

出國報告（出國類別：開會）

參加美國電機電子工程師學會年會

服務機關：台電系統規劃處

姓名職稱：王芝映 電機工程師

派赴國家：美國

出國期間：106.07.15~106.07.23

報告日期：106.9.8

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加美國電機電子工程師學會年會

頁數 21 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司/陳德隆/2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

王芝映/台灣電力公司/系統規劃處/電機工程師/2366-6894

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他(開會)

出國期間：106年7月15日~106年7月23日 出國地區：美國

報告日期：106年9月8日

分類號/目

關鍵詞：電機電子工程師學會(IEEE)、再生能源(Renewable Energy)、物聯網(Internet of Things)、需量反應(Demand Response)

內容摘要：(二百至三百字)

今年電機電子工程師學會年會主題為「創造更安全、彈性與適應的電網」(「Energizing a more Secure, Resilient, and Adaptable Grid」)，顯示現今電網發展以不同於以往集中式電網架構，正逐漸轉為分散式電源電網架構。大量再生能源併網、需量反應負載管理、儲能設備等新技術設備加入，再加上物聯網(IoT)網路互聯發展，顯示將來電網勢必如朝向更安全、彈性與適應性強的發展。

本次 IEEE PES 年會中許多不同議題，主要仍著重在未來電網如何因應極端

事件、大量間接性再生能源併網、氣候預測、太陽光電及風力出力、CO2 減量等目的下，利用如智慧電網、負載管理、物聯網、新通訊協定等新技術設備，建購具彈性、可靠的電網，才能可有效達到本次 PES 年會所期望電網發展藍圖，滿足穩定供電的目的。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://open.nat.gov.tw/reportwork>)

報告內容

一、出國緣由與目的	1
二、出返國行程	2
三、出國重點摘要	3
四、參加美國電機電子工程師學會年會摘要	5
(一)年會活動議程概況	5
(二) IEEE PES 會員大會(MEMBERS MEETING)	7
(三)主管會議(SUPER SESSION)	8
(四)委員會議(COMMITTEE SESSION)	10
(五)技術類會議 (TECHNICAL PROGRAM)	11
(六)講授課程(TUTORIALS)	11
五、IEEE 會議研讀心得	12
(一)文章摘要	12
(二)簡介	12
(三)需量反應和能源效率藍圖(DEMAND RESPONSE AND ENERGY EFFICIENCY ROADMAP)	13
(四)儲能藍圖(ENERGY STORAGE ROADMAP)	14
(五)需量反應市場價值(RECOGNIZING THE VALUE OF DEMAND RESPONSE IN	

MARKETS)	15
(六)市場需量反應足夠性與影響(RESOURCE ADEQUACY AND IMPLICATIONS FOR MARKET PRODUCTS FOR DR).....	17
六、出國心得與建議	20

一、出國緣由與目的

受限於外在環保議題及抗爭因素，使電源開發及輸變電工程興建受到極大阻力，致整體電網規劃需配合外在工程因素作調整，造成電力端與負載端無法達成區域平衡狀態，因此形成電網瓶頸，而需採用運轉手段或臨時替代工程來改善，導致本公司在輸電系統規劃上難度更高、更複雜；再加上電業法已於 106 年 1 月 26 日修訂公布，電力市場架構將呈現新風貌，輸配電業須配合研擬相關代輸作業辦法，尤以配合國家所推動太陽光電及離岸風力等大量再生能源政策，除持續強化再生能源併網對系統衝擊檢討及併網規定修訂外，綠能代輸議題亦為目前急需進行研議之重要課題。

美國電力與能源協會舉辦之電機電子工程師學會年會，集結全世界各國電力領域專家學者，藉由參與本年會可獲取相關電力系統知識，並從中學習相關電網新技術、新設備及電力代輸等經驗，有助於未來綠能併網之系統規劃層面、電網瓶頸改善應用及代輸費率設計等規則，提供有利的參考依據。

參加美國電機電子工程師學會年會，除可提供派訓人員建構更完善之電力實務經驗外，期間亦可與國外各產官學界相互交流，俾強化既有規劃能力及技術，更可吸取國外經驗及技術，對未來系統規劃提供助益。

二、出返國行程

- 106/7/15 台北 TAIPEI →106/7/15 芝加哥 Chicago
- 106/7/16 ~ 106/7/20 參加美國電機電子工程師學會年會
- 106/7/21 芝加哥 Chicago→106/7/23 台北 TAIPEI



