

# 出國報告（出國類別：開會）

## 第 15 屆臺日能源合作研討會

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：周儷芬機械資深研究專員

派赴國家：日本

出國期間：108 年 4 月 9 - 4 月 13 日

報告日期：108 年 6 月 12 日

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：第 15 屆臺日能源合作研討會

頁數:41 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：

周儷芬/台灣電力公司/綜合研究所/機械資深研究專員/8078-2286

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：108 年 4 月 9 - 4 月 13 日

出國地區：日本

報告日期：108 年 6 月 12 日

分類/號目：

關鍵詞：臺日能源合作研討會(Taiwan - Japan Joint Seminar on Energy Cooperation)、浮島太陽能發電廠(Kawasaki Mega Solar Power Plant)、藤澤永續智慧城市(Fujisawa SST)、日立製作所(HITACHI)

內容摘要：(二百至三百字)

1. 第 15 屆臺日能源合作研討會，會議主題涵蓋「能源政策」、「氣候變遷與再生能源之政策與挑戰」、「用電戶能源服務市場現況與趨勢」、「LNG 情勢及臺日區域能源合作」等四項議題。台電公司針對「電業在再生能源之發展」進行簡報，本次研討會議本公司由再生能源處林永川組長及綜合研究所周儷芬代表出席參與該會議行程。
2. 本公司離岸風力發電一期計畫係由比利時 Jan De Nul 集團與日立公司合作承接，日立公司將提供 21 部 5.2MW 的風力發電機（合計 109.2MW）以及 5 年的保固維護合約。綜研所能源室目前正開發陸域風場風力發電出力預測系統，離岸風力未來亦將納入預測評估範圍，同時能源室亦投入風機狀態性監控運維分析技術之評估研究；因此於本次參加「臺日能源合作研討會」行程後，順道參訪日立公司，並與該公司針對離岸風機運轉、維護及風場出力預測等相關技術進行交流。

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

## 目 錄

出國報告提要.....	I
目錄.....	II
圖表目錄.....	III
壹、緣起與目的.....	1
貳、行程與內容.....	2
參、第15屆臺日能源合作研討會.....	3
肆、參訪活動.....	22
伍、日立公司參訪.....	34
陸、結論與建議.....	39
參考資料.....	41

## 圖表目錄

圖1	第15屆臺日能源合作研討會中日雙方與會人員團體照.....	3
圖2	再生能源處林永川組長簡報「台電公司再生能源進展」.....	17
圖3	第15屆臺日能源合作研討會我方與會人員.....	21
圖4	溫室屋頂上的自動窗戶、窗簾(左)及空調設備(右).....	22
圖5	東京草莓園.....	23
圖6	浮島太陽光電廠位置.....	25
圖7	浮島太陽光電廠廠系統概況.....	25
圖8	浮島太陽光電廠廠系統概況.....	26
圖9	藤澤永續智慧城市之重點建築/設施示意.....	28
圖10	藤澤永續智慧城市之環境、節能及抗災願景目標.....	28
圖11	藤澤永續智慧城市之環境與節能目標之達成率資訊畫面.....	29
圖12	獨棟式智能住宅與日常應用/應急備用電源系統概念圖.....	30
圖13	Panasonic公司ENE-FRAM 0.7 kW熱水供應整合型燃料電池系統.....	31
圖14	日本林內公司節能型燃氣熱水器.....	32
圖15	Panasonic公司家用蓄電池儲能系統.....	33
圖16	日立製作所轉為社會、用戶導向型公司之企業目標.....	35
圖17	風機關鍵組件故障維修費用及停機損失.....	36
圖18	智慧化故障診斷維護機制.....	37
圖19	視覺化的運維監控系統.....	38
表1	出國行程.....	2
表2	臺灣代表團成員名單.....	4
表3	臺日能源合作研討會會議議程.....	6

## 壹、緣起與目的

臺日雙方自 2001 年開始舉辦「臺日能源合作研討會」迄今已歷 14 屆，會中係就雙方共同關切之能源議題進行討論。本年度第 15 屆會議於 4 月 10 日於日本東京舉行，會議主題涵蓋「能源政策」、「氣候變遷與再生能源之政策與挑戰」、「用電戶能源服務市場現況與趨勢」、「LNG 情勢及臺日區域能源合作」等四項議題。台電公司奉能源局指示在「氣候變遷與再生能源之政策與挑戰」議題下之子議題「電業在再生能源之發展」進行簡報，本次研討會議本公司由再生能源處林永川組長及綜合研究所周儷芬代表出席參與該會議行程。

由於本公司離岸風力發電一期計畫係由比利時 Jan De Nul 集團與日立公司合作承接，日立公司將提供 21 部 5.2MW 的風力發電機(合計 109.2MW) 以及 5 年的保固維護合約。綜研所能源室目前正開發陸域風場風力發電出力預測系統，離岸風力未來亦將納入預測評估範圍，同時能源室亦投入風機狀態性監控運維分析技術之評估研究；因此於本次參加「臺日能源合作研討會」行程後，順道參訪日立公司，並與該公司針對離岸風機運轉、維護及風場出力預測等相關技術進行交流。

本次出國案件係應用 108 年度第 83 號，出國核定書為 1080831 號，人字第 1088035069 號函。

## 貳、行程與內容

本次行程如下表 1 所列，4 月 9 日抵達東京，4 月 10 日參加臺日能源合作研討會，4 月 11 日日方安排能源設施的參訪，4 月 12 日赴日立製作所討論日立在日本風機的實績與監控系統介紹。

表 1 出國行程

日期	活動內容	備註
4/9	台北→東京	(往程)
4/10	臺日能源合作研討會	東京
4/11	參訪活動	東京
"	東京草莓園	電力公司營運之生態農場
"	川崎生態生活未來館、 浮島太陽能發電廠	川崎
"	藤澤永續智慧城市	藤澤
4/12	日立製作所(HITACHI)	東京
4/13	東京→台北	(返程)

## 參、第15屆臺日能源合作研討會

### 一、開幕式與議程

第 15 屆臺日能源合作研討會於 2019 年 4 月 10 日，假日本東京九段下格蘭皇宮酒店(Grand Palace) 3F 牡丹廳舉行，雙方與會人員名單如表 2 所示。會議由雙方主席及日本經產省資源能源廳官員進行開幕致詞，雙方主席均認同臺灣與日本皆為缺乏能源資源的國家，面臨相似的能源課題與挑戰，值得交換彼此的情報與能源發展策略，共同展望未來雙邊能源合作，相信且期盼這場會議中臺日能源專家的交流對雙方皆有助益。本次會議主題涵蓋「能源政策現況」、「用電戶能源服務市場現況與趨勢」、「氣候變遷與再生能源之政策與挑戰」、「LNG 情勢及臺日區域能源合作」等四項議題，詳細議程如表 3 所示，圖 1 為台日雙方與會人員團體照。



圖 1 第 15 屆臺日能源合作研討會中日雙方與會人員團體照

表 2 臺灣代表團成員名單

<b>團長 Chief Delegate</b>			
Mr. Jui-Hsiang Yao, Executive Secretary, Bureau of Energy, MOEA 經濟部能源局姚瑞祥執行秘書 The Delegation of Taiwan ( 16 人 )			
No.	單位 Organization	職稱 Position	姓名 Name
2	經濟部能源局 Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs(BOE, MOEA)	綜合企劃組組長 Director, Planning Division	翁素真 Ms. Su-Chen Weng
3	台北駐日經濟文化代表處經濟組 Economic Division, Taipei Economic and Cultural Representative Office in Japan	組長 Director	周立 Mr. Chou Li
4	台北駐日經濟文化代表處經濟組 Economic Division, Taipei Economic and Cultural Representative Office in Japan	三等秘書 Third Secretary	李佳靜 Ms. Chiaching Lee
5	核能研究所 Institute of Nuclear Energy Research	副研究員 Associate Researcher	余慶聰 Dr. Ching-Tsung Yu
6	台電公司綜合研究所能源研究室 Taiwan Power Research Institute, Taiwan Power Company	資深研究員 Senior Researcher, Energy Research Lab.	周儷芬 Ms. Li-Fen Chou
7	台電公司再生能源處 Taiwan Power Company	組長 Chief	林永川* Dr. Yeong-Chuan Lin
8	中油公司天然氣事業部購運室 LNG Purchase Division, Nature Gas Business, CPC Corp., Taiwan	經理 Manager	吳宜珍 Ms. Yi-Chen Wu
9	中油公司天然氣事業部購運室 LNG Purchase Division, Nature Gas Business, CPC Corp., Taiwan	業務管理師 Coordinator	林志明 Mr. Chih-Ming Lin
10	工研究院綠能所 Green Energy and Environment Research Laboratories, Industrial Technology Research Institute	副所長 Senior Researcher	王人謙 Dr, Ren-Chain Wang
11	工研究院綠能所 Green Energy and Environment Research Laboratories, Industrial Technology Research Institute	組長 Division Director	梁佩芳* Dr. Pei-Fang Liang
12	工研究院綠能所 Green Energy and Environment Research Laboratories, Industrial Technology Research Institute	副組長 Deputy Division Director	洪明龍* Dr. Ming-Lung Hung
13	台灣綜合研究院 Taiwan Research Institute	研究員 Research Fellow	洪萌緋 Dr. Meng Fei Hung
14	台灣經濟研究院 Taiwan Institute of Economic Research	主任 Chief	謝宗憲* Dr. Zong-Xian Xie
15	台灣經濟研究院 Taiwan Institute of Economic Research	副研究員 Associate Research Fellow	何玉麗 Ms. Yu-Li Ho
16	台灣經濟研究院 Taiwan Institute of Economic Research	助理研究員 Assistant Research Fellow	鄭雅文 Ms. Ya-Wen Cheng

