

出國報告（出國類別：考察）

「再生能源憑證中心及檢測驗證發展計畫」參訪美國再生能源憑證發展概況

服務機關：經濟部標準檢驗局

姓名職稱：陳玲慧副局長、楊禮源科長

派赴國家：美國

出國期間：106年8月13日至8月26日

報告日期：106年11月20日

摘要

美國再生能源憑證在過去十年快速成長，其特性包含各州政府有明確的法律依據規範再生能源憑證的適用範疇與使用原則、資源解決方案中心所建立並需統一遵守的北美再生能源標準，以及自由交易市場和可以安全交易與登錄數據的再生能源憑證追蹤系統，此一運作模式值得我國借鏡。

本參訪團於赴美期間密集拜會美國再生能源憑證「制度層面單位」、「追蹤系統單位」、「大量購買再生能源之公司」以及拜會「企業社會責任機構」等 21 個單位。主要獲致心得及建議如次：

- 一、美國不同州對於再生能源配比制度 (RPS) 的要求因州而異，美國要求電力公司符合其再生能源配比制度 (RPS) 的州政府，都要求電力公司使用再生能源憑證及電子化的追蹤系統，證明其滿足使用再生能源配比制度要求。
- 二、美國再生能源憑證發展目前主要是義務性市場，自願性市場規模較小。美國再生能源憑證自願性市場電證分離之再生能源憑證 (Unbundled) 占比超過一半。
- 三、追蹤系統的功能為發行、註冊與追蹤再生能源憑證，提供義務性與自願性市場方案的驗證數據。最終目的為避免重複計算。
- 四、再生能源憑證在美國可用於範疇二的溫室氣體盤查減量，而通常不使用於碳交易及碳抵換 (Carbon Offset)。
- 五、摩根史丹利資本國際公司 (MSCI) 環境、社會、治理 (ESG) 指數已經發展出各種具有針對性的指數家族，例如 MSCI ESG Leaders 等。建議我國再生能源憑證可以考慮和 MSCI ESG Leaders 連結，作為連結國際「企業社會責任」之指標。

目 錄

壹、背景及目的說明	8
貳、行程簡述	10
參、出席團員名單	11
肆、過程紀要	11
一、拜會 北美資源解決方案中心(CRS)及與世界資源研究所(WRI) 電話會議.....	11
二、與太平洋瓦斯與電力公司(PG&E)會議.....	17
三、與 3Degrees(再生能源憑證代理商公司)會議.....	20
四、與 加州社區電力選擇整合計畫公司(MCE)會議	24
五、參訪加州公用事業委員會(CPUC).....	26
六、參訪 Google	27
七、參訪 Apple	29
八、參訪沙加緬度市政公用事業區(SMUD)風力發電案場.....	30
九、參訪加州電力調度公司(California Independent System Operator, CAISO).....	36
十、參訪美國國家再生能源實驗室 (NREL)	40
十一、參訪德州電力可靠性委員會(ERCOT).....	43
十二、拜會德州公用事業委員會(PUCT)	46
十三、拜會 卡內基梅隆大學 (Carnegie Mellon University)	48
十四、拜會美國國家標準與技術研究院 (NIST).....	49
十五、參訪聯邦能源管理委員會(FERC)	53
十六、拜會美國國家環境保護局.....	54
十七、拜會美國綠建築協會(USGBC).....	57
十八、與 Sustainable Purchasing Leadership Council (SPLC)會議 ..58	
十九、拜會 PJM Interconnection 與 PJM EIS 公司	61
二十、拜會道瓊永續指數(DJSI)	63
二十一、 拜會 摩根史丹利資本國際公司(MSCI)	64
伍、心得及建議.....	66

附件：

1. 「Introduction to RECs, US Renewable Energy Markets & Tracking Systems」簡報
2. MCE 2017 Integrated Resource Plan
3. SMUD 簡介
4. ERCOT 「ERCOT Overview, Renewables and RECs」簡報

5. PUC 「The ERCOT Market、Renewable Energy in Texas 與 Texas Electric Choice」簡報資料 3 份
6. NIST 「Smart Grid Testbed、Working with Industry to Accelerate Innovation」簡報資料 2 份
7. FERC 「FERC An Overview」簡報及補充資料
8. EPA 「International Environmental Partnership」, 「EPA-Green Power Partnership」簡報資料 2 份

圖目錄

圖 1、北美電網分布與區分圖	163
圖 2、北美再生能源憑證之定義	163
圖 3、CRS 資深經理講解美國再生能源市場	6
圖 4、本局與北美資源解決方案中心(CRS)會議現場	6
圖 5、WREGIS 憑證資訊實例	8
圖 6、PG&E 介紹 WREGIS REC Tracking System	20
圖 7、3Degrees Executive Chairman 簡報	23
圖 8、MCE 與 PG&E 電力商品收費比較	5
圖 9、加州公用事業委員會(CPUC)	6
圖 10、與 Google 會議	8
圖 11、與 Apple 人員討論其再生能源憑證購買政策與方針	30
圖 12、SMUD 2015 年電力來源比例	31
圖 13、SMUD Solano 風力專案第 3 期照片	33
圖 14、美國各州使用的追蹤系統分布圖	35
圖 15、團員於 SMUD Solano 風力發電案場合影	35
圖 16、CAISO 再生能源簽約預測	37
圖 17、CAISO Duck Curve	38
圖 18、CAISO 外觀與監控畫面	39
圖 19、團員與 Mr. Craig Williams 在 CAISO 合影	40
圖 20、美國目前再生能源市場	41
圖 21、SAM 系統網頁	43
圖 22、ERCOT 風力發電預測方法	45
圖 23、參訪 CMU 留影	49
圖 24、NIST 組織架構圖	50
圖 25、NIST 智能電網主要專注範圍	52
圖 26、全體團員於 NIST 行政大樓之 NIST 標準鐘下合影	52
圖 27、全體團員與 FERC Sarah McKinley 合影	54
圖 28、EPA 的 1500 位綠電夥伴 LOGO	56
圖 29、EPEAT 標準項目圓型示意圖	60

表目錄

表 1、美國參訪行程表.....	10
表 2、WREGIS 憑證發放與確認完整週期	169
表 3、再生能源發電量及裝置容量	42

壹、背景及目的說明

一、國家推動綠能科技產業政策目標

(一) 依據 105 年 8 月 4 日行政院能源及減碳辦公室交辦之「綠能科技政策及研發中心內部討論」及「綠能科技示範場域內部討論」會議決議：「台南沙崙綠能科學城之規劃，目前係研擬上位之政策架構，俟提報奉核後，將成立籌備處，進行細部規劃。未來希望能建立創新之平台，橋接能源國家型第 2 期計畫(NEPII)研發成果，形成綠能示範場域及生態聚落，並帶動綠能產業發展及輸出」。有關沙崙綠能科學城配合事項，相關單位分工如下：

1. 「NEPII 相關研發計畫支援配合部分，由能源局主政；
2. 再生能源檢測驗證及憑證中心部分，由標準檢驗局主政；
3. 企業研發中心進駐意願之掌握了解及科法中心規劃配合事項，由技術處主政。

(二) 經濟部 105 年 5 月 25 日經濟部施政重點簡報提及其施政目標其二：「積極開發綠色新能源，2025 年再生能源發電量占總發電量的比例達 20%」、「建立低碳永續、高質穩定、效率經濟的能源體系」。(105 年 5 月 25 日經濟部施政重點簡報檔)

(三) 國家發展委員會提供 105 年 6 月 15 日行政院長三三會簡報「五大創新產業-以創新驅動臺灣下一代產業成長動能」中，發展綠能科技創新產業(儲能、創能、節能與智慧系統整合)。(國家發展委員會 105 年 6 月 15 日行政院長三三會簡報檔)

(四) 政府科技計畫資訊網提供新政府「五大創新產業」簡報：因應節能、儲能、綠色製程的全球需求，積極發展節能(設備、資通訊及 ESCO 能源服務)、儲能及綠色製程技術，壯大並培養硬體與軟體、金融服務等，次世代產業及人才。

二、綠色能源產業躍升計畫

綠色能源產業躍升計畫目標與願景為產業產值目標達新台幣 1 兆元，提供 10 萬人就業機會。產業發展目標為扶植太陽光電系統產業成為全球主要供應商之一。並促進風力發電產業自主施工及運維製造在地化，建立離岸風力發電設備系統檢測保

養與維修技術。成為全球 LED 元件及模組主要供應國，建立國際品牌與通路。將智慧電表系統與能源管理方案輸出國。

三、國家再生能源憑證中心成立

為加速推動綠能發展，確保綠電來源及品質，國家再生能源憑證中心設置要點奉經濟部核准並於 106 年 6 月 12 日發布生效，其主要任務為受理我國再生能源憑證之申請、查核、變更或註銷等相關業務；輔導再生能源發電業者申請憑證作業；監督查核再生能源憑證之使用；協助國內再生能源憑證推廣及國際交流；建立再生能源憑證資訊平台，提供產業及金融機構投資再生能源之數據分析；提供再生能源憑證相關諮詢服務。

四、目的

配合行政院能源政策 2025 年規劃目標，再生能源佔我國總體發電量 20%，提高能源自主比例，帶動新興綠能產業；確保電力穩定供應，加速電力市場自由化。本計畫目標為擬定國內相關憑證管理之制度、細則、驗證標準規範與追蹤與查核等機制，建立再生能源憑證制度。再生能源之設備及電量經查驗證後，憑證可證明使用再生能源與其環境效益，並整合太陽光電、風力、水力及其他再生能源發電設備查核作業流程，建立一致性再生能源查核規範，以利後續再生能源憑證查核系統之推動。

美國再生能源憑證在過去十年快速成長，其特性包含各州政府有明確的法律依據規範再生能源憑證的適用範疇與使用原則、資源解決方案中心所建立並需統一遵守的北美再生能源標準，以及自由交易市場和可以安全交易與登錄數據的再生能源憑證追蹤系統。其中，美國的資源解決方案中心確保再生能源憑證的交易品質與公正性，並藉此建立高信賴度之再生能源市場，此一運作模式值得我國借鏡。

貳、行程簡述

本次美國參訪期間為 106 年 8 月 13 日至 8 月 26 日，參訪行程如表 1。

表 1 美國參訪行程表

8/13(日)	8/14(一)	8/15(二)	8/16(三)	8/17(四)	8/18(五)	8/19(六)
啟程：臺北至美國加州舊金山	上午： 拜會北美資源解決方案中心(CRS)	拜訪加州公用事業委員會(CPUC)	上午： 拜訪沙加緬度市政公用事業(SMUD)	上午： 拜訪美國國家再生能源實驗室(NREL)	上午： 拜訪德州電力可靠性委員會(ERCOT)	從德州或賓州移動至華盛頓特區
	下午：①太平洋瓦斯與電力公司(PG&E)會議②3 Degrees 公司會議③世界資源研究所(WRI)電話會議④社區電力選擇整合計畫公司(MCE)會議	下午： 1.拜訪 Google 公司 2.拜訪 Apple 公司	下午：拜訪加州電力調度公司(CAISO) (移動至克羅拉多州丹佛)	下午： 移動至德州或賓州	下午： 拜訪德州公用事業委員會(PUC)	
8/20(日)	8/21(一)	8/22(二)	8/23(三)	8/24(四)	8/25(五)	8/26(六)
從德州或賓州移動至華盛頓特區	上午： 拜訪美國國家標準與技術研究院(NIST)	上午： 拜訪美國國家環境保護局(EPA)	上午： 會議前討論會	上午： 拜訪PJM Interconnection 與 PJM EIS 公司	上午： 拜訪紐約道瓊永續指數(DJSI)	返程：美國紐約至臺北
	下午： 拜訪聯邦能源管理委員會(FERC)	下午： 拜訪美國綠建築協會(USGBC) (Administers the LEED program)	下午： Sustainable Purchasing Leadership Council (SPLC)會議	移動至紐約	下午： 拜訪紐約摩根史坦利(MSCI)	

參、出席團員名單

單位	姓名	職稱
經濟部標準檢驗局	陳玲慧 (團長)	副局長
經濟部政策評估整合辦公室	張智傑	副主任
經濟部標準檢驗局	楊禮源	科長
國家再生能源憑證中心推動辦公室	陳芄均	研究員
財團法人臺灣經濟研究院	陳彥豪	副所長
財團法人臺灣經濟研究院	陳彥霖	組長
財團法人臺灣經濟研究院	陳靜萱	專案經理
財團法人臺灣電子檢驗中心	葉錫勳	課長
財團法人臺灣電子檢驗中心	黃凱斌	組長
財團法人臺灣大電力研究試驗中心	陳信瑋	工程師

肆、過程紀要

一、拜會北美資源解決方案中心(CRS)及與世界資源研究所(WRI)電話會議

(一)北美資源解決方案中心(CRS)簡介

北美資源解決方案中心(Center for Resource Solutions，以下簡稱 CRS)，為第三方非營利機構，由專家委員會組成，並進行綠電驗證。該單位編輯北美再生能源驗證國家標準(Green-e Energy National Standard)，此標準適用於美國和加拿大等北美地區，作為再生能源之驗證標準與交易守則。

Green-e Energy National Standard 屬於 CRS 所創立之 Green-e Energy Program，Green-e Energy Program 為美國自願性再生能源交易市場的交易守則、規範與品質監督者。

(二) 會面人員

Jennifer Martin : CRS Executive Director

Orrin Cook : CRS Senior Manager, International Program

Rachael Terada : CRS Senior Project Manager

Todd Jones : CRS Senior Manager, Policy and Climate Change Programs

Letha Tawney : WRI Director of Utility Innovation

(三) 議程

日期	時程	內容
8/14	9:00AM-9:30AM	歡迎會與介紹。
	9:30AM-12:00PM	CRS 介紹再生能源憑證、美國再生能源市場、追蹤系統與設計和應用。
	12:00PM-1:00PM	午餐討論彰化縣政府與 CRS 的示範計畫。

(四) 會議紀要

1. 合格的再生能源來源

- (1) 美國由於再生能源特別是陸上風力發電成本很低，加上很多州政府強制要求，近年陸上風力發電與太陽光電有很大的發展。地熱多是過去以設置的電廠，沒有新設電廠。
- (2) 再生能源來源一般泛指風力、太陽光電、地熱、生質能與低影響水力。不包含大型水利設施(例如水壩)、核能、乾淨的煤炭與天然氣。美國核能發電發展主要是在南部州有發展興趣，但是受限於州政府對於保險的要求，因此美國核能發電很難有發展。
- (3) 美國再生能源發電電量占總發電的 13%，約 40 億 MWh。其中水力發電佔 45%、風力發電佔 34%、生質能佔 11%、太陽光電佔 7%與地熱佔 3%。
- (4) 美國風力發電之資源大多位於美國中部與阿拉斯加，太陽光電之資源多為美國東南部，水力發電資源大多位於美國

西部、五大湖區、與佛羅里達南部，地熱發電資源大多位於美國西部，生質能資源分布則較為平均散落於全美國。

2. 美國電網

- (1) 美國電網分為西部電網(Western Interconnection)、德州電網(Texas Interconnection) 與 東 部 電 網 (Eastern Interconnection)。其中東部電網又區分為不同的區域可靠度評議會與互聯，包含 NPCC、FRCC、RFC、MRO、SERC 與 SPP。(如圖 1 所示)



