



參加「第十二屆國際氫能與燃料電池研討暨展覽會」

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：出席國際會議)

參加第十二屆國際氫能與燃料電池研討
暨展覽會出國報告

服務機關：經濟部能源局
姓名職稱：陳芊妤 視察
出國地區：日本東京
出國期間：105年2月28日至105年3月5日
報告日期：105年4月22日

經濟部能源局

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加第十二屆國際氫能與燃料電池研討暨展覽會

頁數 50 含附件： 是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

經濟部能源局/陳芊妤/ (02) 27757632

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

陳芊妤/經濟部能源局/能源技術組/視察/02-27757632

出國類別：1考察 2進修 3研究 4實習 5其他

出國期間：105年2月28日至105年3月5日

報告期間：105年4月22日

出國地區：日本東京 (Japan Tokyo)

關鍵詞：氫能、燃料電池、FC EXPO、加氫站

目 錄

頁次

一、內容摘要	1
(一) 出國目的	1
(二) 其他相關參加人員	2
(三) 行程紀要	2
二、參訪及會議內容	3
(一) 背景介紹	3
(二) 芝公園加氫站 (岩谷產業)	3
(三) 財團法人工業技術研究院日本辦公室	6
(四) 東京瓦斯千住加氫站	17
(五) 拜訪川琦重工副中心長(西村博士)	19
(六) 2016 FC EXPO 暨國際研討會	20
三、心得及感想	24
四、建議	27
五、附件(Keynote Session 會議資料)	28

圖目錄

頁次

圖 1、岩谷產業芝公園加氫站位置示意圖.....	4
圖 2、岩谷產業芝公園加氫站儲氫裝置.....	5
圖 3、加氫機與燃料電池車（FCV）的各元件裝置說明.....	5
圖 4、日本氫能社會建構百年大計的三階段.....	7
圖 5、日本強化氫氣的製造運輸利用發展圖.....	8
圖 6、日本家用燃料電池成本走勢.....	11
圖 7、日本加氫站分布.....	12
圖 8、日本加氫站建置及營運成本分析.....	14
圖 9、日本氫氣的製造與運送站成本分析.....	14
圖 10、日本 On Site（70MPa）加氫站建置示意圖.....	15
圖 11、日本 Off Site（70MPa）加氫站建置示意圖.....	15
圖 12、日本 Off Site/Package（70MPa）加氫站建置示意圖.....	16
圖 13、日本移動式（70MPa）加氫站建置示意圖.....	16
圖 14、日本千住加氫站以天然氣產氫供給燃料電池車流程.....	18
圖 15、日本高壓氣體保安法相關規則、告示及基準.....	18
圖 16、日本加氫站建置相關規定.....	18
圖 17、川崎重工總部（東京濱松町）.....	19
圖 18、液態氫海上運輸船.....	19
圖 19、第十二屆國際氫能與燃料電池展區.....	20
圖 20、Toyota（豐田）Mirai 氫燃料電池汽車.....	21
圖 21、Honda（本田）Clarity 氫燃料電池汽車及行動電源.....	21
圖 22、加氫站相關示意圖.....	22
圖 23、川崎重工展示 On-Board 產氫的願景.....	22
圖 24、定置型家用燃料電池 PEMFC 與 SOFC 系統.....	22
圖 25、臺灣展區示意圖.....	23

表目錄

頁次

表 1、日本東京芝公園加氫站基本資訊.....	5
表 2、日本建構氫能社會百年大計各項目之意涵.....	8
表 3、日本 2010 至 2016 年度補助氫能相關技術研發的預算.....	9
表 4、日本環境省支持氫能技術實證事業案例.....	10
表 5、檢視日本建構氫能社會百年大計的執行情形（2015 年 12 月止）.....	11
表 6、日本產業用 SOFC 的研發與實證情形.....	12
表 7、日本加氫站依地區別（1 都 17 縣）的分布.....	13
表 8、日本加氫站依企業別（18 家）的分布.....	13
表 9、日本政府補助加氫站建置的上限金額.....	17
表 10、日本東京千住加氫站基本資訊.....	17

一、內容摘要

(一) 出國目的

自 2014 年底日本豐田汽車正式推出商品化燃料電池車後，國際間更積極進行燃料電池車運行所需之基礎環境—加氫站建置技術開發、相關法規的制(修)定等，日本更規劃於 2020 年東京奧運之前，期望完成設置 100 座加氫站，實現氫能社會。同樣地狹人稠的臺灣，可以從參訪日本主要加氫站業者及關鍵技術廠商經驗中，進行學習安全思維、站務管理、設置要求及運作模式等，作為評估國內後續推動氫能及燃料電池相關產業之借鏡。

為促進臺灣氫能與燃料電池的有效應用並降低對於化石燃料的倚賴性，本次出國除參訪日本加氫站實際應用情形與其關鍵技術業者外，並參加目前國際上規模最大的燃料電池國際展覽會 (International Hydrogen and Fuel Cell Expo) 暨國際研討會，進一步了解日本及國際上如何建構氫能社會及掌握國際發展趨勢，有助於未來營造商業應用環境，拉近日本與臺灣未來合作契機，以利臺灣氫能及燃料電池後續之產業化。同時希望藉由此次出國能達成下述三項目標：

1. 獲取國際間最新之氫能與燃料電池產業發展趨勢資訊，作為未來臺灣氫能與燃料電池技術發展參考，及營造商業應用環境，以利氫能及燃料電池後續之產業化。
2. 了解建置加氫站相關成本、技術及法規之規劃與制(修)訂依據，以進行國內技術盤點參考，為評估國內加氫站產業建立必要訊息。
3. 借鏡日本發展氫能產業及推動氫能社會所遇到的困難及瓶頸，以作為我國投入相關技術研發及產業輔導政策方向之參考。

(二) 其他相關參加人員

	參加單位	職稱	參加人員
1	中央大學工學院	教授兼任教務長	陳志臣
2	中央大學機械工程系	教授兼任課務組組長	曾重仁
3	中央大學材料科學與工程研究所	教授兼任研究推動組組長	李勝偉
4	元智大學機械工程系	教授兼任燃料電池中心主任	翁芳柏
5	台灣中油綠能科技研究所 再生能源組	組長	康文成
6	財團法人工業技術研究院綠能與環境研究所	專案經理	藍兆禾
7	財團法人工業技術研究院綠能與環境研究所	專案經理	王文琳
8	財團法人工業技術研究國際中心	客戶經理	陳玫樺
9	財團法人中華經濟研究院國際經濟所	分析師	魏逸樺

(三) 行程紀要

1. 整體行程安排：本次出國時間共 7 日，行程如下。

天數	日期	地點	行程內容
1	2/28 (日)	日本東京	啟程 (臺北-東京)
2	2/29 (一)	東京都港區芝公園	參訪岩谷產業芝公園加氫站
		東京都港區三田	參訪工研院日辦
3	3/1 (二)	東京都荒川区南千住	東京瓦斯最先端能源技術場域示範
		東京都港區海岸 (濱松町)	拜訪川崎重工副中心長(西村博士)
4~6	3/2 (三) ~ 3/4 (五)	東京有明國際展覽館	2016 年第 12 屆 FC EXPO 國際研討會暨展覽會
7	3/5 (六)	臺灣	返程 (東京-臺北)

2. 2016 FC EXPO 國際研討會議程

日期 時間	3/2 (三)		3/3 (四)		3/4 (五)	
9:30-12:00	<u>FC-1 Applications</u>	<u>FC-6 Market Perspectives</u>	<u>FC-2 FCV in Japan</u>	<u>FC-7 Energy Carrier</u>	<u>FC-4 ENE-FARM</u>	<u>FC-9 Hydrogen Infrastructure</u>
13:30-16:00	<u>14:00-16:30 Keynote Strategies and Prospects toward Hydrogen Society</u>		<u>FC-3 Global FCV</u>	<u>FC-8 Industrial Fuel Cell</u>	<u>FC-5 PEFC Material</u>	<u>FC-10 Hydrogen Society</u>

二、參訪及會議內容

(一) 背景介紹

在各種再生能源中，以氫氣、天然瓦斯和甲醇為主要燃料來源的燃料電池 (Fuel Cell)，因具有零污染、高電能轉換效率、低噪音及可再生性等特點，在國際間早被視為二十一世紀最具潛力的綠色新能源。因此經濟部能源局特於民國 97 年舉辦「國內氫能與燃料電池產業策略及示範驗證推動業者說明會」，除針對政府對國內燃料電池與氫能產業發展策略作說明外，同時亦宣示啟動我國燃料電池與氫能應用示範驗證，期望透過政府資源的投入，協助國內業者將研發成果落實成為具有商業化潛力的系統產品，進而營造市場應用環境，以利後續產業經濟的規模化。讓國內投入氫能與燃料電池產業的業者有一實際將研發成果商品化的管道，進而驗證國內業者對於相關產業鏈的自主掌握程度。

歷經 FY98 至 FY102 四個年度的補助作業，政府補助投入新臺幣約 3.45 億元，廠商自行投入經費達 4.5 億元以上。換言之，即相對引導出高達近 8 億元的計畫總投入，相當於四年來臺灣燃料電池相關領域業者，所創造包括上、下游供應鏈及人力資本投入的粗略產值。同時，目前國內已有超過 40 多家研發機構及業者投入相關技術開發，逐漸形成上中下游完整產業價值鏈。除此之外，示範案也同時積蓄臺灣在燃料電池產業上的應用及發展能量，例如作為通訊基地臺緊急備援電力等。日本一直是臺灣最密切的經濟合作夥伴，再加上日本建構氫能社會的百年大計廣受全球矚目，如家庭用燃料電池、燃料電池車、加氫站及產業發電等，不但納入節能減碳與分散能源的考量外，更寄望帶動國家產業升級與轉型，以整體策略性思考氫經濟的全面發展；透過實地參訪及觀摩學習日本政府和企業，如何建構國家的氫能發展戰略及將研發成果產業化經驗，作為國內未來發展氫經濟的參考依據。

(二) 芝公園加氫站（岩谷產業）

位於日本東京都的芝公園加氫站，係日本安倍首相宣示推動燃料電池車地點，該站由岩谷企業投資設置，岩谷產業創業於 1930 年 5 月 5 日，主要專注於能源領域，如液態天然氣、瓦斯罐及氫氣等工業用氣體，其市占率高達 6 成。

岩谷除了是日本液態氫生產與輸送公司外，亦是氫供給和應用技術研究協會（The Research Association of Hydrogen Supply/Utilization Technology, HySUT）的一員，因

此岩谷在日本氫能社會中扮演加氫站設備整合商，現階段以壓縮機搭配德國Linde技術為主，主要是壓縮機的成本約占整體加氫站的三分之一的建置費，但若未來日本本土壓縮機的性能、體積、售價等方面若具有優勢，則會考慮選用。

芝公園加氫站的土地原為豐田集團所有，岩谷產業承租下來蓋加氫站，部分土地則是豐田 Mirai 的展示館，其隔壁為一般的加油站。圖 1 為岩谷產業芝公園加氫站位置示意圖。



圖 1、岩谷產業芝公園加氫站位置示意圖

本加氫站採用 Off Site 方式，由槽車運送液態氫至站內儲存後提供使用，儲槽容量 24,000 公升，一次可儲存 1,100 kg 氫氣，使用前須先透過蒸發器，搭配 6 支汽化器將液態氫轉為氣態氫，再透過 Linde 的壓縮機將高壓氫氣 82 MPa 存放在 300 L 高壓氣瓶，共有 6 隻。站體內設有兩部加氫機，每部提供 300 Nm³/h 的氫氣量，一小時可提供 6 台車充氫，其中燃料電池車加滿時間約 3 分鐘，車輛連續加氫需間隔 7 分鐘。因為在充氫前，氫氣需先預冷及加壓。表 1 為日本東京芝公園加氫站基本資訊，圖 2 為芝公園加氫站 (Off Site) 各裝置示意圖。圖 3 為加氫機與燃料電池車 (FCV) 的各元件說明，其中車輛對加氫機通訊系統需滿足充氫協定規範 (SAE J2799 及 SAE J2601)。