\*為簡報者



表 2(續) 日本代表團成員名單

<b>團長 Chief Delegate</b>			
Mr. Masakazu Toyoda, Chairman & CEO, The Institute of Energy Economics, Japan 日本能源經濟研究所 豐田正和 理事長 The Delegation of Japan (18 人)			
No.	單位 Organization	職稱 Position	姓名 Name
2	經濟產業省資源能源廳 Agency for Natural Resources and Energy, Ministry of Economics, Trade and Industry	國際課課長 Director, International Affairs Division, Commissioner's Secretariat	田中 一成* Mr. Kazushige Tanaka
3	日本能源經濟研究所 The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)	研究主幹 Senior Researcher	二宮 康司* Dr. Yasushi Ninomiya
4	日本能源經濟研究所 The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)	研究主幹 Senior Researcher	田上 貴彥* Mr. Takahiko Tagami
5	日本能源經濟研究所 The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)	理事 Board Member	工藤 拓毅* Mr. Hiroki Kudo
6	日本能源經濟研究所 The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)	研究主幹 Senior Researcher	森川 哲男* Dr. Tetsuo Morikawa
7	日本能源經濟研究所 The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)	專務理事 Senior Managing Director & COO	大谷 豪 Mr. Tsuyoshi Otani
8	日本能源經濟研究所 The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)	常務理事 Managing Director	黒木 昭弘 Mr. Akihiro Kuroki
9	日本能源經濟研究所 The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)	理事 Board Member	星 尚志 Mr. Hisashi Hoshi
10	經濟產業省資源能源廳 Agency for Natural Resources and Energy, Ministry of Economics, Trade and Industry	國際課 International Affairs Division, Commissioner's Secretariat	太田 朱美 Ms. Akemi Ota
11	日本能源經濟研究所 The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)	主任研究員 Senior Economist	江藤 諒 Dr. Ryo Eto
12	日本能源經濟研究所 The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)	研究員 Researcher,	笹川 亞紀子 Dr. Akiko Sasakawa
13	日本能源經濟研究所 The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)	研究員 Researcher	小川 元無 Mr. Asamu Ogawa
14	日本能源經濟研究所 The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)	主任研究員 Senior Researcher	國松 洋介 Mr. Yosuke Kunimatsu
15	日本能源經濟研究所 The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)	經理 Manager	大久保 信明 Mr. Nobuaki Okubo
16	日本能源經濟研究所 The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)		北條 佳子 Ms. Yoshiko Hojo
17	日本能源經濟研究所 The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)		野島 央子 Ms. Chikako Nojima
18	日本能源經濟研究所 The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)		名島 香織 Ms. Kaori Najima

\*為簡報者

表 3 臺日能源合作研討會

<b>Opening Session</b>	
<b>Agenda</b>	<b>Note</b>
Opening Remarks from Japan	Mr. Masakazu Toyoda, Chairman & CEO, The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)
Opening Remarks from Taiwan	Mr. Jui-Hsiang Yao, Executive Secretary, Bureau of Energy (BOE), Ministry of Economic Affairs (MOEA)
Guest Greetings from Japan	Mr. Kazushige Tanaka, Director, International Affairs Division, Commissioner's Secretariat, Agency for Natural Resources and Energy, Minister of Economy, Trade and Industry (METI)
Introduction of the Delegates	

<b>Session I: Current Energy Policies</b> Chair: Mr. Masakazu Toyoda, Chairman & CEO, The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)	
<b>Agenda</b>	<b>Note</b>
Japan's Energy Policy Update	Mr. Kazushige Tanaka, Director, International Affairs Division, Commissioner's Secretariat, Agency for Natural Resources and Energy, Ministry of Economy, Trade and Industry (METI)
Taiwan's Energy Situations	Ms. Su-Chen Weng, Director of Planning Division, Bureau of Energy, MOEA

**Session II: Current Situation and Direction of Demand Side Energy Service Market**

Chair: Mr. Jui-Hsiang Yao,  
Executive Secretary, Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs (MOEA)

<b>Agenda</b>	<b>Note</b>
Current Status and Prospects of Demand Response in Taiwan	Dr. Pei-Fang Liang, Division Director, Green Energy and Environment Research Laboratories, Industrial Technology Research Institute (ITRI)
VPP business model: A comparative case study between Japan, Germany and the US	Dr. Yasushi Ninomiya, Senior Researcher, New and Renewable Energy Group, Electric Power Industry & New and Renewable Energy Unit, IEEJ

**Session III: Policies and Challenges about Climate Change and Renewable Energies**

Chair: Mr. Masakazu Toyoda,  
Chairman & CEO, The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)

<b>Agenda</b>	<b>Note</b>
Current Status and Outlook of Climate Change policies in Japan	Mr. Takahiko Tagami, Senior Coordinator, Manager, Climate Change Policy Research Group, Global Environment & Sustainable Development Unit, IEEJ
Current Situations and Challenges of Promoting Renewable Energy Policies in Japan	Mr. Hiroki Kudo, Board Member, Director, Charge of Electric Power Industry & New and Renewable Energy Unit, IEEJ
Prospects and Challenges of Climate Change and Renewable Energy Policies in Taiwan	Dr. Ming-Lung Hung, Deputy Division Director, Green Energy and Environment Research Laboratories, Industrial Technology Research Institute (ITRI)
<b>Progress of Taipower's Renewable Energy Development</b>	<b>Dr. Yeong-Chuan Lin, Chief, Taiwan Power Company</b>

<b>Session IV: Natural Gas/LNG Situation and Possible Cooperation between Taiwan and Japan</b>	
Chair: Mr. Jui-Hsiang Yao, Executive Secretary, Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs (MOEA)	
Agenda	Note
The Overview for Natural Gas Market in Taiwan and Possible Cooperation between Taiwan and Japan	Dr. Zong-Xian Xie, Chief, Taiwan Institute of Economic Research (TIER)
Japan's Natural Gas Market and Possible Cooperation between Japan and Taiwan	Dr. Tetsuo Morikawa, Senior Economist, Manager, Oil Group and Gas Group, Fossil Energies & International Cooperation Unit, IEEJ
Closing Session	
Closing Remarks from Taiwan	Mr. Jui-Hsiang Yao, Executive Secretary, Bureau of Energy (BOE), Ministry of Economic Affairs (MOEA)
Closing Remarks from Japan	Mr. Masakazu Toyoda, Chairman & CEO, The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)
The End of the Seminar	

## 二、能源政策現況

### (一) 日本能源情勢更新

自 1960 年代以來，日本總體能源政策歷經「脫煤」與「脫石油」的過程，現今以「脫碳」為主，逐步調整各類能源的配比。2017 財年<sup>1</sup>時日本能源組合約 88% 來自化石燃料、11% 來自再生能源及 1% 來自核能；日本電力組合則約有 81% 來自化石燃料，16% 來自再生能源，以及 3% 來自核能。2030 年前日本將維持以能源穩定供應、經濟效率、環境及安全 (3E+S) 為施政主軸，維持 2015 年《長期能源供需預測》

<sup>1</sup> 日本財年計算自當年4月1日起至下年3月31日止。

設定之能源組合與能源目標，致力於提升能源自給率達 24.3%。日本以 2013 年為基期，發展零碳排電力、提升能源效率及推行節能措施，期使 2030 年碳排放及總體電力需求分別降低 26%與 17%。日本為因應能源情勢的複雜性與不確定性，在短期內以務實達成 2030 年能源組合為目標，長期則採取全方位複線情境（Multi-track Scenario），保持多元選擇，觀測最新資訊與技術動向。

在能源效率方面，2016 年日本實質國內生產毛額約為 1973 年的 2.5 倍，總體能源消費則為 1.2 倍，顯示節能成效頗佳。現今的挑戰是商業、住宅及運輸等 3 部門的能源消費持續增長，工業部門依然消費大量能源，須採取進一步節能措施。施政方向包含鼓勵業者進行節能合作、推動運輸業、家用電器之領跑者計畫、以及推廣零耗能住宅等。

在再生能源方面，日本曾以再生能源配額制（2003 年）、住宅餘電收購制度（2009 年）及躉購費率（2012 年）作為推動政策，自 2012 年實施躉購費率以來，日本再生能源裝置容量平均年成長 26%，以太陽光電為主。未來日本將致力於降低再生能源成本、建設使再生能源成為長期穩定電源之法規、創設新電網使用規範及發展調節系統頻率之備轉容量（包含儲能電池及氫能等）。

未來日本將繼續推動液化天然氣市場發展、核能安全使用與氫能社會。此外，日本於今（2019）年 2 月新設碳回收推動辦公室（Carbon Recycling Promotion Office），任務為研析及建立碳捕捉與應用的新生態體系，預計於同年 6 月前擬定碳回收技術之路徑圖（Roadmap for Carbon Recycling Technologies），並在 9 月舉辦碳回收相關國際論壇。

#### --雙方討論重點摘要

我方就「以再生能源剩餘電力製氫之成本與效益」、「碳捕捉與利用之影響力與經濟效益」、「日本風能與地熱發展規劃」及「應對複線情境的主要方式」等 4 項議題提出討論。

日方表示尚不確定儲存剩餘再生能源電力的最佳方式為何，但認為氫深具發展潛力。以氫儲存再生能源的成本結構一方面取決於有多少可免費使用的再生能源電力，一方面應用氫的成本與其成本結構可透過提升製氫與應用氫的效率加以改善。在碳捕捉與應用方面，日方表示尚在評估其成本、影響力及經濟效益，預期路徑圖完成後將開啟更多討論。在日本風能發展方面，因風能開發需經過環境影響評估，日本多山區且開發成本高，故廠商多在沿海或海上架設風機，日本政府去（2018）年亦推出輔助開發離岸風場的措施，並有浮動式風機示範驗證計畫，未來日本風能裝置容量可能會上升；在地熱方面，因熱源多位處國家公園，不易開發，再加上溫泉業者的疑慮，推動難度高。最後，因無法預期未來情勢，日本應對複線情境的策略為觀測油價及其他能源科技的進步與成本變化，漸進式調整政策目標與措施。

## （二）臺灣能源情勢

研析 2000 年至 2018 年我國能源供需趨勢可知，天然氣的供給持續增加，核能的供給則逐漸減少，整體化石燃料在我國能源供給占比從 87% 上升至 93%，約 98% 的能源供給仰賴進口。在能源消費方面，非能源使用顯著增加（占比自 15.6% 成長至 30.3%），其他部門的能源使用則自 2010 年起微幅上升。2018 年我國發電量為 274TWh，化石燃料電力占 84%，核電占 10%，再生能源電力占 4.7% 及水力占 1.2%。

我國能源政策因應近年國內相關政經情勢轉變，於 2009 年通過再生能源發展條例、2013 年規劃再生能源推廣目標、2015 年通過溫室氣體減量法、2016 年 5 月宣布能源轉型政策，期於 2025 年達成非核家園願景，全面推動包含節能、創能、儲能及智慧系統整合與電業改革之能源轉型政策；為此，2017 年我國陸續頒布電業法修正案，開啟能源白皮書之討論並宣示全面推動電動車時程。其中，能源轉型白皮書草案於 2018 年 7 月完成，凝聚公民意見，總結 20 項重點方案，

