

出國報告（出國類別：實習）

先進配電自動化系統通訊技術研習

服務機關：台灣電力公司綜合研究所

姓名職稱：謝忠翰 電機工程師

派赴國家：日本

出國期間：103年6月8日至103年6月19日

報告日期：103年8月18日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

先進配電自動化系統通訊技術研習

頁數 40 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/2366-7865

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

謝忠翰/台灣電力公司/綜合研究所/電機工程師/8078-2266

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 開會

出國期間：103 年 6 月 8 - 19 日 出國地區：日本

報告日期：103 年 8 月 18 日

關鍵詞：智慧電網、資產管理、電業自由化、配電自動化、先進讀表系統
內容摘要：

(一) 2014 年東亞電力技術研討會(East Asia Electric Technology Research Workshop) 暨第 26 屆 CRIEPI/TPC 技術交流年會(The 26th CRIEPI/TPC General Meeting)由日本電力中央研究所(CRIEPI)於 2014 年 6 月 8-13 日在日本橫濱及東京舉辦。研討會的參與機構除本公司綜合研究所之外，尚包括中國電力科學研究院(CEPRI)、日本電力中央研究所(CRIEPI)以及韓國電氣技術研究所(KERI)。

(二) 本屆 CRIEPI/TPC 技術交流年會討論議題共有：1. CCS、2. Impact of Deregulation、3. Asset Management、4. Water Chemistry 等。本屆東亞電力技術研討會於共同討論主題為 Maintenance and Operation of the Power System，分組討論主題包括 1. Smart Grid、2. Material、3. Asset Management and Others、4. HVDC、5. Renewable Energy。

(三) 除參加前述會議外，並配合本次實習主題「先進配電自動化系統通訊技術研習」，至日本東京電力公司及關西電力公司進行研習，蒐集日本兩大電力公司在 AMI 及相關加值應用服務導入之實際資訊及現況；並參觀通訊設備測試場域，實地了解不同電力公司於通訊設備介面標準與規格、互

通性測試的驗證機制與工具…等，對未來協助本公司 AMI
相關通訊技術規劃、驗收測試場域開發有相當助益。

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

先進饋線自動化與先進讀表系統整合技術研習

目錄

壹、實習任務	1
貳、實習緣由及目的	1
參、實習行程	2
肆、實習內容與經過	5
4-1 CREIPI/TPC年會	5
4-2 東亞電力研討會	6
4-3 東京電力公司	9
4-4 關西電力公司	21
4-5 實習照片	29
伍、結論與建議	27
5-1 結論	27
5-2 建議	31

壹、實習任務

此次出國實習主要至日本中央電力研究所報告、討論智慧電網領域之研究成果，同時了解東京電力及關西電力公司於先進讀表系統使用之通訊技術，並參觀控制中心及目前建置之系統，以協助台電公司未來規劃之參考。

貳、實習緣由及目的

先進配電自動化系統(ADAS)為世界先進國家及電力公司積極發展之系統，其中亦包括先進讀表系統(AMI)，而通訊技術及相關管理機制為推行自動化及AMI系統之基礎。本所已規劃樹林所區建置先進配電自動化及先進讀表系統測試平台及場域。為了解國際目前有關智慧型電網與先進讀表系統趨勢，並使本公司智慧型電網與先進讀表系統推動能夠落實並順利建置，進而到運轉維護等工作都能夠順利進行，實有必要了解目前國外發展概況與技術，進而達到與世界同步，故派員前往日本中央電力研究所(CRIEPI)及相關電力公司(東京電力及關西電力)研習相關議題。此行主要至日本中央電力研究所報告、討論智慧電網領域之研究成果，同時了解東京電力及關西電力公司於先進讀表系統使用之通訊技術，並參觀控制中心及目前建置之系統，以協助台電公司未來規劃之參考。

參、實習行程

本次出國透過訪問CRIEPI、東京電力及關西電力等日本一流電力研究機構、公司，除就日本推動智慧電表系統現況之遭遇問題及解決策略等交流，亦針對電業推動智慧電網相關計畫之規劃，透過東亞電力研討會與亞洲各國進行經驗分享。各行程之考察目的與價值說明如下：

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。本屆CRIEPI/TPC技術交流年會於2014年6月9日在CRIEPI東京總部舉行，討論議題共有四項：CCS、Impact of Deregulation、Asset Management、Water Chemistry。會中順道拜會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，Dr. Kakumu並表達感謝本公司黃董事長去年的來訪及深刻交談。

本屆東亞電力技術研討會共有22篇專題報告及論文發表：共同討論(General Session) Maintenance and Operation of the Power System(4篇)，分組討論(Parallel Session) Smart Grid(4篇)、Material(3篇)、Asset

高壓絕緣測試、先進燃料利用試驗、組件潛變試驗。

拜訪東京電力公司之AMI團隊、整合通訊測試工廠及需量反應小組，將了解電表端/開道器/平台測試實驗室，並討論結合AMI 技術的動態電價措施或需量反應計畫內容(動機、演變過程、方法、成效)。

拜訪關西電力之智慧電表系統相關業務單位，了解AMI 系統後台管理平台與系統之功能及開發介紹與其他相關應用服務，並實際至系統安裝現場參觀。

拜訪東京電力公司之AMI團隊、整合通訊測試工廠及需量反應小組，將了解電表端/開道器/平台測試實驗室，並討論結合AMI 技術的動態電價措施或需量反應計畫內容(動機、演變過程、方法、成效)。			
拜訪關西電力之智慧電表系統相關業務單位，了解AMI 系統後台管理平台與系統之功能及開發介紹與其他相關應用服務，並實際至系統安裝現場參觀。			

表 1 出國行程說明

起始日	迄止日	實習機構	實習內容
6月8日	6月8日	台北→東京(往程)	
6月9日	6月9日	CRIEPI	技術交流年會
6月10日	6月11日	東亞電力電力研討會	報告智慧電網相關議題
6月11日	6月13日	東京電力公司	AMI 系統建置通訊技術、系統安全性、現場場域參觀及需量反應討論
6月14日	6月15日	例假日	
6月16日	6月18日	關西電力公司	智慧電表互通性測試實驗室、控制中心及實際場域參觀
6月19日	6月19日	大板→台北(返程)	

肆、實習內容與經過

4-1 第 26 屆 CRIEPI/TPC 技術交流年會

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。本屆 CRIEPI/TPC 技術交流年會討論議題共有四項：CCS、Impact of Deregulation、Asset Management、Water Chemistry。

其中本公司於 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」等計畫工作，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。藉本次會議雙方工作人員有機會進行討論，也檢視過去合作成果與規劃未來合作方向，圖 1 為現有地質深鑽井現況。

