

出國報告（出國類別：開會）

赴美「參加 EPRI 2010 夏季研討會」暨
「拜訪 Pillsbury 律師事務所」報告

（裝訂線）

服務機關：台灣電力公司

姓 名：陳貴明 徐真明

職 稱：董事長 處 長

派赴國家：美 國

出國期間：99年 7月31日至 8月 8日

報告日期：中華民國 99年10月 7日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴美參加 EPRI 2010 夏季研討會暨拜訪 Pillsbury 律師事務所報告

頁數 17 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

陳貴明/台灣電力公司/董事會/董事長/ (02) 2366-6200

徐真明/台灣電力公司/電源開發處/處長/ (02) 2366-6850

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：99 年 7 月 31 日至 8 月 8 日

出國地區：美 國

報告日期：99 年 10 月 7 日

分類號/目：

關鍵詞：EPRI、Renewing Our Future、Pillsbury

內容摘要：(二百至三百字)

為集思廣益共同探討電力產業未來的發展方向，美國電力研究院 (EPRI) 每年都定期舉辦研討會，邀請電力相關機構的負責人或高階主管齊聚一堂，潛心研討電力產業所面對的重要課題與因應策略。今年 EPRI 籌辦之夏季研討會—2010 Summer Seminar 於 2010 年 8 月 2~3 日假美國芝加哥市舉行，本次會議的主題為「重塑未來」(Renewing Our Future)，會中除探討諸如再生能源、風力發電乃至併聯電網等關鍵技術的未來發展，也從區域性的角度探討一個國家的不同地區如何評估以及滿足其未來的供電需求。此外，本次會議還探討火力發電的重新評價，包括燃氣發電的角色、燃煤發電除役的衝擊以及火力發電在政策、市場與技術變遷下調峰運轉等問題。

另外，鑒於現行「台美民用原子能合作協定」將於 2014 年屆期，未來新協定協商過程中有關核能發電部份之協商重點以及應該注意的事項台電有必要及早準備。因此，此行亦順道前往美國首府華盛頓(DC)拜訪 Pillsbury Winthrop Shaw Pittman 律師事務所，就上述議題與國際知名的核能事務律師 Mr. John H. O'Neill Jr 等交換意見。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網

(<http://open.nat.gov.tw/OpenFront/RobtaFront/index.jsp>)

目 錄

壹、計畫緣起	1
貳、出國行程	2
參、工作紀要	3
一、參加 EPRI 2010 夏季研討會	3
二、拜訪 Pillsbury 律師事務所	11
肆、結 語	14

壹、計畫緣起

為集思廣益共同探討電力產業未來的發展方向，美國電力研究院(EPRI)每年都定期舉辦研討會，邀請電力相關機構的負責人或高階主管齊聚一堂，潛心研討電力產業所面對的重要課題與因應策略。今年 EPRI 籌辦之夏季研討會—2010 Summer Seminar 訂於 2010 年 8 月 2~3 日假美國芝加哥市舉行，本次會議的主題為「重塑未來」(Renewing Our Future)，會中除探討諸如再生能源、風力發電乃至併聯電網等關鍵技術的未來發展，也從區域性的角度探討一個國家的不同地區如何評估以及滿足其未來的供電需求。此外，本次會議還探討火力發電的重新評價，包括燃氣發電的角色、燃煤發電除役的衝擊以及火力發電在政策、市場與技術變遷下調峰運轉等問題。本項出國計畫的主要目的即在參加上述會議，俾就未來電力產業所面對的重要課題與因應策略，與其他電力相關機構的負責人與高階主管深入交流。

另外，鑒於現行「台美民用原子能合作協定」將於 2014 年屆期，未來新協定協商過程中有關核能發電部份之協商重點以及應該注意的事項台電有必要及早準備。因此，此行亦順道前往美國首府華盛頓特區拜訪 Pillsbury Winthrop Shaw Pittman 律師事務所，就上述議題與國際知名的核能事務律師 Mr. John H. O'Neill Jr 等交換意見。

