



圖 35：參訪團於福島復興計畫交流中心之合照

(二) 小名浜港 7MW 浮體式風力機浮台

5 月 12 日下午第二站為小名浜港內之藤原碼頭(圖 36)，福島復興計畫第二階段之 V 型浮台目前即置於藤原碼頭。而 V 型浮台所搭配之風力機為三菱之 7 MW 液壓傳動變速風力機，初步之規格為葉輪轉子直徑超過 165 公尺、葉片長度超過 80 公尺，機艙大約 550 噸；V 型浮台於三菱在長崎的船廠製造，其餘部分中，風力機塔架於名古屋、機艙於橫濱、葉片於德國製造；浮台已於 2014 年拖運至小名浜港(圖 37)。



圖 36：小名浜港之藤原碼頭



圖 37: V 型浮台由長崎拖至小名浜港之過程

藤原碼頭位於小名浜港限制區域，需申請換證才得以進入，另據 NK 人員告知，本參訪團得以進入碼頭實際看浮台，係由石原孟教授出面安排才得到三菱重工(MHI)之允許，故機會相當難得。

參觀之路線如圖 38 所示，先於藤原碼頭旁之大劍碼頭(圖 38 中見學場所①處)進行全景觀察(圖 39)，接著經過換證後至藤原碼頭先端護岸處(圖 38 中見學場所②處)近距離參觀浮台，浮台高度約 32 公尺，其 3 個支柱彼此間距(以中心算)約 106 公尺，若以方形斷面之邊界算起約距離 90 多公尺；目前僅看到支柱露出水面上(圖 39)，不若圖 37 般浮台整個浮出來，係因運至港邊時灌水於支柱內部使其沉於樁上，灌水作業約花 15 小時；此外，浮台之錨鍊亦在港邊(圖 41)，錨鍊之一環大約 200 多公斤重；石原教授表示，在三菱橫濱廠製造之機艙(重約 500 噸)預計六月底可完成，七月將會拖至小名浜港。

在港口配合方面，此處碼頭載重本為 2 噸/公尺² (ton/m²)，為因應浮台作業，將其載重能力擴充至 40 噸/公尺² (ton/m²)，日本之港口係由國土交通省管理，補強之費用由國家負擔。



圖 38：參觀路線



圖 39：從大劍碼頭看到之全景



圖 40：置於小名浜港藤原碼頭之 V 型浮台



圖 41：浮台使用之錨鍊

五、 銚子市固定式離岸風力發電實證研究計畫

銚子市離岸風力發電實證研究計畫為日本 NEDO (Japan's New Energy and Industrial Technology Development Organization)提供經費支援，由東京電力及東京大學石原孟教授共同執行(圖 42)，風力機採用三菱重工之 2.4MW 離岸風力機，基礎建設委由鹿島建設施工，為日本第一座定置型離岸示範風場，其研究目的為離岸風力機設備之安全性、自然環境的影響評估與調查分析，以便確認適用於日本嚴苛之自然環境(颱風與地震)之離岸風力機技術。



圖 42：銚子市離岸風力發電實證研究計畫說明

該計畫執行期間為 2009 年 8 月至 2015 年 3 月，設置地點為千葉縣銚子市外海離岸邊 3.1 公里處，風力機及測風塔之規格如表 2 所示。

表 2: 風力機與測風塔之規格

項目	觀測塔	風力機
氣象海象特性	颱風波浪	
主導商	東京大學、東京電力	東京電力
離岸距離	3.1km	
水深	12m	
高度	100m	80m
基座型式	重力式	
性能	<ul style="list-style-type: none"> ✓三杯風速計：22處 ✓箭型風向計：23處 ✓超音波風速計：3處 ✓Doppler Lidar：1個 (最高觀測度200m) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓風力機： 2.4MW (三菱重工) ✓葉輪直徑： 92m

另外東京電力公司於日本的 NEDO 海上風力發電實證研究的概況如圖 43 所示，主要分成兩個部分：「風況觀測系統」及「風力發電系統」，由東京電力公司負責相關設計與建設，負責人為福本幸成先生，而整個計畫主持人為東京大學的石原孟教授。

