

出國報告（出國類別：參訪）

「赴歐洲考察離岸太陽光電暨低碳氫  
標準檢測驗證」出國報告

服務機關：經濟部標準檢驗局

姓名職稱：謝翰璋 副局長

陳振雄 簡任技正

派赴國家：挪威、荷蘭、比利時、德國、西班牙

出國期間：中華民國112年8月18日至8月31日

報告日期：中華民國112年11月21日



## 摘要

隨著國際氫供應鏈的建構，低碳氫標準及相關法規的建立將有助於市場發展，歐盟執委員會於2020年7月公佈「能源系統整合戰略與潔淨氫戰略計畫」，期以促進低碳氫發展。2023年2月歐盟執行委會(European Commission)公告Commission Delegated Regulation (EU)以補充2018/2001法案並依歐盟再生能源指令(REDII)要求通過兩項授權法案，其中說明氫生產商應證明再生能源氫的生產與再生能源電力的生產必須發生在同一日曆月，歐盟再生能源氫將在2030年前達成電網粒化(24/7全時應用)；用於生產再生能源氫的再生能源電力其僅能宣告一次；使用100%再生能源電力製氫其溫室氣體排放應歸類為零碳排等，該法案是歐盟氫監管框架的一部分。

因應再生能源發展，電力來源證明GO(Guarantees of Origin)是歐洲施行能源產地認證制度，該制度依據歐盟於2009年再生能源指令(Directive 2009/28/EC)所發展出來的證明機制，AIB制定的歐洲能源憑證系統(European Energy Certificate System, EECS)是許多國家的參考。歐洲CertifHy GO為歐盟執委員會要求發起的氫認證倡議，由戰略諮詢公司HINICIO作為秘書處管理及主導之自願性計劃，允許用戶於歐盟境內使用再生能源氫和低碳氫，由潔淨氫夥伴關係聯盟(Clean Hydrogen Partnership, CHP)提供資金，為歐盟境內氫市場設計的第一個再生能源氫及低碳氫來源證明。該來源證明標準符合AIB歐洲能源憑證系統(EECS)及歐洲CEN EN16325標準。

目前歐、美、日等國都投入發展低碳氫的認定標準、來源證明與查證制度，如歐盟、英國、澳洲、美國等，隨著各國相關氫政策、法規及標準的不斷更新與調整，惟各國尚未有一致性的標準。但隨著國際氫供應鏈的建構，再生能源氫及低碳氫標準之相關規範的建立將有助於市場發展，國際上已發展出再生能源氫及低碳氫來源證明制度。

因此，為了解歐洲氫來源證明制度及推動歐盟氫市場執行交易制

度，本次考察拜訪歐洲能源憑證系統主管機關AIB及主導氫來源證明制度CertifHy GO之機關HINICIO，以及正在協助制定24/7全時使用無碳電力標準和指南的追蹤平台開發公司FlexiDAO；針對低碳氫標準、來源證明制度及追蹤系統進行交流，提供完善低碳氫使用環境，支援產業淨零轉型。此外，參訪位於西班牙目前歐洲最大的工業用綠氫場Puertollano及西班牙氫能協會AeH2，針對歐盟各國氫認證發展規劃及氫製造、供應、儲存技術發展至使用者商業模式進行討論與交流。

目前國內太陽光電系統案場布建於111年底已超過11GW，隨著陸上可開發土地資源漸趨稀有，如規劃建置MW 級大規模太陽光電案場，需要廣闊的土地來裝設上萬片太陽能板，這對於地狹人稠的台灣來說，並非易事，因此有意向海洋發展、在海上裝置太陽光電系統或許是個可行選擇，最近荷蘭正在測試海上太陽光電應用之可行性。據新聞指出，荷蘭應用科學研究組織（Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoekseung, 簡稱TNO）以及能源公司 Bluewater Energy Services、Genap、Endures、Marin 及艾文思應用科學大學（Avans Hogeschool）選擇荷蘭靠西部海岸的東福恩斯湖（Oostvoornse Meer）啟動示範計畫，測試浮式太陽光電可行性，國內旭東公司也邀集太陽光電業者及工研院等技術法人，擬設置於屏東東港外海(第36號場址)建置示範海上光電，需針對海上光電浮板及支架相關設備及設計，進行建置可行性先期研究，後續再規劃系統建置、併網及運維等完整生命週期之驗證規範相關研究，為蒐集歐洲實證海上光電實證相關資料，本次行程規劃參訪Ocean Sun及SolarDuck等示範業者及DNV等驗證單位，探討海上浮式光電相關標準檢測驗證發展議題，相關資料將做為後續國內制定標準檢測驗證技術規範參考依據。

# 目錄

壹、 背景及目的 .....	1
貳、 參訪行程內容 .....	2
參、 團員名單 .....	4
肆、 參訪紀要 .....	5
一、 DNV 離岸風電議題交流.....	5
(一) 單位簡介.....	5
(二) 交流活動.....	6
(三) 交流議題.....	9
二、 考察製氫設備商Nel Hydrogen Herøya廠.....	10
(一) 單位簡介.....	10
(二) 交流活動.....	11
三、 參訪海上光電場系統商Ocean Sun .....	20
(一) 單位簡介.....	20
(二) 交流活動.....	21
四、 參訪海上光電場系統商Fred. Olsen 1848 .....	27
(一) 單位簡介.....	27
(二) 交流活動.....	27

五、	參訪DNV總部 .....	33
(一)	單位簡介.....	33
(二)	交流活動.....	34
六、	考察離岸光電商SolarDuck試驗案場 .....	43
(一)	單位簡介.....	43
(二)	交流活動.....	43
七、	拜會憑證追蹤系統開發商FlexiDAO.....	50
(一)	單位簡介.....	50
(二)	交流活動.....	51
八、	拜會發證機關協會Association of Issuing Bodies (AIB) .....	54
(一)	單位簡介.....	54
(二)	交流活動.....	57
九、	拜會戰略諮詢公司HINICIO .....	64
(一)	單位簡介.....	64
(二)	交流活動.....	65
十、	考察Schunk Transit Systems公司集電弓巴士案場 .....	69
(一)	單位簡介.....	69
(二)	交流活動.....	70
十一、	考察Puertollano再生能源製氫廠 .....	79

(一) 單位簡介.....	79
(二) 交流活動.....	80
十二、 拜會西班牙氫能協會 (AeH2) .....	84
(一) 單位簡介.....	84
(二) 交流活動.....	85
伍、 心得與建議 .....	91

## 壹、背景及目的

國家發展委員會已於111年3月公布臺灣2050淨零排放路徑，其中列出12項關鍵戰略，目前發展已具初步規模的太陽光電及風力發電列為戰略項目一，因氫可應用於產業應用、載具及發電等，被列為關鍵戰略項目二，前述二者皆為2050淨零排放重要的選項。

隨著太陽光電在國內各界推動下，目前全臺太陽光電設置容量已超過10GW，然而若要持續朝2050年設置量40至80GW目標邁進，除了持續依複合式利用型態，使土地利用價值提高外，另外可考慮結合多元化應用，評估朝海上型太陽光電發展；在行政院核定的「風電/光電」關鍵戰略行動計畫規劃內，中長期階段(2030年~2050年)推動工作重點即包含擴大海上型光電設置。目前國內已有旭東公司申請通過經濟部能源署業界能專計畫補助，嘗試建置首例具指標性離岸海上型太陽光電試驗案場，後續海上型太陽光電相關測試驗證能量該如何發展仍需與國外相關業者及驗證機構持續交流。

依國際能源署(International Energy Agency, IEA)文件，全球若要於2050年實現淨零碳排願景，氫於發電、載具、工業及建築等應用占全球整體能源供給比例將達13%，為實現淨零排放之重要能源選項。目前各國積極布局氫能發展且不斷公布國家氫發展策略。目前國際上皆視氫能為重要淨零排放重要戰略，歐盟、英國、澳洲、美國等各國，相繼推出氫相關政策，並啟動多項大型示範驗證計畫推動氫能產業發展。隨著國際氫供應鏈的建構，再生能源氫及低碳氫標準之相關規範的建立將有助於市場發展，國際上已發展出再生能源氫及低碳氫來源證明制度，其中歐盟的低碳氫來源證明制度CertifHy GO為較早發展的方案，CertifHy GO為歐盟執委員會要求發起的氫認證倡議，由戰略諮詢公司HINICIO作為秘書處管理及主導之自願性計劃。

本次標準檢驗局安排拜訪歐洲海上太陽光電、低碳氫相關業者，就歐洲的技術發展、測試、驗證及相關制度實地進行考察與交流。

## 貳、參訪行程內容

參訪日期：112年8月18日至8月31日(五)共計14日，參訪行程內容簡述如下：

日期	行程	行程內容
8月18日 (五)	搭機前往挪威奧斯陸	桃園機場搭機前往荷蘭阿姆斯特丹機場(轉機)
8月19日 (六)	搭機前往挪威奧斯陸	荷蘭阿姆斯特丹機場轉機前往挪威奧斯陸
8月20日 (日)	DNV 離岸風電部門	交流風電技術與驗證發展議題
8月21日 (一)	考察製氫設備廠商 Nel Hydrogen	考察製氫技術發展及國際氫能發展驅勢
8月22日 (二)	拜訪海上光電發展商 OceanSun 及 Fred. Olsen	海上光電系統技術發展及開發經驗議題交流
8月23日 (三)	拜訪挪威驗證機構 DNV 總部	氫能及海上光電驗證議題交流
8月24日 (四)	拜訪荷蘭海上光電開發商 SolarDuck	海上光電系統技術發展及開發經驗議題交流
8月24日 (四)	拜訪憑證追蹤系統開發商 FlexiDAO Holding B.V.	再生能源憑證追蹤與無碳電力(24/7 全時應用)
8月25日 (五)	拜訪發證機關協會 AIB 及歐洲 CertifHy GO 執行單位 HINICIO	低碳氫制度發展議題交流
8月26日 (六)	移動行程	由比利時前往西班牙
8月27日 (日)	移動行程	由比利時前往德國
8月28日 (一)	拜訪集電弓開發商 Schunk Transit Systems	交流集電弓充電技術及參觀集電弓充電場域

日期	行程	行程內容
8月29日 (二)	搭機返臺	由德國法蘭克福搭機返臺
8月31日 (三)		
8月28日 (一)	考察 Puertollano 再生 能源製氫廠	交流低碳氫開發經驗等議題
8月29日 (二)	拜訪西班牙氫能協會 (AeH2)	交流西班牙氫能開發策略
8月30日 (三)	搭機返臺	由西班牙馬德里搭機返臺
8月31日 (四)		

## 參、團員名單

姓名	單位	職稱
謝翰璋	經濟部標準檢驗局	副局長
陳振雄	經濟部標準檢驗局	簡任技正
張玉斌	耀登科技(股)公司	董事長
唐永奇	耀登科技(股)公司	顧問
董基旭	旭東環保科技(股)公司	董事長
李金環	名間電力(股)公司	董事長
蔡世祿	名間電力(股)公司	總經理
武威宏	財團法人金屬工業研究發展中心	處長
陳鍾賢	財團法人金屬工業研究發展中心	副處長
吳文傑	財團法人金屬工業研究發展中心	組長
陳彥豪	財團法人臺灣經濟研究院	所長
許中駿	財團法人臺灣經濟研究院	組長
徐嘉玟	財團法人臺灣經濟研究院	組長
謝怡君	財團法人臺灣經濟研究院	助理研究員
呂凱尼	財團法人臺灣經濟研究院	助理研究員
鄭志文	財團法人驗船中心	執行長
詹育禎	財團法人驗船中心	處長
鍾承憲	財團法人船舶暨海洋產業研發中心	處長
陳楷璿	財團法人臺灣商品檢測驗證中心	副工程師
林志宇	財團法人國家實驗研究院	專案管理員

## 肆、參訪紀要

### 一、 DNV 離岸風電議題交流

日期：8月20日

地點：挪威 奧斯陸(Oslo)

#### (一) 單位簡介

Det Norske Veritas簡稱DNV，成立於1864年的國際驗證機構，總部位於挪威首都奧斯陸，與德國GL於2013年合併為DNV GL，成為全球海事業最大的船舶和海工領域的船級社，並於石油天然氣、風能和輸配電領域，提供產業檢測驗證和風險管理服務。2021年3月公司名稱由DNV GL變更為DNV，在全球100個國家具備350間辦公室及12,000名僱員。DNV在風電之驗證經驗相當豐富，參與全球超過90%運轉中之風場，若以風場裝置容量計算則高達97%。

DNV GL 的組織架構分為五個事業部：

**海事行業：**透過服務船舶類型的船級認定，和海工設施的海事諮詢服務，促進全球航運業安全、品質、能效和環境績效方面的發展，並持續投入於研究和發展領域，協助解決海事業界所面臨的戰略、營運和法規方面的挑戰。

**油氣領域：**提供海事保證、諮詢、風險管理和海工入級領域技術服務，促進全球油氣產業及其運營的安全性、可靠性和績效提升，並開發相關標準，促進油氣產業發展。

**能源領域：**能源價值鏈包括再生能源、能源效率提升等，提供測試和諮詢服務，專業領域涵蓋陸域和離岸風能、太陽能、傳統發電、輸電和配電、智能電網、可持續能源利用以及能源市場和標準法規的發展等。

**驗證業務：**透過驗證、確證、評估和培訓服務幫助各組織確保在組織管理、產品、人員、設施和供應鏈方面的績效。在各種產業領域，協助客戶構建可持續發展平台並取得利益關聯方的信任。

**數位化服務：**為船舶、管道、工廠、離岸結構平台、都市電網、智慧城市等資產，提供風險管理、安全提升和資產的數位化解決方案，另有開放數據平台Veracity、網絡空間安全和軟體服務，向海事、能源及醫療健康等產業的關鍵業務活動提供支援方案。

## (二) 交流活動

### 1 交流活動紀要

本次拜訪係於挪威奧斯陸與DNV團隊進行午餐會議，議題包括8月23日正式拜訪DNV總部之內容安排討論，及針對近期臺灣與國際離岸風電技術與驗證議題之發展進行交流。

有關於離岸風場的驗證制度，世界各國及離岸風電產業，均已有共識透過第三方驗證和標準化，降低風場開發所遭遇的各項不確定性，包含產業供應鏈的各式挑戰、各式新技術發展、新的運維條件、法規不確定性/無法明確化等。DNV在離岸風場驗證，發展有DNV SE-0190風力發電廠專案驗證指引，涵蓋風場生命週期，從概念、設計基礎(含場址條件)、設計、製造、運輸及安裝、試運轉操作及運維手冊、服役(運轉維護)、延壽、除役等各個階段。資產則涵蓋有風力機、支撐結構、海纜、變電站等。

目前經過DNV盤點，澳洲、丹麥、德國、波蘭、臺灣、紐西蘭、美國要求需要執行風場專案驗證(project certification)，日本則是除了要求專案驗證以外，並已經在法令、指引上發展浮動式風電驗證；比利時、法國、伊朗、英國、越南等國，政府雖未強制要求，但透過投資方、融資保險方要求風場需進行專案驗證；南韓則是尚在發展風場專案驗證制度當中；另外如巴西、義大利、西班牙、葡萄牙等國，則尚未有明確的

制度要求。

另有關於全球商業浮動風場專案驗證之討論，DNV表示目前全球僅有24座共計120MW裝置容量的浮動風場，推估至2050年，浮動風場開發容量可達300GW，仍有相當高的開發潛力。進一步推算，約可達20,000台風力機、47,000公里陣列電纜和70,000公里錨碇。每台風力機及浮動平台總重約5,000噸，估計總共會使用達1億噸鋼鐵。浮動風場所面臨的挑戰，如同前述所提到的4大項不確定性挑戰，且各項挑戰將會未來隨著環境會更加險峻。

法規不確定性中，世界各國對浮動風場均因尚在研究、發展階段，而有所差異，目前僅有日本是對浮動平台有法規要求。在新技術挑戰中，主要視浮動平台採用之技術為典型或創新，如果浮動平台採用典型技術，在驗證過程中僅需進行設計概念評估，如果浮動平台採用創新技術，在驗證過程中則需要鑑定失效模態及風險評估，並確認各個關鍵技術的介面，再執行驗證計畫，增加各利益相關者的信心。浮動風場的驗證在浮動平台及錨碇系統可依循船級驗證之方式，在DNV驗證架構內乃依據DNV RU-OU-512，再依據DNV-SE-0422或CVA30 CFR 585完成整個風場之專案驗證。

DNV已制定浮動風場相關標準，如DNV-OS-J103(浮式風力機結構設計)、DNVGL-RP-0286(浮式風力機耦合分析)、DNV-SE-0422(浮式風力機專案驗證)、DNV-ST-0119(浮式風力機結構)及DNV-RU-OU-0512(浮式風力機安裝)。DNV現除持續推展或更新相關指引，亦已與業界展開變電站、混凝土浮體等工業合作計畫(Joint Industry Project, JIP)，預計2026也將展開錨碇系統、電纜線系統可靠度實證的JIP計畫，後續預期推出DNV-OS-E301(位置繫纜)及更新DNV-ST-0119等指引。藉由與浮動風電產業業者合作，開發浮動風電各式標準，藉由標準化以減少不確定性；另DNV為浮動式風電開發提供靈活的驗證方案，藉由第三方驗證，協助各地政府機構、保險公司和金融機構降低風險，藉此讓浮動風電各個方面都能打開商業規模、落實發展。

本次會議另一個議題為極端風速，係從國際風場開發訊息所知，因淨零碳排(Net to Zero)的全球趨勢之下，歐洲各地也重啟一波風電開發的計畫，另外美國政府也訂下2030年離岸風電達30 GW裝置容量的目標，但至2022年底僅有42 MW運轉中、932 MW建置中、18,581 MW申請許可中及15,996 MW規劃當中。在資料中顯示，如薩菲爾-辛普森颶風(風力等級3級)其1分鐘平均風速可達57.8 m/s，而在美國颶風風力等級可達3級之風場，主要分佈在墨西哥灣及佛羅里達，但在東岸有數個風場也可能達到此風力等級。

極端風速條件可依循IEC 61400-3-1(固定式風力機設計要求)之附錄 I 或美國法規ASCE 7-22建築物和其他結構的最小設計荷載和相關標準，也可依循DNV在工業合作計畫後推出之「Site extreme wind speeds due to tropical cyclones for wind power plants」技術指引。

美國ANSI/ACP OCRP-1-2022 “Offshore Compliance Recommended Practices” 規範中要求離岸風場參照API原則之安全等級，風力機需達到Exposure category L-2，海上變電站耐風需達到Exposure category L-1，氣象塔需達到Exposure category L-3，需參照API RP 2A-LRFD或API RP 2A-WSD，風力機之結構設計除了相容IEC 61400-3-1，也可參照ABC BOWT及DNV-ST-0126，而API RP 2A-LRFD或API RP 2A-WSD之Exposure category L-2可對應DNV-ST-0126之normal safety level，而Exposure category L-1可對應DNV-ST-0145之high safety level。

而在此議題衍生討論下，參訪團隊成員亦向DNV介紹臺灣於105年建置氣象塔測得梅姬颱風超過Class I耐風要求，據以制訂CNS 15176-1標準中熱帶氣旋參考風速之歷程，又討論了臺灣可能有雙颱風或地震損壞海底電纜等複合災害之特性，作為後續推動臺灣離岸風電與海上光電檢測驗證議題必須重視之項目。

### (三) 交流議題

**議題1.** 於離岸風電發展朝向浮式風機方向，請教DNV若浮動平台並非只使用鋼鐵材質，而有混用混凝土的材質或方式，是否可採用船級方式驗證？

**回覆：**使用混凝土之浮動平台，仍可採用船級方式驗證。

**議題2.** 就此再衍生詢問離岸風機浮動平台之型式驗證，所依循的測試標準與方法為何？

**回覆：**DNV人員表示目前僅有水槽測試之技術指引，建議測試實驗室執行水槽實驗，以提供測試結果供DNV進行浮動平台型式驗證前，先提供測試計畫供DNV審閱。

**議題3.** 美國政府訂下相當高的離岸風電裝置容量目標，DNV是否也投入其驗證市場？以及美國是否有其特殊制度要求？

**回覆：**DNV表示目前也投入相關驗證人力，展開美國位於波士頓辦公室處理美國離岸風場專案驗證之業務。其全球人力可同時承接20個離岸風場之驗證，但在美國風場驗證人員需通過受訓及考試，先獲取Principle Engineer(技師)證照。目前美國之離岸風場主要是建置在聯邦水域，故尚不受州法影響。

## 二、 考察製氫設備商Nel Hydrogen Herøya廠

日期：8月21日

地點：挪威 赫羅亞(Herøya)

### (一) 單位簡介

Nel Hydrogen成立於1927年，總部位於奧斯陸，現行企業重心業務專注提供可再生能源製氫的生產，存儲和分銷解決方案，主要技術產品分為氫電解槽(Electrolyser)和加氫站(H2Station™)兩類，是目前全球最大的電解槽製造商。自2015年收購丹麥 H2 Logic公司，獲得於汽車/巴士/卡車等標準化加氫站智財後投入加氫站發展。