三、出國重點摘要

此次行程主要參加 2017 IEEE 所舉辦之電機電子工程師年會，電機電子工程師協會 (IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers) 是一個國際性的電子技術與資訊科學工程師組織，會員成員涵蓋全世界產、觀、學界等專家，藉由參與本次 IEEE 年會，瞭解到參與本次年會之全世界產官學界人員於開會期間所發表的專題講座、課程或論文，深深瞭解到各國電力公司、工業界、廠家與研究機構等新技術發展的實務經驗。尤以本次年會主題為「創造更安全、彈性與適應的電網」，顯示現今電網發展以不同於以往集中式電網架構，正逐漸轉為分散式電源電網架構。大量再生能源併網、需量負載管理、儲能設備等新技術設備加入，再加上物聯網(IoT)網路互聯發展，顯示將來電網勢必如朝向更安全、彈性與適應性強的發展。此次出國研習中獲得許多新技術規劃思維，對系統規劃頗有助益，值得持續派員參加學習，相關心得如下：

(一) 本次 IEEE PES 大會於 2017 年 7 月 16 日至 20 日在芝加哥喜來登大酒店舉行。這次會議超過 2,500 名與會者，會議中所出席會員與專家提出專業領域的新知及運轉實務經驗，討論的議題具前瞻性與技術性，並可藉由相關文章內容，獲取新知與經驗。

(二) 本次 IEEE PES 年會中許多不同議題，主要仍著重在未來電網如何因應極端事件、大量間接性再生能源併網、氣候預測、太陽光電及風力出力、CO₂ 減量等目的下，利用如智慧電網、負載管理、物聯網、新通訊協定等新技術設備，建購具彈性、

可靠的電網，才能可有效達到本次 PES 年會所期望電網發展藍圖，滿足穩定供電的目的。

- (三) 除電源端的變遷之外，負載需求端亦為重要課題，就如目前公司所推動需量競價措施，就是在電源不足或配合未來再生能源發展下，所規劃主動措施。亦即本次年會加州 ISO(CAISO) 所提「整合市場需量反應管理之挑戰、機會和方法」(詳本報告內容)，將傳統電源配合負載用電情形，轉變為控制負載用電情形，達成電源與負載端匹配控制之更安全電網架構。
- (四) 由於政府已規劃 2025 年再生能源裝置容量達全系統 20% 之目標，其中又以彰化、雲林等西部沿海地區以主要發展風力發電(如彰化離岸風力 10GW)、中南部地區則日照充足發展太陽光電為目標，考量公共安全、投資效益及避免大規模停電前提下，預先研擬相對之因應對策以容納大量再生能源併網，將為規劃單位持續努力目標之一。
- (五) 此次參加國際性 IEEE 年會，獲得相關規劃、運轉、發電、輸電及工程領域資訊，並可藉由實際與不同領域專家接觸，可瞭解對於問題的處理及思考方向，使人員能將理論與實務相結合，對日後工作之助益甚大。

四、參加美國電機電子工程師學會年會摘要

(一)年會活動議程概況

2017 電機電子工程師學會年會(IEEE PES General Meeting)今年 7 月 16-20 日共 5 天於美國芝加哥舉行，活動地點主要在希爾頓飯店舉行(Sheraton Grand Chicago Hotel)。會議主要由 Commonwealth Edison Company (ComEd) 及 RTDS Technologies 兩家公司贊助，另還有許多其他公司及機構贊助，詳細活動議程如表 1。同樣地，大會為了讓初次參加此年會的人員熟悉整個會議進行概況，於第一天舉辦說明會(New Attendees Orientation)。

- ✓ 7/16(日)下午 3:00-4:00 於飯店安排說明會(New Attendees Orientation)；
- ✓ 7/16(日)當日下午 5:00-8:00 於該飯店旁港口海軍碼頭(Navy Pier)舉行歡迎茶會>Welcome Reception)，提供與會人員一個彼此認識及分享交流的平台，茶會盛況下圖。