然因同年 11 月 3 項能源相關公投案獲得通過，延遲能源白皮書的核定。我國因應公投結果已於今（2019）年 1 月底完成能源政策檢討，對外說明能源轉型政策及維持 2025 年非核家園方向。

我國 2025 年電力配比目標為 50%來自天然氣、20%來自再生能源及 30%來自燃煤。現階段主要能源轉型重點推動計畫分別為再生能源及能源節約等 2 大面向。在再生能源推動方面，我國目標 2025 年再生能源裝置容量將為 27GW，為輔助再生能源發展，預期今年完成再生能源發展條例修正案。在能源節約方面，我國目標在 2017 年至 2025 年間，能源密集度年均改善 2.4%，電力密集度則年均改善 2%。為此，我國鼓勵政府機構、學校、製造業、服務業、社區節約能源及提升能源使用效率，推廣節能智慧住宅，並建立建築能效標竿。

#### --雙方討論重點摘要

日方就「公投議題與長遠能源政策之調和」、「再生能源成本控制」及「發展離岸風力發電對策」等 3 項議題提出討論。我方表示現在公投常與國家選舉掛勾，政府目前難以控管及應對出於個人意向的公投案，因此儘量避免大幅調整政策對產業發展產生負面影響，彈性應對。在再生能源成本控制方面，我國透過專家小組每年進行資料收集與制定不同再生能源的躉購價格，現今重視裝置容量目標之達成，暫不設定未來的價格目標。在發展離岸風力發電對策方面，我國政府正研究離岸風能對漁業的影響及新商機，期盼和漁業相關機構產生正向溝通；在法律的層面上則主要探討政府與風場開發商在群眾溝通的角色分工。

### 三、用電戶能源服務市場現況與趨勢

#### (一)臺灣需量反應現況與展望

我國現行需量反應計畫有三大措施，分別為計畫性減少用電措施、臨時性減少用電措施及需量競價。計畫性減少用電措施在 2017 年夏

季提供主要卸載契約容量。2017 年電業法修正案為我國電力市場改革依據，第一階段中由零售商負擔備用容量之義務，為此台電公司於 2018 年設置用戶代表群的新需量競價措施。此外，為維持電網系統穩定，電業法第九條規範輸配電公司需提供必要的輔助服務，包含調整頻率、熱機備轉、冷機備轉及全黑啟動等，需量反應被視為輔助服務之一。低頻卸載方案為新的需量反應契約服務，提供意外發生時另一層保障。電業法的修正使電力供給市場的參與者增加，我國預計 2023 年建立電力市場，自 2020 年起將針對計畫性能源交易（日前）及輔助性措施進行先導計畫，預計 2025 年當我國再生能源電力占比達 20%時將需要新的輔助性措施，儲能與需量反應可望受到重視。

#### --雙方討論重點摘要

日方就「提供輔助服務的電力類型」及「臺灣應用需量反應的目標」等 2 項議題提出討論。我方表示尚在尋找合適的電力系統及構思吸引廠商參加需量反應的誘因，現今需量反應由台電公司執行及控制成本，著重於取得足夠操作的容量。我國應用需量反應的目的除了為維持電網穩定，另一方面也用於管理尖峰用電，因此有時會在幾個小時間通知廠商參與競標，或者由參與「臨時性減少用電措施」的用戶群協助因應基載電力無法供電之突發狀況。

#### (二)虛擬電廠商務模型：日本、德國與美國之比較個案研究

日本與德國合作研析美、日、德等三國的虛擬電廠，三國之中僅德國的虛擬電廠達到商業化程度，日本與美國則停留在示範階段。比較個案研究的結果顯示各國虛擬電廠採用的科技無顯著差異，但虛擬電廠的商業化則與再生能源、電力供給系統和電力市場的政策之法令架構高度相關。雖然三國具備相似的電力市場，最小投標量與資格審查條件是決定虛擬電廠前景及開發分散式能源類型之重要因素。目前日本採行的再生能源躉購制度及美國採行的淨計量電價使廠商無意發展虛擬電廠，然隨著再生能源占比增加，兩國將需要商業化虛擬電



廠，以協助電網進行彈性調整。

個案研究分析指出「政策」與「市場」為德國虛擬電廠商業化的 2 大因素。首先，德國於 2012 年發布的《再生能源法》(Renewable Energy Act 2012) 規範裝置容量大於 100kW 的廠商需自行售電，虛擬電廠以合理的價格協助中小型再生能源廠商達成此規範；其次，「自由化的電力供給系統」及「全面開放的電力市場」使電網得以公平使用，且德國電力零售商有義務隨時為顧客維持穩定電力(負載平衡)，故必須從電力市場購電；最後，德國《能源產業法》(Energy Industry Act) 要求電網營運商自平衡電力市場 (Balancing Power Market, 含前日/當日市場) 採購備用容量 (Control Reserve)。以上因素提供虛擬電廠巨大商機，在平衡電力市場中彈性應用生質能電力、儲能系統、熱電共生系統及需量反應等方式擷取利潤<sup>2</sup>。

未來德國虛擬電廠的發展與挑戰在於整合更多不同的技術，包含容納更多太陽能、風能、不同的儲能系統、電動車及使用熱能的用戶等。德國平衡電力市場則需要提供適宜的架構，善用需量反應與電池系統、納入可作為備用容量的太陽能電廠與風力發電廠，以及建立區域彈性市場。

#### --雙方討論重點摘要

我方就「德國虛擬電廠的財務表現」、「德國虛擬電廠是否納入電動車」、「日本對虛擬電廠的需求」及「發展虛擬電廠之經濟規模」等 4 項議題提出討論。日方表示德國虛擬電廠的財務表現良好，因此作為本次研究對象。目前虛擬電廠因成本考量未納入電動車，有待未來相關系統設備的成本下滑再決定。由於日本各地再生能源裝置容量不同，對虛擬電廠的需求程度亦有所差異，像高再生能源電力占比的九州便有發展虛擬電廠的潛力。日方表示經濟規模的確影響虛擬電廠發

---

<sup>2</sup> 值得注意的是德國住家太陽能系統因監控與連線系統的成本較高，維持自用。

展，若相關技術的成本持續降低，將可容納更多小規模的分散式電力系統。

#### 四、氣候變遷與再生能源之政策與挑戰

##### (一)日方簡報

##### 1.日本氣候變遷政策之現狀與展望

日本在應對氣候變遷的議題上，除了有民間團體的自發性行動，日本政府於 1979 年起實施《節能法》(Energy Conservation Law)，現行政策工具包含補貼、躉購費率及碳稅等，尚未建立國內碳排放交易體系。在氣候政策方面，日本總體計畫一體適用，中央政府與地方政府有不同的措施與行動計畫。日本設定國家自定貢獻 (Nationally Determined Contribution, NDC) 為使 2030 年的碳排放較 2013 年降低 26%，為各部門設置減碳目標並每年檢視減碳成果。

透過列於「日本地球溫暖化對策計畫」的 200 多項措施，2017 財年日本多數部門減碳進度良好，僅在運輸部門及氟化氣體 (Fluorinated Gases) 減量方面需要採取更積極的行動。前者的減碳可由推廣電動車與燃料電池車達成，後者則須藉由加強氟化氣體回收系統改善。在電力部門的氣候政策方面，日本「能源供應結構高度化法」<sup>3</sup>設定 2030 年約有 56% 電力來自化石燃料，並以《節能法》促進全體火力發電效率達 44.3% 以上。

因應巴黎協定，日本於 2018 年 6 月設立「巴黎協定長期成長戰略議會」<sup>4</sup>，研析日本長期發展戰略，已於今 (2019) 年 4 月提出建議，預計於 6 月的 G20 部長會議發表。該議會建議日本儘速於 2050

---

<sup>3</sup> 日文為「エネルギー供給構造高度化法」，英譯為 Act on Sophisticated Methods of Energy Supply Structures。

<sup>4</sup> 日文為「パリ協定長期成長戰略懇談会」，英譯為 The Meeting on a Long-term Strategy under the Paris Agreement as Growth Strategy，成員包含業界與學界人士。

年實現低碳社會並完成 80% 溫室氣體減量，具體措施包含減少燃煤電廠的碳排放、降低零排碳氫能的生產成本與於 2030 年建立商業化碳捕捉科技等，並營造適宜創新、綠色融資及與國際商務與科研合作之政策架構。

## 2. 日本推動再生能源政策之現狀與挑戰

日本於《第 5 次能源基本計畫》設定以再生能源作為主要電力的目標，短中期內面臨的挑戰包含再生能源自立化、併網議題及建立儲能市場等 3 大項。在再生能源自立化方面，日本為降低民眾負擔，於 2016 年修改再生能源躉購費率制度，取消未執行的再生能源專案及對大型太陽能專案採行競標制。未來日本將研析日本與其他國家再生能源發展情況之差異（例如躉購價格制度、供應鏈、成本結構等），尋求降低日本再生能源成本之辦法。

在併網議題及建立儲能市場方面，目前日本再生能源電力的輸出受限於區域電網及地方電網，適合發展再生能源的區域不得不採取降載措施。為善用再生能源電力，日本成立「電力廣域運營推進機關」（Organization for Cross-regional Coordination of Transmission Operators, OCCTO）、研析跨區電網的間接拍賣制度（Implicit Auction）以及鼓勵使用儲能系統管理再生能源電力。日本具備電網級儲能與大規模太陽能發電廠的儲能之先導計畫，現今「搭配儲能的太陽能系統」之均化發電成本尚高於住宅零售電價，透過技術進步與成本降低，中期有機會與其他類型的電力競爭。