圖 1. 北美電網分布與區分圖

(資料來源: Center for Resource Solutions)

- (2) 每個區域的電網皆有不同的電力組成比例，以加州為例，其電力比例高至低分別為瓦斯、非水利之再生能源、水力發電、核能、石油或其他化石燃料、煤炭。

3. 再生能源憑證

- (1) 會議中釐清證電分離後綠色電力(Green Power)和灰電(Null Power)的明確定義(如圖 2 所示)，以及若灰電與再生能源憑證分離後，如何以剩餘組合(Residual Mix)做為計算排碳係數基礎的處理方式，以避免減碳效果重複計算。

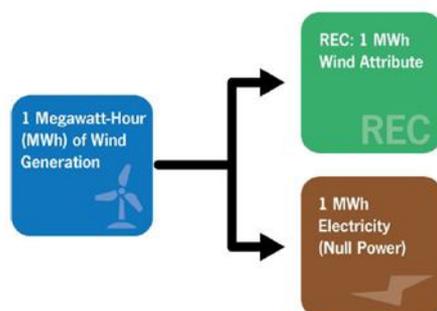


圖 2. 北美再生能源憑證之定義

(資料來源: Center for Resource Solutions)

4.美國再生能源市場

- (1) 有許多方式可以幫助再生能源成長，例如躉購或其他特殊費率與收費、稅收優惠、退稅或其他財務獎勵、碳相關規範、州政府之規範(再生能源配比制度，RPS)與自願性再生能源市場。對美國來說再生能源市場成長最重要的因素是州政府規範的再生能源配比制度與自願性再生能源市場。
- (2) 自願性再生能源市場能興盛是因為能與制度規範配合、許多國際大廠皆有設定相關自願性再生能源目標與幫忙加速市場發展等。
- (3) 自願性再生能源市場佔 25%的能源市場，義務性市場(新設再生能源)佔 36%，義務性市場(已存在之再生能源設施)28%，其他再生能源 11%。
- (4) 從 2010 年至 2015 年，自願性再生能源市場從約 3 千 7 百萬 MWh 增加至約 8 千萬 MWh，成長將近一倍。
- (5) 憑證市場的發展需要建立在推出各種不同的憑證商品，滿足消費者對於憑證的需求。
- (6) 不論是證電合一或證電分離之再生能源購買選擇中，再生能源憑證須包含在所有的購買選擇中。
- (7) 義務性市場的市場管理是由公用事業管理委員會、空氣監管機構與聯邦能源管理委員會。自願性市場則是由 Green-e Energy 進行監督。

5.溫室氣體排放計算標準範疇二

- (1) 溫室氣體排放計算標準範疇二(Greenhouse Gas Protocol Scope 2 Guidance) 中有列出契約工具 (Contractual Instruments，例如再生能源憑證)須遵循之 8 個品質標準。包含契約工具需直接傳達對應溫室氣體排放率屬性、作為溫室氣體排放率屬性的唯一宣告、可被追蹤與註銷、與盤查時效相符、來自與該公司業務相同的市場、使所有契約工具皆須提供調整過的殘差組合排放係數或載明並未提供該係數。另外兩個品質標準與公用售電業之特定排放係數、直接購買與自發自用之發電案場有關。
- (2) 另外兩個品質標準：公用售電業之特定排放係數需根據其運輸/傳輸電量而計算，任何灰電皆須被算入殘差組合

(residual mix)的溫室氣體排放係數。直接購買與自發自用之發電案場，其溫室氣體的宣告權歸購買者。

6.北美追蹤系統與最佳應用

- (1) 追蹤系統的管理者主要是政府管制機構或是由利害關係者所組成的諮詢委員會。
- (2) 追蹤系統的使用者包含發電設備擁有者(Generating Facilities)、提供用戶電力服務者(Load Serving Entities, LSEs) (公用事業)、市場交易者 (3Degrees)、合格的用電量回報機構(Qualified Reporting Entities, QREs) (通常是電網營運商、綜合電業)、州政府方案管理者、自願性市場方案管理者(Green-e, CRS)。
- (3) 美國不同州對於哪些能源使用要納入追蹤系統要求因州而異，例如 PJM-GATS、NYGATS 與 NEPOOL-GIS 皆要求所有的能源都進入追蹤系統。
- (4) 美國要求電力公司使用再生能源配比制度(RPS)的州政府，都要求電力公司使用再生能源憑證及電子化的追蹤系統，證明其滿足使用再生能源配比制度要求。美國憑證發展目前主要是義務性市場，自願性市場規模較小。

7.WRI 電話會議討論議題

- (1) 全球的溫室氣體排放計算標準 Greenhouse Gas Protocol (GHGP)是由世界資源研究所 (World Resources Institute , WRI) 及 the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)共同發展。
- (2) 相關溫室氣體排放計算技術發展包含 World Wildlife Fund (WWF) 與 World Resources Institute (WRI)及 CRS Todd Jones。
- (3) 範疇二盤查相關的溫室氣體排放計算標準更新是在 2010 年開始，到 2015 年才完成公開。
- (4) WRI 表示溫室氣體排放計算標準 Greenhouse Gas Protocol (GHGP)範疇二的市場基準中，分別列出證電分離與證電合一的再生能源憑證，精確度最高排放係數的計算方式。各種再生能源憑證都很重要，只有將所有成效聚合影響電網的排碳係數，才會達到全球溫室氣體減量目標。

- (5) 再生能源憑證通常不使用於碳交易及碳抵換 (Carbon Offset)。
- (6) 關於生質能的二氧化碳排放，在美國也有很多的爭議，並未納入溫室氣體排方的管理範疇。生質能所對應之二氧化碳排放以外的其它的溫室氣體需要單獨列出。



圖 3、CRS 資深經理 Orrin Cook 講解美國再生能源市場



圖 4、本局與北美資源解決方案中心(CRS)會議現場

二、與太平洋瓦斯與電力公司(PG&E)會議

(一)太平洋瓦斯與電力公司(PG&E)簡介

PG&E 是美國一家提供加州北三分之二,由中南部貝克斯菲爾德幾乎到加州-奧勒岡州邊界的區域,大部分天然瓦斯和電力服務等的公用事業公司。太平洋瓦電創立於 1905 年,現是 PG&E 公司(PG&E Corporation)的主要子公司,舊金山太平洋瓦電大樓(Pacific Gas & Electric Building)為其總部。PG&E 仍保持整合型的綜合電業型態,擁有發電、輸電、配電、售電等部門,但具有區域壟斷屬性的輸電系統控制權,則須交由中立的獨立系統操作者(ISO)來管理

(二)會面人員

John Pappas : PG&E Chairperson

(三)會議議程

日期	時程	內容
8/14	13:30~14:00	PG&E 介紹 WREGIS 憑證追蹤系統
	14:00~14:30	問題討論

(四)會議紀要

1.美西主要的憑證追蹤系統 WREGIS

(1)該追蹤系統主要目標有：

- 系統公平中立；
- 使用的資料是獨立、可被驗證、且可靠的；
- 提供數據以便驗證並符合國家或州政策制度；
- 防止憑證的環境效益被重複計算,提升系統信譽及增加系統使用者信心；
- 促進活絡再生能源憑證交易。

(2)WREGIS 追蹤系統可分為兩塊：憑證所有者的資訊系統(系統本身),及行政的操作則是在 WECC(Western Electricity Coordinating Council)處理；資訊系統本身主要是紀錄再生能源設備之發電量與憑證相關資訊,憑證相關資訊包含：

- 發電設備位置
- 發電技術

- 發電設備所有者
- 燃油類型(太陽能、風力…等)
- 發電設備容量
- 設備運作發電起始年份
- 憑證發放的月份年份
- 資格審驗(Program Eligibility)

詳細可見 WREGIS 實際範例，如圖 5。

Certificate Data	
WREGIS Generating Unit ID:	W1
Generating Unit Name:	General Motors Corporation RC
Primary Facility Name:	General Motors Corporation RC
Vintage Month:	8
Vintage Year:	2007
Certificate Serial Numbers:	1-CA-53-18 to 40
Total Certificates:	23
Generation Period Start Date:	08/01/2007
Generation Period End Date:	08/31/2007
Certificate Creation Date:	10/20/2007
Static Generating Unit Data	
Facility County:	San Bernadino
Facility State or Province:	CA
Facility Country:	US
Multi-Fuel Generator Indicator:	No
Generation Technology/Prime Mover:	Solar Photovoltaic
Fuel Type/Energy Source:	Wind
Fuel Source/Other Criteria or Eligibility Characteristics:	Wind-Wind*.Wind*
Date when Generating Unit first commenced operation:	11/07/2006
Nameplate Capacity:	0.921
Facility Operator Info: Company or Organization Name:	DEERS
Customer Sited Distributed Generation (Y/N):	No
Reporting Entity Company or Organization Name:	QRE Test1
Reporting Entity Type:	Balancing AuthorityNon-Balancing Authority Reporting Entity
Generating Unit in WECC Region Declaration Indicator (Y/N):	Yes
Utility to which the Generating Unit is interconnected:	Southern California Edison Company

圖 5 WREGIS 憑證資訊實例

(3)系統的使用者有下列幾種：

- 帳戶持有者
- 帳號持有者可能是發電設備所有者、經紀人、零售商、營銷人員、交易商、批發商、加載服務業者或其他想買賣憑證的公司或個人
- 合格的報告查驗單位
- 電力調度平衡機構
- 計畫管理者
- 有參與州/省/自願可再生能源計劃的
- WREGIS 系統管理者
- 一般使用者

(4)WREGIS 的運作：上述可能會使用系統的相關者先到網站註冊產生帳號，每月回報案場產生的電力資訊至 WREGIS，而每產生的 1 千度電就產生一張憑證，而 WREGIS 帳號持有者可以轉讓自己帳號內所擁有的憑證至其他 WREGIS 帳戶或與 WREGIS 相容的憑證追蹤系統帳戶，而 WREGIS 憑證則會依據當地政府之自願計畫內規定來使用與註銷憑證。

再生能源發電量的回報有兩種，一種是透過發電設備自動回傳發電量資訊，另一種則是透過第三方電量查驗機構回報當月發電量資訊給 WREGIS。

發電量每滿足 1 千度電就可以產生一張憑證，而未滿 1 千度電的部分可以累計到下一期去計算。

而 WREGIS 的憑證發放週期如表 2 所示，整個確認到發放憑證是 90 天為一個週期循環，從當月發電量結算日起前 75 天可回報發電量，接著第 76~82 天則是由電量查證單位確認發電量，接著有個 7 天的作業緩衝區(若確認作業需要延長的話)，最後第 90 天則發放出確認的憑證張數，這樣算一個週期，但還是有保留可追回或補給憑證張數的權利，即第 90 天到第 730 天這段時間內，若有發現不實或與原先發電量查核狀況不符合的情況，還可以再後續調整憑證發放數量。

表 2 WREGIS 憑證發放與確認完整週期

發電量回報	第 1 到第 75 天
發電量確認與生成期間調整	第 76 到第 82 天
確認緩衝時間	第 83 到第 89 天
憑證數量確認與發放	第 90 天
可再追溯調整憑證發放數量	第 90 天到第 730 天

2.問題討論

(1)憑證有效年限是多久?1 年或 2 年或其他?

答：WREGIS 的憑證基本上是沒有有效年限，但在加州有規定宣告環境效益需在 3 年內使用，另外，在 Green-e 也有規定宣告環境效益需在 21 月內使用，端看各個地方政府或綠能計畫之規定。

(2)買賣憑證有任何限制嗎？

答：基本上只要在 WREGIS 上註冊有了帳號，都可以購買憑

證。

(3)發電量的量測都是用電表嗎？。

答：基本上發電量的量測都是用電表。



圖 6 PG&E Chairperson John Pappas介紹 WREGIS REC Tracking System

三、與 3Degrees(再生能源憑證代理商公司)會議

(一) 3Degrees(再生能源憑證代理商公司)簡介

3Degrees(再生能源憑證代理商公司)創立於 2007 年，總部設於加州舊金山，其在美國各地設有多所辦公室協調再生能源與減碳相關事宜，是美國前兩大憑證經紀人之一，合作對象多為 Fortune 500 大的企業，員工人數約 100 人，獲頒 8 次美國環保署舉辦的「綠色電力非公用單位綠色電力供應商領導力大獎(Green Power Supplier of the Year Award)」，Environmental Finance Magazine 亦五次頒發「最佳再生憑證趨勢獎」，可謂是現今美國最具權威的再生能源憑證機構。

(二)與會人員

Dan Kalafatas：3Degrees Executive Chairman

(三)會議議程

日期	時程	內容
8/14	14:30~15:00	3Degrees 簡報
	15:00~15:30	問題討論

(四)會議紀要

1.3Degrees 主要提服務給企業、公用事業、環保商品和批發事業：

- (1) 企業：提供企業建議，多是科技公司，並舉 Akamai Technologies 公司¹為例，其據點分布在 150 個地區、60 個國家，3Degrees 幫助該公司達到目標，並讓需要做的事減少 50 至 100%。3Degrees 扮演買家代理的角色，向公用事業交涉創造新的綠色稅率產品；和開發商交涉，促成新建現場或非現場發電設備、虛擬購電協議(virtual PPAs)、PPAs，從全世界為客戶購買符合企業需求的高品質國際貿易工具。
- (2) 獨佔的公用事業、自由化電業、住宅和非住宅：電業僱用 3Degrees 為其設計採購計畫。
- (3) 環保商品和批發事業：社區型太陽能計畫，提供稅率審核/承認 (tariff approval)、產品定義、市場計畫和為電業落實計畫；經營憑證義務性和自願性市場；在加州的 cap and trade 計畫下評定是否符合碳抵減。
- (4) 3Degrees 大部分簽 1~3 年的短期合約，90%對象為知名的客戶

2.另可依性質分為下面四類：

- (1) 電力企業或售電業 (Load-Serving Entity, LSE)
- (2) 可再生能源和減碳專案開發商
- (3) 商業、政府機構和非盈利組織
- (4) 綠色建築專家(綠色建築專家致力於用電綠化和與綠色建築規劃，通過 3Degrees 的 LEED 系統獲取綠色電力信用並賺取積分點，以此獲得消費者青睞以提高收益。)

通過與這些單位的合作，3Degrees 將得以向再生能源相關計畫注入資金並提高再生能源市場的效率，進而加速綠色經濟和再生能源發展。

3Degrees 並透過以下方式讓人們使用再生能源：.憑證以及減碳、再生能源交易、趨勢服務諮詢、社區型太陽能、綠色電力及再生能源共享計畫。

¹Akamai Technologies 公司專門經營伺服器網路，佔全球網路流量 15~30%比重的，其服務客戶包括 Apple、Facebook、Microsoft 等企業。

3.3Degrees 對於美國憑證市場之分析：

- (1) 義務性市場需求:再生能源配給制度(RPS)在西元 2000 年左右迅速出現，是美國再生能源發展中的重要關鍵，且未來將大幅調高比例，例如：加州在 2015 年調高 2030 年目標至 50%、奧勒岡州在 2016 年調高 2040 年目標至 60%。

憑證價格受到政府增加的要求、資源競爭、建設比例、年度符合規費(Annual compliance payments,ACP)影響。

- (2)自願性市場需求

- 綠電採購機制:根據美國國家再生能源實驗室(NREL)數據，綠電採購從 2010 年至 2015 年間的年複合成長率為 16.09%，其中交易模式以及比例如下：電證分離憑證 (Unbundled Recs)54.4%、具競爭力之供應商 19.7%、社區選擇聚合(Community Choice Aggregation, CCAs)9.5%、公用事業綠色定價 9.6%、購電契約 (Power Purchase Agreements ,PPAs)6%、公用事業綠色稅率 0.5%、社區型太陽能 0.2%。住宅型消費者不曾買過電證分離憑證，來源多為具競爭力之供應商、公用事業綠色定價、社區型太陽能、屋頂太陽能。

- 自願性市場價格

- a.綠色定價銷售百分比：風力 87%、沼氣 4%、太陽能 4%、其他生質能 4%、水力 <1%、地熱 <1%。(德州和附近的州大量建造風機讓憑證供給量急速上升)
- b.強勁的自願性需求讓 3Degrees 從中得到許多盈餘
- c.自願性憑證價格可以超過義務性市場：美國自願性市場中整體憑證價格 2009 年至近期從 2(美元/MWh)降至 0.5(美元/MWh)以下，如：2017 年風力 0.32(美元/MWh)、西部電力協調委員會(WECC)風力 2.5(美元/MWh)、太陽能 0.8(美元/MWh)。

4.問題討論：

- (1) 為何自願性市場憑證之價格比義務性市場高??

