

出國報告(出國類別：業務洽談)

赴德國及法國參訪推動園區永續管理

服務機關：國家科學及技術委員會中部科學園區管理局

姓名職稱：莊志峰 組長

吳憶伶 科長

派赴國家：德國、法國

出國期間：114 年 7 月 17 日至 114 年 7 月 25 日

報告日期：114 年 9 月 23 日

摘要

為持續推動科學園區永續管理，呼應聯合國永續發展目標，本局於 114 年 7 月參訪德國及法國具備節能減碳、資源循環及自動化監控的綠色企業，以及民眾或 NGO 團體推動的綠能村與資源循環場域等，就國外減緩氣候變遷、永續管理環境資源、智慧化管理的推動進行交流。

當今工業自動化快速發展下，正面臨前所未有的機遇與挑戰，伴隨全球對於環保和可持續發展的重視，歐盟長期推動節能減碳及永續發展，在節省能資源的應用和技術創新取得顯著進展，為汲取歐盟永續實踐的經驗，本次參訪德國巴斯夫路德維希港綠色工業園區、環保材料運用之 BMW 工廠、維爾德波爾茨里德綠能村與德意志博物館氣候環境展覽，以及法國施耐德電機公司總部、巴黎下水道系統、艾菲爾鐵塔永續翻新計畫與資源循環結合城市農場之試驗場域。

透過赴德國及法國實地參訪及業務洽談，瞭解政府推動的永續政策，百年企業順應潮流進行轉型，導入智慧監控、資源循環及能源管理，農村亦積極推廣再生能源振興經濟，公私部門齊力合作達成永續目標，提供科學園區在推動淨零永續上的重要參考，亦強化管理局於永續治理上與國際接軌的能量，未來可結合歐洲實務經驗，導入並聚焦於科學園區的淨零轉型作為。

目錄

壹、目的.....	1
貳、出國行程.....	2
參、參訪過程.....	3
一、巴斯夫路德維希港園區	3
二、環保材料運用之 BMW 工廠.....	6
三、維爾德波爾茨里德綠能村	7
四、德意志博物館環境氣候展覽	9
五、兼顧綠能之艾菲爾鐵塔	11
六、法國施耐德電機公司總部	13
七、百年巴黎下水道系統.....	16
八、法國資源循環結合城市農場之試驗場域	17
肆、心得與建議	20

壹、目的

聯合國於 2015 年宣布「2030 永續發展目標」，包含減緩氣候變遷、永續管理環境資源、能源問題等 17 項永續發展目標(SDGs)及 169 項細項目標，指引全球邁向永續。另 2021 年聯合國氣候變遷大會後，將近 200 個國家共同簽署《格拉斯哥氣候協定》，節能減碳成為全球熱門議題，尤以歐盟及日本均設定 2050 年為淨零排放目標年。而我國於 2018 年由行政院國家永續發展委員會訂定 18 項臺灣永續發展目標(T-SDGs)。

中科管理局自 2016 年開始推行永續報告書，至今已發行 6 本報告書，並屢屢榮獲國內外永續相關獎項之殊榮，持續以綠色經營為首要目標，藉由報告書的發行，與利害關係人溝通、審視經營方向與擬訂永續經營策略，透明呈現園區管理局的永續承諾。因應「2050 淨零排放」製造部門設定 2030 年相較 2005 年減量 18%為目標，2040 年減量 40%，長期 2050 年淨零排放為目標；2030 年園區事業廢棄物再利用率(含資源化)達 92.5%，相關永續目標對於園區管理是一大挑戰，尤其園區節能減碳部分需要搭配政府政策、科技新技術及園區廠商意願等。

因歐盟長期推動節能減碳及永續發展，其中德國及法國積極推動節能減碳及低碳技術、廢棄物減量及循環利用、人工智慧操作及下水道系統維運等為歐盟之領先者，故規劃參訪德國巴斯夫路德維希港園區、維爾德波爾茨里德綠能村及德意志博物館環境氣候展覽，以及法國施耐德電機公司、巴黎下水道系統及資源循環結合城市農場之試驗場域等，實地瞭解歐洲因應淨零永續推動的積極作為及成果。

貳、出國行程

日期	地點	行程
114/7/17 (四)	桃園→法蘭克福	1. 抵達法蘭克福 2. 參訪巴斯夫路德維希港園區
114/7/18 (五)	慕尼黑	1. 環保材料運用之 BMW 工廠 2. 路程：法蘭克福→慕尼黑
114/7/19 (六)	維爾德波爾茨里德	參訪維爾德波爾茨里德綠能村
114/7/20 (日)	慕尼黑	參訪德意志博物館環境氣候展覽
114/7/21 (一)	慕尼黑→巴黎	1. 參訪兼顧綠能之艾菲爾鐵塔 2. 路程：慕尼黑→巴黎
114/7/22 (二)	巴黎	參訪法國施耐德電機公司總部
114/7/23 (三)	巴黎	參訪百年巴黎下水道系統
114/7/24 (四)	巴黎	參訪法國資源循環結合城市農場之試驗場域
114/7/25 (五)	巴黎→桃園	返國