Nel Hydrogen提供可再生能源製氫的生產、存儲和分銷解決方案，主要技術產品分為氫電解槽(Electrolyser)和加氫站(H2Station™)兩類，是目前全球最大的電解槽製造商。其中，挪威Herøya廠為全球第一個全自動生產氫電解槽之工廠，並正新建第二條產線，將鹼性(Akaline)電堆生產能力由500MW擴增到1GW。

#### ● 綠氫產製目標：

1. Nel Hydrogen 發展目標作為此領域的領先者，希望以最低生產成本提供最優質的技術。現階段來說仍須依賴補貼，但未來勢必得有自主生產綠氫的能力。
2. 預計 2025 年目標將每公斤氫氣成本降至 1.5 元美金，其中有 70%成本源於電費。透過 PEM 作為解決方案可提升效率並降低成本，預期於 2026 年前將此方案成本降低七成，鹼性溶液成本則欲降低四成。
3. 未來將嘗試透過蒸氣甲烷重組氫氣以獲得綠氫競爭力，並使其降低成本以具有競爭力。此外，目前未直接電解海水，須經過淡化才進行電解。

#### ● 合作策略規劃：

Nel Hydrogen 並非統包公司，主要作為技術生產/提供角色，目前雖已投入北美、智利、歐洲及澳大利亞市場，但 Nel Hydrogen 公司規模尚小，要進入亞洲市場需要合資企業或夥伴的協助。尤其擴大規模時，必須避免建造空置的工廠，應伴隨當地的市場取得供需的平衡。

- **電解(製氫)槽技術：**

1. Nel Hydrogen 已在全球 80 多個國家提供超過 3,500 台裝置。現階段電解槽技術正從小規模走向大規模，開始簽署規模更大的系統(數百 MW)，目標是中國以外的前三大廠商，預估攻佔 20% 至 30% 的市占率。
2. 挪威 Herøya 廠：該廠具備 500MW 的生產線，為全球第一且唯一全面優化的電解槽製造生產線。目前正建設第二條生產線，並規劃將其設施增至 1GW，未來也預留空間擴展至 2GW。
3. 其他場域：於英國瓦靈福德(Wallingford)建置 PEM 工廠，產能預計擴大至 500MW。另規劃於美國建廠，已完成選址作業。

- **加氫站：**

Nel Hydrogen 在加氫站方面支持 14 個國家/地區建置約 120 個加氫站。

## (二) 交流活動

### 1 交流活動紀要

本次參訪 Nel Hydrogen 位於挪威赫羅亞(Herøya)廠，為全球第一個全自動生產氫電解槽之工廠，於 2022 年 4 月開始運營；目前新建第二條產線將鹼性電堆生產能力由 500MW 擴增到 1GW，預計 2024 年 4 月投產。隨著進一步的投資，產能會上升至 2 GW，Nel Hydrogen 設定目標是在 2025 年達到 10 GW 的產能，將視市場需求持續擴增產能。

Nel Hydrogen 挪威赫羅亞廠，自 2022 年 4 月開始運營之際，已正式進行電解氫氣之鹼性電堆相關零組件製造與電堆組裝生產，並陸續接待全球關注綠能氫能關鍵技術與趨勢之產官學研單位赴廠參訪，本次參訪

雖適逢挪威暑期休假期間，一般未開放接待外賓參訪，但經本團法人成員與國際合作驗證單位DNV積極聯繫協助下，Nel Hydrogen公司執行副總Kai Rune Heggland特別安排該廠於8/21開放接待本團，並責成Henrik Reisvang經理與Ragnar Johnsson廠長接待，與本團進行綠氫與產業發展資訊交流，並實地參訪廠內全自動化產線。



圖 1. Nel Hydrogen位於挪威赫羅亞Herøya工業區之全自動氫電解槽生產工廠(照片由網路資訊檢索擷取)

參訪活動首先由Henrik Reisvang經理(M&A Manager)為參訪團簡報綠氫市場發展趨勢，並說明Nel Hydrogen公司之近況與發展策略。交流討論中，就業界關心綠氫普及應用的關鍵點，該公司推估設定2025年若能達成1.5美元/公斤的價格則為供應綠氫市場化成功與否的關鍵指標，此推算分析係基於20美元/MWh的電力、大於8%的資本成本、土地成本、土建工程、安裝、調試機、建築用水等，使用壽命達20年或更長，其中也已包括營運和維護成本。



圖 2. Henrik Reisinger經理(圖左)簡報綠氫市場發展趨勢

另在綠氫發展趨勢與可能性上，就氫能產製端，Nel Hydrogen公司掌握鹼性電解產氫及PEM(質子交換膜)電解產氫兩種關鍵技術。氫能應用端則藉由收購丹麥加氫站技術與智財，切入該領域發展。

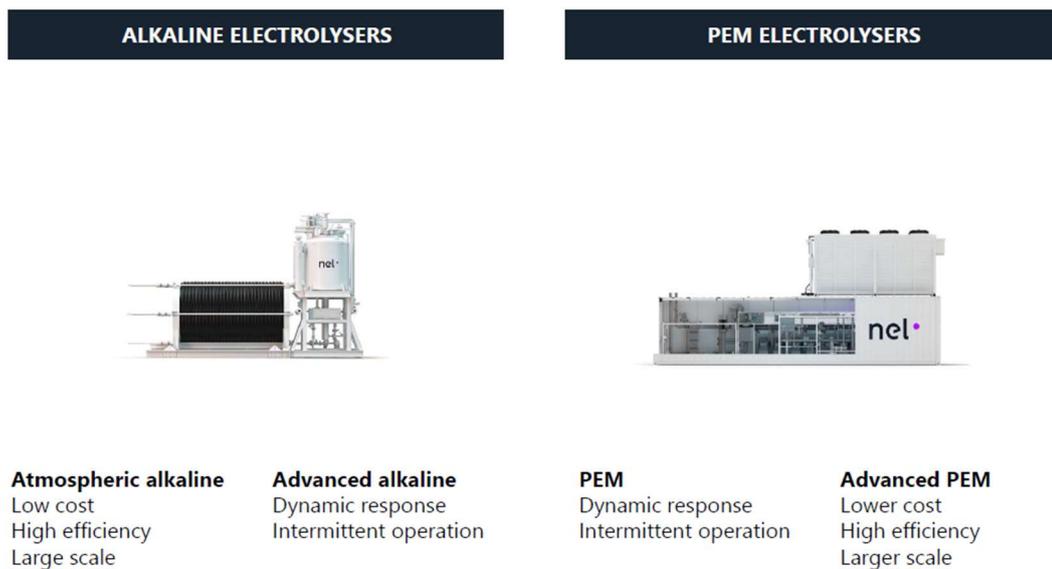


圖 3. Nel Hydrogen公司鹼性電解槽技術與PEM質子交換膜電解技術之系統比較及優勢分析。(由Nel提供簡報資料擷取)

Nel Hydrogen公司持續投入技術研發與建立專業工程師團隊，於挪威專精發展鹼性電解槽技術、美國投入PEM電解槽技術發展、丹麥則基於H2 Logic收購建立之能量，投入汽車/巴士/卡車等標準化加氫站技術與市場發展。

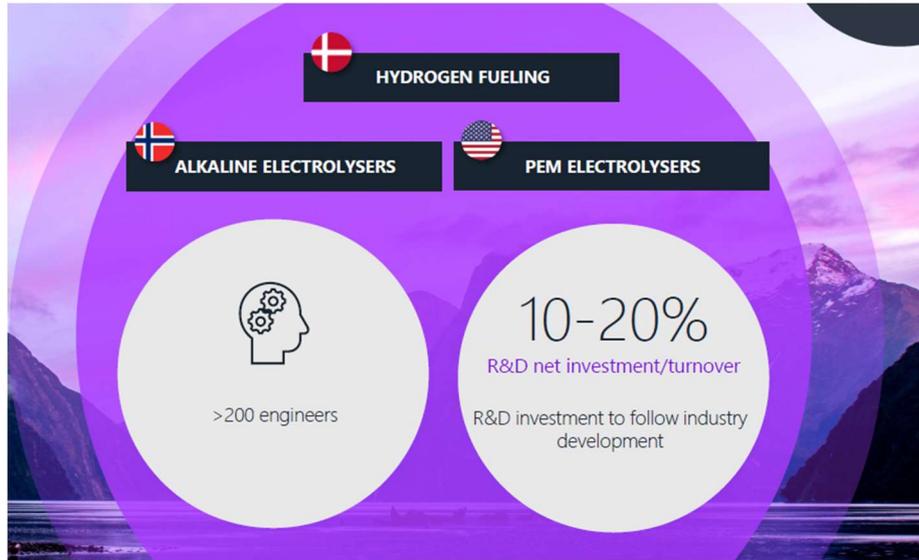


圖 4. Nel Hydrogen公司之區域技術分工與研發投入。(由Nel提供簡報資料擷取)

基於各團隊投入各所專長技術與分工之理念，Nel Hydrogen公司歐洲團隊開發與製造鹼性電解槽技術將近百年，該技術發展成熟且適合陸基工廠大規模製氫應用；對於PEM質子交換膜電解技術，Nel Hydrogen公司也已投入發展逾25年，目前美國研發團隊於康乃狄克州(Wallingford, CT.)設立技術研發中心，持續投入技術革新與設備開發製造，其技術特徵包括小型化設備體積、可彈性規模操作、及製程快速反應等，一般認為較適合運用與離岸風電等綠能整合，實現Power-to-X(PTX, P2X, X可為氫能)布局。而目前Nel Hydrogen公司與合作夥伴所推動之PosHYdon計畫，2021年於荷蘭海牙外海13公里處(Scheveningen, NL)已建置一測試場域，測試驗證相關技術於海上場域應用情況，並進一步為將來與浮式風電平台整合進行布局。

## PosHYdon – Green Hydrogen on offshore installation

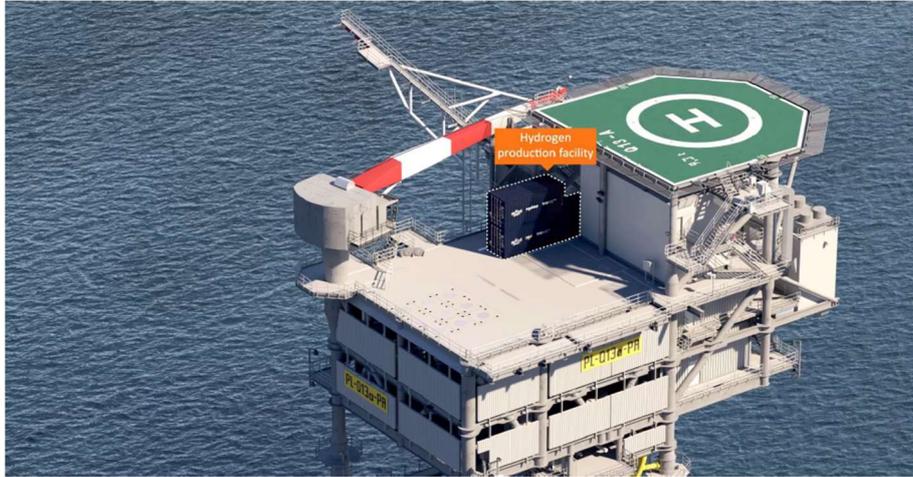


圖 5. Nel Hydrogen公司參與PosHYdon計畫於2021年在荷蘭海牙外海13公里處(Scheveningen, NL)建置之海上產氫測試場域。(由Nel提供簡報資料擷取)

在市場趨勢與綠氫應用機會討論之後，接續則由Nel Hydrogen公司赫羅亞廠Ragnar Johnson廠長(Plant Director)為參訪團簡報該公司產線規劃與建廠發展。



圖 6. Herøya廠Ragnar Johnson廠長(Plant Director)簡報Nel產線與建廠發展

Nel Hydrogen公司位於挪威赫羅亞工業區，為全球第一個全自動生產氫電解槽之工廠，於2022年4月開始運營；目前新建第二條產線將鹼性電堆生產能力由500MW擴增到1GW。為達到公司與國際電解產氫設備競爭者(主要為中國)形成市場區隔及保持優勢之競爭能力，同時符合歐美產業型態與勞動市場特性，工廠與產線全面採用自動化設備，導入自動化監控與KUKA機械手臂等設備與技術，於前處理化學加工、組裝與測試此三段產線，進行零組件夾持搬運、加工、組裝及測試，目前赫羅亞廠單一產線約僅需3名人員即可完整全自動化操作，不僅降低勞力成本並能確保生產穩定性與品質。

參訪團基於聽取廠長簡報後建立對Nel Hydrogen公司赫羅亞工廠製程與產線之認識後，經引導實際進入廠房內參觀產線並與公司團隊進行相關問題即時討論交流。



圖 7. Nel Hydrogen 赫羅亞場內全自動氫電解槽生產線，前處理產線段照片(因廠內未開放拍照，故採用Nel提供照片)



圖 8. Nel Hydrogen 赫羅亞廠內前處理產線段採用KUKA機械手臂實現全自動氫電解槽生產方案(因廠內未開放拍照，故採用Nel提供照片)

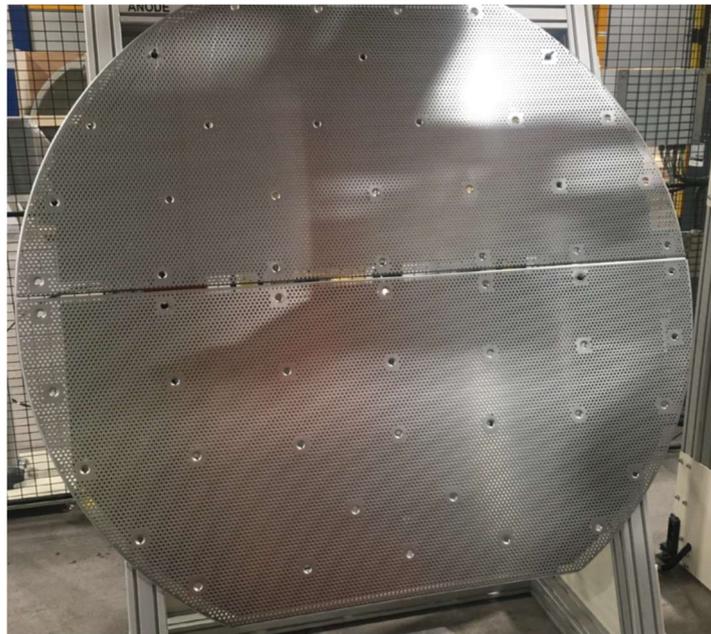


圖 9. 鹼性電解槽系統之陽極板零件(由Nel提供簡報資料擷取)

## 2 交流議題

**議題1.** 綠氫替代石化燃料將成為全球工業和車輛燃料減碳的重要路徑，由Nel公司的觀點來看，實現此願景的重要關鍵為何？

**回覆：**據統計目前綠色再生氫氣僅占全球工業和車輛氫氣總消費量的1%，要推進此發展之關鍵將在於綠氫成本的下降。依Nel推估，1.5美元/公斤的價格為供應綠氫市場化的關鍵指標，而要達成此目標，生產資本面支出必須減少為目前水準的四分之一或更低，而其解決方案即在於生產規模的擴大、效率的提高、規模效應，及完整高效率的產業供應鏈與合作夥伴關係。Nel預估的階段性里程碑是期望在2025年前使綠氫的生產成本接近甚至低於天然氣製氫(約為1.5~3美元/公斤，包括使用CCUS技術)。

**議題2.** 目前綠電電解產氫已經成為綠氫市場關鍵產氫技術焦點，而就目前全球市場比例屬中國大陸製品已逾6成，Nel公司的觀點與策略為何？

**回覆：**Nel公司於電解產氫技術及設備產品，掌握絕對的技術優勢與品質，雖然在市場規模上無法忽略中國競爭者，但Nel競爭策略並不在於以價格搶占市場，而是借鑒太陽光電市場經驗，以產品效率品質、生產效能及關鍵夥伴合作為聚焦重點，例如Nel全球分工，在歐洲市場以挪威本廠能量著重於綠氨或綠氫之鹼性電解槽製品與技術方案，而另一重要市場美國，則與通用汽車合作投入PEM電解技術、產品製造與應用。近期Nel即獲得美國數筆高額度MW級訂單，並衍生4億美元投資，將運用赫羅亞廠規模自動化經驗與技術於美國密西根州建立自動化千兆瓦電解槽製造工廠。

### 3 交流活動剪影



圖 10. 謝翰璋副局長與Nel公司Henrik Reisinger經理



圖 11. 參訪團隊於Nel Hydrogen 赫羅亞廠外合影

### 三、參訪海上光電場系統商Ocean Sun

日期：8月22日

地點：挪威 福內布(Fornebu)

#### (一) 單位簡介

挪威海上光電系統商Ocean Sun公司為2016年成立之新創公司，2020年10月在奧斯陸泛歐交易所上市，另於中國上海成立晶瀾孚能光伏公司。該司在歐亞多處地區皆有相關商務推動，並進行相關技術測試與場域建置合作。該公司核心技術與業務係基於一種浮動光電系統專利性解決方案，藉由擁有於浮式光電系統設計與安裝工程相關之智財組合，作為技術提供商運營企業之角色，為世界各地的開發商和獨立電力生產商提供許可協議。工程面則由企業內部造船工程師根據當地情況設計該系統，在提供安裝和運維方法聲明和應用指導下，協助由第三方承包商和當地勞動力進行場域建置與安裝。該方案使用現成的材料，可以靈活地在多家世界領先的供應商之間進行選擇，確保產品服務具有價格競爭力，降低均化發電成本LCoE。

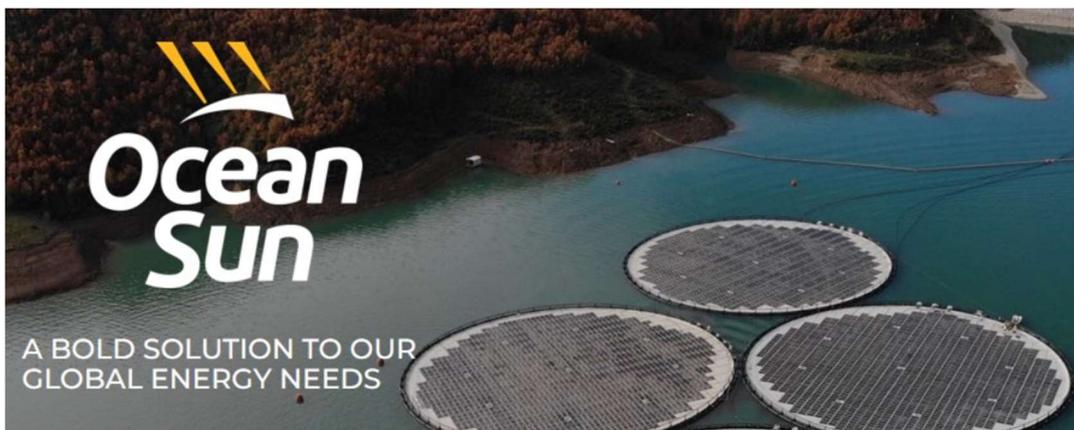


圖 12. Ocean Sun公司浮動光電系統專利解決方案場域案例

## (二) 交流活動

### 1 交流活動紀要

本次參訪挪威Ocean Sun公司，係就海上光電相關系統特色技術、案場建置案例及檢測驗證經驗等層面之交流目標，安排本團前往該公司總部與公司創辦人暨CEO Dr. Børge Bjørneklett、商務總監(CCO) Alexander Telje、東北亞地區總監(Director NE Asia) Kristian Tørvold、及該公司工程師團隊進行交流。交流會議過程中，並有該公司亞洲分部(晶瀾孚能光伏)副總經理ZhongYi Du以視訊會議參與，特別以中文簡報說明該司企業簡介與關鍵技術。

首先於該公司核心系統技術面，浮動光電系統特別借鑑如同荷葉之概念構成環形裝置，太陽能模組安裝在環型內部水面上鋪設的彈性薄膜上，而周邊則有抗浪環型設計(浮環, buoyancy ring)，藉此提供浮動光電精簡材料、低成本、易於建置之競爭優勢與抗風浪特性。抗風浪特性係藉由薄膜賦予系統水彈性特徵，允許結構和PV光電板組件能夠根據波浪的諧波移動，而不是與波浪的力量對抗而導致翻轉，經由水池測試和CFD流體動力分析模擬證明該系統可以承受275公里/小時的17級颱風挑戰。該技術另額外訴求可運用水冷卻效果增加太陽光電板功率輸出，降溫功效對比兩方溫度有將近30度差異(35°C v.s. 63°C)，發電增幅效益經量測達10%，並經由DNV第三方驗證確認。



圖 13. Ocean Sun荷葉概念之浮動光電系統架構



圖 14. Ocean Sun浮動光電之水冷效益經熱顯像量測比較(左：PV架高裝設；右：PV貼附水面薄膜裝設)

在系統建置應用面，Ocean Sun公司已在世界多處具布建實績，如挪威(西部海岸Kyrholmen)、阿爾巴尼亞(班亞水庫Banja reservoir)、菲律賓(呂宋島馬加特河)、新加坡和中國(山東省海陽市)等國家之良性河湖內陸水域(inland waters)、水庫(hydropower reservoirs)、近岸(nearshore)、近海(offshore)建置該類型水面光電系統。阿爾巴尼亞案場，係該公司2021年與挪威再生能源業者Statkraft合作，在阿爾巴尼亞的班亞水庫(Banja reservoir)安裝浮動太陽光電板，兩階段建置共四座機組。每個機組單元由浮環和薄膜組成，並結合水面冷卻效應提供面板降溫功效。第一組機組由1,536塊太陽能模組組成，裝機容量為0.5 MW，佔地面積近4,000平方公尺。而該案場同時在陸地上放置了160個相同的面板，用於比較和紀錄浮動面板上的冷卻效果。另外，於中國山東省海陽市案場，則為該司2022年與中國國營企業國家電力投資公司(State Power Investment Corporation，國家電投)合作，建置兩座光電浮台共計裝置容量 0.5 MW，並與國家電投所有的風力機變壓站連接，透過風場海底電纜傳輸電力及將電力併網，為浮動光電及離岸風電複合發電廠運轉進行整合實證測試。



圖 15. Ocean Sun於全球建置之案場  
 (由右至左依序為：中國山東省海陽市、阿爾巴尼亞班亞水庫、菲律賓賓呂宋島馬加特河、挪威西部海岸Kyrholmen)



圖 16. Ocean Sun浮動光電建置工程(Ocean Sun網路圖資)



圖 17. 參訪團於參訪Nel Hydrogen Heroya廠後，於Heroya海岸邊與 Ocean Sun浮動光電建置工程團隊進行交流

## 2 交流議題

議題1. Ocean Sun公司如何確保浮動光電系統之組成及抗浪能力?