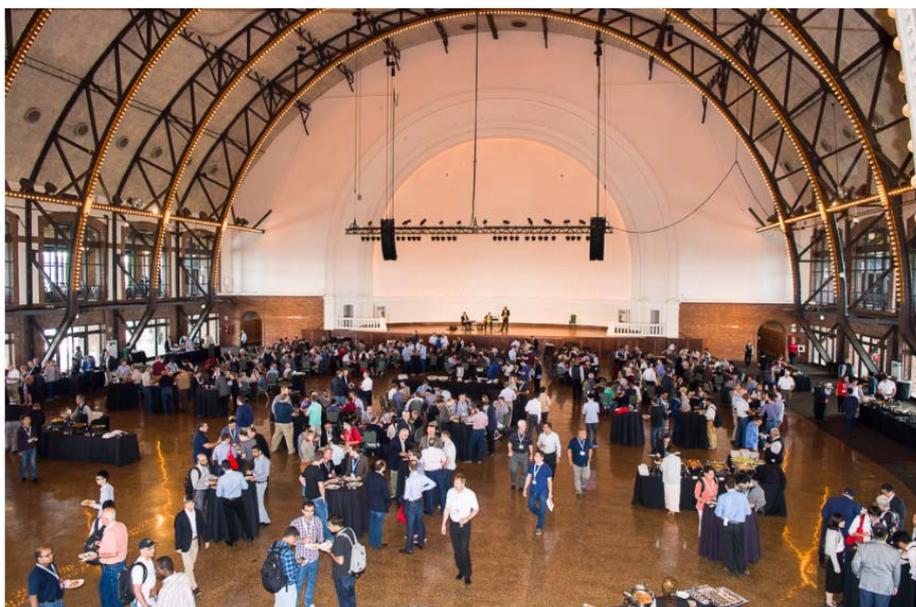


圖 4.1 年會當日之歡迎茶會盛況

表 4.1 2017 IEEE PES GM 活動議程

Day	Time	Event / Sessions
Sunday	All Day	Registration/Information
		Committee Meetings, Tutorials*
	PM	Companion Tour*
	PM	New Attendees Orientation (3:00–4:00 PM)
	4:00 PM	IEEE PES Scholarship Plus Reception
	Evening	Welcome Reception
Monday	All Day	Registration/Information
		Companion Lounge for registered companions and registered children
	AM	Attendee and Presenter Breakfasts; Companion Breakfast
		PES Members Meeting (8:00–9:00 AM)
		Plenary Session (9:00–11:00 AM)
		Companion Tour*
	11:00 AM	Committee Meetings start
PM	Committee Meetings, Technical Sessions, Technical Tours*, Companion Tour*, Tutorials*	
Evening	Committee Poster Sessions, Fellows Reception, Candidates Meet-and-Greet (all co-located) (5:00–8:00 PM)	
Tuesday	All Day	Registration/Information
		Super Sessions, Committee Meetings, Technical Sessions
		Plain Talk Course (co-located event, separate registration required)
		Companion Lounge Program for registered companions and registered children
	AM	Student Poster Contest and Attendee Breakfast (co-located with the Student Poster Contest); Presenter Breakfast; Companion Breakfast, Companion Tour*
	PM	Technical Tour*, Companion Tour*
	Evening	Awards Dinner and Ceremony (7:00–9:30 PM)
Wednesday	All Day	Registration/Information
		Committee Meetings, Tutorials*, Technical Sessions
		Plain Talk Course (co-located event, separate registration required)
		Companion Lounge Program for registered companions and registered children
	AM	Attendee and Presenter Breakfasts, Companion Breakfast
		Companion Tours*
	Noon	Student / Industry / Faculty Luncheon – Ticket required
	1:30 PM	Student / Industry / Faculty Job Fair
PM	Technical Tour*	
	Evening	IEEE PES Women in Power Networking Reception; Young Professionals Seminar and Networking Reception
Thursday	All Day	Registration/Information (until 12:00 pm)
		Committee Meetings, Technical Sessions, Tutorials*
		Plain Talk Course (co-located event, separate registration required)
	AM	Attendee and Presenter Breakfasts; Companion Breakfast
		Companion Lounge Program for registered companions and registered children (until 12:00 pm)
Friday	All Day	Committee Meeting

此次 IEEE 2017 年 PES 年會主要主題為「創造更安全、彈性與適應的電網」議題上，並提供國際性觀點，達到促進、分享與相互討論的平台，並專注在關於今日電力系統與能源工業的發展。本次會議內容主要包括六大部分：

- ◆ 技術類別資訊概要，包括主管會議(Super Session)，和其他分類的會議(如 panel sessions, paper sessions, poster session 與 paper forums)等議題。

技術類會議中所討論的議題皆具前瞻性及技術性，遍及全球的會員、電力公司、工業界、學術界與設備廠家提出專業領域的新知及運轉實務經驗，使各與會人員獲取新知及交換經驗。

- ◆ 個別詳細的 technical session 與技術工作，如本次年會中之教學課程(tutorials)，技術導遊(technical tours)等。
- ◆ 同伴的行程類別(companions' program)
- ◆ 學生行程類別(student program)
- ◆ 委員會會議(committee meeting)

(二) IEEE PES 會員大會(Members Meeting)

本次大會由 PES 總裁 Damir Novosel 主持，除介紹本次大會主題之外，亦同步更新 PES 活動的成員資格。另亦同邀請相關未來競選 PES 總裁候選人、PES 財務主管和 PES 秘書等重要人士發言。提供了一個會員直接與候選人面對面接觸瞭解的機會。



圖 4.3 PES 會員大會

(三)主管會議(Super Session)

