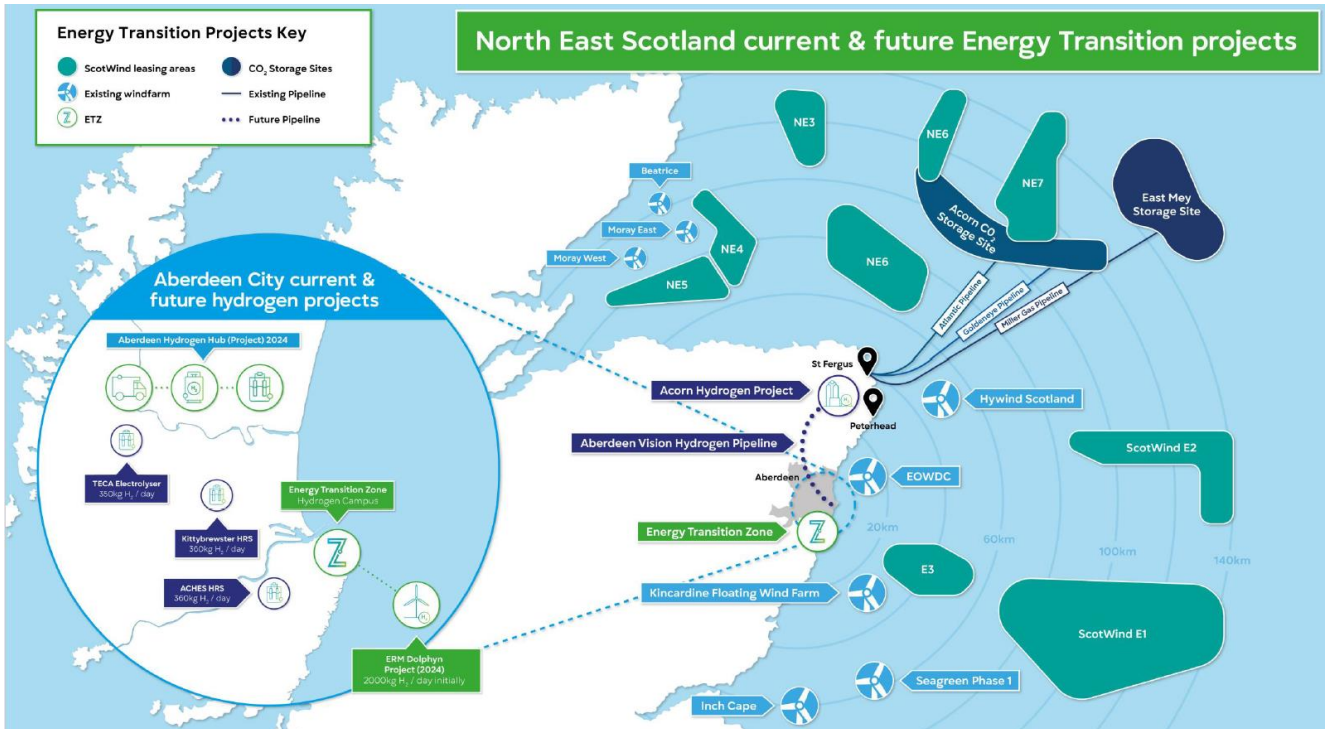


圖 12 ETZ 規劃推動之「ScotWind」專案

(六) 參訪加氫站 ACHES (Aberdeen City Hydrogen Energy Storage)

1. 時間：12月6日(星期二)
2. 英方與會人員：Robin, Project Schemer of Project Management
3. 會議紀要：

- (1) ACHES 加氫站是亞伯丁的兩個加氫站之一，由當地 Norco Energy (存儲電能系統商) 運營，站內建置了燃料電池儲槽、壓縮機、冷卻機、電解設備等，每日可製造 130 公斤的氫氣產能，能夠為當地氫能汽車、巴士、貨車等提供加氫服務。
- (2) 以一台小型氫能汽車為例，氫電池容量約 5 公斤，加氫時間約耗時 5 分鐘，可行駛約 480 公里距離，約耗用 50 公升的水。
- (3) ACHES 加氫站之收費標準為 1 公斤 12 英鎊，換算成新臺幣並用公里數進行攤提計算，1 公里約新臺幣 4.75 元。
- (4) 當地政府大力推廣一般民眾多加使用低碳、零碳排之潔淨能源(如電動車、氫能汽車、氫能巴士等)，針對加氫能之費用提供相應補助金額，因此當地居民就選擇添加柴油或氫能之收費標準接近。