表 1、日本東京芝公園加氫站基本資訊

項目	說明
加氫站所在地	東京都港區芝公園 4-6-15
佔地面積	1,097 m ² (332 坪)
供氫方式	液態氫，Off Site 方式
供氫能力	340N m ³ /h (每小時可填充 6 台 FCV)
填充壓力	70MPa
填充時間	約 3 分鐘/台 (滿充填約 5kg)
相關設備	液態氫儲存槽，德國 Linde 壓縮機，蓄壓器，Dispenser 等
特色	併設「TOYOTA MIRAI 展示館，以影像等介紹 FCV 和氫能。 2020 年東京奧運全面呈現日本氫能社會的宣傳前哨站。

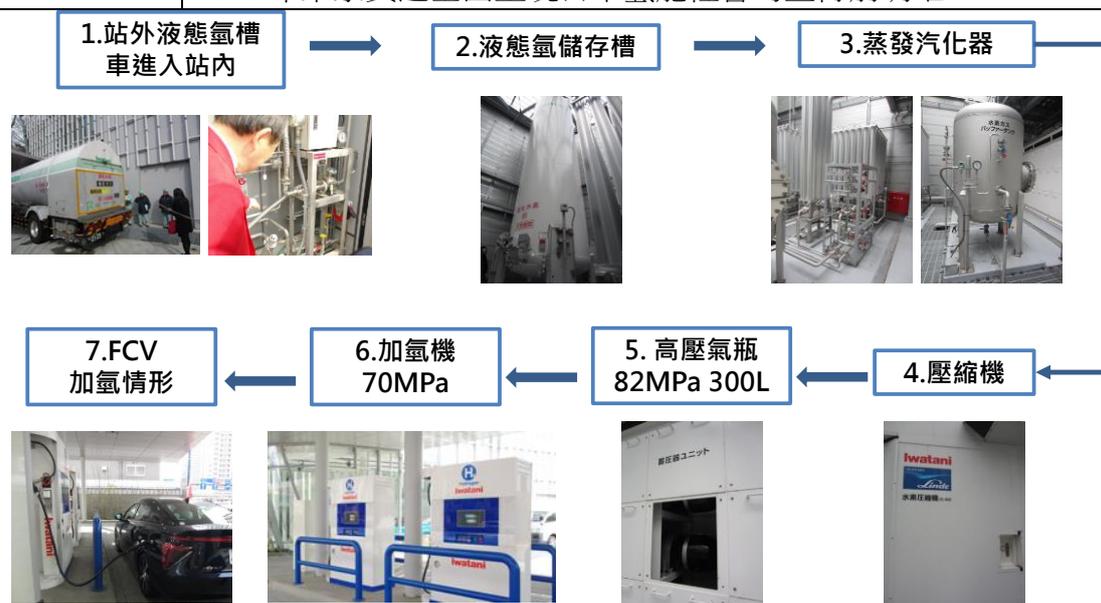


圖 2、岩谷產業芝公園加氫站儲氫裝置

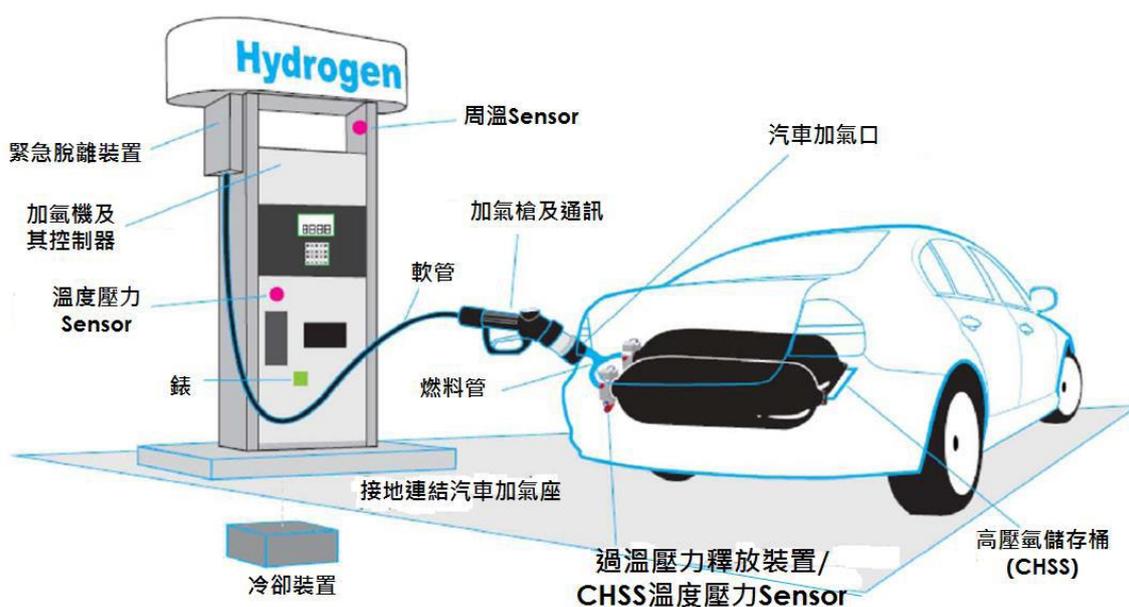


圖 3、加氫機與燃料電池車 (FCV) 的各元件裝置說明

參訪期間陸續有 2 台豐田 Mirai 進入加氫站加氫，現場由領有執照的監督員及保安員各一名協助加氫，同時該人員表示，目前每日約有 14 部 FCV 前來加氫，目前氫氣價格約 1,100 日元/公斤。

（三）財團法人工業技術研究院日本辦公室

工研院日辦成立於 1987 年，主要任務為推動臺灣與日本之產官學合作。本次參訪單位由其作為連絡窗口，同時並介紹目前日本建構氫能社會百年大計的發展緣由及其進展情形。根據日辦蒐集到的相關資料，整理如下：

日本之所以會有建構氫能社會的願景，係因日本能源一直以來為日本國家發展的重要政策課題之一，再加上近年日本屢屢受天災重創其經濟與環境的發展，因此日本政府 2013 年成立跨府省和跨領域的研發計畫（Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program, SIP），希望能透過「創能」與「節能」，來達成環保及經濟穩定，提升能源效率，該計畫每年約有 500 億日圓預算來執行下列三大主軸，其中，能源事業的研發內容與技術戰略，即是本次出國必須進一步了解的項目之一。

1. 革新的燃燒技術：以汽車內燃機構為技術出口，熱轉換效率達 50%以上。
2. 次世代海洋資源調查技術：開發海洋資源，維護環境與保障資源。
3. 能源事業：確立氫能製造運送儲存技術，達到和化石燃料同等成本競爭力。

（1）研發內容

- 氫氣製造運輸儲存相關技術（液態氫，有機溶劑，氨等）。
- 建置低成本氫能供應鏈（以再生能源高效率製造氫氣，有機溶劑，氨的製造與脫氫技術研發。提升氫氣，燃料電池，渦輪，引擎的能源使用效率相關研發及實證實驗）。
- 鬆綁氫氣運送及使用安規相關研究。

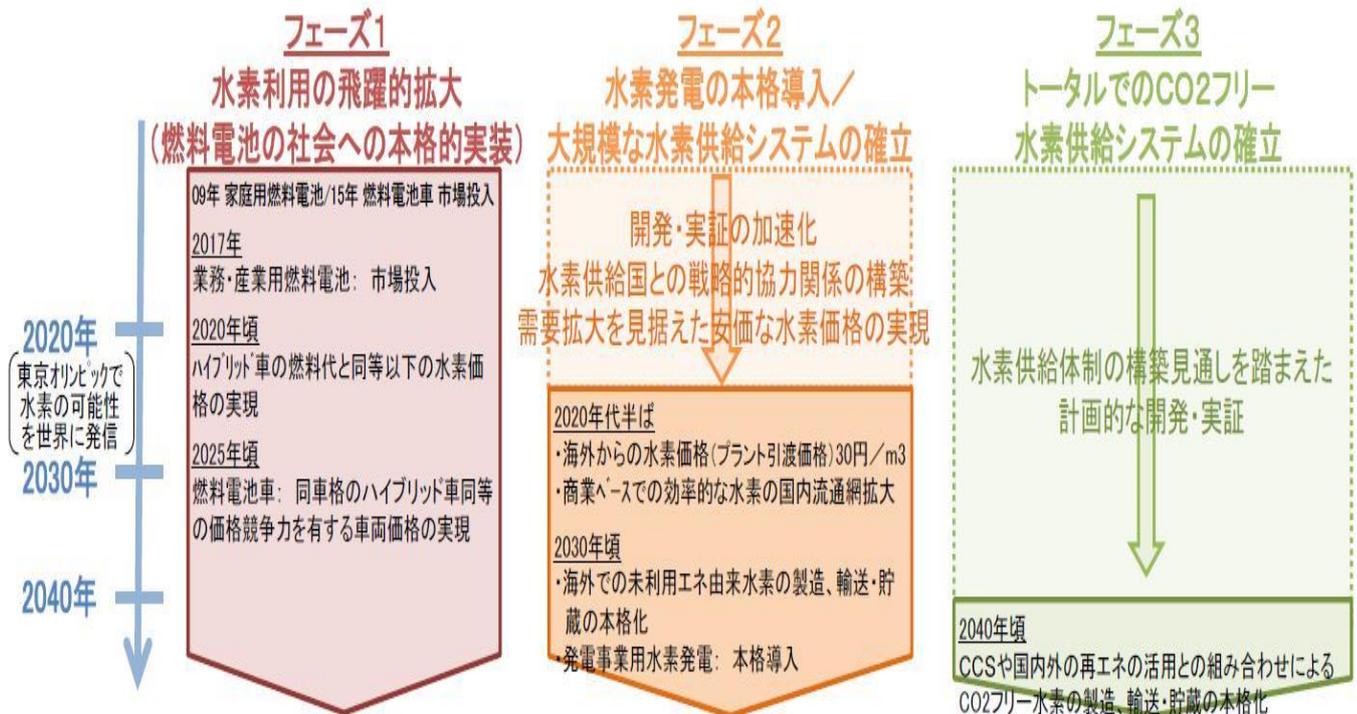
（2）技術發展戰略

- 2017 年：進行實證實驗後進入普及階段。
- 2018 年以後：將加氫站，燃料電池車，渦輪等技術研發成果於 2020 年東京奧運呈現。於特定地區確立氫氣製造，運輸，儲存，並進行相關實證實驗。
- 2018 年以後：在海外市場進行國際共同研發 CO₂ Free 的氫能製造，並進行整體系統的實證實驗。

4. 日本建構氫能社會百年大計

2014年6月由日本經濟產業省依據能源基本政策（S+3E），訂定日本氫氣燃料電池戰略 Roadmap，並提出氫能社會建構百年大計的三階段(如圖 4)。表 2 為日本建構氫能社會百年大計之各項目意涵等說明。而表 5 為截至 2015 年 12 月止，日本建構氫能社會百年大計的執行情形。