參、參訪過程

一、 巴斯夫路德維希港園區

1. 參訪單位介紹：

- (1) 公司簡介：巴斯夫公司為世界第一大化學品製造廠，自 1865 年製造染料起家，現今已遍布全球 92 個國家約 112,000 名員工，經營 235 個生產基地以及 6 個生產園區，是另一個日不落帝國。企業總部位於巴斯夫路德維希港園區 (BASF Ludwigshafen Site)，除了是全世界最大的化學品生產園區外，也是公司最大的生產基地及研究重鎮，位於萊茵河畔占地 10 平方公里，約 160 個生產廠、4 萬名員工、2 千棟建築及 2,850 公里的地上管線，提供燃氣和蒸汽等產品及能源的便捷運輸。
- (2) 永續綠色工業園區：巴斯夫公司產品多元，可將生產 A 之中間產物、副產品或殘留物，作為 B 之原料或生產過程所需之物質，例如氮肥製造過程產生氫氣，氫氣可做為其他製造程序的能源來源，因此可減少廢棄物處理成本、運輸費用、節省能資源，以達到園區內生態鏈，提高資源利用效率，將排放量降至最低之永續綠色工業園區。
- (3) 淨零碳排：企業訂定 2030 年溫室氣體排放量範疇一及二總計相較於 2018 年減少 25%(2018 年碳排量為 2,190 萬公噸、2030 年目標碳排量為 1,640 萬公噸)，2050 年目標達到淨零排放。研發降低產品製造、使用和回收各階段生命週期的碳排量，例如研發零碳排放的聚醯胺塑膠產品，以提升塑膠輕量、堅固及耐熱的優勢，在生命週期末端致力於形成閉環的循環經濟，並透過再生電力、再生原材料及低排放蒸汽，實現業界首款零碳足跡的聚醯胺。
- (4) 化學品安全管理：巴斯夫公司之化學品按相容性分別儲存，並使用數位平台管理及監控，另外引進先進技術與工程設計，將儲存場域細分獨立防火區域，每區有各自滅火控制、溫度控制設施、防爆設施及耐化學腐蝕防護等，確保事件發生時不會擴散至其他區域。將每一生產單元從設計、風險評估、

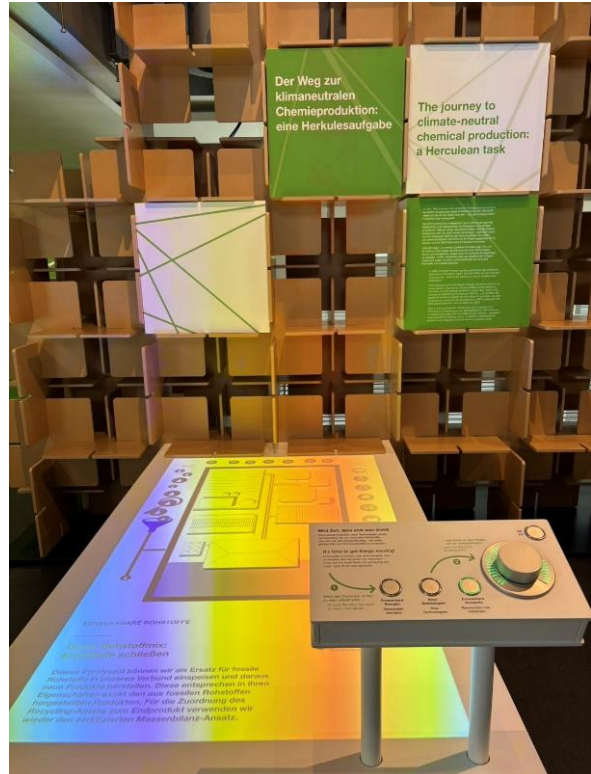
建設、營運到監控建立全球一致的安全標準程序及檢查管理機制，由企業中央部門定期審核各地廠區安全執行成果。人員方面皆擁有專業技術訓練且定期執行大型緊急應變演練，相關緊急通知、防護建議及環境監測等訊息，公開透明提供給鄰近社區。

2. 交流重點摘錄：

- (1) 工廠自身電氣化以降低對化石原料使用，自今年起將所有歐洲工廠全面改用再生電力，未來將持續推展至全球工廠，且投資並增加再生能源使用、投資碳封存技術。自 2008 年以來每年發布企業碳足跡報告，從原料開採到生產及後續處置各階段的溫室氣體排放，以系統性評估與氣候相關的重大風險和機會。包含內部基礎設施、操作和服務的韌性，以及外部的基礎設施、水、能源和原材料的供應、廢水處理及產品的運送等。測試新技術並使用替代原材料，從而推動企業轉型。生產現場優化現有的能源管理系統，提高操作程序能源效率，亦積極參與國際化學協會理事會 ICCA 成立的全球負責任管理倡議。
- (2) 園區特別重視化學品安全管理，硬體方面使用分區獨立的儲存場所及防火設計，搭配數位平台管理及監控；軟體方面重視員工教育訓練及實際應變演練，加入企業獨立部門查核機制，成為事故率極低的最大化學品生產園區。園區廠商持續進行員工教育訓練及應變演練，有關獨立分區儲存及查核機制部分，可提供廠商未來化學品管理之規劃。
- (3) 歷史悠久的企業除了能夠持續提供客戶所需產品外，亦須隨著時代潮流持續不斷精進，巴斯夫公司已經營 160 年，於全球各地多角化經營，產品數量多生產規模大，可自己成為永續綠色工業園區，在企業工廠安全管理值得學習外，在永續淨零浪潮下，亦持續努力值得園區廠商效仿。