圖 13 ACHES 加氫站



圖 14 ACHES 加氫站合影





圖 15 參訪 ACHES 加氫站合照及致贈禮品



圖 16 氫能汽車

(七) 拜會氫能技術業者暨供應鏈業者 Hydrasun

1. 時間：12月7日(星期三)
2. 英方與會人員：
  - (1) Stuart Mitchell, Director of Strategic Business Development of Hydrogen & CCUS
  - (2) Alan Graham, Regional Director
3. 會議紀要：
  - (1) Hydrasun 公司總部位於亞伯丁(距離 ACHES 加氫站約 1 公里處)，係為專精於液體輸送、電力及控制解決方案之市場領導者，透過其於全球布局之石油和天然氣、可再生能源、一般工業及海洋工業領域的營運業務來支持能源轉型，目前以氫能技術為重點發展方向，主要的 2 個氫能技術發展項目是移動式加氫站及燃料電池。
  - (2) Hydrasun 市場集中於英國及歐洲市場(德國、法國、荷蘭、西班牙等地)為主，提供區域性服務，全球員工約 550 人，年營業額約 1 億英鎊，目前公司以提供氫能交通載具(如巴士、卡車、重型車輛等)之相關解決方案為主，產品跟服務集中於氫能整合性服務、電力控制系統建造、電池訂製等區塊。
  - (3) Hydrasun 於 2016 年開始跨足及精進氫能領域之服務及技術，係為英國和歐洲的客戶、原始設備製造商和統包工程商(EPC)提供氫氣系統

整合、安裝及維修之市場領導者，相關服務包括 OEM 設計及製造、產品供給與安裝、壓力系統認證、供應鏈整合、模組化系統建構等。

(4) Hydrasun 將持續致力並投資氫能相關發展領域，如人才培育、營運據點擴充、跨領域之市場(如交通、熱力、電力及工業等)應用、Power-to-X 技術、全球工程公司合作、及技術創新及研發等，除了建立起整個能源產業鏈外，亦期望於未來將事業版圖拓展至全球，推動能源轉型之目標。

(5) Hydrasun 分享藍氫於工業應用上較多且廣，綠氫則為高價位之應用，近 2 年藍氫與綠氫成本漸漸拉近，未來預期自藍氫慢慢過渡至使用綠氫，另提及將天然氣與氫氣進行混燒發電具可行性，在英國有供暖系統之應用。



圖 17 拜會 Hydrasun 合照



圖 18 致贈 Hydrasun 禮品



圖 19 參觀 Hydrasun 氫能相關設備實驗室合照

#### (八) 拜會氫能開發商 Hydro-C

1. 時間：12 月 7 日(星期三)
2. 英方與會人員：Hassan Heshmat, CEO & Managing Director
3. 會議紀要：

(1) Hydro-C 是一家總部位於格拉斯哥的英國公司，成立於 2013 年，在英國及杜拜設有營運據點，於國際市場發展業務，係為專業的石油、天然氣和可再生能源採購管理供應商，提供如管路及配線、電器及耗材、資訊科技設備、建築工程等服務，並具有自主研究及開發之能力，主要客戶包括美國埃克森美孚石油公司(Exxon Mobil Corp.)、英國 BP 公眾有限公司(石油公司)、挪威 DNO 公司(石油及天然氣營運商)、俄羅斯盧克石油公司(PJSC Lukoil Oil Company)、美國雪佛龍公司(Chevron Corporation，石油及天然氣營運商)、法國道達爾公司(TotalEnergies SE，石油及天然氣營運商)等。

(2) 自 2020 年起 Hydro-C 投入新能源轉型，考量大部分歐洲國家將淨零碳排訂為目標，Hydro-C 汲取過往傳統石油及天然氣產業之豐富營運經驗，選擇潔淨能源 - 綠氫作為其發展項目，除了上述本業之外，Hydro-C 目前亦為氫能之開發商。

(3) Hydro-C 於英國成立氫能生產中心(Hydrogen Production Hubs)，並規劃了 GH18 Hubs 專案，GH18 Hubs 專案包含了 24 家企業，Hydro-C 則擔任該專案之領導者。GH18 Hubs 係一個氫能生產中心專案，利用

