



國家發展委員會
NATIONAL DEVELOPMENT COUNCIL

案號：ndc105094

「全國性氫能發展之整體規劃」 期末報告書

研究期程：2016/12/19~2017/04/18

執行單位：財團法人台灣經濟研究院



「全國性氫能發展之整體規劃」 期末報告書

本報告內容係研究單位之觀點，
不代表委託機關之意見

研究期程：2016/12/19~2017/04/18

執行單位：財團法人台灣經濟研究院

目 錄

摘要.....	8
一、中文摘要.....	8
二、英文摘要.....	9
壹、前言.....	10
一、計畫背景.....	10
二、計畫目的及重要性.....	10
貳、研究方法.....	12
一、研究內容.....	12
二、研究架構.....	18
參、計畫執行情形.....	19
一、實際進度與預定進度比較.....	19
二、查核點與目標達成情形說明.....	20
肆、重要研究成果.....	21
一、研析國際氫能產業市場現況及發展趨勢.....	21
二、研析我國氫能產業發展現況及競爭利基.....	63
三、研擬我國氫能產業發展政策及運用示範計畫.....	108
伍、結論與建議.....	122
附件一、日本氫能發展策略藍圖 (Summary of the Strategic Road Map for Hydrogen and Fuel Cells).....	123
附件二、訪問廠商名單與該公司技術說明與國際連結.....	126
附件三、氫能單位轉換/電解水效率/各種氫燃料電池載具里程總表.....	128
附件四、經濟部一百零二年度燃料電池發電系統示範運轉驗證補助作業要點.....	129
附件五、全國氫能發展規畫業界座談會會議紀錄.....	133

附件六、拜訪花蓮縣政府會議紀錄.....139

圖目錄

圖 1：氫能與燃料電池產業短中長期發展框架範例.....	12
圖 2：本團隊研擬之研究架構圖.....	18
圖 3：日本 Ene-Farm 降價速度與生產 kW 量關係.....	22
圖 4：Toyota 的 Mirai (左)及 Honda 的 Clarity(右).....	29
圖 5：德國 CHP 成長潛力預測.....	31
圖 6：日本加氫站(右)與氫氣填充設備(左).....	35
圖 7：日本氫能燃料電池車未來發展趨勢.....	36
圖 8：日本 Ene-Farm 每年售價變化.....	38
圖 9：日本 Ene-Farm 累積安裝式量與補貼變化 ⁵	38
圖 10：中國大陸「氫能與燃料電池技術創新」之創新目標.....	42
圖 11：美國「氫能與燃料電池規劃」時程規劃.....	44
圖 12：歐盟氫能移動計畫(H2ME)地圖.....	50
圖 13：歐盟 Gianleap 計畫.....	50
圖 14：Toyota 在美國加州的暫時性移動型加氫站.....	54
圖 15：東芝的自主能源供應系統 H2One.....	55
圖 16：日本富士電機的低氧型防火燃料電池.....	56
圖 17：現代汽車公司 Tucson 燃料電池車.....	57
圖 18：巴勒德質子交換膜燃料電池模組.....	59
圖 19：ITM 動力公司百萬瓦級水電解裝置.....	61
圖 20：新加坡 CleanTech Park.....	61
圖 21：印度 Tata Iris Magic Ziva 燃料電池電動車.....	62
圖 22：氫氣的製造原料與過程.....	64
圖 23：石油與天然氣的價格波動變化 (1997-2017).....	65
圖 24：不同純度與應用的氫氣價格彙整 (資料來源，本研究繪製).....	69

圖 25：台灣燃料電池實際運轉介紹.....	95
圖 26：美國 Bloom Energy 與台灣燃料電池供應商之關聯	109
圖 27：美國 Bloom Energy 在美國發展市場與政府政策協助	110
圖 28：台灣氫能發展總體目標	111
圖 29：我國質子交換膜燃料電池發展時程.....	112
圖 30：高雄市境內各工業區分布.....	116
圖 31：高雄氫能示範計畫構想示意圖	116
圖 32：中華紙漿位置圖說明.....	117
圖 33：中華紙漿示範餘氫回收使用過程.....	118
圖 34：日本氫能燃料電池推動跨部會整合分工	120

表 目 錄

表 1：日本氫能參展暨參訪行程.....	13
表 2：研究訪談的對象與目的.....	15
表 3：2010-2015 年國際燃料電池出貨量	26
表 4：2010-2015 年國際燃料電池裝置容量 ¹	26
表 5：日本 Ene-Farm 補貼成效與安裝數量整理.....	37
表 6：各國之氫燃料電池推動政策方向.....	52
表 7：我國工業副產氫產量與來源之調查整理.....	70
表 8：本研究團隊調查分析之我國工業餘氫發電潛力.....	71
表 9：國際氫燃料電池技術之成本分析.....	72
表 10: 98 年綠色能源產業旭升方案之氫能與燃料電池推動策略及目標	77
表 11: 「綠色能源產業旭升方案」氫能與燃料電池推動策略及目標成 效檢討	79
表 12、2015 年「經濟部業界能源科技專案」受補助專案.....	84
表 13、2016 年「經濟部業界能源科技專案」受補助專案.....	84
表 14：分析我國過去之氫能產業發展政策措施之項目表.....	85
表 15：本研究團隊訪談之國內專家名單	87
表 16：中國政府補貼氫動力車輛方案簡表	92
表 17、台灣燃料電池產業供應鏈.....	94
表 18、不同燃料來源之應用市場區隔.....	95
表 19：103-105 年國內燃料電池建置案件數量	98
表 20：我國氫能燃料電池產業 SWOT 分析	105
表 21：高雄地區之工業副產氫產量盤點.....	115

摘要

一、中文摘要

為遏止氣候變遷，節能減碳已成為全球共同目標，進而帶動新能源產業之發展。氫能為全球先進國家重點發展之綠能科技之一，我國溫減法於 2015 年通過，發展再生能源及非核家園亦為政府之施政要點，氫燃料電池亦成為我國綠能產業發展重點之一，其燃料多元且應用產品廣泛，預期將可提升國家能源安全、降低空氣汙染，並提升綠能經濟。本研究研析國內外氫燃料電池政策訊息、產業發展現況及未來趨勢，藉參考日本等先進國家之氫燃料電池產業發展政策與推動措施，探討我國氫燃料電池產業發展現況、競爭利基與過去相關政策，並盤點我國工業副產氫(工業餘氫)之含量，分析其可利用性與發展潛力，透過國內外專家訪談、業界與跨部會座談會等方式，蒐集我國氫燃料電池產業發展之困境、利基與未來建議發展方向，進而研擬花蓮、高雄之氫燃料電池示範計畫，提出我國氫燃料電池策略發展藍圖與跨部會分工，供有關單位參考。

二、英文摘要

Energy saving and carbon reduction have become common goals globally as climate change require public attention. To inhibit global warming while continuing economy growth in new energy sector, hydrogen energy is one of the alternative energy solutions being developed in leading nations worldwide. Recently, Taiwanese government has established "Greenhouse Gas Reduction and Management Act" in 2015. The development of hydrogen fuel cell technology has been prioritized as one of the national green energy sector, due to its fuel flexibility and diversity on wide applications. Hydrogen fuel cell can enhance national energy security, decrease air pollution, and boost green economy. Preliminary results of this research has been presented and analyzed on the hydrogen business market and its trend internationally. We took reference from the hydrogen energy industry development strategy and the promoting act of the leading nations such as Japan, and made discussion on current development of hydrogen energy sector, its competitive niche, and relative policies. In addition, the research team made inventory on overall hydrogen energy development potential in Taiwan, and interviewed over a dozen of domestic industry experts to understand the dilemma, niches, and direction of national fuel cell sector development. Finally, the research team has drafted a hydrogen energy industry development policy and roadmap proposal, and workpackages across governments, as well as a recommendation of the pre-commercial demonstration plan in Kaohsiung and Hualien.

壹、前言

一、計畫背景

我國自產能源量不足，近 98%仰賴進口，能源自主率偏低，能源供給之價和量易受國際政經情勢影響，不利於國家能源安全的維持；此外，我國電力系統發電結構約 8 成來自排碳較高的化石能源，除造成空氣污染外，亦為溫室氣體排放的主要來源，亟待增加多元、潔淨能源供給，並推動能源結構轉型，以確保「溫室氣體減量及管理法」明定 2050 年國家長期減量目標，以及我國提交 INDC 2030 年減量目標的達成。國際上，美國將 2015 年訂為氫能元年，而日本與歐洲也正積極發展氫能產業與應用。由於再生能源比例偏高且不穩，歐洲目前積極發展 Power to Gas(P2G)儲能，利用再生能源餘電產氫，而丹麥預計於 2050 年停止使用石化燃料；日本則將氫能視為重大革命，預計於 2020 年東京奧運活動展示氫能經濟與生活模式。

氫能之取得來自工廠製程副產品(餘氫)或再生能源轉製，以氫氣為燃料的燃料電池，具有零污染、高電能轉換效率、低噪音及可再生性等特點，已成為全球寄予厚望的綠色能源，被視為最具潛力的二次能源，其可提升國家能源安全，減少空氣污染與溫室氣體排放，以及增加能源使用效率。發展氫能經濟，除可有效解決能源安全問題外，並可藉由建立研發與產製供應鏈，跨足擁有龐大商機的綠色產業。在全球科技先進國家競相投入之際，為與國際發展趨勢接軌，台經院研究團隊參與此計畫，針對國內外氫能發展環境、目標與策略，氫能運用示範計畫等進行研究分析，作為政府研擬我國氫能發展之政策參考。以下為本研究團隊提出的研究計畫期初報告。

二、計畫目的及重要性

本研究團隊於此研究計畫中，預計執行全面性氫能資源盤點，整合台灣各地氫能產業發展能量，並參酌日本與歐美等國成功發展經驗，提出能符合地方

需求(特別是高雄及花蓮地區)的全國性氫能整體規劃與利基市場建議方案。

氫能燃料電池技術為一種具備高彈性的發電機與儲能技術，相較於傳統燃燒引擎技術可視為創新革命，將可改變傳統之發電技術。目前，日本與歐美已相繼投入此領域，許多商品也已陸續推出，我國亦需要積極加入此技術之發展行列，快速擠身於氫能產業之全球供應鏈之中，確保此項目之國際競爭力。

回顧我國氫能發展歷史，燃料電池相關技術之研發已投入超過十年，人才與經驗皆有發展基礎，部分技術也具有一定之國際競爭力，如國內現有四家燃料電池元件廠為美國 Bloom Energy 之供應商，提供兆瓦級燃料電池發電伺服器應用，年產值達 30 多億。台灣目前面臨夏季缺電危機，台電已設置再生能源發電設備改善，但因再生能源電力供應不穩定，故需搭配火力發電作為備載，而燃氣發電啟動需耗費 1.5 小時，燃煤發電啟動則需 2 小時；；以上困境可由氫能燃料電池和儲能裝置補足，除了可將多餘之電力儲存，燃料電池還具有可在一分鐘內啟動並立即供電之優勢。作為一種新的發電技術，本計畫將藉由盤點與調查，了解發展氫能與燃料電池產業是否能帶動整體經濟發展，以及國內技術是否已純熟至能與國外廠商合作競爭，評估各項利基市場之發展可行性，進行我國發展氫能與燃料電池產業之分析與評估，協助研擬全國氫能發展之規劃與框架。

貳、研究方法

本研究團隊計畫蒐集國際氫能發展相關資料，訪問日本專家並參考其問卷調查內容，與潛在的在地使用者及企業做焦點訪談，盤點國內氫能與燃料電池相關企業的技術能量，並檢視過去政策成效。經過整理，本研究團隊將利用 F.A.N.策略架構協助提出我國發展氫能短中長期推動目標及策略。

本研究團隊預定提出氫能與燃料電池產業的發展框架與技術路線圖(Framing)，彙整具體可行之建議，並將具有競爭力的技術/資源與產品整合應用 (Aggregating)，進而輔導業者透過國際網絡的連結(Networking)，於國內推動氫能與燃料電池的創新系統，建立起可行之利基技術，逐步達成降低成本、提高普及率等目標，將新技術能量擴展至傳統產業應用。

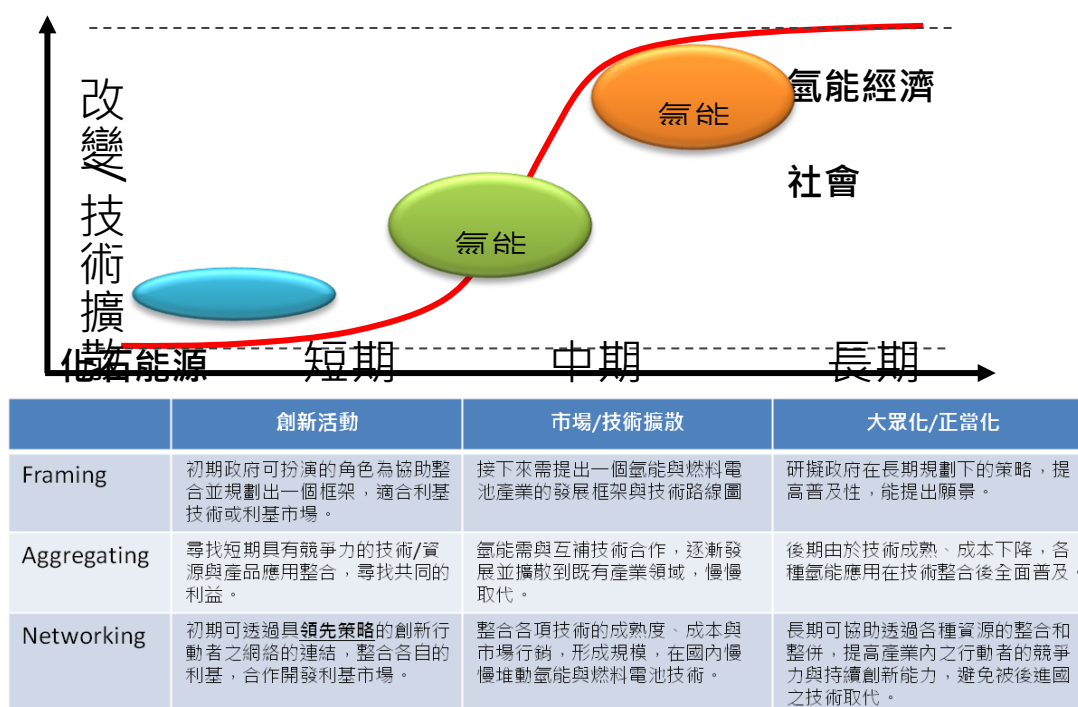


圖 1：氫能與燃料電池產業短中長期發展框架範例

一、研究內容

1. 研析國際氫能產業市場現況及發展趨勢

[1]. 蒐集全球氫能產業主要市場規模、技術能力、面臨問題及未來發展趨勢。

本研究團隊定期蒐集美國燃料電池與氫能協會(FCHEA)燃料電池產業訊息(Weekly Currents)、Fuel Cell Bulletin等國際期刊及日本Fuel Cell Development Information Center (FCDIC)月報，並分享提供聯盟成員參考。本院為「台灣燃料電池夥伴聯盟」之秘書處，定期組團參與國外氫能與燃料電池相關展覽，如日本之FC Expo與德國之漢諾威展覽(Hannover Messe)，協助國內業者拓廣國際市場。針對國際氫能與燃料電池發展趨勢，將於研究成果中進行說明。

[2]. 研析日本等技術先進國家之氫能產業發展政策及推動措施，並進行成效分析。

本研究團隊預計研析日本與其他先進國家之氫能產業發展與政策推動之成效，於106年3月1日至3月8日組團台灣氫能燃料電池廠商前往參展(2017 FC Expo)，同時進行日本專家訪談、國際大廠參訪及當地氫能示範之實地觀察。邀集我國氫能燃料電池相關之產、官、學、研專家一同前往，進行氫能推動之專家經驗交流，以了解日本於氫能燃料電池發展之社會推動經驗，以下為本研究團隊之氫能參展暨參訪行程與專家訪談名單：

表 1：日本氫能參展暨參訪行程

日期	行程說明	主要內容
2/28 (二)	啟程、展場佈置	
3/1 (三)	展場開放/拜訪福田峰之眾議員	台灣及日本燃料電池產業發展現況交流、意見交換。
3/2 (四)	展場開放/台灣—加拿大之夜	
3/3 (五)	展場開放/拜訪 NISSAN 汽車公司、橫濱市政府	NISSAN:長谷川演講 橫濱市政府: 1.JX 能源公司介紹橫濱網島加氫

		站 2.港灣局介紹 TOSHIBA (H ₂ ONE) 氫能燃料電池 3.參訪千代田化工介紹純化技術 4.體驗 MIRAI 燃料電池車
3/4(六)	台灣與國際專家學者經驗分享 座談	
3/5(日)	台灣與國際專家學者經驗分享 座談	
3/6(一)	拜訪東京瓦斯(TOKYO GAS)	東京瓦斯公司簡介、意見交換。
3/7(二)	參訪九州氫能城	1. 環境中心 2. CEMS 監控中心 3. 北九州 ECHO HOUSE
3/8(三)	回程	無

2. 研析我國氫能產業發展現況及競爭利基

[1]. 盤點並整合台灣各地氫能產業發展能量(特別是高雄及花蓮地區)，分析未來發展潛力。

根據過去工研院統計資料指出，我國每年預估約有50-60億立方米之工業餘氫可回收利用或做為發電使用，由於鋼鐵業之副產氫具較高不純物，未來須進一步研究其純化方式，故目前暫不將鋼鐵業之餘氫列入計算，然而鋼鐵業所生產之餘氫量高達200億立方米，具有極高應用發展潛力。目前國內工業餘氫之後端處理方式，因產業製程與純度不同而異，大都採商業販售或燃燒處理作為廠區供熱以符合環保排放標準。本研究針對高雄及花蓮地區之氯鹼業、造紙業、半導體業、化工或石化業、鋼鐵業等進行實地訪查，以了解相關業者所生產之氫氣資源的後續應用之誘因及需求。

[2]. 就我國目前現階段及過去推動氫能產業發展政策措施，進行整理及檢討。

本研究團隊彙整我國過去及現階段之氫能燃料電池推動之相

關政策(如燃料電池示範補助作業、業界能專、學界能專、法人能專、能源國家型計畫……等)進行列表及分析，以作為我國未來氫能發展之基本與借鏡。

[3]. 訪談地方政府、業者及相關領域專家學者，瞭解我國氫能產業之主要競爭利基、面臨困難，以及未來發展所需政府協助事項與法規配套。

本研究團隊進行訪談工作，以了解我國氫能燃料電池產業之主要競爭利基、困境及未來發展之法規配套建議，擬定將訪談之對象將包含地方政府、業者與相關領域之專家學者，如下表：