- 該園區人員向中科訪團介紹巴斯夫路德維希港園區地理位置及範圍



- 因應氣候變遷，化學品生產過程藉由再生能源、新技術及可再生回收的原材料，來解決艱鉅任務及問題



- 巴斯夫路德維希港園區進行全天候的環境監測，包含空氣品質、污水處理廠廢水及噪音監測

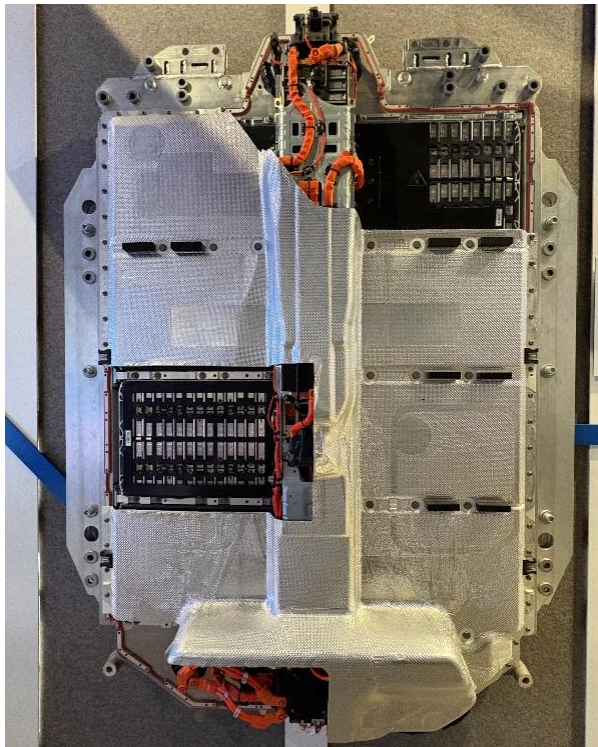
二、 環保材料運用之 BMW 工廠

1. 參訪單位介紹：

- (1) 公司源起：因第一次世界大戰期間對航空引擎之需求成為飛機製造商，但亦因德國戰敗簽署凡爾賽條約禁止製造飛機引擎，故轉型為機器設備、摩托車引擎及後續的汽車製造。
- (2) 環保綠色生產：積極推動零環境衝擊工廠願景，降低生產過程中能源消耗與碳排放，工廠產線節能模式、提升內燃機效率、提高電池可回收性及二次壽命的能力，使用再生能源及車隊電氣化，以及環保材料、未含危害性化學物質、再生材料之應用，涵蓋從原材料的選擇到車輛報廢後的回收，透過工廠轉型及產品設計具體推動環境保護。
- (3) 淨零永續作為：企業針對汽車生命週期制定溫室氣體減量目標且於 2021 年獲得 SBTi 驗證 (Science Based Targets initiative(科學基礎減量目標倡議)，企業設立符合《巴黎協定》1.5°C 升溫限制目標的淨零標準)，同年度所有生產設施採用 100% 再生能源(RE100)，並訂定 2030 年溫室氣體排放量相較於 2019 年減少 80% 相當於 4000 萬噸，以及 2050 年淨零排放之目標。

2. 參訪心得：

- (1) BMW 持續研發減少製造及使用時車輛的溫室氣體排放量，跟隨電動車龍頭的腳步研發製造電動車，目前車輛在運行間的二氧化碳排放量已降低至 99.5 g/km，除此之外，發表 BMW i Vision Circular 的循環電動車，以 Rethink、Reduce、Reuse、Recycle 四大設計核心，以使用 100% 再生材料及 100% 可回收設計展望未來的品牌願景。
- (2) BMW 生產工廠根據當地條件採取最有效的能源利用方式，例如慕尼黑的水力發電、萊比錫的風力發電、美國與南非的甲烷發電，以及目前正在建造首座不使用石化能源的匈牙利工廠等，靈活運用各地資源以達到節能減碳。



➤ 研發電動車中的高效能高壓電池



➤ 研發高效能電動馬達

三、 維爾德波爾茨里德綠能村

1. 參訪單位介紹：

- (1) 國際肯定及能源民主：德國維爾德波爾茨里德市 (Wildpoldsried) 在 2014 年獲得歐洲能源獎金獎 (European Energy Award Gold)，在能源可持續發展的作為已獲得國際肯定，更勝之處是由居民共同投資綠色再生能源，成功實現能源民主。
- (2) 再生能源規劃：該市基於車諾比核電廠的核輻射事件影響，開始討論並展開綠色能源行動，於 2000 年通過市議會決議後，進行能源盤整，一方面減少能源使用，另方面積極開發再生能源，主要五類再生能源為風力、太陽能、水力、在地資材(木材、沼氣)、生質能源。三大能源需求占比約為熱能 50 %、運輸能 30%、電能 20%，其中供暖是最大需求，除了使

用再生能源供暖外，也將暖氣輸送管線埋設在地下，減少熱源消耗。

- (3) 國家能源政策：德國政府於 2000 年制定《再生能源法》，透過政策補貼方式，規範民間配電業者，對於距離較近的再生能源電力以優惠價格進行收購，以用來取代化石燃料。此法支持該地區得以順利進行投資購買相關設備，也是許多能源村發展的關鍵助力。
- (4) 持續精進作為：該地區於各戶家中設置小型智慧電池儲存及控制系統，於再生能源電力充足時，優先作為家用電力，剩餘電力再傳輸至電網中，反之，再生能源電力不充足時直接由電網補充。

2. 交流重點摘錄：

- (1) 溫室氣體淨零排放為目前全球共同目標，其中一項極為重要的減碳路徑為再生能源/綠電，現今國內再生能源處於成長階段，企業為因應溫室氣體減量及企業永續發展，建議可與國內農村合作，企業取得碳權、居民得到回饋，得到雙贏之局面。
- (2) 維爾德波爾茨里德每年再生能源收益為 700 萬歐元，其生產的能源是消耗的八倍左右，轉型使用再生能源除振興當地經濟，也改善村莊的面貌、氛圍和公共設施，讓年輕人留在村里，而非被迫搬到大城市的環境，也將成功經驗複製到非洲 17 個國家，持續拓展綠能永續理念。
- (3) 再生能源設施就地進行汰換、再生及循環利用，雖會降低發電效率，但資源循環再生可持續友善環境，另外近年也經由科研團隊、新創公司 Sonnen 與西門子公司合作導入智能轉換設施，投資約 800 萬歐元的電池儲存測量站及控制系統，能夠即時查詢發電量來調整生活作息或使用量，亦可由歷史數值來進行分析，利用智能控制減少 40% 費用。
- (4) 目前德國能源政策風力發電約 7 個月可回本、太陽能發電為 1~2 年，賣 1 度電由 25 年前的 0.5 歐元降為 0.08 歐元，遠低

