

出國報告（出國類別：其他）

## 參加第 33 屆 USAEE/IAEE 國際研討會 出國報告

服務機關：核能研究所

姓名職稱：柴蕙質 助理工程師

派赴國家：美國

出國期間：104 年 11 月 23 日~104 年 10 月 31 日

報告日期：104 年 12 月 2 日



## 摘要

「第 33 屆 USAEE/IAEE 研討會」定於 10 月 25 日至 10 月 28 日於美國賓州匹茲堡舉行，主題為：「THE DYNAMIC ENERGY LANDSCAPE」，大會集結產官學界專家，共同探究各項能源議題。對於提供未來能源供需版圖變動、風險因應等策略建議有相當之幫助。IAEE 大會安排風力發電場參訪 (EverPower 風場) EverPower 在風力發電的商業模式告訴我們，運維能力的養成及發揮運維管理規模經濟的重要性。另外，赴美國卡內基梅隆大學 (CMU) The Scott Institution for Energy Innovation 參訪，CMU 前校長 Dr. Cohon 提供其研究中心的發展經驗，讓筆者深刻體認跨領域整合對解決能源問題的必要性。其整合的背後不但需要大量的時間溝通，且需要實質誘因。因此以下幾點建議作為後續核研所能經中心研究及運作之參考：(1) 核研所相較其它單位有著更專業的技術研究資源，應設計適當的誘因，更有效發揮跨領域之特色。(2) 對現今的台灣來說，能源更像是公共財，未來的低碳路徑也需要跨領域人才整合，即便當下社會對能源風險較無感，但在制度改變前，相關的準備必須完備，能源風險相關的分析人才、管理人才必須及早培育。(3) 能經策略中心可效法 CMU 推廣的作法，擔任知識槓桿的角色，在資源有限下，針對主題充份地揭露相關正反面訊息，扮演中立資訊平台之角色，以促進社會對我國能源窘境的認知及對能源風險管理應有的正視。

關鍵字：國際能源經濟學會、美國能源經濟學會、卡內基梅隆大學、國際研討會、風力發電場、原油市場

摘要 .....	i
一、目的 .....	1
二、過程.....	2
三、心得.....	3
(一)研討會心得.....	6
(二)技術參訪心得- EverPower Twin Ridges 風場.....	12
(三)CMU 學者交流與 The Scott Institution for Energy Innovation 參訪.....	16
四、建議事項.....	20
五、附錄.....	23
(一) USAEE/IAEE 會議相關議程及交流名冊.....	23
(二)技術參訪照片及相關資料.....	29

## 一、目的

USAEE/IAEE 為 IAEE 每年於北美舉辦之研討會，由於北美頁岩油氣發展為近一年來造成全球油價下跌、能源版圖變動之主因之一，大會邀請多位國際能源業界代表，還包含能源投資及風險管理公司代表，針對各項主題進行演說，另外也有許多國家實驗室等級單位，如美國能源部國家再生能源實驗室(NREL)、美國國家能源技術實驗室(NETL)、美國電力研究院(EPRI) 之代表與會，此次研討會為各國深入了解能源供需趨勢及交流資訊之重要平台，有助於研究者交換研究經驗、提升研究品質，此外也是研究機構建立國際人脈、提升知名度的良好管道。

「第 33 屆 IAEE/USAEE 研討會」定於 10 月 25 日至 10 月 28 日於美國賓州匹茲堡舉行，主題為：「THE DYNAMIC ENERGY LANDSCAPE」，內容涵蓋：「THE DYNAMIC ENERGY LANDSCAPE: NATURAL GAS IN THE U.S」、「RENEWABLE ENERGY INTEGRATION」、「INDUSTRIAL RESURGENCE」、「FUTURE OF COAL」、「GEOPOLITICS」、「ENERGY FINANCE & RISK MANAGEMENT」等多項重大能源議題，對於提供未來能源供需版圖變動、新/再生能源科技的整合、價格變動及風險因應等策略建議、相關產業發展策略構思有相當之幫助。另外，IAEE 大會安排風力發電場參訪 (EverPower Wind Farm)，透過了解美國產業界在再生能源的發展與溝通經驗分享，亦可產業提升策略建議之可行性。另外，10 月 28 日研討會結束後，赴美國卡內基梅隆大學 The Scott Institution for Energy Innovation 參訪，並針對能源策略推廣相關議題進行討論，藉由此次參訪瞭解該研究單位對整合能源技術與策略推廣之經驗，作為本所「能源經濟及策略研究中心」的運作參考。

## 二、過程

項次	日期	行程		工作重點
		出發	抵達	
1	104 年 10 月 23 日	臺北	舊金山	搭機前往美國舊金山
2	104 年 10 月 24 日	舊金山	匹茲堡	準備技術參訪及研討會會議資料
3	104 年 10 月 25 日至 104 年 10 月 28 日	匹茲堡		報到、技術參訪與參加 USAEE/IAEE 國際研討會，並參訪卡內基梅隆大學 <b>The Scott Institution for Energy Innovation</b>
6	104 年 10 月 29 日	匹茲堡	紐約	返回紐約搭飛機回台
7	104 年 10 月 30 日至 104 年 10 月 31 日	紐約	台北	回程

註：

(1) IAEE/USAEE 研討會相關資訊請參照網址：  
<http://www.usaee.org/usaee2015/program.aspx>

(2) 「卡內基梅隆大學 The Scott Institution for Energy Innovation」

<http://www.cmu.edu/energy/>

### 三、心得

第 33 屆 USAEE/IAEE 國際研討會於 10 月 25 日至 10 月 28 日在美國賓州匹茲堡舉行，出席者包含美國 NETL、NREL、EPRI 等多位知名機構、大學之研究員、學者，共四天的會議期間共有超過 200 篇的論文發表。台灣方面此次只有核研所柴蕙質助理工程師代表出席參加。

本次研討會讓筆者印象相當深刻的是 (1) 美國油氣市場大幅變動下，產學交流旺盛，各界對於市場動態及風險的關切程度，以及 (2) 美國卡內基梅隆大學 (CMU) 整合工程、經濟及公共政策研究資源，並積極與產業合作之作法。此次研討會的近 10 場大會演講 (plenary talk) 主要多由能源顧問公司代表進行發表，題目皆相當貼近實務且生動，參與人數也多 (如圖 1)。



圖 1. 10 月 25 日開幕演講

石油頂峰理論 (peak oil theory)<sup>1</sup> 在 4 天的會議中不斷被提及，石油頂峰理論是由曾在殼牌石油公司任職的美國的地質學家 M. King. Hubbert 於 1956 年美國石油協會會議上提出，預測美國本土石油產量的高峰將出現於 1960 年代晚期或 1970 年代早期，1970 年的石油危機便證實了他的預測。1974 年 Hubbert 又提出全球石油產量高峰依當時趨勢將落於 1995 年，而 OPEC 的行動可能會讓全球產量曲線變動，故會延緩至 2005 年才會到達高峰，2015 年美國頁岩油的快速成長，似乎又動搖了此論理。

雖然石油頂峰 (Peak Oil) 的問題始終有兩派論述，但美國的決心是在石油遺棄我們之前放棄石油。美國為世界最大耗油國家，從其對能源開發的積極投入，就知道問題已迫在眉睫，現在到底是否是石油頂峰？也許美國頁岩油氣的技術發展可使達到高峰的時間再次延緩，讓全球短暫地享受低油價之好處，但我國必需面對的是高度依賴進口能源下，未來如何因應此急速之變動，以及產業競爭力在哪裡的問題。台灣雖然小，但各項新及再生能源似乎都有發展機會，唯目前能源制度的問題，民眾和產業都難以意識到我國能源風險的問題，更遑論實際投入資金因應。

核研所的技術研發範疇廣是進行能源經濟研究的很大的利基，筆者在參訪及研討會過程中遇到多位經濟背景之學者，多缺乏能源實務之資訊及技術專業之人脈。而 CMU 的 The Scott Institution for Energy Innovation，便充分整合工程和公共政策研究，為了積極落實於產業，並讓政府看到其研發能量，此研究單位投入大量資源在推廣本身的產出，在其網站上可看到大量針對政府及民眾宣傳的相關內容。

<sup>1</sup>石油頂峰理論是指當油田剛被發現，因為需要一定的時間來安裝開採石油的設備，石油出產很低，後續被開發的油井越來越多，石油出產也跟著上升，且容易開採的油田會先被開採及量產，直到產量達到了頂點，之後石油出產便會緩慢地下降，因此石油的年產量隨著時間呈現一鐘形曲線。當石油產量到達峰頂後，就意味著未來石油供應量即呈快速下滑，此過程將引發石油價格數倍的上漲對經濟將產生重大衝擊。