**回覆：**Ocean Sun公司浮動光電系統本體由浮環、薄膜及裝置於薄膜上的光電模組為主要部件，並搭配海上箱網養殖漁場常用之繫纜與錨定技術予以固定。其抗浪能力於設計開發階段，經由基礎材料與結構計算常見電腦輔助工程(CAE)工具(如ANSYS)模擬分析確認外，並藉由海洋環境CFD(計算流體力學)專業軟體AQUASIM整合風浪與結構進行模擬分析，確認其抗風浪能力設計。另再與挪威SINTEF工業科技研究院、DNV等團隊合作，於水工實驗室進行模型測試與分析。經由水池測試和CFD流體動力分析模擬證明該系統可以承受275公里/小時的17級以上颱風所產生之風浪。而對於系統模擬分析所需工程時間，主要依設計模型規模與網格解析度，通常在20分鐘到1小時內可完成，相關模擬功能在AQUASIM等專業軟體上都可執行。

**議題2.** 對於光電板設置於水面上受沖刷及浸泡可能的金屬或相關有害物質溶出釋放，是否有特定的測試方法與標準？

**回覆：**據悉目前浮動光電尚未有其特定測試方法與標準。而Ocean Sun公司採用專為海上光電製造的光電模組皆具有一定IP防護等級，並依循暨有太陽光電國際標準如IEC 61730系列標準通過測試，相關結構件主要為6系列海事專用鋁合金材料。

**議題3.** 挪威政府部門對於離岸光電的設置，是否已制定相關的法規或規範，若有是否涵蓋離岸光電場全生命週期(場址調查、設計、製造、安裝、維運)？

**回覆：**目前離岸浮式風電對於挪威來說也是新議題，不只是商業技術面，也包含貴團隊提到的政府法制管理面。但畢竟挪威具備深厚的離岸油氣及養殖漁業經驗，相關經驗對於後續政府部門制定相關的法令均有助益。

**議題4.** 評估適合建置離岸光電的場址條件，應注意那些事項？Ocean Sun公司如何評估產品適用於不同海上光電案場的設置條件？在

海浪起伏與水霧環境下，如何確保浮動式太陽能板發電效能？

**回覆：**本公司產品設計概念源自於大自然的蓮花荷葉，並搭配過往挪威養殖漁業的工程實務經驗，設計整體具撓性及軟質的太陽光電浮台設計，如此的設計對於海浪起伏的適應性很高，目前設計產品分析資料顯示至少可以承受有義波高(Significant wave height) 3至4公尺的環境狀況，貴團隊提及的選址條件、錨定系統、最小間距、臺灣颱風侵襲等的確是初期選址就要考慮的要點，也是需要透過當地資料蒐集並後續整體分析才能定案與具體回應貴單位。此外太陽能模組發電效率目前的確持續瞭解影響效率之原因與改善方式，除了海上的水霧環境外，面板表面因海鳥糞便沾附及鹽析所需清潔等均是運維應考慮議題，但我們也同時評估因我們產品是貼近海水面，較大浪的沖刷亦有助於面板的清潔，這些運維議題我們都透過擁有豐富的油氣與養殖漁業及目前全球執行中的案件持續快速更新中。

### 3 交流活動剪影



圖 18.謝翰璋副局長與Ocean Sun公司創辦人暨CEO Dr. Børge Bjørneklett合影



圖 19. 參訪團全員與Ocean Sun公司團隊合影

## 四、 參訪海上光電場系統商Fred. Olsen 1848

日期：8月22日

地點：挪威 奧斯陸(Oslo)

### (一) 單位簡介

Fred. Olsen 1848公司為挪威知名Fred. Olsen集團於綠能領域創設的一家創新科技公司，專注於可再生能源相關創新技術的開發和商業化，目前業務重點是浮動風能和浮動太陽能技術之發展與未來應用。該公司與臺灣離岸風電業界較為熟知的Fred. Olsen Windcarrier、Fred. Olsen Seawind等公司，皆隸屬Fred. Olsen集團。Olsen 家族自創辦人Petter Olsen進入船運業並於 1848年成立了Fred. Olsen 事業體後，便活躍於船運及離岸的各項業務，並經歷參與挪威石油開發，成為挪威石油聯盟（NOCO）和薩迦石油公司（Saga Petroleum A/S）成立的發起人之一，接續跨足航運、油輪、旅遊(郵輪)、鐘錶(TimeX)、石油、天然氣、陸域及離岸風電等綠能等領域。現行集團於綠能領域之分工由Fred. Olsen Renewables屬於再生能源開發商、所有者和運營商；Fred. Olsen 1848則投入綠能創新科技之開發和商業化。Fred. Olsen Windcarrier、Fred. Olsen Seawind等則投入陸域及離岸風電及工程領域。

### (二) 交流活動

#### 1 交流活動紀要

本次參訪挪威Fred. Olsen 1848公司，係就海上光電相關系統特色技術、案場建置案例、檢測驗證經驗等層面之參訪目標，藉由本團法人成員與國際合作驗證單位DNV積極聯繫協助下，安排前往該司奧斯陸總部拜訪。於交流會議正式開始前，該集團第四代總裁高齡94歲之Fredrik Olsen與現任董事長Anette Olsen(第五代Olsen，Fredrik Olsen之女)特地前來接待，並分享他60年前訪臺記憶與推動集團業務創新跨入次世代綠能領域之理念。

本次會議由該公司CTO Geir Grimsrud、業務發展總監Hans A. Hansen及工程師團隊為參訪團進行簡報與交流討論。Fred. Olsen 1848公司於浮動風電技術核心，掌握BRUNEL浮動風電平台技術，此技術是一種半潛式結構，專為具惡劣環境條件的北海而設計。該技術理念是利用海事現有且經過驗證的技術來快速進入市場。BRUNEL技術可依現行全球供應鏈現況進行設計和製造，利用現有供應鏈，按照浮動風電設置平台區塊所需的數量，即時投入自動化大規模製造和預組裝。同時，BRUNEL架構亦提供了安全且經濟高效的維護解決方案，可直接在海上浮動風電場進行大型組件更換，搭配工程船隻與BRUNEL浮動平台結合進行運維操作。採用配備升降系統和對應起重機的駁船，利用起重機將工程駁船自身連接到BRUNEL平台上，故不需動態升降機即可運作，降低了操作的複雜性與執行風險，也不須將浮台拉到工作船上甚至拖回到岸上才能進行運維。



(a) 半潛式浮台概念圖



(b) 大型組件更換運維概念圖

圖 20. Fred. Olsen 1848公司掌握之BRUNEL 浮動風電平台技術

另外，BRUNEL 浮動平台架構具有通過轉塔(Turret)的單點繫泊裝置。該系統建立在石油和天然氣領域多年的轉塔繫泊系統經驗之上，具有製造方式簡單、設計複雜度低、及高可靠度等優點。而風向標功能(Weathervaning function)允許被動壓載系統和結構不斷優化其針對風推力的位置，使浮台可自動對準風向。

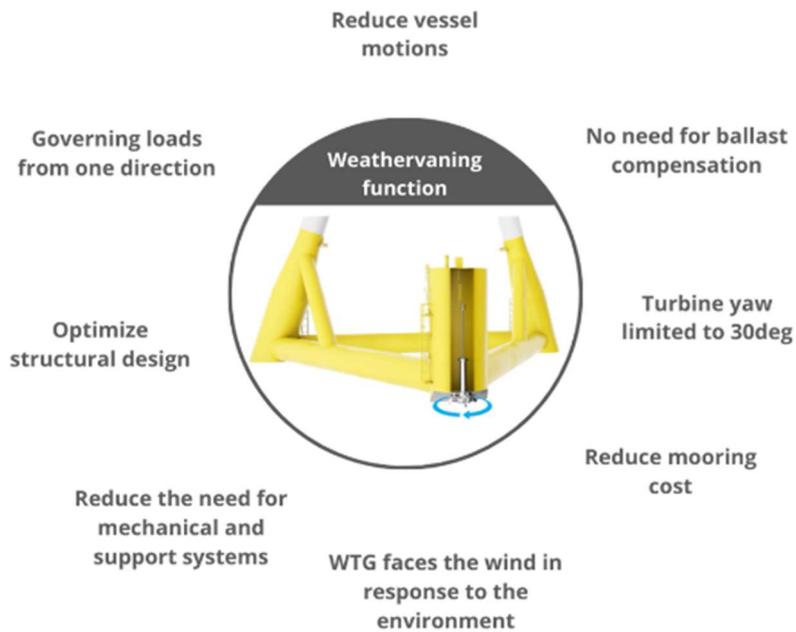
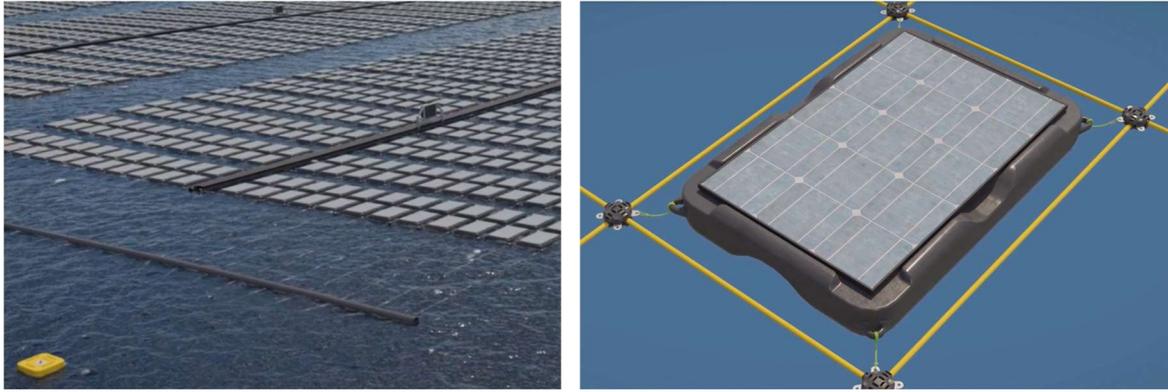


圖 21. Fred. Olsen 1848公司掌握之BRUNEL 浮動風電平台技術，具有通過轉塔(Turret)的單點繫泊裝置及風向標功能(Weathervaning function)。

另於浮動光電方面，則有名為BOLETTE浮動光電系統的核心技術。該技術設計的主要理念是讓光電板與其浮台組件在預張緊的方陣繩網內自由、獨立地移動，同時將受力轉換到繫泊系統，使整體系統可承受波浪和風荷載。在運維層面，BOLETTE技術也提供獨特的操作和維護解決方案。藉由雙體船可以通過太陽能電池板之間的通道進入，直接從船體工作平台進行組件更換、清潔和維護。

BOLETTE浮式光電系統技術，具備優勢包括：

- (1)可永續發展：所用繫索材料皆為具環境耐受性之海洋級塑料，可靠度高、可回收再製、快速運維更換，並可藉由經驗證之全球供應鏈及時在地生產供應。
- (2)模組化設計適合廣泛商業應用，彈性配置不同規模組成案場，無需更改設計即可提供廣泛的地理部署區域和可擴展性。



(a)BOLETTE浮式光電系統技術案 (b)方陣纜線連結浮式光電浮板場模擬圖

圖 22. Fred. Olsen 1848公司之BOLETTE浮式光電系統技術(Fred. Olsen 1848公司網頁資訊擷取)。

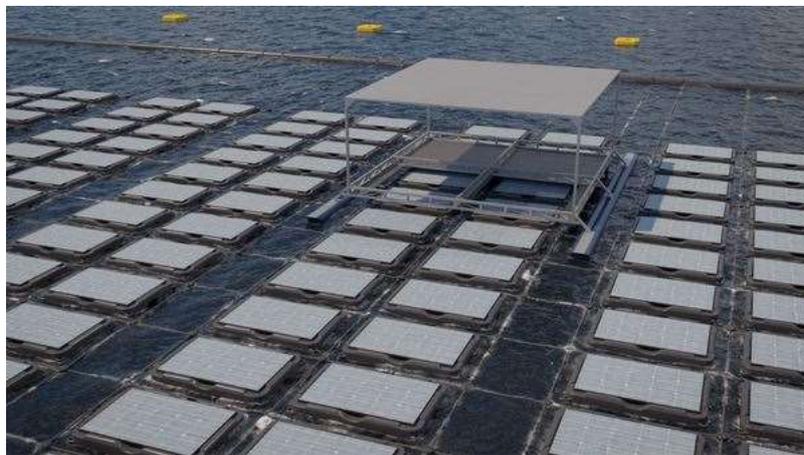


圖 23. Fred. Olsen 1848公司掌握之BOLETTE浮動光電平台運維情境示意圖 (Fred. Olsen 1848公司網頁資訊擷取)



圖 24. 參訪團於參訪Nel Hydrogen Heroya廠後，於Heroya內灣參訪Fred. Olsen 1848公司BOLETTE浮式光電技術小型測試模型

## 2 交流議題

議題1：請教Fred. Olsen 1848對於浮式光電系統發展的規劃與看法？

回覆：Fred. Olsen Renewables為集團中致力於能源開發的單位，我們投入的項目除了今天各位希望了解的浮式光電外，我們過去在執行陸域及離岸風電的安裝與運維也都有豐富的實績，也請各位可以多多了解。至於浮式光電系統的投入，主要是著眼於人類對於各式再生能源需求的提升，且太陽光電發展受限於土地運用競爭現象，故希望將太陽光電的發展帶往另一個新境界，當然我們集團170年來熟悉的海洋環境同樣對於工程上的浮體、錨泊等帶來挑戰，但我們有信心循序漸進地持續克服與改善，因此我們在2022年9月就啟動於挪威內陸河上的浮式光電系統概念測試計畫，經過將近1年的實測，我們證明系統的可行性，為此又啟動更大尺度於碼頭邊更趨近外海環境的2年期實證計畫，從中除了讓工程設計可行性再往前進外，也讓政府部門一同思考如何管理與完善未來人類擷取能源的新系統。此外我們也結合國際上同樣專注該領域發展的專家們，一同加速實現此願景，包含與 SERIS（Solar Energy Research Institute of Singapore，新加坡太陽能研究所）的研究合作協議，及歐盟 BOOST（Bringing Offshore Ocean Sun to the global market，將離岸海洋光推向全球市場）關鍵創新項目的支持。

議題2. 貴公司浮式光電BOLETTE技術所使用塑膠繫索材料，是否可承受海洋環境挑戰，且是否形成環保顧慮？

回覆：BOLETTE浮式光電系統技術所使用的繫索材料為具環境耐受性之海洋應用級塑料，可靠度高且可回收再製，並可藉由經驗證之全球供應鏈及時在地生產供應。

議題3. 貴公司浮式光電BOLETTE技術進入市場之時間點與準備情況？

回覆：公司浮式光電BOLETTE技術已成功與相關第三方驗證單位（DNV、BV等）完成了最終的水箱測試及其他測試，並將於今年在挪

威安裝150kW試驗機組(包括參訪團於Herøya參訪之即將施工場域)。該技術計劃於2024年安裝第一台商用3MW機組後，以2025年起陸續建置更多商化案場為目標。

### 3 交流活動剪影



圖 25.謝翰璋副局長與Fred. Olsen集團第四代領導人Fredrik Olsen合影。



圖 26. 參訪團與Fred. Olsen集團家族第四代Fredrik Olsen總裁、第五代Anette Olsen董事長、及Fred. Olsen 1848公司團隊合影。

## 五、 參訪DNV總部

日期：8月23日

地點：挪威 霍維克(Høvik)

### (一) 單位簡介

Det Norske Veritas簡稱DNV，成立於1864年的國際驗證機構，總部位於挪威首都奧斯陸，與德國GL於2013年合併為DNV GL，成為全球海事業最大的船舶和海工領域的船級社，並於石油天然氣、風能和輸配電領域，提供產業檢驗證和風險管理服務。2021年3月公司名稱由DNV GL變更為DNV，在全球100個國家具備350間辦公室及12,000名僱員。DNV在風電之驗證經驗相當豐富，參與全球超過90%運轉中之風場，若以風場裝置容量計算則高達97%。

DNV GL 的組織架構分為五個事業部：

**海事行業：**透過服務船舶類型的船級認定，和海工設施的海事諮詢服務，促進全球航運業在安全、品質、能效和環境績效方面的發展，並持續投入於研究和發展領域，協助解決海事業界所面臨的戰略、營運和法規方面的挑戰。

**油氣領域：**提供海事保證、諮詢、風險管理和海工入級領域技術服務，促進全球油氣產業及其運營的安全性、可靠性和績效提升，並開發相關標準，促進油氣產業發展。

**能源領域：**能源價值鏈包括再生能源、能源效率提升等，提供測試和諮詢服務，專業領域涵蓋陸域和離岸風能、太陽能、傳統發電、輸電和配電、智能電網、可持續能源利用以及能源市場和標準法規的發展等。

**驗證業務：**透過驗證、確證、評估和培訓服務幫助各組織確保在組織管理、產品、人員、設施和供應鏈方面的績效。在各種產業領域，協

助客戶構建可持續發展平台並取得利益關聯方的信任。

**數位化服務：**為船舶、管道、工廠、離岸結構平台、都市電網、智慧城市等資產，提供風險管理、安全提升和資產的數位化解決方案，另有開放數據平台Veracity、網絡空間安全和軟體服務，向海事、能源及醫療健康等產業的關鍵業務活動提供支援方案。

## (二) 交流活動

### 1 交流活動紀要

本次係拜訪位於挪威霍維克(Høvik) 的DNV總部，議題包括氫能、浮式光電檢測驗證技術及總部實驗室參訪。行程由DNV Hydrogen and CCS全球領導人Dr. Aarnes, Jørg及DNV Global Solar區域負責人Dr. Dana Olson接待，並就氫能及浮式光電檢測驗證技術進行交流討論。

交流會議首先由DNV Hydrogen and CCS全球領導人Dr. Aarnes, Jørg報告DNV於氫能應用測試驗證相關領域之發展，並就相關內容與參訪團隊進行交流。



圖 27. DNV Hydrogen and CCS全球領導人(Global Lead) Dr. Aarnes, Jørg報告DNV於氫能應用測試驗證相關領域之發展，並就相關內容與參訪團隊進行交流

就氫能應用安全檢測驗證層面，Dr. Jørg首先提出當前首要挑戰與

關鍵訴求即為”讓氫能由工業走向車輛與家庭等非專業應用領域時，皆能被非專業使用者安全的使用操作”。

The challenge ahead  
- creating fail-safe applications for non-professional users

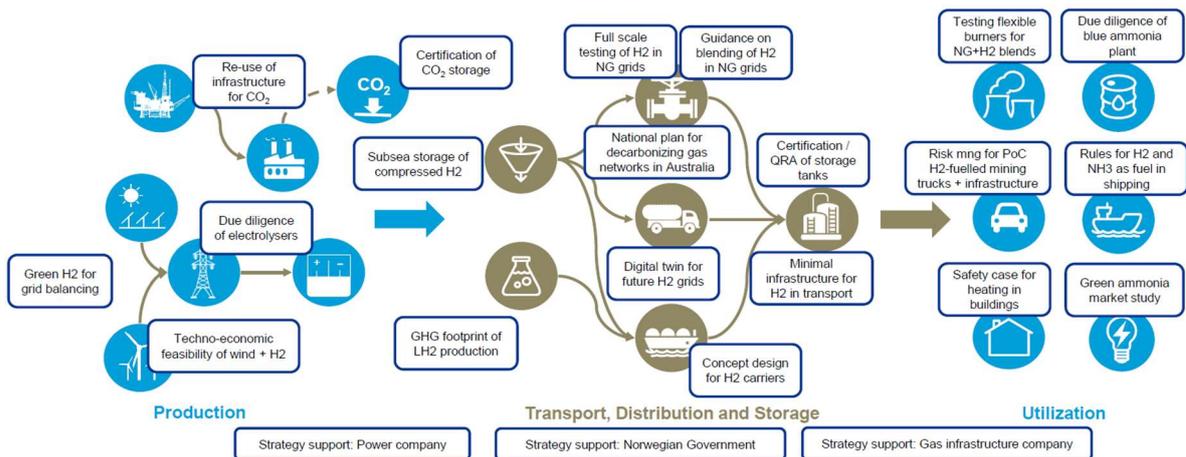


Credit: Øyvind Hagen – Equinor (Mongstad)

圖 28. DNV就氫能應用安全檢測驗證層面，提出當前挑戰關鍵

DNV基於海事與能源領域累積之專業能量，從氫能整體價值鏈觀點由生產供應、運輸儲存、到終端使用，提供檢測驗證技術方案與商業顧問諮詢服務，並自2022年起陸續發布相關產業分析資訊與技術文件。

## DNV hydrogen value chain project examples



DNV offers a wide range of both **technical and business advisory** services and, with broad expertise across the energy and maritime industries, we are in a **unique position** to cover the **whole hydrogen value chain**.

