

出國報告(出國類別：開會)

參觀豐田氫能車大阪展示中心、拜
訪大阪瓦斯公司以及參加日本 2017
年世界智慧能源週－國際氫氣與燃
料電池博覽會出國報告

服務機關：台灣中油股份有限公司
姓名職稱：鄭益昌 組長、王品喆 企劃控制師
派赴國家：日本
出國期間：106 年 9 月 18 日~9 月 22 日
報告日期：106 年 10 月 11 日

摘要

本次行程參觀 2017 年日本大阪國際氫氣與燃料電池展，主辦單位邀集多家氫氣製造生產、儲存供應、相關儀器設備廠商以及燃料電池業者參展，並開設多場座談，請產官學界人士發表專題演講，旨在推廣氫氣與燃料電池各個領域廣泛運用。

此外安排與日本大阪瓦斯公司交流，瞭解日本油氣產業在氫能市場所扮演角色與發展走向，大阪瓦斯本身設有加氫示範站，趁此觀察日本加氫站經營型態及運作全貌、並發掘未來發展可行性。

另至日本豐田汽車公司大阪展示中心安排參觀 Toyota Mirai 氫能燃料電池車，Toyota Mirai 係全球首款商業化量產之氫能燃料電池車種，參觀豐田氫能燃料電池車大阪展示中心，藉以瞭解日本氫能燃料電池車最新市況。

此行參訪主要目的係瞭解日本氫能產業發展趨勢、氫氣與燃料電池運用推展現況，以及日本油氣公司和汽車業者對相關產業發展策略，提升對氫能與燃料電池運具市場發展方向之認識。

氫能燃料電池車操作方式與傳統內燃機車輛相差無幾，但其發展現況亦如純電池電動車一般，皆有製造成本過高、基礎建設普及率過低的問題，而目前不管是在市場規模或是業界所投入資源，氫能燃料電池車相較純電池電動車尚有一段距離，惟目前兩方陣營誰能勝出尚屬未定，且不論日後誰成為主流，都會影響本公司加油站業務經營，藉此行觀察日本氫能利用產業發展趨勢，以作為本公司未來擬定相關計畫之參考。

目次

壹、目的.....	1
貳、過程.....	2
參、具體成效	5
一、 大阪瓦斯參訪.....	5
二、 大阪國際氫氣與燃料電池展.....	12
三、 豐田 Mirai 氫能燃料電池車大阪展示中心.....	19
肆、心得及建議	23

壹、目的

此行參訪目的係觀察日本氫能產業發展趨勢以及氫氣與燃料電池運用推展現況，藉此瞭解氫能與燃料電池運具市場發展方向。期間於 2017 年 9 月 19 日安排至大阪瓦斯(Osaka Gas)拜訪，參觀大阪瓦斯加氫示範站，得以觀察日本油氣產業經營氫能燃料電池運具現狀。另委請日本大阪瓦斯公司協助聯繫，至豐田氫能燃料電池車大阪展示中心參觀以瞭解氫能燃料電池車市況。

另安排參觀第二屆大阪國際氫氣與燃料電池展(2nd Int' l Hydrogen & Fuel Cell Expo Osaka)，該展期訂於 2017 年 9 月 20 至 22 日，大會安排多家氫氣製造生產、儲存供應、相關儀器設備廠商以及燃料電池業者參展，旨在推廣氫氣與燃料電池不同領域運用。出席本會藉以瞭解日本氫能產業發展趨勢，並與專業人士交換意見、蒐集最新市場資訊。

希冀本次參訪能多方瞭解日本現今氫能產業及氫能燃料電池車發展現況，以作為本公司未來擬定相關計畫之參考。

貳、過程

本次出國計畫行程主要係拜訪日本大阪瓦斯公司，參加日本 2017 年世界智慧能源週(World Smart Energy Week 2017)舉行的大阪國際氫氣與燃料電池展(2nd Int' l Hydrogen & Fuel Cell Expo Osaka)，以及參觀日本豐田(Toyota)氫能燃料電池車(Mirai)大阪展示中心，參訪行程如表 1。

有關日本大阪瓦斯公司參訪行程，首先安排至其西島(Torishima)研發中心，參觀大阪瓦斯自行研發的 HYSERVE 氫氣製造機。由大阪瓦斯工作人員說明日本政府「氫能社會及氫能燃料電池車」計畫藍圖願景，大阪瓦斯未來在日本氫能產業的定位以及氫能社會中所扮演角色。

接著由現場人員解說氫氣製造機 HYSERVE 30、HYSERVE 100 以及 HYSERVE 300 等原型機(prototype)每一代改良的過程與成果，並介紹相關輸儲設備如氫氣壓縮機、氫氣儲槽操作流程，與安全設施及其規範。

其後至大阪瓦斯位於大阪府茨木市(Ibaraki)的北大阪(Kita-Osaka)加氫站，參觀加氫站的輸儲設備、泵島及站體，大阪瓦斯另外派員駕駛由本田(Honda)汽車製造、2016 年推出的首款氫能燃料電池車 Honda Clarity，並至加氫站現場進行加氫操作與解說。

除拜訪大阪瓦斯之外，另安排參加大阪國際氫氣與燃料電池展(2nd Int' l Hydrogen & Fuel Cell Expo Osaka)，本屆係第 2 次舉辦，該展覽隸屬於 2017 世界智慧能源週(World Smart Energy Week 2017)系列活動之一，每年定期舉辦，主辦方統計去(2016)年參與展覽暨研討會總人數超過 10 萬人次，是日本規模最大的再生能源展。