核研所能經策略中心近年建立的評估模型，其實已和美國國家級實驗室等級實際應用的模型相似，包含 NREL 結合 top-down 和 bottom-up 模型、EPRI 使用 CGE 模型，能源議題及政策必須整合工程、經濟及社會學（行為科學）三大研發資源，根據 CMU The Scott Institution for Energy Innovation 的經驗，跨領域整合本身便需耗費大量資源，包含時間投入及實際的誘因。

因為參加此次國際研討會，筆者看到本身從事的議題如此迫切且重要，也更激發個人在能源經濟研究領域的靈感，特別是對油氣價格的風險因應，以及透過目前核研所持續耕耘的能源資訊平台網站，發揮其分享、推廣研究資源的槓桿效用，也期許個人在核研所的產出，包含在國際研討會的發表，以及能源資訊平台網站，都可作為未來國際交流的橋樑。

## (一)研討會心得

如前所述，此次研討會發表之論文逾200篇，議題涵蓋甚廣，包含油氣市場價量趨勢、再生能源整合、產業策略及風險管理等，由於筆者之研究領域為油氣價量、風險因應，故以下針對 (1) 油氣市場趨勢與未來油氣價格假設 (2) 風險因應及管理 彙整4天研討會相關資訊，並提出其對筆者研究之啟發，及未來研究之建議。

1. 油氣市場趨勢似乎顯示石油頂峰理論(*peak oil theory*)不復存在，且美國頁岩油氣廠商的學習效果使上游成本降低，未來下跌風險仍不容小覷。

油氣皆各有不少場次進行討論，各界對美國油氣的未來產量及價格討論的重點。很多人存在的疑問：油氣價格似乎已低於成本，但產量怎麼未見減緩？講者Kuuskraa<sup>2</sup> 提到廠商似乎呈現不理性之行為，事實上未減產之原因有三：(1)2014年年中之前油氣價格較高，因此仍有許多進行到一半的鑽井活動，直到2015年完成鑽井並才開始生產 (2) 部分已完成的油氣井生產力其實還在持續提高，因此成本降低，這些公司的財務報表也沒有虧損的現象 (3) 各廠商皆只專注於本身的現金流量及獲利，同時抱持等待其它公司減產之態度。

美國七大主要頁岩油氣產地如圖2，其中Marcellus是頁岩氣產量最多的產區 (占35%左右)，也是成本最低的地區，而Utica是未來最有潛力大量成長的產區。如圖3所示，Marcellus的鑽井成本則有日益降低的現象，2013年為7百萬美元，2015降至5.8百萬美元 (此處為一口井的成本，並無法預知產量，故不易換算成MBtu)，這現象顯示許多國際報告預期邊際成本會日益增加，或是往成本更高的地方移動之狀況還未發生。

<sup>2</sup> 10/25 Dynamics of North American Natural Gas Supply

For key tight oil and shale gas regions

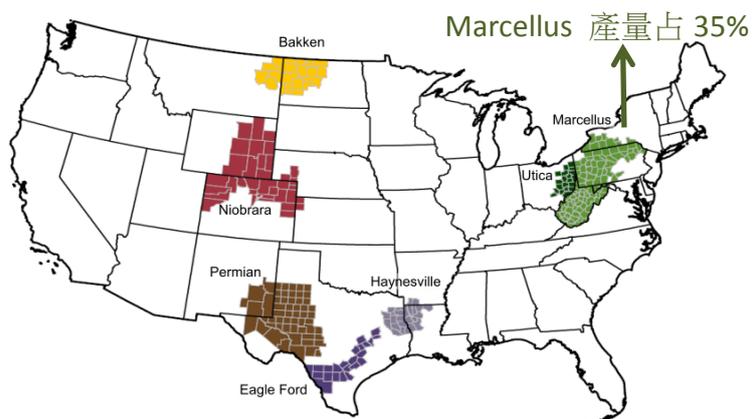


圖2. 美國主要頁岩油氣產區

資料來源:EIA, Drilling Productivity Report 2015; 核研所繪製2015.11

Time Frame	30th-Day Avg Rate (# of wells)	Average Completed Lateral Length (ft)	Average RE-RE (Rig Days)	Average Completed Well Cost (\$MM)
1 <sup>st</sup> Qtr 2013	5,356 (21)	4,712	11.0	\$7.0
2 <sup>nd</sup> Qtr 2013	5,530 (37)	4,371	11.6	\$6.6
3 <sup>rd</sup> Qtr 2013	4,470 (22)	4,740	11.5	\$7.3
4 <sup>th</sup> Qtr 2013	7,589 (20)	6,116	10.2	\$7.1
1 <sup>st</sup> Qtr 2014	7,009 (21)	3,859	10.5	\$6.2
2 <sup>nd</sup> Qtr 2014	6,772 (23)	4,982	10.3	\$6.3
3 <sup>rd</sup> Qtr 2014	6,159 (18)	5,288	10.0	\$6.3
4 <sup>th</sup> Qtr 2014	6,947 (26)	5,333	10.0	\$5.9
1 <sup>st</sup> Qtr 2015	7,505 (22)	4,713	11.2	\$5.8
2 <sup>nd</sup> Qtr 2015	6,015 (6)	4,749	8.9	\$5.8

鑽井成本下降

圖3. 美國主要頁岩油氣產區鑽井成本下降情況

資料來源:講者Marcellus之報告重點

油氣之鑽井數確實有隨著價格降低而明顯減少，但產量卻不減反增，講者 **Braziel** 指出少數產區之生產力大幅提高（參見圖 4），是成本降低，產量持續增加的主因。由於美國各地目前的 **break cost** 不同、例如 **Marcellus** 產區的廠商成本很低，故仍有利可圖；而成本較高的廠商因為需要現金流量才得以繼續營運，所以不願暫停供應，此看法也與前述 **Kuuskras** 的看法相近。這種生產力提升模式能否擴散至其它地區，是日後美國整體產量是否會持續增加的關鍵因素，若學習效果擴大，美國的油氣產量可能仍會繼續增加，因此不排除長期維持目前低價競爭的可能。

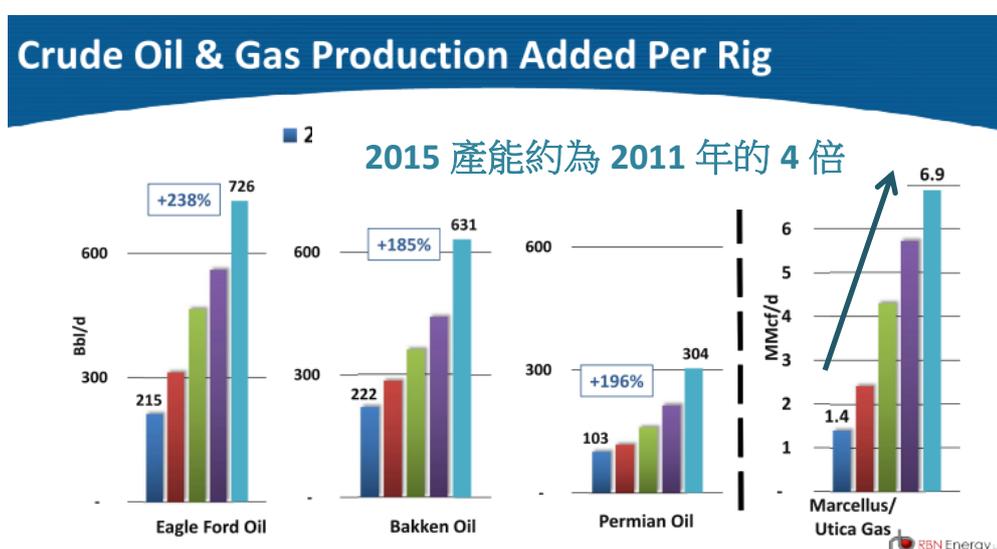


圖4. 美國Marcellus產區產能提升狀況

資料來源: 講者Braziel之報告重點

**Braziel** 對價格的看法，認為石油頂峰理論 (**peak oil theory**) 可能不復存在，但長期來看大陸成長之需求及生產之人力成本仍會上升，故只能作情境假設而非預測（如圖 5），對價格之預期在有成長動力的情境下，2021 年 WTI 油價可能回升到\$80/bbl，Henry Hub 氣價則可能回升到\$4/Mbtu;在緊縮情境下，WTI 油價可能僅回升到\$60/bbl，Henry Hub 氣價則維持在\$2.75/Mbtu。