高端技術進行綠氫生產模型，主要提供 4 個解決方案：風力發電、電解技術、研究開發、碳捕捉技術等。

- (4) 4GH18 Hubs 透過其專利技術，利用研發設計之小型風板(wind panel)，架設於風量足夠之地區，藉著風力或振動使風板旋轉及產生能量與發電，將電能導入製氫設備內，使用專利研發之電漿技術來電解水，達到低成本之產氫模式，目前規劃於 4~8 年間採 4 階段方式進行，期望未來逐步自 1MW 發展至 500 MW 之氫能出口量能。

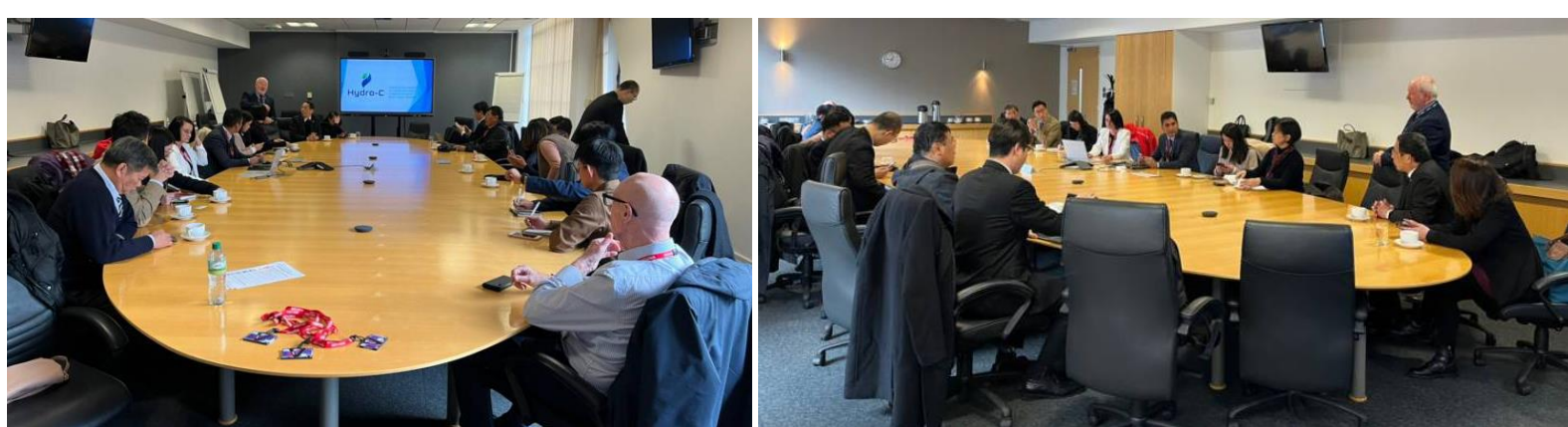


圖 20 拜會 Hydro-C 會議

#### (九) 拜會氫能供應鏈業者 Howden

1. 時間：12 月 7 日(星期三)
2. 英方與會人員：David Barrie, New Build Sales Leader – Sustainable Energy
3. 會議紀要：

(1) Howden 成立於 1854 年，係為氣體處理技術諮詢(如氫壓縮)及提供氣體設備之專業供應商，產製產品如工業風機、壓縮機、熱交換器、蒸氣渦輪機、鼓風機等化工產業常見之大型機具設備，結合其工程專業技術與知識，提供客戶最佳之設計、解決方案和最適服務。

(2) Howden 目前於全球 169 個國家設立營業據點(遍布中國、美洲、亞太地區、非洲、中東、歐洲等)，1996 年於臺灣設立分公司(辦公室位於新北新莊區、工廠位於高雄前鎮區)，目前 Howden 擁有約 6 千位專業員工，並於 35 個國家內布局 750 名專業工程師進駐，進行技術研發及精進。

