

出國報告（出國類別：開會）

參加「第 15 屆日本東京國際氫能與燃料電池博覽會」

服務機關：台灣中油股份有限公司
綠能科技研究所

姓名職稱：張揚狀組長、周進益專案

派赴國家：日本

出國期間：108.02.24 ~ 108.03.01

報告日期：108.03.13

摘要

日本東京國際氫能與燃料電池博覽會(FC EXPO)為世界規模最大之國際專業氫能和燃料電池展覽會暨技術研討會之一，本屆吸引了全球 17 個國家與 1590 個產官學研單位參展(廠商、國家級研究室、學界、政府單位)，內容涵蓋氫能材料、熱電共生、燃料電池系統、產氫/儲氫及供氫、分析與評估等 5 個主題呈現，可了解氫能在發電與交通載具應用最新發展動態。本次除了參加國際氫能與燃料電池博覽會，同時實地參訪川崎重工氫能發電示範廠及福島再生能源研究所，掌握日本氫能發電最新發展及政策方向，可作為台灣或中油公司未來推廣氫能產業之參考依據。

關鍵字：氫能、燃料電池、產氫/儲氫及供氫

目次

摘要	-----	2
目次	-----	3
圖表目錄	-----	4
壹、 目的	-----	5
貳、 過程	-----	6
參、 具體成效	-----	7
肆、 心得與建議	-----	28
伍、 附件	-----	

附件一：川崎重工簡報資料

附件二：福島再生能源研究所簡報資料

附件三：Kyocera 公司簡報資料

圖目錄

圖 1、	參訪氫能發電示範廠	9
圖 2、	福島再生能源研究所內建置不同型態與廠家之太陽光電系統	10
圖 3、	福島再生能源研究所內建置之再生能源產電設施配置圖	11
圖 4、	智慧電網配置示意圖	11
圖 5、	氫氣應用之使用型態及其相同重量下之體積關係	12
圖 6、	甲基環己烷(MCH)生產工廠模型示意圖	13
圖 7、	參訪福島再生能源研究所	14
圖 8、	氫能基本戰略	16
圖 9、	日本電業自由化推動時程與產業發展	16
圖 10、	AISIN 公司的高溫型 SOFC 發電系統	17
圖 11、	Panasonic 公司 HEMS 能源管理系統	18
圖 12、	Toshiba 公司純氫型 PEMFC 發電系統(H2Rex)	19
圖 13、	Toshiba 公司 H2One™ 解決方案	20
圖 14、	福島氫能研究場域(FH2R)實證計畫示意圖	21
圖 15、	Toyota 公司 Marai 氫燃料電池汽車結構	22
圖 16、	Toyota 公司 Sora 氫燃料電池巴士	22
圖 17、	Honda 公司 Clarity 氫燃料電池汽車、可攜式外部電源轉換器及小型定置型加氫站(SHS)	23
圖 18、	Honda 公司相關產品型錄及規格	24
圖 19、	Iwatani 公司之小型定置型產氫裝置、加氫站與燃料電池叉車	25
圖 20、	Tatsuno 公司自行開發的加氫槍	26

表目錄

表 1、	參訪行程	6
表 2、	台灣燃料電池夥伴聯盟團員名單	7

壹、目的

日本東京國際氫能與燃料電池博覽會(FC EXPO)為世界規模最大之國際專業氫能和燃料電池展覽會暨技術研討會之一，本屆吸引了全球 17 個國家與 1590 個產官學研單位參展(廠商、國家級研究室、學界、政府單位)，參展包含：氫能材料、熱電共生、燃料電池系統、產氫儲氫及供氫、分析與評估等 5 大主題呈現。本次除了參加國際氫能與燃料電池博覽會，同時實地參訪川崎重工氫氣發電示範廠及福島再生能源研究所。川崎重工氫氣發電示範廠是全球首次引入氫能提供神戶市部分地區電力及熱能之實證計畫，初期發展以 20%的氫氣混和 80%的天然氣進行發電，可比傳統火力發電減少 20%以上的二氧化碳排放量。福島再生能源研究所包含智慧電網、氫能研究、風力研究、太陽光電研究、地熱及淺層地熱共六個研究組，於東日本大地震後 3 年內成立，其中福島氫能研究場域利用鄰近太陽能發電系統的電力，透過 1 MW 的氫氣製造裝置，一年最多可製造與供應 900 噸規模之氫氣。

擬透過參加本屆國際氫能與燃料電池博覽會，收集參展資料，並與展覽的廠商直接交流討論，同時實地參訪川崎重工氫能發電示範廠及福島再生能源研究所，以掌握目前全球最新氫能產業發展現況(涵蓋氫能發電與交通載具)，技術發展優勢/瓶頸，以及未來產業化發展趨勢，特別是與台灣地理環境與資源相似的日本，其在氫能發展及政策方向，都是值得台灣或中油公司未來推廣氫能產業之重要參考依據。

貳、過程

本次日本參訪行程如表一所述：

表 1、參訪行程

預定起迄日期	行 程	詳細工作內容
02/24 (日)	高雄→大阪 大阪→神戶	啟程。
02/25 (一)	參訪川崎重工 神戶→東京	參訪川崎重工於神戶港內之氫氣發電示範場 (移動日)
02/26 (二)	參訪福島再生能源研究所	參訪福島再生能源研究所
02/27 (三)	參加國際氫能與 燃料電池博覽會	參加世界最大之氫能展，了解國際產品與技術發展現況
02/28 (四)	參加國際氫能與 燃料電池博覽會	參加世界最大之氫能展，了解國際產品與技術發展現況
03/01 (五)	東京→高雄	返程。



參、具體成效

本次出國是參加台灣經濟研究院(簡稱台經院)舉辦的台灣燃料電池夥伴聯盟日本東京展及氫能產官學研拜訪行程，透過台經院統一安排，可參訪川崎重工氫能發電示範廠與福島再生能源研究所，實屬難得的參訪經驗，同時又能與國內關注氫能與燃料電池發展之產官學研夥伴相互交流，可以吸取不同面向之經驗與想法，參訪團員如表一所示。本次參訪內容說明如下：

表 2、台灣燃料電池夥伴聯盟團員名單

編號	姓名	單位	職稱
1	左峻德	台灣經濟研究院研究一所	所長
2	呂佳勳	台灣經濟研究院	副組長
3	林若蓁	台灣燃料電池夥伴聯盟 (台經院)	執行長
4	陳秉奇	台灣燃料電池夥伴聯盟 (台經院)	專案經理
5	黃穗鵬	桃園市政府經濟發展局	副局長
6	蔡麗端	工業技術研究院材化所	組長
7	王錫福	台北科技大學	校長
8	楊重光	台北科技大學	副校長
9	莊顯成	美國艾克朗大學	教授
10	張揚狀	台灣中油股份有限公司綠能所	組長
11	周進益	台灣中油股份有限公司綠能所	專案
12	陳嘉鴻	富堡能源股份有限公司	董事長
13	黃治文	錫力科技股份有限公司	總經理
14	楊承諭	光洋應用材料股份有限公司	課長