## Five Year Crude and Gas Price Scenarios

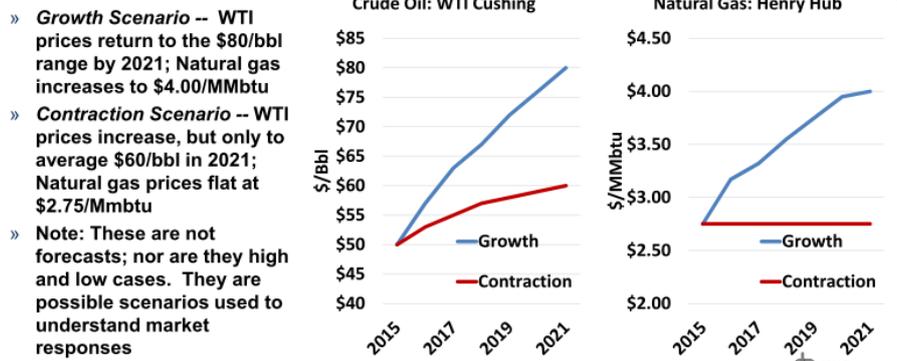


圖5. 油氣價格情境假設

資料來源: 講者Brazier之報告重點

講者 Amy Myers Jaffe 也認為前述 Brazier 提到的三個理由是左右未來油價的主因，華爾街分析師對油價的看法可能更低，2015 年底可能會回到實質價格 1984\$25/bbl，相當於名目價格 \$45/bbl 的水準 (Barclays, Citi, JP Morgan 及 Goldman Sachs 預測的範圍是 2015 年介於\$35/bbl 至\$55/bbl，2016 年介於\$60/bbl 至\$73/bbl，Goldman Sachs 認為 2020 可能落在\$50/bbl)，故應對下跌（下方）風險多加準備。

低油價對依賴進口的我國來看，短期雖有利消費者，但得先思考的是低油價是否延緩我國節能減碳的進程，包含低油電價格會刺激消費者或產業增加對油電的使用、依賴。再者國際能源研究組織 IEA 呼籲各國把握低油價時期，取消化石燃料補貼，以促進其它能源之競爭及發展，假設其它出口導向的開發中國家，其能源使用將有更多元的選擇，甚至便宜的再生能源，屆時我國的出口競爭處境將更值得憂慮。

2. 能源市場預測日益困難，包含傳統油氣價量預測失準，新能源商品缺乏避險市場，提高市場參與者對風險的意識程度，是風險管理的首要工作。

講者Glen Swindle整理過去重大時間點油價之預測值 (如圖6)，很容易發現，在油價頂峰和谷底時所作的預測差異相當大，且對短時間 (一年左右) 的極端變動事件，是各研究機構都不易掌握。

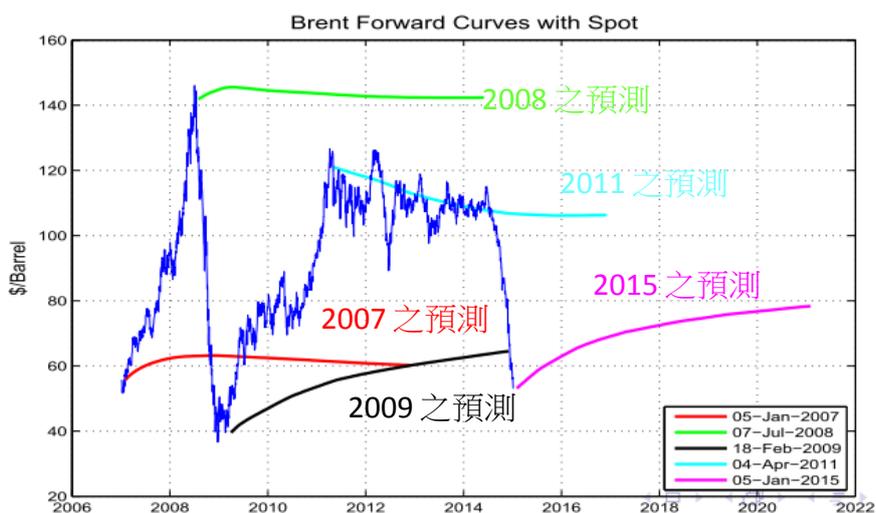


圖6. 油價走勢反轉點之長期預測

資料來源: 講者Glen Swindle之報告重點; 核研所繪製2015.11

CMU學者Evan Sherwin與決策顧問公司(Lumina Decision Systems)的分析整理了近30年美國EIA發佈的研究報告，將30個左右經濟及能源指標之預測值與實際值相較，量化其失準狀況以圖7為例，左軸為失準幅度(%)，黑色點為10年以上之長期預測、藍色為6至10年的中期預測、紅色為5年以內的短期預測。講者Evan Sherwin提到2004年之後，長期預測失準度明顯增加，出現失準的現象也愈見頻繁。

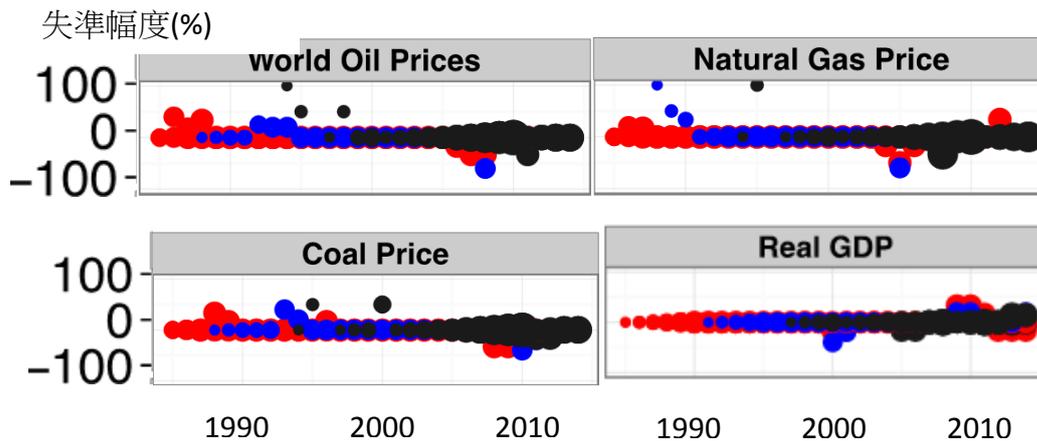


圖7. EIA報告油煤氣價格之失準幅度

資料來源: 講者Evan Sherwin之報告重點

全球風險專業人士協會(Global Association of Risk Professionals, GARP)代表講者 Michael Sell 指出能源風險管理的主要工具為 (1)風險量化工具，例如風險值(Value at Risk, VaR)之計算 (2)情境分析及壓力測試。對風險管理者來說，除了量化風險，充分了解可能的損失外，也必須和利益關係人有充分的溝通，包含使利益關係人意識到風險 (講者提到這是一種教育)，提供各項風險量化後的資訊，讓利益關係人清楚未來可能的處境，然後思考避險策略。對於目前的能源市場來說，期貨、選擇權、換貨合約等財務工具都仍有很大的成長空間，因此可期的是對能源金融、能源風險管理的人才市場將有一定的需求。

## (二)技術參訪心得- EverPower Twin Ridges 風場



圖 8. EverPower Twin Ridges 風場風機

USAEE/IAEE 安排參訪當地頗具規模的 EverPower 經營的風力發電場 -Twin Ridges 風場。EverPower 在美國共有 7 個已運作，9 個開發中的風力發電場，賓州便占了 6 個 (4 個已運作，2 個開發中)，其中大會安排參訪之 Twin Ridges 風場距離賓州匹茲堡市中心約 2 小時車程，Twin Ridges 風場自 2011 年底開始開發，一年時間開路及整地，2012 年底開始營運至今，其占地約 4700 英畝 (約 19.02 平方公里，大約相當於陽明山國家公園<sup>3</sup>的 16.8%) 使用之土地係透過長達 20 年之租賃契約取得，包含私有地和公有地。此風場共有 68 架德國 Repower 的 2.05MW 風機 (MM 92)，2014 年的 CF 約為 34%。所發之電力皆賣給美國 PJM，另外此風力發電場計畫有取得政府補助，預計 20 年的計畫將對地方稅收之貢獻達 550 萬美元 (約每年 825 萬新台幣/年<sup>4</sup>)，對當地消費的貢獻達 300 萬美元 (約 450 萬新台幣/年)，就業機會 11 人 (日常管理僅 2 人)。由於當地居住密集度低，亦不乏放牧的牛羊，政府稅收多用在當地小鎮的造橋舖路及學校補助。