今年日本的世界智慧能源週訂於 2017 年 9 月 20 開幕，會議主題涵蓋太陽能、智慧電網、風能、地熱、生質能以及氫氣與燃料電池等議題。主辦單位安排多家氫氣製造、輸儲業者以及燃料電池廠商參展，旨在推廣氫氣與燃料電池運用，配合政府「氫能社會」政策，廣泛發展氫能利用。本次企業界參展廠家

包括有九州電化、九州計測器、長野計器及日立造船等，其中不乏海外企業，來自台灣的亞太燃料電池科技股份有限公司跨海參展；具半官方色彩的福岡氫能戰略會議、福岡縣工業技術中心化學纖維研究所，還有數家研究機構與會包括氫能製品研究試驗中心(HyTReC)、氫能協會(水素エネルギー協会)；以及學術單位如九州大學學術研究都市推進機構(OPACK)、九州大學次世代燃料電池產學聯合研究中心(NEXT-FC)及九州大學能源研究教育機構(Q-PIT)，涵蓋產、官、學界各個不同領域，而本次氫能博覽會展場主題則聚焦在氫能利用及儲存兩大類。

在氫能利用方面，氫能燃料電池車(Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV)被日本政府視為次世代能源戰略布局重要的一環，由於目前全球各國屬日本政府及企業傾注最多資源在推行氫能燃料電池車，鑒於 Toyota Mirai 係全球首款商業化量產之氫能燃料電池車種，故委請大阪瓦斯協助聯繫，安排參觀豐田氫能燃料電池車大阪展示中心，藉以瞭解氫能燃料電池車最新市況。

表 1. 本次出國參訪行程表

起迄日期	到達地點	詳細工作內容
106.9.18	台北-大阪	啟程
106.9.19	大阪	拜訪大阪瓦斯公司西島研發中心 <ul style="list-style-type: none"> ● 日本政府「氫能社會及氫能燃料電池車」計畫藍圖願景 ● 日本業界氫能發展現況與天然氣製氫技術交流 ● Hyserve 製氫機技術與安全規範簡介 北大阪加氫站現場參觀 <ul style="list-style-type: none"> ● 北大阪加氫站現場環境、安全規定及運作流程簡介 ● 氫能燃料電池車(FC EV)加氫操作及試乘
106.9.20	大阪	參加大阪國際氫氣與燃料電池展 <ul style="list-style-type: none"> ● 參展企業：九州電化、九州計測器、長野計器、日立造船、亞太燃料電池科技股份有限公司 ● 官方機構：福岡氫能戰略會議、福岡縣工業技術中心化學纖維研究所 ● 研究單位：氫能製品研究試驗中心(HyTReC)、氫能協會(水素エネルギー協会) ● 學術團體：九州大學次世代燃料電池產學聯合研究中心(NEXT-FC)、九州大學能源研究教育機構(Q-PIT)及九州大學學術研究都市推進機構(OPACK)

106.9.21	大阪	參觀豐田氫能燃料電池車大阪展示中心 ● 豐田 Toyota Mirai 氫能燃料電池車解說簡介
106.9.22	大阪-台北	返程

叁、具體成效

一、日本大阪瓦斯公司參訪

大阪瓦斯公司成立於 1897 年，總部位於大阪，係日本大型能源業者與服務商，在日本液化天然氣(liquefied natural gas, LNG)領域居領導地位，業務範圍分布在日本關西地區，特別是京都、大阪及神戶等主要城市。

大阪瓦斯經營範疇廣泛，主要營運項目包括民生用氣、LNG 接收站與天然氣管網等基礎設施興建和營運、天然氣銷售與配送、冷能利用、工業氣體及設備製造維修、獨立電廠事業體經營等，範圍涵蓋能源產業上中下游，對外經營足跡遍及東南亞、澳洲及北美。為配合日本政府能源政策，大阪瓦斯也投入大量資源研發氫能利用領域。

(一) 日本政府「氫能社會」願景

根據日本 FCCJ 燃料電池實用化推進協議會(fuel cell commercialization conference of japan, FCCJ)的統計數據，截至 2016 年底為止日本境內共有 91 座加氫站，燃料電池電動車計有 1,640 輛。依照 FCCJ 所設定情境，預期至 2030 年日本國內加氫站將達到 750 座，燃料電池電動車總數達 65 萬輛。其中，日本政府及業界將以減少加氫站建置成本，同時滾動式檢討加氫站相關法規為主要目標，希冀在此之前能達成加氫站商業化的規模，減少政府補助的部份。

在氫能燃料電池車的部份，則以提高誘因、降低成本為主要手段，估計至 2040 年日本燃料電池車數量達 300 萬輛；到 2050 年全日本燃料電池車達 800 萬輛。目前全球車廠以日本汽車製造商對氫能燃料電池車的發展最為積極，豐田(Toyota)汽車領先全球於 2014 年底推出氫能燃料電池車 Toyota Mirai，係最早商業化量產銷售的氫能燃料電池車款；其後本田(Honda)汽車於 2016 年初亦推出 Honda CLARITY，而日產(Nissan)汽車則預定 2017 年底推出氫能燃料電池車款。豐田、本田以及日產三家汽車製造商也已達成共識，一同合作投入加氫站基礎建設以推動氫能燃料電池車發展，為車主打造便利的加氫網路。

