

出國報告（出國類別：開會）

## 參加 EPRI 與 CRIEPI 聯合舉辦之 電力工業技術創新研討會

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：費所長昌仁  
涂副所長世達  
鄭資深研究專員增祥

派赴國家：日本

出國期間：98 年 3 月 23-26 日

報告日期：98 年 5 月 5 日

## 出國報告審核表

|  |  |                     |
|--|--|---------------------|
| 出國報告名稱：參加 EPRI 與 CRIEPI 聯合舉辦之電力工業技術創新研討會 |  |                     |
| 出國人姓名(2人以上,以1人為代表)                       | 職稱   | 服務單位                |
| 費昌仁                                      | 所長   | 綜合研究所               |
| 出國類別                                     | <input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習<br><input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>開會</u> (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)  |                     |
| 出國期間：98 年 3 月 23 日至 98 年 3 月 26 日        |  | 報告繳交日期：98 年 5 月 5 日 |
| 出國計畫主辦機關審核意見                             | <input type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告<br><input type="checkbox"/> 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」)<br><input type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告<br><input type="checkbox"/> 4.內容充實完備.<br><input type="checkbox"/> 5.建議具參考價值<br><input type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦<br><input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考<br><input type="checkbox"/> 8.退回補正,原因: <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔<br><input type="checkbox"/> 9..本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表:<br><input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同仁進行知識分享。<br><input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告<br><input type="checkbox"/> 其他_____ |                     |
|  | <input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式:   |                     |

說明：

- 一、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。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

|             |  |             |                  |                       |                                 |
|-------------|--|-------------|------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 報<br>告<br>人 |  | 審<br>核<br>人 | 單<br>位<br>主<br>管 | 主<br>管<br>處<br>主<br>管 | 總<br>經<br>理<br>副<br>總<br>經<br>理 |
|-------------|--|-------------|------------------|-----------------------|---------------------------------|

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加 EPRI 與 CRIEPI 聯合舉辦之電力工業技術創新研討會

頁數 50 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 23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

費所長昌仁/台灣電力公司/綜合研究所/一般工程監/23601001

涂副所長世達/台灣電力公司/綜合研究所/一般工程監/23601003

鄭資深研究專員增祥/台灣電力公司/綜合研究所/一般工程師/23601166

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 3 月 23-26 日

出國地區：日本

報告日期：98 年 5 月 5 日

分類號/目

關鍵詞：技術創新(Technology Innovation)、能源效率(Energy Efficiency)

內容摘要：(二百至三百字)

- 1.本項研討會為集合電力工業專家及研究人員共同參與，討論議題涵蓋目前重要之研究領域，包括(1)電力技術革新策略(2)先進感測及診斷技術(3)超導技術(4)能源儲存技術(5)能源效率及用戶端技術以及(6)火力電廠效率改善等等。本公司由費所長發表專題演講，演講主題為「因應台電業務發展之研發規劃」。
- 2.經由與會專家各項專題發表與討論，以及從 EPRI、CRIEPI 和國際電業間的創新策略中，可獲得制訂新研究策略的方向及重要的需求技術，對本公司未來電業技術與策略研發規劃等發展，提供重要參考資料與借鏡。

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

# 目 錄

壹、 前言

貳、 出國行程及工作概要

參、 參加技術創新(TI)研討會

肆、 結論與建議

伍、 附錄：研討會議程

## 壹、前言

美國電力研究院(EPRI)及日本電力中央研究所(CRIEPI)於 2009 年 3 月 25-27 日在日本東京聯合舉辦電力工業技術創新研討會 (Technology Innovation in the Electric Power Industry Workshop)，邀請本公司綜研所費所長昌仁、涂副所長世達及鄭博士增祥參加。

本項研討會為集合電力工業專家及研究人員共同參與，討論議題涵蓋目前重要之研究領域，包括(1)電力技術革新策略(2)先進感測及診斷技術(3)超導技術(4)能源儲存技術(5)能源效率及用戶端技術以及(6)火力電廠效率改善等等。本公司由費所長發表專題演講，演講主題為「因應台電業務發展之研發規劃」。

經由與會專家各項專題發表與討論，以及從 EPRI、CRIEPI 和國際電業間的創新策略中，可獲得制訂新研究策略的方向及重要的需求技術，對本公司未來電業技術與策略研發規劃等發展，提供重要參考資料與借鏡。

## 貳、出國行程及工作概要

| 日期      | 活動  | 備註 |
|---------|---|----|
| 3/23(一) | 台北→東京(往程)   |    |
| 3/24(二) | ①東京→靜岡縣(Shizuoka Prefecture)<br>②報到及歡迎酒會  |    |
| 3/25(三) | ①參加技術創新(TI)研討會。<br>②費所長發表專題演講，演講主題為「因應台電業務發展之研發規劃」。<br>③參與各與會專家討論技術創新相關事項，交換研究心得。 |    |
| 3/26(四) | 靜岡縣→東京→台北(返程)   |    |

### 參、參加技術創新(TI)研討會

本項電力工業技術創新研討會係由美國電力研究院(EPRI)及日本電力中央研究所(CRIEPI)聯合舉辦，研討會的地點靜岡縣富士山腳下的 Keidanren Guest House，距離東京車站約 2.5 小時車程。

本次研討會共有來自美國 EPRI、日本 CRIEPI、台灣 TPRI/TPC、南韓 KEPCO、馬來西亞 TNB、印尼 PLN 以及印度 NTPC/NETRA 等 7 個國家 44 位參與者，專家學者涵蓋電力事業、研究機構、設備製造廠商以及大學教授等。主要目的包括：

1. 探討改革創新策略
2. 討論改革創新所能扮演角色的重要科學與技術需求
3. 確認相互間可共同合作的潛力與機會
4. 檢討與會者間技術改革創新的策略
5. 討論改革創新重要的研發課題，包括 IGCC、感測器與診斷技術、超導、能源效率與用戶端技術、生物技術以及材料等等。

研討會除討論大家共同關切議題外，主辦單位並安排現場參觀訪問，地點包括(1) Kawasaki MACC Thermal Power Station，以及(2)

CRIEPI's Research Facilities at Yokosuka 等，整個研討會議程，請參考附錄。

2008 年 5 月由美國 EPRI、中國能源研究所、歐洲 Euro-Electric 以及日本 CRIEPI 在東京召開「全球氣候變遷-朝向低碳社會架構之電力技術開發與國際合作」研討會，會議共識之一為：「為先進國與開發中國家電力部門 CO2 排放抑低之潛力以及電力創新技術與研究成果之最大發揮，建立先進國與開發中國家國際合作工作架構、推動創新技術商業化以及共同促進合作研究成為一重要的課題」。本次會議即為此國際合作工作架構之一環。

本次研討會主要討論的技術領域包括下列各項：

1. Emissions Reduction & Control
2. Environmental Science & Technology
3. Integration
4. Advanced Clean Coal
5. Carbon Capture & Storage
6. Electricity Energy Storage
7. Renewable Resources
8. Asset Management
9. Distributed Energy Resources
10. Transmission
11. Distribution
12. Smart Grid



13. Electricity-Based Transportation
14. End-Use Energy Efficiency
15. Sensors & Diagnostics
16. Operations & Maintenance

針對前述 16 項議題，我們擇重要討論項目分列如下：

## 1. Environmental Science & Technology

### (1) Bioremediation

- Soil contamination
- Water quality

### (2) PM<sub>2.5</sub> effects on human health

### (3) Influx of marine species (organisms)

- Screening technologies
- Generated due to global warming
- Biotech, gene technology

### (4) Disposal or processing of flyash (potential uses)

### (5) SF<sub>6</sub> replacements

- Replacement of gas/material
- Solid insulation

## 2. Energy Storage

### (1) Li-ion (and polymer) battery development

- Low temperature operation
- Transportation and load leveling
- Fast charging (nanotechnology)

### (2) NaS batteries

- (3) Compressed air energy storage (CAES)
- (4) PV or PHEV as load leveling
- (5) Superconducting
- (6) Flywheel (leveling load)
- (7) VAR support

### 3. Transmission

- (1) Nanocoatings for insulators

### 4. Energy Efficiency

- (1) CO<sub>2</sub> as refrigerant
  - Major consumer appliances
  - Steam
- (2) Power electronics- SiC
  - High performance inverter
  - Distributed generation
- (3) Ambient heat utilization
  - Hot water or heat pump
  - Waste energy
  - Thermoelectric
- (4) Connecting smart grid and energy efficiency
- (5) Using waste heat from condenser (possibly redesign, etc)

### 5. Sensors and Diagnostics

- (1) Integrity of underground cables
- (2) Transformer Integrity
- (3) Advanced sensor development

- PCB contamination
- Transformer degradation
- (4) Monitoring of dielectric (solid and gas)
- (5) Wireless technologies for transmission lines and substations
- (6) Power harvesting
- (7) RF applications for detecting condenser leakage
- (8) Defect sensors for high temperature applications
- (9) Locate leakage in boiler tube bends (NDE)
- (10) Condensate leakage monitoring/sensing for turbines
- (11) Laser radar for wind load on turbines
- (12) Data mining for sensor technology, support vector machine
- (13) X-ray imaging

## 6. Operations & Maintenance

- (1) Heat transfer in furnace
- (2) Monitoring efficiency of turbine
- (3) In-situ repair of components

本次研討會主要由與會代表針對各電力事業電力創新構想提出簡報，共同討論並作經驗分享。茲將重要簡報內容摘要分述如下：

### 一、EPRI 技術創新—Rosa Yang (VP, Innovation)

EPRI 的會員(Members)目前超過 450 人，遍佈全球 40 個國家，國際會員參與超過所有研究及示範計畫的 15% 以上，所有計畫(Programs)也由超過 1,000 能源組織(Energy Organization)贊助。

EPRI TI 部門主要願景為激發在未來 5-10 年內電力可用技術之創新與發展，Technology Innovation (TI)與 Base/Supplemental Programs 相輔相成關係可由 Fig. 1 來表示。