答：自願性市場因無再生能源資源但試圖要支持計畫，因此憑證價格比義務性憑證市場高。

(2)目前透過 CRS，我們理解代理商將不會再追蹤系統中註冊帳戶。3Degrees 在再生能源市場中所扮演的角色是否更接近媒合機構?成為代理商的法源依據或規範?

答：3Degrees 的角色定位：

- 憑證市場中的交易者(dealer)，扮演憑證的擁有者角色、取得供應然後持有以及重新售出。
- 批發商，在追蹤系統中有一個帳戶可取得憑證所有權，讓 3Degrees 可提供最多種的商品供客戶挑選。
- 長期的電力購買電證合一憑證合約的顧問。



圖 7 3Degrees Executive Chairman Dan Kalafatas 簡報

四、與加州社區電力選擇整合計畫公司(MCE)會議

(一)加州社區電力選擇整合計畫公司(MCE)簡介

Marin Clean Energy (以下簡稱 MCE)，是加州的第一個社區選擇整合 (Community Choice Aggregation, CCA) 計畫。馬林郡 (Marin) 和納帕郡 (Napa) 以及列治文市 (Richmond)、貝尼西亞市 (Benicia)、艾爾賽裡托市 (El Cerrito)、聖帕布羅市 (San Pablo)、核桃溪市 (Walnut Creek) 和拉法葉市 (Lafayette) 的居民和公司都可以選擇 MCE 成為他們的電力(含再生能源)供應商以獲取電力。

迄今為止，MCE 已有超過 25 萬名客戶，其中約九千名來自 Contra Costa 郡，另外包括 Berkeley、Oakland 與 Fremont 等十一個 Alameda 郡的城市，則加入 EBCE (East Bay Community Energy)的供電網中。

(二) 會面人員

Justin Kudo : Deputy Director

CC Song : Senior Policy Analyst

(三)議程

日期	時程	內容
8/14	4:00PM-5:00PM	討論 Community choice aggregation (CCA)在加州的發展與營運。

(四)會議紀要

1. MCE 簡介

- (1) 社區電力選擇整合為美國新興起的方案，目前只有 6-7 州提供該制度與法規。MCE 為全加州第一個社區電力整合計畫。
- (2) MCE 的社區電力選擇整合計畫在加州能成功是因為加州立法規定 MCE 為其服務地區之預設電力供應商，直到用戶端表示要更換或退出。目前的退出率為 17%。
- (3) MCE 需要提供服務給所有的客戶。並且須達成電力調動中心對售電業之提供用戶電力服務所訂定之電量供應。有特別的法規規範其能源購買量。

- (4) 為鼓勵再生能源發電之成長，該公司在低收入戶中推廣太陽能發電，並給予回扣。目前已安裝約 61 戶太陽能板與 39 個合作的其他電網。
- (5) MCE 的營運是由許多不同城市的代表所組成的聯合權力機關(Joint Power Authority, JPA)，為非營利單位。
- (6) MCE 提供電力來源，但其電力運輸之電網仍歸 PG&E 所擁有。MCE 電力用戶僅會收到一份帳單，其電費將包含 MCE 發電費用與 PG&E 的電力運出費用。
- (7) MCE 提供不同的電力商品供民眾選擇，其方案有兩種 Light Green 與 Deep Green。Light Green 為 50%電力是再生能源，Deep Green 則是 100%再生能源。其收費金額如圖 8 所示。

Sample Residential Cost Comparison

	30% renewable PG&E	50% renewable MCE	100% renewable MCE
Electric Delivery	\$54.25		
Electric Generation	\$43.78	\$30.26	\$34.71
Added PG&E Fees	-	\$13.25	\$13.25
Monthly Cost	\$98.03	\$97.76	\$102.21

Based on a typical usage of 445 kWh at current PG&E and MCE E-1 rates. Actual differences may vary depending on usage, rate schedule, and other factors. Estimate provided is an average of seasonal rates.

圖 8 MCE 與 PG&E 電力商品收費比較
(資料來源: MCE)

2. MCE 再生能源發電案場

- (1) 目前已投資 16 億美金開發新的再生能源案場，將會有 24 個新案場並提供 813MW，其中 535MW 為太陽能、266MW 為風力發電與 12MW 為沼氣發電。
- (2) MCE 的太陽能案場包含: Novato Buck Institute (1MW 地面型太陽能板建置在停車格上方遮陽用)、San Rafael Airport (1MW 屋頂型太陽能板)與目前正在建置的 MCE Solar One(10.5MW 地面型太陽能版)等。

五、參訪加州公用事業委員會(CPUC)

(一)加州公用事業委員會(CPUC)簡介

California Public Utilities Commission(CPUC)是加州公用事業委員會，主要任務為保護消費者權益、促進公用事業競爭及保障公用事業價格合理，同時推動公用事業建構完善之基礎建設，並激勵市場創新、促進競爭，主要管制範圍包含能源電力、電信、自來水與交通。

(二)會面人員

Stephen St. Marie : Policy and Planning Analyst

(三)會議議程

日期	時程	內容
8/15	9:00~10:30	Stephen St. Marie 介紹 CPUC 業務
	10:30~11:00	問題討論

(四)參訪紀要

- 1.介紹 CPUC 在加州所扮演的角色：CPUC 成立於 1911 年，主要是針對鐵路基礎建置、發電、電網…等，而近年來則致力於溫室氣體 (GHG)減量與再生能源配比標準(RPS)。在政策面上思考如何規劃與制訂來確保再生能源發電的安全、電力數據的可靠度與收費的合理性。



圖 9 加州公用事業委員會(CPUC)

2.問題討論

(1)CPUC 電價如何制定？

答：以目前來說電價制定是以區間跳躍方式(跟臺灣一樣)，即當使用的電量是在一個範圍區間內是一個電價，超過後會落到另一個區間電價，但一個可能發生的問題，舉例說明，若有兩家互為鄰居，其中一家 A 的用電量很低，而另一家 B 的用電量高很多，他們相互商量，B 跟 A 說：「我的部分電器用你的電，這樣用的電費，我付你比那個用電區間更高的價格，這樣一來，B 可以節省電費，而 A 則可以額外賺錢」。會發生這樣的情況就是因為跳躍電價落差很大時就可能發生，電價制定者也不希望發生這樣的事，所以如何制定出好的電價規則就是很重要且困難的問題，這點是值得臺灣參考。

六、參訪Google

(一) Google 綠能需求簡介

Google 的綠能政策為全球數據中心使用 100% 再生能源，並使用當地的電網供應再生能源。

Google 的綠電需求包含再生能源發電廠必須為新設、偏好轉供與購買之綠電須附加憑證。

Google 再生能源購買原則為該再生能源發電廠須與數據中心位於相同電網中，並透過該電網將附有憑證之綠電傳輸至數據中心(電證合一)。

Google 預計與臺灣再生能源發電廠簽長期轉供購電合約，故高度關注我國轉供相關子法草案擬定時程。

(二) 會面人員

Amanda Peterson Corio : Principle Energy and Global

Infrastructure

Michael Terrell : Head of Energy Policy and Markets

Neha Palmer : Head of Energy Strategy Global Infrastructure

Marsden Hanna : Global Energy Policy and Strategy

Ryan Sheinbein : Business Development

(三)議程

日期	時程	內容
8/15	12:30~14:00	討論 Google 直接購買再生能源議題
	12:30~14:00	參觀 Google。

(四)參訪紀要

1. Google 目前在臺灣再生能源市場中遇到的困難有三：
 - (1) 開發商因轉供子法尚未完善，故無法給予明確答覆。
 - (2) 選址、建設與開發許可取得困難。
 - (3) 大多數再生能源發電設備皆已與台電簽署躉售合約。
2. Google 在美國所簽署的再生能源憑證與購電合約大多以 10-15 年為主，在不同的國家願意採取不同模式，配合簽署短期合約或更長期的合約(例如 20 年)。
3. Google 表示希望再生能源憑證團隊介紹臺灣再生能源開發商，以協助 Google 與相關公司接洽。
4. 有關臺灣土地的拍賣機制與時程，Google 表示臺灣土地的取得途徑較複雜，但仍希望能參與新設的再生能源案廠開發與建置。
5. Google 希望可盡快進入臺灣憑證追蹤系統中註冊帳戶。



圖 10 與 Google 會議 (左側為 Google 代表，右側為本團代表，由左至右為本團經濟部張智傑副主任、台經院陳彥豪副所長、本局陳玲慧副局長、CRS Orrin Cook 與本局楊禮源科長等)

七、參訪Apple

(一)Apple 綠能需求簡介

Apple 對臺灣再生能源憑證市場感興趣，並且是大型的再生能源購買者。Apple 表示追蹤系統為重要環節，須謹慎設計。

Apple 在實行低碳政策的首要策略就是「綠色供應鏈」，其希望在 2018 年時，全球 Apple 供應鏈與組裝廠等合作夥伴以及蘋果自營的設施都百分之百使用再生能源。

(二) 會面人員

Ines Bargueno Sanchez：Global Energy Team

Frederick Freeman：Global Energy Team

(三)議程

日期	時程	內容
8/15	15:30~16:30	討論 Apple 為追蹤系統使用者之一員，大型再生能源購買者觀點

(四)參訪紀要

1. Apple 的 Global Energy Team 其目標是為了讓所有旗下設施與產品生產過程皆達到零碳排放。
2. Apple 的大多採取的作法是與開發商合作建置新再生能源案場，且在憑證追蹤系統中註冊，並直接購買其案場所有的再生能源憑證。
3. Apple 表示臺灣再生能源憑證價格太高，公司政策較傾向於採取觀望態度，幾年後再進入市場。此外希望臺灣再生能源憑證中心能幫忙尋找可以配合的廠商，簽署 10 年合約，並且每張再生能源憑證價格為\$10USD，Apple 將願意公開發表新聞稿，表示已在臺灣購買憑證。
4. 由於中國是 Apple 全球最大供應鏈，因此，Apple 協助其在中國的產品製造業者建置再生能源案場(500MW)，但這些案場並未註冊於中國的追蹤系統中。臺灣目前是 Apple 的下個目標，但臺灣的土地建設執照取得不易。

5. Apple 在臺灣之相關設施，將不會使用中國的追蹤系統。
6. Apple 目前對其供應鏈並無針對是否使用再生能源有相關規範，未來將逐步加強其合約強度，要求供應鏈必須使用再生能源。
7. Apple 表示，一個地區的憑證是否加入追蹤系統，端視其追蹤系統是否足夠嚴謹，並受到 Apple 團隊認可。其首選則希望與中央政府開發的追蹤系統合作。在臺灣，Apple 希望可盡快進入追蹤系統中註冊帳戶，並持續關切臺灣憑證追蹤系統建置與運作方式。



圖 11 與 Apple 人員討論其再生能源憑證購買政策與方針(由左至右為台經院陳彥霖組長、台經院陳彥豪副所長、本局陳玲慧副局長與 Frederick Freeman)

八、參訪沙加緬度市政公用事業區(SMUD)風力發電案場

(一)沙加緬度市政公用事業區(SMUD)簡介

SMUD 是一家集發電、輸電、配電、售電業務和系統調度功能為一體的典型的垂直一體化公有電力企業，經營服務區覆蓋面積約 900 平方英里，人口約 140 萬人，擁有員工約 2000 人，電力客戶約 60 萬戶，是美國第 6 大公有電力企業（按照服務的電力客戶數排序）。截至 2011 年底，該公司擁有輸電線路 10257 英里，發電裝機約 180 萬千瓦。2011 年的供電總量約 134.1 億

千瓦時，其中水電、風電、光伏發電比例共達到 36.5%，年最大負荷為 284 萬千瓦。

SMUD 擁有自己的調度機構，但也作為一個市場成員參與加州獨立電力調度機構（CAISO）的電力市場交易，每年有大量外購電力。2011 年 SMUD 的外購電比例達到 43%。依靠先進的管理和垂直一體化運營體制，SMUD 在供電成本控制與客戶滿意度方面取得了良好成績。2015 年 SMUD 電力來源比例可參考圖 12，可知風能與太陽能加起來有 9%，非碳排放資源則達到 30%，值得我國借鏡。

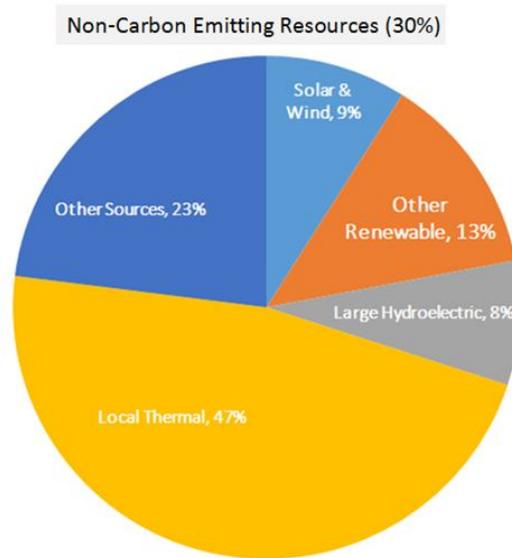


圖 12 SMUD 2015 年電力來源比例

(二) 會面人員

Mr. Buck Cutting：Manager, Renewable Generation Assets

Ms. Anita F. Clay：International Delegation Manager

(三) 議程

日期	時程	內容
8/16	9:00~10:00	SMUD 簡報與雙方議題交流
	10:00~10:30	參訪 SMUD Solano County 風力電案場

(四)參訪紀要

1. SMUD 簡報說明

- (1) 1994 年起，SMUD 在 Solano 附近的 Montezuma Hills 開發了風力發電專案，依靠風力發電，燃油成本為零，風電每千瓦時小於成本低於 5cent。這使得風力發電成為 SMUD 最經濟的資源之一。歷經 20 年以上風力發電機發展之後，SMUD 再生能源 Solano 風力發電專案 (Solano Wind Project) 目前已完成三期 (Phase) 的風力發電案場，第一期是採取丹麥 Vestas 公司生產之型號 V47 的風力發電機 (Wind Turbine Generators)，V 後數字表示風力發電機的轉子直徑，單位是米。Vestas Wind Systems A/S 是一家集風力發電機設計、製造、銷售、安裝及服務為一體的丹麥公司，成立於 1945 年。截至 2013 年為止，Vestas 已為世界上最大的風力發電機製造商，目前其工廠遍布於丹麥、德國、印度、義大利、羅馬尼亞、英國、西班牙、瑞典、挪威、澳大利亞、中國和美國。數量總共有 23 支，總發電量為 15.18MW，V47 單支發電量為 660kW，第一期風力發電機的發電量足以提供 9,457 個家庭的用電量 (36GWh)。三年平均的合約可用性可達到 99.4%，表示系統非常穩定。
- (2) 第二期是採取型號 V90-3MW 的風力發電機，數量總共有 29 支，總發電量為 87MW，V90-3MW 單支發電量如型號所示即為 3MW，第二期風力發電機的發電量足以提供 54,201 個家庭的用電量 (180GWh)。
- (3) 第三期的風機一樣是建設在 Solano Montezuma Hills 地區，該處土地面積為 4,244 英畝。除了建立 55 座風力發電機之外，其他現場工作亦包括建立新的道路，維運工程，電力收集系統 (電路)，地下管線 (傳輸線路) 和兩個氣象塔。第三期一樣是採取型號 V90-3MW 以及 V90-1.8MW 兩種型號的風力發電機，數量總共有 55 座，總發電量為 127.8MW，V90-3MW 單支發電量如型號所示即為 3MW，V90-1.8MW 則為 1.8MW，雖然 V90-1.8MW 發電量較 V90-3MW 小，但是在低風速時 V90-1.8MW 可以轉換更多發電量。第三期風力發電機的發電量足以提供 79,619 個家庭的用電量 (365GWh)。第三期風力發電機案場照片如圖 13 所示。