於從電力公司買電的費用，故維爾德波爾茨里德的再生能源電力以自用為優先，有多餘再併入電網中賣電，與本國政策恰好不同，或許併入電網中再統一配電會消耗電力，故德國政策也許可減少電力及資源的浪費。



➤ 中科訪團聽取維爾德波爾茨里德綠能村氣候能源大使 Mr. Thomas Pfluger 簡報



➤ 致贈禮品予氣候能源大使 Mr. Thomas Pfluger

四、 德意志博物館環境氣候展覽

1. 展覽介紹：

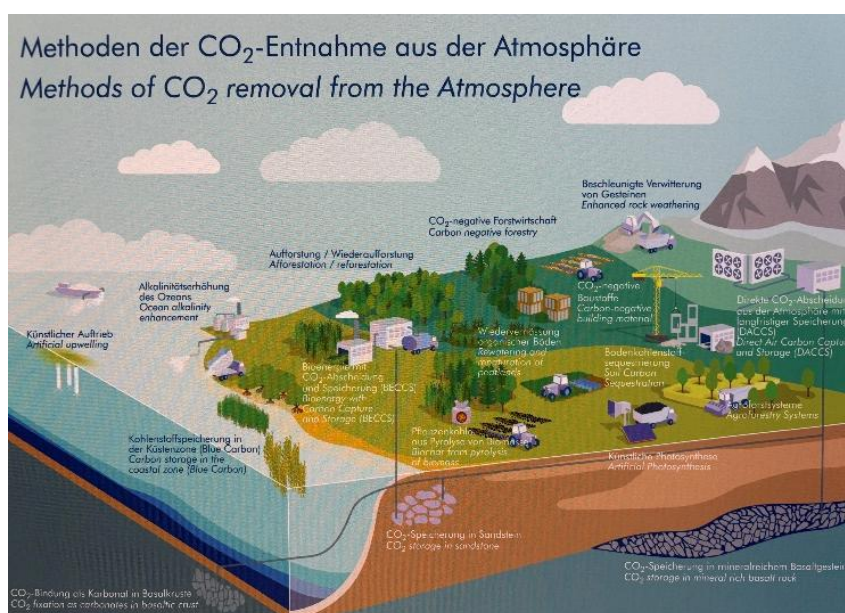
- (1)德國聯邦政府自 2021 年進行《氣候保護法》修正，旨在 2045 年實現碳中和，考量除了減少溫室氣體排放，亦需要進行負碳才可能達到目標。因此德國聯邦教育及研究部 (Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF) 資助成立 "CDRterra" 研究計畫，研究陸地中二氧化碳移除方法，包含碳捕捉、封存、利用、生物炭及造林與濕地復育等技術。另外亦成立 "CDRSynTra" 綜整陸地及海洋的碳移除研究成果。
- (2)德意志博物館積極致力於節能減碳，以博物館旁的慕尼黑伊薩爾河(Isar River)引用至館內空氣通風降溫，展覽空間使用日光及導入能源管理系統等，同時確保展出物品的安全保護，博物館也著重節約能資源的展覽製作及傳播策略，本次展覽介紹氣候變化的基礎科學，如氣候變遷原因、影響及應對方法，

並展示應對方法之一的二氧化碳移除(Carbon dioxide removal, CDR)原理、技術評估及貢獻，目標為科學、政治與社會共同合作，制定有效及安全的淨零碳排措施。

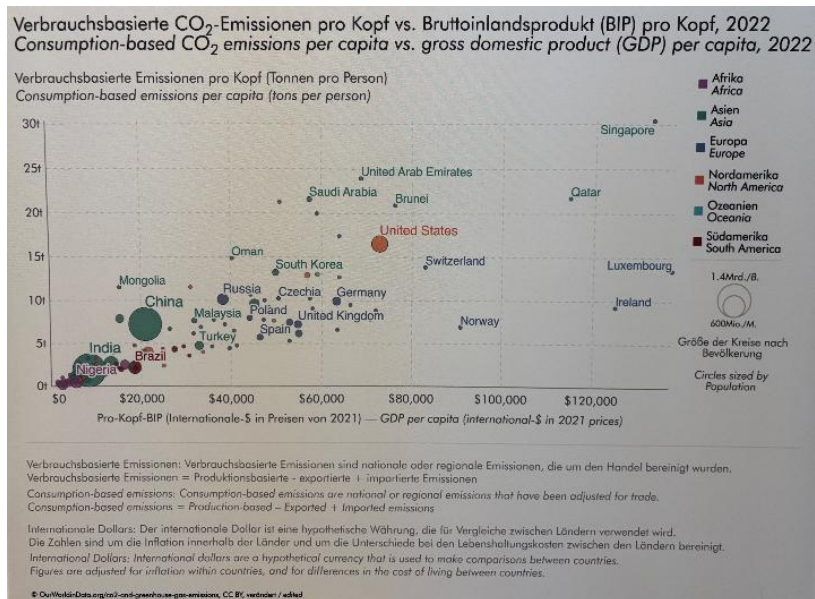
2. 參訪心得：

(1)本次展覽主要為 CDR 的機會與挑戰，展示 CDRterra 研究計畫與 CDRSynTra 的最新見解。以《巴黎協定》全球氣溫上升限制在 1.5°C 內之目標，需移除 90 億噸的二氧化碳，是一個非常驚人的數據，故以傳統造林與濕地復育方式無法達成目標，德國 CDRterra 研究計畫積極開發新興碳捕捉封存等技術，雖然碳捕捉封存技術門檻較高、費用較昂貴，但德國政府已投入相關資金進行部分的示範專案，以此戰略來解決無法完全脫碳的產業部門。