(二) 大阪瓦斯加氫站發展歷程

大阪瓦斯早在 20 世紀末便積極投入氫能利用領域，於大阪瓦斯公司的西島研發中心設置日本首座加氫示範站如圖 1，並於 2001 年啟用，當時使用的氫氣製造機組係 HYSERVE 30，進料以天然氣作為原料，製氫能力為每小時 30 立方公尺($30 \text{ m}^3\text{N/h}$)。該加氫站與大阪瓦斯的天然氣管網直接相聯，在加氫站現場就地轉化製氫、儲存供氣，根據大阪瓦斯所提供資料顯示，其氫氣儲槽(H_2 storage cylinder)儲存容量(capacity)約 200 公秉，一座泵島可同時供兩台車使用。



圖 1.大阪瓦斯西島加氫示範站(日本首座加氫站)

資料來源：大阪瓦斯公司

為提高社會接受度，增加客戶便利性，大阪瓦斯於 2007 年在大阪府縣政廳附近設置大阪加氫站如圖 2，這是日本第一座位於都會區的加氫站，主要目的便是考量促進加氫站使用率，其規格與西島中心加氫站相符，同樣與大阪瓦斯天然氣管網相聯，惟改採用 HYSERVE 100 機型，提升氫氣製造機組性能，製氫能力為每小時 100 立方公尺($100 \text{ m}^3\text{N/h}$)。同時大幅擴增該站氫氣儲存容量，最高可達 650 公秉，相較西島中心加氫站的儲存容量超過 3 倍，且同時可供 4 台氫能燃料電池車使用。



圖 2.大阪瓦斯大阪加氫示範站(日本都會區首座加氫站)

資料來源：大阪瓦斯公司

(三) 大阪瓦斯加氫站發展現況

大阪瓦斯的西島加氫站及大阪加氫站，其設置目的主要作為大阪瓦斯公司的氫能發展示範站，現已於 2015 年及 2016 年分別移至位於大阪府茨木市(Ibaraki)的北大阪(Kita-Osaka)加氫站如圖 3，及位於京都市的上鳥羽(Kamitoba)加氫站如圖 4。



圖 3.大阪瓦斯北大阪加氫站(氫氣製造供輸中心)

資料來源：大阪瓦斯公司



圖 4.大阪瓦斯上鳥羽加氫站

資料來源：大阪瓦斯公司

(四) 大阪瓦斯加氫站 Mother and Daughter 運作模式

大阪瓦斯現行北大阪加氫站及上鳥羽加氫站的運作方式可分為在線(On-Site)與離線(Off-Site)操作，最大區別在於氫氣供應係採就地製造或是以槽車運輸，大阪瓦斯將其稱之為「Mother and Daughter Concept」如圖 5，其緣由係以經營成本為主要因素，佐以現行氫能燃料電池車規模可達到的經濟效益為輔作考量。北大阪加氫站作為母站(Mother station)，站體配置有氫氣製造機組 HYSERVE 300 可就地製氫，大阪瓦斯研發團隊為減少頻繁啟動開關的問題，設計該機型具備熱待機模式(Hot

Standby Mode)，在離峰時段可自動切換，增加操作彈性並減少損耗。

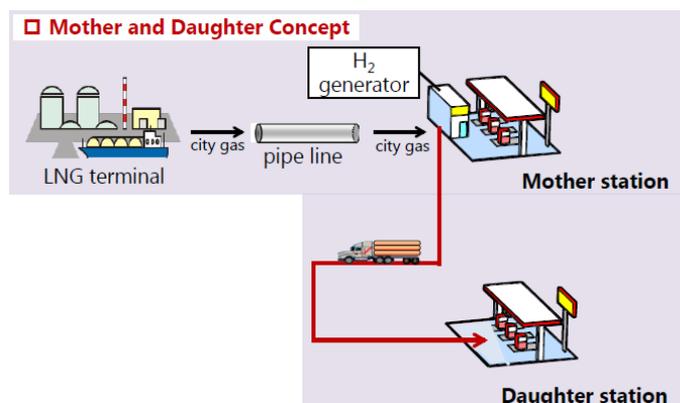


圖 5.大阪瓦斯加氫站運作模式

資料來源：大阪瓦斯公司

北大阪加氫站除具備 HYSERVE 300 製氫機外，尚配備有氫氣壓縮機與熱交換器作為加壓氫氣使用，以及 3 座容量 300 公升的氫氣儲槽和 300 公升的緩衝槽兩組、相關的安全設施。

北大阪在設計概念上相當於油庫或是供輸中心的性質，而上鳥羽加氫站作為衛星站(Daughter station)則未配有任何製氫設備，僅具備氫氣鋼瓶組(Cylinder bundles)如圖 6，上鳥羽加氫站和北大阪加氫站距離約 27 公里，車程僅需 1 至 2 小時以內，現場操作人員可隨時視當時站內庫存水位再以氫氣槽車載運補充。



圖 6.氫氣鋼瓶組及氫氣鋼瓶

資料來源：大阪瓦斯公司

大阪瓦斯採「Mother and Daughter Concept」的運作模式主要因素係成本考量，根據大阪瓦斯所提供資訊，經過政府補助後，作為母站的北大阪加氫站建置花費約 2 億日圓，遠高於目前的一般加油站；而衛星站的上鳥羽加氫站造價約 1 億日圓，僅約北大阪的一半左右，已接近一般加油站造價成本。惟現階段如無政府補助，在目前氫能燃料電池車總數未達市場規模的情況下，要設置加氫站對業者的