5 DNV ©2021 14 AUGUST 2023



圖 29. DNV由氫能整體價值鏈觀點提供服務能量

DNV籍由海事工程與能源領域累積之檢測驗證技術暨實驗室能

量，也已加入支援氫能產業所需發展，並持續投入與產官研等單位合作之相關大型研究計畫與檢測驗證能量建置推動，例如2019至2020年間即與挪威運輸部合作，針對挪威運輸網絡內使用液氫燃料運輸，調查使用該燃料的各種操作的相對安全性。在此研究中，DNV受委託開發了一個實驗場域與量測方法，進行了一系列大規模液氫釋放試驗，為模型驗證提供有價值的實驗數據。DNV Spadeadam 研究和測試中心委託建立一實驗設施進行液氫洩漏釋放相關測試，以研究液氫在自由排放、受衝擊和受限制、不同通風現象下的分散、匯集、火災和爆炸特性。

### Putting our expertise to the test DNV's laboratories and test sites for the gas industry



圖 30. DNV檢測驗證技術暨實驗室能量加入支援氫能產業發展

而針對未來住商導入氫能替代石化燃料應用，於爐具、暖氣、熱水爐等燃具中使用氫氣之情境，DNV亦與英國商業、能源暨工業策略部 (Department for Business, Energy and Industrial Strategy, BEIS)合作推動 Hy4Heat計畫，於英國Spadeadam“HyStreet”建置全尺寸住商氫能應用試驗環境，針對100%氫氣如何安全輸送與在住商環境中使用進行測試評估。並由此衍生與The Institution of Gas Engineers and Managers (IGEM)合作制定氫能工業標準“Reference Standard for low pressure hydrogen utilisation”。另自2017年迄今，DNV與英國Northern Gas Networks合作

推動H21 Network Innovation Competition Project -Safety & Integrity計畫，探討如何將既有天然氣管路轉換用於100%純氫輸運。

## Hy4Heat

DNV is working with BEIS on the Hy4Heat programme which aims to demonstrate how 100% hydrogen can be safely delivered to domestic consumers. We are leading work package 2 which is studying the required purity of hydrogen and whether colourant needs to be added to make the flames visible. We are also working with IGEM on the development of hydrogen standards for the industry. DNV has recently been awarded work package 7 which is an experimental study to investigate how hydrogen leaks will disperse in homes and streets.



DNV's role	Project details						
DNV will be using our purpose-built terrace of test properties at Spadeadam known as HyStreet. These houses were built using DNV's funds as part of our commitment to invest 5% of our revenue in research and development.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"><b>Customer</b></td> <td>Department for Business, Energy and Industrial Strategy</td> </tr> <tr> <td><b>Country</b></td> <td>United Kingdom</td> </tr> <tr> <td><b>Date</b></td> <td>2018 – 2020</td> </tr> </table>	<b>Customer</b>	Department for Business, Energy and Industrial Strategy	<b>Country</b>	United Kingdom	<b>Date</b>	2018 – 2020
<b>Customer</b>	Department for Business, Energy and Industrial Strategy						
<b>Country</b>	United Kingdom						
<b>Date</b>	2018 – 2020						

圖 31. DNV執行Hy4Heat計畫，於英國Spadeadam “HyStreet”建置全尺寸住商氫能應用試驗環境

而為了推動全球能源系統的脫碳，由歐洲、亞洲、加拿大和美國等國際傳統石化燃料相關業者組成的HYREADY聯盟(如圖 32)考慮將氫氣混入現有的天然氣供氣網中，然而對於傳輸系統運營商(TSO，Transmission System Operator)和配送業者(DSO，Distribution System Operator)來說，目前尚無明確指南來協助其安全的將氫氣混入現有的天然氣運輸網路。因此DNV投入協助HYREADY聯盟中傳統石化燃料相關業者，製定一套指南，來評估將氫氣添加至30%混合比例後對現有運輸網路的影響，並提出建議的風險緩解措施；依DNV規劃，第一階段將重點聚焦於高壓天然氣網路和低壓分配網路，第二階段再將工作重點關注於最終用戶設備和壓縮機層面。

DNV亦投入參與創新管路材料之開發，在2021至2022年間與挪威/荷蘭合作“Non-metallic composite pipes for transportation of H<sub>2</sub>”計畫，進行非金屬複材技術應用於氫氣輸儲管路發展，藉由在石油和天然氣行業已有長足進步的增強熱塑性管 (RTP) 和熱塑性複合管(TCP)技術，於氫氣領域取代傳統鋼管，提供質輕、延展性、可纏繞且無腐蝕的解決方

案。在此計畫中，DNV對該創新管材與鋼管之成本優勢比對分析研究，並整理風險評估和工業指南，以彌補現有複合材料設計和鑑定標準中的空缺之處(例如DNVGL-ST-F119 and API 15S for H2 applications)。

另於氫能應用管路工程技術面，DNV則投入” In-Service Welding onto Methane/Hydrogen Mixture Pipelines”計畫，針對使用中輸氫管路的焊縫特別容易受到氫裂紋的影響研擬對策。傳統防止氫裂紋的主要方法是通過正確使用低氫焊條以嚴格限制氫進入這些焊縫，但即使使用低氫焊條，焊接氫含量也會升高，因為鋼中存在氫，或者在焊接過程中鋼暴露於升高的內表面溫度。故該聯合計畫之目標是確定焊接在包含甲烷和氫氣混合物的現役管道上是否會導致氫裂的風險增加，如果是，則制定有關可採取措施的指南減輕風險。而DNV執行的分工重點包括確定輸送甲烷/氫氣混合物時鋼管充氫的程度、確定焊接氫含量升高的程度可能是由於焊接到用氫氣和甲烷混合物加壓的管道上或焊接到充有氫氣的鋼上，並制定措施以減輕氫脆風險的增加。

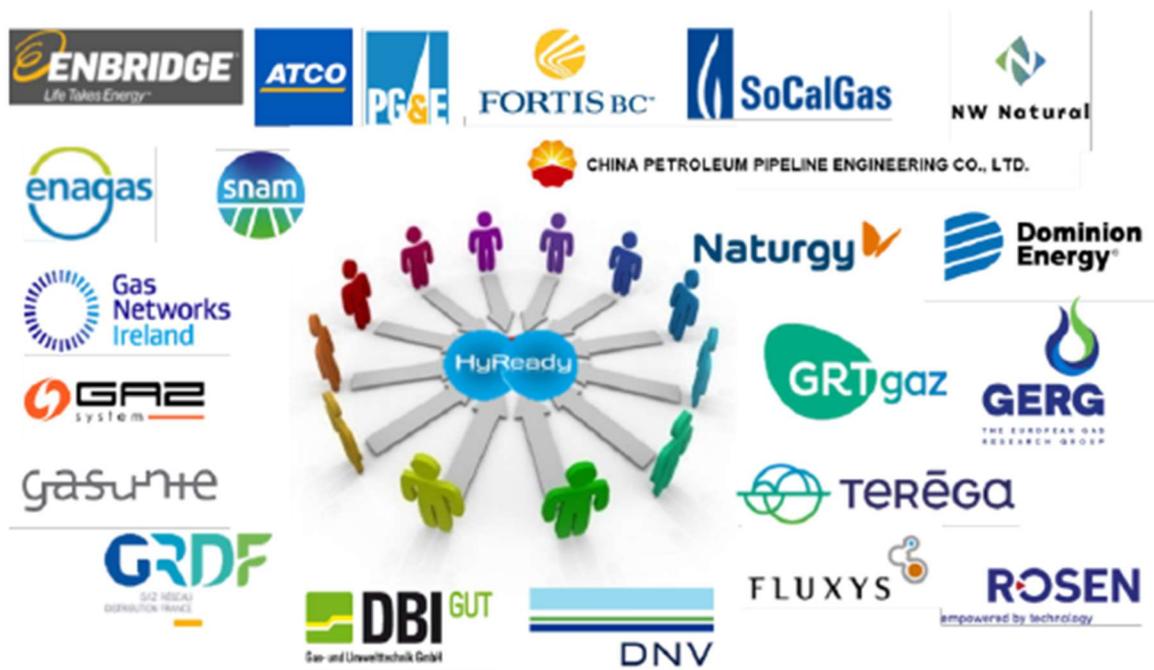


圖 32. 推動混氫替代相關評估與措施之HYREADY聯盟成員  
在氫能議題之後，交流會議接續進入浮式光電議題，該階段由DNV

工程師Magnus Johannesen報告DNV RP-0584” Design, development and operation of floating solar photovoltaic systems” 浮式光電文件概要內容與制定歷程，並就相關內容與參訪團隊交流。



圖 33. 參訪團聽取DNV工程師Magnus Johannesen報告DNV RP-0584海上光電簡報，並就相關內容與參訪團隊進行交流。

DNV RP-0584 “Design, development and operation of floating solar photovoltaic systems” (浮式光電設計開發與營運)此文件係DNV參與業界聯合開發計畫 (Joint Industry Project, JIP)之成果，成員來自國際浮式光電技術相關產官研單位，成員名單請參考圖 34。此指引目的提供浮式光電元件(component)與系統(system)在設計、開發、營運、除役等生命週期階段之需求標準(requirement)、建議實務(recommendation)、指引(guideline)。該指引之適用範圍包括：

- 遮蔽水域與內陸水域 (sheltered, in land water bodies)。
- 近岸(near shore)海域(示性波高至2~3m 之鹹水或微鹹水區域)。

雖然離岸較遠或較嚴苛環境條件之區域不在該指引適用範圍內，但仍提供相關開發業者及技術人員作為參考，目前國內內陸水域之浮式光電尚在應用範圍內，但離岸部分以台電離岸風電一期之場址條件為例，示性波高 $H_{s1} = 4.7m$ ,  $H_{s50} = 9.9m$ 已超出此指引適用範圍。

在聽取DNV 的簡報後，由DNV 的工程師領導參觀DNV總部機械性質測試實驗室，介紹動態疲勞等相關離岸風電扣件及零組件測試技術

與設備，如圖 35。

Participants business name	Country
BayWa r.e. AG	Germany
EQUINOR ENERGY AS	Norway
Iberdrola Renovables Energia	Spain
Isigenera S.L	Spain
Ocean Sun AS	Norway
Oceans of Energy B.V.	Netherlands
Scotra Co., LTD	Republic of Korea
Sungrow FPV Sci. & Tech Co., LTD	China
Third Pillar Solar Operating LLC	US
Upsolar Floating Srl	Italy
Xfloat Ltd	Israel
PV-Floating B.V.	Germany
Xiamen Mibet New Energy Co., Ltd.	China
Accusolar	Florida
Floating Solar B.V.	Netherlands



36 DNV © 23 AUGUST 2023

DNV

圖 34. 參與JIP計畫之跨國組織成員



圖 35. 參訪團參觀DNV總部機械性質測試實驗室

## 2 交流議題

議題1. 請教DNV對於目前世界發展氫能之趨勢看法，及與第三方檢測

驗證相關發展項目？

**回覆：**目前全球各國對於淨零排放與能源轉型之需求都很強烈，但很多技術的確非能夠一蹴可幾，且技術往往需伴隨財務可行、社會意識與政府管理，這些都需要時間，而氫能的確是我們目前觀察最具淨零排放、永續能源等交集的選項，但同樣諸多議題仍需時間來找尋答案，不可否認俄烏戰爭加速了歐洲社會對於能源轉型時程規劃，且是從涉及產輸儲運各階段之民生、工業應用著手，如Hy4heat計畫就是DNV參與一個跨國際跨組織性旨在確定住宅和商業建築使用氫氣替代天然氣(甲烷)在技術上是否可行，以利政府能夠決定是否進行社區推廣實證，此外本月挪威也已啟動第一艘使用液態氫作為燃料電池動力來源的渡輪，各項計畫過程中均涉及包含材料、製程、法規、安全、測試等議題的釐清，DNV除了透過與業界推動各項工業合作案(JIP)，亦會透過全球24個實驗室配合需求投入相關第三方檢測，作為整體專案推動之依據。

**議題2.**現行氫能工業輸儲應用之檢測驗證標準，在諸多類型國際性標準中(如ISO、IEC、UN ECE等)是否有特定標準項目具備領先地位或是DNV主要參考之對象？

**回覆：**氫能應用檢測驗證標準，仍需依其目標組件/系統、應用類型及產業類別進行適用標準之選用。例如氫能管件與槽體之設計開發與檢測，工業界常引用ASME標準；氫能運輸載具氫氣瓶與閥件即常見採用UN ECE R134；加氫站及其周邊與零組件檢測則有ISO 19880系列為主之標準。

**議題3.**針對氫能應用檢測實驗環境建置之評估規劃，DNV能否就所需建置時程、空間、安全性、軟硬體成本等相關條件簡要提出建議？

**回覆：**氫能應用檢測實驗環境(實驗室)之建置規劃，首要注意點即為氫氣洩漏與爆炸之相關安全預防與危害防護。與傳統火災爆炸型態之差異在於氫氣洩爆之威力在於瞬間衝擊震波而非高熱量燃燒，

故相關環境選址與建物空間皆十分重要，無法簡要歸納。若臺灣未來有相關建置規劃與推動，DNV具有充分能量並樂於提供諮詢服務進行合作。

### 3 交流活動剪影



圖 36.謝翰璋副局長與DNV Global Solar區域負責人(Segment Leader) Dr. Dana Olson合影



圖 37. 參訪團全員與DNV Hydrogen and CCS全球負責人(Global Lead) Dr. Aarnes, Jørg及團隊合影

## 六、考察離岸光電商SolarDuck試驗案場

日期：8月24日

地點：荷蘭 IJzendoorn

### (一) 單位簡介

SolarDuck公司為全球離岸光電技術開發的先進者之一，該公司研發設計了海上浮式太陽光電解決方案。SolarDuck公司的第一個試驗點位於荷蘭IJzendoorn附近的河流上，2021年安裝裝置容量為64kW，本測試點已併網並獲得國際驗證機構必維國際檢驗集團(Bureau Veritas，簡稱BV)的全球首例驗證並獲得保險公司承保；SolarDuck公司計畫將進一步在海牙(北海)海岸附近拓展該技術的試驗，為總裝置容量0.5MW的海上浮式光電，本專案獲得德國能源巨擘萊茵能源公司(RWE)投資，雙方長期合作目標是讓SolarDuck的技術用於RWE規劃於荷蘭風電場Hollandse Kust West計畫，除此之外專案亦獲得荷蘭企業局約新台幣2.6億元補助。

### (二) 交流活動

#### 1 交流活動紀要

根據SolarDuck的簡報說明，預測2023至2030年離岸光電市場的複合年增長率高達76%，至2030年潛在市場價值達25億歐元(約新台幣862億元)，而全球太陽能豐富但風能稀缺之海域(如圖 38)的潛在開發量能約為3.3 GW<sub>p</sub>，故離岸光電具有龐大的市場潛力。

該公司目前已於歐洲、中東、亞洲和美洲等地進行市場部署，其將於2024年在東京灣完成建置0.1 MW<sub>p</sub>、馬來西亞0.8 MW<sub>p</sub>及卡達1.7 MW<sub>p</sub>，而2026年將在荷蘭西岸的Hollandse Kust West風場完成5 MW<sub>p</sub>之量能建置，合計上述已簽約及洽談簽約中之案場，至2026年的建置量能將達7.6 MW<sub>p</sub>。另一方面，SolarDuck亦於荷蘭IJmuiden Ver、百慕達、義

大利、希臘及馬爾他等地進行投標準備、合作洽談、合作備忘錄簽署等業務開發，該公司預估至2028年離岸光電業務將有望超過200 MW<sub>p</sub>的裝置量。

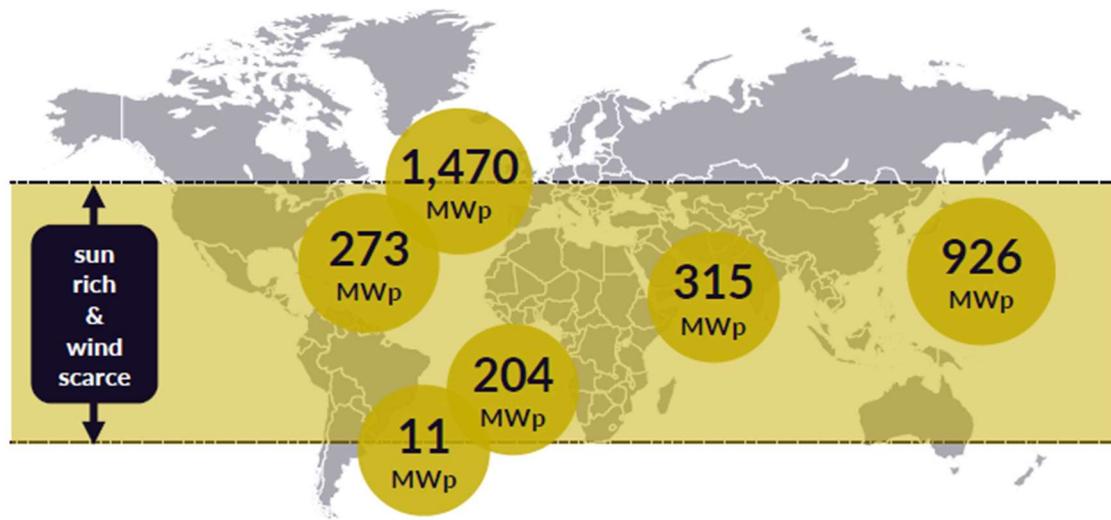


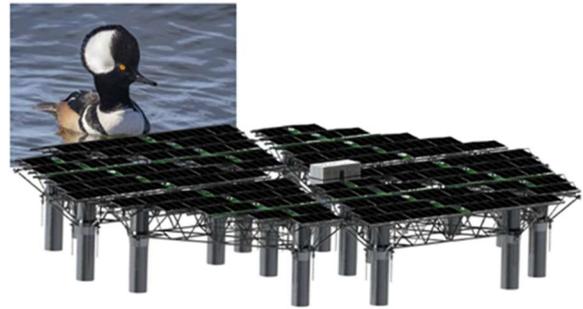
圖 38. 全球離岸光電潛在開發量能盤點(資料來源：SolarDuck簡報)

SolarDuck開發的King Eider浮式光電系統(如圖 39(a))為世界上第一個取得驗證的浮式光電系統，為已併入電網的64 kW<sub>p</sub>全尺度示範案場，此設計由4個邊長16 m(公尺)的正三角型平台所組成的高架三角結構，歷經7個月設計建造，2021年進入運維階段，同年取得必維國際檢驗集團(BV)的原則性認可(Approval in principle, AiP)，並已獲得保險公司承保。另一方面，該公司近年將於北海海牙建置約520 kW<sub>p</sub>，系統設計名稱為“Merganser”的浮式光電系統(如圖 39(b))，此設計為6個三角裝置所組成的六角結構，此專案設計可耐受最高浪高達13.5 m，並可乘載近786個680 W的太陽光電模組。目前Merganser專案正進行水槽測試、流體力學(CFD)模擬及其運動驗證，欺中台夫特理工大學(Delft University of Technology)負責錨碇及面板負載的研究試驗，以提高安裝效率與精進施工技術，荷蘭應用科學研究組織(Netherlands Organization for Applied Scientific Research, 簡稱TNO)則負責離岸光電輸出預測模型研究、變流器、變壓器研究測試、面板可靠性之研究測試、建立資料蒐

集系統、維運優化分析、離岸風光整合及產能優化研究、碳足跡、全生命週期分析及循環性研究。



(a) King Eider 浮式光電系統



(b) Merganser 浮式光電系統

圖 39. SolarDuck設計之浮式光電系統示意圖  
(資料來源：SolarDuck簡報)

於技術面，SolarDuck進行水動力分析以確保資產壽命，設計能長期承受波浪特定條件且不因向上風力而造成系統飛離，設計目標可承受一般浪高 $<7.3$  m、最高浪高 $<13.5$  m、風力達 $32$  m/s、使用壽命 $>30$ 年。其將水動力數據參數與驗證測試相結合，透過靈活的三角裝置連結方式，達成具成本效益的結構、減少多向波的負荷、輕量化、高穩定性等優點，並以模組智慧布建的高架平台減輕波浪造成的影響。於繫泊面，為盡可能利用海上空間輸出最大功率、連接拓展多個平台、減少繫纜數量，因此使用靈活的繫纜減少負載，而浮體設計可降低繫泊強度，並在結構所有邊緣設置一定數量的繫纜，此為從浮動式石油鑽井平台而衍伸之設計概念。