表 2：研究訪談的對象與目的

訪談	訪談對象	名單	訪談目的
地方政府	花蓮及高雄之地方政府，如經發局、環保局、里長辦公室、市民代表、議員等	蕭美琴立法委員 趙天麟立法委員 橄欖枝基金會謝雲嬌秘書長……等	了解地方之風土民情及過去相關施政措施，取得相關政策建議與在地適宜之法規配套建議
業者	我國及國際氫能燃料電池相關上、中、下游業者至少 10-15 名	例如高力、康舒、保來得、宏進金屬、美菲德、順德、聚眾聯合、盛英、亞太、錫力、鼎佳、中興電工、新力、揚志、律盛中華紙漿、光陽工業、中鋼、中油……等	了解實際經營氫能燃料電池產業之業界代表所面臨之困境，搜集包含法規面、市場面及政策面之建議
相關領域專家學者	相關領域之大學教授至少 5-10 名，包含我國氫能相關研究計畫之執行或審查委員，或相關研究計畫之計畫主持人	台灣大學林子倫教授 交通大學黃得瑞教授 中央大學曾重仁教授 工研院綠能所王人謙副所長 工研院材化所蔡麗端組長 工研院綠能所張文昇副組長 工研院國際中心藍兆禾博士……等	就國家研發氫能補助之歷年發展成效，及補助預算、補助方向做整體檢討及了解，並針對我國未來之競爭力及發展利基做意見搜集
其他	如花蓮及高雄地方民眾代表或環保團體至少 5-10	花蓮縣環保局 高雄科工館……等	搜集民眾及在地環保團體對於氫能燃料電池之

	名		看法與建議，取得未來本研究計畫研擬在地應用與示範推動之民眾溝通及說明會之意見
--	---	--	--

3. 研擬我國氫能產業發展政策及運用示範計畫

[1]. 參酌與地方政府、業者及專家學者訪談結果，以及日本等科技先進國家成功發展經驗，提出我國發展氫能短中長期推動目標及策略。

氫能與燃料電池技術屬於新興技術，推動新技術創造出利基市場，除克服技術上的問題，仍需面臨推動過程中所產生之利益衝突，需進行分析及協調。本研究團隊透過高雄和花蓮在地的潛在使用者之訪談，了解其需求與相關問題，並透過燃料電池企業評估之可行利基應用，並分析技術成熟度(例如：氫氣加壓技術、水電解產氫氣技術、高效率電源轉換模組、氫氣存放載體成本的降低)。

本研究團隊搜集國際氫燃料電池發展與推動相關資料，訪談國際專家、潛在之在地使用者及企業，盤整國內外氫能與燃料電池相關企業的技術能量，並檢視過去國內外之政策成效。本研究團隊利用 F.A.N.策略架構，協助提出我國發展氫能短中長期推動目標及策略，F.A.N.(Framing, Aggregating, Networking)為 Hung & Whittington 於 2011 年提出的策略架構，該策略過去曾用以分析我國於國家創新系統下之半導體產業發展以及硬碟產業之殞落。本研究團隊將透過國際資訊蒐及與專家訪談之結果，提出氫能與燃料電池產業之發展框架，提出具體可行之建議，並整合具競爭力之技術/資源與產品應用。本研究期望透過網絡的連結(Networking)，於國內逐步推動氫能與燃料電池產業之創新發展系統，形成新興利基市場，達降低成本，提高普及率之目標，進而

將新技術擴展至傳統產業之應用。

[2]. 提出高雄及花蓮等地區之氫能運用示範計畫，包括具體運用方式及部會分工等。

本團隊研擬高雄及花蓮之示範運轉規劃，與地方產生工業餘氫之業者、氫能與燃料電池業者、地方政府、可能之用戶端進行討論，並召開專家座談會，蒐集各方意見後，進一步與政府單位討論具體應用方式及部會分工之推動模式，形成一跨部會氫能發展與溝通之平台，協助我國氫能之整體發展。

二、研究架構

本研究團隊之研究架構如下圖：



圖 2：本團隊研擬之研究架構圖

參、計劃執行情形

一、實際進度與預定進度比較

月次 工作項目	工作進度	第一 月	第二 月	第三 月	第四 月
國際氫能產業市場現況及發展趨勢	預定				
	實際進度				
	查核點	*1			
研析我國氫能產業發展現況及競爭利基	預定				
	實際進度				
	查核點		*3		
研擬我國氫能產業發展政策及運用示範計畫	預定				
	實際進度				
	查核點			*5	
期初報告	預定				
	實際進度				
	查核點	*2			
期中研究報告	預定				
	實際進度				
	查核點		*4		
期末研究報告初稿	預定				
	實際進度				
	查核點				*6
預定進度 (工作天數累計數)		25%	50%	75%	100%

二、查核點與目標達成情形說明

查核點	說明	預定完成日期	實際達成情況
*1	國際氫能產業市場現況及發展趨勢	決標日起 1 個月內 (1/18)	符合期末進度。
*2	期初報告	決標日起 2 週內 (1/1)	符合期末進度。
*3	研析我國氫能產業發展現況及競爭利基	決標日起 2 個月內(2/18)	符合期末進度。
*4	期中研究報告	決標日起 2 個月內(2/18)	符合期末進度。
*5	研擬我國氫能產業發展政策及運用示範計畫	決標日起 3 個月內(3/18)	符合期末進度。
*6	期末研究報告初稿	決標日起 4 個月內(4/18)	符合期末進度。

肆、重要研究成果

一、研析國際氫能產業市場現況及發展趨勢

(一) 蒐集全球氫能產業主要市場規模、技術能力、面臨問題及未來發展趨勢。

氫燃料電池產業主要朝向定置及運輸型發展，依國際市場統計，累積出貨量以定置型燃料電池居多，主要來自日本Ene-Farm之家用型熱電共生系統；從成長倍數來看，則以車用載具市場為主。消費市場主要集中於亞洲與美洲，此兩區域氫燃料電池裝置量位居全球之首。目前全球主要之燃料電池商品為：Ene-Farm，燃料電池堆高機(GenDrive)，以及用於偏遠地區之可攜式甲醇燃料電池(EFOY)。Ene-Farm銷售量已累積超過19萬套，堆高機則達12,000台，而可攜式甲醇燃料電池出貨量為35,000組。

燃料電池的發展目前仍以利基應用市場為主，目的在於解決特殊情境下的電力供應問題，如Ene-Farm在日本的優勢來自於高昂的電價環境，且日本人對於熱水的需求度高，造就出熱電共生(CHP)產品的需求；反觀歐洲因中央供暖設備較為先進，類似的CHP產品就較難與既有之技術競爭。而美國GenDrive的出現，主要是解決大型倉儲物流設備電池續航力不足的問題，GenDrive利用燃料電池技術替電動堆高機持續充電，提高物流業的搬運速度，並能節省多套備用電池與電池充電空間，達到降低營運成本的利基，但目前也僅適用於大型24小時倉儲，尚無法對小型倉儲產生吸引力。EFOY(甲醇燃料電池)則是以解決偏遠地區的電力需求(如：監控設施)為導向，其直接使用甲醇燃料進行發電，達到體積小且發電功率高的特徵，在安靜無噪音的情況下，可長時間提供電力給小型設備使用，省去鋪設電網的成本。

氫燃料電池發展面臨的難題主要有兩個，一為與既有技術性價比上的競爭，二為氫氣運輸供應成本過高的問題。以日本為例，

從價格方面來看，日本透過穩定的補貼政策，提高總體銷售量達到降低成本的功效(圖 3)。而在氫氣運輸成本方面，日本、美國與歐洲為推動氫能社會之發展，已開始積極建置加氫站等基礎設施，並向大眾推廣與示範氫能汽車與巴士的運行。根據 H2Station.org 統計至 2016 年底，歐洲已有 106 座加氫站，亞洲有 101 座，北美有 64 座，南美有 2 座，澳洲有 1 座。而歐洲目前共有約 66 台氫燃料電池巴士(FC BUS)進行道路示範。

Ene-Farm銷售KW總量與售價變化

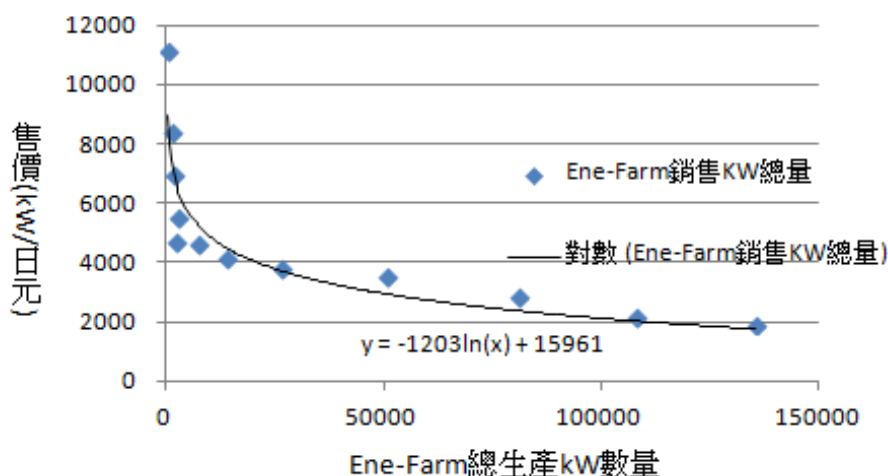


圖 3: 日本 Ene-Farm 降價速度與生產 kW 量關係

(本研究整理)

氫氣為達到與汽油一樣的里程距離，因此高壓儲存技術已成趨勢，而國際標準上，美、日、歐已整合高壓加氫與填充標準，包括：

1. ISO 17268 填充裝置標準化，統一各路面車輛的填充接頭標準，25/35/70MPa。
2. SAE J2601 填充方法標準化，統一各種輕便型車輛在填充時的協定。
3. SAE J2799 填充通訊標準化，將 70MPa 的路面車輛在充填氫氣時，統一車輛與加氫站之間用光通訊方式，以了解實際氫氣填充的情況。

國際標準的統一，能確保國際間氫能車的穩定發展，美、日、歐將致力於投

資加氫站的建置與銷售各式氫能車，而其他各國也須遵照此標準規範。我國標檢局已完成 CNS 15820-2 電動機車—安全規範—第 2 部：為防止氫氣危害，內容提及氫燃料電池摩托車的氫氣填充標準，需符合 ISO17628 或低壓儲氫裝置標準。未來需持續努力與國際合作，並建置符合國際規範的車用之氫能供應設施。

(二) 研析日本等技術先進國家氫能產業發展政策及推動措施，並進行成效分析。

本研究團隊將持續定期蒐集美國燃料電池與氫能協會 (FCHEA) 燃料電池產業訊息 (Weekly Currents)、Fuel Cell Bulletin 等國際期刊及日本 Fuel Cell Development Information Center (FCDIC) 月報。此外，本研究團隊預計針對日本等技術先進國家氫能產業發展政策及推動措施之成效分析，於 106 年 3 月 1 日至 3 月 7 日召集台灣氫能燃料電池廠商前往日本參展 (2017 FC Expo)，並進行日本專家訪談與氫能示範實地觀察。

本研究團隊亦邀集我國氫能燃料電池相關之產、官、學、研專家一同前往，進行氫能推動之專家經驗交流，以了解日本於氫能燃料電池發展之社會推動經驗，氫能參展與訪談行程如上述表 1，重要訪談結果如下：

拜訪單位	重要成果
Tokyo Gas 東京瓦斯	<ul style="list-style-type: none"> ■ 由 Panasonic 與 Toshiba (低溫 PEMFC) 以及 Aisin Seiki (高溫 SOFC) 製造的 Ene-Farm 於日本已累計超過安裝 19 萬台，形成分散式電網 133MW 容量，用天然氣做為熱電共生，用戶端每年可節省 15000 元 (新台幣) 電費帳單。 ■ Tokyo Gas 提供客人 10 年免費保固維修以確保顧客安裝與使用安心。日本這部分的補貼累積為 960 億日元，創造民間消費累積為 4122 億日元，稅收 330 億日元。
Chiyoda 千代田化工	<ul style="list-style-type: none"> ■ 配合日本政府於 2020 年海外進口氫氣之規劃藍圖，已完成將氫氣存放於甲苯

	<p>之示範驗證，氫氣儲存率高達重量百分濃度 6.15wt%(每 100 公克氣體中儲存 6.15 公克氫氣)，甲苯為輸送氫氣的載體，氫氣與甲苯合成可成為甲基環己烷 (Methylcyclohexane, MCH)，此有機化學氫可穩定儲存。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 相較金屬氫化物的儲氫量僅達 1.5wt%，MCH 有更高的儲氫量。甲醇雖有 14.2wt% 的氫含量，但甲醇重組有碳排放問題以及無法像甲苯一樣重複使用。
Nissan Motor 長谷川博士	<ul style="list-style-type: none"> ■ 為突破 Toyota 目前的燃料電池堆發電密度與降低成本，Nissan 正在開發下一代燃料電池，目標之功率密度為 5.3kW/L (vs. Toyota 目前為 3.1kW/L)。 ■ Nissan 的發展策略為推動商用車優先，未來燃料電池堆成本目標為每 100kW 售價 1000 美元。
橫濱市社區內氫能設施	<ul style="list-style-type: none"> ■ 橫濱市政府設立之加氫站用地取得乃依靠都市土地重劃變更，設有氫能教育宣導中心，搭配監視器供周遭民眾了解加氫站安全。 ■ 安裝 Toshiba 72 小時緊急供暖送電 25kW 系統於貨港週遭，以再生能源及燃料電池搭配做為社區防災設施。
日本福田峰之眾議員(日本氫能社會推動辦公室主任)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 日本政府對於發展氫能具有整體藍圖及策略性規畫。 ■ 民眾氫能安全宣導及說明會須長期進行，以增加社會對於新能源之接受度。 ■ 日本政府主要發展氫能如氫能汽車、大型產氫設施，建議未來台灣可朝向小型燃料電池產品發展，可共同合作開拓市場。
北九州智慧氫能城	<ul style="list-style-type: none"> ■ 成功藉由電力需量反應 (Demand Response) 管理以及社區能源管理系統 (CEMS) 透過不同時段電價差異化與漲價預測通報機制在尖峰用電時段誘導民眾節能 20% 達 40 次一年。 ■ 於 2010-2014 五年內示範各種再生能源與氫能結合之獨立自主電力 (微電網) 社區，該區有 1000 位居民及 6000 位工作者，再生能源裝置量達 1000kW，氫能發電裝置占 10%。

本研究團隊亦參考國內外重要氫能燃料電池之資訊，彙整相關政策與產業發展分析如下：

1. 國際整體氫能與燃料電池發展趨勢之分析

國際發展趨勢主要動能來自於政策面，各國政府對於企業購買氫燃電池的減稅與補貼政策，搭配燃料電池的利基應用市場成長，例如降低營運成本、減碳、減少電力基礎設施投資等。

如以燃料電池電池生產地區來看(見表 3b)，2015 年亞洲佔國際整體燃料電池出貨量之 2/3，裝置量則佔 1/2，主要反應了日本 Ene-Farm 之設置量與韓國大電廠之裝置容量。未來可能因燃料電池汽車商品化與電信基地台備用電力，而產生更大的市場需求；北美地區燃料電池出貨量相較於 2014 年些微下滑，但總裝置容量提升，可能因 Bloom Energy、FuelCell Energy 及 Doosan 公司的定置型燃料電池穩定成長，豐田與現代汽車燃料電池汽車也於 2015 年持續進駐加洲；而歐洲 2015 年整體出貨量較先前增加，主要出貨量來自於可攜式燃料電池之應用產品，以及部分熱電共生之定置型燃料電池，但整體出貨量仍少於北美及亞洲區域。

值得注意的是，為加速促成燃料電池能源車的普及，氫能源基礎設施建設(加氫站)於近年快速的增設中，加州目前約有 46 座公共加氫站，日本則在 2017 年已完成 86 座加氫站。

未來燃料電池之國際發展趨勢，根據 IDTechEx 之分析報告 (Winkler-Goldstein, 等, 2015)應為樂觀正面的，運輸型、定置型燃料電池之生產量均會有大幅度的進展，此外，加氫站的設置及運輸系統亦會急速擴展。

表 3：2010-2015 年國際燃料電池出貨量¹

(a) 應用別

Shipments by application						
1,000 Units	Fuel Cell Today				E4tech	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Portable	6.8	6.9	18.9	13.0	21.2	17.6
Stationary	8.3	16.1	24.1	51.8	39.5	49.0
Transport	2.6	1.6	2.7	2.0	2.9	4.9
Total	17.7	24.6	45.7	66.8	63.6	71.5

(b) 地區別

Shipments by region						
1,000 Units	Fuel Cell Today				E4tech	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Europe	4.8	3.9	9.7	6.0	5.6	8.3
North America	3.3	3.3	6.8	8.7	16.9	15.7
Asia	9.5	17.0	28.0	51.1	39.3	46.6
ROW	0.1	0.4	1.2	1.0	1.8	0.9
Total	17.7	24.6	45.7	66.8	63.6	71.5

表 4：2010-2015 年國際燃料電池裝置容量¹

Megawatts by region						
Megawatts	Fuel Cell Today				E4tech	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Europe	5.8	9.4	17.3	17.3	9.9	28.5
North America	42.5	59.6	61.5	74.7	69.8	139.7
Asia	42.5	39.6	86.1	122.9	104.5	172.2
ROW	0.4	0.8	1.8	0.4	1.2	2.2
Total	91.2	109.4	166.7	215.3	185.4	342.6

燃料電池市場發展是否會出現重大突破，可由以下方向觀察而知：各國極力

¹ E4tech, 2015

投入利基部分，如發展可作為電信應用的備用電力；歐盟及美國的氫能戰略，將在電動汽車商品化下實現；另外，燃料電池電動車商品化，在亞洲及北美市場仍有強大的發展動能。

運輸型燃料電池市場預期將於近年內蓬勃發展，根據 E4tech 的資料，加拿大的 Ballard 公司於 2016 年間，得到倍數成長的中國大陸火車、公車訂單；而加拿大的 Hydrogenics 公司、南韓的 Doosan 則拿到法國 Alstom(主要經營項目涵蓋電力、機電、高速鐵路等)的通勤電車訂單；此外，日本豐田氫能車 Mirai 上市，現代汽車之氫能車也降價販售，以及本田的新推出的 Clarity 氫能車。

根據美國能源部氫能與燃料電池技術審查委員會出版之 2015 年度報告，燃料電池在各方面之應用情況包括：

- (1) 發電應用部分，包括南韓斗山集團宣布 2017 年結束前在該國安裝 70 套機組，總容量為 30.8 MW；日本 ENE - FARM 計畫，2017 年 3 月已安裝家用型燃料電池機組約 19 萬組。
- (2) 在車輛應用方面，日本豐田車廠已開始在美國加州出售或租賃燃料電池電動轎車 Mirai，預計至 2017 年年底供應數量將達 3,000 輛；南韓現代汽車在亞洲與南加州出租燃料電池電動轎車 Tucson，並在巴黎推廣此種轎車做為計程車使用；本田宣布 2016 年開始提供燃料電池電動轎車，福特、日產與賓士也準備在 2017 年開始出租燃料電池電動轎車。
- (3) 在政府補助措施方面，加州政府補助燃料電池發電裝置每 1,000W 裝置容量為 1,490 美元，若使用生質沼氣做為燃料，則每 1,000W 再增加 1,310 美元，購買燃料電池電動轎車則有 5,000 美元的補助；至於美國政府，對於安裝燃料電池發電機組有 30%投資減稅的優惠，對於購買燃料電池電動轎車有 8,000 美元之減稅優惠，但此項優惠措施將於 2017 年終止，未來可能會討論延續性措施，以繼續推動燃料電池產品的商業化。