圖 13 SMUD Solano 風力專案第 3 期照片

- (4) Solano 風力發電專案 3 期案場自 2005 年開始商業運營以來，一直維持極高安全文化以及擁有使系統只受到最小傷害的經驗，因此，案場在 2014 年實現了加州職業安全與健康管理（California occupational safety & health administration，CAL/OSHA）金門大橋認可（Golden Gate Recognition），金門大橋認可是承認維護高危險團隊的有效安全和健康管理體系。目前此案場正在準備自願性保護計劃認證（Voluntary Protection Program Certification，VPP），若能順利取得自願性保護計劃認證的話，此風力發電案場將能成為加州的示範案場。
- (5) 風力發電案場對於環境的衝擊也是需要審慎評估的，因此，根據加州環境質量法案（California Environmental Quality Act，CEQA）於 2010 年完成之環境影響報告（Environmental Impact Report），為案場環境操作提供了持續的緩解引導。因為風力發電機在運轉時會對鳥類產生影響，所以在鳥類保護方面是遵循候鳥協議法（Migratory Bird Treaty act）與禿鷹和金鷹保護法案（Bald and Golden Eagle Protection act）；侵蝕管理計畫（Erosion Management Plan）也已到位，以避免侵蝕濕地和敏感物種的棲息地。另外，SMUD 風力發電案場亦具備洩漏預防，控制和對策計劃

管理，可以立即回報在案場發生的洩漏漏油以及通知過程的時間表。

2. 雙方交流議題

(1) 風力發電案場參觀之相關議題（On-shore wind farm generation site tour）：

- 與 SMUD 詢問之下，得知目前他們再生能源憑證一張是賣 18 元美金，較想像中便宜，應該是美國再生能源憑證較易制度已趨近成熟，因此，憑證數目已累積非常多，所以價格才會如此便宜。
- 而在 Solano 土地的運用上，目前採用作法是，無法架設風力發電機的土地就租給農夫務農，並且回饋給農夫租金優惠或著是給他們電力價格優惠；另一種做法是，不是 SMUD 的土地，評估是否能安裝風力發電機，若可以架設則向地主付租金租用該土地。
- SMUD 風力發電機發電以後會送電到採用 345kV 大容量導線（輸電線）超高壓變電所併入電網，臺灣電力公司目前在臺灣彰化的部分離岸風力發電案場也是相同規劃。

(2) 電表是安裝在每座風力發電機裡還是安裝在哪裡？追蹤系統讀取的資訊是來自於電表還是 Inverter？

- SMUD 回覆電表沒有安裝在每座風力發電機裡，雖然這樣得到的發電量最精準，但是會造成架設成本增加，所以 SMUD 是選擇將電表安裝在變電站（Substation）裡，因此，因電路線路損耗（Loss）的關係，故發電量度數回傳到追蹤系統時會略有誤差，但此誤差與實際風機發電量的差異並不大。

(3) 提供綠電商品須考量與注意之事項，與再生能源憑證之應用：

- 綠色能源（Green-e Energy）由非營利組織北美資源解決方案中心（Center for Resource Solutions, CRS）成立，為消費者提供再生能源選擇訊息和客觀標準，並驗證消費者是否獲得了所需的支出。
- SMUD 自願接受並支持「綠色能源行為準則（Green-e Energy Code of Conduct）」和「客戶揭露要求（Customer

Disclosure Requirements) 」以及「獨立驗證方法 (independent verification methods) 」。Green-e Energy 向客戶保證，參與者準確描繪了 Green-e Energy 認證的可再生能源選擇。Green-e Energy 標誌只限使用再生能源，才可以滿足綠色能源環保和營利銷售完整性等的標準。

(4) 追蹤系統使用者之管理與規範：

- 加州是採用 WREGIS (Western Renewable Energy Generation Information System) 追蹤系統，本系統是屬於西部電力協調委員會 (Western Electricity Coordinating Council , WECC) 下屬的系統。美國各州使用的追蹤系統如圖 14 所示。

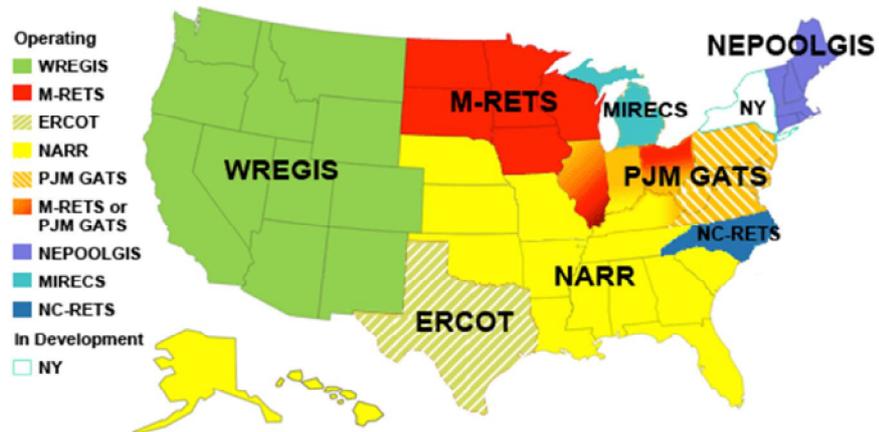


圖 14 美國各州使用的追蹤系統分布圖



圖 15 團員於 SMUD Solano 風力發電案場合影

九、參訪加州電力調度公司(California Independent System Operator, CAISO)

(一)加州電力調度公司(CAISO)簡介

加州電力調度公司 CAISO (California Independent System Operator Inc.，CAISO) 為北美九個獨立系統調度機構／區域輸電組織 (ISO/RTO) 其中之一，北美九個獨立系統調度機構分別為 CAISO、PJM、NYISO、ISONE、MISO、SPP、ERCOT、IESO 及 AESO。CAISO 掌管加州約 80%以及少部分內華達州 (Nevada)之電力。

此外，CAISO 為美國西部互聯電網(Western Interconnection)內 38 個電力平衡機構(BA)中規模最大者，其管轄的電力佔該電網約 35%。CAISO 於 1998 年 3 月 31 日政府發布電力解制正式啟用商轉。在電力自由化架構下，以及 CAISO 在聯邦能源管制委員會(Federal Energy Regulatory Commission, FERC)監督之下，成為主要負責加州輸電網路服務，於是加州電力市場開始運作，發電市場走向開放自由競爭，電力價格由市場決定，也開放市場競爭，所有民營公用事業電力公司的用戶擁有選擇購電之權利。CAISO 主系統坐落於舊金山東北方的佛森(Folsom)，備援系統設置於南加州洛杉磯附近的阿罕布拉 (Alhambra)

(二)會面人員

Mr. Craig Williams：Lead Client Trainer

(三)議程

日期	時程	內容
8/16	12:15~12:45	CAISO 簡介
	12:45~13:15	CAISO 監控系統參觀及雙方議題交流

(四)參訪紀要

1. CAISO 介紹

(1) CAISO 作為美國西部唯一的獨立電網運營商，CAISO 不但鋪設了將近 26,000 英里的傳輸線和約 1400 部機組(電力輸出由排程協調)並將競爭和多樣化的能源資源協調分配給消費

者的電網。它還經營競爭性的批發電力市場，旨在以更低的價格促進廣泛的資源。每隔五分鐘，CAISO 隨即預測電力需求，以利調度最低成本發電機而滿足需求，同時確保提供足夠的電力傳輸能力。CAISO 在保持世界上最大和最現代化之一的電網，維持其可靠性和可行方面是不妥協的。CAISO 掌管加州約 80% 以及少部分內華達州 (Nevada) 之電力，可向當地公用事業提供批發電力，以分配給 3000 萬客戶，並且每年提供 2.6MWh 的電力。

- (2) 加州訂有 RPS，故售電業者需要一定比例的售電量是來自於再生能源發電，所以售電業者則需要和再生能源發電業者簽約，並以低價投標至 CAISO 電力市場中，以確保能符合 RPS 規範。從下圖可以看出，由於加州設定預期到 2030 年 RPS 需提高一倍，為達到該目標所需之再生能源發電量需要加速設置速度，但以目前簽約之再生能源數目來說，仍低於 2030 年之目標，故加州在未來幾年將會加速再生能源發電設備建置，以盡早達到目標並盡早投入 CAISO 之電能市場中。預計到 2030 年，全加州的屋頂型 PV 發電量將可達到 18GW。

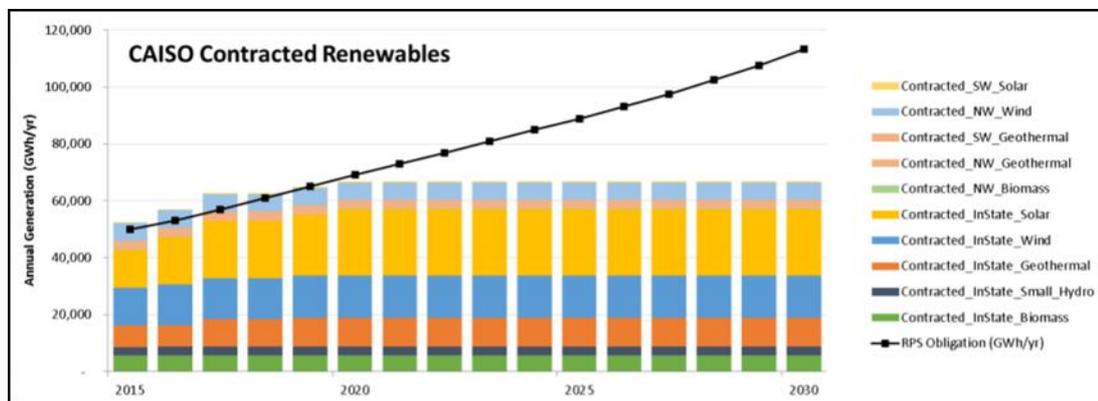


圖 16 CAISO 再生能源簽約預測

- (3) 大量再生能源併網時，CAISO 預測會產生所謂的鴨型曲線 (Duck Curve)，圖 22 為在再生能源併網之下所產生之 24 小時淨負載曲線圖 (Net Load Chart)。從圖 17 可知從 2012 年到 2020 年加州的波峰及波谷的段差將會隨著 PV 設置比例增高而變逐年增加，差距愈大將會使得發電機組從中午之後到傍晚時段，因為在這個時段，尤其是夏天時，是 PV 發

電量最大的時候，預測從 2020 年之後會出現過剩 PV 電源之風險，將對電網產生莫大的調度壓力。所以 CAISO 在進行電力調度時，提出需要進行負載跟蹤（Load Following），使得供需兩方才能保持匹配（Match），以維持電網正常運作；或是安裝儲能系統，如此一來，即使不匹配，也不會造成電網崩潰，故除了加快設置再生能源之外，同時亦須加快研究發展儲能系統的脚步，以增加電力調度之彈性。故電力調度之削峰填谷（Load Shifting）是相當重要的發展趨勢，藉由用電離峰時段進行儲能，然後將儲能用於用電高峰時，電力調度方可有效使用。

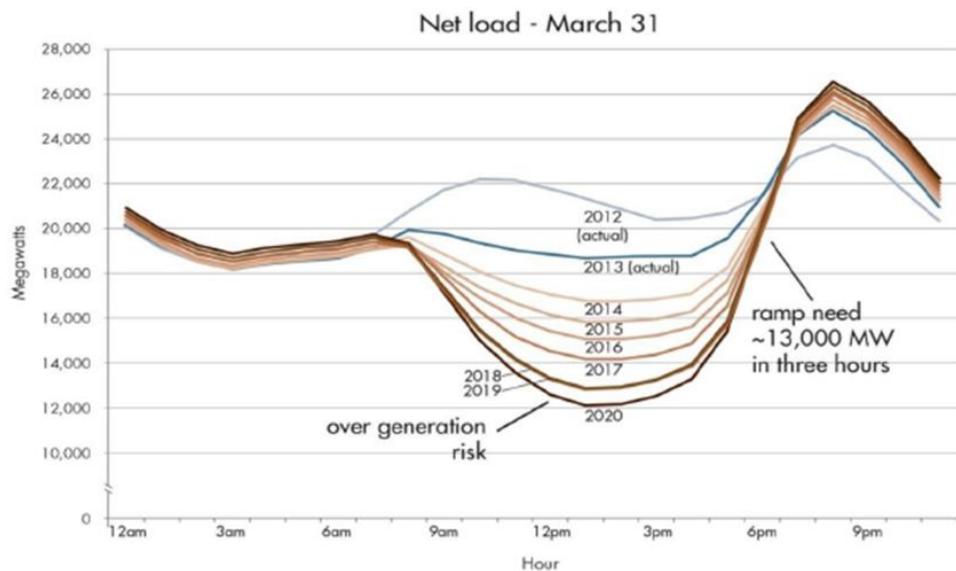


圖 17 CAISO Duck Curve

- (4) 目前加州整個電力市場機制由 CAISO 全權負責處理。身為非營利的獨立電力機構，CAISO 必須無歧視地公開網路運轉資訊(Open Access)給 Wholesale 躉售電力市場，每天處理約 30000 筆電力交易。另每 5 分鐘需作最新負載預測，計算備轉容量，調度最低價格電廠出力，並滿足系統安全限制。前 CAISO 在電網應用分析方面，是每 15 分鐘執行一次偶發事故安全分析(SA)，並針對主要電路進行電壓穩定度分析(VSA)，以及時顯示異常，以利緊急調度因應。

