

**行政院及所屬各機關出國報告書**  
**(出國類別：研習)**

**赴日本進行智慧電網技術與智慧電網示  
範驗證計畫研習出國報告**

服務機關：經濟部能源局

姓名職稱：陳景生科長/邱書雅專員

派赴國家：日本

出國期間：101年11月25日至12月1日

報告日期：102年1月3日



## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴日本進行智慧電網技術與智慧電網示範驗證計

畫研習出國報告

頁數 25 含附件：是否

出國計畫主辦機關 / 聯絡人 / 電話

經濟部能源局 / 邱書雅 / (02) 27757763

出國人員姓名 / 服務機關 / 單位 / 職稱 / 電話

陳景生 / 經濟部能源局 / 電力組 / 科長 / (02)27757753

邱書雅 / 經濟部能源局 / 電力組 / 專員 / (02)27757763

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：101 年 11 月 25 日至 12 月 1 日

報告期間：102 年 1 月 3 日

出國地區：日本

分類號 /

關鍵詞：智慧電網、智慧社區、智慧型電表基礎建設、需量反應

(Smart Grid、Smart Community、AMI、Demand Response)

內容摘要：

- 1、日本智慧電網技術發展：日本因應大規模太陽光電導入政策所引發之技術議題，如剩餘電力、頻率變動及電壓上升等，以及

日本技術優勢領域，日本推動技術規格成為國際標準之作法。

- 2、日本智慧社區實證計畫：日本國內部分包含橫濱市、豐田市、關西文化學術研究都市(京都府)及北九州市 4 個城市之實證計畫，以及 2012 年再選定 7 個地區進行次世代能源技術實證計畫，國外部分則為 NEDO 帶領參與國外示範計畫。
- 3、日本智慧型電表基礎建設(AMI)推動情形：日本 AMI 推動政策及關西電力公司推動情形。
- 4、日本需量反應制度：日本推動需量反應制度概況及試行方式。
- 5、日本企業對智慧電網事業發展情形：東芝株式會社(Toshiba)及三菱電機(Mitsubishi) 2 家公司對智慧電網事業推動概況，以及東京工業大學對於日本產官學合作之作法。

# 目次

壹、 出國緣起.....	1
一、 出國目的 .....	1
二、 行程 .....	1
貳、 研習內容.....	4
一、 日本智慧電網技術發展 .....	4
二、 日本智慧社區實證計畫 .....	6
三、 日本智慧型電表基礎建設(AMI)推動情形 .....	13
四、 日本需量反應制度 .....	17
五、 日本企業對智慧電網事業發展情形.....	18
參、 感想與建議.....	21
一、 感想 .....	21
二、 建議事項 .....	23
三、 誌謝 .....	25

附件：課程簡報

## 圖 表

圖 1：日本智慧社區產業聯盟國際標準化工作小組組織架構.....	5
圖 2：經產省智慧社區實證計畫重要項目.....	6
圖 3：北九州市・東田地區實證計畫項目.....	7
圖 4：興建中之豐田市東山地區實證區域.....	8
圖 5：智慧住宅「觀環居」外觀及內部.....	9
圖 6：2012 年 7 個次世代能源技術實證計畫.....	11
圖 7：NEDO 推展國外智慧社區實證計畫概況.....	12
圖 8：關西電力 AMI 推動規劃.....	14
圖 9：關西電力智慧型電表及集中器建置情形.....	15
圖 10：關西電力 AMI 用電可視化服務網路介面.....	16
圖 11：關西電力 AMI 用電可視化服務之新電器省電模擬功能.....	16
圖 12：AES Center 組織架構圖.....	21
表：日本各電力公司 AMI 導入規劃.....	13

# 壹、出國緣起

## 一、出國目的

近來因全球氣候變遷及能源短缺，再加上日本 311 福島事件，加速以風力、太陽光電等再生能源發電替代化石能源發電之討論。但是再生能源發電具有不穩定的特性，傳統電力網路顯然難以滿足再生能源發電發展需求，於是各先進國家紛紛進行現行電網之升級計畫，因而推動「智慧電網」的技術開發與建置。

日本為因應太陽能大量導入政策，其智慧電網主要規劃概念，係由發展家庭能源管理系統出發、再擴大至區域能源管理、最終目的係於建構「大規模集中式發電系統」與「區域分散式發電系統」間，以最適當平衡能源之供給與需求問題，發展智慧電網系統。日本經濟產業省於 2010 年選出橫濱、豐田市、京都府與北九州市 4 個地區進行為期 5 年的智慧社區實證計畫，並由新能源產業技術綜合開發機構(NEDO)推動海外市場實證計畫，由國家及業者共同推動智慧電網。

日本的能源環境與我國相似，且積極進行智慧電網實證事業之推動，我國於 2012 年發布「智慧電網總體規劃方案」，正式啟動智慧電網相關建設並規劃建置智慧電網示範場域，藉由日本智慧電網之政府與民間合作經驗，可為我國推動與執行智慧電網相關政策之參考。

## 二、行程

- (一) 研習日期：101 年 11 月 25 日至 101 年 12 月 1 日，共計 7 日。
- (二) 研習內容：本次出國主要瞭解日本智慧電網相關技術發展及推動實證計畫內容，包括太陽能導入技術課題、智慧型電表系統(AMI)、能源管理系統(EMS)、通訊技術、需量反應制度等，並參訪橫濱智慧住宅瞭解智慧電網概念於家庭之應用。

(三) 出國行程：

	日期	時間	研修內容	連繫單位、講師	研修地點
1	11/25	往程			
2	11/26	11:00-11:30	開講式	台北駐日經濟文化代表處 財團法人日本國際協力中心	JICE 董事會議室
		11:30-12:00	說明會	財團法人日本國際協力中心	JICE 董事會議室
		14:00-16:00	日本推廣智慧電網所開展的各種措施 案例介紹等	經濟產業省資源能源廳節能・新能部政策課國際室係長大西 謙佑	JICE 董事會議室
3	11/27	10:00-11:00	橫濱智慧城市項目(YSCP)的介紹	橫濱市溫暖化對策統括本部項目推進課 釜田 雅樹	橫濱市
		14:00-16:00	智慧電網技術研究的現狀與課題	獨立行政法人新資源・產業技術綜合開發機構國際部 智慧社區部 林 成和	NEDO
4	11/28	9:30-11:30	智慧電網的各種業務	東芝智慧社區事業統括部營業主任 石川 剛樹	東芝府中事業所
		14:30-16:00 16:00-17:00	(1) 與智慧電網相關的產官學聯合 (2) 參觀環境能源創新樓等設施	東京工業大學課題解決研究機構特任教授 平井 利弘	東京工業大學
5	11/29	9:00-11:00	日本電力行業對建設智慧電網的挑戰	電力中央研究所研究參事 芹澤 善積	電力中央研究所