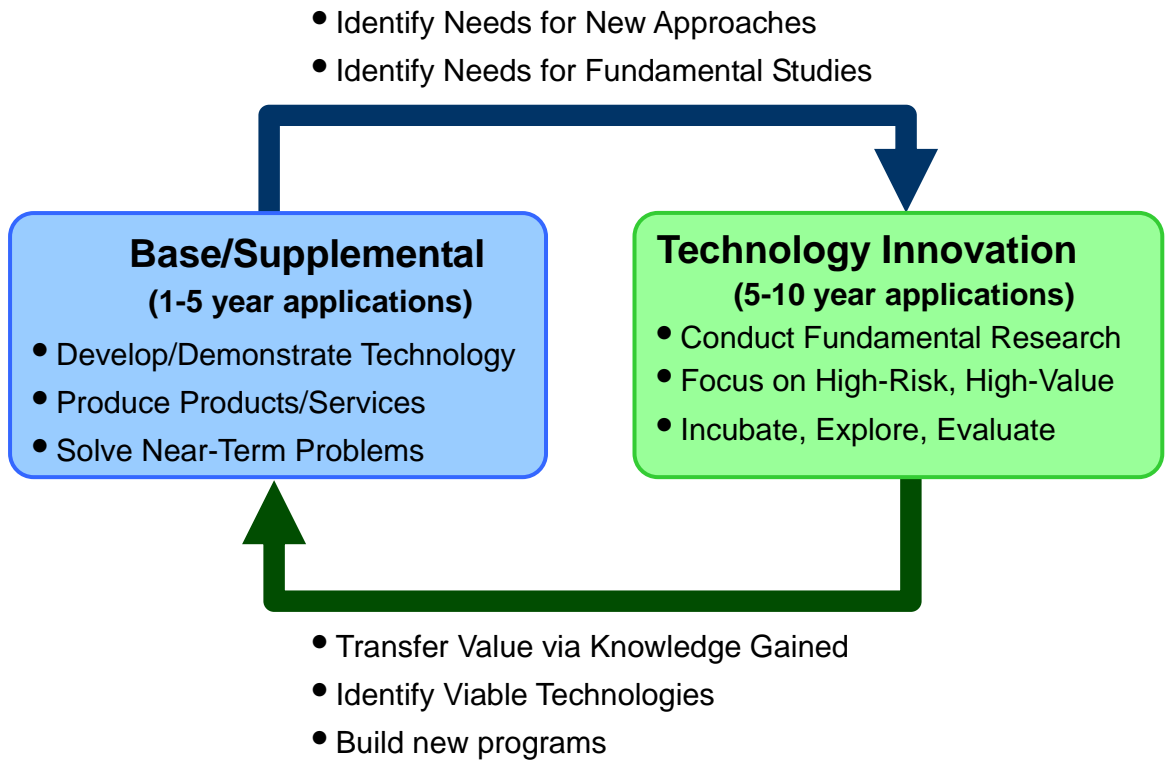


Fig. 1 Synergism : TI & Base/Supplemental Programs

在 Fig. 1 中，Base/Supplemental Programs 代表 1-5 年內的應用技術，如發展與示範技術、生產產品與服務技術、解決近期問題等；而 TI 則係代表 5-10 年內的應用技術，如進行基礎性研究、致力在高風險(High Risk)與高價值(High Value)研究、以及育成/發掘/評估等相關研究工作。

兩者之間的關係，從 Fig. 1 中，由 Base/Supplemental 到 Technology Innovation，我們可藉由新達成目標方式或達到基礎研究的需求來完成；相反的，由 Technology Innovation 到 Base/Supplemental，我們可經由 TI 所獲得知識轉換成其價值、印證可實行技術、以及建立新研究計畫等方式回饋。由此，我們可以知道，Technology Innovation 和 Base/Supplemental Program 的關係是相輔相成的。

EPRI 的 TI 部門目前致力在電力工業創新技術相關議題的策略，從 2008 年超過 200 項 TI Projects 歸納成為 11 項 Strategic Programs，並成立 Innovation Action Council (IAC) 來進行，IAC 由 Rosa Yang 當主席，下分環境、發電、電力輸送與利用、核能等 4 大領域，總共成員包括 Rosa 等共計 17 人。

先前所提，超過 200 項 TI Projects 歸納成為 11 項 Strategic Programs，主要係透過 IAC 機制來篩選過濾，它的評估標準包括：

(1)是否屬於高技術或市場挑戰？(2)是否屬於長程基礎性 R&D？(3)是否具有突破創新的潛力？以及 (4)是否很清楚的是屬於 EPRI 的角色？等四項。經由 IAC 機制篩選過濾後所歸納之 11 項 Strategic Programs 如 Fig. 2 所示，Fig. 2 載明 11 項 Strategic Programs 及其 Program 負責人。另外，我們也可瞭解，此諸 Strategic Programs 都是跨不同領域，而需有不同領域的專家來共同參與，如 Fig. 3 所示。

| <b>TI Strategic Program</b>             | <b>Program Leader</b> |
|---|-----------------------|
| Biotechnology                           | John Goodrich-Mahoney |
| CO2 Capture                             | Abhoyjit Bhowm        |
| ElectriNet                              | Don Von Dollen        |
| Emissions, Health & Environment         | Annette Rohr          |
| Materials – Delivery & End Use          | Haresh Kamath         |
| Materials – Fossil & Nuclear Generation | David Gandy           |
| Near Zero Emissions                     | Tony Facchiano        |
| Nondestructive Evaluation               | John Lindberg         |
| Renewables                              | Stan Rosinski         |
| Sensors & Operations                    | Andrew Philips        |
| Water                                   | Robert Goldstein      |

Fig. 2 TI Strategic Programs and Program Leader

| <b>TI Strategic Program</b>             | <b>Scope/Staff Involved</b> |            |            |            |
|---|-----------------------------|------------|------------|------------|
|   | <b>ENV</b>                  | <b>GEN</b> | <b>NUC</b> | <b>PDU</b> |
| Biotechnology                           | <b>X</b>                    | <b>X</b>   | <b>X</b>   |            |
| CO2 Capture                             | <b>X</b>                    | <b>X</b>   |            |            |
| ElectriNet                              |                             |            |            | <b>X</b>   |
| Emissions, Health & Environment         | <b>X</b>                    | <b>X</b>   |            |            |
| Materials – Delivery & End Use          | <b>X</b>                    |            |            | <b>X</b>   |
| Materials – Fossil & Nuclear Generation |                             | <b>X</b>   | <b>X</b>   |            |
| Near-Zero Emissions                     | <b>X</b>                    | <b>X</b>   |            |            |
| Nondestructive Evaluation               |                             | <b>X</b>   | <b>X</b>   |            |
| Renewables                              | <b>X</b>                    | <b>X</b>   | <b>X</b>   | <b>X</b>   |
| Sensors & Operations                    |                             | <b>X</b>   | <b>X</b>   | <b>X</b>   |
| Water                                   | <b>X</b>                    | <b>X</b>   | <b>X</b>   |            |

Fig. 3 Strategic Programs are Multi-disciplinary

針對 Fig. 3 中的 11 項 Strategic Programs，各項計畫所探討研究範圍簡單概述如下：

### **Biotechnology ---**

- 在農業、健康保健、製造及環境改善有重要成效。
- 在 EPRI project #1014706 中有 3 個領域針對電力方面作研究。
- 火力電廠中利用微藻固化(algal biofixation)攫取二氧化碳。
- 沼澤地和生物反應器內減少廢水中硼元素沉積。
- 利用再生生物薄膜(regenerative biofilms)進行腐蝕控制。

### **Carbon Capture and Storage (CCS) ---**

- CO2 捕捉程序模型模擬
- 參與能源應用研究中心(CAER)合夥聯盟，從事新穎吸收劑及薄膜測試。
- 進行概念印證(Targeted proof-of-concept)。
- 參與 DOE/Southern Company 的二氧化碳研究中心共同研究。

### **ElectriNet---**

- 它是一種可變型發電和可控制負載整合概念(Integration of Variable Generation and Controllable Load)，也可以說是一種即時的電力供需平衡概念。
- ElectriNet 用來執行低碳基礎架構，由 4 個元素組成：low-carbon

generation、smart grids、local energy networks 以及 electric transportation 等，可由 Fig. 4 簡單表示。

- 進一步改良 Fig. 4 中 ElectriNet 的概念，包括需求、組織、互相影響、組件等。
- 定義能源效率、需求反應、市場結構、人類行為、成本效益等的分析理論。
- 定義控制結構及發展試驗控制器。
- 執行系統分析，亦即公佈網路、系統、安全管理等標準。



Fig. 4 Implementing A Low-Carbon Infrastructure

### **Emissions, Health, and Environment---**

- 探討未來電廠排放物對健康與環境的衝擊。
- 探討電廠未來控制系統以及新發電技術或燃料。



## **Materials-Fossil and Nuclear---**

### **A.材料劣化 (Materials Degradation)**

- 利用奈米尺度特徵技術來協助診斷裂縫形成及擴展。
- 運轉中劣化檢視(In-Service degradation)。
- 汽機腐蝕疲勞和應力腐蝕破裂(SCC)等評估。

### **B. 高溫運轉材料 (Advanced Materials for High Temperature Operation)**

- 發展用於 IGCC 氣化器耐火材料。
- 發展高強度、細纖維碳化矽組件。
- 發展厚斷面 USC 組件用的先進奧氏體合金(Austenitic Alloys)。

## **Materials-Power Deliver & End Use---**

- 目前較缺乏電力輸送系統材料的投資。
- 廣泛利用數位化負載(digital loads)。
- 迎接 Smart Grid 世代的來臨。
- 利用 grid 特性，發展再生能源、能源儲存、需求反應、以及電動汽車(PHEVs)等。
- 發展奈米複合材料的電介質(Nanocomposite dielectrics)。
- 發展先進電力電子學-SiC 及 GaN。
- 發展奈米技術基的塗層和環氧化物。
- 發展 SF6 的替代品。

- 發展降低建築物和熱負載的新材料。

### **Nondestructive Evaluation (NDE) ---**

- 材料劣化、零件(component)老化等評估。
- 火力與核能設備缺陷偵測
- 超聲波(UT)測試 X-Ray 斷層檢驗
- AE 早期破裂檢驗
- 深層設備零件檢測

