



行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：研究調查)

日本燃料電池機車相關產品
檢測技術與驗證制度研究

服務機關：經濟部標準檢驗局

姓名職稱：科長/科長
黃志文/楊紹經

派赴國家：日本

出國期間：中華民國 99 年 06 月 27 日
至 07 月 02 日

報告日期：中華民國 99 年 09 月 26 日

行政院研考會/省(市)研考會 編號欄

目 次

內容	頁碼
目次	1
摘要	2
壹、前言	4
一、緣起	4
二、目的	4
三、行程	5
貳、研究調查概要	7
一、日本電氣安全研究所 (JET)	7
二、日本燃燒機器檢查協會 (JHIA)	13
三、JHFC Park 橫濱園區	17
四、JARI 日本自動車研究所	27
四、參訪 2010 再生能源展覽會	33
參、心得與建議	38
一、心得	38
二、建議	39
肆、附錄	40

摘 要

本研究目的主要為深入了解日本燃料電池車輛標準推動現況與示範園區運行實施經驗，赴日本進行為期 5 天之考察與資料蒐集，參訪地點包括日本電氣安全研究所(JET 東京、橫濱)、日本燃燒機器檢查協會(JHIA)、橫濱燃料電池園區 (JFHC PARK)、日本自動車研究所 JARI、2010 再生能源展等；透過實地參觀與參訪交流，得知日本政府投入氫能源發展的預算相當龐大，且目前日本對於氫的生產、轉換、儲存、加壓、應用等技術也已相當進步；尤其定置型氫燃料電池已逐漸擴展至家庭民生之應用，此氫能相關產業多元發展的環境，提供了氫能車輛較有利的發展平台。針對各參訪單位之交流紀要如下：

1. 拜訪 JET 與 JHIA 了解日本現行燃料電池的驗證方式與執行單位能量、分工等，JET 主要負責變流器驗證，而 JHIA 負責燃料電池系統驗證為主，目前已完成之驗證數約 60 張，但法規標準與試驗能量發展的結合性不錯，本次對日本家庭用定置型燃料電池的補助模式與廠商驗證及工廠檢查等方式均做了詳細的詢問與討論。
2. 拜訪 JFHC 了解日本在燃料電池電動車輛的研究與推動試運行過程，針對充氫站的設施、氫燃料電池車實車試程體驗、日本政府如何透過計畫支持產業發展氫燃料電動車輛等，其成果豐富可做為我國燃料電池車輛推動之借鏡。
3. JARI 針對燃料電池車輛之安全測試做了多種案例分享，並參訪整車燃燒安全

試驗室、氫燃料電池充放壓力安全循環試驗設施與高速週迴路體驗等，雖然在燃料電池機車尚未正式投入，但汽車方面的標準與試驗方式，對國內發展氫燃料電池機車仍相當具參考價值。

壹、前言

一、緣起

依據行政院 2007 年產業科技策略 (SRB) 會議討論子題共計有節約能源科技、再生能源科技及前瞻能源科技等三項，其中有關前瞻能源科技重要結論與建議及政策指示如下：規劃並推動「加速我國燃料電池產業化」計畫及建立測試平台及驗證能量。

環顧先進國家目前對氫能與燃料電池研究已投入相當經費及人力，為了解目前先進國家作法及經驗，儘速跟上國際腳步，特安排本次研究調查出國計畫，赴日本調查氫能與燃料電池系統相關產品之檢測技術與驗證制度，進一步蒐集日本相關產品檢測技術與驗證制度資料，作為國內推動氫能與燃料電池檢測技術與驗證制度之參考。

標準檢驗局考量國家未來重點發展能源科技產品項目，其中氫能與燃料電池系統在定置型及交通運輸上目前業界均有標準檢測驗證需求，在 98 年至 101 年「建置節約能源、再生能源及前瞻能源科技產品標準、檢測與驗證平台」之四年新興發展計畫上，將儘速建置相關能量以服務國內廠商。

二、目的

近年由於預期石化原料逐漸枯竭，及新興國家大量能源需求，導致原油供不應求及價格飆漲，加上訴求 CO₂ 排放減量的京都議定書 2005 開始生效，全球各國莫不尋求各種可能技術與策略因應此一趨勢；其中「氫能與燃料電池」為最受矚目的前瞻能源，被視為未來最重要的乾淨能源及能源傳遞載體。

隨著綠能與 CO₂ 排放減量發展趨勢，全球開始跨入燃料電池動力系統研究，如燃料電池汽車、燃料電池大型運輸工具、定置型燃料電池發電廠

與各類 3C 產品上。針對我國氫能與燃料電池產業之發展，除需更深入透徹瞭解不同燃料電池運作機制、研究相關材料與設計技術、強化燃料電池安全性與可靠度研究及進行智權分析與佈局外；以國內地狹人稠，使用機車已達 1,432 萬輛，密度高居世界第一，加上我國於機車產業已有完整供應鏈等有利條件，朝燃料電池機車方面進行深入研發將有助於國內產業再升級。

日本與我國同屬能源缺乏的國家，該國於氫能源生產、運輸、儲存及運用上已大力推動多時，評估其經驗成果可做為我國氫能源發展之參考。因此，標準檢驗局於 2010 年推動「氫能燃料電池機車技術標準實證與實車確證及監理制度研發與 3E 效益評估計畫」中，為深入了解日本於氫燃料電池產業相關技術、標準發展現況及燃料電池車輛標準推動現況、示範園區運行實施等經驗，爰安排此次考察研究。

三、行程

本次研究調查行程由標準檢驗局第六組由黃科長志文擔任領隊，率本組楊科長紹經，會同財團法人台灣大電力研究試驗中心楊工程師政晁及財團法人車輛測試中心潘課長國良於 99 年 6 月 27 日至 99 年 7 月 2 日，赴日本拜會日本電氣安全研究所(JET)、日本燃燒機器檢查協會(JHIA)、橫濱燃料電池園區 (JFHC PARK)、日本自動車研究所 (JARI) 共計四機構及參加 2010 再生能源展覽會，透過實地參觀與參訪交流，得知日本政府投入氫能源發展的預算相當龐大，且目前日本對於氫的生產、轉換、儲存、加壓、應用等技術也已相當進步；尤其定置型氫燃料電池已逐漸擴展至家庭民生之應用，此氫能相關產業多元發展的環境，提供了氫能車輛較有利的發展平台。而本次至各個參訪單位亦特別請教有關日本政府在推動氫燃料電池

應用的補助措施，其中定置型燃料電池與車輛節能方面的補助作法可作為我國推動燃料電池產業之參考，行程如下表：

表 1 出國行程說明

日期 時間	地點	行程說明
6/27 (日)	台北→日本 (東京)	去程：台北→日本 (東京成田機場)
6/28 (一)	日本 (東京)	上午：JET 日本電氣安全研究所(東京事業部) 下午：JHIA 日本燃燒機器檢查協會
6/29 (二)	日本 (東京)	JHFC Park 橫濱園區
6/30 (三)	日本 (東京)	JARI 日本自動車研究所
7/01 (四)	日本 (東京)	上午：2010 再生能源展 下午：JET 日本電氣安全研究所(橫濱事業部)
7/02 (五)	日本 (東京) →台北	回程：日本 (東京成田機場) →台北

貳、研究調查概要

一、日本電氣安全與環境研究所

日本電氣安全與環境研究所(Japan Electrical Safety & Environment Technology Laboratories, JET)於1963年成立，目前總部設於東京，另外在橫濱、大阪及關西設有分支機構。本次前往拜會地點為該研究所總部，由JET研究部的芝田克明部長和信賴性評價組齋藤祐一經理接見，並帶領參訪團員參觀試驗室。

日本目前實證計畫的家用燃料電池系統，技術要求和測試方法之相關標準由日本電機製造商協會(JEMA, Japan Electric Manufactures Association)負責訂定，目前亦已公布為日本工業標準(JIS)。