		13:30-15:00	智慧電網方面的各種 業務	三菱電機株式會社	三菱電機
		移動 東京→大阪			
6	11/30	10:00-12:00	關西電力開展的智慧 電網相關業務	關西電力株式會社 綜合企劃本部地域 能源部門 石田 文 章	關西電力
		14:00-16:00	智慧電表的概要	關西電力株式會社 電力流通事業本部 網路技術部門 村田 真	關西電力
7	12/1	返程			

## 貳、研習內容

### 一、日本智慧電網技術發展

#### (一)因應大規模太陽能導入政策之技術研究

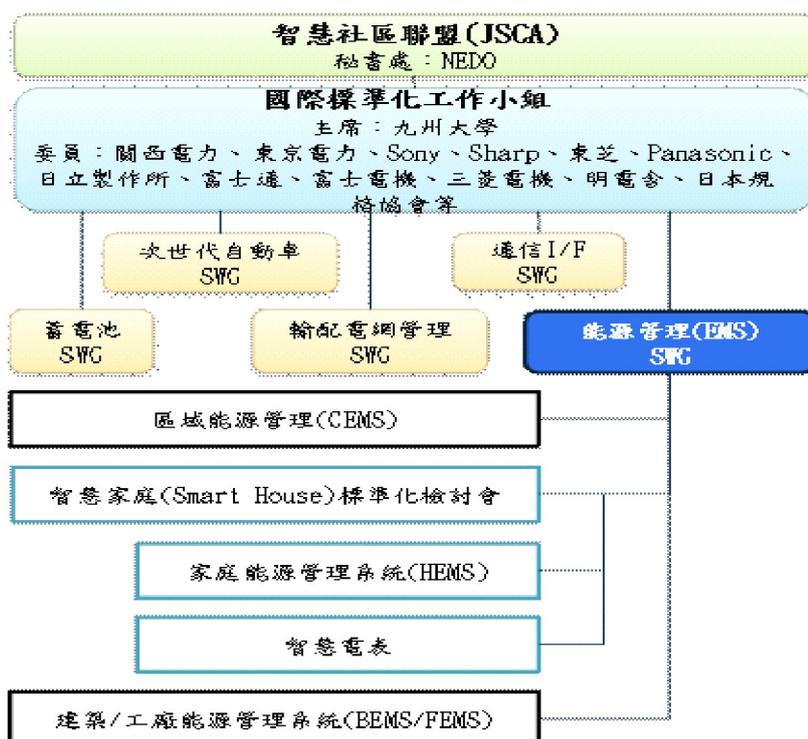
日本 311 福島核災事件，造成日本缺電危機，經濟產業省對於日本未來核電發展方向展開廣泛的討論，並提出 2030 年核能占總發電量比率為 0%、15%、25% 之情境(原先目標為 45%)。為彌補減少核能發電所產生之電力缺口，日本更積極的推動再生能源發展，其中以大規模導入太陽能為重要方向，經濟產業省於 2012 年 7 月發布實施再生能源全量收購制度(Feed-in Tariff)，太陽光電收購費率為 42 日圓/kWh，收購期間分別為 20 年(非住宅用 10kWh 以上)與 10 年(住宅用未滿 10kWh)，並規劃 2020 年太陽能導入目標為 28GW、2030 年提高至 53 GW。

日本未來住宅型太陽能發電預計占 60%，大量及分散的小型太陽能發電系統若欲併入電網，將帶來剩餘電力、頻率變動及電壓上升的課題，若無法進行適當之調控與管理，可能衝擊電力系統之品質及穩定性。日本電業、企業及研究機構均針對上述課題積極展開研究，概以利用抽蓄水力、蓄電池、太陽光出力抑制、高度配電自動化(如電壓電流狀態監視、遠端控制型之電壓調整裝置等)為研究及實證方向。

#### (二)推動日本技術規格成為國際標準

日本由經濟產業省設置「次世代能源系統相關國際標準化研究會」負責規劃相關標準，2010 年 1 月公布「智慧電網國際標準化發展藍圖」，以日本具技術優勢之 7 大領域、計 26 項技術規格列為優先標準化領域，包含輸電系統廣域監測(Wide-Area Situational Awareness；WASA)、電力系統用大型儲能、配電網管理、能源管理、家用儲能、電動車及 AMI 系統。藉由此 7 大領域內技術國內標準化發展狀況，與國外相關標準規格相對應檢討，目標於 3 年內(2013 年前)陸續提報於 IEC 審核，推動日本技術規格成為國際標準。

日本經產省為達成所規劃之 26 項技術標準與國際標準互通之目標，於產官學研共同成立之「智慧社區聯盟(Japan Smart Community Alliance)」下成立國際標準化工作小組(International Standardization Working Group),分別針對 26 項智慧電網相關標準之訂定進行討論。國際標準化工作小組下成立蓄電池、次世代自動車、輸配電網管理、通訊介面(I/F)及能源管理 4 個次工作小組。如圖 1 所示。