於電力系統方面，該公司主要強調增強系統耐用度及降低維護成本。經高架的電力設備與太陽光電模組，可降低海水造成的影響，如設備腐蝕、繫纜疲勞等，而各平台之間亦可輕鬆連接。相較陸域型太陽光電，離岸太陽光電透過海上冷卻效應及更高的輻照度，可提供更高的功率輸出。另於安全面，海上高架走道及平台的高穩定性可確保人員安全進入，且平台邊緣皆設有安全圍欄，並設有救援直升機吊運區、航海標誌、導航燈、自動識別系統(AIS)、全球定位系統(GPS)等，亦可供標準

近海人員運輸船(CTV)進行登陸。斜傾10度左右的模組安裝設計，有助於透過機械進行自行清潔，高架的平台系統則可減少模組周圍的鹽分沉積與藻類生長，且其具海上防蝕的特製鋁框則能承受30年的腐蝕。

為利於大規模製造、快速組裝，SolarDuck規劃所有部件皆可透過貨櫃進行運輸，設計上則允許供應商製造其零件或子系統，且可於案場附近由當地工人進行組裝、由小型工作船分組拖至案場進行平台安裝連接，目前該公司仍持續進行案場組裝工廠(Pop-Up Factory)的技術開發。SolarDuck表示此離岸光電高架平台形式亦為環境友善之設計，高架系統可讓平台與海面進行空氣流通，開放式網格走道設計使陽光穿透至平台下方，並避免光電模組與海面的直接接觸，而繫纜裝置則可避免海底過度擾動，浮體設計及變壓器皆採用無毒材料，降低該平台系統對海洋生物及環境造成影響。



圖 40. SolarDuck離岸光電模組清潔示意圖

SolarDuck表示在陽光充足的地區，通常離岸光電的表現優於離岸風電，且兩者適合設置的離岸距離、場域風速、浪高、水深等皆相異，因此將兩者進行整合可在特定地區提供互補的作用，有利於提高電網穩定性和輸出電纜使用率。

本次會議SolarDuck亦針對我國離岸光電潛能進行初步分析與評估，該公司分析了竹風風場及位於屏東外海的36號潛力場址，其結論認為臺灣北部和西北部離岸場域較適合發展風電，而南部則以太陽能比較具有效益。如圖 41所示，依現有之竹風風場設計合併太陽能後，年發電量將可增加整體發電量的23%，大幅提升全年電網穩定性，從輸出角度來看，與完全的太陽能發電場相比，屏東場域的風能和太陽能結合較不利，但從年度電網穩定性的角度來看，屏東場域風能與太陽能的結合可能會很有潛力。從經濟效益分析，於屏東外海36號潛力場址安裝風力發電顯然不符成本效益，然而安裝離岸光電則非常具吸引力，若增設儲能系統即可提高電網穩定性。

Name	Chu Feng	PingDong	PingDong
Location	1	3	3
Type	Wind & Solar	Wind & Solar	Solar only
Wind yearly output [GWh per year]	2365	630	N/A
Solar yearly output [GWh per year]	707	884	1804
Total yearly output [GWh per year]	3072	1514	1804
Percentage solar [%]	23%	58%	100%

圖 41. SolarDuck針對臺灣特定離岸場域風能與太陽能輸出評估結果

## 2 交流議題

**議題1.** 荷蘭適合此類外海floating PV開發案場量能為何？現階段慣行案場裝置容量有多大？依貴公司經驗銀行保險的接受度如何？

**回覆：**對於新技術的開發的確各界會有不同的疑慮，我想不僅止於銀行保險金融界的接受程度，包含我們推動小規模浮式光電案場時需要得到政府許可，其中也需要很多的溝通與佐證文件，證明這個新技術的可行性。為此我們的設計是務實且有技術依循的，包含我們公司是於2020年從知名的Damen船廠獨立出來的，所以我們工程人

員熟悉船舶設計與海工操作，因此我們的浮式平台相關設計是符合工業標準與國際公約等技術要求，所以會中各位詢問的穩度、錨定、拖行安裝等技術議題，我們都有評估也如簡報所述，此外，我們也透過本次安排參訪的65kW場域實測專案，來消彌各界對於該新技術地不熟悉，此外對於新技術的推動，政府的躉購電價對於專案財務推動有一定的助。至於開發案場的量能目標，我們公司目標並非僅著眼於荷蘭或歐洲，且亦同步思考此系統與離岸風電的結合，故目前較具體約2-3個總計約7MW專案執行中，這些專案亦同時配合專案特性進行設計調整與在地化製造，嘗試尋求各專案中各利害關係者的最大需求交集，將可加速我們設計的推廣。

**議題2.** SolarDuck繫纜系統的錨碇如何設計？繫纜系統採取何種形式？

**回覆：**目前主要規劃錨碇在海上近岸水深20米內場域的海床上，繫纜系統考慮漲潮及退潮的水位，採用懸垂式(Catenary)繫纜，張緊式繫纜則不適合。

**議題3.** 若要將三角形浮台連結成六邊形浮台，三角形浮台之間的交接處如何扣合？

**回覆：**三角形浮台之間用螺栓扣合在一起，形成大結構體；若在環境較嚴苛下，其結構則需再確認。SolarDuck評估六邊形浮台較單一三角形浮台更具成本效益。

**議題4.** SolarDuck未來如何與臺灣進一步合作？

**回覆：** SolarDuck希望未來能在臺灣爭取測試或示範場域設置。

### 3 交流活動剪影



圖 42. 參訪團全員與SolarDuck團隊於King Eider浮式光電系統上合影



圖 43. SolarDuck團隊為參訪團介紹該公司業務及相關技術

## 七、 拜會憑證追蹤系統開發商FlexiDAO

日期：8月24日

地點：荷蘭 阿姆斯特丹

### (一) 單位簡介

FlexiDAO是一家荷蘭新創公司，專注在建立軟體平台幫助其終端用戶追蹤每小時/每天的用電資訊，並與EnergyTag合作建立分時能源證書標準，合作的發售電業者如西班牙Acciona，供給端用戶包括Google、Vodafone，電信網路業者、鋼鐵業、醫藥業等。

FlexiDAO 的主要產品和服務包括能源數位化平台，該平台利用區塊鏈技術實現能源數據的透明、安全、即時的共享和資料介接。通過這個平台，能源供應商、消費者和其他相關方可以更有效地進行能源交易、追蹤能源來源及計算碳排放，進一步推動綠色能源的應用和持續能源的發展。

針對國際24/7全時無碳電力倡議，FlexiDAO也為非營利倡議組織EnergyTag及其成員合作訂定分時能源屬性證書 (Granular Certificate, GC)。此外，FlexiDAO將提供相關技術，以實現對能源生產和使用的全時追蹤，該技術已與荷蘭受監管的計量公司Ealyze<sup>1</sup>的合作，Ealyze將提供必要的計量數據予FlexiDAO。

---

<sup>1</sup> Ealyze數據平台提供智慧電錶獲得的電力和燃氣的實時消耗數據。

## (二) 交流活動

### 1 交流活動紀要

過去用戶大多以簽署CPPA或購買憑證的方式取得綠電以減少碳排放，但若是採購太陽光電並宣稱使用全綠電，在夜間的生產活動實際上仍是使用灰電，因此FlexiDAO建立了平台追蹤電網的狀態及不同能源來源資訊，以更好的反應排放數據，報告再生能源的消費狀態，提供用戶優化購電方案，並將所有資訊顯現於RECs或GO上。FlexiDAO分享歐洲電力市場的經驗，從電力消費端來看，用戶對於資訊透明度以及可驗證的綠電來源需求越來越多；從供給者來看，主要驅動力來自提高利潤以及與競爭同業做出市場區隔。來自客戶端的要求也會促使企業追求全時使用無碳電力(CFE, Carbon Free Energy)，例如啤酒製造商Heineken，以其全年度綠電採購量以宣稱其生產為全綠電，被消費者詬病這樣的宣稱並未如實反應夜間用電，因此24/7 CFE可以協助解決類似議題。另一個案例是IKEA，與Acciona合作為其電動車提供綠電，FlexiDAO為即時充綠電提供核實資訊，幫助IKEA的企業永續形象。

FlexiDAO表示，目前合作的客戶並未真正追求達成100%的24/7 CFE，大多設定為達成60%~80% CFE的目標，主因為歐洲的電網沒有相應的技術做支持。例如挪威擁有高佔比的水力發電，在達成CFE上的可能性較高，然而波蘭由於其再生能源來源較缺乏，因此較難達成CFE。供給端的角度來看實施24/7 CFE的利基，歐洲的電力市場相當競爭，導致供給方的利潤很低，提供24/7 CFE的服務可以提高單價，且與市場同業做出區隔。FlexiDAO目前在西班牙與Acciona合作，在美國則是與Energy Harbor合作。

目前在碳揭露計畫 (Carbon Disclosure Project, CDP)問卷內容包含了RE100的標準，主要規範企業全年度的用電達成100%使用再生能源，但並未規範24/7 CFE相關條件，因此24/7 CFE更像是達成RE100後下個更具挑戰的目標。FlexiDAO主要服務是做數據收集，收集用電、發電及電網排放係數等數據分析，更與各國的發證註冊機構(Registry)合作，提

供來自Registry的數據以證明其來源為再生能源，並提供客戶數據的監測與發用電狀況綜合報告(portfolio)，協助其填報RE100。

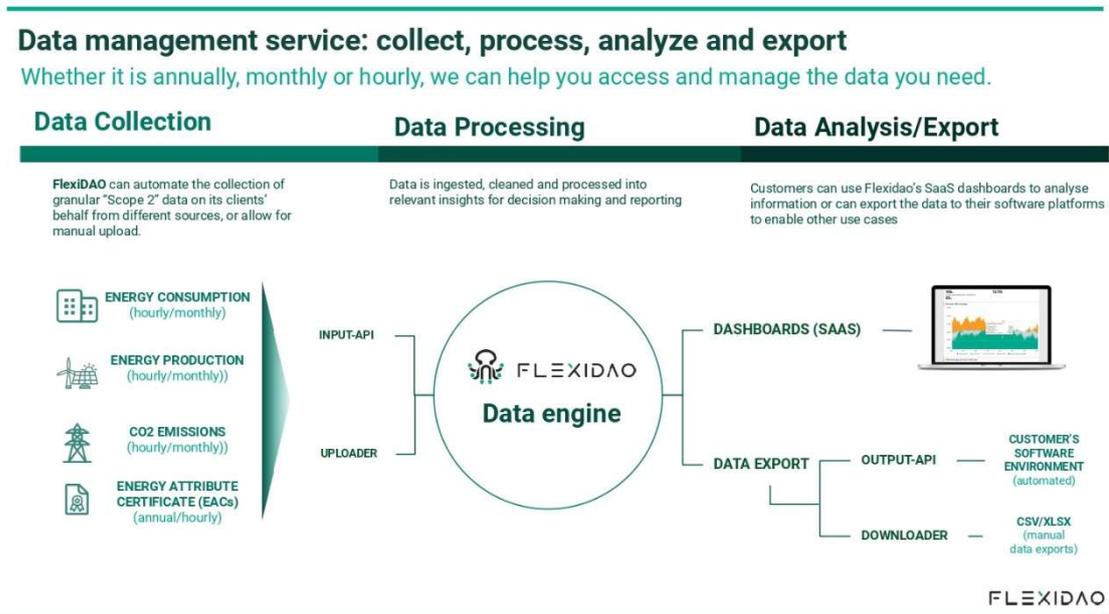


圖 44. FlexiDAO數據分析服務(資料來源：FlexiDAO簡報)

FlexiDAO在臺灣也有客戶希望能夠提供相關服務，因此希望與標準局合作，能夠提供追蹤系統的數據以服務臺灣端客戶，前期希望能夠簽署NDA以更好的說明客戶條件與狀況，並能夠在標準局同意的情況下，雙方研擬共同的標準與安全的資訊交換的方式。臺灣未來希望做的綠電交換平台，某種程度上也很像歐洲的電力交易平台，如德國的電力系統即時平衡的資訊僅TSO有所掌握，市場參與者很難即時或預測電力市場的狀態，僅在事後參與者才在市場中進行結算，但是如荷蘭的電力市場則是由所有市場參與者即時的結算與平衡。

## 2 交流議題

**議題1.** 請問目前歐洲充電營運商CPO有在追求24/7全時使用再生能源嗎？

**回覆：**IKEA目前與Acciona合作，在歐洲電動樁營運商(CPO)尋求24/7

CFE的作法還沒有很多，但可以看見成長的趨勢。現階段仍著重在個人運具而非物流運輸，且IKEA主要為其商店的客戶提供綠電服務。

**議題2.** 承前一個問題，根據我們的觀察在臺灣，IKEA可提供淨零物流，反觀歐洲則是客戶自行尋找淨零物流。

**回覆：**是的，我認為我們應該可以進行更多的國際交流，後續雙方建議可簽署NDA，以利更多的資訊(如參與企業、用戶名單及數據等)分享與交流。

### 3 交流活動剪影

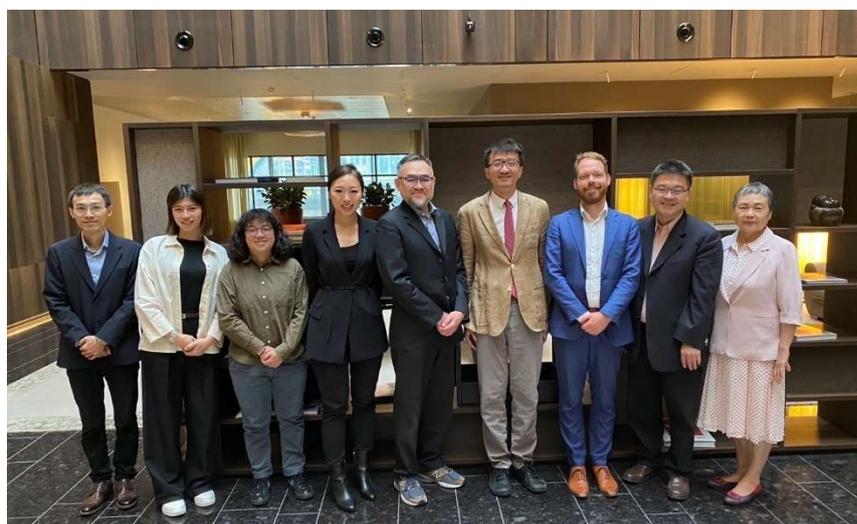


圖 45. FlexiDAO人員與參訪團進行會議交流及合影

## 八、拜會發證機關協會 Association of Issuing Bodies (AIB)

日期：8月25日

地點：比利時 布魯塞爾

### (一) 單位簡介

比利時發證機關協會(Association of Issuing Bodies, AIB) 已成立20多年，為政府任命的來源證明發行機構及歐盟相關計畫主要委員，主要負責歐洲電力來源證明GO(Guarantees of Origin)的審核、發行、追蹤和管理，並制定一套標準化的歐洲能源憑證系統(European Energy Certificate System, EECS)。由於各會員國間的交易，沒有一個準則，因此，歐洲能源憑證系統 (EECS) 是許多成員國家的參考準則，歐盟會員國為其會員和其簽有區域協議(Domain Protocol)會員國必須於國內實施且與會員國交易過程皆參考 EECS進行。

AIB負責管理各成員國之間的GO核發，各成員國通過AIB的通信中心(AIB Hub)進行GO的交易及移轉。目前已有35個會員來自28個歐盟國家(歐盟、歐洲經濟區、歐洲原子能共同體)其中包含監管單位、市場營運商、TSO、政府機關、電力交易所等；31位成員國發行電力來源證明(GO)，近一半成員同是電力監管單位。此外，目前已有18個成員國由其政府指派開始負責發行氣體的來源證明GO，後續將會有更多的國家開始執行，因應天然氣、氫的市場需求，於2019年11月開始AIB逐年修增歐洲能源憑證系統(EECS)氣體相關規則，為歐盟境內所有能源載體和多種用途的GO提供統一標準規則。AIB Hub於2023年第一季完成了電力和天然氣GO的跨註冊移轉交易。

## AIB

### The Association of Issuing Bodies - Facts

- AIB: non-profit association founded in 2002
- Now 28 countries connected (35 members)
- Geographical scope: EU - EFTA – Energy Community
- Issuing Bodies have diverse roles: regulator, market operator, TSO, ministry, power exchange etc.
- 31 AIB's current members issue electricity GOs
- Almost half of AIB's members are also competent bodies for the supervision of electricity disclosure
- 18 AIB members assigned by their government for issuing GOs for gases – more to follow
  - Austria (E-Control), Belgium Brussels (Brugel), Belgium Flanders (VREG), Belgium Wallonia (SPW), Czech Republic (OTE), Energinet (Denmark), Estonia (Elering), Finland (Gasgrid Finland), Greece (Dapeep), Italy (GSE), Latvia (Conexus Baltic Grid), Lithuania (Amber Grid), Luxembourg (ILR), Netherlands (VertiCer), Portugal (REN), Slovenia (AGEN-RS), Spain (Enagas GTS), Switzerland (Pronovo)

### Pillars of the European Energy Certificate System (EECS<sup>®</sup>)

- I. **EECS Rules:** engaging into quality and harmonisation
- II. **IT hub:** enables GO transfer between national/regional Domain registries
- III. Peer reviews and audits

### AIB Mission: Guaranteeing the origin of European Energy



圖 46. 發證機關協會AIB成員國(資料來源：AIB)

歐盟電力來源證明GO制度標準主要建立在再生能源的法規指令 (Renewable Energy Directive 2018/2001(EU)Art. 19)與歐洲能源憑證系統要求 (Guarantees of Origin related to energy – Guarantees of Origin for Electricity BS EN 16325 : 2013+A1 : 2015)兩個標準中。2018年12月11日歐洲議會和理事會頒布關於促進使用再生能源的指令 Directive (EU) 2018/2001，該指令建立了促進再生能源的通用框架。它為2030年歐盟再生能源最終能源使用總量中的總體占比設定了具有約束力的目標。此指令還制定了有關再生能源電力的財政支持、自發自用再生能源、在供暖和製冷部門以及運輸部門使用再生能源、成員國之間以及成員國與第三國之間的區域合作、來源證明、行政程序以及訊息和培訓，亦為生物燃料、生物液體和生物質燃料制定了永續性和溫室氣體減排標準。

該指令中定義能源來源證明(GO)為電子文件，其唯一功能是向最終用戶提供證據，證明給定份額或數量的能源是由再生能源所生產，成員國應確保根據客觀、透明和非歧視性的標準，可以在該指令的含義內保證來自再生能源的來源。為此，成員國應確保根據再生能源生產商的要求核發GO。

## European Legislation

Mandatory Disclosure based on legislative Guarantees of Origin

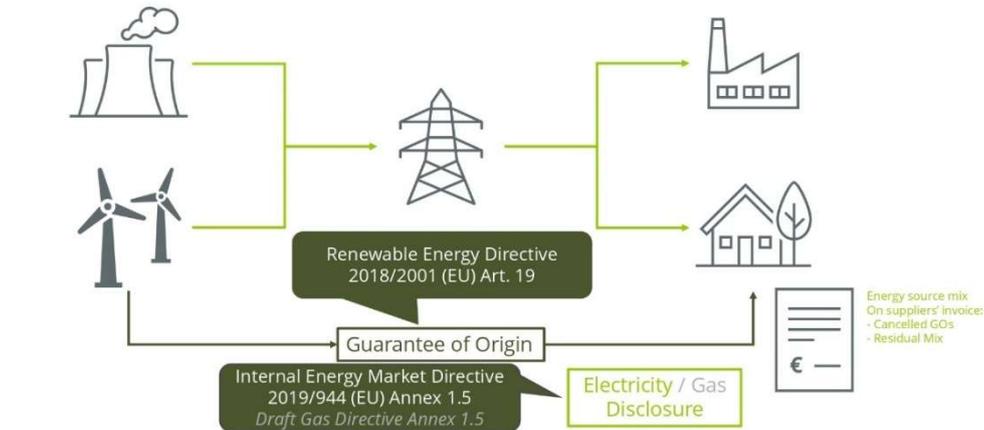


圖 47. 歐盟電力來源證明GO制度法源依據(資料來源：AIB)

再生能源指令(Renewable Energy Directive, REDII)為歐盟法源依據，EN 16325是歐洲標準委員會(CEN)制定的一項標準，EN16325是根據AIB EECS標準所編寫，在措辭上會有些差異，EN16325為強制的標準，主要為GO系統可靠度提供標準，EECS標準的範圍除了涵蓋EN16325標準外，還提供GO系統有效進行的標準，如圖 48。