(一) 參訪川崎重工氫能發電示範廠

本次參訪位於日本神戶人工島區域的氫能發電示範廠，並由川崎重工的氫能計劃管理部 Mitsugu Ashikaga 副部長及技術顧問 Seiichiro Yamazaki 博士接待與說明。此氫能發電示範廠是全球第一座導入氫能作為燃料並提供鄰近區域電力與熱能使用之實證計畫，此計畫取得產業技術綜合開發機構(簡稱 NEDO, New Energy and Industrial Technology Development Organization)的支持及經費補助，並由大林組(Obayashi)負責建造，川崎重工(Kawasaki Heavy Industry, KHI)負責開發及操作，同時該計畫也得到神戶市政府、關西電力公司(KEPCO, Kansai Electric Power Co.)、關西電力株式會社(Kenes)、岩谷產業株式會社(Iwatani)的配合與支持。

此計畫自 2016 年規劃設計，2017 年建造，2018 年開始測試運作，投資金額約為 20 億日元。由川崎重工負責開發功率 1MW 之氫氣專用渦輪發電廠，同時也發展了相關的關鍵技術，例如：燃料噴嘴改善(避免回火)，NO_x 抑制技術，以及可彈性調整燃料(天然氣與氫氣)比例之燃燒技術。初期規劃以氫氣和天然氣 2：8 的比例混合後發電，因此可減少 20%的二氧化碳排放，待未來氫氣價格便宜，再逐漸提高燃料中氫氣的比例。2018 年 11 月之實證結果顯示，此氫能發電廠可提供約 1100 kW 的電力給鄰近的國際展示中心、港島運動中心、汙水處理廠及神戶市立醫院使用，另外還能提供約 2800 kW 的熱能作為港島運動中心溫水泳池及神戶市立醫院低壓蒸氣使用。

此外，川崎重工為呼應政府氫能社會之規劃，提出氫能供應鏈計畫(Hydrogen Energy Supply Chain Project, HESC)，原料是採用澳洲廉價豐富的褐煤，經由煤炭氣化與氫氣純化程序生產液態氫氣(溫度為零下 253°C)，再以特殊設計運輸船送回日本，其生產過程中所排放的二氧化碳則利用二氧化碳捕獲與封存技術 (Carbon Capture and Storage, CCS)存放於澳洲當地。參與計劃之公司尚有日本殼牌(Shell Japan)、日本電源開發公司(J POWER)、及岩谷產業株式會社(Iwatani)；該計畫現階段已交由「無 CO₂ 氫能供應鏈技術研究協會(HySTRA)」負責操作營運。

配合 2020 年世界奧運會在東京舉辦，日本政府想積極展現其氫能社會推動成果，

川崎重工也規劃 2020 年前在神戶港新建一個液態氫氣接收示範站，進行 HySTRA 技術之示範驗證，並規劃 2030 年能達到商業化規模，以擴大該公司在氫氣運輸、儲存、發電等設備之銷售。會後至現場參觀氫能發電示範廠，但因不能拍照，請參考附件一的氫能發電示範廠的配置圖(p.19)，目前現場置放一座液態氫氣儲槽，類似天然氣儲槽，可經由槽車運送。液態氫氣經汽化後可與天然氣混合，再進入氫氣專用渦輪機產生電力同時回收熱能。下圖則是本次參訪之合影照片，背景即是川崎重工開發的氫氣專用渦輪發電機，右前四、五分別是川崎重工的副部長與技術顧問。



圖 1、參訪氫能發電示範廠

(二) 參訪福島再生能源研究所

2/26 參訪位於福島縣郡山市的福島再生能源研究所(FREA)，由該所的 Masaru Nakaiwa 所長、Hirohide Furutani 副所長兼中心主任、Kasumi Yasukawa 副主任及 Michio Kondo 技術總監負責接待及說明。在經歷 2011 年東日本大地震後，日本政府在產業技術綜合研究所(AIST)規劃下，於 2014 年設立福島再生能源研究所，主要目的是發展再生能源技術，協助災區產業復甦及支援，以及培育相關產業人才。目前福

島再生能源研究所人員為 390 位，2017 年的研究預算 26.7 億日圓，其中約 40%是協助災區重建相關支出，約 60%才是研究經費，技術開發以產業應用為主，目前已技轉件數約 100 件，並有 18 件已達商轉銷售，例如：具高融雪機能之太陽光電系統...等。相關資訊可參閱附件二(福島再生能源研究所簡報資料)。

福島再生能源研究所之研究領域包含智慧電網、氫能研究、風力研究、太陽光電研究、地熱及淺層地熱共六個研究組，所內建有涵蓋不同型態與廠家之太陽光電系統共 500kW(見圖 2)，風力發電 300kW，以及其他產電設施，共計有 1MW 的設置容量(見圖 3)。其中氫能研究係利用 1MW 的再生能源設施所產生之電力，透過智慧電網之能源管理系統(見圖 4)，可提供所內用電需求，也可透過電解水技術製造氫氣，一年最多可製造與供應之氫氣達 900 噸。其中，福島再生能源研究所之氫能發技術發展與應用整理如下：

1. 氫氣使用型態

氫氣是一種熱值高且乾淨的能源，但因密度低及安全性考量，使氫氣的應用一直有所受限，圖 5 則顯示目前發展中幾種氫氣應用之使用型態及其相同重量下之體積關係。目前車用載具以壓縮氫氣為主，主流規格為 350 bar 與 700 bar 兩種，其體積約可縮小為原來的 200~300 倍，金屬儲氫(如 MgH_2)雖然單位體積儲氫量更高，但因金屬較重，使其單位重量之能量密度偏低，因此尚無法應用在車用載具上。

其他氫氣使用型態：液態氫氣、甲基環己烷(MCH, MethylCycloHexane)與氨氣(NH_3)，單位體積之能量密度可以更低，主要發展是作為氫氣輸儲，類似於目前的液化天然氣(LNG)的使用模式。例如川崎重工發展液態氫氣供應鏈技術(HySTRA)，可將氫氣體積縮小為原來的 800 倍，並規劃在神戶港建置液態氫氣接收示範站。而福島再生能源研究所則是投入氨氣的相關技術開發，包含：開發可低溫低壓下製造氨氣之優異觸媒，同時開發可直接利用氨氣燃燒發電之渦輪機，其技術瓶頸是需克服氨氣較難燃燒之特性，參訪時場域內已完成一套小型的氨氣燃燒發電設備，其開發模式與川崎重工的液態氫氣技術相似，但相關技術內涵以發展中為由，並不願透漏更多資訊。