### **Renewables---**

重要挑戰項目：

- Renewable Portfolio Standards (RPS)
- 100 GW by 2030
- Grid parity (PV) by 2012
- 20% wind by 2030
- Zero carbon footprint by 2050
- 增加對大型再生能源發電系統利用的加速改革創新。
- 技術策略方面-對所有再生能源選項定義和訂出關鍵研究需求的優先順序。
- 先進型 NDE-改進電廠零件的可用性和可靠性。
- 高效率 PV-對現有技術加速其發展及增進其轉換效率。

### **Sensors and Operations---**

- 感測器的廣泛發展，增進發電廠和電力網路的監測能力。
- 展現在工業運轉維護上的重要改變，譬如：

- (1) 維護可以及時(just in time)執行。
  - (2) 延緩不必要的維護。
  - (3) 避免零件損壞。
- 作為 sensor roadmaps 。
  - 作為感測系統發展和執行的決策訂定工具。
  - 利用作為電力儲存、溝通和資料蒐集之用。

總括而言，EPRI 的技術創新(TI)可以用下面 Pie-Chart, Fig. 5 來表示：

Technology Innovation

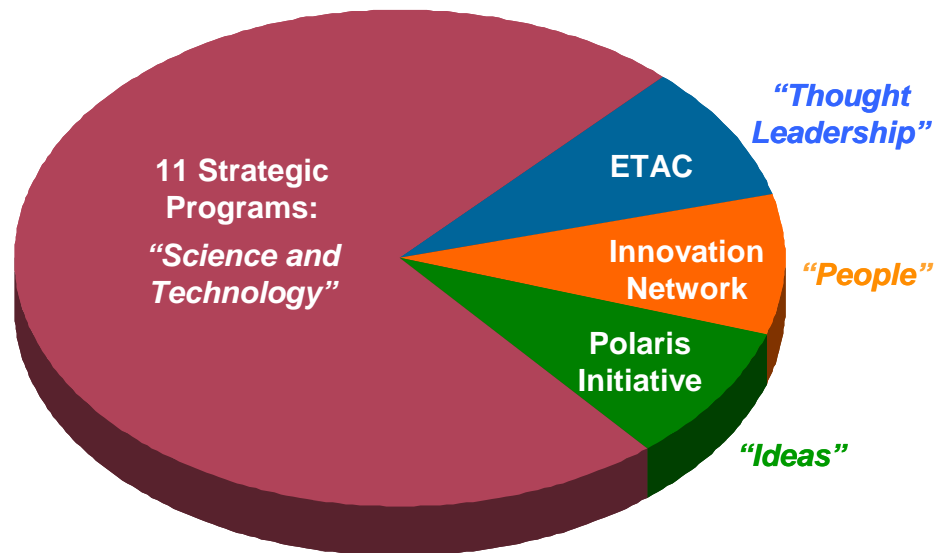


Fig. 5 Pie Chart of EPRI Technology Innovation

同時，在美國電力工業板塊方面，EPRI 對 CO2 減量在各種不同領域也作相當努力並訂出其減量目標，如 Fig. 6 所示。

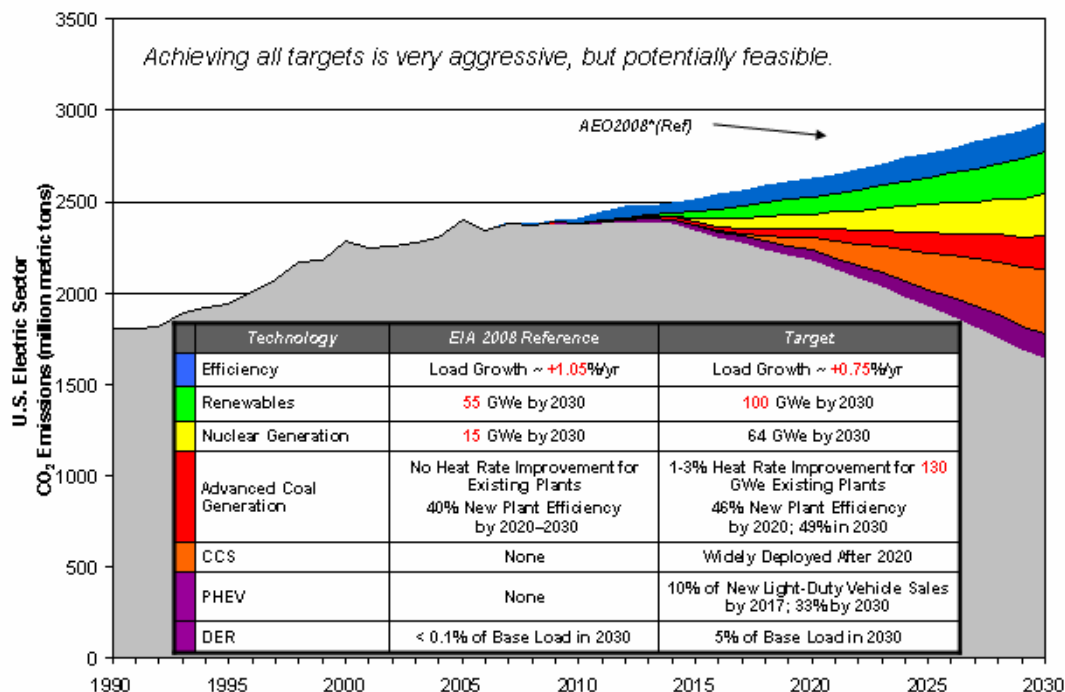


Fig. 6 Technology Potential for CO2 Reduction for US Electric Sector

技術創新(Technology Innovation)，EPRI 最後作了一個歸納，TI 即：

- (1) 從前述 11 項 Strategic Programs 來整合著手。
- (2) 和工業策略議題密切結合。
- (3) 由資深技術專家主導進行。
- (4) 致力於未來 5-10 年間的技術應用。
- (5) 再造以提供增進 EPRI 會員(Member)的可用價值。

## 二、日本電力中央研究所(CRIEPI)的技術創新策略

CRIEPI 創立於 1951 年，總部設在東京千代區，除總務支援及智財專利部門外，下設 8 個研究室(Research Laboratory)以及 1 個試驗中心。目前研究人員 688 人，行政人員 95 人，總共 783 人。

CRIEPI 在 1990 年 CO<sub>2</sub> 的排放量為 270Mt，假如在沒有 CO<sub>2</sub> 排放量限制及核能發電增加的情況下，到 2050 年 CO<sub>2</sub> 的排放量將達到 640Mt，和 1990 年比較將增加約 2.3 倍，如 Fig. 7 所示。

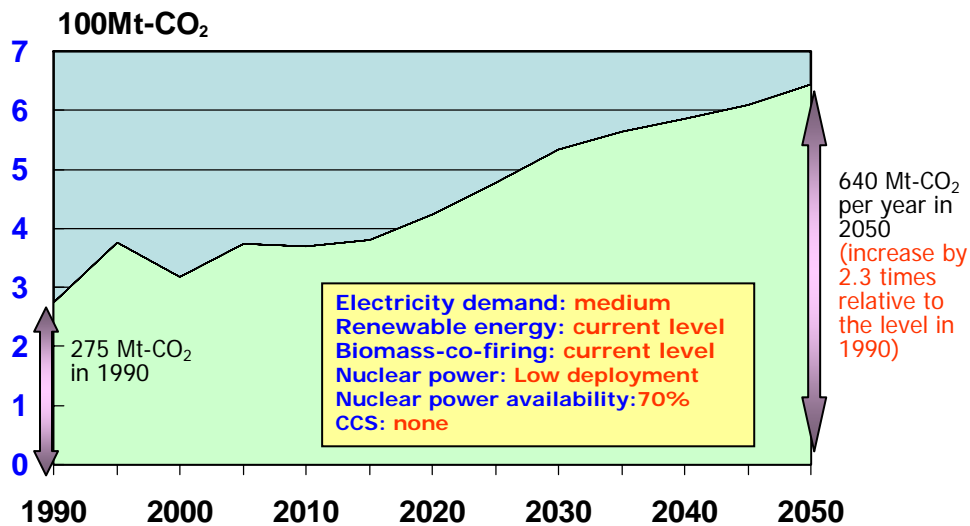
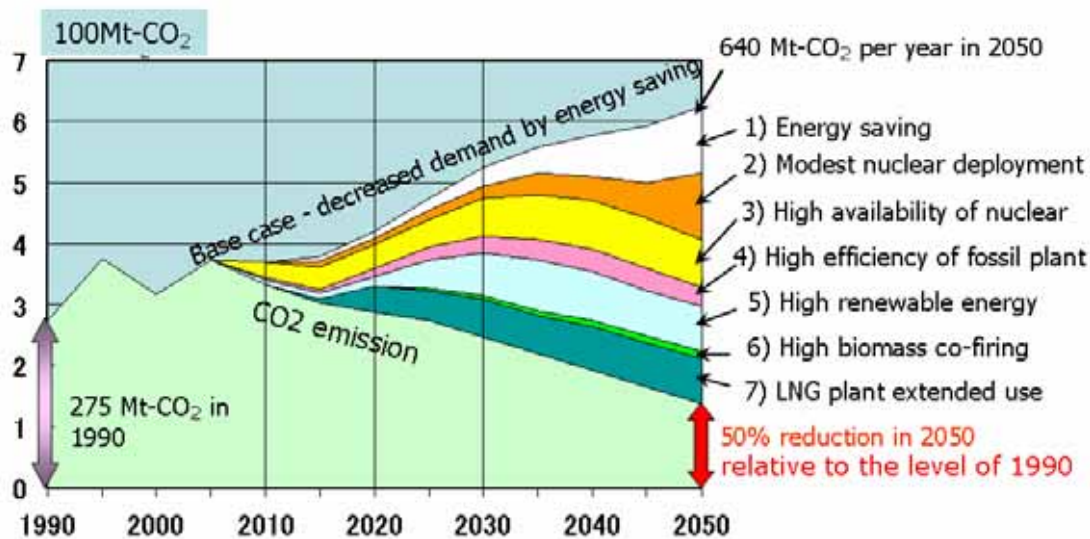


Fig. 7 2050 年 CO<sub>2</sub> 排放量與 1990 年比較

CRIEPI 近年來致力於二氧化碳的減量研究，如果在 2050 年要達到 1990 年的 50%，那麼就必需靠相當技術來達成，應用技術包括：

- (1) Energy saving
- (2) Modest nuclear deployment
- (3) High availability of nuclear
- (4) High efficiency of fossil plant

- (5) High renewable energy
- (6) High biomass co-firing
- (7) LNG plant extended use 等等，如 Fig. 8 所示。



In energy saving case, low electricity demand is assumed, which is lower by 15% compared with middle electricity demand. CO<sub>2</sub> emissions reduction by energy savings accounts for 100 Mt-CO<sub>2</sub>, which is equivalent to the amount reduced by CCS in this study. CCS may not be needed.