## Guarantees of origin

Framework

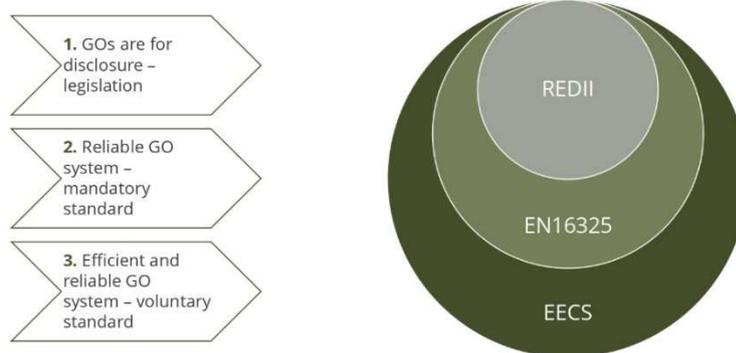


圖 48. 歐盟電力來源證明GO的系統框架由三大部分組成(資料來源：AIB)

## (二) 交流活動

### 1 交流活動紀要

歐盟電力來源證明GO追蹤系統是紀錄與宣告(Book and Claim)跟臺灣T-REC系統類型一樣，從發電端透過電網提供再生能源電力給最終使用者，再透過國家管理中心的數據庫，基於電表讀數建立GO文件。因歐盟立法不斷發展，AIB必須不斷遵循並逐步修訂標準，數據庫列表清單為各成員國一致性的需求，很大程度上是討論的核心支柱，如GO需要記錄哪些數據、如何加強數據透明度，以增強使用者的信任等。歐盟相關法令不再只是保障電力來源證明，更多保障企業的永續發展目標，依AIB簡報圖 49 其IT Hub數據庫資料項目內容藍色部分即為氣體相關的資料。

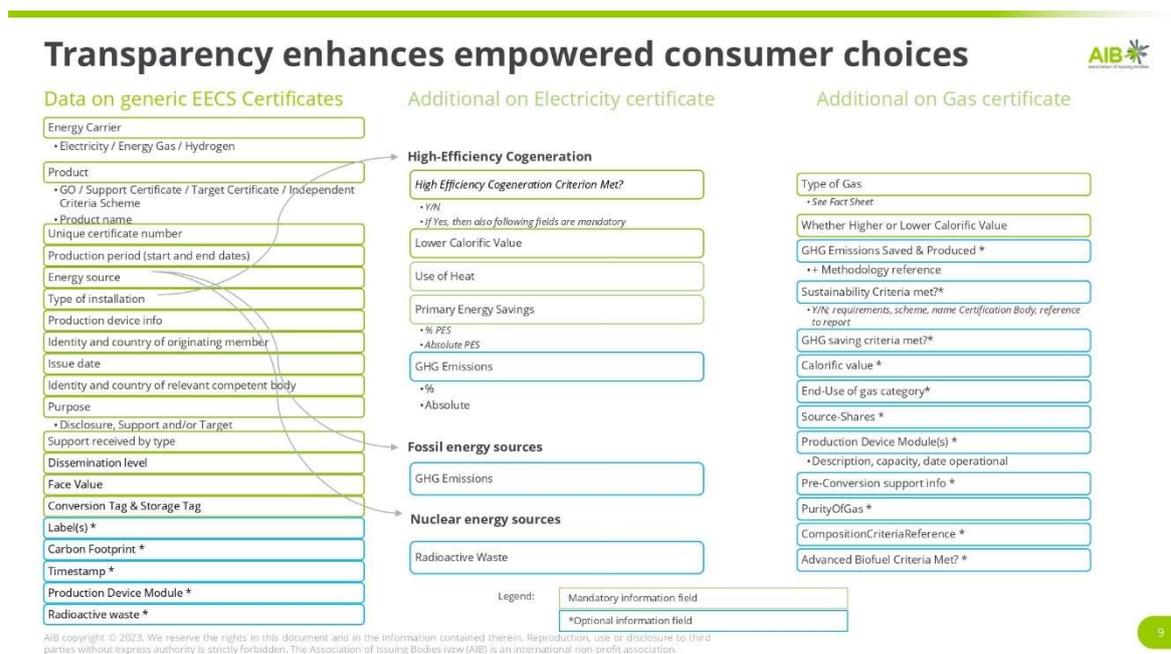


圖 49. AIB IT Hub數據庫資料項目內容(資料來源：AIB)

為所有能源載體建立通用的GO系統是為了可以記錄透過運輸管路或運輸系統傳輸的電力或天然氣。假設氣體生產是使用再生能源，可以使用GO來進行記錄及證明；天然氣供應鏈將隨著時間會發生變化，或者能源載體會發生變化，如果天然氣的運用轉化為氫，需要有一個機制

來取消生質能GO，並將其轉換為氫GO。這是EECS中實施的內容亦是通用系統規則的一部分。

能源主要來源會從原始GO到下一個GO，測量輸入和輸出提高可信度，確保過程中的損失和傳輸的正確性。目前還在討論從輸入到輸出要承襲哪些項目，有兩派意見一派是認為在實施方面，應盡量保持精簡，只需傳遞主要能源來源即可如風力發電；另一方則認為需要知道是否存在轉換前的發(產)電時間、發電位置等。

由AIB主導的REGATRACE計畫旨在深入探討如何以一致且可靠的方式制定轉換規則並確保相應流程可靠的方法。其主要挑戰之一是檢查輸入地理來源的質量，確認轉換是否真正發生，並將已取消的GO與轉換設備的測量數據進行匹配，確認與計量數據相符。接著是發行過程，確保所有被取消GO數據可靠地轉換到新的GO，且在整個過程中確保不可會發生重復計算的情況。

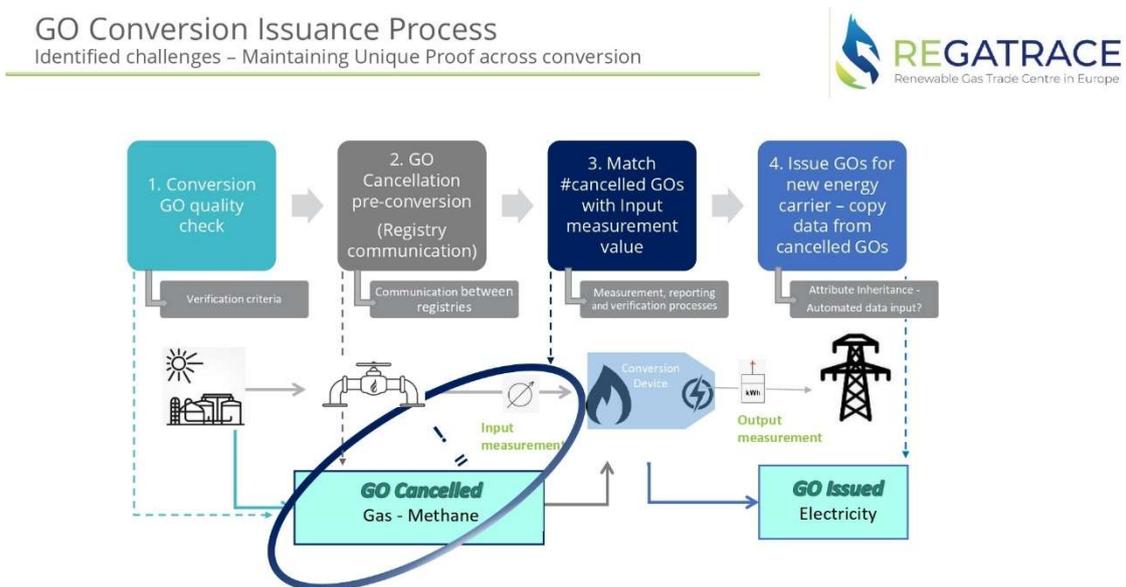


圖 50. AIB簡報GO 轉換的挑戰

目前的再生能源指令為REDII，然而近期REDIII將生效，該文件的內容幾乎已經進入最終階段。AIB預期已經公開的文件中不會有進一步

的更改，僅會進行一些術語或翻譯方面的修正，不會有根本性的修正。RED III中新增內容目標將施加在燃料供應商身上。他們需要確保其所供應的份額符合RED III中關於再生能源(燃料)的相關標準。REDIII中加強再生能源(燃料)或具有溫室氣體排放減少比例要求。這也涉及到來自各國的生物燃料，而不僅僅是歐洲體系。它還要求液體燃料中的先進生物燃料的最低份額，RFNBO(Renewable Fuel of Non-Biological Origin)需要證明是否能滿足溫室氣體減量與環境永續的標準。

## Renewable Hydrogen for target accounting - RFNBO



→ RFNBO = Renewable Fuel of Non-Biological Origin

→ Criteria for Renewable H2 produced with Electricity from Grid:

- Bidding zone with >90 RES or GHG intensity <18 gCO<sub>2</sub>eq/MJ and renewable PPA
- Temporal correlation E – H2
  - Calendar month until 31 December 2029
  - One-hour from 1 January 2030
  - Temporal correlation is fulfilled if RFNBO is produced during a one-hour period where the clearing price of electricity resulting from single day-ahead market coupling in the bidding zone, is lower or equal to EUR 20 per MWh
- Geographical Correlation E – H2
  - RES-E under PPA and
  - RES-E production from same bidding zone as H2 production or interconnected bidding zone with higher price
- Additionality criteria (E production device < 36 months age, no fin. support)

圖 51. AIB簡報介紹再生能源(製)氫核算RFNBO方案

CertifHy是歐盟執委會網站上的一個自願性計畫，用於認證再生來源氣體。標準涉及氫必須符合的條件包括時間和地理相關性，以及生產設備的外加性標準(如發電設備的設置年限)等。AIB是CertifHy計畫第三階段的合作夥伴，該計畫預計在11月完成；CertifHy使用質量平衡(mass balancing)的自願性方案已申請獲得AIB認可成為獨立標準方案。CertifHy建立了一個氫相關的利益相關者平台，分析歐盟法規的現狀並追蹤相關發展，了解所有對此事有意見的工業及相關參與者的想法，AIB也與他們建立良好關係。

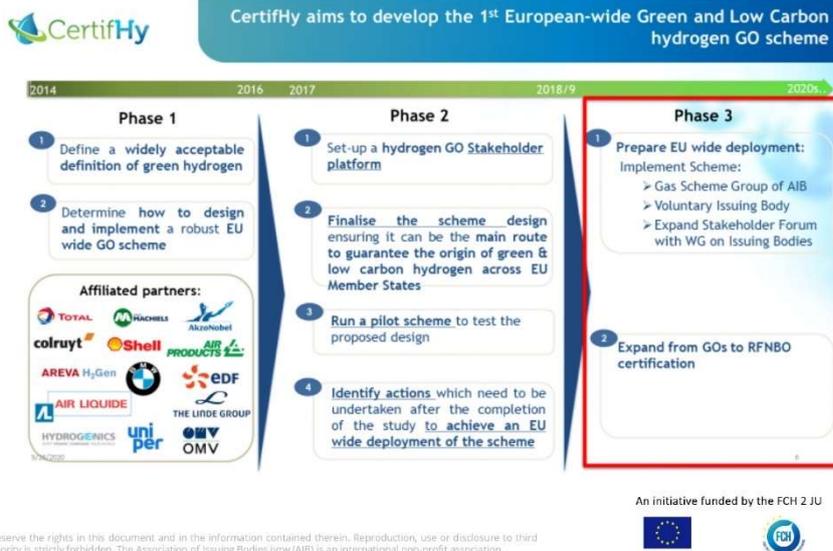


圖 52. AIB是CertifHy計畫第三階段的合作夥伴

基本上，能源屬性憑證(Energy Attribute Certificate)有機會作為證明提交CBAM，歐盟再生能源氣體來源證明 REGATRACE計畫主要負責人Katrien Verwimp認為這可以理解為類似購電協議(PPAs)。但其實歐盟執委會也正在制定及思考能源屬性憑證是否可作為可靠的規則。歐洲正在思考如何將GO與排放數據進行連結，但這也是歐洲立法的一個缺點，因為成員國太多，很多政策制定者彼此間交流不足，例如碳排放數據有不同來源，如所用的風力發電是否納入整個生命週期的排放？在歐洲EU ETS中風力發電被認定排放量為零，然而在其他方法中，可能會需要包含風力發電建置的排放，預期CBAM也將遇到如何計算排放因素相同的問題。

## 2 交流議題

**議題1.**如何成為一個發證機構(Issuing Body)，是由AIB授權或是有哪些條款依據?立法適用於歐盟還是歐盟以外的其他國家?歐盟以外的國家是否有可能成為一個發證機構(Issuing Body)如亞洲國家?

**回覆：**歐盟各成員國的發證機構是由政府根據法律、子法和法規任命的。因此，發證機構擁有政府的正式授權。立法範圍是歐洲含歐盟、歐洲經濟區(European Economic Area)、冰島和挪威、能源共同體(Energy Community，歐盟和東方國家對俄羅斯封閉的條約，但不包括俄羅斯、已簽署條約的東歐國家，該條約中還規定在國家立法中實施歐洲立法的義務，並且適用相同的系統)。目前還沒有歐盟以外的國家成為AIB的發證機構，因為AIB仍然嚴格將地理範圍限制在歐洲，這是AIB章程中所規範。然而，目前歐洲標準EN1635正在修訂中，未來如因應CBAM立法需要適用於進口歐洲的商品，那麼這些國家就需要一種符合歐盟標準的認證體系，因此在這個框架中，AIB秘書長Liesbeth Switten 認為也有可能推動歐洲以外的國家作為AIB發證機構的可能。

美國也提出類似的問題，如何建立一個全球性的發證協會，但推動這些制度都是需要政府授權，各成員國的一致性都需要很長一段時間來規畫與執行。現階段，AIB秘書長認為值得考慮的是制定一項全球倡議，透過各國相關單位的討論與協調將是推動未來國際制度建立關鍵，包含建立一個全球性可靠的系統，使得任何單位的能源的減碳效益不會被重複計算。

**議題2.** AIB 是否有跟歐盟排放交易體系(European Union Emission Trading Scheme，EU ETS)是否有關係?

**回覆：**AIB的成員通常不是EU ETS組織處理相關事務的人，雖然兩個機構互有聯繫窗口，但在實務上是分開的。到目前為止，市場主體可以向其國家機構提交GO以證明他們符合EU ETS以及其他要求。這

是政策制定者在不同領域分別制定法律和法規的不利之處，因此雖然有意圖，但沒有機會將一切整合在一起，因為政策上不被允許這樣做。這也是為甚麼歐盟有多個追蹤系統有關，如有一些國家針對氣體的物理連接 (physical connections)、質量平衡 (mass balancing)、可交付性 (deliverability) 相關目標進行核算與追蹤，而GO系統的設計準則中並不包括這一點，系統雖可以以質量平衡的方式使用，但需要以額外的方式進行。

**議題3.** 氣體具有壓力和溫度，如何真正進行量測？因為實際的質量非常難以進行量測？

**回覆：**是的，所以目前的方案是以MWh來進行量測單位，這是一個很好的方式，以能量為基礎 (Energy-based)，確定熱值的方式是一個可接受的方法，雖然各國略有不同，但都是通用MWh為單位。

**議題4.** 對於CBAM而言，能源屬性證書應該是一種可以確實證明真正的碳減的一種證明工具？

**回覆：**確實如此，任何可以避免碳洩漏的辦法都應該被正式考慮進去。對於AIB來說，如何讓成員真正參與到CBAM是很重要的，因為成員必須負責自己國家發行和註銷相關的管理。AIB認為，對於歐洲的國家發行機構來說，重視CBAM標準內容變得越來越重要，但不僅僅CBAM，全球能源追蹤系統的一致性也會變得相當重要。

**議題5.** 低碳氫來源證明如何訂定氫的品質標準？

**回覆：**目前有很多意見，歐洲氫能產業工會 (Hydrogen Europe) 主張氫需要99.9%的純度要求，這也是CertifHy幾年前開始推動的；天然氣商如Eurogas表示希望改建天然氣管網絡，因為他們無法保證純度高於80%，然而氫部門表示這樣對燃料電池而言不適用，如果你放入低於99.9%純度的氫，燃料電池就會損壞，因此目前並無明確訂定標準，但是保持資訊揭露透明度是關鍵的第一步。

**議題6.** 請問AIB Hub跟歐盟聯合數據庫 (Union Database)之間的關係為何?

**回覆：**各國可以選擇在聯合數據庫之前設立一個國家級數據庫，將數據在國內進行收集，然後再轉交至聯盟數據庫。或者讓市場營運者直接將數據傳輸到聯盟數據庫。

**議題7.**能源憑證註冊機構Grexel與AIB的合作關係為何?

**回覆：**Grexel在平台註冊操作方面做得非常出色，他們在歐洲已經運行超過20年，作為軟體服務提供商，操作許多發行機構的GO。許多國家使用國家數據庫，即Grexel數據庫來保證來源的真實性。這與歐盟EU ETS的排放數據庫不同，通常這是另一個國家系統。但Grexel在營運數據庫方面具有高度標準化，他們用戶界面看起來與T-REC系統非常相似，所以非常建議標準局團隊與之進行交流，讓他們能夠了解臺灣的發證系統。

### 3 交流剪影



圖 53. 參訪團與AIB 秘書長及再生能源氣體來源證明負責人交流

## 九、 拜會戰略諮詢公司HINICIO

日期：8月25日

地點：比利時 布魯塞爾

### (一) 單位簡介

在歐洲，CertifHy GO為歐盟執委員(European Commission)會要求發起的氫認證倡議，由戰略諮詢公司HINICIO作為秘書處管理及主導的歐盟自願性計劃，允許用戶於歐盟境內使用再生能源氫和低碳氫，由歐盟執委員會要求發起的氫認證倡議，潔淨氫夥伴關係聯盟(Clean Hydrogen Partnership, CHP)提供資金，為歐盟境內氫市場設計的第一個再生能源氫及低碳氫來源證明。該來源證明標準符合AIB歐洲能源憑證系統(E ECS)及歐洲CEN EN16325標準。

CertifHy第一階段於2014(實際於2011)至2016年開始參考歐洲電力來源證明GO系統，規劃與設計歐盟境內氫來源證明計劃，並定義再生能源氫(綠氫)及低碳氫標準。第二階段於2017至2018年開始執行示範計畫，建立氫來源證明利益相關者平台；訂定來源證明方案並於歐盟境內四個場域進行示範計畫並試行來源證明制度。2020年10月開始第三階段，應歐盟執行委員會要求Hinicio團隊與AIB合作共同修訂氣體/氫制度，擴大及滿足氫行業的需求，驅動氫市場發展。此外將制度擴展與鏈結歐盟強制性非生物來源的再生燃料(RFNBO)政策。2014年至2023年5月已核發54,443再生能源氫來源證明GO(1GO=1MWh)，為目前全球氫來源證明制度最完整之低碳氫認證。

CertifHy主導單位HINICIO自2006年起一直在氫價值鏈的各個環節進行相關工作。在公共事務方面與政府、歐洲委員會、相關機構等合作；與專案開發者、公用事業、消費者、配電和運輸營運商、設備製造商(OEMs)、用戶等提出氫相關策略建議、戰略定位和電力相關專案進行合作。HINICIO目前有約100名員工，於比利時設立總部，另外在鹿特

丹、巴黎、智利的聖地亞哥、哥倫比亞、墨西哥和華盛頓設有辦公室。

## (二) 交流活動

### 1 交流活動紀要

由於在德國西北部因風況良好，很多風機開發商選擇該處設置很多陸域和離岸風電，導致發電量過剩，但由於德國大部分用電需求集中在南部和西南部地區如慕尼黑，而北德到南德間的輸電系統沒有足夠饋線容量來應付多餘的電力。因此，當發電量大的時候不得不切離系統，根據幾年前的數據，於某段期間，切離來自德國西北部的電力使德國每年損失15億歐元，因此，利用多餘的風力發電製氫將會是可行的解決方案。

CertifHy原是由歐盟執委會資助由HINICIO主導的一個項目計劃，在今年2023年Q3開始CertifHy將不再是一個計劃項目而是一家公司，未來將成為可以進行商業活動的獨立的法人實體，成員目前由8人組成，Matthieu Boisson為首席執行長，執行全球及歐洲CertifHy的氫開發、甲醇、氨、合成燃料(e-fuel)驗證計劃，包含溫室氣體排放配置如何執行計算，如何記錄，證書上需添加哪些數據項目，發證書及如何使用等。然而如果要與臺灣進行國際合作，則建議由HINICIO來執行，因為所有氫相關專業知識和實踐經驗都在HINICIO公司。

低碳氫驗證制度是為了製造商、消費者和中介機構而設計的。因此，需與相關領域的利害關係人相互交流保達成共識，建立一個可信賴和透明的驗證制度。一旦驗證制度出現漏洞，將造成可信度下降，驗證體系的整體價值就會降低，以致影響所有使用者。在制度發展初期HINICIO參考歐洲實行20多年的電力來源證明GO系統，於第一段結束時，透過與歐洲相關行業討論，產出低碳氫標準之雛型及相關專業概念，包含建立怎樣的氫來源證明GO系統、追蹤系統、什麼是紀錄與宣告(Book and Claim)和質量平衡(Mass Balance)、監管架構有哪些、系統需要包含哪些重要訊息等。第二階段於2017年開始其目標為落實第一階段的所有內容，並發出第一張氫來源證明。第三階段直到2020年才開始，因為遇到

