

## 出國報告（出國類別：開會）

# 參加第 28 屆日本電力中央研究所技術 交流年會

服務機關：台灣電力公司綜合研究所

姓名職稱：楊金石 副所長

范振理 電力研究室主任

鍾年勉 能源研究室主任

楊明偉 化學研究專員

張文奇 電機研究專員

陳曉薇 一般工程研究專員

郭婷瑋 企劃控制專員

吳承翰 電機工程專員

派赴國家：日本

出國期間：105 年 11 月 16 日至 105 年 11 月 18 日

報告日期：106 年 1 月 9 日

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

參加第 28 屆日本電力中央研究所技術交流年會

頁數 50 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司人資處/陳德隆/ 2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

楊金石/台灣電力公司/綜合研究所/副所長/ 2360-1004

范振理/台灣電力公司/綜合研究所/電力研究室主任/ 8078-2264

鍾年勉/台灣電力公司/綜合研究所/能源研究室主任/ 8078-2271

張文奇/台灣電力公司/綜合研究所/電機研究專員/ 2360-1236

楊明偉/台灣電力公司/綜合研究所/化學研究專員/ 8078-2243

陳曉薇/台灣電力公司/綜合研究所/一般工程研究專員/ 2360-1166

郭婷瑋/台灣電力公司/綜合研究所/企劃控制專員/ 2360-1259

吳承翰/台灣電力公司/綜合研究所/電機工程專員/ 8078-2269

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 開會

出國期間：105 年 11 月 16-18、22(楊明偉)日 出國地區：日本

報告日期：106 年 1 月 9 日

分類號/目

關鍵詞：電力自由化，需量反應，智慧電網，二氧化碳捕捉與封存，淨煤發電

內容摘要：(二百至三百字)

- (一) 第 28 屆日本電力中央研究所技術交流年會(The 28th CRIEPI/TPC General Meeting)由日本電力中央研究所(CRIEPI)於 2016 年 11 月 16~18 日在日本東京舉辦。
- (二) 本屆 CRIEPI/TPC 技術交流年會討論議題共有: 1. CCS、2. Electricity Regulatory Reform、3. Demand Response、4. Smart Grid、5. Clean Coal Generation 等。除議題討論外，會後參觀 CRIEPI 位於 Abiko 的研究試驗中心，實地參訪研發設施及作業，對研發作法及實務執行之深化瞭解有相當助益。
- (三) 為發展減碳技術以達成國家減碳目標，綜研所化環室楊明偉研究專

員順道前往東京的 MHI 研討二氧化碳捕集技術。

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

## 目錄

壹、出國任務與行程 .....	1
參、開會內容 .....	2
一、第 28 屆 CRIEPI/TPC 技術交流年會 .....	2
(一)CCS.....	2
(二)Electricity Regulatory Reform.....	12
(三)Demand Response .....	27
(四)Smart Grid .....	35
(五)Clean Coal Generation .....	39
二、參訪三菱重工 .....	47
三、技術參訪 .....	48
參、心得及建議 .....	49
肆、參加會議照片 .....	52

## 壹、出國任務與行程

本公司與日本電力中央研究所(CRIEPI)長期以來依據雙方簽訂之技術合作合約，每年輪流舉辦技術交流年會，並視需要進行資料交換、人員互訪和邀請專家指導等相關研發活動，有助持續獲取電業研發新知和提升研發水平。

第 28 屆日本電力中央研究所技術交流年會(The 28th CRIEPI/TPC General Meeting)由日本電力中央研究所(CRIEPI)於 2016 年 11 月 16~18 日在日本東京舉辦。本屆會議由綜研所楊副所長帶領 7 位研究人員出席，討論議題共有四項: CCS(2 篇)、Electricity Regulatory Reform (2 篇)、Demand Response (2 篇)、Smart Grid(2 篇)、Clean Coal Generation(2 篇)，共有 10 篇論文發表，國內外與會人數共 18 人。會中拜會 CRIEPI 理事長 Masahiro Kakumu，雙方針對電業自由化趨勢、電業研發方向及公司經營理念交換意見。

除議題討論外，會後 CRIEPI 安排至 CRIEPI Abiko 所區進行參訪，參訪項目包括: 大型海嘯實體模擬設施(Large-scale Tsunami Physical Simulator)、風洞模型(Turbulence transportation modeling wind tunnel)、離心實驗設備(Centrifugal equipment for geotechnical experiments)、強力震動產生器(Strong shake generator - Resonance type shaking table)等。

另外，本公司為了發展減碳技術以達成國家減碳目標，未來將評估在火力電廠加裝碳捕集設施，日本三菱重工(MHI)的碳捕集技術在國際間有諸多實績，本次出國計畫由綜研所化環室楊明偉研究專員順道前往東京的 MHI 研討二氧化碳捕集技術。

日期	活動內容
11 月 16 日(三)	台北→東京(往程)
11 月 17 日(四)	參加 CRIEPI/TPC 技術交流年會
11 月 18 日(五)	技術參訪、東京→台北(返程)
11 月 19-20 日(六、日)	路程/例假日 (楊明偉)
11 月 21 日(一)	三菱重工 (楊明偉)
11 月 22 日(二)	東京→台北(返程) (楊明偉)

## 參、開會內容

### 一、第 28 屆 CRIEPI/TPC 技術交流年會

年會開始由雙方領隊介紹與會人員，接著介紹雙方最近之研發狀態， CRIEPI 今年十月新成立能源創新中心(Energy Innovation Center, ENIC)，該中心做為 CRIEPI 內 8 個研究室與外界之介面單位，其主要任務包括：

- 通過技術創新，為新業務發展做出貢獻。
- 通過供需雙方的合作，推動電力需求管理，實現電力供應的合理化。
- 通過物聯網的利用，有助於削減設備維護和運營成本，為客戶創造新的服務。

□ENIC 的技術領域包括客戶服務、配電與資訊技術，而在職責分離 (Segregation of Duties, SOD) 上包含：創造以電力為重點的能源價值、複雜的電源和需求管理、電力工業數位化轉型研究，以及提供全面的解決方案。關鍵因素 (Key Factor) 包括：完善能源的轉換、分配、使用和評價技術來幫助電力公司業務擴展，實現高度的電力供需管理以形成未來的供需圖像（合理供應、負載係數提高、節能等），以及開發和提供物聯網技術，減少設施管理費用，促進新的服務創造等。

圖 1 為 ENIC 的合作活動架構，通過整合 8 個研究室的技術和 ENIC 的 IoT，CRIEPI 生產新的服務和新技术，如設施監控系統，並通過與製造商或服務提供商合作，產生業務解決方案。



圖 1 ENIC 合作活動架構

ENIC 的活動包括：基礎研究、技術評價標準化、真正的業務領域的解決方案、支持新的服務和業務=>物聯網應用，以及從基本原理到應用的研究活動創新。

研究成果實際應用的行銷活動包括：(1)基於從 AMI 系統等獲得的信息的有效應用技術，例如需求預測等，(2)網路實體系統的研發，(3)熱泵、燃料電池、熱電聯產等的研發和性能評估，(4)房屋或辦公室熱環境的數值分析，通用熱質平衡分析技術等，(5)有效利用需量反應與需求側資源，(6)配電系統的先進性和穩定性，(7)負載側電力品質現象的闡述與改善對策技術。

圖 2 為 ENIC 的組織架構，含技術推廣單位、轉型數位化單位、用戶服務單位，以及配電系統單位。

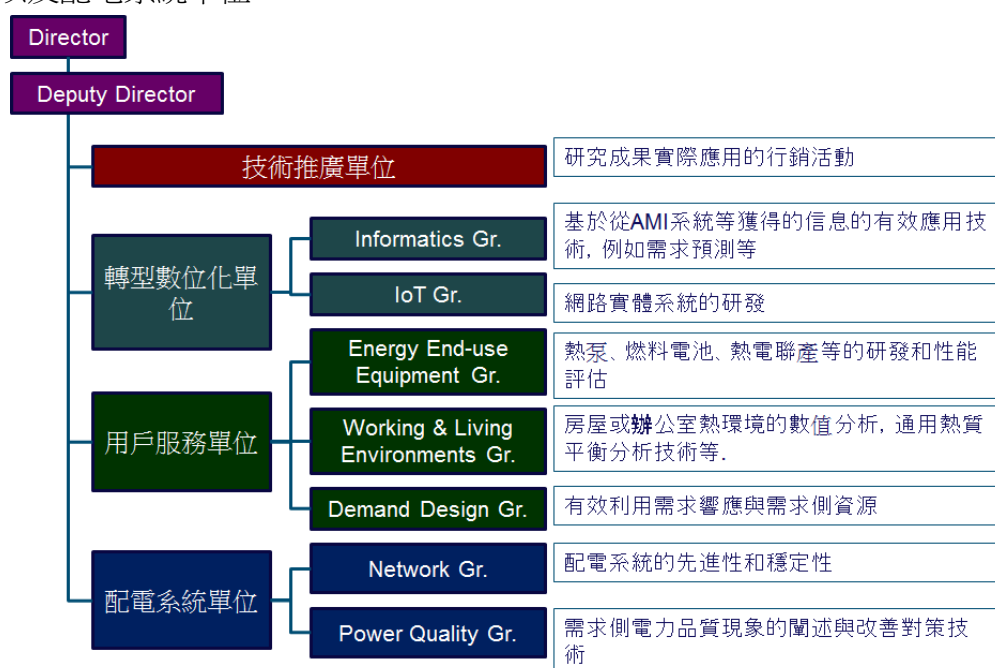


圖2 ENIC組織架構

ENIC典型的研究議題包括：

(1) 電力需求的智慧設計

- ◆ 熱泵的研發
- ◆ 對客戶進行蓄電池、熱泵、燃料電池等供熱系統性能評價
- ◆ 關於新客戶在工作和生活環境的利益提議
- ◆ 辦公樓和大型商業設施中的能源分析技術
- ◆ 電動車技術的傳播和利用，充電站最佳佈置規劃支援系統，配電穩定技術等
- ◆ 通過能源使用資訊，提供老年人保健與安全確認等新服務

(2) 電力供給和需求的先進整合

- 需量反應技術，包括快速災難恢復，行為科學等
- 新的電力供需系統，連接現有的電力系統和社區，以自主分散控制技術
- 物聯網平台的研發，如由傳感器，通信，雲端和資訊系統組成的網路實體系統

### (3) 確保電力可靠

- PV 等分散式電源對配電系統的影響對策及評價
- 使用智能電錶和配電傳感器實現先進的配電自動化和控制技術
- 諧波抑制等電力品質維護技術

ENIC 組織之成立說明創新合作是未來幾十年最重要的關鍵問題。

以下簡述本次會議技術討論議題之內容與心得。

## (一) CCS

### 台電公司 CCS 計畫概要

為因應全球氣候變遷議題並落實政府節能減碳之政策目標，台灣電力公司，於 2008 年配合政策目標與企業責任，初步規劃出碳捕集與封存(CCS)發展道路圖，並於近年來逐步辦理完成「二氧化碳地下封存地質資料庫建置與候選場址評選計畫」、「二氧化碳地質封存試驗場址調查規劃與研究」與「二氧化碳地質封存二相流試驗設備之建立與功能驗證」、「二氧化碳地質封存先導試驗場址地質調查及技術研發(一)」等計畫，期能落實後續先導型試驗計畫，逐步建立台灣自有之地質封存關鍵技術，以配合政府政策達成節能減碳及永續發展之最終目標。

本公司迄今已完成上述研究成果，並於台灣中部完成 3000m 地質深鑽 (TPCS-M1 井)，並透過深鑽取得之岩心進行全面性的試驗工作，日本 CRIEPI 亦為長期的合作夥伴。透過 CRIEPI 的合作研究，雙方在：岩心試驗、場址地質調查技術、數值模擬等方面也進行多年的交流，今年度 CRIEPI 也取得部分岩心樣本進行比對試驗，本公司希望藉比對試驗與人員交流討論來擴展 CCS 工作的信心，檢視過去合作成果發現在 CRIEPI 和台電綜研所的合作架構下雙方都有相當多的成長，研究成果也顯示本公司所進行之地質探查與試驗工作確實與國際發展趨勢一致，在往後的公眾溝通與說明可提出更有說服力的說明。



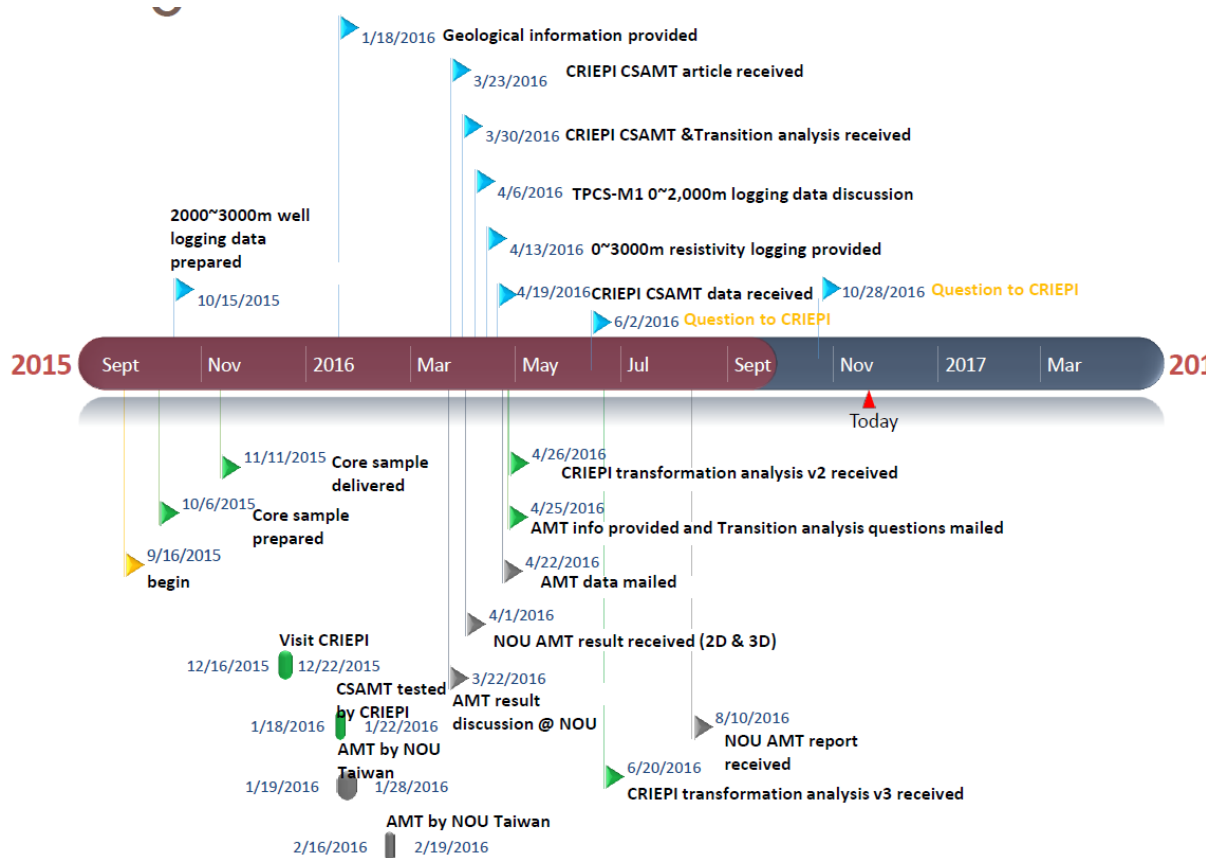
本次年會針對 CCS 雙方都有發表議題，本所由楊明偉博士發表「Status of carbon capture and storage projects within Taiwan Power Company」，CRIEPI 由 Suenaga 博士發表「Geological modeling and CSMT survey results at the CO2 storage candidate site in Taiwan」，以下簡述目前執行進度與初步成果。

### CRIEPI 二氧化碳地質封存合作研究之最新進展

本年度與 CRIEPI 合作的事項包含：(1)進階岩心試驗確認側向滲透率、(2)利用井測數據推估全井之滲透率分布、(3)數值模擬與情境分析、(4)場址 CSAMT 調查等工作。(如圖 3)

## Schedule of Collaboration Research Project with CRIEPI

	2015/12	2016/01	2016/02	2016/03	2016/04
Geological Analysis	← Thin section, Particle analysis →				
Transformation analysis	← →				
Anisotropy measurement of sandstone	← →				
Two phase flow properties of shale	← →				
Geophysical survey		↔			
Risk communication	← →				
Numerical simulation				← →	



# Schedule of Collaboration Research Project with CRIEPI

	2015/12	2016/01	2016/02	2016/03	2016/04
Geological Analysis	Thin section, Particle analysis				
Transformation analysis					
Anisotropy measurement of sandstone					
Two phase flow properties of shale					
Geophysical survey					
Risk communication					
Numerical simulation					

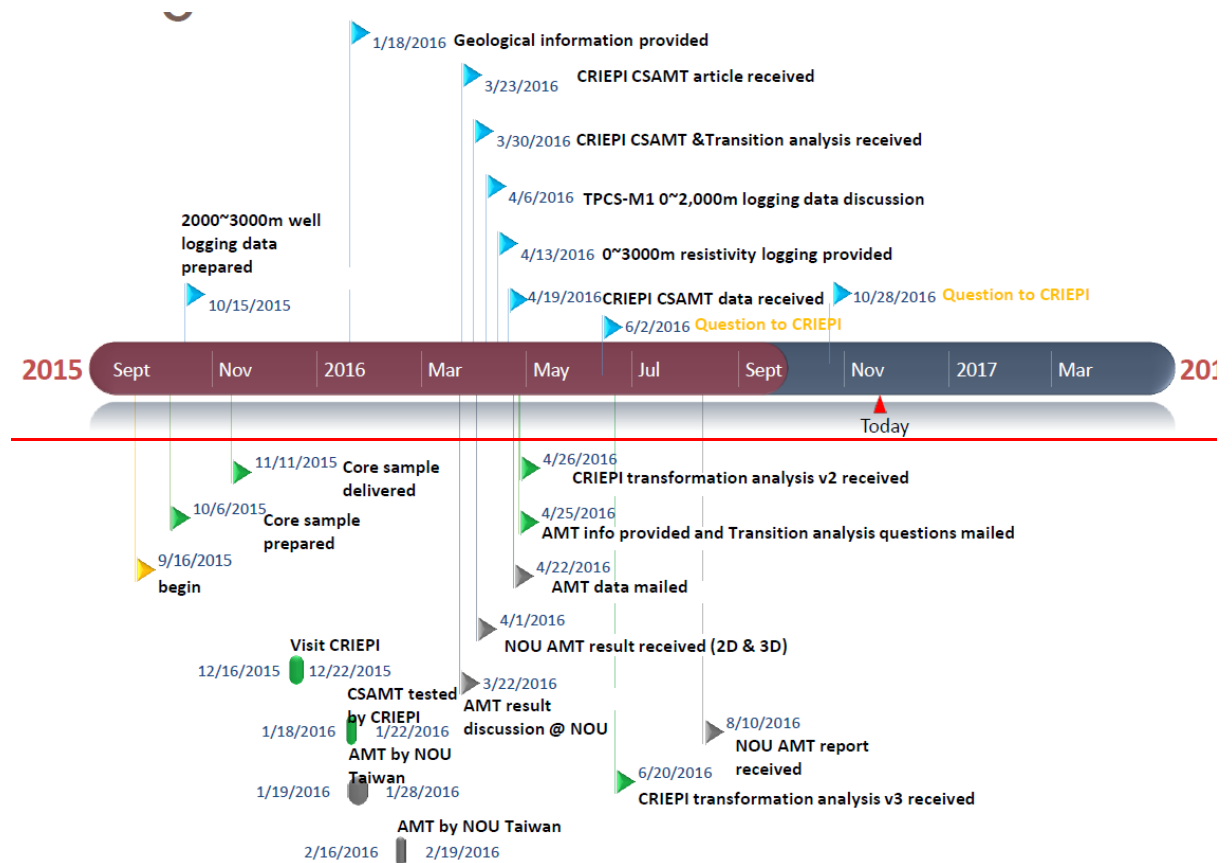


圖 3 本年度與 CRIEPI 於二氧化碳地質封存合作之進展與時程

### 1. 進階岩心試驗

於進階岩心試驗之合作項目上本公司以陸續寄送多次岩心樣本給 CRIEPI 分析，試驗項目包含：礦物組成分析、粒度分析、岩性分析、滲透率、孔隙率等項目。

另外為了確認目標地層的側向延伸性與異質性，CRIEPI 利用部分岩心進行水平方向的滲透率分析(如圖 4)，初步結果顯示側向的絕對滲透率大於垂直方向的絕對滲透率，表示二氧化碳灌注後比較容易向側向遷移，而非往上方遷移，對將來的封存安全性更有幫助，未來 CRIEPI 希望能進行更多樣本的分析，將可更正確的評估二氧化碳的遷移情況。

