

出國報告（出國類別：實習）

先進饋線自動化與先進讀表系統整合技術研習

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：謝忠翰(電機工程師)

派赴國家：美國

出國期間：102年7月14-24日

報告日期：102年9月17日

出國報告審核表

出國報告名稱：先進饋線自動化與先進讀表系統整合技術研習		
出國人姓名(2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
謝忠翰	電機工程研究專員	台灣電力公司綜合研究所
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input checked="" type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 其他_____ (例如國際會議、國際比賽、業務接洽)	
出國期間：102年7月14日至102年7月24日		報告繳交日期：102年9月17日
出國人員自我審核	計畫主辦機關審核	審核項目
<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1. 依限繳交出國報告 2. 格式完整 (本文必須具備「目的地」、「過程」、「心得及建議事項」) 3. 無抄襲相關資料 4. 內容充實完備. 5. 建議具參考價值 6. 送本機關參考或研辦 7. 送上級機關參考 8. 退回補正，原因： (1) 不符原核定出國計畫 (2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 (3) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 (4) 抄襲相關資料之全部或部分內容 (5) 引用相關資料未註明資料來源 (6) 電子檔案未依格式辦理 (7) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 9. 本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： (1) 辦理本機關出國報告座談會(說明會)，與同仁進行知識分享。 (2) 於本機關業務會報提出報告 (3) 其他 10. 其他處理意見及方式：

報告人：		單位主管 	主管處 	總 經 理 	副總經理：
------	--	----------	---------	-----------	-------

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、審核作業應於報告提出後二個月內完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「公務報告資訊網為原則」。

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：先進饋線自動化與先進讀表系統整合技術研習

頁數 29 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司/陳德隆/2366-7685

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/電機研究專員/8078-2266

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他(開會)

出國期間：102 年 7 月 14~24 日

出國地區：美國

報告日期：102 年 9 月 21 日

分類/號目：

關鍵詞：智慧型電網(Smart Grid)、先進讀表系統 (Advanced Metering Infrastructure, AMI)、智慧電表(Smart Meter)

內容摘要：(二百至三百字)

配合政府政策及公司營運規劃，台電公司已於民國 100 年起進行高壓先進讀表系統建置，並於民國 101 年度進行低壓先進讀表系統 1 萬戶之計畫。本所為台電公司所屬之研究單位，配合低壓先進讀表系統(AMI)的推動計畫，本公司已成立先進讀表系統專案小組，同時積極推動各項相關計畫。本所亦於樹林所區建置(AMI)測試系統平台及場域。為了解此一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，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，故派員前往美國電力公司與機構研習相關議題。此次實習主要用意在了了解美國電網運營商在 AMI 的建置現況、使用技術、管理平台開發及測試驗證實驗室，並參訪顧問公司討論需求反應(DR)及時間電價(TOU)等控管策略及 AMI 未來走向，以協助台電公司未來規劃 AMI 之參考。

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

先進饋線自動化與先進讀表系統整合技術研習

目 錄

出國報告書審核表.....	I
出國報告提要.....	II
目錄.....	IV
壹、實習任務.....	5
貳、實習緣由及目的.....	.1
參、實習行程.....	.6
肆、實習內容與經過.....	.8
4.1 PG&E公司.....	.8
4.2 SCE公司.....	16
4.3 PGE公司.....	23
伍、結論與建議.....	27
4.1 結論.....	.27
4.2 建議.....	.29

壹、實習任務

赴美國電力公司了解進行先進讀表系統建置完成後，各項應用措施及用戶使用情況，並參觀相關控制中心及驗證平台。

貳、實習緣由及目的

台電公司依智慧型電表基礎建設推動方案及智慧電網總體規劃方案，已陸續啟動高/低壓先進讀表建置計畫。配合相關計畫，本公司亦成立先進讀表系統專案小組，積極了解國外電力公司進行方式及做法。本所亦於樹林所區建置測試系統平台及場域。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，故派員前往美國電力公司與機構研習相關議題。此行主要訪查美國電網運營商在智慧電網的建置現況、使用技術、管理平台開發及測試驗證實驗室，並參訪顧問公司討論需量反應(DR)及時間電價(TOU)等控管策略及AMI未來走向，以協助台電公司未來規劃AMI之參考。

參、實習行程

本次出國透過訪問 PG&E、SCE 及 PGE 等美國電力單位，針對美國推動智慧電表系統現況之遭遇問題及解決策略等經驗交流，針對電業推動 AMI 之變革，透過不同電力公司之經驗交流，探討台灣未來推動時間電價及需量反應之預擬問題及解決方案研擬。各行程之考察目的與價值說明如下：

拜訪 PG&E 之需量反應小組及 AMI 測試中心，了解實際 AMI 與用戶端 HAN/HEMS/DR 之服務，並討論等不同通訊技術的互通性/整合性。

拜訪 SCE 之 AMI 運轉中心、智慧電網實驗室及需量反應小組，將了解電表端/集中器/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 PGE 之需量反應、時間電價及智慧電表相關業務單位，將了解 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。

拜訪 QUANTA 顧問公司，了解該公司在智慧電網提供服務項目，另就未來智慧電網發展趨勢進行討論。

本次出國期間為 102 年 7 月 14 日至 24 日，共計 11 天，詳細行程說明如表 3-1。

表 3-1、出國行程說明表

起始日	迄止日	實習機構	實習內容
1020714	1020714		去程
1020715	1020715	PG&E	智慧先進讀表系統通訊技術、需量反應議題討論，並參觀認證實驗室。
1020716	1020716		轉機
1020717	1020718	SCE	AMI後端平台及控制操作中心及智慧電網應用研究室)(7/17)。SCE需量反應及時間電價訂定部門(7/18)
1020719	1020719	PGE	需量反應及先進讀表系統議題討論。
1020722	1020722	QUANTA	討論未來AMI及智慧電網發展。
1020723	1020724		返程

肆、實習內容與經過

本次出國研實時間如前章所述從102年7月14日起至24日止，當中安排參訪美國電力公司共3間，包括加洲太平洋瓦斯及電力(PG&E)、南愛迪生電力(SCE)及位於波特蘭的通用電力公司(PGE)，另外也參訪國外知名智慧電網顧問公司Quanta Solution。而參訪單位除了本所之外，亦包括本公司業務處費率組、財團法人工業技術研究院、財團法人資訊工業策進會及財團法人台灣經濟研究院。因此參訪議題除本所主題—先進讀表系統測試中心及認證實驗室之外，亦與電力公司時間電價及需量反應人員進行討論、交流。詳細內容及過程如下。

