

出國報告（出國類別：考察）

德國再生能源憑證管理單位 出國報告

服務機關：經濟部標準檢驗局

姓名職稱：劉勝男簡任技正、張彥堂技士

派赴國家：德國

出國期間：106年9月17日至9月23日

報告日期：106年12月12日

壹、	背景及目的說明	5
貳、	活動行程簡述	6
參、	出席團員名單	6
肆、	過程記要	7
一、	拜訪德國聯邦環境局(UBA)	7
二、	拜訪再生能源電力來源保證註冊中心(HKNR).....	13
三、	參訪再生能源村(Feldheim).....	20
伍、	心得及建議	27

圖目錄

圖 1、德國再生能源發電量推動目標.....	7
圖 2、德國 2010~2017 年各類別再生能源發電量占比.....	8
圖 3、2016 年德國各類別發電裝置數量.....	9
圖 4、德國 GO 運作方式.....	10
圖 5、德國產地證明書制度及 FIT 制度之發電量比例.....	11
圖 6、與 UBA 人員合照.....	13
圖 7、德國再生能源憑證制度議題討論情況.....	14
圖 8、德國 HKNR 之負責人說明 EECS-GO 相關核發程序.....	14
圖 9、EECS-GO(s)有效期限說明圖.....	16
圖 10、與 HKNR 成員合照.....	19
圖 11、太陽能發電設備資訊.....	21
圖 12、風力發電設備說明.....	22
圖 13、風力發電機設備資訊.....	23
圖 14、生質能發電流程.....	24
圖 15、生質能發電設備.....	24
圖 16、生質儲存槽.....	25
圖 17、鋰電池之設置說明.....	26
圖 18、再生能源村之儲能系統.....	26

表目錄

表 1、德國 EECS-GOs 相關收費標準	19
------------------------------	----

壹、背景及目的說明

面對能源需求增加與暖化課題，世界各國於 2015 年達成巴黎協議訂定減碳計畫，並已於 2016 年 11 月 4 日正式生效，成為具有法律約束力的全球性協議。我國政府則為因應全球減碳趨勢及推動在 2025 年達成非核家園，目標 2050 年將溫室氣體排放量降為 2005 年排放量的 50%，以及再生能源(綠能)發電量占總發電量的比例達 20%，因此，以太陽光電及離岸風電作為發展再生能源的主力，提出「太陽光電 2 年推動計畫」及「風力發電 4 年推動計畫」，積極推動再生能源產業的發展。

此外，電業法修正條文於 106 年 1 月 26 日經總統府公布實施後，將開放民間設置再生能源電廠，且可透過直供及轉供(代輸)、自發自用等多種方式進行綠電自由買賣。同時 Google、Apple 等國際企業除承諾自有營運設施及數據中心使用 100% 再生能源外，也鼓勵其國際供應鏈使用再生能源，因此可以了解未來再生能源的需求量將快速且持續增加。

由於可預期未來的再生能源交易市場將持續成長，行政院能源及減碳辦公室責成本局規劃及建構國內再生能源憑證制度與憑證中心，因此，本局向行政院申請「再生能源憑證中心及檢測驗證發展旗艦計畫」執行相關任務，並於 106 年 6 月成立國家再生能源憑證中心，推動與研擬再生能源憑證制度，制定太陽光電、風力、地熱、生質能發電等再生能源設備查核機制與發電量查證標準，也同時建置能源資訊大數據管理平台與查核系統，以提高再生能源憑證的可信度，並加強與國內外憑證相關機構、環境效益和企業社會責任之鏈結，俾提高憑證之價值。

此次赴德行程，主要拜會德國憑證主管機關德國聯邦環境局(Umweltbundesamt, UBA)、憑證管理單位再生能源電力來源保證註冊中心(Herkunftsnachweisregister, HKNR)以及參訪再生能源村(Feldheim)，瞭解德國再生能源憑證：來源保證(Guarantees of Origin, GO)之細節與管理方式，透過拜訪運用不同再生能源自給自足的再生能源村，實地瞭解其規劃經驗，以供本局後續規劃多元再生能源憑證之參考。

貳、活動行程簡述

日期	地點	工作內容
106年9月17-18日	臺灣-德國柏林	啟程，搭機前往德國柏林。
106年9月19-21日	德國柏林	<ol style="list-style-type: none"> 1. 與德國聯邦環境局(UBA)會談，就其認證之國際標準組織會員相關實驗室，討論再生能源發電設備驗證檢測方式，瞭解其來源保證(Guarantees of Origin, GO)管理角色與制度規劃。 2. 拜訪再生能源電力來源保證註冊中心(HKNR)，以瞭解其管理平台內容與核發電子憑證之方式與細節。 3. 參訪再生能源村(Feldheim)，瞭解其如何因德國能源轉型計畫政策鼓勵下，結合風力、太陽能、沼氣等不同再生能源，達成能源自給，提供給產業不發達的偏遠鄉鎮的選擇，以作為本局後續規劃多元再生能源憑證之參考。
106年9月22-23日	德國柏林-臺灣	回程，搭機返回臺灣。

參、出席團員名單

姓名	單位	職稱
劉勝男	經濟部標準檢驗局	簡任技正
張彥堂	經濟部標準檢驗局	技士
李豪	財團法人台灣電子檢驗中心	經理
陳韻晴	財團法人台灣電子檢驗中心	專案管理師

肆、過程記要

此次赴德行程，主要拜會德國憑證主管機關德國聯邦環境局(Umweltbundesamt, UBA)、憑證管理單位再生能源電力來源保證註冊中心(Herkunftsnachweisregister, HKNR)以及參訪再生能源村(Feldheim)，瞭解德國再生能源憑證：來源保證(Guarantees of Origin, GO)之細節與管理方式，透過拜訪運用不同再生能源自給自足的再生能源村，實地瞭解其規劃，以供國內微電網系統與本局後續規劃多元再生能源憑證之參考。

一、拜訪德國聯邦環境局(UBA)