另除 CCS 議題外，也針對自由化、資產管理等智慧電網相關議題進行討論，內容包括台灣政府目前進行中「電業法修正」草案、未來自由化之目的、短/長期之影響、資產管理範圍、實施方式等。



圖 1：TPCS-M1 地質深鑽井現地施作狀況

4-2 東亞電力技術研討會

東亞電力研討會共有 22 篇專題報告及論文發表，分為共同討論會議 (General Session) 及分組討論會議 (Parallel Session)。筆者參加共同會議並進行電力系統運轉與維護 (Maintenance and operation of the power system) 研究成果報告；討論議題由與會各國代表提出，相關會議內容及報告人如下：

1. Coordinated Control for AC/DC Hybrid System Crossing Long Distance Regions, Dr. CHU Yuesheng (CEPRI)

3. Transmission Facility Maintenance and Management System and Related Applications, Mr. Chung-Han, HSIEH (TPC)

4. Development of nondestructive inspection technology, Dr. Tetsuo FUKUCHI (CRIEPI)

其中筆者進行台電公司輸電設備維護管理系統之成果報告。該系統由供電處於 100 年度起分兩階段提出，由本所電力室開發，主要使用者為供電處土木組、線路組及地權組等。系統畫面如圖 2 所示。



圖 2 輸電設備維護管理系統畫面圖

本系統功能與執行工作包含：開發「輸電設備維護管理系統」，並整合「巡檢流程系統」、「排程管理系統」、「異狀管理系統」與「事故案例系統」，配合 GIS 圖資管理系統，呈現輸電鐵塔與相關設備資訊。此系統運用網際網路技術與資料庫管理系統進行開發，期望能夠提供台電公司

及各區營運處進行設備查詢、巡檢排程作業、異狀及事故管理等；隨時提供設備之相關資訊，以利輸電業務的掌控，提昇台電輸電設備維護及管理的效率。系統架構如圖 3。

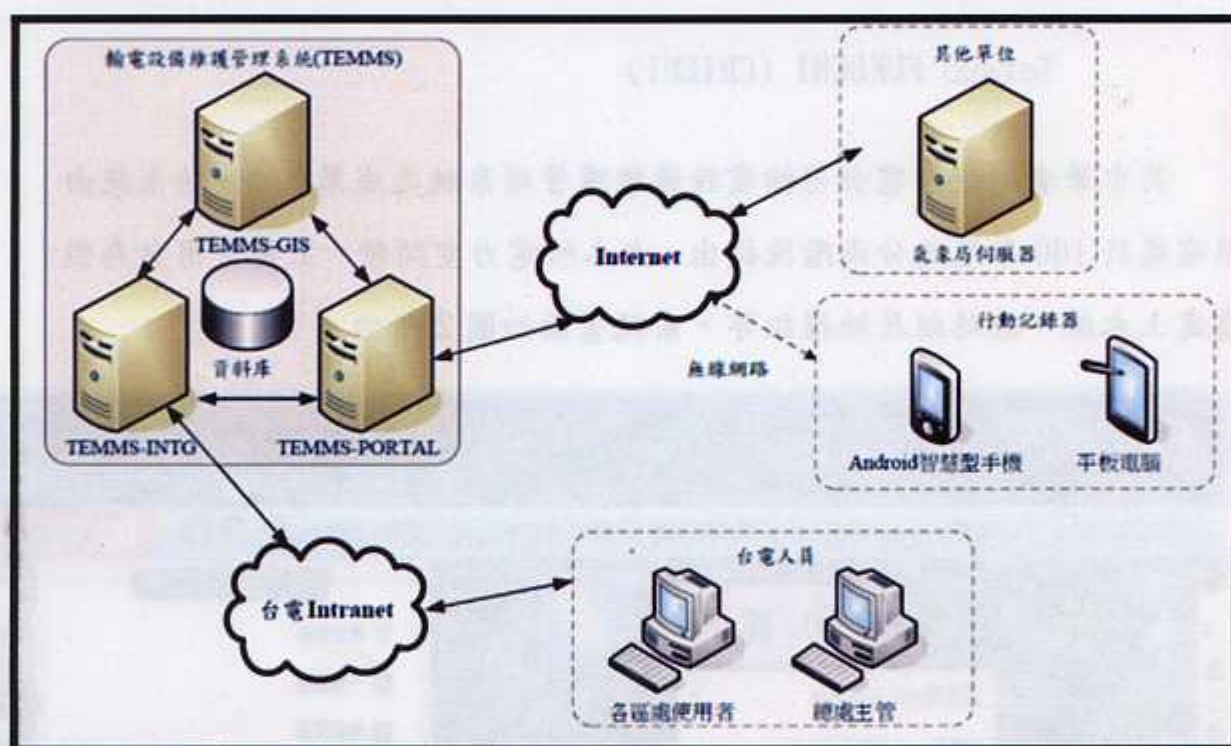


圖 3 系統架構圖

另在分組討論主題報告一為 Smart Grid，專題報告共有 4 篇論文發表，專題報告 1 為中國電力科學研究院(CEPRI)發表「中國大陸微型電網發展」(Micro grid development in China)；主題報告二為日本電力中央研究所(CRIEPI)發表「利用太陽光電過剩電力於家用電器用電的協調控制方法」(Coordinated Control of Method of customers' Appliances

Deployment & Smart City Projects in Korea)；主題報告四為台電綜合研究所(TPRI)發表「竊電偵測技術」(Technologies for Power Theft Detection)。

4-3 東京電力公司參訪

東京電力參訪為6月11日至6月13日，議程包括東京電力智慧電表推動概況說明、智慧電表技術議題討論及測試中心參觀等，分別說明如下：

● 東京電力智慧電表推動概況

日本推動智慧電表系統並不只是為了遠端讀表，亦包含用戶端的能源管理相

關應用與服務，圖3為智慧電表系統的架構，其中包含三段主要的通訊路徑(route)，圖4則為日本九間電力公司預定導入之時程：

- Route A: 電力公司與智慧電表間的通訊路徑。
- Route B: 智慧電表與家庭能源管理系統(Home Energy Management System; HEMS)間的通訊路徑。
- Route C: 泛指家庭能源管理系統透過Internet與電力公司或第三方能源服務業者間的通訊路徑。

從上圖 4 日本地區各家電力公司導入智慧電表系統的時程規劃，可以看出關西電力公司是最早投入的，其餘的電力公司約都是從 2014 年才陸續開始建置智慧電表系統。東京電力亦是如此。經過日本 311 福島事件的衝擊，加速了、改變了東京電力智慧電表計畫推動的時程與方式。東京電力訂定在 2020 年底前，完成 2700 萬個智慧電表的佈建目標，採用 open Request For Proposal (RFP) 的推動方式，並且以開放標準技術 (open standard)、擴增多樣的通訊技術與降低建置成本為主要考量，我們可以從下面新舊規範的比較(表 2)中得到印證。