2. 雙方交流議題

- (1) 加州電力市場之運作機制與獨立的電力系統運作：

- 加州電力市場的經驗，起初將電力交易所（Power Exchange, PX）和 CAISO 兩獨立機構分開經營，導致營

運成本過高，資訊較不流通，交易成本增加，導致電力壅塞問題無法解決，2001 加州電力危機發生後 PX 已遭廢除，之後電力調度和價格決定的機能皆由 CAISO 運作。至於 PJM 則是 CAISO 與 PX 合併運作，似乎已成為目前美國電力市場主流特色之一。

(2) 再生能源與電力之規範與相關政策之管理：

- 加州電力市場制度設計有採用：能量市場、雙邊合約市場、壅塞管理市場、輔助服務市場等制度設計。

(3) WREGIS 追蹤系統與電力調度中心如何運作：

- 由圖 18 可知 CAISO 監控畫面非常詳盡，從左邊輸配電路一覽，再來到中間新聞與監視器畫面，中間偏右邊部分則為天氣預測，再右邊為各項再生能源併網的資料回傳，有包括太陽光電與風力發電當前發電量追蹤，最右邊視窗則為 CAISO 加州服務範圍的整體情況追蹤畫面，一目了然，非常清楚，可以立即追蹤與判斷配電情況與加州各地再生能源併網情形，值得我國學習之。
- 圖 18 下半部則為 CAISO 大門外觀與監控人員工作環境，另外 CAISO 也有架設屋頂型 PV 案場，由照片右下角可以推測，該案場應該是採用多晶矽太陽光電模組。



圖 18 CAISO 外觀與監控畫面



圖 19 團員與 Mr. Craig Williams 在 CAISO 合影

十、參訪美國國家再生能源實驗室 (NREL)

(一)美國國家再生能源實驗室 (NREL)簡介

美國國家可再生能源實驗室 (National Renewable Energy Laboratory, NREL) 隸屬於美國能源部，其前身是成立於 1977 年的太陽能研究所，1991 年被認定為國家實驗室並改名為國家可再生能源實驗室。

NREL 主要關注可再生能源與能效相關技術研發，涉及先進汽車和燃料、生物質、基礎科學、建築類技術、計算科學、電力基礎設施系統、可再生燃料地圖和數據、能量分析、地熱技術、氫與燃料電池、聚光太陽能發電、光伏技術、風能技術等 13 個研究領域，其中可再生能源發電、可再生燃料、綜合能源系統的工程設計與測試、能源戰略是重點研究域。NREL 亦致力於開發優良的模型及工具，可用來評估、分析及最佳化再生能源和能效技術相關專案。上述許多這些開發的工具可以應用在全球，區域，地方，例如：估計全球併網光伏 (PV) 能源系統的能源生產和能源成本，使得屋主、小型業主、安裝商和製造商能輕易地估計潛在光伏裝置的性能。

(二)會面人員

Lori Bird : Principal, Strategic Energy Analysis Center

Ella Zhou : International Energy Analyst

Jenny Heeter, M.P.A. : Senior Energy Analyst

Matt Futch : Global Business Development Lead

議程

日期	時程	內容
8/17	9:30~10:30	NREL 人員介紹美國自願性市場趨勢、現場可再生能源(on-site renewable energy)中國再生能源電力交易市場介紹及雙方人員討論
	10:30~11:00	參觀現場實驗室

(三)參訪紀要

1. 美國自願性市場趨勢、現場可再生能源(on-site renewable energy)及中國再生能源電力交易市場介紹

(1) 美國目前再生能源市場在 2015 年時約有 25%為自願性市場(不含水力發電)，如下圖 20 所示。從 2014 至 2015 年間則成長了 10 %。在美國，約有 430 萬顧客參與自願性綠電市場，並且在 2015 年，交易了 7800 萬 MWh 的綠電，而在自願性綠電市場中，有過半數為購買 Unbundled 的再生能源憑證。另外，也從 NREL 簡報人員中得知， Apple、Amazon、Switch 及 Kalsar 等企業，是有意願及興趣以不同方式簽署大型的 off-site(從公用事業或私人電廠收購綠色電力)太陽能購電契約。

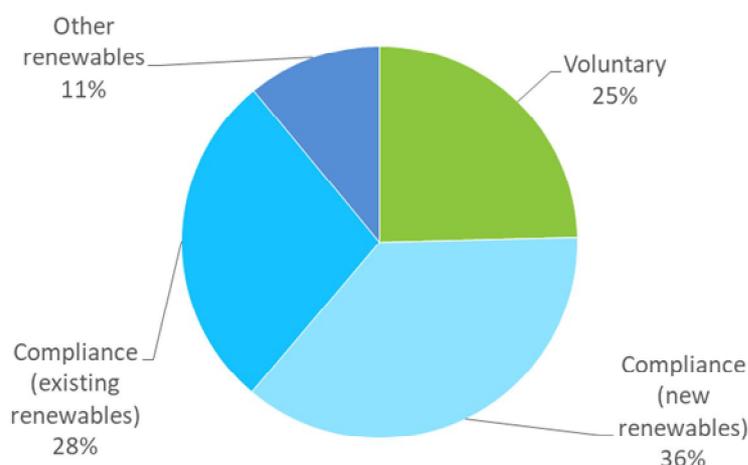


圖 20 美國目前再生能源市場

- (2) 有關現場可再生能源(on-site renewable energy)部分，美國對於輸出電力至電網之供應戶則發展了一套清晰且可靠的補償機制，例如使用 FIT 或淨電量計價機制[(net metering)，在加州，上限可補償至 2 Mega]。而在美國的大型公司對於 off-site 的方案較有興趣，對於從現場發電取得再生能源感興趣的公司則較少。另外有關購電相關契約，也允許與第三方的金融機構及設備安裝供應商共同簽訂，我方人員則回應，在新的再生能源發展條例下亦允許此模式。
- (3) 在中國的再生能源電力交易，在 2020 年前，再生能源發電佔比將可達到 27%，在 2017 年的第一季和第二季，新增了 37 GW 的再生能源及 73.4%的總裝置容量，如下表 3 所示：

表 3 再生能源發電量及裝置容量

	Capacity Target (GW)	Generation (TWh)	Installed Capacity (GW), June 2017
Hydro	340	1250	338
Wind	210	420	154
Solar PV	105	124.5	102
CSP	5	20	
Biomass	15	90	13.3

2. 雙方交流議題

- (1) 我方詢問 NREL 是否使用軟體工具或統計資訊技術（如機器學習演算法）預測再生能源發電，以作為案場宣告之發電量查核用，NREL 回應其實驗室有開發 SAM 模型(System Advisor Model)，此模型系統可於 NREL 網頁上使用，而此系統主要可蒐集所有再生能源相關資料，並經過分析後作為發電量預測、驗證及相關決策使用。SAM 亦廣泛應用於再生能源相關產業，如購電協議(PPA)。
- (2) 在雙方對於簡報介紹及交流討論後，接著便是參觀實驗室行程，在參訪實驗室並與實驗室人員討論過程中，得知 NREL 具有整合了國家電網模擬器、大型變流器測試中心、用戶側導入先進綠能為電網之整體工程設計導入經驗，可作為未來我方相關工作實際推動時的參考。

(三)議程

日期	時程	內容
8/18	9:30~10:30	ERCOT 人員介紹德州電網營運與追蹤系統之關聯，臺灣參訪團人員介紹臺灣憑證追蹤系統目前發展狀況及臺灣綠電認購制度
	10:30~11:00	問題討論

(四)參訪紀要

1. ERCOT 介紹德州電網營運與風力發電預測方法

- (1) ERCOT 的 Dan Woodfin 主要簡介 ERCOT 此單位。德州在 1999 年時取消電力市場管制，而在 1999 年以前，電力市場是由非營利的市立電力服務單位負責監管，德州有 75% 的地區之電力市場是由此非營利的市立電力服務單位管理，而取消電力市場管制，指的即是取消此 75% 地區的電力管制。而取消電力市場管制則意味著電力市場將成為競爭模式，電力交易必須進入到躉售市場中競爭，所有的電力取得需在此躉售市場中透過競爭方式取得，但電力的輸配電仍然由德州公用事業委員會(PUC) 管制。而取消管制後的電力零售市場，有 30 家以上零售商，100 個以上交易方案，這些都運作得很好，但由於此市場是一個很大的系統，必須有一個可以使這個系統整合運作，而這個正是 ERCOT 所做的。ERCOT 是一個私人的非營利公司，每一個客戶每 MWh 支付 55 美分，以資助 ERCOT 的營運成本。

ERCOT 另介紹了 REC 的分配和管理、記錄 REC 的生產、銷售、轉讓、購買和到期情況，發表專案年度報告等。電力零售商和發電商需定期向項目管理員彙報其可再生能源發電量，所有的證書交易都必須通過 ERCOT 登記才能生效。

- (2) 在會議中我方也針對風力發電預測方法及模式，就教於 ERCOT，詢問其對於風力預測方法之細節，例如是否有使用氣候數值預測模式(Weather Forecast Model, WRF)取得氣候因素，並作為預測發電量之因子。ERCOT 對於風力發電方法之示意圖如下圖。ERCOT 人員說明，大部分的預測誤

差都是氣候因素造成的，而氣候因素的誤差又與氣候模型的尺度有關，ERCOT 對於氣候因素的取得則來自美國國家海洋暨大氣總署(National Ocean and Atmospheric, NOAA)。ERCOT 在預測發電量方面，資料來源主要是由特定發電場的電表持續傳輸發電資料，傳輸的發電資訊則包含離岸風力機的數量、發電資料。ERCOT 則會使用這些搜集來的資料進行特定風場未來七天的預測。

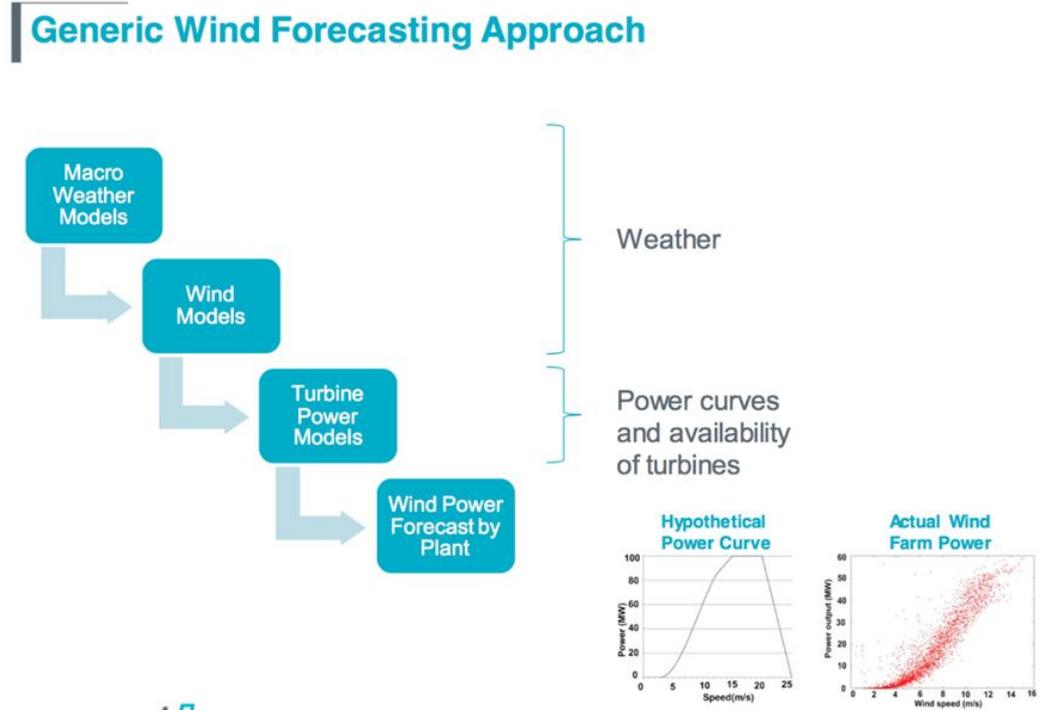


圖 22 ERCOT 風力發電預測方法

2. 問題討論

(1) 每座風機上是否都有安裝量測風速的感測器？

答：如果每座風機都安裝感測器，那成本將太過昂貴，因此目前作法是，一整片風機場會分割成很多區塊，在每個區塊設置感測器。

(2) ERCOT 這個追蹤系統是只有 1 個人開發？還是一群一起開發？

答：大約 5-6 位工程師一起開發。

(3) 發電量的量測都是用電表嗎？

答：基本上發電量的量測都是用電表。

(4) 憑證交易上，買家跟賣家怎麼交易，還有 ERCOT 會知道交易價格嗎？

答：買家跟賣家是在 ERCOT 上帳號間相互協定合約，ERCOT 不會知道買賣雙方 之間的交易價格。

(5) 在 ERCOT 上的憑證交易，是否有次數限制？

答：在 ERCOT 上交易憑證可以交易很多次，沒有限制，且 ERCOT 只是提供這個 平台，並不限制與管控交易或金流的部分。

(6) ERCOT 的憑證在環境效益宣告的期限為何？

答：ERCOT 上的憑證若要使用環境效益宣告，不能超過 3 年。

十二、拜會德州公用事業委員會(PUCT)

(一)德州公用事業委員會(PUCT)簡介

Texas Public Utility Commission (以下簡稱 PUCT) 是德州電力事業監管者，監管電力市場行為、輸配電費率，對市場參與者進行資格認證，收錄德州電力事業所有的參與者資料。

PUCT 對德州電業的監管，扮演非常重要的角色。在電業市場改革之初，PUCT 根據法律制定各項改革過渡方案的細節，妥善處理原有壟斷性電力企業的滯留成本，並及時發現市場問題，推動市場完善(如推動節點市場)，以及維護用戶的利益，對於違背市場規則的參與者給予嚴懲。

(二) 會面人員

Liz Kayser：Retail Markets and Licensing, Competitive Markets Division

Kristin Abbott：Economist in ERCOT group, Competitive Markets Division

Constance McDaniel Wyman：Engineering Specialist

Gabriel Cardenas：External Affairs group

(三)議程

日期	時程	內容
8/18	14:00PM-16:00PM	討論德州再生能源電力市場與零售型電力市場之影響及能源管制單位。

(四)參訪紀要

1. 德州 ERCOT 市場

- (1) ERCOT 為德州的電力可靠度委員會，管理德州的電力輸配，德州 90%的電力皆由 ERCOT 管理，總共有約 75,000 公里的電網與 570 多個發電單位，由德州公用事業委員會與德州議會監管。
- (2) ERCOT 是一個以能源為主的市場，發電量需要與負載相符。
- (3) ERCOT 中，發電量按照燃料類型由高至低分別為:天然氣發電、煤炭發電、風力發電與核能。
- (4) ERCOT 中，風力發電佔比遠高於太陽能發電。
- (5) ERCOT 最高峰的需求量為 71,110MW。

2. 德州再生能源市場

- (1) 德州的電力市場涵蓋另外三個電網系統: Southwest Power Pool (SPP)、Mid-Continent Independent System Operator (MISO)與 WECC。
- (2) 德州公用事業委員會管理投資者擁有的公用事業定價。且德州的電力事業架構為管制型，但開放部分能源市場的管制 (deregulation)。
- (3) 德州的再生能源有不同的組合方式與獎勵措施，並且有不同類型的安裝及再生能源滲透程度。
- (4) 德州的再生能源配比制度，之前的目標是在 2025 年 1 月 1 日前安裝容量須達 10,000MW。但到 2017 年 7 月時，所統計的安裝容量已超過 19,000MW。
- (5) 德州的再生能源來源包含:風力、太陽能、水力、生質能、地熱與壓縮空氣儲能(Compressed Air Energy Storage)。
- (6) 德州目前有許多新的大型再生能源發電案場建置中及新興起的社區型太陽能。目前遇到的困難為太陽光電的價格訂定、電網連接合約相關之規則訂定、資源分配的公開性與採用及併入新的 IEEE 1547 規範。

