

# 出國報告書（出國類別：考察）

## 2015 日本新電力及節能技術交流訪問

服務機關：經濟部能源局

姓名職稱：林局長全能、高副組長淑芳

出國地區：日本東京、仙台

出國期間：104年12月14日至12月19日

報告日期：105年2月15日



## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：2015 日本新電力及節能技術交流訪問

頁數 56 含附件：是否

出國人員姓名 / 服務機關 / 單位 / 職稱 / 電話

林全能/經濟部能源局/局長/(02)27721370

高淑芳/經濟部能源局/節能管理與推廣組/副組長/(02)27757773

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：104 年 12 月 14 ~ 12 月 19 日

報告繳交日期：105 年 02 月 15 日

出國地區：日本東京、仙台

關鍵詞：節約能源、LED 照明、智慧電網、需求面管理



## 摘要：

臺灣98%能源依賴進口，電力系統屬於獨立電網，充足、穩定、可靠、低碳的電力供應，以及有效率的電力使用，是非常重要的課題。日本與我國同為天然資源匱乏、能源高度依賴進口之島國，且臺日兩國地緣接近，雙方經貿往來密切，藉由本次參訪期能引進日本先進技術對我國投資之機會，提升我國能源關鍵技術能量，有助我國持續發展新及替代能源，健全我國能源管理制度，達到開發能源與節約能源雙重目標。

此次訪問行程主軸為日本新電力及節能技術交流，團隊成員包含本局、工研院綠能所及金屬中心，五天行程時間共參訪5間公司、2所大學以及2個研究單位，除擴大參訪單位的廣度外，也增加不同單位間的技術交流及合作討論。本次參訪日本節能中心(The Energy Conservation Centre, Japan; ECCJ)、電力中央研究所(Central Research Institute of Electric Power Industry; CRIEPI)、東芝公司(Toshiba Corporation)、早稻田大學EMS實證中心(The EMS Shinjuku Demonstration Center, Waseda University)等單位在電力及智慧電網技術的發展，並對能源管理技術、提高再生能源併網的相關發展技術進行交流；另拜訪日東電工(Nitto Denko Corporation)、日本電產株式會社(Nidec Corporation)、松下電器產業株式會社環境方案公司東京汐留展示館(Panasonic Tokyo Shiodome Building)、東京都市熱供給株式會社晴海地區示範場域及東北大學，就高性能薄膜材料技術、高效率馬達技術、LED照明技術及區域冷暖供應系統進行參訪，雙方除進行技術交流外，更希望能以台灣的創新研發成果，吸引國際廠商於台灣投資，並成立國際研發中心的目標努力。

日本是全球能源技術發展先進國家，對於能源先進技術的研究與開發均有相當成效。未來將持續透過技術示範場域建置，深化台日LED照明技術合作；另藉由日東電工(Nitto)與工研院綠能所在製程與材料設計的整合應用，發展下一代的新除濕技術及進一步提升CIGS太陽能板的發電效率。

另日本在推動智慧城市具有相當成果，如東芝(Toshiba)公司參與智慧城市建置之經驗，有助於強化未來發展智慧電網有關再生能源導入及住宅用戶之能源管理與電網控制技術之規劃。特別在落實用戶端能源管理方面，應可借鏡日本做法，要求智慧電表設置對用戶端的通訊介面，使用戶易於取得即時用電資料，依其自身需求落實能源管理，甚至配合電業進行需量調度。

日本的電業自由化進程較我國快，需量反應的推展也更為積極，由於兩國電力基礎設施相近，國情相似，日本電業的經驗相當值得借鏡。建議參考日本推動電業自由化，建立中立調度機制，確保電業公平競爭，唯有建立中立機構合理考量備轉容量與系統風險，訂定合理的需量採購目標與方案，才能使需量反應市場快速發展，減少發電設備投資，並以較低成本解決電力供應瓶頸。

需量聚合商(agggregator)在許多國家的電業運作中都展現良好成效，在日本的試行也相當成功。國內電業法的修訂仍需要一段時間，短期內或可先由示範計畫推動做起，以區域試行的方式驗證需量聚合商機制在台灣運作的可行做法與調度潛力，以備電業法修正或其他適用法規建立後，快速導入需量聚合商，協助電業建立更有效率的調度機制。

由日本經驗可知，即使政府設定再生能源導入目標，並備妥費率補貼所需經費，解決電網可靠度與擴充電業基礎設施，都是推廣再生能源可能面對的瓶頸。日本政府為降低再生能源對於電網的衝擊，已在「系統聯繫規程(Grid Interconnection Code)」持續納入新的規範，台灣可參考日本政府的做法，在法規面建立國家層級的併聯技術指導準則，指引電業修訂其併聯技術要點，導入適當的技術規範，加速政策推行。

本次參訪針對日本政府及企業積極推動節能的做法印象極為深刻，節能推動的效應除政府訂定明確的施行政策及規範外，企業的配合度及自主配合意願，才是節能策略能否發揮功效及成功的主因，因此唯有從生活中即建立節能的自主意識，才能有效全面推廣施行。我國部分節能做法與日本雷同，不論在推動產業節能1%之規定或能源大用戶節能管理，甚或於能源管理人員的設置，都有值得相互學習及觀摩之處，未來可透過互訪交流，針對特定議題進行深入探討，在節能政策及節能技術面上進行合作。

# 目 錄

壹、內容摘要.....	1
一、出國目的 .....	1
二、參加人員 .....	1
三、行程表 .....	2
貳、行程及工作內容.....	3
一、行程摘要 .....	3
二、訪問過程及工作內容	
(一)松下電器產業株式會社環境方案公司東京汐留展示館 (Panasonic Tokyo Shiodome Building) .....	5
(二)日東電工公司創新研發中心(Nitto Denko Corporation - Innovation Center) .....	10
(三)東芝公司(Toshiba Corporation - Fuchu Complex) .....	14
(四)日本節能中心(The Energy Conservation Centre, Japan; ECCJ) .....	17
(五)電力中央研究所(Central Research Institute of Electric Power Industry; CRIEPI).....	22
(六)早稻田大學 EMS 實證中心(The EMS Shinjuku Demonstration Center, Waseda University) .....	28
(七)日本電產株式會社(Nidec Corporation)－中央モーター基礎技術研究所 .....	31
(八)東京都市熱供給株式會社－晴海地區示範場域 .....	34
(九)東北大學(Tohoku University)－材料研發中心(IMR, Institute of Material Research) .....	37
參、心得與建議.....	42
肆、附件 - 能源局簡報內容 .....	46

## 圖目錄

圖 1	松下電器產業株式會社概要 .....	5
圖 2	松下電器產業株式會社營收 .....	6
圖 3	日本 LED 照明產品銷售進展 .....	6
圖 4	調光調色照明主軸 .....	7
圖 5	LED 商業照明之光譜設計 .....	7
圖 6	松下 Space Player.....	8
圖 7	工研院與松下環境方案公司簽署合作備忘錄 .....	9
圖 8	全體團員與松下公司代表於松下公司合影 .....	10
圖 9	日東電工公司接待 .....	11
圖 10	日東電工展示由高黏性膠帶所組裝而成的吊橋 .....	11
圖 11	工研院及日東電工分別進行技術介紹 .....	13
圖 12	全體團員與日東電工公司代表合影 .....	14
圖 13	於東芝公司頂樓太陽能示範場域合影 .....	15
圖 14	東芝公司智慧節能屋所使用燃料電池系統.....	15
圖 15	東芝集團智慧電網技術應用架構 .....	16
圖 16	日本不同部門別 1973~2012 年耗能資料.....	18
圖 17	節能法實施後日本單位 GDP 能耗變化趨勢 .....	20
圖 18	與 ECCJ 進行技術交流 .....	20
圖 19	全體團員與 ECCJ 代表合影.....	22
圖 20	日本電業自由化之時程規劃.....	23
圖 21	日本需量管理之整體架構.....	24
圖 22	日本再生能源裝置情形與面臨問題 .....	25
圖 23	全體團員與 CRIEPI 代表合影.....	27
圖 24	早稻田大學 EMS 實證中心需量反應架構(Demand Response Structure).....	28
圖 25	早稻田大學 EMS 實證中心 DR 測試的硬體設施 .....	30
圖 26	早稻田大學石井教授及林泰宏機構長進行技術說明 .....	30
圖 27	早稻田大學 EMS 實證中心智慧屋場域參觀.....	31
圖 28	全體團員與早稻田大學 EMS 實證中心代表合影 .....	31
圖 29	金屬中心與 Nidec 合作模式提案 .....	33



圖 30	與 Nidec 進行技術交流 .....	34
圖 31	全體團員於 Nidec 參訪合影 .....	34
圖 32	晴海特里頓廣場俯視圖 .....	35
圖 33	特里頓廣場 DHC 系統配置 .....	36
圖 34	位於建物頂樓的大型整合空調系統 .....	36
圖 35	東京供熱人員解說位於地下室的冰水機主機及相關系統 .....	36
圖 36	與 Haurmi 公司及 Tokyo Toshi 公司代表技術交流討論 .....	37
圖 37	訪日團員與東京供熱公司及阿自倍爾公司人員於綜合大樓頂樓合影 .....	37
圖 38	不須超低溫冷卻之複合式磁鐵裝置 .....	39
圖 39	Li-N-H 氫化物製程 .....	40
圖 40	吸氫材料特性 .....	40
圖 41	東北大學金屬材料所產氫相關材料技術 .....	40
圖 42	東北大學參觀合影 .....	41
圖 43	金屬中心與東北大學合作備忘錄簽署儀式合影 .....	41
圖 44	全體團員與東北大學代表合影 .....	41

## 表目錄

表 1、出國行程及重要資訊摘要表.....	3
表 2、隔熱膜性能比較表(CN 104097362 A : Infrared-ray reflecting film).....	12
表 3、複合式磁鐵性能表 .....	39

# 壹、內容摘要

## 一、出國目的

臺灣 98%的能源依賴進口，電力系統屬於獨立電網，充足、穩定、可靠、低碳的電力供應，以及有效率的電力使用，是非常重要的課題。日本與我國同為天然資源匱乏、能源高度依賴進口之島國。而在其積極推動節約能源相關措施下，已成為全世界能源效率最高的國家之一。日本政府如何在兼顧產業發展、國民需求、成本效率上制定其節能政策，相關作法可提供我國在制定能源政策、節能政策之參考。

另日本亦是全球能源技術發展先進國家，對於能源先進技術的研究與開發均有相當成效。臺日兩國地緣接近，雙方經貿往來密切，藉由本次參訪期能引進日本先進技術對我國投資之機會，提升我國能源關鍵技術能量，有助我國持續發展新及替代能源，健全我國能源管理制度，達到開發能源與節約能源雙重目標。

本次出國參訪日本節能中心(The Energy Conservation Centre, Japan; ECCJ)、電力中央研究所(Central Research Institute of Electric Power Industry; CRIEPI)、東芝公司(Toshiba Corporation)、早稻田大學 EMS 實證中心(The EMS Shinjuku Demonstration Center, Waseda University)等單位在電力及智慧電網技術的發展，並對能源管理技術、提高再生能源併網的相關發展技術進行交流；與日東電工(Nitto Denko Corporation)、日本電產株式會社(Nidec Corporation)、松下電器產業株式會社環境方案公司東京汐留展示館(Panasonic Tokyo Shiodome Building)、東京都市熱供給株式會社晴海地區示範場域、及東北大學就高性能薄膜材料技術、高效率馬達技術、LED 照明技術及區域冷暖供應系統進行交流，除進行技術交流外，更希望能以台灣的創新研發成果，以吸引國際廠商於台灣投資，並成立國際研發中心的目標努力。

## 二、參加人員

### (一)經濟部能源局

林全能局長、高淑芳副組長、郭淑君研究員

### (二)財團法人工業技術研究院綠能與環境研究所

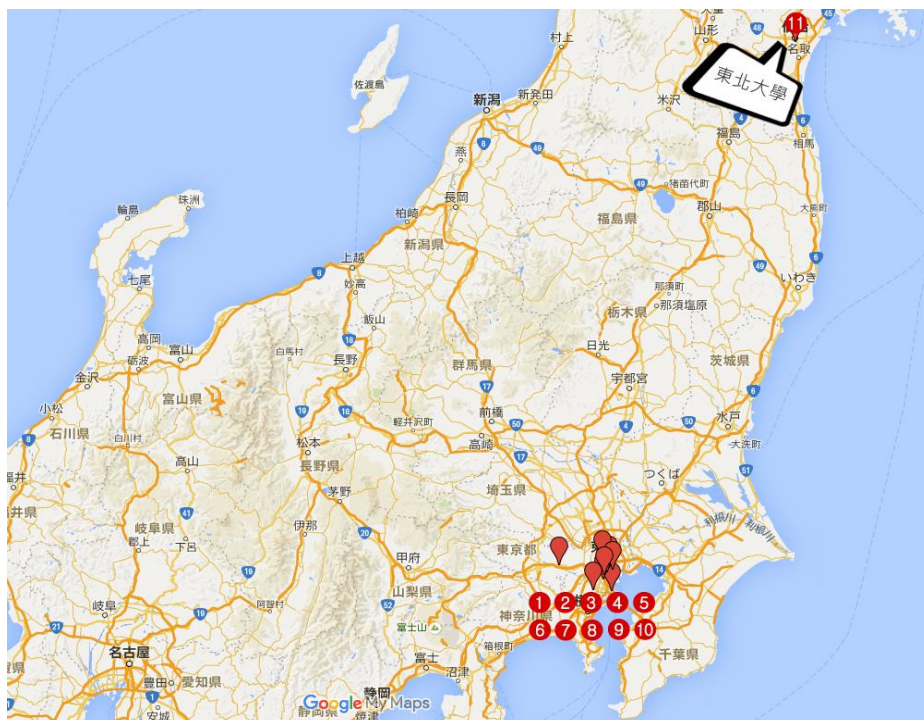
胡耀祖所長、梁佩芳組長、李麗玲副組長、周雅文副組長

### (三)財團法人金屬工業研究發展中心

吳永成副處長、李月修副處長、花瑞銘經理

### 三、行程表

時間		參訪對象
12/14 (一)	上午	①台北松山至東京羽田(CI 220)
	下午	②松下電器產業株式會社環境方案公司東京汐留展示館 (Panasonic Tokyo Shiodome Building)
12/15 (二)	上午	③日東電工公司創新研發中心(Nitto Denko Corporation - Innovation Center)
	下午	④東芝公司(Toshiba Corporation) - Fuchu Complex
12/16 (三)	上午	⑤日本節能中心(The Energy Conservation Centre, Japan; ECCJ)
	下午	⑥電力中央研究所(Central Research Institute of Electric Power Industry; CRIEPI) ⑦早稻田大學 EMS 實證中心(The EMS Shinjuku Demonstration Center, Waseda University)
12/17 (四)	上午	⑧日本電產株式會社(Nidec Corporation) - 中央モーター基礎技術研究所
	下午	⑨東京都市熱供給株式會社－晴海地區示範場域
12/18 (五)	全天	東北大學(Tohoku University)－材料研發中心(IMR, Institute of Material Research)
12/19 (六)		東京羽田至台北松山 (CI 221)



⑩新高輪格蘭王子大飯店

## 貳、行程及工作內容

此次訪問行程主軸為日本新電力及節能技術交流，五天行程時間共參訪 5 間公司、2 所大學以及 2 個研究單位。詳細參訪過程及工作內容，分別說明如下。

### 一、行程摘要

表 1、出國行程及重要資訊摘要表

日期	地點	參訪單位	重點摘要
12.14	東京	松下電器產業株式會社 環境方案公司 東京汐留展示館 (Panasonic Tokyo Shiodome Building)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 參觀 Panasonic 於汐留展示館的 LED 照明研發示範場域，並進行技術交流。</li><li>2. 討論工研院綠能所與 Panasonic 於桃園機場休息室照明的合作內容與未來推動規劃。</li><li>3. 見證工研院綠能所與 Panasonic 簽署合作 MOU。</li></ol>
12.15		日東電工公司 創新研發中心 (Nitto Denko Corporation - Innovation Center)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 參訪 Nitto Denko 公司於 2015 年新開幕的 Innovation Center。</li><li>2. 與 Nitto 公司進行技術交流，瞭解其在台灣的投資規劃及需求外，並建立未來在新材料及新能源技術合作的規劃，包括空氣過濾膜、光/熱吸收膜、LED 與住宅隔熱和保溫薄膜等應用技術的交流。</li></ol>
12.15		東芝公司 (Toshiba Corporation - Fuchu Complex)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 參觀 Toshiba 於府中所建置的再生能源及電力管理技術示範場域，其中 Smart Home 展示各項再生能源、能源管理及高效率家電的整合技術。</li><li>2. 瞭解 Toshiba 在微電網系統設計與布建經驗，包含 TEPCO AMI system、AMI System Lab、PV+uEMS system at roof of the building 及 Smart Home。</li></ol>
12.16		日本節能中心 (The Energy Conservation Centre, Japan; ECCJ)	訪問 ECCJ，針對節能政策議題進行交流，作為台灣制訂節能政策及推廣的參考，討論議題包含： <ol style="list-style-type: none"><li>1. 日本在工業及住商部門的節能施行成效及輔導措施。</li><li>2. 日本產業對節能目標的配合度及對應之策。</li><li>3. 日本未來的節能目標及相關的政策方向。</li></ol>

