

出國報告（出國類別：開會）

參加「第 27 屆台法經濟合作會議」暨  
「2023 年赴法國產業合作訪問團」

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：徐造華副總經理

蔡英聖處長

蔡緒良副處長

馬偉富副處長

吳翔文副處長

林士郁專員

派赴國家/地區：西班牙、法國

出國期間：民國 112 年 9 月 5 日 9 月 17 日

報告日期：民國 112 年 10 月 30 日

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加「第 27 屆台法經濟合作會議」暨「2023 年赴法國產業合作訪問團」

頁數 34 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司人資處/翁玉靜/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

徐造華/台灣電力公司/副總經理室/副總經理

蔡英聖/台灣電力公司/再生能源處/處長

蔡緒良/台灣電力公司/配電處/副處長

馬偉富/台灣電力公司/系統規劃處/副處長

吳翔文/台灣電力公司/企劃處/副處長

林士郁/台灣電力公司/企劃處/專員

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會 6 其他

出國期間：民國 112 年 9 月 5 日 9 月 17 日

派赴國家/地區：法國、西班牙

報告日期：民國 112 年 10 月 30 日

關鍵詞：韌性電網、再生能源、氫能、離岸風電、智慧電網、微電網

內容摘要：

本報告主要以參加第 27 屆台法經濟合作會議暨 2023 年赴法國產業合作訪問團，本行程順道參訪法國企業包含 Intel(智慧能源解決方案)、ATOS(智慧能源解決方案)、EDF Renewables(再生能源)、EDF(智慧電網、氫能、儲能)以及 Enedis(配電)等公司，藉以了解能源新技術與相關發展，以作為後續公司策略之借鏡。另於 9/5 先順道前往西班牙參訪 Iberdrola 及 DNV GreenPowerMonitor 之再生能源相關機構，期能透過交流觀摩幫助台電再生能源案場之推動。

本文電子檔已傳至公務出國報告資訊網

(<https://report.nat.gov.tw/reportwork>)

## 目錄

壹、出國目的.....	1
貳、出國行程.....	2
參、會議/參訪紀要.....	3
一、參訪 Iberdrola Puertollano 綠氫工廠及太陽光電廠紀要(9月7日).....	3
二、參訪 Iberdrola 校園培訓中心、再生能源營運中心紀要(9月8日).....	5
三、參訪 DNV GPM 再生能源運維軟體中心紀要(9月9日).....	8
四、拜訪「Intel 英特爾能源公司」紀要 (9月11日上午).....	9
五、拜訪「ATOS 資訊科技公司」紀要 (9月11日下午).....	13
六、參加「第27屆台法經濟合作會議」紀要 (9月12日).....	16
七、參訪「EDF Renewables 聖納澤爾風場」紀要 (9月13日).....	18
八、參訪「EDF 法國電力公司 Lab Renardières」紀要 (9月14日).....	20
九、參訪「Enedis 配電公司」紀要(9月15日).....	26
肆、心得與建議.....	30
伍、附件 - 民間團團員名單.....	34

## 壹、出國目的

為協助我國企業拓展海外商機，經濟部工業局與中華民國國際經濟合作協會(以下簡稱國經協會)於民國 112 年 9 月中籌組「2023 年赴法國產業合作訪問團」，分以官方團與民間團共同出訪法國。當中，民間團援例由台電及國經協會共同籌組，招募企業人士，赴法參加第 27 屆台法經濟合作會議及相關公司參訪。

本屆民間團團長由台電徐副總經理造華擔任，且赴法行程由台電與國經協會就能源產業相關議題安排當地參訪活動與會議行程，共招募 23 位團員(名單如附件)。本團出訪有助於台法之邦誼與合作機會，此屆台法經濟合作會議研討主題包含綠電併網、電網韌性與淨零排放，在該會議之下以及參訪各法國/西班牙公司期間，台電亦針對能源轉型、智慧電網、再生能源、儲能等相關議題進行深入交流與討論。此行程有利於台電未來業務推展，且參團企業亦能藉此獲取相關業務知識及技術交流合作機會。

## 貳、出國行程

日期	行程/工作內容
112年9月5~6日	往程(桃園→阿姆斯特丹→馬德里)
112年9月7日	參訪 Iberdrola Puertollano 綠氫工廠
112年9月8日	參訪 Iberdrola 校園培訓中心、再生能源營運中心
112年9月9日	參訪 DNV 子公司 GPM 再生能源運維軟體中心
112年9月10日	往程(馬德里→巴黎)
112年9月11日	上午拜訪 Intel 英特爾能源公司 下午拜訪 ATOS 資訊科技公司
112年9月12日	參加第27屆台法經濟合作會議
112年9月13日	參訪 EDF Renewables 聖納澤爾風場
112年9月14日	參訪 EDF Renardières 研究中心
112年9月15日	參訪 Enedis 配電公司
112年9月16~17日	返程(法國巴黎→台北)

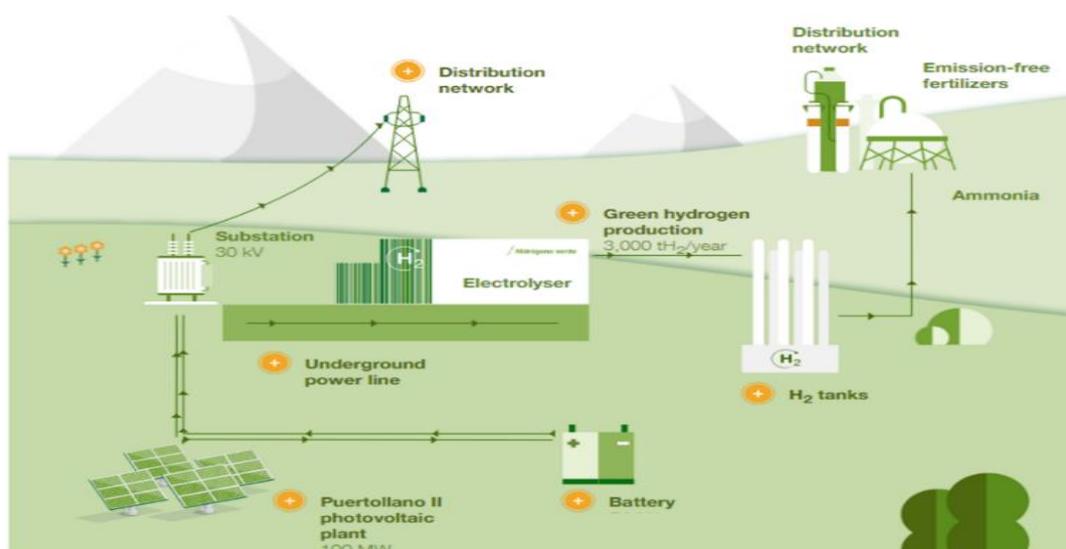
## 參、會議/參訪紀要

### 一、參訪 Iberdrola Puertollano 綠氫工廠及太陽光電廠紀要(9月7日)

#### (一) 交流機構

Iberdrola 擁有 170 多年歷史，前身為西班牙國營電力公司，以水力發電為主，經歷多次商業併購後逐步擴展為跨國電力公司，目前是全球市值第二大電力公司，世界第二大風電開發商。Iberdrola 主要業務為能源生產及電網業務，全球總裝置容量達 60GW，並專注於再生能源、天然氣等項目，此外另有參與巴西、西班牙、美國、英國等國電網業務，合計建置了 120 萬公里的輸配電力線路。

Iberdrola 擁有的 Puertollano 綠氫廠為目前歐洲最大且商轉中的綠氫製造工廠，該綠氫廠總投資額為 1.5 億歐元，並已開始供應高純度綠氫用於生產綠氫，最終將創造多達 1,000 個就業崗位，同時每年減少 48,000 噸二氧化碳排放。



(圖 1) 綠能產氫流程示意圖

#### (二) 交流內容

本次參訪地點為 Puertollano 綠氫廠，Puertollano 為西班牙中南部工業大城，主要為石化業及化肥業，原本皆為高碳排產業。Iberdrola 人員表示，當初選擇此處建置綠氫廠，主要考量到氫氣難以有效率的運輸，故認為較佳的作法應為「當地生產即在當地使用」，而 Puertollano 當地的產業多為在生產過程中使用高溫或高耗電，綠氫能夠幫助這些產業降低碳排。

目前 Iberdrola 與當地肥料製造公司 Fertiberia 合作，在 Puertollano 地區建造整合

100MW 太陽光電、20MWh 鋰電池儲能系統及 20MW 水電解製氫系統之複合型設施。該製氫產線是由 16 個製氫模組組成，每個模組容量為 1.25 MW，由挪威公司 NELASA 製造。綠氫的儲存對於確保工廠所需的供應穩定性和有效利用再生能源生產至關重要，該廠具有年產 3,000 噸綠氫的生產能力，擁有 11 個儲罐，每個儲罐容量 7 噸並在 60 bar 的壓力下儲存，可維持數天的供應量。



(圖 2) 於綠氫廠及太陽光+儲能案場合影

## 二、參訪 Iberdrola 校園培訓中心、再生能源營運中心紀要(9月8日)

### (一) 交流機構

#### 1.Iberdrola 校園培訓中心

為確保員工具備專業能力，Iberdrola 希望促進不同辦公室及國家之間員工們的交流，並在技術培訓、科技研發和實驗中心的願景下，設立了 Iberdrola 校園培訓中心，該培訓中心屬商業培訓中心，提供 Iberdrola 員工及學員們作為能源相關的技術培訓。