誘因極低，也突顯出氫能燃料電池車與加氫站現正呈現「雞生蛋或蛋生雞」的兩難窘境。

(五) 加氫站安全規格

加氫站造價高昂除氫氣製造機組本身所費不貲以外，為降低工安風險，現場也設置相關完備的安全設備如圖 7，包括各類型偵測器如瓦斯偵測器、火焰偵測器等；還有地震儀、抗靜電接地裝置；泵島加氫機設有防撞感應器、油槍則安裝防脫離設施，全數與中控室相互聯結，並安裝緊急停俾系統與連鎖裝置，主要目的係防止氫氣洩漏、擴散，並減輕工安危害。

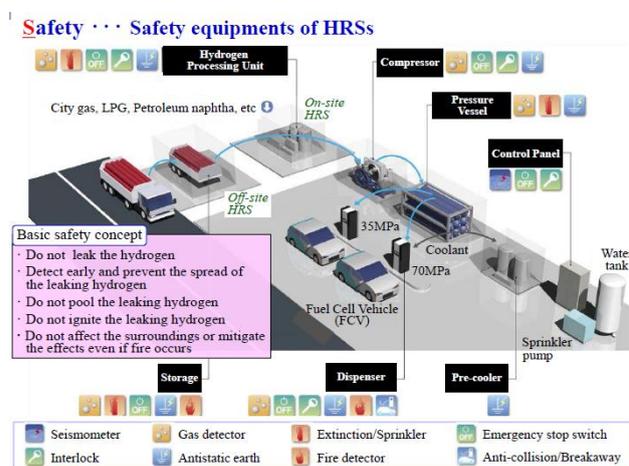


圖 7.大阪瓦斯加氫站安全設施

資料來源：大阪瓦斯公司

(六) 大阪瓦斯 HYSERVE 氫氣製造機組

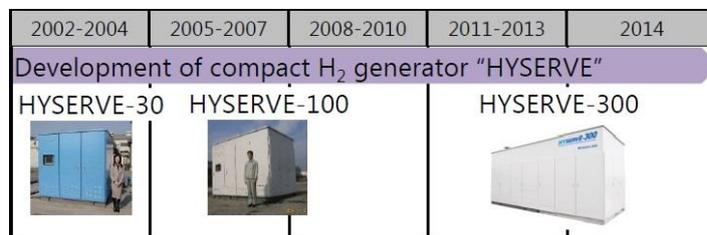


圖 8.大阪瓦斯 HYSERVE 氫氣製造機組發展歷程

資料來源：大阪瓦斯公司

大阪瓦斯很早便投入氫能製造技術領域，發展已相當成熟，其氫氣製造機組從 HYSERVE 30 到 HYSERVE 100，現已發展到第 3 代的 HYSERVE 300 如圖 8，其

型號數字主要代表不同機型之產氫能力(capacity)，HYSERVE 30 的製氫能力為每小時 30 立方公尺(30 m³N/h)，到 HYSERVE 300 的製氫能力則提升至每小時 300 立方公尺(300 m³N/h)如表 2。

表 2. HYSERVE 氫氣製造機組規格表

機型	HYSERVE 30	HYSERVE 100	HYSERVE 300
產能	30 m ³ N/h	100 m ³ N/h	300 m ³ N/h
操作系統	自動化遠端遙控及熱待機狀態		
原料	天然氣、液化石油氣	天然氣、液化石油氣	天然氣、液化石油氣
氫氣純度	99.999%以上	99.999%以上	99.999%以上
氫氣壓力	0.7MPaG 以下	0.7MPaG 以下	0.7MPaG 以下
機台體積	2.5mWx2.0mDx2.5mH	3.8mWx2.6mDx2.8mH	7.5mWx3.0mDx3.3mH

(七) 大阪瓦斯次世代加氫站研發目標

大阪瓦斯持續提升 HYSERVE 氫氣製造機產能，現階段 HYSERVE 300 氫氣製造機的產量已足以應付加氫站需求，現在比較困難的問題是空間需求的部份，目前上鳥羽加氫站占地僅約 240 平方公尺(合 72.6 坪)，而北大阪加氫站占地則達 950 平方公尺(合 287.4 坪)，北大阪站相較上鳥羽站高達 4 倍，要在市區覓得適合地點，興建可現場製氫供氣的站極為困難，且土地取得成本亦會增加，因此大阪瓦斯下一階段的研發目標是縮減加氫站需求空間，而終極目標則是打造氫能燃料電池車駕駛人的整體花費能與傳統汽、柴油競爭的氫能使用環境。

(八) 小結

有關大阪瓦斯加氫站的實際營運狀況，包括經營費用、來客量及發貨量等資訊，大阪瓦斯人員說明相關資料係公司內部經營機密，礙難告知，惟表示旗下加氫站現階段仍需要政府的補助支援，方得以維持每日正常運作。以當日拜訪北大阪加氫站所觀察到的情況，亦不難理解目前加氫站仍處於起步階段的現況。

對於日本首相安倍晉三先前提出在 2020 年東京奧運要用「氫能社會」在全球面前一鳴驚人，不論是外國人或是日本國民多數抱持懷疑態度。預期若要達成此目標，日本政府勢必會在奧運來臨前加緊鋪設氫能利用的相關基礎建設，對本公