本次年會主管會議，在於綜合會議上的一系列演講，並充分探討不同的主題觀點。成員主要來自多個 PES 技術委員會的專家，主要討論重大課題包括如下等項目。

1. 最新新聞專業觀點

2. 極端事件和電網彈性

- 在極端事件條件下，什麼水平的停電是可以接受的？
- 如何應對災害情況？
- 在極端事件或自然災害中協調電力和天然氣基礎設施以及相互依賴關係。
- 變電站設計在風暴，地震和其他自然災害條件下的彈性。
- 了解和模擬地磁（GMD）和電磁脈衝（EMP）現象，影響評估和緩解的進展。

3. 儲能

- 大型公用事業級能源儲存，相關業務案例和應用，包括削峰填谷作法、孤島和微型電網運行。
- 整合再生能源發電、能源儲存和需量反應，以實現有競爭力的能源成本。
- 儲能技術和長期環境考慮。
- 移動儲能，如電動汽車。以及對動態配電網的影響。
- 能源儲存技術和混合存儲技術的進步。

4. 電網安全

- NERC 對電網安全的要求和標準。
- IEEE PES 與 DOE、NERC 和 FERC 的合作，制定可靠性標準和政策。
- 最近對電網安全要求的變化。
- 電力系統網路安全的最佳做法。

5. 分散式電源（DG）的調節、工程、模擬與衝擊影響

- 最新的法規，包括額定設計、社區太陽能、太陽能價值和美國議案 2514 號規定。
- IEEE 1547 標準以及將分散式電源與電力系統相互連接的標準之未來挑戰、差距和需求探討。
- 分散式電源模擬、分析和技術解決方案（如能源儲存，需量反應等）的高滲透率下之電網相關整合挑戰和解決方案評估。
- 微電網，包括應用、實務案例、挑戰和解決方案。

- 分散式電源併網之對電網相關的保護和控制挑戰，包括解決方案。

(四) 委員會議(Committee Session)

本次委員會議定期於會議每日上午召開。行政委員會(Administrative Committees)、電力系統分析委員會(Analytic Methods for Power Systems Committee)、發電機委員會(Electric Machinery Committee)、電源發展與發電委員會(Energy Development and Power Generation Committee)、電網與新興技術協調委員會(Grid & Emerging Technologies Coordinating Committee)、電力與能源教育委員會(Power & Energy Education Committee)、電力系統動態性能委員會(Power System Dynamic Performance Committee)、電力系統儀表與測量委員會(Power System Instrumentation and Measurements Committee)、電力系統運行、規劃與經濟委員會(Power System Operation, Planning & Economics Committee)、智能建築、負載和客戶系統委員會(Smart Buildings, Loads & Customer Systems Committee)、變電所委員會(Substations Committee)、輸配電委員會(Transmission and Distribution Committee)與風能與太陽能發電協調委員會(Wind and Solar Power Coordinating Committee)、其它委員會。

另大會為體貼參與大會會員，各委員會更新程序除被發佈在註冊區域的留言板上之外，亦會透過 APP 程式發送通知，讓與會人員可隨時掌握大會情形。

(五)技術類會議 (Technical Program)

會議期間從 7 月 16 日(星期日)至 7 月 20 日(星期四)共五天，每日皆有安排技術會議，並以技術或學術性論文發表型式報告相關最新進展與新技術，議程內容涵括議題廣泛，可供與會者相互學習及討論。會議分別以 Panel Sessions(PS)、Transactions Paper Sessions(PP)、Paper Forums(PF)、Poster Session(P0)等方式進行。

(六)講授課程(Tutorials)

會議期間將提供十三個教程。課程並由頂尖專業人士、教授等現場教學。內容包括：

- 根據 IEEE C62.22 之電力系統保護
- 能源儲存：技術、應用和最佳實踐介紹
- 輸電線路並聯補償-原則、規劃、運行經驗和未來趨勢
- 分散式發電機的智能變頻器
- 彈性 HVDC 應用於電網規劃與整合
- 電力系統動態之同步估測與控制
- 智慧電網 308-分散式能源資源
- IEEE 1547 用於分散式能源與電力系統互連的標準
- 現代電力系統中微電網的設計與實現
- 工業之實踐、需求和挑戰一連串分析：教程和培訓
- 管理未來不確定性的電網：EMS 控制中心的演變
- 配電自動化/管理系統以及與 DER 和微電網的整合
- 電力輸配電系統的網路安全