德國聯邦環境局成立於 1974 年，原隸屬於聯邦內政部，於 1986 年改制歸屬於聯邦環境、自然保育及核能安全部，並於 2005 年將總部由柏林(Berlin)遷至德紹(Dessau)，是德國聯邦政府負責環境事務的部門，目前有 1,500 位員工，其中 920 位於總部辦公，2016 年預算近 1.22 億歐元，主要職責是為政府提供科學的技術支援、實施環境法律（化學品、藥品和植物保護機構排放交易授權）、公眾環境保護意識的宣傳。2014 年德國聯邦環境局亦提供聯邦經濟與技術部(BMWi)有關再生能源部分之協助，包括再生能源之科學研究與發現，以及再生能源法令規定之執行措施，如電力來源註冊及區域證明註冊，也是此次拜訪之目的。

德國為確保能源安全，並達成環境永續以因應氣候變遷，早從 1980 年，即著手規劃能源轉型(Energiewende)，希望藉由再生能源的發展，減少對石油、天然氣、煤炭及核電的依賴。依據德國政府再生能源法案 (RESA) 的修正案，明訂德國 2025 年再生能源發電量需佔總用電量 40~45%，2035 年目標進一步提高到 55~60%，至 2050 年再生能源發電量須超過 80%。

Erneuerbare Energien – Ziele der Bundesregierung

EE-Anteil am Bruttostromverbrauch	
2025	40 – 45 %
2035	55 – 60 %
2050	mindestens 80 %

圖 1、德國再生能源發電量推動目標

德國政府於 2000 年頒布再生能源法(Erneuerbare Energien Gesetz, EEG)，此法規劃了再生能源躉購制度(Feed-in tariff, FIT)，在契約年限 20 年間，保證全數收購再生能源，確保再生能源電業投資者的投資報酬，促使德國再生能源發電量的持續快速增長，德國再生能源之發電占比自 1990 年之 18.9TWh 成長至 2000 年之 36.0TWh，於 10 年間成長近 2 倍，至 2016 年更大幅成長至 188.3TWh，佔全國發電量之 31.7%，即表示德國再生能源供應全國近三分之一的電力消費量，而德國再生能源發電類別亦相當多元化，其中太陽光電部分總裝置容量為 38 TWh、風力發電部分總裝置容量為 77 TWh、生質能部分總裝置容量為 52 TWh、水力發電部分總裝置容量為 21 TWh。在發電量結構方面，德國 2016 年發電量合計為 6,103 億度，其中 25.8%是來自於再生能源，再生能源發電量合計為 1,573 億度，其中以風力發電 524 億度占比最高(33.3%)；其次依序為生質能 428 億度(27.2%)、太陽光電 352 億度(22.4%)、水力發電 208 億度(13.2%)及家庭廢棄物 61 億度(3.9%)。

