

出國報告審核表

出國報告名稱：拜訪美國電力研究院商談核能發電議題及參加 EPRI 2009 夏季研討會		
出國人姓名	職稱	服務單位
陳貴明	董事長	台灣電力公司
出國期間：98 年 7 月 30 日至 98 年 8 月 6 日		報告繳交日期：98 年 9 月 28 日
出國計畫主辦機關審核意見	☐ 1.依限繳交出國報告 ☐ 2.格式完整（本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」） ☐ 3.內容充實完備. ☐ 4.建議具參考價值 ☐ 5.送本機關參考或研辦 ☐ 6.送上級機關參考 ☐ 7.退回補正，原因： ☐ 不符原核定出國計畫 ☐ 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容以 ☐ 內容空洞簡略 ☐ 電子檔案未依格式辦理 ☐ 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 ☐ 8.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： ☐ 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同人進行知識分享。 ☐ 於本機關業務會報提出報告 ☐ 9.其他處理意見及方式：	
層轉機關審核意見	☐ 1.同意主辦機關審核意見 ☐ 全部 ☐ 部分_____（填寫審核意見編號） ☐ 2.退回補正，原因：_____ ☐ 3.其他處理意見：	

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

	單位	主管處	總經理
報告人	主管	主 管	副總經理

出國報告（出國類別：開會）

拜訪美國電力研究院商談核能發電議題 及參加 EPRI 2009 夏季研討會

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：陳貴明 董事長

派赴國家：美國

出國期間：98 年 7 月 30 日~8 月 6 日

報告日期：98 年 9 月 28 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：拜訪美國電力研究院商談核能發電議題及參加 EPRI 2009 夏季研討會

頁數 29 含附件：☐是☒否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司人事處/陳德隆/2366-7685

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/董事長/ 02-2366-6200

出國類別：☐1 考察☐2 進修☐3 研究☐4 實習☒5 開會

出國期間：98 年 7 月 30 日~8 月 6 日

出國地區：美國

報告日期：98 年 9 月 28 日

分類號/目：

關鍵詞：能源效率、再生能源、燃煤新發電技術、CO2 捕捉與封存技術、核能發電、智慧型電網

內容摘要：(二百至三百字)

美國電力研究院 (EPRI) 2009 夏季研討會於 98 年 8 月 2 ~ 4 日在美國洛杉磯近郊之 West Lake Village 舉行，職與綜合研究所蒯光陸副所長應邀參與 Summer Seminar 研討會，該項會議每年均邀請各事業機構 CEO 高階主管，共同探討及決定發電業界之重要策略與議題。

EPRI 夏季研討會，今年主題為「創造未來」(Creating Our Future)，討論地球暖化及化石燃料枯竭問題，從供電到戶方面如何定位我們的現況與發展方向，到如何整合再生能源、核能發電、先進燃煤及智慧電網技術，聘請政府高層、電力事業及商業市場高階主管等主講並共同研討。

另在開會之前，職與蒯副所長應 EPRI 總裁兼執行長 Dr. Steve Speckor 之邀請，赴舊金山附近 Palo Alto 之美國電力研究院(EPRI)總部拜訪，討論核能發電相關議題，對現有核能機組執照更新之探討與未來新建核能機組之規劃應有助益。

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

目 錄

頁次

壹、出國任務-----	1
貳、出國行程-----	1
參、參訪 EPRI(Palo Alto)討論核能發電技術-----	2
肆、參加 EPRI 2009 Summer Seminar (洛杉磯)研討會-----	5
伍、研討會過程紀要-----	5
陸、綜合感想與心得建議-----	21
附錄一：核發處建議與 EPRI 討論之相關議題-----	24
附錄二：2009 EPRI 夏季研討會之議程安排-----	27

壹、出國任務

- 一、 職與綜合研究所蒯光陸副所長赴美國舊金山附近 Palo Alto 之美國電力研究院(EPRI)拜訪，商談核能發電材料劣化評估與執照更新，先進核能發電技術與新建機組及高放射性核廢料處理技術等議題。
- 二、 參加 98 年 8 月 2-4 日美國電力研究院在美國洛杉磯舉行的 2009 Summer Seminar (夏季研討會)，該項會議每年均聚集各事業機構高階主管，共同探討及決定發電業界之重要策略與議題。
- 三、 今年 Summer Seminar 主題為「創造未來」(Creating Our Future)，討論在供電到戶方面如何定位我們的現況並須要朝那裡發展及如何整合再生能源、核能發電、先進燃煤及智慧電網技術，聘請政府高層、電力事業及商業市場高階主管等主講。

貳、出國行程

時間	工作行程
7/30 (四)	往程(台北→舊金山)
7/31(五)	參訪 EPRI(Palo Alto)討論核能發電技術相關事宜
8/2 (日)	(1)舊金山→洛杉磯 (2)參加 EPRI 研討會 Welcome Dinner
8/3~4 (一、二)	參加 EPRI 2009 Summer Seminar (洛杉磯)
8/5~6 (三、四)	返程(洛杉磯→台北)

叁、參訪 EPRI(Palo Alto)討論核能發電技術

2009 年 7 月 31 日，職與綜合研究所蒯光陸副所長二人應美國電力研究院（EPRI）總裁兼執行長 Dr. Stephen Speckor 之邀請，赴其在美國舊金山附近 Palo Alto 總部之拜訪，商談核能發電材料劣化評估與執照更新（Materials Degradation & License Renewal）、先進核能發電技術與新建機組（Advanced Nuclear Technology and New Build）及高放射性核廢料處理技術（High Level Waste）等三項議題。

訪問活動之議程如下：

July 31, 2009

Time	Topic	Presenter
1:30 p.m.	Opening Remarks	Steve Specker / Hank Courtright
1:50 p.m.	Opening Remarks	Edward K.M. Chen
2:00 p.m.	Nuclear Overview and Long Term Options	Chris Larsen
2:15 p.m.	Materials Degradation Issues	Randy Stark
2:40 p.m.	Advanced Nuclear Technology	Tom Mulford
3:05 p.m.	Break	
3:15 p.m.	High Level Waste Update	Chris Larsen
3:30 p.m.	Opportunities for Extended Collaboration with TPC	Rosa Yang / Chris Larsen
	International Collaboration • UNESA, KHNP, EdF	Chris Larsen / Rosa Yang
4:15 p.m.	Closing Remarks	Edward K.M. Chen
	Closing Remarks	Steve Specker / Hank Courtright
4:30 p.m.	Adjourn	

EPRI 與會者名單如下：

Steve Specker（President & CEO）

Hank Courtright（Senior VP, Member and External Relations）

Chris Larsen（Vice President, Nuclear）

Rosa Yang（Vice President, Innovation）

Tom Mulford (Program Manager)

Randy Stark (Program Manager)

Hui-Tsung Tang (Technical Executive)

EPRI 之核能發電研發活動總整理如下圖：大底分九大區塊進行，本次訪問以其中 ANT (Advanced Nuclear Technology)、Material Degradation/ Aging 及 High Level Waste 為討論重點。EPRI 表達希望在 10 多年來所建立的基礎上 (Material Degradation/Aging、NDE、Fuel Reliability、Equipment & Reliability、LLW & REM - Decommissioning) 擴大與台電的合作關係。