貳、出國行程

本項出國計畫主要前往美國芝加哥市參加 EPRI 2010 夏季研討會，並順道轉往華盛頓(DC)拜訪 Pillsbury 律師事務所，整個出國行程摘要如下：

時 間	地 點	工作概要
99.07.31~99.08.01	台北→舊金山→芝加哥	往 程
99.08.02~99.08.03	芝加哥	參加 EPRI 2010 夏季研討會
99.08.04	芝加哥→華盛頓(DC)	轉 程
99.08.05	華盛頓(DC)	拜訪 Pillsbury 律師事務所
99.08.06~99.08.08	華盛頓(DC)→紐約→台北	返 程

參、工作紀要

一、參加 EPRI 2010 夏季研討會

8月2~3日於芝加哥市參加美國電力研究院假 Four Seasons Hotel 舉辦的 EPRI 2010 夏季研討會，會議主題為「重塑未來」(Renewing Our Future)。來自全美各地乃至歐亞地區電力相關機構的負責人或高階主管近 200 人齊聚一堂，就電力產業未來將面臨的重要課題與因應對策進行研討，研討經過摘述如下：

(一)研討議程

本次 EPRI 2010 夏季研討會之研討議程如下：

2010 Agenda and Presentations

Monday, August 2, 2010

Summer Seminar Opening Welcome and Introduction

[Jim Turner](#)

Group Executive, President and Chief Operating Officer, US Franchised Electric and Gas, Duke Energy

Get Green, Stay Cheap

[John Rowe](#)

Chairman and Chief Executive Officer, Exelon, and Co-Chair, National Commission on Energy Policy

Session 1: Framing the Discussion

Framing the Discussion

[Steve Specker](#)

President and Chief Executive Officer, EPRI

Prism 2.0: Preliminary Insights from EPRI's Regional Mode

[Bryan Hannegan](#)

Vice President, Environment and Renewable Energy, EPRI

Session 2: Powering the Next Decade

Moderator: [Hank Courtright](#)

Senior Vice President – Member and External Relations, Electric Power Research Institute

The Role of Natural Gas in the Future Generation Mix

[Jen Snyder](#)

Head of North American Gas Research, Wood Mackenzie

[The Future of Coal](#)

[Nick Akins](#)

Executive Vice President – Generation, American Electric Power

[Deploying Renewables at Large Scale](#)

[Dick Rosenblum](#)

President and Chief Executive Officer, Hawaiian Electric Company

Session 3: Balancing Resources & Technology Solutions

[Renewables Integration and Utilization: Striking the Right Balance](#)

[Arshad Mansoor](#)

Vice President – Power Delivery and Utilization, Electric Power Research Institute

[Addressing the Transmission Infrastructure Challenge of Wind](#)

[David Whiteley](#)

Director, Eastern Interconnect Planning Collaborative

[Cycling Coal and Gas... Challenges and Implications](#)

[David Campbell](#)

Chief Executive Officer, Luminant

[Balancing Wind... Living with the Challenge](#)

[Rana Mukerji](#)

Senior Vice President – Market Structures, NYISO

[Integration of Renewable Energy in the Iberian Market](#)

[Felix Alonso](#)

Development Director, Iberdrola

[Energy Efficiency, Demand Response, PHEVs, and the Smart Grid... Pulling It All Together](#)

[Terry Boston](#)

President and Chief Executive Officer, PJM Interconnection

Tuesday, August 3, 2010

Session 4: Supporting the Solutions – Policy and R&D Needs

[Implications from Day One Discussions](#)

[David Victor](#)

Professor, University of California, San Diego, and Vice Chair, EPRI Advisory Council

[Policy Implications...](#)

[Sudeen Kelly](#)

former FERC Commissioner and Partner, Patton Boggs

Utility Perspectives and Beyond...

Ted Craver, Jr.