(3) Howden 之公司發展遵循 ESG 永續發展，刻正投資研發減碳或零碳排

之機具產品，期望於 2030 年將企業碳排放量減少 50%，並於 2035 年實現碳淨零排放之目標，為社會帶來正面影響力。

- (4) 針對氫能的發展趨勢，Howden 的知識及經驗確保相關產線之機具設備皆符合國際規範及客戶需求，並有助於減少碳排放量，並提供其客戶安全、可靠之解決方案來處理任何壓力下之氫氣需求，期望與整條氫能價值鏈(前端製造、中段運輸及儲存、後段終端使用者)的客戶建立合作關係，支持永續發展目標。
- (5) 目前 Howden 針對氫能市場需求開發出 5 項重要壓縮機產品，分別為隔膜式壓縮機(diaphragm compressor)、往復式壓縮機(reciprocating compressor)、混合式壓縮機(hybrid compressor)、螺桿式壓縮機(screw compressor)、離心式壓縮機(centrifugal compressor)，根據客戶各式氫能設備之需求，選取適切之壓縮機提供設備服務，目前上述 5 式壓縮機能應對至藍氫、加氫站、Power-to-X、氫能管線、氫氣壓縮桶、氫氣液化、氫氣儲存、綠鋼、綠氨等設備。
- (6) Howden 目前建立了全球最大的氫氣壓縮解決方案，為其客戶提供完整之一條龍式服務(需求諮詢、合作模式建構、系統開發、產品規格確立、製造及運送、設備組裝、長期策略、售後服務及機具設備保固等)，未來將持續提升服務及優化機具設備效能，以期於全球內取得更顯著之財務、商業與產品績效及發展，奠定堅實之永續發展基石。