Fig. 8 2050 年抑低 CO<sub>2</sub> 的排放量採取之技術策略

CRIEPI 設定的最終使命為確保能源供應安全以及對地球環保問題負起最大責任，它的研發架構包括基礎研究、專案研究和合作研究，其研究發展架構，如 Fig. 9 所示。



Fig. 9 CRIEPI 的研究發展架構

CRIEPI 研究的三大重要項目為(1) Nuclear power technology (2) Technology for stable power supply 以及(3) Environment & Energy utilization technology 等，每一個項目包括多項重要議題，並由 8 個研究室(Research Laboratory)所進行之基礎研究全力支援，如 Fig. 10 所示。

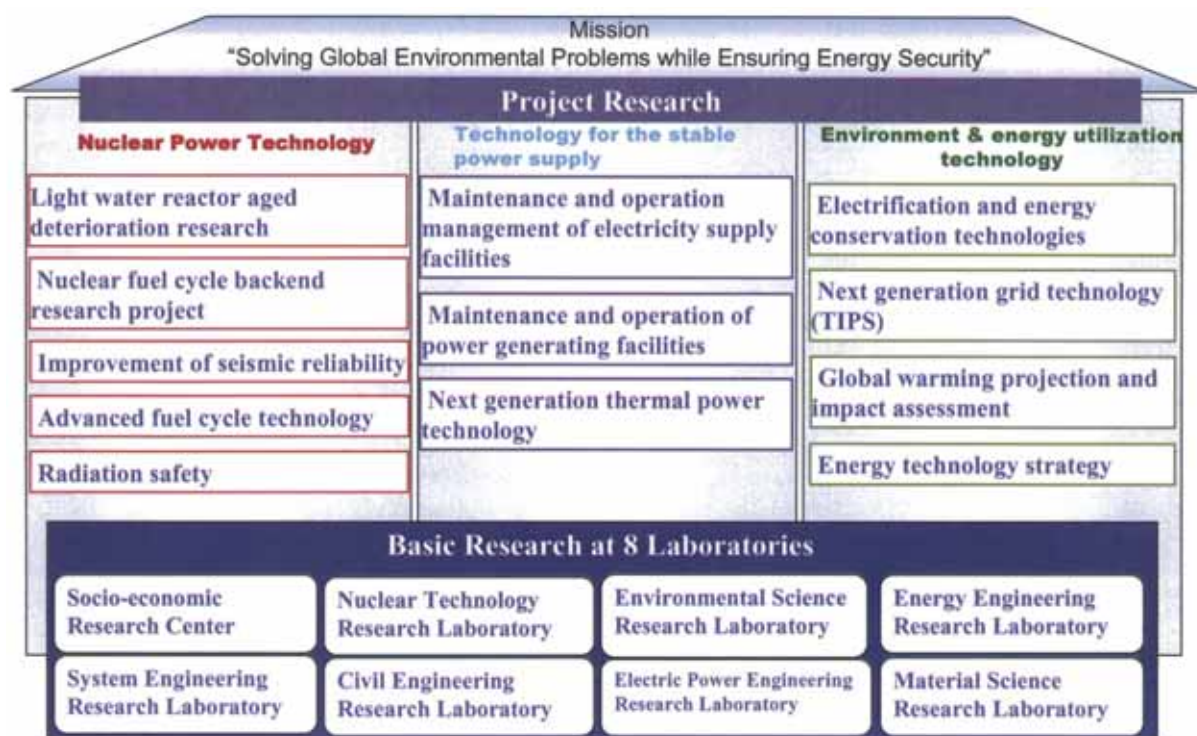


Fig. 10 CRIEPI 研究的三大重要項目

CRIEPI 的三大重要項目進行之議題分述如下：

Nuclear power technology---

- (1) Light water reactor aging measures
- (2) Backend project support
- (3) Radiation safety
- (4) Next generation reactors and cycle technology
- (5) Seismic reliability improving technology

Technology for stable power supply---

- (1) Operation and maintenance of transmission facilities
- (2) Operation and maintenance of power generating facilities
- (3) Next generation thermal power technology
- (4) Next generation power supply technology

Environment & Energy utilization technology---

- (1) Global warming prediction and its impact assessment and adaptation
- (2) Highly effective energy utilization technology
- (3) Utilization technology of renewable energy and waste

CRIEPI 的中期(Mid-term)研究規劃涵蓋下列各項：

- (1) 加強改進基礎技術以推動低碳能源之生產利用。
- (2) 對於能源供應之研發提供進一步之想法與扮演調整研究步調之角色。
- (3) 擴大能源需求端之研發活動。
- (4) 建立 CRIEPI 成為最具尖端技術之研究所，考量供應端與需求端需求加速導入低碳社會。



CRIEPI 發展中的技術包括下列各項：

- (1) 高效率熱動力電廠設計：O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> 煤炭氣化複循環發電系統與熔融碳燃料電池。
- (2) 發展監測裂隙所用之高溫光學光纖 AE 感測器。
- (3) 資產管理決策支援工具：如輸電設施之運轉與維護。
- (4) 能源儲存技術：如鋰離子電池。
- (5) 能源效率與終端使用技術：如熱泵。
- (6) 生物技術之應用：如污染偵測之生物偵檢器。

### 三、台電研發規劃-綜研所費所長昌仁

在 TI Workshop 中，本公司綜研所費所長應邀發表專題演講，演講主題為：因應台電業務發展之研發規劃(R&D Planning for TPC's Business Development)。

台灣發電用能源包括石油、天然氣、煤、核能、水力及再生能源等，絕大部份都靠進口，其中自產能源僅約 0.68%，其他的 99.32% 都來自國外，能源供應情況，如 Fig. 11 所示。

|                    | Indigenous   |             | Imported         |              | Total            |               |
|--------------------|--------------|-------------|------------------|--------------|------------------|---------------|
|                    | MLOE         | %           | MLOE             | %            | MLOE             | %             |
| <b>Petroleum</b>   | <b>17.8</b>  | <b>0.01</b> | <b>75,280.1</b>  | <b>51.13</b> | <b>75,297.9</b>  | <b>51.14</b>  |
| <b>Natural Gas</b> | <b>412.2</b> | <b>0.28</b> | <b>11,935.4</b>  | <b>8.11</b>  | <b>12,347.6</b>  | <b>8.39</b>   |
| <b>Coal</b>        | --           | --          | <b>47,286.5</b>  | <b>32.11</b> | <b>47,286.5</b>  | <b>32.11</b>  |
| <b>Nuclear</b>     | --           | --          | <b>11,740.1</b>  | <b>7.97</b>  | <b>11,740.1</b>  | <b>7.97</b>   |
| <b>Hydro</b>       | <b>420.4</b> | <b>0.29</b> | --               | --           | <b>420.4</b>     | <b>0.29</b>   |
| <b>Renewable</b>   | <b>148.1</b> | <b>0.10</b> | --               | --           | <b>148.1</b>     | <b>0.10</b>   |
| <b>Total</b>       | <b>998.5</b> | <b>0.68</b> | <b>146,242.2</b> | <b>99.32</b> | <b>147,240.6</b> | <b>100.00</b> |

Fig. 11 Energy Supply in Taiwan

在二氧化碳減量的國際趨勢中，台灣也積極參與。針對溫室氣體排放，台灣也已設定目標，在 2020 年前希望回到 2006 年 CO<sub>2</sub> 排放量(294Mt)；在 2025 年前希望回到 2000 年 CO<sub>2</sub> 排放(221Mt)；而希望在 2050 年前回到 2000 年 CO<sub>2</sub> 排放量的 50%，即 110Mt。如 Fig. 12 所示。

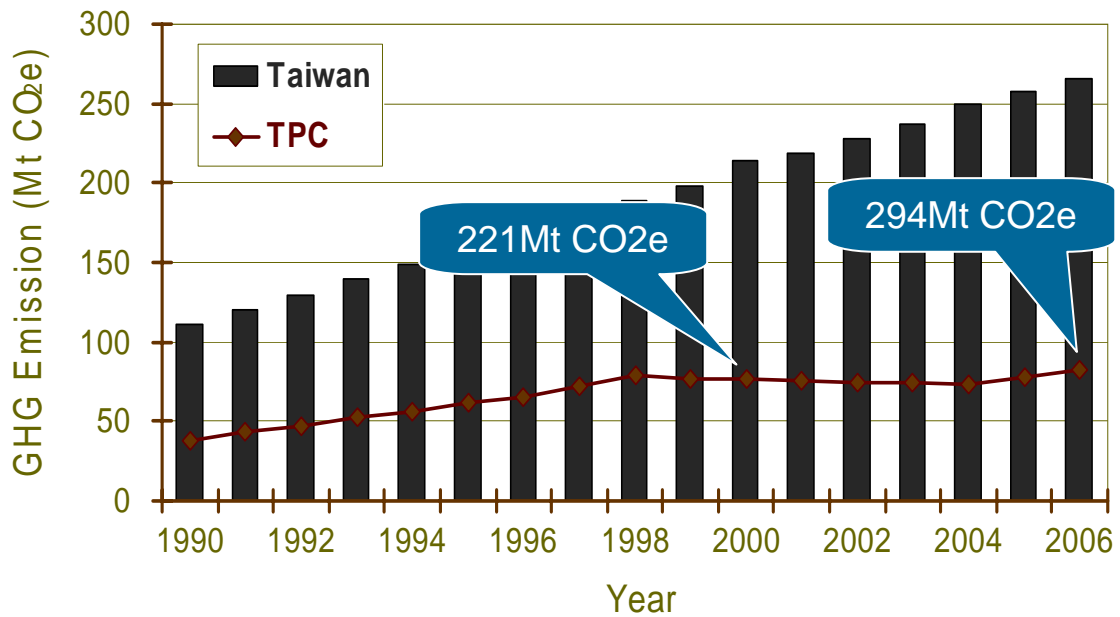


Fig. 12 GHG Emission in Taiwan

費所長在簡報中也特別介紹台電，包括介紹台電為一國營電力公司、總顧客戶數為約 1,200 萬戶、尖峰負載約為 33GW、售電量為 187,075 百萬度、總資產為新台幣 14,641 億元(約美金 44.36Billions)以及營業收入為新台幣 408,742 百萬元(約美金 12.39Billions)等等。除此之外，也利用圖片和表格分別介紹了台電發電和輸配電系統，如 Fig. 13 和 Fig. 14 所示。