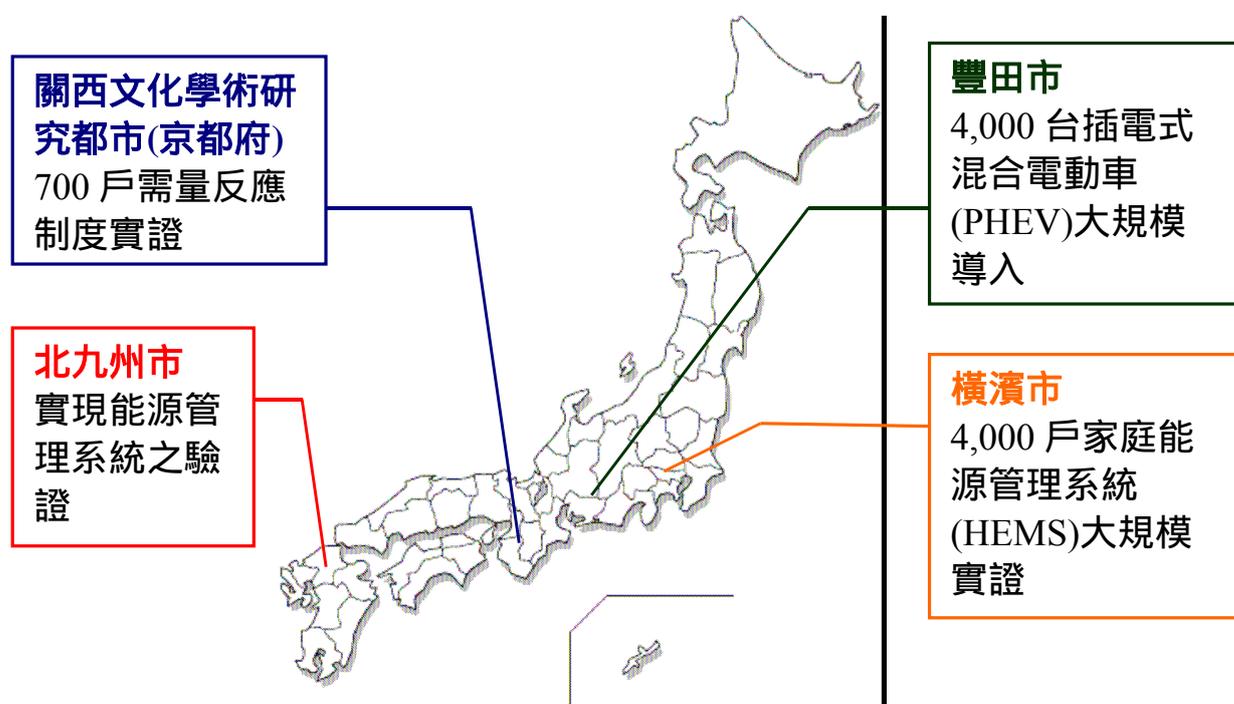
資料來源：JSCA 網站

圖 1 日本智慧社區聯盟國際標準化工作小組組織架構

## 二、日本智慧社區實證計畫

### (一)國內智慧社區實證計畫

日本智慧電網推動相當重視實際驗證，首先由經濟產業省於 2010 年選定橫濱市、豐田市、關西文化學術研究都市(京都府)及北九州市 4 個城市，進行大規模「智慧社區實證計畫」，經產省補助總預算約 1399.3 億日圓，實證期間為 2010-2014 年。實證計畫之執行者為當地政府協同企業界進行，參與企業並不限於電力業者，尚包含汽車、蓄電池、通訊及建設等業者，4 個城市重要實證項目如圖 2，並分述如下。



資料來源：本報告整理

圖 2 經產省智慧社區實證計畫重要項目

### 1、福岡縣「北九州 Smart Community 創造事業」

北九州市之實證計畫為擴大推展已進行之低碳社會，利用區域能源管理系統(CEMS)作能源控制，整合建築能源管理系統(BEMS)及家庭能源管理系統(HEMS)，整體規劃項目如圖 3 所示。



資料來源：經濟產業省，本報告整理

圖 3 北九州市．東田地區實證計畫項目

### 2、京都府「Keihanna 新一代能源社會系統實證計畫」

京都府的實證地區位於京都、奈良與大阪交界處之 Keihanna 區，為一新興的住宅與學術區，將透過家庭及地區內蓄電池之設置，針對再生能源最適活用方法進行實驗，藉此驗證地區分散式電力系統與國家集中式電力系統之相互搭配技術。

關西電力與三菱電機在此區域合作進行目前日本最大規模(700 戶)之需量反應制度實證研究，實驗內容將於「日本需量反應制度」一節詳述，另此實證區預計將參與實驗家戶之各種家電裝上附加電力控制功能的裝置，使電力消費可視化，進行因應能源供需狀況之控制驗證。

### 3、豐田市「建立家庭與社區型低碳都市實證計畫」

豐田市之實證計畫特別注重家庭和交通部分，目標為家庭排碳量減少

20%，交通運輸排碳量減少 40%。計畫預計新建智慧住宅 300 戶(2011 年已完成 67 戶)並導入 4,000 台插電式混合電動車(PHEV)，實證 V2H(車輛向住家供電)之相關技術，以實現家庭內用電達到最大限度的自給自足。圖 4 為興建中之豐田市東山地區實證區域。



資料來源：經濟產業省

圖 4 興建中之豐田市東山地區實證區域

#### 4、橫濱市「Yokohama Smart City Project(YSCP)」

橫濱市之實證計畫屬於大範圍都市型，實驗主軸是以減少都會圈內二氧化碳排放為目的，預計達到降低 30%二氧化碳排放量(以 2004 年為基準)的社會系統。其中針對 4,000 戶家庭全面導入太陽能發電與家庭能源管理系統(HEMS)，同時針對發電與儲能設備跟電動車間的各種組合應用模式，建立控制系統典範。

本次出國有安排參觀橫濱智慧住宅「觀環居」，「觀環居」為積水建房依實證計畫項目所建立，建築面積為 226 平方公尺之 2 層樓木造住宅，屋頂以太陽光電與建築結合應用(BIPV)的方式覆以太陽光電板，提供 4.48kWh 的發電量，住宅內另具備燃料電池、蓄電池及電動車，並透過 HEMS 聯繫控制這些電源，HEMS 的聯繫與控制情形展現於客廳電視上，可隨時觀看及控制整棟屋子的能源使用情況。屋內採開放空間設計，有一大片落地窗及長屋簷，兼具照明及防曬功能以減少燈具及空調之使用；1 樓屋內另設有電動車(EV)

車庫，利用太陽能發電及電價偏低之深夜電力進行充電，EV 蓄電池中儲存的電力亦可用於家用，約可滿足家庭 2~3 天的電力需求，並藉由 HEMS 調節平衡太陽能發電量、電動車充電量及家庭電力消費量之關係。「觀環居」外觀及內部如圖 5 所示。