# Anisotropy evaluation

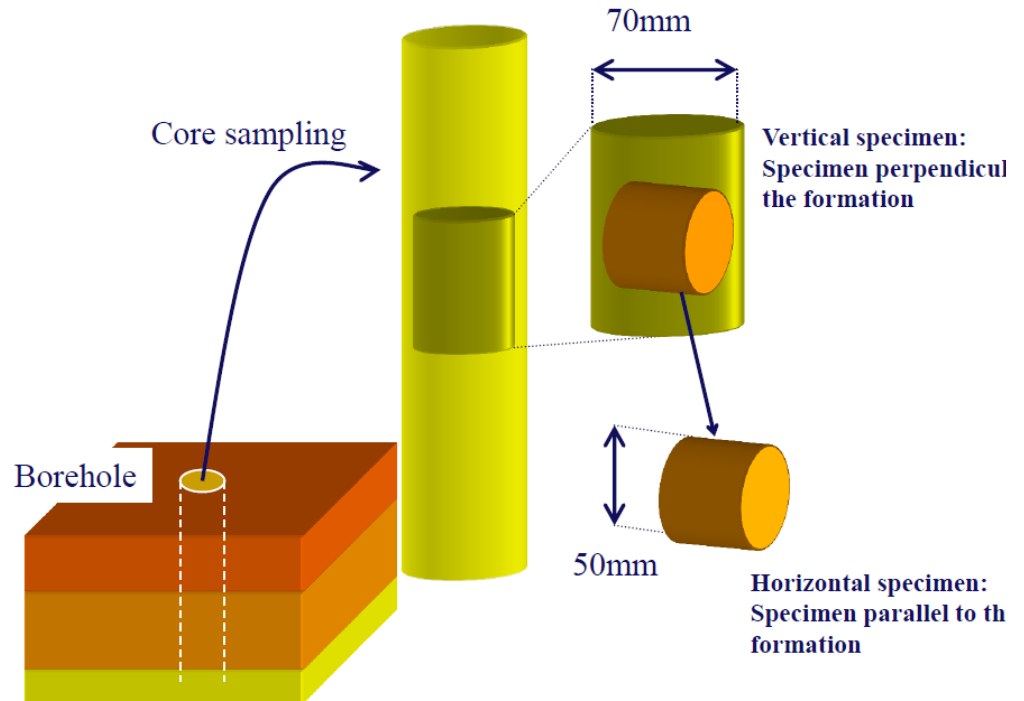


圖 4 岩心側向滲透率試驗過程

岩心樣本的二相流分析可了解岩石內二氧化碳與地層水的擴散與滲透情況，在合作計畫中 CRIEPI 也進一步利用水平方向的樣本分析相對滲透率，試驗結果顯示水平方向的相對滲透率與垂直方向的相對滲透率幾乎相同，差異性不大，也就是表示，二氧化碳並不會在哪一個方向上有不同的行為，整體而言，僅需要考慮絕對滲透率於方向上的差異，這些實驗也將封存安全性的考量要點進一步釐清了(圖 5)。

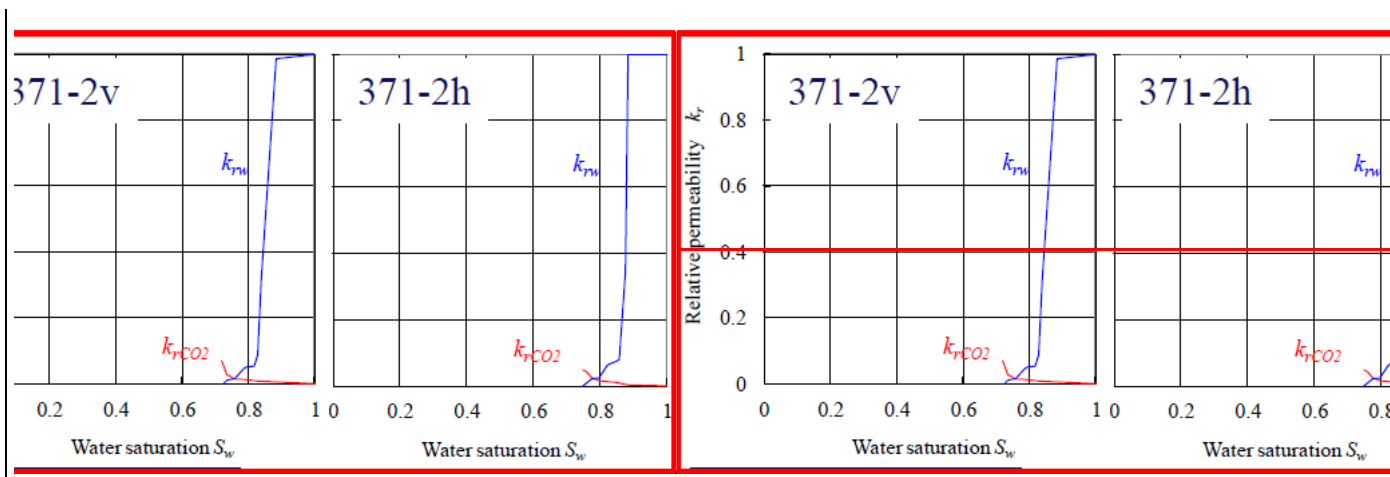


圖 5 岩心二相流試驗結果(v:垂直方向; h:水平方向)

## 2. 利用井測數據推估全井之滲透率分布

本公司於 M1 井已完成多次井測，對二氧化碳封存而言，井下地層的滲透率是評估二氧化碳灌注後遷移的主要指標，本公司與 CRIEPI 為了全面評估不同深度的滲透率，已經研究相關的數值分析方法，利用現有之井測數據來推估地層的滲透率，雙方由文獻及理論也多次交換意見，目前也建立了一套計算方式來將井測資料轉換成滲透率，由初步成果顯示換算的數據與岩心試驗結果一致，顯示這些換算與數值轉換的方法學可用於後續計畫中，目前在轉換模式中有使用一些經驗公式與參數，雙方將在未來計畫裡進一步評估準確性。

## 3. 數值模擬與情境分析

本部分工作綜合前述相關探查結果與試驗分析資料，並據以修正地質模型，確立三大鹽水層地層封存系統，進一步模擬注入二氧化碳之移棲情境，藉由本所地質模型分層模型，配合 CRIEPI 獲得的水力傳導與質量傳遞等相關參數，建立模型與進行相關分析工作。

由 CRIEPI 的數值分析與情境分析顯示，目標地層具有注儲潛力也確認了封存的安全性，灌注後的二氧化碳會在水平方向移棲，很少會透過上方的蓋層 (圖 6)，表示洩漏風險性不大，灌注後的二氧化碳可以被安全的封存下來，未來當雙方模擬完成後可比對其結果，並作為下一階段試驗灌注與灌注後監測之重要依據，雙方之合作有助於增進分析成果的信心，並提升雙方對於二氧化碳地質封存之工作水平。

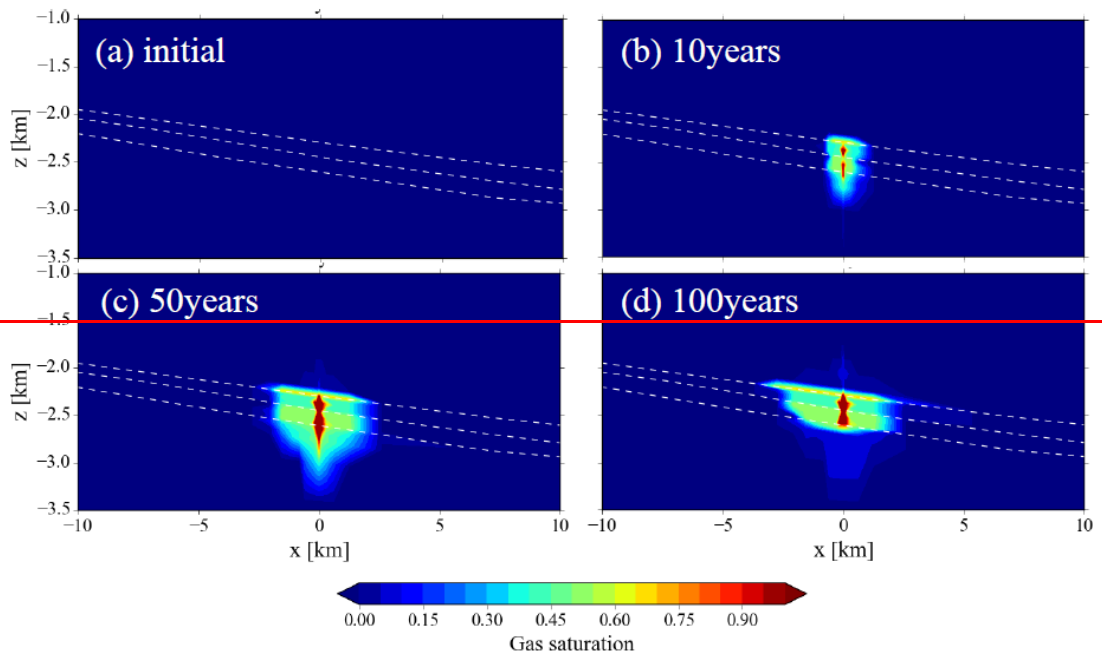
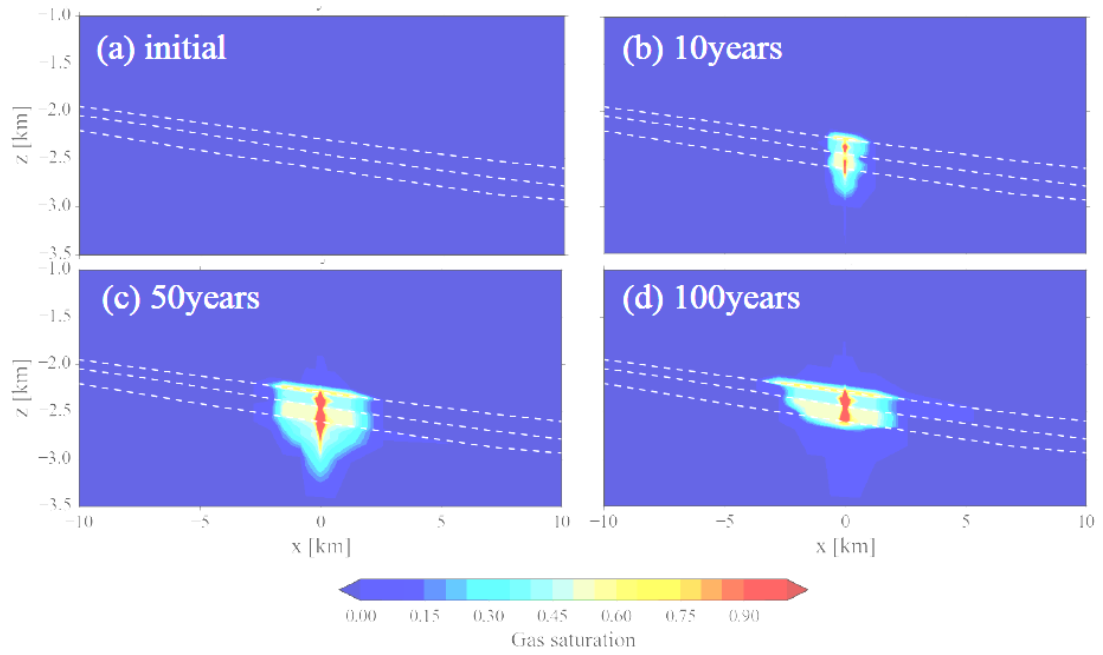


圖 6 二氧化碳灌注後的數值模擬成果

由國際上的二氧化碳封存計畫獲得的經驗來看，成功的地質封存試驗計畫需要獲得公眾的認可與接受，本公司在未來推展相關計畫的時候進行風險管理與溝通工作，以取得公眾信任。

為了順利推動後續計畫，本公司將利用前述成果與 CRIEPI 進一步進行風險分析，俾利用合適的工程設計將工程風險進一步抑低。

#### 4. 場址 CSAMT 調查

為了確認封存安全性，於二氧化碳封存於地層內需加以監測，深地層

內的二氧化碳遷移可透過各種地球物理與地球化學監測技術加以監測，其中 CSAMT 是一種可於地表進行施測的量測技術，可降低施測難度與成本，惟可行性須加以驗證，本公司與 CRIEPI 於 2015 年、2016 年進行兩次施測，並對儀器與施測方法進行改良，2016 年本公司更進一步與台灣的學研機構合作進行比對試驗，由幾次的比對試驗發現 CSMT 與 AMT 試驗均可解析深部地層的電阻率分布。(圖 7)

## CSAMT and AMT Survey





# Resistivity Profiles from AMT

- Develop long-term monitoring tool for CO<sub>2</sub> underground migration

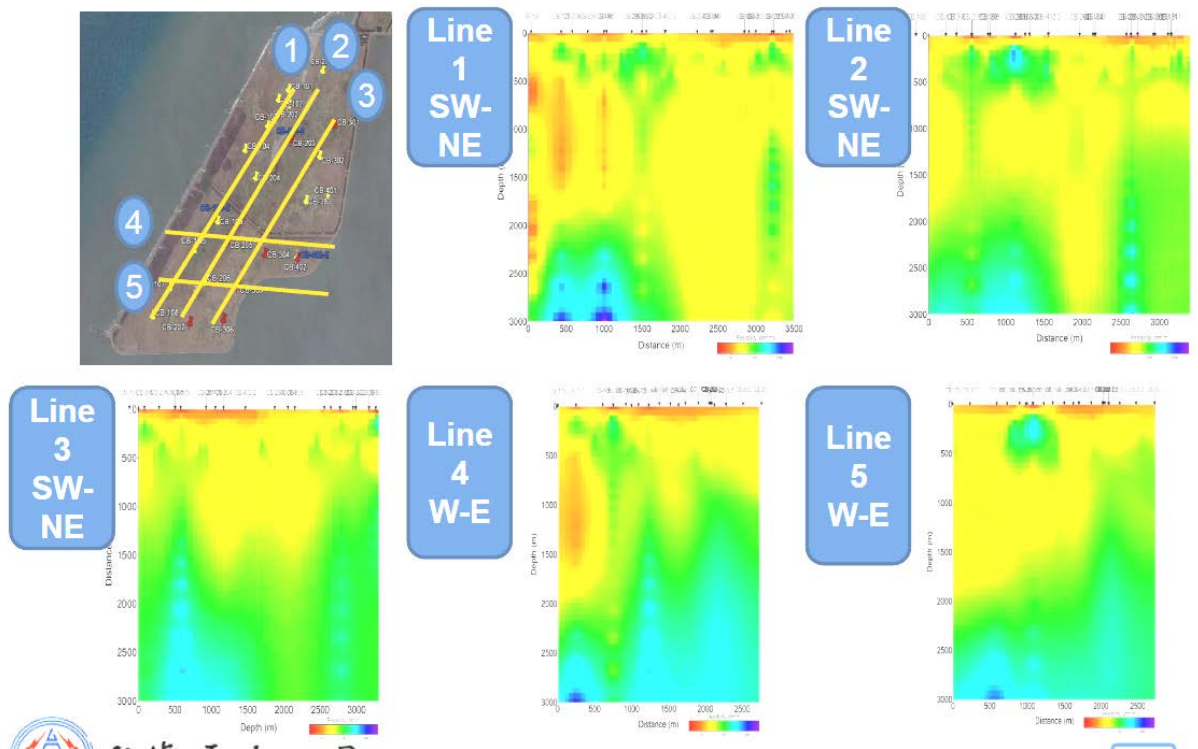


圖 7 CSMT 施測過程與成果

由 CRIEPI 和本公司的合作成果確認台西盆地內的深處含鹽水地層，合適作為地質封存的永久貯留層，為台電大規模碳排放之火電廠進行碳捕集與封存(CCS)，奠定良好之發展基礎。目前初步可推論：「本試驗場址適合進一步發展為深部鹽水層碳封存場址」。後續研究工作將再與包含日本 CRIEPI 等各國國際組織進行各項合作工作，以進一步進行先導灌注試驗與之後的灌注後監測工作，對於未來發展為盆地尺度商轉場址之可能性進行更進一步的分析。日本 CRIEPI 與本公司綜研所已根據過去合作之優良關係簽署“Joint Research Agreement on Site Selection for Carbon Dioxide Geological Storage”為雙方之合作關係進一步延伸，雙方可在既有的合作架構下長期進行後續合作研究。

## (二) Electricity Regulatory Reform

### 1. 日本電力市場重組與競爭(Electricity market reform and competition in Japan)



## 自由化歷程

在日本 1995 年電業自由化前，由 10 大綜合電業負責發、輸、配及售電，並負有供電義務。為應全球貿易競爭及提升電業經營效率，及期望藉市場自由化以降低偏高的電價，日本早在 1990 年代初期即規劃電業自由化，採取分階段推動及分階段修法策略，截至目前為共有 5 次修法，包括：

- (1)第一次：開放電力批發市場競爭 (1995 年 12 月實施)，開放「獨立發電業」(IPPs)以公開競標及簽訂長約方式，躉售給 10 家一般公用電業。允許「特定電氣事業者」(SEUs) (如汽電共生業)透過自設線路將產出電力，售予特定供電區域之用戶，電價仍受管制。
- (2)第二次：開放電力零售市場競爭(1999 年修法，2000 年 3 月施行) ，開放超電壓在 2 萬伏特以上及年契約容量 2000kW 以上之用戶(約 26%)享有購電選擇權。開放「特定規模電氣事業者」(PPS)申設，透過一般公用電業之電力網(即電力代輸)售給合格用戶，並建立公平、平等與透明的代輸服務規則。
- (3)第三次：擴大購電選擇權開放範圍與市場的促進與活化(2003 年修法，2004 年部分施行，2005 年 4 月施行)，開放所有高電以上且年契約容量 50kW 以上之用戶購電選擇權。可選擇購電之合格用戶已達日本電力市場總售電量之 62%。
- (4)第四次：第 4 次電氣事業改革(2008 年施行)，經檢討後因開放一般住宅用戶其成效有限，而決定延緩開放用戶購電選擇進程
- (5)第五次：為因應 311 地震核災衍生出之供電短缺、發電成本劇增、電源多元化必要性、以及既有電力系統的缺失(電壓不同)等問題，日本政府要求經濟產業省(METI)進行電力市場改革，經濟產業省於 2013 年 2 月提出「電力制度改革報告書」，並制定「電力系統改革政策」，並經內閣會議通過。針對核災衍生出之供電短缺、發電成本劇增、電源多元化必要性、及解決既有電力系統的缺失(電壓不同)等問題，確定三大改革目的，並分三階段進行推動，電力市場改革內容說明如下：