- **Generation System :**
  - Fossil : 28,233 MW (74%)      Nuclear : 5,144 MW (13.5%)
  - Renewable : 2,103 MW (5.5%)      P. S. Hydro : 2,602 MW (7%)
  - Total Ins. C.: 38,082 MW (100%)
- **Trans. & Distr. System :**
  - EHV Subs.: 43,500 MVA      Prim. Subs.: 62,261 MVA
  - Sec. Subs.: 22,835 MVA      T.L. 345kV : 3,687 ckt-km
  - T.L. 161kV : 6,035 ckt-km      T.L. 69kV : 6,102 ckt-km
  - Distr. Tran.: 73,411 MVA
  - Distr. Line : 316,680 ckt-km

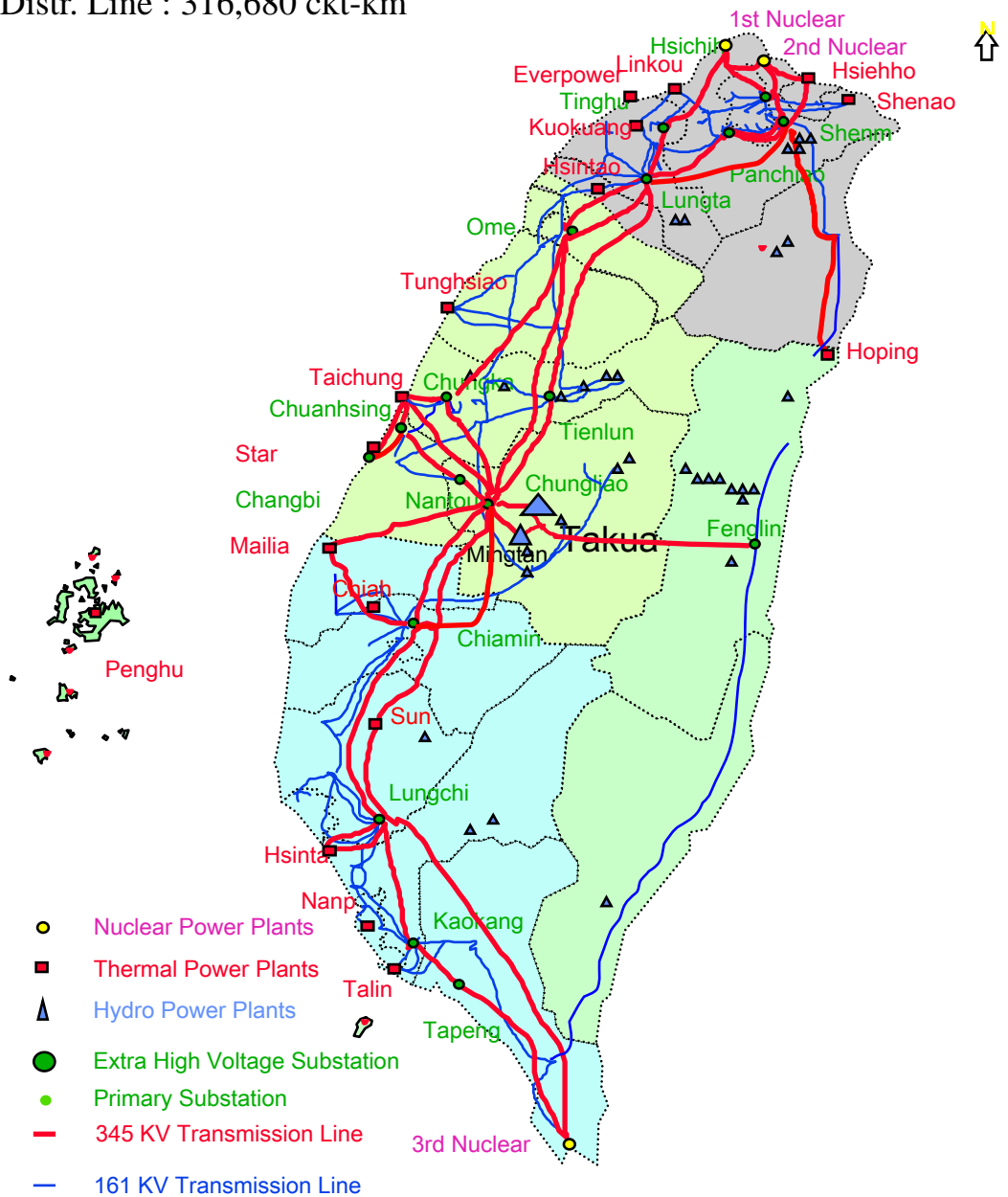


Fig. 13 TPC System

|              | TPC            |              | PPA           |              | Total          |               |
|--------------|----------------|--------------|---------------|--------------|----------------|---------------|
|              | GWh            | %            | GWh           | %            | GWh            | %             |
| Oil          | 11,634         | 5.88         | --            | --           | 11,634         | 5.88          |
| Gas          | 28,515         | 14.41        | 14,665        | 7.41         | 43,180         | 21.82         |
| Coal         | 66,763         | 33.73        | 20,742        | 10.48        | 87,505         | 44.21         |
| Nuclear      | 38,961         | 19.68        | --            | --           | 38,961         | 19.68         |
| Hydro        | 4,303          | 2.17         | 95            | 0.05         | 4,398          | 2.22          |
| Renewable    | 276            | 0.14         | 154           | 0.08         | 430            | 0.22          |
| Co-gen.      | --             | --           | 11,824        | 5.97         | 11,824         | 5.97          |
| <b>Total</b> | <b>150,452</b> | <b>76.01</b> | <b>47,480</b> | <b>23.99</b> | <b>197,932</b> | <b>100.00</b> |

Fig. 14 Generation Mix of TPC System (2007)

TPC 當前重要關切主題包括下列三大項：

1. 電力供應的安全性與可靠性
2. 電力供應設施和環境保護的協和性
3. 具爭議性的電價費率結構

TPC 目前主要的研發項目包括：

IGCC---

1. Numerical simulation models for IGCC system and gasifier itself were investigated.
2. Investigation on “Coal-Direct Chemical Looping” process is also under way in cooperation with OSU.

SC & USC---

1. An experiment/testing system for SC/USC boiler investigation will be established.

#### Wind Power Forecasting---

1. 2 wind forecasting models have been investigated and established.
2. A wind power forecasting information system is developed for generation dispatching, which is an integration of real-time wind power data and wind forecasting models.

#### PV---

1. Different types of PV demo systems are installed or planned in different districts of Taiwan, to formulate database and information system for assessment and application of various purposes.
2. Investigation on the efficiency of PV cell, especially the thin-film type, is conducted and collaborated with local universities.

#### CO2 Geological Storage---

1. Geological storage assessment technology (THOUGH2 simulation model) was introduced into TPC.
2. A cooperation program with CRIEPI of exchanging data and experiences based on THOUGH2 for setting CO2 storage is discussed.
3. The establishment of local geological condition data base for setting CO2 storage has started.
4. The pilot storage project is scheduled to pump CO2 into sub-seabed geological formations in 2013.

#### Micro-algal CO2 fixation---

1. Micro-algal CO2 fixation and its derivatives application researches.
2. An integration of several existing processes into an eco-system process is carried on.

#### Smart Grid---

1. A protocol guideline and a 20-year span (2007-2027) smart grid roadmap for smart grid development were formulated to meet corporation need.
2. 3 grid integration projects of renewable energy are carried on.

#### AMI---

1. The AMI feasibility study of Taiwan is started this year.
2. International cooperation is carried on.

#### 四、南韓電力工業的技術創新(TI)

在韓國，沒有國家級”技術創新策略”這個名詞，這次的簡報將針對韓國電力最新的技術發展狀況提出和大家分享。南韓政府目前正全力推動綠色新成長動力(Green New Growth Engines)，涵蓋三大領域，九項核心項目，27 項相關計畫，如 Fig. 15 所示。

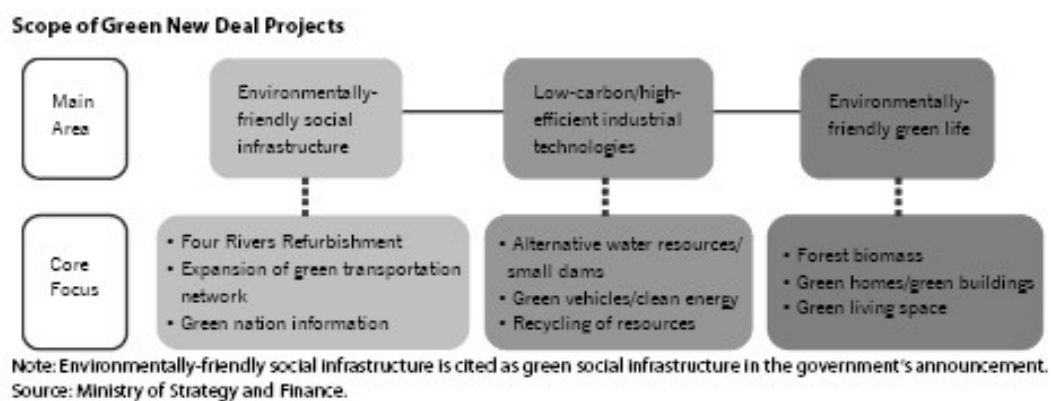


Fig. 15 Scope of Green New Deal Projects in South Korea

南韓電力工業的代表性技術包括下列四大部份：

- (1) 新再生(替代)能源：如高效率太陽能發電(Solar Power)
- (2) 低碳能源：如核能、CCS 等
- (3) 綠色運輸：如電動車等
- (4) 高科技綠色城市：fusion of green technologies for green home, green schools 等。