每年約有 13,000 人在此處接受發展培訓，該中心除有作為創新教學空間的潛力外，也期能成為新技術的研發實驗中心，整合集團內的培訓與研發業務，希冀藉此提高綠色經濟和就業的吸引力，以增加年輕人和高級專業人士的參與綠色產業的能力，Iberdrola 校園培訓中心內重要設施包含：1 個主廳(340 個座位)、15 個演講廳(合計 386 個座位)、12 間會議室(96 個座位)、飯店(106 個客房)、自助餐廳(260 個座位)。

#### 2.Iberdrola 再生能源營運中心

Iberdrola 位於托雷多的再生能源營運中心(Renewable Energy Operation Centre, CORE)，可即時監控該集團在西班牙、葡萄牙、希臘、墨西哥、匈牙利、羅馬尼亞和義大利內的風能、太陽能 and 小型水力發電設施。

CORE 中心是 Iberdrola 自行規劃的突破性管理方式，該中心於 20 年前認知到再生能源設施營運和維護將帶來不同於過往維護電力設施的挑戰，因此規劃成立此營運中心來控管再生能源設施，該系統可以簡化運維流程、提高設施的可用性、簡化新設電力設施的管理，並實現集中式的資訊管理。

再生能源營運中心於 2003 年底開始營運，以管理 Iberdrola 的再生能源資產，其目標是改善這些設施的技術管理和經濟性，以提高其所供應之再生能源的品質，該中心最初監管 29 個西班牙風電場，但很快就與變電站和水力發電廠以及位於法國、義大利、葡萄牙、波蘭和德國等國家的其他風電場進行了整合。目前在 7 個國家設有再生能源營運中心，同時營運著 300 多個再生能源案場，並監控超過 300 萬筆數據，總裝置量超過 13GW。

### (二) 交流內容

#### 1.Iberdrola 校園培訓中心

位於馬德里聖阿古斯丁的 Iberdrola 培訓中心占地約為 18 萬平方公尺，由七座綠建築建構而成，內部具備有最新的訓練設施。建築物頂端另建置有波浪型的頂棚結構相

互連接，因此在建築物之間產生對流，減少了用於冷卻和加熱建築物的能源耗費。

培訓中心也採取措施減少用水，在頂棚規劃雨水收集系統，收集後的雨水可用於植栽和一般沖洗；使用過的水經收集、處理，以供衛生系統使用；園區內還配備 100kW 的發電用太陽能板和覆蓋面積 400 平方公尺的太陽能熱水交換系統，以及 60 個電動車充電站；另外，也藉由額外的能源效率措施來減少能耗，如選擇植物品種，可減少 20% 能耗的高效照明系統。



(圖 3) 工程車駕駛訓練載台



(圖 4) 電力系統訓練教具

這些永續發展創新為園區贏得了 2009 年 LEED 金獎，由美國綠建築委員會頒發。能源與環境設計領導 (LEED) 是世界上使用最廣泛的綠色建築評級系統，認可最健康、最高效的綠色建築。

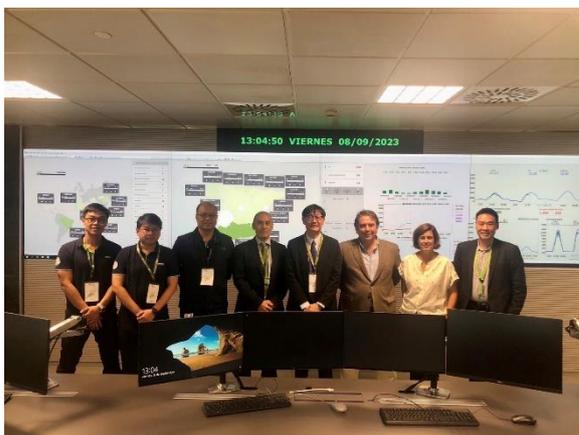
園區內另可見許多設計巧思，並將許多已退役的發電設備做為裝置藝術，例如已退役之風機葉片頭尾兩端，並將中間段留空以作為休憩空間，可讓參訓人員實際體會葉片長度及尺寸；擺放於園區內一角的風機機艙，除去大部分設備後仍可感受與一般遠眺時的不同；另也有水力發電的渦輪機及發電機設備等，體現其集團於再生能源資產的多樣性；除發電設施外，也建置有電塔及高壓電纜等輸電設施，作為輸配電之相關技術訓練場所。

## 2.Iberdrola 再生能源營運中心

Iberdrola 再生能源營運中心主任說明該中心建置歷史，並提到 CORE 主要功能為：

- (1) 遠端處理：由操作員、工程師和 IT 專家組成的專業團隊為與中心相連的設施中發生的任何事件提供遠端支援。因此提高了工廠的可用性並改善人員管理。
- (2) 集中式管理：集中規劃同性質的工作並改善運維流程。
- (3) 具彈性之管理系統：可迅速依需求或規範來調控發電量的控制技術。

該中心不僅全年 365 天、每天 24 小時不間斷的集中遠端監控和操作再生能源發電設施，並持續收集從電廠接收的數據以供後續分析。位於托雷多的營運中心是 Iberdrola 第一個投入的營運中心，透過 CORE 平台可將其連接到公司內遍佈 11 個國家的再生能源發電設施，並能及時將相關資訊傳送回總部的時間電價評估團隊，以確保獲利最大化及發電效率最佳化，並使其能夠從公司內接收遍布全球再生能源發電設施相關資訊。



(圖 5) 參訪營運中心合影



(圖 6) 與營運中心主任進行交流

### 三、參訪 DNV GPM 再生能源運維軟體中心紀要(9月9日)

#### (一) 交流機構

綠色電力監測 (GPM, GreenPowerMonitor) 為 DNV 集團旗下子公司，為再生能源裝置的管理及維護，提供軟體、硬體及伺服器，根據客戶需求提供解決方案及管理再生能源設施，服務範圍涵蓋 90 個不同國家，超過 700 家以上的客戶。

#### (二) 交流內容

DNV 集團旗下子公司 GPM 開發的 GPM Horizon 軟體，主要協助開發商或營運商能最大限度地提高再生能源資產的性能，以便最佳化再生能源組合的管理效率，並為日益增長的綠電來源降低對電網的衝擊。2018 年，GPM 公司開發出 GPM Horizon 商應用程式，此為首個用於整合太陽能、風能和儲能系統的多技術監控平台。GPM Horizon 具有眾多功能，其中最主要便是能夠整合不同發電設備，並以遠端管控方式實現整合式管理，將最新技術和再生能源系統整合到監控平台中。

DNV 分享當初與 Alcazar Energy 的合作歷程，Alcazar Energy 是中東和北非最大的再生能源開發商和生產商之一，該公司需要能夠統一管理由 131MW 風電案場和 280MW 太陽能電廠組成的混合投資組合，其主要待解決之需求如下：

- 即時監控和進階數據分析。
- 資產管理、財務和績效 KPI 監控。
- 建立警報工單系統，以及預防性和臨時性運維措施。
- 相關各方之間的資料格式複雜，需要整合來自不同 OEM 的風機訊號。

由於 GPM Horizon 具有開放式的軟體開發平台，以上需求功能陸續被建置到 Alcazar Energy 的管理平台中，目前 GPM 團隊已與 Alcazar Energy 在 7 個不同專案，分別是 2 個風電場和 5 個太陽光電場持續合作。



(圖 7) 與 DNV 人員交流



(圖 8) 與 GPM 團隊合影

## 四、拜訪「Intel 英特爾能源公司」紀要 (9月11日上午)

### (一) 交流機構

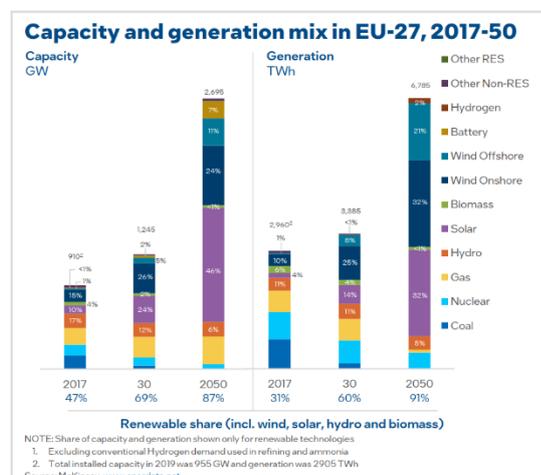
Intel 公司為全球最大之個人電腦零件及 CPU 製造商，從事相關產品和技術之設計、製造和銷售，似乎與能源產業關聯性不高，惟依據本次接待人員所述，Intel 實已深耕能源領域達 20 年之久，尤其面臨淨零轉型趨勢，再生能源占比將持續增加，Intel 期待透過該公司於資通信領域的專業能力，提供因應再生能源間歇性對電網衝擊之解決方案。

### (二) 交流內容

本次交流由法國 Intel 負責人 Mr.Erwan Montaux、與能源及公用事業卓越中心主管 Mr.Nicolas Robin 接待。Mr.Montaux 首先簡要說明該公司卓越中心之使命及其 12 個卓越中心(人工智慧、自動化機械、數位化製造、教育、能源、金融服務、政府、醫療及生命科學、零售、資安、永續、電信等)；Mr. Robin 接續介紹 Intel 於能源領域，係廣泛運用該公司於遍佈式運算(ubiquitous computing)、普及連線(pervasive connectivity)、雲端到邊際(cloud-to-edge)、人工智慧(AI)及感測器(Sensing)相關技術，以建構能充分因應分散式能源特性之現代化電網。本次交流與相關討論如下：