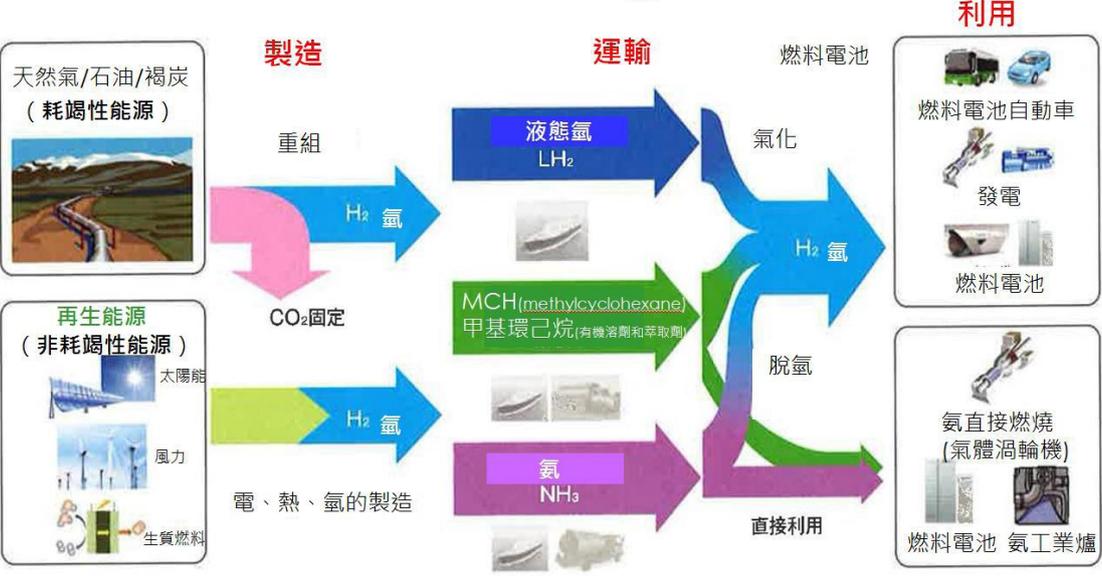
- (1) 第一階段（2025 年左右）：擴大氫氣需求。
- (2) 第二階段（2030 年開始）：開始氫氣發電，確立大規模氫氣供應鏈。
- (3) 第三階段（2040 年左右）：確立完全不產生二氧化碳的氫氣供應鏈。



資料來源：METI 水素・燃料電池戦略ロードマップ。

圖 4、日本氫能社會建構百年大計的三階段

表 2、日本建構氫能社會百年大計各項目之意涵

項目	說明/預期目標
政策主軸	1. 能源基本政策 (S+3E): Safety (安全), Energy security (供給安定性), Economic growth (經濟性), Environmental conservation (環境保全)。 2. 至 2050 年要減少 80% 的 CO ₂ ，仍持續進行經濟活動發展。
建構意義	節能、確保能源安全、降低環境負擔、產業振興
戰略藍圖	1. 2015 年：建構 100 處加氫站 2. 2030 年 (1) 有 5-7 成的汽車為環保車 (包括燃料電池車)。 (2) 家庭用燃料電池 (Ene-Farms) 可達 530 萬台。 (3) 氫氣生產儲存運送活用國內再生能源及包括褐煤在內未被利用的資源，以甲基環己烷 (MCH, 有機溶劑和萃取劑) 及氨 (NH ₃) 進行氫氣儲存運送技術的研發，進行氫氣發電 (混燒, 專燒) 技術實用化。
戰略目標	1. 活化氫氣的利用 (1) 定置型燃料電池：於 2020 年價格 7-8 年內可回收成本價位，目標銷售量為 140 萬台。2030 年價格 5 年內可回收成本價位，目標銷售量：為 530 萬台。 (2) 燃料電池車：2025 年價格降低至 HV (TOYOTA Hybrid 油電複合動力車) 水準。 (3) 氫氣發電：2020 年實現家庭用氫氣發電、2030 年實現產業用氫氣發電。 2. 強化氫氣的製造運送儲存能力 (1) 燃料電池車用氫氣價格：2015 年降至一般汽車用石油價格以下；2020 年降至 HV 用燃料價格以下。 (2) 加氫站：2015 年度內於四大都會區建構 100 處；2020 年建設成本降至目前的一半左右。 (3) 氣供應鏈：2030 年實現從海外進口氫氣的供應鏈 (含括製造運送儲存)；2040 年實現不產生二氧化碳之氫氣製造運送儲存供應鏈。  <p style="text-align: center;">圖 5、日本強化氫氣的製造運輸利用發展圖</p>
發放補助金	1. NEDO 自 2013 年開始以提供氫能利用技術研發補助，2015 年度總預算為 118.6 億日圓，2016 年度編列預算 371 億日圓，項目包括： (1) PEFC 固體高分子形燃料電池技術。

項目	說明/預期目標
	<p>(2) PEFC 燃料電池高度實用化技術。</p> <p>(3) SOFC 固體氧化型燃料電池技術。</p> <p>(4) 氫能利用相關技術研發。</p> <p>(5) 氫能利用等前瞻研究開發。</p> <p>(6) 氫能燃料電池實證研發。</p> <p>(7) 再生能源儲存運送等技術研發。</p> <p>(8) 氫能社會建構相關技術研發。</p> <p>(9) 液態氫幫浦的設置基準。</p> <p>(10) 加氫站用蓄壓器採用 Hoop Wrap 式複合材料高壓容器。</p> <p>2. 經濟產業省以補助加氫站建置及使用端為主要</p> <p>(1) 日本經產省 2016 年度節能相關預算編列資訊 (高達 9757 億)。</p> <p>(2) 燃料電池相關預算從 2015 年度的 119 億日圓增加到 371 億日圓。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 家庭用燃料電池及燃料電池車的導入支援，由 26 億追加至 232 億日元。 <ul style="list-style-type: none"> ①家庭用燃料電池購買補助金。 ②燃料電池車購買補助金。 ③加氫站建置補助金：主要針對連結四大都市圈的主要幹線沿線，具有潛在需求但加氫站建置腳步落後的地區，除了補助加氫站建置外，也補助創造 FCV 需求相關經費支出。 ● 氫能相關研發由 119 億，追加至 139 億日元圓。 <ul style="list-style-type: none"> ①降低成本和鬆綁法規相關研發。 ②建構氫氣供應鏈相關研發-氫氣發電實證，再生能源產氫相關技術 (Power to Gas) 研發等。
其他部會	1. 環境省地域供應鏈達成低碳環境，氫能技術實證事業：2015 年度總預算 20 億日圓，

表 3、日本 2010 至 2016 年度補助氫能相關技術研發的預算

日本政府在氫能相關技術研發的預算編列(單位:億日圓)								
	2010 年度	2011 年度	2012 年度	2013 年度	2014 年度	2015 年度	2016年度 (編列中)	總計
NEDO (技術開發)								
PEFC 固體高分子形燃料電池技術	51.0	48.4	35.0	31.9	31.9			198.2
PEFC 燃料電池高度實用化技術						30.0		30.0
SOFC 固體氧化型燃料電池技術	14.5	6.2	6.2	12.4	13.0	10.0		62.3
氫能利用相關技術研發	32.5	27.2	23.0	20.0	32.5	41.5	45.0	176.7
氫能利用等前瞻研究開發						10.0		10.0
氫能燃料電池實證研發	8.7	9.2	30.0	7.5				55.4
再生能源儲存運送等技術研發				11.3(注1)	16.0(注1)			27.3
氫能社會建構相關技術研發						24.1		24.1
小計	106.7	91.0	94.2	71.8	93.4	118.6	139.0	457.1
經濟產業省								
加氫站建置補助				46.0	72.0		62.0	118.0
家庭用燃料電池補助	67.7	136.7	90.0	250.5	200.0	22.0	170.0	744.9
小計	67.7	136.7	90.0	296.5	272.0	26.0	232.0	862.9
總計	174.4	227.7	184.2	379.6	365.4	144.6	371.0	1846.9

註 1：經產省執行的計畫

資料來源：ITRI 日本辦事處彙整 NEDO 氫能源白皮書 (2014) 和日本新聞資料

項目	說明/預期目標																														
參與	<p>共有 5 件實證案例。</p> <p style="text-align: center;">表 4、日本環境省支持氫能技術實證事業案例</p> <table border="1" data-bbox="284 353 1490 878"> <thead> <tr> <th>代表企業</th> <th>實證地區</th> <th>實證期間</th> <th>氫氣供應來源</th> <th>供應鏈概要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TOYOTA 自動車株式會社</td> <td>神奈川縣橫濱市(包括部分川崎市)</td> <td>4年</td> <td>利用再生能源(風力發電)或未利用的能源來產氫</td> <td>利用儲氫罐(curdle)運送並直接填充至FC堆高機，在地區的倉庫，工廠及市場內進行實證實驗。</td> </tr> <tr> <td>AIR WATER 株式會社</td> <td>北海道河東郡鹿追町</td> <td>5年</td> <td>利用再生能源(生質燃料)來產氫</td> <td>以家畜的糞尿產生的生質燃料來製造氫氣，用氫氣桶運送到實證實驗區，供氫給定置型燃料電池。</td> </tr> <tr> <td>株式會社 Tokuyama</td> <td>山口縣周南市與下關市</td> <td>5年</td> <td>未利用的餘氫</td> <td>從NaOH工廠回收未利用的餘氫並進行液化與壓縮以利運送，供氫給鄰近地區的定置型燃料電池，FCV等使用。</td> </tr> <tr> <td>昭和電工株式會社</td> <td>神奈川縣川崎市</td> <td>5年</td> <td>未利用能源(已使用的塑膠)</td> <td>以已使用的塑膠製造氫氣並純化，以管線運送，供氫給法人設施或研究單位的定置型燃料電池等使用。</td> </tr> <tr> <td>東芝</td> <td>北海道釧路市白糠町</td> <td>5年</td> <td>小規模水力發電(220KW)來電解水製造氫</td> <td>由岩谷產業以高壓儲氫罐或高壓運氫車運送氫氣，提供給酪農及溫水游泳池的燃料電池或FCV用。</td> </tr> </tbody> </table> <p>資料來源：ITRI 日本辦事處彙整 NEDO 氫能源白皮書（2014）和日本新聞資料</p> <p>2. 地方政府參與的目的有三，分別為能源地產地消、振興產業，增加就業、活絡地方經濟。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 東京/大阪/福岡：下水汙泥或垃圾→氣化→產氫。 (2) 北海道：風力/畜產廢棄物/小水力發電→產氫。 (3) 青森縣/秋田縣/神奈川縣：風力發電→電解水產氫。 (4) 福島縣：風力/PV 發電→電解水產氫。 (5) 宮城縣：廢棄木材→產氫。 (6) 山形縣/長野縣：下水汙泥氣化→產氫。 (7) 山梨縣：PV 發電。 (8) 山口縣：PV 發電→電解水產氫→Enefarm →發電。 (9) 長崎縣：遠洋風力→電解水產氫。 (10) 德島縣：再生能源的加氫站。 (11) 川崎市：提供氫氣。 (12) 岐阜縣：Hydrogen Grid（八百津町）。 (13) 北海道釧路市：氫能供應鏈。 	代表企業	實證地區	實證期間	氫氣供應來源	供應鏈概要	TOYOTA 自動車株式會社	神奈川縣橫濱市(包括部分川崎市)	4年	利用再生能源(風力發電)或未利用的能源來產氫	利用儲氫罐(curdle)運送並直接填充至FC堆高機，在地區的倉庫，工廠及市場內進行實證實驗。	AIR WATER 株式會社	北海道河東郡鹿追町	5年	利用再生能源(生質燃料)來產氫	以家畜的糞尿產生的生質燃料來製造氫氣，用氫氣桶運送到實證實驗區，供氫給定置型燃料電池。	株式會社 Tokuyama	山口縣周南市與下關市	5年	未利用的餘氫	從NaOH工廠回收未利用的餘氫並進行液化與壓縮以利運送，供氫給鄰近地區的定置型燃料電池，FCV等使用。	昭和電工株式會社	神奈川縣川崎市	5年	未利用能源(已使用的塑膠)	以已使用的塑膠製造氫氣並純化，以管線運送，供氫給法人設施或研究單位的定置型燃料電池等使用。	東芝	北海道釧路市白糠町	5年	小規模水力發電(220KW)來電解水製造氫	由岩谷產業以高壓儲氫罐或高壓運氫車運送氫氣，提供給酪農及溫水游泳池的燃料電池或FCV用。
代表企業	實證地區	實證期間	氫氣供應來源	供應鏈概要																											
TOYOTA 自動車株式會社	神奈川縣橫濱市(包括部分川崎市)	4年	利用再生能源(風力發電)或未利用的能源來產氫	利用儲氫罐(curdle)運送並直接填充至FC堆高機，在地區的倉庫，工廠及市場內進行實證實驗。																											
AIR WATER 株式會社	北海道河東郡鹿追町	5年	利用再生能源(生質燃料)來產氫	以家畜的糞尿產生的生質燃料來製造氫氣，用氫氣桶運送到實證實驗區，供氫給定置型燃料電池。																											
株式會社 Tokuyama	山口縣周南市與下關市	5年	未利用的餘氫	從NaOH工廠回收未利用的餘氫並進行液化與壓縮以利運送，供氫給鄰近地區的定置型燃料電池，FCV等使用。																											
昭和電工株式會社	神奈川縣川崎市	5年	未利用能源(已使用的塑膠)	以已使用的塑膠製造氫氣並純化，以管線運送，供氫給法人設施或研究單位的定置型燃料電池等使用。																											
東芝	北海道釧路市白糠町	5年	小規模水力發電(220KW)來電解水製造氫	由岩谷產業以高壓儲氫罐或高壓運氫車運送氫氣，提供給酪農及溫水游泳池的燃料電池或FCV用。																											
相關產業鏈的加入	<p>1. 氫氣製造/供應</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 川崎重工業：在 2014 年 11 月建構日本國內首座液態氫工廠（兵庫縣），主要於澳洲南部開採低品質，但價格為一般煤炭 1/10 的褐炭來生產氫氣，將其液化成-253 度的液化氫，以專用船運輸到日本。 (2) 千代田化工建設：在橫濱市建設實證實驗用工廠，重複驗證氫氣的儲存和運送。將氫氣以有機溶劑轉化成液態，再以常溫常壓方式用運油車等來運送。研發出將液態氫容易轉化成氣態的技術，企圖藉由液態輸送方式降低氫氣成本。計畫從東南亞等天然氣及煤炭產出國購買低價氫氣，經過液化運送至日本。 (3) 三菱重工業及千代田化工建設：合作設計新型浮式氫氣/二氧化碳生產儲卸船（H₂/CO₂FPSO），利用蒸氣將油井產生的副產品等相關氣體，重新塑型轉換，以萃取氫氣和二氧化碳。透過新的有機化學氫化物技術，將氫氣轉為高度穩定的甲基環己烷（MCH），如此便能以液態常溫常壓儲存，並以標準化學船運送，再利用千 																														