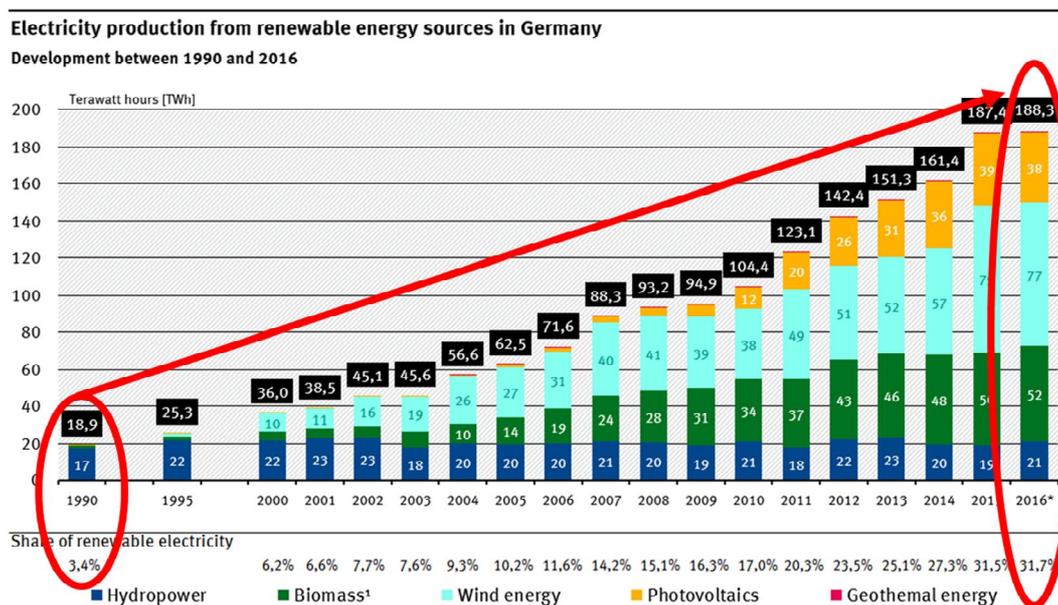


圖 2、德國 2010~2017 年各類別再生能源發電量占比

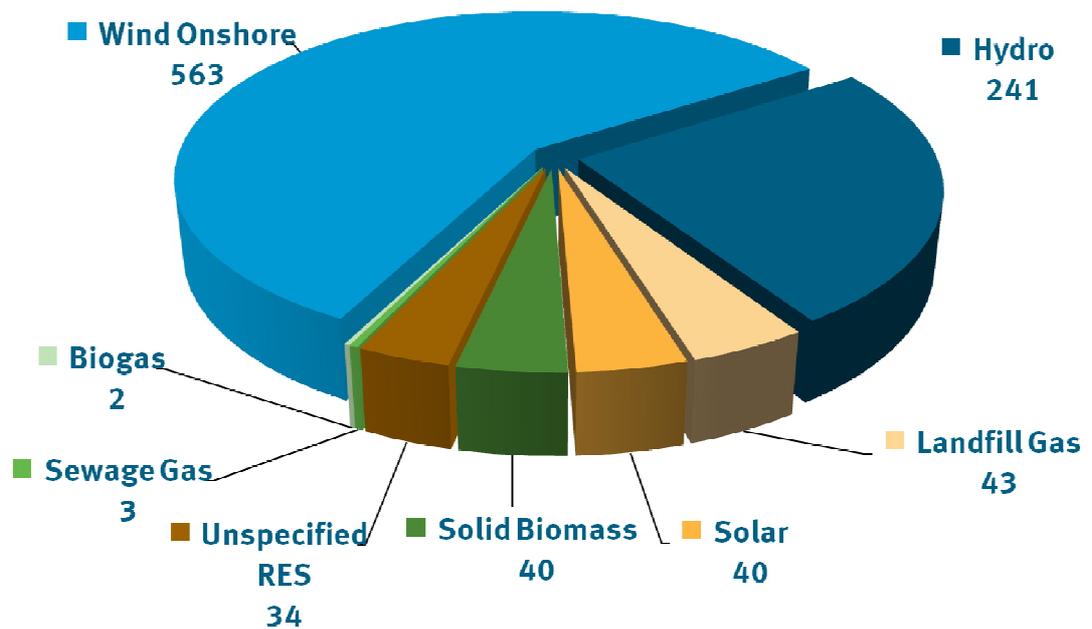


圖 3、2016 年德國各類別發電裝置數量

(一)、來源保證(GO)

根據歐盟 2003 年內部能源市場指令(Directive 2003/54/EC)，要求電力供應商應對最終能源消費者提供電力相關資訊，而 2009 年電力市場指令(Directive 2009/72/EC)也規定，電力供應商需要向消費者披露電力的來源，例如發電來源、碳排放量等資訊。在這樣的要求下，GO 成為歐洲證明電力來源的重要機制，透過這樣的機制，用電戶可以根據需求選擇對於環境有效益的電力產品，也因為能證明電力來源，更提高用電戶採購再生能源的動機，連帶創造出再生能源發電的市場需求。由圖 4 可知當再生能源電力的生產者，生產電力並同時將能源數據上傳至 GO 系統中，其中電力透過電力網路傳輸到消費者手上，而 GO 會從生產者的帳戶轉移至交易者帳戶，再轉移到電力供應商帳戶中，一旦完成所有轉移程序，GO 即會從系統中註銷(cancel)。

各國的 GO 雖符合歐盟指令規範，然各國之規定與制度仍不盡相同，因此歐盟透過 AIB 協會建立 European Energy Certificate System (EECS)標準化系統，以透明的證書監督系統來管控各國 GO 運作，並成為歐盟再生能源證書跨國交易的重要平台，用來轉移跟管理歐盟境內 GO，也確保證書不會被重複計算(double counting)、宣告(claiming)與歸屬(attributing)。

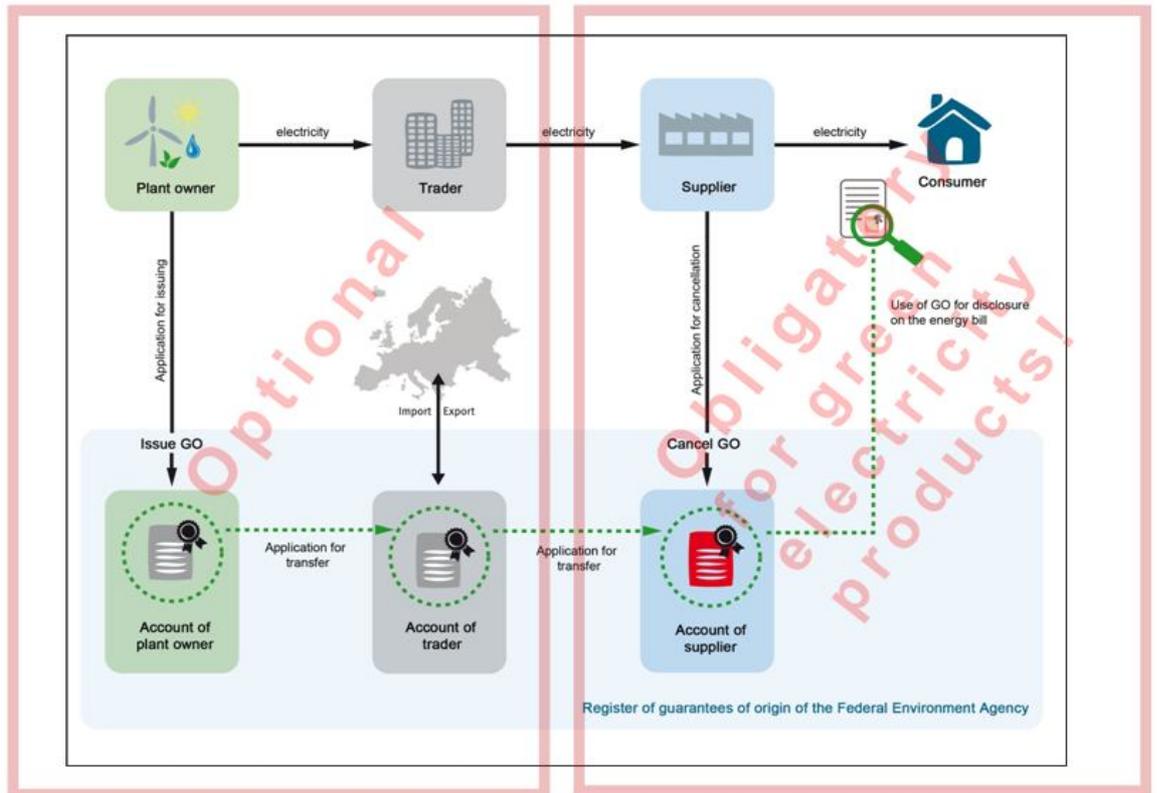


圖 4、德國 GO 運作方式

在德國，電力消費者可以自由選擇是否使用再生能源及其比例，然若選擇再生能源的消費者將受益於 HKNR，因為 UBA 成立 HKNR 以監督、審查及確保電力之交易和分配情況，藉由 EECS-GO 系統保證其電量係可靠且防止重複計算。因此營運商如果希望以來源保證直接出售電力，就必須在 HKNR 內註冊營運商及其發電設備。而依據德國「再生能源法(EEG)」，若廠商選擇於 HKNR 註冊並出售其發電量，則他們必須放棄取得 FIT 之資格或市場溢價之補助方案。當發電設備營運商將其設施註冊於 HKNR 網址(www.hknr.de)後，UBA 即開始依據其產生之再生能源量核發 GO，並將其計入發電設備營運商帳戶，而目前德國營運商選擇產地證明書(GO)之總發電量為 25TWh，佔其再生能源總發電量之 13.3%。