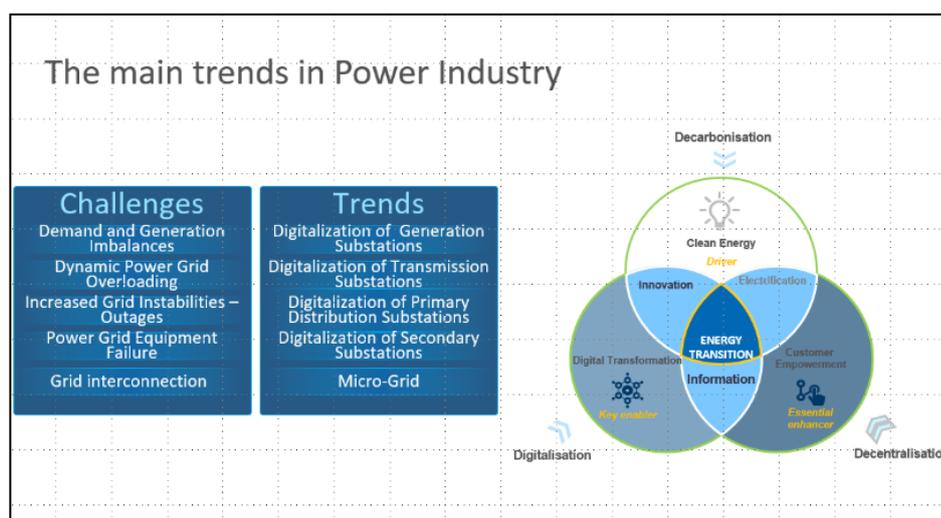
#### 1. 電力產業面臨挑戰及主要趨勢

去碳化(淨零轉型)需求日殷，驅動潔淨能源成長。於歐洲，預估再生能源裝置容量占比於 2030 年將達 69%，2050 年達 87%；發電量則於 2030 年達 60%，2050 年達 91%，其中，又以離岸風電、陸域風電及太陽光電為三大主力。



(圖 9) 歐盟能源之裝置容量與發電量階段性目標

隨再生能源滲透率提高，傳統維持供應端及需求端之平衡日益困難，且眾多分散式能源引接至低壓線路，更將改變電力潮流模式，對電網營運產生壓力，為因應前述挑戰，電網數位化(智慧化)化乃為重要趨勢，俾能更可靠及更具成本效益地維持電網穩定運作，變電所智慧化係為核心；此外，如何促使再生能源更有效率地運作，亦屬現階段電力產業亟待精進之事項。



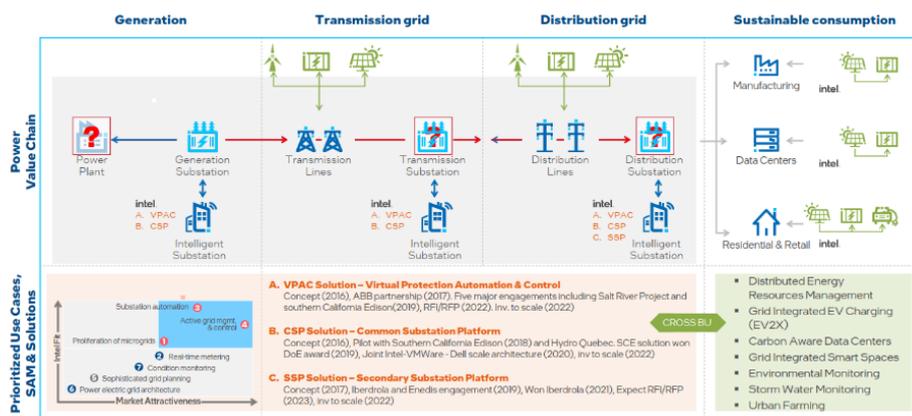
(圖 10) 能源產業主要挑戰與趨勢發展

## 2. 變電所智慧化

變電所為電網重要組成，包括超高壓變電所、一次變電所、配電變電所及二次變電所，許多變電所建造於數十年前建造，使用傳統的 SCADA 系統，切換、調整和數據收集需仰賴手動完成。變電所智慧化及自動化後，透過智慧電表及感測器，可蒐集接觸點狀態、電流、電壓值等，另多個智慧電子裝置(IED)可透過標準化協定，將蒐集之數據轉化為統一、安全且易於存取之資訊，進行相互通訊並與監控中心通訊，並建立統一之模組化物聯網平台，提供單一管理平台，隨時追蹤設備狀況並進行預防性維護。

目前 Intel 正積極發展邊緣運算技術，將原本完全由中心節點處理的大型服務，切割分散到邊緣節點，更接近用戶終端裝置，可加快資料處理與傳輸速度，減少延遲，更適合處理即時性問題。並可預測能源需求和供應管理，整合再生能源和能源分佈，透過軟體定義的人工智慧電網，打造更具彈性的電網運作方式。此外，「運用邊緣計算」與「中心節點進行大規模運算」，可避免大量運算造成之能源消耗。

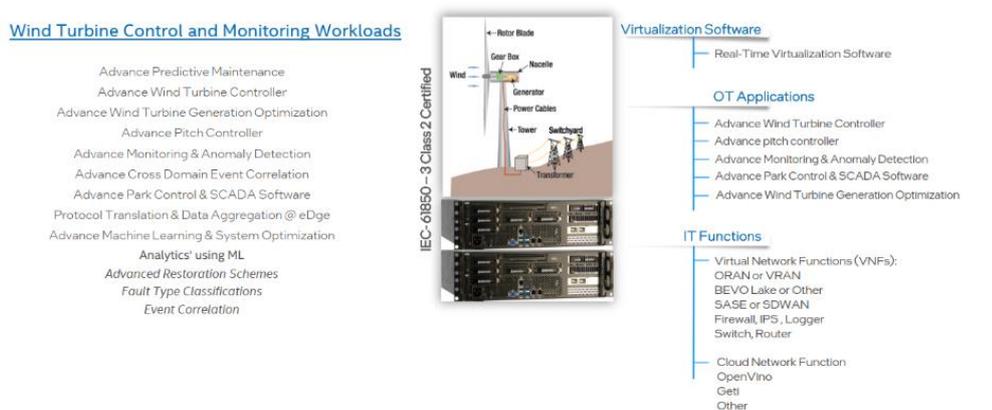
## The Power of One Intel – In Action



(圖 11) 變電所智慧化與控制技術

### 3. 再生能源運維

再生能源(如：風電及太陽光電)，具有案場分散、管理不易之特性。於太陽光電部份，透過 intel 開發之無人機及相關應用平台，可以進行無人化巡檢及智慧化診斷，讓太陽光電場之例行檢查變得更容易且安全，亦讓蒐集到的資料即時分析更有效率；於風力發電廠亦如此，業者使用 Intel 相關服務，可利用無人機檢查風力渦輪葉片是否損壞，並經智慧診斷後執行即時資料分析和影像處理，當風力狀況改變時，亦可將葉片帶到最佳位置。



(圖 12) 風機即時監控系統

#### 4.再生能源與電網之解決方案

因再生能源之間歇特性，以往難達到傳統電源之成本和效率，如今儲能技術發展，多餘電力可儲存並於需要時釋放，以一定程度降低再生能源波動性對電網的影響，將更促進其發展。

再生能源電網與傳統電網，最大不同在於其可由自行發電之消費者所驅動，在此類分散式能源模式中，用戶(電力產消者)可將多餘電力送回電網而成為生產者，因此，電力公司需要與電力產消者保持良好雙向溝通，電力系統亦需更縝密之因應做法及更靈活之創新方案，來管理諸多複雜的分散式能源，台電應就相關議題預做因應。

## 五、拜訪「ATOS 資訊科技公司」紀要 (9月11日下午)

### (一) 交流機構

ATOS 公司是一家法國跨國 IT 服務管理公司。於 2022 年拆分出子公司 Eviden，主要負責數位服務業務，包含先進計算、網路安全、雲端服務、淨零轉型、智慧平台、數位轉型等解決方案。而 ATOS 公司的業務範圍則是替脫碳、自動化、人工智慧解決方案等提供託管服務、基礎設施、技術服務等。

### (二) 交流內容

當日由 Eviden 業務發展主管 Mr. Franck Freycenon 與 ATOS 團隊共同接待本團。首先，ATOS 公司先除就公司簡介並說明現階段歐洲區的能源轉型挑戰，接著針對其服務，包含：智慧監測系統 Lynx(新進的 SCADA 資料採集與監視系統)、AI4ES 服務(AI for Energy Storage)以及能源的雲端資料服務—資料湖倉(Data Lakehouse)等進行介紹。本次交流與相關討論如下：

#### 1. 電力產業面臨挑戰及主要趨勢

ATOS 團隊在「法國能源轉型政策對電網管理的影響」主題下分享其數位管理與技術應用，當中提到面對嚴峻的氣候變遷問題，在歐洲，歐盟希望透過節能、加速潔淨能源轉型、多元化能源資源以及智慧投資等策略來緩解環境壓力。在此情況下，再生能源發電和儲能技術已成為重點發展項目，電網如何適應能源轉型亦為被受關注之議題。

ATOS 深知，歐洲各國實現清潔且可靠的電力來源將是電力供應商的首要任務，當分散式能源與再生能源在電網上的占比越來越高，數位化與分散式能源系統將是關鍵所在。為優化公用事業與電業的運營，ATOS 專注與業界技術專家合作，透過人工智慧、智能學習以提供電網運營、儲能系統與整體電廠營運提升效能。

因此，ATOS 於 2010 成立負責智慧能源領域的子公司「ATOS Worldgrid」。該公司致力於提供即時數據與諮詢服務予能源公司與公用事業，例如，就配電營運商該公司可提供可靠、準確的資訊，以監控網路設備和電網資產。隨著電氣化對電網帶來的衝擊，電網升級工程及數據蒐集將成為關鍵，未來將有更多的分散式供電來源和用電資訊模式，例如虛擬電廠(VPP)、錶後資訊和 V2G(Vehicles to Grid)等，這些資訊都需要透過 IT-OT 整合進行資料傳輸。ATOS 集團積極支持各產業從智慧電網管理到總體能源