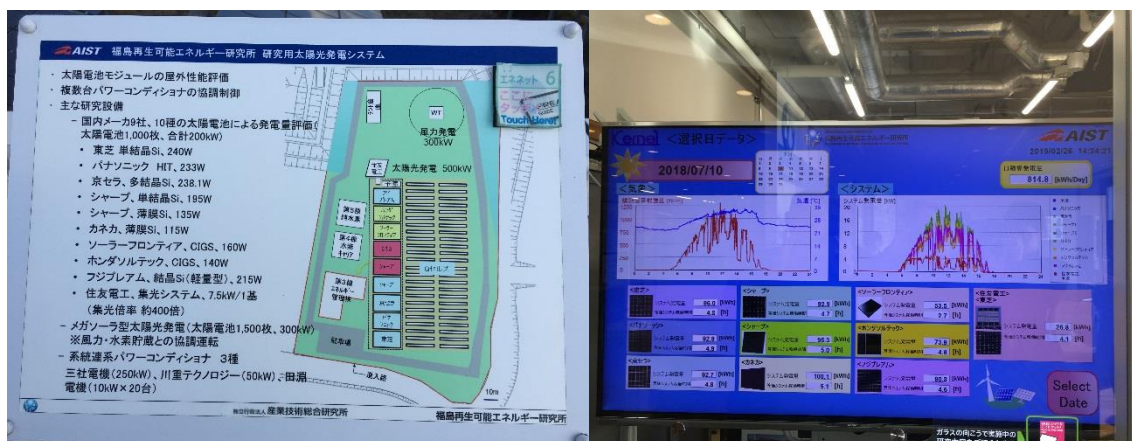


圖 2、不同型態與廠家之太陽光電系統

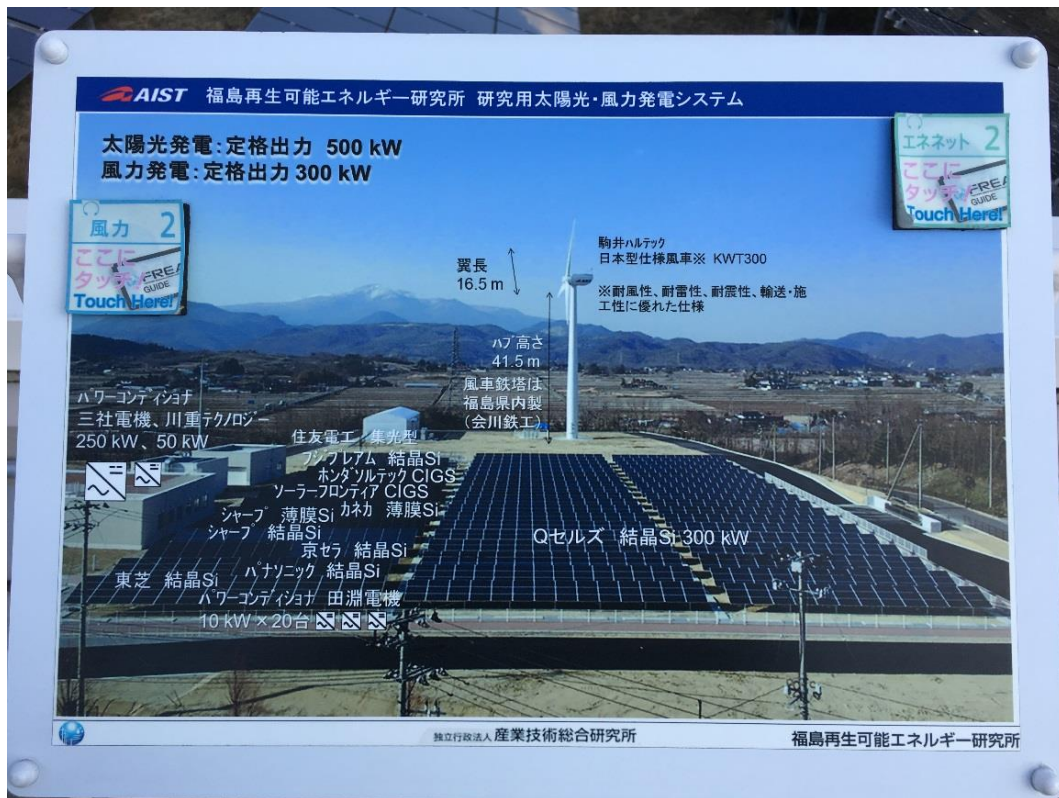


圖 3、福島再生可能エネルギー研究所内建置之再生可能エネルギー産電施設配置圖

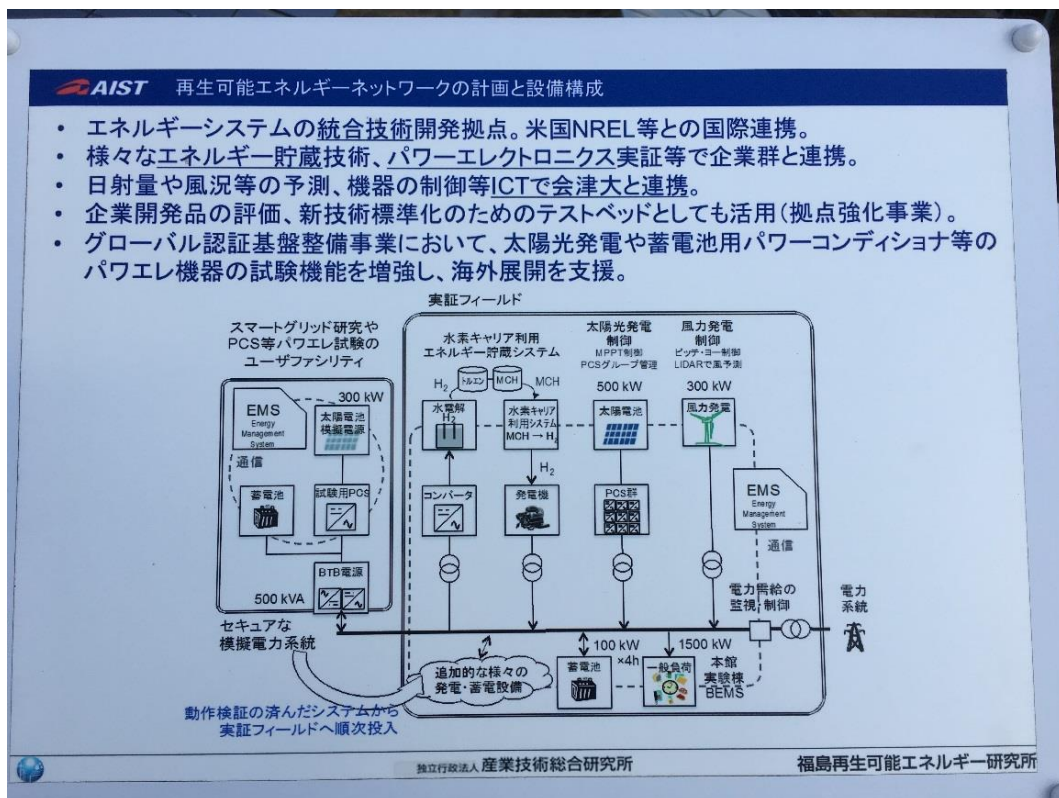


圖 4、智慧電網配置示意圖

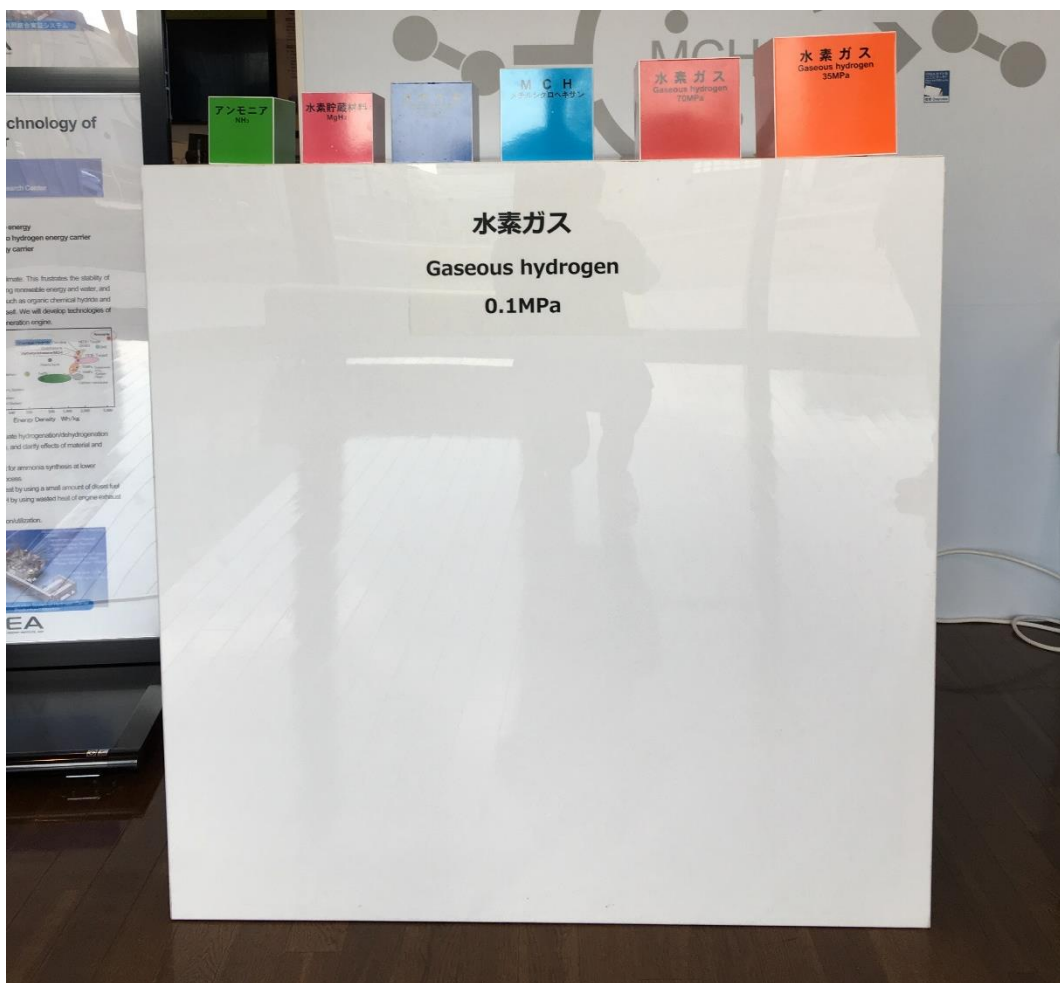


圖 5、氫氣應用之使用型態及其相同重量下之體積關係，體積由小到大依序是氨氣 (NH₃)、金屬儲氫(MgH₂)、液態氫氣、MCH、700bar H₂、350 bar H₂、1 bar H₂

2. 甲基環己烷(MCH) 氫氣供應鏈技術

福島再生能源研究所也有展示甲基環己烷(MCH)生產工廠模型示意圖(見圖 6)，此技術主要是由千代田公司(Chiyoda)所發展之「SPERA 液態氫」技術，係利

用不飽和的甲苯(toluene)與氫氣反應後，可生成飽和的甲基環己烷(MCH)，因此每莫爾的有機化合物可儲存 3 莫爾的氫氣量，其體積約可縮小為原來的 500 倍。因為甲基環己烷(MCH)在常溫常壓下就是一種穩定的液體，不需要特殊的設備，可沿用現有的化工基礎設施及輸儲設備，同時不會有氫氣爆炸的風險，安全性高。

此技術瓶頸主要是在甲基環己烷(MCH)的脫氫技術，而千代田公司則是成功開發新型觸媒以取出氫氣之技術，並於 2017 年由千代田、三菱商事、三井物產、日本郵船等 4 家公司共同設立「次世代氫能供應鏈技術研究協會(AHEAD, Advanced Hydrogen Energy Chain Association for Technology Development)」，著手展開世界首次的國際氫能供應鏈實證計畫，此項計畫也獲得新能源產業技術綜合開發機構(NEDO)支持與補助。計畫內容是以汶萊的天然氣為原料，經過重組產氫後，與甲苯反應生成 MCH，透過海上運輸到日本，於日本境內再將 MCH 脫氫轉化為甲苯與氫氣，氫氣則提供給川崎市臨海地區的東亞石油京濱製造所內之火電發電廠的燃料，初期實證計畫預估最大氫能供應量為 210 噸/年。此實證計畫預計在 2019 年前在汶萊建設氫化廠，以及在日本川崎市臨海地區建設脫氫工廠，並於 2020 年起將汶萊產製的氫能以常溫常壓的液體形態，在川崎市臨海地區的工廠將液態氫還原成氣體後，再進一步將氫氣供應給相關業者。(1,2)