- 電力市場改革目的
  - 確保電力穩定供應
  - 盡最大可能平抑電價

- 擴大用戶選擇權範圍及業者商機。
- 改革三大支柱
- 擴大跨區域電力系統營運
- 零售與發電部門全面自由化
- 法律性切割輸配電部門以確保其獨立性
- 分三階段推動
- 第一階段：建立「跨區域協調的輸電操作機構(OCCTO)」，提升全國電力系統之運轉，負責整合區域的電力供給及需求計畫、電網系統；操作跨區的電力供給及電網系統；在電力短缺地區，向有餘力的電力公司下達輸電指示。
- 第二階段：零售市場與發電部門全面自由化。自 2016 年 4 月起，所有用戶(含住宅)可自由選擇供電者，不選擇供電者之家庭用戶，仍由原公用電業負責供電義務並維持電價管制。在 2016~2020 由零售市場開放至輸配分離的過渡期間，實施過渡性價格管制，綜合電業除了以市場為基礎的費率外，其低壓用戶(包括住宅用戶)費率仍受管制，新進業者的零售電價則不予管制。之後將每年進行市場檢討，若市場已進入競爭狀態，則零售電價管制可望於 2020 年後取消。輸配電業者仍須負責最後供電責任(last resort service of supply, LRSS)，對於離島地區，應以非離島地區之電價進行供電。取消批發市場之躉售管制，並啟動提高躉售電力交易所之電能交易數量。
- 第三階段：2018~2020 年期間，以法律分割方式分割輸配電部門，以確保其中立性。為確保所有市場參與者能公平使用電網，將輸配電部門予以分離。日本 10 大電力公司，於法律分離後，仍可以控股公司模式營運，允許其同時擁有發電與售電、及輸配等子公司之股權，必須將電力系統調度權必須移轉給 OCCTO，並公開各區域之電網使用資訊。輸配電事業仍繼續維持區域獨占，並以成本加成的訂價方式，保障輸配電之投資成本及營運成本之充分回收。

### **零售市場競爭**

在零售市場部分，原僅由綜合電業提供售電服務，零售市場開放後，特定規模電力事業(Power Producer and Supplier, PPS)、石油、瓦斯、鐵路、

電信公司、超市等相繼投入售電市場。其中瓦斯、石油、鋼鐵和售電公司為大用戶市場的主要參與者；其他產業的新進業者則在低壓用戶市場中有較大占比。售電業與用戶簽訂電力零售契約，與輸變電業間簽訂代輸合約，透過電力交易所購電或是與發電業簽訂供電契約，且必須加入電力廣域機關。截至今年 10 為止，領照的售電業共有 300 家以上(圖 8)。依據 CRIEPI 今年 7 月統計分析，當時的售電業中，有 241 家有實際售電行為，其他 175 家則僅領照而尚未售電。

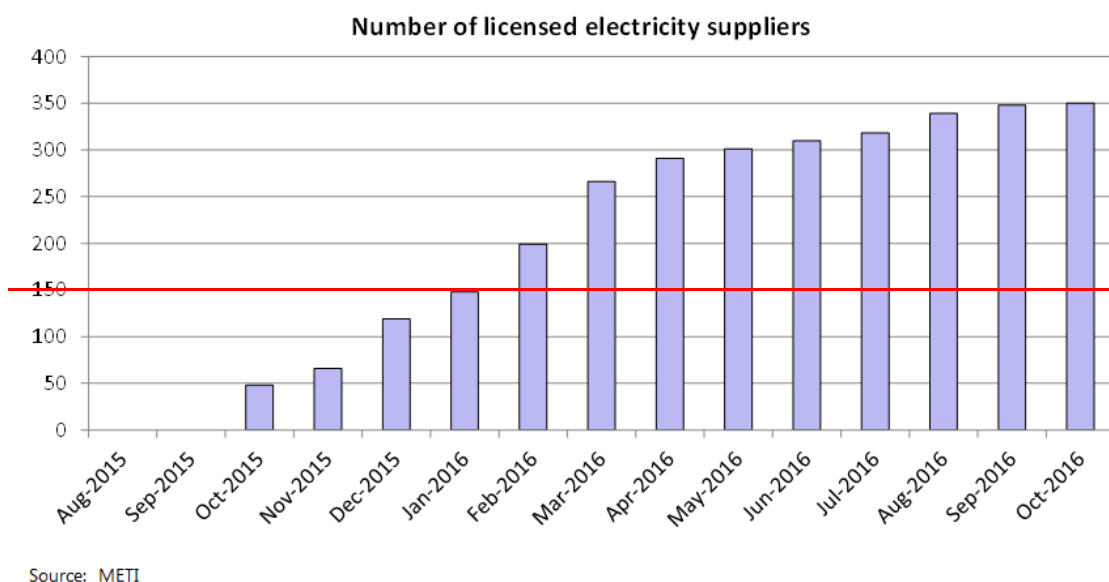
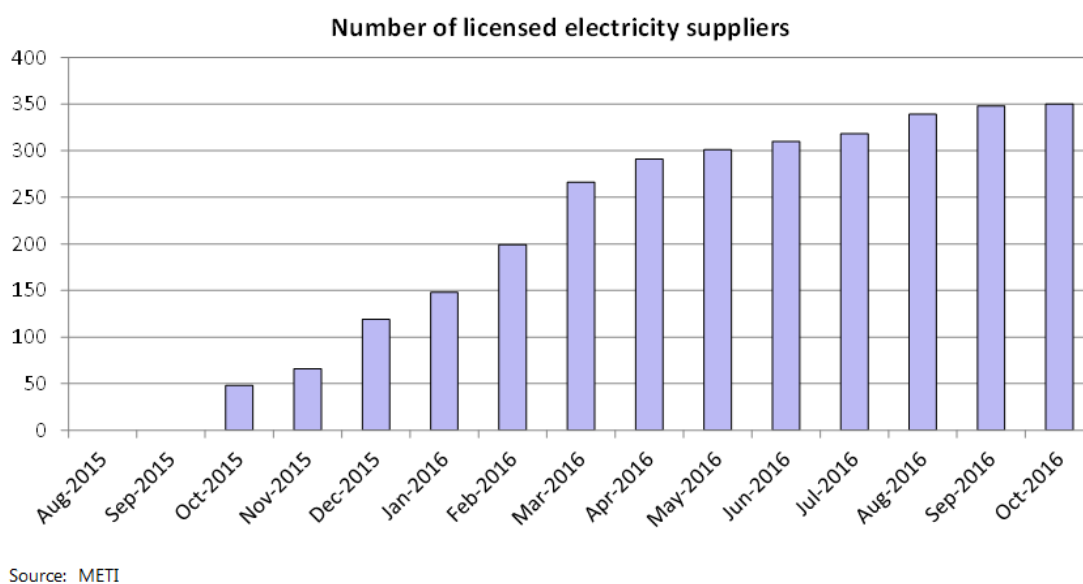
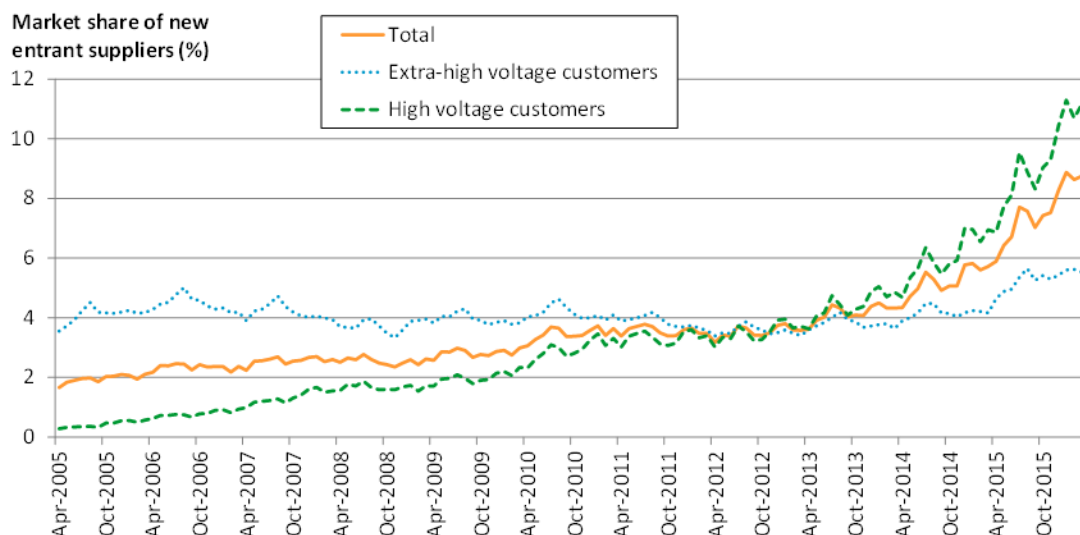


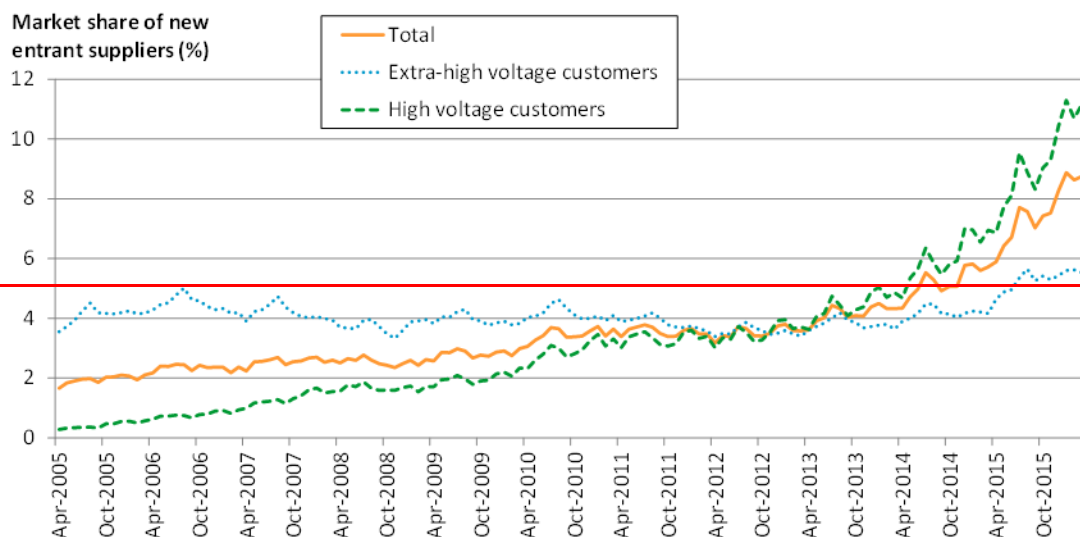
圖 8 日本售電業數量

日本電力市場改革後，電業環境開放，市場更加競爭，10 大公用電業將同時擴大營業區域的機會及面臨用戶流失的風險。新售電業者在特高壓與

高壓用戶市場中的占有率持續升高，至今年 3 月止，已經達到 9%(圖 9)。加入競爭之瓦斯及石油公司在參與電力零售市場時，其戰略首重易於爭取用電契約的大都市圈，在申請更換契約件數中，東京電力約占 19 萬件，關西電力約占 10 萬件，分別占總換件數 57%及 30%，兩家合計近 90%，顯示都市地區的競爭相較激烈。截至今年 10 月底，已有超過 200 萬戶(大於 3%)轉換了供電者。



Source: METI



Source: METI

圖 9 新進售電業者於特高壓及高壓用戶市場佔有率

## 售電部門競爭策略

### (1) 與異業結盟

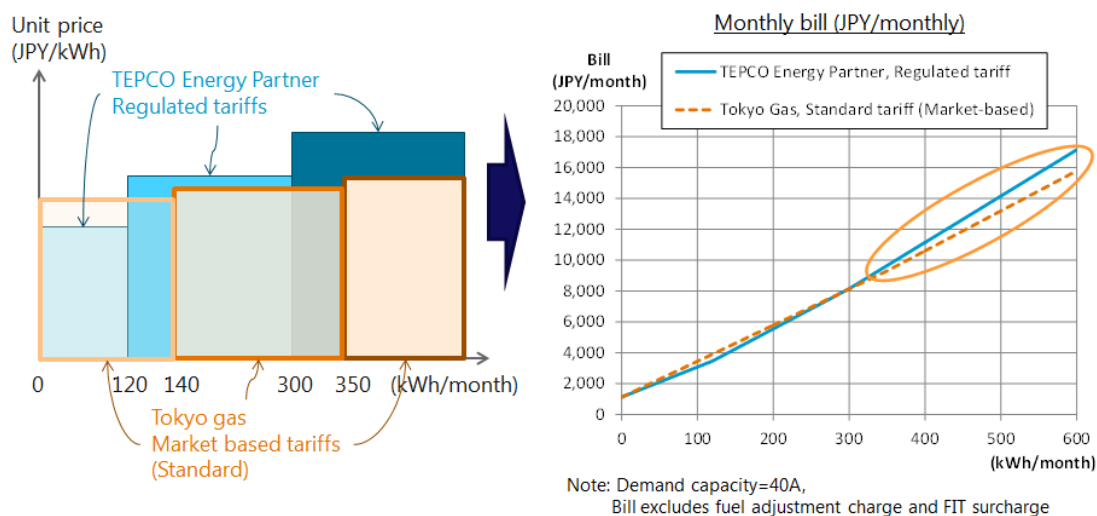
日本電力公司多採與異業結盟，藉由不同產品搭售(Bundling)效果擴大本身產品占有率及銷售區域。如東電與日本全球性人力資源、不動產、廣告

與出版網路集團 Recruit Group 研議結盟。Recruit 公司轄下之 Suumo 不動產仲介公司，掌管各式各樣之售、租屋物件資訊，每月有 1,400 萬人次上網搜尋。如果 Suumo 客戶在購、租屋時選擇東電為其電力零售商，Suumo 會提供降低用電成本資訊，東電會提供用電折扣。其次，東電將與電網業者結盟，自 NTT Docomo、KDDI 與 SoftBank 三家行動通訊業者中選定一家結盟，自 2016 年起提供套裝服務。如果用戶選擇與東電結盟之業者提供通訊服務，就可享有電費 10%折扣。經由與行動通訊業者結盟，可擴大其用戶數。東電並與大型網購業者合作，提供電費可累積折扣點數之優惠。在與異業結合下，東電跨出關東地區，進入全國性銷售網路。

另外，東電計畫與日本瓦斯公司及東海瓦斯公司合作銷售電力與瓦斯，日本瓦斯公司主要經營氣體供應、氣體設備與家庭設備銷售。東海瓦斯公司主要供應靜岡縣與大東京地區瓦斯，有 60 萬用戶。東電計畫與上述兩家公司自 2016 年 4 月起共同銷售氣、電，提供折扣。

## (2) 多樣化費率與折扣：

自有化後售電業提供了各式電價費率優惠以吸引用戶，如新合約、忠實用戶或長期合約折扣等等。許多新售電業提供用電較多的住宅用戶比公用電業受管制電價便宜的費率，以吸引用戶轉換，如圖 10。亦有售電公司提供特定用量以下單一費率，如 TEPCO Energy Partner 的 Premium 費率，不超過 400 度的部分，不論用電多少，一律收 9700 日元，超過則收取每度 29.04 日元，對於每月用量大於 400 度的住宅用戶較有吸引力，如圖 11。



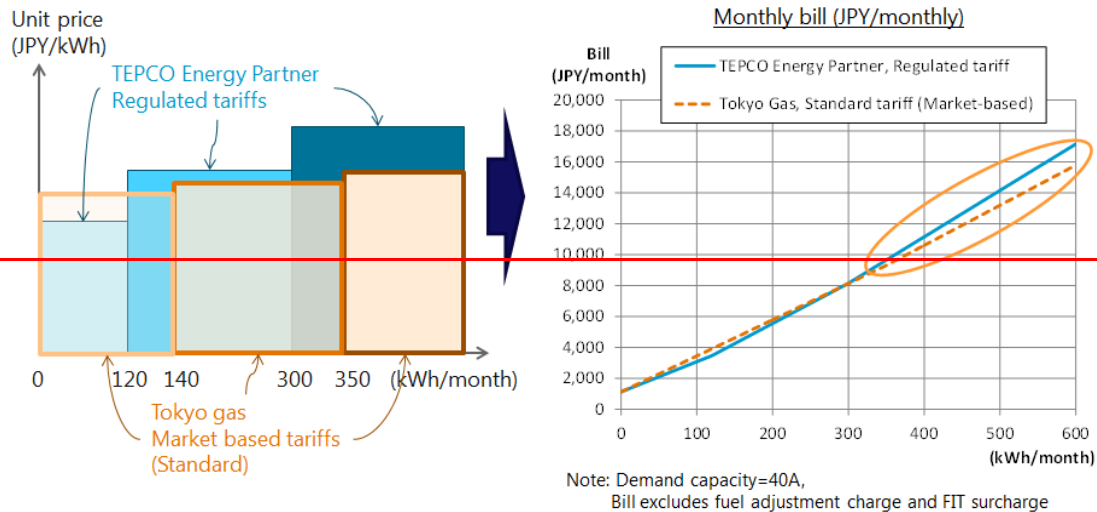
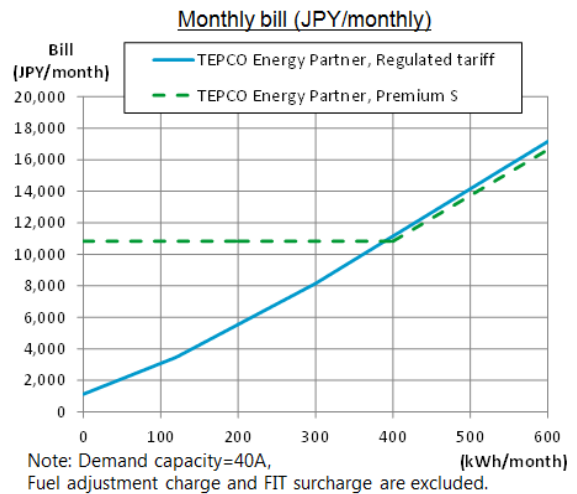


圖 10 以市場為基礎的費率範例-分級費率

e.g. TEPCO Energy Partner, "Premium" tariffs

Standing charge	Set based on demand capacity (A or kVA) in "Premium S" and "Premium L". Set based on demand capacity (kW), set based on an actual consumption history in "Premium Plan"
Flat rate (<=400kWh)	9700 JPY (independent consumption volume)
Unit rate	29.04 JPY/kWh



e.g. TEPCO Energy Partner, "Premium" tariffs

Standing charge	Set based on demand capacity (A or kVA) in "Premium S" and "Premium L". Set based on demand capacity (kW), set based on an actual consumption history in "Premium Plan"
Flat rate (<=400kWh)	9700 JPY (independent consumption volume)
Unit rate	29.04 JPY/kWh

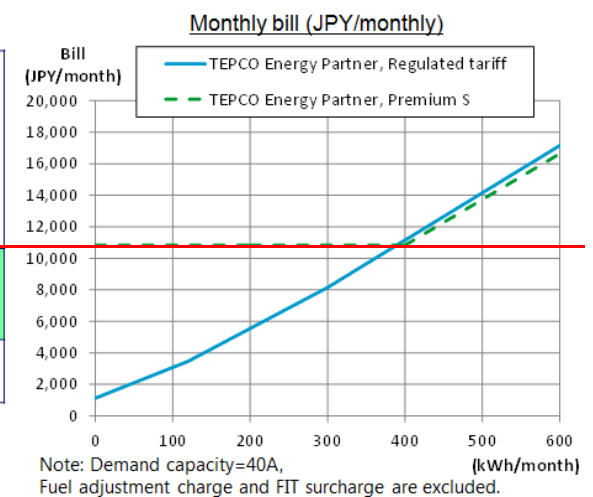


圖 11 以市場為基礎的費率範例-單一費率

(3) 強化客戶服務：

中部電力於 2014 年推出住宅用戶線上服務，後續將搭配智慧電表強化

服務功能。在配合裝置智慧電表下可提供更具彈性的服務合約，甚至可針對用戶生活型態，提供量身訂做的能源消費諮詢服務。中部電力於 2014 年推出 KatEne，提供用戶線上合約、資訊及諮詢服務，截至 2015 年 3 月，共有 31 萬用戶成為 KatEne 會員，未來並將以 KatEne 作為線上銷售營業所，惟擴大線上服務業務的同時，需確保資訊安全及降低網路安全威脅的風險。KDDI(電信公司)亦提供線上資訊服務，用戶可透過手機上網查詢歷史與當月用電量、電費、與其他同類用戶之用電量/電費比較，以及節能建議等資訊，如圖 12。

e.g. KDDI (Telecommunication company)

The screenshot shows the 'auでんき' app interface. On the left, there are two panels: 'Information of bill and consumption (history and prediction)' showing current and predicted electricity costs, and 'Alert message' showing a notification about a bill exceeding 10,000 yen. On the right, there are two panels: 'Comparison with similar customers' showing a bar chart of average electricity usage for weekdays and weekends, and 'Advice for energy conservation' showing tips and a search bar for energy-saving methods.

e.g. KDDI (Telecommunication company)

This screenshot is identical to the one above, showing the 'auでんき' app interface. A red horizontal line is drawn across the middle of the image, passing through the 'Comparison with similar customers' and 'Advice for energy conservation' panels, likely indicating a point of comparison or a specific feature being highlighted.