整合與運用，並最終實現「能源互聯網」。

## 2. ATOS 服務簡介：智慧監測系統—Lynx、AI4ES 服務(AI for Energy Storage)以及能源的雲端資料服務—資料湖倉(Data Lakehouse)

ATOS Worldgrid 開發了智慧監測系統 Lynx，即為多功能的 SCADA 系統其結合了能源管理系統(EMS)和配電管理系統(DMS)模組，可幫助用於實時監控和安全分析，以便導入智能電網。在全球已經超過 150 個地點使用，並被認為是公用事業公司獲取實時訊息，進行即時監控與分析解決方案，

Lynx 系統服務項目如下：

- (1) 實時監控：提供即時數據，以實現對電網的全面監控。
- (2) 預測分析：利用先進的演算法進行數據分析，以幫助操作員預先知道可能出現的問題並提早採取適當行動。
- (3) 協助決策：有效管理所有電網資產，以確保其最佳性能並減少成本。該系統提供電力研究基礎資料，幫助操作員更了解電網狀況並以增強企業決策支持。
- (4) 安全保護：確保所有數據和系統都受到最高等級的安全保護。



(圖 13) ATOS 與台電分別簡報公司簡介與未來發展

此外，ATOS 的 AI4ES 服務可集中管理儲能市場，實際上包含管理電池及其生命週期，並透過再生能源電力預測與監測平台將儲能潛力最大化，如：(1)使用儲能設備作為預測發電量與實際發電量的緩衝機制，以調節並調度電力，可強化電網耐受性，並使「棄風棄光」減少或轉為「儲風儲光」，讓不穩定的日照與風力變成可受控之再生能源；(2)孤島型微電網(islanded microgrids)可向村莊、工業區、醫院等提供微電網能源管

理服務，並可利用 AI4ES 資料蒐集最大化儲能電池使用、優化家庭用戶電力自給自足能力；(3)V2G(Vehicles to Grid)搭配 AI4ES 服務，使電動車電池營運商可向車主以更優惠的價格來購買電力，並讓電能可更多元運用。

該公司利用資料湖倉(data Lakehouse)技術，利用結合資料倉儲(data warehouses)和資料湖(data lakes)的優勢於一身的資料管理平台，可針對結構化資訊進行歸檔並製成分析報告。由於多年來產生的資料類型、來源及數量成長倍增，傳統的資料倉儲已無法完全處理，隨著企業越來越多採用 AI 和機器學習，這些工具使用的演算法需要直接存取資料，資料湖倉取代資料倉儲則可輕鬆存取資料，且透過此平台將不再需要跨越兩個不同的資料系統來完成和擴展更精細的分析。應用在能源領域的資料上，資料湖倉可將調度中心、電力市場數據及氣象站等來源蒐集的資料，進一步就發電、輸電、配電、售電進行預測與策略模擬。



(圖 14) ATOS 接待人員及參訪團員合影

## 六、參加「第 27 屆台法經濟合作會議」紀要 (9 月 12 日)

本團與法國最大工商組織法國企業行動聯盟(MEDEF)於當日假法國經濟財政暨工業與數位主權部(簡稱財經部)召開「第 27 屆臺法(國)經濟合作會議」。由台電徐副總經理造華及 MEDEF 永續城市專案主席 Mr. Gérard Wolf 共同主持，法國財經部企業總局局長 Mr. Thomas Courbe 擔任致詞貴賓，法方 23 人，我方 27 人，雙方共 50 人出席。針對「能源安全/電網韌性」及「淨零排放/再生能源」等議題進行專題報告及交流。此外，本屆會議首次結合法國官方工作坊，由法國商務投資署副署長 Ms. Marie-Cécile Tardieu 親自說明法國投資環境，法國財經部企業總局及法國公共投資銀行介紹投資獎勵措施及綠色產業法案，增進臺法雙方官員、廠商之交流，盼促成臺法業者間的合作。會中由法方主席 Mr. Wolf 進行會議主持，雙方講題及演講人簡述分列如下：

### 台方：

- 「綠電併網，強化韌性 Improving Grid Resilience for Renewable Energy」：台電系統規劃處馬偉富副處長。馬副處長簡介臺灣再生能源發展，並介紹台電的「強化電網韌性建設計畫」，將於十年內投入超過新臺幣 5645 億元，以「力求分散、持續強固、加強防衛」3 大主軸，全面提升全國電網面對突發事故的因應能力，同時強化電網系統穩定及綠能有效利用最大化，加速邁向淨零排碳目標。
- 「華碩智慧電網的願景 The Asus Vision on Smart Grid」：華碩電腦公司歐洲、中東及非洲暨人工智慧物聯網商業開發部曾煥裕經理。曾經理介紹該公司的能源暨電網管理解決方案以及在南非、英國、法國、荷蘭等地的成功合作案例。
- 「Intel & Power」：英特爾公司能源卓越中心全球規模領導 Mr. Nicolas Robin。渠介紹該公司的智慧電網業務，憑藉軟體和晶片優勢，運用大量的人工智慧邊緣運算技術，提供電網保護與控制系統虛擬化、變電站自動化、微電網管理等解決方案。
- 「淨零碳排商機 Opportunity of Net Zero Emissions」：康舒科技公司涂昀執行副總經理介紹該公司業務，如電源供應解決方案、智慧綠能服務、電動車供電解決方案等。

- 臺亞風能公司梁尚進投資長簡介臺灣離岸風電發展，並介紹該公司已經參與開發的臺灣離岸風場以及臺灣的浮動式離岸風電示範計畫。

法方：

- Ms. Ming-Lung Chang, General Manager of EDF Renewables Taiwan，該總經理介紹其公司概况以及分享臺法再生能源之合作經驗。
- Ms. Marie-Cécile Tardieu, Deputy Managing Director of Business France，該副署長說明法國投資環境。
- Ms. Delphine Abramowitz, Project Director of State Aid and Competition, DGE、Ms. Constance Lubet, Project Manager of Attractiveness, DGE，說明法國綠色產業法案。
- Ms. Isabelle Lebo, Manager of International Partnership Development, Bpifrance、Ms. Jeanne Andrade, Manager of International Innovation Program, Bpifrance，介紹法國投資獎勵措施，並特別說明其與台灣中小企業聯合輔導基金會共同辦理之「臺法創新合作計畫」，以促進台法雙邊合作。



(圖 15) 台電公司徐造華副總經理與法國財經部企業總局局長 Mr.Thomas Courbe 合影

## 七、參訪「EDF Renewables 聖納澤爾風場」紀要 (9月13日)

### (一) 交流機構

EDF Renewables(EDFR)原為法國電力公司 EDF 轄下負責能源相關業務之部門，2018 年正式將該部門更名並成立全資子公司—法國電力再生能源公司 EDFR，專責開發、建置和營運再生能源相關業務。作為全球能源轉型的重要參與者，目前其參與的專案分布於 22 個國家，全球總裝置容量達 8.7GW，其中風能占最大比例，其次是太陽能和儲能，且逐步涉足海洋能源領域。

### (二) 交流內容

本次參訪由波爾尼榭 Marina 遊艇碼頭出海，約莫 30 分鐘航行時間即進入由 EDF 所建置之聖納澤爾(Saint-Nazaire)離岸風場範圍。從 2012 年起歷經十年規劃建置期，並於 2022 年底正式進入運轉階段，為法國第一座具商業規模的離岸風電場。該風場距離法國西南海岸約為 12~20 公里，總面積達 78 平方公里，該風場規劃 80 台單機容量為 6MW 的 GE Haliade，總裝置容量為 480MW，並配置一座海上變電站，收集所產生之電力並升壓後送回陸上，能提供當地約 70%當地居民之用電。

此專案耗資約 20 億歐元，是法國政府能源政策之一計畫，旨在 2030 年將再生能源在國內能源占比提高至 32%。除了聖納澤爾風場外，EDFR 亦將於法國開發另外三個風電場，分別是敦克爾克、費康和庫爾瑟勒，總裝置容量將達到 1.42GW。

目前因現場已開始進入營運階段，故船隻無法靠近風機及海上變電站，除參訪船隻外，另有 EDFR 自有之運維船隻穿梭其間，其安裝運輸經理 Virak 便表示，風場施工安裝期間，為了安全考量，該風場範圍內原處於禁航狀態，而於 2023 年 1 月起重新開放航行許可，但只限制 25m 以下的船隻，並且有相關航行條件的限制。

此案於 2012 年經由競標方式取得該專案的開發權，另於 2016 年 8 月獲得營運許可，最後在 2019 年 6 月取得該風場的最終行政許可。該專案的於 2019 年 9 月開始進行現場施工，採單樁式水下基礎(Moopile)，安裝於水深範圍 12~25m；2020 年 9 月 GE 完成了第一座風機機艙組裝，同時也是該機型(Haliade 150-6MW)於全球的第一座；第一台風力機於 2022 年 4 月安裝完成，而所有 80 台風力機組於 2022 年 11 月全面開始試運轉。