資料來源：自攝及「觀環居」網站 <http://www.sekisuihouse.co.jp/snpj-kankankyo/>

圖 5 智慧住宅「觀環居」外觀及內部

經產省於選定智慧社區實證計畫有幾項考量條件，如該地區具明顯高齡化及產業復甦需求，高齡化之地區通常具備好的環境以適合老年人居住，陽光照射日較多，較適合太陽光電發展；另為振興地震後受災嚴重的福島、宮城、岩手縣，經產省追加補助 80.6 億日圓徵求該等地區之智慧社區實證計畫提案(尚未定案)，以加速地方重建。

此外，為確保先進技術之可行性及廣泛應用性，以利後續智慧社區實證計畫得以順利推廣，經產省於 2012 年推行 7 個次世代能源技術實證計畫，各自考量地區特性與需求設定實證主題，此種方式可避免重複投入相同研究之資源浪費，以及可瞭解不同區域類型特性與需求，除可做為未來將技術應用於智慧社區實證計畫的之技術基礎，同時也可幫助地方解決現有問題。

此 7 個實證計畫 2012 年度預算約為 27.8 億日圓，包含於鳥取市進行工廠與住宅間之能源供需研究、福山市以活用船舶發電機進行濱海地區災難預防、水俣市進行農漁村型之 EMS 研究、佐世保市進行能源需求分析研究、日上市實施電動巴士運行驗證、三重大學進行直流供電研究及大阪市進行垃圾焚化爐餘熱利用之最大化研究。計畫參與廠商與實證內容如圖 6 所示。



資料來源：日本經產省「第十四次次世代能源・系統協議會」(2012/2)；工研院 IEK 整理 (2012/11)

圖 6 2012 年 7 個次世代能源技術實證計畫

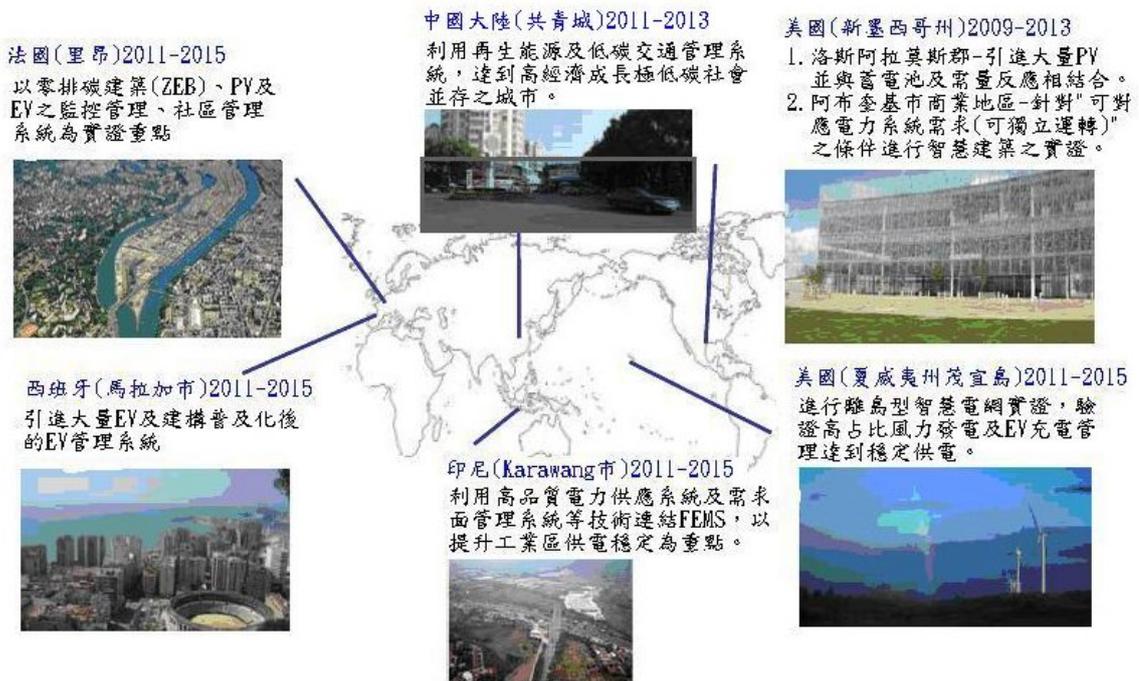
## (二)國外智慧社區實證計畫

為在國際智慧電網市場占有一席之地，日本除推動國內智慧社區實證計畫外，亦積極建立跨國合作關係並規劃參與國外試點計畫，日本政府與民間企業共同組成的智慧社區聯盟(Japan Smart Community Alliance；JSCA)，為一跨領域產業組織(包含不動產、電力、瓦斯、資通訊等廠商)，並由新能源・產業技術綜合開發機構(NEDO)主導帶領至國外參與實證計畫。

NEDO 於國外實證計畫之促成方式，係先派調查團至當國考察當地之社會基礎建設狀況並與當國政府討論可能合作模式，由 NEDO 研提實證計畫後，雙方簽訂備忘錄(MOU)正式確立合作關係。藉由推展國外實證計畫，日本可於國外電力系統進行更多型態之智慧電網技術驗證以有效累積經驗(相較於日本國內穩定之電力系統，國外電力系統有更多可驗證之素材)，且日本企業可建立建

置實績，更協助日本技術規格標準國際化之推動工作。

由於電力市場屬於屬地主義強烈之產業，必須因地制宜，故 NEDO 推展國外實證計畫時，首先須掌握當地國家需求，分析需求後提出可解決當地國家問題之解決方案(實證計畫)，引進日本企業、產品及技術時，鼓勵企業建立當地分部及技術在地化，藉此建立雙贏之合作環境。目前 NEDO 分別於法國、美國、中國大陸、西班牙、印尼等地進行實證計畫，計畫概要如圖 7 所示。



資料來源：NEDO，本報告整理

圖 7 NEDO 推展國外智慧社區實證計畫概況

### 三、日本智慧型電表基礎建設(AMI)推動情形

#### (一)日本 AMI 推動規劃

日本 311 核災過後，電力供給出現大缺口，日本政府於 2011 年 11 月通過「能源供需安定行動計畫」，將推動智慧型電表建置列為行動計畫重點項目之一，態度從先前依各電力公司自行發展轉趨積極，規劃高壓用戶 5 年內(2016 年)全面建置 AMI，低壓用戶 5 年內(2016 年)80%導入 AMI 及 2020 年全面建置，以落實電力資訊透明化及有效運用市場機制。