目前定置型燃料電池的系統架構與運作流程，由天然瓦斯、液化天然氣、Kerosene 等燃料來源，透過燃料處理裝置轉變成乾淨的氫氣，再進入燃料電池組電能轉換及變頻器整流供電。氫燃料電池轉換發電所產生的熱能，則可以拿來作為家用熱水器，家用燃料電池系統其功能為熱電共生系統，即除了供應電力之外，亦將熱能回收作為提供沐浴熱水之用，整個系統包括燃料處理裝置(重組器)、燃料電池組、變流器(inverter)、熱回收裝置(熱交換器)及貯湯槽(熱水貯槽)等組件。有關燃料電池系統的測試驗證，JET負責的業務為系統中的變流器，如圖1所示。

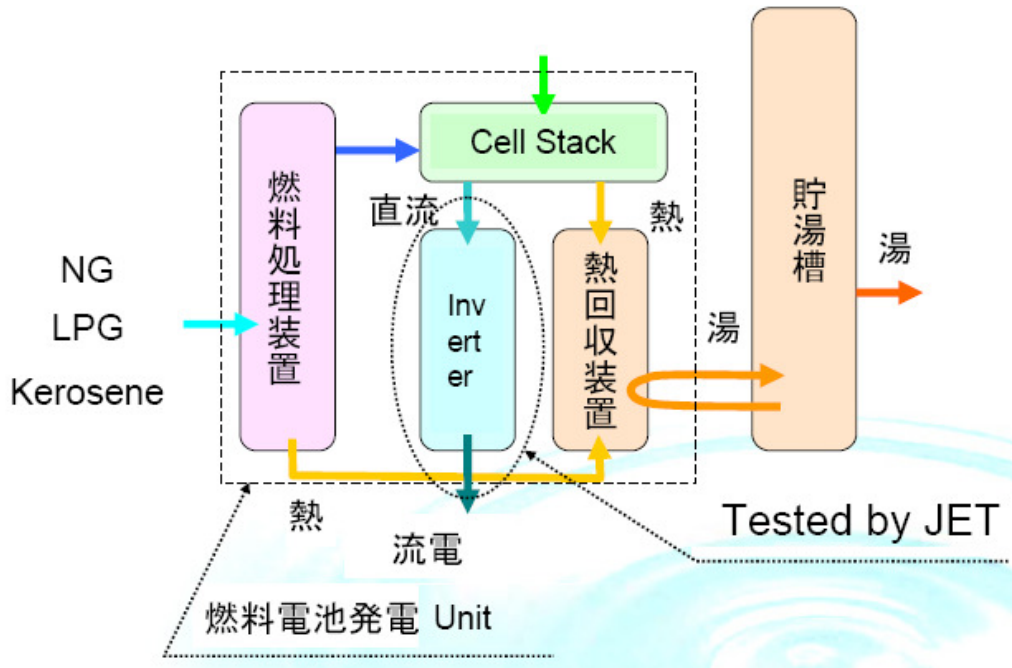


圖 1 日本燃料電池系統

關於變流器的測試，JET 已建立自己的試驗方法，測試系統的配置如圖 2 所示，目前在東京的試驗所配置有 2 組測試系統。測試系統由 AC 電源供應器、量測設備、馬達負載、環境試驗室等組成。通過驗證的變流器，JET 會賦予合格標章如圖 3 所示

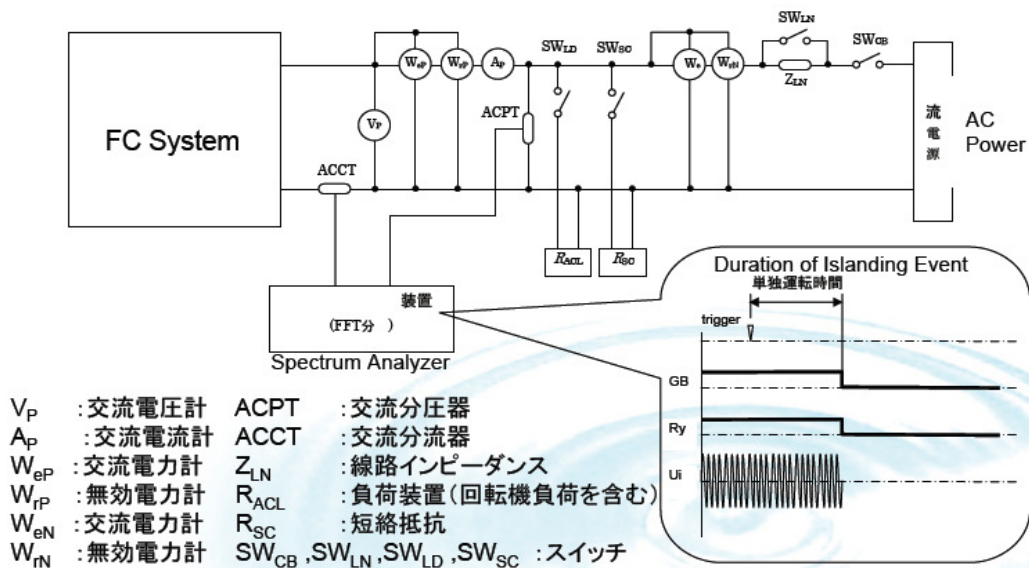


圖 1 JET 之變流器測試系統配置圖



圖 2 變流器之合格驗證標章

關於家用燃料電池系統的測試驗證，JET 目前與日本燃燒機器檢查協會(Japan Heating Appliances Inspection Association, JHIA)合作，驗證的申請可以分別向 JET 或 JHIA 提出，分工方式為 JET 負責變流器的測試驗證，JHIA 負責燃料電池發電系統的性能與安全驗證，後續的工廠檢查則由兩個單位共同執行，最後分別由 JET 或 JHIA 發證，JET 在 FC inverter 的驗證標準參考 JEMA 的試驗規範，自 2009 年 4 月開始驗證，每型 FC 驗證費約 140 萬日圓(含 inverter 與 generating unit)，如圖 4 所示。

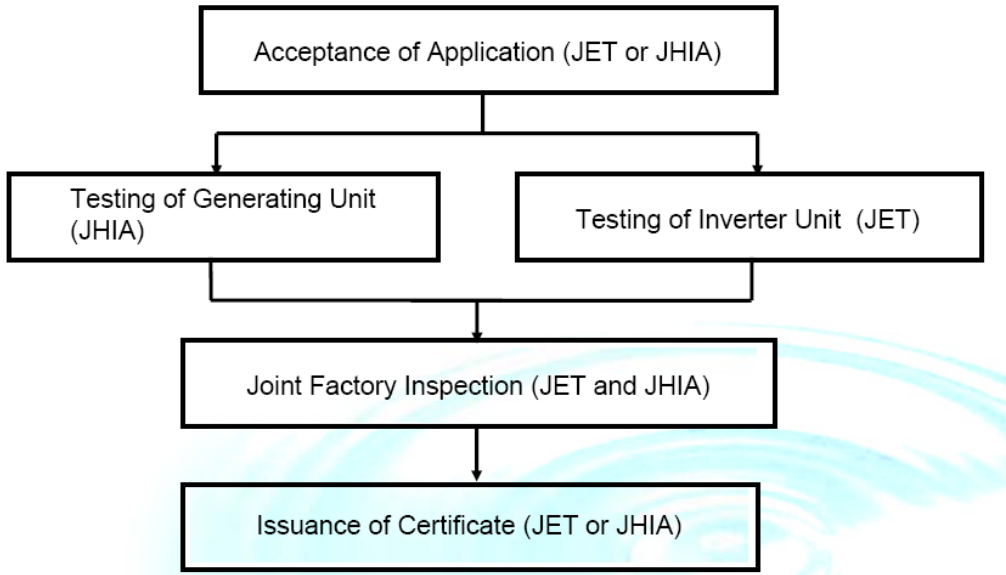


圖 3 家用燃料電池系統的驗證流程

JET 執行家用燃料電池系統驗證時參考的相關法規如下：

1. 依照目前日本的電工法規之規定，容量範圍為 10kW 以下且不大於 600V。
 2. 不屬於用電器具和材料安全法的範圍之列。
 3. 非強制性規範，僅是電業法中的配電安全規範
 4. JET 的驗證(與 JHIA 合作)為自願性，使用 JEMA 的標準
 5. 燃料電池之變流器不屬於用電器具和材料安全法的範圍之列
 6. 與市電併網時必需依照電業法的規定(經產省 1997 年第 52 號命令)
 7. 經產省電力併網指南，由日本電力協會做成解說版(Grid Interconnection Code (JEAC 9701-2006))
 8. 依照消費者產品安全法的定義，燃料電池為消費者產品
 9. Responsibility of the Business Operator for Reporting Serious Product Accidents (第 35 條)和 Hazard Prevention Order(第 39 條)等法規亦適用
- NEDO 於 2008-2009 提供經費，JET 與關西電工(Kandenko)合作電網併聯的實證計畫，目前在日本群馬縣大田市進行，後續將遷移至 JET 之橫濱試驗室，