日期	地點	參訪單位	重點摘要
	東京	電力中央研究所 (Central Research Institute of Electric Power Industry; CRIEPI)	<p>主要進行DSM技術及AMI布建規劃等技術交流，包含：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 日本再生能源裝置情形及長期規劃。</li> <li>2. 再生能源對電網的衝擊與解決方式。</li> <li>3. AMI 建置現況及需量反應之發展經驗與成效。</li> </ol>
		早稻田大學 EMS 實證中心 (The EMS Shinjuku Demonstration Center, Waseda University)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參觀早稻田大學 EMS 實證中心，評估後續示範場域合作、設備商交互測試及驗證的可行性。</li> <li>2. 瞭解早稻田大學在日本國內產學研共同合作下，提供電業電網商、電業零售商及聚合商(Aggregator)在需量反應管理架構下，所具備的功能與相互合作的經驗。</li> </ol>
12.17		日本電產株式會社 (Nidec Corporation) - 中央モーター基礎 技術研究所	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參觀 Nidec 公司馬達研發成果及實驗室。</li> <li>2. 瞭解其 IE1~IE4 相關馬達技術的研發成果，討論進行技術合作的可行議題。</li> </ol>
		東京都市熱供給 株式會社－ 晴海地區示範場域	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參觀東京都市熱供給株式會社於晴海特里頓廣場(Harumi Island Triton Square)，所建置的區域冷暖中心供應設施(District Heating and Cooling system, DHC)，學習日方於區域能源供應的經驗。</li> <li>2. 此場域為一綜合型商業住宅樓區，在都市建造過程中即詳細規劃高效率熱源及供冷系統、完整的監控及管理系統，供給區域面積涵蓋6.1公頃。</li> </ol>
12.18	仙台	東北大學 (Tohoku University) 材料研發中心 (IMR, Institute of Material Research)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參訪東北大學材料研究中心，交流在能源應用領域的相關先進材料開發技術現況。</li> <li>2. 見證金屬中心與東北大學金屬研究所簽署合作備忘錄。</li> </ol>
12.19	台灣	回程 (由東京返回台灣)	

## 二、訪問過程及工作內容

### (一)松下電器產業株式會社環境方案公司東京汐留展示館(Panasonic Tokyo Shiodome Building)

參觀 Panasonic 公司位於汐留的展示館，並針對工研院與松下公司於台灣桃園機場的照明應用合作簽署備忘錄。

本次參訪松下環境方案公司由照明研究所磯田雅章所長、野口公喜主幹、松沢洋數主務、大林史明主務，以及台灣松下環境方案公司的西澤勇總經理及周欣怡科長接待訪問團員，參觀松下公司東京汐留大樓展示館所進行的節能照明應用、LED 辦公室人因照明的研究、高效率建築照明以及相關的建築節能措施進行導覽及說明。

松下電器產業株式會社由松下幸之助先生創立於 1918 年，企業中心價值「A better life, A better world」。五大事業領域家電、住宅(包含照明與空調器具、PV 及 BEMS 管理系統、內裝及住宅配件等)、車載、B2B 解決方案及元器件(如電池電子零件等)，共有 4 個事業群包含環境方案公司(住宅事業)、AP 電化住宅設備、AVC 網路及汽車電子和機電系統公司(如圖 1)，目前員工人數 25.4 萬人，2014 年營業額達 77,150 億日圓(670 億美元)，內銷市場占 48%，目標 2018 年成立百年時營收成長至 10 兆日圓。

松下照明事業源自 1936 年，為日本第一大照明品牌，照明光源事業群歸屬於建築節能的環境方案公司，2014 年營收 3,177 億日圓，為整個企業的 4%。產品範疇從元件、光源、燈具至系統，產品線涵蓋住商、工業及戶外，1998 年開始販售 LED 燈具，最新代表作為東京晴空塔，LED 照明為主流產品。

日本自 311 地震後節能需求、電費高帶動 LED 照明快速成長，隨 LED 照明成熟，民眾接受度大幅提高，LED 照明滲透率全球第一，2014 年 LED 照明占整體市場 80%，其中指向型、店舖與室外燈具超過九成，設施用包含辦公室螢光燈及高天井 HID 燈等推進較緩。(如圖 3)



圖 1、松下電器產業株式會社概要

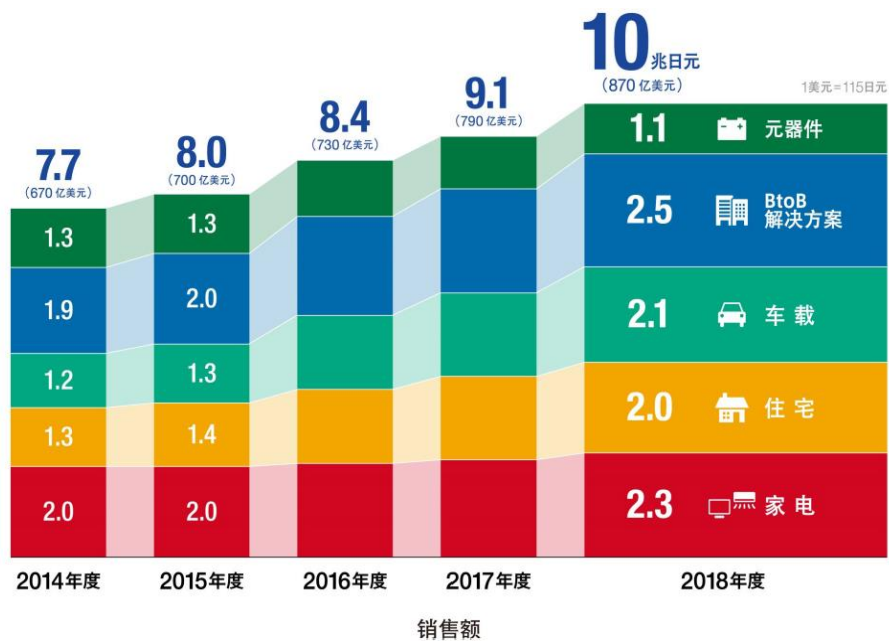


圖 2、松下電器產業株式會社營收

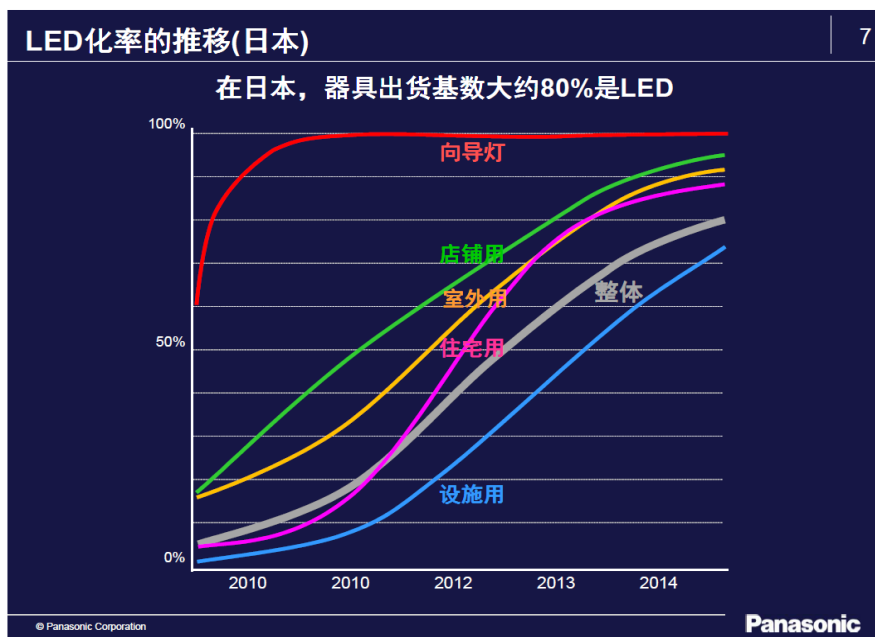


圖 3、日本 LED 照明產品銷售進展

此次松下公司的參訪重點可分為兩大部分：(1)LED 照明技術發展、(2) 建築節能技術。

### 1. LED 照明技術發展

松下 LED 照明技術發展以燈具及控制營造光的質量和空間的價值，技術主軸為(1)小型化：透過高效率電控及散熱技術實現；(2)高光品質：LED 之光譜設計與導光技術，以及以視覺為核心之光環境評量方法；(3)可靠性驗證：建立國家認證之光量測技術。現階段松下在照明研究以具特殊性指標發展的利基應用為主軸，包含：



- (1) 高效率、高演色性、低眩光燈具；因應光環境需求採上下光分布型配光；
- (2) LED 人因照明系統：研究光對使用者生理的影響，進而透過調光、調色及光譜的調控設計工作場域、睡眠等照明系統。根據研究，藍光可增強覺醒度，目前提出的辦公室照明設計以天花板照明搭配檯燈工作照明，照度：300~400 lx，搭配光感測器自動調光，色溫：白天上午 6000K、下午 5000K、傍晚 4000K、晚上 3500K。

## 調光と調色照明制御

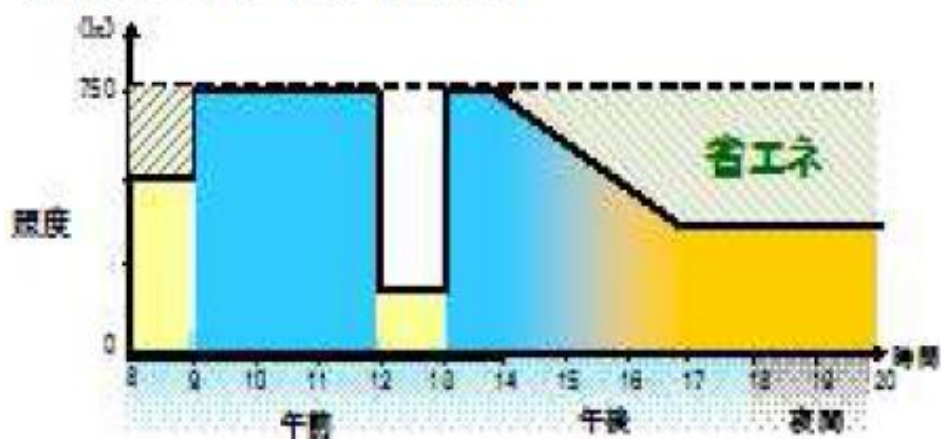
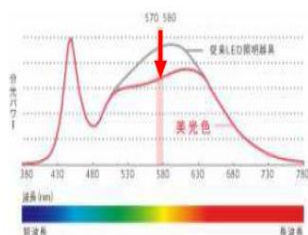


圖 4、調光調色照明主軸

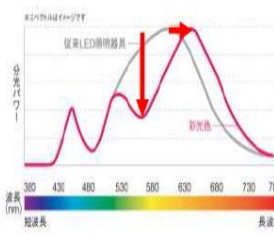
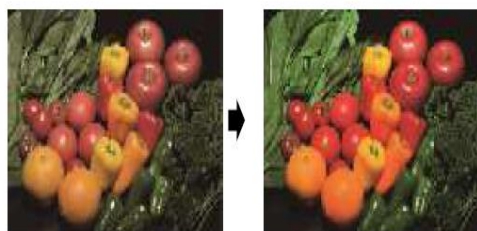
- (3) 光譜與色彩的研究：如生鮮食物光、化妝品用美化肌膚光譜，透過減少黃光的成分提高視覺色彩，調查顯示可提高購買率。

肌の色は美しく、モノの色は自然に。  
**美光色**



くすみの  
光成分を  
カット

生鮮食品を、「新鮮で美味しそう」に。  
**彩光色**



黄ばみの  
光成分を  
カット

圖 5、LED 商業照明之光譜設計

(4) 照明與映像結合：燈具與投影機結合，創造充滿想像的的空間意象。



圖 6、松下 Space Player

## 2. 松下東京汐留大樓節能建築技術

松下東京汐留大樓建築樓地板面積 47,274m<sup>2</sup> 為一棟節能建築，曾榮獲 2003 年經濟產業大臣賞之「省能源實施優秀事例表揚」，第 14 屆空調衛生工學會特別獎「十年獎」，以及社團法人唯一包含商品展示、辦公室、招待所及博物館等綜合性功能的大樓；311 後日本訂定建築能源管理規範，大樓節能設計技術包含：

- (1) 屋頂隔熱、頂樓綠化花園作休閒與空調節能、氣流窗與雙層玻璃斷熱、網路能源管理系統監控並分析電力、照明及空調能源使用狀況、BEMS 節能控制、LED 照明、高效率調光燈具、自動百葉窗及夜間建築內投光照明。在能效指標上，以 2003 年為基準年 (2,392MJ/m<sup>2</sup>)，2014 年能耗降為 1,168MJ/m<sup>2</sup>，減低 51.2%，在使用人數自 1,500 人增加為 2000 人的情況下，目標 2018 年降至 50%，年耗能 113,000GJ。
- (2) 建築能源管理(Building Energy Management System, BEMS)：透過環境感測整合 ICT 技術對空調及照明進行控制，建築單層能源 EUI 10.5kW/m<sup>2</sup>-年。
- (3) LED 照明：使用高效率、低眩光 LED 室內燈具、舒適光環境照明設計與高輝度公司招牌 LED 燈整體省電 50%。
- (4) 區域能源中心：數棟建築共用冷暖房空調系統(暖氣、冰水/儲冰)，由能源公司統一管理，每天計算空調及照明用電。
- (5) 樓層燈調光：透過開門偵測使用與否，進行 30~100%調光。
- (6) LED 人因照明辦公室：建置時程控制系統，進行調光、調色溫及高作業績效照明系統場域驗證，結果證明確實對工作績效有提升。

(7) 辦公室燈具：LED 燈具依據隔板設計為中央十字形不發光燈具，貼近使用者提高照明效率。

此次參訪行程除瞭解松下環境方案公司於照明技術的發展趨勢及應用方向外，另一重點為工研院與松下環境方案公司針對桃園機場 LED 照明應用合作進行討論，並簽署備忘錄(圖 7)。

工研院綠能所與松下環境方案公司透過台灣分公司平台，綠能所已完成 LED 睡眠、高專注力人因照明研究及手機光環境控制技術合作計畫，為持續合作擴大驗證第一期研究成果，規劃於桃園機場建置 LED 健康照明體驗區，特與松下環境方案公司簽署「桃園機場 LED 照明應用合作備忘錄」，由綠能所胡所長及照明研究所磯田雅章所長代表簽署，並由我方林局長及日方西澤總經理見證，期望透過此合作案的執行深化台日 LED 照明技術合作。此次會議台灣分公司西澤總經理亦特別出席，表達樂見透過工研院的協助，逐步建立台灣的 LED 照明業者與松下照明間的合作夥伴關係。



圖 7、工研院與松下環境方案公司簽署合作備忘錄



圖 8、全體團員與松下公司代表於松下公司合影

## (二)日東電工公司創新研發中心(Nitto Denko Corporation - Innovation Center)

日東電工公司(Nitto Denko)以黏合與塗料等關鍵技術，開發生產電氣絕緣材料，於 1951 年生產日本第一卷塑膠膠帶，後續擴充至鐵氟龍產品(NITOFロン)、表面護膜乙烯板(SPV)，並開始生產半導體封裝材料及柔性印刷電路。於 1975 年開始生產液晶顯示器專用偏光膜，目前是全球最大偏光膜製造廠，陸續開發高分子分離薄膜(逆滲透膜、超濾膜)、專用相位差膜(NRF)、偏光轉換膜、海水淡化高效能逆滲透(RO)膜元素，其中創新的 LCD 專用廣視角雙折射膜製造法曾榮獲日本首相大獎。

此次的參訪行程受到日東電工公司的熱誠接待(如圖 9)，包含西岡技術長、望月周本部長、宮尾董事長(台灣區)等多位高階主管，在技術上進行非常充分的交流。此次參訪地點為日東電工公司於東京新設立的創新研發中心(Innovation center)，展示包含 PENJEREX 隔熱膜、Gecko tape、高黏性 tape 以及各式黏性清潔及醫療用品。經由 Nitto Denko 公司介紹，其核心技術大致可分類如下：

1. 黏著技術：包含黏著材料設計及合成、分層及離形技術、基板技術。
2. 高機密塗層技術：高精密塗佈各種聚合物薄膜的技術，以多元化的塗佈技術，產品範圍已擴展至包含：電氣/電子材料、光學相關產品，以及醫療/醫藥產品。
3. 聚合物功能技術：其中包含聚合物設計及孔隙成型技術，為開發薄膜產品的核心，聚合物膜分離技術可滿足工業界的各類加工需求，Nitto Denko 透過將技術交互連結，開發出自有的膜分離技術，從分子設計、高分子合成、膜形成、膜模塊化、系統設計到分析技術等。

其中 Nitto Denko 所開發的高黏性 tape 可作為結構建材的接合材料，取代傳統的鉚釘或是螺栓等結構，即可固定橋梁或作為支撐架，其展示室中展示由高黏性膠帶所組裝而成的吊橋(如圖 10)，可同時承載 3~4 人以上的重量，為參觀過程中最令人驚豔的產品。



圖 9、日東電工公司接待

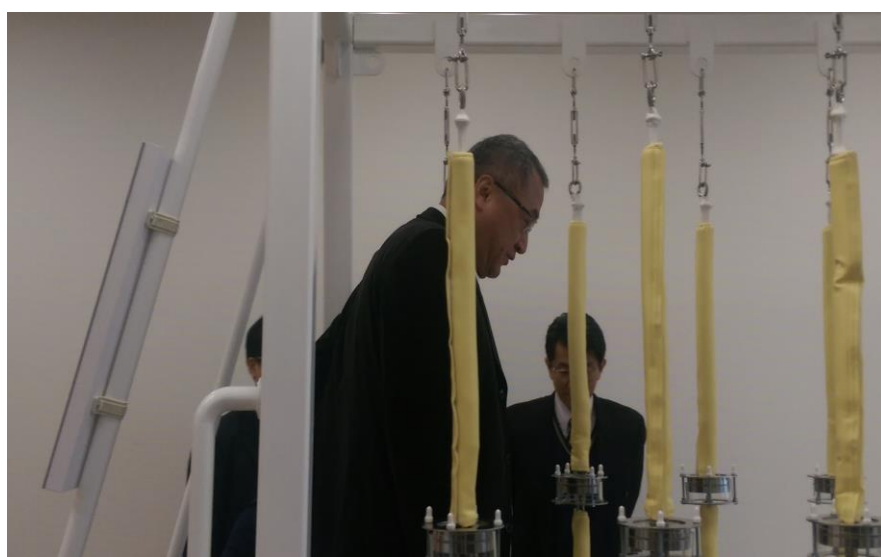


圖 10、日東電工展示由高黏性膠帶所組裝而成的吊橋

另外，日東電工公司近年積極擴展應用的隔熱膜，可以有效反射紅外線(Infrared-ray reflecting film)，其結構包含透明薄膜基材、金屬氧化物層。其中由 96%~99.9% 銀含量所構成的金屬層，可以有效阻擋近紅外光(near-field infrared ray)，但不阻擋可見光。因此使用於建物玻璃窗上時，在夏天可以有效阻擋室外的紅外光，避免室內升溫造成空調耗能，在冬天時可以阻擋室內熱能藉由窗戶散失，有效減少冬天暖氣的使用量。依其實驗測試結果顯示，加裝此一隔熱膜的室內空間，可以降低 40% 以上的空調耗能。由日東電工公司所申請的專利內容(如表 2)可以瞭解，金屬層及金屬氧化物層的材料成分為阻擋近紅外光最主要的機制，其可見光透射率可達 71%，因此不至於對室內採光造成過大的影響，遮蔽係數約為 0.56~0.59，最低修正放射率為 0.07 遠低於比較例的數值，也是造成輻射熱能降低最主要的原因。