燃料電池於過去數年間，無論在技術發展或是社會接受程度，均大幅進步。現階段仍需努力改善之問題，包括燃料電池之壽命、售價、成本及國際標準的發

展等；而長程需思考之面向，則為燃料電池之應用市場方向與其他產業之結合，如燃料電池交通載具、燃料電池熱電聯產系統等產品。是故未來應系統化整合燃料電池發展，包括電池、熱能儲存、微引擎、電熱交換器等元件組成，或是動力、能量來源方面，如各國積極致力建設氫能基礎供應設施。

而因應全球日益增加之加氫站，國際標準組織 ISO 亦於 2016 年出版加氫站最新技術規格，ISO / TS 19980 - 1 : 2016，氣態氫加氫站 - 第一部份；一般性要求。此標準為加氫站一般安全與性能方面的重要指導原則，內容包含現場型製氫、運送、壓縮、儲存與加氫的組件與程序，以及加氫程序的驗證、燃料品質控制，可應用於全球之加氫站設施。由於建設加氫站與氫能供應網絡為推廣燃料電池車及鄉發電機組之基礎，一般加氫站之充氫時間只要三到五分鐘，但目前全球只有約數百站之加氫設施。歐洲計畫於 2020 年前設置數百站加氫站，同時日本與美國也有同樣計畫。而 ISO / TS 19980 - 1 : 2016 為取代 ISO / TS 20100 : 2008 之新標準，主要有關加氫站各項組件規定，則由 ISO / TC 197 氫能技術委員會負責；另一個廣泛使用之加氫站標準則為美國車輛工程師協會 SAE J 2601 之輕型氣態氫地面型車輛的加氫通訊協定，目前已經成為全球加氫站為燃料電池車輛加氫時之基準線。

運輸型燃料電池市場國際整體趨勢

在運輸型燃料電池市場，最引人注目的即為燃料電池汽車(FCV 或 FCEV，即 fuel cell vehicle 或 fuel cell electric vehicle)已正式量產推出。2014 年底日本豐田(Toyota)汽車推出搭載燃料電池的新車款 Mirai (即日文之未來之意)，本田(Honda)亦在 2016 年推出 Clarity 車款。其中，Clarity 預期充氫一次約 3 分鐘，並宣稱擁有 750 公里的行駛航距，但據美國 EPA (環境保護局)的數據，美規之 Clarity 實際卻僅有 483 公里的，而美規豐田 Mirai 則為 502 公里之續航力。另一方面，南韓的現代汽車 Hyundai Tucson Fuel Cell 燃料電池電動車，其行駛航距為 480 公里，每次充氫低於 10 分鐘，雖早於 2013 年即在歐美上市推出，但因產能

有限，表現卻不如日本車款亮眼，因而降價販售。根據 IHS 車輛資訊研究公司 2016 年之市場研究報告，目前許多車廠正在開發燃料電池電動車輛，預計於未來十年內，至少將有 17 種以上之燃料電池電動車輛進入市場。

在燃料電池巴士方面，雖已發展了超過二十年，但因其售價仍為傳統柴油巴士的 6 倍，故市場需求較小，全球產量從 2015 年的數百輛，預期至 2020 年後可達每年 18,000 輛，值得注意的是，2016 年中國大陸因政府之政策補貼，出現較為大量之燃料電池巴士及電車訂單。

而在燃料電池電動機車方面，由於全球機車市場規模可達百萬輛等級，故各界仍致力於燃料電池電動機車之發展，預計其產量可在亞洲及新興國家大幅成長。



圖 4：Toyota 的 Mirai (左)及 Honda 的 Clarity(右)²

² <http://auto.epochtimes.com>、<http://automobiles.honda.com/clarity>

定置型燃料電池市場國際整體趨勢

定置型燃料電池相較於傳統方式，可減少初級能源的損耗及 CO₂ 的排放，且因能源價格的逐年攀升，及能源供應來源的不安性，成為激勵業者擁有自行發電及熱能來源之動力；因此，未來將會出現新型態商業模式的公司，如參與創新的能源服務公司(ESCOs)、獨立的能源生產商(IPP, independent power producers)、合作的能源公司、IT 公司及天然氣設施等，促使未來進一步發展出新一代分散式的產能方式 (Winkler-Goldstein, 等, 2015)。2014 年 Market Research 報告，2013 年定置型燃料電池市場有 12 億美元，預計在 2020 年將增加至 143 億美元，預期增長源自於使用天然氣分散式發電的需求，這些系統能提供對環境有益之潔淨能源。

根據 E4tech 2015 年的調查報告 (E4tech, 2015)，南韓的 Doosan 公司加速磷酸燃料電池(PAFC; Phosphoric Acid Fuel Cell)單元之出貨量，並加大其功率(MW); 美國的 Bloom Energy 與 FuelCell Energy 公司則持續提升固態氧化物燃料電池(SOFC; Solid Oxide Fuel Cell)的銷售量；日本的 Ene-Farm 則已達到超過 15 萬套家用型熱電聯產系統(CHP)之安裝量。根據 IDTechEx 分析，燃料電池熱電聯產系統(CHP)，已有 130,000 套以上於日本、德國、南韓家庭使用，北美及歐亞市場也預計 10 年內會有大幅度地擴張。而電廠等級之定置型燃料電池市場則尚未成熟，但未來新興國家、美國、南韓可能因分散式電力需求，及為了確保供電品質，於 2017 年開始增加了市場規模。至於微型熱電聯產裝置(Micro CHP)，預計 2020 年歐洲每年可銷售 15 萬-20 萬台 Micro CHP，並取代舊有鍋爐。

圖 5 為至 2020 年德國 CHP 成長潛力預測，預期在 2020 年前，歐洲國家之 CHP 需求將大為提升。

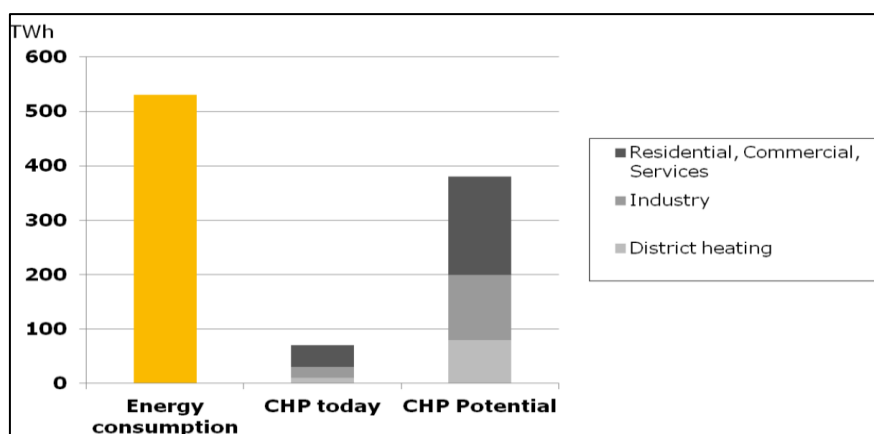


圖 5：德國 CHP 成長潛力預測³

部分國家如美國，新能源及能源效率之規定多由各州政府自訂，使得美國未來能源發展趨勢預測更為複雜，會依區域而有所不同。定置型燃料電池生產數量，主要仍由日本的 Ene-Farm 為主，其除了質子交換膜燃料電池 (PEM) 外，更持續發展及增加固態氧化物燃料電池 (SOFC；Solid Oxide Fuel Cell) 熱電共生系統 (CHP) 之產量。而大型之定置型單元則主要由美國的 FuelCell Energy (生產熔融碳酸鹽燃料電池，MCFC，Molten Carbonate Fuel Cell)、Bloom Energy (生產固態氧化物燃料電池，SOFC，Solid Oxide Fuel Cell)、南韓的 Doosan (生產磷酸燃料電池，PAFC，Phosphoric Acid Fuel Cell) 等公司所生產；大部分大型單元都設置在南韓，美國則有許多政府計畫經費支持燃料電池相關建設。相形之下，歐洲的燃料電池發展仍處於搖擺狀態，多由大型企業及固定經費支持，尤其是在德國，氫能和燃料電池聯合夥伴 (FCH JU，Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking) 提供許多支援燃料電池發展之相關經費。但歐洲在燃料電池的生產量和安裝容量上，均遠小於前述如美、日等國，此反應的是歐洲各國在燃料電池的發展與相關補貼遠低於其他國家，例外的是，歐洲的燃料電池公車發展與其他國家相比較為領先。

綜觀上述之國際整體氫燃料電池發展趨勢，目前國際之氫燃料電池發展以定置型燃料電池及運輸型燃料電池為主，定置型燃料電池之市場以美國、韓國、日本及歐洲為主，其中以日本所發展之家用型熱電聯產燃料電池之出貨量佔最大宗，

³ Hydrogen and Fuel Cells 2015-2025: Forecasts, Technologies, Markets, IDTechEx, 2014

而美國、韓國則以大型發電為主，運輸型燃料電池則主要以 2015 年 TOYOTA 燃料電池汽車上市為起始，帶動國際間運輸型燃料電池之出貨量顯著提升，亦影響各國際汽車大廠急起直追，紛紛發表各類型之氫燃料電池交通載具，中國大陸亦於近年積極投入加氫站及氫能巴士之示範，預期未來氫燃料電池產業將於國際間將持續蓬勃發展。

2. 各國氫能與燃料電池政策與產業發展現況

各國發展氫能與燃料電池的政策，主要是藉由新技術的發展與推動，帶動氫能與燃料電池產業的發展，目標是達到能源多元化及分散式發電，短期以氫能減少地區性的空氣汙染，長期則能以氫能儲存再生能源，並間接創造更多就業機會。各國皆以發展 PEMFC 為主力，且陸續發展了商業化行為，各區域出貨量不斷成長，而 SOFC 的研發則持續進行中，以美國的應用案例最多。

MCFC 與 PAFC 技術則掌握在大廠手裡，且發展速度較為緩慢。

氫氣為具有彈性之能量載體，並在終端使用端深具應用潛力，氫能屬能源中最適合大量長期儲存之能源（如低碳電力），並符合在有限重量及空間之少量能源供應需求（可用於減碳運輸工具）⁴。亞洲國家發展氫能燃料電池之國家包括日本、南韓、大陸、新加坡等。而歐美掌握燃料電池堆關鍵技術之公司，固態氧化物燃料電池(SOFC)有 Sunfire、Staxera/IKTS、EBZ、Ceramic Fuel Cells、New Enerday、eZelleron、ErlingKlinger AG 等公司；質子交換膜燃料電池(PEMFC/HT-PEMFC)有 Schunk、Proton Motor、Elcomax、Baltic Fuel Cells、Truma、ZSW 等公司；直接甲/乙醇燃料電池(DMFC/DEFC)（亦為質子交換膜的一種）有 SFC Smart Fuel Cell、FWB Kunststofftechnik 和 Baltic Fuel Cells 等公司。

根據美國能源部 2013 年燃料電池技術市場報告⁵，2008 年至 2013 年全球燃料電池市場增長了近 400%（出貨量），在 2013 年更有超過 170 MW 的燃料電池

⁴ IEA; 2015

⁵ US DOE, 2014

容量增加。目前，有超過 80% 的燃料電池使用在定置型系統應用，如燃料電池微共生熱電聯產、備份和遠端電源系統，美國在燃料電池電力供應增加為世界排名第一。而 2016 年 GTM Research 最新報告，熱電共生與燃料電池在 2015 年提供美國總發電量的 8%。

以下就各國政府政策、產業消息與市場現況等分別作論述。

(1) 政策

日本

日本於福島核能事故後，在能源政策做了很大轉變。日本政府於 2012 年 9 月發表「革新能源環境戰略」中，預計在 2040 年前要逐步廢除核能發電，除強化節約能源外，亦將大量採用再生能源；同時對於往後綠能政策大綱、地球暖化對策之計畫、能源基本計畫、核能人才及技術之維持與強化等方面，規劃出具體的能源環境政策。

國家和地方投入鉅資支援燃料電池相關技術研發

2004 年，日本在「國家新產業創新戰略」中，將燃料電池列為國家重點推進的七大新興戰略產業之首，從國家層面上著力推進。日本政府支援燃料電池相關技術開發的經費逐年增加，僅經濟產業省 2002 年度就達 230 億日元(約合 2.1 億美元)，2003 年度為 325 億日元(約合 3 億美元)，2004 年和 2005 年財政年度均為 662 億日元(約合 6.5 億美元)，2006 年財政年度為 340 億日元(約合 3.1 億美元)。2007 年，日本政府提出「下一代汽車與燃料行動計畫」，確定了各階段燃料電池汽車在成本、性能、壽命等方面的指標。

2008 年，日本制訂了氫能與燃料電池示範運行計畫，並投入 2.32 億美元進行燃料電池技術研究與市場化推廣，投入 1400 萬美元建構氫能國家技術標準，同時還積極推行家庭用燃料電池熱電共生系統補助計畫。2008 年 3 月，日本實施了「Cool Earth - Innovative Energy Technology」計畫，其中關鍵技術是制氫、儲氫、輸氫和家用燃料電池，計畫目標是爭取在 2050 年以前使碳排放量減少到

50%。日本氫燃料電池工業協會(FCCJ)宣佈了 2010-2026 年詳細的燃料電池汽車商業化方案。2011 年 1 月，13 家家庭汽車製造商和氫氣供應商發表聯合聲明，汽車製造商將在四大都市區開始進行大批量生產燃料電池汽車，氫氣製造商將配合建設約 100 座加氫站。氫能和燃料電池示證計劃(Japan Hydrogen & Fuel Cell Demonstration Project，簡稱 JHFC) 的主要成員包括豐田等 8 個汽車製造商，以及日本石油等多個能源公司。2011 年 4 月，日本 JHFC 項目進入第 3 階段，主要由氫供應應用技術研究協會進行為期 5 年的示範項目。

2016 年，日本新能源與產業技術開發組織 NEDO 補助兩個計畫，推動整合型煤炭氣化與燃料電池複循環機組示範計畫。這些計畫為總預算五十一億日圓（五千一百萬美元）的整合型煤炭氣化與燃料電池複循環機組示範計畫的一部分，預計在 2021 年時展示此種結合二氧化碳捕捉的 IGFC 系統，參與的廠商包括中國電力公司與 J-Power 公司。另一個計畫為燃氣渦輪機與燃料電池複循環技術開發，主要參與廠家為三菱日立電力系統公司與 NGK 火星塞公司等，目標在建立小型與中型發電廠的基礎技術，容量可擴大到 100 MW。

制定日本燃料電池汽車和加氫站推廣路線圖和目標

2009 年 10 月，日本政府綜合科學技術會議確定了 2010 年度科學技術相關預算分配的方針，最優先考慮燃料電池、太陽能等環境、能源領域的技術革新，以達成溫室氣體減排的中期目標。2010 年 1 月，豐田、日產、本田等著名汽車企業及日礦日石能源、出光興產、岩谷產業、大阪燃氣、科斯莫石油、西部煤氣、昭和殼牌石油、大陽日酸、東京燃氣、東邦燃氣等 13 家能源企業發表了關於國內採用燃料電池汽車及完善氫氣供給基礎設施的共同聲明，於 2015 年以東京、中京、關西、福岡四大城市圈為中心開始燃料電池汽車的銷售。經濟產業省明確了支援這項規劃，並首次提出了建立 100 所加氫站，在四大城市圈實現集中普及的發展方向。2010 年 3 月，日本燃料電池商業化協會制定了日本燃料電池汽車和加氫站推廣路線圖和目標。

2015 年，日本政府計畫準備利用 2020 奧運會大力推動燃料電池，並於東京啟用第一個移動型加氫站，攜帶的氫氣足夠提供五輛燃料電池電動汽車充氫使用，同時大約三分鐘就可充滿一個儲氫容器；根據 2016 年 8 月大眾科學雜誌報導，2020 年日本東京市政府將會打造一個氫能奧運村，預計斥資三億六千七百萬美元，在運動場區普設加氫站與燃料電池電動車輛，同時在比賽結束後，仍可繼續使用。全程比賽的轉播由 NHK 擔綱，並將採用 8K UHD 方式，為一般標準視訊解析度的十六倍，達到 7,680×4,320 pixel；日本許多公司已經興建大型農場與藻類養殖池，以生產足量的生質燃料，以便屆時能提供航空公司採用生質燃料飛行；日本首相宣布將在奧運時提供無人駕駛的計程車服務，2016 年 3 月已經在神奈川縣進行實車測試；此外，三菱電機將提供最新的實境立體顯像技術，可能成為 2020 奧運的最大賣點。

日本政府設定國內加氫站(如圖 7)開發目標，到 2020 年時預計增加一倍，將達到 160 站，以便即時提供 2020 年夏季奧運會與殘障奧運會的燃料電池電動車輛加氫服務。根據日經新聞評論的報導，通商產業省已經公佈加氫站與燃料電池電動車輛的長期發展目標，2025 年為 320 個站，以支持更多的燃料電池電動車輛能夠實際上路與使用。日本境內目前 (2016 年 8 月) 現有與即將開幕的加氫站約 80 個，但日本政府當時計畫在 2016 財政年度結束時能夠擴充總數至 100 個。



圖 6：日本加氫站(右)與氫氣填充設備(左)⁶

此外，日本橫濱市政府與川崎市政府，以及三家廠商，在 2016 年組成一個

⁶ <https://fuelcellworks.com/archives/2014/12/19/tokyo-gas-takes-wraps-off-its-first-hydrogen-filling-station/>、<http://www.japantimes.co.jp/news/2014/12/30/business/tech/fuel-cell-vehicles-viable-hydrogen-stations-must-expand/>

策略夥伴團隊，共同合作進行一個新計畫，推動與評估低碳氫能供應鏈，亦即利用再生能源生產氫氣，做為燃料電池電動堆高機的燃料。

日本政府推動氫能產業發展目前主要以用戶端設備補助（如氫能汽車及家用型燃料電池）為主，氫氣生產面則設定政策目標為 2020 年實現氫氣應用價格等於或低於油電混合車之價格，2020 年中建立商業化之供氫體系，交貨價格為 30 日元/Nm³。

圖 7 為日本氫能燃料電池車未來發展趨勢。就燃料電池汽車推廣補助政策，目前日本政府燃料電池車的售價約為 723 萬日圓，政府補助的 202 萬日圓，埼玉縣更多補助購入者，僅需花 421 萬日元(約 113 萬台幣)即可以購得燃料電池汽車。而燃料電池車在 10 年內，售價預計可降至 300 萬日圓的水平。

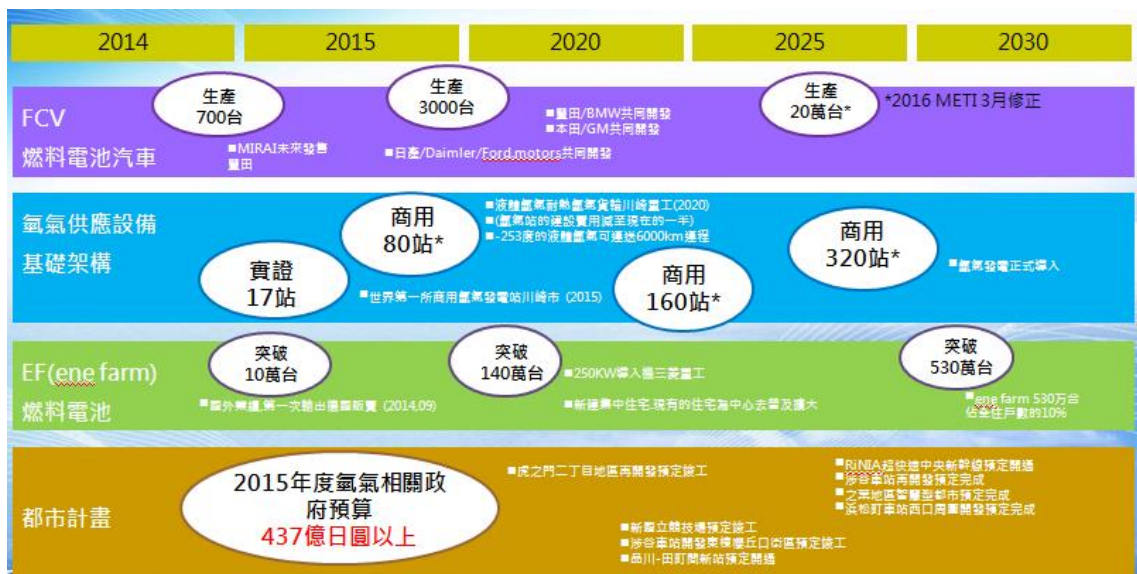


圖 7：日本氫能燃料電池車未來發展趨勢⁷

➤ 家用型熱電共生型燃料電池發電機組之規劃與效益評估

根據日本經濟產業省 2016 年 8 月出版之報告，在家用型熱電共生型燃料電池發電機組方面，在 2016 年 8 月已推廣 15 萬組，預計 2030 年時將推廣 530 萬組。其中質子交換膜燃料電池機組的售價從目前補助價 142 萬日圓，在 2019 年將可下降至 80 萬日圓（七千美元），固態氧化物燃料電池機組的售價從目前的

⁷資料來源：2015 林若蕻日本氫能與燃料電池展出國報告; Tokyo Gas.