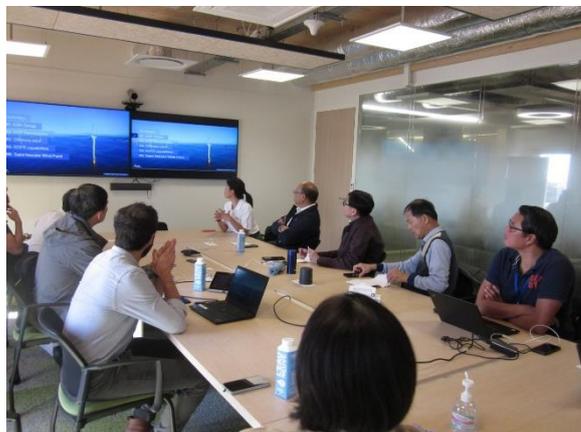


(圖 16) 聖納澤爾風場海上變電站



(圖 17) 聖納澤爾風場留影

參觀風場後，船便航行至拉蒂爾巴勒港(La Turballe)的風場運維中心，此運維中心占地約 1,250 平方公尺，配置有可停泊三艘人員運輸船的浮橋及一個零組件儲放倉庫，現場也可看到中控中心之人員隨時監看離岸風場內的運維作業，後續也規劃做為 EDFR 建置中風場的運維中心。徐副總也分享預計在 2025 年於彰濱工業區完工之台電離岸風電運維中心「光源之石」，該案特地找到著名的荷蘭建築師事務所 MVRDV 進行建築設計，後續將作為台電離岸風電一、二期的運維基地，以及周遭陸域風機、太陽光電相關備品、維護工具等材料倉儲中心，全面提升台電綠能建設維護效能。



(圖 18) 與 EDFR 人員之交流會議



(圖 19) 聖納澤爾風場運維中心留影

於交流過程中，EDFR 另分享目前法國已與整個歐洲大陸電網相連，而因法國電力產能多過國內需求，故電力生產時常外銷至歐洲大陸，依照法國輸配電公司 RTE 之統計，2023 年上半年平均約有 4GW 機組之電力輸出至國外。而也因其電網的健全及能源來源較為穩定，故時間電價之制度發展較為成熟，惟因台灣為海島國家，故能源調度彈性較低，僅能藉由儲能系統分攤尖峰用電等措施，維持用電穩定。EDFR 另有調度中心位於科隆比耶(Colombiers)，惟因距離過遠故於本次參訪行程中無法涵蓋。

## 八、參訪「EDF 法國電力公司 Lab Renardières」紀要 (9月14日)

### (一) 交流機構

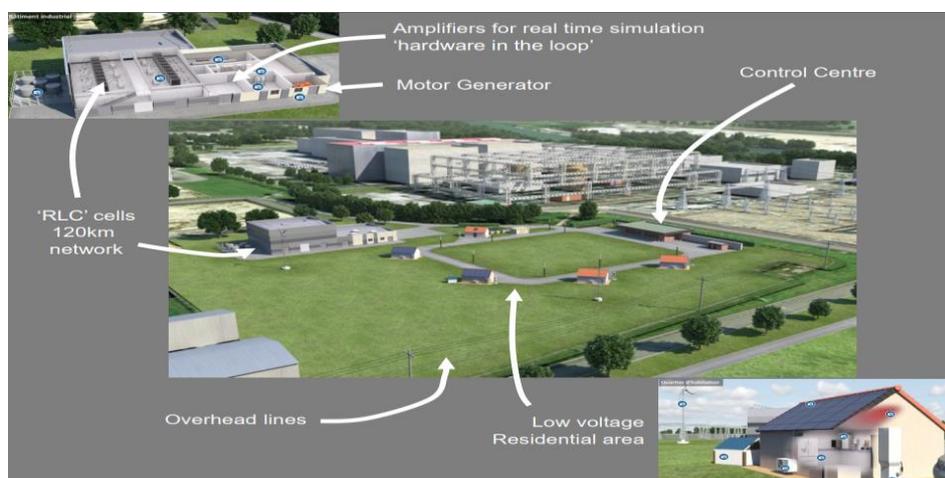
Les Renardières 為是 EDF 公司的三個研究中心之一，另外兩個位於 Chatou (EDF Lab Chatou) 和 Saclay (EDF Lab Paris-Saclay)。Les Renardières 為電氣測試實驗室，主要為電力設備進行電氣測試，自 1964 年以來，該中心的 700 名員工致力於電力的各個領域：集中式發電、再生能源、電網發展、儲能、電動車、能源效率、住房/工業及城市用電等。其中 Les Renardières 部分實驗室屬於 EDF 配電子公司 Enedis。

### (二) 交流內容

本次交流由 EDF R&D Saclay Lab 負責人 Mr.Bruno Prestat 與 EDF CIST-INGEUM 事業發展主管 Mr.Devedas Flix 接待。首先由 Mr. Prestat 簡要介紹 EDF 集團並由 Mr.Flix 就 EDF 旗下研究中心進行簡要說明，本次交流與相關討論如下：

#### 1. 概念式區域電網 (智慧電網測試實驗室)

「概念式區域電網(Concept Grid)」是法國電力公司 EDF 所建立的一個智慧型配電網，位於巴黎以南 70 公里的 EDF 雷納迪雷斯實驗室(Lab Renardières)，測試的智慧電網設備與該電網併聯可進行在實際電力系統無法執行的測試來驗證設備功能。該電網內主要設備包含調度控制中心、一次變電所、住宅區、儲能系統、採用 IEC 61850 通訊協定標準的控制保護系統、電力放大器，該電力放大器搭配即時模擬器，可以產生最大 120kVA 的電源或最大 60kVA 的負載，連接至此區域電網，作為額外的分散式電源或用來產生可重複生成的系統擾動。



(圖 20) EDF 概念式區域電網(Concept Grid)

電網結構部分，低壓電網由 7 公里線路構成，中壓電網由 3 公里的地下電纜及架空線，為了更貼近實際電網，加上由電阻、電抗及電容器組構成的等效 120 公里中壓電網，等效 80 公里架空線及 40 公里地下電纜；位於住宅區的負載端有五棟房屋，每棟占地 20 平方公尺，皆配備太陽光電板、微型風機、電動車充電樁、家電設備、可從室外吸收熱量轉為室內暖氣的熱泵、儲能系統及智慧電錶等，為結合再生能源、儲能及電動車之樣品屋；該區域電網的電信系統使用光纖、無線電，亦使用電力線載波，利用既有電力線，將資料或資訊經數位訊號處理方法進行傳輸，通訊則使用變電站通訊的國際標準 IEC 61850。



(圖 21) 訪法人員於概念式區域電網實驗室場域合影

該區域電網高壓側可進行架空線或地下電纜的單、雙及三相短路測試，亦可嘗試不同的接地系統；在低壓側則可利用前述電力放大器來產生頻率、電壓、電流及諧波擾動，或可利用旋轉機械產生電壓或頻率擾動。另外，藉由在負載端將五棟房屋的熱泵輪流關閉幾分鐘，其總負載抑制量可用來執行需量反應，每棟房屋放置的智慧電錶可透過電力線載波與住宅區專用的訊號集中器溝通，而承載資訊的電訊號透過電力線進行傳輸。需量反應執行方式為在五棟房屋當中，第一戶的暖氣系統是從原來關閉狀態啟動的同時，第二戶的暖氣系統由同樣的減載程序關閉，接下來是第三戶，依此類推，當最後一棟房屋暖氣設備卸載完成，需量反應就從第一棟房屋重新開始執行，開始一個新的卸載循環。

概念區域電網的五棟房屋均有配備電力品質測量系統，量測數據會送到控制中心分析，分析結果顯示，區域電網的卸載程序確實達到抑低尖峰負載的效果，且五棟房屋室內溫度皆無明顯降低。雖然區域電網內五棟房屋採依序卸載且執行時間短暫，然而，若是在電網上執行，就能提供較長的持續卸載時間，可作為用電需求管理手段之一。

## 2. 氫氣測試平台

歐洲和法國在經濟復甦計畫及歐洲綠色協議中，已將氫氣列為脫碳的重點項目，2030 年歐洲氫氣產業發展藍圖就包含建置電解氫氣發電廠：歐洲裝置容量 40GW，歐洲鄰近戰略地區(如：馬格里布)建置 40GW，共可產生約 20 百萬噸的氫氣，此歸功於公共及私人持續資助數千億歐元。

在製氫的方法當中，水電解法被視為製造低碳電解氫氣最有前景的生產技術，而進行電解所需電力則來自清潔能源或由化石燃料發電。在國際上，基於成本考量，大規模製氫計畫適合建於再生能源和水電解槽建造成本較低的中東及南美境內國家，並需搭建與製氫廠互聯的輸配電線路。法國境內則致力於發展脫碳能源中心，將電解製氫廠盡可能建置於氫氣需求端，例如核能電廠或再生能源案場。2022 年，法國電力公司宣布啟動氫能計畫，預計在 2030 年以前達到 3GW 電解氫的裝置目標，為此，EDF 需仰賴其強大的氫氣研發團隊。

早在 1970 年代，低碳氫氣技術和相關企業就已是歐洲能源研究所(European Institute for Energy Research, EIFER)在歐洲開發卓越技術和專業知識的核心項目，該研究所係由 EDF 及德國卡爾斯魯爾理工學院(KIT)在 2002 年共同成立，旨在透過共同解決工業議題的協作計畫來促進產業間的合作關係。此外，在 2018 年，EDF 透過持有當時一家電解槽製造商的股份，在氫氣市場戰略地位佔有一席之地；2019 年，EDF 創建其 100%持股的子公司 Hynamics，負責氫氣電解製造與供應，接著在 2020 年，EDF 研發部門進一步委託雷納迪雷斯實驗室 H<sub>2</sub> 平台，進行 MW 等級的電解槽性能和可靠度的資格認證。

## 3. 電池儲能實驗室(電池及模組測試實驗室)

在儲能領域 EDF 希望扮演領頭羊的角色，其電池儲能實驗室可幫助用電戶及其合作夥伴進行電池設計與驗證，滿足定點式及電動車的電池需求。

該實驗室裡的專家針對電池壽命、安全性與性能，採用經過驗證的方法對單個電池到完整的電池組進行測試，並進行電池建模、模擬和老化分析，其測試的電池從新一代原型到現有的商用電池都有，在電池二次利用及回收方面，該實驗室也提供相關技術諮詢。