圖 21 Howden 各式機具設備暨零件

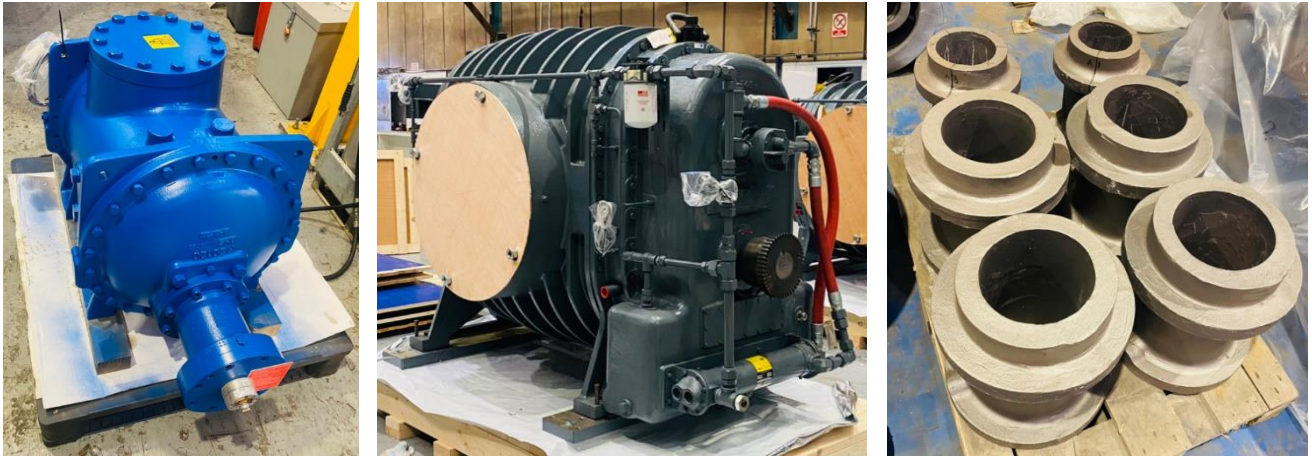


圖 22 Howden 各式機具設備暨零件

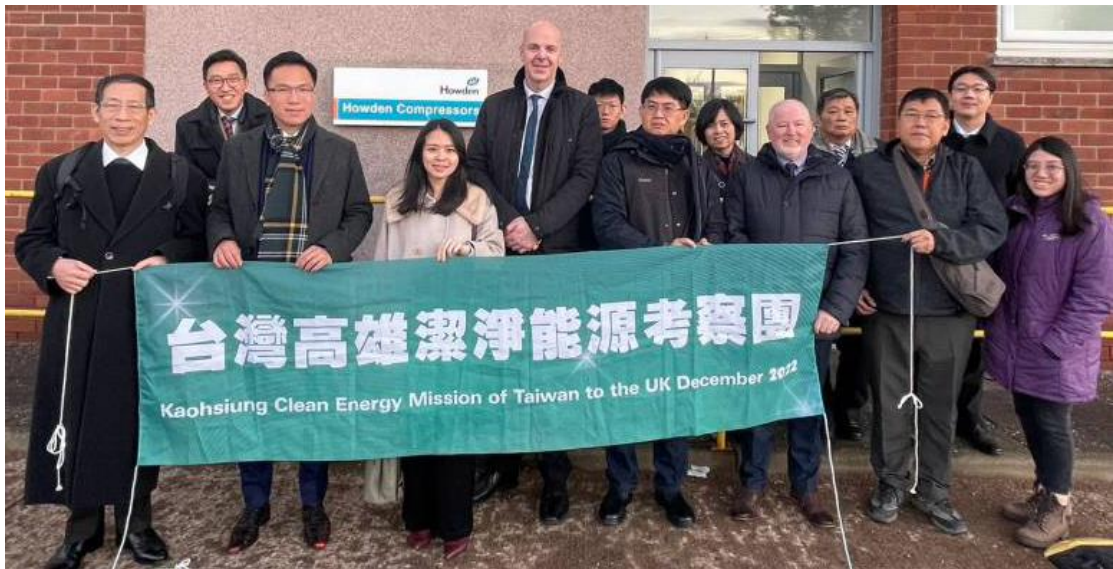


圖 23 拜會 Howden 合照

(十) 拜會氫能供應鏈業者 Wrightbus

1. 時間：12 月 8 日(星期四)

2. 英方與會人員：

(1) Nathan Hodge, Head of Wrightbus International

(2) Graham Michael, Project Engineer International

(3) Karl Fox, Project Engineer International

3. 會議紀要：

(1) Wrightbus 成立於 1946 年，總部位於英國北愛爾蘭的巴利米納鎮 (Ballymena)，占地約 90 公頃，係一家大型巴士及汽車車身之製造供應商，全球約有 1 千位員工，於英國及馬來西亞設有製造工廠，在新

加坡及香港設有營業據點，預計於2023年第一季設立德國營業據點，客戶遍布英國、德國、香港、新加坡、日本、美國、澳洲等國。

- (2) Wrightbus 早期創立時以發展傳統巴士為主，並自 2003 年起進入亞洲市場，目前香港約有 1,400 輛、新加坡約有 1,600 輛 Wrightbus 產製之巴士於當地投入營運，巴士類型包含單層及雙層 2 種。
- (3) 於氫能領域內，Wrightbus 已鑽研氫能載具約 14 年的時間，並於 2020 年成功開發出全球第 1 台雙層氫能巴士，成為其公司之零碳排主力產品，目前公司主力產品除了氫能巴士外，亦產製推出了電動巴士。
- (4) Wrightbus 於 1990 年起與貝爾法斯特女王大學(Queen's University Belfast)針對「運輸科技」進行產學合作，組建之合作團隊包含 15 位博士，合作團隊針對各種不同類型巴士對應之能源需求進行模擬試驗，並將蒐集之數據進行彙整分析，相關數據資料能讓 Wrightbus 內部進行能源效益剖析，作為建造巴士時之評估參考之一，另一方面亦將模擬數據資料提供予英方政府參考。
- (5) Wrightbus 現有合作夥伴有英國愛瑞發跨國公共運輸運營商(Arriva)、亞伯丁市議會(Aberdeen City Council)、愛爾蘭國有巴士及長途汽車運營商(Bus Éireann)、英國曼島 Vannin 巴士公司(Bus Vannin)、香港城巴有限公司(Citybus Limited)、英國都柏林國有巴士營運商(Dublin Bus)等等。
- (6) 針對氫能巴士開發的部分，Wrightbus 目前提供 2 種產品：單層氫能巴士(GB Kite Hydroliner FCEV)及雙層氫能巴士(Streetdeck Hydroliner FCEV)，該巴士係使用加拿大巴拉德動力公司(Ballard Power Systems)產製之 70kW 或 100kW 兩種規格的氫能燃料電池，提供 350 bar 壓力供巴士加氫，約 8 分鐘內便可完成單輛巴士加氫需求，儲滿 32 公斤的氫可運行距離約 300~400 哩(約 480~640 公里)。單層氫能巴士係為長途旅行時之理想車輛，可容納約 90 名乘客；雙層氫能巴士為 Wrightbus 零碳排主力產品，目前於英國 5 個城市(倫敦 20 輛、亞伯丁 25 輛、貝爾法斯特 23 輛、都柏林 3 輛、伯明罕 20 輛)有 91 輛 Wrightbus 雙層氫能巴士投入營運，且目前巴士訂單量穩定，規劃於 2024 下半年總計投入 410 輛巴士營運之布局計畫。
- (7) Wrightbus 長期致力於通過投資氫能技術提高氫氣的商業可行性，並