177 萬日圓，在 2021 年將可下降至 100 萬日圓。

本研究團隊整理分析日本過去每年 Ene-Farm 定置型家用燃料電池過去補貼額與安裝數量至 2014 年 9 月底，下表 5 為整理結果，日本透過對 Ene-Farm 投入總補貼額累計為 693 億日圓，但創造出 2,697 億日圓的民間消費，安裝燃料電池作為分散電力，並且將燃料電池的售價降低，補貼也逐漸縮小到 15%，足以作為我國補貼設計參考，帶動綠能消費與稅收。

分析日本 Ene-Farm 產品推動政策的成功，主要有四要點：

1. 政府策略：安倍首相主導，補貼政策穩定並搭配落日條款，具整體策略發展藍圖。
2. 落日條款：如製造商未達每年降價標準中線，補貼將減半，未達下線則不補貼。
3. 銷售渠道：通路商為傳統瓦斯供應商(Tokyo and Osaka Gas)，利益不衝突。
4. 意外收穫：日本 311 大地震後，可提供緊急電力及舒緩電力供給壓力。

表 5：日本 Ene-Farm 補貼成效與安裝數量整理

年份	大規模實證				民生用燃料電池導入補助金						總合
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014.9月	
裝置數量	480	777	930	1120	2550	7448	9248	18243	34290	28771	總安裝數
累積裝置數量	480	1257	2187	3307	2550	9998	19246	37489	71779	100550	103857
政府補助金額(萬日圓)	630	450	350	220	140	130	70	60	45	38	政府消費
總補貼投入(億日圓)	30.2	35.0	32.6	24.6	35.7	96.8	64.7	109.5	154.3	109.3	692.7
終端售價(萬日圓)	780	590	490	390	330	325	295	270	250	200	民間消費
產生之消費額(億日圓)	37.4	45.8	45.6	43.7	84.2	242.1	272.8	492.6	857.3	575.4	2696.8
補助比例(%)	45	43	42	36	30	29	19	18	15	16	

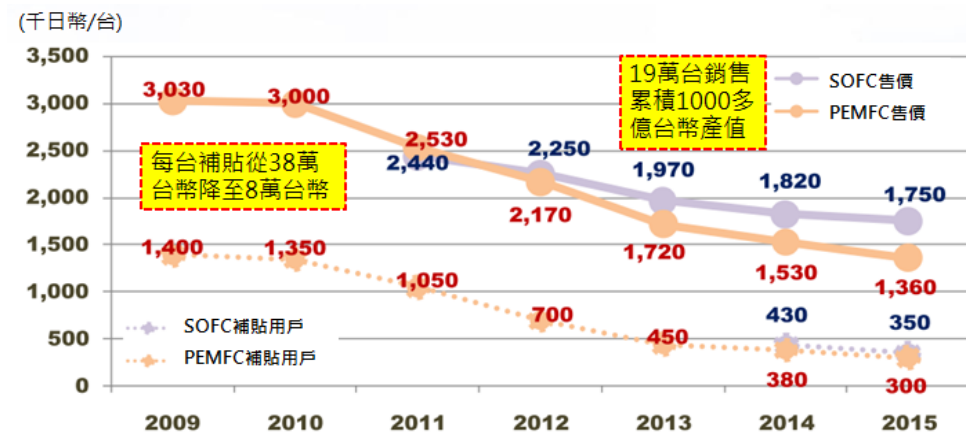


圖 8:日本 Ene-Farm 每年售價變化⁸



圖 9:日本 Ene-Farm 累積安裝式量與補貼變化⁹

南韓

2001 年，南韓發佈「新能源基本計畫(the Second Basic Plan of NRE)」(NRE: new and renewable energies)，至 2003 年，南韓發佈「第二新能源基本計畫(the Second Basic Plan of NRE)」(NRE: new and renewable energies)，目標為 2011 年新能源供應可達整體能源之 5%，2008 年，「第三新能源基本計畫(the Second Basic Plan of NRE)」將 2030 年之目標修正為 10%，至 2014 年，南韓再度發布「第四新能源基本計畫(the 4th Basic Plan of NRE)」，目標修正為在 2035 年前新能源供應可達整體基礎能源供應 (the total primary energy supply, TPES)之 11%，此表示 2014 年至 2035 年，平均每年 NRE 需成長 6.2% (即年成長 TPES 0.7%)

為達到此 NRE 目標，南韓積極投入電力設施建設，但也面臨諸多隨之而來的困難，如環境議題等，在 2014 年 10 月，南韓政府的環境署決定駁回 Gororim Bay 的潮汐發電廠環境影響說明書申請，理由是說明書內關於電廠對 Gororim Bay 的潮汐侵蝕及泥沙沈降影響預估並不足夠，且可能影響生態棲息地。

⁸東京瓦斯, Technova Inc., 2015

⁹ 台灣燃料電池夥伴聯盟; 2016

南韓政府於 2012 年實施再生能源配額標準(Renewable Portfolio Standard, RPS)，規定 2022 年前，再生能源發電量需占傳統發電總量 10%，以鼓勵業者投資新的再生能源(含氫及燃料電池)，因此在政策上有提供燃料電池研發資金的補助。¹⁰大型分散式燃料電池發電廠主要資助熔融碳酸鹽燃料電池(MCFC)技術，其中 300kW 與 MW 級的電廠皆由斗山(Doosan)重工開發。南韓政府對斗山的熔融碳酸鹽燃料電池技術活動提供資金的方面包含了零件和系統的生產，目標往三個市場發展：分散式發電廠(2010—)、熔融碳酸鹽燃料電池的脫鹽(針對中東市場)(2014—)、熔融碳酸鹽燃料電池的碳捕獲和存儲(針對 1 兆瓦發電廠)(2018—)。¹¹

近期政策著重於氫燃料電池車的補助，南韓政府在 2015 年底宣布，要讓民眾在 2018 年能以不到 4,000 萬韓元(約 3.6 萬美元)購買氫燃料電池車，目前也正在研擬類似電動車的優惠措施，欲減輕民眾在購車時的稅金負擔，並將研發氫燃料電池公司的計畫訂為國家型研發計畫。目前在南韓銷售的現代汽車(Hyundai Motor)Tucson ix 氫燃料電池車定價接近 9,000 萬韓元(約 8 萬美元)，民眾在政府的補助之下，能以低於 6,000 萬韓元(約 5.3 萬美元)的價格購車。¹²2016 年底，南韓環境部更宣布在蔚山市推出 10 輛燃料電池計程車，與現代汽車、蔚山市政府共同推行，預計每輛車將補助 2750 萬韓元(約 2.4 萬美元)。¹³

中國大陸

2006 年，中國發佈「國家中長期科學和技術發展規劃綱要(2006-2020 年)」將「低能耗與新能源汽車」和「氫能及燃料電池技術」分別列入優先主題和前沿

¹⁰燃料電池發展現況、趨勢與瓶頸，核研所

http://eip.iner.gov.tw/index.php?option=com_flexicontent&view=item&cid=46:%E7%87%83%E6%96%99%E9%9B%BB%E6%B1%A0&id=80:%E7%87%83%E6%96%99%E9%9B%BB%E6%B1%A0%E7%99%BC%E5%B1%95%E7%8F%BE%E6%B3%81%E3%80%81%E8%B6%A8%E5%8B%A2%E8%88%87%E7%93%B6%E9%A0%B8

¹¹ www.libnet.sh.cn:82/gate/big5/www.istis.sh.cn/list/list.aspx?id=7164

¹² Digitimes 物聯網

¹³ <http://english.yonhapnews.co.kr/news/2016/12/12/0200000000AEN20161212005300315.html>

技術。

2009年1月，財政部和科技部決定，在北京、上海、大連等13個城市開展節能與新能源汽車示範推廣試點工作，以財政政策鼓勵在公交、出租、公務、環衛和郵政等公共服務領域率先推廣使用節能與新能源汽車，對推廣使用單位購買節能與新能源汽車給予補助，其中每輛燃料電池公共汽車的補助為60萬元人民幣。同年7月，工業和資訊化部頒布了「新能源汽車生產企業及產品準入管理規則」，對新能源汽車分類及管理方式等給予了明確規定。2011年6月，國務院法制辦公室發佈「中華人民共和國車船稅法實施條例(徵求意見稿)」，提出純電動汽車、燃料電池汽車和插電式(含增程式)混合動力汽車免徵車船稅。

在中國的十一五規劃(2006-2010年)，提出「節能和新能源汽車」戰略，政府高度關注新能源汽車的研發和產業化。2011年，政策持續支援新能源汽車產業，汽車整車企業共生產新能源汽車8,368輛。

在能源和環保的壓力下，新能源汽車無疑成為中國未來汽車的發展方向。2010年，其「十二五」(2011-2015)規劃綱要將新能源汽車列為戰略性新興產業之一，包括包括燃料電池汽車、混合動力汽車、氫能源動力汽車、太陽能汽車、充電設備、鋰電池、新能源汽車配件等，並提出重點發展插電式混合動力汽車、純電動汽車和燃料電池汽車技術，開展插電式混合動力汽車、純電動汽車研發及大規模商業化示範工程，推進產業化應用。

2015年5月，中國國務院總理李克強提出「中國製造2025」，為中國實施製造強國戰略第一個十年的行動綱領，根據該計劃，預計到2025年，中國將達成從「製造大國」變身為「製造強國」的目標，而到2035年，中國的製造業將達成趕超德國和日本的目標。其中，「節能與新能源汽車」為該計畫的重點領域，內容包括：繼續支持電動汽車、燃料電池汽車發展，掌握汽車低碳化、信息化、智能化核心技術，提升動力電池、驅動電機、高效內燃機、先進變速器、輕量化材料、智能控制等核心技術的工程化和產業化能力，形成從關鍵零部件到整車的完整工業體系和創新體系，推動自主品牌節能與新能源汽車同國際先進水平接軌。

2015 年，中國政府對於燃料電池電動巴士的補助每輛為十五萬美元，對於加氫站的補助每個為六十五萬美元。而中國大陸燃料電池車售價每輛約 40 萬人民幣，國家發改委 2014 年發布補貼燃料電池車每輛補助 19 萬元人民幣，地方政府(北京、杭州、青島...)另有與中央政府補助 1:1 之獎勵措施，上海市政府並於 2014 年發布臨時政策鼓勵購買和使用燃料電池動力車，純燃料電池動力車市政府每輛補助 4 萬元人民幣；至 2016 年，中國財政部發布的燃料電池汽車推廣應用補助標準為燃料電池乘用車 20 萬元人民幣/輛、燃料電池輕型客車/貨車為 30 萬元人民幣/輛、而燃料電池大中型客車/中重型貨車則為 50 萬元人民幣/輛，地方政府(深圳、上海、瀋陽、青海...)則各有規定，約中央政府補助之 0.5 至 1 倍之間。

2016 年，中國為求晉升能源科技強國，發佈「能源技術革命創新行動計畫」(2016-2030)及「能源技術革命重點創新行動路線圖」，創新行動計畫列舉了包括「先進儲能技術創新」、「氫能與燃料電池技術創新」、「能源互聯網技術創新」等 15 項重點任務，而行動路線圖則明確了上述 15 項重點任務的具體戰略方向、創新目標及創新行動。

在 2016 年甫公布的創新行動計畫中，「氫能與燃料電池技術創新」部分之戰略方向為：加強氫的制取、儲運及加氫站；先進燃料電池[如氫氣/空氣聚合物電解質膜燃料電池 (PEMFC)、甲醇/空氣聚合物電解質膜燃料電池 (MFC) 等]的研發；燃料電池分散式發電之研發。而氫能與燃料電池創新目標：在 2030 年實現大規模氫的制取、存儲、運輸、應用一體化，實現加氫站現場儲氫、制氫模式的標準化和推廣應用；完全掌握燃料電池核心關鍵技術，建立完備的燃料電池材料、部件、系統的製備與生產產業鏈，實現燃料電池和氫能的大規模推廣應用(詳細目標內容如圖 10)。

中國大陸由於高速的經濟成長導致空氣品質的急速下降，尤其在人口稠密的都市區域特別嚴重，因此中國政府大量投資與推動新能源車輛與清潔能源大眾運輸系統，以降低污染排放與改善空氣品質。



圖 10：中國大陸「氫能與燃料電池技術創新」之創新目標¹⁴

美國

美國政府通過制定系列政策及國家計劃以推進氫能、燃料電池發展體系形成

2001 年 11 月，美國發佈「2030 年及以後美國向氫經濟轉型的國家願景」，它標誌著美國「官、產、學、研」各界對發展氫能基本達成共識，從而轉入制定國家氫能戰略階段。

2002 年 4 月，美國完成戰略研究併發布了「國家氫能路線圖」。2003 年 1 月 28 日美國布希總統發表了總額超過 12 億美元的氫燃料電池開發計劃（Hydrogen Fuel Initiative），該計劃的核心是「氫、燃料電池及基礎技術」（HFCIT）開發項目，是美國能源部氫能計劃的核心組成部分，由美國能源部下屬節能與新能源開

¹⁴<http://www.wxjx123.com/acz/20160530/663845.html>, 2016

發局 (EERE) 負責實施。2005 年，頒布「2005 年能源政策法 (EPAAct 2005)」，為首部長期規劃的全國性能源政策，將發展氫能和燃料電池技術的有關項目及其財政經費授權額度明確寫入法中，今後 10 年間將投入 123 億美元支援氫能和燃料電池技術研發，同時對購買燃料電池汽車返稅 8000 美元以上，對加氫站建設或家用燃料電池給予 30% 的補償。2006 年 2 月，美國總統布希在其「國情咨文」中首次提出了「先進能源計劃」，把能源特別是車用氫能推向了美國政治和技術爭論的前沿，並在「能源政策法案」中提出 5 年內累計投入 40 億美元，開展與氫能相關的技術研發和示範活動。美國能源部計劃 2020 年有不少於 250 萬輛燃料電池汽車，交通部也提出了到 2015 年新增公交車的 10% 為燃料電池汽車的發展計劃。2009 年 2 月通過了「2009 年恢復與再投資法」的經濟刺激計劃，整個預算 7,890 億美元中約 500 億美元用來提高能效和擴大對可再生能源的生產，在未來 10 年中創造至少 46 萬個新的就業機會，其中約 200 億美元用於可再生能源和清潔能源項目，氫能和燃料電池相關研發也將受益。

2015 年，美國加州南岸空氣品質管理局啟用加州最大容量之一加氫站。更新後的加氫站是加州地區少數可同時提供高壓與低壓型燃料電池電動車輛充氫服務。加州能源委員會提供一千七百萬美元的補助經費，用於更新南岸空氣品質管理局與加州大學 Irvine 分校的兩個加氫站，以及安裝六個新的加氫站，至 2016 年 8 月，加州能源委員會已經補助興建四十九個加氫站，其中二十個正在實際運轉。

美國以能源部 (DOE) 和國防部 (DOD) 作為發展氫能和燃料電池發展的兩大核心部門

美國能源部主要通過「氫能及燃料電池規劃」(DOE Hydrogen and Fuel Cells Program) 實現對氫和燃料電池技術的研究和應用，希望有效減少二氧化碳之排放及對進口石油之依賴，圖 11 為該規劃對氫和燃料電池技術發展、改善、示範規劃了主要里程碑時程規劃。該制定了從研發到產業化的計劃路線，跨越 2000

年至 2040 年。其中「燃料電池技術方案」(Fuel Cell Technologies Program) 作為該規劃研發階段內容的重要組成部分，主要由美國能源部下屬的能源效率及可再生能源部門 (Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, EERE) 負責。

美國國防部的研究則主要集中於氫能和燃料電池在軍事方面的應用，研究的重點是 PEM 和 SOFC。其核心項目包括「高級電力和能源項目 (APEP)」、「熱電電力生產」、為 SOFC 系統的軍事應用研發燃料發生器 (達到 10kW) 等。

2015 年，美國眾議院提出 2016 會計年度有關燃料電池預算的建議案，包括能源部主管燃料電池相關的辦公室。在推薦書中，強調固態氧化物燃料電池對於創造有效使用天然氣的新機會，以及發展替代燃料車輛的顯著貢獻度。