圖 12 KDDI 之線上資訊服務

## 2.我國電力市場重組與競爭(Competition in the Electricity Retail Sector)

### 自由化歷程

為因應經濟自由化與貿易全球化，提高國家競爭力，我國自 1995 年開始進行電業法修正，迄今已有 22 年之久，其間由政府部門送立法院審議之版本已六度進出。目前為因應全球氣候變遷及環保要求，新政府決定以再生能源、非核家園政策及提升電業經營效率前提下，分兩階段修法推動電業自由化，並於 105 年 10 月 20 日將上述電業法修正草案送立法院審議，預計於 106 年 1 月通過施行。

#### (1) 第一次修法

開放再生能源之發電與售電，可以躉售、轉供及直供方式售電予其他電業或用戶。同時，開放傳統發電業，但僅能售電予公用售電業(圖 13)。修法重點如下：

- 再生能源發電業可躉售、轉供與直供，最遲於修法施行日起 2.5 年內實施。  
(#45)
- 成立電業管制機關，下設電價費率審議會、電力可靠度審議會及電業爭議調處審議會。(#3)
- 開放傳統發電業與再生能源之發電業與售電業，但發電業僅能售電予公用售電業。(#45)
- 輸配電業以一家國營獨占經營，可兼營公用售電業；開放電力網通路，並得設立電力交易平台。(#11、#46)
- 台電公司可以法律分離模式轉型為控股母公司，下分為：發電公司與輸配售電公司。(#6)
- 售電業分綠能售電業與公用售電業：
- 綠能售電業僅能銷售綠能予用戶。(#47)
- 公用售電業為公用事業(#47)：負有供電義務，其電價受管制。每年應訂定鼓勵及協助用戶節約用電計畫。售電予用戶時，其銷售電能應符合電力排碳係數基準，並向電業管制機關申報。(#28)
- 再生能源發電業及售電業銷售電能時，應準備適當備用供電容量(#27)。



- 設置電價穩定基金，避免電價波動(#88)，及成立核能發電後端營運基金。( #89)
- 明定 114 年為非核家園目標，核能發電設備停止運轉年限。( #94)

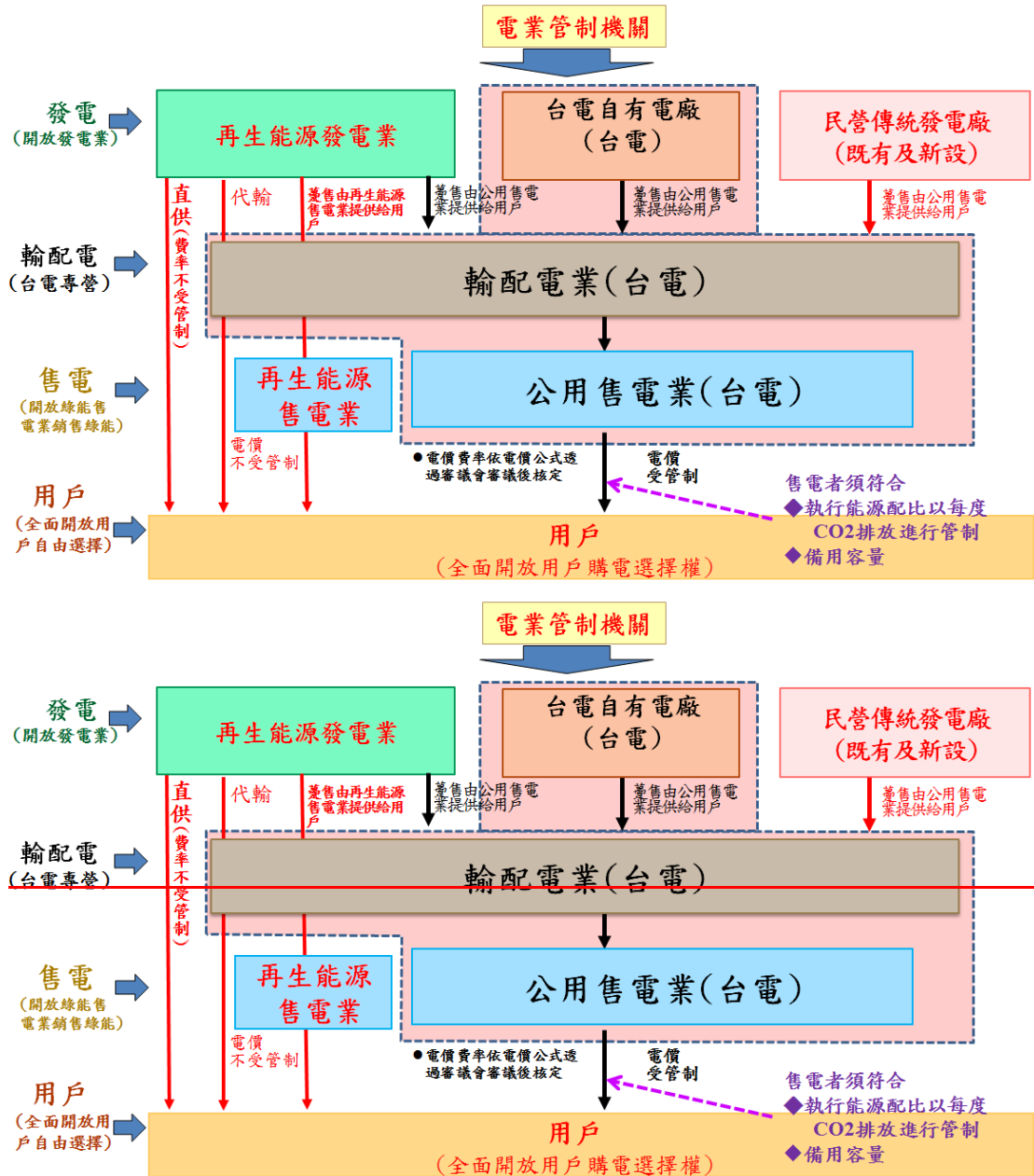


圖 13 第一次修法之電力市場架構

(2) 第二次修法

在再生能源之轉供與直供達再生能源總發電量比例時，開放傳統發電業與一般售電業，並允許傳統發電業可轉供與直供售電(圖 14)。預期修法重點將包括：

- 啟動修法時機：當再生能源直接售電(含直供與代輸)予用戶占再生能源總售電量達一定比例後進行第二次修法。
- 修法內容：開放新設傳統發電業允許代輸或直供予用戶，導入發電市場競爭，開放一般售電業。
- 公用售電業、一般售電業及進行代輸或直供之新設傳統發電業須執行能源配比（以每度 CO2 排放量進行管制）與備用容量。

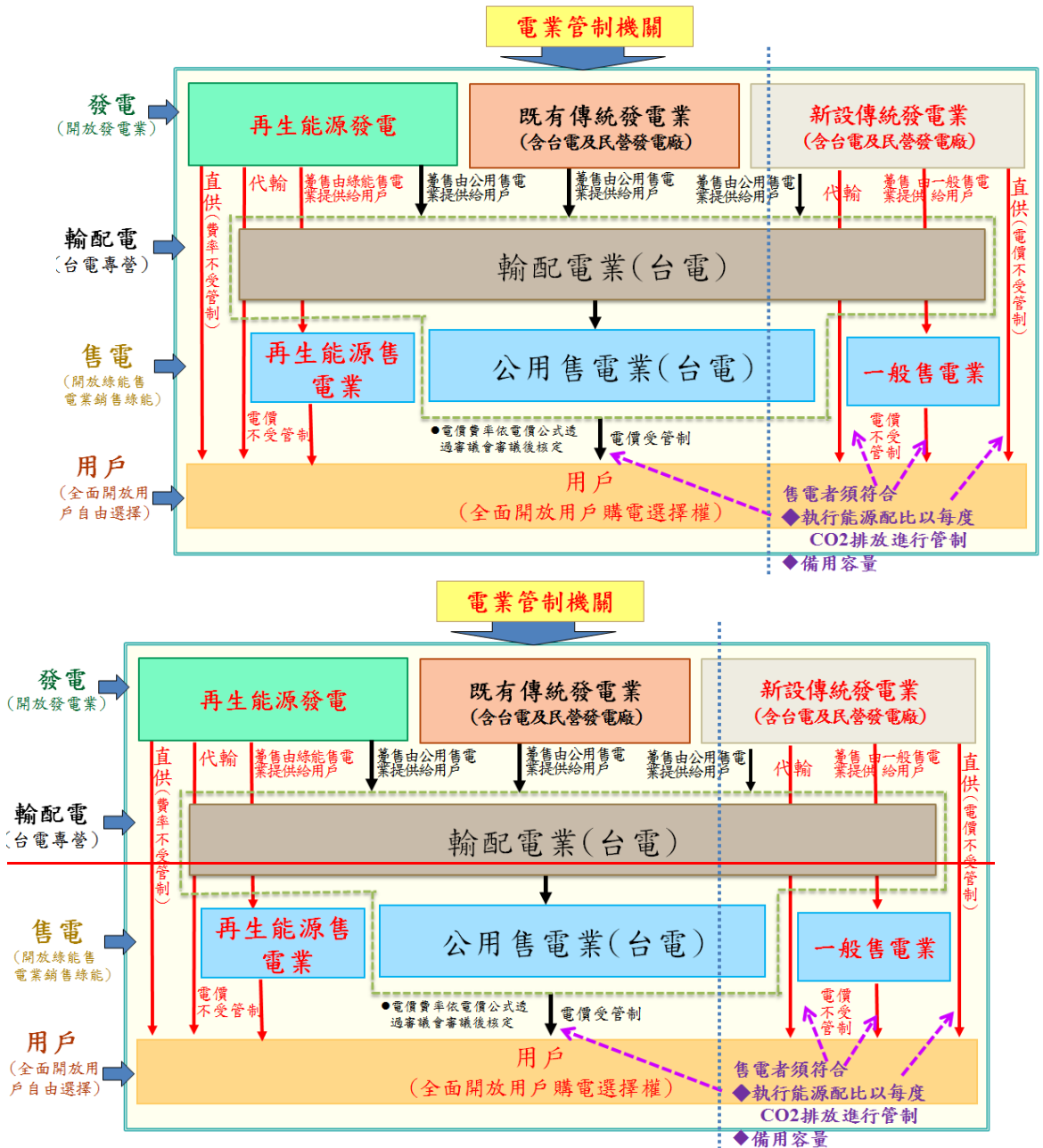


圖 14 第二次修法之電力市場架構

### 零售市場競爭

在自由化的市場中，將出現許多新的市場參與者。就零售部門而言，在第一次修法後將會出現兩種售店業者，一是公用售電業，另一種則是再生能源售電業；在第二次修法後，則會出現一般售電業。

依電業法修正案第 6 條規定，未來公用售電業由輸配電業兼營，並未與台電分離，身分仍屬公用事業，必須承擔供電義務，對於用戶供電申請，無正當理由不得拒絕。因電業法第 47 條明定售電業不得設置發電設備，故公用售電業必須向發電業(含傳統及再生能源)或自用發電設備簽訂購售電合約(PPA)，以取得足夠之電力，以供應所有未行使購電選擇權的用戶所需，其運作與交易模式與現在台電業務處的職掌相當類似。

為鼓勵綠能開發，電業法修正案在電力零售部門優先開放再生能源售電業(非公用事業)，但限制其電力來源只能來自再生能源發電業，以滿足想購買 100%純粹綠電用戶的需求。再生能源售電業屬非公用事業，無需承擔供電義務，其所售電力來自再生能源，排放係數原本就低，因此也不受限於排碳係數。

到了第二階段，新出現的市場參與者是一般售電業，它們可以銷售再生能源或其他任何燃料所發電力給任何用戶，且費率不受管制，故競爭可能相當激烈。三種售電業的比較可參見表 1。

表 1 各類售電業比較

	公用售電業	再生能源售電業	一般售電業 (2 次修法後)
數量	1	1 或多	多
所有權	國營	民營/公營	民營/公營
備用容量準備	○	○	○
燃料種類	火力/核能/ 再生能源	再生能源	火力/核能/ 再生能源
費率	受管制	不管制	不管制
供電義務	○	X	X

排碳係數標準限制	○	X	○
政策負擔(學校、路燈、弱勢團體...等優惠電價)	○	X	X

依電業法修正案第 6 條規定，未來公用售電業由輸配電業兼營，並未與台電分離，身分仍屬公用事業，必須承擔供電義務，對於用戶供電申請，無正當理由不得拒絕。因電業法第 47 條明定售電業不得設置發電設備，故公用售電業必須向發電業(含傳統及再生能源)或自用發電設備簽訂購售電合約(PPA)，以取得足夠之電力，以供應所有未行使購電選擇權的用戶所需，其運作與交易模式與現在台電業務處的職掌相當類似。

為鼓勵綠能開發，電業法修正案在電力零售部門優先開放再生能源售電業(非公用事業)，但限制其電力來源只能來自再生能源發電業，以滿足想購買 100%純粹綠電用戶的需求。再生能源售電業屬非公用事業，無需承擔供電義務，其所售電力來自再生能源，排放係數原本就低，因此也不受限於排碳係數。

到了第二階段，新出現的市場參與者是一般售電業，它們可以銷售再生能源或其他任何燃料所發電力給任何用戶，且費率不受管制，故競爭可能相當激烈。

第 2 次修法後，開放發電業可以躉售、轉供及直供方式售電，不再限於售予公用售電業，而公用售電業負有供電義務，必須與發電業簽訂購電合約，以履行其供電義務，因此，當第二次修法通過時，未來可能會遭遇到下列風險：

- (1) 當購電成本高於管制電價，如未能反映在電價時，勢必產生虧損。
- (2) 公用售電業不得擁有電廠與參與發電業經營，如遇電源不足時，無法購足所需電能，將難以履行供電義務。
- (3) 簽訂長短期購電合約，如無避險機制，將會因用戶流失而導致購電合約被套牢之風險。
- (4) 雙邊合約模式很難發現市場價格訊息，在發電市場之寡占特性與市場力影響下，如市場制度設計不周全，市場價格易為發電業所操縱。
- (5) 公用售電業如由輸配電業兼營，恐會有調度不公與電網使用之不透明之質

疑。

## 售電部門競爭策略

為因應上述威脅與挑戰，公用售電業必須思考在競爭不斷入侵市場情況下之售電策略，尤其必須在行銷策略方面進行改變：

### (1) 向下整合售電業與相關產業，建立共同行銷據點與產品組合

公用電業以本身擁有之顧客用電資訊及能源服務技術，與售電業建立共同行銷策略，可減少競爭對手之產生，另一方面，可與其他公用事業(如自來水與瓦斯產業)，建立統一抄表收費之系統，減輕人力與管理成本，並將利益回饋給用戶，以保有既有用戶之忠誠度，維持市占率。或與各類型公司建立策略聯盟，用戶同時選購兩家產品時，給予一定之折扣優待。

### (2) 瞭解顧客的需要

對公用電業而言，顧客滿意度應建立在下列基礎上：精確的計量、正確的電費單、可靠的電力的電服務。公用電業必須先瞭解誰是他們的顧客、他們的需求。例如，智慧電網技術可提供較精細的能源使用公用電業如能結合用戶用電資訊來規劃行銷策略，以瞭解市場區隔，提供給用戶較多之選擇，如：付費方式、動態式綠電與電動車之定價、與需求反應選擇。

### (3) 邀請顧客共同參與

智慧電網技術可讓用戶主動管理他們的能源使用，不管電價上漲如何，他們皆盡力使電費單維持至最低，但公用電業必須改善其溝通方式並教育他們如何調整其用電行為以獲益，如果顧客之用電行為不改變，裝置智慧表與採取需量反應(DR)定價獎勵措施所能獲得效益皆屬有限。

### (4) 採用最佳技術

未來 5 至 10 年，公用電業將投資在廣範圍之電力技術減少成本，以因應大眾、付電費之用戶與管制機關之期望，為維持市場競爭力，公用電業應仔細評估下列機會：

- 採用資訊通信技術(ICT)。
- 建立智慧電網，引進電腦科技、自動化控制與通訊技術。
- 達成再生能源增加造成系統衝擊之因應能力與系統可靠度。
- 教導大眾使用電動車，減少燃油使用以減碳目標。

- 朝智慧電網、智慧電表之裝設，推動微型電網與智慧能源管理系統等規劃。

#### (5) 針對顧客需求調整行銷策略

未來公用電業應深切瞭解用戶需求，配合其需求規劃企業策略願景、調整組織結構與治理架構、資源規劃及企業購併策略、營運、工程管理與顧客服務，建立策略地圖。

#### (6) 建立完整之顧客溝通策略

為整合新溝通技術與用戶服務，公用電業應更新現有之用戶溝通作業程序與系統，目前這些解決方案就是以雲端為基礎之資訊技術，運用雲端系統提供多重用戶溝通管道，與用戶互動方式可使公用電業更好管理顧客之需求，提供更及時、更快與周全服務，例如公用電業之網站、電子郵件、電話與智慧手機。

### Q&A

Q:日本售電業市場開放以來，除了壓低電價之外，售電業最有效益的競爭工具為何?