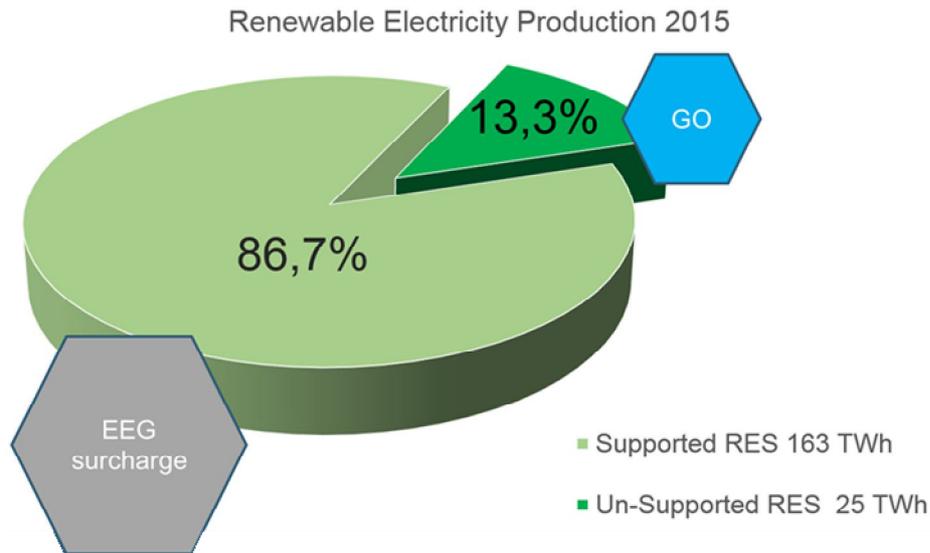


圖 5、德國產地證明書制度及 FIT 制度之發電量比例

德國 UBA 為符合歐洲相關消費者保護措施之要求，必須確認電力來自來源證明書(GO)，即依據 HKNR 管理平台提供之相關資料。再生能源的 GO 與出生證明書相似，其 GO 僅提供再生能源之發電量及來源，並不包含其他環境效益(例如：能源質量、生態影響、碳排放量等效益評估)，且 GO 均以電子憑證之形式顯示其再生能源之電力於何時、何處生產並進入電網等資訊，而該電子憑證將於用戶揭露自身電力資訊時即宣告終止。

此外 UBA 還與歐盟各國憑證管理平台進行合作，主要是因為歐盟各國彼此能進行電力進出口交易，透過與歐盟其他國家管理單位合作，藉以確定並承認彼此核發 GO 的必要標準與流程。而根據跨國電力供應商的供需條件，UBA 將註銷對供應給消費者的再生能源 GO 數量，如此可確保 GO 不會重複出售給消費者。根據 2015 年數據，挪威賣給德國的 GO 數量占近 6 成。

(二)、參觀 UBA 綠建築

行程結束後，UBA 接待人員安排參觀其獲得「大型公共行政組織」類歐洲生態管理與審核制度獎 (Eco-Management and Audit Scheme, EMAS) 之低耗能辦公大樓「Haus 2019」。歐洲生態管理與審核制度獎是由歐盟執委會所制定，並且頒發給符合 EMAS 規定中各項嚴格要求的企業和組織。EMAS 標準是由國家認定且獨立的環境保護專家進行審查。德國聯邦環境局作為德國

的環境保護先驅，已有 12 棟建築物獲得 EMAS 的認證。整年當中，該大樓「Haus 2019」藉由太陽能光電設備與熱泵所產生的能源，能夠降低對外在能源的依賴。德國聯邦環境局廣泛地使用友善環境的資源，如使用永續經營且無揮發性有機物質的森林木材，以及利用廢紙纖維達到隔熱作用。安裝在屋頂的太陽能光電設備用來生產電力，而熱泵則可利用地下水調節建築物內的溫度，達到冬暖夏涼之效果。

德國在第二次世界大戰後，主要是依靠重工業及製造業的發展，帶來快速之經濟復甦，雖然為人民帶來了收入，但相對對德國的環境產生嚴重的污染，故德國政府為控制汙染狀況，即提出友善環境之觀念及相關政策，也因此原本總部位於柏林的 UBA 選擇遷移至受到重工業污染的德紹，有其象徵性意義。而 UBA 當初透過建築競賽來徵選，其目的即是希望能成為一個最佳友善環境之模範。該建物結合環境之顏色有著不同的意涵，細部設計皆已採取用自然光線為主體，每位員工擁有自己獨立的辦公空間，並可自行設計帶入花花草草綠化辦公室空間，其公共空間之種植花園亦採取回收玻璃砂土，藉由玻璃砂土可保水又排水功能，亦兼具美化友善環境之功能。

其建物整體之設計，充滿並結合許多對環境友善之作為，包括人性化之辦公空間、無障礙空間等等，透過該導覽觀賞到許多對環境永續之設計巧思，很難想像這棟建築是 12 年前興建的！的確值得深思目前台灣之發展，包括綠色建物之推廣，除環境之設計與融合應再加強結合綠色能源之部分，而部分封閉之思維應予以捨棄，與自然環境之結合之建物概念，著實讓人嚮往，期許台灣未來也能朝此發展。



圖 6、與 UBA 人員合照

二、拜訪再生能源電力來源保證註冊中心(HKNR)