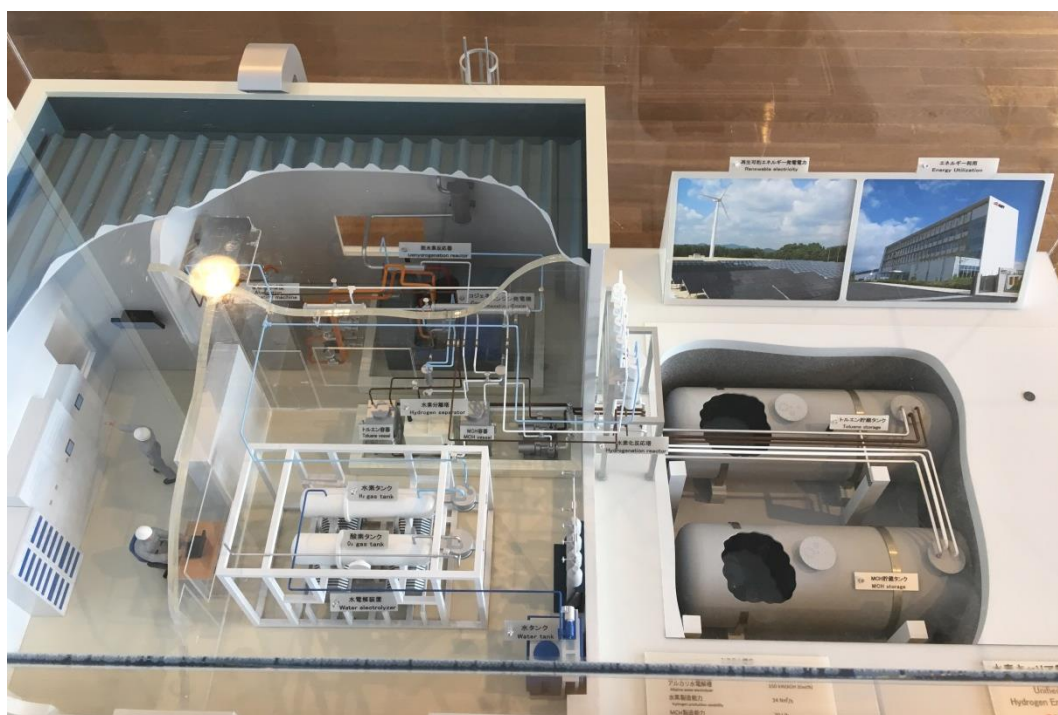


圖 6、甲基環己烷(MCH)生產工廠模型示意圖

3. 電解水產氫技術

福島再生能源研究所另一項發展技術則是利用再生能源電力，開發電解水產氫技術，目前效率約 80%，並且將電解水產氫、氫氣加壓及加氫設備整合在 40 呎貨櫃內，可做為移動式加氫站使用，目前也已完成相關設備進行示範驗證，請

參閱附件二之再生電力產氫之移動式加氫站(P.7)。

於參訪結束後也一起合影留念(見圖 7)，中間繫紅色領帶即為 Masaru Nakaiwa 所長，其右後方為 Michio Kondo 技術總監。



圖 7、參訪福島再生能源研究所

(三) 參加國際氫能與燃料電池博覽會(FC EXPO)

2/27~3/1 則參加日本東京國際氫能與燃料電池博覽會(International Hydrogen and Fuel Cell Expo, FC EXPO)，此盛會每年都會在東京 Big Sight 國際展覽會場舉辦，今年為第 15 屆，共有 17 個國家、1590 個產官學研單位參展(廠商、國家級研究室、學界、政府單位)，內容涵蓋氫能材料、熱電共生、燃料電池系統、產氫/儲氫及供氫、分析與評估等 5 個主題呈現，可了解氫能在發電與交通載具應用最新發展動態。展覽當週也被日本訂為 2019 世界智慧能源週(World Smart Energy Week 2019)，同期展出下列 8 項展覽：第 12 屆國際光伏發電展(12th International Photovoltaic Power Generation Expo)、第 10 屆光伏發電系統展(10th Photovoltaic Power Generation System Expo)、第 10 屆國際可充電電池展(10th Rechargeable Battery Expo, Battery JAPAN)、第 9 屆國際智慧電網展(9th International Smart Grid Expo)、第 7 屆國際風能展(7th

International Wind Energy Expo)、第 4 屆國際生質能展(4th International Biomass Expo)、第 3 屆火力發電展(3rd Thermal Power Expo)、第 1 屆資源再利用展(1st Resource Recycling Expo)。

本次國際氫能與燃料電池博覽會(FC EXPO)參觀行程，首站便是先參加由日本經濟產業省 Masana Ezawa 主任之專題演講：Roadmaps for the Hydrogen Society by Countries，介紹日本氫能社會之發展藍圖，氫能基本戰略如圖 8，並重點摘錄如下：

1. 建置經濟可行之氫能供應鏈：目前推動之實證計畫包含 HySTRA 液態氫氣供應鏈計畫、AHEAD 甲基環己烷(MCH)氫氣供應鏈計畫、以及再生能源併網之電解水產氫技術，相關技術內涵如前面章節所述。初期產氫成本約為 100 日圓/NM³，目標為 2030 年降至 30 日圓/NM³，2050 年再降至 20 日圓/NM³，期望能與液化天然氣(LNG)之成本相近(16 日圓/NM³)。
2. 定置型 EneFarm 燃料電池應用：主要產商為 Toshiba 與 Panasonic 開發之低溫型 PEMFC 發電系統，以及 AISIN 開發之高溫型 SOFC 發電系統。自 2009 年開始推動時，銷售量僅約 2500 台，單機售價高達 300 萬日圓，並給予高額補助以促進產業化發展；至 2018 年總銷售量已突破 25 萬台，低溫型 PEMFC 售價已降至 95 萬日圓，2019 年將不再補助，高溫型 SOFC 發電系統售價則降至 120 萬日圓，2019 年僅補助 12 萬日圓，目前已達成產業化發展目標，配合電業自由化之推動，預估 5~6 年內可回收成本，同時也帶動再生能源、儲能、IoT...等產業之發展(見圖 9)。
3. 加氫站推動及移動式氫能燃料電池車(FCV)應用：由於燃料電池車(FCV)銷售不如預期，加上最大競爭對手_電動車的販售數在日本逼近 10 萬台，促使豐田汽車、日產汽車、本田技研工業、JXTG 能源、出光興產、岩谷產業、東京瓦斯、東邦瓦斯、日本 Air Liquide、豐田通商及日本政策投資銀行等 11 家具代表性汽車及能源大廠於 2018 年共同設立「Japan H2 Mobility, LLC」(簡稱 JHyM)，目標是 2021 年前新設加氫站 80 座，以期推廣普及氫能燃料電池車。此計畫也獲的政府支持與補助，每座加氫站建置費用約 3.5 億日圓，其中約一半的費用由國家負擔，目前在日

本的加氫站已達 100 站，預計 2020 年增加到 160 站，2030 年目標則擴增到 900 站，加氫站建置費用降至到 2 億日圓左右。目前氫能燃料電池車的售價約 750 萬日圓，日本政府補助約 200 萬日圓，但電動車售價僅約 300 萬日圓，日本政府補助約 40 萬日圓，因此價格競爭上仍有一段差距。