歐盟再生能源指令(REDII) Article 19的影響，該條規定每個歐洲成員國，需要制定自己的氫來源證明系統。歐盟確認氫在能源轉型中的作用，特別針對運輸部門，設定了強制性目標非生物來源的再生燃料(Renewable Fuels Of Non-Biological Origin, RFNBO)基本上包括氫、氨、甲醇、綠色合成煤油(e-kerosene)等。因此HINICIO目前正建立一個強制性市場(Compliance Market)強制使用再能源氫的目標。

目前HINICIO已調整CertifHy的定位，只要成員國無法建立氫GO制度時，CertifHy可以成為一個解決方案。此外，為避免多個驗證系統導致重複計算的問題，HINICIO近期將正式成為AIB的成員，提供過去所累積的經驗，協助設計氫GO系統及為RFNBO制定一個新的認證方案。今年3月1日起CertifHy成為歐洲第一個申請批准的RFNBO方案。另外，HINICIO正在協助美國IEA為低碳氫的生產制定碳排放強度機制。

一般而言認證制度主管機關通常為政府，如法國GO的主管機關是能源和環境部，而CertifHy是發證機構(Issuing Body)經審查員(Auditor)驗證和審核的步驟後，由CertifHy核發來源證明證書。審查員(Auditor)根據ISO標準進行認證，目前有已取得認可的機構如TÜV SÜD、Bureau Veritas(認可)，其餘如SGS、COFRA等驗證機構正在進行認證中。

## 2 議題交流

**議題1.** 查驗證機構如何成為低碳氫驗證制度的審核員？

**回覆：**如SGS表示有興趣為CertifHy進行查驗證，HINICIO首先會提供培訓，使之了解驗證系統，且每年都需要進行複訓並通過考試，以確保審核員的可信度。

**議題2.** 在德國TÜV SÜD針對再生能源氫有CMS70驗證標準，此標準跟CertifHy會有重覆性問題嗎？

**回覆：**CMS70對我們來說並不是問題；驗證機構就是根據市場需求基於法規或CertifHy等驗證計畫而開發並提供驗證服務。實際上這些方

案是為了滿足市場需求，在等待法規確立前提供的相關服務，當法規確立後，且有被歐盟承認的認證計畫時，那麼很可能像CMS70、H2.21等驗證方案將會退出，以支持歐盟承認的方案。

**議題3.** 氫氣來源碳排放閾值應該設定多少？

**回覆：**這設定標準是各國根據政策發展設定的。

**議題4.** 氫是否有品質標準？

**回覆：**CertifHy會針對至少99.9%純度、氫氣壓力水平範圍為30 MPa的氫核發GO，這是氫基本的品質和壓力水平。目前隨著氫在工業中的大規模生產，純度和壓力水平受到質疑如使用純度為98%的再生能源氫。因此，HINICIO目前正在與利益相關者進行內部合作擴展CertifHy計劃的範圍來涵蓋其他類型的產品。

**議題5.** 這個方法論是否應該經過某個組織或某方的批准？

**回覆：**不需要，CertifHy GO是一個倡議、是第一個經認證的系統。所以需要CertifHy內部獲得批准，不需要經任何政府或歐盟執委會批准。但2023年制定的新方案需要經歐盟執委會的批准，方法已經寫在法規中，因此我們的目標是確保遵守辦法。

**議題6.** 請問CertifHy和Grexel的關係為何？在Grexel系統中來源證明GO的單位為何？

**回覆：**CertifHy是發證機構，Grexel是IT供應商，開發註冊系統提供相關解決方案，Grexel在氫和GO領域有著豐富的開發軟體經驗。他們授權我們使用他們的軟體，我們作為發證機構使用。而1 GO=1MWh，這是由歐盟執行委員會決定的

### 3 交流剪影



圖 54. HINICIO人員與參訪團進行會議交流及合影

# 十、考察Schunk Transit Systems公司集電弓巴士案場

日期：8月28日

地點：德國 科隆

## (一) 單位簡介

Schunk Transit Systems GmbH (以下簡稱Schunk)隸屬Schunk Group集團，為全球領先的電力傳輸技術供應商，主要為鐵路和電動車提供創新的產品和系統解決方案。主要技術與產品業務包括：

### ● 軌道鐵路領域：

提供各種速度範圍內的集電弓(Pantograph)、第三軌集電器(Third rail)、CFG(Carbon Fiber Grounding)系統和接地接觸器等產品和系統，實現鐵路行業安全高效的電力傳輸。

### ● 電動車領域：

開發關鍵元件及完整的充電系統(Underbody、Pantograph、Depot Charger)，適用於從電動客車、巴士到工業車輛等各種交通工具，實現電池的快速充電和高續航能力。在此領域，Schunk公司為智能充電(Smart Charging)解決方案的市場領導者，透過創新的roof-mounted pantographs和inverted pantographs集電弓式技術，提供電動巴士在行進間暫停於各站時的極短時間快速充電方案，及巴士運維場站之大規模屋頂/龍門集電弓型之長時充電技術方案。

其母集團Schunk Group創立於1913年，以生產碳刷為創業核心，總部位於德國。核心領域是碳技術和陶瓷，環境模擬和氣候技術，燒結金屬以及超聲波焊接。該集團在29個國家/地區擁有60多家運營公司。2020年，合併銷售額達到12億歐元，員工人數超過9,000。Schunk集團由四個主要核心部門組成：

- Schunk Carbon Technology部門：生產碳/石墨、碳化合物、碳化矽和石英等材料的組件，用於各種工業領域，如汽車、航空、能源、鐵路等。
- Weiss Technik部門：生產環境模擬和氣候技術的設備，用於測試和改善產品和材料的性能和品質，如溫度、濕度、壓力、震動等。
- Schunk Sinter Metals部門：生產金屬粉末冶金的組件，用於汽車、工業、醫療等領域，如變速箱、發動機、液壓泵等。
- Schunk Sonosystems部門：生產超聲波焊接的設備和解決方案，用於連接金屬或塑料的零件，如電池、電纜、太陽能板等。

## (二) 交流活動

### 1 交流活動紀要

本次考察集電弓充電技術於電動巴士領域應用之技術單位與場域，緣起於我國推動電動巴士規模成長與普及應用之背景下，如何在各站點建立可靠安全之充電方案與相關檢測驗證機制，已是刻不容緩須及早布局之重要項目。藉由本次Schunk Transit Systems亞洲運輸系統商務發展總監Dr. Thomas Wittek協助安排，至歐洲先進技術單位Schunk Transit Systems GmbH進行技術交流，並實際前往技術應用案場德國科隆KVB巴士維運場站，進行集電弓技術應用與運維層面之實務考察，並搭乘電動巴士進行總站屋頂式與路線公車站點式集電弓充電操作與體驗。

Schunk公司充電系統(Underbody、Pantograph、Depot Charger)技術，適用於電動客車、巴士到工業車輛等各種交通工具，實現電池的快速充電和高續航能力。實務面於荷蘭阿姆斯特丹；俄國莫斯科；德國埃因霍溫、科隆；比利時布魯塞爾；挪威奧斯陸等歐洲各地區已廣泛應用，亞洲地區亦有日本黑部立山、馬來西亞等地區導入。該集電弓式充電技術具備易於建置多部車輛並列配置場域、可容許車體傾斜避免接觸不良、在外部站體快速充電等技術特色。

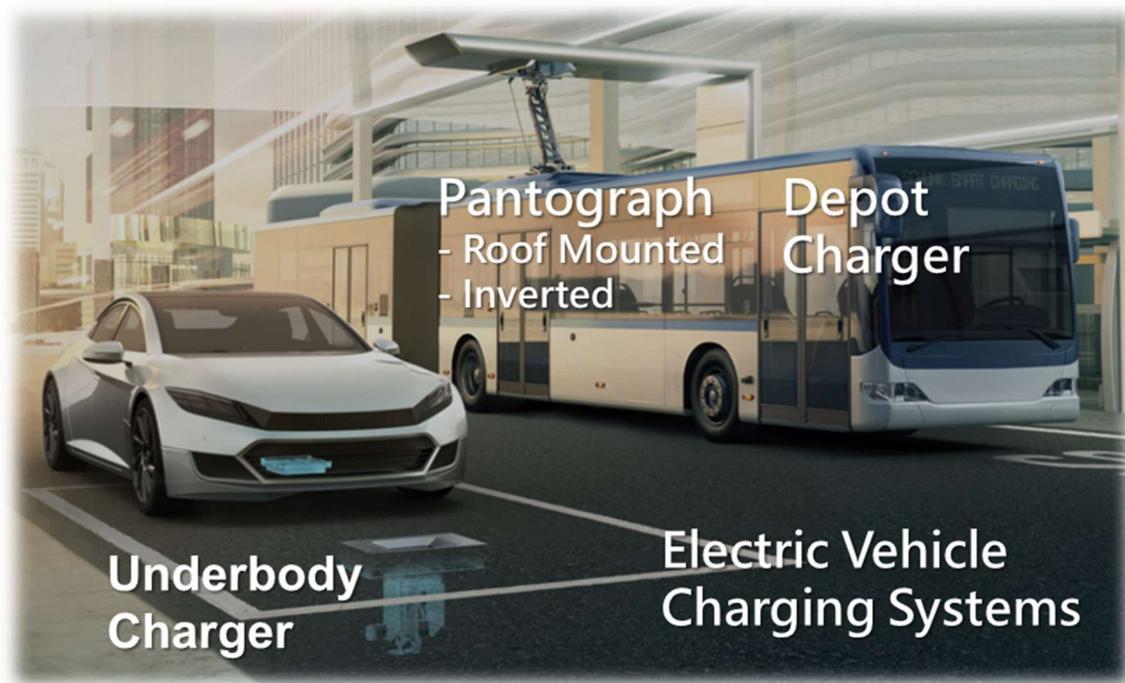


圖 55. Schunk公司充電系統(Underbody、Pantograph、Depot Charger)技術

參訪行程首先進行雙方交流會議，就電動車自動充電範疇由Schunk團隊參與IEC標準制定工作的成員進行發展類別與近況介紹。電動車自動化充電相關檢測驗證標準領域，由電動車供電設備(Electric vehicle supply equipment, EVSE)、自動連結裝置(Automatic Connection Devices, ACD)、車輛連結器(Vehicle Coupler)到EV電動車本身及其充電裝置定位端(Positioning)，可用三類(Category)架構概略區分。

Category 1如圖 56橘色標示部分，大致為現有AC/DC/MW via/MCS充電接頭(可認定為插拔接觸式的充電裝置)型式由供電系統設備到車輛相關的自動化相關標準，如IEC 61851-1/-23/-27、IEC 62196-2/-3、IEC 63379、ISO 5474-2/-3/-5等。而充電自動定位相關標準則尚未制定。直流充電站標準IEC 61851-23已在全球廣泛運用，而我國則調和制定為CNS 15511-23 電動車輛傳導式充電系統及CNS 15511相關系列標準。

Category 2如圖 56藍色標示部分，Schunk所投入以DC充電為主，

通常設置於車頂上方主動式動件作接觸傳導式的充電裝置(Pantograph 上升/下降型集電弓等)，如IEC 61851-23-1、ISO 15118-20、EN 50696/IEC 63407、ISO 5474-3、ISO 15118-20等。(IEC 61851-23-1：Electric vehicle conductive charging system - Part 23-1: DC Charging with an automatic connection system；EN 50696/IEC 63407：Conductive charging of electric vehicles - Contact interface for automated connection device (ACD)；ISO 5474-3：Electrically propelled road vehicles — Functional requirements and safety requirements for power transfer — Part 3: DC power transfer；ISO 15118-20：Road vehicles - Vehicle to grid communication interface - Part 20: 2nd generation network layer and application layer requirements)

而Category 3如圖 56灰色標示部分，則為自動連結裝置ACD-U採車體下方連結之地盤類型接觸充電方案所涉標準，如與供電設備及通訊相關之IEC 61851-1/-23/-26、與車輛連結動作與車輛相關之ISO 5474-2/-3/-5等，而在車輛連結機構與定位控制方面尚待制定標準。

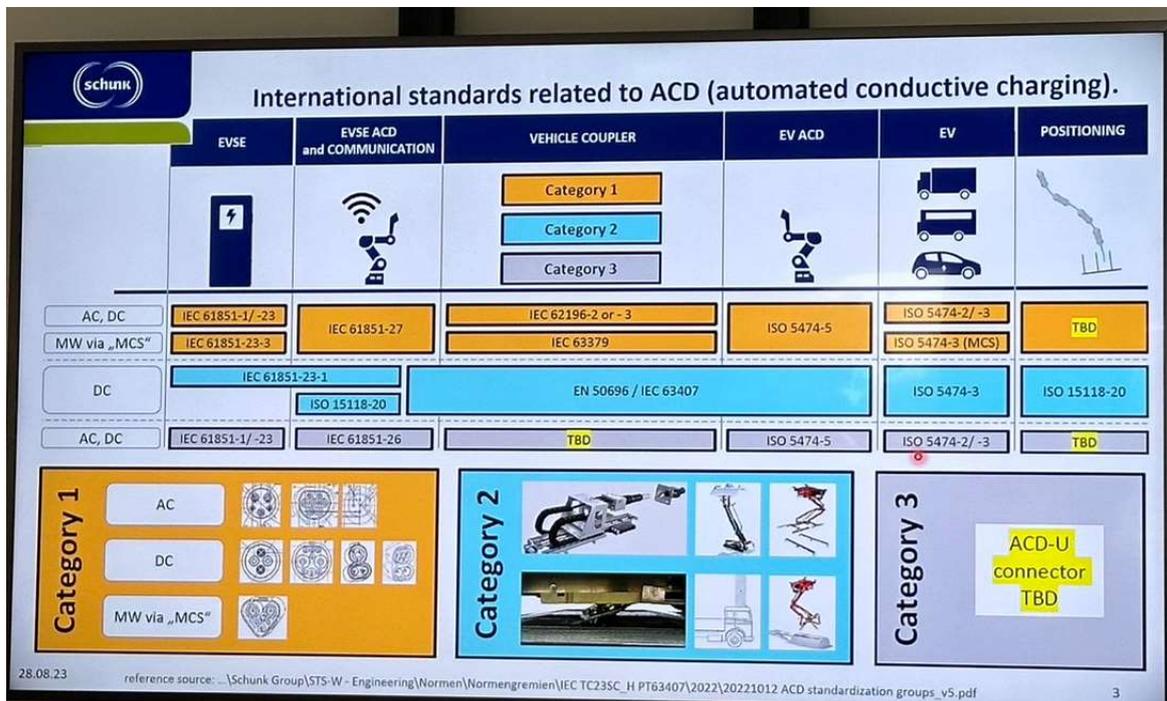


圖 56. 電動車自動化充電相關檢測驗證標準架構解析

在前述相關標準架構下，類別2關於基於集電弓技術之電動車自動化充電(ACD-P)相關標準將陸續制定或修訂，包括 IEC 61851 電動車傳導式充電系統(EV Conductive Charging System)系列，IEC 61851-23 電動車輛直流充電站之最終國際標準草案版(Final Draft International Standard, FDIS)於2023年6月完成，IEC 61851-23-1將於2023年10月進行最終國際標準草案版再修訂(FDIS reworked)等。而臺灣在此應用類型範疇，將優先聚焦於IEC 61851-23-1以及EN 50696/IEC 63407之修訂情況，已做為國內CNS 15511相關增修之參考依據，並期望可在國際標準制修訂階段即可藉由產研單位國際合作建立管道，及早鏈結獲得國際標準修訂資訊，並進一步可回饋臺灣應用及檢測驗證資訊及建議。



圖 57. 電動車自動化充電方案類別2相關標準之近期修訂情況

就集電弓自動充電方案技術檢測驗證國標準發展進行討論後，團隊前往KVB巴士維運現場參訪巴士車頂集電弓架構，除了瞭解該裝置機械與電氣架構外，並就其運維檢修技術層面進行交流討論。



圖 58. 參訪團考察於科隆KVB公車運維總站之電動巴士車頂上升型集電弓裝置

為具體瞭解電動巴士集電弓充電操作實務，團隊在參觀屋頂型集電弓充電設施(車頂上升型集電弓)操作後，旋即搭乘該電動巴士前往公車路線科隆Bocklemünd公車站，實際體驗站燈柱式集電弓充電操作。



圖 59. 參訪團聽取Schunk公司工程師講解集電弓技術。



圖 60. 科隆KVB-Betriebshof Nord公車運維總站之屋頂集電弓充電設施(車頂上升型集電弓)。



圖 61. 參訪團搭乘電動巴士至科隆Bocklemünd公車站實際體驗站燈柱式集電弓充電操作

## 2 議題交流

### 議題1. 集電弓技術發展動機、特徵與市場訴求？

**回覆：**Schunk巴士集電弓技術主要應用軌道產業習用之集電弓技術基礎，建置全自動智慧充電方案。發展與應用動機著眼於提供電動巴士逐步擴大應用規模下，各種充電情境之便利安全充電操作，並減少人力需求與工安顧慮，以因應日益嚴重的人力短缺問題及回應巴士司機專業工作意識抬頭不願額外承擔傳統充電槍操作之風險及勞務。Schunk巴士集電弓技術特徵與市場訴求，以本案場運用之車頂上升型集電弓(roof-mounted pantograph)為例，分為總站長時充電型及站點快速充電型(flash charging; opportunity charging)，因應不同長短途應用及巴士電池容量之運用策略及市場。

**議題2.**集電弓技術如何克服集電弓與供電端介面妥善連結？運維檢測方案如何規範，例如集電弓前端摩耗與腐蝕檢測如何判定與檢測週期如何制定？

**回覆：**Schunk巴士集電弓技術在集電弓升起與供電端介面連結時，機構面主要利用集電弓機構中彈簧作用力提供充分接觸力道使集電弓前端導電接觸銅銷(pin)與供電端介面銅排(plate)穩定接觸，同時也能補償克服巴士因路面或乘載重量不均造成傾斜之影響，降低因接觸不良產生過大接觸電阻之發熱、及避免間隙產生火花燒灼(spark)或電弧放電(arc)等腐蝕損耗。電氣面，則利用集電弓與供電端之四線介面(正極、負極、訊號、接地)，確認接觸訊號與電流，達成充電電力供應之程序控制與安全互鎖。巴士頂上升型集電弓裝置機構與電氣運維檢測方案，於相關機構如連桿、驅動氣油壓、彈簧如同傳統車輛運維皆有成熟穩定檢修技術與機制，而集電弓前端銅銷接點之摩耗與腐蝕，主要由定期檢修之目視檢測搭配各充電階段之電流狀態輔以判定是否有異常或需更換；除此之外，另有設定定期細部檢修(三個月)及定期強制更換(每四年)。

**議題3.** Schunk巴士集電弓技術於全球歐美亞已有多處應用施行案例，就各地氣候環境差異(如溫度濕度、雨雪泥覆蓋、動物侵入、鳥禽糞便腐蝕等)，是否採用不同之集電弓設計與運維方案？

**回覆：** Schunk巴士集電弓技術目前於全球(例如歐洲、日本、馬來西亞各處應用)，皆為標準一致之裝置系統與機電設計，具備防水防塵能力，尚未針對各區域與環境進行客製化變動，目前應用回饋情況皆顯示尚可因應各種不同環境與應用情境之挑戰，例如雨雪泥不至對集電弓運作產生影響；鮮少動物侵入或鳥禽糞便堆積造成短路；落葉則須定期清理。就此，同時公司也持續監測與蒐集相關應用及運維資訊，以利未來若需客製設計及運維，即可掌握充分之資料與分析基礎。

### 3 交流剪影



圖 62. 參訪團與Schunk公司團隊就集電弓自動充電方案技術檢測驗證標準發展近況與未來雙方可能之合作進行交流



圖 63. 參訪團與Schunk公司團隊於科隆集電弓充電技術應用場域KVB巴士前合影

## 十一、 考察Puertollano再生能源製氫廠

日期：8月28日

地點：西班牙 雷亞爾城(Ciudad Real)

### (一) 單位簡介

西班牙伊比德羅拉電力集團(Iberdrola)為全球市值第二大的電力公司，擁有超過170年歷史，自大型水力發電起家，近30年來全力投入再生能源開發，亦為全球離岸風電開發世界級領導者。目前在全球再生能源裝置容量高達40GW，目標在2025年全球再生能源裝置容量達到52GW。在離岸風場的布局方面，Iberdrola在全球營運中離岸風場裝置容量達1.4 GW，建置中的風場達3.5GW，開發中風場裝置容量超過25 GW。2021年於臺灣成立Iberdrola Renewables，擁有完全本地化的團隊，規劃在臺灣海峽開發超過1.5GW的離岸風力，同時正在開發其他能源轉型機會如再生能源製氫。