德國在先前(2004~2012.12.31)之發證機構為 Öko-Institut(應用生態研究所)，但由於歐盟指令 2009/28 / EC 的要求，其中規定會員國必須建立準確、可靠和防欺詐的來源保證機制，UBA 故於 2012 年成立 HKNR 並於 2013 年 6 月開始執行來源證明(GO)之相關核發(然其發電量是自 2013 年 1 月開始計算)。本次考察之 HKNR 單位，其主要負責部門為第 2.7 部門，為核發憑證制度之主要負責單位。本次考察由該部門最高主管 Michael Marty 及其團隊共同與會，HKNR 主要是負責 GO 系統追蹤與註冊管理等相關事宜，目前該部門總共有 13 位 GO 專職人員負責。



圖 7、德國再生能源憑證制度議題討論情況



圖 8、德國 HKNR 之負責人說明 EECS-GO 相關核發程序

因本次參訪會議提出之問題較為多元化，故彙整會議之討論資訊，其他關於德國來源證明之說明詳列如下：

1. 在德國只有 EECS-GOs 可用於公開再生能源產品的能源。如果電力供應商向第三方(國外)轉移再生能源電力，同時也需要轉移相對應數量之 EECS-GOs。
2. EECS-GOs 之效期：EECS-GOs 只能使用 12 個月。有效期從生產月份開始。生產週期例如 1 月 1 日至 1 月 31 日，則 EECS-GOs 可以使用到下一年 1 月底。UBA 依法會自動取消超過 12 個月的 EECS-GOs，而過期的 EECS-GOs 不能再用於宣告(claim)目的，說明如圖 9 所示。
3. 在德國 UBA 是聯邦一級的行政機構，優於德意志聯邦共和國，UBA 針對 EECS-GOs 的追蹤管理及其相關活動是獨立的。在德國仍可能有私人機關執行頒發 EECS-GOs 證書。但它們可能不被用於追蹤或揭露。他們將會被盡快淘汰。UBA 不接受其他私人單位核發之 EECS-GOs 匯入其 EECS-GOs 之追蹤系統，亦不接受他們所揭露之相關資訊。
4. 在德國避免重複計算 EECS-GOs 之方式有：
 - (1) 透過電子平台及追蹤系統註冊。
 - (2) 電網營運商的數據報告。
 - (3) 使用環境審核員(現場查核)。
 - (4) 若是由於技術方面之障礙問題所導出的 EECS-GOs 不能在 UBA 註冊表中使用或轉移。
5. 德國對於再生能源發電之補助方案有哪些？
 - (1) FIT 制度(Feed in tariff)-發電設備營運商可收到固定之電力收購費率。
 - (2) 優於市場價格-發電設備營運商出售在市場上生產的電力，並根據 FIT 制度收取溢價以彌補損失。
 - (3) 綠色能源特權-電力供應商節省了一定數量的「EEG-Umlage」，並將其交給發電設備營運商；而 EEG-Umlage 指的是再生能源的擴張可以得到資助，也就是說再生能源系統營運商將電力供電到公共電網中，會獲得固定的報酬。這指的是傳輸系統營運商 (TSO) 在電力交換中出售他們提供的電力時，若證券交易所的價格低於法定利率，TSO 之間的差額將可以被報銷。



- ▶ Verwendung „spätestens 12 Monate nach Ende des Erzeugungs-zeitraums der Strommenge“, sonst Zwangsentwertung durch UBA (§ 17 Abs. 5 HkRNDV)
- ▶ Keine Ausstellung durch UBA, falls sofortige Entwertung nötig (§ 6 Abs. 1 Nr. 7 HkRNDV)



圖 9、EECS-GO(s)有效期限說明圖

6. 上述第 5 點之補助計畫與電力資訊揭露之關聯性：
 - (1) 如果發電設備營運商採用 FIT 制度或優於市場價格之電力，將無法申請並且不會收到 EECS-GOs。
 - (2) 如果能源供應商利用綠色能源特權，並將一定數量的「EEG-Umlage」交給發電設備營運商，即此數量之電力可以申請 EECS-GOs。
7. HKNR 之來源證明 (GO) 追蹤系統之研發廠商為 ATOS Austria，其採用技術是 Oracle Database。
8. 為確保再生能源追蹤系統之資訊技術安全，HKNR 藉由：
 - (1) 使用者名稱與密碼；
 - (2) 密碼必須每年更換一次；
 - (3) 驗證碼；
 - (4) 針對重要交易採用手機授權碼程序；
 - (5) 採 PostIdent(德國郵政公司對於員工安全個人身份識別之方法)作為使用者安全識別；
 - (6) 該網站使用 https 加密；
 - (7) 既有的 IT 安全概念；
 - (8) 滲透試驗。
9. 如何確認 EECS-GOs 內容之有效性：
 - (1) 使用計量表；
 - (2) 電網營運商報告生產電力之數據；
 - (3) 透過現場查核員確認關於設施和某些情況下的生產電量。
10. 如何確保每單位生產的能源只能發放一個 EECS-GOs：UBA 是德國唯一核發 EECS-GOs 的主管機關，核發 EECS-GOs 只採用第三方電網營運商提供之有效數據。