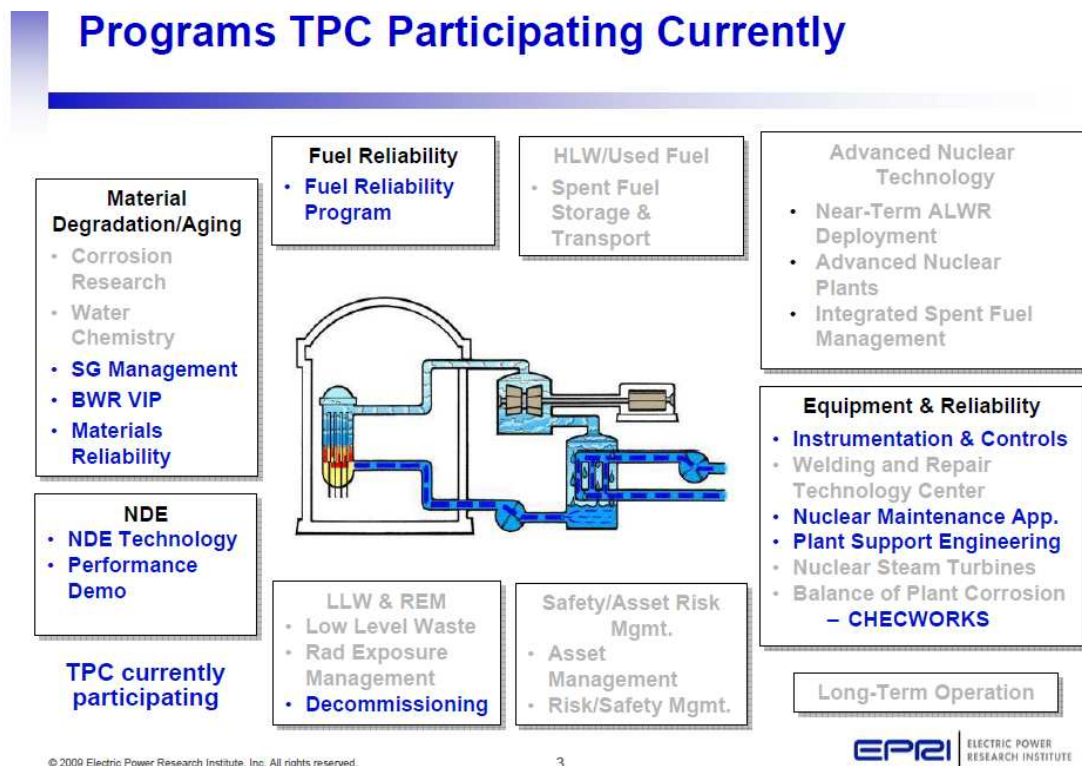


圖 1：EPRI 核電研發活動總表及台電參與之核能研究項目

先進核能發電技術發展方面：發展中的第三代輕水式核能發電之反應爐，計有五大類（如下圖），朝向下述方向改善：

- （1）標準化設計以加速執照申請、降低投資成本及縮短建造期程，
- （2）簡化且更堅實化之設計使其更易於操作並降低運轉出錯機會，
- （3）更高的可用率及更長的壽命(以 60 年為典型)，
- （4）降低核心熔毀之機率（四重防護體系、核心補捉設計、飛航器撞擊），
- （5）強化建廠裝機工程技術（模組化系統、新營建技術），
- （6）提高核燃料的利用率、以降低燃料用量及減少廢料比率，
- （7）採用可燃性之”毒物”吸收設計以延長燃料使用壽命。

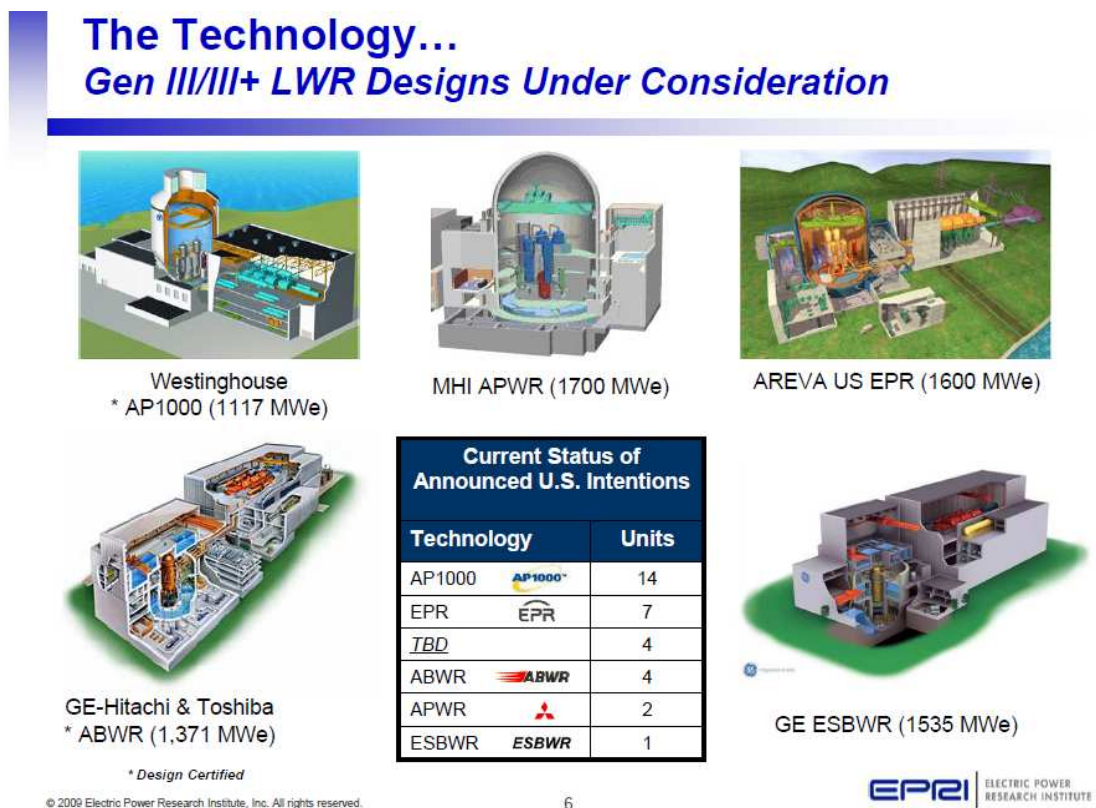


圖 2：先進核能發電技術五大類

肆、參加 EPRI 2009 Summer Seminar (洛杉磯)研討會

美國電力研究院 (EPRI) 近十餘年來每年夏季均舉行夏季研討會，2009 年於 8 月 3 - 4 日在美國洛杉磯近郊之 West Lake Village (Four Seasons Hotel) 舉行，職與綜合研究所蒯光陸副所長二人參與該 Summer Seminar 研討會，該項會議每年均邀請各事業機構 CEO 高階主管，共同探討及決定發電業界之重要策略與議題。

EPRI Summer Seminar，今年主題為「創造未來」(Creating Our Future)，討論在供電到戶方面如何定位我們的現況並須要朝哪裡發展及如何整合再生能源、核能發電、先進燃煤及智慧電網技術，聘請政府高層、電力事業及商業市場高階主管等主講，最後並舉行圓桌討論會。

研討會議程安排：詳閱附錄二。

伍、研討會過程紀要

一、EPRI 之角色與研討會開場演講：

在現今全球暖化問題日趨嚴重的前提下，EPRI 提出評估各種抑制 CO₂ 排放之電力技術適切與否的方法，就是所謂的三菱鏡彩色光譜圖法 (參考圖 3)，此圖乃是以 2000 年全球的 CO₂ 排放總量作為基準點，依照不同策略方向來減低 CO₂ 排放，因全球能源需求(包括電力)不斷成

長導致全球的 CO2 排放總量亦持續成長，其趨勢如圖 3 中彩色光譜帶之頂端曲線所示，如不加以適當抑制則 CO2 排放將使全球暖化問題失控而釀成大災難。此圖可與 2007 年 IPCC WGI 第 4 報之地球表面溫度趨勢圖（見圖 4）對照來看，在不同的情境發展下，地表溫度呈現不一樣的發展結果。