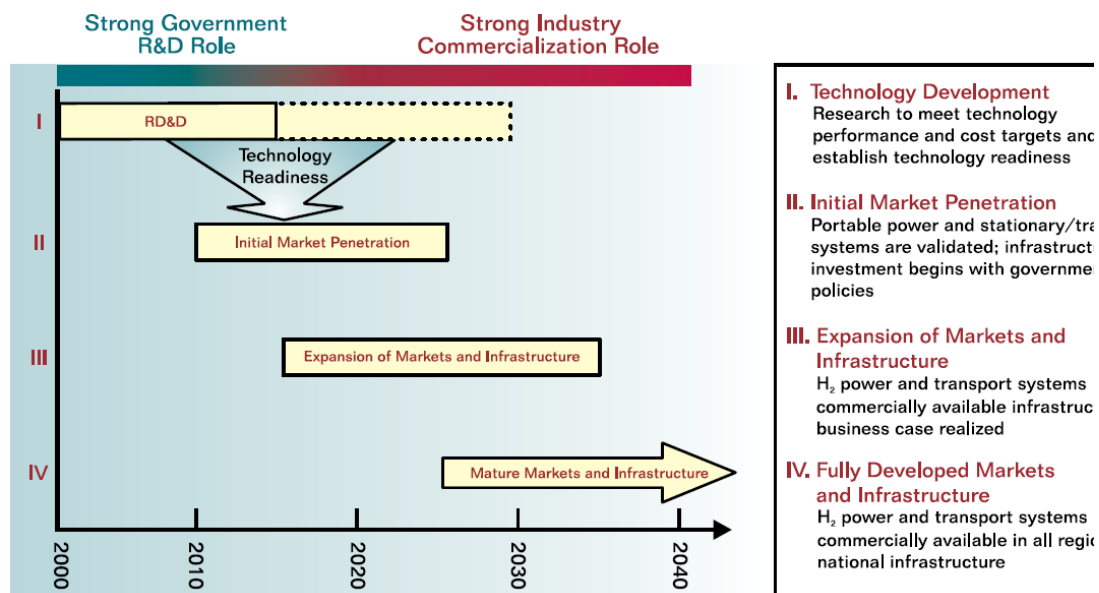


圖 11：美國「氫能與燃料電池規劃」時程規劃¹⁵

美國能源部 2016 年宣布，提供資金補助先進型燃料電池與氫能技術

美國 2016 年 7 月能源部宣布，提供 1300 萬美元補助獲選的先進型燃料電池與氫能技術計畫。美國能源部在 2016 年已經建立兩個研究團隊，一個為有關性能與耐久性的燃料電池團隊，另一個為先進型氫能材料團隊。由燃料電池團隊徵

¹⁵ https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/hydrogen_posture_plan_dec06.pdf, 2016

選的計畫將會開發運輸用燃料電池性能與耐久性的技術，而且通用車廠與 3M 公司已經成為主導廠商。由氫能材料團隊徵選的計畫將會開發車載型車用氫能儲存系統的改良技術，而且阿岡國家實驗室已經成為主導機構。其他包括能源部於 2016 年 8 月宣布將提供六百萬美元給 Dearborn 的福特車廠與位於新墨西哥州的 Los Alamos 國家實驗室，經由研發新技術，以減少對進口石油的依賴與降低碳排放量。

2016 年 8 月，美國能源部宣布補助十四個研究計畫，總數為三千六百萬美元，以開發先進型石化能源發電技術，包括固態氧化物燃料電池技術。

美國能源部並於 2016 年 8 月推動小型商業禮卷領航計畫，獎助四十三家私人廠商與國家實驗室進行合作研究，獲選的禮卷得主，將有機會利用國家實驗室的人才、設備與能力，協助將新技術加速商業化。有關燃料電池部分的計畫，其目標為降低燃料電池的生產成本與改進性能，例如降低膜電極組體的成本，此係為燃料電池組的核心關鍵組件。

美國對電動車之政府補助措施

美國為了提升電動車產量，在補貼政策中限制了企業須達最低門檻，才能享有補助，包括消費者購買電動車銷量 3 萬輛以上的企業才能享有 50% 減稅優惠，若超過 4.5 萬輛享有 25% 減稅，若超過 6 萬輛則沒有減稅，藉此以有限資金，推動電動車產能；至於購買燃料電池電動轎車則有五千美元的補助。至於美國中央政府，對於安裝燃料電池發電機組有 30% 投資減稅的優惠，對於購買燃料電池電動轎車有 8000 美元的減稅優惠，但是這些中央政府的優惠措施將在 2016 年的年底結束，屆時可能會討論延續性措施，以繼續推動燃料電池產品的商業化。

其他如 2016 年 8 月美國交通部聯邦客運管理局宣稱，將由低與零污染排放巴士計畫補助加州 SunLine 客運公司一百五十萬美元，以開發與維持一個為數二十輛的零污染排放巴士，包括燃料電池電動巴士等；2016 年 9 月，美國紐約州宣布提供三百萬美元補助購買或租賃零污染排放車輛，包括燃料電池電動車輛，

此為紐約州因應八州聯合推動零污染排放車輛意向書的一部份工作，計畫在 2025 年時推動 330 萬輛零污染排放車輛。根據這項措施，紐約州市民若是購買或租賃零污染排放車輛補助零污染排放車輛可獲得 5,000 美元的補助，興建充電設施可獲得 25 萬美元的補助，興建加氫站燃料周邊系統可獲得 100 萬美元補助。

加拿大

加拿大政府相當支持民間燃料電池研發單位，如透過自然資源部(NRCan)，過去曾投入 260,000 加幣的經費，與 Fuel Cell Technologies Ltd (FCT) 合作開發出第一個住宅用燃料電池 (Residential Fuel Cell)；FCT 公司尚發展出固態氧化物燃料電池發電機 (Solid-Oxide Fuel Cell)，除使用高純度氫氣外，尚可直接使用碳氫化合物如天然氣、甲醇做為燃料，提供住宅、商業用途及偏遠地區電力及熱能需求。2004 年，加拿大政府宣布繼續投入 2 億 1 千 5 百萬加幣，支持氫燃料和燃料電池技術的具體運用。

加拿大國家研究委員會 (NRC) 在 2002 年推出了燃料電池技術集群計劃 (Fuel Cell Technology Cluster Initiative)，由其下的燃料電池創新研究所 (Canada's Institute for Fuel Cell Innovation, NRC-IFCI) 負責，NRC-IFCI 為加拿大在燃料電池和氫能產業中首屈一指的應用研究組織，獨立運作並與各大學、政府機構和公司進行合作計畫，著重於研究、開發、展示和測試氫能及燃料電池系統，推進燃料電池科學和技術，並加速這些技術的商品化。政府、企業、大學和 NRC-IFCI 之間的合作造就了加拿大燃料電池和氫能工業的成功，氣候變化和創新方面的訴求會傳達給加拿大政府的有關部門，然後反應在加拿大燃料電池的商業藍圖中，這份藍圖準確地界定了加拿大工業界必須資助、參與和支持的研發領域，以應對氫能和燃料電池科技的挑戰。

加拿大國家研究委員會 (NRC) 的燃料電池創新研究計畫 (Fuel Cell Innovation's Research Program)，將發展規劃放在引導最先進及達到商業化用途之四個策略性領域：質子交換膜燃料電池 (PEMFC)、固態氧化物燃料電池

(SOFC)、系統整合／測試／評估 (SITE)，以及材料腐蝕 (Material Wear)。此外，NRC 有三個核心研究小組，分別負責微米技術和感測、模式分析、和 PIE (Prototyping, Integration, Evaluation)，並以一個位在溫哥華的燃料電池技術中心 (Fuel Cell Technology Centre)，做為 NRC 與所有加國燃料電池研發的重要平台。

過去加拿大 90%以上政府資源皆投入燃料電池之研發補助，其餘用於示範運轉的資金約 1,200 萬加幣(約新台幣 3.65 億元)。

歐盟

歐盟協同各成員國共同致力於氫能和燃料電池研發

歐洲早在 1989 年就制定了一個「焦耳」(Joule) 計劃，目標是建立環境污染小、可分散安裝、功率為 200 MW 的第二代電廠，包括 MCFC、SOFC 和 PEMFC 三種類型。進行 MCFC 研究的主要有荷蘭、義大利、德國、丹麥和西班牙。

2002 年 10 月歐盟成立氫能和燃料電池技術高層小組開展歐洲氫能願景研究，2003 年 6 月提出「氫能和燃料電池技術—我們未來的願景」報告。同年並促成「歐洲研究區 (European Research Area, ERA)」，旨在從共同體的層次來開展更具戰略意義的研發活動。該項目涉及諸多領域，包括奈米技術和燃料電池。作為該項目的一項內容，歐盟建立了大量的研發平臺，其中就有「歐洲氫能和燃料電池技術平臺 (EHFCP)」。該平臺的目的在於向歐盟委員會推薦燃料電池和氫能技術發展的一些關鍵性領域，從而能夠在「第 7 框架計劃 (7th Framework Programme(FP), 2007-2012)」中重點攻關。歐洲 Hynet 聯合研究組於 2004 年提出「邁向歐洲氫能路線圖」報告。2005 年歐盟氫能和燃料電池技術平臺指導理事會提出歐洲氫能發展戰略展望。

2007 年 5 月，歐洲議會主席發佈了歐盟「關於通過地區、城市、中小企業和公民社會組織之間的合作建立歐洲綠色氫能經濟和第三次工業革命的書面聲明」，提出到 2025 年要形成不同應用領域 (攜帶型、固定式、交通等) 的氫燃料電池

技術，並在所有歐盟成員國建立一個分佈式氫能基礎設施體系。

歐盟投入大量資金支援氫能和燃料電池研發

歐盟對氫能和燃料電池研發與推廣的資金支援主要是在 Framework Programme (FP) 的框架下進行的。

2007 年 1 月，歐盟的「第 6 科研框架計劃 (2002-2006)」(FP6) 已對氫能技術和燃料電池技術各支援經費 1.257 億歐元和 1.539 億歐元。其第一輪資金支援涉及 30 個項目，涉及氫能製造 (1,460 萬歐元)、氫能貯藏 (1,070 萬歐元)、氫能安全及其標準制訂 (750 萬歐元)、氫能的傳輸 (2134 萬歐元)、氫能的最終應用 (1350 萬歐元)、高溫燃料電池 (1510 萬歐元)、SOFC 燃料電池 (1495 萬歐元)、攜帶型燃料電池 (275 萬歐元) 以及其他通用技術研發 (21 萬歐元)。在此基礎上，2007 年 3 月歐盟又發佈了計劃，擬於 2007-2015 年間投入 74 億歐元的氫能和燃料電池技術研究實施計劃。

2009 年年初，歐盟批准燃料電池與氫聯合行動計劃項目(The Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, FCH JU)，為一支持公私合作夥伴關係(包括克服技術應用的障礙、將資源集中、以市場為導向、應對市場失靈情況等)，支持在歐洲燃料電池和氫能技術之研究、技術開發和示範 (RTD) 活動，目標是加快向市場推出這些技術，用以實現碳精益能源系統 (carbon-lean energy system)。

2014 年，歐洲聯盟理事會正式同意繼續在歐盟展望 2020 年框架下的燃料電池和氫能聯合技術計劃，進入 FCH 2 JU(即 FCH JU 的第二階段，2014-2020 年)，此階段將有 13.3 億歐元總預算，在一個平等的基礎上提供歐洲委員會、工業和研究代表。FCH 2 JU 之目標：到 2020 年，燃料電池和氫技術作為未來歐洲能源和運輸系統的支柱，到 2050 年能貢獻轉化為低碳經濟。FCH 2 JU 將提高性能和降低產品的成本，以及展示大規模運輸市場技術 (汽車、巴士和加油基礎設施) 和能源 (氫氣生產和分布，能量儲存和定置型發電)。

歐盟還推出一系列政策支援提高能源效率和建設可持續系統，主要有城市機

動性戰略交通技術項目行動方案和清潔交通系統項目，其中包括電動車和氫燃料電池汽車，如 CIVITAS Initiative (15.8 億元人民幣，2006-2013 年)。

2016 年 7 月，歐盟氫能移動計畫 (Hydrogen Mobility Europe, H2ME) 宣布推動第二期泛歐洲地區加氫站周邊系統的加速建設，將提供一億歐元 (一億一千一百萬美元) 的補助經費給予 37 個夥伴廠商，並由燃料電池與氫能合作計畫另行提供 3,700 萬歐元 (3,870 萬美元) 的補助經費，因此補助總額達到一億三千五百萬歐元。這項計畫的執行時間為六年，將在歐洲地區興建增加 20 個加氫站，以及推廣 1,230 輛燃料電池電動車輛 (圖 12 為 H2ME 之規劃地圖)。

歐盟 2016 年成立 Giantleap 計畫，研發電動公車用燃料電池系統的壽命延長技術

歐盟 2016 年成立 Giantleap 計畫，由燃料電池與氫能技術合作開發計畫 (FCH 2 JU) 提供補助經費，以研發電動公車用燃料電池系統的壽命與可信度延長技術，以增加燃料電池電動巴士的可用度，以及降低整體使用成本為目標 (如圖 13)。此計畫為期三年 (2016 年 5 月至 2019 年 4 月)，將開發燃料電池與系統組件的先進型線上診斷技術，計算系統剩餘壽命的預測方法，以及利用收集的資訊實現系統壽命最大化的先進行控制邏輯，同時控制系統的可用度將被強化，以達到現有柴油巴士的程度。計畫經費為 326 萬歐元，由挪威的 SINTEF 機構領導，並且負責控制合成與數據管理，克羅地亞的 Split 大學將負責診斷技術，實驗室測試與燃料電池性能衰退的研究，法國的 Franche-Comte 大學將負責系統學習與預測技術的開發，德國的 ElringKlinger 公司將會提供質子交換膜燃料電池組，Bosch 工程公司將聚焦於燃料電池系統與研發成果的應用，荷蘭的 VDL 巴士與校車公司將組裝燃料電池增程式市區用電動巴士。歐盟預計在歐洲的 5 個國家推動這項工作 (6 個參與單位)，並希望能降低燃料電池電動巴士的成本，以達到市場化；因此將提供補助，共同的技術規格與聯合採購。歐盟的燃料電池與氫能技術合作開發計畫至 2016 年 7 月，總共已提供 6,100 萬歐元，在歐洲 12 個城市示範運行 67 輛燃料電池電動巴士。

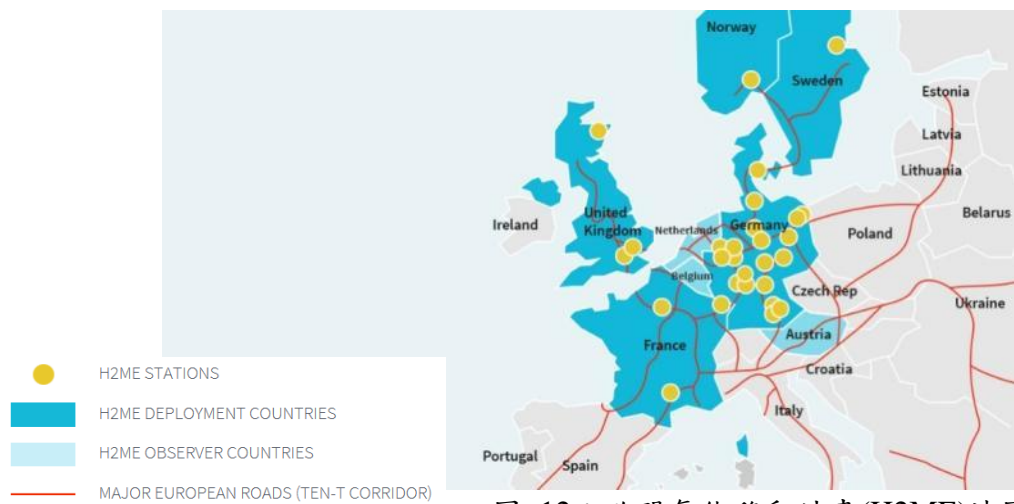


圖 12：歐盟氫能移動計畫(H2ME)地圖¹⁶

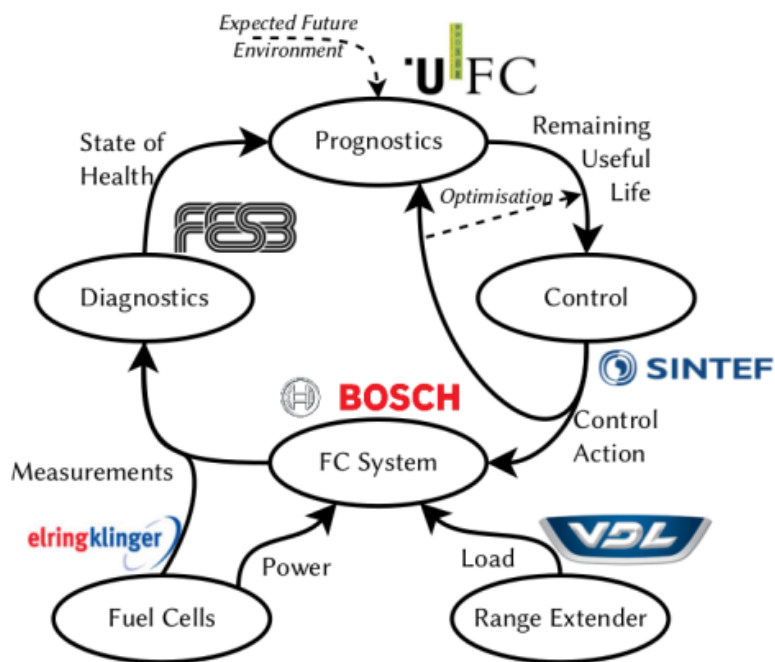


圖 13：歐盟 Gianleap 計畫¹⁷

英國 2016 年退出歐盟後有關燃料電池合作研發計畫的後續佈局

英國在 2016 年全國性公投通過後，在未來二至三年內與歐洲合作或相關的各種活動都必須陸續退出歐盟，目前雙方即將進行會商與安排。其中，英國的科

¹⁶ <http://h2me.eu/>, 2016

¹⁷ http://giantleap.eu/?page_id=27, 2016

學社團特別關心到英國的研究人員將無法再參加歐盟推動與補助的計畫，例如燃料電池與氫能技術合作計畫。目前有許多英國機構參與此項計畫，例如 Giantleap 計畫與 INSPIRE 計畫。全球最久遠與最被尊重的英國皇家協會的會長 Venki Ramakrishnan 教授呼籲英國政府，要買單處理所有英國研究人員正在申請歐盟補助的計畫。歐盟的燃料電池與氫能技術合作計畫準備在歐盟議會提案，在英國退出歐盟後，英國機構仍可繼續參與歐盟計畫，並且獲得補助。目前歐盟有些計畫也可接納一些非歐盟國參與，例如瑞士，挪威與冰島等，因此英國也許可被允許加入。