這個簡報中也特別舉出可歸類為 Innovation 的一些技術，包括：

- (1) 電力傳輸：如 advanced distribution system、superconductor、insulator cleaning technology。
- (2) 發電：如 IGCC
- (3) 核能：如 LLW vitrification、SMART、Neutron Flux Mapping System 等。
- (4) 再生/替代能源：如 solar、wind、ocean 等。
- (5) 其他：如 electric car、fuel cell、batteries 等。

南韓也利用此一機會介紹其次世代(Next Generation)的配電系統，如 Fig. 16 所示。

|                                       | As Is   | To Be  |
|---------------------------------------|---|--|
| <b>Grid Topology</b>                  | <b>Star</b>   | <b>Distributed Generation<br/>Microgrid<br/>DC Distribution</b>  |
| <b>Distribution Automation</b>        | <b>Centralized</b>                                    | <b>Distributed</b>   |
| <b>Maintenance</b>                    | <b>Mechanical Equipment<br/>Independent Operation</b> | <b>Intelligent Equipment (IED)<br/>Power Electronics<br/>RCM</b> |
| <b>Metering &amp; Load Management</b> | <b>One-way AMR<br/>Supply-Side<br/>Management</b>     | <b>Two-Way AMI<br/>Demand-Side Management</b>                    |
| <b>Communication</b>                  | <b>Diverse systems<br/>co-existed</b>                 | <b>Standard Open System<br/>(One Platform, Multi Service)</b>    |

Fig. 16 Next Generation Distribution (KEPCO)



南韓在 Next Generation Distribution，針對 Integrated Network Operation Technology、Intelligent Equipment Management 以及 Value Creation for Customers 等方面，訂定了方法策略，分別如 Fig. 17、18、19 所示。

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Target Technology</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Accommodation of Distributed Generation</li> <li>- Microgrid</li> <li>- DC Distribution</li> <li>- Loop Topology</li> </ul>            |
| <b>Strategy</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Real-time Network Analysis</li> <li>- State Estimation</li> <li>- EMS for Microgrid</li> <li>- Integrated Network Operation</li> </ul> |

Fig. 17 Integrated Network Operation Technology

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Target Technology</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Self-Diagnosis Device</li> <li>- Intelligent Distribution Device</li> <li>- Preventive Maintenance with RCM (Reliability-Centered Management)</li> <li>- One-Package Solution for Management and Maintenance</li> </ul> |
| <b>Strategy</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor SoC</li> <li>- IED</li> <li>- Standards for Equipment</li> <li>- PLC</li> </ul>  |

Fig. 18 Intelligent Equipment Management

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Target Technology</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Convergence of IT, Consumer Electronics and Power Electronics</li> <li>- Demand-Side Management</li> <li>- Customer Service Portal</li> <li>- Customer-Oriented Value Added Service</li> </ul> |
| <b>Strategy</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Smart Metering</li> <li>- Remote Load Control</li> <li>- Service Infra Structure</li> </ul>  |

Fig. 19 Value Creation for Customers

南韓 KEPCO 在 Smart Distribution 方面也制訂了短、中、長程的研發規劃，如 Fig. 20 所示。

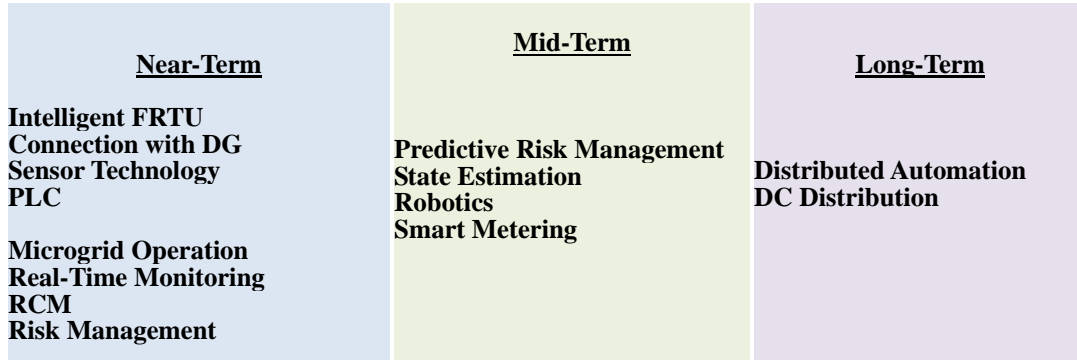


Fig. 20 Roadmap for Smart Distribution (KEPCO)

韓電在 345kV 電力線絕緣碍子清洗機器人(Insulator Cleaning Robot System)的發展有相當成就，包括水平式(Tension String Type)和懸吊式(Suspension String Type)等兩種，如 Fig. 21 所示。



Fig. 21 Suspension String Type and Tension String Type Robot

機器人絕緣碍子清洗系統應用在 345kV 電力線上，特別是在高危險山區或海風強勁的地方，應用情形如 Fig. 22、23 所示。



Fig. 22 Suspension String Type 機器人清洗情形

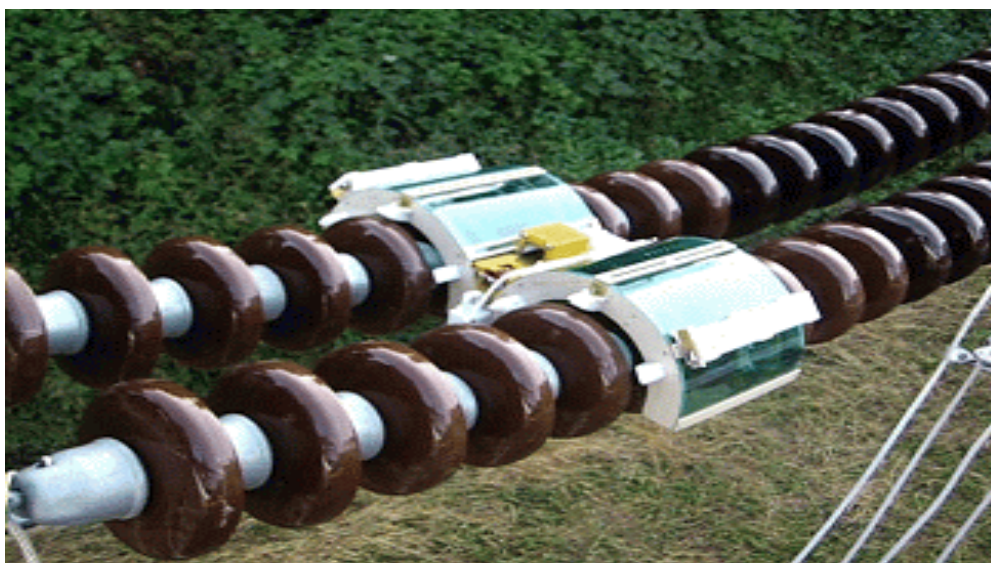


Fig. 23 Tension String Type 機器人清洗情形

韓電強調，利用洗機器人清洗系統至少可獲得下列好處：

- (1) 提供穩定的電力供應
- (2) 改進碍子清洗工作安全與可靠性

- (3) 藉由增進運轉效率，降低成本
- (4) 提高人為操作的安全性

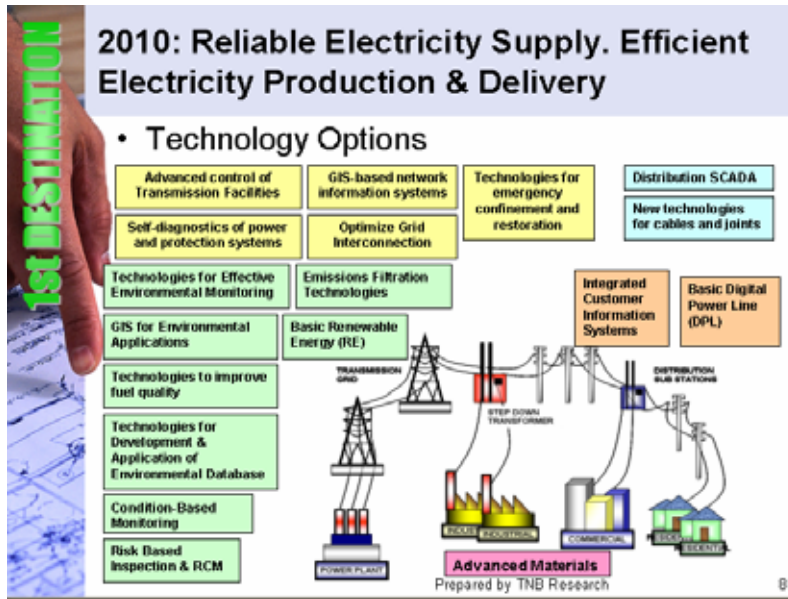
#### 韓電智慧型電網---

1. 韓電智慧型電網之發展係奠基在其配電自動化系統（**DAS**）之開發與電力資訊技術研究發展（**Power IT R&D**）計畫，目前有超過 7000 條配電饋線完成自動化。
2. 智慧型電網在韓國由政府部門之國家電力資訊技術產業中心（**National Power IT business center**）負責推動與規劃，主要目的在整合其國內之資訊與相關技術產業，進一步扶植其國內有關智慧型電網相關產業，促進其產業升級與技術生根，進軍國際智慧型電網市場。
3. 韓電於 2006 年開始由韓國電力研究院（**KEPRI**）所屬之配電研究所，進行配電系統智慧型電網之相關計畫與規劃，並與其國內相關產業共同進行智慧型電網相關研究。