3. 德州電力選擇

- (1) 德州的電力市場中，使用者可自由選擇電力供應零售商。從 1999 年的 Senate Bill 7，重組德州的零售電力市場。2002 年，德州公用事業委員會推出 “Texas’ Electric Choice

Website, PowerTo Choose.org”。2013 年，德州公用事業委員會重新設計了 PowerToChoose.org 的網站。

- (2) PowerToChoose.org 網站中，民眾可以看到不同公司的方案與價格，進而選擇最適合自己的電力零售商。

十三、拜會卡內基梅隆大學 (Carnegie Mellon University)

(一)卡內基梅隆大學 (Carnegie Mellon University)簡介

卡內基梅隆大學 (Carnegie Mellon University，以下簡稱 CMU)，坐落在美國賓夕法尼亞州的匹茲堡(Pittsburgh)，是一所擁有 13,600 名在校學生和 1,423 名教職及科研人員的世界著名學府。該校擁有享譽全球的電腦學院和戲劇學院，其藝術學院，商學院，工程院以及公共管理學院等也都在全美名列前茅。

卡內基是美國加入 EPA 的「綠色電力夥伴計畫」的先鋒，於 2001 年加入，每年都盡力配合達到「綠色電力夥伴計畫」所規定的綠電購買量，並且，近年來亦在 EPA「美國綠電購買最大戶」的名單中贏得一席之地，獲得此排名的第 41 名，表現不俗。卡內基的校長 Jared L.Cohon 表示：「我們致力於營造一個永續的環境，透過研究以及行動，希望能為地球盡一份心力。」

在他們的努力下，每年他們都讓自己的用電更綠化，購買更多的風力綠電，現在他們的總體的綠電使用率已高達 75%，並不斷地朝著 100%邁進，他們的努力讓 EPA 十分讚賞，並在 2010 年公佈的「環境保護 20 大校園」頒給了卡內基大學第二名的殊榮。

(二) 會面人員

Martin Altschu：University Engineer, FMS

(三)議程

日期	時程	內容
8/18	13:30~14:30	CMU 決定購買與使用百分之百再生能源之理由與考量。

(四)參訪紀要

1. CMU 校區只能安裝少部分太陽能與風力發電(約 14,096 kWh)。再生能源使用為購買再生能源憑證，大多為電證分離的再生能源憑證，購買量為學校園區的總用電量(約 128,593,388 kWh)。
2. CMU 於 2001 年開始購買再生能源憑證並參與美國 EPA 的 Green Power Partnership。目前在 Green Power Partnership National Top 100 的綠電使用量中排名全美第 60 名。
3. CMU 在加入 Green Power Partnership 後，在第 7 年的時候，再生能源憑證購買量為用電量之 20%，CMU 便訂定下一個目標為 50%，現在已達到 100%。
4. CMU 曾經是購買最多電證分離之再生能源憑證的用戶。決定使用綠電與其學校政策有關，而政策推動的原因是為了學校的永續發展。CMU 表示，購買再生能源憑證的價格為其電費價格的 1%，故持續購買並為學校做宣傳。



圖 23 本局陳玲慧副局長參訪 CMU 留影

十四、拜會美國國家標準與技術研究院 (NIST)

(一)美國國家標準與技術研究院 (NIST)簡介

美國國家標準與技術研究院 (National Institute of Standards and Technology, NIST)前身為國家標準局 (NBS, 1901 年~1988 年)，是一家測量標準研究機構，屬於美國商務部內的一個非監管性聯邦機構，院長為商務部副部長。NIST 僱傭有大約 3400

名科學家、工程師、科技工作者，以及後勤和管理聯邦僱員，大約 3700 名客座及合作人員（來自美國公司和國外的工程師和研究員），每年經費約 10 億美金 NIST 的主要任務為藉測量科學、標準和技術，推動美國創新和產業競爭力，以提高經濟安全和提高生活品質。其組織架構如下：

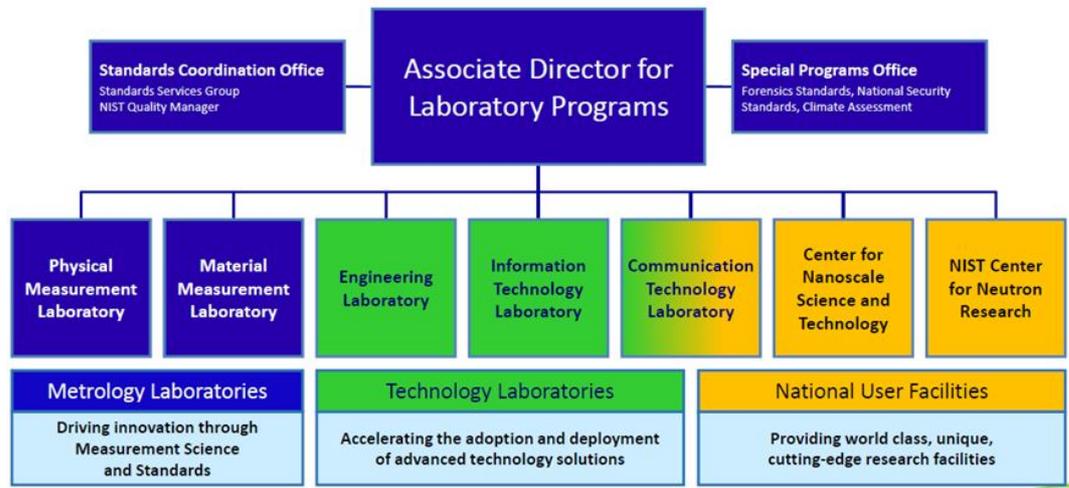


圖 24 NIST 組織架構圖

(二) 會面人員與議程

August 21, 2017	
9:30am – 10:00am	Welcome General Discussions Ms. Magdalena Navarro, Senior International Program Manager, International and Academic Affairs Office (IAAO) <i>(Administration Building, Room A209)</i>
10:00am – 10:30am	Standards Coordination Office (topic: renewable energy certification) Mr. Gordon Gillerman, Director, Standards Coordination Office (SCO) <i>(Administration Building, Room A209)</i>
10:30am – 11:00am	Smart Grid Testbed Facility Dr. Chris Greer, Director, Smart Grid and Cyber-Physical Systems Program <i>(Administration Building, Room A209)</i>
11:15am – 12:00pm	Watt Balance Dr. Stephan Schlamminger, Group Leader, Fundamental Electrical Measurements Group <i>(AML Building, 18/E022)</i>

(三)參訪紀要

1. 再生能源認驗證及標準

Gordon Gillerman 表示，標準化協調辦公室按照政策、流程和程序去發展、維護標準，能有效加快貿易，刺激經濟增長。NIST 提供指導，培訓，資訊和幫助，使公司，政府機構，標準機構等能夠在基本標準化和符合性評定活動中合作，聯邦機構可以從 NIST 獲得協調和支持服務，以實現改善或澄清機構與聯邦政策的一致性、依靠自願協商一致的標準、適當使用標準、有效的符合性評定計劃啟動或支持新標準工作、確定相關標準制定機構、催化或促進發展所需標準、推動對國家目標至關重要的技術標準的制定，NIST 比較著眼標準之制定，因此協調各領域 NIST 專家參加標準組織制定，並積極成為各組織及技術委員會領導人，推動相關標準，認證部分視需要可成立其它辦公室辦理，他願意提供再生能源相關領域專家及標準制定現況，後續可持續討論合作議題及機會。

2. 智能電網/智能電網測試設施討論：Chris Greer 提供 NIST 智能電網研究現況與專注方向，NIST 智能電網研發願景主要為：

- 智能電網是一個複雜的系統，端到端系統中的許多新技術和操作範例與傳統電網功能截然不同，智能電網將更有效，可靠，更乾淨地實現電力。
- NIST 制定測量科學和標準，包括互操作性和網絡安全標準，以確保智能電網在系統，子系統和最終用戶層面的性能可以被測量，控制和優化以滿足性能要求，特別是對於安全和可靠性和彈性，敏捷性和穩定性以及能源效率。
- NIST 智能電網主要專注範圍:Chris Greer 與我們討論的部分主要是系統端之智能電網測試平台(smart grid testbed)，其可交換性之測試涵蓋了電網所有可能端點，平台可為公用事業，監管機構，決策者和其他利益相關者提供價值，以了解，測試和應用各類能源來應對當今的電網挑戰。

3. 新建 SI 單位/瓦平衡現場考察

Stephan Schlamminger 帶領大家到實驗室參觀說明瓦特天平(Watt Balance)的原理、建置與研發現況，瓦特天平（或 Kibble 天平）是一種機電重量測量儀器，通過電流和電壓的強度非常精確地測量測試物體的重量。它是一種計量儀器，可以基於基

本常數所謂的“電子”或“電”千克提供千克質量單位的定義。未來度量標準大會(CGPM)將商定，用於替代目前的千克定義，預計在2018年11月，CGPM將決定是否採用新的定義，由目前各實驗室量測常數之穩定性來看，2018年應會採用新的定義。

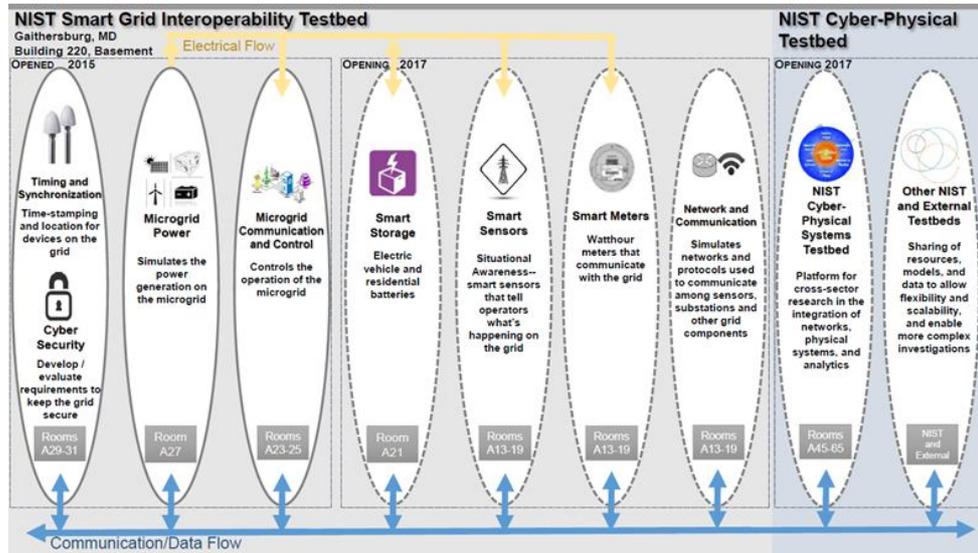


圖 25 NIST 智能電網主要專注範圍



圖 26 全體團員於 NIST 行政大樓之 NIST 標準鐘下合影

十五、參訪聯邦能源管理委員會(FERC)

(一)聯邦能源管理委員會(FERC)簡介

聯邦能源管理委員會 (Federal Energy Regulatory Commission, FERC) 成立於 1977 年，總部位於華盛頓特區(Washington, DC)，其主要責任是確保公正與合理的能源價格、為國家消費者提供充裕的能源，並提供激勵機制以提高能源的生產力、效率和競爭力。

FERC 主要任務為對電力和天然氣的傳輸和銷售進行管理，決定由管道傳輸石油的運輸費；此外也負責批准在美國的政府土地或通航水域上進行的水力發電站專案。其前身為 1920 年所成立的聯邦能源委員會(Federal Power Commission；FPC)，主要負責協調聯邦政府管理的水力發電工程。

(二)會面人員

Sarah McKinley：Manager of State Outreach, Office of External Affairs

Jerry Chiang：Intergovernmental Affairs Support Specialist, State, International and Public Affairs Division

(三)議程

日期	時程	內容
8/21	16:00~17:00	討論美國電力市場、批發能源市場管制與價格。

(四)參訪紀要

1. 美國電力市場簡介

- 美國的電網與管理分為三大部分: Western Interconnection (西部電網)由 WECC 管理、ERCOT Interconnection (德州電網)與 Eastern Interconnection (東部電網，裡面包含 MRO、SPP、NPCC、RFC、SERC 與 FRCC 等管理單位)。
- 美國的投資者擁有公用事業大多分佈在東岸、西岸及人口較密集之大城市。中部多為合作型電力事業。與少數的州所允許的市政型公用事業(municipal utility)。

2. FERC 簡介

- FERC 所成立的宗旨為：確保稅率、條款和條件是公正合理的，不過分歧視或優惠。促進發展符合公眾利益之安全、可靠與有效的能源基礎設施。
- FERC 隸屬於美國能源部(DOE)，但 DOE 不會審查或批准 FERC 須執行的命令或指令。
- FERC 調節電力產業、天然氣產業、水力發電產業與石油管線產業等。FERC 不管理投資計畫、電力發電所造成之空污、核能發電安全標準、石油管線之安全等。
- FERC 訂定能源批發價格;州際傳輸服務的價格、條款和條件;支持聯邦所建設新的輸電設施。



圖 27 全體團員與 FERC Sarah McKinley 合影

十六、拜會美國國家環境保護局

(一) 美國國家環境保護局簡介

美國國家環境保護局 United States Environmental Protection Agency(以下簡稱 EPA/美國環保署)，是美國聯邦政府的一個獨立行政機構，主要負責維護自然環境和保護人類健康不受環境危害影響。使用再生能源減少與能源生產相關的溫室氣體（GHG）排放和空氣污染，並有助於使國家能源供應多樣化。EPA 通過以各種形式購買和產生可再生能源來支持日益壯大的綠色電力市場。

(二)與會人員

Jack Guen-Murray：Office of International & Tribal Affairs

Christopher Kent：Office of Atmospheric Programs, Green Power Partnership Program

(三)議程

日期	時程	內容
8/22	10:00~11:30	EPA 簡報
	11:30~12:00	問題討論

(四)參訪紀要

1.國際環境合作夥伴：簡介下列國際推動事務主項目

(1) 亞太地區汞監控網絡(APMMN)：在 IEP 中最大的環境強制計畫。

(2) 全球環境教育合作(GEEP)。

(3) 國際廢棄電子管理網絡(IEMN)。

近期在再生能源沒有計畫，對於未來合作有興趣。

2.綠色電力夥伴(Green Power Partnership Program)：

(1)美國環保署綠色電力夥伴是一個自願性計畫鼓勵組織使用綠電。

(2) 目標：減少美國溫室氣體排放量、擴大自願性綠色電力市場、規範綠電購買，作為最佳環境管理準則的一部分。

(3) 計畫活動：在購買綠電上提供專業的協助和工具、提供可察看的平台給使用綠電的組織期望其他人會跟隨他們的領導，1500 夥伴購買→每年 440 億度電，超過一半的綠色能源。