日本各電力公司為配合政府政策提出 AMI 導入規劃如下表所示，值得注意的是，各電力公司仍依業務需求狀況進行 AMI 導入規劃，其中以東京電力、中部電力及關西電力較為積極，其餘電力公司並未完全依政府設定目標執行，尤其 AMI 導入比率係以總用電量計算，換言之，由於高壓用戶用電量大，50%~80% 之導入率可完成全數高壓用戶建置，剩餘部分再由低壓用戶補足。

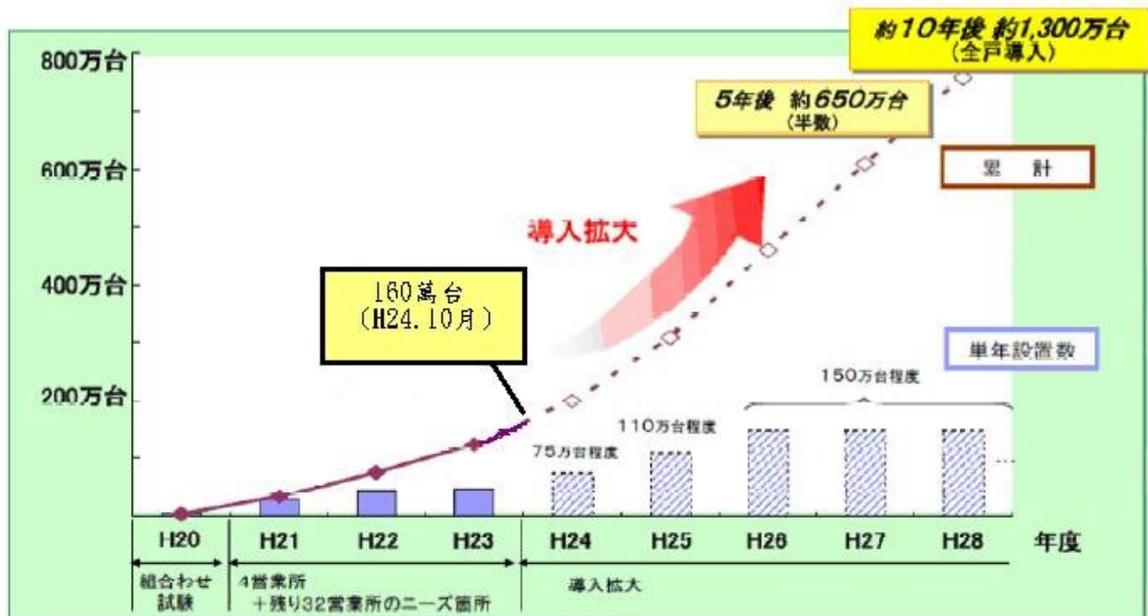
表 日本各電力公司 AMI 導入規劃

電力公司	業務範圍用電戶數 (2011 年，百萬)	2016 年導入率目標 (以總用電量計算)
北海道電力	3.99	60%
東北電力	7.62	60%
東京電力	28.76	80%
中部電力	10.49	80%
北陸電力	2.09	70%
關西電力	13.51	80%
中國電力	5.21	60%
四國電力	2.84	60%
沖繩電力	0.85	50%

資料來源：電力中央研究所

## (二)關西電力 AMI 推動情形

關西電力為日本最早推動 AMI 及推動速度最快之電力公司，截至平成 24 年度(2012 年)10 月已完成 160 萬具 AMI 建置(約 85%高壓用戶)，未來將依傳統機械式電表之汰換期程逐步導入 AMI，預計平成 28 年度(2016 年)完成 650 萬具(半數導入)、10 年後(2021 年)完成 1,300 萬具(全數導入)AMI 建置，其推動規劃如圖 8 所示。



資料來源：關西電力

圖 8 關西電力 AMI 推動規劃

關西電力智慧型電表採模組化設計，分為 3 個部分：通訊模組、計量模組及負荷開關模組，設計成可獨立分開更換。通訊模組主要功能為 30 分鐘用電資料讀取與儲存、傳輸功能、同時具有無線與 PLC 介面，負荷開關模組必須具備遠端開/關功能。所採用之通訊架構，在集中器到控制中心間(WAN)皆採用光纖方式傳輸資料，而電表到集中器間(LAN)則依不同之住宅模式採用不同之通訊技術，在一般獨棟式住宅社區多採用無線方式傳輸(接力賽通訊方式)，在大規模集合住宅社區則多採用電力線通訊(PLC)方式傳輸。經參訪關西電力附近 AMI 已建置區域拍攝電表及集中器建置情形如圖 9。



**智慧型電表：**上、中、下分別為通訊模組、計量模組、負荷開關模組。

**集中器：**1 個集中器可收集 500 具電表資訊。

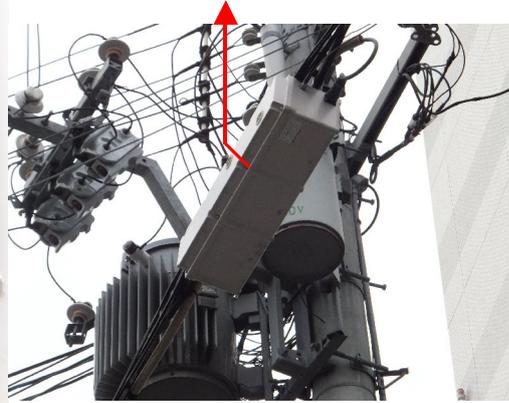


圖 9 關西電力智慧型電表及集中器建置情形

關西電力導入 AMI 後，並提供用戶免費用電可視化服務，用電訊息查詢網頁可提供之服務內容包含：隨時查詢電費、用電資訊(前一天每小時用電量)、太陽能發電購買價格、上個月電費與去年同月比較、能源使用量(CO2 排放量)並進行排名、電費節約建議、節能目標訂定與結果記錄等，惟關西電力表示雖於換裝智慧型電表時會告知用戶此服務，目前僅有約 10%之用戶登錄使用，普及情形不甚理想。關西電力 AMI 用電可視化服務網路介面及功能如圖 10、圖 11 所示。