A:應該是多樣化的行銷方式，擴大與用戶的接觸面，讓用戶認知到已有新的售電公司進入市場，並協助用戶了解其需求，提供各式創新的電力產品，進而鼓勵用戶選擇自己公司作為供電者。

Q:未來台電是否可能經營一般售電業(非公用售電業)?

A:理論上，售電是可競部門，應該開放自由競爭；但台灣電業法修正案的設計並未將售電業與獨佔性質的輸配電業分離，為避免台電售電部門運用網路優勢行使市場力，造成不公平競爭，故將台電售電部門定位為公用售電業，由電業管制機關持續加以管制。未來若台電售電業與輸配電部門分割之後，才有可能經營一般售電業。

Q:日本明年將開放天然氣事業的零售競爭，請問台電有沒有規劃與天然氣事業進行策略聯盟(如日本電力公司作法)或是兼營供氣業?

A:目前台灣並未規劃天然氣產業的自由化，台電也沒有兼營供氣業的打算，但我們一直積極爭取自行進口天然氣以降低燃料採購成本並提高自主性。至於與瓦斯公司策略聯盟將視未來管制機關是否准許再做規劃。

Q:再生能源售電業只能購買綠色電力來供電，成本較高，如何與公用售電業競爭?

A:純粹綠電的確很難和傳統發電競爭，可能只有環保人士/企業願意購買，因此政府一定會提供其他誘因機制，例如維持原來的饋電優惠電價制度(FIT scheme)，並設法解決間歇性出力問題，再生能源售電業才能生存。

Q:住宅用戶沒有智慧電表如何加入需量反應?

A:目前減少用電措施及需量競價只有高壓和特高壓用戶能夠參與。今年十月推出的表燈用戶時間電價則是針對住商用戶，凡是選擇時間電價的用戶，都必須換裝數位電子式電表或是智慧電表，以便紀錄不同時段的用電量。

### (三) Demand Response

#### 1. 日本電力系統改革簡介

日本由 1995 年後至今為電力自由化階段，自由化方式乃採逐步檢討改革開放，自由化之電力系統改革政策基本上約包含(1)確保電力穩定供應、(2)盡最大可能抑低電價及(3)擴大用戶電選擇權、創造商機等三大目的。

為達到上述目標，日本電業相關單位建立了下列三大改革支柱，日本電力系統改革階段圖如圖 15 所示。

- (1) 於 2015 年 4 月成立「電力廣域的運營推進機關」(Organization for Cross-regional Coordination of Transmission Operators, OCCTO)、擴大廣域系統運用，其主要功能為：(1)彙編與檢討各電業電力供需計畫與電網計畫，並可命令各電業更改計畫，例如互聯線之興建；(2)當系統供電緊急時，可命令各電業強制發電出力與電力融通。
- (2) 完全開放電力零售競爭：日本電業法已於 2014 年生效，電力零售完全自由競爭架構計畫並已於 2016 年 4 月全面強制施行，電力零售完全自由後仍維持 10 大電力公司管制電價至 2020 年輸配電業分離之後。
- (3) 輸配電系統法定分離、確保中立性：有關輸、配電業中立性之進一步確保(法定分離)、及零售電價完全自由化，將在 2020 年 4 月實施。十大電力公司的輸配電部門將法定分離，可採用控股公司形式或附屬公司型態。發電公司或售電公司允許擁有輸配電公



司為子公司。

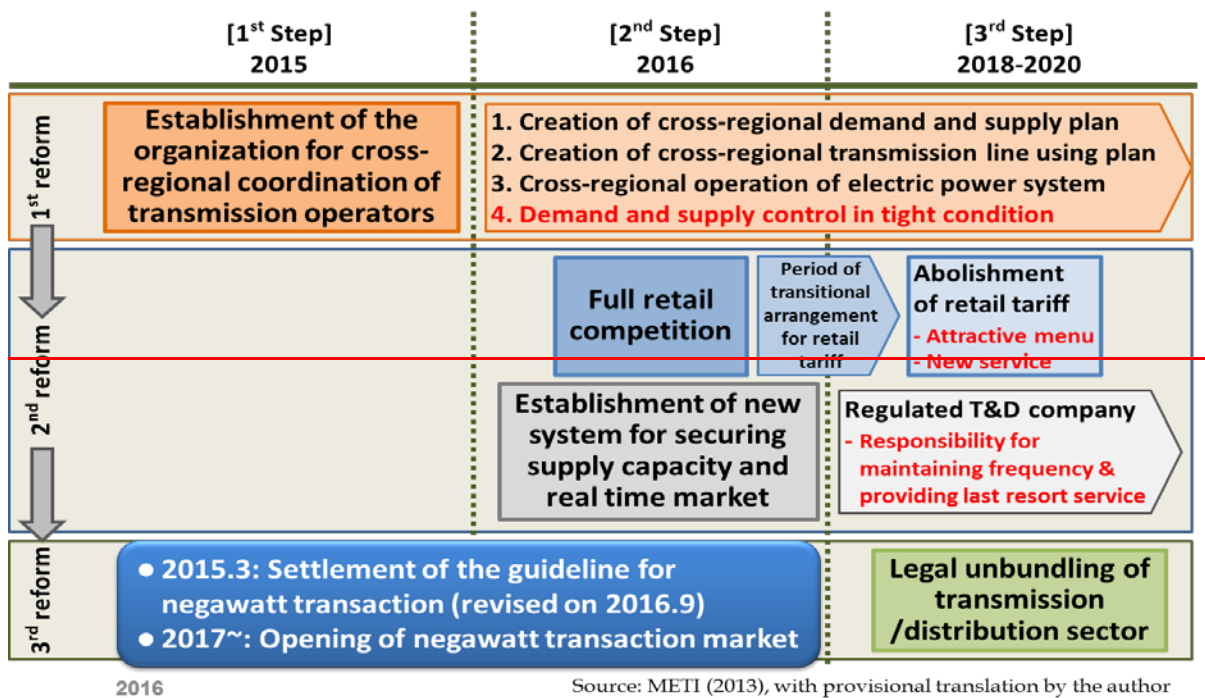
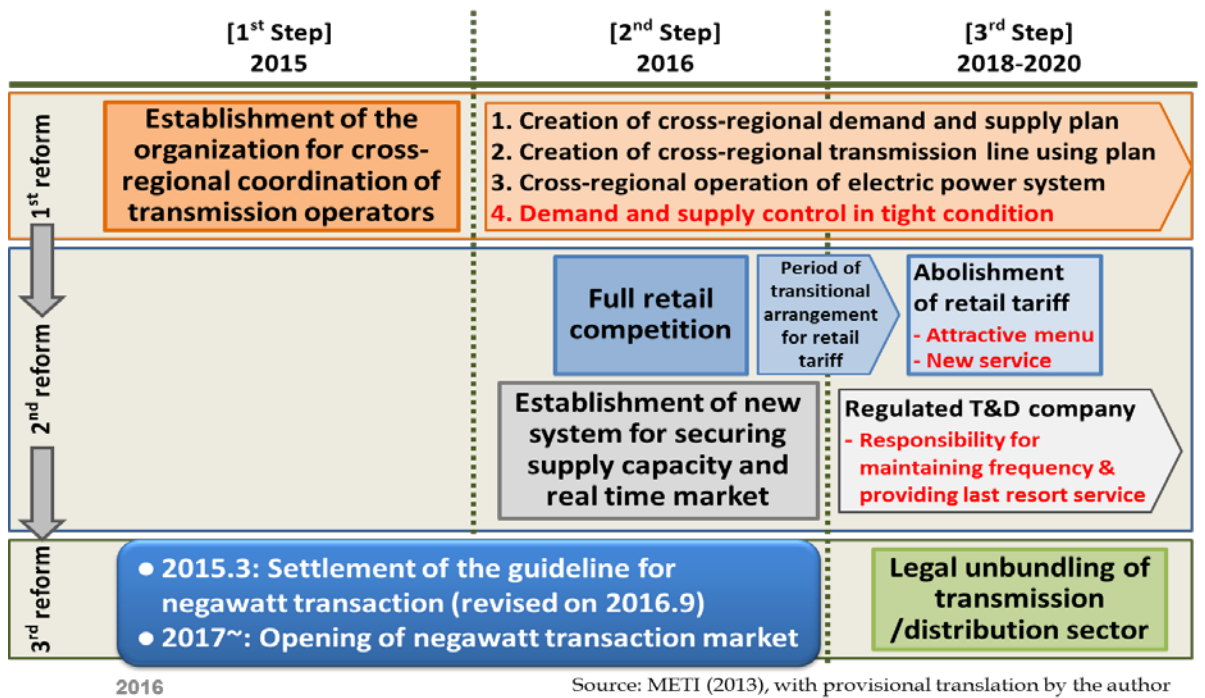


圖 15 日本電力市場改革階段圖

Source: METI (2013), with provisional translation by the author

## 2. 需量反應方案實施現況及內容

### (1) 需量反應方案實施現況

日本因為 2011 年 311 東日本大地震發生東京電力公司福島核



災時，引發東京與東北電力公司大停電事導致停止大多核電廠運轉，造成電力供給不足，為降低電力缺口，該國積極進行各種需量反應(Demand Response, DR)措施之試驗，期藉由需量反應措施之規劃，以降低尖峰用電需求，減緩缺電危機。這幾年來，日本需量反應方案的執行持續增加乃因 a.核能電廠再啟動的不確定性、b.日本對於政府的「再生能源固定價格收購制度」(Feed-in Tariff)的快速推廣以及 c.針對未來電力市場自由化後需要更多的輔助服務以增進系統的穩定度。

自從 2011 年地震後，日本隨即進行各種需量反應方案的試驗計畫，這些需量反應方案可分為國家型計畫及各電力公司自行實施之計畫，需量反應方案試驗期間為自 2011 至 2016 之間，5 年期間則已經完成了各種方案的探討。

需量反應基本上乃指用戶端依照電價、金融誘因或者公共事業單位(如電力公司、獨立系統操作員)指令等因素降低電力需求(即回售負載給電力系統)以達到穩定的電力供給及避免出現過高的電力價格的機制。根據美國聯邦能源管制委員會(Federal Energy Regulatory Commission, FERC)2012 年報告中針對需量反應方案進行定義及分類，其分類可分誘因基礎(Incentive-Based)需量反應方案及價格基礎(Price-Based) 需量反應方案等兩大類：

**a. 價格基礎(Price-Based)：**

電業相關公司根據不同時段之供電成本，訂定各類隨時間變動之費率差異，如此用戶可根據電業相關公司所公佈之不同時段費率，決定是否在某些特定時段減少用電以避免支付較高之電價。以價格為基礎的需量反應則有緊急尖峰電價(Critical Peak Pricing, CPP)、尖峰回饋電價(Peak Time Rebate, PTR)、時間電價(Time-of-Use Pricing, TOU)、即時電價(Real-Time Pricing, RTP)。

**b. 誘因基礎 ( Incentive-Based )：**

用戶根據與電業事先約定之生效條件，如電力系統高載期間或電力供應調度需要時，配合降載以獲得電費扣減或補償。誘因基礎需量反應方案包含：需量競標/買回方案(Demand Bidding and Buyback)如美國加

州太平洋天然氣及電器公司(Pacific Gas and Electric Company, PG&E)及美國南加州愛迪生電力(Southern California Edison, SCE)的需量競價方案(Demand Bidding Program)、直接負載控制方案(Direct Load Control) 例如美國 PG&E 公司的智慧空調方案(SmartAC program)及 SCE 的 Summer Discount Plan、緊急需量反應方案(Emergency Demand Response Programs)、可停電力/可限負載方案(Interruptible Load) 如 SCE 之計劃性負載減少計畫(Scheduled Load Reduction Program, SLRP)、容量市場方案(Load as Capacity Resource) 如 PJM 的容量市場方案、熱機備轉容量(Spinning Reserve)及冷機備轉容量(Non-Spinning Reserve)如加州 California ISO 等。

目前日本電業有關需量反應措施基本上也是依此分類分為 2 類。(1)在價格基礎方面，各電力公司皆有依不同種類用戶為對象的時間電價措施(TOU)，尖峰時間折扣(PTR)及緊急尖峰電價(CPP);(2)在誘因基礎方面，目前大致可分為負電力交易(Negawatts Trading)方案、計劃調整契約及隨時調整契約，其中計劃調整契約及隨時調整契約，與我國之減少用電措施中的計劃性及臨時性減少用電措施類似，而負電力方案則與國外需量競標方案類似。

## **(2) 需量反應方案實施內容**

日本實施需量反應方案之基本系統架構示意圖如圖 16 示，基本上可分為系統操作員(System Operator)、用戶群代表(Aggregator)及用戶端(End-user)等三部分。系統操作員主要為電力公司，其主要工作即預測需量需求量；用戶群代表則聚集許多用戶的需量形成較大的需量並與電力公司簽約；用戶端乃指各行業別的用戶，當系統需要抑低尖峰負載時，用戶端可經由自動需量反應(Auto DR)或手動需量反應(Manual DR)控制方式進行設備負載的控制以達到所需的需量。

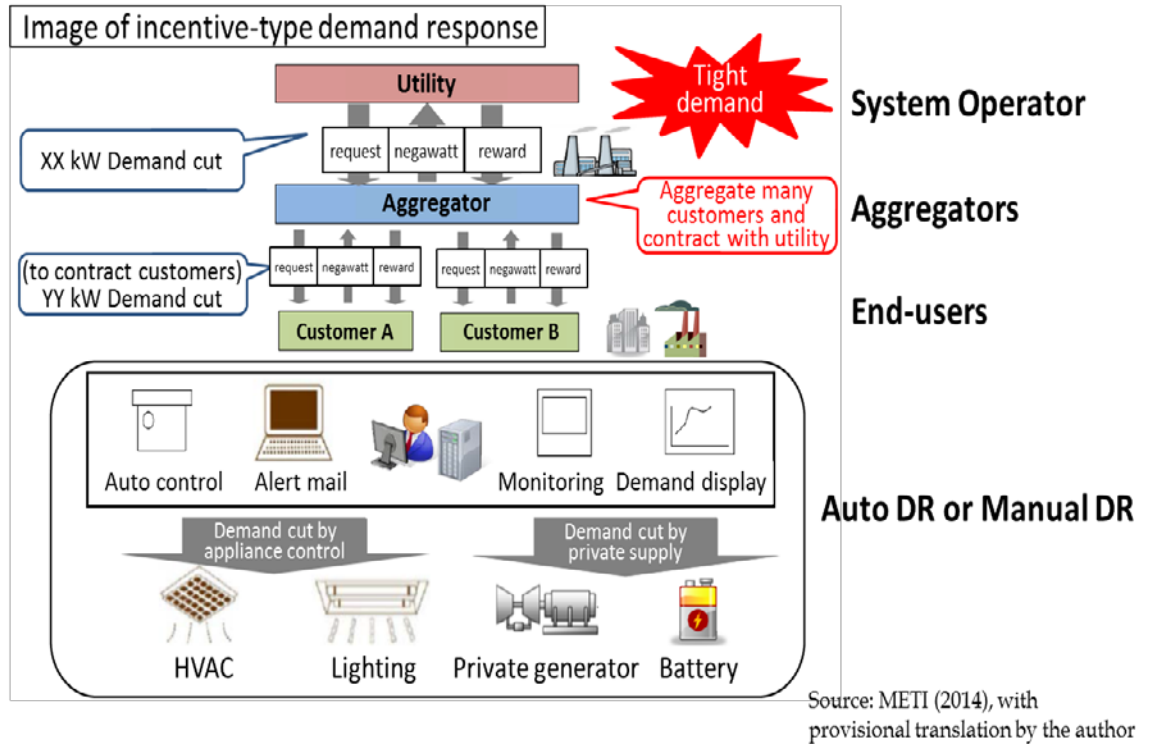


圖 16 日本需量反應系統架構圖示意圖

未來需量反應方案中用戶群代表擔任電力公司與用戶間的橋梁，對電力公司而言用戶群代表可提供穩定的可抑低容量有助於系統穩定性；對用戶而言，用戶群代表除可協助用戶進行能源管理外尚可提供其他額外服務。由此可知，用戶群代表在未來之需量反應方案中會扮演著相當重要的角色。以下簡述各類需量反應方案內容：

**a. 價格基礎型 DR 方案：**

在價格基礎 DR 方案上，目前日本政府及各電力公司在需求端均進行需量反應方案之實驗，欲藉此項實驗，分析抑低夏季與冬季用電尖峰時段電力需求之成效，緩解電力供需吃緊問題。另外，由日本經濟產業省主導，在日本全國四個地區(橫濱市、豐田市、關西文化學術研究都市【京都府】、北九州市)進行「新一代能源及社會體系實證」，以打造日本智慧電網及智能城市的未來型態為首要目標。

如北九州市自從 2012 年 4 月開始，當預測系統有可能出現電力供需吃緊問題時，便啟動已建立之區域能源管理系統 (CEMS)，此系統主要是針對家庭用戶傳送不同電價訊息及分析用戶對於電價變動所採取的反應進行實驗。此次試驗計劃乃以北九州市地區內的 200 戶家庭和 700 個事務所為實驗對象，執行方式乃全面採取分時電價(TOU)，之後根據氣溫變化等，採用五級電價分級，如表 2 所示。此五級電價分級是根據第二天的電力預測，以 30 分鐘為單位，傳送相關資訊至用戶端，主要設定原則為在需求較大的時段設定較高的電費，如此鼓勵用戶採取節電措施。

表 2 五級電價分級表

五級電價	第一級	第二級	第三級	第四級	第五級
電價級別	早晨和傍晚 10日圓/kWh	20~50 日圓/kWh	50~80 日圓/kWh	80~100 日圓/kWh	100~150 日圓/kWh
	白天 15日圓/kWh				
	夜間 6日圓/kWh				

資料來源：Japan Smart City

另外，橫濱市之試驗計劃為進行「尖峰時間折扣 ( PTR )」實驗，實驗對象為該市 4000 戶居民，實驗用戶種類包含住宅、辦公大樓、商業店家等，執行方式為尖峰時段實施折扣方案以鼓勵用戶節約能源。

#### b. 誘因基礎型 DR 方案：

誘因基礎型 DR 方案大致可分為計劃調整契約、負電力方案及隨時調整契約。其中負電力交易(Negawatts trading )係在需求可能超過供給的情況下，事前請求企業用戶盡可能地減少用電量，並將其減少之用電量買回之作法。

日本於 2012 至 2015 執行許多負電力交易方案試驗計畫，成效不錯，以下將說明 2015 至 2016 於以東京、中部及關西電力等公司為範圍所舉行之負電力需量反應試驗計畫：

- (a) 用戶參加條件：契約容量 500k 以上用戶。
- (b) 參加用戶行業別：工業及商業用戶  
 工業用戶包含鋼鐵，化學製品、紙業...等。  
 商業用戶包含商業大樓、學校、醫院及旅館...等
- (c) 可受控設備：空調、產品製程、私人發電機，照明，蓄電池除能系統...等
- (d) 通知時間：可分為 10 分鐘前、1 小時前及前 1 日通知等三種方案。