本次會議一開始時，由 EPRI 總裁兼執行長 Mr. Steve Specker 提出 EPRI 主張之各種抑制 CO2 排放電力技術分類架構，圖 3 中之表格

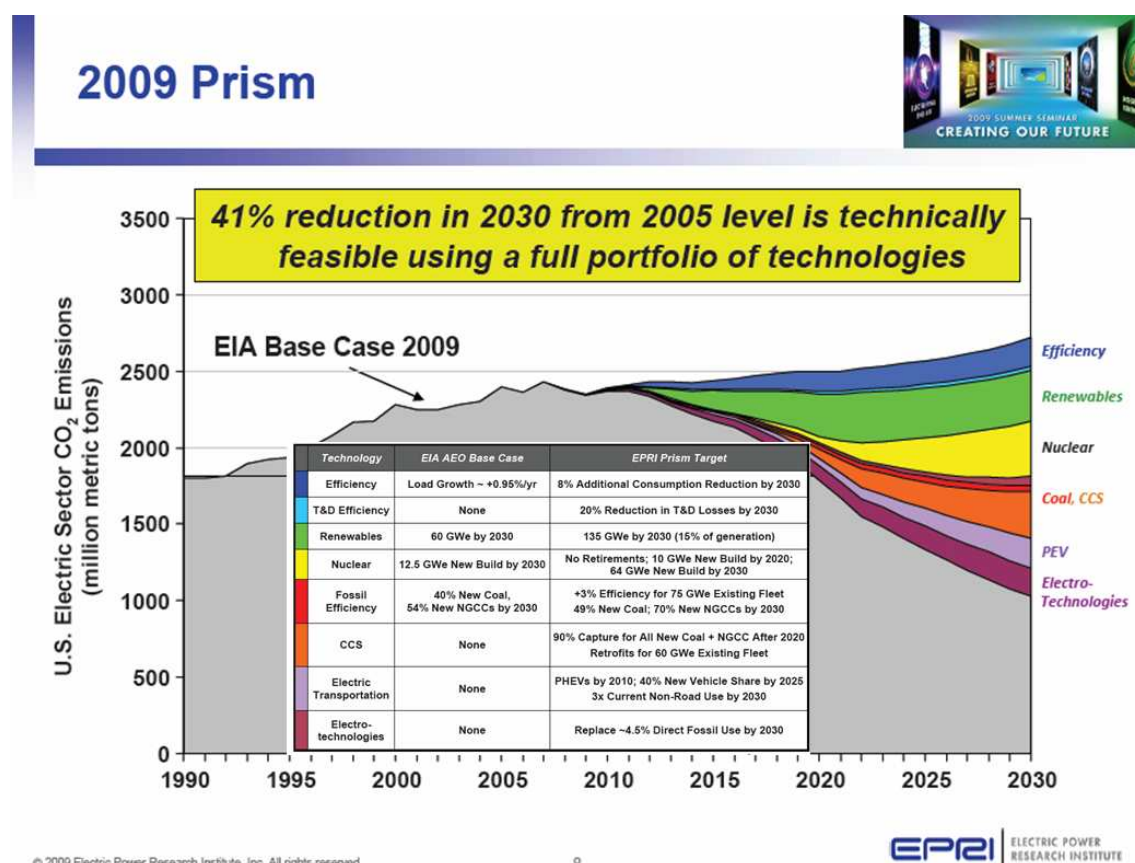


圖 3：EPRI 主張之各種抑制 CO2 排放電力技術分類架構

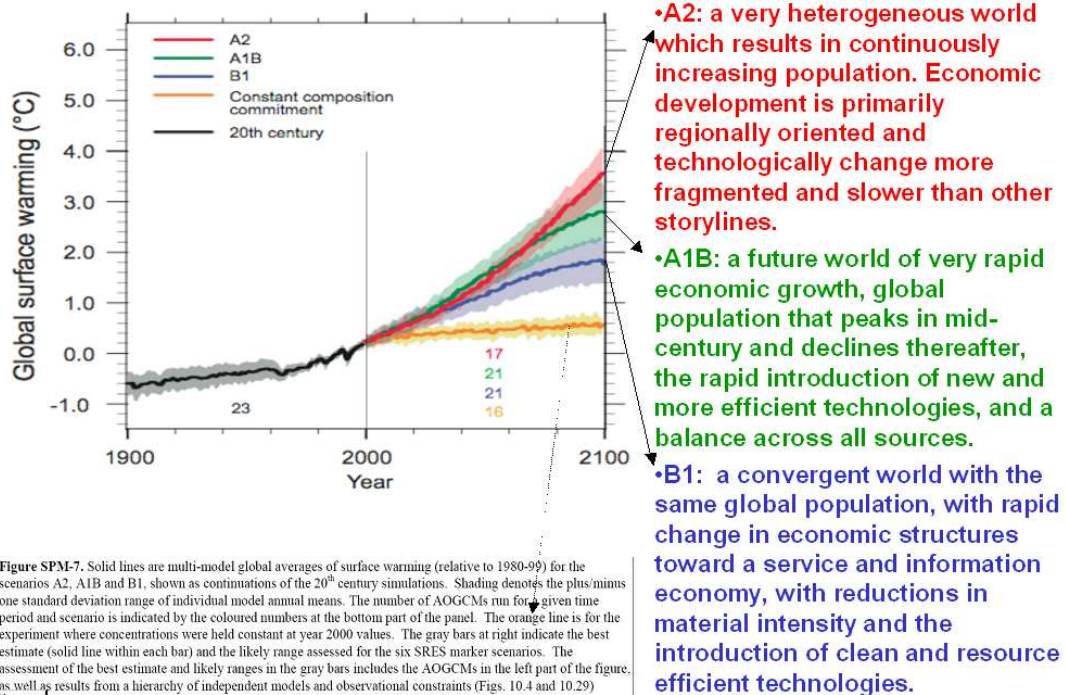


圖 4 ： 2007 年 IPCC WGI 第 4 報之地球表面溫度趨勢圖

第 2 欄數據代表美國 Energy Information Administration 之計算基準，其對應之 CO2 排放總量將如彩色圖帶之上緣曲線所示，第 2 欄數據代表內 EPRI 之最樂觀估計，在各種抑制 CO2 排放電力技術均能迅速並順利推展的前提下，將可使 2030 年時之 CO2 排放總量降至 2000 年的水準以下，過程中之 CO2 排放總量趨勢線將如彩色圖帶之下緣曲線所示（灰色山丘頂部）。

Specker 提出挑戰電業技術發展的兩項指標：CO2 排放量及電價，須兼顧三層面要求（1）電業基礎建設的減碳化導向（De-carbonize the electricity infrastructure），（2）在兼顧減碳目標的前提下發展經

濟 (Meet binding economy-wide CO₂ reduction targets)，(3) 對顧客提供可靠的、付得起價錢的、對環境負責的電力 (Provide reliable, affordable, and environmentally responsible electricity)。

Specker 進一步提出，美國電業未來兩種可能的情境發展為：

- (1) 全面低碳化的技術發展 (Full Portfolio)，包括：燃煤與燃氣發電所需的 CO₂ 捕捉與封存技術 (Coal and Gas CCS available)、使用者端能源應用效率的加速提升 (Accelerated end-use efficiency)、電動汽車的加速發展 (PEV's can expand)、核能發電的加速發展 (Nuclear production can expand)；
- (2) 有限度的低碳化技術發展 (Limited Portfolio)，包括：CO₂ 捕捉與封存技術無法開展 (No CO₂ capture and storage)、電動汽車技術無法開展 (No plug-in electric vehicles)、核能發電無法開展 (Nuclear generation remains at existing levels)。

其結果將如圖 5、6 所示：全面低碳化技術發展的結果將促使淨煤發電及核能發電之佔比逐漸提高而使天然氣及太陽光發電的比例受到抑制，其結果使 2050 年的電價成為現有 (2007 年) 者的 1.8 倍、碳排放強度為 0.10 噸/百萬度；若是有限度的低碳化技術發展，將促使天然氣及太陽光發電之佔比逐漸提高而使淨煤發電及核能發電的比例受到抑制，其結果使 2050 年的電價成為現有 (2007 年) 者的 3.1 倍、碳排放強度為 0.05 噸/百萬度。