表 2、隔熱膜性能比較表(CN 104097362 A : Infrared-ray reflecting film)

	金屬層	金屬氧化物層	保護層		可見光透射率 (%)	遮蔽係數	修正放射率
			材質	厚度			
實施例1	AgPd=99.5:0.5	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :ZnO=90:10	HNBR	4mm	71	0.56	0.15
實施例2	AgPd=99.5:0.5	SnO <sub>2</sub> :ZnO=81:19	HNBR	4mm	71	0.56	0.15
實施例3	AgPd=97:3	SnO <sub>2</sub> :ZnO=81:19	氟聚合物	60nm	69	0.59	0.08
比較例1	AgPd=95:5	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :ZnO=90:10	HNBR	4mm	66	0.58	0.07
比較例2	Ag	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :ZnO=90:10	HNBR	4mm	72	0.56	0.17
比較例3	AgPd=99.5:0.5	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :ZnO=90:10	丙烯酸類 聚合物	4mm	71	0.56	0.5
比較例4	AgCu=90:10	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :ZnO=90:10	HNBR	4mm	70	0.62	0.16

行程中除了由日東電工公司介紹其公司研發技術並進行研發產品導覽之外，也由工研院綠能所及金屬中心分別介紹相關的研發技術及成果(圖 11)，其中日東公司對於綠能所的表面電漿增益 OLED 技術、鋁離子電池技術及可撓型 CIGS 印刷式製程，皆表達高度的興趣，希望能有機會來台灣進行更深入的技術交流，並討論進一步合作的機會。

其中，Nitto 公司以薄膜產品的製程技術，逐漸導入太陽能電池技術的應用，例如可將 UV light 轉為可見光的封裝材料，可增加太陽電池的效率及使用壽命，其中的製程技術與工研院綠能所目前應用列印技術所製作的可撓式 CIGS solar cell，應具有極高的匹配性，並可以提升太陽光電的發電效率，若兩方可以就製程及材料設計進一步合作並整合應用於產品中，預期將有機會突破目前 CIGS 太陽能板在市場上的應用瓶頸。

日東電工公司於 1969 年在高雄成立第一座海外製造基地：台灣日東電工股份有限公司，並於 2015 年增資 5 億元，擴建第三工廠，生產保護汽車線束膠帶，全球產品市占率約 4 成，新廠啟用後年產值預計將增加新臺幣 4.5 億元。此次不僅對雙方的核心技術提供相關資訊及充分討論，也對彼此後續可合作的議題，提出建議，目前提出的合作方向包含：

1. 分離膜：日東電工在薄膜技術上具有成熟技術，但目前產品大多應用於水處理。工研院目前多項的開發技術，例如：鋁離子電池、生物電池..等技術，都需要具有符合系統設計規格的分離膜，因此可以結合日東電工公司目前的產品技術及工研院的系統開發能力，加速目前創新技術的發展及商業化。
2. 薄膜技術：目前綠能所利用有機材料所開發的高效率除濕技術，具有大幅提升除濕性能的潛力，將可以被動式的除濕機制全面取代壓縮機型除濕機，市場效益超過 400 億元臺幣。日本具有世界領先的轉輪除濕技術，因此日東電工非常積極希望從薄膜技術結合綠能所的除濕研發成果，發展出下一代的新除濕技術。目前相關技術合作仍在積極洽談中，而兩方合作的 NDA 已經開始進行簽署。
3. 高效率 OLED 技術：雖然日東電工公司目前並無 OLED 相關技術或是產品，但是對綠能所以物理結構將低能階的綠光，利用表面電漿增強效應轉換為高能階的藍光，抱持極大的興趣。雖然在後續討論中西岡技術長對 OLED 白光照明產品的市場潛力提出質疑。但是，日東電工有多項產品皆是利用對不同波長的光波進行轉換或控制，但其技術核心是在材料的開發。未來應可朝向將綠能所的表面電漿增益效益導入應用，除了能加值日東電工現有產品，也可以為 MDM OLED 技術擴充技術應用價值。



圖 11、工研院及日東電工分別進行技術介紹



圖 12、全體團員與日東電工公司代表合影

### (三)東芝公司(Toshiba Corporation - Fuchu Complex)

Toshiba Corporation 的歷史可追溯到 1875 年的 Tanaka Engineering Works，最初的產品為燈泡，經過多次整併，產品線擴展至家電、電腦、電力設備、資通訊設備，以及各類系統整合服務，1983 年改組為 Toshiba Corporation，目前員工總數約 19.8 萬人，年營業額約 550 億美元。其營業體系分為五大事業群，包括能源基礎設施(Energy & Infrastructure)、社區解決方案(Community Solution)、健康照護服務系統(Healthcare System & Services)、電子電器元件(Electronic Devices & Components)、日用產品及服務(Lifestyle Products & Services)等。

東芝公司積極開發結合節能產品的全方位能源系統。這些產品包含：有效的電力監控微型 EMS 技術(Micro Energy Management system)、高性能智慧電表、具有快速充電及長使用時間的 SCiB™ 充電電池、太陽能發電系統和配電設備。

此次參觀 Toshiba 於府中所建置的再生能源及電力管理技術示範場域，是東芝智慧事業社區事業統括部，結合東芝集團技術，包含熱電整合系統、高效率空調及照明、高效率家電、能源管理、智慧電表、MDMS(Meter Data Management System)等技術，並建置智慧節能屋 Smart Home 實體展示各項再生能源、能源管理及高效率家電的整合技術。

東芝公司首先導覽位於辦公大樓上方所裝置的太陽能發電系統(如圖 13)，太陽能發電系統總裝置容量為 418 kW，包含矽晶太陽能板、非晶矽太陽能板、CIGS 太陽能板..等不同的系統，藉由測試結果瞭解整體效率及發電建置效益。





圖 13、於東芝公司頂樓太陽能示範場域合影

另外，在智慧節能屋中可以經由 In Home Displays (IHD)顯示居家環境參數，例如溫度、濕度，同時也可以知道各項電器的耗電量，並進行遠端控制，達到舒適及節能的目標。目前東芝公司所使用的通訊電表係以無線技術進行通訊，由家庭中以 9200MHZ，每 30mins 傳輸至附近之資料收集器中，再以有線方式傳回控制中心。在智慧節能屋中同時導入燃料電池技術(如圖 14)，除了以潔淨能源進行電力供應之外，燃料電池所產生的熱能，也可有效運用於家居使用，例如熱水或是暖氣的供應。



圖 14、東芝公司智慧節能屋所使用燃料電池系統

東芝公司在智慧電網的發展布局如下圖 15 所示，以 Micro-EMS 技術為核心的智慧電網技術，電力供應端包含分散式電力及傳統大型電力，供應端的能源管理技術則涵蓋住家(HEMS)、商辦(BEMS)及工廠(FEMS)，Micro-EMS 則是電力供應端及需求端的連結，以需量反應(demand response program, DRP)，結合智慧電表進行監控，將智慧電力控制導入應用端。智慧電網結合電力供應及通信設施，將會是下一代能源供應體系的架構，以多樣化的分散式電力供應，如小型發電機、太陽能、風能、燃料電池，結合儲能設備，經由電力和通信網絡連接家庭、辦公室及工廠。透過監測及預測消費電力的需求，提供需求電力，達到有效控制尖峰負載需求、降低傳輸損耗、穩定電源供應，同時通過智慧需量反應，連結供應端及需求端將可達到節能的目標。

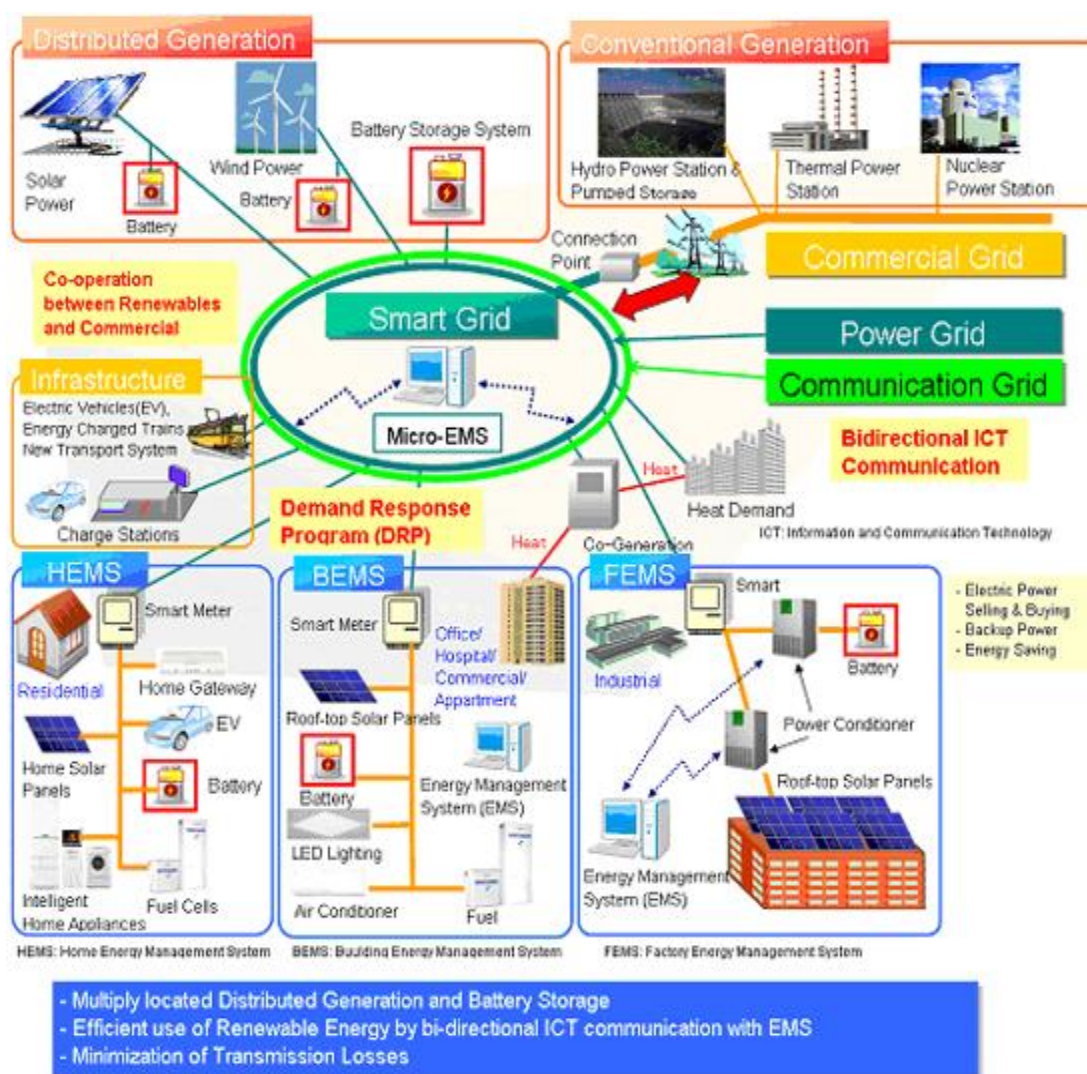


圖 15、東芝集團智慧電網技術應用架構

(ref. <http://www.toshiba-tds.com/tandd/technologies/smartgrid/en/index.htm>)

東京電力預定在 2020 年前完成 2,800 萬具(接近其全數用戶)智慧電表裝設，雖然主要電表標案由四個集團分別獲得，但 Toshiba 所提供的電表通訊方案通過測試，所有電表供應商皆使用 Toshiba 的通訊模組。

東芝自 2012 年投入參與橫濱智慧城市之建置(日本經產省四大智慧城市之一)，於 2015 年完成階段性展示，包含社區能源管理(CEMS)、家庭能源管理(HEMS)、與建築能源管理(BEMS)。另外，Toshiba 於宮古島所建立微電網管理系統，搭配儲能，進行再生能源極大化驗證。目標為 2030 年島上 40%家戶裝置太陽能以及 40%採用電動車，同時於宮古島之間島(大離島之附屬島嶼)完全採用再生能源。截至 2013 年，宮古島上 5 座風力機組總容量為 4,200 kW，並於 EMS 驗證中心旁建置 4,000 kW 的太陽光電系統。

目前國內的大同公司與東芝、富士通及 SSN 等大廠結盟發展智慧電網，參與科技部主導的澎湖智慧電網示範計畫。澎湖低碳島以再生能源占比 50%為目標，此次參訪的經驗交流對規劃未來再生能源導入及住宅用戶之能源管理及電網控制技術，提供非常有用的參考資訊。

#### (四)日本節能中心(The Energy Conservation Centre, Japan; ECCJ)

日本節能中心(The Energy Conservation Centre-Japan, ECCJ)是日本經濟產業省管轄下的財團法人組織，成立於 1978 年 10 月，是以推動、普及和提升節約能源之統籌機構為目的的財團法人。主要職責包括：解釋和貫徹節能法，組織並實施能源管理師資格考試和培訓，進行節能支援制度，包括：稅收制度、低利息融資、補助金以及節能宣導，對經濟產業省實施的「工廠總檢查」提供技術支持，宣傳推廣節能產品「領跑者制度(Top Runner)」，普及推廣合同能源管理(ESCO)，調查研究節能對策，開展國際節能合作，派遣節能專家和接受實習生，指導設立和運營節能相關單位，舉辦節能展覽宣傳活動等。

此次的參訪主要針對日本在工業的節能政策以及住商部門的 EE&C 政策，進行瞭解及交流，訪談主題包含：日本未來的節能目標及政策、日本在工業、住商等部門所推行的節能標章及性能、節能評估策略。

從 ECCJ 分析報告指出，日本的整體耗能(如圖 16)，以產業部門(工業部門)的耗能占比 42.6%比例最高，但從 1973 年至 2012 年的統計數字顯示，雖然 GDP 呈增加趨勢，但產業部門的整體耗能反而逐漸降低，僅為 1973 年的 80%，其所反映出來的資訊是，經濟成長並不一定會造成產業耗能也隨之增加，當產業導入高效率的製程技術，不僅能改善能源密集度，也能控制整體能耗。

另外，在家庭及業務部門(住商部門)，耗能占比分別為 14.3%及 20.0%，為工業部門之外第二大耗能部門，而且耗能量呈現增加趨勢，分別成長 2.1 及 2.8 倍。對應此統計數據所反映出的耗能現況，不僅是 ECCJ，後續在與 CRPEI 的訪談中也提到，日本工業耗能的改善已經接近瓶頸，而後續針對住宅部門的耗能改善，將是主要的施行重點，尤其是在節能產品的推廣。

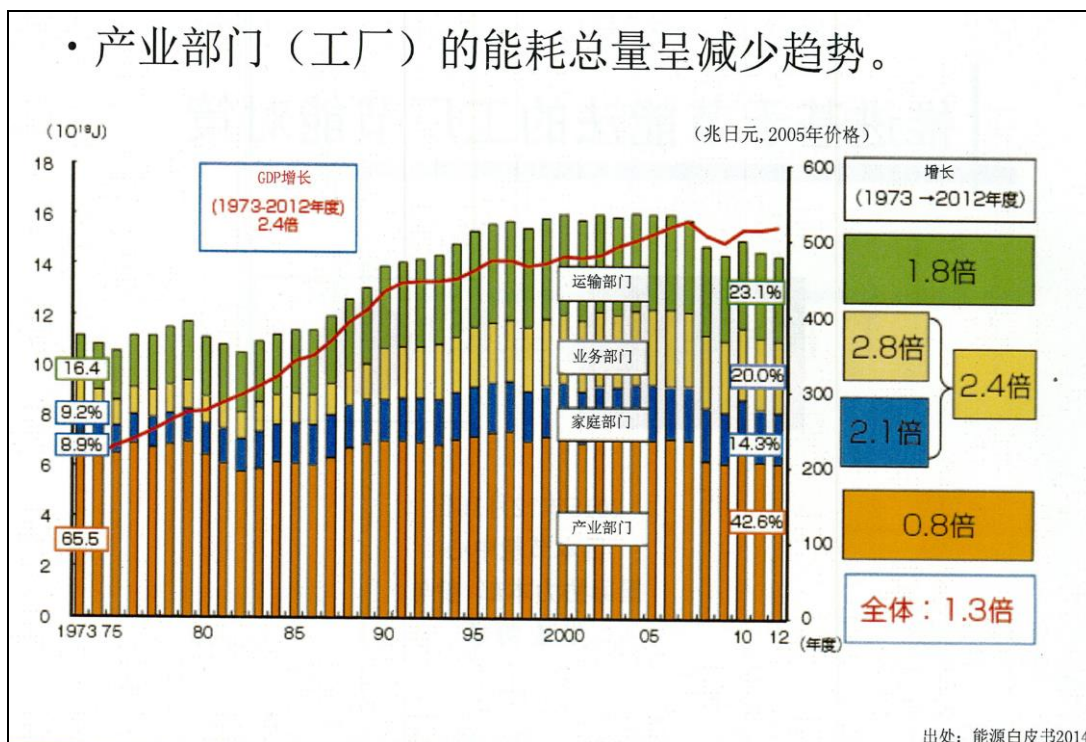


圖 16、日本不同部門別 1973~2012 年耗能資料

依據節能法(Act on the Rational Use of Energy)，目前 ECCJ 重點節能政策包含：

1. 能源管理師的制度：日本能源管理師資格由國家統一認定，能源管理師的指定考試機構和培訓機構是日本節能中心(ECCJ)。依據節能法的規定，第一類能源管理的指定工廠(能源使用量大於等於 3,000 公秉／年)必須選任能源管理者，而第二類能源管理的指定工廠(能源使用量大於等於 1,500 公秉／年)則必須選任能源管理員。能源管理者及能源管理員主要負責指導工廠用能設備維護、制訂定期報告、向業主提出節能工作建議及監督節能所有業務。
2. 推行領跑者制度：「領跑者(Top Runner)制度」是日本獨創的一種「鞭策落後」制度，目的在於促進企業節能技術進步。目前，日本已在汽車、空調、冰箱、熱水器等 31 種產品施行節能產品領跑者制度。