五、IEEE 會議研讀心得

由於台灣目前電網電源備用容量率逐年不足，且未來大量再生能源將陸續併網加入下，已可預期未來電網規劃及運行確實需面臨一定挑戰。另一方面負載端管理部份，公司也極力推出需量反應策略，如近期需量競價機制或「用戶群代表」(Aggregator)制度，透過第三方幫公司找不同類型的能源用戶節電，以共同達到抑低負載用電量，以達輔助電源不足時期之降低尖峰用電量之作為。因此鑒於未來公司配合電業法修正後之作為，負載端管理亦為重要需研討項目，本次主要參閱美國加州 ISO(CASIO)作者所提「整合市場需量反映管理之挑戰、機會和方法(Challenges, Opportunities, and Approaches for Integrating Demand Response in Markets)」，提出摘要說明如下，作為未來公司研議參考依據。

(一)文章摘要

美國加州已經採取了許多策略以面臨大量再生能源加入系統之可靠作為。因此在電源供應的持續變化和穩定支持電網運行，是需積極面對的挑戰。而需量反應作為在響應處理這些方面電源變化情形，就可以有很大的利用價值。本文概述加州 ISO (CAISO) 正在使用所擬步驟來促進實施需量反應和儲能，以使這些措施可提供電網運用的價值。

(二)簡介

加州已經採取了許多政策來促使改變以往傳統電網運行模式，轉而以持續發展的再生能源為主分散性電源。另除本身電力市場所推動零售需量反應 (DR) 計劃外，在加州 ISO (CAISO) 電力市場，

亦已經實施了負載管理、代理執行需量反應、可靠性需量反應和非發電機等資源產品在市場上推動。亦即需量反應係以不同方式呈現，其經營特徵包括：

1. 以單一出價曲線的響應需求作為招標訴求，而不是採出價後再分別減少原始使用負載計畫。
2. 透過 DR 用戶群代表(Aggregator)在市場上運作，有效控制負載。
3. 連續可變的操作而不是以很多分段離散方式去處理。

透過最近的相關者流程開發 DR 和能源效率 (EE) 藍圖和儲能藍圖架構，CAISO 正與相互合作開發進一步開發這些資源。本文重點指出目前所正促進兩個發展 DR 與相關資源：(a) 有價值彈性容量應用在快速反應系統變化的能力條件，(b) 調整 DR 資源聚集者需求和創造資源價值能力。

(三) 需量反應和能源效率藍圖 (Demand Response and Energy Efficiency Roadmap)

CAISO 目標係將 DR 和 EE 成為整體架構方式，係為可靠和可預測的資源，具可靠及環保的可持續發電系統概念。CAISO 在與加州政府機構（加州公用事業委員會 (CPUC)、加州能源委員會 (CEC)）間的相互合作下，設想這些資源有助於低碳，保持隨實系統平衡所需的靈活容量和可靠性，以支持這些再生能源的整合。發展藍圖如下：

1. 更有效率負載修正程式，更符合負載需求，近而減少採購過多需求，及減少因此電源減少和調節變化。
2. CAISO 對電網的運行要求進行了最佳化 DR 和 EE 配置，有效滿足規劃和運轉需求。

3. 採購滿足電網能力的 DR 和 EE 資源，包括確切時間、地點等需求。
4. DR 參與 CAISO 市場，提供運營方案和經驗，並適度滾動回饋。

另該藍圖架構，亦規劃在 2013-2020 年中之四項發展目標，主要代表 DR 與 EE 的合作機構和市場參與者未來所需努力方向：

- 負載曲線調整：最大化 DR 和 EE 開發潛力，有利重新配置整個系統的負載形狀(削峰填谷)
- 資源充足：確保運行中有足夠的供應資源在正確的地方與及時可提供。另制定政策去指導 DR 採購行為就像電源供應便利。
- 操作：最大限度地利用供應方 DR 資源，以利 CAISO 可規劃和平衡系統運行。並以改善相關流程簡化，以減少 DR 參與市場的障礙。
- 監測：提供回饋記錄，了解 DR 的運營能力，近而調整 DR 和 EE 與系統和地區需求。

(四)儲能藍圖(Energy Storage Roadmap)

儲能系統主要以輔助相關類別新興技術發展，如可以大大有助於優化風能和太陽能發電利用，並以協助整合增加再生能源可進入電網機會，同時減少溫室氣體排放多重助益。事實上該儲能亦可搭配 DR 共同參與電力市場，作為非發電機資源產品選項。CPUC 在 2013 年建立該公用事業，2020 年採購 1,325MW 的儲能，並將於 2024 年實施。CPCC 還提供資助客戶端儲能的激勵措施，包括永久負載轉換和自我發電模式，並有效的作為電網可使用資源。

CAISO 和國家機構聯合制定了能源儲存發展藍圖，並確定該政策，共同解決所需的技術和流程變化與挑戰。這些挑戰包括擴大收入機會以匹配儲能的價值，達到降低電網互聯和持續運營成本。

(五) 需量反應市場價值 (Recognizing the Value of Demand Response in Markets)