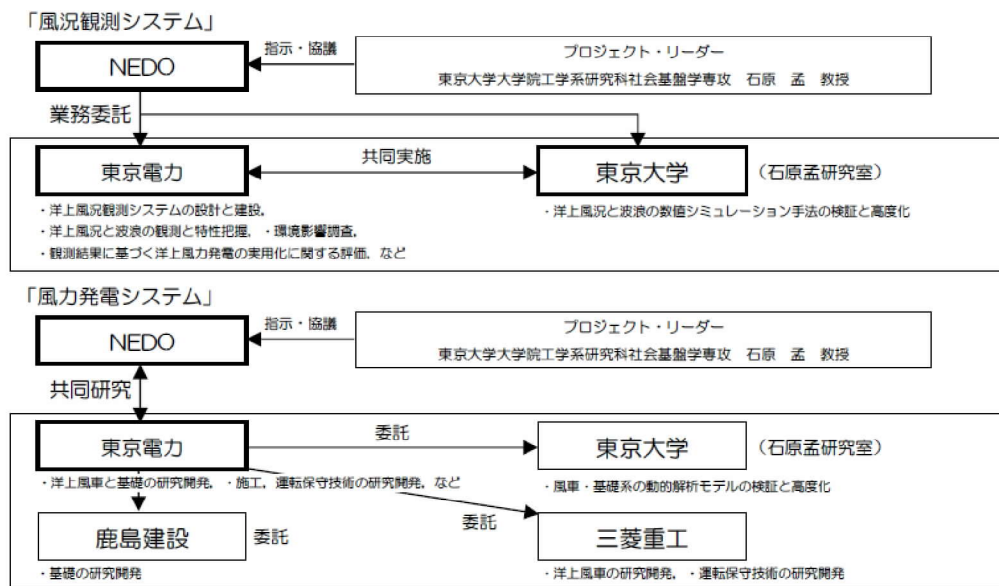


圖 43: 日本 NEDO 銚子市離岸風力發電實證研究計畫

該計畫之測風塔及風力機於 2013 年 1 月 29 日設置完成(圖 44)，並開始收集測試資料及發電，於參觀期間因 22kV 之海底輸配電纜因海水沖刷損壞，故風力機為停止運轉狀態，此狀況之發生應可做為國內即將設置之離岸風力機之借鏡。