將設有 10kW 測試能量 3 套。PV 的併網實證則在赤城(Akagi)進行，由關西電工執行中，設有 4kW 測試能量 30 套。JET/JEMA/Kandenko 合作推動標準化，以避免作用信號受到干擾，FY2010~2011 將投日 3 億日幣。JET/Kandenko 與美國 SNL 合作研究，時間為 FY2010~2013。

JET 與標準檢驗局交流過程主要討論日本燃料電池業者技術現況，以及政府所提供的補助方式。其中 NEDO 於 2008~2009 年間支持 JET/Kandenko 建立 inverter 相關測試標準與技術以執行 PV 與 FC 的 inverter 驗證。目前 JET 的驗證容量為 4kW x 30 台、10kW x 3 台，可依據不同功率的燃例電持進行測試。而日本政府 2009 年原投入 61 億日圓發展燃料電池技術，其後又再追加 20 億日圓；2010 年則編列 68 億日圓。

在法規方面，目前($\leq 10\text{kW}$ 、 $< 600\text{V}$)的燃料電池組可視為一般家庭內部電路系統，不屬於 Electrical Appliance and Material Safety Law 管轄的發電設備範圍。因此，沒有特別的電氣安規，只有一般工業通用安全標準；而 JET 基於 JEMA 測試方法的驗證服務並非強制性，驗證機構是基於消費者與生產者以外的第三者立場來協助提供檢驗證；但在某些安裝條件下仍必須符合一些安全法規。較詳細的資料可參考 JET 所提供的簡報資料（附件一）。

另外，拜訪 JET 橫濱試驗室，會見新任所長初見隆司先生、副所長渡邊靖之先生，由 JET 許京紅小姐協助翻譯及帶領參觀試驗室（如圖 6）。預計於明年度將自東京總部把太陽光電和燃料電池的測試移至橫濱。



圖 5 JET SHBATA 芝田部長(左)與標檢局黃科長志文合影



圖 6 JET 初見部長(左三)與標檢局黃科長志文合影

二、日本燃燒機器檢查協會（JHIA）

日本燃燒機器檢查協會成立於昭和 33 年，會址目前設於神奈川縣鎌倉市大船，JHIA 主要從事工業用、家庭用燃燒器進行安全驗證，如熱水器、瓦斯爐、電熱設備等；產品特性皆與加熱、發熱、高溫、保暖、防火有關。本次參訪主要了解該單位於定置型燃料電池的驗證程序，該協會的主要任務如下：

1. 燃燒機器根據工業標準化法之驗證、檢查及試驗
2. 燃燒機器根據消費生活用製品安全法之檢查
3. 燃燒機器性能基準根據消防法規定對象火氣設備等之防火性能基準（包括燃料電池系統）之驗證、檢查及試驗
4. 燃燒機器根據水道法規定的給水裝置的技術基準之驗證、檢查及試驗
5. 燃燒機器根據自主檢查基準之驗證、檢查及試驗
6. 燃燒機器的證明
7. 燃燒機器之品質、性能、安全及環境調查研究
8. 燃燒機器之統計並作成情報
9. 燃燒機器之品質、性能、安全及環境相關知識、技能的普及和技術諮商
10. 國際規格之審查、登錄
11. 前述各項的揭露，目的為達成必要的事業

本次前往拜會，由該協會大島泰理事長、川勝健理事及燃料電池部長橋本秀信先生接見（如圖 7），並參觀 JHIA 有關燃料電池系統的測試試驗室。

有關燃料電池系統的驗證，日本家庭用燃料電池的產品驗證主管機關為經濟產業省，JHIA 除了參與驗證試驗之外，也參與日本工業標準(JIS)的制定工作，並協助向國際電工協會(IEC)提案。

JHIA 為從事家庭用燃料電池的產品驗證，訂定了以下 3 份檢查基準文件：

1. JHIA N-7001 燃料電池檢查基準

2. JHIA N-7002 燃料電池系統等給水器具之檢查基準

3. JHIA N-5802 燃料電池系統防火性能檢查基準

第3項檢查基準訂定的原因有二，其一為日本有許多木造房屋，容易引起火災；其二為日本的房屋密集度高，容易造成火災災情的擴大。此外，日本人認為家庭用燃料電池系統由熱電共生供應的熱水，雖然是提供做為沐浴之用，仍有可能不小心而入口，故須對水質進行檢測，防止重金屬溶入水中，而危害到人體健康。

JHIA N-7001 燃料電池系統檢查基準規範型式試驗和工廠檢查的相關要件如下：

型式試驗的項目如下表：

表 2 燃料電池系統型式試驗的項目

氣密性	*發電效率試驗
點火-燃燒試驗	*排熱回收效率試驗
耐風試驗	*負荷變動特性試驗
耐雨試驗	*負荷追蹤特性試驗
燃料消費量試驗	燃料遮斷試驗
電氣出力	對震自動消火裝置
溫升試驗	*噪音試驗
絕緣阻抗試驗	*排氣測定試驗
絕緣耐壓試驗	*排水測定試驗
直流接地試驗	*溫濕度循環試驗
停電試驗	系統連鎖保護裝置試驗
*起動試驗	材料及構造試驗

*非必測試項目試驗

JHIA N-7002 燃料電池系統等給水器具之檢查基準的驗證試驗依據法令為厚生勞働省另 101 號，具體的試驗程序參照 JIS S 3200-1~7，試驗項目如下：

表 3 燃料電池系統型式試驗的項目

耐壓性能	*耐久性能
*耐寒性能	浸出性能(限飲用水)
*水及限界性能	*負壓逆止性能
*逆流防止性能	逆流水排水性能
*負壓破壞性能	

*樣品的特性試驗

浸出性能的重要性，主要為配管材料、熱交換器等與水接觸的部分，來自鉛、鎘等重金屬被溶出的確認試驗，溶出的允收標準如下：

- 1.銅及其化合物 1ppm 以下
- 2.亞鉛及其化合物 1ppm 以下
- 3.鉛及其化合物 0.01ppm 以下
- 4.鎘及其化合物 0.003ppm 以下
- 5.其他元素有鐵、六價鉻、硼及鋁等。

於 JIS S 3200-7 有詳細的方法規定，首先需製備試驗用原水(取純水和試藥調整至規定的濃度)，其次將試驗用原水流經燃料電池的給水管路，最後以最高使用溫度加熱並持續 16 小時，冷卻後取水樣進行化學分析。

JHIA N-5802 燃料電池系統防火性能檢查基準為法律規定的附加驗證要求，依據的法令、技術的基準為消防廳 1 號公告：設置時從可燃物開始的隔離距離決定其「防火性能驗證」。測試異常運準時的試驗項目如下：

- 1.供氣部的閉塞
- 2.排氣部的閉塞
- 3.排氣通路的破損

4. 重組器的溫度異常
5. 燃料電池組的電壓異常
6. 空燒
7. 熱交換器的破損
8. 熱水管路的破損

家庭用燃料電池(PEFC)系統檢討委員會，2004年7月於JEMA成立常設委員會，同年12月15日率先於全世界針對家庭用燃料電池(PEFC)開始驗證的運作，其重要特徵包括：

1. 燃料電池系統之系統驗證
2. 有複數的驗證機關參與驗證業務
3. 一個單位提出驗證申請，一次發證
4. 建立驗證機關共通的驗證基準

目前有三個單位從事家庭用燃料電池驗證，分別為：電氣安全環境研究所(JET)、日本瓦斯機器檢查協會(JIA)及日本燃燒機器檢查協會(JHIA)，其中JET和JHIA合作進行燃料電池驗證如圖1-4，而JIA則單獨發證。