Communication system by mainly adopting existing system (existing system, IEC standard, IEC)	Copy with the latest results from the smart meter standardization study group	Communication (case A)
Reflect the regulatory demand on the study in smart meter standardization and business transition study (case B)	If implementation is not necessary, the smart meter standardization study group	Communication (case B)
Adoption of international standard (IEC)	Provisional specification	Data format
Reflect the request concerning the smart meter standardization in the next step	Study in the next step	New services
Consider equal dealing with other power companies based on factors of smart meter system	Not named	Communication based on smart meter system

表 2 東京電力公司智慧電表系統規範比較

	Old	New
Basic concept	Narrow-defined smart meter function which was defined in the Study Group on the Smart Meter Scheme by the government	Securing 3 basis; external interconnectivity (comply with international standard), technical expandability, cost reduction
Meter	Discrete-type of meter and communication	Either discrete-type or integrated-type
Communication (WAN)	Decide the communication system by mainly using it's optical fiber network	Decide the communication system through RFP including other carriers' infrastructure
Communication (route A)	Decide the communication system by mainly adopting wireless mesh network	Decide the communication system through RFP among 3 method (wireless star, RF mesh, PLC)
Communication (route B)	Comply with the interim results from "the Smart House Standardization Study Group"	Reflect the requirement based on the study in "Smart House/Building standardization and Business Promotion Study Group" to RFP
Communication Protocol	IP implementation is not necessary (curb the amount of data)	IP implementation (consider future expandability)
Data Format	Proprietary specification	Adoption of international standard (IEC)
New services	Study in the next step	Reflect the request concerning the expandability for new services to RFP
Correspondence	Not assumed	Consider equal footing

東京電力將智慧電表系統分成以下三部份(圖 5)，分開訂定 RFP 與執行評選的程序：智慧電表—2014 約 190 萬台、通信部份—包含電表端的通訊模組、集中器 (Data Concentrator)與 Head End System (HES)及 Meter Data Management System (MDMS)。

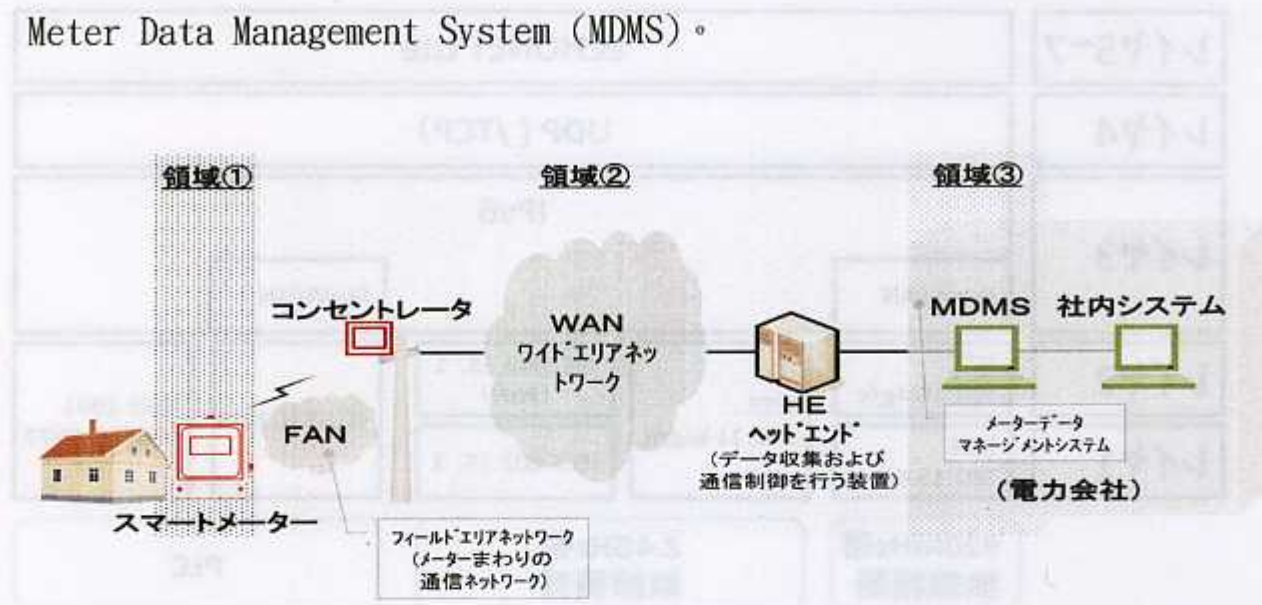


圖 5 東京電力智慧電表系統 RFP 的規劃

在電表通信部份，慧電表系統的通信部分的 System Integrator (SI) 由東芝公司得標，也負責相關通訊技術的選用及供應商的評選。東芝公司對於智慧電表 Route A 通訊技術的規劃，底層採用 920MHz RF Mesh(65%)、PLC (25%)與 1:N RF(10%)三種通訊技術，而在架構上集中器(開道器)扮演橋接(Bridge)的角色，並不會解譯或儲存 metering data。東京電力預計 2014 年在東京都佈建 190 萬具智慧電表，目前正於小平市進行 1000 戶的通訊測試，已於 103 年 6 月底完成測試，預計 7 月開始進行正式佈建，年底前希望能完成 3 萬具。

另在 Route B，乃根據 Japan Smart Community Alliance (JSCA) "Smart House/Building Standardization and Business Promotion Study Group" 的研究，應用層採用 Echonet Lite 協定，網路