項目	說明/預期目標
	<p>代田化工建設發明的脫氫反應器，轉換回為氫氣。</p> <p>2. 加氫站</p> <p>(1) 東京瓦斯：營運加氫站。建構東京都首座商用加氫站（練馬區）。</p> <p>(2) JX 日礦日石能源：氫氣製造，加氫站營運。首座商用加氫站（神奈川縣）於 2014 年 12 月 25 日開張，氫氣價格為 1000 日圓/kg，計畫在 2015 年設置 40 處加氫站，10 處移動式加氫站。</p> <p>(3) 岩谷產業：研發液態氫壓縮機，營運加氫站。2014 年 7 月建構日本國內首座加氫站（兵庫縣），日本國內唯一的液態氫製造廠商。核心技術為可將氫氣壓縮成 1/800 之液態氫，並大量儲存及運送。</p> <p>(4) 大陽日酸：移動式加氫站。於 2013 年首度推出。將加氣機及氫氣壓縮機整合後將可望降低建構費用至 2-3 億日圓。</p>

資料來源：整理自 ITRI 日本辦事處。

表 5、檢視日本建構氫能社會百年大計的執行情形（2015 年 12 月止）

戰略目標	執行情形（2015 年 12 月止）																								
定置型燃料電池目標銷售量 2020 年 140 萬台 2030 年 530 萬台	超過 15 萬台（前三大為 Panasonic、東芝、Aishin 精機，東京瓦斯銷售超過 5 萬台）																								
定置型燃料電池 2020 年價格 7-8 年內可回收成本價位 2030 年價格 5 年內可回收成本價位	<p>平均售價為約 145 萬日圓，回收期間為約 18 年。（不包括補助金） [145 萬日圓-33 萬日圓（包含安裝費 在內的熱水器價格）]÷約 6 萬日圓（Running Merit）</p> <table border="1"> <caption>圖 6、日本家用燃料電池成本走勢</caption> <thead> <tr> <th>年度</th> <th>エネファーム普及台数 [台]</th> <th>販売価格 [万円]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2009年度</td> <td>2,550</td> <td>303</td> </tr> <tr> <td>2010年度</td> <td>9,998</td> <td>298</td> </tr> <tr> <td>2011年度</td> <td>19,282</td> <td>260</td> </tr> <tr> <td>2012年度</td> <td>37,525</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>2013年度</td> <td>71,850</td> <td>165</td> </tr> <tr> <td>2014年度</td> <td>115,455</td> <td>149</td> </tr> <tr> <td>2015年度 (9月末現在)</td> <td>141,303</td> <td>145</td> </tr> </tbody> </table> <p>※補助金交付決定ベース</p>	年度	エネファーム普及台数 [台]	販売価格 [万円]	2009年度	2,550	303	2010年度	9,998	298	2011年度	19,282	260	2012年度	37,525	210	2013年度	71,850	165	2014年度	115,455	149	2015年度 (9月末現在)	141,303	145
年度	エネファーム普及台数 [台]	販売価格 [万円]																							
2009年度	2,550	303																							
2010年度	9,998	298																							
2011年度	19,282	260																							
2012年度	37,525	210																							
2013年度	71,850	165																							
2014年度	115,455	149																							
2015年度 (9月末現在)	141,303	145																							

戰略目標	執行情形 (2015 年 12 月止)																																																					
定置型燃料電池 2017 年正式推出發電效率較高的 SOFC	目前多種機台正進行場域示範，將可如預期於 2017 年投入市場 表 6、日本產業用 SOFC 的研發與實證情形 <table border="1" data-bbox="486 331 1509 817"> <thead> <tr> <th colspan="6">業務・産業用SOFC機器の開発・実証状況</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">機器</th> <th>三浦工業</th> <th>富士電機</th> <th>日立造船</th> <th>三菱日立 パワーシステムズ</th> <th>(参考) Bloom Energy</th> </tr> <tr> <th colspan="4">実証機</th> <th>商用機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>外觀</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>出力</td> <td>5kW</td> <td>25kW</td> <td>20kW</td> <td>250kW</td> <td>250kW</td> </tr> <tr> <td>タイプ</td> <td>コジエネ</td> <td>コジエネ検討中</td> <td>コジエネ検討中</td> <td>コジエネ</td> <td>モノジエネ</td> </tr> <tr> <td>発電効率 (目標値)</td> <td>50%</td> <td>50%</td> <td>50%</td> <td>55%</td> <td>50-60% (実績値)</td> </tr> <tr> <td>総合効率 (目標値)</td> <td>90%</td> <td>未定</td> <td>未定</td> <td>73% (温水) 65% (蒸気)</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>主要想定 需要家</td> <td>ファミレス 集合住宅</td> <td colspan="2">スポーツジム、福祉施設 病院、小規模ビル</td> <td colspan="2">データセンター 大規模ビル・ホテル</td> </tr> </tbody> </table>	業務・産業用SOFC機器の開発・実証状況						機器	三浦工業	富士電機	日立造船	三菱日立 パワーシステムズ	(参考) Bloom Energy	実証機				商用機	外觀						出力	5kW	25kW	20kW	250kW	250kW	タイプ	コジエネ	コジエネ検討中	コジエネ検討中	コジエネ	モノジエネ	発電効率 (目標値)	50%	50%	50%	55%	50-60% (実績値)	総合効率 (目標値)	90%	未定	未定	73% (温水) 65% (蒸気)	-	主要想定 需要家	ファミレス 集合住宅	スポーツジム、福祉施設 病院、小規模ビル		データセンター 大規模ビル・ホテル	
業務・産業用SOFC機器の開発・実証状況																																																						
機器	三浦工業	富士電機	日立造船	三菱日立 パワーシステムズ	(参考) Bloom Energy																																																	
	実証機				商用機																																																	
外觀																																																						
出力	5kW	25kW	20kW	250kW	250kW																																																	
タイプ	コジエネ	コジエネ検討中	コジエネ検討中	コジエネ	モノジエネ																																																	
発電効率 (目標値)	50%	50%	50%	55%	50-60% (実績値)																																																	
総合効率 (目標値)	90%	未定	未定	73% (温水) 65% (蒸気)	-																																																	
主要想定 需要家	ファミレス 集合住宅	スポーツジム、福祉施設 病院、小規模ビル		データセンター 大規模ビル・ホテル																																																		



圖 7、日本加氫站分布

戰略目標

執行情形 (2015 年 12 月止)

表 7、日本加氫站依地區別 (1 都 17 縣) 的分布

地區	計畫中			小計	商用			小計	全部
	Off Site	On Site	移動式		Off Site	On Site	移動式		
愛知	3	2	4	9	4	3		7	16
東京	4	1	2	7	4		1	5	12
神奈川	2		5	7	3			3	10
福岡	3	4	1	8	1			1	9
埼玉		1	4	5	4			4	9
大阪	3	2	1	6		1		1	7
千葉	3		1	4	1			1	5
京都	1		1	2					2
三重			2	2					2
靜岡			1	1					1
佐賀	1			1					1
大分			1	1					1
山口	1			1					1
德島			1	1					1
山梨	1			1					1
岐阜			1	1					1
兵庫					1			1	1
滋賀	1			1					1
總計	23	10	25	58	18	4	1	23	81

註：On Site，指產氫設備附屬在加氫站；Off Site，指產氫設備不在加氫站，需以氫氣拖運車等運送高壓氫氣。

資料來源：ITRI 日本辦事處根據 HySUT 資料彙整

表 8、日本加氫站依企業別 (18 家) 的分布

企業名稱	計畫中			小計	商用			小計	總計
	Off Site	On Site	移動式		Off Site	On Site	移動式		
JX 日礦日石能源(株)	8	7	8	23	11	2	3	16	39
岩谷產業(株)	7		1	8	7		1	8	16
(合)日本移動式水素Station Service/三井住友Finance & Lease(株)							5	5	5
東京Gas (株)		1		1	1	1		2	3
住友電裝(株)/住電裝Service(株)			2	2					2
東邦Gas (株)	1			1	1			1	2
大阪Gas (株)			1	1		1		1	2
中部Gas (株)			2	2					2
豐通Air Liquide Hydrogen Energy(株)					2			2	2
江藤酸素(株)			1	1					1
西部瓦斯(株)		1		1					1
四國太陽日酸(株)			1	1					1
東邦Gas(株)/岩谷產業(株)						1		1	1
日本Air Liquide(株)	1			1					1
出光興産(株)	1			1					1
(株)Tokuyama/大日本Consultant(株)			1	1					1
岩谷瓦斯 (株)	1			1					1
總計	19	9	17	45	22	5	9	36	81

資料來源：ITRI 日本辦事處根據 HySUT 資料彙整

2015 年降至一般汽車用石油價格以下
2020 年降至 HV 用燃料價格以下

策略性價格 1,000~1,100 日圓/kg (接近 HV 用燃料價格)。

2020 年建設成本降至目前的一半左右
提升加氫站相關零組件競爭力同歐美
目標營運費用約 2,000 萬日圓 (不含折舊費用)

- 建置費用約 3.9 億日圓 (定置型 Off Site, 300Nm³/h)。
- 營運費用約 4,700 萬日圓 (同上)。
- 2020 年之前日本政府提供營運補助金，上限為每年 2200 萬日圓。豐田汽車，日產汽車，本田汽車也提供每年 1100 萬日幣上限的營運補助金 (60 億日幣基金)。