司而言值得關注的是，若欲檢視氫能燃料電池電動車是否能在日本的次世代運具轉變中崛起，進而影響台灣運具市場，或許屆時便是一個很好的時機點。

二、大阪國際氫氣與燃料電池博覽會

本次大阪國際氫氣與燃料電池博覽會展場以福岡區(Fukuoka Pavilion)安排最為完整，其它多數廠商皆為自行參展，福岡區則由產、官、學界組團共同參加。經查 21 世紀初日本九州政府便將氫能發展視為當地未來重要的替代能源政策，並於 2004 年(平成 16 年)制定「福岡氫能戰略會議」(福岡水素エネルギー戦略会議)計畫，選定福岡縣作為氫能發展聚落，結合產業界以及學術單位進行氫能技術研發、人才培育以及推廣氫能應用等。本屆展覽便以福岡氫能戰略會議為名，號召氫能製品研究試驗中心(水素エネルギー製品研究試験センター，HyTReC)、九州大學學術研究都市推進機構(OPACK)及旗下的九州大學次世代燃料電池產學聯合研究中心(NEXT-FC)與九州大學能源研究教育機構(Q-PIT)、福岡縣工業技術中心化學纖維研究所。縣內企業則由テクノ月星、九州計測器及九州電化一同與會，以下簡介本次前來參展，在日本的氫能產業鏈具一定規模的企業或扮演關鍵角色之機構。

(一) 氫能製品研究試驗中心

氫能製品研究試驗中心所在地位於福岡縣糸島市內，氫能製品研究試驗中心成立宗旨係成為氫氣相關製品專業檢驗機構，其中設有許多氫氣相關製品實驗室如圖 9，包括高壓氫氣實驗室(高圧水素試験室)、環境溫度壓力循環實驗室(環境温度圧力サイクル試験室)、常溫壓力循環實驗室(常温圧力サイクル試験室)、破裂實驗室及膨脹量測實驗室。其事業體經營內容項目簡述如下：

1. 製品樣本檢測：檢測項目包括耐久性測試如振動、耐壓、氣密試驗等。
2. 實驗方法制定：模擬使用環境和國內外測試方法標準化。
3. 氫氣製品開發：協同民間企業進行材料研發。
4. 氫能研習課程：氫能技術研發與安全講習。



圖 9. 氫能製品研究試験中心研究室

資料來源：氫能製品研究試験中心

(二) 九州大學



圖 10. 2018 年九州大學能源週

資料來源：九州大學

九州大學位於福岡縣福岡市西區，配合政府政策成立「學術研究都市推進機構」(OPACK)，轄下分別設置「次世代燃料電池產學聯合研究中心」(NEXT-FC)與

「九州大學能源研究教育機構」(Q-PIT)。主要負責氫能研究、創新育成、人材培育及國際交流的任務，本次參展主要目的係為了宣傳「2018 年九州大學能源週」活動而來(如圖 10)。

(三) 福岡縣工業技術中心化學纖維研究所



圖 11. 福岡縣工業技術中心研發耐高壓氫氣專用 O 型環

資料來源：福岡縣工業技術中心

福岡縣工業技術中心化學纖維研究所位於福岡縣筑紫野市，該所專注於研發氫氣製品專用材料，日前福岡縣工業技術中心與福岡縣內塑膠業者、九州大學及氫能製品研究試驗中心共同合作，成功研發可耐高壓氫氣專用 O 型環(耐壓達 90MPa)，除可耐高壓之外，已經實驗證明，由-40°C 至 180°C，在不同溫度區間皆可保持低膨脹率及高耐久性，可適用於蓄壓器或壓縮機使用，其特性如圖 11。

(四) 九州計測器

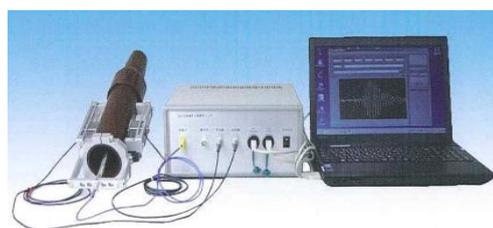


圖 12. 超音波式氫氣濃度感測器

資料來源：九州計測器

九州計測器公司是本次福岡氫氣戰略會議參展企業代表之一，主要營業項目係儀器檢測，配合政府氫能發展政策，該公司特研發一款超音波式氫氣濃度感測器(水素濃度センサー)如圖 12，主要功能係用於檢測細窄狹長的管線內氫氣濃度含

量，利用超音波(ultrasonic)對不同物質間的異質介面產生反射，再藉由接收器吸收反射波，並分析其組成成份；反應時間在 1 毫秒內，使用便捷、可連續作動且檢測速度快。

(五) テクノ月星(Techno-Tsukihoshi)

テクノ月星公司位於福岡縣內，其組織架構分為化成品(CHEMICALS Products)與工業用品(INDUSTRIAL Products)兩大事業部，其中，テクノ月星的化成品事業部就氫能利用領域方面，研發出不論是高、低溫的環境下，在-40°C 至 85°C 的溫度區間，皆維持低膨脹率、可耐受高壓(90MPa)氫氣的密封用橡膠(高压水素シール用ゴム)如圖 13。



圖 13. 高壓氫氣密封用橡膠(高压水素シール用ゴム)

資料來源：テクノ月星

(六) 日立造船

日立造船公司業於 1934 年在大阪成立，當時稱為「大阪鐵工所」，1943 年正式更名為日立造船公司(ひたちぞうせん，英文：Hitachi Zosen Corporation)，從最早的造船事業，再拓展到鑽油平台、工業機具、發電設備、防災系統及海水淡化等營業項目，1996 年參與發電事業，並配合政策方向投入氫能利用領域。