層採用 TCP/UDP/IPv6，底層採用 920MHz RF 與 PLC 技術，但不會採用 2.4GHz 的相關 RF 技術，如圖 6 所示。

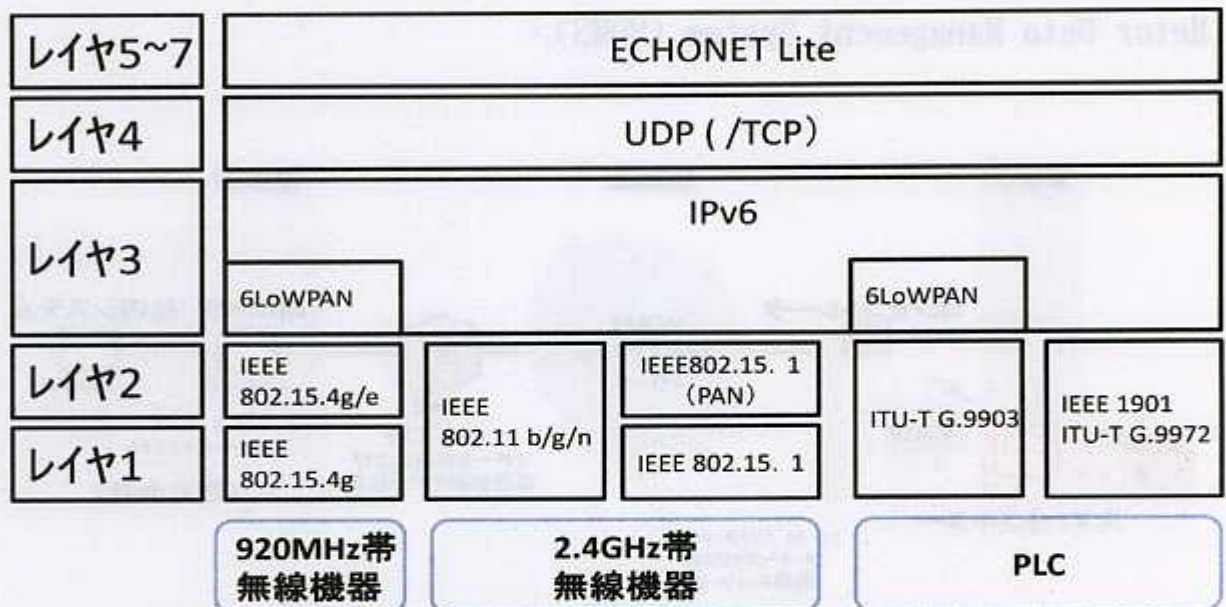


圖 6 東京電力智慧電表 Route B 通訊架構

另外在通訊測試平台部分，東京電力公司智慧電表系統的 PLC 通訊是選用 G3-PLC 通訊技術，目前這些 G3-PLC 通訊模組是由 2 家不同晶片公司所提供。本次也安排參訪測試平台，以做為未來國內建置 PLC 測試平台的參考。由於東京電力規劃 PLC 都用於集合式住宅的場域，所以模擬測試平台也是針對集合式住宅的情境而設計，模擬四棟 15 層的大樓，每層有兩戶，共計 120 戶的集合式住宅的情境，圖 7 為模擬測試平台的架構圖，圖 8、9 為實景圖。



圖 9 測試平台實景 - 模擬集合住宅配電室

本次參訪時，東京電力以一個 G3-PLC Coordinator 連接 120 個 Nodes，展示 Route A 讀表、電表 Connect/Disconnect 控制、Route B (模擬 HEMS 對電表讀表)及 Route A 與 Route B 同時讀表等應用情境，如圖 10、11 所示。



圖 10 測試平台實景 - 電表 Connect/Disconnect 控制

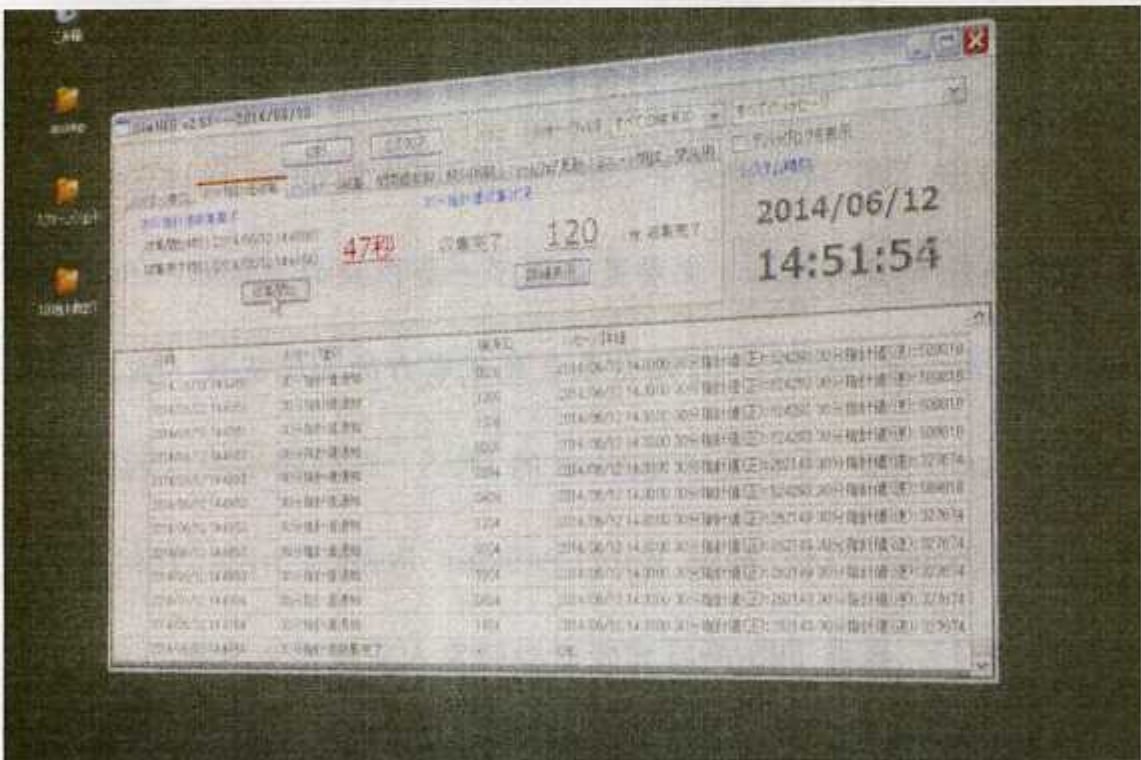


圖 11 測試平台實景 - 讀表測試畫面 (模擬 HES)

本次參訪亦包括東京電力與早稻田大學合作之 EMS 新宿實證中心 (Energy Management System (EMS) Shinjuku Demonstration Center)。該中心是由早稻田大學、經濟產業省(Ministry of Economy, Trade and Industry ; METI)及電力公司於 2012 年所成立的，這實證中心最大的特點就是同時串起以下兩大展示及測試系統，實現 Supply Side-to-Demand Side EMS 應用服務，如圖 12 所示。