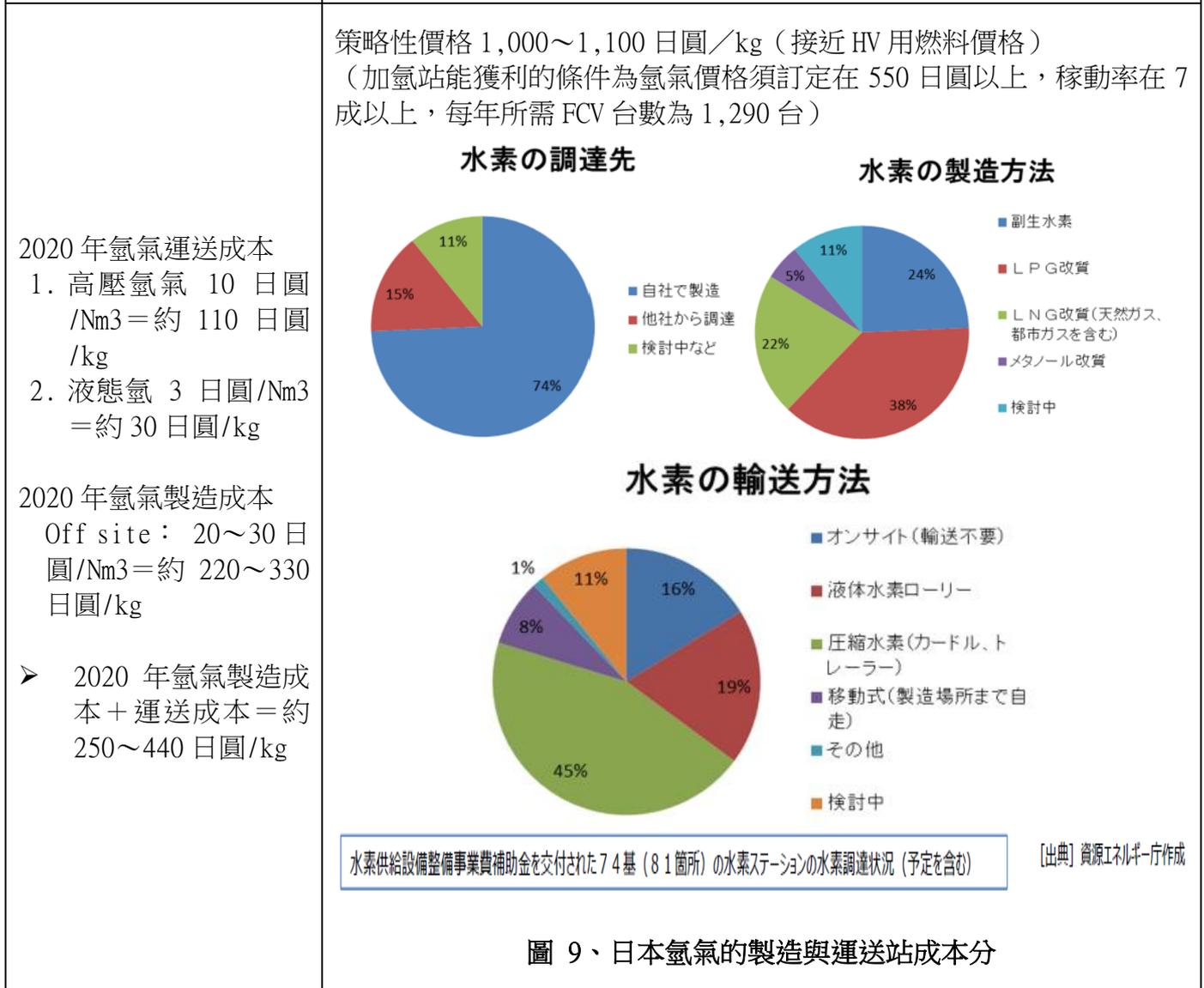
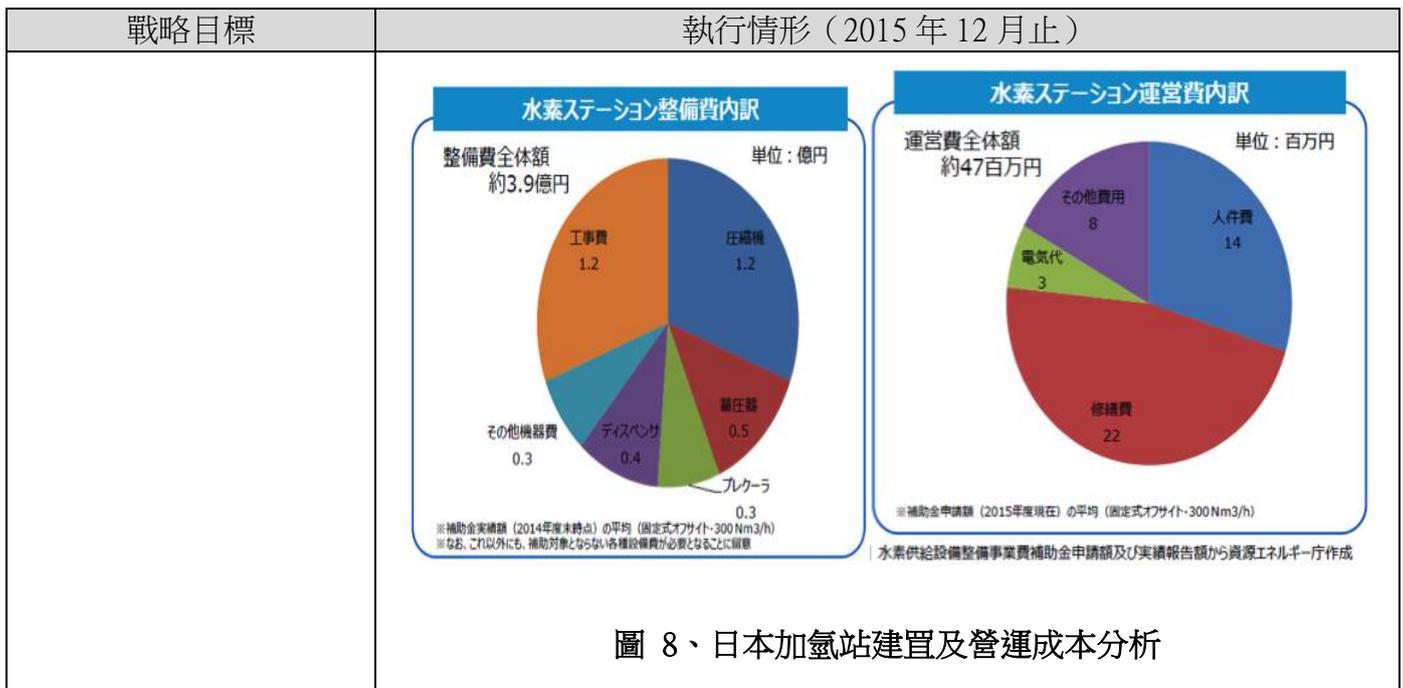
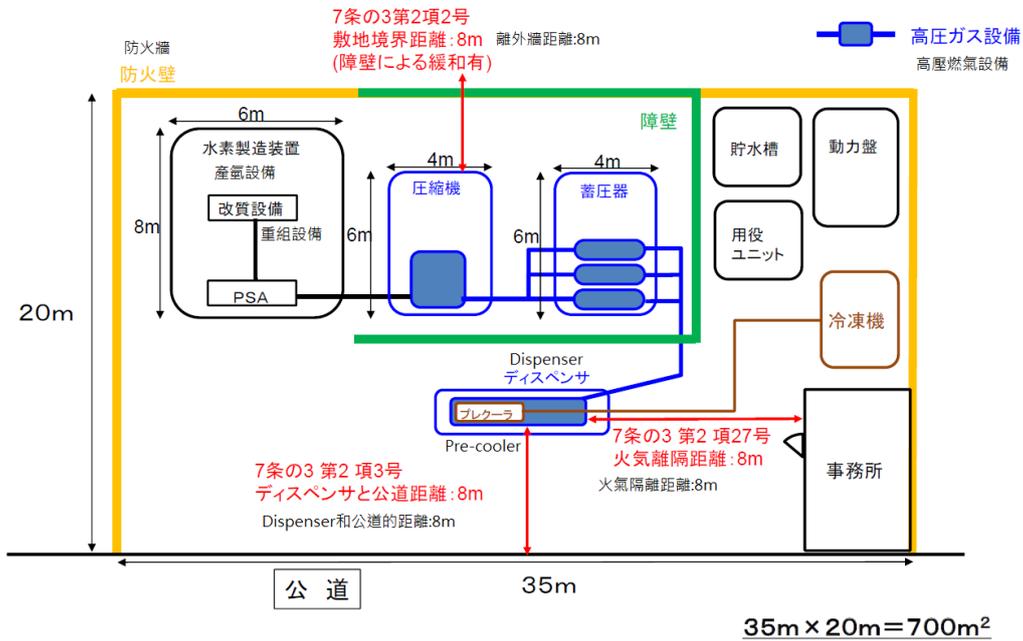


図 9、日本氢氣的製造與運送站成本分

日本加氫站建置規定與補助

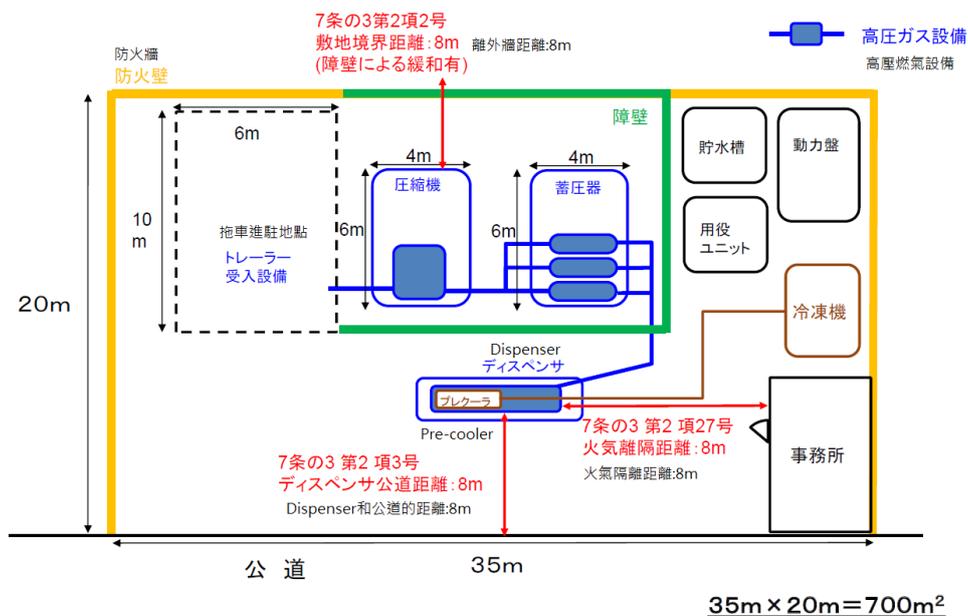
1. 日本加氫站建置實例：On Site (70MPa)