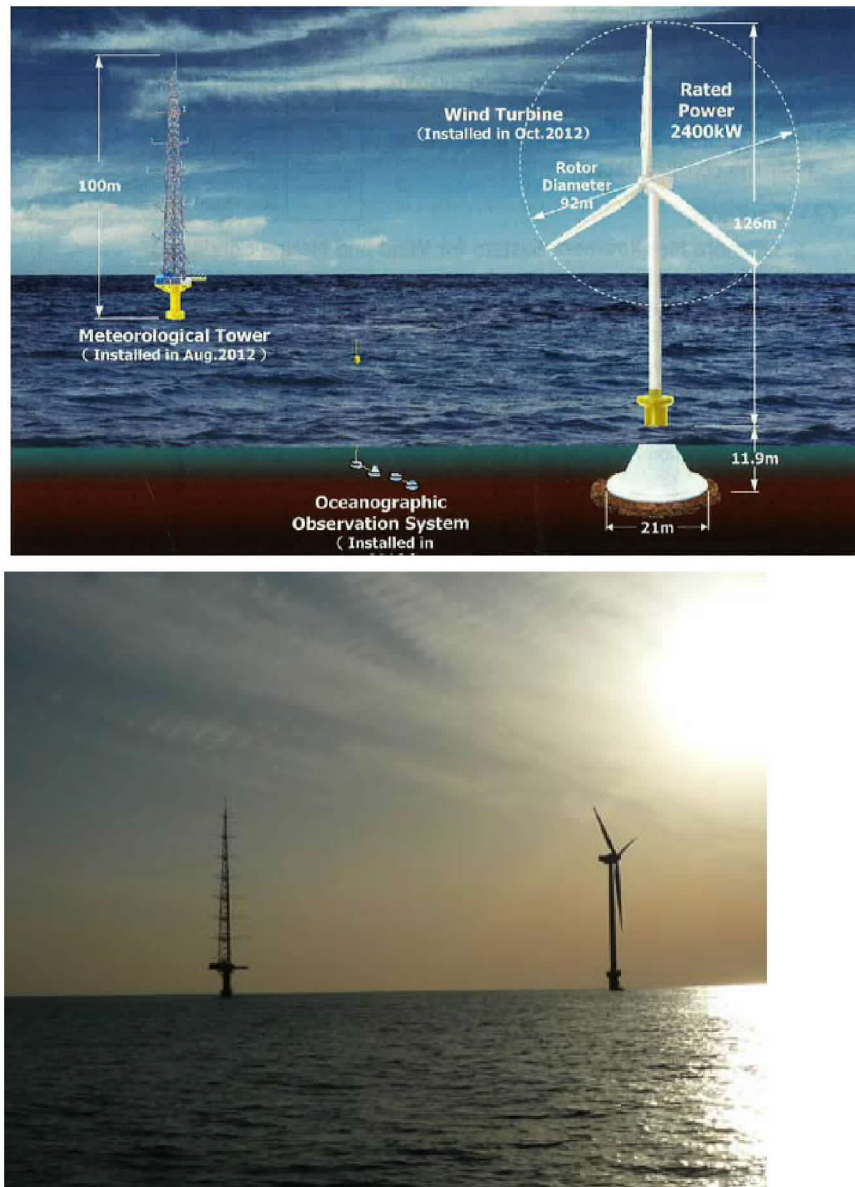


圖 44: 風力機及測風塔配置

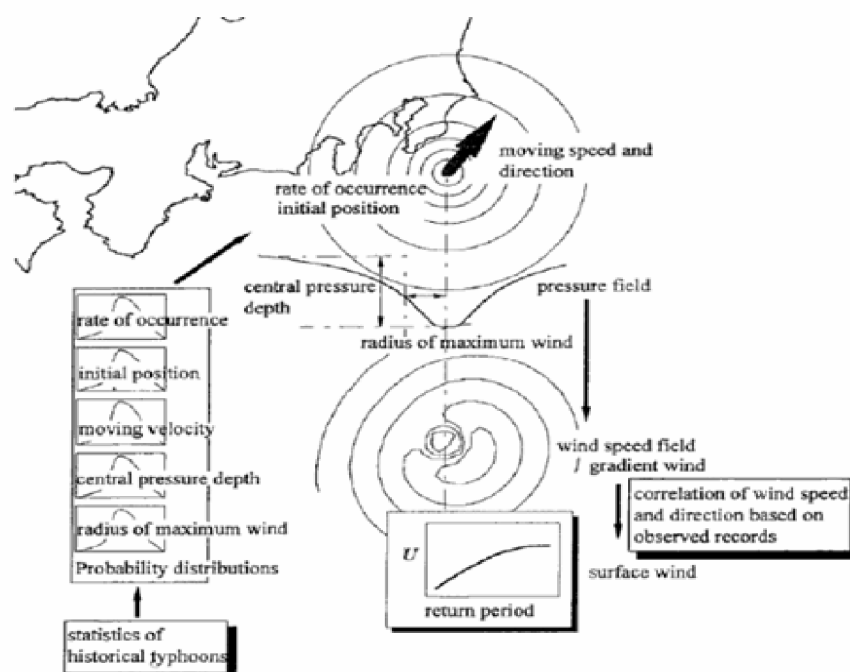
銚子市周邊的風力發電所如圖 45 所示，NEDO 所設置的離岸風力機會經由海底電纜線連至岸邊變電站，並直接併入電桿。整個風場看成是獨立發電廠 (Independent Power Producer, IPP)，東京電力公司所需要的通訊監控資料，僅止於變電站開關場的電力及相關開關狀態資訊，故風場內的風力機之通訊協定由風力機廠商決定即可，並無統一之通訊協定，電力公司也不需要得知風場內各個風力機的狀態。舉例來說，圖 45 中的每一個紅點都代表一支風力機，而虛線部分為各個獨自營運的風場，風場僅需提供各別的電量資訊給電力公司，電力公司亦可在電力異常時解聯風場，故目前沒有風力機通訊協定互通的問題。

六、東京大學石原孟教授風洞實驗室

由於日本在風力機產業發展已久，亦投入相當多的研究，對於風力機的標準、測試方法及驗證制度，亦有豐富的經驗可供學習。東京大學石原教授主持日本離岸國家型計畫及參與 TC 88 離岸風力機標準制定，因此，此行建立與東京大學交流管道，可便於國際間最新的技術發展趨勢的取得，亦能夠協助國內廠商的產品符合國際市場之需求，相關參訪紀要如下：

(一) IEC 標準中風力機抗颱風耐震新版標準說明

東京大學石原孟教授係 IEC TC88 標準制定委員，其說明目前在 IEC 61400-1 3.1 說明颱風地區中可能需要 Class S 之設計條件，並無明訂設計要求，並在附錄 E 中採用 Gumbel Analysis 及 Measure Correlate Predict(MCP)方法評估極端風速，東京大學石原孟教授採用蒙地卡羅模擬及 MCP 方法預測離岸場址的極端風速，使用銚子市的氣象量測進行分析(圖 46)，發現 Gumbel 分析及 MCP 方法評估之極端風速在熱帶風暴地區中不確定性較大，而若採用蒙地卡羅模擬則能準確估計熱帶風暴影響之年度最大風速機率分佈，故主張應採用蒙地卡羅模擬進行這些地區之極端風速評估，目前 IEC TC 88 已制定附錄 J，即採用蒙地卡羅模擬來評估颱風極端風速方法，未來將依據 IEC 新版標準附錄 J 之要求，制定適用於我國抗颱風風力機之設計準則。



介紹附錄 J 其分析流程如下：

- 評估熱帶風暴參數：對特地場址每年侵襲至 500 公里半徑以內的熱帶風暴數量由歷史紀錄進行估算，對每個特定風暴需要取其中心大氣壓力、平移速度及角度、與場址的最短距離等六個參數。
- 產生合成熱帶風暴：採用 Modified Orthogonal Decomposition 方法，熱帶風暴參數首先以向量形式表達，再解算其共變異數矩陣之特徵值及特徵向量，再以機率分佈及特徵向量計算熱帶風暴之相關參數向量。
- 預測熱帶風暴邊界風速：通過熱帶風暴之大氣壓力場配合現地地形條件以半理論公式或計算流體力學計算輪轂高度之風速及風向。