(2)在富裕國家如歐洲各國二氧化碳總排放量佔全球比例低，但因人口數較少故人均碳排量並未低於開發中國家，顯示全球貧富與碳排放的不平衡，以及開發中國家承受更高的氣候變化，例如德國二氧化碳年排放佔全球 1.8%，但人口數僅為全球 1.08%，德國人均碳排量為印度的四倍，印度卻面臨更大的氣候影響，顯示各國應正視氣候正義及共同面對淨零碳排的議題。



➤ 從大氣中移除二氧化碳的方法



➤ 各國 GDP 與人均消費產生的二氧化碳排放量圖

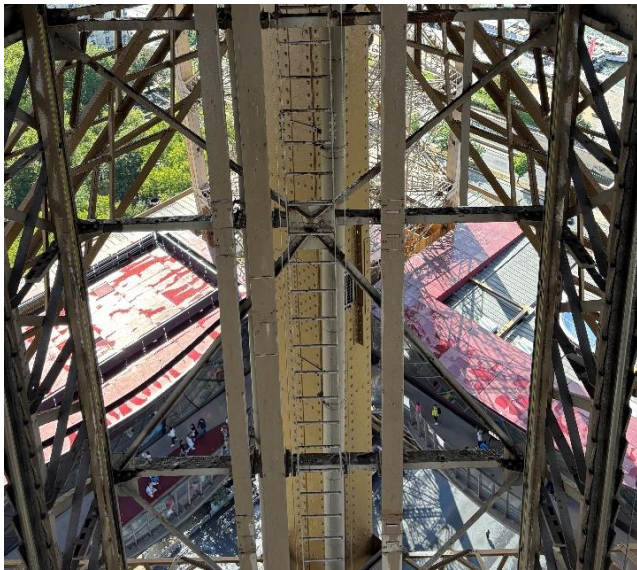
五、 兼顧綠能之艾菲爾鐵塔

1. 參訪單位介紹：

- (1) 巴黎市氣候行動計畫：目標為 2020 年溫室氣體排放量較 2004 年減少 25%，計畫其中一項為將艾菲爾鐵塔進行翻新並導入相關節能設施，2015 年由艾菲爾鐵塔開發協會資助約 2~3 千萬歐元的翻新計畫，透過減少鐵塔的碳足跡作為巴黎市氣候行動計畫的貢獻之一。此外，由於俄烏戰爭導致俄羅斯天然氣供應短缺，2022 年巴黎市長宣布將縮短鐵塔夜間燈光秀時間，雖然兩萬顆燈泡耗電量不高，但此舉旨在提高民眾節能意識及改變消費習慣。
- (2) 鐵塔翻新計畫：目標將能源效能提升 30%，實施措施包含裝設 LED 照明、太陽能板、雨水收集回收系統、窗戶傾角調整與控溫玻璃及風力發電機，其中太陽能板的熱水系統可滿足一半的熱水使用量，窗戶傾角與控溫玻璃在夏季可減少 25% 空調使用量，風力發電的年發電量 1 萬千瓦，可作為第一層一年所需的用電量，且風力渦輪機顏色與鐵塔一致、完全靜音，不讓遊客察覺同時發揮永續節能措施。

2. 參訪心得：

- (1)雖然艾菲爾鐵塔在巴黎市氣候行動計畫中減碳的貢獻量有限，但象徵性意義極為重要，傳達「永續發展不應是一種選擇，而是一種要求」，能夠於全世界指標性景點採取可持續性及環境保護行動，展現歷史建築亦能永續友善環境，具備高度示範性之效果。
- (2)科學園區部分設施可效仿鐵塔進行示範性節能，例如污水廠裝設太陽能板、水力發電設施等，目前中科台中、后里及虎尾園區污水處理廠已裝設太陽能板，發電量已併至台電饋線電網，而在水力發電方面，因污水處理過程皆設有揚水站，再將污水藉由重力流方式進行水質處理，目前法規尚未被認定綠電，且放流口的位差及水量之發電量有限，但亦具備管理局在永續淨零議題上象徵性意義。