MERGE U.S. Electric Generation Deployment

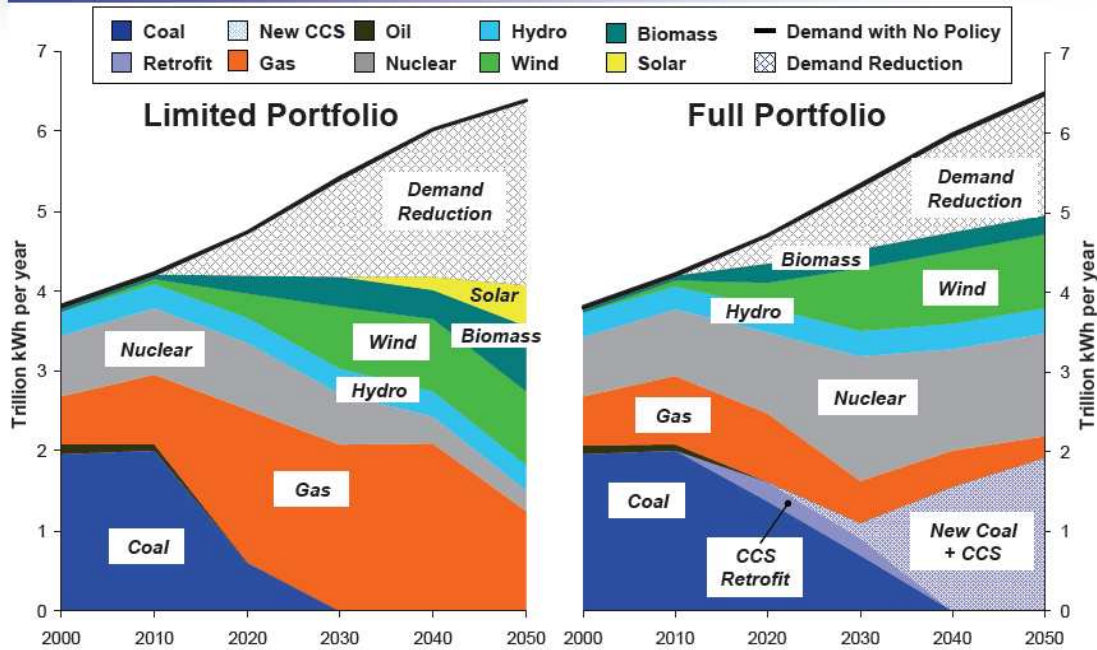


圖 5：美國電業未來兩種可能的情境發展（發電構成比）

MERGE Wholesale Electricity Cost Results

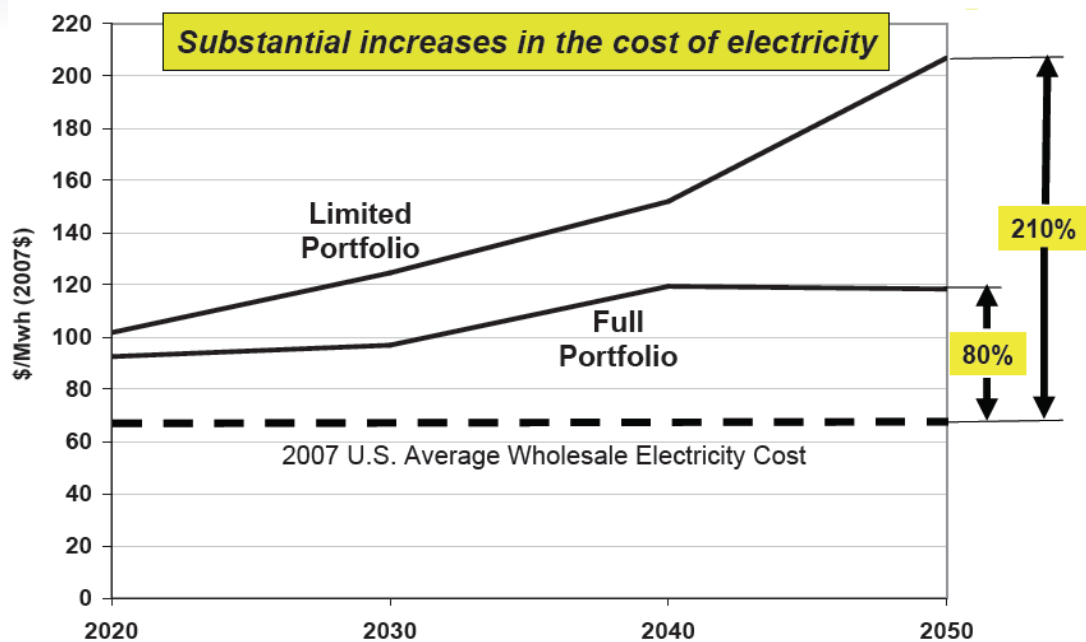


圖 6：美國電業未來兩種可能的情境發展（電價）

二、研討會內容：

第一階段之研討主題：供電給其末端使用者（**Electrifying End Use**），要點如下述。

- 1.1 EPRI 供電與用電部門副總 Arshad Mansoor 表示：電力需求端之角色逐漸朝三方面演進：能源使用效率之提升（以減碳為目標的高效率電力應用）、需量反應（降低尖峰用電需求）、電網平衡（採用“即時且預告式電價”至“智慧型末端使用設施”Real-time and Day-ahead Prices to Smart End-use Devices）。其中電網在供需兩端的技術發展趨勢如圖 7 所示。

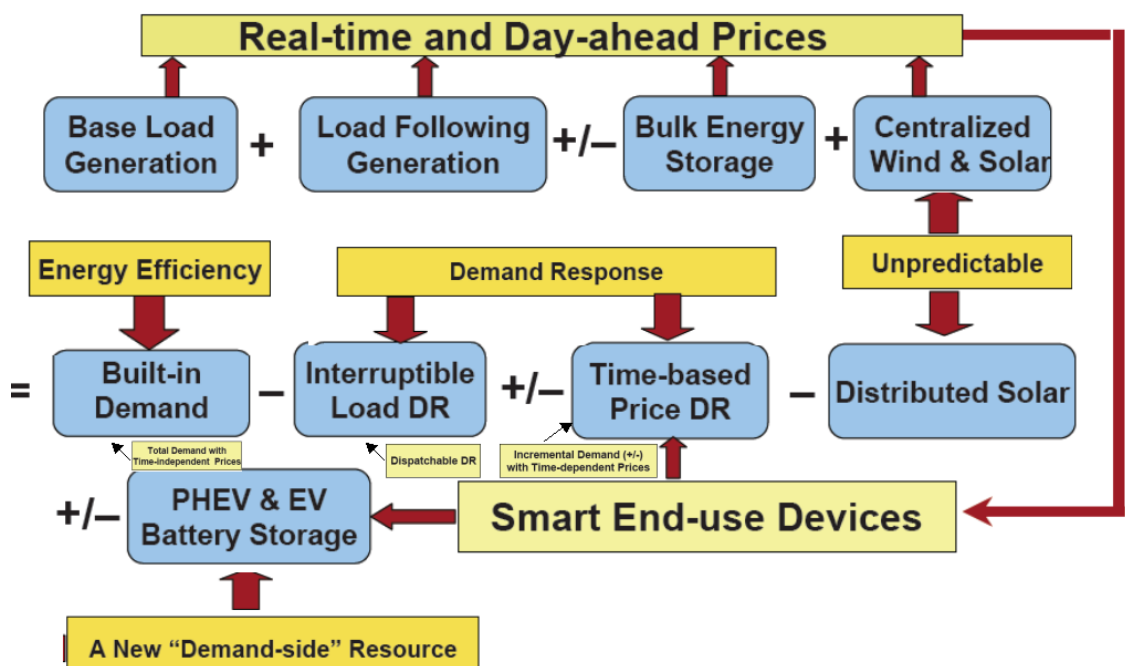


圖 7：電力供需兩端的技術發展趨勢

- 1.2 Dow Chemical 公司主管能源的副總 Rich Wells，在介紹該公司的能源效率提升措施時表示：公司的 EE&C（能源效率提升與節約能源）須多管齊下，從公司的承諾、高階主管的支持、組

組織結構、目標與補償、員工溝通、執行方法、量度與通報等八大層面來落實。

- 1.3 美國通用汽車 Britta K. Gross 主任介紹其電動車 (PEV, Plug-in Electric Vehicles) 發展現況及對供電業者的需求，認為 40 英里範圍內採用電池能源、超過的哩程由汽油支應，是依照美國都市民眾的用車習慣歸納出來的產品設計準則。

第二階段之研討主題：再生能源整合運用 (Integrating Renewables)，要點如下述。

- 2.1 California ISO 公司總裁兼執行長表示：加州政府的再生能源目標是 2010 年總能源佔比為 20%、2020 年為 33%，2020 年 CO2 排放量回歸到 1990 年的水準。由於再生能源電力供應具有間歇性及時間特性，對電力調度的挑戰性甚高，其和緩途徑之一就是裝設能量儲存設施，如圖 8 所示。另外，利用水力發