目前日立造船以氫氣製造和燃料電池研發為主，2017 年 7 月日立造船表示，與國立研究開發法人新能源產業技術綜合開發機構(新エネルギー産業技術総合開発機構，英文：New Energy and Industrial Technology Development Organization, NEDO)進行技術合作，所研發的固態氧化物型燃料電池(Solid Oxide Fuel Cell, SOFC)如圖 14，目前已完成新開發產品商業化。根據日立造船所提供資料，其 SOFC 發電效率

可達 50%、熱回收效率約 40%，總合能源效率合計約 90%，係目前業界最高，且已經過 4,000 小時持續運轉的可靠度實驗測試。日立造船的 SOFC 目前係以天然氣作為原料，但設計上亦可改用乙醇或氨轉化製氫。日立造船刻正準備以便利超商、超市、商辦以及集合式住宅為目標市場，展開其銷售業務之推廣。



圖 14. 日立造船固態氧化物型燃料電池

資料來源：日立造船

除了 SOFC 以外，日立造船於 2016 年接受國立研究開發法人產業技術總合研究所(さんぎょうぎじゅつそうごうけんきゅうしょ、英文：National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)委託，協同由福岡縣政府、豐田汽車九州公司、九電 Technosystems 公司所組成的產官團隊，共同研發的固態高分子型水電解製氫裝置「Hydro Spring」(ハイドロスプリング)如圖 15。「Hydro Spring」係可將再生能源剩餘電力轉換為氫氣予以儲存並使用之能源系統，日立造船已於 2017 年 2 月交貨給豐田汽車九州公司，在當地測試藉由再生能源製造氫氣以驅動燃料電池堆高機。



圖 15. 日立造船固態高分子型水電解製氫裝置「Hydro Spring」

資料來源：日立造船

(七) 亞太燃料電池科技股份有限公司

亞太燃料電池科技股份有限公司(Asia Pacific Fuel Technologies)係屬台灣業者，成立於 2000 年 3 月，多年來致力於燃料電池系統及低壓儲氫系統領域，企業定位係燃料電池技術服務提供者，本次跨海參展主要目的是推廣輕型車輛的燃料電池與發電系統之應用，該公司計畫與其他相關製造商進行策略結盟，專注燃料電池系統之設計與整合，希望利用低壓氫氣儲存系統來降低燃料電池的使用成本，擴大燃料電池市場經濟規模，同時推廣氫氣儲槽與加氫站等基礎設施，讓氫能燃料電池車儘速商業化普及至全球各國。



圖 14. 亞太燃料電池科技之燃料電池與低壓氫氣儲存系統及其應用

資料來源：亞太燃料電池科技股份有限公司

(八) 小結

此行參加 2017 年日本大阪世界智慧能源週，觀察會館內其它展場，不論是火力發電、風力發電、太陽電池、太陽能發電以及生質能發電展場，其規模都大於氫氣與燃料電池博覽會，推測是本次氫氣與燃料電池博覽會僅為第 2 次舉辦，尚未完全打開知名度，而太陽能或風力發電等產業在日本國內發展亦較為成熟，研判在長年能源自給率不足的威脅下，日本政府及業界持續傾注資源開發各式各樣新能源，因此各種能源發電領域得以呈現百花齊放現象。

而針對氫氣與燃料電池博覽會的部份，主要觀展心得重點有二：首先，從參展單位組成結構中可窺得日本政府在擘劃「氫能燃料電池戰略藍圖」的思考邏

輯，係採行計畫示範區擇地先行的策略模式，如北九州的福岡以及北海道的札幌等地，從檢測校驗、人材培育及標準制定各層面著手，建構各種氫能利用發展環境，希冀在當地構築氫能產業聚落並擴及其它週邊城市。

其次是日本氫氣相關製品產業的發展現況，在氫能利用領域中，日本企業並不僅止專注於發展氫氣燃料電池或鑽研製氫技術，對於氫氣儲存設施、管線及其零組件皆投入許多資源研究，目標係致力於打造上、中、下游的完整產業鏈、不需仰賴國外技術，於日本國內即形成自給自足的生態系，進而達到技術輸出的目的，最終目標則是讓日本在全球氫能發展領域中，成為掌握標準制定、訂立規範的國家。

三、 豐田 Mirai 氫能燃料電池車大阪展示中心

此行安排參訪豐田汽車大阪展示中心係考量 Toyota Mirai 乃全球首款商業化銷售的氫能燃料電池車如圖 15，目前僅在歐、美及日本國內進行販售，台灣尚未引進任何一款氫能燃料電池車種，國內目前沒有加氫站，亦無任何相關建置計畫，無從得知消費者對氫能燃料電池車實際接受程度。



圖 15. Toyota Mirai 氫能燃料電池車

資料來源：豐田汽車公司

(一) 豐田汽車 Toyota Mirai 規格簡介

Toyota Mirai 取名自日文發音的「未來」，係豐田汽車公司回應日本政府對於未來希望打造「氫能社會」政策的期待，所研發的氫氣與燃料電池電動車款 (Fuel Cell Electric Vehicle)。2014 年底 Toyota Mirai 在日本國內正式販售，並於 2015 年進軍北美、歐洲等地市場銷售，在日本官方建議售價為 723.6 萬日圓，根據豐田汽車官方資料，Toyota Mirai 採前輪驅動，動力輸出達 153 匹馬力，車內可乘載四員乘客，其規格如表 3。