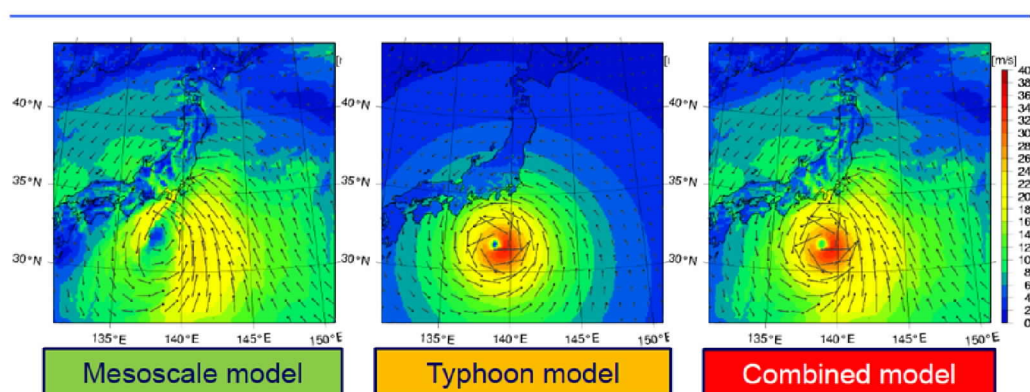


圖 46：銚子市氣象站資料進行離岸地點極限風速評估

而對地震引起之負載，目前 IEC 61400-1 標準中指定應根據當地法令之地表加速及響應頻譜而設定，此部分可依據我國營建署之建築物耐震設計規範及解說中之要求，而 IEC TC 88 已新制定附錄 D，即評估地震引起之負載，故未來將整合我國營建署及 IEC 標準之要求，制定適用於我國耐震風力機之設計準則。

(二) 風洞實驗室參觀

東京大學目前共有三個實驗型風洞(圖 47)，可供風力機、橋樑、高鐵車廂等模型測試及風力機破損分析測試等。圖 48 為參訪完石原孟教授風洞實驗室後，所有參與人員於實驗室前團體合照。



圖 47：實驗型風洞



圖 48：參訪團於東京大學風洞實驗室前合影

七、神奈川 HEMS 認證支援中心

ECHONET Lite 是目前日本智慧家電主要的通訊協定標準。針對太陽能系統、電力配電盤、燃料電池、儲能系統、電動車、充電柱、空調系統、照明、冷氣、給湯器及智慧電表等結合。ECHONET 協會成立的目的是希望制定共通的通訊標準使用於家庭網路中，讓不同廠商的設備都能互通友善的使用，協會於 1997 年 12 月成立，目前已經有 246 個會員，主要 Class A 的會員有七家(Sharp、TEPCO、Toshiba、NTT、Hitachi, Ltd.、Panasonic 及 Mitsubishi Electric)，拜訪當天為我們介紹 ECHONET 技術與現在標準近況的是三菱電機技術部主席技術長望月先生，過去 ECHONET 標準在推廣時，可能主要是針對廠商的設備可以共通，這個標準可以達到家電自動化、節能等效益，現在進行 ECHONET 標準的推動，將是會配合應用面的說明，運用服務的介紹，讓一般人更加能感受到 ECHONET 帶來的好處，以及如何融入到我們的生活當中，不再只是提到家庭能源管理而已，簡報提到了六項服務(Remote appliance maintenance、Mobile、Energy management、Home healthcare、Home security、Comfortable living support)，而未來的智慧屋(Smart House)不單單只有節能而已，而是進而要求可以達到發電(創)、省電(省)、儲能(蓄)這三方面功能，而 ECHONET 標準都可以涵蓋這些方面的設備互通標準。簡介 ECHONET 與 ECHONET Lite 標準的變化，過去因為 ECHONET 在 Layer1~4 通訊技術標準整合的問題，讓 ECHONET 推行不易，因此在 2010 年推出 ECHONET Lite 大幅簡化對於底層的限制，專注在 Layer 5-7 的部分，這樣讓 ECHONET Lite 可以運用相容在各種不同的底層通訊技術上，使更多廠商願意推出相應的產品，變化如圖 49 所示:

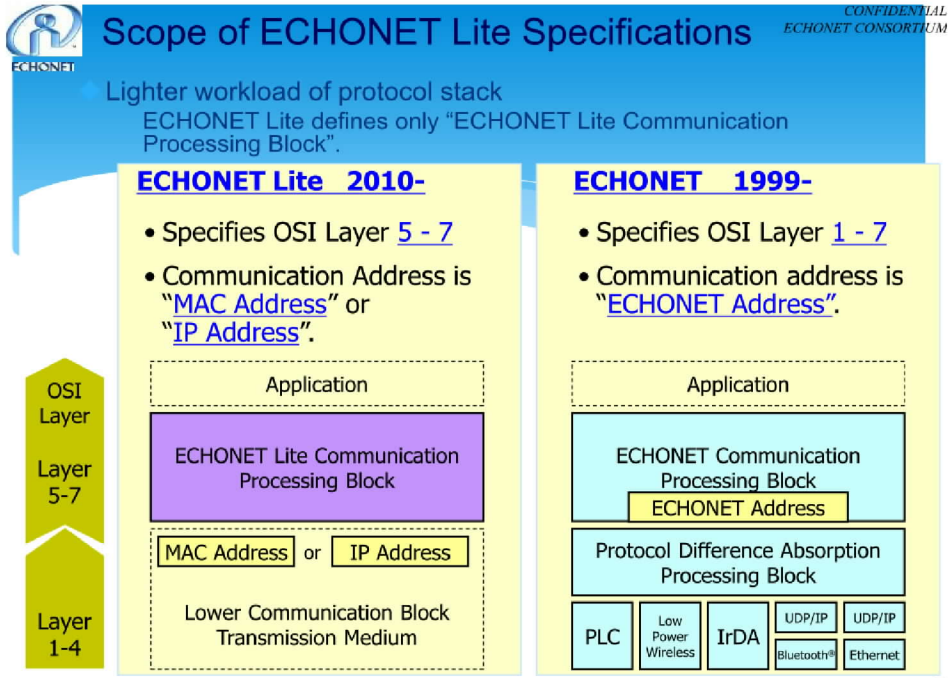


圖49: ECHONET 標準變化

而 ECHONET Lite 標準也積極進行國際化，ECHONET 目前已經被認可為 IEC 標準(IEC 62394)，相關的進展如圖 50 所示。

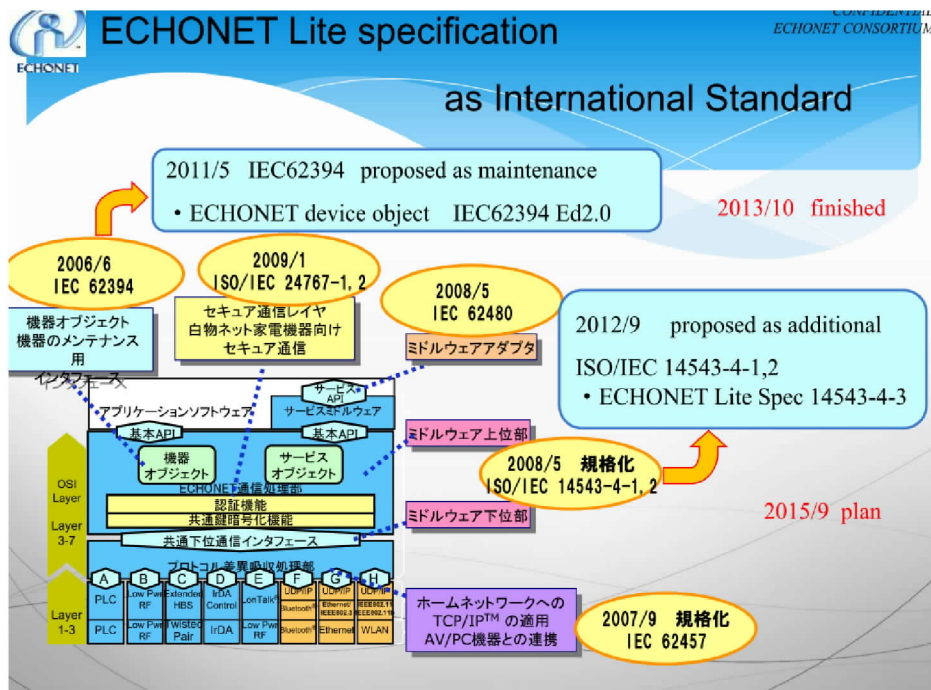


圖50: ECHONET Lite 標準國際化

目前 ECHONET 已經定義了 90 種的裝置類型，相關資料多達 400 多頁的敘

述，主要分為 Sensor、HVAC、Facility、Cocking、Health、Controller 相關六大類，每年針對這個部分會有 2 次的更新(圖 51)。在這次的拜訪中，協會關於 ECHONET Lite 產品認證的一個很大變革，就是在 2014 開始公布了 SMA 的標準以及相關的認證程序，SMA 的標準主要是規範電表到 HEMS 這一段路徑地互通標準，也就是前面提到的 Route B，這一段還是 ECHONET Lite 標準規範去制定，但在認證程序上有很大的不同，過去 ECHONET Lite 的產品，為了鼓勵大家多採用這個標準，所以在產品的認證上就如同下圖中所示，並不用一定要經過第三方認證單位的測試，只要提出產品測試資料申請，就可以得到證書認可，但是在新的 SMA 認證流程，廠商需要將產品送交到協會認可的測試單位去進行測試認證，需要通過後才可以取得證書，這樣嚴謹的測試認證流程，大大提高了 ECHONET Lite 產品間的互通性。

Device object's type

- The **"developers" who know devices well** defined the device object for performing ECHONET application.
- **Over 90 kinds of devices** were defined in ECHONET specifications.
 - From FY 2011, several device objects, mainly "energy storage devices" and "energy generation devices", were newly specified or revised.