(4)夥伴要求：

●成員同意購買綠電以及提供一次年度更新。

●環保署承諾以下事項作為回饋：提供公眾認可、提供依據要求的採購以及信息協助、在環保署網站上提供一個關於成員綠電使用的簡要敘述。

●非常低的門檻，一但他們在計畫裡鼓勵他們使用更多綠色電力，其中 80%綠色電力的使用是被 CRS 的 Green-e 認證。成員全部都是國內的，不是供應者、開發者或電業，透過研討會與他們接觸。



圖 28 EPA 的 1500 位綠電夥伴 LOGO

3. 再生能源市場：

(1) 定義綠色電力：

- 源自再生能源，代表資源和技術提供最高的環境效益。
- 從自然資源發電且可短時間內補充，包括太陽、風、水力、有機植物、沼氣和地熱。
- 必須來自 15 年內新設備。
- 必須來自自願性市場。

(2) 再生能源市場占比：36%義務性市場(新再生能源)、28%義務性市場(已存在再生能源)、25%自願性市場、11%其他再生能源；7、8 年前，自願性市場占比較義務性市場高，但現在義務性市場較高因為州立法和新設立的目標。

(3) 2015 年綠電市場比率：電證分離憑證 54%、具競爭力的供應者 20%、電業綠色價格 10%、自願性 PPAs(6%)和社區型太陽能(0.3%)仍相對小但成長快速。

(4) 市場標準和準則：

- EPA 提供可靠的購買基準。
- 憑證變得越來越受歡迎：自願應憑證市場中，證明是普遍做法→Green-e 是美國最大的獨立憑證驗證者。對於憑證製造者來說驗證不是義務或必須，但憑證驗證者仍然為義務性和自願性憑證市場設下期望標準。州必須確認發電業者符合 RPS 的規定，憑證也義務上必須符合州的要求。

- 聯邦貿易委員會就環境宣告提供綠色指南。
- WRI 和世界企業永續發展委員會 (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD) 以及 ISO 設立 GHG 計算標準。

(5) REC 的定義：

- 憑證是再生能源發電業者生產出來可交易的商品(一張 REC=1MWh 再生能源電力)。
- REC 代表再生能源電力的環境價值：追蹤屬性包括能源類型、發電技術、發電機年份和地點、發電時間、排放量和符合各個計劃的要求。REC 可以被正式視為雙邊合約和追蹤系統。
- 就像 RPS 政策一樣，REC 價格強烈地影響自願性市場的供給和需求。

(6) REC 的角色：

- 電證合一和電證分離，是追蹤再生能源設備發電相關的排放效益和環境屬性的唯一手段。
- 美國聯邦貿易委員會的綠色指南支持憑證作為再生能源使用宣告的基礎。
- 作為一個電力基礎的商品，憑證只能被用在調整/計算一個單位的範疇 2 排放量。
- 憑證不是碳抵減也不是受傳統對額外性的理解的限制，這些理解影響了市場滲透，像往常一樣從業務轉移等諸多因素。

- (7) 義務性市場價格受到不同資格條件、多重義務性付款等級，以及供需影響。自願性市場價格取決於供需以及義務性市場的動態。

十七、拜會美國綠建築協會(USGBC)

(一)美國綠建築協會(USGBC)之 LEED 評比簡介

Leadership in Energy and Environmental Design (以下簡稱 LEED) 的驗證是一個受到國際認可的評價綠色建築的工具，由美國綠色建築委員會(USGBC)開發，對多種類型建築均適用，除評估外，LEED 亦負責提供實用且可量化評估的綠色建築解決方案。

LEED 由美國綠色建築協會(USGBC)成立並於 2003 年開始推行，在美國部分州和一些國家已被列為法定強制標準，是目前在世界各國的各類建築環保評估、綠色建築評估以及建築永續性評估標準中被認為是最完善、最有影響力的評估標準。

(二)會面人員

Corey Enck：Vice President, LEED Technical Development

Mandy Lee：LEED Associate, LEED Technical Development

(三)議程

日期	時程	內容
8/22	15:00~16:00	討論 LEED 之認證標準與規範
	16:00~16:30	參觀 LEED

(四)參訪紀要

1. USGBC 的 LEED 評比有四個層級：LEED Certified、LEED Silver、LEED Gold 與 LEED Platinum。
2. LEED 的評分項目包含：Location and Transportation (16%)、Sustainable Sites (10%)、Water Efficiency (11%)、Energy and Atmosphere (34%)、Materials and Resources (13%)與 Indoor Environmental Quality (16%)。
3. LEED 的評比機制目前已將建築使用再生能源納入，目前在北美和 Green-e 合作，但是在亞洲尚未有 LEED 評比機制與其他再生能源憑證合作的案例。
4. LEED 評比機制的版本更新周期約為 3-4 年，最新 V4 版本是 2013 年公布，V3 版本於 2016 年失效。
5. LEED 的評比機制和臺灣再生能源憑證制度未來有實質連結的機會，內部正在審閱臺灣方面所提供的初步資訊。

十八、與 Sustainable Purchasing Leadership Council (SPLC)會議

(一) Sustainable Purchasing Leadership Council (SPLC)簡介

Sustainable Purchasing Leadership Council (以下簡稱 SPLC)是一個創立於 2013 年的非營利組織，其旨在透過支持與認證能加速綠色

經濟的購買、交易行為，進而營造一個永續的未來。
 SPLC 的工作就是遊說消費者及廠商透過「消費」行為，選擇更綠色的產品與服務，來改變現有的環境，在短短的三年，SPLC 在各地已經吸引了 — 包含公部門及私部門 — 超過 180 成員加入計畫，其累積的購買力高達 2 兆。2016 年，SPLC 更發布了 Guidance for Leadership in Sustainable Purchasing v2.0，讓各個組織、公司、單位能藉此評量、增進自己的「永續購買力」，此與他們 2017 年建立的 SPLC BENCHMARK 相輔相成，讓大眾更重視自己的消費行為對環境的影響

(二)與會人員

Jonathan Rifkin： Director of Strategic Partnerships

(三)會議議程

日期	時程	內容
8/23	14:30~15:00	Jonathan Rifkin 簡報
	15:00~15:30	問題討論

(四)會議紀要

1. 綠色電力委員會(The Green Electronics Council，以下簡稱 GEC)和 EPEAT(Electronic Product Environmental Assessment Tool)概覽：GEC 是成立於 2006 年的任務導向非營利組織，總部位於奧勒岡州，期望只有永續的 IT 產品可被設計、製造以及購買，存在於臺灣和 30 多個國家，處理環境標籤和認證過程，產品有電腦、筆電、手機，明年會加進伺服器。而 EPEAT 是 GEC 的旗艦計畫，是領先全球針對 IT 產品的環保標籤，全球及企業廣泛的參與。

EPEAT 在過去的十年裡已經成為 IT 產品明確的、全面的全球環保標籤。設計來幫助每個人—從私人公司到政府—購買 IT 產品時去評估、評定、比較然後選擇可以減少環境衝擊和幫助人類健康者，包含 4000 個以上產品、65 個以上製造商、被 43 個國家的購買者採用。

2. EPEAT 產品評級方式:

(1) 產品必須符合所有要求的標準：簡單地在 EPEAT 中註冊標明高度環境績效。以產品符合多少標準來評級為金銀銅類別，該標準是可選擇的；40-55 具體準則，依照要求或選擇分類。

(2)EPEAT 標準：

- 產品生命週期：不只是單一影響(例如：能源使用)，EPEAT 解決整個產品生命週期。
- 標準使用自願性共識過程：標準是在包容和平衡的情況下發展。
- 5. EPEAT 標準是源自 IEEE 1680.1-3 標準(電腦、電視等)、UL 110(手機)、NSF 標準(伺服器)。



圖 29 EPEAT 標準項目圓型示意圖

(3) EPEAT 使用者：上千的公共司法管轄區、數十個國家政府、300 個以上學院以及大學和幾百個企業組織指定使用。協助大型機構去如何評估的 IT 設備是永續的、值得購買的，在歐盟 EPEAT 也是選擇永續 IT 產品的評判工具；歐洲人比較關注 TCO(顯示器認證標準)，但 EPEAT 是唯一一個和購買者相關的，其他環境標籤也有但是不像 EPEAT 範圍涵蓋較廣。EPEAT 在無數的法律、指令、政策、最佳原則和指導文件中被點出。

3.問題討論：

(1) GEC 員工人數以及如何維持這個龐大的網絡？

答：有 15 人，是美國環保署創立 GEC 的(有政府支持阻力較小)，直接規定機構要買 IT 產品時需選擇有 EPEAT 標籤者；中間經過多重審核，並驗證註冊表確保產品是沒問題的；自願性共識過程(NC)：在早期過程邀請所有最重要的利益相關者，全部在政府的框架下一起合作，提供準則的結果讓每個人可以感覺他們的聲音被聽到，但是沒有人可以主導對話。由於正確的平衡可信度。為何購買者參與 EPEAT 的重要理由。

(2) EPEAT 有和中國、德國(TUV RHEINLAND)相當具代表性的單位合作，近期是否與其他驗證單位或政府合作的計劃？

答：希望 TREC 的機制可以和 EPEAT 一起合作，找時間處理一致和合作，在這基礎上今後可以討論更多，建立長期關係、對於長期永續目標和過程非常有興趣。

十九、拜會 PJM Interconnection 與 PJM EIS 公司

(一)PJM Interconnection 與 PJM EIS 公司簡介

PJM Interconnection 是一個區域傳輸組織(Regional Transmission Organization, RTO)協調全部或部分地區的批發電力運輸，包含：德拉瓦州、伊利諾州、印第安納州、肯塔基州、馬里蘭州、密西根州、新紐澤西州、北卡羅來納州、俄亥俄州、賓夕法尼亞州、田納西州、維吉尼亞州，西維吉尼亞州和華盛頓特區。

PJM Interconnection 作為一個獨立的中立機構，PJM 經營競爭性的批發電力市場並管理高壓電網，以保證其可靠性為超過 6500 萬人提供電力服務。PJM 的長期區域規劃過程，提供各州最有效和最具成本效益並改善電網，確保系統的可靠性和經濟效益。PJM EIS 公司是由 PJM Interconnection 特地獨立出來管理其追蹤系統(GATS)之公司。PJM EIS 公司主要業務是負責 PJM 營業區域內所有能源使用的追蹤系統並發行證書(包含再生能源)，其財務獨立運作。

(二)會面人員

Jaclynn Lukach：Vice President, PJM EIS

Bhavana Keshavamurthy：Client Manager, Client Management

(三)議程

日期	時程	內容
8/24	13:30~14:30	PJM 簡介
	14:30~15:30	PJM EIS 之 GATS 追蹤系統簡介

(四)參訪紀要

1. PJM EIS 公司主要業務是負責 PJM 營業區域內所有能源使用的追蹤系統並發行證書(含再生能源能)，其財務獨立運作。
2. PJM EIS 公司主要是向大型公用售電業、發電業者、電能使用大戶收取其追蹤系統 GATS 之使用費，並不會向一般家庭用戶收取費用。
3. GATS 帳戶之註冊程序為用戶需先遵守想註冊之州的規範，向州政府提出申請程序與得到該州認證號碼、到 GATS 簽署使用合約(內容包含資訊皆為保密等)、州政府得到資訊後將其帳戶與再生能源配額制度做結合。
4. 當有再生能源憑證在 GATS 中註銷時，系統將會生成能源配比排放報告(fuel mix generation emission report)。但因 PJM 包含之範圍較廣，故各州選擇使用區域系統組合來確定燃料混合發電排放。
5. PJM EIS 公司目前員工人數為 11 位，包含 9 位全職人員：4 位負責接待客戶之服務人員(回覆電話與信件等)、1 位業務分析、2 位技術開發人員與 1 位測試協調人員。主席與副主席由於業務繁忙故多為兼職。
6. PJM EIS 的 GATS 系統在 2005 年起之頭 5 年，僅有 3 位員工運作該系統，包含現任副主席、業務分析與技術開發人員。
7. 一般家庭用戶在屋頂裝設太陽能板，需在 GATS 裡註冊帳戶，並每個月回報電表發電量，GATS 會根據其發電系統特徵預估發電量。太陽能發電所使用的計算系統稱為 PV Watts，是由美國國家再生能源實驗室所提供的公該系統，GATS 系統之資訊皆將傳輸給 PV Watts，收取回傳資訊並預估發電量。
8. 所有進入追蹤系統的數據都需要通過正確性的查核。所有安裝於現場並自己使用的發電設備，其電力都將經過電網，故皆為

- PJM 所管理。GATS 與 PJM 簽署合約，每個月取得發電數據。並將經過驗證後的數據上傳至 GATS 中。
9. 數據上傳後若需變更，需經由 PJM 認證與提供相關發電量證明。GATS 須向 PJM 確認過才會更新發電量數據。若有謊報行為 GATS 將關閉該用戶之帳戶。目前並未有被停權用戶回歸系統的案例。
 10. GATS 本身對於用戶側(behind the meter)的發電設備與使用有許多驗證，稱為“合理發電量查驗”(reasons ability check)，GATS 會做最初的合理發電量查驗，GATS 本身不會去查驗所有的系統，是由州政府去認證與現場查核。
 11. GATS 有權力暫緩可疑之發電量數據進入系統中，直到發電用戶提供相關證明。

二十、拜會道瓊永續指數(DJSI)

(一)道瓊永續指數(DJSI)簡介

道瓊永續指數 Dow Jones Sustainability Indices (以下簡稱 DJSI)，成立於 1999 年，係由美國道瓊公司(Dow Jones Index)、歐洲 STOXX 公司與瑞士蘇黎士永續資產管理公司(Sustainable Asset Management, SAM)在 1999 年共同推出，為全球第一個追蹤頂尖企業的社會責任指數，多年來不斷分析各大國際知名企業在環境、經濟與社會等永續發展面向的表現，並每年 9 月定期公開發表，也是現今國際間最具公信力的企業永續評比工具之一，為全球投資機構之重要參考指標。目前指數內的企業，涵蓋 26 個國家。

評分原則: DJSI 的給分基礎乃是根據 SAM 的永續資訊管理系統 (Sustainability Information Management System, SIMS)，該制度採用事先定義給分標準，並且訂定各評估準則的權重值。因此，每個題項會針對答案內容預定給分原則、題項權重值，以及準則的權重值，分數乃是將每個題項的得分乘以其權重值，最後加總所有題項的得分即為總得分。

主要參考資料: 評價體系中數據主要來源於調查問卷、公司檔案、公共資訊、與公司直接聯繫四種管道。

(二)會面人員

David M. Blitzer : Managing Director and Chairman of the Index Committee

Kelly Tang : Director, ESG Research & Design

Daniel Perrone : Former Senior Index Manager

Trucost (London): Kaboo Leung : Senior Analyst | ESG Disclosure

(三)議程

日期	時程	內容
8/25	10:30~11:00	介紹臺灣再生能源憑證機制與討論道瓊永續指數

(四)參訪紀要

1. 瓊永續指數(DJSI) 是從 1991 年開始發展，是全世界最具歷史的評價企業在環境、社會、治理(ESG)相關投入的參考指數。
2. 參與道瓊永續指數(DJSI)評比企業資訊取得主要是由瑞士 RobecoSAM 負責，倫敦的 Trucost 公司則負責環境相關資訊收集，及相關資料匯集技術發展，以確保相關資料的品質與可靠度。
3. 道瓊永續指數(DJSI)請 Trucost 和 RobecoSAM 了解臺灣再生能源憑證目前相關的取得資料品質還有後續雙方可能的連結方式。
4. 道瓊永續指數(DJSI)會提供給本團隊目前的臺灣公司參與道瓊永續指數(DJSI)的狀況。