Chief Executive Officer, Edison International

Implications for the R&D Agenda

Mike Howard

Senior Vice President – R&D Group, EPRI

Session 5: Roundtable Discussion

Jim Turner

Group Executive, President and Chief Operating Officer – U.S. Franchised Electric and Gas, Duke Energy, and Chairman, Electric Power Research Institute Board of Directors

Steve Specker

President and Chief Executive Officer, EPRI

Mike Howard

Senior Vice President – R&D Group, EPRI

Closing Comments

Jim Turner

Group Executive, President and Chief Operating Officer – U.S. Franchised Electric and Gas, Duke Energy, and Chairman, Electric Power Research Institute Board of Directors

(二) 研討概要

本次研討會首先由 EPRI 一篇有關美國未來電力發展策略途徑的分析報告拉開序幕，並導引出再生能源(尤其風力發電)在未來電力發展道路上所扮演的角色以及須面對的問題，隨後整個研討主軸幾乎即繞著該項議題進行，研討重點摘述如下：

1. 達成低碳電力的策略途徑

為探討達成低碳電力的策略途徑，近年來 EPRI 一直致力於區域電力經濟模型 Prism / MERGE 的研發，希望建立一套能將區域特性納入考量從而找出適合該區域長期電力發展途徑的分析工具。今年推出的 Prism 2.0 新版模型對於供給面策略如再生能源(包括風能、太陽能、生質能力等)以及需求面策略如能源效率、需量反應、電動車等的處理能力已有大幅度的提升，對於環境管制

相關限制條件的考量也有相當程度的補強。

鑒於美國政府有關溫室氣體排放限制的實施細節和時程遲遲無法確定，電業經理人對於如何能在 2050 年前達成 CO₂ 的減量目標均極關切。為此，EPRI 特別利用 Prism 2.0，就碳權交易價格年成長 5% 的情境，分析未來 40 年美國電力的最適發展途徑，結果顯示：2010~2025 年間，能源效率與再生能源的開發應用將大幅成長，燃煤發電則逐漸下降；2025 年以後，風電的成長將趨予緩和，核能與結合 CCS 技術的燃煤及燃氣發電則將增加。

前述分析所獲致的結論之一是：2010~2025 年間再生能源發電的開發應用將快速成長，但再生能源發電不像傳統發電機組能夠配合系統需要隨時調整出力，尤其風力發電，其出力常隨氣象條件而變化多端。因此，最讓電業關注的就是大量難以掌控的風力發電併入系統後會對系統的營運帶來哪些衝擊？系統中現有的傳統發電機組會受到什麼影響？面對這些可能到來的衝擊或影響電業現階段又需要進行哪些準備？

就以風能蘊藏接近全美 50% 的 NW Central 地區為例來模擬大量開發風電後可能面臨的問題：假設該地區於 2007 年時即新增風力發電 50 GW，那麼 2/28/'07~3/7/'07 的 7 天內，其系統會遭遇小時最大風電出力接近 50 GW 而最小風電出力卻不及 5GW 的景況；另外 8/9/'07~8/16/'07 期間，系統還會發生負載上升時段風力卻下降而負載下降時段風力卻上升的情形；這些情況都將造成系統中其他機組必須配合大幅升降載(Ramping)的問題。

2. 再生能源的系統整合問題

電力系統調度運轉的首要任務就是隨時平衡電力的供給與需求以維持整體系統的正常運作。傳統系統供給面的平衡資源包括基載發電、負載追隨發電、大型儲能(如抽蓄水力)；需求面的平衡資源則有系統負載、可停電力(需量反應)。換言之，傳統系統在運

轉上所平衡的是可調度的發電量及可預測的負載量。

未來當電力系統在供給面加入大量難以掌控的風力、太陽能等再生能源發電資源後，整合這些再生能源將需要新的所謂變動發電管理技術，而系統運轉上也需更多涵蓋各種時間尺度的平衡資源，包括以分鐘計的頻率調整(Regulation)資源、以小時計的負載追隨(Ramping)資源、以數天計的機組排程(Scheduling)資源，乃至以數年計的備用容量(Planning Margin)資源。

當電力系統大量擴增變動發電資源時，其備用容量需要相對增加的規模與各該系統擁有的資源條件密切相關。舉例來說，假設一個傳統低變動發電系統原本需要的備用容量為 15~20%，則當系統變動發電資源大幅擴增後，其備用容量的需求可能增加到 80~90%。惟若系統擁有相當的輸電容量與其他系統互聯，則備用容量的需求可能降到 50~60%；如果還有流通性佳的電力市場可資交易，那備用容量的需求可能再降到 40~50%；如果還有儲能設施可供調節，那備用容量的需求可能進一步降到 30~40%；如果還有需量反應可供運用，那備用容量的需求可能再進一步降到 20~30%。而欲尋求最適當的系統電力資源組合，必須將各資源選項一併納入後作整體評估。