資料來源：關西電力

圖 10 關西電力 AMI 用電可視化服務網路介面



資料來源：關西電力

圖 11 關西電力 AMI 用電可視化服務之新電器省電模擬功能

關西電力為日本最積極推動 AMI 之電力公司，我們詢問其動機及順利進行之原因，關西電力表示，由於其業務負責地區之用戶特性，導入 AMI 可大量減少人工抄表及檢查電表之成本及不便，並有效降低竊電或不付電費須剪斷線路之糾紛。另外，由於關西電力很早即投入智慧型電表相關技術開發，以推動符合國家規定之計量標準，並且擁有自己的光纖通訊子公司，可降低通訊之衍生費用，故其推動較東京電力及中部電力更為順利。

## 四、日本需量反應制度

### (一)需量反應制度概述

需量反應制度之目的，係以電價之差異、財務之誘因、環境條件或可靠度信號告知電力最終消費者，使其降低某特定時段之用電負載，或將用電需求移轉至其他時段。智慧電網之推動，將更促進需量反應制度之靈活運用，智慧電網建置效益亦須由需量反應制度彰顯，故各國皆將需量反應制度列為重要配合推動措施。

需量反應制度可概分為兩大類，分別為價格誘導型及負載抑制型，價格誘導型包含時間電價(TOU)、緊急尖峰電價(CPP)、即時電價(RTP)及尖峰時間電價回饋(PTR)等方式；負載抑制型則具強制性，包括直接控制(Direct Load Control)及可停電力(Interruptible Load)等，目前日本主要朝向價格誘導型之需量反應制度發展，於國內 4 個智慧社區實證計畫中 3 個地區(京都府、北九州市及豐田市)進行實驗計畫，作為未來擴大推動之準備。

### (二)關西電力需量反應制度推動情形

關西電力與三菱電機於京都府合作進行目前日本最大規模(700 戶)之需量反應實證研究，實驗期間為 2012 年 7 月 23 日至 9 月 28 日(約 70 日)，實施緊急尖峰電價制度(Critical Peak Pricing；CPP)。實驗進行方式為於實驗期間內給用戶 7,000 分總分，用戶用電之計價以扣分表示，CPP 電價為一般電價的 2~4 倍，CPP 實施時間為溫度超過 33 度以上及 13~16 時尖峰時間，用戶於 CPP 實

施期間用電則扣分愈多，實驗期間結束時用戶剩餘分數可向關西電力兌換現金(1分兌換1日圓)。實驗設計將用戶分為4組，A組用戶僅提供用電可視化之服務，B組用戶再加上請用戶節約電力之提前通知服務，C組及D組用戶為電價資訊之提前通知服務(CPP)，關西電力於實證期間後實施效益評估，發現各組間平均有提高10%之節電效果。關西電力預計2013年持續相關實驗(如D組再加上節約電力諮詢服務)以累積數據，據以分析設計未來新費率計價方式。

另外，因應311核災之缺電危機，關西電力進行負載抑制型之實驗計畫，稱為「電力公司之BEMS整合者招募計畫」，BEMS整合者可能為大企業，集合旗下公司及工廠與電力公司簽訂可停電力契約，當電力公司發電量達到97%(剩3%即不夠電)時，即向BEMS整合者依契約約定之降載量提出電力抑制需求，以增加供電可靠度。此機制類似我國台電公司目前所執行之「需量反應計畫」，由於日本核電廠又恢復運轉，雖然關西電力已招募完畢(約有10家BEMS整合者參與)，但尚未實際執行此機制，無法得知其實施效果。

## 五、日本企業對智慧電網事業發展情形

日本企業(如Toshiba、Mitsubishi、Toyota等)對智慧電網事業推展十分積極，除進行技術及產品開發外，並投入資源參與日本智慧社區實證計畫，本次出國參訪東芝株式會社(Toshiba)及三菱電機(Mitsubishi)2家公司，並拜訪東京工業大學瞭解日本產官學合作情形，茲對相關情形作以下說明。

### (一) 東芝株式會社(Toshiba)

本次拜訪單位為東芝府中事業所，為東芝智慧社區事業統括部所在地，整合東芝內部社會基礎設施公司進行智慧社區所需相關技術開發。目前東芝在全世界參與相當多實證計畫，計有33項，其中日本境內橫濱實證計畫及國外法國、中國大陸實證計畫即由東芝領導參與。

東芝安排參觀其開發之太陽能電池、蓄電池、電表資料管理系統(MDMS)及能源管理系統(EMS)，並模擬藉由EMS之監控功能以達到電力

供需平滑之情況，由 EMS 彙整負載量(由 MDMS 所蒐集之用電資訊推估)及再生能源發電量相關資訊後，組合其他傳統發電源之發電量，再配合蓄電池之充放電時機，有效調節電力供需。

上述運行概念東芝將於宮古島「離島微型電網系統實證試驗」計畫進行(沖繩電力主導，於 2011-2014 年進行，為日本規模最大之微電網實證計畫)，將在宮古島現有的火力發電、燃氣輪機發電及風力發電基礎上，新增太陽能發電系統及蓄電池，利用蓄電池平衡不穩定的風力發電及太陽能發電輸出功率，並透過 EMS 監控系統，瞭解多餘電力如何處理及多輸入能源的管理。