<sup>3</sup>陽明山國家公園轄內面積至 2013 年為 11,338 公頃。

<sup>4</sup> 美元對新台幣匯率以 1:30 計算。

此次參訪的領隊為 CMU 工程與公共政策系的博士候選人，Julian Lamy，他的研究即是探討最適的風力發電開發位置及數量，透過車程中的自我介紹得知參加技術參訪的成員，大多為非美國籍的學校學者（挪威、法國、加拿大、中國等）。EverPower 代表人員為 Twin Ridges 風場的管理者 John Bennett（共有 2 位全職人員輪班管理）。此次參訪主要分為二部分，一為 Q&A，一為近距離接觸風機，心得概述如下。

由於背景多為經濟而非工程，因此到了風力發電場，大家除了充滿好奇外，大部分經濟背景的學者透過參訪才體認到風力發電的間歇性，以及在沒有電網或儲能設備配套下，風力發電經常需配合 PJM 回報的市場供需，主動減少發電量（降載），下圖即是管理人員平時監控的工作站。

EverPower 特別主動提供文宣強調風力發電仍需要政府補助才得以持續成長，並比較美國目前對核能、油氣、生質能及再生能源產業之補貼，顯示再生能源目前得到的補貼相對較低，目前再生能源的補貼除了計畫支援外，還有政府給當地居民租稅補貼，以利風力發電場的開發；另外也提到初開發時，環保團體曾提質疑會對鳥類造成傷害，因此風力發電業者找了第三方研究單位，對是否造成鳥類傷害進行分析，結果反而很有趣地發現，貓、汽車等其它事物對鳥類的傷害更甚於風機(參見附錄)。另外還有風力發電機的葉片轉動也會產生快速移動的影子，可能讓人不舒服或有害健康（又稱為迪斯可效應），雖然目前仍無實驗報告證明其有害人體，但 EverPower 在其它居住密集度較高的風力發電場，會在日落影子較長期間，暫停風機運轉幾小時以避免迪斯可效應之疑慮。



圖 9. 風力發電機位置及工作站監控運作說明



圖 10 第二工作站及風機近距離參觀

筆者提問設備成本及運維成本大約是多少？管理者 John Bennett 回答其中設備成本 2 百萬/MW，估計可用 20 年，當地日常管理主要由 2 名全職員工，並配合公司的運維團隊負責，但無法得知公司整體之運維成本；而風力發電有時必須配合 PJM 降載，曾否考慮搭配儲能系統？ John Bennett 回答目前的儲能系統價格太高，還有安全的疑慮，所以不符合經濟效益。領隊 Julian Lamy 也進一步提問是否有計畫發展儲能系統？ John Bennett 同樣也認為在缺乏經濟效益的前提下，EverPower 沒有此規劃，只有第二期擴大風力發電場之規劃。

筆者看到美國再生能源市場的形成，不見得要垂直整合，規模經濟反而是重要的支撐，EverPower 是電力公司，但其各個風場的風機皆為外購，廠牌也不盡相同，其養成的運維團隊可在不同風場調度共用的。另外為了說服當地居民及環保團體，其所作的鳥類研究及迪斯可效應研究，是可以同時應用到其旗

下各個發電場。對應我國的綠能產業，就好比找到可共通使用的關鍵零組件或技術，比同時佈局上中下游更為重要。不過綠能產業多屬資本密集之產品，或是自外部購入，帶動的製造就業量不大，而以此風場為例，139MW 的裝置容量，約 11 個就業機會(2 位全職管理者)，就我國陸域風機 2050 規劃量 1200MW 來看，帶動的運維管理就業量或許有限，但本土運維團隊的養成可節省運維成本，也是促成民間願意投資和發展再生能源的重要條件。

### (三)CMU 學者交流與 The Scott Institution for Energy

#### Innovation 參訪

由於本次研討會的地緣關係，CMU 發表的論文超過 20 篇，很難讓人忽略其在能源研究領域立足的野心和作為。CMU 發表能源研究的作者大多來自 Engineering & Public Policy 和 Civil & Environmental Engineering 二個系所 (全美僅只有 MIT 有類似的科系)，其發表之論文有一特色：大多屬於技術經濟，相當應用取向，容易引發產業界共鳴，這點在本所營運的能源資訊平台也有發現，產業多對技術經濟相關的成本數據較有興趣。

單位	題目
CMU	Assessing the System-Wide Merits of Flexible Carbon Capture and Sequestration Power Plants in Complying with the Clean Power Plan
CMU	Cost-aware Load Shifting for Geographically Distributed Data Centers
CMU	Cost-effectiveness of Power Plant Cooling System Retrofits as a Climate Adaptation Strategy
CMU	Do Consumers know how much Electricity is used by their Appliances?
CMU	Energy Storage Optimization: A Techno-economic Analysis of Battery Chemistries in Hybrid Microgrids
CMU	Estimating the Fuel Economy of Autonomous Vehicles
CMU	Evaluating the Economics of Solar PV for Residential, Commercial, and Industrial Customers
<b>CMU &amp; Sandia National Laboratories</b>	<b>Exploring Energy-Water Issues across the United States</b>
CMU	Geographic Smoothing of Solar PV: Results from Gujarat
CMU	Heterogeneity in the Response to Gasoline Prices: Evidence from Pennsylvania and Implications for the Rebound Effect
CMU	Large Dams in the Amazon vs. Other Energy Alternatives: A Comparison of Costs, GHG Emissions and Land Use
CMU	Life Cycle Air Emissions Externality Implications of Electric Vehicle Adoption in the U.S.: A Comparison of Empirical and Normative Approaches
CMU	Life Cycle Greenhouse Gas Emissions From U.S. Liquefied Natural Gas Exports: Implications for End Uses
CMU	Making the Case for Interregional Transmission Projects: Evaluation of Benefits and Allocation of Costs
CMU	Optimal Wind Farm Siting Decisions in the Midwest
CMU	Power Grid Reliability: Implications of Environmental Regulation and Coal Plant Retirement in Systems with Large Scale Penetration of Wind Power
CMU	Regulatory Distortions To Capital: Coal Stockpiles at U.S Power Plants
CMU	Spatial Analysis of Air Quality Impacts from using Natural Gas for Road Transportation
CMU	The Economics of Commercial Demand Response for Spinning Reserve
CMU	Trends in Efficient Lighting Adoption Across the US
CMU	Uncertainty in Climate Effects of Power from Coal and Natural Gas with CCS
CMU	Unintended Consequences: Why U.S. Alternative Fuel Vehicle Adoption Increases Gasoline Consumption and Greenhouse Gas Emissions
<b>CMU &amp; Max Henrion-Lumina Decision Systems, Inc.</b>	<b>US Energy Surprises Have Become More Frequent: Retrospective Analysis of U.S. Energy Forecasts</b>
<b>CMU &amp; Sandia National Laboratories</b>	<b>Water Use of Thermoelectric Power Plants under Low-Carbon Futures: A Case Study in New Mexico</b>

資料來源: USAEE/IAEE 議程; 核研所繪製 2015.11

筆者與 CMU 發表人范博士<sup>5</sup>有較深入的對談，范博士的背景亦為經濟，早期曾應用過 IO 模型及 CGE 模型分析大陸的各項能源議題，2013 年至 CMU 攻讀博士，范博士提到對中西方國家的政策擬定的作法，西方國家較開放式

<sup>5</sup> 范博士發表 Spatial Analysis of Air Quality Impacts from Using Natural Gas for Road Transportation 一文。

的爭取許多策略建議，CMU 也是透過各種發表及曝光的管道，將研究成果提供國家級實驗室參考，而 CMU 的教授一方面積極參與國家級實驗室的計劃，一方面也積極與業界合作，可以看到有幾篇文章（上圖黑體字）是 CMU 與其它單位之合作產出。范博士建議可聯繫 CMU 主導能源相關議題的研究機構: **The Scott Institution for Energy Innovation** (以下簡稱 **The Scott Institution**)，更深入的了解如何整合 CMU 工程與社會經濟不同領域之資源。因此筆者先以 E-mail 詢問該單位能否接受參訪，得到正面回應後，筆者便利用在研討會結束後的下午拜訪 **The Scott Institution** 主任 **Dr. Cohon**。Dr. Cohon 也是 CMU 的前校長，對於 CMU 的資源整合過程瞭若指掌，其經驗分享相當珍貴。