資料來源：ITRI 日本辦事處根據 HySUT 資料彙整

圖 10、日本 On Site (70MPa) 加氫站建置示意圖

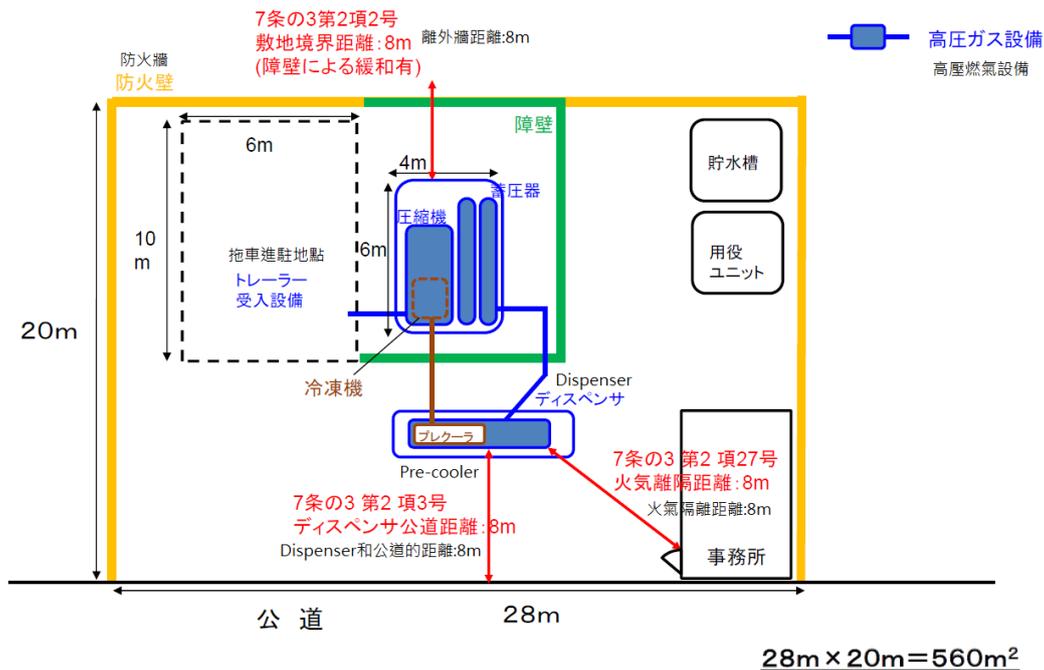
2. 日本加氫站建置實例：Off Site (70MPa)



資料來源：ITRI 日本辦事處根據 HySUT 資料彙整

圖 11、日本 Off Site (70MPa) 加氫站建置示意圖

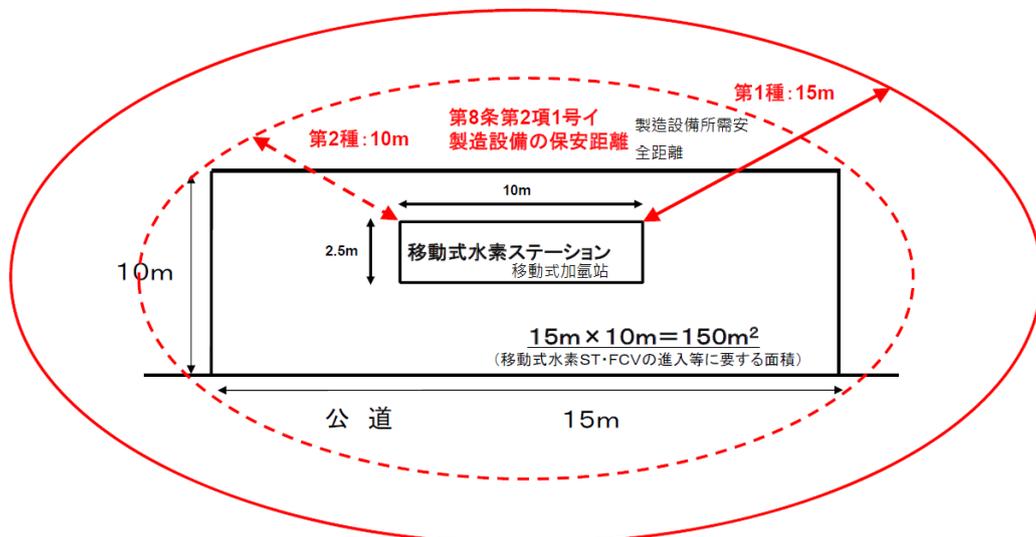
3. 日本加氫站建置實例： Off Site/Package (70MPa)



資料來源：ITRI 日本辦事處根據 HySUT 資料彙整

圖 12、日本 Off Site/Package (70MPa) 加氫站建置示意圖

4. 日本加氫站建置實例： 移動式 (70MPa)



註：第1種：學校教育法第1條規定的小學,中學,高中,幼稚園等。醫療法第1條5-1項規定的醫院。其他包括可容納300人以上的劇場,電影院,演藝場,會館等

註：第2種：第1種建築物以外的住宅(不包括商辦住宅)

資料來源：ITRI 日本辦事處根據 HySUT 資料彙整

圖 13、日本移動式 (70MPa) 加氫站建置示意圖

5. 日本政府補助加氫站建置的上限金額

表 9、日本政府補助加氫站建置的上限金額

供氫設備的規模	供應氫氣能力 (Nm ³ /h)	供給方式	補助比率	補助金額上限
中規模	300以上	Onsite方式(包含整機設備)	定額	2.8億日圓
		Onsite方式(不包含整機設備)	1/2	2.8億日圓
		Offsite方式(包含整機設備)	定額	2.2億日圓
		Offsite方式(不包含整機設備)	1/2	2.2億日圓
		移動式	定額	2.5億日圓
小規模	100-300	Onsite方式(包含整機設備)	定額	1.8億日圓
		Onsite方式(不包含整機設備)	1/2	1.8億日圓
		Offsite方式(包含整機設備)	定額	1.5億日圓
		Offsite方式(不包含整機設備)	1/2	1.5億日圓
		移動式	定額	1.8億日圓
集中產氫製造設備(每一設備補助金, 上限為10設備)			1/2	6000萬日圓
液態氫設備(offsite方式)			1/2	4000萬日圓

註：本表不包括地方政府補助金

資料來源：ITRI 日本辦事處根據 HySUT 資料彙整

(四) 東京瓦斯千住加氫站

東京瓦斯的最先端能源技術場域示範(Ei-WALK), 係由東京瓦斯公司於2015年9月5日正式對外開放之示範園區, 旨在以日本目前最先進的能源技術進行示範介紹給企業。Ei是Energy Innovation縮寫, 意味著能源技術的創新, Walk是指在進行示範和實驗設備的創新, 同時著眼於光明的未來。內容包括加用燃料電池與太陽能的雙發電系統組合、具有靈活性節能新技術-太陽能熱利用熱電聯供系統、燃料電池車、加氫示範和從城市煤氣高效率重組產氫商業化技術等。千住加氫站係位於該示範場域內, 表10為日本東京千住加氫站基本資訊。圖14為日本千住加氫站以天然氣產氫供給燃料電池車流程。

表 10、日本東京千住加氫站基本資訊

項目	說明
加氫站所在地	東京都荒川区南千住 3-13-1
佔地面積	1,097 m ² (332 坪)
供氫方式	都市瓦斯改質(水蒸氣改質+PSA), On Site 方式
供氫能力	4.5kg/h (50Nm ³ /h)、壓差充裝
填充壓力	35MPa/70MPa
填充時間	40 分鐘可製造一台 FCV 用的氫氣
儲氣罐	41MPa : 6,000L (300L×20 本) / 82MPa : 400L (100L×4 本)
相關設備	改質器, 壓縮機, 蓄壓器, Dispenser (採用大陽日酸高精度及操作性能佳的氣體控制技術), Pre-cooler 等
特色	配備小型 6 塔式 PSA, 製造高純度氫氣。採用新填充方式, 操作性能佳

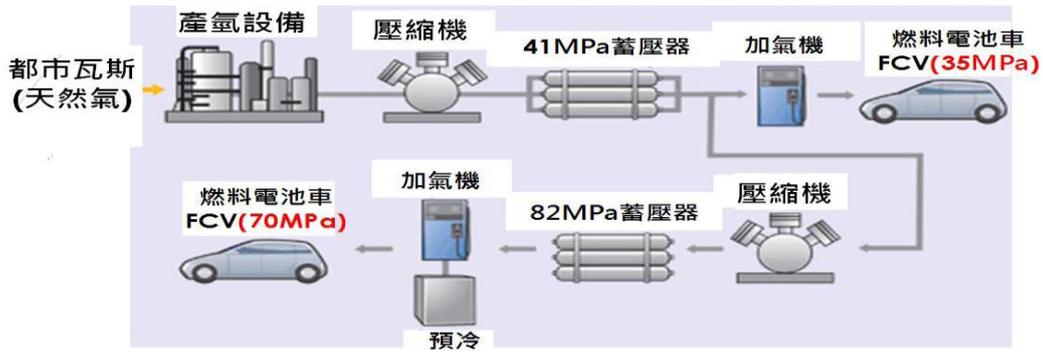


圖 14、日本千住加氫站以天然氣產氫供給燃料電池車流程

東京瓦斯人員也向大家說明，目前日本加氫站相關法令以「高壓氣體保安法」為主法（如圖 15），在 2005 年已完成 6 個法及 28 項相關規定的修法。目前歐盟、美國及日本，正針對加氫站的國際標準召開制訂會議。而圖 16 則為目前日本對於加氫的相關規定，包括材料、營運、輸送及距離等。

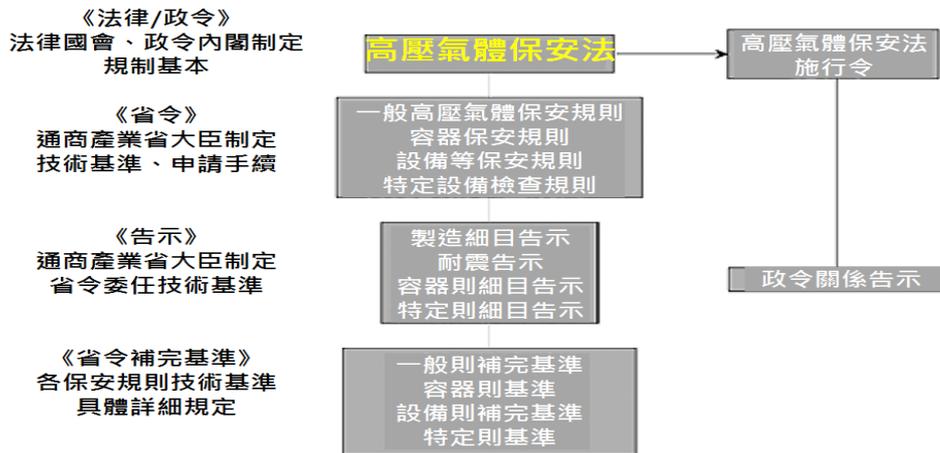


圖 15、日本高壓氣體保安法相關規則、告示及基準



圖 16、日本加氫站建置相關規定

(五) 拜訪川崎重工副中心長(西村博士)

川崎重工業在建構日本氫能社會方面所扮演的角色，可分為產業鏈上游的製造運送氫氣，和應用端的氫氣發電兩方面，未來也會強化與其他相關企業的合作。

1. 在製造運送氫氣方面，川崎重工業(如圖 17)以未利用的褐炭(澳洲)產氫，建構大規模海上運輸供應鏈為主，主要核心技術包括：褐炭氣化技術，液態氫長距離大量運輸技術，液態氫搬運技術。當中，日本電源開發(JP)負責產氫部分，川崎重工業研發-253 度 C 液態氫 Plant 和運送船(如圖 18 液態氫海上運輸船)，將連結專用船上的海上儲氫槽，和陸地儲氫槽來卸下液態氫，該設備則由川崎重工業和岩谷產業共同研發。惟目前存在液態氫 2% 氣化損耗 boil-off 的問題，就現階段而言，可利用美國再液化回收技術，但需花費更多金錢，預估透過在 2017 年完成日產 20 噸氫氣的實證實驗，由 NEDO 提供補助金進行。預計到 2025 年設置 770 噸/天液態氫的大型工廠，液態氫輸送則是達到 225,400 噸/年液態氫的量，達到便宜且大量供應氫氣的目標。另一方面，川崎重工也將提供資訊給 IMO(國際海事組織)，主導國際標準制定。
2. 在氫氣發電方面，川崎重工業主要和大林組合作，將建置以氫氣為燃料的 1MW 等級的燃氣渦輪發電設備，研發地區型新能源系統(統合型 EMS)相關技術和進行實證實驗，同樣地此實證實驗為 NEDO 提供補助金，預估將從 2017 年進行實證實驗。