日本為實現低碳發展目標，重視離岸風電與氫能的發展，長期挑戰包含建立風力發電廠供應鏈、開發浮動式風機技術及構築國內外氫能供應鏈等。

### --雙方討論重點摘要

我方就「政府部門在能源與氣候議題的協作方式」、「針對氣候調

適的國家計畫」、「配合降載的再生能源廠商之財務補償方案」及「設置儲能系統的責任歸屬」等 4 項議題提出討論。

日方表示在政府部門協作方面，經產省及環境省各設有 1 個諮詢委員會，由這 2 個委員會共同開會，維繫各部會之溝通與對話；若這 2 個委員會無法達成共識，由內閣府進行協調；若牽涉國際事務，則外務省也會參與相關政策的決議。日本在氣候調適議題方面，日本 2018 年通過之《氣候變遷調適法》(Climate Change Adaptation Law) 為國家計畫，各地方政府亦規劃自身調適策略，未來日本可能發布有關氣候變遷調適之策略計畫或指南。在補償配合降載的再生能源廠商方面，日本僅補償降載超過一定程度或天數的廠商，現今正在新設不提供補助的基準。最後，因設置儲能系統會產生額外成本，現今由各廠商依自身應對電網限制的需求決定是否裝設，未來會再深入探討。

## (二)臺方簡報

### 1.臺灣氣候變遷政策與再生能源政策的展望與挑戰

2016 年我國總體溫室氣體排放中，約有 95% 為二氧化碳，主要來自能源部門與工業部門。我國為遏止溫室氣體排放導致的氣候變遷問題，2015 年通過「溫室氣體減量及管理法」，將國家長期減量目標入法，據此制定國家因應氣候變遷行動綱領及溫室氣體減量推動方案，以每 5 年為一期訂定階段管制目標與推動策略，分配各部門減量責任，由相關部會制定及執行相關行動計畫。2017 年我國已完成第一期階段管制目標，主要策略包括能源轉型、電業法改革、產業能效標準加嚴、住商新節電運動、低碳載具推廣等。

在再生能源政策方面，我國規劃於 2025 年將再生能源發電占比提升至 20%，裝置容量約為 27GW。2018 年底我國再生能源裝置容量達 6,260MW。為發展再生能源，我國設置躉購費率制及研擬太陽能與風能的推動計畫。我國太陽光電產業鏈完備，但推動上面臨土地管制法規限制、太陽光電設置經驗少、地主意願整合不易、民眾與環

保團體對生態景觀有疑慮等挑戰，未來應加強整合地主和開發業者、建立示範推動模式，加速經驗複製。在風力發展方面，臺灣西部海域為世界優良離岸風場之一，離岸式風力發電成為我國積極開發的重點，然現今面臨本土產業鏈建置、基礎設施建置、國內綠色金融體制等問題。整體而言，我國在氣候變遷政策與再生能源政策的挑戰包含：(1) 建立合理的能源價格、碳交易體系與綠稅；(2) 調整產業結構；(3) 能源供給低碳化；(4) 改善電網系統；以及(5) 整合土地資源，以最小化對環境與生態的衝擊等。

## 2. 台電公司再生能源進展

因應政府再生能源政策，台電公司於 2002 年起開發澎湖風力發電，其後陸續推動陸域風力發電 1 期至 4 期，另為大規模設置太陽光電系統，於 2008 年起執行光電 1 期計畫。截至 2018 年底，太陽光電共設置 16 處裝置容量為 18.2MW，陸域風力發電場 16 座裝置容量為 293.96MW。現階段進行的計畫包括太陽光電 2 至 4 期、風力 5 期、澎湖低碳島、離岸風力 1、2 期、綠島地熱試驗與小型再生能源計畫。另外，為配合政府非核家園的願景及 2025 年發電量占比為天然氣 50%、燃煤 30% 與再生能源 20% 之目標，台電公司將全力推動設置離岸及陸域風力、太陽光電和地熱發電，規劃於 2030 年再生能源裝置容量含水力達 441 萬瓩的目標；其中離岸風力約 141 萬瓩、太陽光電約 61 萬瓩、陸域風力約 43 萬瓩、地熱約 6 萬瓩及水力約 190 萬瓩。



## 圖 2 再生能源處林永川組長簡報「台電公司再生能源進展」

### --雙方討論重點摘要

雙方就「台電公司的再生能源與電網發展目標」、「地熱發展疑慮」及「非核家園時程」等 3 項議題進行討論。我方表示台電公司配合政府政策發展再生能源及推動電網建設，但希望有更長的執行時間，台電公司 2025 年至少 20%發電來自再生能源，並規劃以能快速啟動的天然氣機組、抽蓄水力電廠、電網布建及電網級儲能計畫等方式來調節再生能源電力的變動。在地熱方面，雖然韓國有地熱發電引起地震的案例，我國未有相關經驗，亦預期不會發生此情況。我國 2025 年非核家園的目標因公投的關係延後，現行法令將使臺灣在當年度自然成為零核電國家，後續發展取決於中央政府與地方政府對核能的態度與協調成果。

### 伍、天然氣與 LNG 情勢及臺日合作機會

#### (一)臺灣天然氣市場概況及臺日合作機會

我國天然氣供應約有 99%以上仰賴進口，歷年來以氣源多元化達成供氣穩定，採購合約則以中長約為主。目前於臺中與高雄各設有一座 LNG 接收站，合計規劃營運量為每年 1,650 萬噸。2018 年臺灣天然氣消費量為 1699 萬噸，約有 79.2%的天然氣用於電力部門，而工業部門的用氣量則是 2009 年的 3 倍（占 2018 年天然氣消費總量 13.5%）。為配合溫室氣體減量及空氣污染防制政策，我國研擬 2025 年天然氣發電占比將達 50%，整體天然氣需求將攀升，現已規劃多項強化天然氣穩定供應之具體政策措施因應，包括採購氣源多元化、擴增天然氣基礎設施及增訂安全存量等。

在擴增天然氣基礎建設方面，若現有天然氣接收站之新增與擴建工程得以如期完工，2025 年國內將有 5 座天然氣接收站分布於北中南地區，天然氣供應能力將達 2620 萬噸，預估可滿足該年度 2490 萬

噸之天然氣需求。在安全存量方面，我國增訂天然氣安全存量規範，於 2027 年儲槽容積天數將設定為 24 天（現為 15 天），安全存量天數為 14 天（現為 7 天）。我國持續鼓勵私人企業加入天然氣市場以提升市場效率，於 2025 年至少會有台電公司加入天然氣進口事業。另外，為鼓勵國內使用天然氣及克服地形對管線鋪設的限制，將運用 LNG 槽櫃(ISO tank)或 LNG 槽車等方式多元化天然氣供應。

未來臺灣與日本可在「確保天然氣供應」、「增加交易靈活性」及「建立可靠的 LNG 現貨價格指數」等 3 方面進行合作，評估在換貨、消除目的地條款及建立區域 LNG 交易中心等面向的行動方針，共同促進 LNG 市場交易彈性及緩解亞洲溢價的現象。

#### --雙方討論重點摘要

日方就「臺灣分割天然氣採購力量的理由」及「無目的地限制的合約之現狀」等 2 項議題提出討論。臺方表示開放天然氣進口事業的確會對中油公司的採購能力產生些許影響，主要目的為透過新廠商提升整體天然氣產業的效率。目前的協商結果是未來台電公司可為新設的天然氣發電廠自行採購天然氣，但既有天然氣電廠使用的天然氣需向中油採購。在無目的地條款的合約方面，臺方表示已知歐洲、美國與日本的大進口商有取得無目的地條款的合約。中油公司進口 LNG 全數用為國內所需，但近年亦藉由新議合約的洽談協商機會，向供應商爭取放寬目的地條款的限制。

#### (二)日本天然氣市場及日臺合作機會

日方研析全球 LNG 的需求主要由中國大陸帶動，預估 2035 年全球 LNG 需求達到 5 億噸。為穩定未來的氣體供應，現今需要即時投資。美國的 LNG 出口量可望於 2030 年起攀升至 1 億噸以上，但最佳運輸（Shipping Optimization）議題可能在 2020 年代浮現，另須設法紓解巴拿馬海峽的運輸能力限制。在 LNG 價格方面，近期日韓 LNG 標竿指數（Japan Korea Marker, JKM）來到歷史低點，若此趨勢持續，

可望吸引買方進入現貨市場。

日本天然氣情勢與臺灣相似，主要用於電力部門，自重啟核電與發展再生能源後，天然氣發電占比逐漸降低。因日本缺乏天然氣資源，歷年來以供給多元化、長約、海外投資及資源外交等方式確保天然氣供應，積極與國際的天然氣進出口商合作（如：舉辦 LNG 產消會議，LNG Producer-Consumer Conference），並鼓勵國內節約用氣、多元應用及開發替代燃料（目標於 2027 財年商業化開採沿海的甲烷水合物）。未來日本政府將擴大支援僅參與「建設天然氣液化站」及「投資或貸款予第三國天然氣專案」之日本企業。

現今日本境內有 35 座 LNG 接收站，有 23 個 LNG 進口商，203 家既有城市燃氣公司及 51 家天然氣零售市場新進公司。日本自 2017 年開放天然氣零售市場後，在關東與近畿地區有較多新廠商角逐市場。同時，彈性的 LNG 供給對日本進口商越來越重要。2017 年日本公平貿易委員會（Japan Fair Trade Commission, JFTC）公布有關 LNG 交易報告書後，日本新 LNG 合約中逐漸解除對目的地條款之限制，預期 2019 年中國大陸、日本和韓國約有 15% 天然氣合約將無目的地條款限制。日本經產省與歐盟自 2017 年 7 月起攜手合作建立流動、彈性及透明的天然氣市場，日本未來將與其他亞洲國家的競爭法主管機關合作。

在日臺天然氣合作方面，日方認為雙方可從需求面、供給面及市場流動性等 3 面向合作，透過企業與政府的力量，使 LNG 市場發展更健全。日臺產業合作項目可包含推廣有效率的天然氣使用、建構新興 LNG 進口國的需求、多元化供氣方式、共同投資氣田或液化站、建立彈性條款及優化運輸等；雙方政府則可針對「新興 LNG 進口國的需求建構」與「國內外上下游天然氣投資」等方面提供財務或外交上的協助，建立政府間合作以消除目的地限制條款。

--雙方討論重點摘要



臺方就「鬆綁目的地條款之影響」及「電力與天然氣零售市場自由化之正負面效應」及「天然氣進口商之穩定供氣義務」等 3 項議題提出討論。日方表示移除目的地條款不是解決所有 LNG 交易問題的萬靈丹，市場視供需情況調整價格，移除目的地條款將使天然氣交易變得容易，促進市場競爭，很有可能降低亞洲溢價的程度，進而減少不同區域間或國家間的價差。關於電力與天然氣零售市場自由化之正負面效應，日方表示供應商在自由市場中競爭自然有輸有贏，供給面尚未浮現重大負面效果，需求面則是終端消費者有更多選擇等好處。而在天然氣廠商之穩定供氣義務方面，日方表示自開始進口天然氣起，穩定供氣便是進口商的義務，他們主要靠合約確保供氣穩定，亦為此投資基礎建設及多元化天然氣供應，日本政府未設置相關法令。