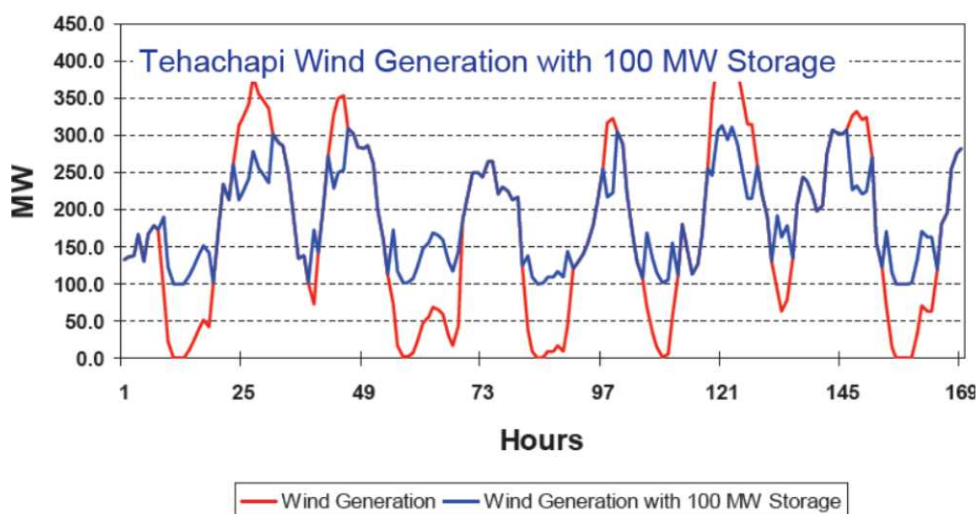


圖 8：裝設能量儲存設施以緩和再生能源電力供應的變異性

電或快速反應火力發電來與再生能源電力供應整合或搭配，也具有和緩效果。

2.2 美國德州 Luminant 公司執行長 David Campbell 針對其在 ERCOT 電力系統之風力發電發展近況表示，該公司至 2008 年為止已經引進超過 8000 MW 風能電力，並將陸續投資 50 億美元以建設全美國最具規模的輸電設施以連接風場及用戶。

2.3 FirstEnergy Generation 公司總裁 Gary Leidich 針對生質能源發電表示，俄亥俄州的 2025 年再生能源發電目標是 12.5%，生質能源將扮演重要角色。目前規劃中的生質能發電容量為 312MW，為全美 Biomass 發電單機容量最大者，且已做到整體循環之 CO2 淨產出為零。

2.4 Arizona Public Service 公司執行長 Donald Robinson 表示：Arizona 州為全美太陽能密度最高者，預計 2025 年時該州電力將有 15% 實售金額之佔比來自再生能源，目前正積極規劃建置輸配電系統。

第三階段之研討主題：美國核能發電展望（Advancing Nuclear），要點如下述。

3.1 美國核能研究所（Nuclear Energy Institute）總裁、執行長兼核能部主管 Marvin Fertel 表示：核能安全為所有 CEO 及 CNO（核

能部主管)應確保的第一要務，因其為決定核能發電能否推展之關鍵因素，是建立大眾對核能發電產生信心的基石、也是維持核安法規進行高度可預測性/高穩定性運作的核心價值。近幾年來，美國現有核能機組的運轉可靠度方面，已達到 90% 以上之容量因素。1988~2007 年間美國核能電廠的明顯事故 (Significant Events) 發生指標 (Performance Indicator) 已從 0.90 降到 0.03 以下。但仍須謹慎處理具挑戰性之議題如下：核能人力的更動率高、有效處理運轉/法規及民眾信心危機、持續評估核電設施之老化與更新、...等。展望未來，目前評估中之核電申請案計 16 件(25 個機組)，預計 2017 年有 4-8 新核電機組加入運轉，2020 年有 15 機組加入運轉，2030 年有 45-50 機組加入運轉，另有 25 機組興建中及新申請案 25 機組；2050 年時預計核能發電量為 2 兆度，為 2008 年時的 3 倍。

3.2 美國 Omaha 電力公司總裁兼執行長 Gary Gates 針對核電機組延役至 60 年或更久的議題表示：目前美國核能發電量之佔比為 20% (核電反應爐總數為 104)，依照 EPRI 對 47 位核電執行主管所做調查顯示 57% 正積極考慮是否將已獲得延役批准的 60 年役期機組更加延長 (至 80 年役期)，以因應全球暖化及電源缺口問題 (60 年役期機組將於 2040 年起陸續除役)。進一步延役有四層面考慮，材料極限、可靠度之維持、申請辦理之文

件、原始器材之處理。

3.3 韓國 KHNP (Korea Hydro & Nuclear Power Co) 公司總裁兼執行長 Jong-Shin Kim 介紹韓國核電發展成功之經驗時表示：全國裝機容量 72.49 GW 中之 24.4% 為核能發電、其發電量佔全國總發電量 424,423 GWh 中之 35.6%。2008 年韓國核能發電機組之容量因素 93.4% 為世界最高，非計畫性停機比值 0.3% 為世界最低。未來韓國核能發電量之佔比將從 2008 年的 36% 擴大到 2030 年的 59% (總計 40 座核能電廠)。EPRI 之執行顧問 (Consulting Executive) Jong Kim 表示，韓國已建立完整之核能發電技術平台，具有持續性承諾、一致性的國家能源政策、取得國外技術並加以本土化、整合各領域技術成為完整架構 (sound technical infrastructure) 等四項特質。



圖 9：韓國之核能發電技術平台

第四階段之研討主題：燃煤發電的未來（The Future of Coal），

要點如下述。

4.1 澳洲 Rio Tinto plc 公司能礦部執行長 Preston Chiaro 表示：Rio

Tinto plc 公司為一國際能源礦業公司，在 CCS 領域看法為（1）

CCS 乃聯合國 IPCC 組織承認的減緩 CO₂ 排放關鍵技術之一

種，其推動仍需技術、商務、信心、法規架構等四方面之配合

方能成功；（2）面對全球暖化及化石能源逐漸匱乏問題，各種

能源技術均面臨問題，圖 10 所示；（3）各種能源技術所反映之

電價比較如圖 11、圖 12 所示；（4）圖 13 為澳洲 CCS 計畫發

展歷程圖示，Rio Tinto plc 公司為 Global CCS Institute 創始成

員之一。

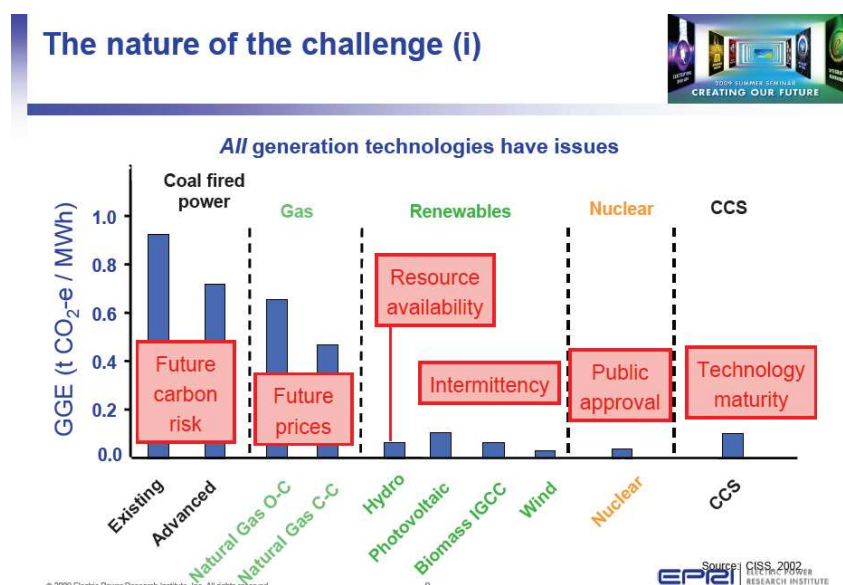


圖 10：各種能源技術均面臨問題

The nature of the challenge (ii) The cost of power



LCOE
(USD/MWh)

Cost of electricity from new plants
No carbon cost

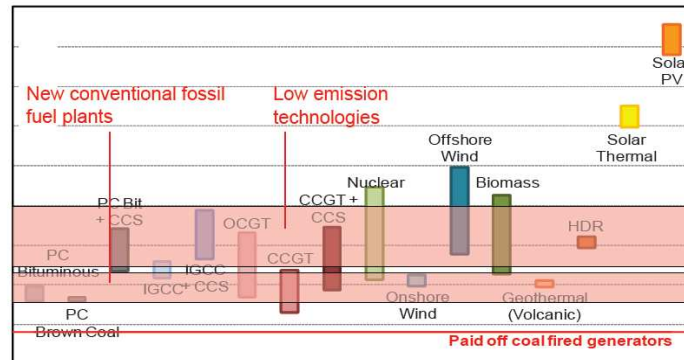


圖 11：各種能源技術所反映之電價比較

The nature of the challenge (ii) The cost of power



LCOE
(USD/MWh)