美國加州州政策聲明，為促進再生能源的開發和減少溫室氣體排放量，2015 年 10 月參議院通過“清潔能源和減少污染法”條例草案，主要以建立潔淨能源、清潔空氣和溫室氣體於 2030 年後達成減排目標：

- 將溫室氣體減少至低於 1990 年的 40%
- 2030 年，達到增加再生能源電力 50%，
- 2030 年，提升能源使用效率一倍，
- 大型機組整合資源計劃，
- 將 CAISO 轉變為區域組織
- 授權公用事業電力傳送權力
- 國家機構進行各種研究。

另本文指出 CAISO 網站上實際已揭露出“鴨子”曲線。圖 5.1 顯示了再生能源的每日發電量和淨負載需求在典型的冬季或春季條件下之一日變化情形。實際截至 2020 年加州再生能源已達 33% 總裝置容量之高。

依圖 5.1 結果顯示，實際總需求與淨需求之間的差額主要是由白天的太陽能發電所驅動，達到 7,000MW 以上。淨負載需求概況的一個顯著特徵是最低的淨需求發生在中間，而且在這個基準上持續了幾個小時，而不是傳統上是晚上發生的最低負載情況。另其他顯著的特點是發生陡峭的上下坡(ramp)在早晨和晚上，而不是一個單一的升高早上。這改變了供需資源需要特點，因此需更大的靈活的電源供應能力及升降載能力，才能因應該急遽變化情形。