4.1 加洲太平洋瓦斯及電力公司研討(PG&E)

太平洋瓦斯與電力公司(Pacific Gas and Electric Company，以下簡稱PG&E)成立於1905年，為加州北、中部約1,500萬民眾提供天然氣與電力服務，服務範圍北起尤利卡(Eureka)，南達貝克斯菲爾德(Bakersfield)。PG&E為PG&E股份有限公司(PG&E Corporation)擁有的子公司，為一整合型綜合電業(發、輸、配、售電)，員工人數為19,424人(2010年底)，公司總部設在舊金山。PG&E公司於2005年進行5,000具電子式電表及相關系統測試，隨後於2006年起進行所有客戶電表換裝計畫，並於2011年更換完畢，PG&E更換電表相關時程如圖4-1所示。隨著先進讀表系統建立完成，PG&E也針對不同特性用戶提供多元電價服務方案，其中一般用戶所提出方案為時間電價(Time-of-Use, 以下簡稱TOU)，大用戶則與第三單位合作提供需量反應(Demand Response, 以下簡稱DR)方案。

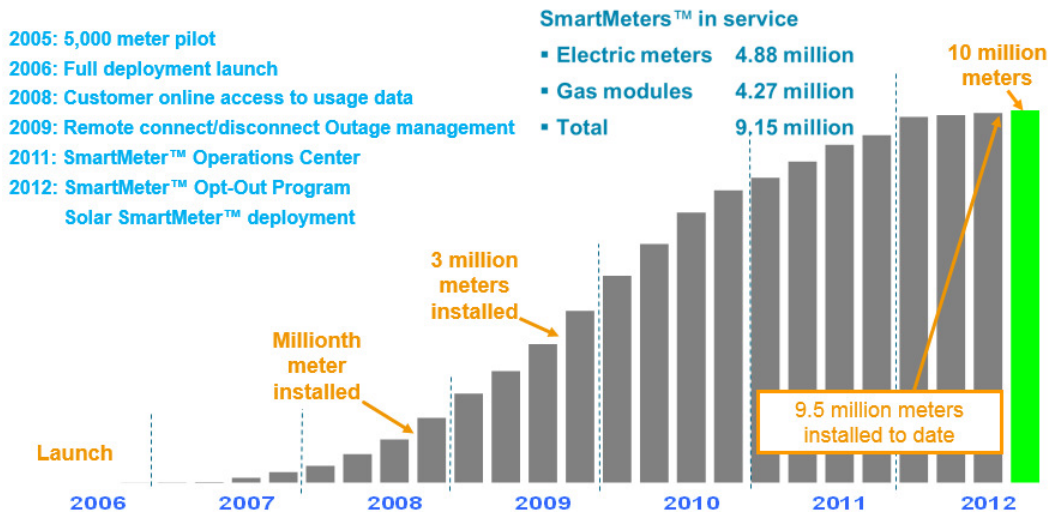


圖4-1 PG&E公司先進讀表系統換裝時程

參訪行程第一站由PG&E專家介紹該公司在加州進行的需量反應計畫(Demand Response, DR)揭開序幕，報告大綱包括：1. Welcome and Introductions; 2. Safety; 3. PG&E Time-of-Use Program; 4. PG&E Demand Response Programs; 5. PG&E Current and Future DR Programs; 6. 3rd Party Aggregator Programs and Roles; 7. DR Programs Measures。

早在為客戶換裝智慧型電表前，PG&E即已推行TOU方案多年，推動歷程簡述如下：

- 1970's 晚期針對用電高於 1MW 大型用電戶進行強制性時間電價。
- 1980's 中期，針對小型用電戶(住宅)採取志願性時間電價。
- 1990 年，針對高於 500kW 大型用電戶進行強制性時間電價。
- 2000 中期，針對用電介於 200kW~500kW 用電戶進行強制性時

間電價。

- 2012末(11月)起，針對用電介於20kW~200kW之中小型商業用電戶進行強制性時間電價。

推行TOU方案主要目的是為了讓消費者在尖峰時段(Peak Hours)減少用電，PG&E針對不同的消費者(包括商業用戶及住宅用戶)定義尖離峰月份及時間。

商業用戶：

- 夏季用電(5月1日~10月31日)
 - 尖峰時段：12pm~18pm，星期一~星期五
 - 次尖峰時段：8:30am~12 noon，6~9:30pm，星期一~星期五
 - 離峰時段：9:30pm~8:30am，星期一~星期五，星期六，星期天及假日
- 冬季用電(11月1日~4月30日)
 - 次尖峰時段：8:30am~9:30pm，星期一~星期五(假日除外)
 - 離峰時段：9:30pm~8:30am，星期一~星期五，星期六，星期日及假日

住宅用戶：

- 夏季用電(5月1日~10月31日)
 - 尖峰時段：1:00pm~7:00pm，星期一~星期五
 - 次尖峰時段：10:00am~1:00pm，7:00pm~9:00pm星期一~星期五；5:00pm~8:00pm，星期六~星期日
 - 離峰時段：其他所有時間，包含假日
- 冬季用電(11月1日~4月30日)
 - 次尖峰時段：5:00pm~8:00pm，星期一~星期五

► 離峰時段：其他所有時間，包含假日

接著討論該公司目前執行 DR 方案，PG&E 在 2012 年實施需量反應時，該預測值為 620MW，最後實際執行達到 610MW。此一數據顯示 PG&E 實施 DR 方案可靠度高達 98%，亦即 DR 是可以預期的。因此，PG&E 預計在 2012~2014 年投資 1 億 9 仟萬美元，評估 10 種 Demand Response 試行方案，因為沒有一種 DR Program 可以涵蓋所有消費者的用電行為模式，所以在執行 DR 方案前需將消費者的用電行為分類，再針對分類進行最適方案設計，最後利用自動化方式使得消費者滿意度增加，減少消費者手動選擇 DR 方案。