3. 高風電占比情況下的系統運轉

(1). 西班牙的運轉經驗

西班牙電力系統 REE 位處西南歐邊角的伊比利半島，輸電系統與鄰國間的互聯現況較其他歐洲國家為弱，發電系統大致由再生能源、水力、複循環(CCGT)、燃油、燃煤及核能發電等所組成。2009 年尖峰負載 45 GW；系統裝置容量 92 GW(較尖峰負載高出 1 倍)，包含風力發電 19 GW(為尖峰負載的 42%)以及運轉彈性相對較高的水力 17 GW、抽蓄 4 GW 及 CCGT 22 GW。如此高比

例的系統備用容量及大規模的彈性運轉機組乃是西班牙系統能夠大量開發應用風力發電的主要關鍵。

2009 年 1 月 23~24 日颶風 Klaus 來襲時，REE 系統曾因風力機組超速保護自動關機(cut-out)造成超過 7 GW 排程誤差，所幸系統中擁有足夠的火力升載備用容量而化解此次排程誤差。

(2).西丹麥的運轉經驗

丹麥分為東、西丹麥兩個電力系統。西丹麥系統 Eltra 2005 年電力負載約 1,300~3,800 MW 左右，發電容量主要由汽電共生(CHP)和風電組成，其中風電容量高達 2,380 MW(約為尖峰負載的 63%)。但 Eltra 有輸電線與挪威、瑞典、德國等大系統相連，挪威系統水電占比高達 99%，瑞典系統也有 40%的水力，長久以來丹麥能夠大規模發展風力發電的關鍵因素其實是占北歐電力市場 46%的水力發電。

2005 年 1 月 8 日 Gudrun 颶風侵襲波羅的海期間，Eltra 系統即曾經發生重大風電排程失誤事件。事件發生前風電出力 2,100 MW，超過西丹麥負載一半以上，根據前一天的風力預測，最大持續風速不會超過 25 米/秒，但實際情況是當天中午過後中北部地區連續 6 小時風速都在 25 米/秒以上，導致近 4,000 台風機於 4 小時內自動關機，系統因而喪失 1,700 MW 的發電容量，原本由西丹麥經直流輸電送電 950 MW 至挪威的情況，在風電停機後變成反而需由挪威倒送 1,000 MW 的電力回丹麥。此次排程誤差係透過互連輸電線緊急向國際即時市場購買調整電力來填補。

(3).BPA 的運轉經驗

BPA 位於美國西北地區，是美國能源部轄下的一個聯邦電力機構，負責運轉當地的輸電系統以及躉售哥倫比亞河流域 31 個聯邦水壩及 1 個非聯邦核電廠的電力，也提供電力代輸服務。近年來美國西北各州大都立法發展再生能源，因此吸引許多投資者前

來哥倫比亞河谷開發風力發電，並要求 BPA 提供聯網和代輸。2009 年 BPA 系統尖峰負載 10,500 MW，聯網風電容量 2,300 MW(約為尖峰負載的 22%)。

BPA 系統經常發生風電引起的 Ramping 問題，譬如 2009 年 12 月 8 日，當暴風通過哥倫比亞河谷時，BPA 系統的風電出力在 8 小時內上升了 2,000 MW，接著在維持高出力水準 16 小時後，又在 12 小時內下降 1,500 MW。即使有水力可供調節，系統升降載備用餘裕還是全部用盡。

(4).ERCOT 的運轉經驗

ERCOT 系統涵蓋德州 75%面積以及 85%負載，在美國各大區域系統中算是比較獨特的系統，不與其他系統同步併聯，情況緊急時才允許調度員利用直流連線輸入所需電力，直流輸電容量共 1,106 MW。系統內發電組合包括燃氣、燃煤、風力、核能、水力(<1%)，備用容量目標值為 12.5%。近幾年來 ERCOT 電力市場的風電容量急速成長，2007 年一年當中即由年初的 2.8GW 增至年底的 4.8GW，到 2008 年底再增至 8 GW，當時 ERCOT 的風電不論總容量或總發電量都是全美之冠，但相較於其龐大的系統規模，2008 年尖峰負載 62GW，風電占比其實並不突出(約為尖峰負載的 13%)。