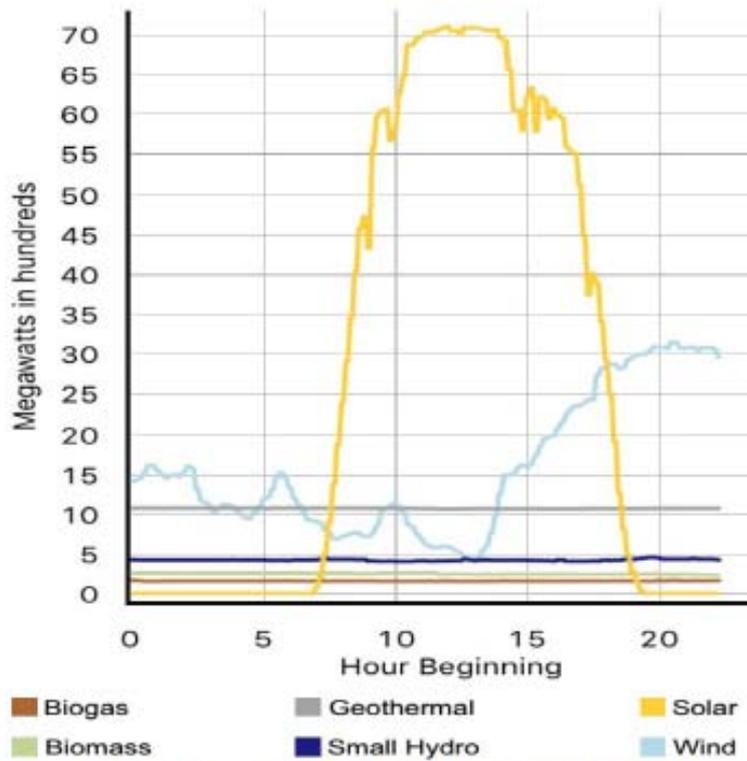


Fig. 1. Renewable generation production for March 24, 2016

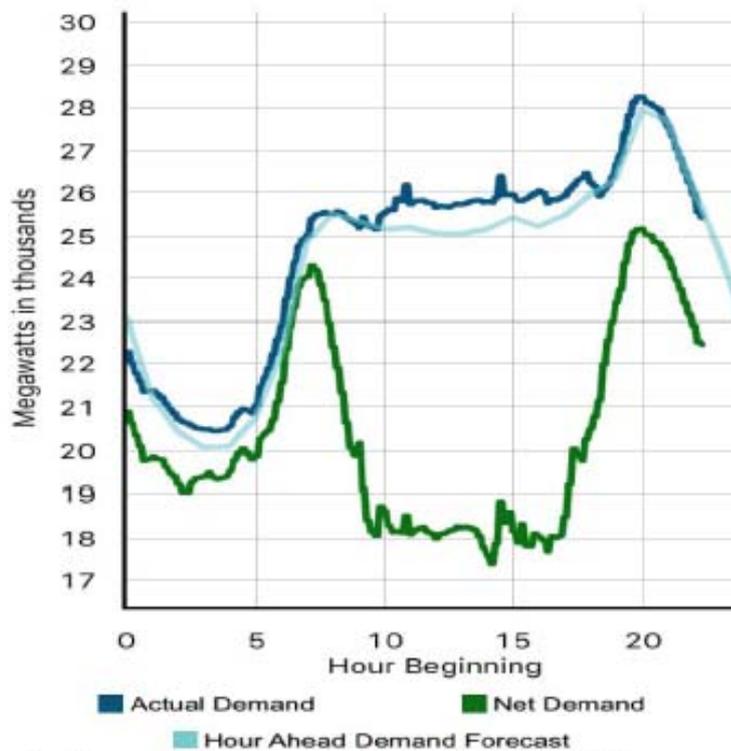


Fig. 2. Gross and net demand for March 24, 2016

圖 5.1 典型的冬季或春季條件之再生能源出力與淨負載變化

同樣地，其他季節也會發生類似的情況，如圖 5.2。

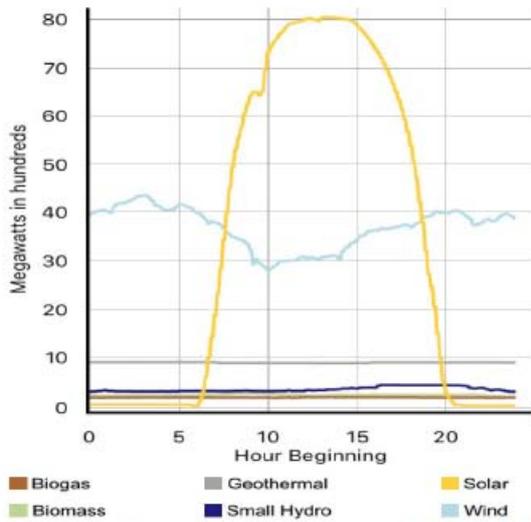


Fig. 3. Renewable generation production for July 12, 2016

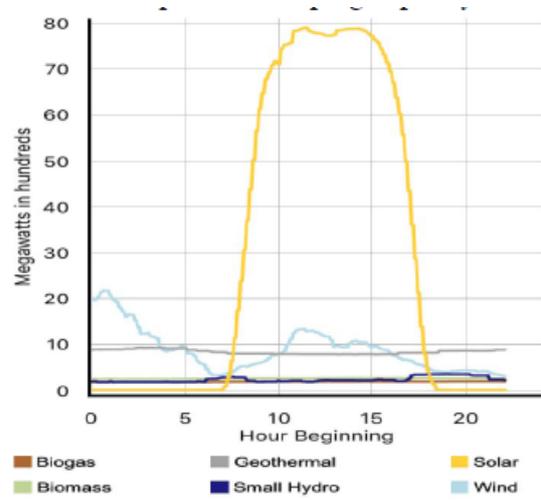


Fig. 5. Renewable generation production for October 20, 2016

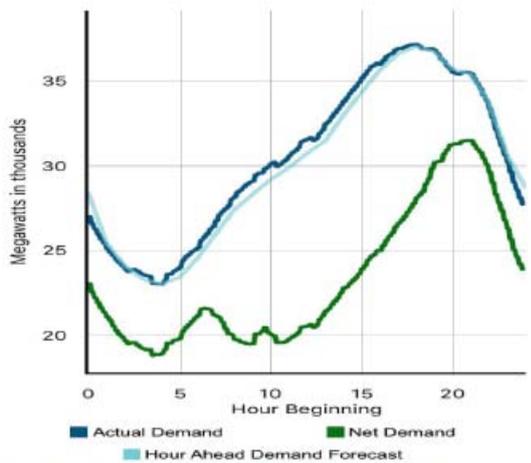


Fig. 4. Gross and net demand for July 12, 2016

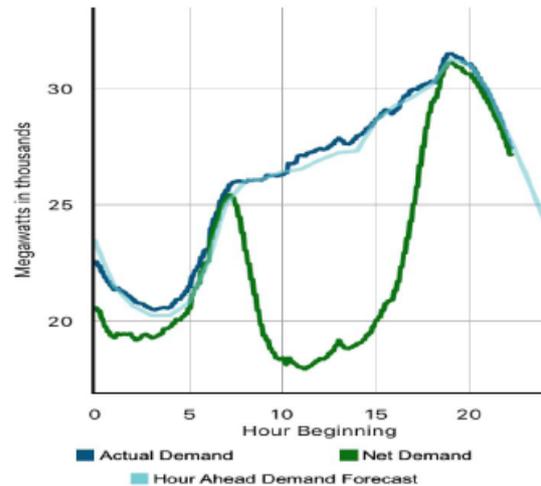


Fig. 6. Gross and net demand for October 20, 2016

圖 5.2 典型的夏季或秋季條件之再生能源出力與淨負載變化

(六)市場需量反應足夠性與影響(Resource Adequacy and Implications for Market Products for DR)