PG&E 預期 2013 年 DR Program 總登記用電容量約為 675~700MW，主要 DR 提供包括：1.基本可停方案(Base Interruptible Program ,BIP); 2.需量競標方案(Demand Bidding Program, DBP); 3.尖峰日定價方案(Peak Day Pricing, PDP); 4.CBP & AMO; 5.SmartAC，各種方案各別登記 MW 數如圖 4-2。這些 DR 方案主要效益為增加電力系統穩定性及用電尖峰移轉。

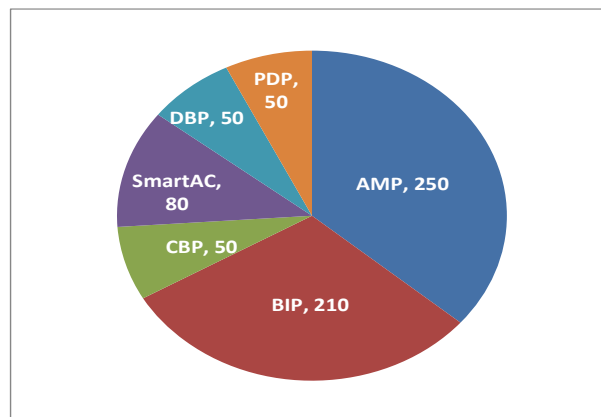


圖 4-2 各種 DR 方案佔比

之後參觀PG&E為先進讀表系統所建立的Emerging Technology實驗室，該實驗室以研發延伸服務價值為導向，分別建置不同服務的實驗平台，包括智慧電表暨家庭網路測試平台、無線通訊測試平台、電動車充電站測試平台及配電自動化測試平台。各個測試平台接建立完整的基礎設施，以扶植長期性的研發工作。因時間關係，本次僅參訪智慧電表暨家庭網路測試實驗室，該實驗室測試項目及工作內容如圖4-3所示。該測試實驗室由20具電表構成，其中包含不同類型的電表已進行整合測試，另屋內顯示器(In Home Display, IHD)可透過網路連結，了解各類型家用電器用電資訊。

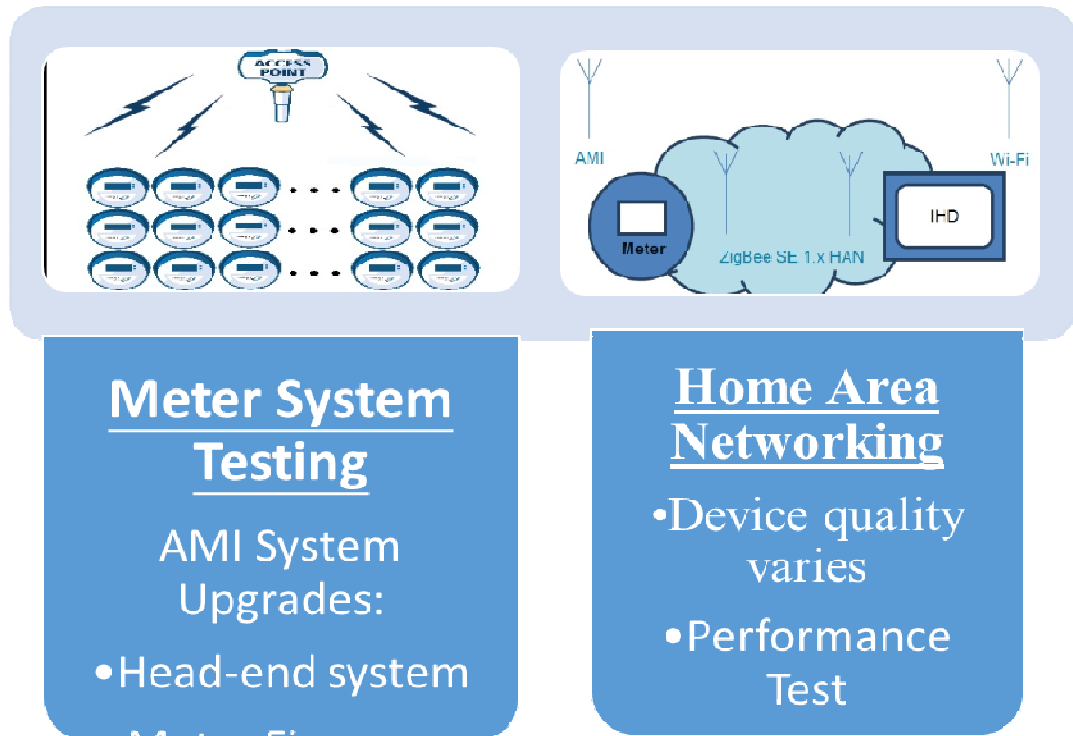


圖4-3 測試項目及工作

該智慧電表測試中心從事網路拓樸的研究，如圖 4-4 針對 Hopping mode 和 Capacity mode 進行效能、可擴充及邊界特行等網路特性進行研究，實驗室內部如圖 4-5(a)(b)。

- 性能基準值用於規範網路工作特性，相關參數包含頻寬、容量、可擴充度、網路例行性。
- 網路功能性包含電表韌體更新影響及逆向嘗試通訊。
- 分配自動化包含智慧電表網路下額外通訊暗示、AMI 通訊自動化、邊界測試檢視故障點。