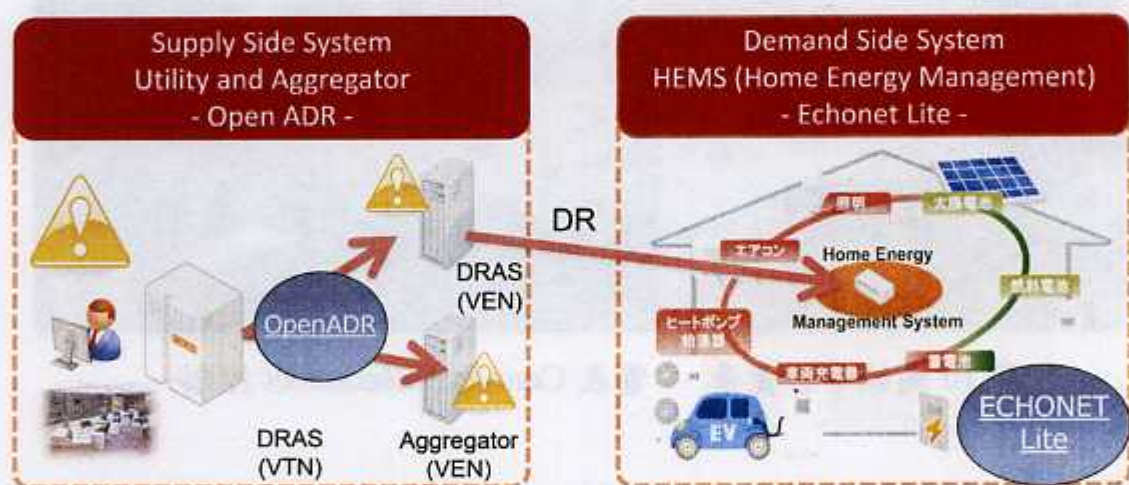


圖 12 EMS 新宿實證中心系統概念

早稻田大學 EMS 新宿實證中心的 Open ADR2.0 base multi-vendor DRAS Test Site 的運作核心，主要是建置了一套模擬的 Demand Response Automation Server (DRAS)，可接受來自東京電力的 ADR 訊號，並且轉送給其他 Aggregators，再由 Aggregator 的 DRAS，透過網路發送到同在實證中心的 Echonet-lite base multi-vender Demand side Test Site (Smart House)。根據 EMS 新宿實證中心研究人員提供之資訊，目前 DR

面上也沒有支援 Route B 的 HEMS，如圖 13、14。

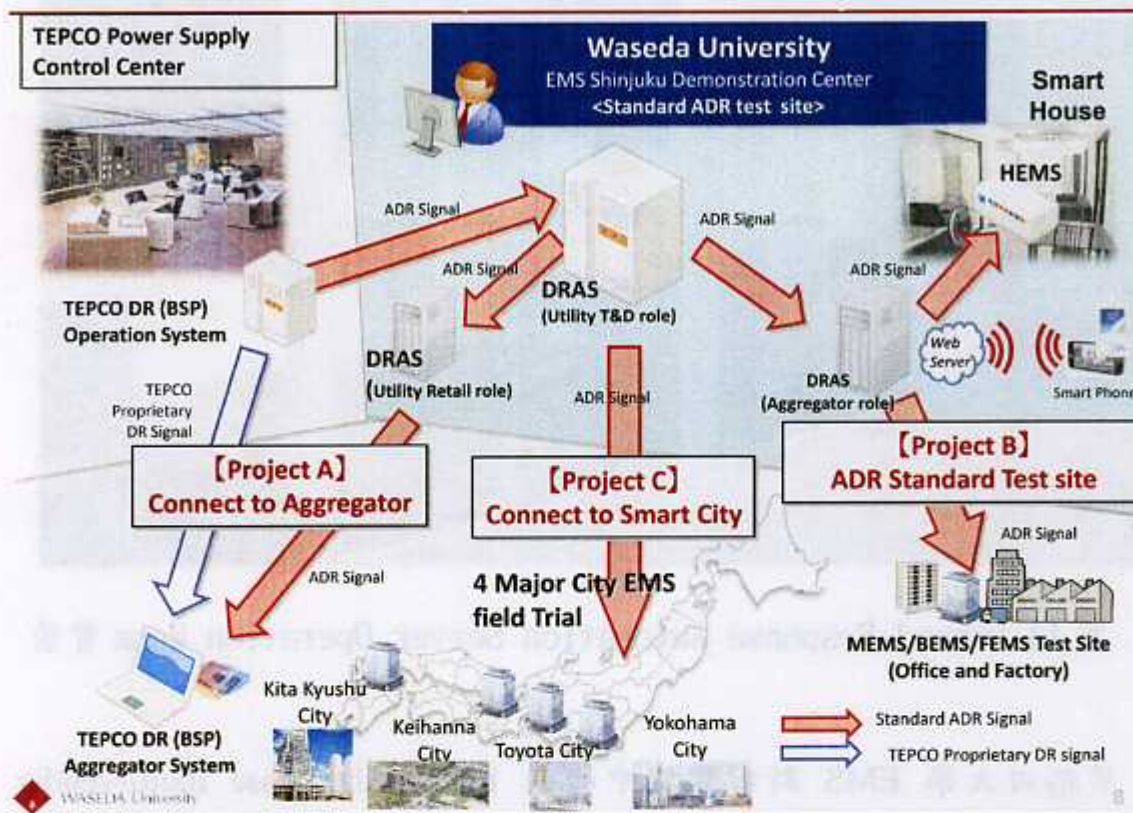


圖 13 Open ADR2.0 base multi-vendor DRAS Test Site



圖 14 Demand Response Automation Server Operation Room 實景

早稻田大學 EMS 新宿實證中心的 Echonet-lite base multi-vender Demand side Test Site，一共建置了四個 Smart Houses 示範屋，依序採用中部、關西、東京與九州電力公司的電表，其架構如圖 15 所示。



圖 15 Echonet-lite base multi-vender Demand side Test Site 架構圖

4-4 關西電力公司

關西電力公司為日本 9 間電力公司推行 AMI 最早及數量最多之公司，目前已建置完成(高/低)用戶共計 250 萬戶。本次參訪主題則包括：智慧電表推動概況說明、技術議題交流(智慧電表系統/RF 通訊技術/需量反應方案等)及實際場域參觀等。