Sensor Related	Security Sensor, Human Detect Sensor, Temperature Sensor, CO2 Sensor, Electricity Sensor, etc.
HVAC Related	Air Conditioner , Fan, Ventilator, Air Cleaner, Carpet, Fan Heater, etc.
Facility Related	Water Heater , Lock, Storage battery , Fuel cell , Photovoltaic system , Gas Meter, Smart Electric Meter , Light , EV/EHV , etc.
Cocking Related	Refrigerator, Microwave, Washing Machine, Rice Cooker, Coffee Mill, etc.
Health Related	Weighing scales, Clinical thermometer, Blood Pressure Meter, Blood Sugar Meter, etc.
Controller Related	Controller, switch, etc.

圖51: ECHONET Lite 標準 Device Object Type 概況

HEMS 認證中心 2014 年 5 月開始進行 SMA 的認證服務(圖 52)，到今年 4 月為止，就有 11 個智慧電表與 13 個 HEMS 產品通過這樣檢測驗證，說明日本

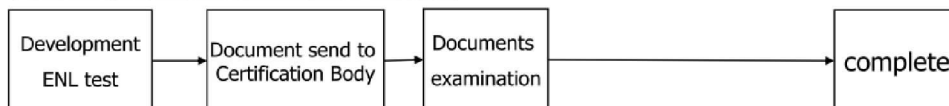
智慧電表與智慧家庭建置與相關產業正不斷擴大中，而且 HEMS 人員表示，也有越來越多的客戶也漸漸將其他 ECHONET Lite 智慧家電產品送至 HEMS 認證中心來測試，經由共同一致的測試平台，減少更多互通性上的問題(圖 53)。一色教授的介紹中提到，日本現在正以一年約 50 件 Smart House 的速度增加中。

New Certification Scheme

ECHONET CONSORTIUM

- Devices with high public responsibility (「Smart electric Meter」, 「HEMS connect to SM」) need the third party certification with using the actual system, for the reason to prove the inter-connectivity. **Recommendation by the Study Group on the Smart Meter Scheme and Smart House Building WG**
- HEMS certification support center started SMA (Application I/F specification between SM and HEMS connect to SM) certification from May 2014
- 11 SM and 13 HEMS are already certificated @Apr.2015

Certification of common devices



Certification of 「Smart Electric Meter」, 「HEMS connect to SM」

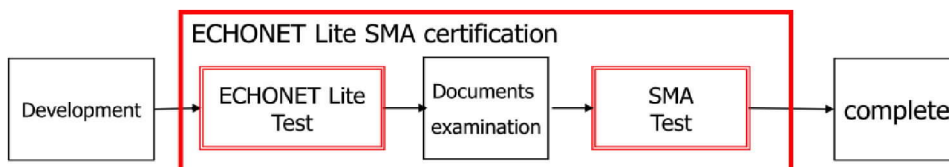


圖52: ECHONET Lite 認證的變化

The Center has started SMA certification

We have certified three products of “SMA” since April 2014.

List of certified products

Source: ECHONET consortium home page (http://www.echonet.gr.jp/english/kikaku_ninsyo/list_sma/equip_srch)

SMA certification number	Product type	Communication layer	Date of certification	Manufacturer	Product Code
PZ-000001	Smart Electricity Meter	Wi-SUN (WSA 0004)	2014.04.23	Toshiba	SM-3GCOM1
PZ-000002	Smart Electricity Meter	Wi-SUN(WSA0017)	2014.07.29	Mitsubishi	FS-897F
QZ-000001	HEMS Controller	Wi-SUN (WSA 0008)	2014.06.23	Toshiba Lighting Technology	HEM-GW13A

■SMA Certificate of Registration



■SMA Certification Products



圖53: HEMS 認證中心的 SMA 認證

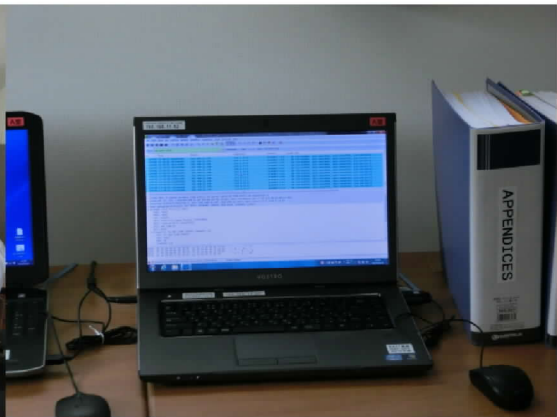
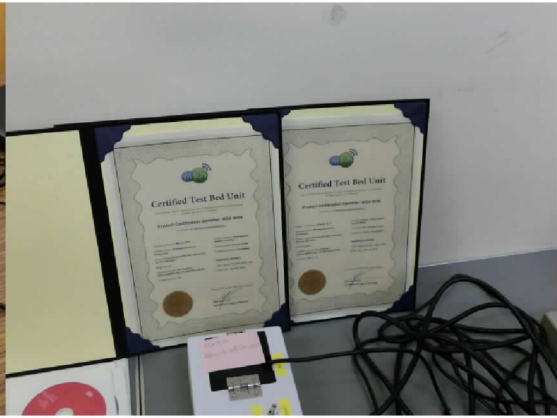