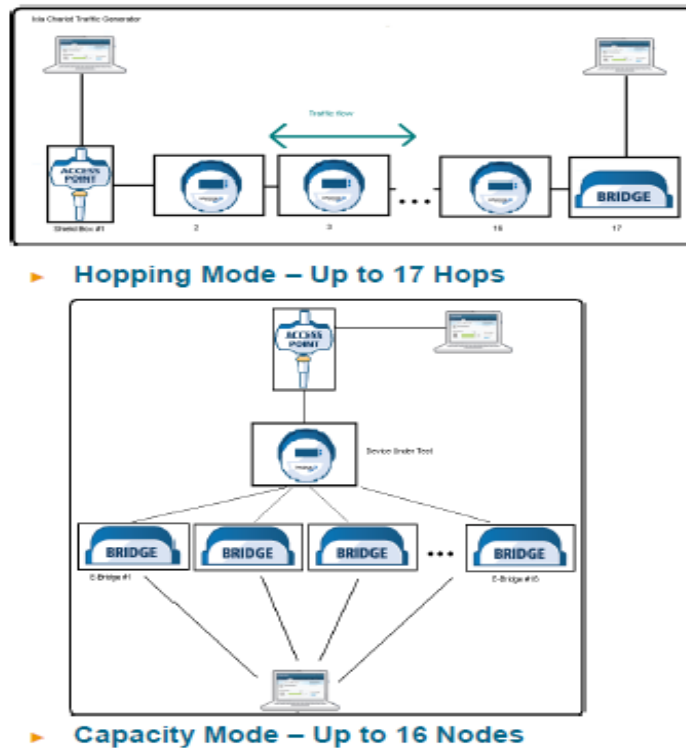


圖 4-4 Hooping Mode 及 Capacity Mode



圖4-5(a) 實驗室內景

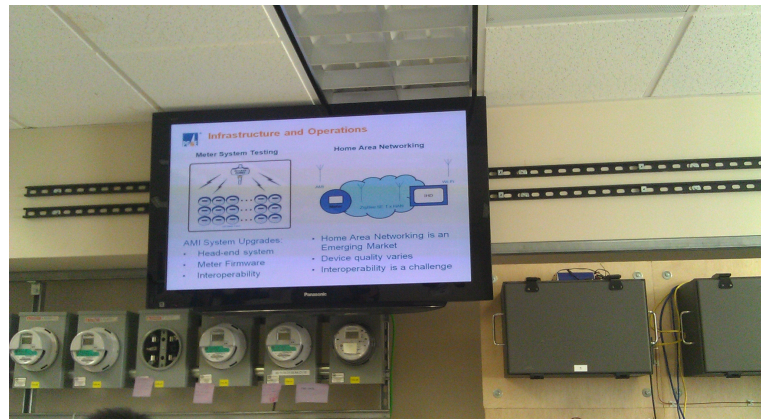


圖4-5(b) 實驗室內景

此外，該實驗室亦提供用戶端家庭自動化網路(Home Area Network, HAN)設備認證設備測試，設備供應商提供依照PG&E規範開發之HAN設備，可能包括thermostate, 延長插座等型態，初步先以50個設備進行與電表連接及通訊測試，篩選出21個裝置至第二關進行電表相關功能測試，之後再選出前十名進入最後一關，進行互通性測試，對不同IHD，老化測試，RF效能等，最後前5名，PG&E會在官網上跟用戶介紹。測試時間長達18個月，所以失敗一次就要等18個月再來，流程如圖4-6。

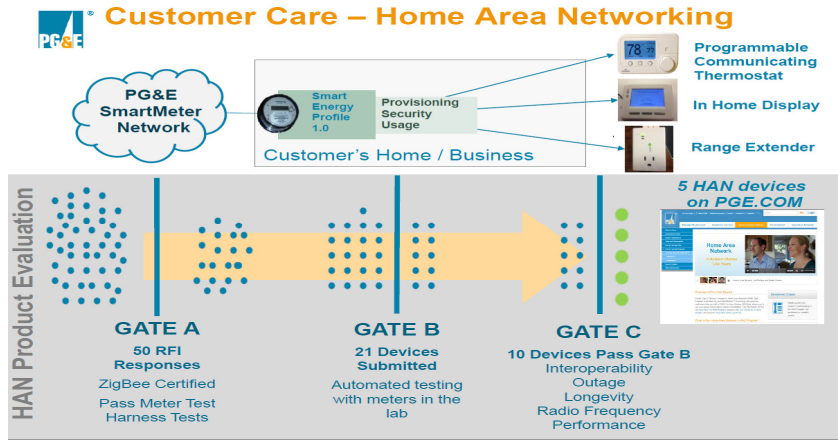


圖 4-6 HAN 端設備認證流程

最後，如前所述，該實驗室亦有進行智慧電網相關研究測試，包括電壓/虛功調整控制、故障偵測、及電動車充放電等，如圖4-7所示。



圖 4-7 智慧電網相關測試

4.2 南加州愛迪生電力公司(SCE)研討

南加州愛迪生電力公司(Southern California Edison Company, 以下簡稱 SCE)，為加州中部、沿海和南加州地區，方圓 50,000 平方哩內約 1,500 萬民眾提供電力服務。SCE 為愛迪生國際公司(Edison International)擁有的子公司，為一整合型綜合電業(發、輸、配、售電)，員工人數為 18,230 人(2010 年底)，公司總部設在洛杉磯。SCE 公司配合加州政府智慧電網政策時程表(California Smart Grid Policy Timeline)，積極發展代號為 **SmartConnect** 之先進讀表基礎建設(AMI)及相關建設計畫，表 4-1 為 SCE 公司 **SmartConnect** 計畫時程。目前 SCE 公司已經依照時程規劃，完成 500 萬用戶智慧電表換裝作業。

表 4-1 SCE SmartConnect 計畫時程

年度	計畫目標
2008	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2008 年 9 月加州公用事業委員會 (CPUC) 核准 AMI SmartConnect™ 計畫。 ➤ 計畫核定預算美金 16 億元(約台幣 480 億元)，其中資本支出約 12.5 億元(約台幣 375 億元)。 ➤ 資本支出費用視 CPUC 核准，將從 2013 年起逐年由電費費率回收。
2009	2009 年 9 月開始安裝智慧電表。
2010	安裝完成 202 萬具智慧電表，用戶遷入/遷出遠端控制切換用電，建置每一區段用電電費計費機制。
2011	完成 370 萬具智慧電表安裝，在 SCE 網站上提供相關資訊及服務，包括：停電資訊、遷入/遷出遠端控制切換用電及家庭區域網路(HAN)技術能力。
2012	完成全部 500 萬具智慧電表安裝，並完成負載控制方案(Load Control Program)。

SmartConnect™計畫預估建置成本為美金16.81億元(不含建置後相關營運成本，該成本約為建置成本之94.11%)，其中資本支出約12.5億元(約台幣375億元)視加州公用事業委員會(CPUC)核准，將從2013年起逐年由電費費率回收，建置各項成本及佔建置成本比率如下：

- 安裝部署前置作業(2.67%)
- 智慧電表及通訊網路購置(43.18%)
- 智慧電表及通訊網路安裝(16.95%)
- 後端應用系統(14.93%)
- 用戶費率方案及服務(6.96%)

本次首先至 SCE 新建完成先進讀表系統運維中心(SmartConnect Operations Center,以下簡稱 SOC)參訪，該中心網路架構如下圖 4-8。主要透過無線通訊技術將電表資料回傳至後端網路中，再由不同功能之主機，由資料倉儲中擷取資料以進行分析。