筆者先簡要地說明參訪的目的，能經策略中心的研究成果，並略提到中心遇到的困難，**Dr. Cohon** 首先提到政府機構的資源調度不如私人組織彈性，特別是 CMU 是主要由產業支持的研究型大學，但政府確實有空間善用其資源。**Dr. Cohon** 提到，CMU 的 **Engineering & Public Policy** 和 **Civil & Environmental Engineering** 二個系所成立已久，但 2013 年成立 **The Scott Institution**，更有效地整合 CMU 的能源研究能量(年底專屬其研究中心的辦公室才會落成，**Dr. Cohon** 也表示歡迎我們明年再次參訪)。**The Scott Institution** 的策略是由從產業商業的前景誘導政府政策，因為是私人機構，不需顧及中立性，而是從本身具競爭優勢的項目開始。CMU 本身有一些競爭優勢: 問題解決導向、跨領域的結合，創新及創業精神，以及鄰近國家實驗室 **NETL** 等地理優勢。因此鎖定幾個主題作為主要資源投入項目: 低碳路徑建議、住商節能及效率提升(導入消費者行為研究、分析及監控工具)、智慧電網及頁岩氣衍生之水資源及空污議題，另外還有能源技術的材料研究等。2012 至 2014 年

皆精心包裝其研究產出，針對政策制定者出版 policy guide<sup>6</sup>， Dr. Cohon 坦言， policy guide 其實是對政府廣告 CMU 的產出。



圖 11. CMU The Scott Institution 之主要研究版圖

資料來源: CMU 簡介; 核研所繪製 2015.11

The Scott Institution 透過多元方式推廣整合 CMU 的研究資源，而且內部和外部的推廣並重，其下便有 30 個以上的研究中心，研究中心規模不一定很大，但由 1~2 位老師帶領，很多是跨系所的老師或研究員，每週必須開內部會議；每年都有大規模的 proposal 會議，開放討論及互動，Dr. Cohon 也親自提問與其對談。另外每年選取 grant seed 作小額研究補助，(30 萬左右，錄取率僅 2 成) 目標是培養 CMU 的研究人員取得國家型計劃，同時也鼓勵 CMU 的老師自行成立研究中心並與業界實際合作，開發成功即分割設立私人公司。為了落實於技術商業化，對外宣傳的部分，The Scott

<sup>6</sup> 包含 (1) Shale Gas and the Environment: Critical Need for a Government-University-Industry Research Initiative (2) Managing Variable Energy Resources to Increase Renewable Electricity's Contribution to the Grid (3) Innovative Energy Technologies: The Next Generation。

Institution 又再次發揮 CMU 的整合專長，結合多媒體和藝術資源，建置了豐富生動的網站內容，包含週報、每週 1 分半的網路廣播、短文發表及校園活動等，都可以看出其將研發產出轉化為一般民眾容易吸收的訊息。

由此可知跨領域跨團隊整合資源是要耐心投入時間和資源，且需實際的誘因。反觀核研所相較其它單位有著更專業的技术研究資源，能否改善制度僵固性，設計適當的誘因，更有效地運用跨領域專才，同時思索推廣的目標-更高的決策層級？產業？還是社會的意見領袖？是必需面對的課題。The Scott Institution 的發展經驗，讓筆者深刻體認跨領域整合對解決能源問題的必要性，其整合的背後不但需要大量的時間溝通，且需要實質誘因。在能源市場瞬息萬變的時代，我國社會仍處在價格訊號扭曲的環境下，此刻，充份揭露能源資訊，讓各界感受到其風險，反而較策略宣傳更為重要。以上皆可作為本所及能經策略中心能源策略擬定及營運之參考。

## 四、建議事項

當世界各國都在關心油氣價格似乎已低於成本，但產量怎麼未見減緩的問題背後，一方面也反應世界各國對油價反轉的擔心，而美國擔心的不是低油價對其油氣產業的傷害，也不為了讓產業喘息而輕易放鬆油氣出口限制，其對其國內的高度競爭，是樂見其成的，其看重的反而是這波頁岩油氣競爭下，天然氣的基礎建設要怎麼佈局才能使更多的美國民眾受惠，相關產業得到了更多振新的機會，而部份頁岩油氣廠商似乎也找到在此競爭環境下存活的路（例如提高生產力）。

美國得以暫時放下 50 年來的心中大石-石油頂峰理論，也是因為長時間大量資源的投入，CMU 早在 20 年前便有跨領域之系所，但此刻仍大力持續投入在跨領域整合，舖陳未來的低碳路徑，可見人才是最難且最需要時間的部分，特別是可觀察到，小規模、貼近實務的研究工作，容易得到產業支援，但大規模的政策分析模型，探討的可能是企業缺乏動機的公共利益，且需要長時間密集投入跨領域人力的研究，便多由國家級實驗室發展，例如 NREL 及 EPRI 都在 MARKL 或 CGE 這類大型模型上投入<sup>7</sup>，我國面臨比其它國家更嚴峻的能源條件，政府資源應投注在產業意願不足但對社會整體重要的能源問題探索及研究人才培育上。NREL 講者提到能源問題是結合工程、經濟及社會三項科學才能解決之問題，CMU 的經驗也告訴我們跨領域跨團

<sup>7</sup> NREL 在此次研討會發表之論文結合 top-down 和 bottom-up 模型，透過三個分析模型-SERA (scenario evaluation and regionalization)、ADOPT (automotive deployment options projection tool)及 SEDS(stochastic energy deployment system) 將經濟、工程及行為三大領域連結; EPRI 則為美國 DOE EIA 運用 MARKAL 模型時參數資料之主要來源，此次 EPRI 發表者運用之模型為 US-REGEN (the U.S. regional economy, greenhouse gas, and energy model)，此模型結合二大模型-動態 CGE 模型 (computable general equilibrium model)及對電力部門投資、調度有較詳細刻劃的模型（此部分即為 bottom up 模型），相關說明可進一步參閱：<http://eea.epri.com/models.html>。

隊整合資源是要耐心投入時間和資源，且需實際的誘因。核研所相較其它單位有著更專業的技術研究資源，能否改善制度僵固性，設計適當的誘因，更有效地運用跨領域專才。

另一個建議是全球的再生能源市場定會成長，我國缺乏天然資源，若在設備製造端缺乏利基，應可著眼於運維及管理團隊，人力資本是我國相對具有比較利益的資源，綠能產業不見得要垂直整合，規模經濟反而是重要的支撐，EverPower 的運維管理即是關鍵技術發揮規模經濟之案例。

油氣市場趨勢似乎顯示，且美國頁岩油氣廠商的學習效果使上游成本降低，應較著重未來下跌風險。多篇研究亦顯示，能源市場預測日益困難，新能源商品缺乏避險市場，提高市場參與者對風險的意識程度及善用風險量化工具是能源市場風險管理的重點，管理的主要工具為風險量化工具、情境分析、量化壓力測試是主要的風險管理者工具，管理和金融人才在能源風險因應也是必要的一環。

如前所述，除了量化風險，充分了解可能的損失外，也必須和利益關係人有充分的溝通，包含使利害關係人意識到風險。風險事件必須讓人在乎，它才是風險，利害關係人也才有避險的動機。電價便是最好的例子，扭曲的價格訊號，損失由稅收平均分攤，便很難讓產業或民眾有動機去了解我國的能源處境和正視能源風險問題，當產業或民眾不在乎這種風險，更遑論實際投入資源進行避險。特別是我國民眾能源曝險程度幾乎為零，如何讓各界都意識到我國的能源處境及全球都在正視的能源風險問題，此刻中立的能源資訊傳遞或許更甚於策略推廣。

能經策略中心可效法 CMU 推廣的作法，雖然資源不見得立即到位，但擔任知識槓桿的角色，至少把訊息充份地揭露，或者設計機制作為各方表述訊息的平台，例如此次研討會有二個特別的場次：案例競賽 (case competition) 及產官學網絡建立 (Informal exchange with Industry & Government: A speed Networking session)，即是扮演一個平台，讓資訊和人

脈快速連結。充份有效的資訊傳遞，彌補市場機制不足之處，核研所能經策略中心營運的能源資訊平台，應可持續扮演此中立資訊傳遞之角色，以促進社會對我國能源窘境的認知，及對能源風險管理應有的正視。

因此以下幾點建議作為後續核研所能經中心研究及運作之參考：(1) 核研所相較其它單位有著更專業的技術研究資源，應設計適當的誘因，更有效發揮跨領域之特色。(2) 對現今的台灣來說，能源更像是公共財，未來的低碳路徑也需要跨領域人才整合，即便當下社會對能源風險較無感，但在制度改變前，相關的準備必須完備，能源風險相關的分析人才、管理人才必須及早培育。(3) 能經策略中心可效法 CMU 推廣的作法，擔任知識槓桿的角色，在資源有限下，針對主題充份地揭露相關正反面訊息，扮演中立資訊平台之角色，以促進社會對我國能源窘境的認知及對能源風險管理應有的正視。