- 艾菲爾鐵塔第一層安裝太陽能板及雨水回收系統，每7年以環保防鏽漆塗裝確保結構安全



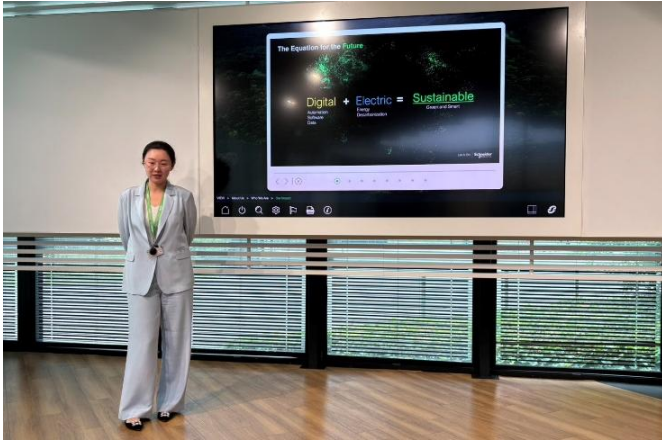
- 調整艾菲爾鐵塔第一層窗戶傾斜角度及裝設控溫玻璃，降低夏季空調需求

六、 法國施耐德電機公司總部

1. 參訪單位介紹：

- (1) 公司簡介：成立於 1836 年的法國跨國企業，世界最大能源管理公司及最佳化解決方案供應商之一，主要產品包括斷路器、感測器、控制器等，為各國能源設施、基礎設施、工業製造過程的控制、大樓自動化、資料中心及網路提供整體解決方案並處世界領先地位。施耐德一直是法國工業先鋒之一，起初為鋼鐵重工業，19 世紀末也曾是歐洲三大軍火廠。公司宗旨為讓所有人能善用能源與資源，並為所有人建立進步與永續發展的橋梁。
- (2) 環境永續作為：將氣候相關情境納入風險管理架構，涵蓋上游價值鏈、自身營運、物流和運輸，以確保供應鏈的靈活性及提升韌性，並且根據氣候相關財務揭露 TCFD 的建議成立施耐德電氣永續發展研究院，此團隊為該公司氣候與能源轉型智庫，並對員工進行氣候及永續教育，鼓勵在生活上採取各方面行動。2024 年集團 90%收入用於實現環境永續目標，其中 50%為減緩氣候變遷、39%為支持轉型為循環經濟。
- (3) 淨零永續作為：2022 年成為首批獲得 SBTi 驗證的公司之一，目標於 2030 年碳中和、2040 年上下游廠商碳中和，以及致力於 2050 年在整個價值鏈上實現淨零碳排，表示在 2050 年需將其 2021 年的碳排減少 90%。減碳路徑包含內部作為：工廠電氣化、EV100(100%電動車)、EP100(100%能源生產力)及 RE100 倡議；外部作為：提供工具、教育訓練及支援促進供應商永續發展、提供能源效益顧問、智慧電力管理系統協助客戶減碳、產品碳足跡透明化；利用 IoT 及 AI 平台即時監測、分析與降低耗能於碳排量。
- (4) 推廣環境永續性的全球聯盟：施耐德電機為全球能源管理與自動化領域的領導者，推動包含智能管理提高能源效率、設計循環經濟的產品、綠色供應鏈管理、物聯網 IoT 及大數據 AI 分析、支持再生能源以及公司營運 100%使用再生能源，

榮獲 2025 年全球最永續企業、歐洲最具可持續性企業等殊榮，並提供全球客戶永續性諮詢的專業服務及可持續性的轉型技術。



➤ 中科訪團聽取施耐德電機公司 Ms. Evelyn Ziyi BIAN 簡報

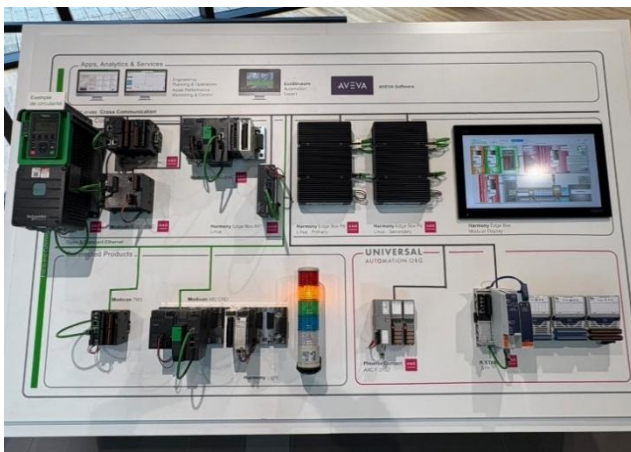
➤ 中科訪團與施耐德電機公司人員合影

2. 業務洽談重點摘錄：

- (1) 施耐德集團業務遍及 100 多個國家，涵蓋不同的標準、價值觀，但明確的將永續發展目標拓展至全球，在 2018 年至 2025 年期間，透過產品累積為客戶節省和避免 8 億噸二氧化碳排放。科學園區大廠多數已導入能源管理及自動化，不少使用施耐德電機公司的產品進行工廠監控及管理，該公司為整合不同 PLC 介面，已開發軟體程式編碼及支援多種通訊協議，可評估未來導入園區污水處理廠泵浦控制、能源監控及管理之可行性，以達到節省能資源之目標。
- (2) 公司持續投資 Livelihoods Carbon Fund 碳基金組織，利用碳經濟為生態系統進行修復、農村和林業能源計畫提供資金，例如農民製造生物炭、改善土壤、造林、恢復生物多樣性、有機廢棄物轉化為沼氣等，提高氣候適應力、減少二氧化碳排放和提高社區效益，亦可提供園區淨零路徑規劃其中之選項。
- (3) 施耐德電機公司總部以節能綠建築進行建築物改造，包含頂樓太陽能板、地下的水泵、電力自給自足、節水系統等，將

於 1.5~3 年左右可回收建物改造的成本，雖然規劃於明年度搬遷，但將會以此理念繼續於新承租的辦公室進行永續改造，目前既有的建物，房東亦可持續節省能資源，達到雙贏節能永續。

- (4) 開發體積小、質量輕、可磁吸於金屬表面的無線環境感測器，用於溫溼度、熱度或氣體的連續監控，再搭配接收器可即時監控環境、安全管理，可評估未來用於園區污水廠、空品監測設備之可行性或提供給園區廠商相關資訊。