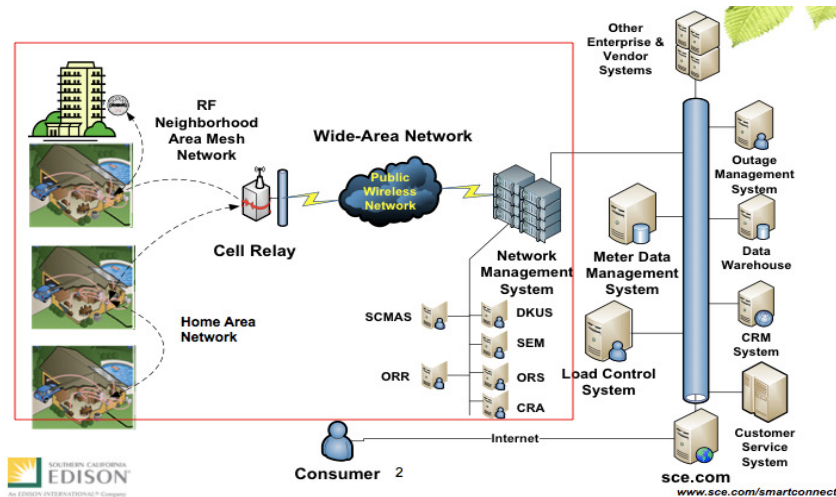


圖4-8 SOC網路架構圖

SOC 主要任務包括：

- 設備監控及管理：

- 24 小時全年無修針對先進讀表系統設備進行監控，設備每 5 分鐘會進行通訊一次。

- 每日系統相關報表產出、通訊與協調。

- 系統運行最佳化、分類及問題分析：

- 整合性問題分析及根本原因

- 網路成效追蹤與最佳化

- 規劃及服務支援

- 系統架構規劃及管理

- 商業處理程序發展及檢視

- 預算及資源規劃

- 合約管理

SOC 內部有一面巨大電視牆，將前述所有相關功能於電視牆上展示，方便運維人員可隨時掌握系統狀況，並即時進行調度、運維，讓系統運轉順利，惟可惜是 SCE 並不開放拍照，網路上亦無相關圖片資料說明控制室各項操作功能，本文用簡單示意圖表示 SOC 內部運維系統功能及顯示內容，整理如下圖 4-9。

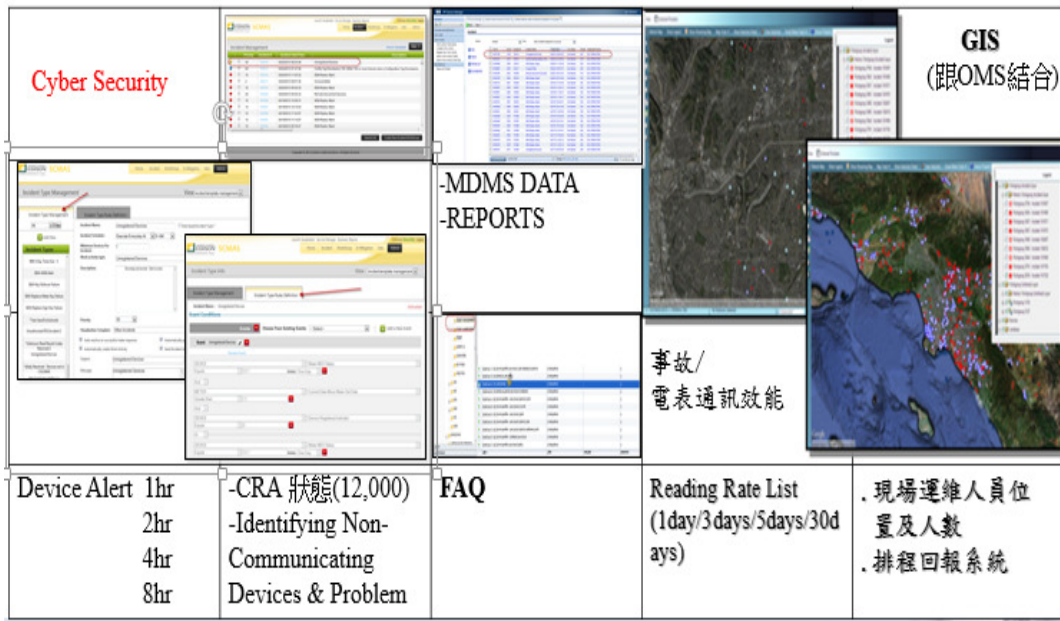


圖 4-9 SOC 運轉平台示意圖

另外此行亦參觀 SCE 公司進行智慧電網相關應用服務測試實驗室，SCE 對於推動智慧電網規劃出四大步驟，如圖 4-10 所示。步驟 1 為辨識定義階段，進行商業需求、檢視高風險項目、及技術可行性分析；步驟 2 為評估階段，進行模型建立與分析、技術評估、及藍圖規劃；步驟 3 為先導型計畫階段，進行實驗測試及示範系統；步驟 4 為運轉階段，進行內部標準制定、技術轉移、維護與運轉。配合相關規劃，SCE 於 2011 年建置完成名為 Advanced LAB 之智慧電網應用測試實驗室，從發電端至用戶端應用皆可進行測試，如圖 4-11 示。此規畫具相當概念性、完整性，同時兼顧實用性，值得本所參考。