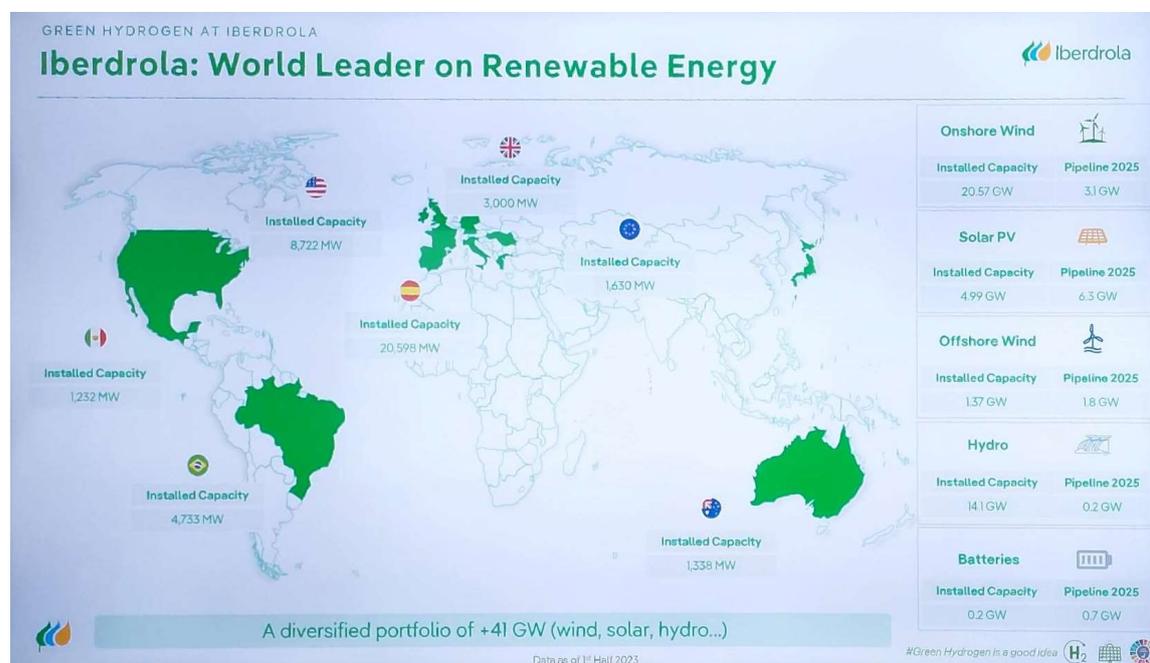


圖 64. 伊比德羅拉電力集團全球再生能源佈局

## (二) 交流活動

### 1 交流活動紀要

Iberdrola 在西班牙雷亞爾城(Ciudad Real) Puertollano廠擁有並運營歐洲最大的工業用再生能源製氫廠，並直接供給鄰近Fertiberia所屬氮肥廠使用，Fertiberia將土地承租給Iberdrola建置製氫廠，現地產製的10%氫供應給 Fertiberia用於尿素生產，其餘供給氫廠使用。Puertollano製氫廠為24小時運作，於太陽能發電時製氫，多餘的電則是透過儲能系統儲存，多於的氫則透過氫儲存罐儲存。其次，氫的定價公式取決二氧化碳和天然氣的價格，再根據每月水費向Fertiberia收費。

本製氫廠第一階段於2022年開始營運由100MW太陽光電搭配裝置容量為5MW、電池容量為20MWh的儲能系統及20MW電解槽組成，每小時產製360公斤氫，每年可生產高達3000噸氫，評估每年可減少48,000噸二氧化碳排放量，第二階段的開發將於2025年投入，將從20MW電解槽擴大製200MW。



圖 65. Iberdrola 簡報Puertollano再生能源製氫廠簡介

Iberdrola是第一家獲得AENOR<sup>2</sup>再生能源氫證書(圖 66)的公司，該驗證涵蓋氫的生成、儲存和配送過程及組織的管理系統，確保Puertollano廠僅生產再生能源(綠)氫且不會造成其他負面影響。

根據西班牙皇家法令244/2019號以及修正版第19/2021號法令，自發自用太陽光電的用戶不需要支付安裝太陽光電的任何稅；第24/2013號皇家法令也是西班牙電力部門現行法條規定，針對安裝太陽能發電自發自用分為兩種，一種為併網，將部分電力回售電網，並繳交電網費用；第二種為裝置容量不超過100kW，不得出售電力，餘電須免費回送給電力公司，因此利用太陽能發電製氫是降低成本的建置方案之一。



圖 66、AENOR 認證證書

---

<sup>2</sup> 西班牙標準化與認證協會（Spanish Association for Standardisation and Certification）在1986年分成兩個公司，分別為西班牙標準協會UNE，以及查驗證組織AENOR。UNE是西班牙合法的標準化機構，而AENOR是UNE的子公司。

## 2 議題交流

**議題1.** 請問選用Nel PEM 和Alkaline的差異是什麼？

**回覆：**主要考量PEM和Alkaline的成本和可靠性，雖然PEM成本較高，但較可彈性化設置，Alkaline則需要在基礎設施上投入更多的建置面積和成本。目前團隊針對大型計劃項目也將從PEM轉換成Alkaline，但有人提出相關風險包含使用Alkaline可能存在管道堵塞和燃料電池堆燃燒的風險等。

**議題2.** 製氫廠需要參照那些安全法規嗎？

**回覆：**使用西班牙規定的氫安全法規和認證包含爆炸性氣體環境規定及容器中最大氫氣含量規定等，此外還提到需經過安全的第三方驗證和認證。

## 3 交流剪影



圖 67. Iberdrola工程師為考察團簡報介紹Puertollano再生能源製氫廠



圖 68. 參訪廠區各設備介紹



圖 69. 考察團於電解槽建築廠外合影

## 十二、 拜會西班牙氫能協會 (AeH2)

### (一) 單位簡介

西班牙氫能協會AeH2由超過400位氫供應鏈相關的代表包含再生能源推廣商、設備和零部件製造商、工程和EPC公司、石油和天然氣公司、工業氣體公司、運輸公司、諮詢機構及與該行業相關的組織(如Minenco、TOYOTA、Air Liquide、ARIEMA、BP、EHN、ELCOGAS、Empresarios Agrupados、ABB、Lindie和Iberdrola等)。AeH2主要目標是促進氫技術的發展及提高氫在工業和商業應用中的應用包含使用其他能源(再生能源)製氫、氫的儲存、運輸和分配規劃、發電技術過程中使用氫及工業過程和設置使用氫的相關監管和安全等。並與國際組織保持密切合作關係，以了解全球不同地區氫技術的發展狀況，並促進與其他國家在氫領域的商業合作機會。

目前ARIEMA公司擔任AeH2協會的技術秘書處，該公司亦是協會成員，ARIEMA是一家氫和燃料電池技術開發公司及氫能相關諮詢顧問公司，在該領域擁有30年的經驗。



圖 70. AeH2協會成員

## International collaboration

AeH2 maintains collaboration and cooperation relations with international organizations, intending to know the state of development of hydrogen technologies in different parts of the world and transmit good practices to our partners, and promote the implementation of these technologies in Spain. In addition, it seeks to promote opportunities for commercial cooperation in the hydrogen sector with other countries.

At present, internationalization is of special relevance and is an excellent way to improve the competitiveness and positioning of AeH2 members. As a result, part of AeH2's efforts are focused on increasing business opportunities and implementing new initiatives internationally. Currently, AeH2 maintains international cooperation relations with the following countries and entities:



圖 71. AeH2國際合作機構

## (二) 交流活動

### 1 交流活動紀要

交流會議由ARIEMA能源與環境公司總經理Enrique Girón接待，Girón先生曾在歐盟執行委員會(European Commission) The Clean Sky Joint Undertaking (CSJU)部門工作，主要負責歐洲相關的驗證計畫，所以對低碳氫的查證制度及運作流程非常了解。

西班牙國家天然氣公司Enagas(協會成員)為AIB成員之一，西班牙電力來源證明GO即由Enagas負責，因此由西班牙政府指派該公司執行建立再生能源氫或低碳氫認證計畫。Enagas將以電力來源證明GO為基礎，建立低碳氫GO制度。此外，Enagas擁有輸送天然氣管道，未來Enagas希望能建構氫運輸管道並進行氫輸送。而AENOR是一家氫標準的驗證機構，但並不是負責政府氫相關認證建立制度的機構。

規範性文件UNE(Una Norma Española)是由西班牙標準化技術委員會(CTN)制定的一組標準、實驗性標準和報告。該技術委員會隸屬於西班牙標準化協會(UNE)，前身為AENOR。標準化技術委員會 CTN 181負責標準化與氫技術相關是國際標準化組織ISO TC 197的監管委員會。

該委員會負責標準化與氫的生產、儲存、運輸、配送、測量和使用相關的系統和設備。這涉及氫規格、相關設施和設備，及參與這些設施的建設、營運、維護和檢查人員的資格。

氫氣的運輸成本非常昂貴且技術上存在危險，因此目前發展趨勢多是以現地制氫為主。目前還沒有一種完整的解決方案可以輸送/運送氫，以較長遠的眼光來看此領域可能會有進一步的發展，目前氫需求量大的國家如荷蘭或比利時已規劃利用現有管道建立長約1,000km的氫輸送管，然而就短期而言，目前並無大量運輸氫的需求。在歐洲H2Med計畫是規劃從伊比利亞半島延伸至歐洲的氫供應網絡，此計畫從西班牙Catalonia到法國Marseille透過海底管道輸送氫氣。

針對氫能的應用，Girón先生認為燃料電池並非必要，因為將再生能源產製電力轉換成電力是很多餘的設計，除非遇到氫再轉換成電力的問題，這只有在打算從儲能系統轉換至氫能應用時才有意義。另外像西班牙冬天太陽光發電量不足，但夏天發電量過剩，若要儲存就需要建置大量的電池儲能，但若以再生能源產製氫氣並加以儲存，冬天就可利用這些氫來產生電力。實際上，歐洲的策略非常明確，首先必須嘗試擺脫灰氫，這表示工業、煉油廠、鋼鐵工業、玻璃等工業使用再生能源氫以減碳為第一優先考量；第二階段是供熱，有一些行業需要大量的熱能，但因為效率問題無法通過電氣化來解決，因此，對於目前使用石油或天然氣來生產熱能的情況，將開始改由使用氫(沒有電氣化，沒有再將氫轉換成電力)，第三階段才是將一些氫再轉換成電力的操作，如通過燃氣渦輪來產生電力。

根據歐盟新法令對於氫被視為綠氫或低碳氫，它必須符合一些條件包含地理、時間和外加性的概念。其中再生能源必須是新設的，不能使用舊的再生能源設備或者安裝已經超過15年的設備。如果使用舊有已設置的太陽能發電產製氫，那麼它就不算是綠氫，這就是外加性的概念。地理相關性是指製氫電解槽與其使用的再生能源來源的距離有多近，如使用於西班牙北部風力發電，電解槽設備於西班牙南部，此類情況不符

合規定，目前要求發電設備與電解槽必須非常接近。時間相關性是指如九月生產再生能源電力於十月製氫，那麼此類情境所生產的氫就不能聲稱為綠氫，生產商必須證明其電解槽由100%再生能源供電的憑據。使用顏色來區分氫的種類將造成混亂，顏色只是談論氫的來源，因此建議以區分再生能源氫或非再生能源氫(低碳氫)方式進行區分。低碳定義是依據排放的二氧化碳量來設定一個閾值，如果排放的二氧化碳超過此閾值，則它不是低碳；反之，如果排放量低於此閾值，則它視為低碳。

未來進口氫會是一個問題，因各國使用的標準可能不一致，國際上也持續在討論相關議題。舉例從澳洲進口綠氫至臺灣，雙方對於綠氫的標準及定義可能會不同。因此，無論氫來自哪個地方都應該具有相同的定義、碳排放應減少多少(CER)或溫室氣體排放減少多少等，各國的認證都應具有相同的標準。以此議題而言，採質量平衡計算是非常具有挑戰性的，因為氫非常輕，不容易進行查證，在西班牙也有一個類似的度量機構，在量測精度方面確實會出現一些問題，如果誤差以正負5%，基本不太會有什麼問題，但如果想達到正負1%誤差值，那麼就會是一個比較大的挑戰。氣體的輸送過程非常複雜，特別是在進行加氫時，壓力會導致誤差變化；此外，未來可能會對加氫過程徵收稅款，這就需要對氫的準確度有明確的法規要求，通常是要求準確度正負1%，而目前的測量準確度可能達到正負5%。

## 2 議題交流

**議題1.**  $\text{AeH}_2$ 對於兩種燃料電池，質子交換膜燃料電池(PEM)和固態氧化物燃料電池(SOFC)技術發展的看法如何？

**回覆：**PEM燃料電池為模組化設計，體積較小，設置大小取決於電力需求，可以堆疊組合，SOFC的優勢是可以利用熱能，因此可以回收大部分熱能；PEM也可以達到相似效果，透過熱交換機制，將熱以熱水的形式回收利用，可提高整體的能源效率，從50~60%提高到80~90%。SOFC可在較高溫度下運作並回收熱能；PEM雖然也可以

實現相似效果，但SOFC發展技術較為成熟。

**議題2.** 就AcH<sub>2</sub>的觀點應該儲存的能源形式是氫還是氨？

**回覆：**目前沒有一個明確的答案，選擇製造氨的好處在於它是液態，可以簡單地運輸和儲存。但氨的問題在於它非常毒，且氨通常用於肥料，製造氨的過程效率並不高；在裂解氨過程中確實會損失很多能量，或者可以燃燒氨，這樣就不會產生二氧化碳。儲氫是一個很好可以再次使用氫的辦法，但要如何大規模進行儲存這是各國研究的重點。美國如氫谷這是地下儲存大型的鹽洞，與歐洲在天然氣方面所做的類似。天然氣會有這些大型鹽洞進行儲存。

**議題3.** 歐洲目前對於碳捕獲與儲存(CCS)的觀點為何？

**回覆：**此議題在歐洲討論很多但從來沒有一個一致意見，有些公司非常期待或倡導CCS；Shell、Repsol和BP等公司也正在討論氫與CCS技術的結合，但成本非常高且需要大量能源。所以不確定他們未來會朝持續朝這個方向發展。另外也有討論e-fuels合成燃料利用碳捕捉技術，搭配再生能源製造的燃料，此技術可能適用於航空業來實現脫碳。

**議題4.** 西班牙是否有任何機構負責氫利用的安全性？

**回覆：**目前因為氫的使用由工業應用轉向非工業應用，西班牙正建立新的氫使用安全標準，目前有TÜV SÜD和AENOR在進行相關認證，這些驗證標準由公司各自管理，非由公共機構進行驗證，驗證公司會向企業提供這些驗證標準，目前的法律主要涉及氫儲存所需壓力容器標準，而驗證機構的作用則是確定這些設置符合標準規範。

**議題5.** 目前歐洲各國如何制定氫能相關安全標準？

**回覆：**因為ISO是國際標準化組織，可以採納ISO標準，建立歐洲或西班牙規範，也可參考如ASTM國際標準組織和西班牙標準協會UNE等國際標準。因為像TÜV SÜD或AENOR這類的認證機構是根據用戶

需求進行驗證，進行符合性查核。目前氫的問題在於，實際標準並不明確，以前氫於工業應用上標準非常明確，而且已經存在100年，但對於非工業應用如運輸或水力發電站使用或自用等，對於新型態應用，標準並不明確。目前AENOR也是負責制定西班牙標準的機構，通過參考使用天然氣或石油的標準，開始制定適用於氫的特定標準。

**議題6.** 對於低碳氫的溫室氣體(GHG)排放閾值將會如何設定？

**回覆：**原則上西班牙會遵循歐盟執委會或歐盟的規定建立統一的標準。

**議題7.** 西班牙是否有建立氫能設備測試中心？

**回覆：**Puertollano有氫實驗中心(Hydrogen Experimentation Center)這是一個公共機構，那裡有實驗室進行相關設備測試。

### 3 交流剪影



圖 72. 參訪團與AeH2會議討論



圖 73. 參訪團與AeH2工作人員合影

## 伍、心得與建議

1. 目前國內氫能產業尚在起步階段，依據能源署規劃整體產業減碳為主，產業為輔，依據產業上下游規劃以下執行方向：
  - (1) 氫氣來源：目前國內仍在起步階段，短程氫氣以進口為主，中長期逐步擴大為自產氫。
  - (2) 應用領域：發電及工業低碳化應用為推動方向，工業製程作為無碳燃料來源，導入氫能作為無碳化火力發電，預計 2050 年達 9-12% 為目標。
  - (3) 基礎設施：供應氫氣給工業及交通載具使用，規劃建立加氫站、氫氣運輸及輸儲管線等基礎建設。
  - (4) 本局配合氫能產業推動，規劃氫能相關檢測驗證建置計畫，參考歐洲建立低碳氫認證制度(CertifHy)，建立符合國內產業需求低碳氫證明制度，提供符合國際標準的「氫身分證」，有利推動淨零減排政策；配合未來國內氫氣產輸儲及加氫站等使用情境，規劃建立國家的氫氣流量計量技術(氫氣管線流量計及加氫站之加氫槍計量)及氫氣品質驗證技術，以支持國家之氫能目標設定及發展；另規劃建立加氫機、管閥件及儲氫容器等相關零組件檢測及非破壞檢測技術，提供氫能產業所需檢測環境建構。
2. 電解製氫技術，目前多以鹼性燃料電池(Alkaline)及質子交換膜(PEM)方式進行電解製氫，鹼性燃料電池具備成本較低，惟較占安裝空間，兩種製氫技術各有其優略點，未來國內如果有意發展海上能源園區(結合海上再生能源發電及製氫技術)，應考量整體空間規劃及浮台載重能力。
3. 運用太陽光電或風力發電等再生能源電解製氫後續用途，如製肥，煉鋼及發電應用，應考量以最有效率方式使用，未來目標預計 2025 年氫氣成本降至 1.5 美元/公斤才具競爭力，要達到該目標目前仍極具挑戰性。

4. 隨著區域開發風場場域往深水區域發展，風力機也從立樁式演進成浮式風力機技術問世，相較於立樁式風力機，浮式平台結構設計與運維方式，與船舶設計頗有相似之處，本局已於 2023 年 2 月公告「離岸風力發電場址調查及設計技術指引」、「離岸風力發電製造及施工技術指引」及「離岸風力發電運轉及維護技術指引」，未來將持續配合國際浮式風力機技術發展，持續關注發展技術，建立適用國內發展浮式風力機及海上變電站相關技術指引及專案驗證制度，以協助未來國內離岸風場開發及產業發展。
5. 有關離岸風力機驗證審查作業，目前國內風場開發商多委託 DNV 等第三方驗證單位執行專案驗證，將相關專案驗證報告向本局申請，由本局指定審查單位(本局前瞻計畫建立離岸風電第三方驗證技術團隊)進行審查，審查完成後核發審查意見書送交能源署，為能永續推動離岸風電專案驗證審查制度，參考日本等國外做法，未來可考慮由各技術團隊向本局申請為專案驗證確認單位或發證單位，協助本局進行技術審查後，再向本局申請核可後，由本局核發審查意見書給能源署。
6. RE100 是由氣候組織 (The Climate Group) 與碳揭露計畫 (Carbon Disclosure Project, CDP) 所主導的全球再生能源倡議，越來越多大企業宣稱已達 RE100，為能達到(24/7)無碳電力，須輔以再生能源憑證發放追蹤系統，國內 T-REC 目前以 15min 間隔作為核算依據，相較於歐洲目標以小時為間距更為嚴謹，符合目前產業無碳電力(24/7)需求，未來可提供歐方做為追蹤系統查證依據。
7. 為配合歐盟預計於 2026 年正式導入 CBAM(碳邊境調整機制)徵收碳關稅查核及推動，未來應協助國內產業及廠商取得碳盤查作業，目前因歐盟規劃制度尚未接受境外查證機構提供查證文件，本局提出希望能將早日開放國際第三方碳查證機構互認，有利國內廠商早日因應碳盤查作業。
8. 國際上已有挪威及荷蘭等國家相繼投入浮式光電(FPV)示範計畫，並於歐洲外海及東亞等地海域進行實證計畫，並與 DNV 等驗證單

位合作進行驗證標準研擬，浮式光電依不同設計有桁架式、浮萍式及浮桶式等結構設計，也陸續建置實證案場收集相關數據，做為進一步改善依據，其所處環境具高濕、高鹽、水中及鳥糞等環境，尤其是台灣特殊颱風引起風浪衝擊破壞力，將是極具挑戰關鍵，本局邀集國內技術法人團隊規劃，初步規劃發展以下檢測驗證技術：

- (1) 研擬符合本土環境之浮式光電技術指引及驗證制度：研擬浮式光電系統設計、安裝至運維階段技術指引。
  - (2) 規劃建置浮式光電檢測驗證能量：系統使用浮台、模組、變流器、繫纜及錨碇等組件檢測標準與檢測。
  - (3) 推動浮式光電第三方驗證實證，推動實證計畫收集相關環境差異影響因子，提供相關標準建立測試評估條件，作為後續建立適用於本土環境專案驗證技術參考依據。
  - (4) 目前國內實證計畫，預計於屏東近海進行浮台測試可行性實證計畫，並與國內相關太陽光電零組件供應商共同建置浮式光電進行實證，與國際驗證單位進行結構與負荷分析，並預計執行一年案場實證，驗證整體浮台結構可靠度，並收集案場浪高等數據，未來將該計畫前期研究成果，提供本局計畫做為後續專案驗證規劃參考。
9. 目前本局推動電動車用充電樁 VPC(自願性產品驗證)方案，提供給台電公司送電必備審查文件，已具備建立充電樁安規、EMC、通訊及資安等檢測技術經驗，未來若國內大巴士引進集電弓充電技術，配合台電公司送電審查，本局可評估相關檢測驗證技術規劃。