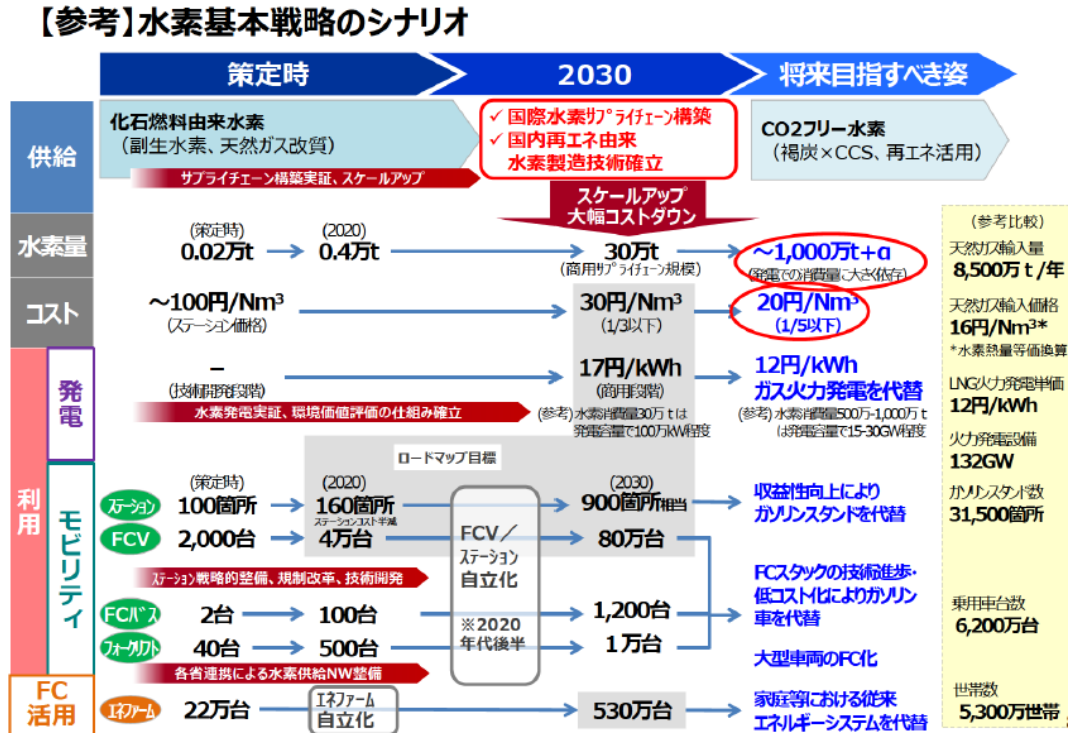


圖 8、氫能基本戦略



圖 9、日本電業自由化推動時程與產業發展

國際氫能與燃料電池博覽會(FC EXPO)之展場參觀彙整如下：

1. AISIN：

AISIN 公司主要開發高溫型 SOFC 發電系統，也是日本在家用燃料電池 EneFarm 推動下唯一發展高溫型 SOFC 發電系統的廠家。此套系統可 24 小時不間斷發電，發電功率可依需求調整(50W~700W)，且發電效率高達 52%，熱電整合效率為 87%。

圖 10 是會展現場擺放之 SOFC 發電系統，右方側邊則是其熱水儲槽。



圖 10、AISIN 公司的高溫型 SOFC 發電系統

2. Bloom Energy Japan (BEJ)

為美商 Bloom Energy (BE)在日本設立的公司，也是目前全球高溫型 SOFC 發電系統銷售量最多的廠商。於 2014 年即在 SOFT BANK 總部東京汐留大樓設置 200 kW SOFC 發電系統，2015 年又在大阪府中央批發市場則設置 1200 kW SOFC 發

電系統等實績，其平均發電系效率高達 56%，但不做熱水回收。

3. Panasonic

Panasonic 公司則是開發低溫型 PEMFC 發電系統，也是目前 EneFarm 家用燃料電池銷售最好的廠商，總銷售量已超過 13 萬台，市佔率超過五成；其系統發電效率為 40%，熱電整合效率高達 97%，為業界最高能源使用效率之設備，目前中油公司在台南前鋒示範站也擺放 2 台 Panasonic 的燃料電池系統進行場域驗證。此外會場也展示一台 5 kW 純氫型之 PEMFC 發電系統，其發電效率可提升至 55%~57%，預計 2021 年才會開始販售。

此外，Panasonic 也展示自家的電池模組與家用儲能系統，並可整合太陽光電系統、儲能系統、能源管理系統(EMS)與物聯網(IoT)，結合人工智慧(AI)，依據天氣預報及用戶平時用電模式進行預測與調控，幫助客戶減少用電量，節省電費開支(見圖 11)。



圖 11、Panasonic 公司 HEMS 能源管理系統

4. Toshiba

Toshiba 公司原本也是 EneFarm 家用燃料電池聯盟之一，主要提供低溫型 PEMFC 發電系統之廠商，但於 106 年即退出 EneFarm 市場，轉向純氫型 PEMFC 發電系統(H2Rex)，系統規格有 700W、3.5kW 及 100kW 三種，發電效率 50%~55%，熱電效率達 95%，並可依需求擴充至 MW 等級使用，在日本已有 100 台以上之實際案例(見圖 12)。但 Toshiba 在會場推廣的重點則為 H2One™ 的解決方案，其運作原理是透過再生能源所產生的電力，將水電解成氫氣，並透過特殊的合金結構來儲存氫氣；當需要用電時，再釋出氫氣並搭配燃料電池提供電力，並透過儲能系統的設置，優化再生能源的電力管理，可更有效率的實施用電監控和分配。因此，每座 H2One™ 系統都會結合太陽光電系統、水電解系統、氫氣儲藏槽、純氫型燃料電池、蓄電池及氫氣能源管理系統等設施(見圖 13)。



圖 12、Toshiba 公司純氫型 PEMFC 發電系統(H2Rex)

此外，日本經濟產業省(METI)推動下，集結產業技術綜合開發機構(NEDO)/福島再生能源研究所(FREA)、Toshiba(東芝)、Tohoku Electric Power(東北電力)、Iwatani(岩谷產業)、Asahi Kasei(旭化成)等公司在福島縣浪江町執行福島氫能研究場域(Fukushima Hydrogen Energy Research Field；FH2R)實證計畫，是全球最大規模 Power to Gas 實驗場域(見圖 14)。其電解產氫裝置額定輸入電力為 6MW，產氫量可達 1,200 Nm³/h，最大再生能源輸入電力為 10MW，產氫量達 2,000 Nm³/h，預計年產氫量達 900 噸。此實驗場域預計於 2019 年 10 月建置完成並開始運轉測試，2020 年 7 月完成實證運用，開始輸送氫氣。(3)