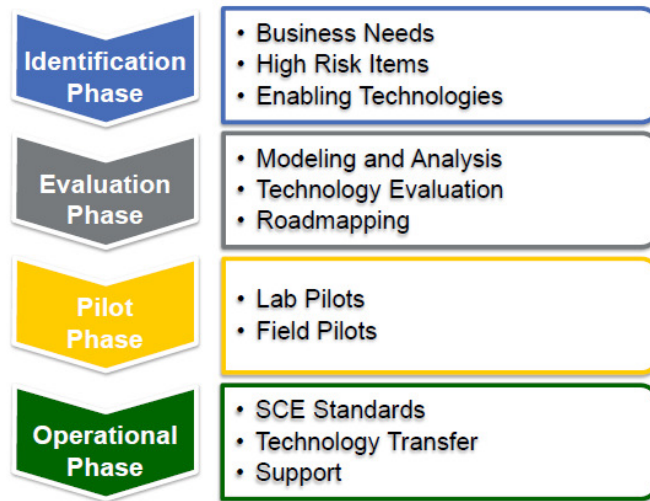


圖 4-10 SCE 智慧電網推動規劃步驟

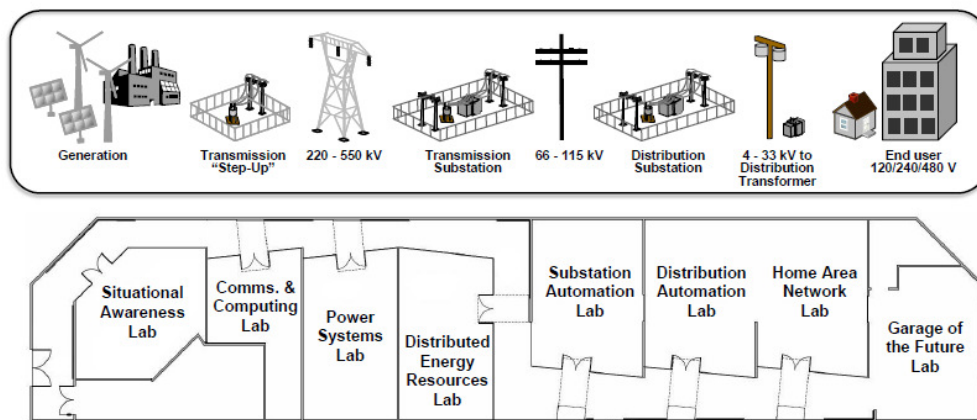


圖 4-11 Advanced LAB 示意圖

SCE 有向美國能源部(DOE)申請兩件智慧電網示範場域計畫，其中的 IRVINE 計畫如圖 4-12 所示，期建置設備包含兩條饋線自動化、智慧電表、屋頂型太陽光電、電動車充電站、及儲能系統，測試功能包括饋線故障 FDIR、需量反應、再生能源發電、儲能系統調度等。

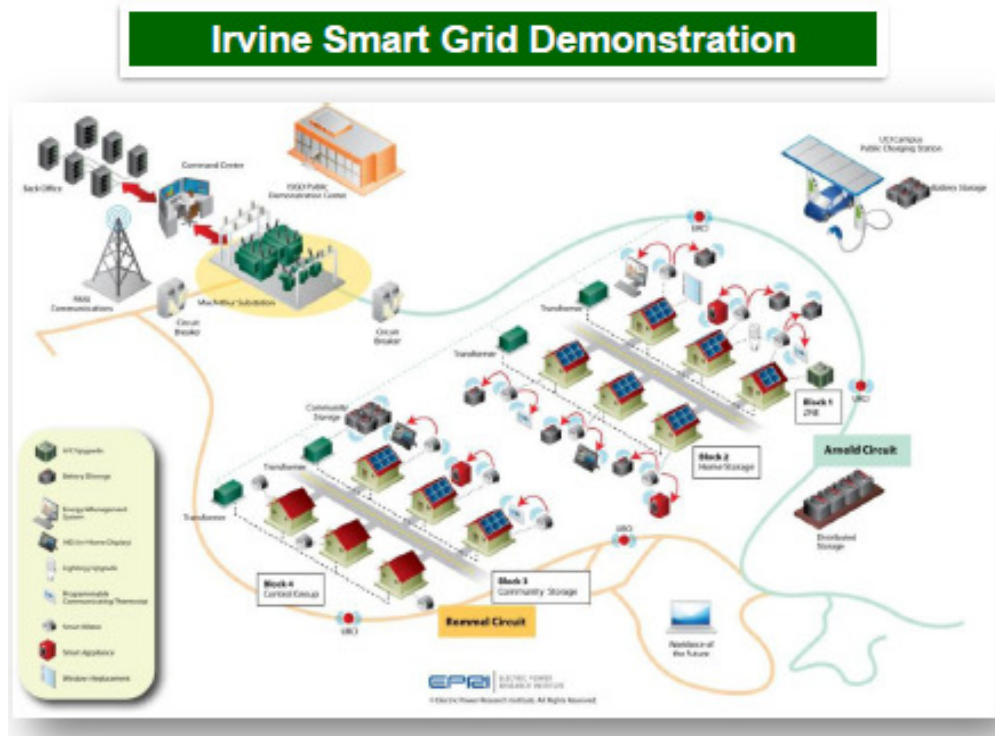


圖 4-12 SCE 智慧電網示範場域

參觀完實驗室及控制中心後，亦安排與 SCE 公司推行 TOU、DR 等方案小組進行討論。如前述，SCE 於 2009~2012 年 AMI 推廣計畫，目前業已完成 5 百萬具智慧型電表更換，其中住宅約 4,200,000 具，小型商業(小於 200kW)約 620,00 具，大型商業(大於 200kW)約 14,000 具。住宅電表紀錄時段為每半小時，而商業(小型及大型)為每 15 分鐘。

在智慧電表換裝後，為方便用戶對自身電費資訊易於理解，SCE 開發相關用戶平台，採用電費階級圖示，告知用戶目前用電情況和階層電價的計費關係，並提供實際和預期的費用，此資訊為動態模式，定時每日更新。如圖 4-13。