JHIA之燃料電池系統測試有電力、溫度、流量計、電子負載及測溫板等組成的特性裝備；耐風測試裝置；耐雨測試裝置；振動測試裝置(X-Y二度空間)；無響室；排氣分析儀；溫濕度循環試驗室；ICP；穩壓器等等，JHIA相關簡報如附件2。



圖 7 參訪燃燒機器檢查協會合影

三、JHFC 橫濱園區

橫濱燃料電池園區 JHFC PARK 位於橫濱鶴見區大黑町，是「日本氫能燃料電池示範計畫」下推動之燃料電池汽車示範研究成果展示場，日本的 5 大汽車廠：豐田（TOYOTA）、日產（NISSAN）、本田（HONDA）、鈴木（SUZUKI）、馬自達（MAZDA）與克萊斯勒（DAIMLER CHRYSLER）、通用（GM）等都有參與，目前第一期、第二期研究計畫均已執行完畢，多家車廠所研發之氫能車均置於該園區提供參觀。

該園區包括現場製氫設備及主控室、加氫站、燃料電池汽車庫、維修場、展示教育館，展示教育館內提供免費提供相關資料，並展示燃料電池汽車之主要零件及說明看板等，園區內展示了儲氫、充氫設備，JARI 並派駐專家接待每一團參訪者進行成果的解說。

日本氫能與燃料電池實證計畫為國際性計畫，計畫內容包括燃料電池車的實證研究和氫氣環境建構研究，此計畫由經濟產業省(METI)和新能源及工業技術開發組織(New Energy and Industrial Technology Development Organization,

NEDO)主導。JHFC 專案計畫的目標為由各種不同源料生產氫氣、燃料電池車輛性能、環境衝擊、總能源效率及實際使用條件下的安全等基本資料之蒐集和分享，以訂定出大規模大量生產和廣泛使用燃料電池車輛之時間表。

計畫執行單位包括氫氣環境建構的財團法人日本石油產業活性化中心 (Japan Petroleum Energy Center, PEC)-管路規劃、財團法人日本工程提升振興協會(Engineering Advancement Association of Japan, ENAA)及社團法人日本瓦斯協會(The Japan Gas Association, JGA)-加氫站規劃。2009 年之前，氫氣環境建構由 ENAA 負責規劃，車輛的實證部分的實施，則由財團法人日本自動車研究所 (Japan Automobile Reash Institute, JARI)負責。

JHFC 第一期的實施期間為 FY2002~2005，主要成果為燃料電池車輛之能源效率的澄清、從油井至車輛行走(Well to Wheel)以清楚(自一次能源的開採、燃料製造、輸送、充填置車輛、最終車輛行走的能源耗用等總能源效率) 燃料電池車輛和加氫站的驗證。

JHFC 第二期的實施期間為 FY2006~2010，計畫目標為實際使用條件下仍然存在問題之澄清；蒐集資料以發展管理、法規及標準；確證節能(燃料經濟)和環境衝擊；確認技術和政策趨式；關於宣傳和推動則規劃和實施公共關係及教育策略。

參與 JHFC 計畫共有 8 家汽車公司的 6 型燃料電池汽車、1 型燃料電池巴士及 1 型氫氣內燃機引擎汽車，這些車輛已分別在東京都地區、中部和關西地區，蒐集並評估車輛效能、可靠度及燃料經濟等問題。此外，對一般大眾之公共關係活動如燃料電池車試乘活動在日本各地積極舉行，強化對燃料電池汽車的認知。參與計畫的公司包括豐田、日產、三陽、通用、戴姆、日野、鈴木及馬自達等，都使用高壓氫氣。早期使用的氫氣壓力為 35MPa，目前除氫灌使用的壓力則增加到 700MPa。

本次參訪地點位於橫濱的大黑加氫站(如圖 8)，由日本自動車研究所派駐的

計畫人員松下英明先生接待，站內的設施有燃料電池車輛車庫、維護室及展示室，其一為實證計畫的試驗基地，其次為研究關於燃料電池和氫氣設施。加氫站所需的氫氣，由設在加氫站旁的氫氣供應源設施提供，即站內設有觸媒轉化器，將汽油脫硫重整而取得氫氣(如圖 9)。由於初期的設施僅能提供 35MPa 的加氫設施，站內已將供氫壓力提高至能夠提供 700MPa 儲存桶之能力。700MPa 儲存筒如圖 10 所示，內殼為鋁製品，外層則為碳纖維材質如圖 11。



圖 8 大黒加氫站

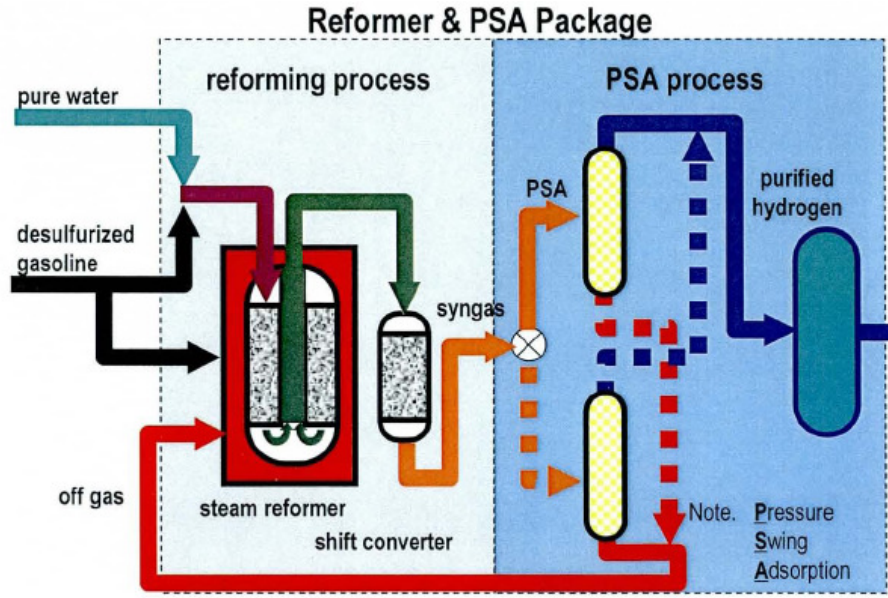


圖 9 製氫流程



圖 10 700MPa 儲氫桶



圖 11 700MPa 儲氫桶剖面

目前燃料電池車輛之燃料電池的壽命要求為 5,000 小時，視使用時的操作習慣與條件而定。長距離的時車確證於 2009 年 11 月 11~12 日間舉行，使用的燃料電池車輛有豐田(FCHV-adv，儲氫桶壓力 700MPa)、日產(X-TRAIL-FCV，儲氫桶壓力 700 和 35MPa)及三陽(FCX-Clarity，儲氫桶壓力 35MPa)，由東京出發至北九州市，全程共 1,137 公里，費時 19 小時，途中在名古屋與和歌山各補出一次氫氣，平均每公升氫氣的行駛距離為 118.4 公里，每次加滿氫氣的行駛距離為 714 公里。

日本目前許多車廠都積極投入氫燃料電池汽車之研究，相關實驗的車種也配合示範運行計畫完成路試，各方面的安全性、續航性與動力輸出均可與傳統內燃機車輛媲美；初步估計若從汽油提煉氫氣，則可獲得約 60%的效率，然後由氫氣推動汽車內的燃料電池，則約可達 40%的效率，故其總效率為 24%(0.6x0.4)，比目前的內燃機效率 16%為高。其次，在氫的儲存方面，目前一般的氫燃料汽車，若使用 35MPa 的儲存桶，可提供氫能車行駛 300 公里左右而 70MPa 的車用儲存筒，可供氫氣車行駛 800 公里。

目前車輛本身與充電站都還面臨成本過高的問題。因此，第二階段計畫至今年底結束後，後續除效率與可靠度外，應會將如何建立合理營運模式的課題列為深入探討的重點。圖 12 為日本評估燃料電池車技術演進的目標，其中電池組的價格期望到 2015 年可比現在降 10 倍，達到 1 萬日圓/千瓦的水準。圖 13 之充氫站建置成本目前仍明顯比傳統汽油加油站高出多倍，評估早期推廣必須透過政府補助，方可逐步建置成立。圖 2.3 預估 2011-2015 年應還在技術與市場示範驗證階段，2015 年之後才開始有商業化的機會。有關 JHFC 園區相關資料請詳參附件三。