如上述，關西電力是日本地區最早啟動智慧電表佈建的電力公司，截至 2014 年 4 月，已經佈建了 250 萬具電表，相關時程規劃如圖 16 所示。

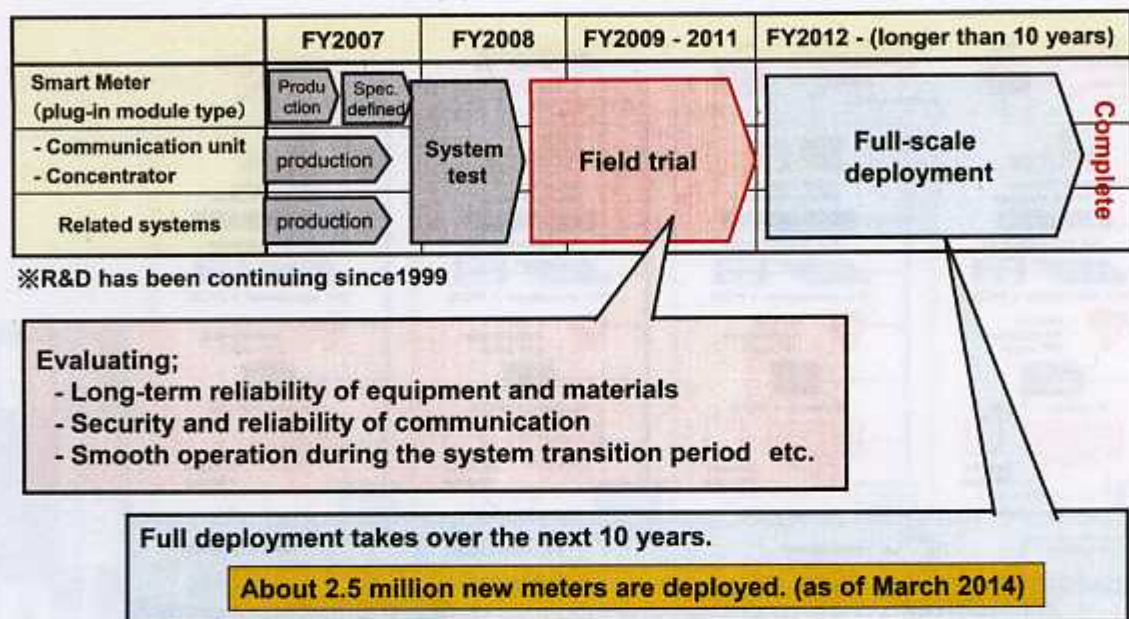


圖 16 關西電力公司智慧電表佈建時程規劃

關西電力的智慧電表系統架構(如圖 17)，對於智慧電表 Route A 通訊技術的規劃，應用層採用關西電力私有的讀表協定，底層採用 Fujitsu Ad-hoc mesh 與 Yitran DCSK PLC 技術，架構上集中器(稱為開道器)功能與東京電力相同，扮演 Bridge 的角色，並不會解譯或儲存電表讀表資料 (metering data)。

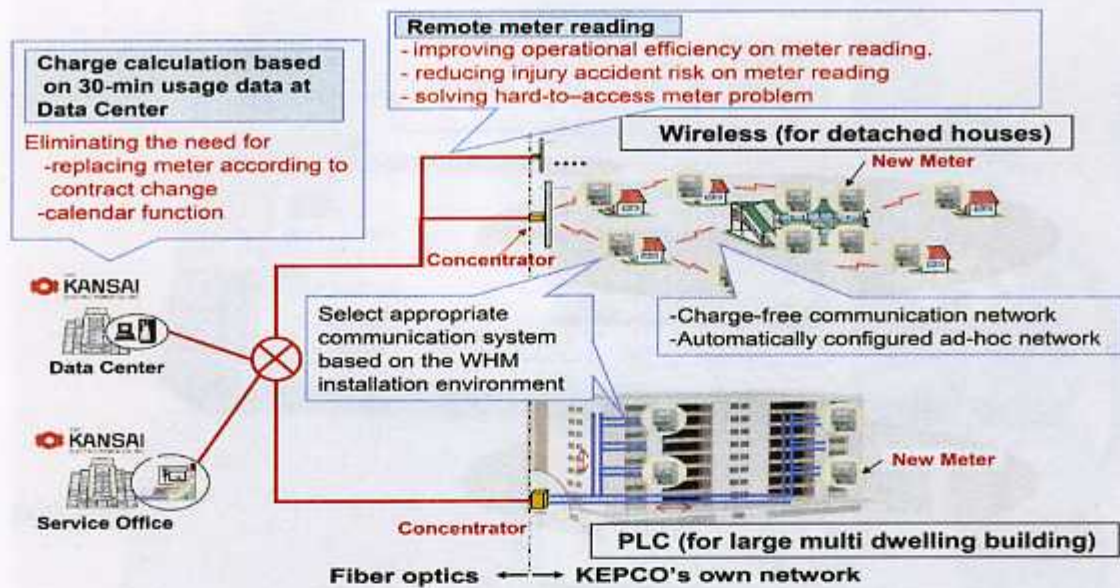


圖 17 關西電力的智慧電表系統架構圖

關西電力與東京電力的智慧電表系統架構類似，但仍有以下差異：

- 關西電力(低壓用戶) Route A 並不使用 3G/4G LTE 通訊技術，目前月通信費仍高是主因。
- 關西電力 Route A 採用 2.4GHz Ad-hoc mesh 的 RF 技術，而東京電力是採用 920MHz 的頻帶，兩者頻帶不同，但均為 unlicensed band(日本國內)，理論上 920MHz 可以傳輸的距離較遠。
- 關西電力目前佈建的智慧電表並沒有考量 Route B 的應用。
- 關西電力電表是模組化設計(如圖 18)，與東京電力相同。



圖 18 關西電力電表架構圖

在電表通訊技術部分，關西電力智慧電表系統的 Route A 通訊採用主要採用富士通(Fujitsu)所開發之 Ad-hoc Wireless(頻段為 2.4GHz) WiFi Mesh 技術，目前該技術已取得國際標準組織 IETF 所核發之 RFC 6971 標準編號，並準備進行標準化；另在 RF 通訊不佳地區，關西電力亦使用 PLC 技術(DCSK PLC，由 Yitran 公司負責提供。其中 PLC 技術有較高的可靠度，但相對成本也較高，關西電力基於成本考量，除了無線通訊艱困或不明的