3. 能源管理指定工廠制度：根據日本節能法規定，對能源消耗大戶必須建立指定制度，納管之指定能源用戶需每年申報能源使用情形，並須提交中長期節能計畫。第一類能源指定工廠是指每年能源消耗總量換算成原油大於或等於 3,000 公秉者，第二類能源指定工廠則是指能源消耗總量換算成原油達到大於或等於 1,500 公秉者。2008 年省能源法修法後，其能源查核對象從工廠提升至公司層級。日本是以業者為單位實施能源管理的監管體制，因此整個業者企業集團(總公司、工廠、分公司、營業處、商店等)一年內的能源使用量若合計超過 1,500kl，需向國家呈報能源使用量。另針對連鎖加盟事業者也納入管理，連鎖加盟業者(包含總部、直營店、加盟店、冷凍倉庫等)如一年內的能源使用量若合計超過 1,500kl 時，也需向國家呈報能源使用量。
4. 能源密集度年平均下降 1%目標：日本政府自 1993 年起，訂定「能源密集度年平均下降 1%」的節能目標，規範能源用戶須逐年達成能源效率改善目標，展現出自身節能努力成果。這項節能目標計算範圍以五年為一區間，規定能源用戶其能源密集度下降平均應達 1%以上，由於採取五年平均結果，可避免突發事件造成特定年度無法達標。
5. 耗能產業效率標竿：讓同產業之各公司互相比較其節能努力程度，日本政府於 2008 年針對六大耗能產業導入效率標竿(Benchmark)制度。達到該年度效率標竿值目標者，將予以獎勵。

目前對產業部門的節能目標為：

1. 中長期以年均 1%以上的單位能耗改善為目標。
2. 對鋼鐵、電力、水泥、造紙、石油煉製和化學工業等六大耗能產業，以能效標竿(benchmark)訂定改善目標，其效率標竿訂定的基準，是參考指定產業中能耗表現前 10%至 20%之能耗水準，作為效率標竿值。

另外針對住商部門，目前僅針對 2000m<sup>2</sup> 以上的建築進行規範及輔導，但是 300m<sup>2</sup> 的大樓並無強制規範，未來將加強管理，並以節能法先做設計規範，並實際監測。另一個值得注意且學習的重點是，在工業部門針對機器效能所建立的標章制度，可以引用至住商部門的建築材料上，例如牆面材料、玻璃、隔熱材..等等，才能對住商的節能成效進行提升。

目前日本已有 90%的企業受節能法規範，能耗占 60%的主要耗能產業亦須受能效標竿機制(Benchmark)的規範。日本整體能源密集度(單位 GDP 能耗)40 年來，已經下降約 42.7% (如圖 17)，整體仍呈現逐漸下降的趨勢，初期(1973~1983 年)主要的改善項目包含(1)能源管理、(2)節能設備導入、(3)高效率的工藝手法。

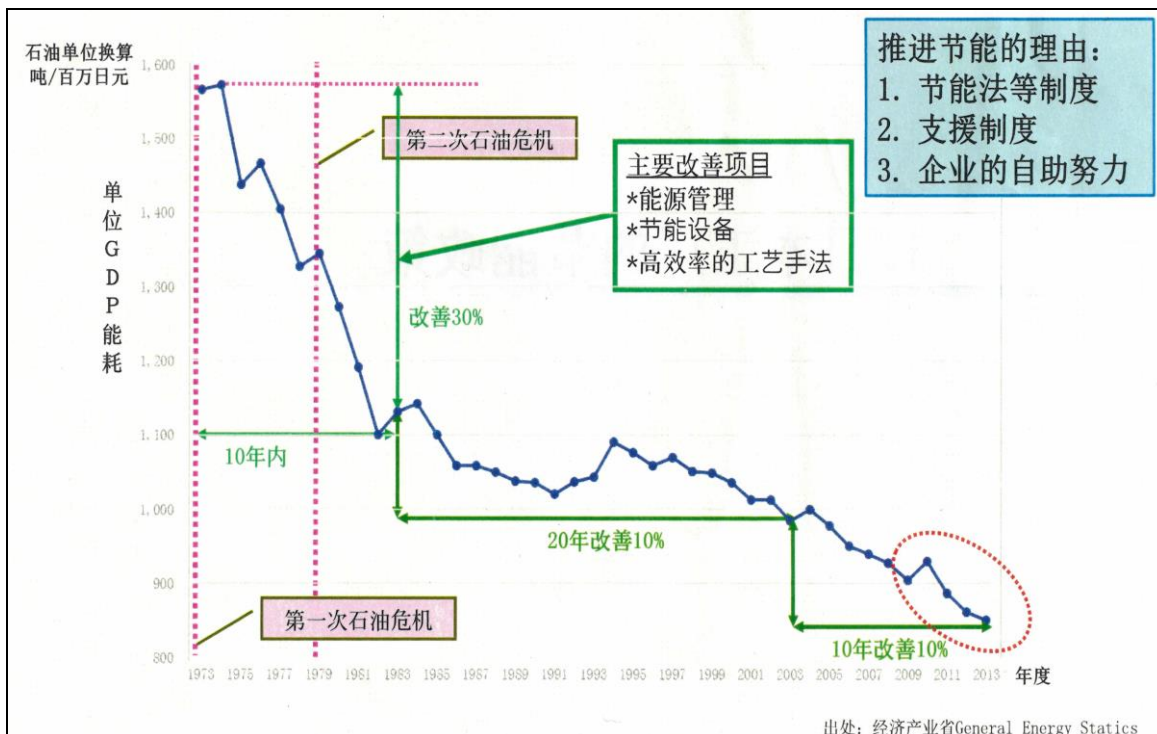


圖 17、節能法實施後日本單位 GDP 能耗變化趨勢

但是在產業部門的能源密集度表現，從 1985 年以後並無太大的突破，改善空間有限，因此如何維持現有成果並找出更有效的能耗降低方法，則是 ECCJ 努力的目標。目前日本政府為加速工業部門的節能推動，主要推動方向包含：

1. 推動中小企業節能：針對中小企業提供節能診斷及輔導，包含設備汰舊換新的補助，以及提供節能因應對策的輔導。
2. 導入能源管理機制(EMS)：對投入利用能源管理系統進行節能或是降低電力尖峰負載需求的對象提供補助。
3. 提升能源利用效率：對投入開發創新節能技術的廠商進行補助，進行製程改善與推動，即達到提升能源效率的目標。

日本節能法以隨時修正、擴大管理對象為原則，從 1947 年開始以經過多次修訂，其中 2005 年在工業部門導入熱、電一體化管理、2008 年在工業部門把加盟連鎖店列入管理對象，在住商部門則對特定建築物進行管理並提高房產開發商對提高性能的義務。

另外，日本的節電也因福島核災後，對整體電力供應進行檢討，因此節能方向也由過去降低全部需電量的方向，再導入降低尖峰負載需求的策略，希望能有效降低尖峰時刻的電力需求，2013 年則針對電力需求的用電峰值對策，並對建築材料導入領跑者制度。

目前日本已對工業部門 12,000 家廠商完成調查及接受審查，必須接受改善的比例約為 1.1%，若無法改善者，通常會先進行公告，若無進一步改善則處以罰款，但對日本廠商而言，公開公告公司不符合政府節能法的處罰效應往往高於被罰款，因此通常在接到改善命令階段時，皆能盡力完成改善並符合規範。

本次與 ECCJ 的交流討論，針對日本政府及企業積極推動節能的作法印象極為深刻，節能推動的效應除政府訂定明確的施行政策及規範外，企業的配合度及自主配合意願，才是節能策略能否發揮功效及成功的主因，因此唯有從生活中即建立節能的自主意識，才能有效全面推廣施行，因此 ECCJ 也對我國設計柔性的廣宣活動，從國中校學生培養節能的觀念及教導正確的節能手法，覺得是一項非常重要而且影響重大的正確策略。

日本政府在節能推動的作法上，除了以經濟誘因鼓勵業者積極導入高效率設備外，並輔導業者引進運轉機制最佳化的能源管理措施，因此隨著政府的積極推動，企業節能投資意願也逐漸升高，尤其是在 311 福島核災事件之後，企業更積極投入節能改善。以節能補助金申請計畫為例，在 2002 年僅有 336 件，但 2013~2014 年度已增加至 3,552 件，成長力道極為驚人。而日本為了誘發更高的節能功效，將節能補助金計畫預算分配重點著重在加強與效率標竿制度做連結，並列為 2016 年補助金計畫的申請重點，讓節能效益不僅是企業本身的實施成果，也必須與同產業的其他企業進行良性競爭，以使節能功效具有更高的成長潛力，讓補助金的效益發揮最大的功效，此一補助措施的公平性及鼓勵效益，應可作為台灣政府進行節能補助時的重要參考。



圖 18、與 ECCJ 進行技術交流



圖 19、全體團員與 ECCJ 代表合影

#### (五)電力中央研究所(Central Research Institute of Electric Power Industry; CRIEPI)

日本電力中央研究所(CRIEPI)於 1951 年設立，任務為深化電力技術，以研究、測試及電力經濟管理等知識協助電業順利運行，其研究測試單位包含 2 個研究中心(Nuclear Risk, Socio-economic Research)、7 個研究實驗室(System Engineering, Nuclear Technology, Civil Engineering, Environmental Science, Electric Power Engineering, Energy Engineering, Material Science)及 Akagi 測試中心，營運及服務中心位於 Komae, Abiko, Yokosuka 等三處。主要研究領域涵蓋電力體系的風險評估(特別是核能)、運轉維護、供需結構調整、以及未來的發電技術等面向，例如核電廠在天然災害中的安全性、核廢料的儲存、氣變遷的衝擊、高溫對鋼構的壽命影響、老舊輸配電系統的維護、高占比太陽光電對電力系統穩定性的影響、次世代輸配電系統的評估、次世代需量管理的價值…等。

本次參訪日方由副主席 Dr. Jun Inumaru 接待，交流重點包含需量反應機制與再生能源導入，日本報告主題為「Demand Response and Electricity Regulatory Reform in Japan」與「Policy and Grid Connection Impacts of Renewable Energy in Japan」，我方報告主題則是「Introduction to Power Grid and Demand Response in Taiwan」。



日本的電力供應來自東京電力、關西電力、東北電力…等 10 個綜合性電業，日本政府為了促成競爭，在 2010 年即開始推動電業自由化，目前 50kW 以上的大型用戶已處於自由市場，但是實際競爭並不強烈，僅有 1.3% 的電力透過日本電力交易所(Japan Electricity Power Exchange, JEPX)進行交易，大多數的電力交易業務仍由大型電業掌握。

福島事件後，電力供應吃緊，由於發電結構變化又導致電價上漲，為加速電力市場的自由競爭，日本政府訂定了自由化時程表(如圖 20)，在 2015 年 4 月成立跨區調度運作中心(Organization for cross-regional coordination of transmission operators, OCCTO)，啟動新一波的自由化。第二階段將於 2016 年完成售電市場的自由競爭，允許新的電力零售商成立或既有電業跨區銷售電力，並且建立確保電力供應與即時交易的機制；第三階段將中止固定費率，並將輸配電業務由既有的電力公司分離，確保輸配電單位公平對待所有的發電業者與銷售業者，整個電業自由化預定在 2020 年完成。

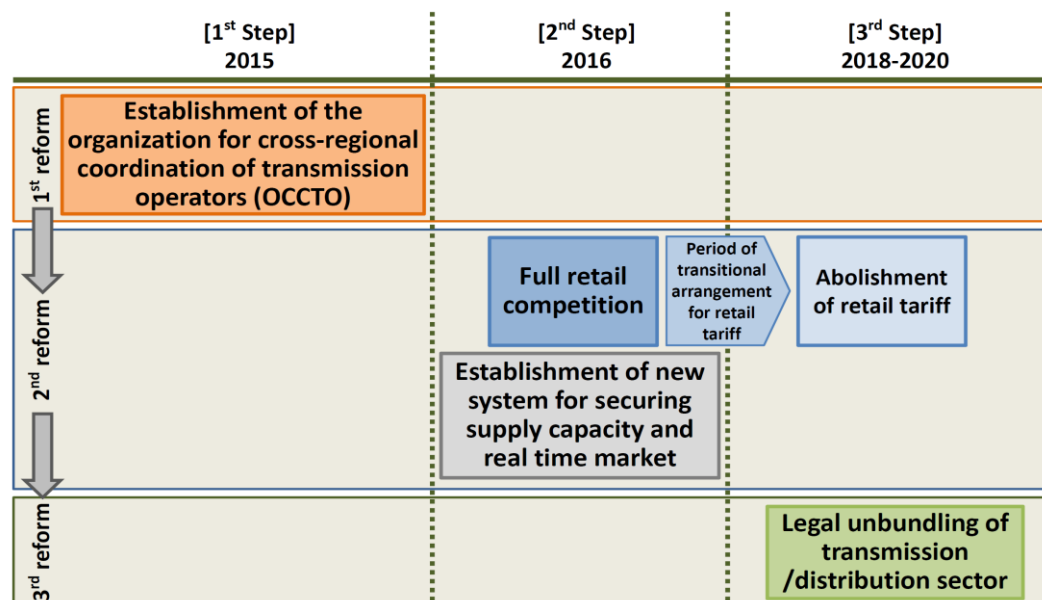


圖 20、日本電業自由化之時程規劃

配合電業結構的變化，日本政府也積極推動電業營運的新作法，需量反應即為其中一項。CRIEPI 在需求面管理的觀點與 NERC 一致，區分為能源效率管理與需量反應兩個領域；而需量反應又區分為不可調度與可調度兩類。不可調度者為時間電價，世界各國都行之有年，日本與台灣皆有多種方案；可調度的需量反應又可概分為經濟型與可靠型，經濟型以競價或排程方式事先(至少提前一日)完成用戶之卸載安排；可靠型區分為容量、輔助服務、緊急調度等類型，包含直接負載控制、可停負載、緊急尖峰電價輔助的卸載控制、符合熱機備援、非熱機備援、頻率調整等需求的需量調度、以及用戶志願的可靠型服務。

日本電業的需量反應服務與台灣的情況類似，著重於經濟誘因為主的志願性方案，對於整體電力調度尚未造成關鍵性的影響。唯日本經產省近年投入大量經費，結合智慧城市的示範驗證計畫，補助需量聚合商 (aggregator) 進行試驗，累計 29 個需量聚合商參與示範計畫，日本規劃在 2020 年完成電業自由化之後，開始推動應用於輔助服務的需量反應措施，提高需量反應對於電力調度的效益。

在北九州、京都、東京、橫濱等地的示範計畫顯示，緊急尖峰電價 (Critical Peak Pricing, CPP) 對於參與用戶的尖峰用電抑制效果大約有 20%，但是尖峰電價過高在實務上難以吸引用戶參與，未來的推廣並不容易。CRIEPI 參與的實驗計畫採用另一個作法，在時間電價的結構上，調低參與用戶的尖峰時段電價 20~40%，其尖峰用電效果約為 10%。

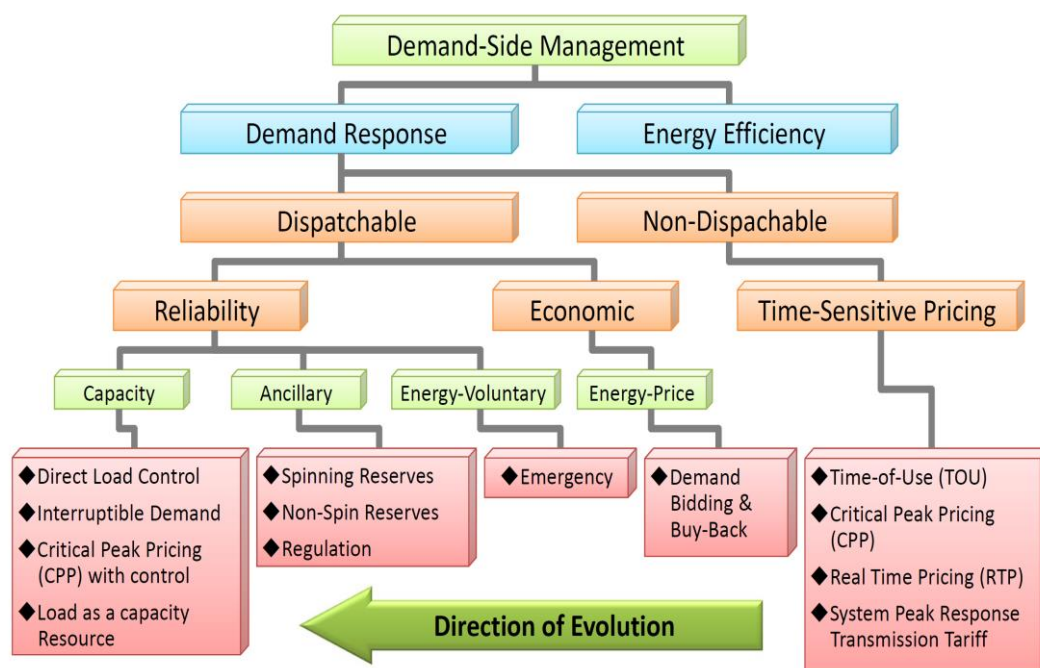


圖 21、日本需量管理之整體架構

需量反應聚合商的體系在日本尚未達到商業運轉階段，不過日本政府為此整合相當多資源，在 2012 年至 2014 年的建築能源管理 (Building Energy Management System, BEMS) 補助方案中，投入 300 億日圓於綁定需量反應的能源管理系統，50~500kW 的用戶安裝能源管理系統，節能 10% 以上，並與需量反應聚合商簽約 1 年以上者，其設備費及工程費可獲 1/3 至 1/2 的補助，其補助上限依其設備情況為 170 萬日圓或 250 萬日圓。該補助須透過需量反應聚合商申請，總申請案數超過 6,200 件。

福島事件之後，日本面臨嚴重的電力短缺，除了推動節約能源之外，勢必設法提高供電能力，因此日本政府大力鼓勵太陽光電設置，20 年保證收購價格為 32~37 日圓/度，太陽光電設置至 2014 年累計已超過 20GW。