11. UBA 為避免廠商之詐欺行為(如：重複核發、交易…)，採用技術註冊表來幫助避免欺詐行為。此外，UBA 要求歐盟稅號身份號碼藉以防止。如果 UBA 知道欺詐行為，有權得以處以罰款，並將案件移交給檢察機關。
12. 對於核發 EECS-GOs 之電量計算方式為採用電網營運商對安裝在電網中的電量計量點產生的電量進行計算。在德國，電網營運商有責任報告有關計量點的數據。
13. 在德國，抽蓄式水力發電是得以核發 EECS-GOs，但不採電表儀器讀值，是透過現場查核員向 UBA 證明發電設備營運商之生產和使用電力數據。
14. 當不同發電廠(如同時有太陽能發電、生質能發電)之發電量僅有一顆電表讀值時，則發電設備擁有者必須說明如何計算他的發電廠的正確電量計算的公式，最後再由現場查核員驗證公式是否正確。
15. EECS-GOs 讀取發電量時間即核發 EECS-GOs 都是每月一次，由第三方電網業者提供發電廠併網之電力資料作為 EECS-GOs 核發數量之依據。
16. 德國可核發 EECS-GOs 之再生能源設備營運商之發電設備必須位於德國、德國專屬經濟區、或至少在與另一個國家（奧地利、瑞士、法國、盧森堡）的邊界上。
17. 再生能源設備商向 UBA 提出來源證明(GO)申請註冊時，應提供下列電子數據與資料：
 - (1) 自然人姓名，法人姓名和註冊辦公室；
 - (2) 發電設備位置；
 - (3) 其電力傳送的一般供應系統的電網營運商的名稱和地址；
 - (4) 生產電力設備中產生電力的能源載體，包括不再生能源；
 - (5) 若是生物質發電廠的情況下，是否允許植物僅允許使用生物質或其他能源的指示；
 - (6) 設備製造商的名稱與安裝類型；
 - (7) 電網營運商在再生能源法案使用的設備識別號碼(如果有的話)；
 - (8) 電網連接點的測量裝置或測量點的編號；
 - (9) 發電廠的發電設備電源；
 - (10) 發電廠營運時間；
 - (11) 發電廠發電系統與電網營運商之連接點計量；

- (12)若與多重營運商之連接點計數點測量，用於根據計數點測量的當前數量確定要註冊的發電廠實際產生的電流量與提供給最終消費者的計算公式；
 - (13)計算在測量點(發電廠至電網)測量的當前量的計算公式要確定安裝註冊實際產生的電量，將其送入電網並提供給最終消費者；
 - (14)發電廠是否有相關配備讓網路營運商可以隨時調用相應實際饋入的技術設施；
 - (15)若沒有上述第(m)點之技術裝置，則使用營運商之儀表讀數；
 - (16)發電廠之轉換系數(如果有的話)；
 - (17)發電廠是否有任何投資支持方案；
 - (18)如果帳戶持有人有多個帳戶，註冊管理機構要分配投資的帳戶。
18. UBA 針對發電設備為每 5 年檢查一次。
19. 針對系統數據錯誤之更正方式為：UBA 可以更正註冊數據，每個用戶都有義務糾正其數據。如何發錯誤數量之 EECS-GOs，其所有者必須申請取消該 EECS-GOs 數量。UBA 可能會發布一個新的和正確的。如果 UBA 沒有發布足夠的 EECS-GOs，它只會發現缺少的。如果 UBA 發行太多的 GO，則在下次安裝所有者申請 GO 時可能拒絕發出 GO(扣除的意思)。
20. 發出、轉移及取消 EECS-GOs 相關費用如表 1。

表 1、德國 EECS-GOs 相關收費標準

No	Fees	
1	EECS-GOs 核發項目	每一單位 EECS-GOs 之費用(歐元)
1.1	核發來源保證書	0.01
1.2	轉讓 EECS-GO(s) (國內→國內)	0.01
1.3	轉讓 EECS-GO(s) (國內→國外)	0.01
1.4	轉讓 EECS-GO(s) (國外→國內)	0.01
1.5	註銷(Cancellation) EECS-GOs	0.02
2	設備相關費用	每次變更費用(歐元)
2.1	發電設備註冊費	50
2.2	發電設備轉讓費	10
3	帳戶年費	每年費用(歐元)
3.1	每年運作超過 500,000 單位 EECS-GOs 之帳戶	750
3.2	每年運作 15,001~500,000 單位 EECS-GOs 之帳戶	500
3.3	每年運作 2,501~15,001 單位 EECS-GOs 之帳戶	250
3.4	每年運作少於 2,500 單位 EECS-GOs 之帳戶	50

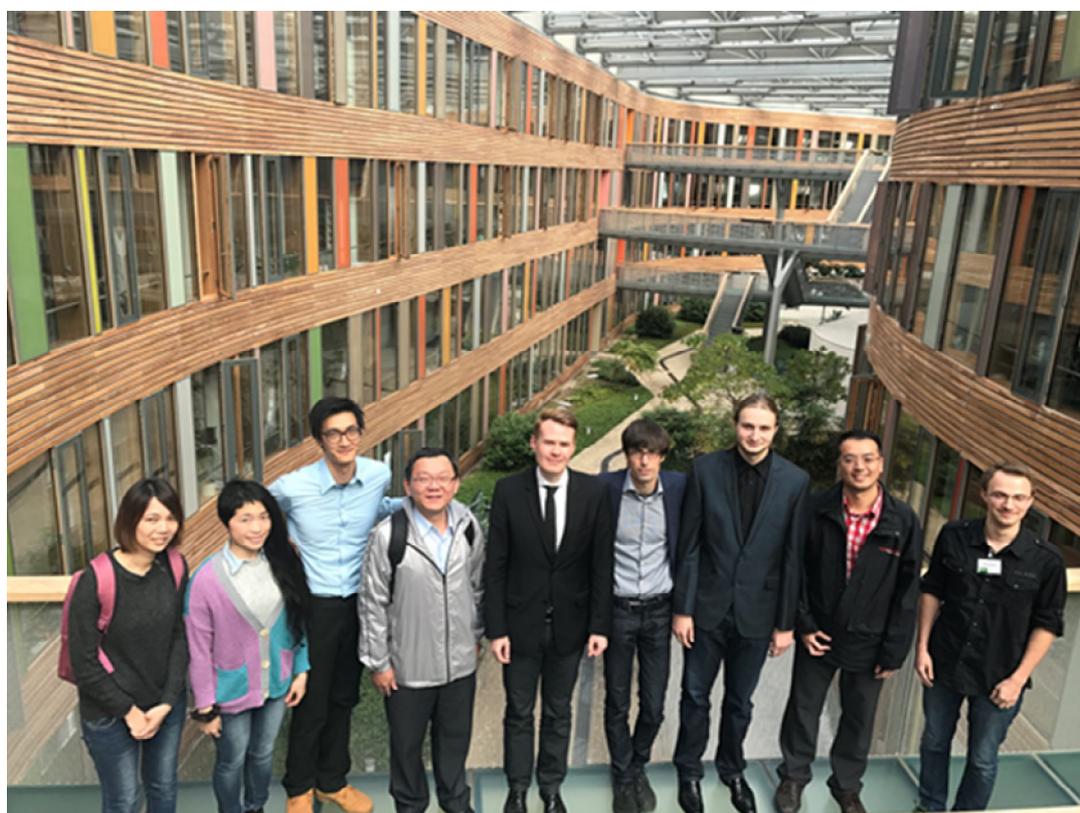


圖 10、與 HKNR 成員合照

三、參訪再生能源村(Feldheim)