荷蘭地方政府 2016 年承諾加速推廣燃料電池電動巴士

荷蘭政府於 2016 年 4 月與國內十四個地方性的客運管理局簽署協議，2025 年時所有新增的客運巴士都將是零污染排放車輛。其中燃料電池電動巴士被認為最有希望的方案，特別是城市間的長距離運輸路線。2015 年歐洲運輸網路紀念日，歐洲的城市與客運管理局共同簽署一項意願書，準備整合數百輛的清潔巴士於各城市的運輸車隊，歐洲運輸網路為二十八個歐洲國家的公路、軌道路線、水運、港灣、機場與火車所組成的運輸組織。荷蘭 Groningen 省與鹿特丹市於 2016 年的歐洲運輸網路紀念日，共同簽署一項意向書，表明推廣燃料電池電動巴士的決心，在荷蘭周邊系統與環境部的支持下，將會要求歐盟提供財務支援，以建立一百輛燃料電池電動巴士的車隊。預計歐盟在 2017 年時將提供三千萬歐元的補助經費。

歐盟推動 GrinHy 計畫，在德國鋼鐵生產工廠展示高溫水電解技術

歐盟於 2016 年成立 GrinHy 計畫，目標為展示高溫水電解做為高效率氫氣生產的技術性與經濟性價值，此係為燃料電池利用氫氣與氧氣產生電力反應的逆向操作。此觀念之驗證工作將於德國一家鋼鐵生產工廠中進行，以便利用此種能源密集產業的高溫廢熱。這項計畫預計為期三年，總補助經費為 450 萬歐元 (500

萬美元)，經費來源為歐盟的燃料電池與氫能合作計畫。這個系統將使用 120 kW 的直流電力，並利用固態氧化物燃料電解電池進行水電解操作，預計整體電力效率為 80%（利用低熱值計算）或 95%（利用高熱值計算）。固態氧化物燃料電解電池的使用壽命約為一萬小時，而且每一千小時的性能衰退率為百分之一，至於整個系統的壽命至少為七千小時。預計在 2018 年的年初開始進行測試。計畫中將使用 sunfire GmbH 公司供應的六個固態氧化物電解電池組以組成電解系統，並利用鋼鐵工廠的高溫廢熱，以提升能源效率。計畫參與單位包括德國的 Flachstahl 鋼鐵公司，sunfire 燃料電池公司，歐洲能源研究技術院，西班牙的波音歐洲研究與技術中心，智利科學院的材料物理研究所，以及義大利的 Politecnico di Torino 公司等。

綜觀上述各國之氫燃料電池推動政策，包含技術研發補助、設備補助、用戶端補助、租稅優惠/企業減稅等彙整於下表：

表 6：各國之氫燃料電池推動政策方向

推動政策方式	設備補助	其他
日本	<ol style="list-style-type: none"> 1. 燃料電池車的售價約為 723 萬日圓(\$61,116)，消費者可以取得政府 202 萬日圓+縣補助 100 萬日圓共 302 萬日圓 (\$25,528.3) 2. 家用型燃料電池每戶補助 38 萬日圓 (約佔售價 20%) 	制訂推廣路線圖及目標
南韓	<ol style="list-style-type: none"> 1. 燃料電池汽車購買者可享有 2,750 萬韓元(\$23,668.6)的補貼。燃料電池汽車的銷售價格約 8500 萬韓元(\$70,851) 	
美國	<ol style="list-style-type: none"> 1. 美國政府將原本 2014 年底到期的低排碳車稅率優惠延長到 2016 年底，補助額按照車體重量、減碳效果而定，最高可獲得將近\$20,000 補貼。 	燃料補助 天然氣補助 2.25 美元/W 沼氣補助 4.25 美元/W
加拿大		制訂商業藍圖

歐盟		歐洲氫能燃料電池技術平台 制訂邁向歐洲氫能路線圖
中國大陸	1. 新能源車售價每輛約40萬人民幣(\$60,709.2)，國家發改委2015年發布補貼燃料電池車每輛補助提升至20萬元人民幣(\$30,354.6)，地方政府(北京、杭州、青島...)另有與中央政府補助1:1之獎勵措施。	制訂技術創新目標與戰略

(2) 產業與市場現況

亞洲國家當前最熱門的產業消息，莫過於日本豐田及本田汽車先後發表燃料電池電動車 Mirai 及 Clarity，並在市場販售，進而帶動各國在加氫站及相關產業的發展，以下為亞洲各國最新重要產業消息及市場現況：

日本

日本重要的產業消息如下：

日本豐田(Toyota)車廠的燃料電池電動轎車 Mirai 於 2014 年底正式上市，除於 2016 年再進一步投資新創公司，致力發展燃料電池技術，並將於 2016 年夏季登陸瑞典與挪威

日本豐田的燃料電池電動轎車 Mirai 自 2014 年底於日本國內正式推出，接下來開始在全球各地陸續上市，該車已於 2015 年在丹麥、德國與英國發表，繼 2016 年的年初在比利時發表後，預計將在 2016 年夏季登陸瑞典與挪威。Mirai 使用交流同步馬達，擁有 152 匹馬力與 335 Nm 的扭矩，並且採用類似 Prius 的控制單元，以決定電池與燃料電池的能源輸出數量，該車使用一百二十二點四升的氫氣，同時在九秒內可從靜止加速到時速一百公里。

豐田車廠並計畫在 2017 年生產三千輛的燃料電池電動轎車，豐田車廠希望藉由燃料電池電動轎車達到該公司 2050 年的環保挑戰目標，亦即按照 2010 年的二氧化碳排放數量為基準時，減碳成效可達到 90%。(FCHEA, 2016)

此外，豐田車廠、Sparx 投顧公司與三井住友銀行計畫聯合投資一家新創的公司，以開發燃料電池技術，並在日本推廣燃料電池電動車輛。而豐田車廠並計畫在美國加州計畫在一些特定的地點裝設暫時性移動型加氫站，以提供 Mirai 買主使用，並成為加州持續發展的氫能燃料周邊系統的一部分，移動型加氫站拖車係由美國 Air Products 公司提供，安裝太陽能發電系統，至於加氫使用的氫氣則為 Air Products 公司在加州的現有氫氣工廠生產的產品。



圖 14：Toyota 在美國加州的暫時性移動型加氫站¹⁸

日本本田(Honda)車廠於 2016 年 3 月正式在東京開始銷售燃料電池電動車輛 Clarity，並且與美國通用車廠合作研發以降低生產成本

日本本田(Honda)車廠於 2016 年 3 月正式在日本開始銷售燃料電池電動車輛 Clarity，此為該公司開發的第二代燃料電池車輛。該車廠估計在 2016 年將銷售大約兩百輛燃料電池電動轎車，同時開始銷售該公司生產的電力輸出機，可與燃料電池電動轎車共同使用，將轎車轉變為一種活動的電源，且可提供一個普通日本家庭七年所需的電量。此外，本田車廠也宣布，該公司正在與技術開發夥伴聯盟美國通用車廠合作，以降低轎車用燃料電池的生產成本，雙方開始合作的時間為 2013 年。Clarity 重量 1,890 公斤，採用一個功率 103 kW 的質子交換膜燃料電池模組與一個功率 130 kW 的交流同步馬達，搭配一個鋰離子電池組，並使用兩個儲氫容器，一個容積 24 公升置於前端，另一個容積 117 公升置於後端，壓

¹⁸ <http://www.electrans.co.uk/toyota-opens-temporary-hydrogen-fuel-stations-in-california-hybrid-cars/>

力為 70 MPa，充氫一次約三分鐘，可行駛 483 公里，此外，為解決充氫站普及不足的問題，另外還將推出「可攜型外部給電器 Power Exporter 9000」，即車用的大型行動電源，可提供一般家庭使用 Clarity 約一週的用電量。

此外，在 2016 年 4 月，本田再宣布將發表兩種新型的 Clarity 車種，一種為純電池電動車，另一種為插電式混合動力車，於 2017 年問世。

本田亦宣布，2030 年時該公司所生產的車輛有三分之二全為插電式混合動力型電動車，或者是燃料電池電動車輛；且預估在 2018 年內將會在日本國內開始銷售電動摩托車，然後外銷至東南亞地區。

日本東芝公司開發的自主性氫能系統將應用於九州的一間大飯店

日本東芝公司開發的自主能源供應系統 H2One，係以氫能做為基礎，整合再生能源發電系統與氫能發電系統，已經安裝應用於長崎縣佐世保豪斯登堡主題公園的一家大飯店，位於九州島的南端。東芝公司也獲得另一個採購合約，亦即東日本鐵道公司購買一個自主能源供應系統 H2One，於 2017 年的年初安裝於川崎市的一個車站。

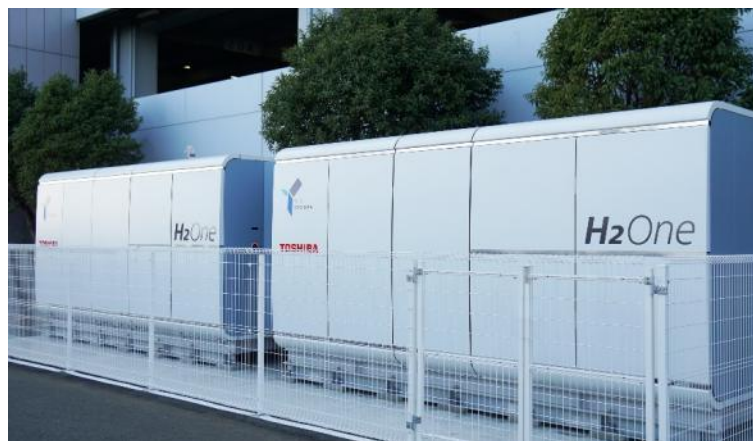


圖 15：東芝的自主能源供應系統 H2One¹⁹

¹⁹ https://www.toshiba.co.jp/about/press/2016_04/pr2101.htm

日本富士電機公司收購德國 N2telligence 公司，以加速推動燃料電池事業

德國的 N2telligence 公司為一家活躍於燃料電池領域的廠家，日本富士電機公司的歐洲分公司已經取得 70% 的 N2telligence 公司的股權。富士電機正在積極行銷容量為 100 kW 的磷酸燃料電池發電機組 FP 100i，目前已經安裝於日本、南韓、美國、德國與南非等地。燃料電池機組在發電運轉時排出的空氣具有較低濃度的氧含量，通常氧濃度為 15%，而非一般空氣的 21%，因此送入建築後會產生一種低氧環境，具有防火功能，以致燃料電池可視為防火設施。在德國，倉庫與網路數據中心已經開始使用低氧空氣做為防火系統，亦即使用燃料電池或傳統的壓縮機，可防止水或化學品等滅火劑對貨物、材料與檔案的破壞。目前在德國已經大約有一千個此種低氧型防火設施，而且預期年成長率為百分之二十。N2telligence 公司擁有空中巴士公司的獨家專利權，可利用燃料電池的空氣排氣做為防火系統。N2telligence 公司在 2009 年開始與富士電機合作，將燃料電池發電機組 FP 100i 銷售給德國的廠商。富士電機希望利用此次購併機會，強化與擴充在德國及歐洲的燃料電池事業發展。



圖 16：日本富士電機的低氧型防火燃料電池²⁰

²⁰ <http://www.fujielectric.co.jp/about/news/detail/2016/20160113120012757.html>

南韓

南韓重要的產業消息如下：

南韓的現代汽車公司 Tucson 燃料電池車駕駛們已於 2016 年在南加州的公路與高速公路累積超過 100 萬英里，同時已經拿掉從類似大小的車輛所排放的大約 385 噸二氧化碳排放量。自 2014 年六月在美國市場推出第一款量產燃料電池車以來，現代汽車已經交付了近 100 輛 Tucson 燃料電池車。此外，該車廠並預計於 2018 年推出次世代燃料電池電動車輛(為 2014 年在美國推出 ix35 燃料電池電動車輛的後續車型)，新車型為一種跑車，有別於一般採用房車做為燃料電池電動車輛的車型。



圖 17：現代汽車公司 Tucson 燃料電池車²¹

南韓三星的燃料電池計畫自 2005 年開始，至 2014 年呈現衰退現象，而在 2016 年 4 月更宣布大幅加碼投資電動車電池事業，並宣布退出燃料電池市場。

南韓浦項鋼鐵 (Posco) 和斗山集團 (Doosan) 等企業藉量產壓低成本，並透

²¹<http://www.asianjournal.ca/2015-hyundai-tucson-fcev-hydrogen-powered-suv-uses-no-gas/>

過收購美國廠商或相關投資合作項目，引進燃料電池技術，加上南韓政府為推廣環保科技，出資發展燃料電池車及加氫站設施，南韓在 2015 年定置型燃料電池的市占率高居全球之首，超越日本和美國規模。

2016 年 4 月，斗山（Doosan）燃料電池公司宣布，該公司已經獲選為南韓仁川市松島商業區一個燃料電池發電廠計畫的優先競標者。斗山燃料電池公司提議興建一座容量三千九百六十萬千瓦的磷酸燃料電池發電廠，總費用為兩千兩百億韓元，亦即一億九千三百萬美元。這個電廠預計每年可供應三十萬百萬瓦時的電力。

2016 年，南韓開始建設容量二十百萬瓦級的 FuelCell Energy 公司的大型燃料電池發電廠，未來 POSCO 公司將會銷售此座電廠的電力與熱能，足夠提供四萬三千個家庭的供電，以及九千個家庭的供熱，預計建廠時間為九到十個月，大約可於 2016 年底完成。

中國大陸

中國大陸近年重要的產業消息如下：

廣東國鴻氫能科技公司與加拿大巴勒德動力系統公司，於 2016 年簽署總值一千兩百萬美元的合約，巴勒德將供應燃料電池模組(為 FCvelocity™-9SSL 質子交換膜燃料電池模組)給予中國的燃料電池電動巴士；同時加拿大巴勒德動力系統公司亦與中國金龍客車公司進行燃料電池電動巴士的策略性合作，在中國共同設計與推廣燃料電池電動巴士。



圖 18 巴勒德質子交換膜燃料電池模組²²

美國

美國重要的產業消息如下：

美國 Home Depot 公司 2016 年出版的永續性報告強調使用 Bloom Energy 公司與 Plug Power 公司的燃料電池技術。

2016 年美國 Home Depot 公司出版 2015 年度該公司的永續性報告，包括該公司對再生能源的承諾，以及利用燃料電池技術減少碳排放的情況。Home Depot 公司已經在全國八十一家店舖安裝 Bloom Energy 公司的定置型固態氧化物燃料電池發電機組，可協助減少 30% 的碳排放量。此外，該公司位於俄亥俄州 Troy Township 的物流中心也使用兩百輛 Plug Power 公司的燃料電池電動堆高機，每年可節省兩百萬度的電力與八百噸的二氧化碳。

美國波音公司於 2016 年供應海軍燃料電池儲存系統，華盛頓州西雅圖的波音公司於 2016 年交付一套可逆式固態氧化物燃料電池 (SOFC)，供美國海軍進行測試用於生產潔淨電力，燃料電池系統被設計成從再生能源例如風和太陽能，生產、壓縮與儲存氫氣，以產生零污染排放電力。

²²http://ballard.com/files/PDF/Material_Handling/9SSL.pdf

加拿大

加拿大重要的產業消息如下：

加拿大安大略省雷灣的 Zenyatta Ventures 公司與加拿大卑詩省本拿比的巴拉德動力系統公司，已於 2016 年成功完成在巴拉德燃料電池堆的組件使用高純度奧爾巴尼石墨的性能測試，Zenyatta 公司的奧爾巴尼石墨材料的性能均落在巴拉德產品許多商業燃料電池應用所需的高性能規格範圍內。

加拿大巴勒德動力系統公司於 2016 年提供 New Flyer 產業公司鉸接式客運巴士所需的動力系統，此種 Xcelsoir XHE 60 型燃料電池電動巴士的動力系統，係由巴勒德動力系統公司、New Flyer 產業公司與德國西門子公司共同合作發展的產品。

加拿大 PowerDisc 開發公司更名為 Loop 能源公司，於 2016 年獲得政府的補助經費，以發展燃料電池電動卡車。

歐盟

由於燃料電池電動車自 2015 年起陸續亦在歐盟上市，歐盟各國亦因此開始積極進行加氫站的建設，由於歐洲在加氫站等燃料周邊系統的不斷成長，以及民眾對環保意識的持續增強，將有助於創新型零污染排放車輛的應用推廣。

根據挪威 2018-2019 年國家運輸計畫，目前該國在東岸地區已經有 5 個現有的加氫站在進行營運，同時兩個當地的氫能供應商 HYOP 公司與 Uno-X 公司承諾在 2020 年結束前將增加 20 個以上的加氫站。瑞典國內可自行生產氫氣，如同丹麥一樣可百分之百的自產自銷，同時在主要城市已經有一些加氫站，並且計畫在 2016 年底前會增加更多的加氫站。

其他歐盟國家重要的產業消息包括：英國 ITM 動力公司於 2016 年 3 月宣稱，已經銷售德國 ZEAG Energie AG 公司一座百萬瓦級水電解裝置(圖 19)，可利用電力生產氫氣的系統、義大利 SOLIDpower 公司與 Gesta 公司在 2016 年合作，

研發小型熱電共生型發電機組等。



圖 19：ITM 動力公司百萬瓦級水電解裝置

其他國家

新加坡裕廊集團（JTC）花費 20 年時間打造潔淨科技園（CleanTech Park），目的在於輔助新加坡成為潔淨科技的樞紐，同時也是為了迎合政府設定在 2030 年綠化 80% 建築的目標。科技園工程分為三階段實施，預計於 2030 年完成。完整的科技園將達 50 公頃、多達 25 座科技樓，並能容納大約兩萬名工作人員。



圖 20：新加坡 CleanTech Park ²³

²³<http://www.greatnewplaces.com/sg/c71-CleanTechPark>

印度的 Tata 車廠於 2016 年 2 月 Auto Expo 2016 展覽會上展出該公司所研發的燃料電池電動車 Tata Magic Iris Ziva(見圖 21)，該車採用自行生產的質子交換膜燃料電池組，連續輸出的功率為三點 5 kW，標準輸出功率為 5 kW，最大輸出功率為 9 kW。



圖 21：印度 Tata Iris Magic Ziva 燃料電池電動車²⁴

²⁴ <http://indianautosblog.com/2016/02/tata-magic-iris-ziva-auto-expo-2016-216061>

二、研析我國氫能產業發展現況及競爭利基

(一) 盤點並整合台灣各地氫能產業發展能量(特別是高雄及花蓮地區)，分析未來發展潛力。

氫為二次能源，亦為一種能源之載體，氫氣之能量熱值為每公斤120MJ，相較之下，一般汽油之能量重量比為每公斤45MJ²⁵，但因氫氣密度低與易擴散之特性，需使用高壓或液化方式保存，因此儲運成本較高。詳細的氫氣體積與重量轉換以及各種氫能載具用氫量對照表可參考附件三資料。氫氣來源多元，可從煤炭、化石燃料、天然氣、生質物進行轉換與電解水製造取得。由化石能源製造氫氣是目前最為普遍、成熟且價格低廉的技術，如下圖22所示，傳統氫氣之製造過程產生的碳排放量隨其原料來源有所不同，而使用之各種新興能源如生質能製氫或再生能源電解水製氫之方式則可達碳中和，但成本較高，尚未普及。而目前已商品化之燃料電池主要為定置型之質子交換膜燃料電池(PEMFC)，根據本研究團隊調查，其產品之設備成本依據不同燃料來源、重組器或技術應用等情形，每kW成本約為20~35萬台幣。

目前氫氣製造大多以天然氣重組(占約48%)為主，所以其成本隨天然氣成本而變動，然而天然氣與化石能源之成本控制無法透過大量生產降價，而是透過某些區域與國家的供需所控制(如圖23)。因此氫氣的價格若能利用再生能源製造，將可望透過規模經濟而降低其生產成本，如太陽能或風力電解水製氫技術，亦可提升國家之能源安全與穩定性。

氫氣之應用相當廣泛，在煉油產業上，氫氣添加可提高油的品質，如製程上可添加氫氣如加氫脫硫(desulphurisation)、加氫裂解(hydro cracking)、加氫處理(hydro treating)等方式。過去氫氣的添加可以從煉油製程上透過觸媒重組的副產氫取得達到質量平衡，但隨著製程不斷改善提升，氫氣自我供給已不足，需仰賴外購天然氣從組製氫。與

²⁵ Thomas, George: "Overview of Storage Development DOE Hydrogen Program". Livermore, CA. Sandia National Laboratories. 2000.