二十一、拜會摩根史丹利資本國際公司(MSCI)

(一)摩根史丹利資本國際公司(MSCI)簡介

摩根史丹利資本國際公司 Morgan Stanley Capital International Environmental, Social and Governance Index (以下簡稱 MSCI, ESG Index)，是摩根史丹利資本國際指數是全球投資組合經理作為投資基準最為廣泛應用的指數，目前有 2000 多家國際機構投資者採用 MSCI 指數作為基準。另外這些指數亦衍生出一般投

資者可參與交易的投資工具，如 MSCI 指數期貨以及上市交易基金(ETF)等。MSCI 指數雖然沒有像道瓊斯永續指數(DJSI)那樣得到新聞界的廣泛認同，但是它卻是國際投資者使用最多的基準指數之一，在全球大約有 3 兆美元是以 MSCI 指數為基準。MSCI 指數涵蓋 23 個已開發國家市場和 27 個新興市場，對不同國家編製了國家指數、價值指數和成長指數、小市值指數和擴展指數，以及中國指數系列。

(二)會面人員

Thomas Kuh：Executive Director Products

Samuel Block：ESG Research Team

Umar Ashfaq：Associate Research

(三)議程

日期	時程	內容
8/25	14:00~15:30	介紹臺灣再生能源憑證機制與討論 MSCI ESG Index

(四)參訪紀要

1. 摩根史丹利資本國際公司(MSCI) 環境、社會、治理(ESG)指數，主要由企業所提供的公開數據為評估的基礎。利用公開資訊作為評估基礎的好處在於，相關資料是透過公眾機制確認其正確性。目前在溫室氣體排放相關的資訊與數據是參考 CDP 的公開資訊。
2. 摩根史丹利資本國際公司(MSCI) 環境、社會、治理(ESG)指數，已經發展出各種具有針對性的指數家族，例如 MSCI ESG Universal Index、MSCI Leaders ESG。建議臺灣再生能源憑證可以考慮和 MSCI Leaders ESG 連結。

伍、心得及建議

美國再生能源憑證在過去十年快速成長，其特性包含各州政府有明確的法律依據規範再生能源憑證的適用範疇與使用原則、資源解決方案中心所建立並需統一遵守的北美再生能源標準，以及自由交易市場和可以安全交易與登錄數據的再生能源憑證追蹤系統，此一運作模式值得我國借鏡。

本參訪團於赴美期間密集拜會美國再生能源憑證「制度層面單位」，包括：北美資源解決方案中心(CRS)、世界資源研究所(WRI)、加州公用事業委員會(CPUC)、美國國家再生能源實驗室(NERL)、美國環保署(EPA)、美國國家標準與技術研究院(NIST)；參訪美國再生能源憑證「追蹤系統單位」，包括：太平洋瓦斯與電力公司(PG&E)、加州電力調度公司(CAISO)、德州電力可靠度委員會(ERCOT)；拜訪「大量購買再生能源之公司」，包括：Google 加州總部與 Apple 公司；以及拜會「企業社會責任機構」，包括：道瓊永續指數機構(DJSI)與摩根史丹利資本國際公司(MSCI)。主要獲致心得及建議如次：

一、再生能源憑證「制度層面」部分：

1. 美國不同州對於再生能源配比制度 (RPS) 的要求因州而異，美國要求電力公司符合其再生能源配比制度 (RPS) 的州政府，都要求電力公司使用再生能源憑證及電子化的追蹤系統，證明其滿足使用再生能源配比制度要求。
2. 美國再生能源憑證發展目前主要是義務性市場，自願性市場規模較小。美國環保署和美國聯邦貿易委員會合作共同提出再生能源憑證如何宣告的準則。在美國再生能源憑證是用於宣告再生能源使用的法定工具。
3. 美國再生能源憑證自願性市場有 7 種購買方式，其中電證分離之再生能源憑證(Unbundled) 占比超過一半。追蹤系統可以協助避免環境效益的重複計算。
4. 美國環保署強力要求再生能源的交易須明確敘明再生能源憑證的歸屬。美國國家再生能源實驗室(NERL) 亦建議，再生能源的電力交易應對於再生能源憑證及其所有權歸屬有明確規範。

5. 美國再生能源市場快速成長之重要因素為州政府再生能源配比制度訂定需達成之目標與自願性再生能源市場，我國目前已開始發展自願性再生能源市場，若為加速我國再生能源發展與增加再生能源發電量，我國電力管制機關可仿效美國州政府之作法，訂定相關再生能源發電量或販售量目標、或相關公用售電業電力排放係數(電力排碳係數)之目標，可搭配我國再生能源憑證作為盤查依據或再生能源使用證明。
6. 臺灣未來電業自由化後，將會伴隨許多新型態的綠色商品出現，民間可效仿 3Degrees 公司，積極地與電業、用戶、企業等交流，設計合宜且有利潤空間的雙贏商品或投資計畫，讓市場更加活躍，進而促進再生能源的發展。
7. 臺灣尚未制定各地方須使用再生能源的比率，因恐於增加企業成本致使企業出走，因此美國自願性憑證市場價格高於義務性市場，對於臺灣來說是正面的參考經驗，且其中電證分離又占了 54.4% 超過一半的比例，證明電證分離是可行且相當有市場規模的。
8. 美國憑證可多次轉售，而臺灣憑證現行設計僅可做一次交易，若追蹤系統設計完備，應可效仿多次販售讓更多業者願意投入有生意契機的再生能源市場。
9. 臺灣未來小型再生能源發電業可參考社區選擇整合方案，臺灣電力管制單位可參考美國加州之作法，法規裡須規範社區選擇整合方案之區域為預設供電者，但用戶若有其他偏好，可選擇其他供電者。臺灣地方政府可參考該作法，推動地方再生能源發展。
10. 臺灣再生能源憑證剛開始推行，目前有意願購買再生能源憑證者，大多為金融企業或電子科技產業。再生能源憑證團隊可參考 CMU 之學校政策，朝這方面去推廣，讓更多不同的單位或組織購買再生能源憑證。未來再生能源憑證中心或臺灣環保署可參考美國 EPA 至做法，創立一個國家執行的評比制度，可鼓勵更多單位或組織購買再生能源憑證，例如大學等。
11. 聯邦政府藉由自願性的綠色電力夥伴 (Green Power

Partnership)，對於參與者的條件門檻設定不高，讓潛在需求者在不不論是購買綠電商品或是簽合約上，皆可得到最透明的資訊，剷除對於不熟悉市場的懼怕。並且透過排名以及頒獎，讓企業除了可精準購買綠電商品外，也能提升企業形象。臺灣綠電認購與美國環保署的排名有部分類似之處，若加上憑證以及日後綠電商品多樣化後，變成任意選擇符合需求的再生能源，進而真正讓金流流動至發電業者，正向推動再生能源投資發展。

二、再生能源憑證「追蹤系統」部分：

1. 北美西部追蹤系統(WREGIS)的功能為發行、註冊與追蹤再生能源憑證，提供義務性與自願性市場方案的驗證數據。最終目的為避免重複計算。
2. 參訪 PG&E，且透過他們介紹 WREGIS 這憑證追蹤系統，讓我們對目前美國的憑證追蹤系統有了相當的觀念，也順便驗證臺灣目前在規劃與設計制度上沒有與國際發展方向背離，這對於臺灣目前正在發展建置憑證追蹤系統有很大的參考價值與助益。
3. 臺灣的追蹤系統仍在建置與完善中，可參考美國之作法，訂定出相關標準與嚴謹的申請程序及查驗證程序，嚴格追蹤再生能源憑證與其環境效益之使用情況，以避免重複計算。
4. NREL 致力於開發優良的模型及工具，可用來評估、分析及最佳化再生能源和能效技術相關專案。上述開發工具有許多可以應用在全球，區域，地方，例如：估計全球併網光伏（PV）能源系統的能源生產和能源成本，使得屋主、小型業主、安裝商和製造商能輕易地估計潛在光伏裝置的性能。

而臺灣在能源憑證中心目前正在開發有關再生能源憑證之線上追蹤管理系統，此系統亦利用大數據、機器學習和統計技術開發可應用於再生能源憑證追蹤系統之再生能源發電預測及相關能源資料應用功能，使用者可在此憑證追蹤系統申請及買賣憑證。未來憑證中心應持續開發此憑證系統，使得系統具有防止憑證重複計算之功能，並可使用系統內的發電預測功能，驗證發電量之真實性。

NREL 的 System Advisor Model 系統功能完整，可幫助再生能源相產業之決策使用，可作為 T-REC 未來開發數據分析預測系統之寶貴參考。另外，NREL 具有整合了國家電網模擬器、大型變流器測試中心、用戶側導入先進綠能為電網之整體工程設計導入經驗，可作為未來我方相關工作實際推動時的參考。

5.此次在 ERCOT 有很好的收穫，ERCOT 在很多執行面有很多方法可以提供 T-REC 追蹤系統參考，包含各種不同大小案場資料的取得、追蹤系統和交易之間的責任分解還有從變流器讀取資料，變流器要通過的標準等，可作為臺灣憑證相關電量查驗單位之參考。而 ERCOT 對於風力發電及氣候預測的方法，可作為 T-REC 未來開發數據分析預測系統之寶貴參考。

6.PJM 的 GATS 追蹤系統，追蹤所有發電業所發出的電量，並靠該系統統計並計算每年的電力排放係數。臺灣的追蹤系統，若未來有計畫與臺灣的環保署、能源局做資訊勾稽，可參考 GATS 系統之運作模式，接收與匯出資料。PJM 對於註冊帳戶與數據查驗證相關之規範，值得臺灣借鏡參考。

三、美國「購買再生能源」Google 與 Apple 公司之意見及因應：

1.Google 在美國所簽署的再生能源憑證與購電合約大多以 10-15 年為主，在不同的國家願意採取不同模式，配合簽署短期合約或更長期的合約(例如 20 年)。

2.Google 目前在臺灣再生能源市場中遇到的困難有三：

(1)開發商因轉供子法尚未完善，故無法給予明確答覆；

(2)選址、建設與開發許可取得困難；

(3)大多數再生能源發電設備皆已與台電簽署躉售合約。

3.Google 表示希望再生能源憑證團隊介紹臺灣再生能源開發商，以協助 Google 與相關公司接洽；Google 並希望可盡快進入憑證追蹤系統中註冊帳戶。

4.有關臺灣土地的拍賣機制與時程，Google 表示臺灣土地的取得途徑較複雜，但仍希望能參與新設的再生能源案廠開發與建置。再生能源憑證團隊可關注子法完善日程並提供 Google 相關消息。再生能源發電案場的建置與開發，需要長期的規劃與合作，

與開發商談妥合約至取得證照許可，可能須要至少 1-3 年。

5. Apple 目前在亞洲，僅使用了新加坡剛成立的追蹤系統。該公司對追蹤系統的軟體與隱私有極高的要求。臺灣的再生能源憑證追蹤系統(資訊平台)的設計須達到 Apple 的要求，該公司才會使用。
6. Apple 目前並未強制其產品供應鏈使用再生能源，但在未來會逐漸加強其合約用字。臺灣許多公司為 Apple 的產品供應鏈，未來對於再生能源憑證的需求將提高，並且需注意再生能源憑證的市場價格，若過高將會影響供應鏈成本，Apple 對於目前臺灣的再生能源憑證價格表示過高。

四、再生能源憑證「環境效益」部分(溫室氣體盤查減量及企業社會責任)：

1. 再生能源憑證在美國可用於範疇二的溫室氣體盤查減量，而通常不使用於碳交易及碳抵換(Carbon Offset)
2. 我國再生能源憑證欲獲得溫室氣體盤查減量「環境效益」，建議可參考或遵循溫室氣體範疇二排放計算標準。
3. EPEAT 藉由美國環保署的力量，以及組織間彼此間競爭但又合作的關係，得以在各種環保標籤中站穩腳步，美國本身為進出口大國，國際上製造商為了讓自身產品更獲消費者青睞，莫不努力讓自家資訊產品取得 EPEAT 標籤認可，臺灣廠商若與該制度緊密結合，將會增加國際競爭力。思考如何讓憑證標準納入 EPEAT 評選標準中是團隊可未來規劃方向。
4. DJSI 表示，該公司對於數據品質非常注重，其中，負責道瓊永續指數環境方面數據檢測與評估的組織為 Trucost。道瓊永續指數團隊表示，臺灣再生能源憑證團隊應先與 Trucost 聯繫，了解相關數據品質要求與來源，以利於後續相關討論。
5. 摩根史丹利資本國際公司(MSCI)環境、社會、治理(ESG)指數，已經發展出各種具有針對性的指數家族，例如 MSCI ESG Universal Index、MSCI ESG Leaders 等。建議我國再生能源憑證可以考慮和 MSCI ESG Leaders 連結，作為連結國際「企業社會責任」之指標。

五、其他：

1. SUMD 風力發電案場是陸域型的案場，技術門檻及開發成本較離岸風力低廉，且美國土地廣大，因此有本錢發展陸域風力但是美國陸上風力發電的使用效能約在 30%，比離岸風力發電效能略低，由於海上風力的耗損相對於陸地來說較少，又臺灣的離岸風力發電平均效率（澎湖陸域）約可達 45%，所以臺灣沿岸非常適合發展離岸風力，加上臺灣土地空間有限，人民居住密度高，所以往海上空間發展勢在必行。

但因離岸風機尺寸大，又是建置在海洋中，所以在載運或安裝都需要專屬的工作船，對於高昂的技術門檻和造價都是考驗，尤其是完成安裝風機過後的系統維持，以及高壓電路的鋪設與維護，這些都是需要研究的課題。藉由 SMUD 豐富的風力發電調度和完整的系統追蹤，值得臺灣借鏡與參考，同時，亦效法歐洲沿海各國離岸風力的建造經驗，讓臺灣離岸風力能更快步上軌道，以增加備載容量並降低電網負載。

2. 大規模再生能源和充電站併網時將會對電網產生許多以往未曾發生過的系統衝擊。以加州而言，隨著再生能源推動速度的加快，推測在未來幾年之後，電力系統在白天時期將出現電力過剩的問題，臺灣應該以 2001 加州電力危機為鑒，並以度過電力危機的加州電業自由化為借鏡，除了加快建置胎灣中部離岸風力和南部 PV 之外，亦須努力著墨開發儲能系統，以達到削峰填谷減輕電網尖峰的負擔以及避免限電危機帶來的產業與民生衝擊。

3. NIST 智能電網測試平台(smart grid testbed)，其可交換性之測試涵蓋了電網所有可能端點，平台可為公用事業，監管機構，決策者和其他利益相關者提供有效資訊，後續可考慮使用類似平台或與 NIST 合作。

4. 新興技術與“量子 SI”發展除了定義新 SI 單位外，其應用面將會開啟破壞性改變，21 世紀的工具包可以開發新一代的工具和儀器，其功能遠遠超過傳統上可追溯性的功能，應開始注意或著手可能之發展。

5.USGBC 在亞洲尚未有 LEED 評比機制與其他再生能源憑證合作的案例。故希望再生能源憑證團隊，可以提供確保臺灣再生能源憑證所代表的再生能源使用資訊的品質資訊，後續雙方再持續相關實質連結作法的探討。