Technical Targets

Issues	Current	Around 2015	2020-2030
Vehicle Efficiency	50% (LHV)	60% (LHV)	60% (LHV) <
Durability	1000 hours	5000 hours	5000 hours <
Operating Temp. (T)	Approx. 80°C	-30<T<90~100°C(Approx.)	-40<T<100~120°C(Approx.)
Stack Cost	several 100 k-yen/kW	10 k-yen /kW	<4 k-yen/kW

LHV: lower heating value

Source : NEDO Technology Road Map 2008

圖 12 氫燃料電池車(FCV)技術目標

Construction Cost of Station

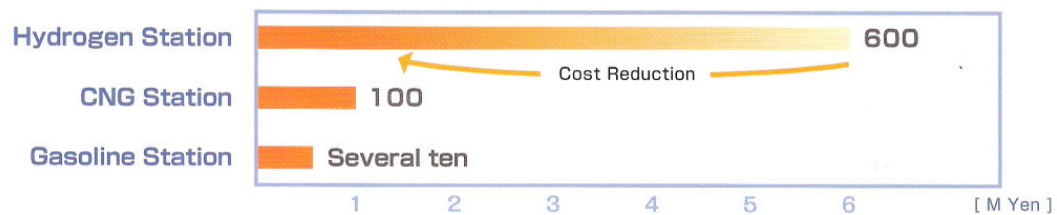


圖 13 充氫站建置成本比較

Commercialization Scenario for FCVs and H2 Stations

SOURCE : FCCJ*

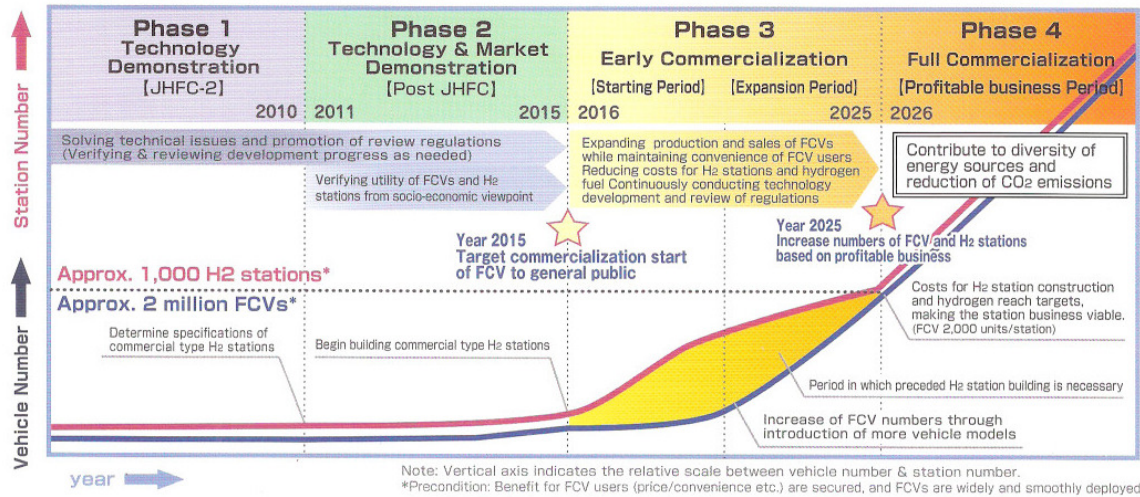


圖 14 氫燃料電池車與充氫站的商業化階段性時程預估

Detailed Location of JHFC H2 Stations

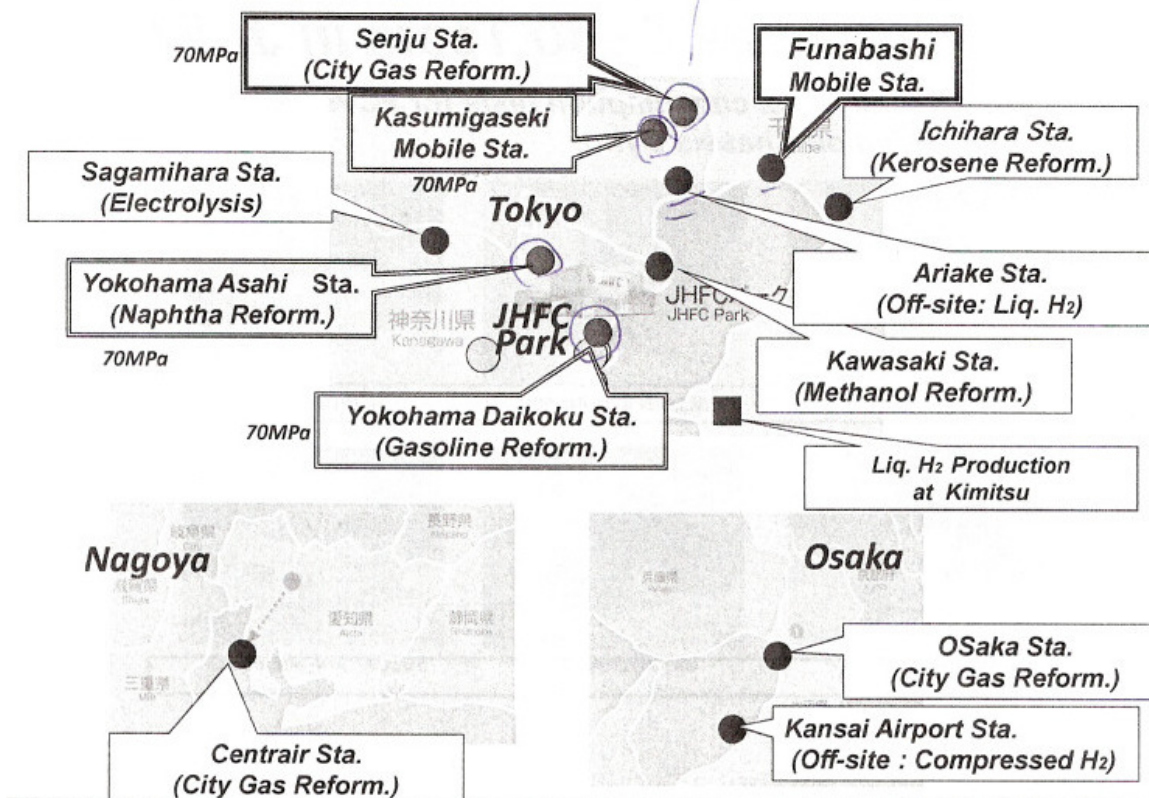


圖 15 日本現有加氫站(加圈記可充至 70MPa, 餘 35MPa)



圖 16 車用燃料電池安裝於引擎室之狀態



圖 17 搭配超級電容以強化動態操控能力



圖 18 70MPa 之氫能燃料電池車



圖 19 操作過程即時顯示動力來源與電能回收狀態

燃料電池自動車を体感できる、JHFCパーク

JHFC Park - Feel the FCV -

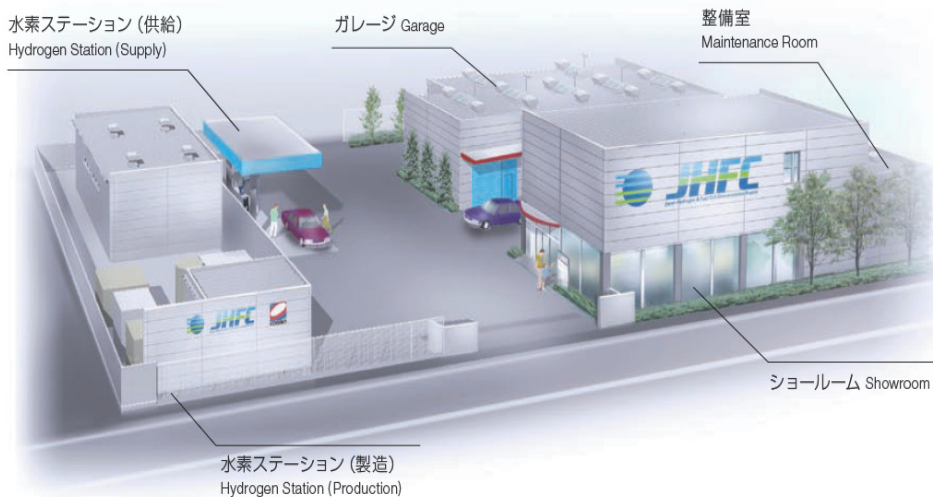


圖 20 横濱燃料電池園區(JHFC PARK)示意圖,

(資料來源: <http://www.jhfc.jp/e/index.html>)