## 五、附錄

### (一) USAEE/IAEE 會議相關議程及交流名冊

SUNDAY, OCTOBER 25	TUESDAY, OCTOBER 27
<p><b>REGISTRATION</b> 12:00 - 7:00pm • Duquesne Room</p>	<p><b>REGISTRATION</b> 7:00am - 8:30pm • Duquesne Room</p>
<p><b>COUNCIL LUNCH (BY INVITATION)</b> 12:00 - 1:00pm • Sky Lounge - 24th Floor Sponsored By: <a href="#">Williams</a></p>	<p><b>BERGEN CONFERENCE PLANNING MEETING</b> 7:30am - 8:30am • Sterlings 2 Room</p>
<p><b>USAEE COUNCIL MEETING</b> 1:00pm - 4:00pm • Benedum Room</p>	<p><b>CONTINENTAL BREAKFAST</b> 7:45am - 8:30am • Bridges Room</p>
<p><b>OPENING RECEPTION</b> 6:00pm - 7:30pm • Commonwealth 1, 2</p>	<p><b>PRESIDER'S HUDDLE</b> 8:10am - 8:25am • Liberty Room n</p>
<p><b>CASE COMPETITION</b> 7:30pm - 9:30pm • Benedum Room</p> <hr/> <p><a href="#">Eric Hittinger</a>, <i>Presiding</i> Assistant Professor Rochester Institute of Technology</p> <p><b>Team #1 - Oil Solutions International</b> <a href="#">HanJiro Ambrose</a> <a href="#">Arash Saboori</a> <a href="#">Ben White</a> University of California, Davis <a href="#">View Presentation</a></p> <p><b>Team #2 - CMU EPP</b> <a href="#">Nathanial Horner</a> <a href="#">Erin Mayfield</a> Carnegie Mellon University <a href="#">View Presentation</a></p> <p><b>Team #3 - Haas Energy Team</b> <a href="#">Stephanie Moon</a> <a href="#">Avanti Tamhane</a> <a href="#">Yury Pryadko</a> <a href="#">Andrey Gutkovsky</a> University of California, Berkeley <a href="#">View Presentation</a></p>	<p><b>CONCURRENT SESSIONS 19 - 27</b> 8:30am - 10:15am</p>
<p><b>STUDENT MENTORING SESSION</b> 7:30pm - 10:00pm • Sterlings 1, 2, 3</p>	<p><b>COFFEE BREAK</b> 10:15am - 10:45am • Bridges Room</p>
	<p><b>DUAL PLENARY: INDUSTRIAL RESURGENCE</b> 10:45am - 12:15pm • Kings Garden 1 &amp; 2</p> <p>US Industrial Renaissance Panel — Energy abundance is expected to revive production of key products and innovative activity in the US. Three panelists are planned: one who will address the potential manufacturing sectors that will thrive in this new environment and one who will focus exclusively on the petrochemical space. The third and final speaker will focus on technology's contribution to encouraging either a return of key economic sectors or the birth of new ones.</p> <p><a href="#">Mine K Yucel</a> (<i>Presiding</i>) Senior Vice President and Research Director, Federal Reserve Bank of Dallas</p> <p><a href="#">Peter C Balash</a> Senior Economist, U.S. Department of Energy <a href="#">View Presentation</a></p> <p><a href="#">Martha Gilchrist Moore</a> Senior Director - Policy Analysis and Economics, American Chemistry Council <a href="#">View Presentation</a></p>

## MONDAY, OCTOBER 26

### REGISTRATION

7:00am - 7:00pm • Duquesne Room

### STUDENT BREAKFAST MEETING

7:30am - 8:30am • Commonwealth 1

### CONTINENTAL BREAKFAST

7:45am - 8:30am • Kings Garden 4 & 5 Foyer  
Sponsored By: ConocoPhillips

### PRESIDER'S HUDDLE

8:10am - 8:25am • Liberty Room

### WELCOME AND INTRODUCTION

8:30am - 9:00am • Kings Garden 1, 2, 3

### OPENING PLENARY: THE DYNAMIC ENERGY LANDSCAPE: NATURAL GAS IN THE U.S.

9:00am - 10:30am • Kings Garden 1, 2, 3

The astonishing growth of natural gas production from Marcellus and Utica shales raises bold possibilities throughout the region, the nation and the rest of the world. A panel of leading energy economists and stakeholders will define and probe the extent of the domestic and global resource, and discuss opportunities and challenges in capturing and sustaining the broad economic, employment, trade and even environmental benefits of shale gas, while ensuring public health and safety.

**Benjamin Schlesinger** (Presiding)

President, Benjamin Schlesinger & Associates LLC

**Vello Kuuskraa**

President and Chairman, Advanced Resources International, Inc.

[View Presentation](#)

**David J Spigelmyer**

President, Marcellus Shale Coalition

[View Presentation](#)

**Rusty Brazier**

President, RBN Energy

[View Presentation](#)

### COFFEE BREAK

10:30am - 11:00am • Bridges Room

### CONCURRENT SESSIONS 1 - 9

11:00am - 12:45pm

### Tom Duesterberg

Program Director, Retired Executive Director, Manufacturing and Society in the 21st Century, Aspen Institute

### DUAL PLENARY: FUTURE OF COAL

10:45am - 12:15pm • Commonwealth 2

The combined uncertainty in energy and environmental policy and the increasing competition from natural gas bring increasing pressure on the coal and power sectors. What is the future of coal in this environment? Can research in coal utilization and carbon management affect the demand for coal both in the US and abroad? A panel of experts will consider technical and policy issues important in understanding the dynamics and future of coal in the current environment.

**Jerald J Fletcher** (Presiding)

Professor and Director Natural Resource Analysis Center, West Virginia University

**James F Wood**

Director of the Advanced Coal Technology, US-China Clean Energy Research Center, West Virginia University

**Steve Winberg**

Program Manager, Global Laboratory Operations, Battelle Global Laboratory Operations

[View Presentation](#)

**Christopher Nichols**

Senior Analyst, DOE-NETL Office of Strategic Energy Analysis and Planning (SEAP), U.S. Department of Energy

### AWARDS LUNCHEON

12:15pm - 2:00pm • Kings Garden 4 & 5

IAEE Journalism Award to:

**John Kingston**

Student & Other Awards/Recognitions

### CONCURRENT SESSIONS 28 - 36

2:00pm - 3:45pm

### COFFEE BREAK

3:45pm - 4:15pm • Bridges Room

### DUAL PLENARY: CLIMATE

4:15pm - 5:45pm • Kings Garden 1 & 2

This is an important year for international climate negotiations, as diplomats gear up for the twenty-first session of the Conference of Parties to the UN Framework Convention on Climate Change set to take place in Paris this December. The goal of COP 21 is to forge a binding international agreement to address climate change by reducing greenhouse gas emissions at the national level. An expert panel will convene to discuss the importance of reaching an agreement, the challenges that must be overcome in order to negotiate an effective deal and the panelists will offer their views regarding potential Paris outcomes.

#### AWARDS LUNCHEON

12:45pm - 2:30pm • Kings Garden 4 & 5

USAAE Adelman Frankel Award to:  
[Adam E. Sieminski](#) & [Howard Gruenspecht](#)

USAAE Senior Fellow Awards to:  
[Robert Borgstrom](#), [Amy Jaffe](#) and [Andrew Slaughter](#)

IAEE Outstanding Contributions to the Profession Award to:  
[Severin Borenstein](#)

[David A Hounshell](#) (*Keynote Speaker*)

[David M. Roderick](#) Professor of Technology and Social Change, Carnegie Mellon University

*\*Two Centuries of Energy Transitions In the Pittsburgh Region\**

#### DUAL PLENARY: RENEWABLE ENERGY INTEGRATION

2:30pm - 4:00pm • Kings Garden 1 & 2

Most agree that renewable energy will play a significant role our future energy needs. Simply complying with existing federal and state environmental policies will add several GW to the U.S. electricity grid over the next decade. However, integrating renewables to the grid is not without cost and technical challenges. This session hosts three panelists that are leaders in different aspects of the energy industry (regulatory, project development/finance, and academia) to discuss these challenges and possible solutions.