Cost of electricity from new plants
Carbon cost \$100/tonne

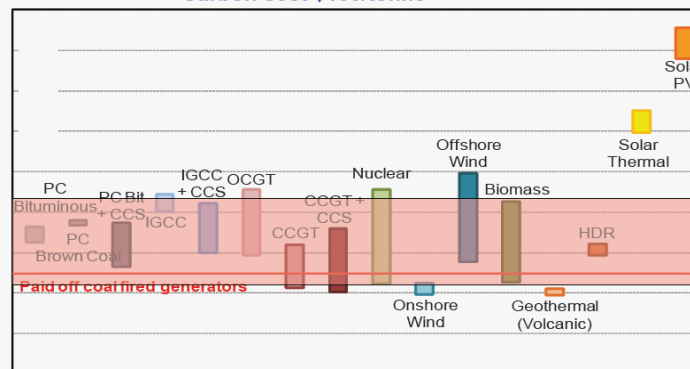


圖 12：各種能源技術所反映之電價比較

Australian CCS Activities

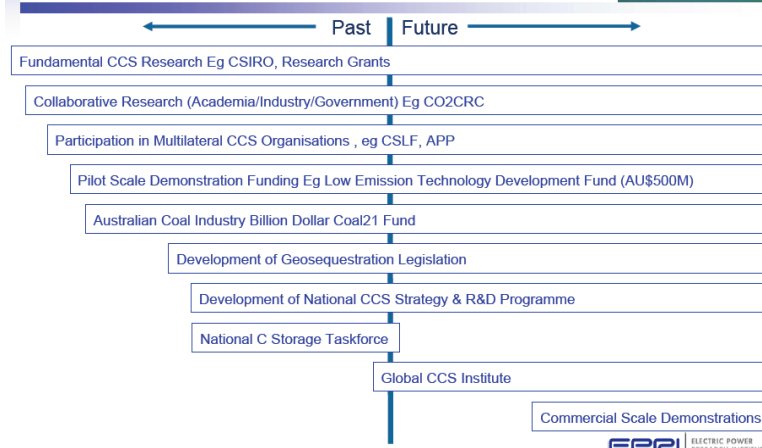


圖 13：各種能源技術所反映之電價比較

4.2 公司總裁兼執行長表示：E.ON 公司 Bernhard Fischer 介紹歐洲

低碳發電及 CCS 技術發展，該公司在 CCS R&D 之活動如圖

13、14。CCS 發展之困境為，改善技術成熟度所對應之財務缺

口（圖 16）須積極籌措，短期內尚無法由 CO₂ 迴避成本或提

高電價來支應。

E.ON is active on all CCS R&D pathways
Priorities set on high efficiency and post combustion capture



- 1. High efficiency: 50plus, Wilhelmshaven**
 - Efficiency >50% through high temperature and pressure: 1,300°F/>5,100 psi⁽¹⁾
 - Development of new high performance nickel based alloys
 - 508 MW net, operation after 2015 (final decision pending)
 - Option: post combustion capture retrofit
- 2. Post combustion capture: Pilot programme and demo options 50plus, Maasvlakte and Kingsnorth**
 - Ambitious pilot programme with leading supplier
 - Diversified, international portfolio of demo options: candidates for European and national funding programmes
- 3. Pre combustion capture: FutureGen Alliance**
 - 275 MW IGCC plant incl. storage
 - E.ON US active partner
 - Project recently restarted and decision pending
- 4. Oxyfuel**
 - R&D activities (ADECOS, OXYCOAL-AC)
 - E.ON UK with own test rig

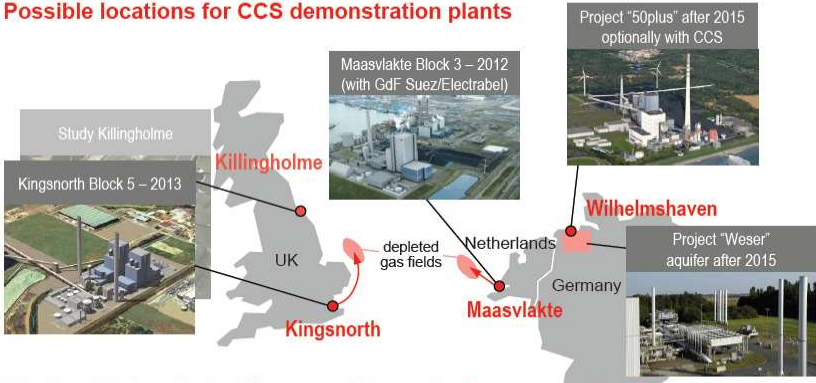
(1) 700° C / > 350 bar

圖 14：E.ON 公司 CCS R&D 之活動

As an international company, E.ON has attractive options for the CCS demonstration phase



Possible locations for CCS demonstration plants



Study Killingholme
Killingholme
UK
Kingsnorth
Maasvlakte
Netherlands
Germany
Wilhelmshaven

Maasvlakte Block 3 – 2012 (with GdF Suez/Electrabel)
Project "50plus" after 2015 optionally with CCS
Project "Weser" aquifer after 2015

Candidates for the European Economic Programme for Recovery⁽¹⁾ and the EU Flagship Programme (2010)

(1) Kingsnorth and Maasvlakte only

圖 15：E.ON 公司 CCS R&D 之活動

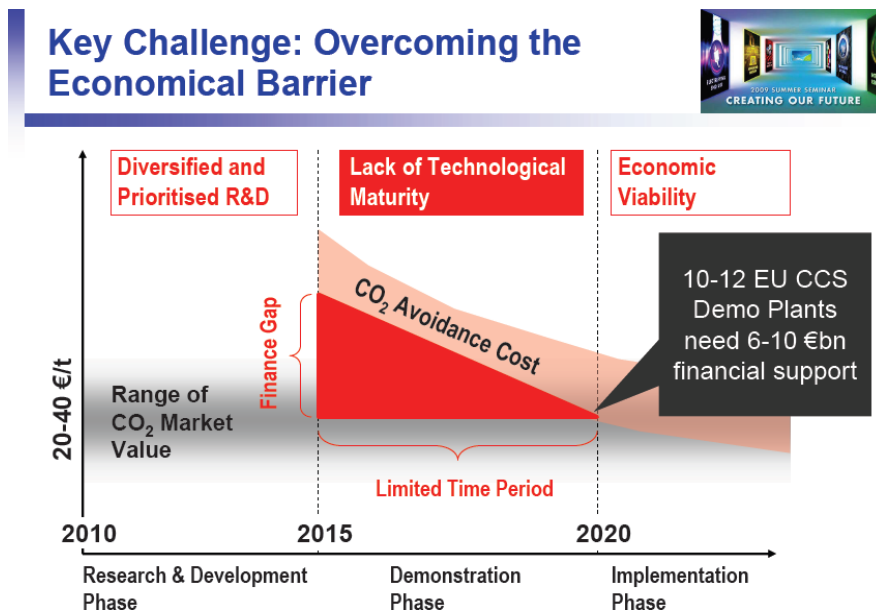


圖 16：CCS 發展之困境_改善技術成熟度所對應之財務缺口

第五階段之研討主題：創造更有智慧的電網（**Creating a “Smarter” Grid**），要點如下述。

5.1 IBM 公司副總 John Soyring 表示：IBM 的 Smart Grid Transformation 是該公司 Energy & Environment solutions 中 Intelligent Utility Network (IUN) 之一部分，已投資 1 億美元，包括 25 項 AMI 投資及超過 15 項 Smart Grid 投資。IBM 公司認為**智慧電網**（Smart Grid）體系應建立公開化的工業規格（open industry standards）供大家遵循，該規格包括 Instrument、Interconnect 與 Intelligence 等三層面（圖 18）。

IBM's Intelligent Utility Network (IUN) is a component of IBM's Energy and Environment Initiative

Applying innovative information technology and services that really matter to businesses, governments, people and the planet

Intelligent Transportation Systems

Measure & improve transportation usage

- Reduce traffic congestion
- Reduce CO2 emissions
- Increase mass transit usage
- Reduce energy usage
- Improve environment



Intelligent Utility Networks

Measure & improve energy mgmt

- Advanced metering
- Improve efficiency usage
- Reduce outages
- Improved grid management
- Manage distributed energy



Carbon Management

Measure & reduce carbon emissions

- Carbon Mgmt Strategy
- Carbon Mgmt Intelligence
- Supply chain management
- Property, buildings, workplace