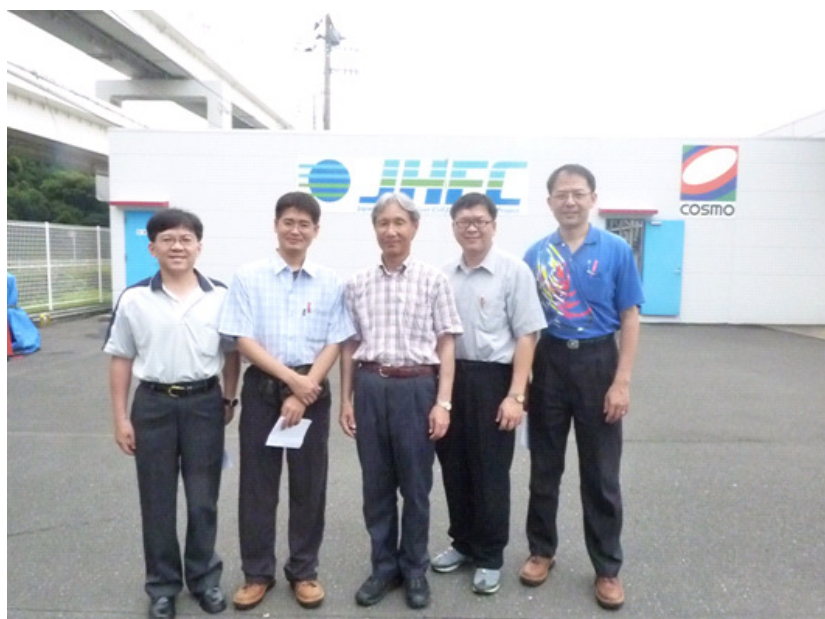


圖 21 與 JHFC 松下英明先生合影

四、日本自動車研究所

本行程主要是參訪隸屬於日本自動車研究所(Japan Automobile Reash Institute, JARI)之燃料電池試驗室:HY-SEF(Hydrogen and Fuel Cell Vehicle Safety Evaluation Facility)，其前身由負責自動車綜合的研究之財團法人自動車高速試驗場進行組織改組而來，以健全發展自動車環境，提升日本自動車的開發技術，本次前往拜訪的日本自動車研究所位於茨城縣茨城郡，由燃料電池-電動車研究部三枝省五部長和三石洋之主任研究員接待，該單位主要針對燃料電池車輛相關之安全技術進行評估與驗證。主要設施為一大型整車燃燒試驗室，可執行整車及高壓儲氫罐於火災環境下的安全性；

如圖 22 為整體廠區外觀、圖 23 為燃燒試驗室內部構造圖，內部可執行整車火災、儲氣罐火災等實況觀測，表 3 則為房舍結構的設計規格。



圖 22 HY-SEF 燃料電池試驗棟-廠區外觀

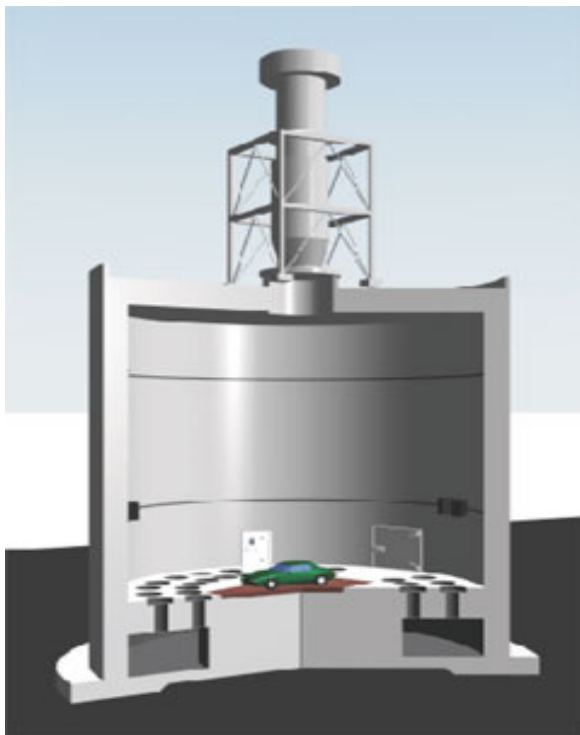


圖 23 燃料電池車燃燒試驗室內部配置

表 3 燃料電池車試驗室設計規格

形状	内径 18m、 天井高さ 16m の円筒形
壁	厚さ 1.2m 鉄筋コンクリート、 内壁鋼板製（厚さ 6~12mm）
床	厚さ 4m 鉄筋コンクリート、 耐火レンガ
扉	厚さ 0.3m 幅 2.4m 高さ 2.4m の大型扉、 厚さ 0.3m 幅 0.75m 高さ 1.9m の小型扉

燃燒試驗室內部配備可耐高溫之攝影機以及可感測全身肢體溫度的燃燒人偶，由地底通道提供燃燒所需新鮮空氣，燃燒之後廢氣經由頂部抽出後再經過冷卻、後處理淨化才排放至大氣。除燃燒試驗外，還包括儲氫罐滲透、重複充放循環、充氣洩漏偵測、液態氫充填偵測等試驗項目。據 JARI EV-FCV 研究部三枝省五部長表示，Hy-SEF 所有試驗設施皆由 NEDO(新能源與產業技術綜合開發機構)出資建置，初期以氫能車技術專案之研究發展為目的，一般車廠使用率不高；針對燃料電池機車的發展，雖已知 SUZUKI 公司有投入，但因 JARI EV-FCV 研究部以汽車應用為主，因此對燃料電池機車相關技術、法規等問題較無明確資訊可供參考。對於台灣投入燃料電池機車的發展，亦認為有機會搶佔市場先機；且燃料電池機車的儲氫方式與汽車用的高壓儲氫筒不同，應不必像氫能汽車投入這麼昂貴的安全驗證設施。

由於日本汽、機車廠自主研發能量均非常完整，故 JARI 在發展氫燃料電池車所扮演的角色，主要以協助政府推動政策、研究/制定標準、法規及透過示範運行研議關鍵技術等方向為主，其能量雖對外提供服務，但主要車廠的使用率並不高。附件四為 JARI 之 Hy-SEF 試驗單位能量介紹。



圖 24 耐爆火災試驗設備



圖 25 壓縮氫氣容器搭載於車輛的火災試驗

目前 JARI 建置之氫氣和燃料電池車輛安全評估設施包括耐爆火災試驗設備(如圖 24)，可以測試壓縮氫氣容器搭載於車輛的火災試驗(vehicle fire test installed with compressed H₂ tank)、氫氣充填容器的火焰暴露試驗(hydrogen tank bonfire test)，試驗產生的廢氣中有害成分則使用一套排煙處理設備處理後排放，相關規格如表 4 所示。

表 4 爆火災試驗設備

試驗房間 (test cell)	內部尺寸	16m(h)*18m(d)
	大門	2.4m(h)*2.4m(w)
	小門	0.3m(t)，重量約 8000 公斤
	地板	RC，約 4 公尺厚；中心區域使用耐火磚
	邊牆	表面鋼板厚度 12mm、9mm 及 6mm
	天花板	RC，約 1.4 公尺厚表面鋼板厚度 6mm
供氣和燃燒後廢氣	流速	750Nm ³ /min(@20°C)
	燃燒氣體處理	乾式反應法(反應劑：矽藻土、氫氧化鈣及活性碳)
過壓量測	吸氣系統	檢核閥和消火筒共 42 組
	廢氣系統	緊急開啟閥門 1 組；緊急關閉閥門 3 組
		過壓減震器 2 組
	低壓破裂盤 6 組	
噪音量測		消音器 4 組於吸氣端、1 組於排氣端
滅火器		噴水頭 2 組
供應電力需求		獨立發電機 2 組 500kW、1 組 95kW