遵守英國政府頒布之「危險物質和爆炸性氣體條例」( Dangerous Substances and Explosive Atmospheres Regulations, DSEAR)，針對「安全」領域亦投入可觀的投資，像是 Wrightbus 於巴士製造廠區室內，安裝數個氫氣偵測器進行監控，若感測到氫氣外洩時，便會啟動即時警示並自動開啟空氣流通系統，將氫氣排出室內空間，排除氫氣於內部引燃之危險。

(8) 除了作為巴士製造供應商外，Wrightbus 期望朝著提供全方位服務之目標前進，如基礎設施建置及計畫制定、氫能燃料電池、資金、巴士建造及供應、售後運維等專業之一條龍解決方案。



圖 24 Wrightbus 單層氫能巴士



圖 25 加氫站



圖 26 Wrightbus 雙層氫能巴士





圖 27 拜會 Wrightbus 合照

(十一) 參訪沙爾福大學減碳環境實驗室 - Energy House

1. 時間：12 月 9 日(星期五)
2. 英方與會人員：
  - (1) Mike Brown, Director of Strategic Partnerships
  - (2) Tahir Rashid, Associate Pro Vice – Chancellor, International Partnerships
  - (3) Prof. Joe Sweeney, Dean of the School of Science, Engineering and Environment
  - (4) Jennifer Hinsley, Head of Industry Partnerships and Commercial Services
  - (5) Michael Brown, Director of Strategic Partnerships
  - (6) Laura Mott, Strategic Partnerships Manager, Science, Engineering & Environment
  - (7) Joseph Carroll, Partnerships Officer, Science, Engineering & Environment
3. 會議紀要：
  - (1) 沙爾福大學 (University of Salford) 是一所位於英國曼徹斯特的公立研究型大學，其前身為科技學院，後於 1967 年獲得大學資格並成立。
  - (2) 英國當地有許多超過百年以上之建築物，因此沙爾福大學於 2021 年起著手進行「建築」減碳相關研究及能源應用，期望透過實驗室之多項模擬試驗使建築達到能源轉型及減少碳排之目標，目前開放所有英

國相關建築企業與其進行合作試驗，本次共計參訪 Energy House 1、Energy House 2、Z House 三種減碳環境實驗室。

- (3) Energy House 1 模擬真人居住狀態，於實驗室內部設置許多模擬器及感應器，透過模擬雨、雪、日照等不同氣候情境，達到試驗之減碳目標。目前最新試驗係為企業模擬之特殊 3 層窗戶試驗，透過上述不同氣候之情境測試，比較單層窗戶及 3 層窗戶之熱能能量逸散及發電消耗，幫助企業驗證 3 層窗戶之建築低碳排商轉可行性。
- (4) Energy House 2 係針對未來「新建建築」期望達到低碳排或零碳排之目標所設立，約花費 520 萬英鎊建造。Energy House 2 透過 3 大系統掌握「環境控制」，操縱及模擬氣候因素如風、雨、雪等，實驗室內部環境與外界完全隔絕，可不受干擾進行新建築之相關低碳排握零碳排各項試驗。目前 Energy House 2 裡另備有 2 間小實驗室，分別進行寒冷下雪及新加坡氣候（熱與潮濕）之相關減碳建築之模擬試驗。
- (5) Z House 係沙爾福大學與英國邦瑞地產 (Barratt Development) 公司共同合作之計畫，係一為了實現低碳排建築之實驗室，約花費 12 週完成建造。Z House 於建造期間裝設數個感應器來蒐集相關碳排數據，選擇熱絕緣之厚實材料進行房屋本體建造，配設太陽能板及鋰電池，1 週內約有 5 天可靠 Z House 自身進行產電、儲電及電力供給自給自足，僅有 2 天會使用到一般公用發電電力，且因房屋本體使用熱絕緣材料興建，熱能可有效保存於屋內不易逸散，有效達到熱能保存及節省能源消耗之減碳目標。
- (6) 沙爾福大學歡迎全世界的建築商、住宅開發商等委託其進行減碳建築試驗，期望透過特製、迥異之獨立實驗室，利用後臺系統操控不同氣候情境模擬未來 10~15 年之氣候變化，監控、紀錄、彙整、分析及比較各時期實驗室之碳排數據，反向推算現階段可使用之最適建築材料，以期達成舊有及新式建築低碳排、零碳排之目標。