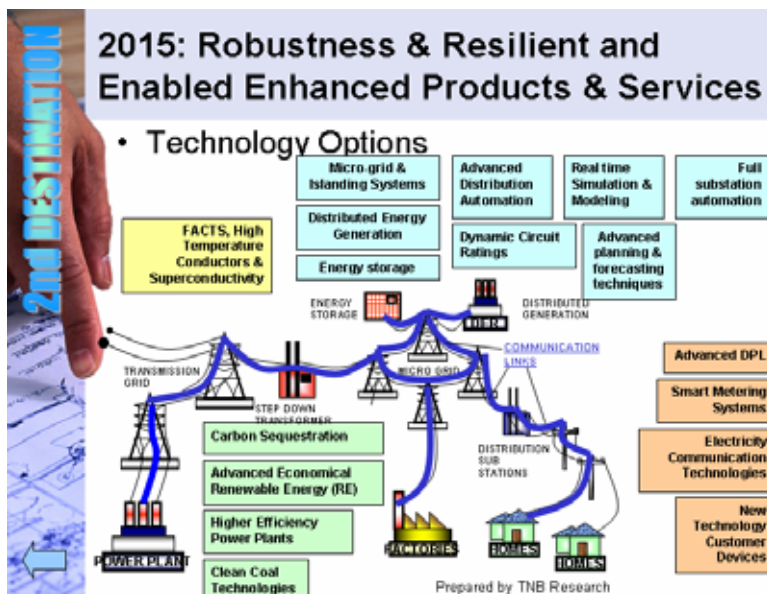
## 五、馬來西亞 TNB 的電力技術藍圖

TNB 電力技術發展，主要目標著重在可靠的能源供應，甚少著墨於 CO2 議題。TNB 技術發展 Roadmap 時程與技術選擇：

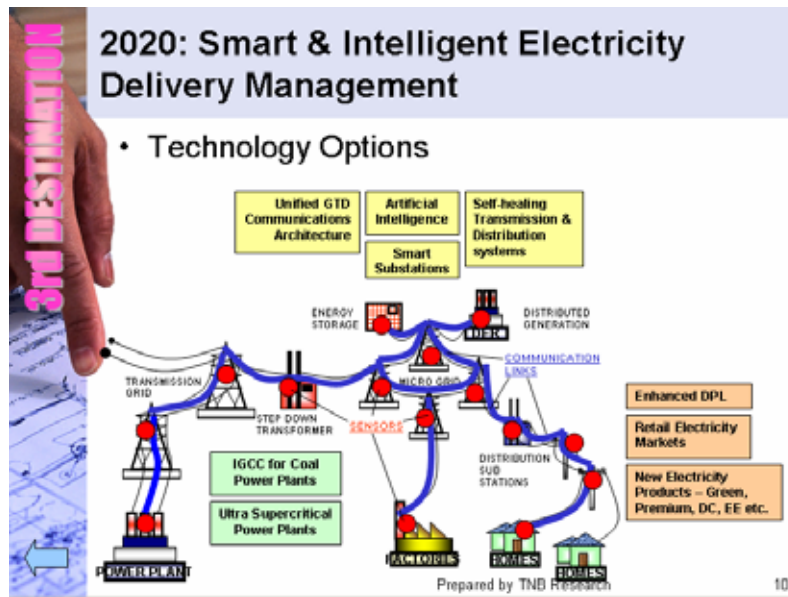
(1) 高效率的電力生產與輸送系統(近期，2010 年完成)。



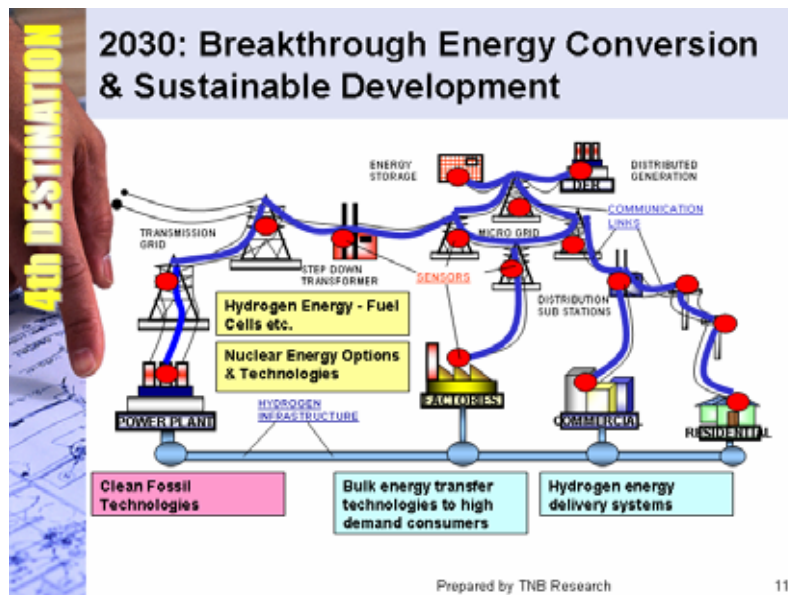
(2) 健全且具彈性的電力生產與服務(中期，2015 年完成)。



(3) 智慧型的電力輸送管理(中期，2020 年完成)。



(4) 突破性的能源轉換與永續發展(長期，2030 年完成)。



## 六、印度 NTPC Mr. Mohindru NTPC Technology Innovation Strategy

### 1. 印度能源政策的願景(甚少著墨 CO2 議題)：

- (1) 滿足電力需求與價廉之可靠電力。
- (2) 滿足所有家庭生活能源需求。
- (3) 經由潔淨與簡便方式進行能源轉換，以高效率、高經濟性，友善環境且可再生方式提供電力需求。

### 2. 發電技術策略規劃：

- (1) 以傳統燃料為基礎的電廠，加上再生能源等。
- (2) 傳統能源發電+水力+核能。
- (3) 低碳發電技術(淨煤技術)。
- (4) 新發電技術。
- (5) 抑低污染技術。

### 3. 目前印度發電裝置容量以熱動力電廠(64%，2008)和水力(25%，2008)為大宗約 132GW (2008)，預計 2012 成長為 226GW。

新發電技術的需求，依次為：超臨界鍋爐、超超臨界鍋爐、流體化床鍋爐、IGCC。

### 4. 面臨之技術挑戰依序為：加強能源安全、快速成長的需求、燃煤的可用率與品質、碳排放的抑低、環境保護。

5.技術發展聚焦於：增進熱動力電廠的發電效率(次臨界 34%-超臨界 36%-超超臨界 40%)。

6.淨煤技術的研發重點：效率改善、超臨界鍋爐與超超臨界鍋爐技術之最佳化、吹氧燃燒(Oxyfuel Combustion)、飛灰的利用、排放的控制技術、含灰量高的煤炭氣化技術、空氣分離與 CO2 捕捉技術、再生能源、燃料電池。

7.淨煤技術的研發需求：次臨界鍋爐(如燃燒效能)、超臨界鍋爐與超超臨界鍋爐(如材料、水化學)、流體化床鍋爐(爐管表面處理)、IGCC(汽化爐技術、低 BTU 的氣渦輪機設計)、ESP、FGD、Low-NOx Burner、CCS。

## 8.R&D 的策略

### (1)環境：

- SPM、SOx、NOx 抑低技術。
- 飛灰的利用。
- IGCC、吹氧燃燒電廠(Oxyfuel)。
- 現存電廠的效率改善。
- 革新與現代化。
- 生質能。
- 燃料電池。



(2)燃料安全：

- 淨煤技術研發。
- 氣渦輪機研發。

(3)發電成本：

- 減小效率差距。
- 增加設備可用率與可靠度
- 減少強迫停機的次數。
- 降低再生能源的成本。

9.NTPC 認可的研究領域(以 O&M 為主，佔 65%。)

- (1)減少強迫停機次數。
- (2)增加大修週期。
- (3)減少大修時間。
- (4)增加效率與減少成本。

## 肆、結論與建議

### 一、結論

經由與會專家各項專題發表與討論，本次技術創新研討會獲得重要結論歸納如下列各項：

1. 確定建立革新需求技術策略，對工業發展是有相當效益。
2. 新發電型態是特別針對國家或地區，其不同於開發中或已開發國家，包括：
  - (1) 能源安全通常是一樣重要因素。
  - (2) 裝置一座新燃煤電廠需有創新設備，才可將環境衝擊減至最低。
3. 在能源儲存方面
  - (1) 允許再生能源是 dispatchable。
  - (2) Load leveling
4. 運轉與維護提供相當大的改革創新機會。
5. 在能源效率方面會有很多機會
  - (1) 消費者端產品。
  - (2) 降低用電需求。
  - (3) 降低 GWP。
  - (4) 強調降低成本。
6. 再生能源發電在能源組合方面相當重要
  - (1) 分散型(Distributed)
  - (2) 大規模型(Large-scale)
7. 瞭解基礎研究對技術突破性相當重要。
8. 瞭解技術相互合作相當重要。
9. 瞭解超導研究相當重要。
10. 探討高電壓 DC 相互傳輸能力。

## 二、建議

1. 面對全球氣候變遷，抑低二氧化碳排放是我們重要的設定目標，本公司目前發電結構中，火力發電佔比約為 55.2%，相對再生能源僅有約 5.5%的情況下，除發展火力發電抑低二氧化碳排放新技術外，積極推動再生能源發電是相當重要，要達到此一目的，多參與國際相關技術創新研討會是必要方法之一。
2. 從研討會各國簡報，我們可以瞭解，美、日可歸類為先進開發國家，台灣、韓國其次，馬來西亞與印度又再其次。因此，我們可以說，美、日是先進技術的提供者，是我們未來技術研發的學習與合作對象。
3. 日本電力面臨之內外在因素與台灣極為相似，CRIEPI 選擇了節約能源、新建核能機組、提高核能機組可用率，高效率化石燃料電廠、再生能源、LNG 複循環電廠與少量之生質能混燒等技術與策略來達到其 CO2 減量目標，應可作為我們努力的方向。
4. 經由與會專家各項專題發表與討論，以及從 EPRI、CRIEPI 和國際電業間的創新策略中，亦可獲得制訂新研究策略的方向及重要的需求技術，對本公司未來電業技術與策略研發規劃等發展，提供重要參考資料與借鏡。