傳統油品相比，在製造以木質纖維素(Lignocellulosic)生質油品時，亦需要添加大量的氫的水解脫氧(hydro-deoxygenation)製程，因此預估氫氣的需求在全球將會持續成長。

氫氣亦為化學品之重要的原料之一，可製造液氫與尿素作為肥料，製造三聚氰胺做為塑膠製品，或製成雙氧水成為化學工業品。鋼鐵產業上，焦爐富氫氣體(~50%氫)是重要的副產品，經焦炭處理的過程中產生，此外，於高爐煉鋼過程亦會產生氫氣，這些氫氣雖不純但仍有高熱值，可取代天然氣或其他化石材料成為煉鋼所需之高溫熱源。

氫氣亦是非常重要的還原劑，高純度氫氣(99.9999%)在電子產業中亦扮演重要角色。目前這些氫氣都已具其商業價值，若作為氫能之大量發電使用，則需透過更多經濟誘因或補貼才可能促成。低廉之氫氣製造技術為氫能發展之重要關鍵因素，可影響各種材料與產業之製造成本，如僅靠化石能源取得氫氣，則風險較高。

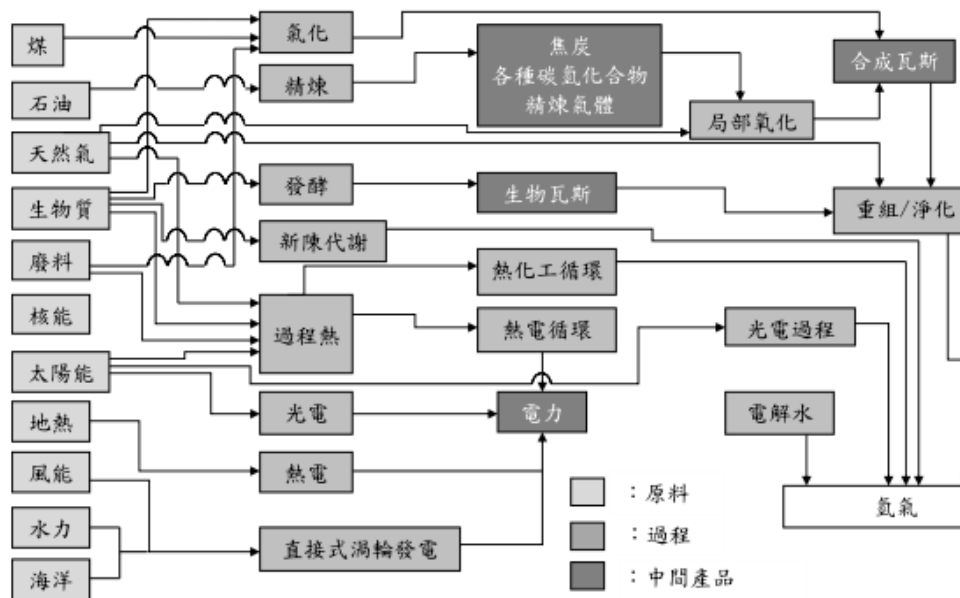


圖 22：氫氣的製造原料與過程²⁶

²⁶ 財團法人中技社-專題報告：國際與我國氫能運用發展與推動政策分析(2016); 陶在樸、林文章(2015)

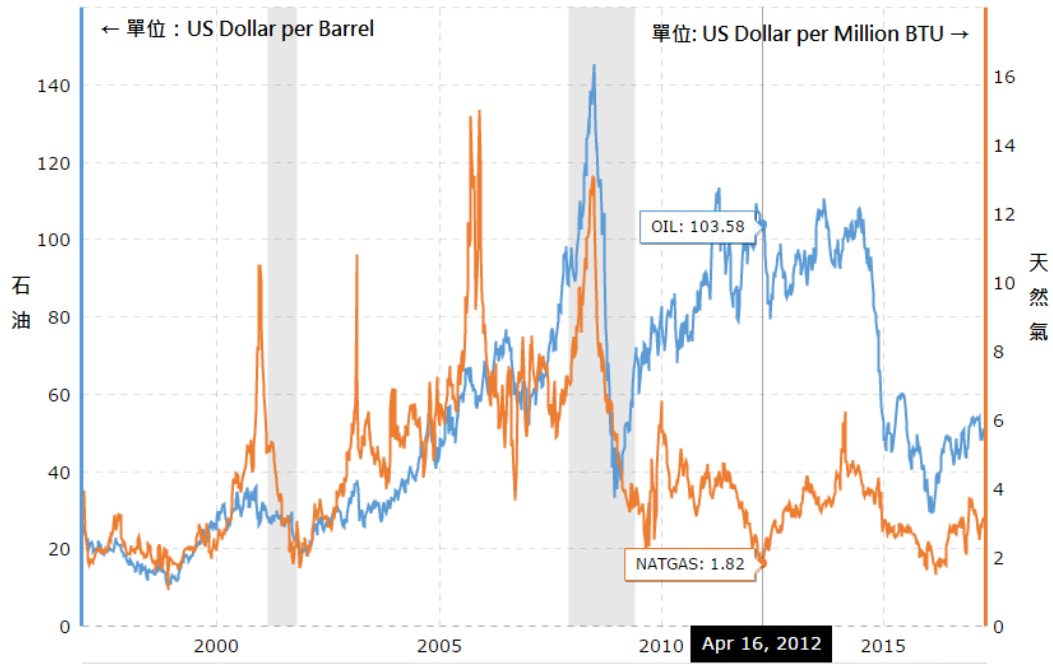


圖 23：石油與天然氣的價格波動變化（1997-2017）²⁷

本研究團隊調查我國目前代表性之工業製程產氫(工業副產氫)之各業者，包含石化業、鋼鐵業、造紙業與氯鹼業之工業製程產氫量，並了解目前各業者之工業製程所產氫氣皆為具其它商業價值之副產品，並調查若將所生產之氫氣用於氫燃料電池發電之可能誘因、發電潛能等，彙整如表 10。根據工研院過去統計資料指出，我國目前每年預估約有 50-60 億立方米(約等於 45 萬~54 萬公噸氫氣)之工業餘氫可回收利用或發電，由於鋼鐵業之副產氫具較高之不純物，未來須進一步研究其純化方式，故目前暫不將鋼鐵業之餘氫發電潛能列入計算，但鋼鐵業所生產之餘氫量高達 200 億立方米，未來應具極高之應用發展潛力。本研究團隊將各具工業副產氫之業者資訊調查資料彙整如下：

1. 義芳化工過去已評估過使用 1 MW 燃料電池發電之可行性，但由於目前燃料電池初期設置成本過高，向台電購電之成本較低，

²⁷ Macrotrends

投資燃料電池發電較無效益，仍需等待技術更為成熟，方可考慮將目前賣給氣體公司之工業副產氫轉為氫能發電自用。依照目前我國之電價，使用工業副產氫氣發電確無經濟誘因。而義芳化工使用電解鹽水之製程產生氫氧化鈉(NaOH)為其主要產品，由於副產品為氯氣(Cl₂)與氫氣(H₂)，無法直接向大氣排放，因此將 Cl₂ 拿來作為塑膠材料之原料生產 PVC，氫氣則可用於與 Cl₂ 反應生產鹽酸(HCl)以及雙氧水(H₂O₂)。義芳化工每日氫氣生產量為 11 公噸，工廠用電量為 450MW，已自行安裝汽電共生工廠生產蒸汽，大部分生產之氫氣已有其用途，而所剩之氫氣則經由廠內管路運送至鄰近之三福氣體工廠，經純化並加壓後運給半導體等業者作為製程所需之氣體，因此，義芳化工向三福銷售氫氣獲利。義芳化工過去曾在能源局之燃料電池示範運轉計畫下，與鼎佳能源公司一同投入 40kW 等級之質子交換膜燃料電池(PEMFC)之發電運轉測試，過程中發現該系統無法持續運轉 24 小時，且系統之氫氣入口壓力需要加壓，否則燃料電池發電穩定性下降，但義芳化工提供的氫氣為常壓，經過加壓則需再投入能量，該 40kW 淨輸出僅剩約 24kW，尚需改善。目前義芳化工仍購入該系統並持續與廠商研擬改善措施，但義芳化工已進行評估 Ballard 之 1MW 系統方案可行性，目前結論是投資報酬率太低，且發電成本太高，氫氣用來發電之收益目前仍不足以媲美氫氣做為化學品或半導體製程所需氣體收益。

2. **中華紙漿**亦曾與東華大學共同評估過氫能應用於燃料電池摩托車，並於花蓮地區進行示範，中華紙漿表示未來如政府提供政策誘因，中華紙漿願開放部分廠區進行工業副產氫之發電，進而評估我國氫燃料電池發電之技術、成本與可行性。中華紙漿目前使用電解水之製程生產氯鹼做為漂白劑，氫氣則為副產品，每年平均產生 450

公噸(450,000 kg)之氫氣，平均一天有 1.23 公噸副產氫氣，目前於一天製程上所需要之用電量為每小時 2.2 萬度電。中華紙漿過去曾安裝一台每年可純化 4.2 公噸氫氣之設備，平均一天可純化 11.5 kg 之氫氣至 99.99%純度，做為燃料電池摩托車示範用之氫氣來源，預計可供應 45 台氫燃料電池摩托車每天上路運轉，11.5 kg 之氫氣，若以氫燃料電池發電方式，每天可發電量為 151 度電(kWh)。

3. **光宇材料**藉由創新之化學製程將矽晶切片所產生之矽泥漿進行回收，進而純化成為各種高附加價值之材料，如矽酸鈉、碳化矽與純矽粉，氫氣則為其製程上之副產物，每 1,000 公噸之矽泥漿可產生約 50 萬立方米(約為 45 公噸)之氫氣。氫氣經 PSA 純化其純度可達 99.99%，目前規畫由氣體公司出資購買設備進行純化處理，再銷售予終端客戶。根據訪談結果，光宇指出台灣每月約有 9,000 公噸之矽泥漿廢棄物，光宇目前規劃之產能為處理 1,000~2,000 公噸/月。如每個月能處理 1000 公噸之矽泥漿，一年則可生產 548 公噸之氫氣，約與中華紙漿每年所產生之 450 公噸氫氣之產量接近，並為義芳化工每年產能之十分之一。因新創製程所生產的工業餘氫尚未完全曝光，目前此技術所產生之氫氣屬於潛在氫能。經計算得知，若假設全台灣每年產生之矽泥漿(有 9000 公噸)全部回收，使用光宇之新創製程能產生之氫氣為 4932 公噸(約為 5474 萬立方米氫氣，用於燃料電池發電則可產生約 65.6GWh，六千五百萬度電)。光宇材料過去有接觸過部分燃料電池廠商，未來有意於沙崙設置工廠，副產氫氣則可提供給週邊燃料電池公司或用戶端發電應用。
4. **聯華氣體**為德國 Linde 之子公司，在台灣目前一年供應氫氣 78,840,000 立方米，主要為天然氣重組產氫，天然氣皆為進口，部分氫氣採回收中油化工產品製程上之副產粗氫，經 PSA 純化後賣給後端客戶。聯華氣體供應氫

氣之關鍵在於供應量必須穩定，滿足客戶製程上之需求。聯華氣體使用之設備皆為進口，目前無使用台灣自製或供應之設備。德國 Linde 為世界上目前市佔率最高之燃料電池加氫站設置廠商，具有領先之技術，願意與台灣在地合作提供加氫站或氫氣供應技術，進行驗證與商業服務。

5. **亞東氣體**為法國 Air Liquide 之在台子公司，生產氫氣之方式主要為甲醇重組製氫，亦有少部分電解水產氫，目前於桃園與台南設有製氫工廠，透過加壓運輸模式賣給各地經銷商，或提供予半導體、面板、電子廠之製程需求，一年銷售給半導體使用的氫氣量為 400 多萬立方米，相當於每年 360 公噸氫氣。亞東氣體亦有商業模式應用於用戶端安裝生產氫氣之設備，提供 OMM 服務，依照合約進行在地製氫、販氫之服務。Air Liquide 在歐洲有投資燃料電池事業-HyPulsion 研發燃料電池堆高機，HyPulsion 為美國 PlugPower 與 Air Liquide 合資，Air Liquide 在台灣亦有投資部門投資亞太燃料電池公司。
6. **台灣中油**在其石化與煉油製程上，產生的副產氫皆已用在其製程所需之原料或熱值，較無多餘之氫氣，因天然氣價格較高，若將氫氣移除作為銷售或發電，則需再花錢購買更貴之天然氣補充熱值。目前中油氫氣對外銷售之售價計算為相容氫氣 LHV(熱值)之量*70%天然氣之售價，假如天然氣一立方米為 12 元，則一立方米粗氫氣售價為 2.74 元。

天然氣(LHV): 47.13 MJ/kg 35388 BTU/m³ 37.3MJ/m³

氫氣(LHV): 119.96 MJ/kg 10440 BTU/m³ 11MJ/m³

故關鍵應在於目前中油製程使用副產氫或殘氫製熱之效果已非常好，無多餘之氫氣可提供發電。

7. **中國鋼鐵**製程所產生之焦爐氣，已完全使用於其製程所需要之製熱製程中，如果將氫氣取出發電，則需要補回相同熱值之天然氣製熱，成本亦增加，故中鋼目前亦無多餘之氫氣可用來發電。中鋼目前正積極評估發展固態氧化物燃料電池(SOFC)發電系統，計畫與德國合作，使用該國 SunFire 電堆，

考量於在國內發展成自有品牌之燃料電池系統整合公司，但目前仍以用戶端之研究為主。中鋼也積極與美國 Bloom Energy(BE)洽談，希望能引進該公司研發之 500kW 等級燃料電池發電系統，但 BE 限制其最小訂購量為 15MW，且不透露技術及釋出營運權，對於我國相關業者之技術經驗增進有限，仍需持續溝通。

綜觀上述之資訊，目前我國之工業餘氫後端處理方式因產業製程與純度而異，工廠大都採商業販售或以汽電共生之燃燒處理作為廠區供熱，並符合環保排放標準。具工業製程產氫之業者多反應若無相關政策誘因，目前幾乎應用於汽電共生系統發電與蒸汽之製造，亦或是製造成雙氧水等相關可銷售之化學副產品，如義芳化工與中華紙漿，而當工廠自用時可做為取代天然氣的熱值成本外，添加入製程亦取代外購成本，如對外販售亦有公定之收購價，目前副產氫的售價依照不同的應用產生不同的結果，彙整如下圖 24。

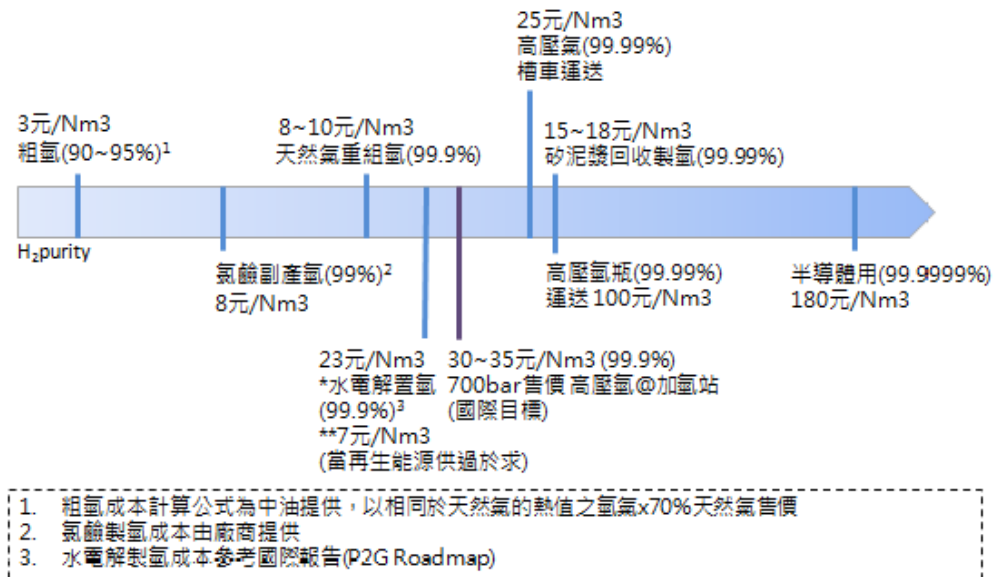


圖 24：不同純度與應用的氫氣價格彙整（資料來源，本研究繪製）

粗氫之售價計算約為天然氣熱值之 0.7~0.8 倍，而氯鹼廠之副產氫可經由管路運輸至氣體純化廠，經調查該售價約為每立方米八

元，氣體廠可純化加壓運送至各種電子業或半導體廠進行銷售，加上儲運之服務，以鋼瓶填充之氫氣每立方米售價約為 100 元，而以槽車運送氫氣之售價約為每立方米 25 元。當氫氣在純化至 6N9 之等級時，氫氣售價則可更高。

目前我國之工業餘氫早已應用於其他製程，或依商業合約銷售給氣體公司，再經純化加壓後，販售給終端客戶。終端客戶如半導體、電子與面板等大廠皆需穩定之氫氣供應，以確保製程不停擺，因此氫氣供應之售價越高，客戶對於穩定供應之需求亦越嚴格，也需履行長期合約。因此氫氣之銷售定價權目前由國內三大氣體供應商(聯華、三福與亞東)決定，而此三大業者之技術與設備皆需仰賴進口。

我國工業餘氫(工業副產氫)之來源相當多元，為確實了解各家廠商的氫氣製造量，本研究隊透過訪問、電郵等方式進行調查，並彙整過去相關文獻資料，呈現我國工業副產氫之產量與來源如下表 8。