## 閉幕式

雙方主席肯定本次會議臺日能源專家分享豐富的資訊、經驗與觀點，期盼有利後續推動更廣泛的臺日能源合作。日方主席表示除了既有的能源政策與 LNG 情資的交流，未來可增加有關長期能源政策、能源節約、核能等相關議題之討論，並探討在製氫、碳捕捉與應用等項目建立新的合作。在 LNG 合作方面，日方主席認為雙方值得持續就「建立亞洲液化天然氣市場」及「避免天然氣供給下降」等 2 個領域進行共同行動。



圖 3 第 15 屆臺日能源合作研討會我方與會人員

## 肆、參訪活動

日方於 2019 年 4 月 11 日第 15 屆臺日能源合作研討會的隔日，安排能源設施參訪活動，行程包含-東京草莓園、浮島太陽能發電廠及藤澤永續智慧城市。

### 一、東京草莓園

東京草莓園是由日本東京電力控股公司下之東京電力燃料及發電子公司運營，其利用橫濱火力發電廠的電業展示館改造，於 2018 年 4 月 29 日開幕運作。當年改造的緣由是 2011 年東日本大地震後，一連串的電力自由化措施，使電力市場競爭日趨白熱化，東京電力公司考量資產活化及多角化經營的重要，將棒球場的一角約 3,000 平方公尺改建成溫室，栽種日本人相當喜愛的草莓 2 萬株。

由於日本草莓盛產的季節僅在冬季及春季，夏季高溫並不適合草莓的種植生長，而東京草莓生態農場因隔鄰的橫濱火力發電廠可以直接供應電力，員工運用電業專業知識，為草莓園進行溫度與濕度等環境控制；如天花板有鋪設簾子配合溫度與濕度自動拉上或拉開，以及搭配 26 台空調設備作業(圖 4)，提供草莓最舒適的生長環境，其目的是挑戰全年度草莓的栽培與採收，據悉夏季時溫室栽培的草莓價格可達盛產時的 5、6 倍。

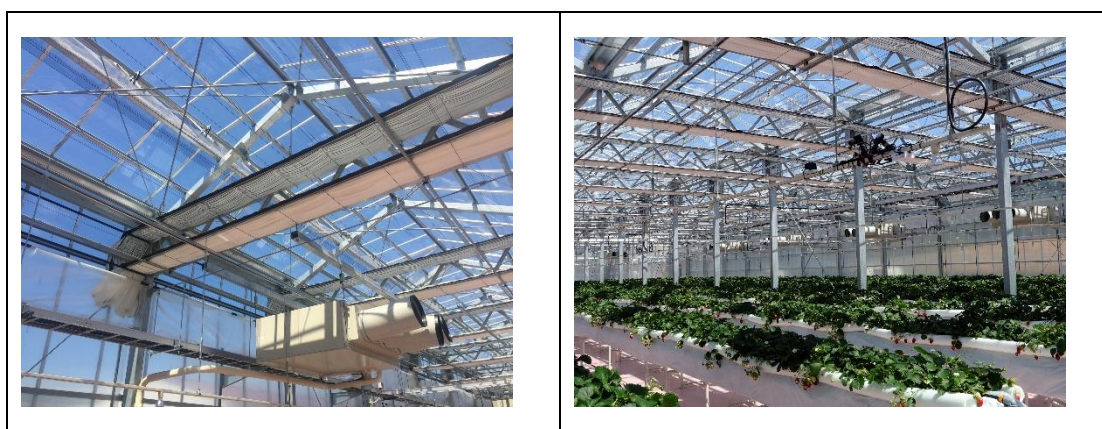


圖 4 溫室屋頂上的自動窗戶、窗簾(左)及空調設備(右)

東京草莓園採用水耕栽培，應用科技與電力調控制溫度、濕度，使全年 365 天都能採到新鮮草莓；水耕使用後的廢水並未丟棄，經過殺菌、補充肥料後再繼續使用，這就是號稱為「生態農場」的原因。草莓栽培需要陽光，因此溫室屋頂並不考慮鋪設太陽光電板，在日照不足時，亦需利用照明輔助。東京草莓園運營的主要目標是希望達到自給自足，並拓展發電事業本業外的收入；因此園區提供採草莓體驗，採預約及收費制。為提供良好的採果體驗，需審慎調控成熟草莓的數量與預約入園的人數。因此園區也正在開發人工智慧技術監測草莓生長狀況(圖 5)，以每人入園約食用 600 克的草莓為基準計算，將不同成熟度的草莓相關資訊進行統計分析，以決定營業當日的入園人數。不過，這項工作尚處實驗階段。相較於傳統農場的草莓年產量 20~30 噸/年，目前東京水耕草莓園僅約 10~12 噸/年。由於東京草莓園正式營運才一年，後續東京電力公司與負責草莓栽種的農民仍將努力共同克服與改善不足之處。



圖 5 (左)架設於高處的攝影機擷取草莓生長影像，(右)最左、最右 2 顆草莓的成熟度，約再經過 3 天、1 周後才可食用

另在整個園區的設施還有餐廳、烹飪教室、草莓實驗室及草莓製品販賣部，以「電與食」為主題，打造與客戶（用電戶）交流、區域共生的熱誠形象。

## 二、浮島太陽能發電廠

浮島太陽光電廠是由東京電力公司(TEPCO)與神奈川縣川崎市共同合作 2011 年 8 月開始營運，是日本第一座大型太陽光電發電廠(Mega Solar)；川崎市政府負責土地與宣傳工作，東京電力公司負責興建與運維工作。浮島太陽光電廠的最初發展理念是為了回應東京灣的填海規定，法律限制以垃圾焚化灰掩埋填海造地必需暫停建設，等待經過 20 年的雨水沖刷與淨化後才可作為建地使用；因此在該區並沒有高樓所產生的遮蔽，加上沿海地區陽光充足，川崎市政府和 TEPCO 便計畫善用此處土地來建置浮島太陽光電廠，詳細地理位置為神奈川縣川崎市川崎區浮島町，如圖 6 所示。浮島太陽光電廠參訪時現況如圖 7 所示。

浮島太陽能發電廠土地面積約為 11 公頃，總裝置容量為 7MW，由 37,926 片太陽光電模組組成，太陽光電廠產生的直流電經過逆變器轉換成交流電，再從 210V 升壓至 66,000V 後，併聯到東京電力公所屬電力系統中，系統概況如圖 8A、8B 所示。一般而言，為使太陽光電模組獲得最佳的發電量，傾斜角度會依系統所在地的緯度而異；例如北海道地區模組安裝傾角 40 度，宮古島傾斜 5 度，關東地區傾斜 30 度。但浮島太陽光電模組僅傾斜 10 度，主要是傾斜角度調低可以降低太陽光電模組受北邊海風風壓影響，基座的混凝土厚度外、中、內側皆不相同，也是考量耐風壓的不同；而浮島太陽光電陣列每個基座上僅安裝 6 片模組，主要是考量掩埋地的地層下陷風險，基座上太陽光電模組的傾角可易於調整。浮島太陽光電廠的設計是經過發電效率、發電成本、掩埋地特性等多方考量、規劃與鋪設，號稱首都地區最大規模的太陽光電發電廠；該光電站建置初期原預估年發電量約 7400MWh，但在併聯運轉後的首 2 年(2012~2013)，其年發電量約可達到 9,510MWh/年，2018 年度時總發電量約為 9,212MWh，如圖 8C 所示，皆高過設計時的預估值，由此可見該系統的建置以及運維皆有一定的水平，致使該電站在運轉 7 年後仍由相當好的發電量產出。而

本次參訪中發現該光電廠場址位於川崎工業區，鄰近又有資源回收處理廠，但太陽光電模組表面尚屬乾淨，經洽詢東電人員得知，該廠運營7年多來並未清洗過太陽光電模組，都是藉由雨水來自然清潔模組表面，由此可知東京灣區嚴格的環保管制標準，也讓浮島太陽能發電廠免於因空汙而減損其發電效能。