圖54: HEMS 認證中心設備與設施

神奈川工科 HEMS 認證中心除了扮演一個認證中心角色,同時也肩負 ECHONET Lite 推廣以及技術開發角色,到今年 1 月為止(2013 年中開始),共有 1093 的人到訪參觀 HEMS 中心,其中台灣也有許多單位到訪過。也開發了一些開發的工具,免費讓人使用,這些都可以在 HEMS 中心的網頁上下載使用。後續的實驗室參訪,看到實際 SMA 與 ECHONET Lite 的測試環境與設備,以及測試的實際情況(圖 54)。圖 55 為與 HEMS 認證中心人員提供彼此意見交換,最後辭行前所有參與人員於認證中心大門前合影留念(圖 56)。



圖55: 與 HEMS 認證中心的人員交流



圖56: 參訪團與 HEMS 中心人員之合照

八、東京電力公司工程研發部

日本全國共有 10 家電力公司，東京電力公司 Tokyo Electric Power Company, Incorporated (TEPCO) 是最大的一家，該公司成立於 1951 年，主要供應大東京區域電力，東京電力公司是集合發電、輸電與配電之綜合電力公司，供應的用戶數約佔全國總用電戶數的三分之一，本次參訪的單位是東京電力公司位於橫濱市的經營技術戰略研究所，進行電力相關的技術研究與營運建設規劃等工作，目前有 22 個研發項目工作組，包含福島事故恢復相關研究(核能廠問題處理)、降低成本研究(燃料使用率)、提高能源使用率服務(智慧家庭)與新能源(風力發電)的開發研究。

透過拜訪前的溝通聯繫，東京電力公司工程研發部安排:智慧電表與智慧電網的研究介紹、節能屋及電動車 V2H 的研究參觀，最後針對各項議題與我們討論交流(圖 57)。



圖 57： 與東京電力公司工程研發部交流

針對目前東京電力公司在智慧電表建置的時程與概要說明，東京在智慧電表的建置時程說明如圖 58。

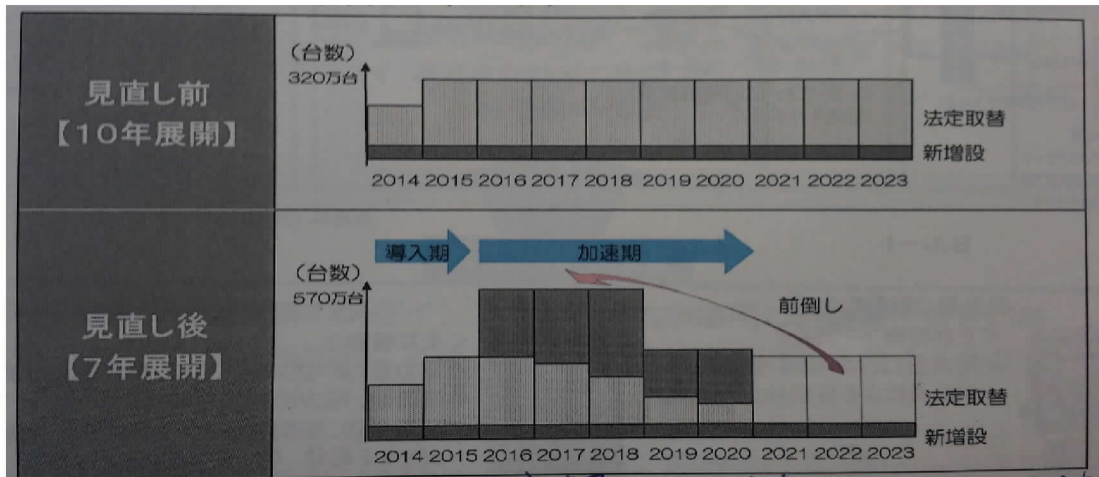


圖 58： 東京電力智慧電表建置時程

原本規劃由 2014 年起利用 10 年將所有 2700 萬台的電表替換為智慧電表，最新規劃將提前至 2020 年完成所有電表的建置，由原本一年 320 萬台建置數量，提升到最高 570 萬台，到去年 2014 年底，東電已經完成約 150 萬台智慧電表的建置，因此在智慧電表的建置方面是相當的積極，而智慧電表設置所使用的通訊技術如圖 59。