由於 ERCOT 在運轉上近似獨立系統，先天上就比較容易出現頻率變動的問題，加入大量多變的風力發電後，低負載時段系統頻率的維持就更是一大挑戰。譬如 2008 年 2 月 26 日，ERCOT 就因為系統頻率下降而必須啟動緊急削減供電計畫(EECP)。

4. 風力發電的其他影響

(1).輸電基礎建設

傳統上北美地區的輸電規劃是各家電力公司或各個平衡控制

區各做各的，未來如果要大量開發風力發電，必須把輸電規劃範圍再予擴大，讓整個輸電系統能夠涵蓋更多個平衡控制區的風力資源和負載需求，以便更有效的執行供需平衡作業。

2009 年成立的東部互聯規劃合作(EIPC)就是由 26 個規劃個體協調合作以規劃未來的系統發展。EIPC 幾乎涵蓋 95%東部互聯系統的客戶，包括美國 10 個州和加拿大 1 個省，希望能以更宏觀的態度來規劃風力資源的開發。

(2). 燃煤和燃氣機組 cycling 運轉

2006 年以來美國德州 ERCOT 系統總計新增發電容量 15.8 GW，其中有 8 GW 是風力發電，而同期間火力機組退休或封廠的容量亦達 6 GW，導致系統發電結構的大轉變，其中風力發電占比由 2005 年的 2% 上升到 2010 年的 11%，燃氣發電占比則由 2005 年的 69% 下降到 2010 年的 59%。上述轉變代表系統中變化多端難以掌控的風力發電大幅增加的同時運轉彈性佳調整能力好的機組卻大幅減少，這或許會讓市場上具有快速啟動、快速變載能力之發電機組的價值獲得提升。但以 ERCOT 近似獨立系統運轉模式的轄區而言，如果這種趨勢持續發展下去，系統中許多燃氣或燃煤機組未來很可能都要作 cycling 運轉，這對原本並非設計 cycling 運轉的基載機組可能造成難以預料的傷害。

(3). 火力發電在高成本下營運

2010 年第一季西班牙系統 REE 的風力和水力發電績效都相當不錯，但經由互聯線路輸往法國的電力卻極其有限，而高占比的再生能源能夠維持最大出力運轉的主要關鍵乃是 CCGT 機組的調節運轉。根據 REE 系統的運轉資料，2010 年第一季風力發電的最大小時出力高達負載需求的 50~55%；第一季結束時水庫蓄水量高達 85%；風力發電被迫削減過剩電能 1.1%；且有 11% 的時間現貨市場風電價格降至零；火力發電被迫關機次數高達 77

次，容量因數降到只有 23%。儘管容量因數低，有些時候為調節風力發電 CCGT 還是需要全開，但價格卻無法反應實際成本。

(4). 增建大型儲能系統

依照西班牙 REE 系統的運轉模式，離峰時段降載備用容量用盡的情況下，運轉員可以即時調度火力機組關機，但如果火力機組關機不及，系統運轉員最後可以要求風力發電減少出力。隨著風力發電占比逐年升高，風力發電被迫削減出力的次數也逐年增加(2008 年 2 次、2009 年 14 次、2010 年 1~2 月 17 次)。考慮未來風力發電占比持續增加，低載時過剩的電能勢必更多，而與法國的輸電互聯交易量又極為有限，為有效運用過剩的風力電能，除既有的 4 GW 抽蓄容量外，西班牙將繼續擴建抽蓄水力。

二、拜訪 Pillsbury 律師事務所

8 月 5 日於華盛頓(DC)拜訪 Pillsbury Winthrop Shaw Pittman 律師事務所，就現行「台美民用原子能合作協定」屆期後新協定協商過程中有關核能發電部份之協商重點及注意事項與國際知名的核能律師 Mr. John H. O'Neill Jr 等交換意見，訪談內容摘要如下：

(一) 法律面

1. 協定效期：

美國與他國簽訂之協定效期，目前均規定為 30 年，原台美合作協定效期係 42 年，故台電公司希望新合作協定效期能涵蓋龍門電廠運轉 60 年期間之需求，美國是否會同意，目前尚難預料。