圖 6 浮島太陽光電廠位置

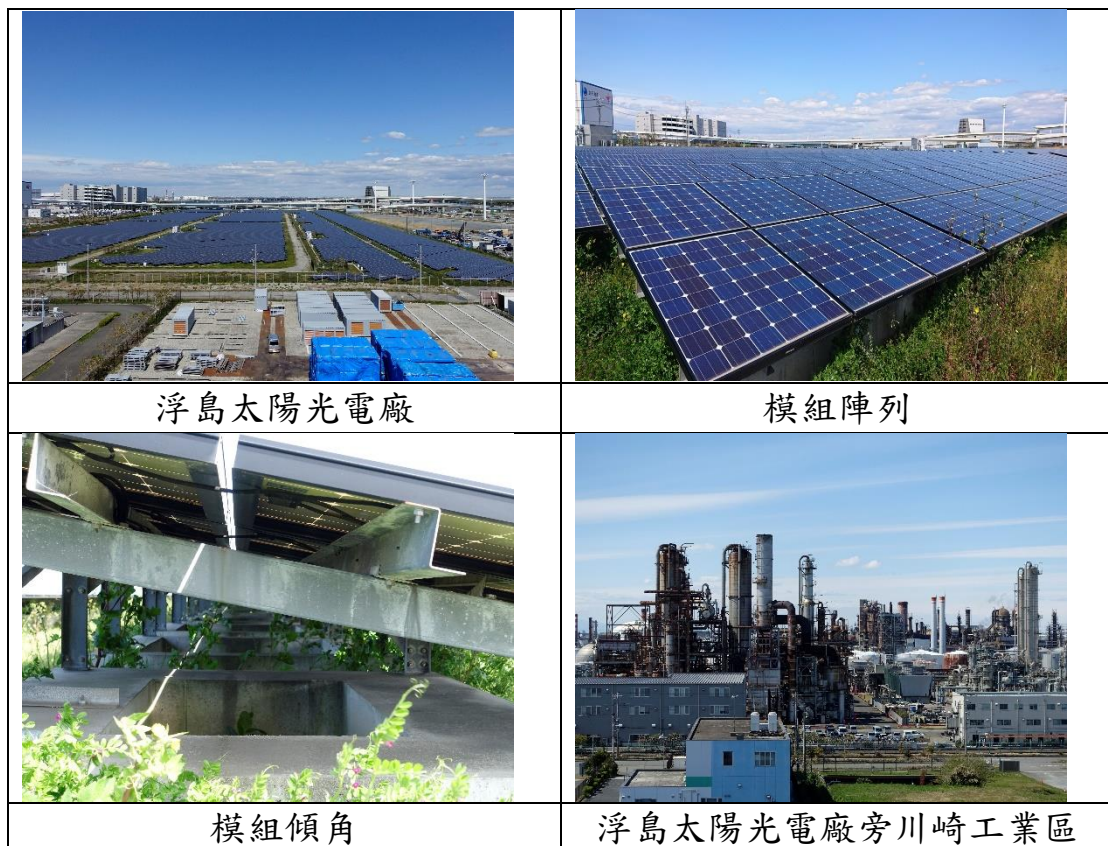
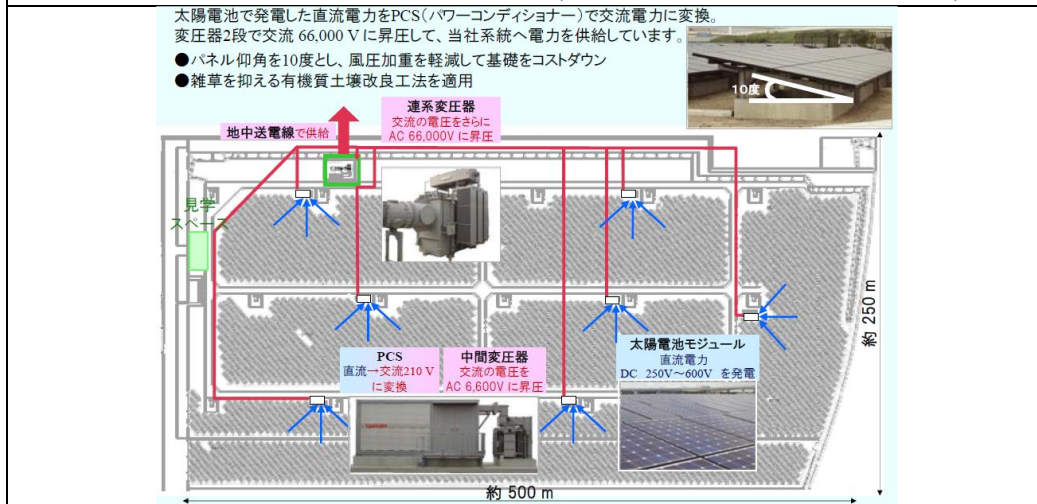


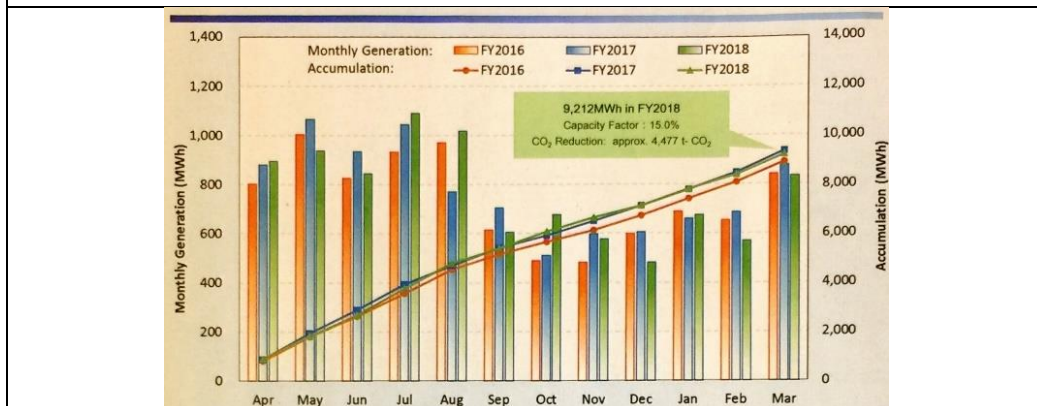
圖 7 浮島太陽光電廠現況

発電所名		浮島太陽光発電所	
所在地		神奈川県川崎市川崎区浮島町	
受注者		(株)東芝	
太陽電池	モジュールメーカー	シャープ(株)	
	種類	単結晶シリコン	
	最大電力	0.198 kW(198W)	
	設置枚数	37,926 枚	
PCS	メーカー	東芝三菱電機産業システム(株)	
	ユニット定格容量	250 kW	
	変換効率	97.50%	
	設置台数	28 ユニット(7 基)	
発電所	最大出力	7,000 kW	
	年間発電電力量 (実績)	当初推定 約	7,400 MWh
		平成23年度 約	5,340 MWh
		平成24年度 約	9,690 MWh
		平成25年度 約	9,510 MWh
累計 約	24,540 MWh		
年間CO <sub>2</sub> 排出削減量 (実績)	当初推定 約	3,100 t	
	平成23年度 約	2,480 t	
	平成24年度 約	5,090 t	
	平成25年度 約	5,040 t	
敷地面積	約 110,000 m <sup>2</sup> (川崎市所有) 東京ドーム面積 約47,000m <sup>2</sup> で算出 東京ドーム 2.3 個分		

### A. 太陽光発電システム元件組成概況(併聯時間 2011年8月10日)



### B. 太陽光発電システム配置概況



### C. 太陽光発電毎月発電量及年度総発電量(2016~2018)

圖 8 浮島太陽光発電システム概況

### 三、藤澤永續智慧城市

藤澤永續智慧城市是 Panasonic 公司利用在神奈川縣藤澤市的工廠舊址(約 19 公頃;相當於 4 顆東京巨蛋),與藤澤市政府共同合作,引進先進智慧化科技打造出 1,000 戶(透天厝 600 戶、公寓 400 戶)住家的造鎮計畫。本著「創造生活能量的社區」(日文「生きるエネルギーが生まれる街」)原則,從 2012 年 9 月動工,2016 年 9 月完工,總經費約 600 億日圓。藤澤市政府在都市計畫中,將「藤澤永續智慧城市」定位為「邁向低碳社會,打造環境共生型都市之社區」,所以在土地使用變更、公共設施整建方面,大力提供協助。

藤澤永續智慧城市的設計理念是以人為中心,從生活為起點,以 100 年願景之三代家庭居家生活為設計目標,實現“自我維持,共生能源管理”的永續智慧城市,結合最新智慧住宅與設施,提高能源效率以應對電力、環境和生活方式的變化,迎接未來新型態的能源生活;整過城市在風、光、熱、水等 4 個領域,引進創能、儲能與節能系統,整個社區 600 戶獨棟式智慧住宅與 400 戶集合式住宅,太陽能發電、家用蓄電池、家用燃料電池是家戶標準配備;公共空間則設有電動汽車及其充電設施、電動輔助自行車、太陽能停車場等生態循環區域,也有提供生態車/電動車共享服務(Smart Spot for car sharing) 提供電動汽車與自行車充電與租賃及共享服務;另有設置社區發展廣場(FujisawaSST SQUARE)、健康福利與教育設施(Wellness SQUARE)、商業設施(SHOAN T-SITE)、社區型太陽能發電系統(Community Solar)、社區委員會中心(Committee Center)、新一代物流中心(Next Delivery SQUARE)、活動公園(Active Park)、森林公園(Forest Park)與微風花園(Breeze Garden)等,如圖 9 所示。



圖9 藤澤永續智慧城市之重點建築/設施示意

整過智慧城市為因應未來環保節能之趨勢需求，且考量天然災害應變能力，在規劃時即以數字目標設定激勵居住民眾能協同達成環境、節能及抗災3項願景納入城市總體目標，如圖10所示，以實現「CO<sub>2</sub>減少70%」、「生活用水減少30%」、「再生能源消費占30%以上」的環境目標與能源目標。

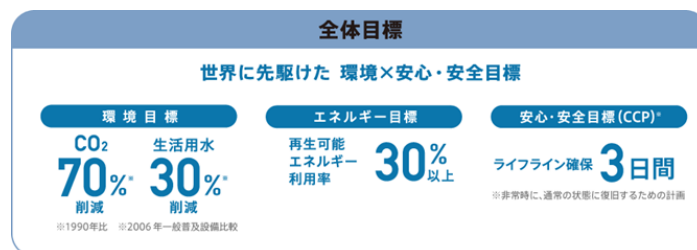


圖10 藤澤永續智慧城市之環境、節能及抗災願景目標

以環境目標來說，透過獨棟式智慧住宅、設施和公共區域導入太陽光電系統、蓄電池和節能設備，預計可達到二氧化碳減排70% (與1990年排碳量相比) 目標；透過導入節水產品與大量使用回收雨水，讓生活用水減少30% (與2006年通用設備使用比較)。以能源目標來說，透過在建築物屋頂與公共設施上裝設太陽光電系統，利用公共土地創造的能源，讓再生能源可提供了整個城市約30%以上的能源供應。以災害應變能力來說，有鑑於日本311地震災害經驗，本城市導入一個



名為社區連續性計畫(CCP)，該計畫主旨即緊急情況下恢復正常狀態的計畫，亦即創建一個可抵禦災害發生的城市，根據規劃目標，如發生類似於311大地震等級的災害，本城市透過日常生活用水、飲用水、食物與相關設施的支援，讓居民可維持3天安穩日常生活。

為能讓家戶能獲知前述2項環境與節能城市總體目標之達成率，激勵各家戶積極參與各目標達成，在各家戶智慧能源管理系統(Energy Management System, EMS)中提供同步查詢目前城市總體目標達成狀況之服務，如圖11所示。透過電視螢幕可即時顯示在城市中各重點場域之日/月/年之二氧化碳減排與再生能源使用率累計與即時資料，及各住宅區域之生活用水減量累計與即時資料。