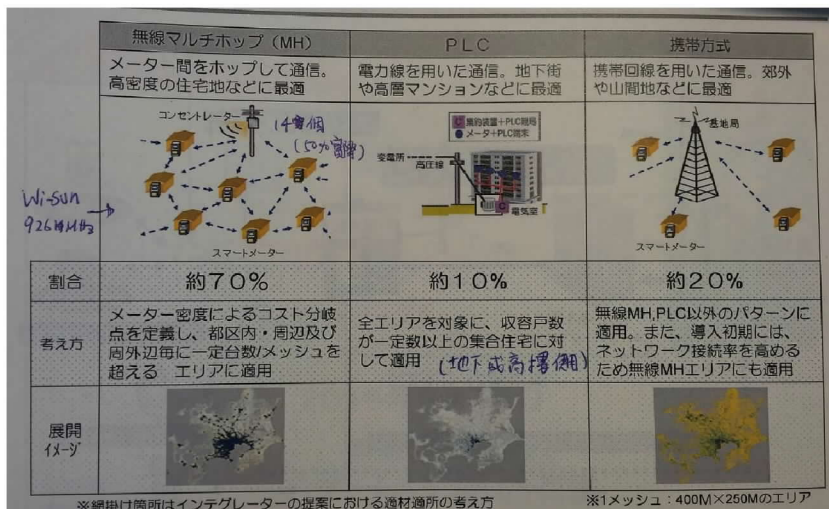


圖 59： 東京電力智慧電表通訊技術

東京電力公司使用的智慧電表通訊技術可以分為 3 大類，分為為無線使用 Wi-SUN、有線使用 PLC 技術和使用行動通訊網路技術，主要還是使用無線的 Wi-SUN 通訊技術大約佔 70%，未來可能會提升 80%都是使用此技術，各項通訊技術的選用是依據設置環境的不同、依據地區適用性考量採用，對於整個智慧電表以及智慧家庭整個功能架構如圖 60。

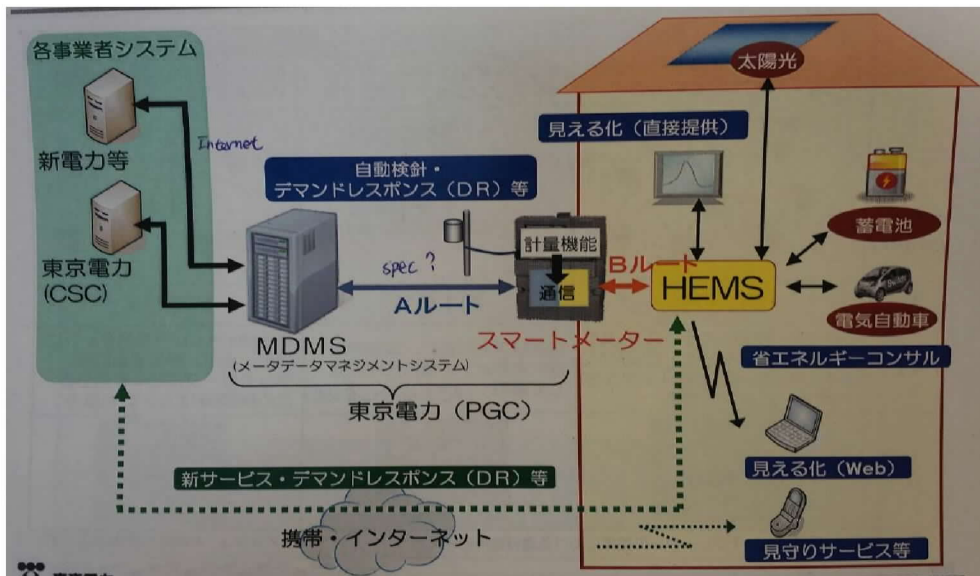


圖 60: 智慧電表功能架構

智慧電表扮演家庭與電網間資訊互通的角色，將智慧家庭 HEMS 系統的用電資訊，透過 Route B 取得，在利用 Route A 傳遞到電表資料蒐集處理系統，電力公司再依據得到的用戶側用電資訊，提供需量反應或是其他新的供電模式服務，創造新的商機，因此東京電力公司方面的研究顯示，智慧電表的建置對於客戶、對於東京電力公司本身和社會責任都是有很大的益處，尤其是在電力公司的本身可以降低營運成本提高營業效率，減少過度的設備投資，增加新收益來自於新的服務模式。與國內台電對於投入建置 AMI 效益的分析是有所不同的，值得我們探討。

本次行程我們參觀東電的 TwinHouse，這是一個利用建築本身(冷熱交換機，地熱能源和建築方向等)、自動控制用運時間電價(屋子內約有 400 個各式感測器)和利用儲能技術(熱泵熱水器等)能達到有效能源運用的建築如圖 61 所示。





圖 61： 東京電力 TwinHouse 節能屋

東京電力公司於節能屋亦進行了 V2G 系統的實證試驗，現在已進入了第三期的試驗階段。上一期(Phase 2)已進行與三菱重工業進行 V2G 的系統開發，並進行 EV、太陽能發電、緊急電源的協調開發實證以及屋內控制面板及遠端 EMS 控制之研究。

現在進行之第三期試驗如圖 62 所示，以 Honda 的 FIT-EV 進行實證，而其發展的壁掛式充電器已設計到相當適合家庭使用。至於通訊方面，日本的 CHAdeMO 協會已經制定了 V2G 的通訊協定，可提供電動車之電力回充，不同廠商間的電動車與充電器若依循 CHAdeMO 的標準，已可達到彼此互通。



圖 62： Honda V2G 實證試驗