圖 17、川崎重工總部(東京濱松町)

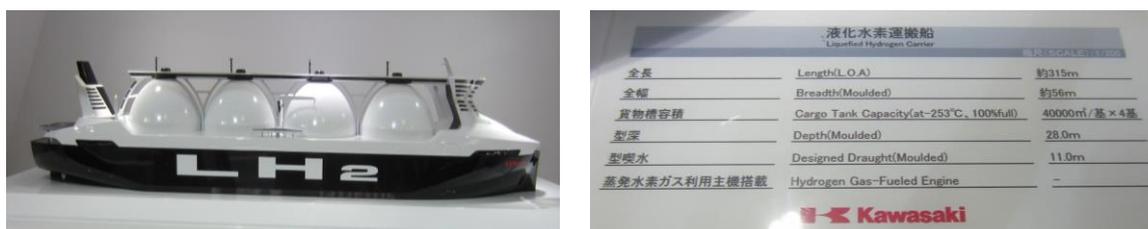
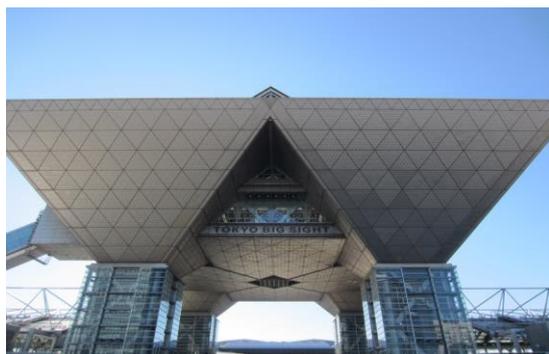


圖 18、液態氫海上運輸船

(六) 2016 FCEXPO 暨國際研討會

1. 參觀展覽會

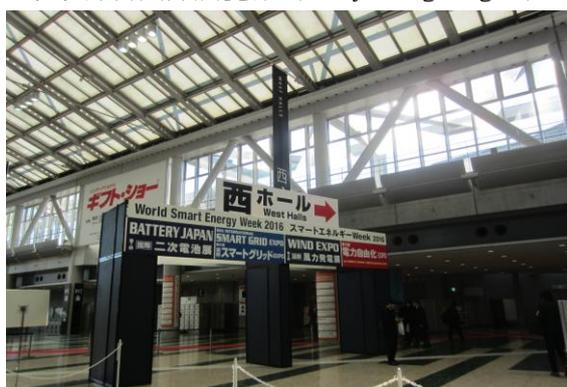
第十二屆國際氫能與燃料電池研討暨展覽會（International Hydrogen and Fuel Cell Expo）於本（105）年 3 月 2 日至 4 日假日本東京有明國際展覽館（Tokyo Big Sight）舉行（如圖 19）。FC EXPO 為目前國際上規模最大的燃料電池國際展覽會，包括產業界、官方單位、學術界、研究機構以及投資公司等，相互切磋交換工作心得，並探尋商機。



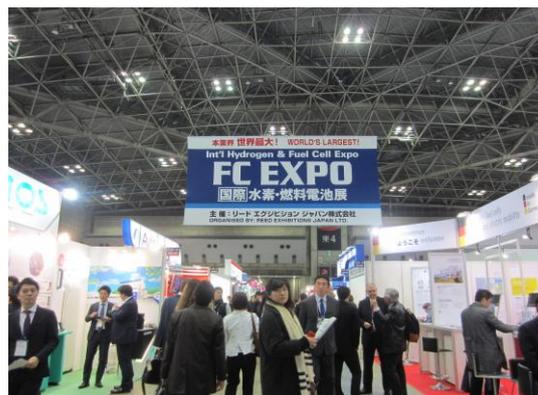
東京有明國際展覽館（Tokyo Big Sight）



東館展區會場指引



西館展區會場指引



2016 FC EXPO 展區

圖 19、第十二屆國際氫能與燃料電池展區

本次燃料電池展的主題，可分定置型家用燃料電池系統（包括 PEMFC 及 SOFC）、加氫機、氫燃料電池汽車、儲氫罐及產氫相關零組件等 5 大部分。其中，最吸睛之處莫過於 Toyota 豐田的 Mirai，將其車身採側邊切割，讓觀展人員能實際看清其各組件的配置（如圖 20）。另 Honda 本田也在本次展示即將投入量產的 Clarity 氫燃料電池汽車，除號稱具 700km 的續航能力，且可透過新增的外部充電裝置，將自身擁有的電力輸送給一套名為 Honda Power Exporter 的裝置並儲存起來，讓 Honda Power Exporter 化身行動電源供應站（如圖 21）。加氫機的部分亦是本次展覽的重點項目之（如圖 22），目前已經能做出各種規模，分為 35MPa 與 70MPa，且能於 5 分鐘內加滿 5kg 的氫氣量。除了定點加氫站的建設外，本次展覽川崎重工也特別介紹，即將與澳洲合作的 On-Board 產氫的願景與相關作法（如圖 23）。另一值得關注之

處，為定置型家用燃料電池系統方面，目前日本的系統商（國際及東芝等），除展示 2016 新機種及擴大應用範圍至集合住宅外，系統產品更大舉出現 SOFC 及純氫機種（如圖 24），據系統商表示，相信日本未來會出現氫氣管線直接供應使用。

本次展覽，臺灣亦有燃料電池廠商前往展示各公司之研發成果，包括：順德、工研院材化所、揚志、新力、博研、群翌及臺灣燃料電池夥伴聯盟等，共同籌組臺灣專區。其中順德公司展示技轉工研院金屬雙極板的研發成果，新力公司則是將燃料電池結合太陽能與風能研發新型路燈，工研院材化所展示高性能長壽命的甲醇及氫氣質子交換膜燃料電池膜電極組，群翌公司則展出 SOFC 1kW 系統。（如圖 25）

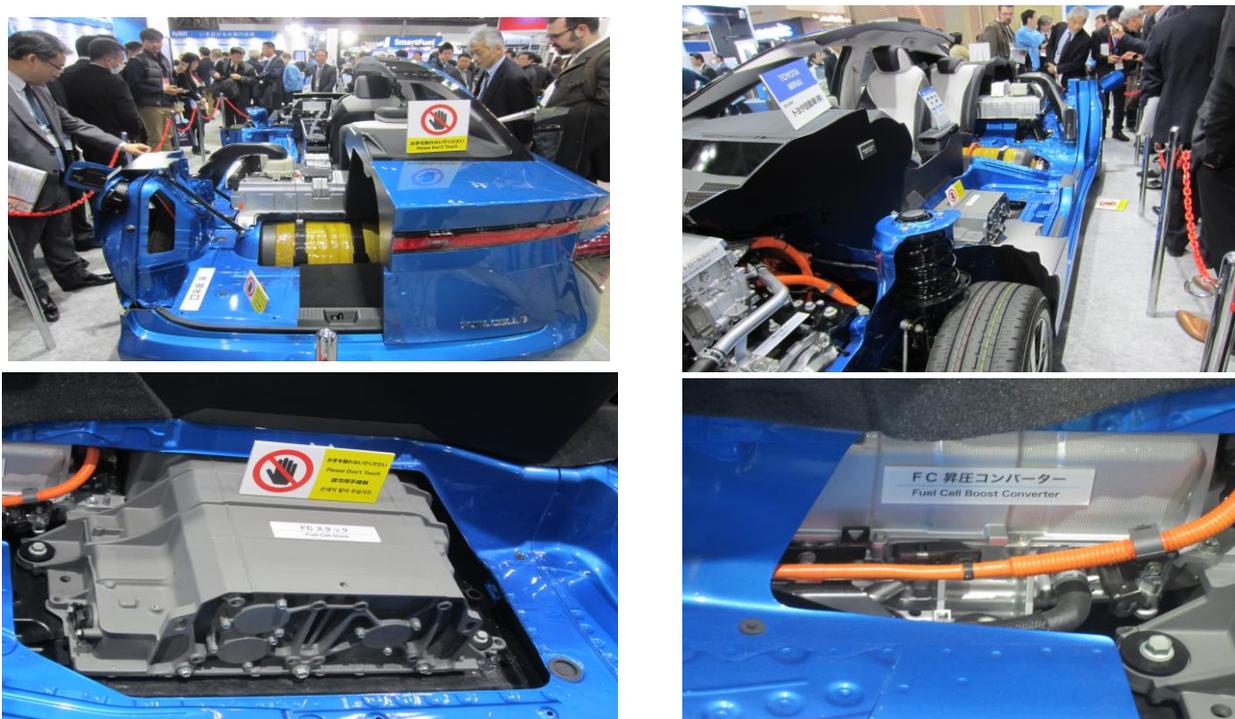


圖 20、Toyota（豐田）Mirai 氫燃料電池汽車



圖 21、Honda（本田）Clarity 氫燃料電池汽車及行動電源



圖 22、加氫站相關示意圖



圖 23、川崎重工展示 On-Board 產氫的願景



圖 24、定置型家用燃料電池 PEMFC 與 SOFC 系統



圖 25、臺灣展區示意圖

2. 參加技術研討會

另外，本次展覽期間有需付費之演講可參加(Keynote Session 及 Technical Conference)。在 Keynote Session 方面，本次主題有二，一為如何實踐氫能社會，另一為日本與美國對節能及再生能源的國家政策戰略。由日本經濟產業省資源環境廳燃料電池推進室的戶邊千廣室長、美國能源部燃料電池技術辦公室的 Sunita Satyapal 主任、本田公司的三部敏宏營運總監及川崎重工的原田英一副總等 4 人，分享發展氫能社會未來的展望戰略，各講者均表示節能減碳的重要性，及希望藉由發展氫能燃料電池帶動經濟發展，同時也可達成 COP 21 要求。

首先由戶邊主任向在場與會人員說明，目前日本在建構氫能社會百年大計的執行情形與展望，再次強調「S+3E」的願景，同時也提到發展氫能與燃料電池，其燃料來源的技術發展必須同步進行，並介紹目前日本再生氫的技術發展與動向。而美國氫能與燃料電池的發展在美國能源部的政策支持下，2015 年其燃料電池成本較 2006 年降低 50%以上，較 2008 年降低 30%以上。預期至 2020 年汽車燃料電池成本可降至 40 美元/kW，並達 5,000 小時的運轉；定置型部分若以天然氣產氫發電則為 1,000 美元/kW，生質能產氫發電則 1,500 美元/kW，並保證達 80,000 小時的運轉；氫氣成本部分，若以 On-Board 產氫成本為 10 美元/kWh，一般氫氣

管線則預期降至每加侖 4~7 美元。相關預算也是每年逐步增加，由 2015 年的 9,700 萬美元，增加為 2016 年的 1 億 95 萬美元，及 2017 年 1 億 550 萬美元，其中，燃料電池與氫燃料的研發設計，各占約近 3 成左右的經費，包括：氫氣生產、運輸及儲存領域研發；燃料電池性能及耐久性研究；示範用加氫站的零件生產；先進的儲氫材料研究；氫及燃料電池的性能和成本分析等。除原有預算外，2015 年美國國會向美國能源部氫能與燃料電池專案，撥款約 1 億 1,700 萬美元，另外還有 3,000 萬美元用於固體氧化物燃料電池相關研發活動。除此之外，美國政府未來也將著重於可再生氫能的來源技術研發，提出相關策略發展藍圖，並選擇合適的示範場域，作為建立相關標準參考，更重要的是與全球氫能與燃料電池相關產官學研等，建立合作夥伴關係如 H₂USA。

最後，本田與川崎重工則是分享該公司為什麼要發展氫能與燃料電池這項技術，以及在日本建構能社會百年大計中所扮演的角色，更說明目前該公司的進展情形，如：本田於 2016 年 FC EXPO 展場上亮相展出的 Clarity Fuel Cell，川崎重工則是主要說明與澳洲合作發展 On-Board 產氫的相關作法(附件為本會議相關資料)。