由於再生能源占比提升可能造成電力穩定性與逆送電力的問題，雖然太陽光電核准設置量達到 70GW，並無法全數安裝。遭遇的問題包括：(1) 再生能源輸出變動造成饋線頻率的控制困難；(2) 再生能源發電量高於區域用電需求時，需進行再生能源的輸出抑制；(3) 大量屋頂型太陽光電設置造成饋線末端電壓過高；以及(4) 再生能源併網所需的輸配電基礎設施不足。

日本電力系統對再生能源網的要求較為嚴格，而輸變電容量擴充與饋線電壓頻率即時控制的成本不低，因此，太陽光電裝置是否能保持預期成長速度仍有待觀察。依日本政府的規劃，2030 年時，再生能源占比將由 2014 年的 12.2% 提升達到 22~24%；考量整體供電裕度與成本，核能仍列為選項，2030 年占比目標為 20~22%，在安全性可接受的前提下，未來每年可能重新啟動一至二座核能機組。

配合智慧電網整體規劃，日本政府也積極推動智慧電表建置，關西電力與東京電力均已展開大規模布建，規劃 2024 年時，所有電力公司均將完成智慧電表布建，總裝置數量約為 8,400 萬具。

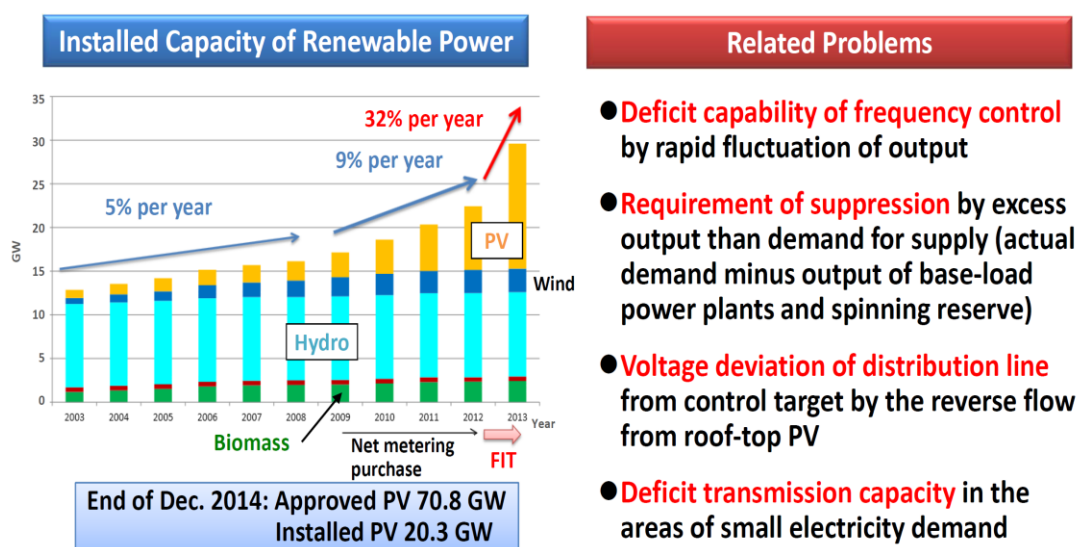


圖 22、日本再生能源裝置情形與面臨問題

日本的電業自由化進程較我國快，需量反應的推展也更為積極，由於兩國電力基礎設施相近，國情相似，日本電業的經驗相當值得借鏡。

日本推動電業自由化之初，在 2010 年先成立日本電力交易所(JEPX)，建立電力交易市場，在 2015 年再成立跨區調度運作中心(OCCTO)，建立跨區的中立調度機制，以確保電業公平競爭。目前台電是我國唯一的電力公司，因此不需要成立類似 JPEX 的機構來整合電力交易市場，而應該直接將中央調度中心獨立出來，成為中立機構，負責電力交易與供需平衡之整體調度，區域調度中心則可併入輸配電單位，由其負責區域調度；或仍由該中立機構一併管理，進行完整的調度協調。

成立電力調度的中立機構不但能夠提供發電廠公平競爭的環境，對於需量反應的推動也非常重要。在電力系統的供需平衡上，需量調度與直接電力供應的價值相同，但是對於電業的營運來說，價值未必相等。電力調度的中立機構可考量合理的備轉容量與系統風險，訂定合理的需量採購目標與方案，可望使需量反應市場快速發展，有助於減少發電設備投資，並以較低成本解決電力供應瓶頸。

台電在需量反應措施上，已有 5 個計畫及臨時性可停電力方案，也推出經濟型與可靠性需量競價方案，常態性機制與日本電業差異不大，但是在需量聚合商的試行驗證上，則較日本落後，在聚合商的調度成功率、調度潛力以及營運可行性方面，均有待評估確認。

需量聚合商在許多國家的電業運作中都展現良好成效，在日本的試行也相當成功。國內電業法的修訂仍需要一段時間，短期內或可先由示範計畫推動做起，以區域試行的方式驗證需量聚合商機制在台灣運作的可行做法與調度潛力，以備電業法修正或其他適用法規建立後，快速導入需量聚合商，協助電業建立更有效率的調度機制。

為使電力用戶與供應商都能取得更充分的能源資訊，應用於其能源管理與系統調度，日本政府推動智慧電表布建已有多年。由於多數電力公司的經營策略相當保守，在福島事件之前，僅有關西電力與東京電力較為積極，福島事件後的缺電風險迫使政府與電業努力解決問題，也使智慧電表的布建更為迅速。

日本推動智慧電表布建經驗有幾個方面值得我國參考：

1. 將通訊系統商與電表採購區隔，使專業的通訊系統商主導通訊解決方案的選擇，電表商則專注於電表設計開發。以東京電力為例，Toshiba 為其主要系統供應商，結合應用 920MHz 無線通訊、G3 電力線通訊 (Power line communication, PLC) 與手機通訊，建構符合電力公司需求的通訊網路。通訊模組由通訊系統商提供，通訊模組與電表之間的介面明確指定為 DLMS/COSEM，並規範硬體介面，使 4 個電表供應商的電表易與通訊模組整合。
2. 要求智慧電表設置對用戶端的通訊介面，使用戶易於取得即時用電資料，依其自身需求落實能源管理，甚至配合電業進行需量調度。由於日本已建立智慧家電介面的產業標準 Echonet Lite，智慧電表對用戶端的應用層通訊介面即採用此一系列標準，以借助智慧家電產業發展的力量。

台電在一萬戶低壓智慧電表的布建上遭遇通訊系統效能瓶頸，參酌日本經驗，系統規格的選定以及合格通訊廠商的遴選應先設法解決，而對用戶端的通訊介面，則可考慮整合國內智慧家電介面的產業標準 TaiSEIA 101。

再生能源的大量布建涉及躉購費率的補貼、電網可靠度以及電業基礎設施等面向，由日本經驗可知，即使政府設定再生能源導入目標，並備妥費率補貼所需經費，解決電網可靠度與擴充電業基礎設施所需經費與地方抗爭的問題，都是隱性成本，都可能成為再生能源發展的瓶頸。

為降低再生能源對於電網的衝擊，日本的「系統聯繫連系規程」(Grid Interconnection Code) 持續納入新的規範，例如在 2013 年修訂中，要求 2017 年 4 月以後併聯電網的太陽能發電設備，以及 2018 年 4 月併聯電網的蓄電池、燃料電池，與燃氣發電機設備(逆轉換裝置單機輸出未滿 2 kW 者)等系統需具備額外的故障穿越(Fault ride-through, FRT)能力，以便盡可能排除再生能源整合的技術面障礙。

目前國內再生能源併網審查係依循台電公司的「再生能源發電系統併聯技術要點」，以國家發展再生能源的整體規劃而言，應建立國家層級的併聯技術指導準則，指引電業修訂其併聯技術要點，導入適當的技術規範，以減少電業與再生能源業者的爭端，加速政策推行。政策面則須考量再生能源建置維運的總體成本與可用土地資源，再行檢討合理的發展目標。



圖 23、全體團員與 CRIEPI 代表合影

## (六)早稻田大學 EMS 實證中心(The EMS Shinjuku Demonstration Center, Waseda University)

早稻田大學先進電網研究所於 2012 年，在日本經濟產業省的支持下，與通信業者、汽車製造商、能源、家電、電信製造商等業者及法人的合作，以產官學研究方式成立能源管理系統(Energy Management system, EMS)實證中心，以促進產業設備整合、提供最適能源管理及控制的環境，標準通信規格需量反應控制技術的實證、評估平台，提供日本產業界各種相關技術的驗證，以及不同製造商間相互連結的實證經驗。

實證中心包含實證智慧屋(Smart House R&D platform)、總體研發設計平台(Distribution NW R&D platform)、NW(negawatt)分配平台、NW 雙向通訊標準(Negawatt bidirectional standard communication)IF-HUB，所謂 negawatt 是一個理論功率單位，意指所節省的電力值。

實證中心中所建置的實證智慧屋，內部包含不同廠家的智慧家電設備、儲能及發電設備，以不同的智慧家庭標準(HEMS)及不同的電表，進行需量反應的實際設定及操作，依據用電情況的變化進行控制。實證中心主要進行需量反應的研究，其研究架構如圖 24 所示，使用 OpenADR(Open Automated Demand Response)的標準，實證中心的資訊會傳送到電力公司、不同 EMS 的驗證場域以及 ADR 標準測試站。驗證路徑包含：(1)電表到電力公司、(2)電表到家庭能源管理系統、(3)家庭能源管理系統到電力公司或其他第三方服務公司。同時以此示範平台進行自動讀表資料分析，進行價格誘因及需量反應方案，進行家庭能源管理系統的互動控制，測試不同條件下尖峰用電的控制效益。另外，在建立需量反應測試架構的研究上，則以 EMS center 為中心，進行各種自動需量反應信號的測試。

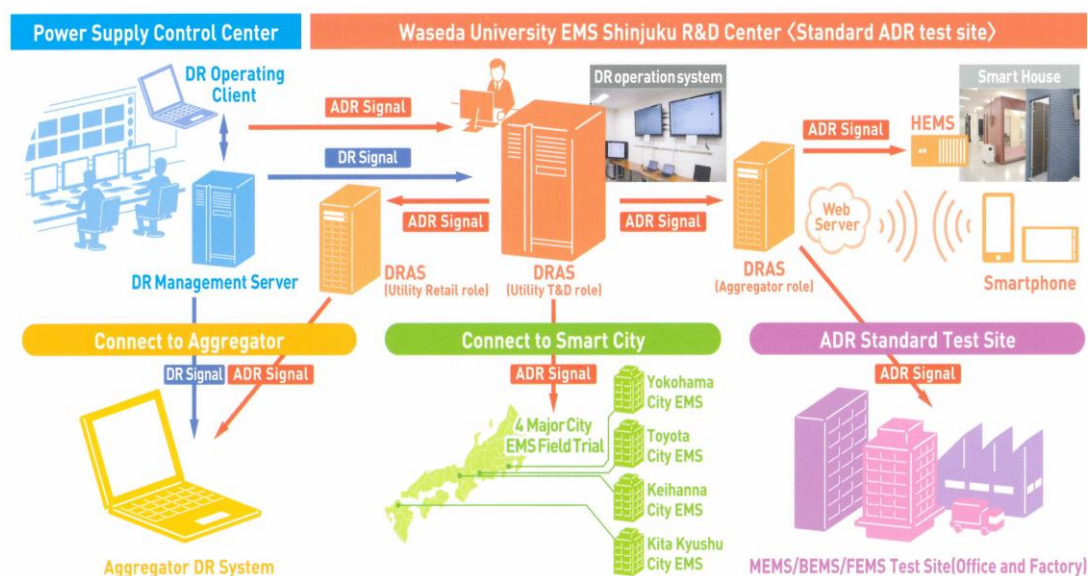


圖 24、早稻田大學 EMS 實證中心需量反應架構(Demand Response Structure)

EMS R&D 中心主要功能包含：

1. 利用國際通訊標準，建構需量反應控制的示範場域，並進行各項技術的評估。
2. 建立需量反應技術的標準機制，建立與電/氣、通訊、房屋、家電、汽車..等各產業合作模式。
3. 提供測試及示範場域相關知識。

以 HEMS 技術為中心，對不同供電系統及用電系統進行控制，以 ANSWER(A simulation system for power distribution system control)，從各式計量表收集讀值並進行需量控制反應，其控制標的包含：(1)電力供應端：太陽光電、燃料電池、電池系統、EV/PHV，(2)使用端：熱水熱泵、照明、空調、電池系統、EV/PHV，所有的資訊經由智慧電表傳輸及收集，再由 ANSWER 分析後輸送至 HEMS 進行控制。其中 ANSWER 的功能包含：

1. Grid EMS: 評估配電 NW 的電壓控制法則，以及對電池或是 reactive power 控制元件進行模擬。
2. Home EMS：模擬利用單向 inverter 的 HEMS 設備。
3. Cooperative EMS：評估電網及家用 EMS 調度，評估標準通訊架構下的需量控制。

在這個架構下，實證中心的資訊可以傳送到各合作的電力公司、EMS 實證場域及 ADR 的標準測試站，將研究成果直接與應用端做緊密的結合，縮小研發至應用的差距。因此在此實證中心可以提供不同領域及不同公司進行驗證。以需量反應(Demand response)的測試架構，電力供應控制中心與早稻田大學 EMS 實證中心連結，ADR 的訊號除了控制實證中心的智慧屋(Smart house)，也連接到四個智慧城市示範場域：Yokohama、Toyota、Keihanna、Kita Kyushu 以及 ADR 標準測試場域。

此次參觀的智慧屋中設置有智慧電表及智慧天然氣表，分別來自東京電力(TEPCO)、關西電力(KEPCO)、中部電力(CEPCO)、九州電力(KYUDEN)、東京瓦斯(Tokyo Gas)，整體的硬體設施如圖 25 所示。

早稻田大學在分散式再生能源的控制，主要是透過 Open ADR 來進行，Open ADR 是目前公認適用於需量反應的標準協定，但是 Open ADR 2.0a 的協定太過簡單，用戶端無法與調度者進行協商，而 2.0b 的版本則太過複雜，實作成本較高。但是不論那一個版本，皆未將再生能源的調度考量進去。因此早稻田有意在 Open ADR 的基礎上，加入太陽光電調度所需的協定，後續工研院綠能所將與早稻田大學在這個主題上進行合作。



圖 25、早稻田大學 EMS 實證中心 DR 測試的硬體設施

此次參訪由林泰弘機構長及石井英雄教授(Hideo Ishii)接待並進行技術討論，石井教授為日本 ADR 協會主席，並同時主持 METI Demand Response 計畫，針對需量反應通訊協定的標準建立，具有很多經驗，另外早稻田大學也在發展電力饋線上的電壓頻率調整機制，以應付大量太陽光電導入對電力品質造成的衝擊，也將會是未來合作的可能議題。



圖 26、早稻田大學石井教授及林泰宏機構長進行技術說明





圖 27、早稻田大學 EMS 實證中心智慧屋場域參觀



圖 28、全體團員與早稻田大學 EMS 實證中心代表合影

#### (七)日本電產株式會社(Nidec Corporation)－中央モーター基礎技術研究所

日本電產株式會社成立於 1973 年，目前已發展成為國際著名跨國企業，註冊資本 6.25 億美元，在全球擁有 140 多家公司，遍及美國、德國、中國大陸、臺灣、新加坡、香港、泰國、菲律賓等國家和地區，員工達 13 萬多名。硬碟驅動裝置用主軸馬達占世界市場的 70% 以上，成為世界一流的電機製造企業，並先後在東京、大阪、紐約的證交所上市。該公司產品主要為各種直流無刷馬達，如硬碟驅動用 HDD 主軸馬達、光碟驅動器馬達、外轉子直流無刷馬達、內轉子直流無刷馬達、直流風扇等，用於 IT 硬體、辦公設備、通信設備及汽車等行業。

日本電產公司在液態軸承(FDB)、無刷馬達、F5B 電動馬達、光碟驅動器用馬達、硬碟驅動器主軸馬達(HDD)以及雙離合變速器(DCT)用馬達等方面皆具有先進技術實力：

1. 液態軸承(FDB)－日本電產公司最先投入液態軸承的開發與研製，不斷加快硬碟驅動器(HDD)向大容量化、超靜音化方向發展。在運用 FDB 技術進行硬碟驅動器用主軸馬達的量產方面，具有先驅者之稱號。
2. 無刷馬達－日本電產公司生產的以節能、使用壽命長、低噪音、小型/輕量等特點著稱的無刷直流馬達(BLDC)在同類產品市場中占有絕對優勢。
3. F5B 電動馬達－日本電產公司通過全球頂級 F5B 電動馬達滑翔機競賽，不斷挑戰該賽事要求馬達所應具備的小型化、大功率、高效能等規格的極限。
4. 光碟驅動器用馬達－隨著筆電超薄化的迅速發展，市場對光碟驅動器用馬達的薄型化要求也越來越高。日本電產公司亦著眼於輕、薄、短、小等各項關鍵技術的研究，為市場提供更薄的馬達產品
5. 硬碟驅動器主軸馬達(HDD)－為配合超薄型筆電市場日新月異的發展趨勢，硬碟驅動器(HDD)用主軸馬達也在迅速地向低背化方向轉型。日本電產公司研發超薄型硬碟驅動器用主軸馬達，為筆電的更新換代提供必要的支援。
6. 雙離合變速器(DCT)用馬達－日本電產公司亦投入高性能 DCT 用馬達的研發與生產，以進一步提高汽車的環境性能。

依國際能源總署分析，馬達與其動力機械設備(motor-driven equipment)用電量占全球終端用電近一半，工業動力系統若使用高效率馬達可以節省 4.35%~11.1%的用電量。國際上馬達效率主要以 IEC 60034-30 國際標準為主，將馬達分為 IE1~IE5 等級，其中包含美國、日本及歐盟皆已開始實施 IE3，我國馬達能源效率管理則已公告於 2015 年實施 IE2 能源效率管制，並將於 2016 年 7 月起實施 IE3，與國際同步，未達效率標準之馬達將不得於國內市場銷售。

此次參訪首先於會議室中由日本電產及金屬中心分別介紹日本及台灣的馬達開發技術與成果，其中日本電產公司為符合節能政策所開發的 IE4 及 IE5 高效率馬達，已完成量產品開發，但由於目前不論是在日本或是台灣，皆尚未要求使用 IE3 以上的高效率馬達，因此由於價格因素，尚不具有市場競爭力，日本電產對相關的馬達製程投資，仍處評估階段。