2. 裝置容量：

美國就原台美合作協定有裝置容量 7500MW 之限制，其主要考量係當時美國鈾濃縮服務能力有限，惟時至今日，由於國際間已有許多國家可提供鈾礦源及濃縮服務，故目前美國實務上已不對新合作協定之裝置容量設限。

3. 補充議定書(Additional Protocol)：

依據美國與阿聯合作協定，所有移轉至阿聯之核物料及設備均須納入阿聯和 IAEA 簽署之核子保防協定及補充議定書範圍內，其有關補充議定書議題仍在協商中。未來新台美合作協定下，核物料保防實施之依據及作法是否循阿聯模式，或者另有補充議定書須協商，尚需進一步瞭解與確認。

4. 協定當事人：

1979 年台灣關係法生效後，台灣與美國無法以雙方政府名義為協定當事人，故新合作協定可能將由北美事務協調委員會之駐美台北經濟文化代表處(TECRO)與美國在台協會(AIT)進行談判及簽訂；惟三邊協定之當事人名稱是否須配合修改或維持不變，仍需視美國與 IAEA 之態度。

5. 協定審查程序：

依據美國原子能法 (Atomic Energy Act, AEA) 第 123 條規定，美國與他國簽訂之原子能合作協定須送美國國會聽證與審查。未來新台美合作協定將以「非政府」方式簽署，其是否屬「政府間之協定」而須按前揭規定送付美國國會聽證與審查，此點需再確認。

(二) 政策面

1. 用過核燃料之處理方式：

美國國務院對於 MOX 燃料之使用仍有顧慮而持反對立場，甚至已表明目前阿聯模式才是最好的參照標準，因此台灣是否爭

取兼採南韓模式或日本模式，尚需進一步研商談判策略。

2. 美國與他國洽簽新協定資料之蒐集：

南韓與美國之合作協定與台美協定同於 2014 年屆期，故台電可收集南韓與美國協商談判之資訊，俾做為談判策略之參考。

3. 庫存政策：

倘若 2014 年台美無法完成新合作協定簽訂事宜，則台電公司需先規劃應變措施，例如調整核子燃料及關鍵核能發電設備備品之庫存量，並評估何時需啟動應變機制。

(三) 政治面

1. 中國政府的態度：

新台美合作協定內容與名稱等問題在談判或提送美國國會聽證與審查時，是否會受到中國政府的關切或干預，台灣應掌握狀況，盡量避免不必要議題之發生。

2. 美國國會及 IAEA 的立場：

台灣應安排合適的遊說人員，儘早掌握美國國會之關係，同時瞭解 IAEA 的立場。

肆、結語

此次奉派前往美國芝加哥市參加 EPRI 2010 夏季研討會，會後並順道轉往華盛頓(DC)拜訪 Pillsbury 律師事務所，行程緊湊而且充實，謹就所見所聞略誌心得、建議數則如下以為結語：

- 一、為達成溫室氣體減量目標，先進國家雖已提出相當多減碳策略，但各國間之國情條件或多或少都有差異，他國選擇採行之策略組合不一定完全適合我國。因此，在決定國家減碳策略組合前，除應評估各策略選項於國內實施之可行性(包括相關內外部成本或效益之估算)外，尤應加強整體策略組合最適化之模擬分析，以確保國家資源之有效配置。
- 二、風力發電、太陽光電等再生能源均屬不可控制之變動電源，大規模開發並加入系統使用後，必然會對電力系統的供電穩定與安全造成衝擊，並且需要系統中其他可調度資源配合調節方能順利運轉。因此，政府在擬訂國家再生能源發展計畫或目標時，應將這些因素一併納入考量，以確保政府政策之可行性與資源配置之合理性。
- 三、現行「台美民用原子能合作協定」即將於 2014 年屆期，鑒於我方深切期盼能在新協定中納入更優惠我方之條款，也期盼現行協定屆期時新協定能夠接續運作，我方實有必要儘速務實確立所需項目、瞭解美方對我欲爭取項目之態度及新協定協商、送審過程中可能遭遇的困難、並就各項困難研擬因應對策。因此，建議政府主管機關儘速就新協定協商事宜啟動內部的溝通討論會議以及對外的諮詢協商活動。