在 Technical Conference 方面，本次會議共分為 10 項主題，包括擴大燃料電池應用、燃料電池汽車在日本的現狀與商業化、全球燃料電池汽車製造商實現商業化的戰略、擴大 ENE-FARM 的應用、PEMFC 材料應用的發展趨勢、氫能及燃料電池的未來發展願景、氫能技術的發展、工業燃料電池發展趨勢及商業化、美國、歐洲與日本如何實現氫能社會，及發展可再生氫能等(因會議相關資料過多，因此省略未檢附於本報告)。

三、心得及感想

臺灣能源 98% 依賴進口且電力無法由國外支援，由於國內對於「穩健減核」已具相當共識，未來如核四封存、核一~三屆齡除役情境下，假設未來 15 年電力需求年均成長率為 1.0%，備用容量率將持續降低，並自 2023 年起降至 7.4% 以下，停電風險持續增加，民眾生活用電習慣與產業結構調整亦非短期可成，非核後如何確保電力穩定供應，我國面臨的挑戰將遠大於其他國家，應從「確保不限電」、「達成國際減碳承諾」及「維持合理電價」等三個條件著眼，並透過理性及科學方法，持續推動再生能源發展，不宜輕易放棄任何可能選項，由全民共同尋求我國最適電力供應規劃組合的共識，務實推動臺灣能源轉型。

我國發展再生能源，至 2015 年底，再生能源累積設置裝置容量為 4,319MW，發電量約 105 億度，主要來自水力發電 45 億度、生質能發電(主要為垃圾焚燒發電)36 億度，太陽光電僅 9 億度、陸域風力發電僅 15 億度。經濟部更已於 2015 年擴大 2030 年再生能源裝置容量目標，由原 10,858MW 經三次提高至 17,250MW，其中，太陽光電裝置容量達 8,700MW、風力發電達 5,200MW、水力發電達 2,200MW、生質能發電達 950MW 及地熱發電達 200MW。

由於水力、生質能及陸域發電已漸趨飽和，未來我國再生能源增加之主要來源，以目前技術發展之可行性評估，恐僅限太陽光電及離岸風力發電，惟在推廣上仍遇相當阻力，例如：太陽光電設置須面臨廣大土地取得及饋線容量等問題，增加 172 億度發電約需面積 206.4 平方公里，大約是臺北市面積的 76%，離岸風力發電部分，目前我國仍在示範階段，預計於 2025 年達成 2,000MW(約達 400 架，預估發電量 68 億度)，且離岸風力開發涉及白海豚棲地、海洋生態保護、航道安全、颱風等，均影響可開發範圍，於離岸風電開發時亦需面臨施工碼頭建置時程、風場開發與航道穿行競合及漁業權補償等問題，更大幅增加開發困難。

故綜觀上述我國開發再生能源供應所面臨的處境，期望藉由此次機會參與鄰近國家日本舉辦的 2016 FC EXOP 國際研討會及展覽會，參考日本發展氫能及燃料電池的歷史進程及最新發展，期望對於研擬發展新及再生能源技術研發方向能有些許助益，以下就個人心得及感想，擇重摘述如下：

(一)日本發展「氫能社會」的背景：同屬島嶼經濟的日本，在 2011 年福島核災後，電價持續上漲(民生用電可由民眾選擇固定電價或時間電價，用電高峰時段每度 33 元日幣~最低每度 11 元日幣)，已嚴重影響該國經濟發展，但更迫在眉睫的，是由於該國冬天氣候嚴寒，涉及民生維生對電及熱的需求，迫使日本政府不計代價開發各種電力來源，其中一項就是氫能燃料電池；但在臺灣，電價便宜(民生用電每度新臺幣 3 元以下)，也沒有像日本冬天對熱的強烈需求，所以我們兩國的國情確實不同，尚不足支撐一般所謂「日本能，為何我們不能？」的說法，因為這種不計發電成本而漲電價的國情，在臺灣是絕對無法存在的。此次在研討會及展覽館現場，深深感受到這個國家傾國家之力，由大型財團當領頭羊，以聯盟方式合作，投注相當心力製作淺顯易懂的影片，逐步向民眾推廣氫能在應用上的安全及環保觀念，對於期待在 2020 年東京奧運前，共同完成打造「氫能社會」不遺餘力。

(二)日本開發氫能應用以交通載具及家用產業為主：此次展場上的亮點之一，當然是“Mirai”未來”氫能燃料電池電動車的展示，此次展示標榜已解決一般電動車續航力的問題，初步符合民眾期待的使用標準，例如：每次高壓充氫約 5 公斤只需 5 分鐘，可跑 700 公里，充氫價格在政府補助下也非常親民，一切只為符合一般民眾加油的習慣及增加其使用意願，目前加氫站業者更努力建置民眾自助加氫的 SOP 程序，以達到更加速普及的目標；此外，現場看到許多燃料電池的相關應用商品，大多與交通載具及家用熱電共生商品相關，在研討會中由各國專家的報告分析資料發現，目前歐美發展氫能燃料電池的國家，大多朝分散式發電系統及搭配儲能等產業應用為主，與日本以發展運輸工具及家用為首要，差異甚大。氫能燃料電池雖然被各界一致認為是環保發電機，臺灣部分廠商及相關產品也已打進國際市場產業供應鏈中，惟就現階段臺灣的燃料電池技術，尚處於示範驗證及推廣階段，離系統關鍵技術仍有相當差距。

(三)加氫站基礎設施的建置目標：日本政府原訂出的戰略目標，期望於 2015 年完成於四大都會區建構 100 處加氫站，並於 2020 年將建置成本降至目前費用的一半左右，惟截至 2016 年 2 月底，僅完成建置 81 座，離目標尚有一段差距。就日本建置加氫站的經驗來看，以定置型 Off Site，300Nm³/h，建置費用約 3.9 億日圓（加油站建設成本的 4 倍），營運費用約 4,700 萬日圓，若以現場產氫 On Site 方式建置加氫站，成本更達 5 億日幣，造成廠商觀望而不敢貿然投資；此外，由於加氫站技術牽涉範圍極廣，日本雖在政府政策引導及補助、大型財團配合下，加氫站的建置數量及增加速度，推廣上仍極為吃力，在技術逐漸成熟及 2020 東京奧運時程的壓力下，日本政府已著手修改放寬加氫站建置之相關規定，至於未來發展如何，這也是各國借鏡及觀察的重點。

(四)氫能供應的來源及限制：氫能燃料電池電動車每跑 1 公里，不會排碳及其他污染物，只會產出 60 公克的水，乍看似乎是極為環保的能源，但作為原料的氫從哪裡來？其實主要還是從化石燃料天然氣或甲醇重組而來，以臺灣 98% 能源皆依賴進口而言，國內天然氣需求主要為發電、民生及工業使用，在第三天然氣接受站尚未建置完成以前，並無法保證有足夠的天然氣作為大量發展氫能燃料電池的應用，至於以工業餘氫作為進料，除了必須確認有穩定的供應來源，尚須考量餘氫必須經過純化去除雜質方能應用（氫氣需純化，才不會毒化儲氫合金與燃料電池白金

觸媒)，此外對於業者而言，由於工業餘氫所含成分組成並不迥相同，許多尚可足以轉化製作更有經濟效益的化學產品出售。在日本，截至 2015 年底，該國使用的主要氫氣來源仍有 50%的數量是由天然氣重組而來，日本政府業已考量到燃料電池未來發展的影響，將嚴重受到氫能來源的侷限，故日本積極與澳洲政府合作開採褐煤(Brown Coal)，運用淨煤及 CCS 碳捕獲及封存等技術，在澳洲開採並純化氫氣後，將氫氣降溫至-253 度 C 予以液化後，以專用船運回日本利用(註:如前開拜會川崎重工所述之發展)。

(五)綜上，氫能燃料電池是能源應用的重要選項之一，在日本以政策引導並投注鉅額經費後，其後續發展如何，仍受國際注目及觀察中。經濟部為鼓勵產業投入研發新能源(含氫能燃料電池等)的意願，由能源局提供示範驗證及業界能專等經費補助及輔導，期望藉由技術提升，使其具有更高競爭力，但由於國內電價便宜，在推廣節電及發展新及再生能源上，始終都有相當困難。在技術上而言，當再生能源發電有餘卻造成電網饋線無法負荷時，若以再生能源電解產氫技術(如風力發電產生之電源，電解水產生氫氣)，技術上可行但整體發電效率低，在特定區域或仍有其發展可能性，惟目前在我國再生能源發電量相當有限的情形下，並不足以產生 Power to Gas 的情形，故未來國際上對於氫能燃料電池的應用及發展，整體上將相當受限於氫能來源的數量及價格。

四、建議

對於能源缺乏的臺灣，氫能及燃料電池是我國未來不可或缺的能源選項之一，但他山之石雖可攻錯，仍須考量我國整體電價結構、政治氛圍、產業發展、技術研發能量等各種因素，故以下僅針對此次出國行程提出個人淺見建議：

(一)我國自 2009 年開始推動氫能及燃料電池示範驗證計畫，由示範成果中已產生初期市場效益，包括應用技術成熟、標準建立、成本降低、供應鏈形成，惟應搭配以生命週期成本優勢的觀點切入，以及跨部會溝通之政策引導設計，可望帶動燃料電池成本下降、能見度提升，使更多利基應用市場出現滾雪球模式，或許是一種經濟有效的商業化、普及化路徑。例如：國家通訊傳播委員會將燃料電池納入高抗災通訊平台備援電力補助項目、交通部相關單位將燃料電池作為交通號誌備援電力、推廣區域性(果菜市場、大賣場、物流業及觀光區等)燃料電池電動車、電動

船或堆高機等載具的使用。

(二) 國內燃料電池的應用以定置型為主（抗災通訊的緊急備用），現階段的困難即燃料電池成本較現行備援電力來的高，雖然目前國家通訊傳播委員會提供相關補助方案，惟申請條件限制多，且對申請單位而言須背負維護管理之責，推動進展上仍屬緩慢，建議擴大示範驗證範圍，如機場、高鐵、港口、醫院等，並輔以相關建置的配套誘因，如租稅減免、購買補貼等，加速規模經濟，提升國際競爭力。有鑑於我國發展加氣站設施推廣之經驗，建議目標明確後即應規畫循序漸進方式，當氫能燃料電池應用預期達相當能量時，應同步考量區域性加氫設備建置及氫能供應來源等節，才是務實可行作法。

(三) 本次會議中，各國專家皆明確指出 COP 21 的目標，再加上臺灣產業係以外銷為導向，為免除 WTO 的環境貿易障礙，以及國內溫室氣體減量及管理法同步規範下，應掌握各國對氫能與燃料電池的最新動向，加強國際合作平臺，有效加入國際供應鏈，德國、英國、日本、中國大陸、美國可視為主要市場。故我國除強化本身關鍵技術發展，亦可尋求跨國（如日本、德國或美國等）技術合作，評估在臺灣進行分散式發電示範運行可行性，讓燃料電池在未來能扮演低碳、高效率的發電角色。

本次出國得以進一步了解各國對於氫能與燃料電池發展的動力與願景外，更可以看出不論在建構氫能社會，或是創造氫經濟的作法上，需要各界（產官學研）齊心合力，進而達到確保能源安全與降低環境負擔，亦可振興產業發展。有鑑於此，這項議題絕非單一局處或部會所能承擔的業務，若要將氫能作為國家戰略性能源，首先需要確立國家發展目標及策略，再者集結各界之專業，成立跨部會層級指導委員會，集中資源以發揮成效。而日本從無到有發展氫能社會並打造氫經濟的現況與願景，值得臺灣學習與參考，但氫能來源的價格及加氫設備的普及性，將是發展氫能社會成敗的重要關鍵。

五、附件（ Keynote Session 會議資料 ）