由於CAISO的可靠性要求和依據RA程序所提供每個負載服務實體的可交付標準是必須滿足的，因此必須提供的可掌握資源規則予CAISO。在加州，主要以CPUC擁有掌握全公用事業整體充足性的權

力；然而並在以 CAISO 所成立相關技術要求下，如當區域容量需求、彈性容量需求等，是必須納入前述管理程序上一併考量。

CAISO 的 RA 規定，需依循 CPUC 監管機構所要求各電力公司和其他相關非 CPUC 所提出管制流程，確保合約在採購時，能具有達到電力系統運行之可靠能力，並提供足夠的激勵措施，以利開發和維護該新的電力基礎設施。這些規定包括以下幾個基本要素：

- 預報系統，如負載峰值需求預估、
- 適度裕度以符合負載峰值需求、
- 可靠容量不受輸電線傳輸限制、
- 確定各資源合格且符合標準、
- 資源可符合電力市場和相關程序之規則。

另地區容量要求亦為重要可輸送需求部分。因為負載需求首先要以必須透過在地區域所簽約 RA 和區域輸電規劃過程完成才為最有效方式。因此 DR 是有資格作為 RA 資源，DR 作為提供地區性容量可靠容量，遠比僅靠系統來提供容量更顯其價值。圖 5.3 顯示了 RA 程式的區域容量、地理位置和輸電線之系統圖。

依文章指出，直到最近才發現一個缺點，就是某些小區域 DR 資源雖被納入代表群之中，惟在 RA 程式中並無顯示該容量之現象。

是其中的地區小的 DR 資源可能被匯總不一致與 RA 程序的本地容量區域。除了大型負載（例如，大型工業）之外，DR 有必要提供代表群中之用戶端可行容量規模以納入市場競價。原始 DR 代表群是需要在其指定地方，並非一開始 CAISO 所以定義全面實施節點市場 (Node Market) 地區模式。由於稅務關係，DR 代表群是可能跨越負載代表群點 (Load Aggregation Points, LAPs) 在太平洋天然氣、電

力公司以及南加州愛迪生公司間，因此利用 Sub-LAP，確保 CAISO 調度人員可工作規範，瞭解何處可即時反應以因應電網擁塞時之管理。但該 DR 資源無法獲得區域性 RA 容量支付，因為 Sub-LAP 邊界與 RA 是不一致區域邊界。為改善該問題，2017 年 1 月 1 日起，CAISO 藉由滾動更新 Sub-LAP 邊界，確保 RA 計劃在未來幾年的執行有效性。



圖 5.3 區域容量、地理位置和輸電線之概略系統圖

最後，參照 CAISO 部門「市場監測、問題及業績年報」表現良好，皆能有效改善擁塞地區問題。未來實施更廣泛的整合再生資源和開發靈活的市場資源，是 CAISO 未來努力目標，而且是一個跨越

許多計劃領域且涉及到各種複雜的問題，不僅僅是一個重點 DR 僅能全面改善達到目的地而已。

六、出國心得與建議

2017 年 IEEE PES 年會，IEEE PES 年會為每年舉行之定期會議，全世界產官學界均派人參加，本公司亦派員與會。開會期間所發表的專題講座、課程或論文，有電力公司、工業界或廠家的經驗累積成果非常實用，另學校專業機構、研究單位或顧問公司研究後的創新技術，值得本公司各相關單位持續派員參加學習。

本次為首次公務出國參加國際性研討會，心中難免充滿期待，同時也備感壓力，因此行程前需研讀相關交通、住宿、會議場所等資訊，以利本次出國計畫可順利進行。職以財經背景為專在系規處任職已逾四年，且努力學習相關電力專業知識，惟參加本次會議後，更覺得 IEEE 電機領域其實包羅面相深廣，尤以本次 Super Session 會議，以著重極端事件之電網可靠度，以及分散電源、儲能等新興技術及設備加入電力系統後之電網安全與可靠作探討。以台灣今年 8 月 15 日大停電事故為例，電網可靠度若考量電網可能發生之任何事故情境下，投資將無限上綱，而系統規劃處即以經濟安全可靠之角度，規劃最適方案。

配合政府 2025 非核家園之再生能源政策，可預期大量再生能源將併入系統，隨著分散性與間歇性再生能源開發，電力輸送不再是單向，而是轉變為雙向性。系統尖離峰時段並隨之改變，此等情境將是電力規劃人員將面臨之挑戰。

此次參加國際性 IEEE 年會，獲得相關規劃、運轉、發電、輸電及工程領域資訊，並可藉由實際與不同領域專家接觸，可瞭解對於問題的處理及思考方向，使人員能將理論與實務相結合，對日後工作之助益甚大。建議各相關單位持續派員參加學習，若能同時以不同領域(如管理類人員與電機工程師)參與更能激發更多另類思維。