- 開發整合不同 PLC 介面的軟體程式編碼及支援多種通訊協議



- 施耐德收購 AVEVA 公司，提供客戶全生命週期的資訊化與能源管理



- 你的廢棄物是一種寶貴資源！公司餐廳門口共擺放九種資源分類垃圾桶



- 公司廁所張貼節省水資源之標誌

七、 百年巴黎下水道系統

1. 參訪單位介紹：

(1) 歷史及簡介：18 世紀末巴黎髒亂不堪，污穢直接傾倒至塞納河，人民再飲用塞納河水，導致疾病蔓延奪走上萬條性命。19 世紀由工程師貝爾格朗(Eugène Belgrand)在塞納省長奧斯曼男爵(Georges-Eugène Haussmann)帶領下設計，到現今密布在巴黎市 20 個區，總長約 2,600 公里的下水道系統，且與市區街道相呼應編碼，為一座完整的地下巴黎。1878 年在貝爾格朗逝世時已建置 650 公里的地下水道，每日引入兩千多萬公升的飲用水，成功分離污水及飲用水道領先歐洲各大城市，並隨著科技及技術的進步，逐步發展成為綜合管網，包含飲用水、非飲用水、壓縮空氣及網路光纖等管道，建築經過翻新及導入智慧監控系統提高效率，成為一座歷史悠久又先進的城市下水道系統。

(2) 智慧化控制及減碳永續作為：導入地理資訊系統(GIS)及自動化監控系統進行下水道監控及水質、流量、作業環境等監測，依據監測數據自動調整處理流程，透過網路及通訊系統進行遠端監控及控制，即時掌握並調整參數，以提高操作效率和穩定性。減碳永續部分，利用淤積的污泥進行沼氣發電，轉廢為能減少化石燃料使用，並將污水處理廠處理後的污泥，經過處理後作為肥料、建築材料等，污泥再利用減少對環境的負擔。逐步進行塞納河整治，改善既有污水處理系統，有效提升處理效率及水質。

2. 參訪心得：

(1) 2024 年法國巴黎舉辦奧運，巴黎市長伊達戈(Anne Hidalgo)於奧運開幕前兌現諾言，跳進塞納河游泳證明水質足夠乾淨，實現法國政府 36 年的承諾，然而於奧運期間，在塞納河中進行比賽項目的部分參賽者陸續產生不適反應，事實證明塞納河水質改善尚有進步空間。主要原因為巴黎下水道仍有部分

系統未雨污分流，在暴雨期間會溢流至塞納河中，導致河水大腸桿菌超標。

- (2) 1990 年代起法國政府推動塞納河的整治，尤其申辦奧運之後更積極推行，已斥資約 14 億歐元改善水質，包含巴黎污水處理廠設備改善及擴建、新增雨水儲存池、提升下水道系統等，要將上百年的設備汰舊換新、提升效能著實不易，況且面臨氣候變遷更加劇烈的現今，位於地下的下水道系統更是一大挑戰，但仍可看出法國政府的決心，至今每天進行塞納河水質檢測，今年也舉辦塞納河暢游活動，漫步在河畔邊也無異味，這對歷史上曾經是重度污染的都市河川是非常重要的轉變。



➤ 巴黎下水道博物館



➤ 巴黎下水道系統內部處理設備

八、 法國資源循環結合城市農場之試驗場域

1. 參訪單位介紹：

- (1) 參訪單位介紹： La Petite Ceinture 是一條環繞巴黎的環狀鐵路，法文翻譯為”小腰帶”，鐵路在 1862 年建設完成並通車，歷經 70 多年的服務後，於 1934 年逐漸被廢棄，曾經是巴黎市第一條城市鐵路，因長度與沿線複雜的空間，使其改造活

化變得困難，且此場域位於地鐵 Porte de Clignancourt 站旁的 Ornano 老車站，巴黎 18、19 區的邊緣地帶，屬於治安較差之區域，故廢棄空間改造更加艱辛。

- (2) 成立緣由及宗旨：此場域自稱為第三空間，起初由一群想推動永續理念的人開始在此社區導入相關規劃，十一年前由政府補助八萬歐元開始，後來加入威利雅環境公司 (Veolia Environnement) 持續支助經費，經過不斷的摸索，現今已有十幾個單位組織進駐，成為自我營利體，以永續環保概念改變這個社區，成為居民喜愛的生活休閒場所。
- (3) 資源循環場域的營運：收入來源為餐廳、咖啡廳、回收維修站的營運、義工導覽費、舉辦活動與展覽、露天電影院、出租空間，以及少數的企業與政府補助，環保人士在此舉辦各種活動以傳遞永續價值觀，例如環保的消費意識、減少食物的浪費，資源循環再利用等。此外每人每年僅需繳納 40 歐元加入會員，即可享有非常多的優惠及資源。其中回收維修站是進駐中最特別的組織之一，除了常見的老舊電器回收及收費修理外，若是會員可提供維修工具及免費教學，自行修理的電器應會更加珍惜使用吧！
- (4) 城市農場：目的為創造生物多樣性保護區域，農場內有一個雞舍、小森林計畫的垂直型果園、蜂巢、數個試驗性菜園、室內植物叢林、兩個小型堆肥場，以及兩隻鴨子與小池塘，可將果皮餵雞、廚餘自製堆肥、鴨子去除蟲害等，打造一個小型的生態系。另外農場最重要的水來源，除了以雨水儲存再利用、植物過濾水質系統，亦導入兩個節水系統，其一為微孔細的陶瓷花盆系統，可節省 50~70% 的用水，不僅能保持土壤濕潤，有利於動植物與微生物的生長，慢慢將水分擴散至土壤中亦能減少植物的壓力。另一個為垂直分層的土壤，最上層粒徑最大並依粒徑大小依序排列，再依各層土壤性質種植適合的植物，此方式可有效利用水資源。