高壓氫氣試驗設備有儲存容器之氫氣滲透設備(permeation test chamber)、氫氣充填循環試驗用槽(filling and cycle test cover) (如圖 25)、氣體試驗坑(gas test pit)、儲氫設備(high pressure hydrogen storage bank)及氫氣壓縮機(high pressure hydrogen compressor)，相關規格如表 4 所示。



圖 26 氫氣滲透設備(左)、氫氣充填循環試驗用槽(右)

表 5 壓縮氫氣測試設備規格

氫氣壓縮機	最大允許工作壓力	95MPa
	處理能力	200 Nm ³ /h
	其他	具 5 階段壓縮之重複壓縮、氣冷式、油少許
儲存桶	水容量	75 公升/儲存筒共 3 個 3 套
氫氣滲透試驗房間	溫度控制	-40~85 °C
	內部尺寸	大：1,000mm(d)*3,800mm(l)
		中：1,000mm(d)*2,800mm(l)
儲存桶附加試驗房間	溫度控制	-40~85 °C
	內部尺寸	1,000mm(d)*2,800mm(l)
氣體試驗坑	內部尺寸	6m(l)*3m(w)* 3m(d)
	其他	格柵蓋子

液化氫氣的試驗設備有液化氫氣容器的裝填設備(refueling to LH₂ tank)、液化氫氣配送器(liquid H₂ dispenser)及液化氫氣儲存容器(如圖 26)，相關規格如表 6 所示。

表 6 液體氫氣試驗設備

液氫儲存容器	結構	水平真空積聚隔絕
	水容量	2,460 公升
	儲氫量	150 公斤
接收和壓縮桶單元	水容量	250 公升
	其他	液氫流量計(科氏型)
液氫分配器	填充壓力	0.3MPa
	填充耦合	Linde 耦合和 baynet 耦合
	其他	過填充防止機制和氣體洩漏偵測器



圖 27 液化氫氣儲存槽

水壓試驗設備共計有容量為 120MPa、270、300MPa 增壓機，相關規格如表 7 所示。



圖 28 水壓試驗增壓機：120 和 270 MPa(左)，300MPa(右)

表 7 水壓試驗設備

環境溫度壓力循環試驗裝置	牽引馬達	45kW 共 7 組
	加壓性能	120MPa
	循環時間	每循環 30 秒(桶槽最大容量 260 公升)
水壓爆破試驗裝置	牽引馬達	45kW 共 1 組
	加壓性能	350MPa
水壓試驗坑	內部尺寸	6m(l)*3m(w)* 3m(d)
	其他	格柵蓋子

在前述的耐爆火災試驗設備(如圖 24)中，為偵測燃燒對人的影響，則使用裝置有感測器的模型人偶進行模擬並蒐集資料。JARI 燃料電池車依 UN-6CE /WP29/AC3 HFCVgr 法規的 100 氫氣安全和 101 電氣安全執行各項檢測。

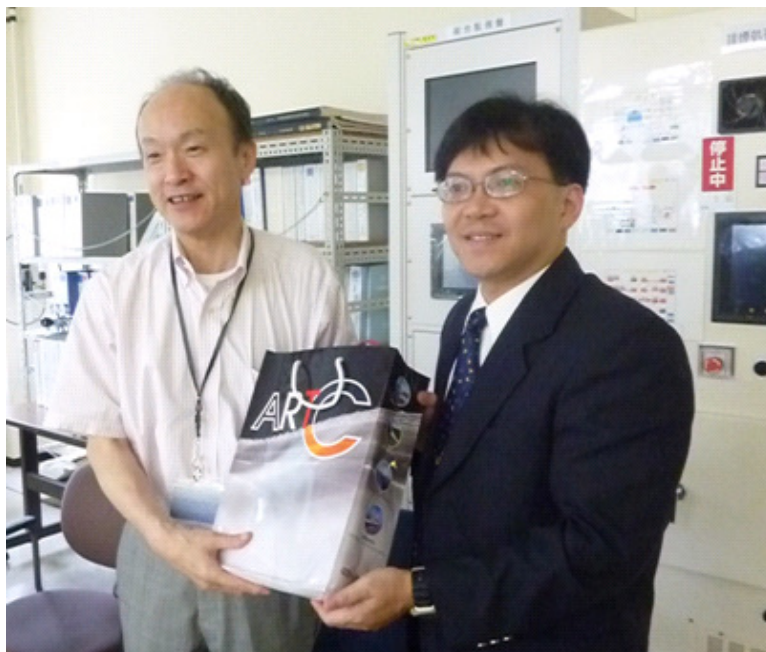


圖 29 JARI 三枝省五部長與標檢局黃志文科長合影

五、2010 第五屆國際再生能源展覽會

今年舉辦的第五屆國際再生能源展，會場設於日本橫濱市的 Pacific Yokohama 展覽館，參與展覽內容包括太陽電池/模組、相關產品/模組應用區；組件、材料及設施區；製造設備區；檢驗/量測工具區；太陽系統區；結構服務區；大學研究展示區；特別展示區；日本經濟產業省展示區等，展覽的主題項目如圖 30 所示，時間自 6 月 30 日至 7 月 2 日止，共計 3 天，參觀人數共計 44,290 人。



圖 30 再生能源展主題項目

展覽由日本再生能源協議會(Japan council for renewable energy, JCRE)承辦，協辦單位包括國際太陽能學會、獨立行政法人新能源產業技術總合開發機構(NEDO)、獨立行政法人產業技術總合研究所、財團法人新能源財團、日本太陽能學會、日本風能協會及財團法人名古屋產業科學研究所。另外，經濟產業省、環境省、國土交通省、農林水產省、文部科學省、總務省、內閣府、東京都及橫濱市等政府機關提共協助。

自 2009 年 1 月開始的住宅用太陽光電導入補助金制度之申請案件，至 12 月底止共計 11 萬 6 仟餘件。之後，於 11 月開始增加「太陽光電新購買制度」，導入的速度加快。家庭用太陽光電 10~20kW 的設置費，每 kW 約 70 萬日圓。太陽光電發電固定電價買入制度實施後，小規模事業和家庭的販賣時機增加，推估至 2010 年 2 月將達 40 萬。

經濟產業省剩餘電地購買制度之 2010 年度新契約，住宅用(10kW 以下)的購電價格為每度電 48 日圓，非住宅用每度電 24 日圓；使用燃料電池系統發的住宅用購電價格為每度電 39 日圓，非住宅用每度電 20 日圓。

東京瓦斯公司以「ENE FARM」家庭用燃料電池系統參展，其構造如圖 31 所示，規格如表 8 所示。依據其統計資料，一天之中的用電量幾乎都小於 1kWh，僅在傍晚時間 5 時至夜晚 11 時左右的用電量大於 1kWh。使用燃料電池系統可以提供 60% 的用電量，每年可削減二氧化碳排放量約 1.5 噸(ENE FARM 年發電量以 3600 度計)，今年度每台補助金為 130 萬日圓。