## 伍、附錄

### TI 研討會議程

## Agenda

### Technology Innovation in the Electric Power Industry Workshop



25-27 March, 2009

Keidanren Guest House, Shizuoka, Japan

**24 March 2009**

| Time | Topic | Remarks |
|------|-------|---------|
|------|-------|---------|

|       |  |   |
|-------|--|---|
| 13:30 | Departure from Tokyo Station by a chartered bus<br><a href="http://www.shikiclub.co.jp/syuppatu/kajibashi_dai.htm">http://www.shikiclub.co.jp/syuppatu/kajibashi_dai.htm</a> | <b>Gathering Place &amp;Time:</b><br>the lobby of Marunouchi Hotel,<br>7 <sup>th</sup> Floor of the building, at<br>13:00 pm.<br>Address:1-6-3, Marunouchi,<br>Chiyoda-Ku,Tokyo,100-0005<br><a href="http://www.marunouchi-hotel.co.jp/english/index.html">http://www.marunouchi-hotel.co.jp/english/index.html</a> |
| 16:00 | Arrival at Keidanren Guest House   |   |
| 16:10 | Check-in and Registration  |   |
| 18:30 | <b>Welcome reception at Restaurant “Fuji view”</b>   | Host: CRIEPI  |

## **25 March 2009**

| <b>Co-Chairmen: Stan Rosinski (EPRI) and Michio Suzuki (CRIEPI)</b> |  |  |
|---|--|--|
| <b>Time</b>   | <b>Topic</b>                                 | <b>Presenter</b>   |
| 9:00  | <b>Welcome</b>                               | <b>Ryoichi Shirato</b><br>President, CRIEPI  |
| 9:10  | <b>Opening Remarks</b>                       | <b>Stan Rosinski</b><br>Program Manager, Technology<br>Innovation, EPRI            |
| 9:25  | <b>EPRI Technology Innovation Strategy</b>   | <b>Rosa Yang</b><br>Vice-President, Innovation<br>EPRI                             |
| 9:55  | Q&A  |  |
| 10:05   | Break  |  |
| 10:20   | <b>CRIEPI Technology Innovation Strategy</b> | <b>Shirabe Akita</b><br>General Manager<br>Planning Group, CRIEPI                  |
| 10:50   | Q&A  |  |
| 11:00   | <b>Taiwan Technology Innovation Strategy</b> | <b>Chang-Ren Fei</b><br>General Manager<br>Taiwan Power Research<br>Institute, TPC |
| 11:30   | Q&A  |  |
| <b>Time</b>   | <b>Topic</b>                                 | <b>Presenter</b>   |
| 11:40   | Lunch  | Host: CRIEPI   |

|       |   |   |
|-------|---|---|
| 12:40 | <b>Korea Technology Innovation Strategy</b>   | <b>Jong H Kim</b><br>D.E. Bently & A. Muszynska<br>Chair Professor, KAIST                           |
| 13:10 | Q&A   |   |
| 13:20 | <b>Challenges on Electricity Supply in Indonesia</b>  | <b>Bambang Praptono</b><br>Director of Planning &<br>Technology, PT PLN (Persero)                   |
| 13:40 | Q&A   |   |
| 13:50 | <b>TNB Electricity Technology Roadmap</b>   | <b>Badrol Bin Ahmad</b><br>Chief Technology Officer<br>TNB Research Sdn. Bhd.                       |
| 14:10 | Q&A   |   |
| 14:20 | <b>NTPC Technology Innovation Strategy</b>  | <b>A.K. Mohindru</b><br>General Manager (R&D),<br>Research and Development<br>Centre, NTPC Limited  |
| 14:40 | Q&A   |   |
| 15:00 | Break   |   |
| 15:15 | <i>Topic: Most Efficient Thermal Plant Designs</i><br><b>Integrated Combined Cycle of O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> blown Coal<br/>Gasification and Molten Carbonate Fuel Cell</b> | <b>Eiichi Koda</b><br>Energy Technology Lab., CRIEPI<br>Associate Professor, University<br>of Tokyo |
| 15:35 | Q&A   |   |
| 15:45 | <i>Topic: Advanced Sensor &amp; Diagnostic Technologies</i><br><b>Development of High Temperature Optical Fiber<br/>AE Sensor for Crack Monitoring</b>                            | <b>Satoshi Nishinoiri</b><br>Materials Science Research<br>Lab., CRIEPI                             |
| 16:05 | Q&A   |   |
| 16:15 | <i>Topic: Advanced Sensor &amp; Diagnostic Technologies</i><br><b>Asset Management Decision Support Tools for<br/>Substation Equipments</b>                                       | <b>Tatsuki Okamoto</b><br>Electric Power Engineering<br>Research Lab., CRIEPI                       |
| 16:35 | Q&A   |   |
| 16:45 | <i>Topic: Superconductor Technologies</i><br><b>Innovative Applications of Superconductor<br/>Technology – A Korean Perspective</b>   | <b>Sidole Hwang</b><br>Senior Researcher, Korea<br>Electric Power Research Institute                |
| 17:05 | Q&A   |   |
| 17:15 | Closing Comments and Discussions  | EPRI/CRIEPI   |
| 17:45 | Adjourn   |   |
| 18:30 | <b>Dinner Restaurant “Fuji view”</b>  | Host: EPRI  |

**26 March 2009**

| Co-Chairmen: Dave Gandy (EPRI) and Shirabe Akita / Nori Sakurai (CRIEPI) |   |  |
|--|---|--|
| Time   | Topic   | Presenter  |
| 9:00   | Summary of Day 1 and Agenda Overview  | <b>Dave Gandy</b><br>Senior Project Manager,<br>EPRI   |
| 9:15   | <i>Topic: Energy Storage Technologies</i><br><b>CRIEPI's R&amp;D for Lithium-ion Battery</b>  | <b>Yo Kobayashi</b><br>Materials Science Research<br>Lab., CRIEPI  |
| 9:35   | Q&A   |  |
| 9:45   | <i>Topic: Energy Efficiency and End-Use Technologies</i><br><b>Energy Utilization Technologies in CRIEPI: Heat Pump Water Heater, Indoor Thermal Environment Design Tool and Non-Intrusive Electric Appliances Load Monitoring System, etc</b>                                    | <b>Yukio Nakano</b><br><b>Masahiro Takasaki</b><br>System Engineering Lab.,<br>and <b>Katsumi Hashimoto</b> ,<br>Electric Power Engineering<br>Research Lab., CRIEPI |
| 10:15  | Q&A   |  |
| 10:25  | Break   |  |
| 10:40  | <i>Topic: Application of Biotechnologies</i><br><b>Application of Biotechnologies in Environmental Issues: Bio-sensor to Detect Environmental Pollutants, Bioreactor for De-nitrification of Waste Water, and Electric Cultivation of Bacterium for Environmental Remediation</b> | <b>Yoshitomo Watanabe</b><br>Environmental Science<br>Research Lab., CRIEPI<br>Professor, Tohoku<br>University   |
| 11:00  | Q&A   |  |
| 11:10  | <b>Key Technological Issues of PLN</b>  | <b>I Made Ro Sakya</b><br>Deputy Director of<br>Technology, PT PLN<br>(Persero)  |
| 10:30  | Q&A   |  |
| 11:40  | <b>Materials Activities at TNB Research</b>   | <b>Badrol Bin Ahmad</b><br>Chief Technology Officer<br>TNB Research Sdn. Bhd.  |
| 12:00  | Q&A   |  |
| 12:10  | <b>NTPC NETRA R&amp;D Projects</b>  | <b>A.K.Mohindru</b><br>General Manager (R&D),<br>Research and Development<br>Centre, NTPC Limited  |
| 12:30  | Q&A   |  |
| Time   | Topic   | Presenter  |
| 12:40  | Lunch   | Host: CRIEPI   |



|       |   |  |
|-------|---|--|
| 13:30 | <b>Workshop Summary</b><br><i>Summary of Critical Research and Development Needs</i>  | <b>Stan Rosinski</b><br>Program Manager,<br>Technology Innovation,<br>EPRI |
| 13:45 | <b>Open Discussion of Critical Technology Areas</b><br>Attendees will be invited to participate in a facilitated forum: identify ongoing research of mutual interest; evaluate potential collaboration opportunities; and identify new research areas | EPRI/CRIEPI  |
| 15:30 | Closing comments  | <b>Rosa Yang</b><br>Vice-President, Innovation,<br>EPRI                    |
| 15:45 | Adjourn   |  |
| 17:15 | <b>Dinner &amp; Spa Venue: Japanese Onsen “Tenkei”</b><br>17:15 Departure by bus<br>17:30-18:30 Onsen & Spa<br>18:30-20:30 Dinner (Japanese-style “Enkai”)<br>21:00 Return to Guest House   | Host: EPRI   |

<Japanese Style Onsen (hot-spring) Tenkei >

<http://www.tokinosumika.com/tenkei/>



**27 March 2009**

| Technical Tour |   |           |
|----------------|---|-----------|
| Time           | Location  | Duration  |
| 8:00           | Departure from the workshop venue by bus  |           |
| 10:00-12:00    | <b>Kawasaki MACC Thermal Power Station</b><br><a href="http://www.tepco.co.jp/en/challenge/energy/fuels/lng-lpg-e.html">http://www.tepco.co.jp/en/challenge/energy/fuels/lng-lpg-e.html</a>   | 2-hours   |
| 13:15-14:15    | Lunch at Sajima Marina <a href="http://www.sajimamarina.com/index.php">http://www.sajimamarina.com/index.php</a>  |           |
| 14:30-17:00    | <b>CRIEPI's Research Facilities at Yokosuka-site</b><br><a href="http://criepi.denken.or.jp/en/aboutcriepi/locations.html">http://criepi.denken.or.jp/en/aboutcriepi/locations.html</a> <ul style="list-style-type: none"><li>• High Voltage Electrical Insulation Testing Lab.</li><li>• Coal gasification facility</li><li>• Biomass gasification facility</li><li>• CO2 Heat Pump</li><li>• SCC(Stress Corrosion Crack) Testing Facility</li></ul> | 2.5 hours |
| 18:30          | Break-up at Tokyo Station   |           |

<Kawasaki MACC Power Plants>



<CRIEPI Yokosuka-site>