圖 28 Energy House 1 外部



圖 29 Energy House 1 內部試驗設備



圖 30 Energy House 2 內部空間



圖 31 Energy House 2 溫度及濕度監控設備



圖 32 Z House 建築正面



圖 33 Z House 外部電力設備



圖 34 參訪 Energy House 2 合照

## 參、心得與建議

全球各國針對2050淨零排放發表氫能戰略藍圖，英國政府亦責無旁貸致力推動，其中英國政府致力推動2050淨零排放目標，考量「氫能」可取代目前使用之高碳石化燃料，幫助國內相關工業產業降低碳排放量，並為電力、熱能和運輸交通提供更具彈性之能源，英國於2021年8月公開發布之「英國氫能戰略」(UK Hydrogen Strategy)中，針對氫能規劃投入1.4億英鎊的支持計畫，期望於2030年實現5GW的製氫能力，全力推行氫能發展。

有鑑於此，本公司除專注於本業港埠相關業務及朝向多元化發展外，亦遵循我國國家發展委員會2022年3月公布之「臺灣2050年淨零排放路徑」及經濟部能源局於2022年12月28日公布之「淨零12項關鍵戰略行動計劃(草案)-關鍵戰略2氫能」，透過本次「英國氫能訪問團」參訪行程，汲取英國當地氫能技術發展、相關產業鏈、國家政策等經驗，本公司因臺中港為離岸風電母港，亦為政府規劃為綠氫生產園區，綠電生產豐富為最佳發展氫能事業，爰提出氫能運用於臺中港區之未來發展建議整理如次：

### 一、氫能運用於臺中港區之初期發展建議

#### (一) 引進製氫產業

1. 臺中港已型塑能源產業聚落，具有發展氫能之優良條件。
2. 與天然氣進口業者進一步評估，透過既有LNG管線運輸氫之可行性。
3. 氫能可就近供應混氫發電予港區業者使用。
4. 減碳製程-混氫發電及製程混燒。
5. 二氧化碳捕捉與封存技術於臺中港區的發展與潛能規劃。
6. 建議可朝國際發展趨勢-完全綠色製程(綠鋼思考)。

#### (二) 臺中港發展優勢

1. 結合陸域及離岸風電之豐沛風力資源進行餘電產氫，將氫壓縮轉換儲存，創造潔淨及高價值之綠氫。
2. 臺中港區具數家氫能相關潛力投資業者，如天然氣進口業者、發電廠商及鋼鐵業者等，初步規劃未來發電由既設LNG儲槽及互相備援之管線混合氫能作為燃料，有效減少碳排放量。
3. 臺中港海域(濱海)開放區，預估有高達數十億噸封存二氧化碳潛能，及遠離臺灣本島，以增加封存安全性的優勢。

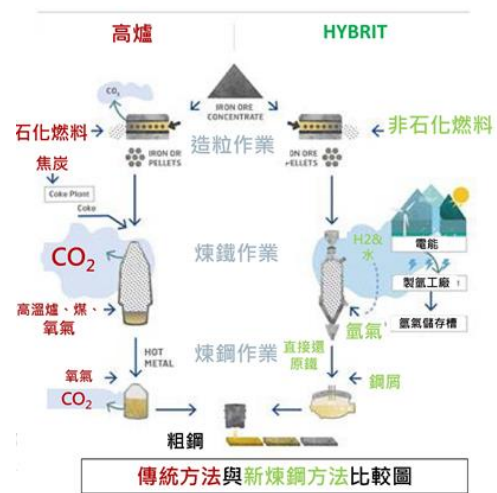
## 二、氫能運用於臺中港區之中期發展建議

### (一) 擴充綠氫發電可行性

1. 配合燃氫機組更換、增建，擴大製氫廠腹地。
2. 臺中港天然氣 LNG 管增加氫氣比例。
3. 臺中港工業專區鋼鐵業提煉鋼鐵熱能增加氫能比例。
4. 臺中港可配合國內氫能車(汽車、卡車、貨車、堆高機、起重機等)增加，增產氫能。

### (二) 臺中港發展優勢

港區重工業者於製鋼過程中會釋放出大量二氧化碳，佔了全球碳排放量 7~8%，為達淨零碳排目標，目前各國陸續規劃將煉鋼中的還原劑煤炭替換成氫氣，以製造所謂的綠鋼；臺中港區鋼鐵業者未來對氫氣需求勢必逐漸增加。