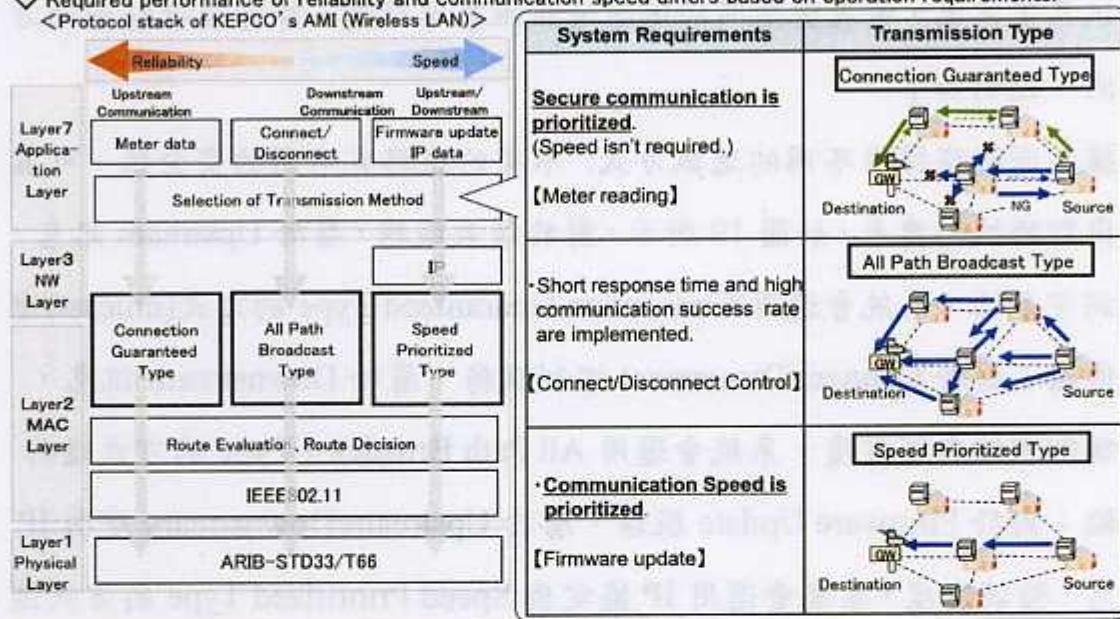
斷地改良 Ad-hoc Wireless 技術，針對延長通訊距離、滿足各種服務運作的通訊品質需求、電表密度高的地區通訊阻塞等問題，都有設計特別的方法解決，說明如下：

- 根據不同服務採用不同的通訊方式：不同的服務有不同的安全性、可靠度與即時性的要求，如圖 19 所示，對於讀表服務，屬於 Upstream 訊息，強調安全性，系統會選用 Connection Guaranteed Type 的方式(unicast)進行傳輸；對於 Connect/Disconnect 控制服務，屬於 Downstream 訊息，強調即時性與可靠度，系統會選用 All Path Broadcast Type 的方式進行傳輸；對於 Firmware Update 服務，屬於 Upstream/Downstream 雙向 IP 訊息，強調速度，系統會選用 IP 協定與 Speed Prioritized Type 的方式進行傳輸。
- 解決通訊阻塞方式：關西電力的讀表是採用 Push 的通訊模式，也就是電表會主動向 HES 上傳 meter data，當在電表密度高的場域時，這種模式就容易發生通訊阻塞的問題。如圖 20 所示，關西電力增加了一些機制來預防通訊阻塞及緩解阻塞問題，經實測即使在 1000 個電表(500 具為備援)的情況下依然有效。



圖 19 關西電力智慧電表通訊架構

◇ Required performance of reliability and communication speed differs based on operation requirements.
 <Protocol stack of KEPCO's AMI (Wireless LAN)>



Achieved sufficient communication success rate and speed by adopting different transmission Types.

圖 19 確保服務品質的解決方案

◇ Ad-hoc wireless network has tendency to occur the congestion in densely meter-installed environment.



Item	Countermeasures against Congestion	Effect of the Countermeasures
Prevention of Congestion	Frequency Suppression Transmit the information at random	
	Traffic Reduction Optimization of data packet	
Resolution of Congestion	Communication unit detects the congestion and control the communication	
	...	

關西電力智慧電表的佈建方式是將到達使用年限(10年)的機械表逐年替換成智慧電表，所以，一般來說一個區域10年內智慧電表密度應是逐年增加的，然而對於Ad-hoc Wireless技術而言，當智慧電表密度偏低時是不利Ad-hoc通訊的，所以關西電力已預期到在佈建的前幾年讀表成功率會偏低，仍需要派員現場讀表。關西電力Ad-hoc Wireless技術的驗證方式也完全比照佈建的方式逐步替換進行測試，由圖21所示，除了郊區外，其餘型態的場域類型在佈建率3成的時候(約佈建的第3年)，連線率即可達到100%。

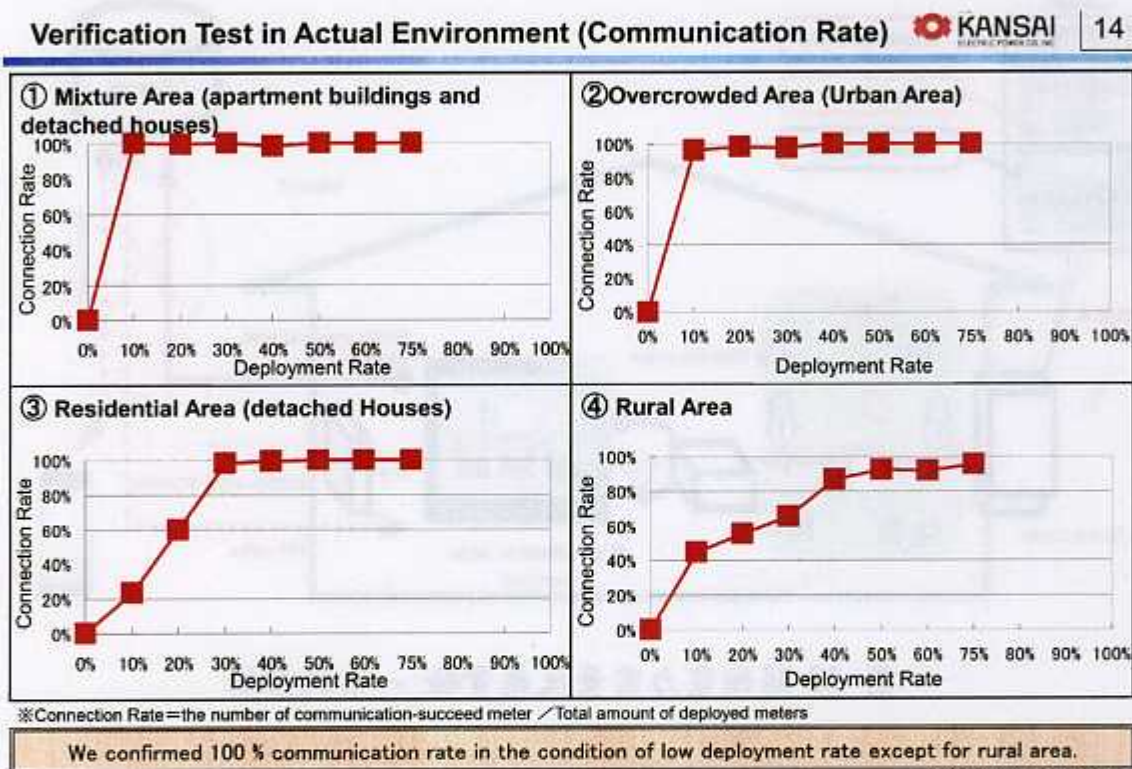


圖 21 Ad-hoc Wireless 技術的實測結果

在參訪的過程中，可以感覺出關西電力對於現有 Ad-hoc Wireless WiFi Mesh 技術非常有信心，相信透過強大的 Mesh routing 會把所有的電表自動連起來，所以並沒有太複雜的網路規劃策略 (Route A)，原則