德國再生能源村-Feldheim 位於柏林西南方 60 公里處，該村莊是全德國第一個光靠再生能源就能自給自足的小村落，該村人口僅近 150 人左右，雖然 Feldheim 在 1995 年就興建了 4 座風力發電廠，村民仍主要以畜牧和務農維生，但在農作物與奶製品行情不佳情況下，村民與再生能源公司「能源來源」(Energiequelle GmbH)合作，興建生質能發電設施，將玉米、穀物等農作物，搭配豬牛堆肥進行產熱與發電，2008 年生質能發電設備開始運轉同時，也裝置太陽能發電設備，因此，發展出現在所謂再生能源村的雛型與樣貌。

該村落不只擁有一種綠色能源技術，它同時具有生質能(沼氣)發電、風力發電及太陽能發電，亦建構了自有電網與熱源分配網絡，整個村莊的電除自給自足外，還可將 99% 的電賣到能源市場上，除達到碳中和目的，電費上更節省了近 1/3。而今，這個小村落不僅發展出綠色能源自給的特色外，還多了一項：觀光，每年數以千計來自世界各地的考察團前來取經，為此還將舊旅館改建成為再生能源訪客中心，提供再生能源教育、經驗分享與不定期展覽。

(一)、太陽能發電裝置

目前能源公司將使用距離農村約五英哩的舊軍事用地發展大規模太陽能發電，設置近萬片的太陽能發電模組，其裝置容量為 2.25MWp，每年可生產 27.48MWh 之發電量。

太陽能發電設備設置模型



追日型太陽能發電設備



太陽能面板銘牌



變流器銘牌



圖 11、太陽能發電設備資訊

(二)、風力發電裝置

Feldheim 原係利用風車推動磨機研磨玉米，其具有良好之風力資源。而於 1991 年政府採取積極舉措，公告之「德國電氣法」引發了德國風能發電之熱潮。並隨著 2000 年推出的“再生能源法”，其相關風力發電投資效益持續至今日。Feldheim 最早風力發電機組之設置可追溯到 1995 年，並於 2014 年陸續汰換更高裝置容量之風力發電機組。Feldheim 目前共有 55 座風力發電機組，其總裝置容量達 122.6MW，每年能夠生產 175 兆度之發電量。其所生產之發電量僅只有一小部分被當地居民所使用，其他剩餘之電力均透過公共電網販售予德國其他用戶。費爾德海姆的村民為“他們”的風電場感到自豪，但一開始他們擔心其農田會被風力發電機破壞，故於風機設置規劃時密切協商與討論，此過程亦將減少對農地之破壞。



圖 12、風力發電設備說明

風力發電機組



風力發電機發電量資訊



風力發電機變壓設備



風力發電機線路說明

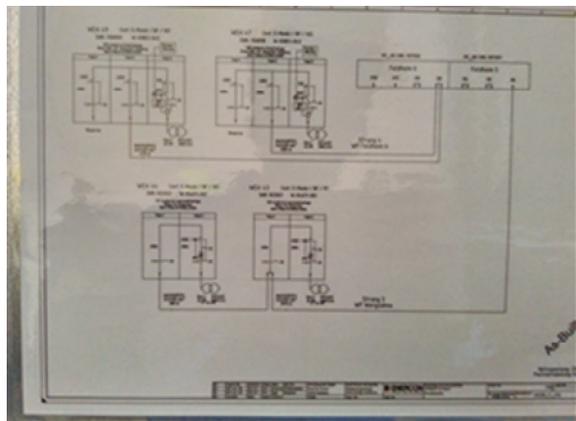




圖 13、風力發電機設備資訊

(三)、生質能發電裝置

再生能源村最早發展之再生能源設備為生質能發電，而沼氣發電原料來源是來自周遭畜牧業的豬糞、牛糞及枯枝落葉等生質燃料，並再將其經處理、沈澱等程序進行發酵後，利用產生之甲烷進行發電；生質能發電廠於燃燒甲烷之同時共同產生電力和熱量，在燃燒過程中釋放的大部分熱量不會消散到周圍環境，經供熱系統運用於生質發酵池、村內家庭用戶及企業等。目前每年約可運轉 8,000 小時，產生約 415 萬度(kWh)之發電量，其計算熱能和電能之能源效率達 80%。參訪過程，我們注意到沼氣發電旁有大型儲存槽，經專員解釋，該儲存槽即是將前述之牛豬糞便、落葉等儲放之地方，藉以發酵再經過各項程序完成沼氣發電，而專員進一步解釋，發酵過後之產品又可拿來做堆肥再利用，並減少垃圾處理費用，具有一舉多得之益處。



圖 16、生質儲存槽

(四)、儲能系統

儲能系統為再生能源村最大之投資，為村內電網與國家電網之連結，穩定村內之用電及備援，再生能源村之導覽員告知我們他們最驕傲之儲能系統，該儲能系統是歐洲最大之儲能系統。於該建築物中，具有約 94,080 顆鋰電池，組成 3,360 個電池模組，每個電池模組中具有 28 顆鋰電池，每兩顆鋰電池交錯設置為 14 個區塊；每一模塊之容量為 3.2 kWh，總容量為 10.79MWh，並設有 1 台 10MW 之雙向變流器進行充電及放電之工作。該電池來自韓國的 LG Chem 公司，並獲得 10 年的保固。