其相關資訊如表 3 所示

表 3 以東京、中部及關西電為主之負電力交易需量反應方案內容

項目	10分鐘	1小時	1日
試驗目的	● 提供DR以避免臨時突發事件導致之系統安全問題	● 提供DR以恢復因突發事件導致之容量缺口	● 提供DR以解決隔日預測之容量缺口
容量回饋	● 日幣6,500/kW/year；相當於台幣2,042/kW/year	● 日幣5,000/kW/year；相當於台幣1,571/kW/year	無
能量回饋	● 日幣20/kWh；相當於台幣6.3/kWh	● 日幣20/kWh；相當於台幣6.3/kWh	● 日幣30/kWh；相當於台幣9.4/kWh
需量時段	● 夏季13:00-17:00，最多連續4小時 ● 秋季/冬季09:00-11:00、17:00-19:00，最多連續2小時	● 夏季/秋季13:00-17:00，最多4小時 ● 秋季/冬季09:00-11:00、17:00-19:00，最多2小時	● 夏季/秋季13:00-17:00，最多4小時 ● 秋季/冬季09:00-11:00、17:00-19:00，最多2小時
通知時間	10分鐘前	1小時前	1日前
懲罰	● 執行率小於90%時	● 執行率小於90%時	無

此次參加赴電力試驗計劃之用戶群代表家數計有東京電力

18 家、中部電力 5 家，關西電力 12 家共計 35 家；參與用戶數分別為東京電力 1114 戶，中部電力為 500 戶，關西電力為 576 戶，詳細資料如表 4 所示。

表 4 參加負電力交易試驗計劃之用戶數

	10分鐘	1小時	1天	小計
東京電力 (Tokyo)	42	989	83	1114
中部電力 (Chubu)	9	491	0	500
關西電力 (Kansi)	18	532	26	576

資料來源：日本產經省(METI 2016)

參與此次計畫之受控設備主要為空調系統，私人發電機及產品製程之修正等，各受控設備降載比例如圖 17 所示，以發電機降載比例最高，前 10 分鐘通知方案降低比例 42%；前 1 小時通知方案為 29%，前 1 天通知方案為 68%。

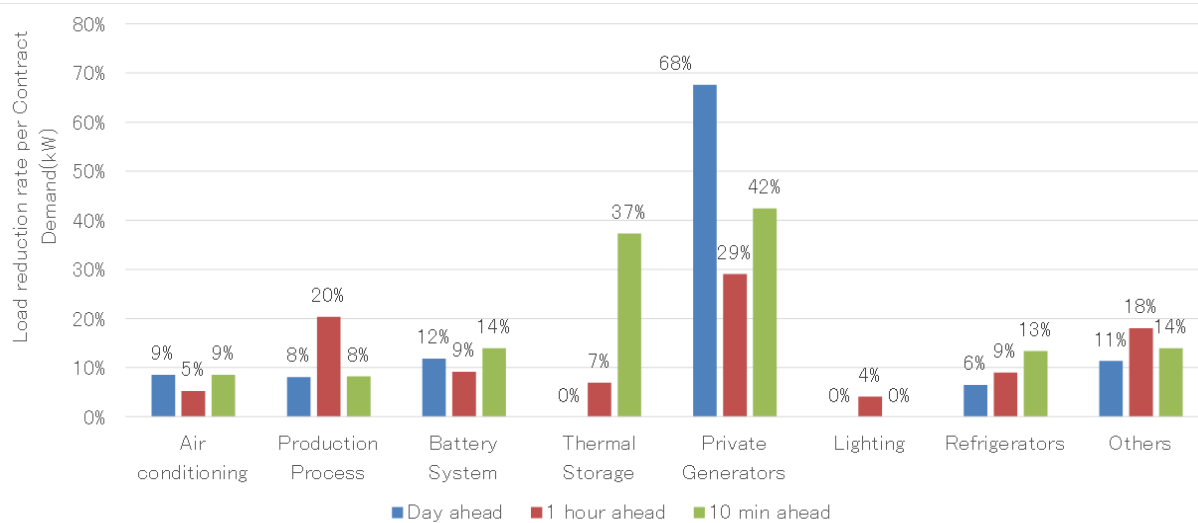


圖 17 參與負電力試驗計畫各受控設備降載比例統計圖

另外根據日本政府初步統計，夏季期間參與全國性 DR 方案用戶之空調系統與私人發電機之可控制容量共計 13.89GW 約佔國家系統尖峰負載之 9.1%，如圖 18 所示。

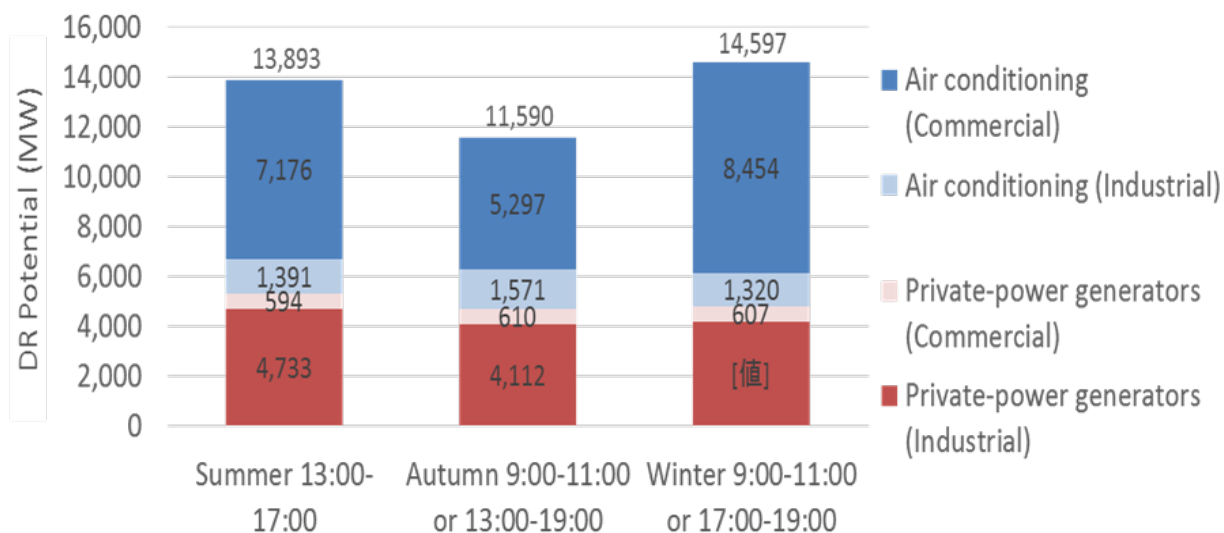


圖 18 空調系統與私人發電機參與 DR 方案可控制量初估統計表

Source: METI (2016)

### 3. 小結

- (1) 日本自從 2011 年地震後隨即進行各種需量反應方案的試驗計畫，這些需量反應方案可分為國家型計畫及各電力公司自行實施之計畫，需量反應方案試驗期間為自 2011 至 2016 之間，5 年期間則已經完成了各種方案的探討，未來將整合這些 DR 案於虛擬電廠(Virtual Power Plant ,VPP)進行相關試驗計畫。
- (2) 日本政府正努力推行負電力交易需量反應方案以降低尖峰負載增加供電穩定度。
- (3) 根據預估，若採取快速需量反應方案可降低日本 9%的尖峰負載量。
- (4) 另外，面對未來間歇性再生能源併入系統的時候，日本研究單位正嘗試利用商業行業之空調系統取代蓄電池進行系統頻率調整的可能性。

### (四) Smart Grid

CRIEPI 於智慧電網之報告主題為「An Application of IEC 61850 to Distribution Automation Systems in Japan」，報告人為 Dr. Tetsuo Otani。其議題主要針對 IEC 61850 標準，應用於現行之配電自動化系統有何困難。

首先，他先簡單講述了 IEC 61850 這套標準，不僅可以應用在變電所端，也可有效地應用於配電系統，使各系統間互通性更加提升。他簡介了目前日本現行的配電自動化系統，包含調度中心(Load Dispatching Center)、遠端通訊裝置(RTU)、分段開關(Sectionalizer)、電壓調整裝置(SVR/TVR)、資料中心(DB)以及相關之管理系統(DMS、Outage Information System)等。而配電自動化系統之核心為其核心，如圖 19 之紅圈處，其系統之功能如下：。

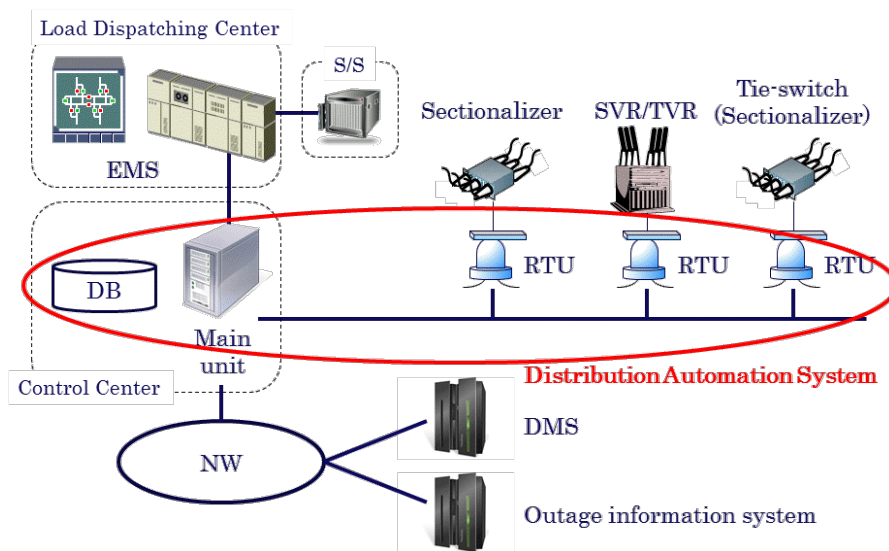
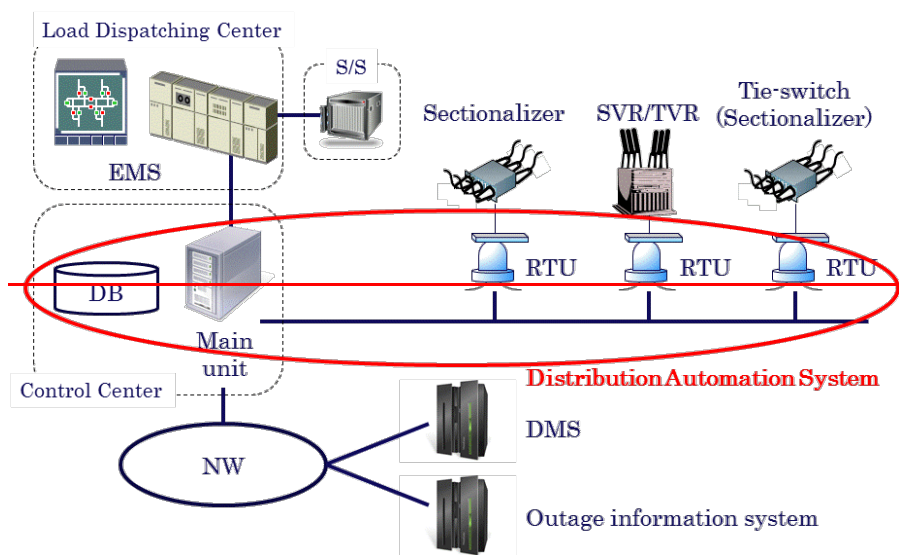


圖 19 配電自動化系統



### 1. FLISR (Fault Location, Isolation, and Service Restoration)

FLISR 為縮寫，功能逐項為故障點定位、隔離並復電。當饋線出現故障時，饋線上之分段開關均會跳脫，接著開始試送電之程序。由最接近變電所之分段開關最先投入，若投入之區間未遇到故障點，則接著逐步投入更下游



之分段開關，並確認是否送電至故障點。若復電過程中遇到故障區間，則將饋線上之分段開關再次跳脫，並閉鎖最鄰近故障點之分段開關。最後，再把饋線上之分段開關逐步投入，然不投入已閉鎖之分段開關。由於故障點可能位於饋線之中段，原送電之變電所會因為分段開關閉鎖，而無法對故障點下由之用戶供電，則需由另一變電所轉供，以減小停電範圍。

## 2. Switching Procedure

此功能為轉供，當線路上需要維修或是定期保養時，將饋線由原本之變電所轉由另一所供電。為避免轉供過程中造成大量用戶停電，可利用多組分段開關策略性之切換，將停電範圍降到最小。

## 3. Voltage Control

此功能可條饋線之電壓狀態，使其符合相關規範之標準。當線路上某點電壓過高或過低時，可動作鄰近之電壓調整裝置，調整電狀態。

介紹完配電自動化系統之功能後，Dr. Tetsuo Otani 就針對這些功能，檢討現行之 IEC 61850 相關規範，是否足以應付所有之系統需求。他提到雖然 IEC 61850 相關規範無法滿足配電自動化系統使用上之需求，但也相差不遠。尤其 IEC 61850 還在持續的增訂、修改中，在不久的將來，將可以應用於配電自動化系統中。由於本公司也正在推行 IEC 61850，但目前仍在變電所端汰換與整合，故楊副所長也簡單介紹台灣目前的發展狀況，與 CRIEPI 交換心得。

TPRI 之報告主題為「Micro Grid System Establishment for Environment Caring and Disaster Prevention」，主要提及台灣電力公司近期，於烏來福山部落之微電網建置。

烏來福山部落離市區較遠，距最接近之變電所約 18 km。去年之颱風重創台灣，福山地區因配電線路故障導致停電，又因交通阻攔，近三週後該地區才完成復電。為此，期建置一微電網於該區域，主要目的為加強該地區之電力可靠度，若相同的事件再次發生，可提供一定程度之用電，減少居民的不便。另外，藉由再生能源的使用，當日照充足時，可產出潔淨之能源供福山國小使用，降低電力傳輸之損耗。圖 20 為微電網場域示意圖。

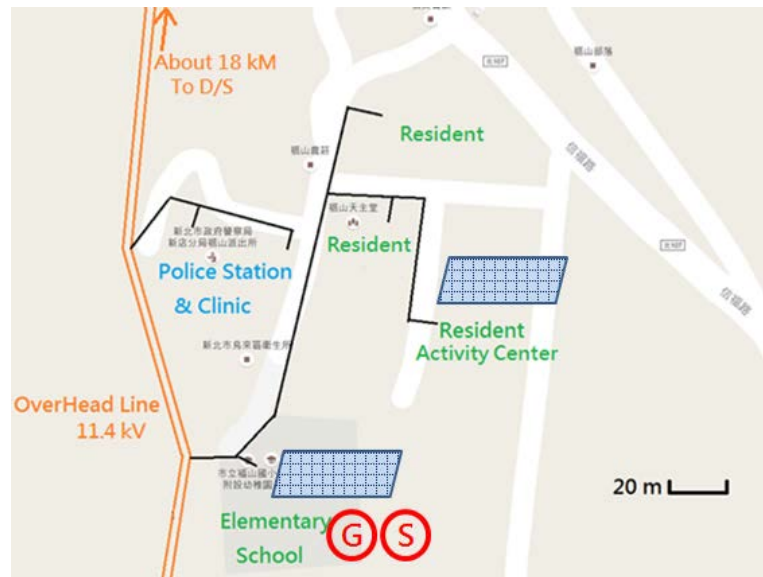


圖 20 微電網場域示意圖

此微電網系統包含太陽能發電模組、柴油發電機、儲能系統、能源管理系統及遠端管理系統，運轉模式分以下三種：

### 1. 正常模式

當運轉於此模式下，微電網系統保持與電網連接，當電網出現問題無法供電時，才轉為孤島模式。由於 PV 發電較不穩定會隨天候狀況變化，柴油機發電時會有些微噪音，若外電出現狀況切換至孤島模式時，由儲能系統提供穩定之電力為最佳之選項，故此，儲能系統須保持充滿之狀態。為使儲能系統保持充滿之狀態，並避免由市電充電導致國小電費之上升，由 PV 發電直接對儲能系統充電。當儲能系統已充滿時，PV 發電則可輸出供給鄰近負載。當 PV 發電提供負載時，儲能系統也可扮演平滑輸出之腳色。而柴油機在此運轉模式時，只做例行性的啟動，以維持機組之效能。

### 2. 孤島模式

運轉於此模式時，市電端已無提供電力之能力，福山地區之負載均需由此微電網系統提供。為了使系統盡可能長時間的運轉，將視情況切斷普通用戶之用電，將電力集中供應較緊急之負載，如里民活動中心及國小。此時，PV 發電還是以充飽儲能系統為第一要務，並提供負載用電。儲能系統則是在 PV 發電不足時，提供負載用電。而柴油機則視儲能系統之殘餘能量，必要時

起機以滿足系統負載需求。

### 3. 緊急模式

當運轉於此模式時，表示微電網之關鍵設備，電力轉換器異常，導致微電網直流電端，包含 PV 模組以及除能設備，無法將電力轉為交流電提供用戶使用。此時，只能依靠柴油發電機運轉，提供居民用電需求。

藉由此微電網系統，不僅可提供該地區用戶緊急狀況之用電，也可當作研究之依據，評估一小系統中，再生能源、儲能以及傳統發電機組之佔比。對於未來不論是建置類似的系統，或是評估離島小系統之再生能源裝置滲透率，都極具參考價值。

## (五) Clean Coal Generation

就廣義的淨煤發電技術而言，應包括 (1). 捕捉源於燃燒燃煤所衍生的二氧化碳 (2). 提高 AQCS 的效能 (3). 提高燃料轉換效率等選項如圖 21 所示。世界各主要先進國家，均致力於這些技術的發展，以降低燃煤機組的污染排放。而二氧化碳捕捉技術依據其特性可區分為燃燒前、燃燒後捕捉技術及純氧燃燒三類。燃燒前的二氧化碳捕捉技術主要應用於煤炭氣化複循環發電技術 (IGCC)。對於傳統的燃煤火力電廠而言，主要係以燃燒後捕捉二氧化碳為主。至於純氧燃燒主要係利用空氣分離設備所產生的氧氣與化石燃料進行燃燒反應，可大幅提高煙氣中之二氧化碳濃度藉以降低二氧化碳捕捉的能耗，並藉由煙氣再循環 (FGR) 技術控制火焰溫度。

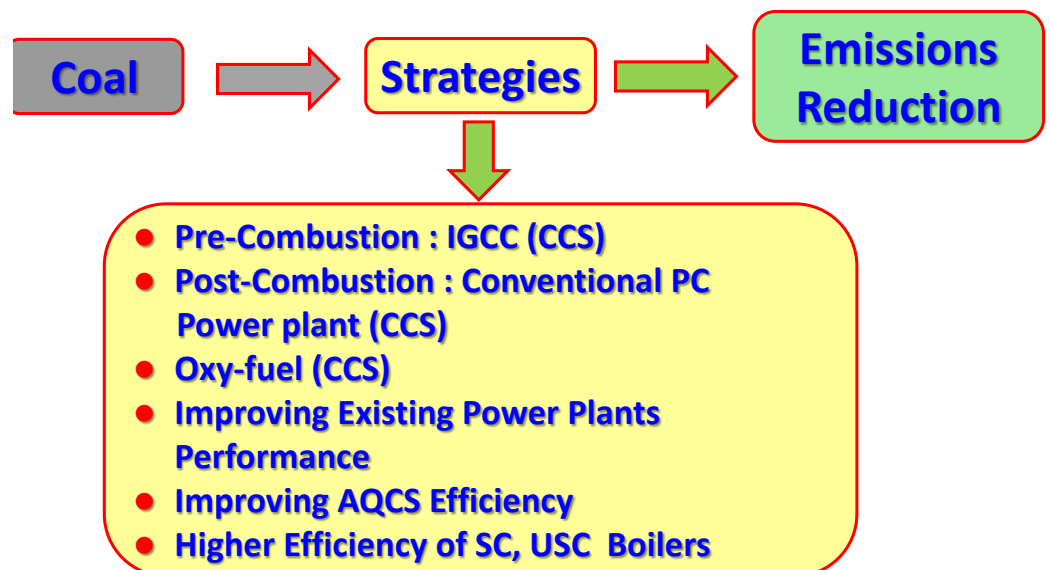


圖 21 廣義的淨煤技術

提升 AQCS 的效率有利於降低燃煤機組的污染排放，而提高燃料的轉換效率包括：提升既有電廠的發電效率、採用更高效率的超臨界或超超臨界發電技術。至於轉換使用低碳的化石燃料則包括使用天然氣複循環發電及採用天然氣為燃料的朗肯循環（Rankine Cycle）發電方式，因已經脫離燃煤發電技術的範疇，在此不多加討論。