2. 交流重點摘錄

- (1) 從地鐵站步行至試驗場域馬上可察覺此區域不同氛圍，雖然鄰近有世界上最大的跳蚤市場之一的聖圖安跳蚤市場，但參訪場域當天非跳蚤市場開放時間，路上無觀光客，而場域導覽人員也特別提到，此區域為巴黎較落後的地方，起初暴力事件也令他們緊張，且先前疫情關閉三年，但能在此自負盈虧持續運營，到不同族群讓更多人加入，達成共生共榮共存是目前最自豪之處，未來無訂定目標，僅希望能持續散播永續及快樂的理念，提升社區氛圍減少暴力事件。
- (2) 巴黎政府持續進行廢棄車站的改造計畫，此場域附近亦有其他空間改造成花園或啤酒廠等，有些正由 NGO 團體或政府規劃中，此場域是將廢棄車站改造成四個社會融合項目，包含永續餐廳、文化空間、鐵路農場及修繕工房，假日亦會舉辦音樂會、電影觀賞、市集及簽書會等，除了永續概念外，其各組織自負盈虧及社會文化傳遞，應可提供園區勞工育樂規劃的參考。
- (3) 資源循環結合城市農場之試驗場域，除了提供居民活動空間、有機農作物、環保永續觀念，亦結合教育提供兒童開放性農業工作室、成人園藝技術研討會及手作課程，以不花費資金的情形下，種植綠色植物、製作生活必需品，提升生活技能。



➤ 中科訪團與法國資源循環結合城市農場之試驗場域人員合影



➤ 試驗場域的堆肥處理設施

肆、心得與建議

歐盟於 2019 年發布《歐洲綠色新政》(European Green Deal)同時通過《歐洲氣候法》(European Climate Law)，並於 2020 年由歐盟執委會提出《新循環經濟行動計畫》(New Circular Economy Action Plan, CEAP)，力爭成為氣候中和的歐洲大陸，在政策法規推動下，搭配產業轉型、能源替代及科技研發，以及最重要的公私部門與消費者的思維，將永續發展及氣候目標的關鍵途徑確實落實，有關本次參訪心得與建議如下：

一、推動永續政策

德國及法國制定許多循環經濟、淨零碳排及能源管理的政策，例如德國《再生能源法》、《氣候保護法》及巴黎市氣候行動計畫等，向上支持歐盟相關法規及計畫，向下支援公私部門及民眾推動實踐，展現高度前瞻與實務的做法，無論是巴斯夫的永續綠色工業園區、實現能源民主的德國綠能村、法國資源循環試驗場域、翻新的巴黎鐵塔與下水道系統，皆展現永續經營的思維。我國環境部近年持續訂定及修訂《氣候變遷因應法》、《碳費收費辦法》及《資源回收再利用法》等，政府相關部門亦訂定許多永續指標及目標，建議結合歐洲實務經驗，導入並聚焦於科學園區的淨零轉型作為。

二、公私部門轉型

全球知名企業巴斯夫、BMW 及施耐德電機公司，在企業創立百年之後，除了持續生產客戶所需產品外，亦轉型導入智慧能源管理系統提高效率、設計循環經濟的產品、綠色供應鏈管理、環保再生材料應用、物聯網 IoT 及大數據 AI 分析，不斷精進企業 ESG 作為，並宣示 2050 淨零及 SBTi 驗證，順應時代潮流進行轉型，持續努力值得園區廠商效仿。此外，法國巴黎百年知名地標艾菲爾鐵塔及下水道系統，也投入大量資金導入節省能資源、

自動化監控系統的設施，雖節省的貢獻量/減碳量與投入資金無法相比，但具備永續淨零的象徵性意義，提供管理局不同思維。

三、綠能與循環經濟

歐洲各國持續以《巴黎協定》1.5°C 升溫限制為目標，但即使企業生產過程努力減少溫室氣體排放應無法達成，這時必須倚靠大眾及自然的力量，德國維爾德波爾茨里德綠能村及法國資源循環結合城市農場之試驗場域就是很好的例子，透過民眾、NGO 團體的參與，政府部門補貼與技術支援，自給自足還能販售多餘的資源。現今國內綠能處於成長階段，企業為因應溫室氣體減量及永續發展，建議可與國內社區團體合作，推動再生能源發電與碳權合作機制，得到雙贏之局面。此外德國政府資助成立陸地及海洋碳移除研究計畫，包含碳捕捉、封存、利用等技術，在基礎科學領先世界的德國，可期待成為氣候解決有效方案。

曾參與陽明交通大學白曠綾榮譽退休教授「化焦慮為希望的氣候行動方案」工作坊，白教授介紹由國際非營利組織 Climate Interactive 與麻省理工學院共通開發的氣候解決方案模擬器 ENROADS，模擬將全球升溫控制在 1.5°C，在能源選擇、工業與運輸提高能源效率、制定碳價、碳移除、人口與經濟成長等各方面都需要高度著墨才能低於 1.5°C，顯示淨零碳排非一己之力能達成，但也代表身為地球的一份子都需竭盡所能。

本次透過參訪與觀摩歐盟長期推動節能減碳及永續發展作為，百年企業順應潮流進行轉型，導入能源管理、智慧監控、資源循環及投資推廣再生能源，農村亦積極推廣再生能源，振興經濟也改善村莊面貌，提供科學園區在推動淨零永續上不同的思維，也提供園區廠商另一條減碳路徑，期望強化園區競爭力與永續韌性。