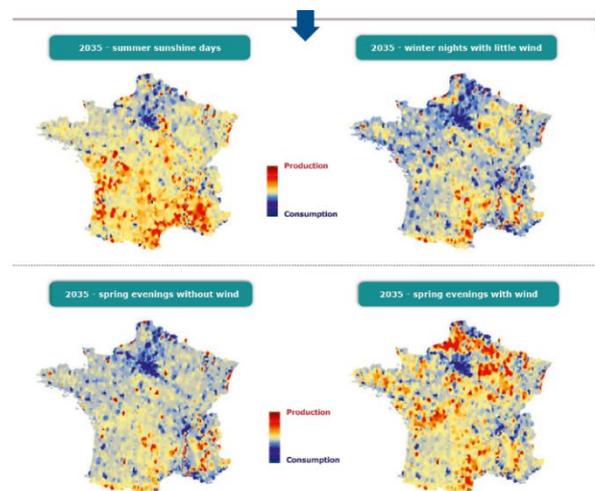
(圖 22) EDF 人員播放電池短路測試影片並講解

目前EDF擁有3個電池測試實驗室，測試範圍涵蓋電化學電池到完整的儲能系統，並設有2個測試場所可以對單顆電池到整個電池組(300kWh)進行電池的過度充電、短路、熱極限、掉落等測試。

#### 4. 法國輸電網長期發展計畫概述

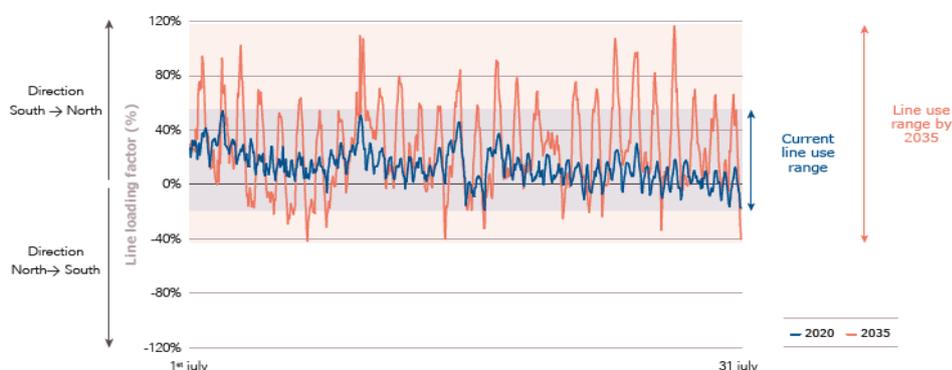
經與EDF專家討論電網相關議題時，得知法國為能實現能源轉型淨零排碳的目標，2019年擬定「輸電網長期發展計畫」。該計畫中提到電網主要任務是將發電量輸送到有負載需求的地方，並時刻達到供需平衡，但由於再生能源案場分散在全國，且太陽光電及風力發電有季節性變化的特性，因此電網也必須隨著發電型態改變，電網結構也必須變得更分散，同時，也要滿足再生能源高占比時季節變化的全國區域間融通的需求。簡言之，由於再生能源發展在區域性與發電時間的不確定性，未來在能源轉型的發展途徑，輸電系統規劃必須隨時滿足全國導入到電網的電量等於引出到負載的電量，而不再只是滿足每年尖峰與離峰的某個時點。

EDF分析2035年春夏秋冬四季法國全國發電與用電熱區分布情形如圖23，深紅色代表發電量高的區域，深藍色代表用電量高的區域，可見夏天太陽光電發電量的熱區集中於法國南部，法國北部是在春天夜間風力發電量高，而法國用電量則是集中在中北部區域。這些不同區域間全年發電量與用電量的匹配，皆需規劃足夠的電網容量來融通。



(圖 23) 2035 年法國四季發電與用電熱區分布情形

如圖 24 所示，隨著再生能源滲透率逐年提高及季節性的變動，EDF 預估 2035 年(橘線)夏季，法國南北電力融通的容量需求幅度相較 2020 年(藍線)將明顯變大，故須啟動電網擴增容量與強固工程。

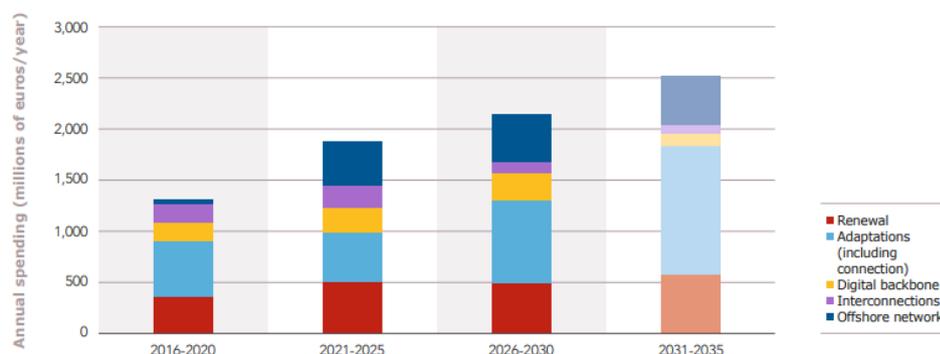


(圖 24) 法國南北電力融通的容量變化圖

法國輸電網長期發展計畫分以下五大面向，臚列如下：

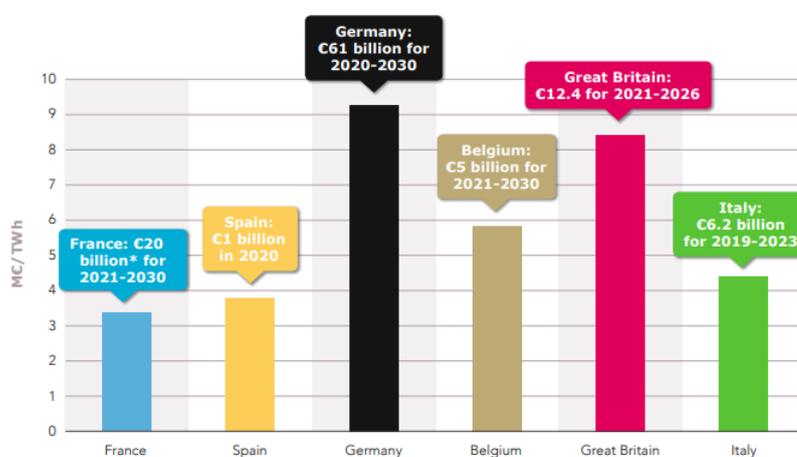
- 電網更新 (Renewal)：  
法國輸電網平均使用時間已達 50 年，接下來的 15 年將是進入汰舊換新的高峰期，將優先汰換利用率高及重要性強的骨幹線路。
- 電網新建及擴容調整 (Adaptations)：  
隨著能源轉型政策推動，電源結構亦發生巨大改變，如再生能源的大量新增、核能及燃煤電廠的陸續除役，電網長期發展必須跟隨著電源結構而調整。為避免輸電網興建工程只滿足每年數個小時的尖峰融通需求，故將允許有限比例的棄光棄風，以達到最佳的電網投資效益。
- 電網數位化 (Digital backbone)：  
運用數位技術改造電網，電網運轉的監控系統有如人類「中樞神經系統」，需要增加其彈性並優化其使用方式，以利在有限的電網資源下，更有效率地調度與因應再生能源的變動性。
- 國家級互聯電網 (Interconnections)：  
為確保歐盟所有成員國的電力供應可靠，發展國家之間的電力互聯一直是歐盟能源政策的重點之一。故法國與鄰近國家的輸電網傳輸容量的規劃將由現在的 15GW，於 2035 年時增加為一倍達 30GW。
- 離岸風力加強電力網 (Offshore networks)：  
法國離岸風力發電量在未來 15 年將增加 10~15GW，規劃離岸風力加強電力網是未來的重點，其規模及上岸點將取決於離岸風場的位置、數量及容量。

如圖 25 所示，未來十年，法國在電網投資建設的預算將持續增加，從目前平均每年約 19 億歐元，將逐步增加到每年約 25 億歐元。其中又以電網新建及擴容調整 (Adaptations) 預算占最大宗。



(圖 25) 每五年法國電網投資建設之年平均預算表

歐洲各國意識在整個能源轉型過程中，電網建設扮演著關鍵角色之後，近期增加了電網建設經費，如(圖 26)所示，可得知歐洲主要國家每 TWh 所花費的電網建設經費，而法國相較鄰近歐洲國家投入資金較低，同一期間，德國投入資金則幾乎是法國的 3 倍左右。



(圖 26) 歐洲主要國家每年每 TWh 所花費在電網建設的經費一覽圖

## 九、參訪「Enedis 配電公司」紀要(9月15日)

### (一) 交流機構

Enedis 公司是法國電力公司 EDF 子公司，主要負責中、低壓電之配電公司(高壓電輸電則由 RTE 處理)，包含處理維護變電所、配電線路和變壓器，及管理電網連接、電費計量和處理停電搶修等任務。Enedis 公司擁有超過 39,000 名員工和 140 萬公里的配電線路，服務近 3,700 萬個用戶。Enedis 公司以評分 98.2 分連霸智慧電網發展指標 (Smart Grid Index, SGI) 首位，台電則以 94.6 分與英國 UKPN 電力公司並列第二。



(圖 27) Enedis 團隊解說 Linky 智慧電表

項目	Enedis	台電
員工數	39,208 人	27,804 人
配電線路長度	140 萬公里	41 萬公里
用戶數	3,700 萬	1,500 萬
智慧電錶數量	3,560 萬 (覆蓋率 96.2%)	250 萬 (覆蓋率 16.7%)
區域管理單位	25 處	24 區處
再生能源裝置量	34GW	14GW
SAIDI	56 分/戶年	14.6 分/戶年
線路地下化	50%	44.3%
配電變電所	2325 所	633 所