Energy Efficient Technologies & Services

Create & manage efficient IT

- Active energy management
- IT facilities infrastructure efficiency
- IT operations efficiency
- Monitoring and verification of efficiency goals
- Demand-side efficiency



Advanced Water Management

Measure and manage water systems usage and quality with real-time knowledge

- Weather event mgmt, flood management
- Real-time monitoring and analytics for water usage and water quality



圖 17：IBM 的 Intelligent Utility Network (IUN)

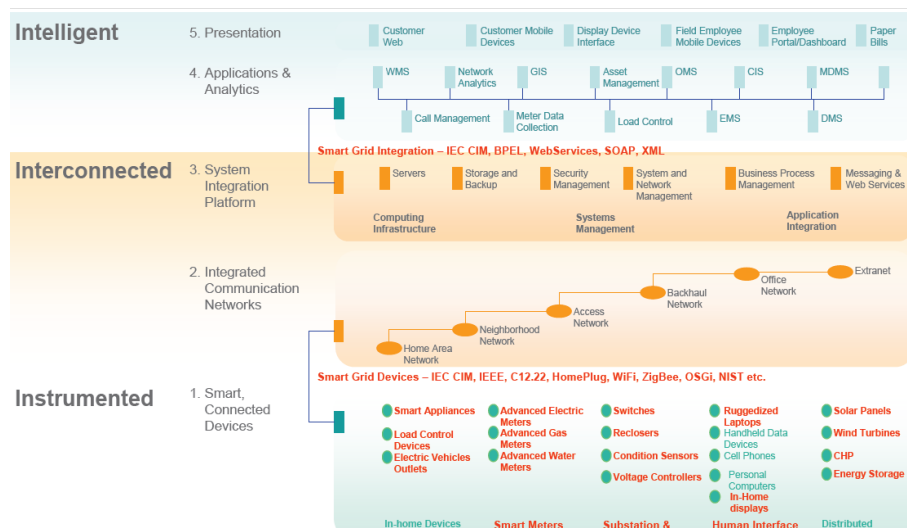


圖 18：建立智慧電網（Smart Grid）體系之公開化工業規格

5. 2 美國聯邦能源法規委員會主席（Federal Energy Regulatory Commission）Jon Wellinohoff 發表智慧電網展望（Smart Grid Perspectives），表示：美國為因應 EHV/UHV 電力輸送須強化其輸電網、為因應 DR（Demand Response）及 DG（Distributed Generation）而須設立智慧電網。另外，Edison International 公司執行長 Ted Craver 亦介紹其智慧電網在加州的實施經驗。

第六階段圓桌會議之研討主題：本次夏季研討會之後續行動方案
(Takeaways and Actions as a Result of the Summer Seminar)，要點
如下述。

6.1 圓桌會議之主席：Steve Specker (Executive Roundtable)

6.2 圓桌會議之與談人： 包括關鍵性工業界或政壇領袖如下

Ted Craver, Chairman, President and CEO,
Edison International · Ralph Cavanagh, Director, Natural
Resources Defense Council

Frederick Butler, President, National Association of Regulatory
Utility Commissioners; Commissioner, New Jersey Board of
Public Utilities

Jon Wellenough, Chairman, Federal Energy Regulatory
Commission

Susan Tierney, Managing Principal, Analysis Group



圖 19：圓桌會議之與談人

6.3 圓桌會議與談人對本次 2009 EPRI Summer Seminar 的成功
表示肯定，對 Steve Specker 所提「溫室氣體排放受到限制的前提下，
若無法克服技術及其他各層面之障礙來抑制排放，未來美國將被迫大量
採用天然氣及太陽光發電，則電價必定高漲」之觀點表示同意，對本會
議五項主題之看法也大抵一致。

伍、綜合感想與心得建議：

1. 本次出國的第一段行程為職與綜合研究所副所長赴美國舊金山附近 Palo Alto 之美國電力研究院(EPRI)拜訪，商談核能發電相關議題（核能發電材料劣化評估與執照更新、先進核能發電技術與新建機組及高放射性核廢料處理技術等），並將 EPRI 簡報資料攜回轉交本公司核能發電部門參考。
2. 2009 EPRI 夏季研討會，討論分六階段進行，分別研討（1）電力終端使用、（2）再生能源整合運用、（3）美國核能發電展望、（4）燃煤發電的未來、（5）創造更有智慧的電網、（6）圓桌會議（研討主題：本次夏季研討會之後續行動方案）。由於 EPRI 事先準備周詳且會場設施完善，過程中演講內容充實，討論很熱烈也很理性，可為國內討論類似之能源環保議題之借鏡。
3. EPRI 總裁兼執行長 Steve Specker 提出美國電業未來兩種可能的情境發展為：（1）全面性低碳化技術發展（Full Portfolio），及（2）有限度低碳化技術發展（Limited Portfolio），包括 CO2 捕捉與封存技術無法開展、電動汽車技術無法開展、核能發電無法開展等。全面性發展之結果將使 2050 年的電價成為現行（2007 年）電價的 1.8 倍、碳排放強度為 0.10 噸/百萬度；若只是有限度的低碳化技術發展，將促使天然氣及太陽光發電之佔比逐漸提高而使淨煤發電及核能發電的比例受到抑制，其結果使 2050 年的電價成為現行

（2007 年）電價的 3.1 倍、碳排放強度為 0.05 噸/百萬度。此一見解綜合了技術、經濟、政策、民意等各層面之考量，析理精闢且務實，值得參考。

4. 電力事業為因應地球暖化及化石燃料枯竭問題，必須朝向節約能源、提高能源使用及發電效率、推廣低碳發電技術與 CO₂ 捕捉與封藏、推廣智慧型電網及運輸工具電氣化等方向努力，但目前此類技術面臨（1）新技術成熟度不足（CCS、Coal Gasification with CO₂ Capture、Smart Grid、Solar Energy）、（2）再生能源之資源不足及供電穩定度不足（Solar Power、Wind power、Geothermal、Ocean）、（3）民眾對核能發電之信心不足、（4）化石燃料逐漸枯竭（天然氣及石油價格將高漲）等問題，另外在政策與經濟層面之共識不易形成（減碳目標及碳經濟體系之國際公約尚未具體化、各國家相關法規之立法進度遲緩）也在阻礙溫室氣體排放的抑制進度，故目前電力事業因應地球暖化問題之未來走向還充滿不確定性。
5. 世界各國在溫室氣體排放抑制方面的走向雖具不確定性，本公司仍然積極推動永續發展措施，從經濟面、社會面、環境面、技術面多管齊下來善盡地球村一份子的責任，目前推動的無悔策略包括鼓勵節約用電、提高發電效率、推廣再生能源、評估擴大核能發電佔比選項、AMI & Smart Grid 研發、CCS 研發等，並配合政府實施節能減碳政策、追蹤各先進國家技術發展及積極參與國際交流活動，從

此次出國觀摩所見來比較，本公司所作所為並無遜色。

附錄一：核發處建議與 EPRI 討論之相關議題

A. ANT

- (1) 如果參加 ANT 計畫，對台電龍門核電廠(Lungmen Project)起動(start-up support)及運轉初期遭遇問題時之協助，是否包括派遣專家至現場解決問題？
- (2) 有關 ANT 計畫近程目標中進步型輕水式反應器(Advanced Light Water Reactor)之電腦輔助設計軟體(3-D Computer-Aided Design(CAD) software)及構型管理計劃(Configuration Management (CM) programs)是否包括人員訓練課程或技術移轉？
- (3) 請提供有關 ANT 計畫中之設備模組化測試、裝運儲存(Modular Equipment Testing, Shipping and Storage:) 之進一步說明資料，可否就目前已完成之模組化設備舉例說明？

Q1. If TPC joins ANT, does it include dispatching experts to support TPC's Lungmen Statup and resolution of early operation encountered issues and problems?

A. Unfortunately, individual member assistance is not included in the ANT Membership. However, given the near-term nature of TPC's Lungmen startup, if TPC were to become an ANT Member, we would like to discuss the options available for EPRI to work with TPC as a lead/pilot utility for the planned 2010 "New Plant Startup Program Guidelines" Project. This would potentially include several onsite visits and interactions between the EPRI staff and the TPC startup team.

Q2. For the Advanced Light Water Reactor 3-D Computer-Aide Design (CAD) software and Configuration Management (CM) programs, does it include training of engineers and technology transfer?