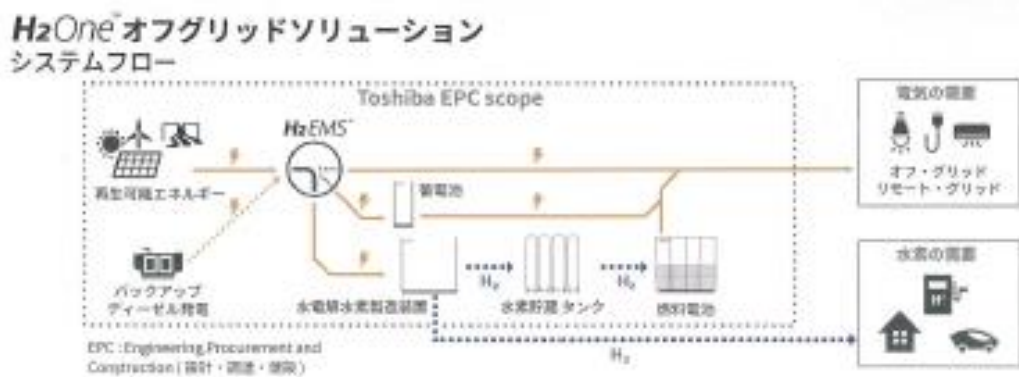


圖 13、Toshiba 公司 H2OneTM 解決方案

システム概要図

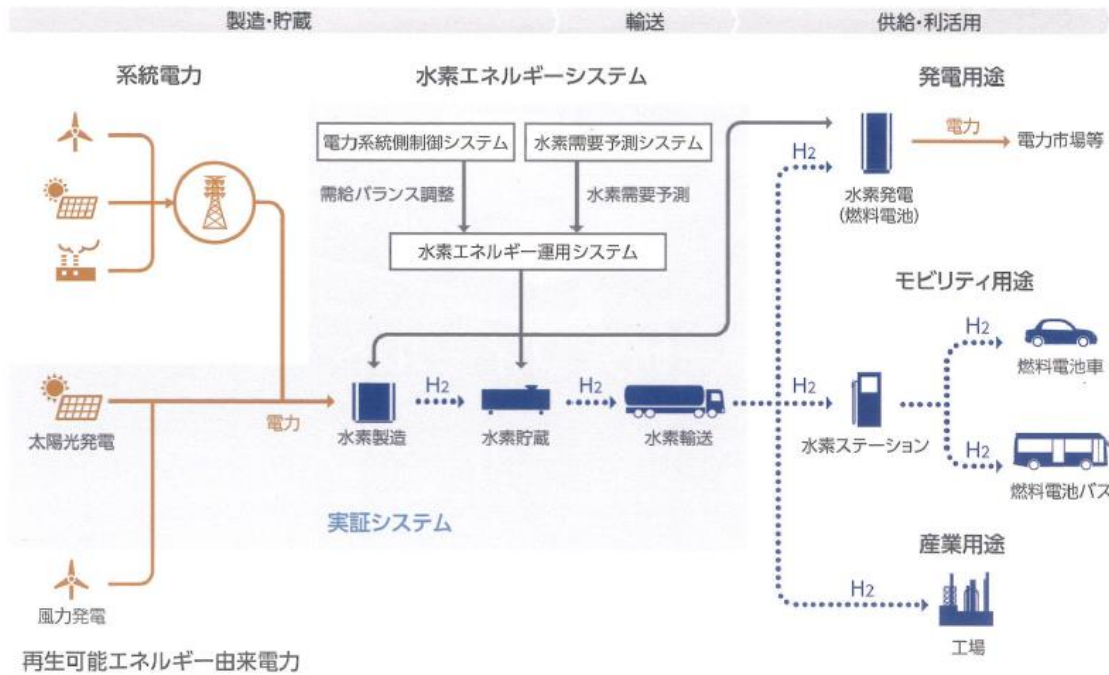


圖 14、福島氫能研究場域(FH2R)實證計畫示意圖

5. Toyota

Toyota 公司於會場展示 Marai 氫燃料電池汽車，馬達動力輸出最高可達 113 kW，搭載 2 個高壓氫氣罐(70 MPa、60 L，儲氫性能達 5.7 wt%)，最高速度 175km/h，航行距離達 700 公里，圖 15 為 Marai 氫燃料電池汽車的結構，包含氫燃料電池、動力控制單元、馬達、高壓儲氫罐等。此外，2018 年也開始販售 Sora 氫燃料電池巴士，於車頂搭載 10 個高壓氫氣罐，還可做為大容量外部電源供給，於災難發生時做為移動式發電機提供緊急備用電源(見圖 16)，Toyota 公司預計於 2020 年東京奧運時投入 100 台 Sora 氫燃料電池巴士。



圖 15、Toyota 公司 Marai 氫燃料電池汽車結構



圖 16、Toyota 公司 Sora 氫燃料電池巴士

6. Honda

Honda 公司於會場展示 Clarity 氫燃料電池汽車，馬達動力輸出最高可達 130 kW，搭載高壓氫氣罐(70 MPa、141 L)，航行距離達 750 公里；同時車輛旁展示可攜式外部電源轉換器(Power exporter)，可利用氫燃料電池車發電，於防災時提供用電需求。此外，展場另一項重點為小型定置型加氫站(SHS，Smart Hydrogen Station)，主要也是透過電解水產氫後加壓至 70MPa 以上，每天產氫量 2.5 kg，最大儲藏量 15 kg，可直接提供氫燃料電池車充氫使用。圖 17 為會場展示之 Clarity 氫燃料電池汽車、可攜式外部電源轉換器及小型定置型加氫站(SHS)，圖 18 為相關產品型錄之規格。

7. Iwatani

Iwatani 公司於會場展示小型定置型產氫裝置、加氫站與燃料電池叉車，供氫壓力為 35 MPa (見圖 19)。Iwatani 是氫氣的主要供應商，目前全日本 100 座加氫站的氫氣有 70%是由該公司提供，其中 28 座加氫站也是 Iwatani 負責建置，同時也是日本推動氫能供應鏈主要開發廠商，例如：HySTRA 液態氫氣供應鏈計畫，福島氫能研究場域(FH2R)實證計畫，以及 JHyM 加氫站建置推動聯盟等。



圖 17、Clarity 氫燃料電池汽車、可攜式外部電源轉換器及小型定置型加氫站(SHS)

誰もが、簡単に水素社会にアクセスできる、スマート水素ステーション。



スマート水素ステーション(SHS)70MPa 主要諸元

SHS本体サイズ	□2250×W3700×H2570mm
Power Creator	高圧水電解システム
水素製造量	2.5kg/日
充填圧力 [※] (製造圧力)	70MPa(82MPa)
水素純度	99.97%以上(ISO 14687-2に準拠)
水素充填プロトコル	JPEC S0003 T-20 2014
貯蔵量	約15kg @15℃
ユーティリティ	AC200V(三相3線式) / 水道水