### (二) 交流內容

本次交流由 Enedis 國際業務部暨 EDF 商務總監 Mr. Fabien Nilsson 與亞太商務開

發副總 Mr. Lionel Besombes 接待。整日行程分為上、下午行程，分別聚焦低壓電及中壓電議題，由 Enedis 通訊鏈事業部主管 Mr. Franck Toledo 及 ASGARD 負責人 Mr. Pierre Muller 進行智慧電網、智慧電表等解決方案之簡報，並實際前往智慧電表監控中心、網路接入及故障監管中心(ASGARD, Agence de Supervision de Gestion des Accès Réseau et du Dépannage)、遠端診斷及故障排除中心(ACR, Agences de Conduite Régionales)，觀看實機操作示範及討論。本次交流與相關討論如下：

#### Linky 智慧電表與其人工智慧(AI)應用

2015 年底 Enedis 公司開始推動全國 Linky 智慧電表(以下簡稱 Linky)更換作業，2017 年宣告期望每日更換 3.8 萬具，至今已安裝超過 3,560 萬具 Linky。Enedis 預期將電表布建於整個法國領土，卻引起少數個人、消費者協會和市政府的爭議與抗拒，經多年溝通說明，目前電表覆蓋率已達 96.2%。

#### Linky 具備以下功能：

- **遠端讀表：**遠程讀取功能可通過通訊技術將用戶的用電數據傳送給 Enedis，而不需要派人抄表。
- **即時數據：**遠端進行讀數不再需要用戶在場，且可更即時獲得數據，根據實際數據開具發票，而不再進行估計，以避免帳單追繳或超額支付。
- **節能和監控：**幫助用戶掌握消費情況與識別高用電時段，從而鼓勵用戶在高峰時段節約能源，用戶亦可監控其能源使用模式，以找出節約能源的機會。
- **自動報告：**定期產生用電報告幫助用戶追蹤和分析其能源使用情況，並制定更有效的節能策略。且在更短的時間內簡化操作流程，並在電氣裝置故障時改進和加速診斷
- **支持能源管理：**用戶參與能源管理同時更了解自己的能源需求進而減少浪費。

Linky 可提高對配電網負載分布及設備配置的了解，進而調整線路裝置與運轉條件，另外，在電氣裝置出現故障時可加速診斷，提供電能品質相關的資訊，進而為優化電網的管理、維護和開發提供了重大改進。CartoLine BT 由 Enedis 研發團隊開發，經多年測試，已在配電網上進行了預測性維護操作。該工具利用 AI 來分析智慧電表收集的電量數據，如：停電告警、過電壓告警等，並向 Enedis 技術團隊提出操作建議。CartoLine BT 能夠自動識別可能在電網上產生事件的情況，反饋其報告且產生優先操作建議，經統計超過 50% 的案件在 15 天內就被妥善處理。此外，該報告 95% 以上的異常告警最終

被證實是正確的。

## 1. 配電監控管理(ASGARD)

ASGARD 整合處理即時警報以支援日常營運經理、即時警報的處理、停電時間控制、SAIDI 資料擷取事件質量，聯合營運辦公室故障診斷，協助定位線路或設備故障。

Enedis 透過 30 個地區控制機構(ACR)進行遠端遙控搭配智慧電表，透過發送訊號可更快速發現電氣故障，診斷亦更加容易，復電措施也將更有效。ACR 負責全年即時監控高壓線路，並在幾分鐘內為突發事件提供解決方案。由 30 個 ACR 管理共計 70 萬公里的高壓線路，分佈法國各地 可遠端控制超過 10 萬個控制點。Enedis 加強電網運行設備和裝置(變電所、故障指示器等)的數位化以及 AI 的應用，促進電網高效發展。

## 2. 電動車充電設施

法國截至 2023 年 8 月底已達 140 萬輛電動和插電式混合動力車上路，2023 年第二季，電動車已占新註冊量的 24.4%，遠遠超過柴油車的銷售量。此趨勢將繼續成長，預計到 2035 年，電動或插電式混合動力車的數量將達到 1,700 萬輛，屆時歐盟亦將禁止銷售新的燃油汽車(包含汽油、柴油和混合動力車)。

法國旅遊行車者平均單程里程為 338 公里，而截至 2022 年，電動車用戶的平均單程里程將達到 286 公里，因此，可發現隨著電動車電池技術發展及充電站持續普及，電動車將可滿足法國人出遊使用需求。

依 Enedis 公告數據，截至 2023 年 6 月底，已協助住宅設置 838,695 具充電樁，企業設置 600,186 個充電站及 101,681 個公共充電站建置，初步統計法國平均每 80 公里就有一個快速充電站。2019 年 Enedis 將電動車生態系統中的各個參與者(配電營運商、聚合商、充電站營運商、汽車製造商、租車公司)聚集在一起，啟動電動車充電站管理示範計畫(aVENir 計畫)，透過跨領域的專業知識匯集使該計畫得以進行多項實驗，分析公共配電網、充電站和電動車之間的相互作用，並測試不同智能充電管理解決方案的可行性，因而取得重大技術進步。

Enedis 首次成功與充電站營運商在實際運營情況下完成智能充電管理，這些測試在公共道路和三級站點的 12 個地點進行，主要位於里昂大都市和 PACA 地區，配備充電站且電動車用戶經常前往充電。經過測試及驗證不同的通信系統(包含以電力線傳輸之 Linky)，並實際驗證包含充電功率調控、充電時間調控、電能回輸電網(V2G)以及 PV

發電與電動車充電等功能，為後續進階應用打下基礎。

該計畫亦新建專用數據平台接收來自數百個充電站的站點數據（收集約 66 萬個充電案例數據）。這些數據可幫助在不同案例（如在街道、購物中心、三級停車場充電）中充電行為的理解，進而優化充電基礎設施與電力的連接方式，並建立預測電動車使用的算法，最終將其納入公共配電網的駕駛和預測管理工具中。充電管理可為公共配電網帶來價值，但加速智慧充電解決方案的大規模推廣仍具挑戰性，如不同參與者之間通信協議的規範化和標準化對於確保服務的互操作性尤其重要。

### 3. Enedis 公司推出集合住宅充電設施融資方案

歐盟於 2023 年做出 2035 年起禁售燃油車的決定，直接影響法國電動車數輛增加。到 2035 年法國將有 1,700 萬輛電動車，為此，Enedis 必須增加對充電網和基礎電網設施之部署，在工作場所、主要道路沿線、公共場所以及電動車用戶的家中。根據 Enedis 調查，88% 的電動車用戶希望在家充電，然而，目前僅 2% 的建築物之停車場配有充電站，近一半的法國人居住在集體住宅中。

法國 2023 年 6 月 2 日發布的部長令補充了 2022 年 9 月 21 日實施《氣候與復原力法》的第 2022-1249 號法令，具體規定基礎設施集體充電的預付款安裝和連接成本的財務條款。當共同所有權或出租人選擇向 Enedis 請求在其停車場連接和創建集體充電基礎設施時，建築物所有者或共同所有權無需承擔任何費用。連接到這個集體基礎設施進行充電的電動車用戶將償還 Enedis 預付的個別費用，為集體住宅建築開闢新的可能性。Enedis 向大眾提供服務，以實現與公共配電網的所有連接。為因應不斷成長的需求，Enedis 預計在未來三至四年，將協助近 5 萬套公寓建設充電設施，這項龐大工程和人力計畫正部署中，透過招聘和培訓活動，以及用於連接電動車充電基礎設施的 75 億歐元的專用預算，Enedis 亦全力加速各地區的充電設施與配電網路的布建。



(圖 28) Enedis 公司充電樁設置

## 肆、心得與建議

### (一)參訪西班牙 Iberdrola 公司與 DNV 旗下之 GPM 公司

Iberdrola 能源轉型佈局 20 年，為循序邁向全集團碳中和，Iberdrola 宣示其碳中和目標，包含 2030 年於歐洲據點達到碳中和，2050 年則擴及至全球據點達到碳中和。Iberdrola 排放量僅為其他歐洲業者的四分之一，且已於英國、德國、及葡萄牙等國實現電力淨零排放。Iberdrola Puertollano 綠氫廠是歐洲最大的綠氫生產項目之一，其利用太陽能發電，通過水電解製造氫氣，並將其用於化工和肥料生產。該項目展示了綠氫在減少碳排放和促進能源轉型方面的巨大潛力，也為其他能源產業提供了一個可學習和模仿的範例。而參訪該氫能場，可了解綠氫的生產過程、應用領域和未來發展趨勢，也看到綠氫如何與其他再生能源相互搭配和協調，以構建一個低碳、高效的能源體系。而 Iberdrola 校園培訓中心或可成為台電學習之處，台電面對能源轉型與淨零排放的挑戰之下，所面臨的挑戰不同於以往，需要透過新技術測試與研發進而逐步克服各種能源與環境之困境，若能從校園人才開始培養，發展其專業技術，並就新興減碳技術深入研究，對於公司未來發展與目標將是一大助益。

由於台電管理之再生能源發電設備之種類及量體日益龐大，如何有效率的管理及維護實為影響運轉效率的關鍵因素，本次出訪法國前順道至西班牙，瞭解由 DNV 團隊所自行開發的 GPM Horizon 軟體功能與效益，期能借鏡於 GPM 之成功經驗，並研究台電自家離岸風電運維基地及再生能源設備材料倉儲中心，以有效提升台電綠能建設維護效能。