A. The ANT Program Management team will work closely with TPC, and other ANT Members to ensure the ANT products are being applied in the manner they were intended. The level of technology transfer will be determined on a project-by-project basis. On several prior ANT projects, it has been most effective to hold a workshop/webcast where product application can be discussed in a large forum and best practices shared among all ANT participants.

Q3. Can you provide some material to further describe ANT Modular Equipment Testing, Shipping and Storage? Can you illustrate using what has been completed as an example?

A. Unfortunately, the Modular Testing project does not have finished products that can be provided at this point. The Task Description and the Benchmarking Plan are attached for your information. As can be seen from the project schedule in the Task Description, near-term results will be available in October 2009 and January 2010. The types of issues that were addressed in the three vendor visits that were conducted are contained in the Benchmarking Plan.

B. Material Degradation

- (1) 如何經濟且有效減緩 BWR 內部組件(internal components)材料發生應力腐蝕龜裂(SCC)，EPRI 目前有那些研究計畫在推行?對台電目前採行的策略有無建議?
- (2) 對於 PWR 電廠 RPV Hot Leg/Cold Leg 異材銲道 (dissimilar metal welds)施行 preemptive weld overlay，美國電廠經驗為何?有否失敗經驗。

Q1. For BWRs, what are the projects ongoing to mitigate SCC of reactor internals? Any recommendations/suggestions to strategies TPC is adopting: TPC is adopting moderate HWC. Toshiba recommends >1.0 PPM hydrogen. Currently Chingsan injects 0.5 PPM and Kuoshen 1.0 PPM. Whether Chingsan will go for 1.0 PPM is being evaluated.

A.

- BWRs are using moderate HWC (MHWC), Noble Metal Chemical Addition (NMCA) and On-line NobleChem (OLNC) to mitigate IGSCC. BWRVIP projects are in progress to support effective implementation and evaluation of these technologies. Analysis of reinspection data (BWRVIP-174 Rev.1) shows that all three methods are effective in mitigating IGSCC in core shrouds. Another recent BWRVIP report (BWRVIP-219) provides information on the specific BWR internals that are mitigated by MHWC, NMCA and OLNC technologies.
- The BWRVIA (BWR Vessel and Internals Analysis) modeling code is used by BWRs to calculate radiation chemistry and electrochemical potentials (ECP) to determine the optimum amount of hydrogen injected needed for IGSCC mitigation. Model calculations have been performed for the Kuosheng and Chinshan

units and indicate that a minimum of ~1.0 ppm feedwater hydrogen injection is needed for IGSCC mitigation of specific components if noble metal application has not been performed. The details of these calculations can be made available to TPC in a future presentation.

- Radiation field control in BWRs is managed by several operational technologies including feedwater iron reduction, zinc addition and cobalt source term reduction. Some plant-specific considerations may apply. Specific recommendations can be made for the Kuosheng and Chinshan units following a detailed chemistry review.

Q2. For PWR RPV Hot Leg/Cold Leg dissimilar metal welds adopting preemptive weld overlay, what is the experience of US plants? Any failure experience?

A.

- Do not know of any failures associated with weld overlays in PWRs.
- We are currently developing a detailed survey that will tell us how many thin (non-structural) weld overlays (i.e. pre-emptive weld overlays) are in service or are planned. We will have to get back to you on that answer.
- At this time, no one has successfully installed a thin weld overlay.

C. License Renewal

- (1) 本公司目前正在向原能會申請核一廠執照更新及進行核一廠 Life Extension 之評估。執照更新所依據文獻是 NUREG-1801 Generic Aging Lessons Learned (GALL) Report，評估結果本公司向原能會提出核一廠 43 項老化管理方案 (aging management programs)。43 項老化管理方案執行及核一廠設備之 Life Extension 評估，很多是參考 EPRI Plant Support Engineering (PSE) Programs 所出版的 License Renewal Products 及 Life Extension 文獻。
- (2) 原能會審查核一廠 License Renewal 申請案，預計要兩年，審查期間可能需要 EPRI 的協助，請 EPRI 能多多協助，是否可派員來台作進一步研討或經驗回饋。

A. We'll be happy to support TPC's interaction with ROCAEC as appropriate.

附錄二：2009 EPRI 夏季研討會之議程安排

AGENDA

2009 Summer Seminar Presentations

Theme : Creating Our Future

Monday, August 3, 2009

Welcome (no slides)

Richard Silverman

General Manager, Salt River Project; Chairman, Electric Power Research Institute

Opening Speech: Creating Our Future

Steve Specker, President & CEO, Electric Power Research Institute

Keynote Address: The Energy Imperative: Getting It Right (no slides)

Phil Sharp, President, Resources for the Future

Session 1: Electrifying End Use

Moderator: Michael Howard, Senior Vice President, R&D

Electric Power Research Institute

[Evolving the Demand Side](#)

Arshad Mansoor, Vice President, Power Delivery and Utilization, Electric Power Research Institute

[Making Energy Efficiency a Priority](#)

Richard Wells, Vice President, Energy, Dow Chemical

[Electrifying Transportation](#)

Britta Gross, Director, Global Energy Systems and Infrastructure Commercialization, General Motors Company

Session 2: Integrating Renewables

Moderator: Hank Courtright, Senior Vice President, Member & External Relations, Electric Power Research Institute

[Integrating Large Scale Renewables](#)

Yakout Mansour, President & CEO, California ISO

[The Texas Experience](#)

David Campbell, CEO, Luminant

[Opportunities for Biomass](#)

Gary Leidich, Executive Vice President, FirstEnergy Corporation; President, FirstEnergy Generation

[Integrating Solar Energy](#)

Donald Robinson, President & COO, Arizona Public Service Company

Session 3: Advancing Nuclear

Moderator: Chris Larsen, Vice President, Nuclear

Electric Power Research Institute

[Ensuring Safe Operation](#)

Marvin Fertel, President, CEO, & Chief Nuclear Officer, Nuclear Energy Institute

[Continuing Operation of the Existing Nuclear Fleet](#)

Gary Gates, President & CEO, Omaha Public Power District

[The Korea Experience](#)

Advancing Nuclear Power for Korea's Green Growth

Jong-Shin Kim, President & CEO, Korea Hydro and Nuclear Power Co., Ltd

[Korean Context](#)

Jong Kim, Consulting Executive, Electric Power Research Institute

Session 4: The Future of Coal

Moderator: Bryan Hannegan, Vice President, Environment and Generation, Electric Power Research Institute

[Transforming the AEP Fleet \(no slides\)](#)

Michael Morris, Chairman, President & CEO, American Electric Power Company

[The Australian Experience](#)

Preston Chiaro, Chief Executive Energy, Rio Tinto London Ltd.

[The European Experience](#)

Bernhard Fischer, Member of the Board of Management, E.ON Energie AG

(6:00 PM) Transportation to Summer Seminar Reception and Dinner at the Ronald Reagan Presidential Library. Join all Summer Seminar participants and their guests for a private reception and dinner at the Library in the Air Force One Pavilion. After dinner, you are invited to visit Reagan Library exhibits.

Tuesday, August 4, 2009

Welcome (no slides)

Steven Specker, President and Chief Executive Officer
Electric Power Research Institute

Keynote Address: Today's Energy Policy Perspectives (no slides)

Congressman Rick Boucher

Session 5: Creating a “Smarter” Grid

Moderator: Arshad Mansoor, Vice President, Power Delivery and Utilization, Electric Power Research Institute

[Supplying the Smart Grid Smartly](#)

John Soyring, Vice President, Solutions and Software, IBM Corp.

[Smart Grid Perspectives](#)

Jon Wellinghoff, Chairman, Federal Energy Regulatory Commission

[The California Experience](#)

Ted Craver, Chairman, President and CEO, Edison International

Executive Roundtable

Steve Specker discusses takeaways and actions as a result of the Summer Seminar with
key industry and policy leaders

Frederick Butler, President, National Association of Regulatory Utility Commissioners;
Commissioner, New Jersey Board of Public Utilities

Ralph Cavanagh, Energy Co-Director, Natural Resources Defense Council

Ted Craver, Chairman, President and Chief Executive Officer, Edison International

Susan Tierney, Managing Principal, Analysis Group

Jon Wellinghoff, Chairman, Federal Energy Regulatory Commission

Closing Remarks

Steve Specker, President and Chief Executive Officer, Electric Power Research Institute