※ 充填圧力は条件により変動します。

「つくる」
エネルギーの地産地消を推進。Honda独自の
Power Creator(高圧水電解システム) 最新パッケージ型水素ステーション。



「つくる」「つかう」「つながる」で、
CO₂フリーの水素社会を現実に。

「つかう」
究極のクリーン性能。
水しか出さない燃料電池自動車。



「つながる」
クラリティ FUEL CELLに可搬型外部給電器
[Power Exporter 9000]をつなげば、走る電源に。



SHS関連製品



燃料電池自動車
**CLARITY
FUEL CELL**

燃料電池スタック	103kW
電動機(モーター)	130kW
乗車定員	5名



V2L対応 可搬型外部給電器
POWER EXPORTER 9000

定格出力	9kVA
定格出力電圧 /周波数	AC 100・200V(単相3線式) 50Hz / 60Hz(切替式)
出力端子	100V×6口 / 200V×1口



V2H対応 DC 幹線充電器
Power Manager

電源部: 定格電圧/周波数	AC 200V(単相3線式) . 50Hz / 60Hz
充放電部: 定格出力	5.5kW

圖 18、Honda 公司相關產品型錄及規格

H₂ 燃料電池フォークリフト用 水素充填装置

燃料電池フォークリフトに充填できる再生可能エネルギー対応パッケージ



水素プースター
水素発生装置に接続し、高圧化・高圧化後の冷却・高圧化後の冷却

水素発生装置
水素発生装置、高圧化装置、高圧化後の冷却装置、高圧化後の冷却装置

特徴

- コンパクトなパッケージ化を実現
- ノズルを接続してボタンを押すだけで、自動充満
- 自動化により安全で扱いやすい製品設計
- 太陽光、風力などの再生可能エネルギーに対応

高圧責任務
高圧化装置、高圧化後の冷却装置、高圧化後の冷却装置

コソオリ流路設計
高圧化装置、高圧化後の冷却装置、高圧化後の冷却装置

H メインシステムフロー

H パッケージスペック(モデル30/モデル100)

サイズ	W3,500 × D2,000 × H2,200mm (本体パッケージ)	水素貯蔵量	10Kg
水素製造能力	30Nm ³ /Day未満 / 100Nm ³ /Day未満 (EPA100)	消費電力	約25kW (EPA100)

Iwatani

圖 19、Iwatani 公司之小型定置型產氫裝置、加氫站與燃料電池叉車

8. Mitsubishi

Mitsubishi 公司則是另一家氫氣的主要供應商，主要技術為天然氣重組產氫，其 HyCeia 系列商品可提供 50~1000 Nm³/h 產氫能力，最大壓力僅有 7 bar，目前則透過三菱商事參與 AHEAD 甲基環己烷(MCH)氫氣供應鏈計畫。

9. 加氫機廠商

德國 WEH 公司是全球連接與燃料充裝產品的領先製造廠商，主要提供 350bar 與 700bar 加氣槍與加氫槍設備，初期日本加氫機大都採用 WEH 設備，近年來則導入日本國內廠商自行開發製作，如 Tatsuno 公司自行開發的加氫槍 HYDROGEN NX(見圖 20)，此加氫機對應 82 MPa 的高壓填充和 -40°C 的預冷卻，搭上新型 Bronkhorst 質量流量計、全新 Tatsuno 加氫槍，以及先進的終端支付，且相容於最新的國際標準灌裝協議，目前已在日本獲得廣泛使用。



圖 20、Tatsuno 公司自行開發的加氫槍

10. 儲氫罐廠商

目前 Toyota 的 Marai 氫燃料電池汽車是搭載自行開發之儲氫罐，但只自用不外賣，因此提供了市場機會，會場中也有數家廠商展示儲氫罐相關產品，如：美商 FIBA (在台灣有分公司進行生產製造)、韓國 ILJIN、大陸中材科技...等。

本次參訪行程也順道安排與 Kyocera 公司進行交流，並請台灣燃料電池夥伴聯盟陳秉奇先生協助翻譯。Kyocera 公司與會者為 SOFC 事業部 Chougorou Onimaru 部長及市場部 Kouji Miyauchi 部長，並針對其 SOFC 產品進行簡要說明，請參閱廠商提供之簡報(見附件)。Kyocera 在燃料電池領域已有 30 年以上研發經驗，目前 AISIN 在日本 EneFarm 家用燃料電池系統皆是使用 Kyocera 的電池堆，於 2017 年 EneFarm 家用燃料電池市佔比達 49%，預估 2018 年市佔比超過五成(約 53%左右)；同時也發展 3kW 商業用燃料電池系統，迄今已銷售 50 台以上，主要買家皆是瓦斯公司。Kyocera 所開發之高溫型 SOFC 燃料電池系統的發電效率達 52%，熱電總合效率 90%，產品壽命 9

萬小時(約 10 年)，設備維護費用約 2~3 日圓/kWh，以 700W EneFarm 家用燃料電池系統估算，每年維護費用約 1.2 萬~1.8 萬日圓之間。

本次會談我方也簡介中油公司相關業務，其中天然氣業務目前在台灣是獨家供應，同時配合國家政策，正嘗試進行將現行加油站轉型成智慧綠能加油站，並在台南前鋒示範站也有導入 Panasonic 的 EneFarm 家用燃料電池系統，因此也希望與 Kyocera 公司能有進一步的合作關係，引進其產品在台灣進行場域驗證。但依目前 Kyocera 事業規劃，未來 5 年將先鞏固日本市場為優先，暫無向海外發展之計畫，因此已被回絕，但仍會持續維持聯繫，以隨時掌握日本氫能與燃料電池發展情況。

肆、心得與建議

- (一) 日本東京 Big Sight 每年舉辦之世界智慧能源週(World Smart Energy Week)規模都相當盛大，幾乎可一次掌握全球智慧能源產業發展脈動，涵蓋太陽能、風能、生質能、儲能、智慧電網及資源再利用等領域。
- (二) 日本計畫推動與產業發展都看得相當長遠，例如：產業技術綜合開發機構(NEDO)自 1980 年先補助學研單位計畫，開始投入燃料電池技術與氫能應用技術的相關研發，至 1990 年代後期則開始整合業界參與相關計畫，並於 2009 年實現 EneFarm 家用燃料電池產品銷售，迄今幾乎不需政府補貼已能進行商業化營運。
- (三) 日本氫能社會發展藍圖，政府都會訂定明確的目標與方向，同時透過產官學研競合之方式，及政策推動與經費補貼，以逐步達成技術產業化之成果與實現氫能社會之發展願景。
- (四) 目前日本氫能社會發展藍圖之主軸有三點：(1)推動經濟可行之氫能供應鏈體系；(2)定置型氫能產電應用，包含家用型 EneFarm 燃料電池系統與氫能發電廠；(3)加氫站建置及移動式氫能燃料電池車(FCV)推廣應用。
- (五) 日本氫能發展會以重點可行且多元模式架構下推行，當技術已至成熟時，會由廠商來主導相關計畫之推動，例如：HySTRA 與 AHEAD 氫能供應鏈體系是由不同廠商聯盟提案執行之實證計畫；JHyM 加氫站推動計畫也是由產業界籌組聯盟來執行，並透過政府的經費補助，以實現政府氫能社會發展藍圖之目標。
- (六) 先進國家都會訂定明確且長程(30 年以上)的發展目標，政策目標雖會微調但會延續，因此有利國內業界投入長期研發，自然會帶動產業鏈的發展與成形。

參考文獻：

1. 李守仁、白立文，日本儲能技術新進展，材料世界網，2014。
2. <https://www.materialsnet.com.tw/DocView.aspx?id=25500>。
3. https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101007.html。