### (二)拜訪 Intel 公司與 ATOS 公司之心得

Intel 公司致力於運用數位新科技建構新的現代電網，該公司發展邊緣運算技術，以加速資料處理與傳輸速度，可更高效處理即時性問題，搭配人工智慧可打造更具彈性的電網；再者，該公司開發無人機及相關應用平台，可進行無人機巡檢及智慧化診斷，有利於太陽光電場之例行檢查，且風機渦輪葉片亦可運用其技術進行運維處理。

ATOS 資訊公司亦以先進的數位技術為客戶提供創新的解決方案，包含能源整合服務、能源管理服務、關鍵通訊解決方案等，如：利用 AI4ES 服務，儲能系統短期可穩定需量，降低間歇性再生能源對電網造成的不穩定。長期來看，儲存每日剩餘的再生能

源電力供未來使用，能解決光電或風電與用電尖離峰不一致的問題，讓再生能源可被控制，並成為能穩定輸出、可規劃的供電來源。

台電或可與其學習或合作，了解整體 IT 規劃對於未來能源資訊整合、存取之發展與應用與價值，與資訊公司學習並推展公司數位化。

### (三)參訪 EDF Renewables 聖納澤爾風場之心得

對 EDFR 在風力發電方面的技術、經驗和管理感到非常佩服，也從中學到寶貴的知識和啟發。特別注意到 EDFR 在風場的規劃、建造、運維和監測方面皆有嚴格的標準和流程，並且注重與當地社區和利益相關者，例如政府部門、環境協會、漁民等相關人士之溝通和合作，此期間同步修正計畫與法規，以確保風場的安全、經濟和社會責任。

法國電力集團將環境研究分為三階段：2011 年開始的衝擊研究、2019 至 2020 年的基準研究、2021 年後的環境追蹤。2011 年選址完成後著手衝擊研究就耗時 8 年，研究包括海洋、鳥類、海床等生態與人類活動現況，及風場對當地影響評估與應對方案；基準研究則是調查風場建造與開發方式對原況帶來的改變，作為最後一階段對環境追蹤的首部規劃。

此風場是一個成功的案例，雖然前期在釐清問題、協調溝通、制定相關法規方面，花費了較長的時間，但也因此為後續建置的離岸風場打下法規程序基礎。此風場案例提供台電在離岸風電在規劃、建造與運維程序上新的概念，期望從本次交流，部分思維與作法可參考或應用在台電的再生能源項目中，作為在未來展示風電在減少碳排放、促進能源轉型和提高能源安全方面之貢獻。

### (四)參訪 EDF 法國電力公司 Lab Renardières 之心得

依法國輸電網長期發展計畫所述，隨著再生能源滲透率逐年提高，電網結構必須更分散，且同時為滿足再生能源季節變動特性下之全國區域融通的需求。這與台電提出的「強化電網韌性建設計畫」以分散電網為中心思想，並以區域韌性及全國融通雙軌並進的架構一致。

再者，法國輸電網長期發展計畫之五大面向(電網更新、電網新建及擴容調整、電網數位化、國家級互聯電網及離岸風力加強電力網)，除了國家級互聯電網之外，該計

畫主要面向在台電提出的分散、強固、及防衛等三大主軸內容亦有涵蓋。

電網建設在能源轉型中扮演著關鍵角色，因此歐洲主要國家也都增加電網建設的投入經費，每年經費約在 3.2~9.2 百萬歐元/TWh 的範圍不等。而以台電 10 年將投資 5,645 億元在電網建設及每年發購電 250.7 TWh 的計算基礎，我國平均每年投資在電網建設的經費約 2.25 億/TWh(約 6.4 百萬歐元/TWh)，與歐洲主要國家相比約落在平均值上。

#### (五)拜訪 Enedis 公司之心得

##### 1. 智慧電表

Linky 智慧電表可提供(1)儘早遠端偵測電網上的事件，判斷事故更容易，復電也更快；(2)若偵測到電網過壓，Linky 會切斷電源，以避免損壞家中電器。(3)透過人工智慧來分析 Linky 收集的電量數據（停電告警、過電壓告警等），能夠自動識別可能在電網上產生事件的情況，(4)利用 CartoLine BT 工具報告的建議優先操作中，超過 50%在 15 天內就被處理妥，經查證該工具報告的 95%以上的異常告警最終被證明是正確的。

相較之下，台電於 2013 年完成全國高壓 AMI 智慧電表布建，另截至 2022 年累計完成 210.8 萬戶低壓 AMI 智慧電表安裝，可有效掌握全國約 75%之用電量。台電刻正研究使用 AMI 資料進行配電變壓器健康狀態分析、配電線路損失分析、電壓異常分析、停電事件管理、三相不平衡分析和再生能源發電預測。在 AMI 配電網管理之實務應用上，台電除了傳輸計量度數和配電網路的狀態，尚未進行如同 Linky 的實務遠端遙控電源改變、切斷等技術，亦無類似 CartoLine BT 工具自動識別線路弱點，事先派員處理以避免事故發生等功能。台電已努力在 AMI 蒐集的用電大數據中開發實務應用系統，仍可參考 Enedis 已實際運作的應用系統，優化電網的管理、提高對配電網路調整及運作、加快診斷線路裝置故障速度及提升供電品質等功能。

##### 2. 電動車充電樁與配電網

Enedis 截至 2023 年 8 月，共有 107,937 個公共充電樁接入配電網，公共配電網年增 61.9%，並決定在 2032 年前每年投資 50 億歐元用於電氣化，2022 年至 2040 年期間與政府合作預計投資支出 75 億歐元專門用於電動車充電基礎設施的連接。Enedis 預計將提供大量實體資源，包括連接集體住宅區電纜 5 萬公里，並招募 3,000 名電氣行業人

員。該公司也預期電動車的大規模發展對配電網路造成相當影響，相關研發計畫將設計新的智慧充電管理系統，並為未來的電網開發相應服務。

相較之下，台電因應政府推動電動車政策及國內電動車發展趨勢，已由電力協助者朝參與者方向積極思考，於北市區處建立電動車充電示範場，模擬公共充電站、商業大樓及集合住宅等情境，導入電能管理系統(EMS)進行智慧充電調控。

台電公告自 111 年 3 月 1 日起，新建集合住宅(依其內線圖審設計資料受理日期為準)除停車空間非屬集中留設者之外，電動車充電設施均應採專用電表方式供電，並以滿足所有停車位設置充電設施為原則，另於 111 年 5 月 30 日公告實施電動車充換電設施時間電價，採較高尖離峰價差及較低基本電費設計，促使用戶利用 EMS 充電管理，於用電離峰時段充電，以抑低尖峰負載及減少用戶電費支出。

Enedis 公司投入高額預算及增補人力經營充電設施建置，並與法國政府聯手改造電動車充電環境，以因應 2035 年 1,700 萬電動車上路，並期待相關電力系統及充電機制順利運作。台電雖已針對電動車充電採取專用電表、專用電價、專設線路等措施因應國內電動車發展，民間新建建築物亦依法規留設電動車充電設施線路，台電亦應持續投入預算建置配電網以因應大量充電樁及充電站到來，並可考量是否參考 Enedis 做法，評估由台電建置或由民間業者投資建置集合住宅充電設施可行性，初期建築物所有者或共同所有權無需承擔或少量負擔費用，未來用戶改換電動車可快速連接這個集體基礎設施進行充電，屆時電動車用戶再分期償還預先建置充電設施的個別費用。

## (六)結語

本次出訪目的係了解西班牙和法國在能源轉型和再生能源發展方面的技術、經驗和挑戰，並與其進行交流和學習。透過參訪 Iberdrola 公司、DNV 旗下之 GPM 公司、Intel 公司、ATOS 公司、EDF Renewables 聖納澤爾風場和 EDF 法國電力公司 Lab Renardières 以及 Enedis 公司，深刻感受到這些國家和企業在推動能源轉型和減少碳排放方面的決心和努力，也看到了其於綠氫、邊緣運算、無人機、人工智慧、離岸風電、電網建設等領域的創新和優勢。這些技術和經驗對於台電在面對能源轉型的挑戰和機遇時，有很大的參考價值和啟發作用，若有機會可嘗試與相關企業建立長期的合作關係，共同促進能源轉型和永續發展。

## 伍、附件 - 民間團團員名單

No.	姓名	職稱	公司
1	徐造華	副總經理	台灣電力股份有限公司
2	蔡英聖	再生能源處處長	台灣電力股份有限公司
3	蔡緒良	配電處副處長	台灣電力股份有限公司
4	馬偉富	系規處副處長	台灣電力股份有限公司
5	吳翔文	企劃處副處長	台灣電力股份有限公司
6	林士郁	企劃處專員	台灣電力股份有限公司
7	李孟儒	輔佐研究員	中華經濟研究院國際所
8	張智強	執行長	皇輝科技股份有限公司
9	洪一薰	所長	台灣大學工業工程學研究所
10	李漢成	區域主管	華碩電腦股份有限公司
11	郭恩光	經理	華碩電腦股份有限公司
12	曾煥裕	經理	華碩電腦股份有限公司
13	黃順義	董事長	台灣汽電共生股份有限公司
14	童琮志	專案經理	立恩威國際驗證股份有限公司
15	涂昀	執行副總經理	康舒科技股份有限公司
16	簡俊龍	副理	康舒科技股份有限公司
17	王景洸	副總經理	泰豐貿易股份有限公司
18	李坤鍾	董事長	健格科技股份有限公司
19	林志慶	副總經理	健格科技股份有限公司
20	梁尚進	投資長	台亞風能股份有限公司
21	黃文亮	顧問	台亞風能股份有限公司
22	董佩如	歐洲處專員	中華民國國際經濟合作協會
23	李德筠	歐洲處專員	中華民國國際經濟合作協會