[Julian Lamy](#) (*Presiding*)

Research Assistant, Carnegie Mellon University

[Jay Apt](#)

Professor Tepper School of Business and Engineering and Public Policy, Carnegie Mellon University

[Mike Speerschnelder](#)

Chief Permitting & Public Policy Officer, EverPower

[Resmi Surendran](#)

Senior Manager, Market Analysis and Design, ERCOT

[Severin Borenstein](#)

E.T. Grether Professor of Business Administration and Public Policy, Haas School of Business, University of California, Berkeley

#### DUAL PLENARY: USAAE/SPE PLENARY SESSION - WATER AT THE WELL-SITE: PRODUCTION, HANDLING AND DISPOSAL

2:30pm - 4:00pm • Commonwealth 2

The rapid growth of oil and gas production from unconventional resource plays has raised concerns about water withdrawal and use in well completion as well as post-completion water handling. While the intersections between energy and water are significantly deeper than just water use for oil and gas production, the recent concerns regarding water at the well-site have led to a wave of interest in developing new technologies and establishing new regulatory frameworks to allay any stresses. Speakers will address these issues in a technically-oriented discussion to shed light on emerging policy actions and new technological innovations aimed at alleviating concerns over water at the well-site.

[Kenneth B Medlock](#) (*Co-Presiding*)

Senior Director of the Center for Energy Studies (CES), James A. Baker III and Susan G. Baker Fellow in Energy Resource Economics, Baker Institute, Rice University

[Jared Anderson](#) (*Presiding*)

Editor, Breaking Energy

[Elitza Northrop](#)

Research Analyst II for the International Climate Action Initiative, World Resources Institute

[View Presentation](#)

[M Granger Morgan](#)

Hammerschlag University Professor of Engineering, Carnegie Mellon University

[View Presentation](#)

[Kevin Massy](#)

Director International Affairs, Statoil

#### DUAL PLENARY: ELECTRICITY MARKETS

4:15pm - 5:45pm • Commonwealth 2

Wholesale electricity markets and electricity deregulation have been in place almost 20 years, and yet markets are still constantly evolving. Changes to ISO/RTO area footprints, the energy and capacity market structures, along with various layers of regulatory uncertainty and the unique perspective of the players create a dynamic environment. This session will profile some of the market opportunities and challenges facing the electricity industry today.

[Steve Bossart](#) (*Presiding*)

Senior Energy Analyst, NETL

[View Presentation](#)

[Mario S DePillis](#)

Principal, Economic and Energy Analysis

[View Presentation](#)

[Ingmar Sterzinger](#)

VP, Power Supply and Energy Service, Pedernales Electric Cooperative

[View Presentation](#)

[Howard Haas](#)

Chief Economist, Monitoring Analytics

[View Presentation](#)

#### USAAE GENERAL MEMBERSHIP MEETING

5:45pm - 6:15pm • Sterlings 2

#### RECEPTION: ANDY WARHOL MUSEUM

6:30pm - 8:30pm • The Andy Warhol Museum

117 Sandusky Street  
Pittsburgh, PA 15212

Light hors d'oeuvres and drinks served. Buses will begin loading at 6:00pm at the hotel front entrance. Transportation will be provided to and from the Reception. Weather allowing, we encourage those able to take the short 15 minute walk to the museum, see [walking directions here](#). There is parking in the surrounding areas of the Warhol, should you wish to drive yourself. Please note, you must bring both your name badge as well as drink tickets with you to attend this event.

[View Full Description](#)

**William Furlow (Co-Presiding)**  
Senior Manager Business Development, Society of Petroleum Engineers

**Meagan Mauter**  
Assistant Professor, Civil & Environmental Engineering, Engineering and Public Policy, Carnegie Mellon University

**John Walsh**  
Director of Consulting Services, CETCO Energy Services  
[View Presentation](#)

#### COFFEE BREAK

4:00pm - 4:30pm • Bridges Room

#### CONCURRENT SESSION 10 - 18

4:30pm - 6:15pm

#### USAAE CHAPTER LEADERSHIP MEETING

5:15pm - 6:15pm • Liberty Room

#### POSTER SESSION AND NETWORKING RECEPTION

6:30pm - 8:00pm • Kings Garden 4 & 5

##### 1. Understanding the Potential for Electricity Savings and Assessing Feasibility of a Transition towards DC Powered Buildings

**Brock Glasgow**  
**Chris Hendrickson**  
**Ines Azevedo**  
Carnegie Mellon University  
[View Extended Abstract](#) | [View Paper](#) | [View Poster](#)

##### 2. Potential Impacts of Materials on Future Low Carbon Transition: A Case of Low Carbon Technologies in Road-transport Sector

**Seyed Mehdi Mohaghegh**  
UCL Institute of Sustainable Resources (UCL ISR)  
**Ilkka Keppo**  
UCL Energy Institute  
**Christophe McGlade**  
UCL Institute for Sustainable Resources  
[View Extended Abstract](#) | [View Poster](#)

##### 3. The Impact of Climate Change and Air Pollution Information on Support For CO2 Emissions Regulations

**Brian Sergi**  
**Alex Davis**  
**Inés Azevedo**  
Department of Engineering & Public Policy, Carnegie Mellon University  
[View Extended Abstract](#) | [View Poster](#)

##### 4. Can The Interdependence Between Energy And Matter Resources Lead to An Economic Collapse?

**Fatma Rostom**  
University Paris 1 Panthéon-Sorbonne  
**Gaël Giraud**  
Agence Française du Développement  
**Olivier Vidal**  
University Joseph Fourier  
[View Extended Abstract](#) | [View Poster](#)

##### 5. An Analysis for Promoting Residential-scale Solar Photovoltaic (PV) in Bangkok

**Aksomchan Chalanong**  
**Carey W. King**  
The University of Texas at Austin

#### WEDNESDAY, OCTOBER 28

#### REGISTRATION

7:00am - 6:00pm • Duquesne Room

#### TULSA CONFERENCE PLANNING MEETING

7:30am - 8:30am • Sterlings 2 Room

#### CONTINENTAL BREAKFAST

7:45am - 8:30am • Bridges Room

#### PRESIDER'S HUDDLE

8:10am - 8:25am • Liberty Room

#### DUAL PLENARY: GEOPOLITICS

8:30am - 10:00am • Kings Garden 1 & 2

Oil and to a lesser extent natural gas markets have gone through a period of reduced impact from geopolitical events in 2014 and 2015. But the events and their future importance in particular to oil supplies and oil prices should certainly be remembered. The evolution of market geography with demand for energy in general shifting eastward creates a new potentially more difficult set of geopolitical uncertainties.  
[View Full Description](#)

**David H Knapp (Presiding)**  
Managing Director - Energy Intelligence Research Division, Energy Intelligence Group

**Guy Caruso**  
Senior Advisor, Energy and National Security Program, CSIS

**Edward Morse**  
Managing Director, Citigroup

**Frank Linden**  
Senior Risk Management Officer, Multilateral Investment Guarantee Agency

#### DUAL PLENARY: ENERGY INFRASTRUCTURE

8:30am - 10:00am • Commonwealth 2

America's energy infrastructure - consisting of millions of miles of pipelines, railways and electricity lines - serves a vital role in the transmission, storage and delivery of the nation's energy. This panel will present different perspectives from across a variety of energy delivery modes.

**Christopher Nichols (Presiding)**  
Senior Analyst, DOE-NETL Office of Strategic Energy Analysis and Planning (SEAP), U.S. Department of Energy

**John Schmitter**  
President, KEP, LLC  
[View Presentation](#)

**Donald F Santa**  
President and CEO, Interstate Natural Gas Association of America  
[View Presentation](#)

**6. Adjustment Costs, Uncertainty, and the Proved reserves of Crude Oil**

Xiaoli Zheng

University of Calgary

[View Extended Abstract](#) | [View Poster](#)

**7. Willingness to Pay to Avoid Environmental Impacts of Electricity Generation**

Cristobal De La Maza

Alex Davis

Ines Azevedo

Carnegie Mellon University

Claudia Aravena

Trinity College

[View Abstract](#) | [View Poster](#)

**8. Portfolio Analysis of Renewable Energies**

Mehdi Shahrani

Seth Blumsack

Pennsylvania State University

[View Extended Abstract](#) | [View Poster](#)

**9. Introducing Probability into Energy Forecasting**

Lynn H Kaack

Jay Apt

Granger Morgan

Evan Sherwin

Ines Azevedo

Carnegie Mellon University

[View Extended Abstract](#) | [View Poster](#)

**10. The Impact of Virtual Trading on Wholesale Electricity Markets**

Juan S Giraldo

Paul V Preckel

Purdue University

[View Abstract](#) | [View Poster](#)

**11. Efficiency and Productivity of Cross – Country Electricity Generation: A parametric Approach**

Victor A Ajayi

Anthony Glass

Tom Weyman-Jones

Loughborough University

[View Extended Abstract](#) | [View Poster](#)

**12. Energy Price Increases and Firm Entry**

Soma Patra

Southern Methodist University

[View Extended Abstract](#) | [View Poster](#)

**13. Economic Analysis of Gas Subsidy Reform and FIT Mechanism in the Malaysia Electricity Sector Based on the CGE Model**

Fatemeh Chatni

Masoud Yahoo

National University of Malaysia

[View Extended Abstract](#) | [View Paper](#) | [View Poster](#)

**STUDENT RECEPTION**

8:00pm - 10:00pm • Olive or Twist

140 6th Street

Pittsburgh, PA 15222

William F Hederman

Deputy Director for Systems Integration and Sr Advisor to the Secretary, U.S. Department of Energy

[View Presentation](#)

**COFFEE BREAK**

10:00am - 10:30am • Bridges Room

**CONCURRENT SESSIONS 37 - 45**

10:30am - 12:15pm

**CLOSING PLENARY: ENERGY FINANCE & RISK MANAGEMENT**

12:15pm - 1:45pm • Kings Garden 1 & 2

The collapse in global oil prices caught market participants by surprise and is redefining the energy landscape – particularly for U.S. onshore shale oil & gas producers. A panel of leading energy economists, financial and risk managers will discuss events which led up the fall in global oil price, implications for the energy market and what may lie ahead.