日本電產目前已於經濟部南台灣創新園區(STIR)內設立了「日本電產台灣馬達基礎技術研究所」，用來進行馬達構造及馬達操控的基礎技術研究。後續將可以與日本電產在不同用領域進行合作討論，但是由於國內廠商的應用領域及專長技術，與日本電產有高度重疊性，因此如何在國際合作及扶植國內自有技術兼顧國內廠商利益達到平衡，將是後續建立合作關係主要的評估關鍵。

工研院綠能所及金屬中心之報告中，介紹台灣完整之馬達產業鏈結構與製造支援之彈性，建議 Nidec 所設計之高效馬達於台灣進行試製與在地量產之可行性，讓日本電產開發的馬達技術成果在地留下來深根製造。Nidec 於台南之研究中心近年亦發展出 IE3 以上之高效馬達，初步將以美國之分公司為量產基地。但 Nidec 在台之研究中心期待新開發之產品，能有機會於台灣與應用產業結合，便可評估於其另一分公司(三協公司)設置量產組裝線，就地供應台灣產業所需之馬達產品。會談中雙方亦就工研院目前在工業區的廢水處理場中，針對高耗能的泵浦及馬達設備，正積極進行能源管理研究及示範場域建置，並正尋求引入高效率元件，以便能夠更有效的達到節能效益進行合作可能性的討論。

圖 29 為金屬中心提出之可能合作模式，由成大與 Nidec 在特定應用之需求下，進行產品之設計與模擬，金屬中心、ITRI、與中鋼合作於製程技術與於三協建置量產線，之後供應給台灣之企業，應用領域如 Pump、compressor、Cooling tower、Conveyer、與 Industry Fan 等。

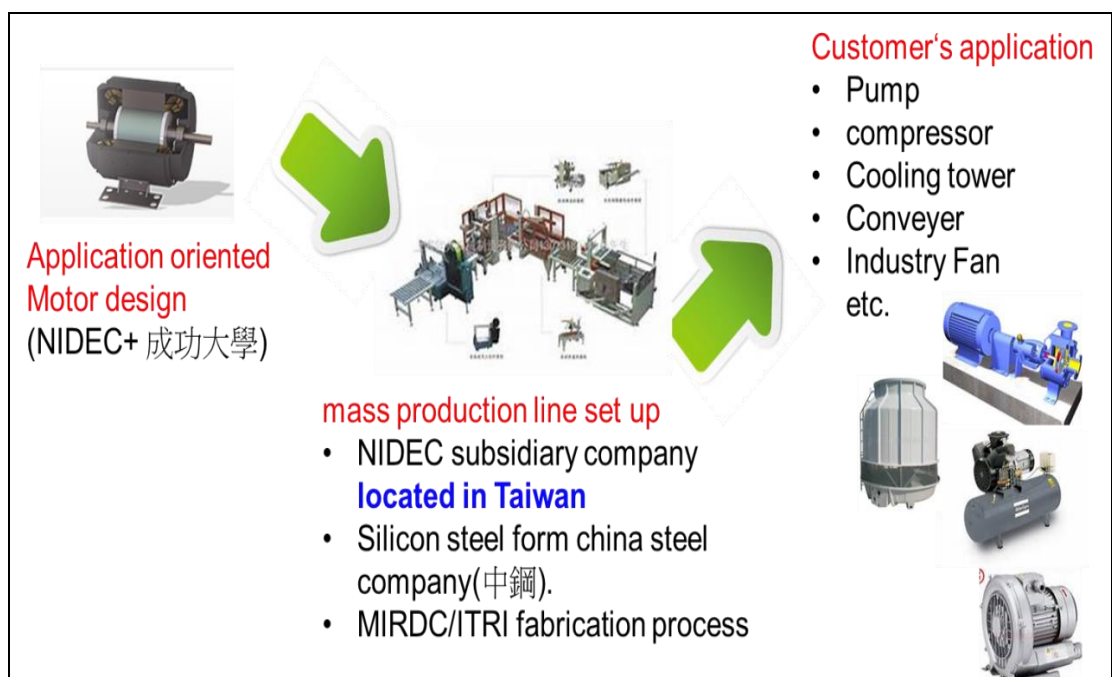


圖 29、金屬中心與 Nidec 合作模式提案



圖 30、與 Nidec 進行技術交流



圖 31、全體團員於 Nidec 參訪合影

#### (八)東京都市熱供給株式會社－晴海地區示範場域

此次行程中參觀由東京都市熱供給株式會社於晴海特里頓廣場 (Harumi Island Triton Square) 所營運的區域能源供應系統 (Districts of Heating and Cooling system, DHC)，瞭解建築與空調技術的結合設計，以及所產生的節能效益。

日本通產省於 1972 年制訂「熱供給事業法」，將熱能(含空調所需之冰水、熱水與蒸汽等)與電力、瓦斯事業一起納入公共利益事業來管理，讓熱能供應成為一種新行業。晴海特里頓廣場為東京都市熱供給株式會社所建立的一處綜合型商業區域(如圖 32)，包含住宅區、商業區及複合式區域，在都市建造過程中，詳細規劃結合具多項優點的高效率熱源系統，造就了晴海區域冷暖中心供應設施，並自 2001 年 4 月開始供應熱源，供給區域面積涵蓋 6.1 公頃(第一街區)，整合了「無廢棄熱能」、「高效率電力利用」、「高效率產熱」的設計概念，在 2001 年到 2003 年的 3 年當中，實施運轉階段的「功能驗證(Commissioning)」。經由高效率的 DHC 系統及節能設計，相較於傳統建築，特里頓廣場可降低約 22%的初級能源(primary energy)消耗，COP 值可達 1.19，為日本 DHC 系統中第二高效率值。另外，利用雨水及廢水循環利用系統，可以降低 45%的自來水用量。

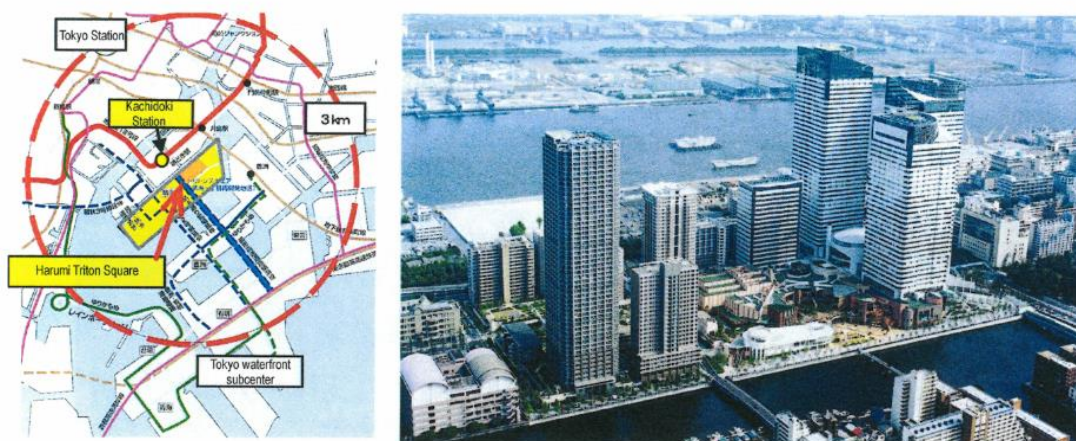


圖 32、晴海特里頓廣場俯視圖

Haurmi Cooperation 負責特里頓廣場全區的管理，包含召開管理會議、執行各種活動、設定節能目標、降低環境負荷等。其中 DHC 的營運則由 Tokyo Toshi Service 公司負責。此次參訪由台灣阿自倍爾公司協助安排，Haurmi 公司及 Tokyo Toshi 公司接待人員負責導覽各項硬體設施及說明監控中心的功能及相關設計。其中控制中心及主機房位於特里頓廣場地下三樓及四樓，包含變壓站、供水系統及排水系統、區域能源供應系統(DHC)，同時整體區域中也包含整合型災害防護中心。整體建築基座中設計有高達 20,000m<sup>3</sup>的蓄水槽作為熱能儲存槽(heat storage tank)，同時也可做為大型災害發生時的灌救用水。熱供給系統包含六台高效率熱泵渦輪冷凍機，熱泵皆為空氣熱交換式，同時具有熱泵及蓄熱的設計，冷水進出口溫度分別為 6°C 及 16°C，熱水進出口溫度為 47°C 及 37°C(如圖 33 所示)，具有大溫差送水的特性。整體系統的佈置，包含管線的配置、安全標示以及系統的設計，皆非常的嚴謹，也將整體系統的營運風險及維修難度降到最低，讓團員在此次參訪過程中皆留下深刻印象。

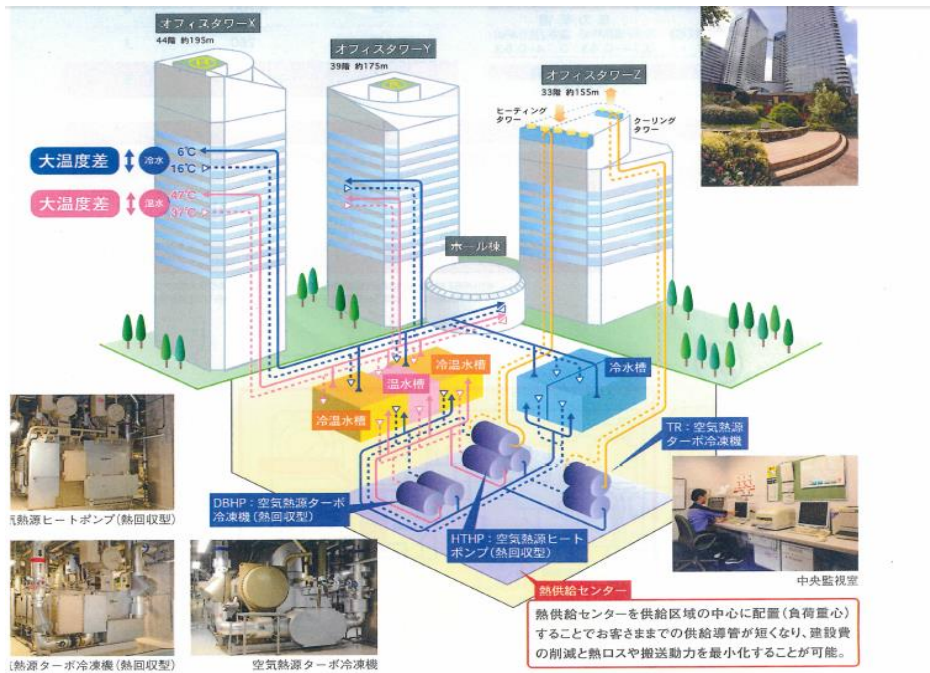


圖 33、特里頓廣場 DHC 系統配置

日本政府透過制訂「區域冷暖中心計畫推進指導標準」及「地域暖冷中心設施推動指導綱要」等政策來積極推動 DHC 系統，規定新建築物面積超過 10,000m<sup>2</sup>，大樓空調必需採用區域冷暖系統來供應，對設置主機房的建築大樓給予建築面積優惠以及相關金融獎勵措施，因此 DHC 及其系統運用於日本各地的區域開發急速成長。但是反觀台灣 DHC 在國內並未大規模施行，目前的實施案例多為大型的整合性建物、商辦大樓、學校及醫院，而且多以冷能的應用為主，對於熱能的應用整合較為缺乏，主要因為台灣氣候條件的限制，對供熱系統需求較低，尤其是缺乏空調暖氣的需求，因此 DHC 系統的節能效益不易展現，造成投資回收年限變長，因此物業主及系統商投資較為保守。



圖 34、位於建物頂樓的大型整合空調系統



圖 35、東京供熱人員解說位於地下室的水機主機及相關系統



圖 36、與 Haurmi 公司及 Tokyo Toshi 公司代表技術交流討論



圖 37、訪日團員與東京供熱公司及阿自倍爾公司人員於綜合大樓頂樓合影

#### (九)東北大學(Tohoku University)－材料研發中心(IMR, Institute of Material Research)

此行參訪東北大學金屬材料研究所，除瞭解材料領域技術研發方向，並參加金屬中心與東北大學金屬材料研究所簽署備忘錄儀式。東北大學(Tohoku University)是 1867 年根據明治天皇敕令在日本東北地區仙台設置一所國立大學，當初定名為「東北帝國大學」，是繼東京大學、京都大學之後日本第三個帝國大學(舊制)，為北日本地區規模最大的大學。曾有 4 名諾貝爾獎得主任教，愛因斯坦曾來校訪問(1922 年)。文豪「魯迅」、諾貝爾化學獎得主「田中耕一」、復旦大學前校長「蘇步青」、臺灣大學前校長「陳維昭」都是校友。

日本東北大學的金屬材料研究所(Institute for Materials Research, IMR)是東北大學六個研究所中歷史最悠久的一個，在 1916 年 4 月 1 日設立，從事有關材料科學理論及其應用研究，先後有兩位科學家獲得諾貝爾獎(1987 年，金屬材料研究所客座教授 Prof. Heinrich ROHRER 開發掃描隧道顯微鏡；2007 年金屬材料研究所客座教授 Prof. Peter GRUNBERG 發現巨磁電阻效應)。

金屬材料所包含 12 個研發中心：核能材料科學國際研究中心、先進材料合作研究及發展中心、高磁場超導體材料實驗室、工業材料關西研究中心、材料科學計算中心、能源材料合作研究中心、國際合作中心(International Research Center, ICC-IMR)、先進材料中子科學中心、超高效率奈米晶軟磁材料研發中心、低溫材料科學實驗室、Alpha-ray 放射器實驗室、先進材料關鍵分析研究等，本次參訪主要由國際合作中心(ICC-IMR)負責接待，首先介紹金屬材料所的研發主軸及發展方向。從各研發中心的發展重點，可以瞭解金屬材料所具有非常深厚的基礎材料研發能量，研究重點包含：材料基礎研究(infrastructural materials)、能源相關材料(energy-related material)、電子材料(Electronic material)。

訪問行程中除了介紹東北大學金屬材料所的發展歷史及各不同階段重要的研究人員外，也安排實驗室參觀行程，主要參觀超導體材料技術的研發成果，包含超導材料的測試設備及裝置。東北大學金屬材料所開發出全世界最高 30T 的複合式磁鐵，同時研發不須超低溫冷卻(cryogenic cooler)即具有 23T 強度的超導材料。

圖 38 為不須超低溫冷卻的複合式磁鐵，外區為不須低溫冷卻的 8T 超導體磁鐵，內圈則為水冷式的電阻式磁鐵(resistive magnet)。傳統 23T 的複合式磁鐵主要由低溫超導材料所構成，必須使用大量的液態氦進行冷卻，而且需要大型的恆溫裝置，才能避免由環境傳入系統地的熱能所造成的不穩定現象。因此整個操作設備非常昂貴，而且由於使用液態氦進行冷卻，需要很長的預冷時間，也造成機器實際運轉時數縮短，造成經濟效益減低。東北大學所開發出的不需低溫冷卻的複合式磁鐵，僅需以 0.5W@11K 的小型 GM-cryocooler，即可讓超導體磁鐵操作電流達到 400A，相關的比較數據如表 3 所列。可以清楚發現，東北大學開發的新型 23T-CHM，由於不須液態氦進行冷卻，運轉時數約為傳統磁鐵的兩倍，初始冷卻時間則為原來的 1/2，因此使得超導體磁鐵更具實際應用價值。



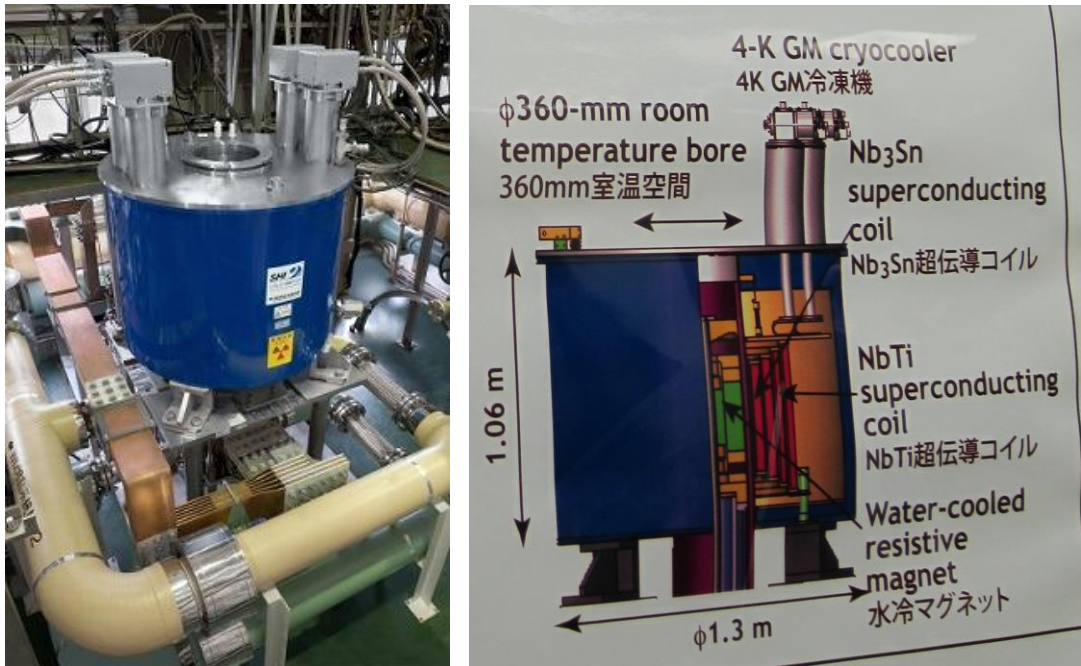


圖 38、不須超低溫冷卻之複合式磁鐵裝置

表 3、複合式磁鐵性能表

	23 T-HM	23 T-CHM
<b>Cryogenerator</b>	20 K-stirling cycle	4 K-GM cycle
	48 W at 20 K	1 × 4 W at 4 K
	115 W at 80 K	30 × 4 W at 40 K
<b>Electric power</b>	11 kW	7 × 4 kW
<b>Initial cooldown time</b>	210 h	100 h
	(300 K→20 K)	(300 K→4 K)
<b>Amount of electricity</b> (20 weeks operation per year)	$6.0 \times 10^4$ kWh	$1.2 \times 10^5$ kWh
<b>Machine time</b> (20 weeks operation per year)	680 h	1100 h
<b>Liquid helium</b>	$5.5 \times 10^4$ l	-
<b>Amount of electricity for a liquefier</b>	$2.7 \times 10^5$ kWh	-