上，就是每 500 個電表搭配一個開道器，安裝位置就找有光纖的存取點即可。

至於在需量反應部分，關西電力於 2012 年在 Keihanna Eco City Next-Generation Energy and Social Systems Verification Projects 中有一個需量反應(DR)驗證的實驗，這實驗的目的就是要比較各種 DR 方法激勵用戶降載的效果，在 Kyotanabe City、Kizugawa City、Seika Town 共計找了 700 個家庭參與這項 DR 實驗，系統架構如圖 22 所示。

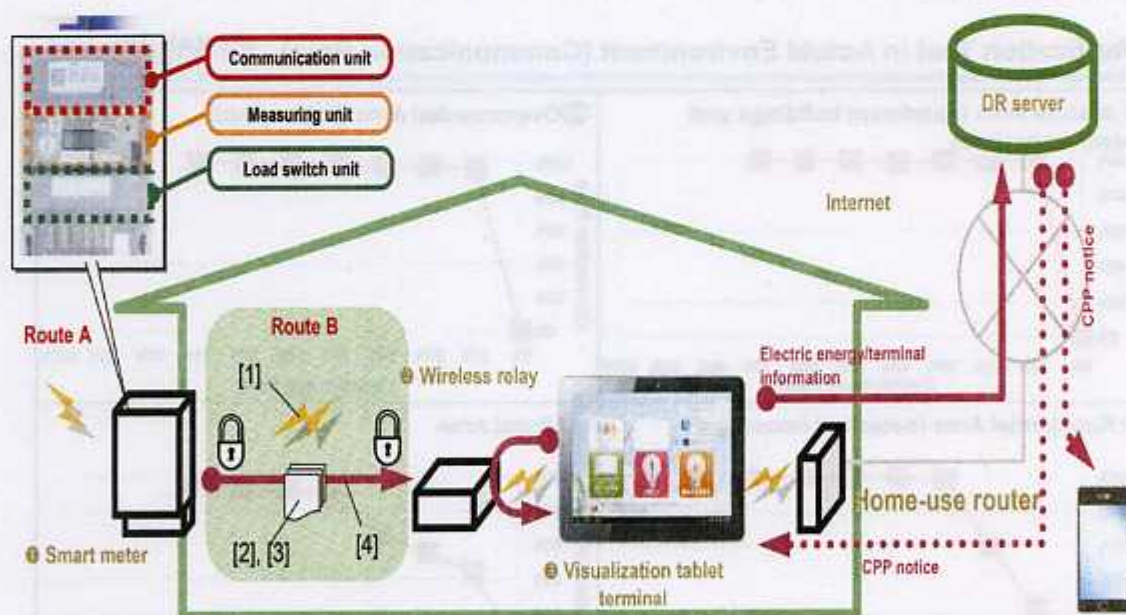


圖 22 關西電力需量反應實驗 - 系統架構

4-5 參加會議照片



圖 23 雙方於 CRIEPI/TPC 技術交流年會交流情形



圖 24 CRIEPI/TPC 技術交流年會合照



圖 25 東亞電力技術研討會現場





照片 28: 東亞電力技術研討會與會人員合照



圖 29 與早稻田大學人員合影



圖 30 與關西電力人員合影



伍、結論及建議

5-1 結論

此屆 2014 年東亞電力技術研討會暨第 26 屆 CRIEPI/TPC 技術交流年會已圓滿舉行完畢，下屆會議將輪由本公司綜合研究所主辦，日本電力中央研究所(CRIEPI)的精心規劃與安排，值得我方於 2015 年主辦此研討會之參考。

日本地區各家電力公司，除了關西電力在 2012 年就開始佈建智慧電表系統外，其餘的電力公司約都是從 2014 年才陸續開始，除關西電力建置數量較多外，其他電力公司尚處於初期建置及效能驗證階段。目前本公司已完成高壓 23000 戶及低壓 10000 戶之智慧電表建置，無論在事前規劃、建置數量、系統功能、通訊技術使用皆可提供日本方面參考。

此外，東京電力的智慧電表系統強調開放標準，採用 RFC 與 RFP 的方式決定系統規格與系統整合商，並且將智慧電表系統分成電表端、通信模組端與管理系統端 (MDMS)三部份分開招標，而且開放國外的智慧電表產品，以降低建置的成本，這對我國有意願參與國際間智慧電表系統建置之廠商是一個機會。

而在智慧電表系統安裝後之應用，如早稻田大學與日本經產省及電力公司合作之實證中心，建置了 4 間 Smart Home，擺放不同廠牌的電表、HEMS 及家電。EMS 新宿實證中心將需量反應事件的產生、發送到用戶端的 HEMS 及 HEMS 因應需量反應事件做出的反應等行為串連起來，實現了

Supply Side-to-Demand Side EMS 應用服務展示及測試的環境。METI 已定調 DR signal 統一採用 OpenADR 標準(2013)，家庭能源管理系統(HEMS)與家電間的介面則統一採用 Echonet Lite 標準(2011)，值得本公司及國內相關設備製造商參考。

5-2 建議

1. 日本電力公司針對一般用戶所蒐集之負載區段資料多為一小時進行一次(或半小時)，可減少網路流量及避免網路壅塞，建議本公司未來在規劃相關讀取機制時參考。
2. 日本電力公司的智慧電表採用模組化設計方式，如下圖，由上而下依序為通訊模組、計量模組與開關模組，電表成本會較高，但也有以下的優點可供參考：
 - ◎搭配電源 Bypass 治具，電表端就可以活線作業（如圖 32）。
 - ◎不用更換整具電表，就可以抽換通訊技術。
 - ◎不用更換整具電表，就可以彈性選擇是否支援 Switch 功能。
 - ◎不同容量規格(30A/60A/120A)的電表，模組可彼此共用。
 - ◎因不同模組檢驗的需求不同，可分開檢驗，如計量模組由標檢局檢驗、通訊模組與開關模組由電力公司自行檢驗。



圖 32 電表 Bypass 治具

3. 本次參訪兩間日本指標性電力公司皆針對智慧電表系統發展完整、具替換性之通訊測試場域，本所近年內亦協助業務單位進行智慧電表相關功能測試，未來如擬進行10戶或更大規模之建置計畫，應仿照國外先進電業之作法，建力自有、完整之模擬測試場域，並將相關環境參數、線路組抗參數等納入系統建置考量中。除可協助先進讀表系統計畫順利推行，並可將相關成果與國際先進電業分享，提昇本所國際地位。