### (三) 臺中港氫能發電及交通載具加氫規劃

1. 氫氣發電：現今綠氫生產方式多以電解純水為主，隨著技術進步直接以海水電解產氫漸趨成熟，臺中港臨海製氫原料取之不盡，並利用腹地廣大之優勢就近儲存大量氫氣。
2. 陸上交通載具加氫：未來氫能將會應用於一般車輛、公車、卡車，甚至是起重機、堆高機等重型機具上，在加氫站及輸送氫氣管線基礎設施陸續完成後，未來臺中港將成為港區業者甚至是民眾補充氫氣的重要據點。

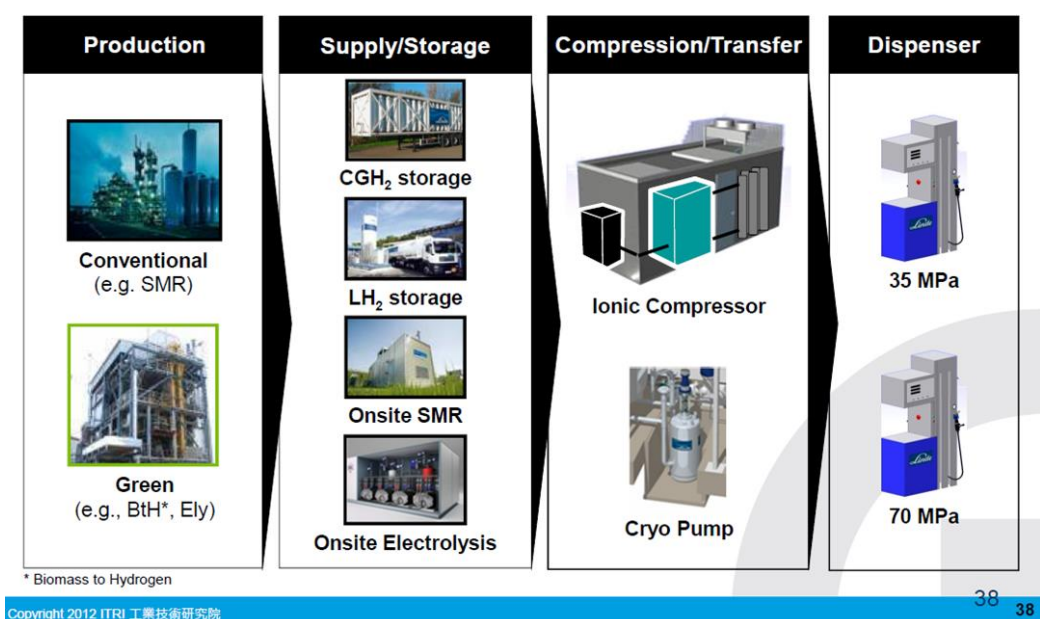


圖 36 氫能全方位解決方案程序示意圖



圖 37 儲氫槽



圖 38 氫能汽車及加氫站

### 三、氫能運用於臺中港區之長期發展建議

1. 船舶加氫：國際要求船舶採用替代能源以減低碳排放量，未來以氫能作為動力之船舶將會增加，配合綠港趨勢及已建置完成之氫能基礎建設，提供來往船舶添加氫氣。
2. 經濟效益：臺中港潛在市場廣大，隨著生產、儲存及利用氫氣的效率提升、成本降低，除了使得氫能源獲取更加便利，也為港口創造極大商業價值及商機。

#### 四、總結及建議

- (一) 本次透過「英國氫能訪問團」實地參訪英國政府議會、氫能相關技術業者、供應鏈業者、開發商、能源公司、加氫站及減碳環境實驗室等，本公司瞭解目前該國將陸上交通載具(如氫能汽車、氫能巴士、加氫站等)作為優先推動標的，政府單位亦並推出相關氫能產業補助策略及措施。
- (二) 本公司期望透過臺中港地利之便，持續與相關潛力投資業者進行交流，並與既有港區產業鍋爐業者或臺中電廠發電等氫能需求者結合，促使臺中港能源產業園區動能永續且擴大發展，中長期配合國際趨勢，規劃引進綠氫發電、車輛、船舶加氫等產業，響應世界節能減碳、淨零排放潮流。
- (三) 我國年氫氣使用量約 30~40 萬噸，具備內需市場量能，惟經濟部能源局甫於 2022 年 12 月 28 日公布「淨零 12 項關鍵戰略行動計劃(草案) - 關鍵戰略 2 氫能」，後續明確氫能相關示範計畫、費用補貼等規劃，尚待國家氫能推動小組進一步公告及推動，且因相關氫能技術尚待成熟發展，本公司將廣續多方研議氫能應用於港區發展之提案或投資商機。