<p>二氧化碳減排資訊</p>	
<p>再生能源使用率 資訊</p>	
<p>生活用水減量資訊</p>	

圖11 藤澤永續智慧城市之環境與節能目標之達成率資訊畫面

此外，城市的節能特點係結合“被動式設計”概念，將藤澤的光和風能引進到社區的街區角落，實現環保舒適的生活。其中，風的傳遞設計是將路邊的樹木和花園沿著“風路”設計，讓湘南海風可舒適於社區內街道吹送；光傳遞設計概念，是將居住宅間之間隔距離擴大為1.6 m或更大，實現住宅不阻擋陽光照射之設計理念。而住宅結構亦展示節能與創能之設計元素，住宅節能設計部分，源自於日本茅草屋頂古老智慧設計概念，利用建築物內空腔結構設計，讓住宅達到冬暖夏涼效果；住宅智慧創能部分，獨棟式智慧住宅結合EMS整合太陽光電發電、蓄電池儲能與家用燃料電池三大系統，提供各家戶每日之用電與供熱所需。同時，考量未來可能遭遇之應用情境，規劃一般/災害事故兩種不同情境之供電/熱架構，如圖12所示；在一般生活應用時，家戶透過太陽光電系統(同時對蓄電池儲能系統充電)與燃料電池系統供電，而供熱部分則利用回收燃料電池系統運轉過程所產生之餘熱。在災害事故發生時，則將前述三大系統將優先提供家戶日常必須設備，如：照明、電冰箱、電視與沐浴供暖等之穩定用電/供熱需求。



圖 12 獨棟式智能住宅與日常應用/應急備用電源系統概念圖

獨棟式智慧住宅的各項創能、儲能系統配置，分述如下：

### 1. 家用燃料電池系統

每戶獨棟式住宅所配置燃料電池系統屬於低溫質子交換膜

(PEMFC)燃料電池發電系統，為Panasonic公司所生產的ENE-FRAM熱水供應整合型燃料電池系統，系統電效率約39 % (LHV)，電/熱總效率為95 % (LHV)。整套系統整體外觀，如圖13示，左側部分為燃料電池系統本體，型號為NA-0717ARS-K，右側部分為熱水貯桶裝置，型號為NAIC1417A。燃料電池系統本體部分，使用管路天然氣(13 A)作為料源，料源壓力約1.0~2.5 kPa，額定發電量0.7 kW(系統供電操作範圍0.2~0.7 kW)，輸出電量規格為220 V單相三線式；在熱水貯桶裝置部分，貯水量為140 L，供水最高溫度60 °C，考量貯水溫度長時間或氣候寒冷時之供水溫度穩定，本裝置亦有電熱持溫/加熱功能，電力需求規格為100 V AC電源。



圖13 Panasonic ENE-FRAM 0.7 kW熱水供應整合型燃料電池系統

燃料電池系統除利用本體運轉之回收熱來提供熱水外，亦整合傳統式燃氣熱水器作為居家供暖或供熱水等熱需求。該節能型燃氣熱水器為林內公司(Rinnai)製造，型號為RFCH-E2406AW2-6，可選用13 A或12 A等級管路天然氣做為燃氣料源，因搭配燃料電池系統使用，目前選用13 A等級管路天然氣做為料源，熱水產量17.1 L/min，儲存熱水量1.9 L。另外為因應啟動或冬天雪季之管路解凍需求，則配置電力規格為110 V交流電力，一般短暫需求電力為215 kW，若為管路解

凍電力需求則增加至235 kW。

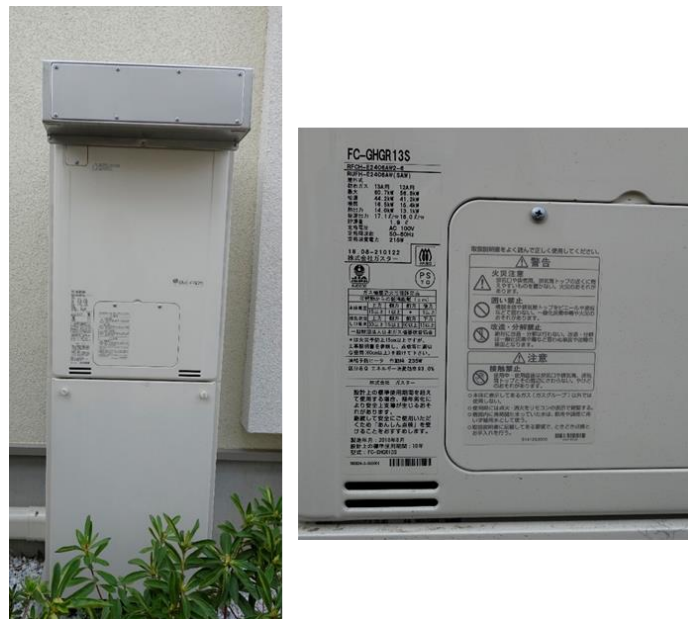


圖14 日本林內公司節能型燃氣熱水器

## 2. 家用蓄電池儲能系統與太陽能發電系統

每戶獨棟式住宅所配置蓄電池儲能系統，為Panasonic公司所生產蓄電量為5.6 kWh之儲能系統。整套系統分為室外電力調控主機(型號為LJP25532K)與室內蓄電池主機(型號為LJB1156)，如圖15所示。室外電力調控主機部分，由於該系統主要與太陽能發電系統(發電量為5 kW<sub>P</sub>)搭配進行發電量調節，當系統運轉時電力調控主機調控太陽光電系統，優先供電給住宅使用，多餘電力則貯存至儲能系統中；一般使用時，在直流側電力規格部分，太陽能發電系統可容許之直流輸入電壓為300 V(容許電壓操作範圍為70 V~420 V，最大可容許450 V)；而儲能系統直流充/放電電壓為93.6 V(容許充/放電之電壓操作範圍為88 V~107 V，最大可容許130 V)。另外，在交流側電力規格部分，若連接市電網供電，則輸出/入電力規格為202 V，採單相兩線式接線方式，發電量為5.5 kW；若連接其他系統自供電，可輸出電力規格有兩種，各為202±12 V與101±6 V，採單相三線式接線方式，發電量為2.0 kVA。在室內蓄電池主機部分內置5.6 kWh儲能電池組，考量電池耐候特性

將蓄電池本體設置在屋內，確保使用安全與壽命。



圖15 Panasonic公司家用蓄電池儲能系統

藤澤永續智慧城市定位為「邁向低碳社會，打造環境共生型都市之社區」，其目的是在未來透過地方政府與廠商合作，共同成功打造「永續智慧城市」模式，將擴展推廣至全球各地。

## 伍、日立公司參訪

日本日立公司與比利時Jan De Nul(JDN)公司聯合承攬本公司離岸風力發電第一期計畫示範風場新建工程，日立公司將提供21部5.2MW（合計109.2MW）的風機設計、製造及安裝之工作以及5年的保固維護合約；而本所目前正開發陸域風場風力發電出力預測系統，離岸風力發電未來亦將納入預測評估範圍，同時能源室亦將投入風機狀態性監控運維分析技術之評估研究；因此於次參加「臺日能源合作研討會」行程後，順道參訪位的日立公司電力事業部門，與該公司全球銷售營運部的佐野顯吾先生及再生能源發電營運部門的川島秀之主任技師針對風機運轉、維護及等相關技術進行交流。

本次參訪首先由佐野先生針對日立製作所整體事業進行簡介：

日立製作所（HITACHI）是8大電機製造商之一，總部位於東京丸之內，主要生產製造家用電器、電腦產品、半導體、產業機械等產品。2016年東原敏昭擔任社長兼CEO職位，以「價值主張」為核心對旗下子公司進行組織改革，使得巨大的組織更效率化，導入了「事業部市場制」以實現V字復甦。同時為更加接近顧客，進一步推動「事業部市場制」，採取「小業務大組織」的組織架構，同時也發佈了Lumada IoT核心平台，此平台整合多種操作技術(OT)與資訊技術(IT)，還結合了強大的資料協調、串流分析、內容情報、模擬模型與其他日立軟體技術，並採用開放式的自適型架構，簡化IoT解決方案的建置與客製化作業。Lumada平台為日立所有IoT解決方案的建置基礎，協助顧客的實際需求提供整合的解決方案。日立製作希望可以藉由「社會創新事業」，即通過電子技術的方式解決社會課題和用戶課題，來符合日本政府提出「社會5.0」的重要轉變，圖16，也就是日立戰略之上正從「轉化產品」的公司轉向成為一個「社會、用戶課題導向型」公司。



圖 16 日立製作所轉為社會、用戶導向型公司之企業目標

本次日立公司原安排至茨城工廠參訪，但後來因川島秀之主任技師當日中午需赴經產省參加會議，因此行程改於秋葉原進行針對風機運轉、維護及等相關技術進行交流討論：

由於日立製作所已於2019年初宣布退出風力發電機的生產業務，日立旗下子公司-Hitachi Power Solutions，將與德國風力發電機製造商-ENERCON GmbH合作，整合雙方在風力發電機的資源，並由ENERCON 生產風力發電機，日立提供數位技術服務，來擴大風力發電解決方案事業規模。日立公司的風機相關事業的重心將以運轉及保養維護 (O&M) 服務為主的企業解決方案。其風力發電機運維事業將透過運用該公司長期累積的IT、OT、數位技術的「Lumada」IoT 平台和 AI 技術，提供客戶最佳運維方案以維持系統運作的穩定性，並降低維護成本，讓設備發揮最大效能。

然而在與川島秀之主任技師討論的過程中，其說明目前該公司在陸上風機的狀態性診斷技術應用在軸承的故障診斷效果較佳，風機其他部件的應用仍未見明顯成效。因為工廠裡應用IoT物聯網，可從生產設備的感測器收集操作資訊並發現故障的跡象，如果檢測到超出正常值或異常行為的數據，則在即將發生故障時發出警報。但日立公司早期由單一風機收集到如風速、溫度、發電出力、齒輪箱和發電機的

振動等大量數據，因為風機的運轉受氣象因素的影響，風機上的負載條件並不是恆定的，不容易設定機組運轉操作的“正常值”範圍。但因日立公司本身曾為風機製造商，熟悉風機設計和製作技術，可由其風機製造經驗知識中得知異常數據和行為分析，並從量測數據中透過大數據訓練學習各種風況運轉資訊(專家知識)，建立每部風機正常運轉值，因此在即時操作條件中，可經由內部決策系統自動判斷異常數據，掌握故障關聯部件，並確定是否需要進行維修工作。

由於日立公司承接本公司離岸風電一期計畫示範風場21部5.2MW的風機工作以及5年的保固維護合約；未來在其運維服務的長期合約(Long Term Service Agreement, LTSA)中，主要工作內容將含括三大部分：