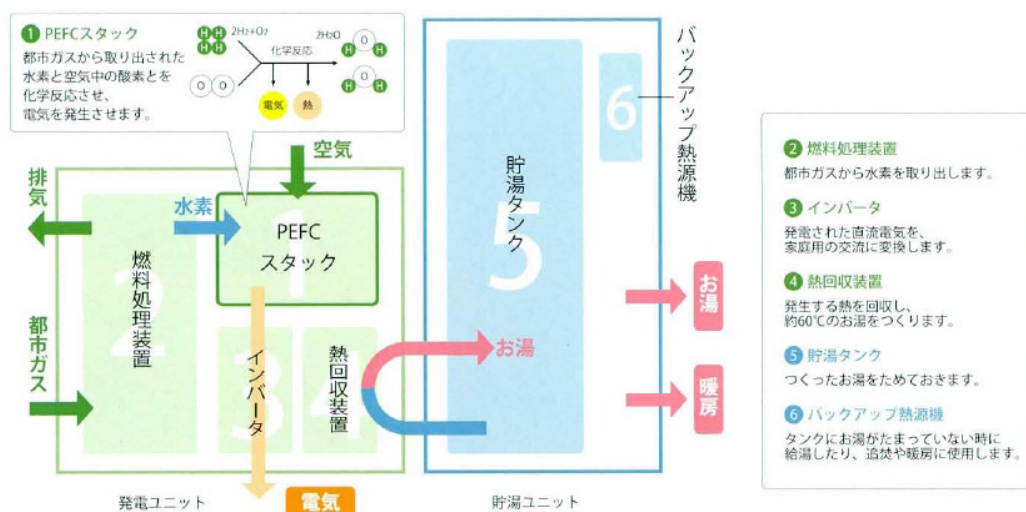


圖 31 東京瓦斯之燃料電池系統「ENE FARM」的結構

表 8 東京瓦斯之燃料電池系統規格

燃料電池單元(NA0109ARS-K)	
發電容量	1.0kW(範圍：0.3~1.0kW)
排熱容量	1.4kW(範圍：0.3~1.4kW)
發電效率	33%(HHV)以上，37%(LHV) 以上
熱回收率	47%(HHV)以上，52%(LHV) 以上
尺寸	780W*400D*860H
重量	125 公斤(運轉時 130 公斤)
熱水桶單元(NAT-C09ARSAW6CU)	
熱水溫度	60°C
熱水桶容量	200 公升
尺寸	750W*480D*1883H
重量	125 公斤(運轉時 337 公斤)
售價	346.5 萬日圓(含稅)

若太陽光電(發電時間自上午6時至下午6時)與家庭用燃料電池系統(發電時間自上午6時至下午12時)結合，年度用電量已6000度計，需求用電購自市電比例約15%，每年約有2000度餘電可銷售(如圖32)，每年可削減二氧化碳排放量約4.2噸(ENE FARM年發電量以3600度計，太陽光電系統裝置容量4kW的年發電量以4000度計)。

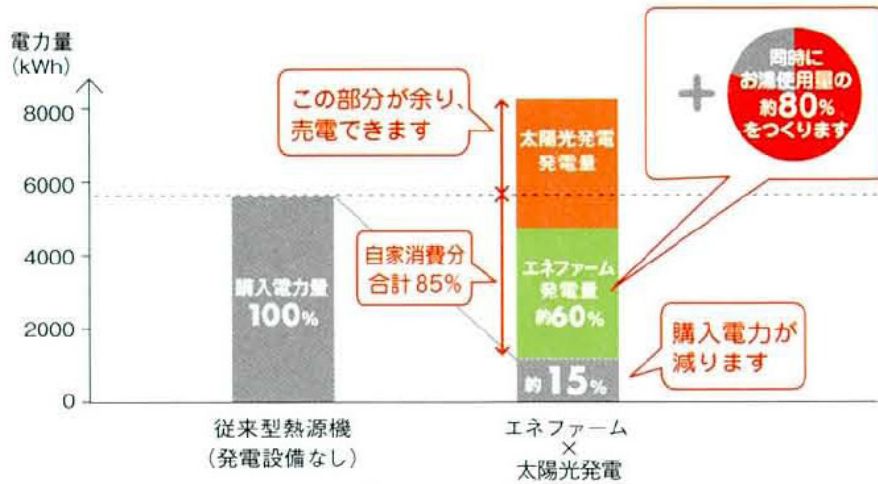


圖 32 太陽光電與家庭用燃料電池系統雙重發電

風力發電方面，國內有新高能源參展，推廣垂直軸風力機，同時，亦將 LED 照明燈具於現場展示。大陸則有浙江寧波風神風電科技有限公司參展，並展出其風光互補的機種(風力發電搭配太陽光電)。

參、心得與建議

一、心得：

- (一) 首先感謝本次參訪機構願意開放本局參觀重要技術及蒐集資料，了解目前日本各相關機構對新能源（尤其是氫能與燃料電池方面）所規劃計畫及目標，也蒐集及學習到日本電氣安全與環境研究所及日本燃燒機器檢查協會，對家庭用燃料電池發電系統於日本利用實證計畫，補助一般家庭裝設方式以推廣裝設量，甚至目前房屋的販售都列為必要的配備，促使民眾認為裝設後可以有效降低家庭用電支出，也同時供應生活所需熱水，為家庭用燃料電池發電系統的發展奠定良好的基礎，並於家庭用燃料電池發電系統已建立驗證制度，由非營利第三機構進行驗證與發證，有效保障民眾使用的權益與安全。
- (二) 對 JHFC 橫濱園區在日本政府與業者執行燃料電池汽車的示範運行計畫的模式，可做為國內燃料電池機車推動/輔導之參考。而在 JHFC 網站有歐美技術發展現況的研究報告，可透過該網站資訊增進對全球氫燃料電池汽車的了解，並對燃料電池應用到車輛所需新增的安全規範，日本在汽車方面主要新增儲氫容器之安全驗證規範；我國氫燃機車若採 1MPa 之低壓容器較無安全疑慮，若考量 35MPa 則可參考日本之安全規範；因 35MPa 儲氫罐可提供較佳的續航特性，雖然國內尚無廠商明確採用，但建立標準時建議將此規格納入，等候未來氫經濟來臨時之產業經濟，亦是本局未來學習目標，如何站在政府立場協助廠商促進經濟發展及保護消費者權益。
- (三) 雖然此行參訪對象無參與過燃料電池機車經驗，但由 JHFC、JARI 等行程中所觀摩到燃料電池汽車的試驗標準、驗證設施與實車體驗等方面，若排除生產價格與商業營運模式等因素，考量技術面與安全性部分，機車應比汽車單純；因此，研發燃料電池機車所需建置的設備與驗證成本，

相較於燃料電池汽車低廉許多，有利於我國機車產業投入。兼以我國已有廠商具備燃料電池生產製造自主技術，且機車產業自主能力與通路相當成熟，若政府有獎勵或補助配套，應有機會在這個領域創造領先優勢。

(四) 參觀東京 2010 再生能源展覽會後，日本對舉辦大型展覽會有具體目標及策略，除結合國內產業界力量外，並將研發成果向參觀者報告，說明目前技術演進成果，讓明年可依循現有成果不斷朝策略目標努力，所以研發成果不是一朝一夕就達到的，政府有明確策略方向，研發計畫有適當單位及承辦能力，加上定期對外公布計畫成果，如此良性循環會成就日本現有大規模企業及技術優勢，是本局未來學習標竿。

二、建議：

(一) 標準部分：

國內燃料電池機車廠商已發展應用於低壓儲氫系統，並已通過國內車輛測試中心初步性能測試，為加快產業化速度，標準檢驗局將著手制定產業技術標準，適時提供標準技術服務，可參考日本對技術標準研擬需有嚴謹及完整實證計畫及測試資料庫作法，導入國內應用於燃料電池機車產品上，進而取得國外標準機構認同，共同推進國際標準，亦有助於國內產業技術主導國際標準新局面。

(二) 檢測驗證部分：

日本政府與業者執行燃料電池汽車的示範運行計畫的模式，可做為國內燃料電池機車推動/輔導之參考，而在 JHFC 網站有歐美技術發展現況的研究報告，可透過該網站資訊增進對全球氫燃料電池汽車的了解。

日本對定置型燃料電池之驗證、應用、推廣與補助模式均已具體展

開，該成果亦為車用燃料電池技術發展助力，目前我國投入燃料電池研發、應用的產業不多，但能源局已有政策性的示範補助計畫，可促進國內產業鏈的建立，標準檢驗局可協助提供國內及國際驗證服務，使國內廠商經一次測試可取得國內外產品驗證證書，提升產品銷售競爭力。

肆、附錄

- (一) 日本電氣安全研究所簡報
- (二) 日本燃燒機器檢查協會簡報
- (三) JHFC Park 橫濱園區相關資料
- (四) 日本自動車研究所之 Hy-SEF 介紹