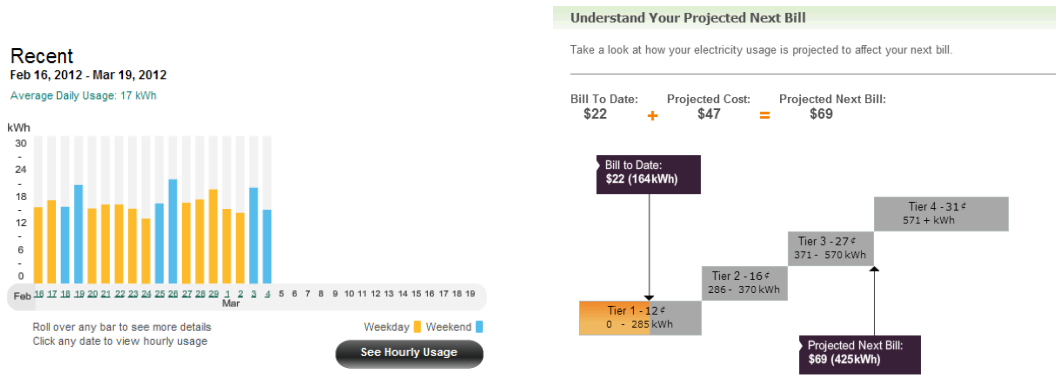


圖4-13 用戶網站圖

SCE 電力公司推行尖峰時間回饋(Peak Time Rebate, PTR)時稱實施日為節能日，該措施會向用戶簽屬預設費率，當廣播事件”awareness”時，為開始負載降低措施。此 PTR 措施是基於住宅基本電價之上，大約每年會有 12 事件，事件實施日皆為工作日，事件通知採前日廣播，對於有遵行負載下降者給予每 kW 0.75 美元的回饋，對於未遵行者無懲罰措施。然而，事件發生時，用戶多半不在屋內，因此實施成效不彰。另 SCE 電力公司推行緊急尖峰電價(CPP)時稱為夏季優惠補貼，其為可選擇的電價方案，在事件通知上採用登記限制。每年僅 12 次事件發生，帳單保護為一年期，事件為工作日，且採前日通知，優惠費率為每度 0.04 美元，電價收費為每度 1.36 美元。然而，事件發生時，用戶多半不在屋內，因此實施成效不彰。

在 DR 部份，SCE 於 2007 年針對大型商業工業用戶(大於 200kW)推行 OpenADR 1.0，並提供五種需量反應措施，分別為夏季優惠補貼(CPP)、需量競標方案、容量競標方案、即時時間電價、需量反應合約。

針對獲得認可的負載降低量提供技術性補貼高達 USD300/kW，內容簡述如下：

- 在安裝設備後，用戶可立即從 SCE 獲得 60%的技術補貼。
- 在 12 個月後，基於參與情況獲得 40%技術補貼。
- 必須持續配合 3 年。

4.3 波特蘭電力公司(PGE)研討

波特蘭電力公司(Portland General Electric，以下簡稱 PGE)位於美國奧勒崗州，現有用戶達有 828,000 戶，近 1.7 百萬人，用戶數佔該州人口數 44%，範圍達 52 個城市，約 4,000 平方公里，傳輸線和配電線總長 25,100 公里，總發電裝置容量為 2,781MW，夏季尖峰負載為 3,950MW，冬季尖峰負載為 4,073MW，轄區圖如 4-14。

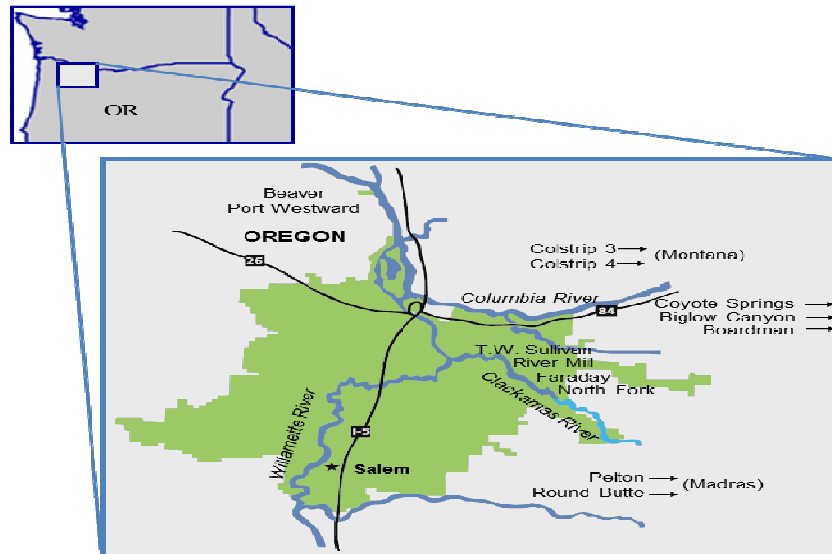


圖 4-14 PGE 公司轄區圖

PGE 推動智慧電網強調電網最佳化、客戶互動高、分散與再生能源、一般性商務，其策略規劃如下圖 4-15，第一步驟為進行設備汰換達成智慧電網能力、第二步驟為策略性之智慧電網技術推銷、第三步驟為在彈性下使用驗證與技術互用、第四步驟為儘早實施示範場域驗證、第五步驟為跟隨工業組織使技術提升。

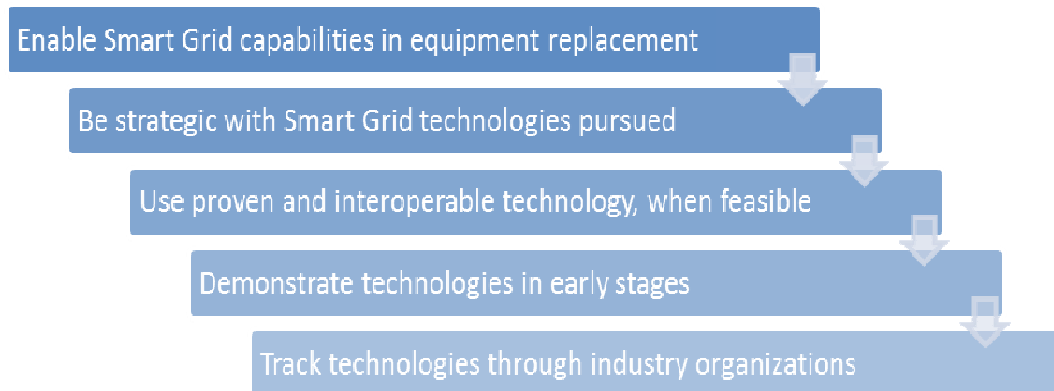


圖 4-15 PGE 智慧電網推動步驟

推廣智慧電網的程序則分為構想、研發、示範、評估、商業案例發展、資訊回饋、推廣，如圖 4-16。

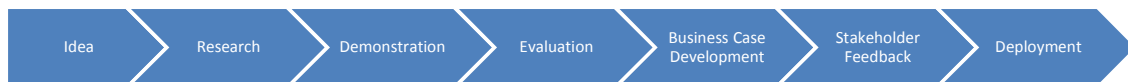


圖 4-16 推動智慧電網程序

本次 PGE 公司參訪主題與前述 PG&E、SCE 類似，除簡單說明公司現況，另針對先進讀表系統、TOU 及 DR 等議題進行分享、討論。參訪內容如下。

在先進讀表系統建置時程上，PGE 公司於 2007 年進行 Smart Meter 計畫，並於 2011 年底完成所有電表換裝(目前換裝電表數達 825,476 具電表)，其中 815,000 具表可於管理系統上進行計費(約 99%)。Smart