### 1. 大型組件故障維修服務

據NEDO的統計分析，風機大型關鍵組件的故障主要發生在齒輪箱、發電機、傳動軸、軸承、機艙等，如圖17所示，在所調查的4466部風機中有1709部風機曾進行關鍵組件的修護工作，其中有9%的維修機組其修護費用超出1000萬日圓，如圖17所示，而且造成長時間的停機，因此如何確保風機關鍵組件的安全可靠，是風場運營者最關心的議題。

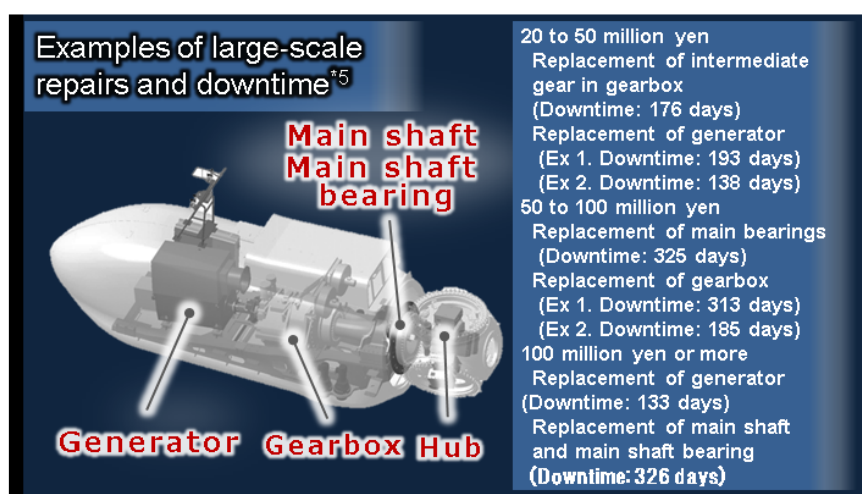


圖 17 風機關鍵組件故障維修費用及停機損失



## 2. 故障診斷分析服務

為降低關鍵組件故障導致長時間的停機，近年來風機的維護診斷技術已朝向透過設備的狀態訊號監控(Condition based maintenance)來進行運轉狀態的評估，進而做出預防性的維護管理決策。日立公司的重點即藉由風機SCADA上感測數據與正常值的偏差量化其異常程度，如圖18所示：

- 使用歷史SCADA數據診斷當前狀態
- 使用風機正常狀態及SCADA數據，針對其健康狀態進行診斷
- 根據專家決策系統診斷故障徵兆，進行最佳化維修時程檢修計劃
- 提前安排零組件和人員以進行維修，儘量減少停機時間

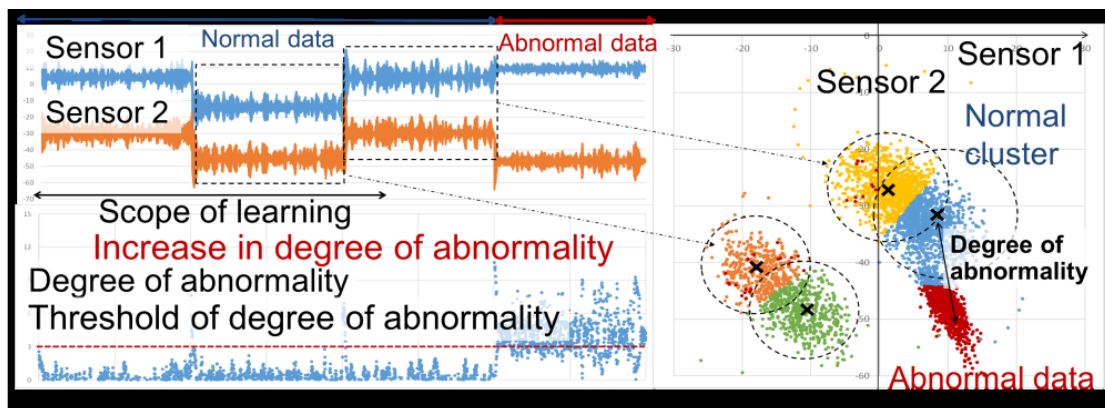


圖 18 智慧化故障診斷維護機制

## 3. 視覺化的監控維護系統

利用地理圖資顯示所有風場即時風況及運轉現況，各風場的運轉數據統計分析，包括風場停機一覽表(原因分析、各層級負責人員、維護廠商等) 資訊呈現，如圖19所示。

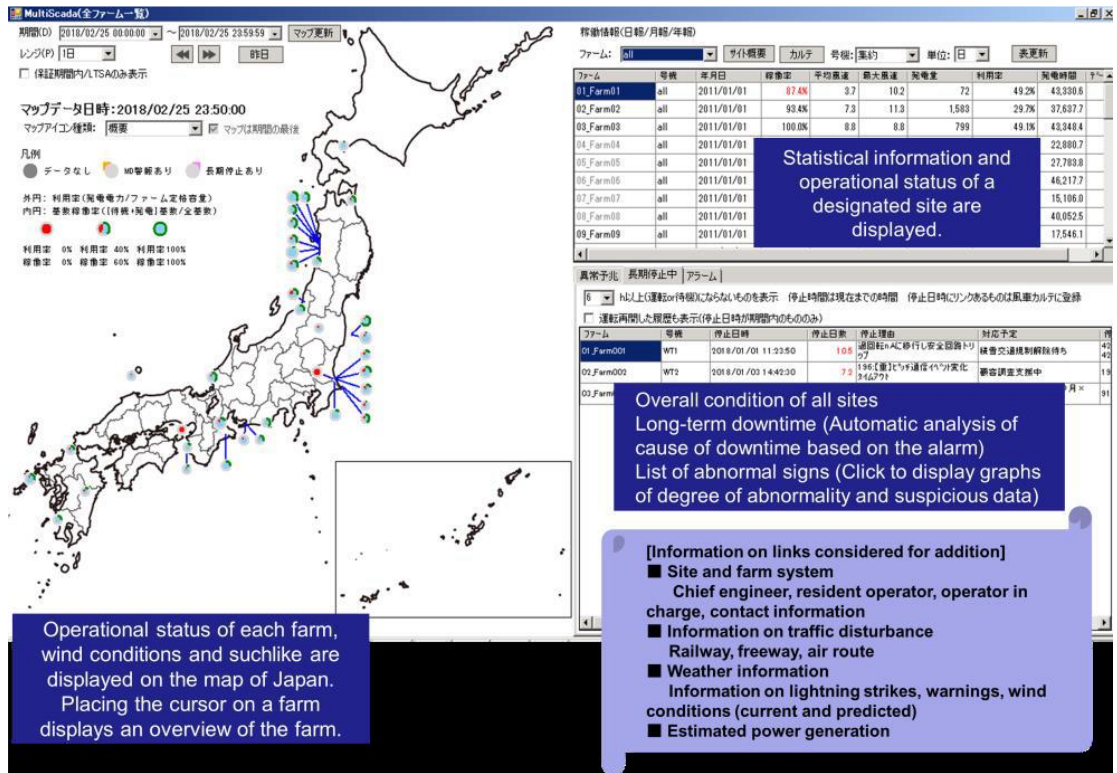


圖 19 視覺化的運維監控系統

## 陸、結論與建議

1. 台日能源合作研討會係台日雙方就共同關切之能源議題進行討論，歷屆研討會已成為雙方主要政策的對話平臺。本次會議台電公司奉能源局指示針對「電業在再生能源之發展」進行簡報，日方與會者對於「非核家園時程」、「台電再生能源發展目標」提出疑慮；惟本公司係配合政府2025年20%發電量來自再生能源的政策發展推動電網建設，規劃以能快速啟動的天然氣機組、抽蓄水力電廠、電網布建及電網級儲能計畫等方式來調節再生能源出力的變動。而2025年非核家園的目標因公投之故延後，但後續發展取決於中央政府與地方政府對核能的態度與協調成果。
2. 由於經濟部、能源局與各國(日、英、澳、德、法等)間皆有定期召開之雙邊合作研討會議，如討論議題涉及電業發展，本公司勢必被要求派員與會，建議人資處編定配合大部行程之相關出國計畫，以避免排擠各單位原已規劃之出國計畫。
3. 浮島太陽光電廠的參訪令人印象深刻的是其該光電廠的設計因地制宜，考量沿海地形風況、掩埋地特性及可能遭遇的風險，在規劃之時即強化模組支撐架的設計，因此在運轉7年多、歷經多次颱風，並未發生因風災導致模組破壞的問題；同時該光電站原本預估的平均日發電量為2.9KWh/KWp，在2018年度仍有3.6KWh/KWp，可見該系統的品質由建造、施工及模組都有一定的管控，以致在運轉7年多仍未有效率衰退的現象，實屬不易。在台灣的太陽光電系統除上述品質管控因素，還可能因空汙導致發電效能表現不佳。
4. 藤澤市政府在都市計畫中將藤澤永續智慧城市定位為「邁向低

碳社會，打造環境共生型都市之社區」，社區中每戶智慧住宅的創能設計都包含了太陽能發電、儲能系統與燃料電池三大系統，可提供各家戶每日之用電與供熱所需，目前雖仍未達到自給自足的需求，但可透過自家的能源管理系統，查詢整座社區的節能趨勢，以激勵全體住戶共同節能來達成環境願景目標。

5. 針對風機運維日立公司表示已有Long Term Service Agreement (LTSA) 的服務計畫，惟據了解本公司一期離岸風場所需的CMS系統，日立公司擬採用DNV-GL的服務內容；因此本次參訪僅就日立公司現有陸域風機的故障預防診斷技術經驗提出交流，依川島主任技師表示，CMS運用在風機軸承的預防診斷效果佳，但其他大型關鍵組件受制於風力等不同因素，運轉現場狀況多不易經由歸納出專家決策的診斷規則，因此未來該部分仍需持續投入研發；而本所目前也開始著手發展相關研究，後續希可透過離岸一期計畫與DNV-GL的服務內容進行交流學習，加速CMS技術系統引進，也可提前應用於本公司陸域風場之運維服務測試驗證。

## 參考資料

1. 川崎大規模太陽光發電所

<http://www.city.kawasaki.jp/300/page/0000021805.html>。

2. 浮島太陽光發電所

<http://www.tepco.co.jp/csr/renewable/megasolar/index-j.html>

3. 藤澤永續智慧城市網站，

<https://fujisawasst.com/JP/>。

4. 日立製作所網站，<http://www.hitachi.com/>。