有關 IGCC 方面，目前美國 Duke Energy 618 MW 的 IGCC 電廠已完工，建廠經費由原先預估的 19 億美元上升至 35 億美元，該電廠之氣渦輪機於 2012 年 3 月以天然氣為燃料啟動運轉，同年 10 月 25 日氣化爐首度點火，幾天後氣渦輪機首度以合成燃氣進行點火，然因系統複雜且仍有相當多的測試尚待完成，商轉日期由原預計的 2012 年 9 月，延至 2013 年 6 月，惟商轉後陸續仍有部分機械問題待克服，圖 22 為該電廠各月份實際發電量與裝置發電容量佔比圖，其中最高約為 74.8%。

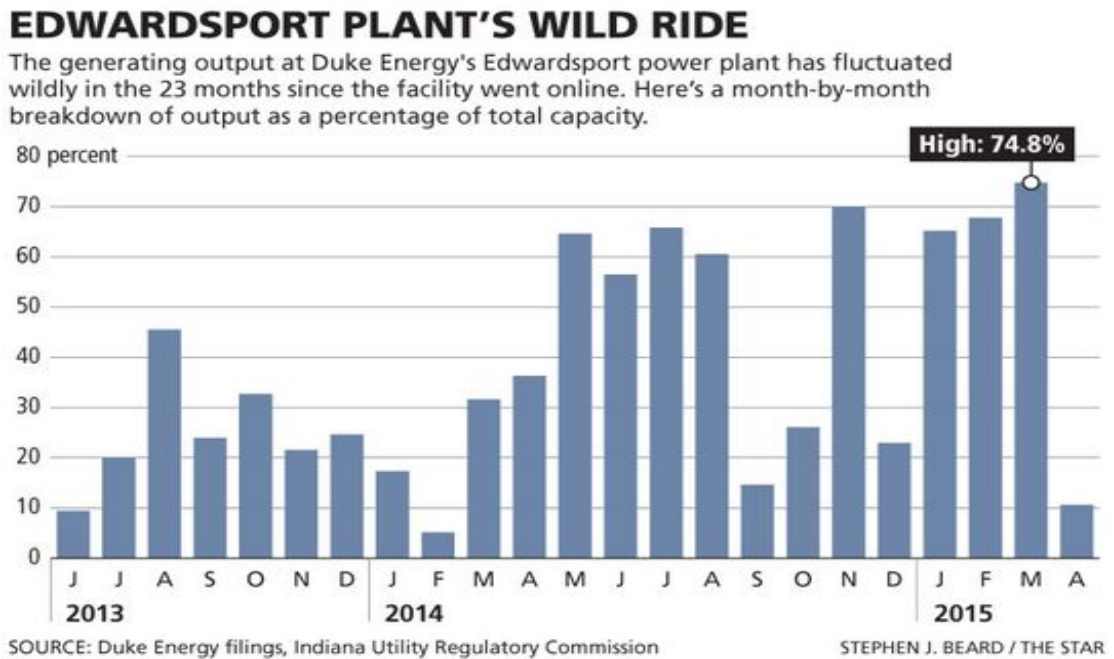


圖 22 Duke Energy IGCC 電廠實際發電量與裝置發電容量佔比圖

位於日本 Nakoso 的 250 MW 空氣氣化式 IGCC 示範電廠，係由 MHI 所設計建造，該電廠之氣化爐基本上係屬於空氣氣化式，ASU 主要係用以產生輸送燃煤所需的氮氣，而該系統所產生之氧氣將送至氣化爐使用以提升其

轉換效率，該示範電廠原計畫於 2009 年 6 月進行 5,000 小時的耐久性運轉測試，因輔助系統故障延至 9 月重新進行測試，並於 2010 年 6 月通過該項測試。當位於 Nakoso 的 IGCC 示範電廠，一切都按既定計畫進行測試時，日本於 2011 年發生 311 大地震，雖然該示範電廠未遭地震損壞，然接下來的海嘯摧毀了部分設施，經全力搶修後，已於 7 月底修復完成，並投入發電的行列，以支援缺電嚴重的東日本。該電廠已於 2013 年 3 月完成示範任務，目前由 Joban Joint Power Company Ltd 接手，並於 2013 年 6 月 30 日正式成為該公司之商業機組，商轉情形如圖 23，在連續運轉 3,917 小時後，於同年 12 月 8 日進行為期 1 個半月的計畫性停機檢修，預計於 2014 年 1 月底重新運轉。

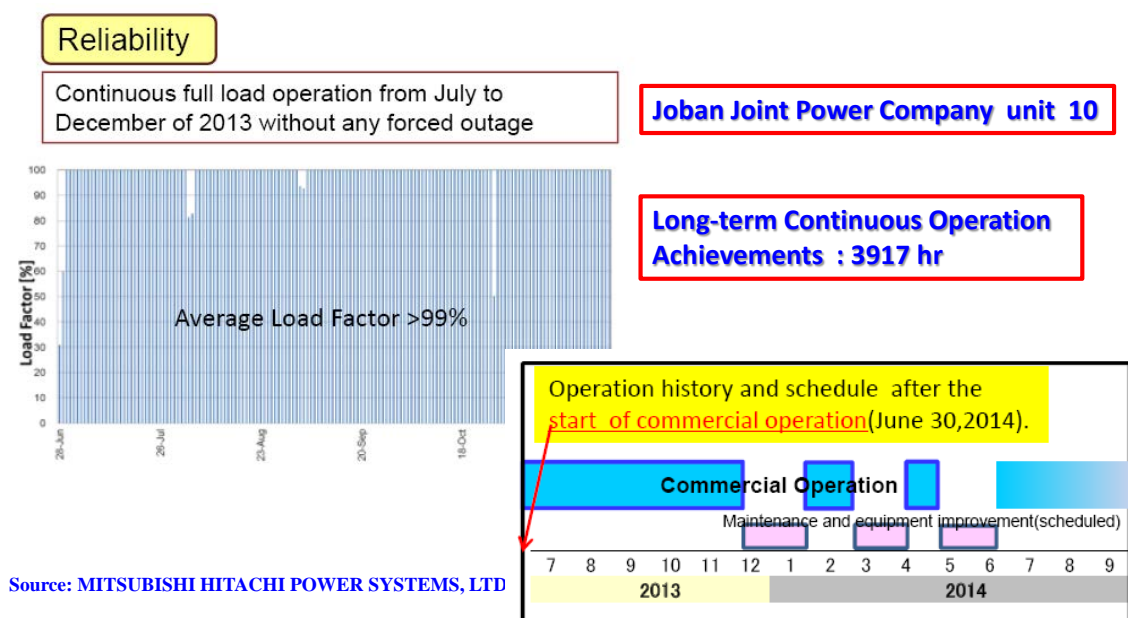


圖 23 Nakoso IGCC 電廠商轉情形

隸屬於 Mississippi Power 的 Kemper County 524 MW IGCC 電廠於 2010 年 3 月破土，該電廠為世界上第一座具備 CCS (Carbon Capture and Storage) 功能之大型發電廠，預計捕捉 65% 的二氧化碳用於強化增產石油 (EOR : Enhanced Oil Recovery)，該電廠的 2 部氣渦輪機已於 2013 年 9 月 12 日，首度以天然氣點火，而於該年底首度進行氣化爐加熱，預計 2014 年春季提供合成燃氣至氣渦輪機，原期望於 2014 年 5 月商轉，惟商轉日期

目前已延至 2014 年底。該電廠之建廠費用已由 2010 年 4 月初估的 24 億美元大幅上升至 40 億美元，由於 IGCC 電廠最大的優勢在於二氧化碳的捕捉成本較低，附設二氧化碳捕捉功能的 Kemper County IGCC 電廠之設立，為該技術重新取得有利位置，惟美國自頁岩天然氣開採技術獲得突破後，目前天然氣價格維持在低檔，未來美國發展此類電廠的動向仍待後續之觀察。

韓國政府依據再生能源配比標準，於 2006 年時決定將再生能源的使用量由現今的 2%，預計在 2022 年時提升至 10%，由於韓國政府將 IGCC 視為新能源策略，採取經費上的補助以鼓勵國內發展與裝設 IGCC 電廠，因此在未來 10 年預計建 3 座 300 MW 的 IGCC 電廠，其中由韓國斗山所建造的 Tanean IGCC 電廠，係採用 Shell 的氣化技術，配合 GE 7F 等級的氣渦輪機及 D11 型蒸汽輪機，該電廠預計於 2015 年完工將成為南韓第一座煤炭氣化複循環發電廠，另兩座 IGCC 電廠中，YOUNGnam 預計於 2017 年完工，而 Gunjang 則於 2019 年完工，每座電廠預算約為美金 14 億。該計畫如果能成功執行的話，則將開啟改建已退役的傳統燃煤電廠的可能性，其潛在裝機容量將達到 10 GW。斗山將 IGCC 電廠視為藍海工業，雖然目前市場仍未具規模，未來則商機無限。

東京電力 (TEPCO : Tokyo Electric Power Company) 於 2013 年 11 月 29 日宣佈，將於福島 (Fukushima) 設置兩座 500 MW 等級的 IGCC 電廠，一座位於廣野電廠 (Hirono Power Station) 內，另一座位於勿來電廠 (Nakoso Power Station) 內，目標於 2020 年進行商轉。

有關燃燒後捕捉二氧化碳技術，台電公司過去曾就 550 MW 等級燃煤發電機組增設二氧化碳捕捉系統之性能進行電腦模擬，圖 24 及圖 25 分別是煙氣側及蒸汽側的模擬系統圖。

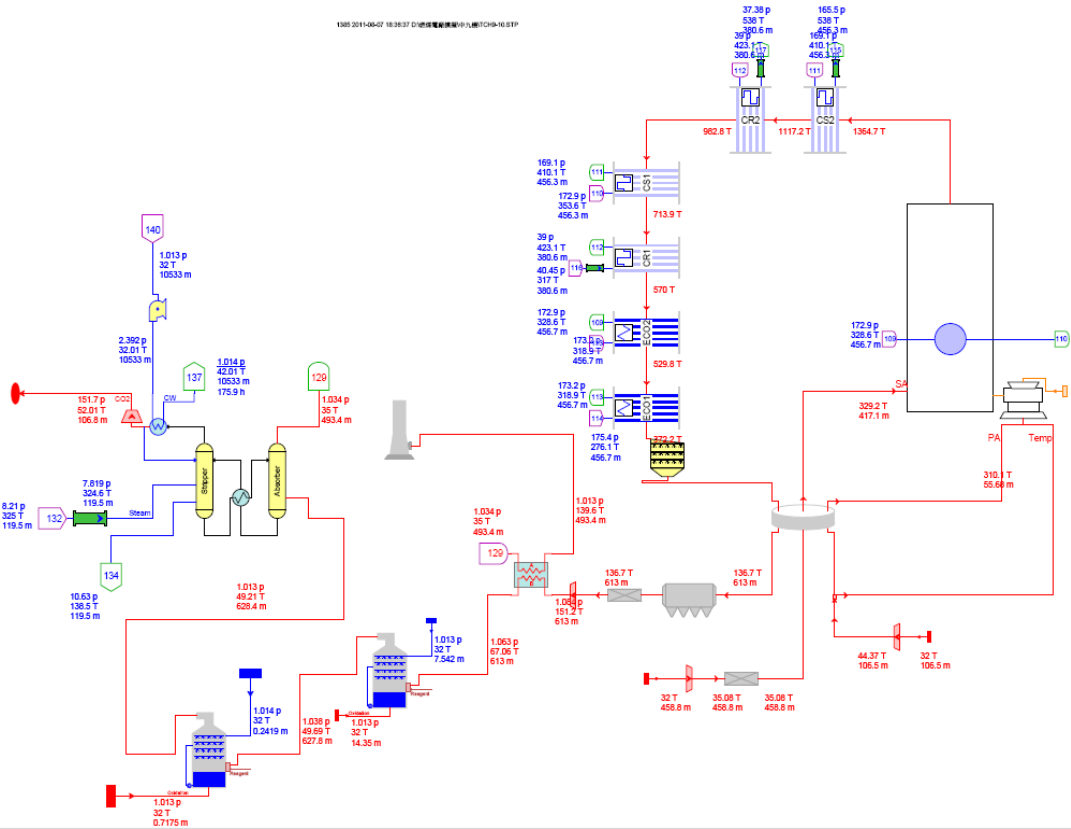


圖 24 550 MW 燃煤發電機組燃燒後捕捉二氧化碳性能模擬-煙氣側

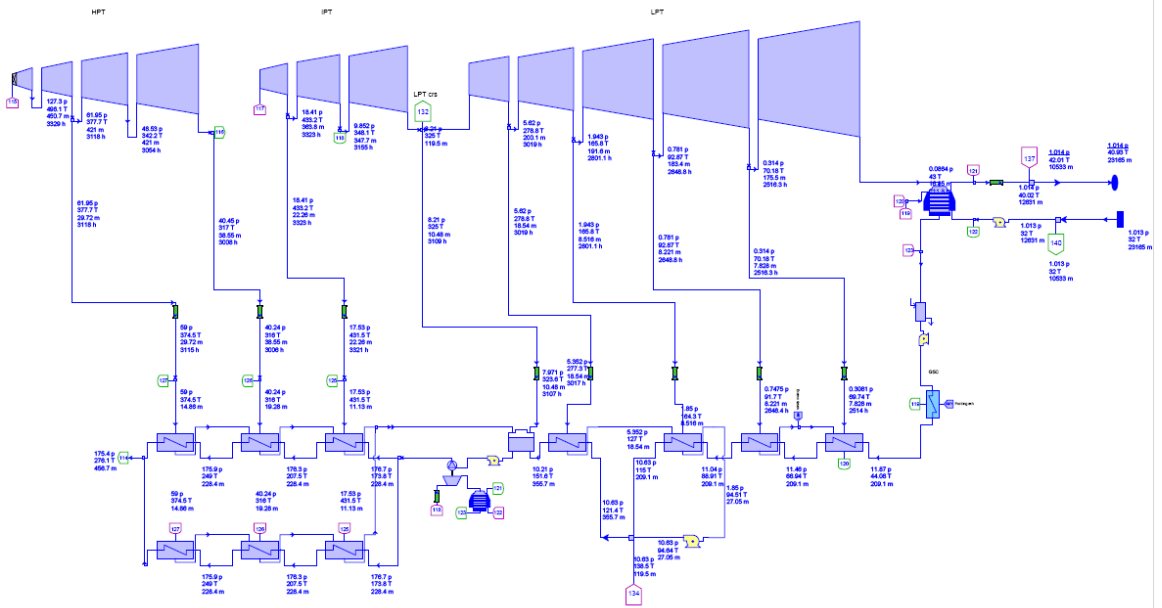


圖 25 550 MW 燃煤發電機組燃燒後捕捉二氧化碳性能模擬-蒸汽側

台電公司持續關注新型的發電技術之發展及商業化進展，以因應未來二氧化碳減量技術之需求。因此，先前透過合作模式與成大研究發展基金會進行富氧燃燒特性研究，圖 26 為其實驗設備系統圖，主要之子系統包含粉



煤進料系統、燃燒器、垂直爐(燃燒區)、水平的對流區段、除硫、除塵設備、熱交換器、煙氣迴流系統等，其中熱交換器係用以冷凝迴流煙氣，去除煙氣中所含的水分，當採用乾煙氣迴流時，煙氣將經由熱交換器進行熱交換後，再迴流至一次煙氣及二次煙氣，若煙氣採用濕迴流則毋須經過熱交換器，而除塵設備則採用袋式集塵器。

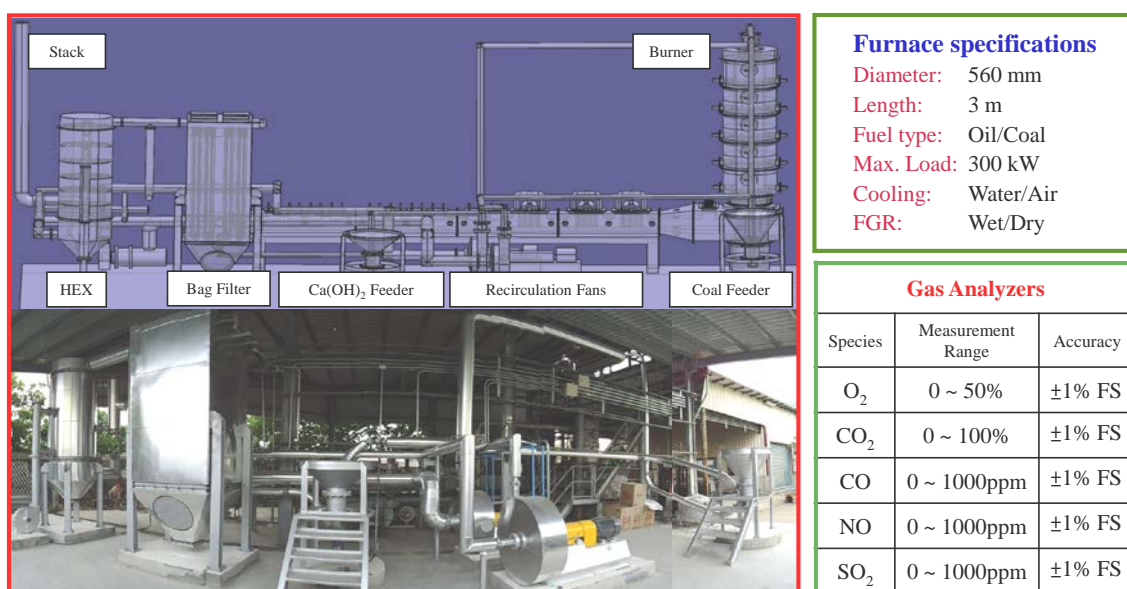


圖 26 成大純氧燃燒測試設備系統圖

實驗結果顯示，在煙囪維持微正壓 (100 pa) 的情形下，燃煤空氣燃燒的煙氣中之二氧化碳濃度為 14.8%，若改以純氧燃燒則可將二氧化碳濃度大幅提高至 94.1%，當煙囪壓力逐漸降至大氣壓力時，煙氣中二氧化碳濃度將降至 91.5%，進一步的將煙囪壓力漸降至負壓時 (-1000 pa)，則二氧化碳濃度亦將進一步降至 83.7%，這些結果在在表示實驗系統仍存在空氣滲入的問題，而在實際的純氧負壓鍋爐亦很難避免空氣滲入的問題。台電公司過去曾就燃煤富氧燃燒發電系統進行性能模擬，圖 27 為其鍋爐系統流程示意圖。