(ref. 「Advances in the First Cryogen-Free Hybrid Magnet」, IEEE TRANSACTIONS ON APPLIED SUPERCONDUCTIVITY, VOL. 14, NO. 2, JUNE 2004)

另外，在 IMR 也針對儲氫材料進行開發，主要以注入法(impregnate)製作 Li-N-H 氫化物(如圖 39)，並添加不同的輔助材料，進行儲氫性能的改善，如圖 40 所示，當材料中 Li-N-H 氫化物中添加鈷(Co)時，可以有效提升儲氫量，由 2.9%提升至 8.5%，但相關資料中並未對吸氫及放氫溫度加以說明，因此儲氫量的提升還是必須依實際的使用需求，才能瞭解是否有商業化的價值。另外，在產氫技術上也有相關的材料技術研究，主要重點在於提升產氫密度(high hydrogen density)，相關說明如圖 41 所示。

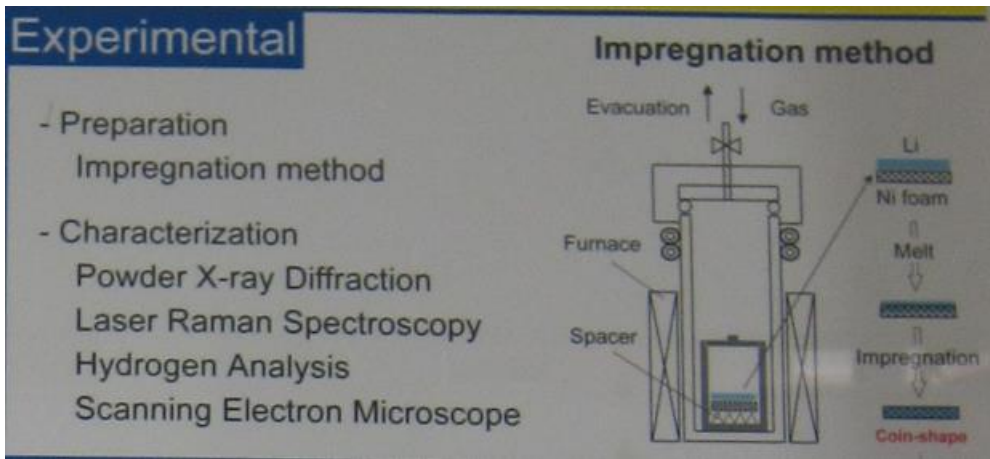


圖 39、Li-N-H 氫化物製程

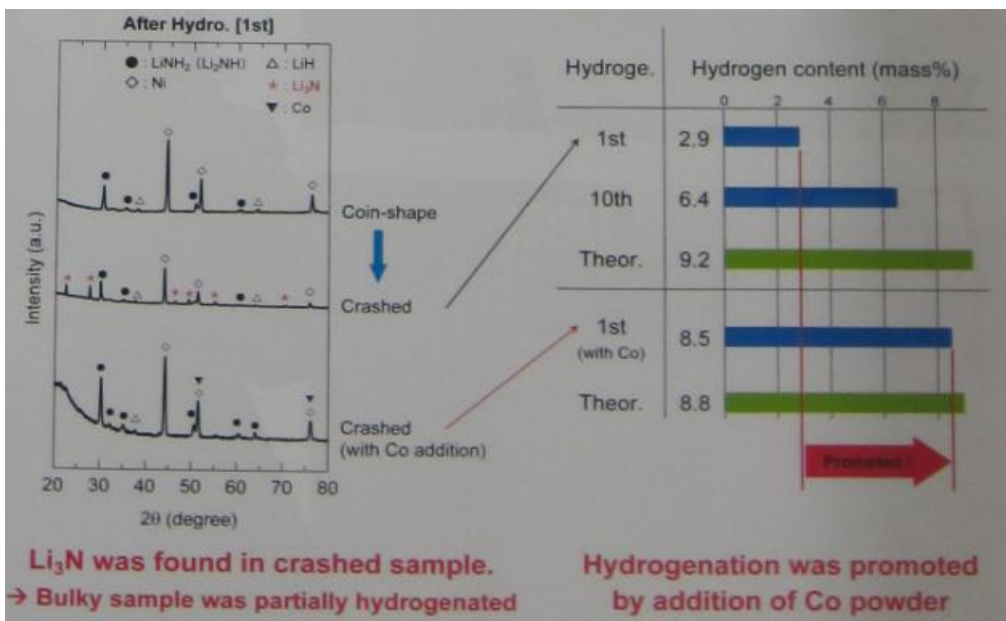


圖 40、吸氫材料特性



圖 41、東北大學金屬材料所產氫相關材料技術

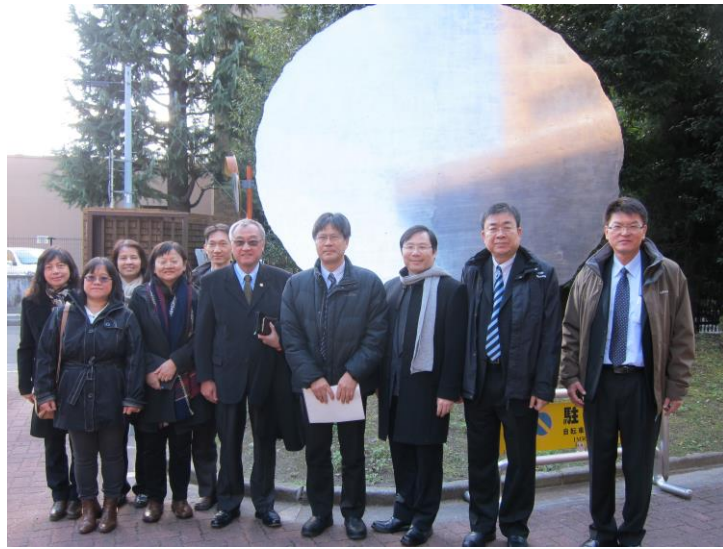


圖 42、東北大學參觀合影



圖 43、金屬中心與東北大學合作備忘錄簽署儀式合影



圖 44、全體團員與東北大學代表合影

## 參、心得與建議

一、持續藉由技術示範場域建置，深化台日 LED 照明技術合作。

松下照明事業源自 1936 年，為日本第一大照明品牌，產品範疇從元件、光源、燈具至系統，產品線涵蓋住商、工業及戶外。工研院綠能所與松下環境方案公司透過台灣分公司平台，已完成 LED 睡眠、高專注力人因照明研究及手機光環境控制技術合作計畫，後續並將於桃園機場建置 LED 健康照明體驗區，期望透過此合作案的執行深化台日 LED 照明技術合作。

二、藉由日東電工(Nitto)與工研院綠能所在製程與材料設計的整合應用，將有機會發展出下一代的新除濕技術及突破目前 CIGS 太陽能板在市場上的應用瓶頸。

(一)日東電工公司主要研究領域為以薄膜產品的製程技術，近年逐漸導入太陽能電池技術的應用，例如可將 UV light 轉為可見光的封裝材料，可增加太陽能電池的效率及使用壽命，其中的製程技術與工研院綠能所目前應用列印技術所製作的可撓式 CIGS solar cell，應具有極高的匹配性，並可以提升太陽光電的發電效率，若兩方可以就製程及材料設計進一步合作並整合應用於產品中，預期將有機會突破目前 CIGS 太陽能板在市場上的應用瓶頸。

(二)目前綠能所利用有機材料所開發的高效率除濕技術，具有大幅提升除濕性能的潛力，將可以被動式的除濕機制全面取代壓縮機型除濕機，市場效益超過 400 億元臺幣。日本具有世界領先的轉輪除濕技術，如能以日東電工的薄膜技術結合綠能所的除濕研發成果，將有機會發展出下一代的新除濕技術。

三、學習東芝(Toshiba)公司參與智慧城市建置之經驗，強化未來發展智慧電網有關再生能源導入及住宅用戶之能源管理與電網控制技術之規劃。

Toshiba 自 2012 年投入參與橫濱智慧城市之建置(日本經產省四大智慧城市之一)，於 2015 年完成階段性展示，包含社區能源管理(CEMS)、家庭能源管理(HEMS)、與建築能源管理(BEMS)。另外，Toshiba 於宮古島所建立微電網管理系統，搭配儲能，進行再生能源極大化驗證，目標為 2030 年島上 40%家戶裝置太陽能以及 40%採用電動車，同時於宮古島之間島(大離島之附屬島嶼)完全採用再生能源。目前國內的大同公司與東芝、富士通及 SSN 等大廠結盟發展智慧電網，參與科技部主導的澎湖智慧電網示範計畫。此次參訪的經驗交流對規劃未來再生能源導入及住宅用戶之能源管理及電網控制技術，提供非常有用的參考資訊。

四、從生活中建立節能的自主意識，才能有效全面推廣施行節能政策。

本次與 ECCJ 的交流討論，針對日本政府及企業積極推動節能的做法印象極為深刻，節能推動的效應除政府訂定明確的施行政策及規範外，企業的配合度及自主配合意願，才是節能策略能否發揮功效的主因，因此唯有從生活中即建立節能的自主意識，才能有效全面推廣施行。為此 ECCJ 也對我國設計柔性的廣宣活動，從國中校學生培養節能的觀念及教導正確的節能手法，覺得是一項非常重要且影響重大的正確策略。

五、推動節約能源除鼓勵由行為面改變用能態度外，尚需導入節能設備，始能收相輔相成之效。可參考日本實施之節能補助金作法，將補助標的與企業能耗指標結合，讓補助金的效益發揮最大的功效。

日本政府在節能推動的做法上，除了以經濟誘因鼓勵業者積極導入高效率設備外，並輔導業者引進運轉機制最佳化的能源管理措施。為誘發更高的節能功效，日本將節能補助金計畫預算分配重點著重在加強與效率標竿制度做連結，並列為 2016 年補助金計畫的申請重點，讓節能效益不僅是企業本身的實施成果，也必須與同產業的其他企業進行良性競爭，以使節能功效具有更高的成長潛力，讓補助金的效益發揮最大的功效，此一補助措施的公平性及鼓勵效益，應可作為台灣進行節能補助時的重要參考。

六、可參考日本推動智慧電表布建經驗，將通訊系統商與電表採購區隔，使專業的通訊系統商主導通訊解決方案的選擇，電表商則專注於電表設計開發。

以東京電力為例，Toshiba 為其主要系統供應商，結合應用 920MHz 無線通訊、G3 電力線通訊(Power line communication, PLC)與手機通訊，建構符合電力公司需求的通訊網路。通訊模組由通訊系統商提供，通訊模組與電表之間的介面明確指定為 DLMS/COSEM，並規範硬體介面，使 4 個電表供應商的電表易與通訊模組整合。台電在一萬戶低壓智慧電表的布建上遭遇通訊系統效能瓶頸，建議參酌日本經驗，系統規格的選定以及合格通訊廠商的遴選應先設法解決，以突破推動困境。

七、為落實用戶端能源管理，應可借鏡日本做法，要求智慧電表設置對用戶端的通訊介面，使用戶易於取得即時用電資料，依其自身需求落實能源管理，甚至配合電業進行需量調度。

由於日本已建立智慧家電介面的產業標準 Echonet Lite，智慧電表對用戶端的應用層通訊介面即採用此一系列標準，以借助智慧家電產業發展的力量進一步提升用戶端能源管理效益。台灣對用戶端的通訊介面，建議可考慮採用整合國內智慧家電介面的產業標準 TaiSEIA 101。

八、建立中立機構合理考量備轉容量與系統風險，訂定合理的需量採購目標與方案，才能使需量反應市場快速發展，減少發電設備投資，並以較低成本解決電力供應瓶頸。

日本的電業自由化進程較我國快，需量反應的推展也更為積極，由於兩國電力基礎設施相近，國情相似，日本電業的經驗相當值得借鏡。參考日本推動電業自由化，建立中立調度機制(OCCTO)，確保電業公平競爭，應是台灣如何在單一電力供應商的現況，達到電力交易與供需平衡之整體調度的極大挑戰。唯有建立中立機構合理考量備轉容量與系統風險，訂定合理的需量採購目標與方案，才能使需量反應市場快速發展，減少發電設備投資，並以較低成本解決電力供應瓶頸。

九、以區域試行的方式驗證需量聚合商(aggregator)機制在台灣運作的可行做法與調度潛力，以備電業法修正或其他適用法規建立後，快速導入需量聚合商，協助電業建立更有效率的調度機制。

需量聚合商在許多國家的電業運作中都展現良好成效，在日本的試行也相當成功。國內電業法的修訂仍需要一段時間，短期內或可先由示範計畫推動做起，以區域試行的方式驗證需量聚合商機制在台灣運作的可行做法與調度潛力，以備電業法修正或其他適用法規建立後，快速導入需量聚合商，協助電業建立更有效率的調度機制。

十、再生能源的大量布建涉及電網可靠度以及電業基礎設施等面向，應建立國家層級的併聯技術指導準則，指引電業修訂其併聯技術要點，導入適當的技術規範，加速政策推行。

由日本經驗可知，即使政府設定再生能源導入目標，並備妥費率補貼所需經費，解決電網可靠度與擴充電業基礎設施，都是推廣再生能源可能面對的瓶頸。日本政府為降低再生能源對於電網的衝擊，已在「系統聯繫規程(Grid Interconnection Code)」持續納入新的規範，台灣可參考日本政府的做法，在法規面建立國家層級的併聯技術指導準則，指引電業修訂其併聯技術要點，導入適當的技術規範，加速政策推行。

十一、為加強再生能源等間歇型電力併網及調度之即時性，可由雙方研究單位合作進行自動需量反應協定之研發，強化對分散式再生能源調度之控制，以提升需量反應之效益。

早稻田大學在分散式再生能源的控制，主要是透過 Open ADR 來進行，Open ADR 是目前公認適用於需量反應的標準協定，但是 Open ADR 2.0a 的協定太過簡單，用戶端無法與調度者進行協商，而 2.0b 的版本則太過複雜，實作成本較高。但是不論那一個版本，皆未考量再生能源的調度。

因此早稻田有意在 Open ADR 的基礎上，加入太陽光電調度所需的協定，後續工研院綠能所可與早稻田大學在這個主題上進行合作。

註：1. 「DR 1.0」方案：即傳統之需求面管理做法，包括時間電價等之負載管理措施、購買節電設備之補貼/退款(Rebate)等抑低或移轉用戶端尖峰時段負載。


2. 「DR 1.5」方案：隨著智慧型電表基礎建設(Advanced Metering Infrastructure, AMI)逐漸普及，先進國家進一步發展出「需量聚合商代表 (Aggregators)」(集合眾多小用戶成為虛擬大用戶)之新興需求面管理商業模式。

3. 「DR 2.0」方案：再生能源發電比重逐年增加，為彌補再生能源發電間歇性的特性，發展出更多元、即時、更具彈性、以及儲能的需量反應機制，已逐漸成為電力需求面管理之主流。

十二、台灣因氣候條件限制，推動住宅部門區域能源整合不易，惟在新建案及工業區開發或區域重建時應有其節能潛力。

日本政府透過制訂「區域冷暖中心計畫推進指導標準」及「地域暖冷中心設施推動指導綱要」等政策來積極推動 DHC 系統，規定新建築物面積超過 10,000m<sup>2</sup>，大樓空調必需採用區域冷暖系統來供應，對設置主機房的建築大樓給予建築面積優惠以及相關金融獎勵措施，因此 DHC 及其系統運用於日本各地的區域開發急速成長。但是反觀台灣 DHC 在國內並未大規模施行，目前的實施案例多為大型的整合性建物、商辦大樓、學校及醫院，而且多以冷能的應用為主，對於熱能的應用整合較為缺乏，主要因為台灣氣候條件的限制，對供熱系統需求較低，尤其是缺乏空調暖氣的需求，因此 DHC 系統的節能效益不易展現，造成投資回收年限變長，因此物業主及系統商投資較為保守。

## 肆、附件-能源局簡報內容



**經濟部能源局**  
Bureau of Energy,  
Ministry of Economic Affairs

# Energy Conservation & Efficiency Management in Taiwan

**Shu-Fang Kao**  
Deputy Division Director  
Energy Efficiency & Conservation Division  
Bureau of Energy, MOEA

December 16, 2015

### Outline

---

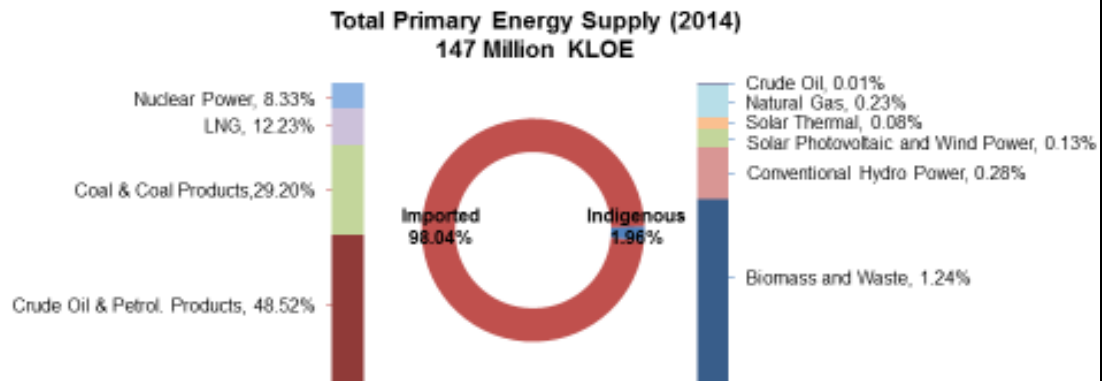
- **Status of Energy Supply and Demand**
- **ECE Policies and Programs**
- **Major ECE Achievements**
- **Concluding Remarks**



## Energy Supply in Taiwan

- **High Dependence on Imported Energy**

- 98% energy supply relies on imports of which fossil fuel accounts for the major part.
- 88% of total indigenous energy supply is renewable energy.