## (二) 三菱電機公司(Mitsubishi)

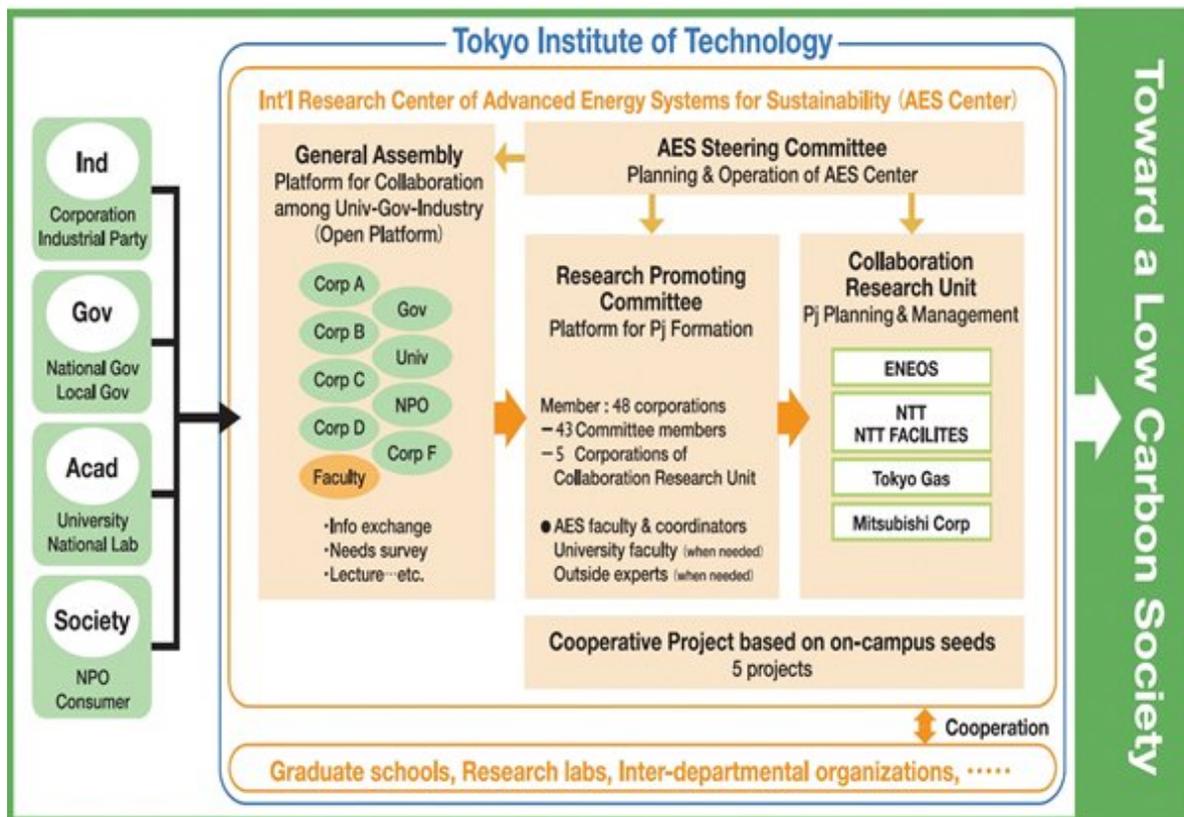
本次拜訪三菱電機主要介紹其於 2011 年 5 月建於神奈川縣鎌倉市之實驗智慧住宅-「大船智慧住宅」，此實驗智慧住宅是基於 311 日本大地震後電力狀況之變化、電動車關心度升高及災害時備用能源意識提高等因素而展開，將利用組合使用太陽能發電(PV)及電動車(EV)之家庭能源管理系統(HEMS)，進行電力優化控制實驗，以實現可通過太陽能發電滿足電力需求之住宅。

實驗計畫已開發可連動控制太陽能發電及電動車大容量蓄電池之電源調節器(電力控制裝置)，稱為「PV-EV 連動功率調節器」，可於太陽能發電所發電力提供予家電和電力系統的同時，為電動車蓄電池充電。與「PV-EV 連動功率調節器」相連的「太陽能發電和電動汽車連動家庭能源管理系統(HEMS)」，在平時可根據各個家庭的生活模式，對充放電進行控制，並優化各家電用電情形；在發生災害長時間停電時，則對家電進行監控，以維持電力自給自足。

## (三) 日本產官學合作情形

本次拜訪日本東京工業大學瞭解智慧電網相關產官學合作模式，東京工業大學於 2009 年成立 AES Center(International Research Center of

Advanced Energy Systems for Sustainability), 以進一步推動可永續發展之先進能源系統。AES Center 組織架構如圖 12 所示, 除東京工業大學之學術資源外, 並導入相當程度之產業界資源, 包含共同合作研究單位 (Collaboration Research Unit), 由社會基礎建設公司如石油公司 ENEOS、電信公司 NTT、東京瓦斯及三菱商事組成, 及許多企業共同組成之研究推進委員會 (Research Promoting Committee), 每年固定資金投入, 以舉辦座談會及成立專案計畫研究先進能源系統, 藉此平台可整合相關資源並有效促進產官學合作。



資料來源：東京工業大學

圖 12 AES Center 組織架構圖

# 參、感想與建議

## 一、感想

- (一) 日本針對智慧電網及智慧社區有不同之定義，智慧電網係利用 ICT 技術達到供電端與需求端之平衡，並強調智慧電表、蓄電池、電動車及能源管理系統於電網之應用；而智慧社區範圍更擴大，再納入燃料電池及熱氣的充分使用，及其他社會基礎建設如先進交通系統等。無論智慧電網或智慧社區，日本發展重點皆放於用戶端，強調整體系統對於能源需求者之利益及便利性。
- (二) 由於各國電網現況不同，智慧電網規劃須依國內民情、電網需求及產業現況發展，日本發展智慧電網相當具有目標性及重點性。由於 311 大地震造成之電力供應問題，核能發展備受日本社會挑戰，促使日本朝向大量導入再生能源方向發展，除制定優惠電價促進民間設置太陽光電外，更著重於電池三兄弟(太陽能電池 燃料電池與儲能電池)及能源管理系統(CEMS、FEMS、BEMS 與 HEMS)之研究，推動脈絡清晰，投入資源集中，對相關技術之研究才更深入。
- (三) 日本推動智慧電網初期採廣泛進行實證計畫，實證內容活潑多元，從單一技術實證至整合型實證皆有，以測試技術於不同地區運行之差異性並模擬可能之商業模式，帶動企業及民眾參與，培養社會對於智慧電網之認知及接受度，為未來大規模導入智慧電網提供良好基礎，此發展模式可供我國推動智慧電網之參考。
- (四) 日本雖未明確訂定智慧電網產業目標，但產業推動效益於智慧社區實證計畫得以彰顯，在實證計畫中，於日本境內經產省將權力下放至當地政府，由當地政府協同企業界共同規劃並組成執行團隊，於國外則由 NEDO 引介日本企業及產品參與當國示範計畫中。由此方式推動產業發展，除讓日本企業及產品有練兵的機會及平台外，並藉此培育從設備至系統整合與服務均可提供之新企業體，擁有智慧電網完整解決方案之企業體，在國際市場上更具競爭