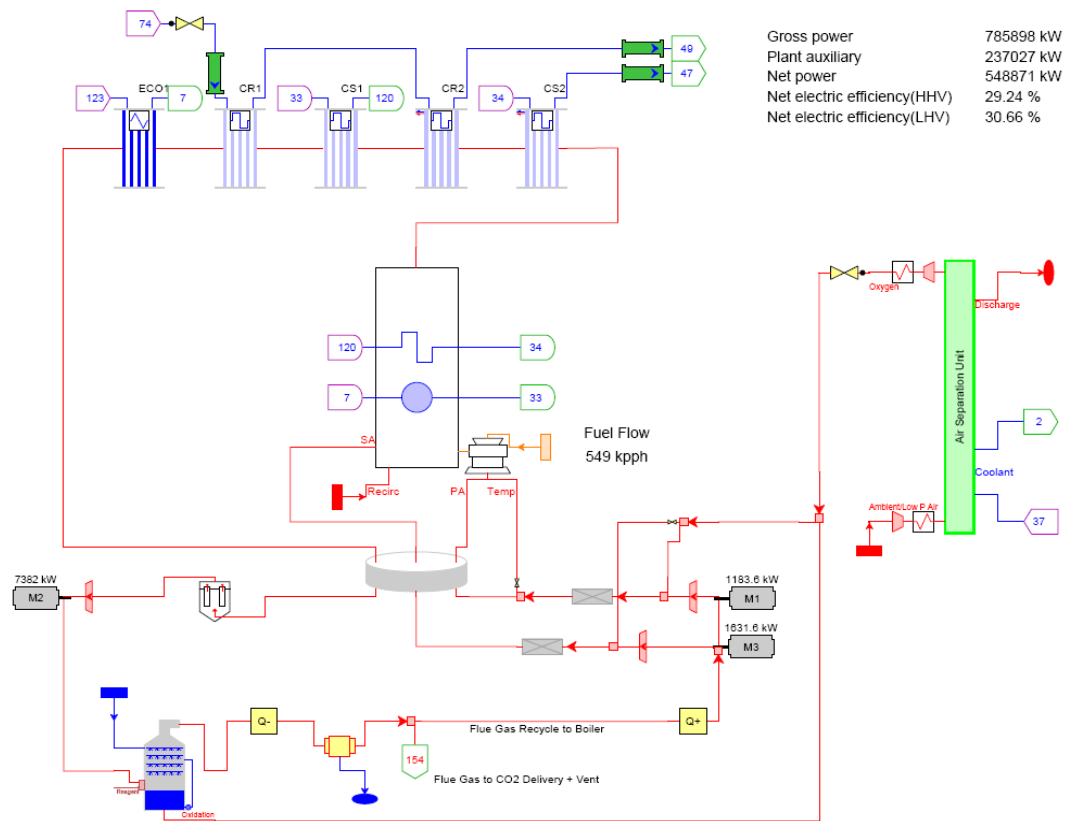


圖 27 燃煤富氧燃燒鍋爐系統流程示意圖

在改善既有電廠效率方面，台電公司過去針對粉煤管均流進行相關的測試與調整，粉煤管的均流調整有利於降低 NOx 的排放、降低未燃碳、降低煤灰積附的潛力及降低過剩空氣，這些均有助於提升機組效率，進而降低二氧化碳的排放量。圖 28 為台電公司引進之多通道即時粉煤流量測系統，而圖 29 為調整粉煤流量平衡之節流閥，經由粉煤管平衡之調整，約可使鍋爐熱效率提升 0.11% ~ 0.58% 之間。

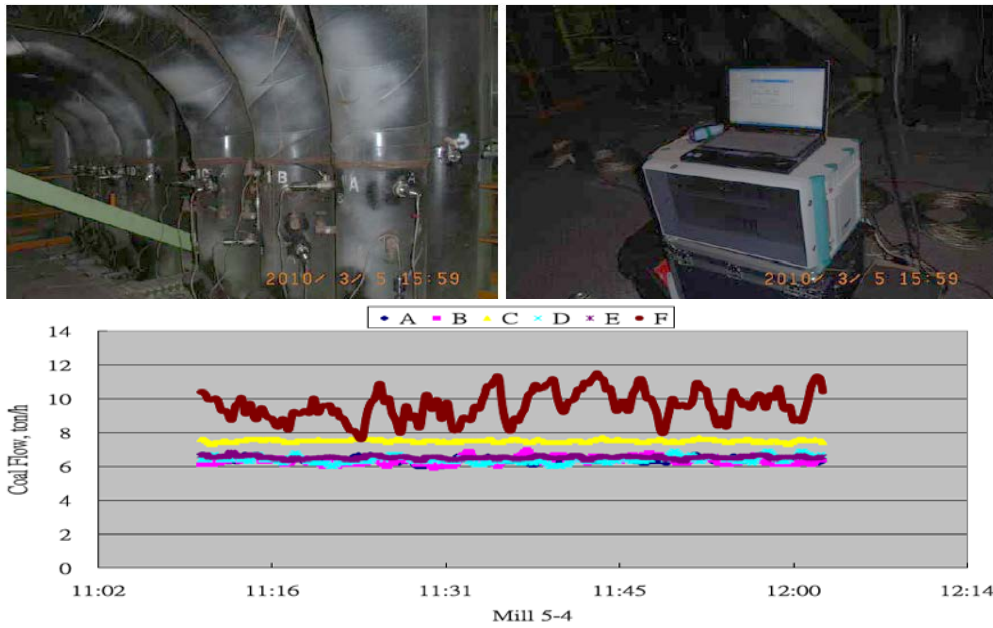


圖 28 多通道即時粉煤流量測系統

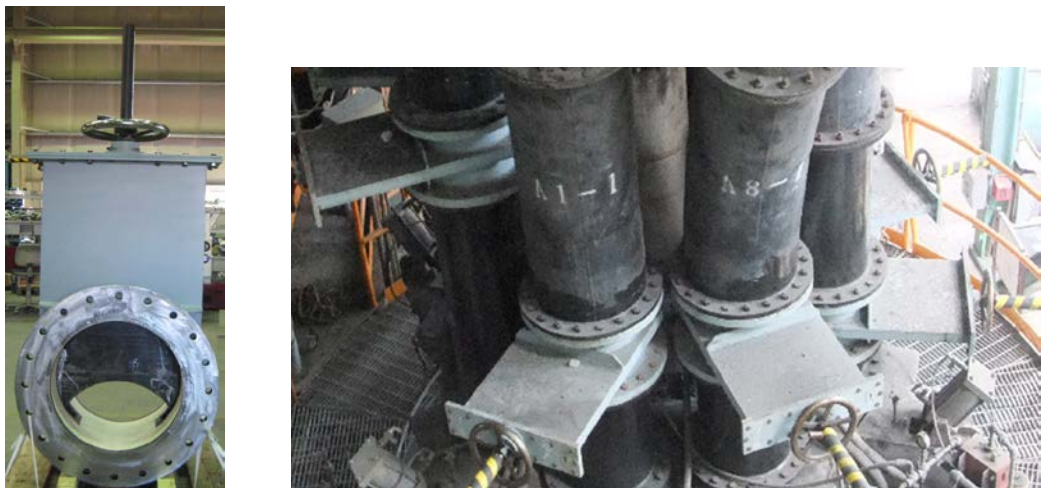


圖 29 調整粉煤流量平衡之節流閥

台電公司因進口煤源廣泛，尤其亞煙煤的用量逐漸增加，使煤灰積附問題逐漸浮現，近年所引進之鍋爐爐管結渣線上即時檢測系統，除可用以檢測鍋爐爐管結渣情形，也可用以檢測除渣策略之成效，圖 30 為鍋爐爐管結渣線上即時檢測系統及檢測結果。

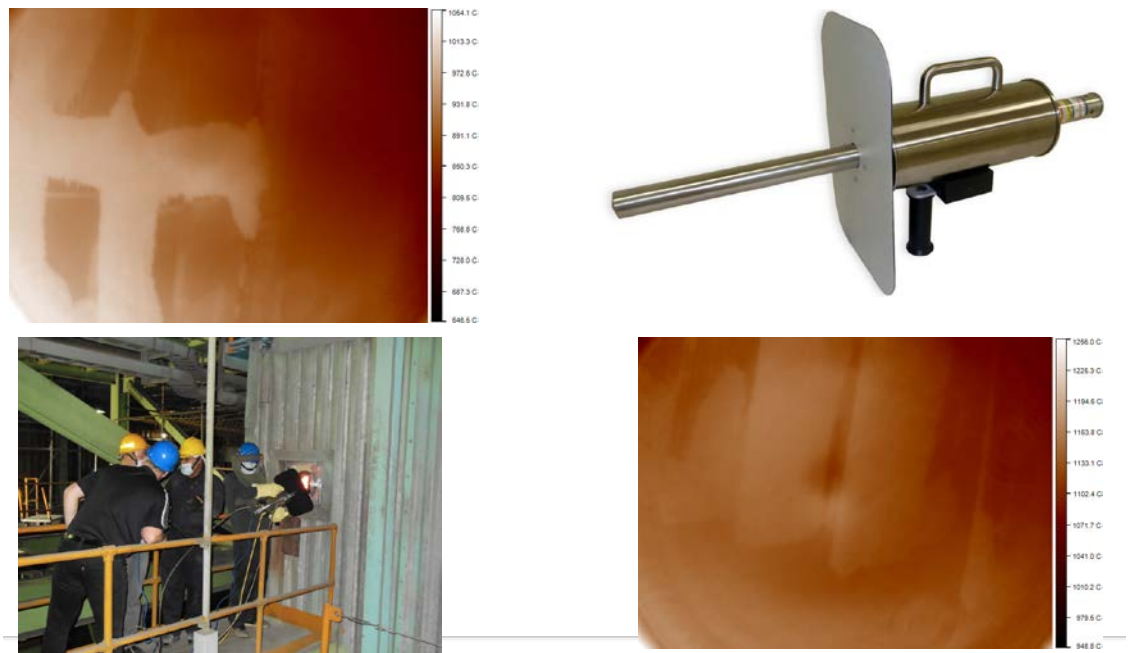


圖 30 鍋爐爐管結渣線上即時檢測系統及檢測結果

## 二、參訪三菱重工

### 參訪 MHI 討論二氧化碳捕集技術

本公司為了發展減碳技術以達成國家減碳目標，未來將評估在火力電廠加裝碳捕集設施，日本三菱重工(MHI)的碳捕集技術在國際間有諸多實績，本次出國計畫由化環室楊明偉研究專員順道前往東京的 MHI 進行研討二氧化碳捕集技術。

MHI 的 KM CDR 技術發展多年，最近美國阿拉巴馬的 Plant Barry 與德州 Petra Nova 的大型計畫皆採用 MHI 的 KM CDR 技術，其中 Petra Nova 將是全世界最大的二氧化碳捕集廠，預計將在近期進行商轉。

二氧化碳捕集技術目前仍以化學吸收法為主流，但由於火力電廠煙氣內的二氧化碳濃度與排放量均與工業程序不同，最大的挑戰是大型化，並且降低再生時的能量耗損，本次 MHI 研討行程雙方也針對這些挑戰交換意見，MHI 技術人員也分享了他們在各國的計畫中收到的經驗。

後續本公司發展碳捕集技術將針對降低能耗與逸散物進行進一步評估，本所在碳捕集技術開發上也將利用熱整合與氣提技術整合進一步將低能量耗損，未來公司引進大型捕集技術須審慎考量適用性，MHI 也分享火力電廠碳捕集技術的考量要點，對我們未來的研究與試驗規劃很有幫助。

由於目前二氧化碳的經濟性不佳，捕集下來的二氧化碳如何再利用是

一個挑戰，在美國可以將捕集下來的二氧化碳銷售給油氣業者做為油氣增產 (EOR、EGR)，所以還有經濟誘因。台灣與日本相似，都沒有龐大的油氣生產工業，無法銷售獲利，因此都造成經濟上沒有誘因，因此，MHI 未來將進行二氧化碳再利用技術的研發，希望將二氧化碳轉化成可銷售的商品，本所在研發策略上也有進行一些小規模的再利用技術開發，期望能藉由高值產品的銷售降低本公司進行碳捕集與封存的整體成本。

### 三、技術參訪

本次參訪地點為 CRIEPI 之 Abiko(我孫子市)所區，主要之研究項目與自然環境相關。由於日本之環境與台灣相當，常發生地震，電廠也多位於沿海之地區，故日方對於環境之研究也可相當程度成為本公司的參考。

首先，我們參觀了海浪製造機，利用巨大的儲水槽承裝數噸的水，並調整洩洪的口徑以及儲水的高度，製造不同的水波衝力，並反覆實驗建立模擬模型。受水波衝擊之代測物如轎車等。走在這巨大的試驗設備上，觀看水道以及周邊無數的攝影鏡頭，不禁感嘆 CRIEPI 對於研究，並重現實物反覆求證，實事求是的態度。

接著，參觀了一套風力模擬試驗系統。其系統主要利用實際縮小的模型，實驗發電廠煙囪排出氣體之散播方向。在此系統中，見有發電廠之模型並可排煙、城市模型以及不同的地形，利用不同的地形、風向與風速等，反覆實驗並建立模型。此系統位於未來發電廠選址之評估，或是風機之評估均有助益。

參觀完風力模擬試驗系統後，又參觀了有關於核污染物的處理。目前日本對於核污染物之處理也十分受到大眾重視，為了研究不同種類材質之保存罐效果，CRIEPI 也建置了大型的離心機。此離心機位於一密閉空間，以調整溫度、濕度與壓力等變數。為了研究長時間儲存對於保存罐之影響，利用離心機以及可調之環境變數，可於短時間內加速保存罐之老化，即進行離心試驗數十天，該保存罐之老化等同於數十年之歲月。由此方法，可以將核污染物之長時間保存可能發生的問題找出，得知模擬無法得到之結果。

最後，參觀了大型的地震製造機，他們稱為 SSG (Strong Shake Generator)。由於日本也常發生地震，各項電器設備是否對於地震有一定的耐受性，就可以在此測試。此地震製造機可乘載 10 噸以上之設備，測試在劇烈搖晃下設備是否損毀。為了減少巨大搖晃對建築之衝擊，他們也設計了一個與地震製造機相連的阻尼，可抵消搖晃對建築物的影響。

## 參、心得及建議

與 CRIEPI 理事長共進午餐的談話心得：

1. 對於川普當選美國總統的衝擊，理事長談到他在大學有修習國際關係等課程，對美國相當了解，美共和黨執政會較實務，而民主黨則較理想化，因此共和黨執政對日本是好事。另自民黨的安倍執政也看好，但總歸納，只要技術飽飽的，就不用擔心誰執政。對於學習法律者注重公平分配，而工程人員想的是較佳方案。
2. CRIEPI 的人員組成，有 600 位係學校一畢業就進該所，另有約 50 位係有社會經驗者，兩者均有優缺點；另年輕人就業選擇，在 311 前，欲進電力公司者之排名相當不錯，但 311 後就非優先選擇，因此需要到大學行銷以吸引人才，年輕人離職率低。
3. 對於新人若能與有經驗者一起工作則較佳，另可考慮先到現場單位工作一段時間，再至研究所做研究，一段時間後再調回原單位，此對研究所亦因有關係而較會獲得援助。
4. 從氣候變遷到地球暖化，在挑戰環境中，需要結合智慧，科技與前瞻的眼光，未來能源發展創造跳躍式進步，整合智慧科技前瞻眼光(Integrated smart Technology and foresight vision) 未來能源必須在安全、環境與成本三者之間平衡。要連接到未來的低碳與潔淨能源，電力公司不僅扮演重要的角色，也是有前景的機會提供能源效率與電網整合，提供安全可靠電力。

會議及技術參訪心得如下：

1. 本次參加於日本電力中央研究所(CRIEPI)東京總部舉行之第 28 屆日本電力中央研究所技術交流年會(The 28th CRIEPI/TPC General Meeting)收獲良多，除了解日本面對 2011 年 311 東日本大地震發生東京電力公司福島核災時，導致停止大多核電廠運轉，造成電力供給不足，為降低電力缺口，積極進行各種需量反應(Demand Response, DR)措施之試驗外，更是在電力自由化後積極地執行需量反應方案應用於降低尖峰負載及電力系統穩定的相關試驗研究，如負電力交易及虛擬電廠的試驗計畫，其相關作法及經驗均可作為國內面對系統供電緊澀時可採取的方案。
2. 「溫室氣體減量及管理法」已於 104 年 7 月 1 日經總統令公布施行，台電公司是二氧化碳的排放量重要貢獻者之一，有責任承諾降低二氧化碳的排放以符合國家的排放目標。LNG 將是台電公司減碳的主要策略，然而此策略仍不能達到減碳的目標值，仍需藉需求端的管理和碳額度的管理來補足。台電公司仍將持續針對具有前景的先進淨煤技術進行相關的研究，未來才能成為智慧型買家 (Smart Buyer)。既有電廠的效率改善有助於降低二氧化碳的排放量，值得推行。
3. 隨著自由化的推動，售電部門面臨前所未有之挑戰與電業經營困境，包括：(1)全球氣候變遷問題嚴重，減碳壓力大；(2)能源供應安全問題逐漸顯現；(3)用戶參與能源管理(EMS)之要求日增；(4)資訊通訊科技及智慧電網技術等突飛猛進；(5)電力需求低度成長；(6)再生能源大量發展等。上述挑戰與威脅將澈底改變電業之經營模式，尤其，電力需求低迷及再生能源大量併網所帶來之售電減少及系統衝擊，均將影響電業之財務營收與未來投資，因此，公用售電業必須重新塑造及調整經營策略與潔淨能源政策一致之企業模式：(1)將公用電業定位為以服務為基礎之事業，及(2)建立價值為基礎之公用電業。
4. 隨著電力產業的逐步發展，高度靈活數據驅動的電力供應鏈將逐步取代傳統的電力供應鏈。因應此發展情勢，各國電力產業逐步發展大數據應用，透過大數據確保電力品質、提升電網營運效率、增進與客戶之互動、及發展其他經濟與社會之用途，將可有效提升售電業之整體服務品質，同時產業獲利能力與競爭力也相應

成長。

5. 這次議程的安排，含括了雙方各項研究的成果，如碳儲存技術講述了雙方共同研究的成果，藉由鑿井取岩心獲得相關參數，並加以模擬、實驗。電力經濟議題中，也看見了電力自由化的衝擊，雖日本提早了本公司數年就開始朝自由化發展，但仍遇到許多需探討的議題。需量反應方面，日方實際的做了許多測試與模擬，引起了大家熱烈的討論。於智慧電網議題，CRIEPI 對於 IEC 61850 應用到配電系統端，十分積極的在推動，甚至參與國際規範的制定。最後換會議中討論碳捕捉的技術，對於未來減碳之目標十分有幫助。其實目前電力公司所遇到的問題都大同小異，大量再生能源的發展是大家所樂見的，但如何保持系統之穩定運轉是一大艱難的課題。例如日本北方較少人居住的地帶，發展了許多大型的 PV 發電廠，他們稱之為 **Mega PV**，然大部分的負載位於遙遠的南方，這些大型的發電系統已經造成輸電線路巨大的供電瓶頸，像是類似的狀況是我們需要注意並提防的。除了專業的議題，也討論到一些社會議題，如青年低薪、高房價等。第三天赴我孫子研究中心參訪，最有感覺的是 CRIEPI 實事求是的精神。他們不僅用模擬來進行研究，也建置許多超大型的試驗設備，如海浪製造機、風力模擬試驗系統、大型離心機與地震機等。利用各種控制條件，實際的製造出可能發生的狀況，比模擬更加真實，也更具有說服力。建議下一次的會議可以安排更充分的時間，讓我們可以跟與會人員更深入的討論，並了解 CRIEPI 各項設備運作的原理以及研究成果。



# 肆、參加會議照片