Toyota Mirai 氫能燃料電池車在操作上與一般傳統汽、柴油車輛無異，甚至更為簡便，由於 Toyota Mirai 並非使用內燃機，而是利用電池作為動力來源驅動馬達，故不像內燃機車種需配合引擎的動力輸出曲線安裝變速箱，沒有換檔變速需要，僅具前進、後退、停車等駕駛檔位，同時不會發出引擎噪音，在車室內的感受也相對安靜。

表 3. Toyota Mirai 氫能燃料電池車規格表

車型	Toyota Mirai
車身規格	
車身重量	2,070 公斤
車身尺寸	4,890x1,815x1,535 毫米
迴轉半徑	5.7 公尺
車內乘客	4 員
燃料油箱	
燃料種類	壓縮氫氣
儲槽數量	2 組
儲槽容量	122.4 公升(前 60.0/後 62.4)
操作壓力	70 MPa
驅動電池	
電池種類	鎳氫電池
電池數量	34
聯結方式	堆疊串聯
電池容量	6.5 安培
動力規格	
驅動方式	前輪驅動
最大輸出	153 匹馬力
最高速度	175 公里/公升

(二) Toyota Mirai 使用效益

根據豐田汽車官方提供資料，Toyota Mirai 的油箱容量約 122.4 公升，充填一次約需 3 分鐘即可完成。日本加氫站加氫採重量計價，加滿高壓氫氣一次大概會需要 5 公斤左右，以 2017 年 9 月份日本加氫站販售牌價約每公斤 1,100 日圓(折合台幣 300 元)，因此氫能燃料電池車車主一次花費約需 5,000 日圓上下；而日本加油站的汽油價格時價約每公升 128 日圓，一台小客車油箱加滿汽油 40 公升要花費 5,120 日圓，對駕駛人而言兩相比較感受上相差無多。

如果就行駛里程的角度來計算燃料費用，根據豐田汽車官方提供數據，依照美國汽車工程協會(The Society of Automotive Engineers, SAE)制定標準，將油箱加滿氫氣燃料後，Toyota Mirai 單次續航距離的參考值可達 650 公里，推估平均行駛每公里約 8.5 日圓。而根據我國經濟部能源局統計各車型耗能證明核發月資料，國產小客車車型耗能證明每月核發資料，引擎容量介於 1,500 至 2,200 c.c.的中小型汽油車在市區與非市區的平均油耗測試值，每公升約可行駛 15 公里，估

計行駛每公里平均約花費 8.53 日圓，和 Toyota Mirai 氫能燃料電池車表現水準相近。

不過值得注意的是，日本的氫氣價格係由經濟產業省介入後，始得以壓至目前的價格，並未考慮到日後加氫站建置成本回收的部份，目前加氫站經營並未如加油站已經歷過市場考驗，未來氫能燃料電池車和加氫站產業規模成形後，官方會循序放手將氫氣價格導入由市場決定。

(三) 小結

豐田汽車係全球最大車廠，Toyota Mirai 自推出以來銷量與其它主要車款相較微乎其微，亦未如豐田汽車的油電車 Toyota Prius 甫上市即造成轟動，氫能燃料電池車遲遲無法打開市場原因有二：

首先，氫能燃料電池車價格昂貴，豐田汽車的 Toyota Mirai 售價 723.6 萬日圓，本田汽車的 Honda Clarity 售價為 766 萬日圓(合台幣約 209 萬元)，相同價位在台灣車市已屬高價位車款，日本中央政府目前補助購車費用約 200 萬日圓，在首都東京都政府會另外再補助 100 萬日圓；消費者如欲購買氫能燃料電池車，扣除補助後單價仍需 100 萬元以上，對消費者而言仍具門檻。

其次在於加氫站覆蓋率過低，現行環境不利駕駛人改採用氫能燃料電池車。在日本，一座加氫站造價高於一般加油站的五倍，東京都政府必須補貼接近 8 成，才能將一座加氫站興建成本控制在 1 億日幣以內，接近一座普通加油站的造價水準。政府補助有限，多數業者即便配合政令，亦僅限於在郊區興建一至兩座加氫站作為示範計畫，無法有效形成便利的加氫站網絡。日後一旦政府停止補助，對業者興建加氫站誘因不再，只怕更加降低消費者的購車意願，形成惡性循環。

雖然困難重重，但似乎並未動搖豐田汽車決心，從 Toyota Mirai 問世即可感受到豐田汽車的企圖心，特別是歐、美車廠多選擇發展純電池電動車，在純電池電動車與燃料電池車之間的次世代運具之爭，豐田汽車選擇一條不同的道路，其

象徵意義在於豐田汽車希冀能取得未來汽車產業主導權，一旦能成功，則同時帶動整體產業鏈，包括燃料電池、加氫站，及其它氫能利用發展等。

除了氫能燃料電池車之外，為了配合 2020 東京奧運，豐田汽車已於 2017 年開始氫能燃料電池電動巴士的示範運行計畫，並準備自 2018 年正式銷售，訂定 2020 年全國銷售目標達到 100 輛。日本政府的目標是利用舉辦東京奧運的機會，在東京港旁的晴海碼頭公園打造奧運氫氣城，規劃作為奧運選手村使用，氫氣城內裝設家戶用氫燃料電池，可自行發電並以熱交換方式提供熱水，旁邊設置加氫站，以氫能燃料電池電動巴士作為選手的交通工具。日本政府希望能以氫能打造未來願景，2020 年東京奧運將是檢視氫能燃料電池車能否站穩腳步的時機。