力。

- (五) 日本電業及電價相較我國均較自由化及合理化，對發展智慧電網較具良好環境，智慧電網效益也較容易彰顯。以 AMI 推動來說，日本電力公司皆為民營，智慧電表系統規格可與相關廠商議定採獨家技術，於電價配套措施具有彈性作法，故推動速度快，相較我國目前電業仍屬國營事業，AMI 將受限於非自由化因素所導致之推動障礙，是我國必須面對之重要課題。
- (六) 各國推動智慧電網至今，紛紛提出宣導教育為智慧電網成功之重要環節，本次參訪橫濱市智慧住宅「觀環居」，即是一良好體驗智慧電網於家庭應用之經驗，雖然「觀環居」屬示範性質，並未有家庭真正居住其中，但橫濱市藉由此智慧住宅舉辦活動，與民眾溝通智慧電網概念，對民眾而言更具臨場感及親切感，此種宣導方式可為我國未來於澎湖設置智慧電網示範場域之參考作法。
- (七) 本次出國可感受日本遭逢 311 大地震及核災後電力缺口，全國對於發展再生能源及節約能源之重視，除公眾場所廣泛張貼節電因應措施外，於搭乘新幹線由東京至大阪的過程中，車廂內跑馬燈也出現許多太陽能躉購費率等相關新聞，感覺能源議題十分熱絡。另外，由於出國期間適逢關西電力向經產省提出調漲電價之申請，新聞也有相關報導，我們詢問翻譯柏木綠小姐有關日本民眾對於電價調漲議題之反應，日本民眾雖不願意但能接受，社會反對氛圍不如我國激烈，雖然日本國情與我國不盡相同，但能源議題之處理上較為開放成熟，值得我國學習。
- (八) 日本因國民性之故，對人及事均極為慎重及細緻，本次研習行程，從協辦單位到研習單位，無論是教材的編排、講師的選擇及行程的安排等，均極為周延完善，是除本次研習的主題外，另外一項值得學習之處。

## 二、建議事項

- (一) 本次拜訪單位包括產官學研機構，可說極為完備，惟受限於研習天數，無法實地參訪更多智慧電網實證區域，實為可惜。建議爾後相關議題研習時間可適度延長，以更充分瞭解日本推動智慧電網實證區域之相關技術與作法。
- (二) 智慧電網建設需因地制宜，我國智慧電網總體規劃涵蓋範圍廣泛，雖完整但較為發散，應於後續逐年研擬細部執行計畫時，配合我國需求、技術及產業發展，釐清優先推動項目及訂定階段性(1~2 年)之重點目標，方能務實推動及有效彰顯智慧電網效益。
- (三) 依日本橫濱市分享智慧社區實證計畫推動經驗，民眾及企業充分參與始能促進智慧電網順利推動，日本藉由廣泛進行實證計畫以達到社會參與目的。我國亦已朝此方向推進，首先由國科會能源國家型科技計畫項下「智慧電網與讀表主軸」專案計畫進行智慧電網技術之研發及小規模測試，下一階段將擴大於澎湖進行智慧電網示範計畫，引導更多廠商參與。借鏡於日本發展模式，我國可考量不限於一處進行智慧電網整合型示範計畫，或可採補助等方式鼓勵民間主導推動，以擴大社會參與層面；且示範計畫亦不一定皆須包含所有項目，可因地制宜發展對應之技術試驗及運行模式，以更多元的方式進行。
- (四) 日本智慧社區實證計畫推展雖均為進行式，但相對我國而言已小有規模，我國規劃將於澎湖進行智慧電網示範計畫，建議可選擇日本具有優勢之相關技術與其合作，如智慧建築/住宅之節能整合應用等，以汲取日本經驗提升我國技術發展。
- (五) 日本推動 AMI 屬剛起步階段，尚未開始大規模布建，與我國的情形類似，本次拜訪關西電力與其交換 AMI 建置相關經驗，關西電力認為通訊之穩定度及資訊蒐集之完整度為 AMI 建置後一大考驗，另雖然電力公司有告知民眾已置換智慧型電表及即時用電資訊等相關服務，但坦承民眾回饋有限，單

純由該服務所引發之節電效果不得而知。我國目前正進行高壓 AMI 建置亦發生相同狀況，在目前電價仍處相對低廉的現況下，如何提高民眾對於 AMI 建置之有感度，為我國必須加強之課題。參考日本作法，首先應使即時用電資訊等相關服務網站與 AMI 建置同步進行，再者應多藉由電力公司或政府舉辦之相關活動教導民眾 AMI 概念，並研議時間電價機制發揮 AMI 最大功效，以上步驟須逐步落實，始可能達到推動 AMI 之節能減碳效益。

- (六) 日本推動 AMI 係為配合需量反應制度以達到降低尖峰負載，與我國推動目的雷同，為此日本積極研究需量反應制度之相關作法，並於選定之實證區域導入試行。我國電價議題雖較為敏感，仍應採較積極作為，建議可於目前已建立之低壓 AMI 示範系統做小規模實驗，再於 1 萬戶低壓 AMI 試點區域或澎湖智慧電網示範場域進行較具規模之試行，以實際測知民眾對於時間電價機制之接受度及配合度，並建立相關數據，以利後續 AMI 擴大建置。
- (七) 智慧電網對民眾而言仍屬新的概念，本次拜訪各機關時，發現其教材製作十分平民化，對於智慧電網概念用活潑的圖畫表示，且關西電力之 AMI 資訊網站以動物為代言人之方式吸引民眾注意，與民眾有關之解說均以民眾為角度出發，使資訊淺顯易懂，相關推廣教材及作法，實可作為我國與民眾溝通智慧電網政策之參考。

### 三、誌謝

本次研習承蒙經濟部國際合作處全額補助來回機票及食宿膳雜費，方得順利成行圓滿完成任務，謹此申謝。

此外，特別要感謝台北駐日經濟文化代表處謝偉馨先生及財團法人日本國際協力中心的協助，積極、熱心地聯絡相關機關單位，並幫忙安排拜會行程，令此次研習能實際拜會許多關鍵單位與負責人員，獲得非常好的研習成效，同時也要感謝財團法人日本國際協力中心所派出的翻譯柏木綠小姐，因為她的照顧及幫忙，讓我們這趟日本研習得以順利完成，以及參與本次研修行程的所有單位及講師們，由於他們所提供的安排、協助、講習及接待，使得這次研習能夠充分瞭解日本智慧電網政策及技術進展、智慧社區實證計畫內容及作法，對於我國未來相關施政規劃及推動，具有高度之參考價值，謹在此深致謝意。

**附件：課程簡報**