Source: 2014 Energy Statistics handbook, BOE

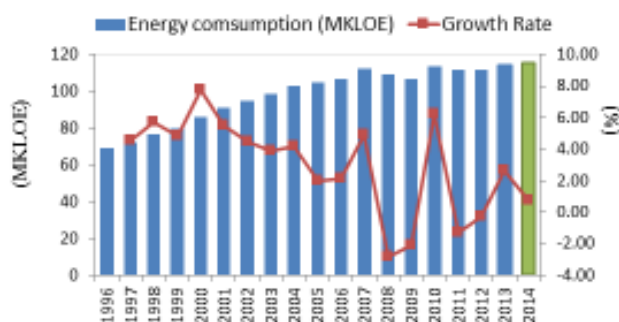
3

## Energy Consumption in Taiwan (1/3)

- **Energy consumption lower growth**

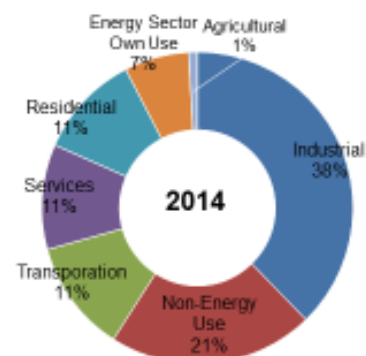
- The energy consumption of 2014 totaled 115 Million KLOE, of which 38% is for industrial sector, 21% for non-energy use and 11% for services, residential, and transportation sector.

Energy Consumption from 1996~2014



Source: 2014 Energy Statistics handbook, BOE

Energy Consumption by sector in 2014



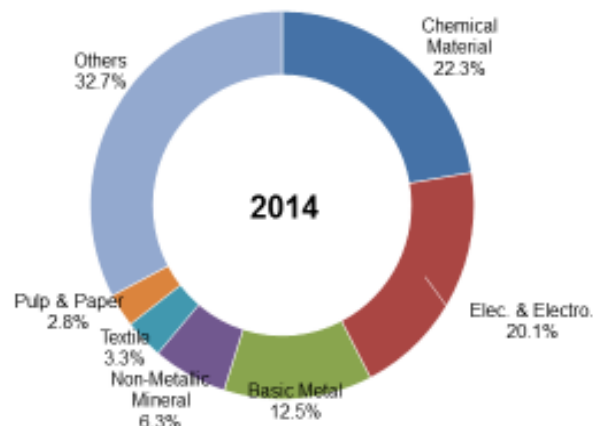
4

## Energy Consumption in Taiwan (2/3)

- **Energy-intensive industries**

- 6 major industries account for 67.3% of energy consumption in the industrial sector.

Industrial Energy Consumption by Sector in 2014



Source: 2014 Energy Statistics handbook, BOE

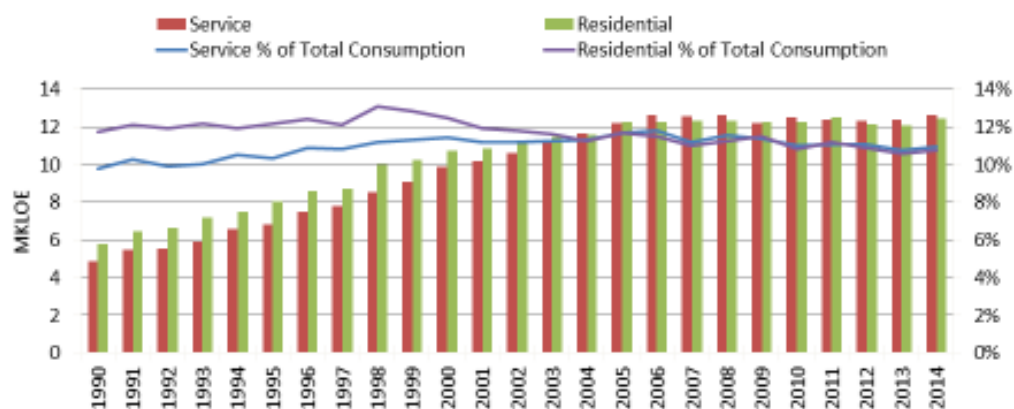
5

## Energy Consumption in Taiwan (3/3)

- **Service and residential sector**

- The combined share of service and residential sectors is constantly about 22% of overall consumption for the past years.

Energy Consumption of Service and Residential sector from 1990–2014



Source: 2014 Energy Statistics handbook, BOE

6

## Outline

---

- Energy Supply and Demand Situation
- **ECE Policies and Programs**
- Major ECE Achievements
- Concluding Remarks

7

## Taiwan's Sustainable Energy Policy (1/2)

---

### Framework of Taiwan's Sustainable Energy Policy (2008.06.05)



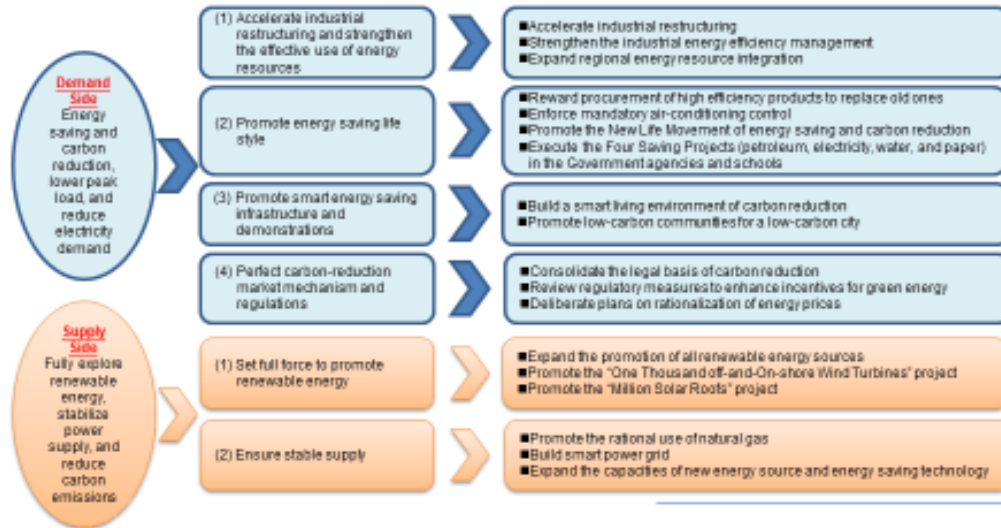
- **2%** annual energy efficiency improvement till **2015**.
  - Reduce energy intensity by **50%** before **2025** through technological breakthroughs and proper administrative measures.
  - Share of low carbon energy in electricity generation system: up to **55%** by 2025.
  - Reduce nationwide CO<sub>2</sub> emission:
    - To the level of 2008 in 2020
    - To the level of 2000 in 2025
- GHG Reduction and Management Act: Reduce carbon emission to 50% lower than the 2005 level in 2050**
- Establish a secure energy supply system to support the need of economic development .

8

# Taiwan's Sustainable Energy Policy (2/2)

## New Energy Policy of Taiwan (2011.11.03)

- **Create a low carbon green energy environment**
  - Both demand (energy saving) and supply side (low-carbon energy exploration) measures are promoted.



# BOE's ECE Management Strategy

- **7 Key strategic themes toward National Energy Saving Target**



## Equipment & Appliance Efficiency Management

- **Minimum Energy Performance Standards (MEPS)**
  - Introduced in 1980's. Currently **20** mandated MEPS results in an energy saving of 132 thousand KLOE/year.
  - Taiwan's current MEPS of refrigerator and air-conditioner are the highest in the world.

- **Mandatory Energy Efficiency Ranking labeling**

- **12** categories, up to 23 thousand products (by Oct. 2014)



- **Energy labels for appliance and equipment**

- **47** categories, **315** brands, **7147** products
- Energy saving of 150 thousand KLOE/year.



60

## Energy-Efficient Appliance Rebate

- To stimulate economic growth and to offset the increased electricity price, there were **five** appliance rebate programs so far.

High Efficiency Product	Domestic manufactured refrigerators, air conditioners, and washers	Washers, air conditioners, and refrigerators	Televisions, 30-inch(or above) monitors, and air conditioners	Gas stoves and gas water heaters	Air conditioners, refrigerators, gas stoves, gas water heaters, televisions, and 30-inch(or above) monitors
Period	2008/10/01 ~ 2009/3/31	2012/1/1 ~ 3/31	2012/5/17 ~ 7/23	2013/6/1 ~ 11/30	2015/11/7 ~ 2016/2/29
Metrics	• 319,684 appliances • Total cost 639 million NTD	• 343,214 appliances • Total cost 686 million NTD	• 703 thousand appliances • Total cost 1.4 billion NTD	• 126,853 appliances • Total cost 175.5 million NTD	• (expected) 848 thousand appliances • (expected) total cost 1.63 billion NTD
Economic Impact	• Total sales amount goes up by 59% (YoY)	• Total sales amount goes up by 186% (YoY)	• Total sales amount goes up by 160% (YoY)	• Total sales amount goes up by 80% (YoY)	• Expected total sales amount is 21.35 billion NTD
Energy Saved	• 39.5 GWh/year • Total lifecycle saving 387.05 GWh	• 110 GWh/year • Total lifecycle saving 1.08 TWh	• 251 GWh/year • Total lifecycle saving 2.1 TWh	• 16.51M cubic meters/year • Total lifecycle saving 108.95M cubic meters	• 130 GWh/year and 14.49M cubic meters/year • Total lifecycle saving 1,213 GWh, 95.62M cubic meters

\*YoY: Year on Year

62

## Smart Energy-Saving Project

### Target

- Public & private sectors together lower electricity consumption via behavioral changes by **2%** (2,130 GWh) **April 2015 - March 2016**
- Residential 1,090 GWh / Service 790GWh / Government 250GWh

### Funding

- Formulate grant for local government based on the saving target and achieved result

### Approaches

Localized EE programs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Program recommendations from BOE, MOEA</li> <li>Creative ideas emerging from regional characteristics</li> <li>Proposals from citizens and community involvement</li> </ul>
Community Involvement	<ul style="list-style-type: none"> <li>Creative input for localized EE programs</li> <li>Citizens monitoring efforts</li> </ul>
Open Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>Open data analysis</li> <li>Periodic release of aggregate electricity usage</li> </ul>

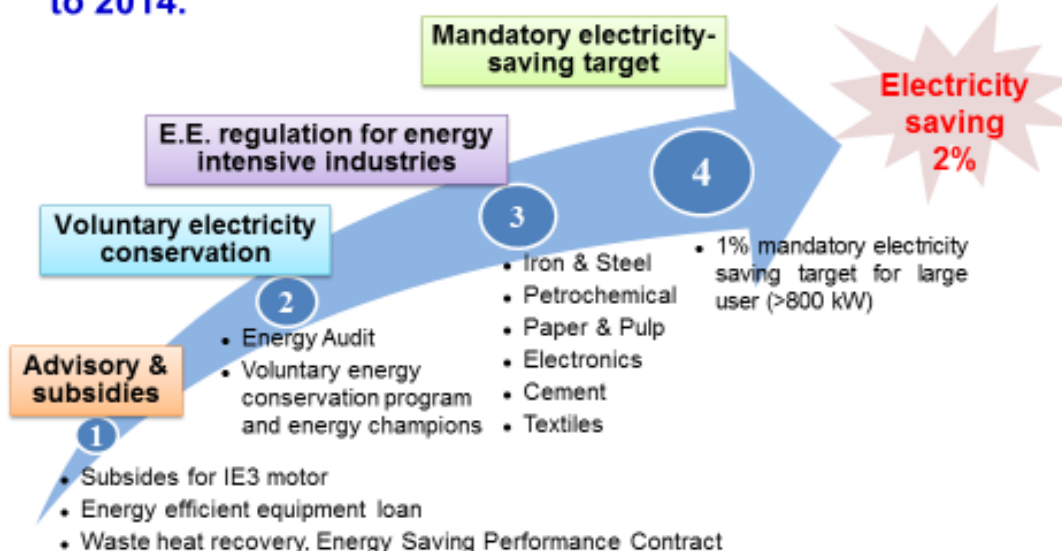
### Status quo

- Electricity usage from April to November 2015 is **lower** than the previous year (**0.28% YoY**).

5

## Industrial Energy Efficiency Management

- The energy intensity of industrial sector has improved at a higher annual rate of **3.99%** from 2008 to 2014.



6

## Outline

- Energy Supply and Demand Situation
- ECE Policies and Programs
- **Major ECE Achievements**
- Concluding Remarks

5

## Energy Efficiency Performance

- **Energy intensity and electricity intensity continue to decrease**

Energy Intensity ( 2007=100 )									
Sector	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	CAGR (2008~2014)
Overall	100.00	96.43	95.98	92.08	87.50	85.49	85.60	83.04	-2.62%
Industry	100.00	96.57	92.99	86.27	83.43	79.56	80.05	75.22	-3.99%
Service	100.00	99.48	96.41	94.19	90.41	88.65	87.28	87.21	-1.94%
Electricity Intensity ( 2007=100 )									
Overall	100.00	97.68	95.37	92.73	91.11	88.96	88.37	87.24	-1.93%
Industry	100.00	98.61	95.49	89.84	87.20	84.81	85.81	83.10	-2.61%
Service	100.00	98.95	96.15	95.10	92.12	91.07	89.14	88.44	-1.74%

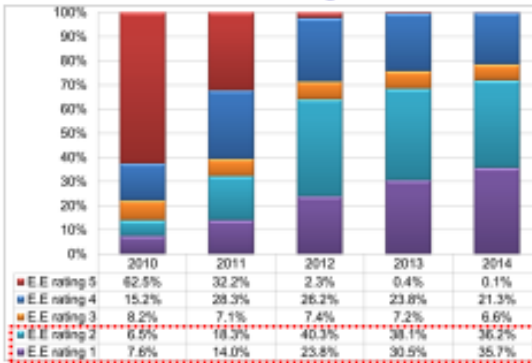
\*CAGR:Compound Annual Growth Rate

6

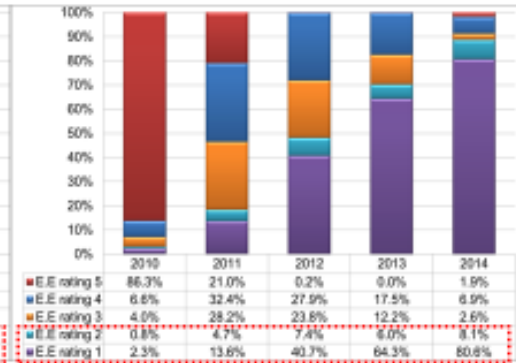
## Achievements of EE Rating Labeling Program(1/2)

- The rating 1 and 2 products' market shares for AC increase dramatically from **14.1%** in 2010 to **71.9%** in 2014.
- The rating 1 and 2 products' market shares for Refrigerator increase dramatically from **3.1%** in 2010 to **88.7%** in 2014.
- The **rebate program** boosted the market share of high efficient products in 2011 and 2012.

Market Share of each rating Air Conditioner



Market Share of each rating Refrigerator



- ✓ **AC** : The products of rating 1 are 37% more efficient than products of rating 5
- ✓ **Refrigerator** : The products of rating 1 are 40% more efficient than products of rating 5

7

## Energy Saving from Large Energy Users

- From 2005 to 2014, the energy audit and technical service measures have contributed 499 KKLOE/year on energy saving (average annual saving rate 1.27%).
- The average saving rate for different industries is between 1% and 2%.

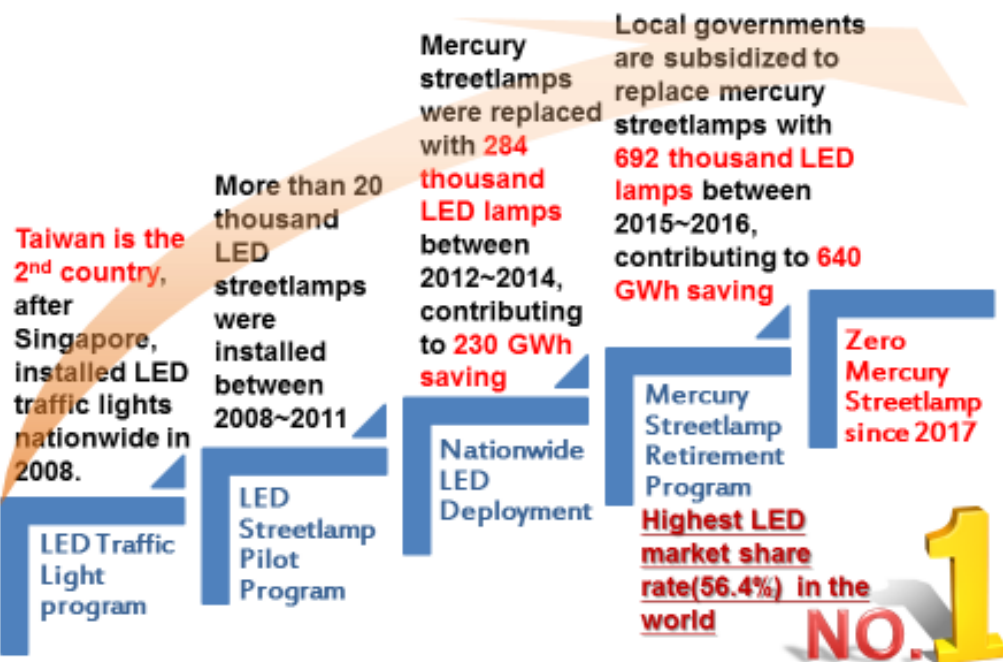


Source : The Project of Energy Audit for Industrial Sector (ITRI)

8



## LED Lighting Deployment & Industry Promotion



## Outline

- Energy Supply and Demand Situation
- ECE Policies and Programs
- Major ECE Achievements
- **Concluding Remarks**

## Concluding Remarks

- **Energy efficiency management** is critical to save energy in Taiwan due to lack of energy resources & high dependence on import.
- The **energy policy** in Taiwan aims at **the integration of 3E** (economic development, environmental protection, and energy security) and **moves toward sustainable development**.
- Based on our practical experience, great achievement in energy saving requires not only **a total-solution technology**, but also **a successful promotion policy**.
- In Taiwan, conducting extensive **on-site energy audits** in high energy consuming industries programs **is cost-effective**.

21



Thank you  
for Your  
Attention !

節約能源展新機 提升國家競爭力

22