Meter 專案各階段所投資費用整理如表 4-2。

表 4-2.Smart Meter 專案投資費用

項次	階段名稱	投資費用(*幣別：美金)
1	計畫階段(Planning)	3,000,000
2	準備&簽約(Readiness & ontracting)	5,000,000
3	測試&佈建(Testing & Deployment)	136,000,000

PGE 在 2001 年起推行 TOU 措施，分成尖峰、半尖峰、離峰三種類，且又可依季節分夏季和冬季。尖峰電價通常會高過離峰三倍價格。在 2012 年平均住宅用電節省約 12%，將近 80%住宅用戶降低電費；對於小型商業用戶將近降低 8%，其中約有 95%用戶有減低電費。在 Smart Meter 專案於 2011 年完成後，PGE 配合智慧電表開始進行 3 年期(2011~2013)的新時間電價方案，目前共 1,000 住宅用戶參與，用戶可獲得更多能源控制，並在網路上獲得時間用電資料。

至於在 DR 方面，PGE 之設計流程為決定需求(容量或能量)、決定數值、分析需量反應機會(區域和氣候之差異)、比較數值的成本、依據成本效益選項擇定、決定聯絡客戶方式、聯繫並實施。技術選項依據用戶可分非住宅及住宅非住宅類型可採用規劃能源管理系統，住宅類型中的水與天然氣可採用電驛(Relays)控制，住宅類型中的高壓戶可採用電驛及熱控制器(Thermostats)。未來智慧型裝置的通訊協定可為 OpenADR，通訊類型可為 wifi 或 zigbee 或無線。而 DR 實施的評估的

指標則由獨立、公正的評估者進行，項目包括客戶滿意度、成本效益、可靠度、反應速率、改善範圍(符合設計需求)。

伍、結論與建議

5.1 結論

本次出國研習，共拜訪加州 PG&E、SCE 及奧勒崗州 PGE 等三間電力公司，了解國外電力公司與本公司在先進讀表系統建置規劃方式、評估時程、應用服務皆類似，亦分階段逐年進行，可見本公司在 AMI 系統足可與國外先進電力公司媲美。

本次參訪電力公司在 AMI 通訊皆採用無線通訊技術（不同供應商），在技術挑選、評估層面較採自由及單一，且建置量大，容易找到合作夥伴配合，也可以訂定獨家技術標準，同時因進行時間早，合作業者也可以將技術輸出至其他電力公司或地區使用。此三間電力公司利用無線通訊技術做為系統通訊媒介，同時開發完善網管及電表通訊品質系統，即時監控電表通訊情況，並於規定時間內仍無法通訊之電表，派遣運維人員之現場檢測。針對部份訊號不良地區（如地下室、偏遠地區），則透過增加 REPEATER（或基地台）、換裝增益值（Gain）較高之指向性天線等措施及手段，加強無線通訊訊號，藉以確保訊號穩定性及系統運轉順利。

此三間電力公司在執行電子式電表換裝作業，資本支出由當地公用事業委員會核准，於安裝完成後逐年由用戶電費費率回收，稱為 Rate Case，這部份計算方式及相關規定未來可由公司權責單位進行了解；此外，電力公司亦可透過與特定電表供應商合作方式，取得客製化且成本較

低廉之電表，藉以降低建置成本。與本公司目前進行高低壓電子式電表更換之情況類似，差別在於政府相關單位並未提供補助措施，高昂建置費用也是台電公司面臨問題之一。

此外，國外電力公司(指本次研習之公司)與台電公司相同，非常重視客戶權益及顧客關係管理，但在AMI系統建置卻有不同作法。以PGE為例，計畫期間並未透過公司網站、媒體等平台大力宣傳，但建置過程為達到100%訊號覆蓋率，自費興建14座基地站，換表完成後定期至用戶處面對面溝通，目前反對使用AMI用戶僅有4戶，客戶滿意度為全美第3。

而在先進讀表系統安裝後應用，本次參訪電力公司皆已完成服務範圍內智慧電表換裝，同時針對不同特性用戶提供不同優惠方案。比如時間電價(TOU)，在AMI建置前即開始推動，惟用戶參與程度皆不高(未超過5%)，且只有特定用戶願意參加，無法普及或吸引用戶仍在於用電習慣無法改變、限制多、電費過低等原因。需量反應(DR)則在AMI系統建置後開始找第三方(Third Party)規劃相關服務內容，電力公司則多不干涉第三方業者與用戶間合約內容。

而AMI系統主要依賴雙向通訊技術進行資料交換、蒐集，電力公司在與用戶端可通訊後，也規劃其他增值應用，如PG&E利用AMI做為LAST MILE，提供用戶上網，或與智慧電網應用結合，開發輸電線路資料偵測裝置、饋線自動化等，將AMI投資效益發展至最大。

5.2 建議事項

1. 國外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，可減少網路流量及避免網路壅塞，建議台電公司未來在規劃相關讀取機制時參考。
2. 台電公司目前已進行低壓 AMI 計畫，即將進入第一期效益評估階段，針對用戶端服務如需量反應(DR)或時間電價(TOU)方案，建議或可與保全、第四台業者等不同服務整合，同時包裹提供多元化選擇，增加用戶選擇性及參與意願。
3. 台電公司在推動低壓智慧電表時對於通訊界面標準特別審慎，強調要有國家標準作為採購依據，以免有失公平公正性。此部分可借鏡 SCE 在通訊界面上採用開放設計與標準：內部外部插拔連接器、軟體啟動功能、通訊獨立性、資料結構和安全標準、訊息控制協定標準。
4. AMI 在大規模用戶停電及故障位置偵測應用已逐漸被重視，IEEE 近年亦發表多篇論文，未來台電公司在分歧線配電自動化未普及情況下，亦可考慮應用現有 AMI 系統及資料進行用戶停電偵測。
5. 國外大型電業設有研究機構或測試中心，與本所在台電公司扮演類似角色，本所各實驗室近年內亦發展出各項試驗場，如即時模擬實驗室、先進配電自動化試驗場、微電網試驗場，建議可仿倣國外，除進行整合，亦可規劃完整參訪行程及內容，將本公司於智慧電網相關成果分享至國際。