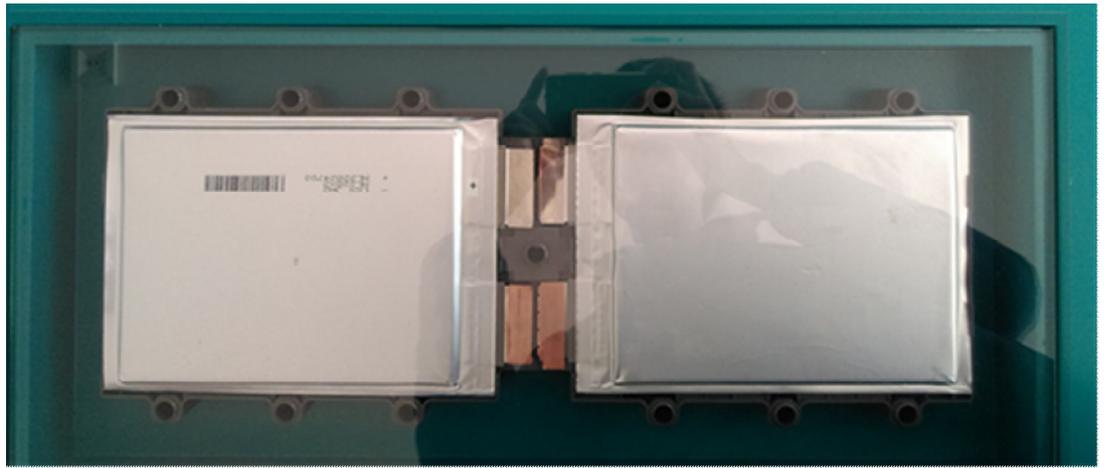


圖 17、鋰電池之設置說明



圖 18、再生能源村之儲能系統

伍、心得及建議

經由此次拜訪得知，因歐洲電力市場與台灣電力市場是有差異的，各歐盟國電力可以相互買賣交易，為統計歐洲各國之發電能源並得以追蹤，故多認同採用 EECS 作為一個具公信力之系統，然目前歐洲再生能源憑證制度，大多採 EECS-GOs 制度，也就是提供「來源證明文件」，藉以取代再生能源憑證，其作法是為能結合 EECS 統一計算並追蹤各國發電電力比例。歐洲在歐盟指令之架構結合下，再生能源憑證市場儼然是個成熟之機制市場，值得我國再深入研究與調查其相關之經驗與演變，期許並相信未來台灣電力市場之發展，亦如歐盟般得以進行跨國買賣交易，屆時再生能源憑證亦能變成能源證明之依據。本次考察心得與建議如下：

- 一、未來可考察 AIB(Association Issuing Bodies)組織，完整學習歐洲憑證制度：歐盟國家最大之電力發證機構組織為 AIB，該組織成立之淵源主要是歐洲相關證書頒發機構於 2000 年為支持再生能源憑證方案測試階段開始聚集在一起，在此階段共同制定了滿足國際電力證書管理需求的系統細節，同時，也創建了歐洲能源證書系統 (EECS) 並組建 AIB。目前 AIB 重點是針對電能，但隨著未來多樣化能源的發展，AIB 組織藉由目前之制度將延伸涉及更多之其他能源，其主要之使命即為「國際能源證書制度」，相信未來台灣發展亦可學習該組織，從再生能源憑證得以朝向多樣化能源發展。
- 二、德國推動能源來源證明(GO)制度與目前本局推動的再生能源憑證制度相似，而國際間對於再生能源電能收購之政策工具，多採行「固定躉購費率制度」(Feed-in Tariff, FIT)及「再生能源配比制度」(Renewable Portfolio Standard, RPS)兩大類，國內為確保再生能源之投資可得到基本回收效益，目前係採用 FIT 制度，以確保國內再生能源之發展；但是德國目前再生能源發展已相當成熟，因此德國再生能源法案已將 FIT 制度退場，改採競標制度及再生能源優先併聯方式，未來國內亦將會面臨之情況，當再生能源占比達相當程度時，如果持續以躉購制度將會造成政府財政負擔，因此為了國內再生能源之長遠發展，國內目前推動之再生能源憑證制度，將可作為躉購制度退場之替代方案。
- 三、本次至德國進行參訪，對於德國聯邦環境局有相當深刻的印象，該局為了緩解政府單位集中的現象並加速東西德合併之融合，於 1992 年由柏林遷移至德紹。該地區原是生產燃氣機具的重鎮，部

分土地曾遭受污染，因此德國將主管環境的部會遷移至此，亦具有重視環保的象徵意義。另外該政府單位的建築亦傳達出環境保護的價值，在設計及建材上都是以環保為依歸，辦公大樓是以曲線方式延伸環繞，並圍繞出一塊狹長的中庭，在中庭則以綠色植物及良好的採光設計，打造出明亮的辦公室環境，在解說員帶領說明辦公大樓之過程中，每個辦公室幾乎都有自然光線，在一般陽光普照的天氣，幾乎無需電燈的使用，自然也節省電力能源的使用。另外在大樓的牆面以象徵傳統德式房屋屋頂的紅色、以及綠地的綠色調和落地窗拼接，藉由不同顏色區塊製造出視覺效果，讓環境局的建築有令人耳目一新的效果，而在入口接待區亦於透光天花板設置太陽能板進行發電，更讓人瞭解該局對於環境保護與推動再生能源的決心。

四、本次參訪費爾特海姆(Feldheim)再生能源村，瞭解德國由下而上全力發展再生能源，對於一個僅有數百人的小村落也能和相關能源管理公司結合，這也表示德國民眾對於再生能源之重視，只有對於再生能源的充分瞭解，才能全村齊心一致發展再生能源，這種方式對於正在努力發展再生能源的臺灣，是值得借鏡與學習的地方，目前國內正推動「綠能屋頂全民參與」方案，為能讓此方案能順利推展執行，德國經驗更可用來仔細研究參考，另外該村於發展再生能源之後，更進一步對外行銷結合形成觀光資源，這對於未來國內澎湖、綠島正積極發展再生能源結合觀光方式，可作為未來規劃的方向。