肆、心得及建議

氫能燃料電池車或純電池電動車的崛起，對於本公司影響最大者屬加油站業務，其代表意義在於未來對汽、柴油品消費量減少之預期。日後如電動車崛起導致加油站面臨轉型議題，則加氫站的經營型態相對是比較貼近目前加油站之運作模式，不論是加油方式或是消費者使用情境皆然。惟本公司目前油品銷售業務採產銷分離模式，油料多利用油罐車載運配送至加油站。就台灣加油站經營現況而言，目前大阪瓦斯北大阪加氫站產銷合一、就地生產的方式用於國內並不合宜。

首先，由於國內地狹人稠，加油站分布主要集中在市區，現今土地成本取得高昂，而且製氫裝置及安全設備需占用大量空間，若無法縮減空間或是予以地下化，要覓得適當地點不易；再則國內民眾對於氫氣安全性多有疑慮，對於氫氣的安全要求標準會更高，要說服民眾同意興建加氫站頗有難度，此外加氫站還必須另再拉天然氣管線作為進料，在六大都會區仍有許多老舊社區沒有聯結天然氣管網，而是使用液化石油氣瓦斯桶，如欲另外拉天然氣管線勢必會提高加氫站興建成本。

如採大阪瓦斯上鳥羽加氫站的模式，則相對符合台灣加油站經營現況，各加氫站僅負責儲存、銷售，氫氣由工廠採集中式生產，則可大幅降低加氫站的建造成本，惟在氫氣生產方面，需一併思考本公司相關製品之產銷計畫，作通盤考量，且尚有物流倉儲管理系統之間的配合銜接的議題需處理。

對本公司而言，日後如配合政策指示切入加氫站業務，建議先採示範運行模式進行為宜，而撇除技術或資本的問題不論，重點還是在於國內相關法規健全的程度，如無法規可供依循，則不論是要興建加氫站或是後續的經營管理皆會窒礙難行。業者多期許政府提供良好健全的投資環境，在國內政策與法規完備的情況下，始能塑造良好投資環境。

日本政府選擇氫能作為未來國家能源發展戰略的重要基石，並逐步鬆綁相

關法規，日本企業亦願意配合政府政策傾注資源投入氫能燃料電池車及加氫站等相關氫能利用領域，整個國家傾國力發展氫能利用。事實上對日本汽車業者而言，此舉可謂是一場豪賭，歐美各大車廠包括美國的知名品牌特斯拉(Tesla)在內，現階段大多選擇以鋰電池作為電動車之動力來源而非氫氣。基本上，兩方陣營各有其支持者，惟目前純電池電動車(Batter Electric Vehicle, BEV)的聲勢略勝一籌，而 BEV 領先的態勢若持續下去勢必會擠壓到氫能燃料電池車(Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV)的生存空間，對於那些投注大量資源研發氫氣製造、儲存或加氫站等氫能利用相關領域的業者亦將帶來強烈衝擊。

就目前市場消費者立場來說，目前不論是純電池電動車或氫能燃料電池車，相較於使用內燃機的傳統汽、柴油車輛，最大賣點主要仍是訴求消費者的環保意識，電動車或氫能燃料電池車在製造成本與使用便利性等層面仍有很大的進步空間。即便政府補助，氫能燃料電池車購車成本仍非一般普羅大眾可接受，而加氫站加氫操作所花費時間僅需 3 至 5 分鐘即可完成，和傳統汽、柴油車駕駛人使用習慣相差無幾，相較於純電池車充電時間要耗費數小時，氫能燃料電池車種極具優勢，但加氫站造價過高致覆蓋率低，且民眾對於氫氣的安全性仍有質疑，亦會成為在市區興建加氫站的阻礙。氫氣的價格競爭力則是另一個議題，尤其是國際原油價格值此低迷走勢之際，驅使民眾改用氫能燃料電池車的誘因便相對減少。

不過，各國政府對於扶持電動車政策態度普遍一致，日前在歐洲包括法國、英國及德國等國家已陸續宣布未來將禁止販售傳統內燃機車種，雖實施時程表不一，但勢必會衝擊到日後汽、柴油車發展。現今歐、美、日等主要先進國家皆已將電動車視為下一代運具發展的主要方向，低油價或可延緩其發展腳步，但電動車趨勢儼然已成形且不可逆，只是最終究竟會由純電池電動車或是氫能燃料電池車主宰新車市場仍屬未知，抑或是兩者皆能取得一定的市場份額亦不無可能。

然而純電池電動車與氫能燃料電池車兩者之間所需要搭配的基礎建設與運

作模式大相逕庭，考量過往台灣企業在全球產業鏈多扮演製程優化角色，鮮少居產業規範制定要角；且以往國人對於新式車種的接受度，在時程上向來會稍微落後於先進國家腳步，因此研判台灣電動車發展軌跡應會循歐、美、日等國市場規模成形後始日漸成形。

本公司肩負滿足國內民眾能源需求重責大任，對於未來要朝往充電站或加氫站發展，建議應配合政府政策指示，耐心觀察市場趨勢變化，審慎評估其可行性。在此之前鞏固本業基石，活化既有加油站業務，以為本公司取得最大經營綜效。