Tina Vital (Presiding)

Energy Investment Analyst

Michael Sell

Senior Vice President, ERP Program Manager, Global Association of Risk Professionals (GARP)

[View Presentation](#)

Glen Swindle

Managing Partner, Scoville Risk Partners

[View Presentation](#)

Amy M Jaffe

Executive Director of Energy and Sustainability, University of California, Davis

[View Presentation](#)

**WORKSHOP: CARBON CAPTURE, UTILIZATION AND STORAGE**

2:00pm - 5:00pm • Commonwealth 1, 2

Sponsored By: Rice University's Baker Institute Center for Energy Studies

For more information, please [click here](#).

Separate registration is required.

Kenneth Medlock (Presiding)

Rice University's Baker Institute for Public Policy

Traci Rodosta

NETL

Chuck Zelek

NETL

Peter Zapp

## Carnegie Mellon University

**Jared L. Cohon**

University Professor of Civil and Environmental Engineering  
and Engineering and Public Policy

President Emeritus

### Civil and Environmental Engineering

Carnegie Mellon University  
107B Porter Hall  
5000 Forbes Avenue  
Pittsburgh, Pennsylvania 15213-3890

Phone: 412-268-1765  
Fax: 412-268-7813  
cohon@andrew.cmu.edu

## Carnegie Mellon University

**Fan Tong**

Doctoral Student  
Class of 2016

### Department Engineering and Public Policy

Baker Hall 129  
5000 Forbes Avenue  
Pittsburgh, PA 15213-3890

Call: 412-576-7174  
Fax: 412-268-3757

ftong@andrew.cmu.edu



**Dr. Da Zhang**

Postdoctoral Research Associate  
China Energy and Climate Project

zhangda@cmu.edu  
Joint Program on the  
Science and Policy of Global Change



Massachusetts Institute of Technology  
77 Massachusetts Avenue, Building E19-411  
Cambridge, Massachusetts 02139-4307  
<http://globalchange.mit.edu>



**日本大学**  
経済学部

教授 手塚 広一郎  
博士(経済)

〒101-8360 東京都千代田区三崎町1丁目3番2号  
TEL/FAX:03(3219)3395  
tezuka.koichiro@nihon-u.ac.jp  
BZE12763@nifty.com  
<http://www.eco.nihon-u.ac.jp/>



ELECTRIC POWER  
RESEARCH INSTITUTE

[www.epri.com](http://www.epri.com)

**JOHN BISTUNE**

Project Manager  
Energy and Environmental Analysis Group

3420 HILLVIEW AVE, PAID ALTO, CA 94304-1338 USA  
PO BOX 10412, PALO ALTO, CA 94303-0013

Phone: 650.855.8317  
Email: [jbistune@epri.com](mailto:jbistune@epri.com)



**SOPHIA UNIVERSITY**

上智大学  
経済学部 教授

博士(経済) 石井 昌宏

〒102-8554 東京都千代田区紀尾井町7-1  
phone: 03-3258-3222 fax: 03-3258-3060  
e-mail: [mshibu@sophia.ac.jp](mailto:mshibu@sophia.ac.jp)



كلية الإدارة والاقتصاد  
College of Business and Economics  
جامعة القاهرة، مصر

**Dr. Ahmed Khalifa**  
Assistant Professor  
Department of Finance & Economics

P.O.Box: 2713 Giza - Cairo Tel: (+974) 4603-6468  
Fax: (+974) 4403-5081 Mob: (+974) 7401-5648  
E-mail: [ahmedkhalifa@cu.edu.eg](mailto:ahmedkhalifa@cu.edu.eg)  
Website: [www.cu.edu.eg](http://www.cu.edu.eg)



**Jean-Pierre Favennec**  
Professeur

IFP School - 228-232, avenue Napoléon Bonaparte  
93852 Rueil-Malmaison Cedex - France  
Mobile: +33 6 08 48 19 15  
[jean-pierre.favennec@ifpen.fr](mailto:jean-pierre.favennec@ifpen.fr)



**華東師範大學**

城市与区域科学学院  
创新战略研究中心

孙燕铭 博士  
城市规划学

地址: 中国上海市中山北路3663号 E-mail: [yysyan@ecnu.edu.cn](mailto:yysyan@ecnu.edu.cn)  
邮编: 200062 电话: 021-54741365, 13817563952

## (二)技術參訪照片及相關資料



附圖 1. EverPower Twin Ridges 風場管理人員講解風場位置



附圖 2. 近距離參觀 EverPower Twin Ridges 風場風機



附圖 3. 近距離參觀 EverPower Twin Ridges 風場控制機房



附圖 4. 近距離參觀 EverPower Twin Ridges 風場變電所



## DO WIND FARMS AFFECT THE BIRD AND BAT POPULATION?

Current studies indicate that modern wind farms have relatively little impact on bird populations. A study published in *Birding Magazine* in 2011 estimated that about 100,000 birds are killed by wind turbines every year and concluded "this number of fatalities does not appear to be causing significant impacts to populations of species involved." Nationally, wind turbines are estimated to be responsible for 0.01% to 0.02% of all avian fatalities resulting from collision with anthropogenic structures. (See below).

Mortality Source	Annual Mortality Estimate	Percent Composition
Buildings	550 million	58.2 percent
Power lines	130 million	13.7 percent
Fats	100 million	10.6 percent
Automobiles	80 million	8.5 percent
Pesticides	67 million	7.1 percent
Communication towers	4.5 million	0.5 percent
Wind turbines	28.5 thousand	<0.1 percent
Airplanes	25 thousand	<0.1 percent

## WHAT HAPPENS WHEN THE SITE AREA IS NOT WINDY?

Due to the intermittent nature of many electricity sources, the electric grid possesses sources of flexibility that act as reserves which allow grid operators to accommodate variability in electricity demand and supply by increasing and decreasing the output of flexible generators. While occasionally the wind may slow down at one location and cause the output from a single turbine to decrease, regions with high penetrations of wind energy tend to have hundreds or even thousands of turbines spread over hundreds of miles. Therefore, even if the wind slows down in one area, it will not affect the whole wind farm.

# ENVIRONMENTAL IMPACTS OF WIND ENERGY

## HOW DOES WIND ENERGY BENEFIT THE ENVIRONMENT?

**Clean Air:** Other sources of electricity produce harmful pollutants. Wind energy is pollution free. A single typical wind turbine of average size would avoid over 3,500 tons of CO<sub>2</sub> annually, the equivalent of taking more than 600 cars off the road.

**Better Health:** Traditional energy sources release particulate emissions into the environment, which contribute to asthma and other respiratory problems

**Conserves and Keeps Water Clean:** Turbines produce no particulate emissions that contribute to mercury contamination in our lakes and streams. Wind energy also conserves water resources, because no water is needed in the production of wind energy

**Mining & Transportation:** Harvesting the wind preserves our resources because wind has no need for destructive resource mining or fuel transportation to a processing facility.

## HOW DOES WIND ENERGY OFFSET CARBON AND POLLUTION?

- When a power plant produces energy, that energy travels from the original source to the *electric power grid*. The electric grid is an interconnected network for delivering electricity from suppliers to consumers.
- When it is available, grid operators use wind energy to reduce the output of the more expensive power plants, which tend to include natural gas or coal power plants because of their high fuel costs.
- **When one kilowatt-hour of wind energy is added to the grid, it offsets one kilowatt-hour from a traditional energy source.**
- As more wind energy is added to the power grid, less energy from other sources is needed.
- With an increase of wind energy in the power grid, polluting power plants are forced offline and replaced with more efficient forms of electricity generation.

everpower™

附圖 5. EverPower Twin Ridges 風場提供之鳥類生態影響評估資訊