表 7：我國工業副產氫產量與來源之調查整理

工業副產氫業者	地點	每年產量 (公噸)
鋼鐵業總量		95,000
中國鋼鐵 ²⁸	高雄	95,000
造紙業總量		450
中華紙漿 ²⁹	花蓮	450
氯鹼業總量 ²⁴		45,000
義芳化工 ²⁵	桃園	4,015
台灣志氣 ²⁵	高雄	2,523
苯乙烯副產氫總量 ²⁴		36,000
台灣苯乙烯 ³⁰	高雄	8,288
國喬石化 ²⁶	高雄	1,514
煉油製程尾氣總量 ²⁴		13,500
中油林園石化 ²⁵	高雄	13,000
中油桃園煉油 ²⁵	桃園	廠內生產已用完

²⁸ 財團法人中技社-專題報告：國際與我國氫能運用發展與推動政策分析(2016); 陶在樸、林文章(2015)

²⁹ 本研究調查

³⁰ 石油化學工業 2016 年報

氣體通路商		10,296
三福氣體 (製造量) ²⁵	桃園	2,833
亞東氣體 (製造量) ²⁵	桃園	360
聯華氣體 (製造量) ²⁵	桃園	7,103

表 8：本研究團隊調查分析之我國工業餘氫發電潛力

產業類別	工業餘氫來源	餘氫純度 / 不純物成分	工業餘氫總量	目前用途或處理方式	對於使用氫能發電之看法	副產氫潛在發電量 (MWh)*
氯鹼/造紙	使用電解水鹽水生產氯氣與鹼(NaOH)，氫氣為副產品。	95%~99% 不純物為水蒸汽、氮、氧物質。	中華紙漿(450噸/年)。	<u>廠內汽電共生</u> 。	有意願裝置 40 台小型燃料電池作為廠區辦公用電(示範)。	目前為 0 5,985
			義芳化工(平均 11 噸/天，最多可達 4015 噸/年)。	<u>用氫氣生產 HCl, PVC, 雙氧水, 剩於賣給三福氣體純化壓縮</u> 。	以體驗過燃料電池，目前電價過低，投入設備無法回收。	目前為 0 53,399.5
			台灣志氣每小時可生產 3500Nm ³ 的氫氣。 註：為標準狀態下之體積，即為立方公尺。	<u>目前部份用於生產鹽酸</u> ，部份用管線賣給鄰近工廠使用。	目前無誘因，氫氣已利用管路送至附近之化工廠使用。	目前為 0 3355.9
化工與石化業	中油的使用天然氣重組生產氫氣，提供化工材料或煉油製程中之脫硫製程。		桃園煉油廠每年生產約五億立方米氫氣但皆投入工廠製程使用。 林園石化廠每年生產約 3 億立方米氫氣，一半用於製程，另一半用於公用燃氣。	<u>用於生產化學材料、脫硫製程</u> 。	石化業的氫氣生產不穩定，煉油業的製程需要添加氫氣脫硫，氫氣仍不夠。	目前為 0 172,900

鋼鐵業	焦爐氣。	不純, <50%	目前之氫氣產能皆已投入製程中使用。	中鋼將 <u>焦爐氣用於製程加熱取代天然氣</u> 。	中鋼的氫氣以用在加熱的製程，如將氫氣用來發電，仍需要再花錢購買天然氣製熱，比較不合成本。	目前為 0
其他可能含有餘氫之產業	光宇材料回收矽晶之切割過程中產生之矽泥漿，經過特殊製程處理，可得純度高之碳化矽與矽酸鈉等主要材料，氫氣為副產品。	95% 經 PSA 可純化製 99.99%	目前有小型示範製程，未來正在洽談規劃每月副產 50 萬立方米氫氣(處理 1000 噸矽泥漿之副產氫)，約為 1500kg/天。一年可有 548 噸氫氣。	未來預計將賣給三福氣體回收再銷給終端使用者。因尚未有商業合約，此氫能為潛在氫能。	尚不熟悉氫能與燃料電池，但未來會參與在沙崙駐點設廠。 據了解台灣一個月有 9000 噸之矽泥漿廢料。	目前為 0 7,288.4

*潛在發電量計算以氫轉電效率 40%評估，參考附件三公式資料，以氫燃料電池發電效率雖高，但需考量每天使用時間與投資報酬效益，此潛在發電量為預估，仍需考量系統穩定度與妥善率。

此外，根據 IEA2015 分析報告指出，目前國際主要氫燃料電池技術之成本分析如下表：

表 9：國際氫燃料電池技術之成本分析³¹

技術	產能	效率	期初投資成本 (美元/kW)	壽命(小時)	技術成熟度
鹼性燃料電池	約 250 kW	約 50%	200~700	5,000~8,000	初期市場開發
定置型質子交換膜燃料電池	0.5-400kW	32%~49%	3,000~4,000	約 60,000	初期市場開發
運輸型質子交換膜燃料電池	80-100kW	約 60%	約 500	約 5000 小時	初期市場開發
固態氧化物燃料電池	約 200kW	50%~70%	3,000~4,000	約 90,000	示範階段

³¹ IEA(2015), Technology Roadmap Hydrogen and Fuel Cells

磷酸型燃料電池	約 11MW	30%~40%	4000~5000	30,000~60,000	成熟階段
熔融碳酸鹽燃料電池	約 kW-MW	約 60%	4000~6000	20,000~30,000	初期市場開發

以目前工業餘氫之氯鹼業氫能燃料為例，發電成本約每度電為 6.4 元新台幣，若未來應用於目前氫燃料電池設備，該發電成本仍須視其氣體壓縮、純化、運送及各燃料電池發電設備技術之不同而可能增加。

(二)就我國目前及過去推動氫能產業發展政策措施，進行整理及檢討。

本研究檢討我國目前及過去氫能燃料電池推動或有所影響之相關政策，並就「國家整體相關政策」、「氫能燃料電池相關推動政策」、「能源研發補助計畫」三面向進行討論。並參考經濟部能源局「2016年能源產業技術白皮書」及科技部「國家科學技術發展計畫(106~109)草案」。

「國家整體相關政策」主要探討如行政院環保署溫管法、經濟部新能源政策、經濟部2020年產業發展目標、經濟部2014年工業節電計畫、智慧節電計畫及地方政府所訂定之低碳城市自治條例等，檢討各政策與計畫對於氫燃料電池產業可能產生之影響。

「氫能燃料電池相關推動政策」之檢討，主要為經濟部「燃料電池示範補助作業」以及國家傳播通訊委員會「高抗災通訊平台」，推動公務機關(構)建置共構共站行動通訊平臺基礎設施之相關補助進行設置檢討，並將進一步分析我國氫燃料電池海內外產業推動、國際交流與民眾宣導等相關實績與措施。

「能源科技研發補助計畫」則包含各補助氫燃料電池相關研發之補助計畫，如業界能專、學界能專、法人能專、能源國家型計畫.....等，探討其對於氫燃料電池產業發展之影響與效益。

最後將上述各相關政策進行表列彙整及分析，以作為我國未來整體氫能發展之基石與借鏡。

1. 國家整體相關政策檢討

[1]行政院環保署溫管法：³²

2015年7月台灣立法院三讀通過，明訂溫室氣體減量總目標，未來企業排放溫室氣體將走向「收費制」，主管機關將分配每家企業排放量，若排放量超過規範，可與別家企業交易排碳量。台灣將成為除英國、墨西哥少數制定氣候變

³²「溫室氣體減量及管理法」立法院三讀條文簡要說明; 2015

遷專法之國家。國家溫室氣體長期減量目標為 2050 年溫室氣體排放量降為 2005 年百分之五十以下，並具有相關調整機制，可參酌聯合國氣候變化綱要公約與其協議，或相關國際公約決議事項及國內情勢變化，作必要之調整。

由於氫燃料電池相較於過去傳統之發電方式(如燃煤電廠、柴油發電機、汽柴油車輛)較為低碳，因此我國為達成此溫管法目標，預期將影響帶動氫燃料電池產業發展。

[2]經濟部新能源政策：³³

- A. 建立低碳永續、高質穩定、效率經濟的能源體系。
- B. 核四停建，核一、二、三廠不延役，2025 年完成非核家園。
- C. 積極開發綠色能源，2025 年再生能源發電量佔總發電量的比例達 20%。
- D. 加速興建第三座天然氣接收站，擴大使用天然氣，降低現有火力發電廠的汙染與碳排放。
- E. 完成電業法修法，提供能源轉型所需的市場結構與法治基礎。

由於氫燃料電池相較於過去傳統之發電方式(如燃煤電廠、柴油發電機、汽柴油車輛)較為低碳，且相較於其他再生能源如風力、太陽能等更加穩定，若需於 2025 年達成非核家園，再生能源佔總發電量比例 20%，預期將影響帶動氫燃料電池產業發展。

[3]經濟部 2020 年產業發展目標：³⁴

2020 年前達成「台灣整體製造業附加價值率」由 2008 年 21%提升至 28%；「台灣整體產業無形資產占固定資本形成比

³³ 經濟部新能源施政重點; 李世光; 2016

³⁴ http://www.moea.gov.tw/AD/Ad01/content/ContentDetail.aspx?menu_id=3571; 經濟部; 2020 年台灣產業發展策略

重」由 2008 年 7% 提升至 15%；「台灣綠能等新興產業占整體製造業實質產值」由 2008 年 4% 提升至 30% 等目標。

發展氫燃料電池產業與技術，增加零組件與系統整體我國自製率，應可順應未來綠能等新興產業佔整體製造業比例之提升。

[4] 節電、綠電相關政策：

A. 經濟部 2014 年訂出工業節電計畫，要求契約用電容量超過 800kW 的「能源大用戶」從 2015 年起至 2019 年，每年年節電率應達 1%，相當於五年共節電 5%。³⁵

B. 經濟部 2016 年為與地方政府共推智慧節電計畫，促使民眾節電觀念與行為改變，辦理「節電計畫推動」及「節電成效激勵」工作。

36

C. 2016 年「台中市發展低碳城市自治條例」規定，分 3 期公告用電量月平均 800KW（千瓦）以上的用電大戶，自公告日(19 日)起 3 年內，完成裝設用電量 10% 的再生能源系統；第 1 期包括台積電、友達光電等 45 家 5,000KW 以上用電大戶。³⁷

當針對用電大戶施行上述節電與廠內自發綠電比例等政策，可促進企業思考使用氫能燃料電池作為場內穩定電力來源之一，亦可帶動氫燃料電池產業之市場需求。

[5] 105 年全國科學技術會議，議題二「發展綠色科技實現低碳永續社會」

於 105 年全國科學技術會議中，其中的討論議題二下之子題四，為「發展發展綠色科技實現低碳永續社會」，提到目前的燃料電池現況為國內關鍵技術受

³⁵ https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/Law/Content.aspx?menu_id=2340; 經濟部能源局; 能源用戶訂定節約能源目標及執行計畫規定; 103

³⁶ http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/Law/Content.aspx?menu_id=2775; 經濟部能源局; 104

³⁷ <http://www.economic.taichung.gov.tw/ct.asp?xItem=1668666&ctNode=17892&mp=111015>; 台中市經發局; 台中市發展低碳城市自治條例; 105

限於產品尚未達商業化之規模經濟，系統成本無法降低，另亦需加強對公民營事業單位宣導工作。在未來目標面上，將氫能與燃料電池做為能源儲存機制，長程規劃可配合供氫設施之建置，減少燃料在運輸傳送之成本。執行策略上，發展潔淨低碳發電技術如氫能基礎建設與高效率燃料電池技術開發等，但尚未說明高效率的目標要達到多少，建議可參考日本與歐洲發展方向，例如日本的熱電共生效率高達 85% 以上，而動力型燃料電池功率密度已達 3.1kW/L。在該會議中提到，策略一部分，氫能與燃料電池的產氫及純化技術需再進行研發，並利用再生能源製備氫氣，以及規劃未來需建置氫能基礎供應設施，這部分尚未有明確發展藍圖，建議可參考本研究計畫成果繼續著墨。在策略三中提到發展住商、工業、運輸等節能減碳關鍵技術與整合型系統服務，發展下世代車輛所需之節能動力系統，該策略尚未提到燃料電池做為混合動力的優勢，建議未來應可納入考量，可使電池電動車距離增程，以燃料電池做為動力可取代柴油引擎，且能源轉換效率高達 45%。

[6] 98 年綠色能源產業旭升方案

「綠色能源產業旭升方案」於民國 98 年 4 月提報行政院第 3141 次會議討論通過，其推動範疇包括已有產業良好基礎、具躍升能量的太陽光電與 LED 照明光電產業(即能源光電雙雄)；而技術發展處於研發階段、具產業發展條件的風力發電、生質燃料、氫能與燃料電池、能源資通訊與電動車輛產業等。該計畫願景為使台灣成為全球燃料電池系統組裝生產基地。從 98 年到 101 年(四年)該方案編列預算 23.84 億用在氫能與燃料電池發展，預算分別為第一年 3.45 億，第二年 3.85 億，第三年 7.65 億，第四年 8.89 億，共計 23.84 億元。預期成效部分，該方案預期至 101 年氫能與燃料電池可達 60 億元產值，104 年達 130 億元。本研究團隊針對該方案所提之計畫規劃，列出各推動策略與具體措施於下表說明。

表 10: 98 年綠色能源產業旭升方案之氫能與燃料電池推動策略及目標

項目	目標說明	完成指標(完成年度)
----	------	------------

(一)	<p>技術突圍：</p> <p>1.關件元件與週邊組件(BOP)技術自主化。</p> <p>2.加強系統整合技術，提升效率至國際水準。 3.發展可攜式氫能產品，擴大利基應用市場與產業規模。</p>	<p>(101 年) 完成 PEM 燃料電池所有核心關鍵組件自主量產技術</p> <p>(101 年) 成立 BOP 開發聯盟；完成備用電力與電熱系統 BOP 組件自主量產</p> <p>(101 年)效率大於 70%，耐久超過 1 萬小時，成本低於 5,000 美元(1,000 台/年)</p> <p>(99 年)完成 IP 佈局、產品開發及技術產品開發及技術移轉</p>
(二)	<p>關鍵投資：促成關鍵組件與系統在台量產。</p>	<p>(101 年) 協助至少 1 家業者進駐育成中心，建立電池組與系統，建立電池組與系統小量產線</p>
(三)	<p>環境塑造：</p> <p>1.建置國際標準與驗證平台。</p> <p>2.建立氫能與燃料電池國家計量標準。</p> <p>3.研擬氫氣取得之相關協助措施。</p>	<p>(101 年)完成定置型發電機與燃料電池機車檢測驗證平台</p> <p>(101 年) 建置小型儲氫罐、小型充氫機、分散式產氫系統、充氫站、攜帶型/微型燃料電池用具、UPS 備用電力、電動倉儲搬運機/起重機等相關標準、檢測技術或驗證平台</p> <p>(101 年)</p> <p>1.完成與國外 NIST/PTB/NMIJ 等國家實驗室進行國際合作。國家實驗室進行國際合作。</p> <p>2.建立氫能與燃料電池用氫氣流量暨成分計量標準追溯體系及服務</p> <p>(99 年)完成我國氫源盤點分析，並對廢氫與其他氫源燃料電池應用進行比較。</p> <p>(100 年)完成廢氫應用於燃料電池之節能減碳分析及有機氫(Toluene)可行性分析。</p>
(四)	<p>出口轉進：促成兩岸及國際技術合作，參加國際大展。</p>	<p>(101 年)定期與中國氫能學會及全國氫能標準化技術委員會進行研討交流</p> <p>(101 年)</p> <p>1.協助 1 家業者切入日本市場</p>

		2.協助 1 家電熱系統業者與美國業者合作進入北美市場
(五)	內需擴大：推動示範補助計畫，加速產品開發。	(101 年)組團參加國際大展(如德國漢諾威、日本 FC EXPO、北美 FCS&E 等等) (101 年)98 年成立示範驗證推動辦公室

本研究團隊對「98 年所推動之綠色能源產業旭升方案中所提及之氫能與燃料電池推動策略與目標」進行檢討，發現部分目標已達成，但有些目標低於國際標準且尚未達成，例如熱電共生(CHP)效率，在國際標準應達 85%以上才具有競爭力，而當初定訂於民國 104 年目標產值亦未達 130 億元新台幣，目前估尚未達到 40 億新台幣，且大部份產值之貢獻乃由 SOFC 零組件供應給美國 Bloom Energy 所產生。針對該方案的成效檢討整理如下表。

表 11:「綠色能源產業旭升方案」氫能與燃料電池推動策略及目標成效檢討

完成指標(完成年度)	成效檢討
(101 年) 完成 PEM 燃料電池所有核心關鍵組件自主量產技術 (101 年) 成立 BOP 開發聯盟；完成備用電力與電熱系統 BOP 組件自主量產 (101 年) 效率大於 70%，耐久超過 1 萬小時，成本低於 5,000 美元(1,000 台/年) (99 年)完成 IP 佈局、產品開發及技術產品開發及技術移轉	我國目前的核心元件之一 MEA 已能自製，但尚無自動化生產能力，且國內電燃料電池堆 PEMFC 廠商無使用國內自製 MEA，無法形成供應鏈。 尚無國內廠商能提供運轉超過一萬小時的 CHP 產品。示範運轉累積經驗約 2000 小時，需持續累機運轉經驗。成本部分的門檻太高亦無法達成，目前國際標準 Ene-Farm 售價約為 10000 萬美金。以 1000 台/年成本 5000 美元之目標太高且規格定義尚不明確。
(101 年) 協助至少 1 家業者進駐育成中心，建立電池組與系統，建立電池組與系統小量產線	PEM 電池組已技轉至國內廠商，但業者反應國內研發技術相較於國際仍稍嫌不足，仍需持續進行研發。
(101 年)完成定置型發電機與燃料電池機車檢測驗證平台	標檢局與工研院過去已陸續完成定置型與燃料電池摩托車驗證平台，目前國內部分產品符合驗證平台測試。

<p>(101 年) 建置小型儲氫罐、小型充氫機、分散式產氫系統、充氫站、攜帶型/微型燃料電池用具、UPS 備用電力、電動倉儲搬運機/起重機等相關標準、檢測技術或驗證平台</p> <p>(101 年)</p> <p>1.完成與國外 NIST/PTB/NMIJ 等國家實驗室進行國際合作。 國家實驗室進行國際合作。</p> <p>2.建立氫能與燃料電池用氫氣流量暨成分計量標準追溯體系及服務</p> <p>(99 年)完成我國氫源盤點分析，並對廢氫與其他氫源燃料電池應用進行比較。</p> <p>(100 年)完成廢氫應用於燃料電池之節能減碳分析及有機氫(Toluene)可行性分析。</p>	<p>目前國內業者表示檢測驗證平台仍不完整，若需進行完整項目之測試仍需送往荷蘭等國際檢測驗證實驗室。</p>
<p>(101 年)定期與中國氫能學會及全國氫能標準化技術委員會進行研討交流</p> <p>(101 年)</p> <p>1.協助 1 家業者切入日本市場</p> <p>2.協助 1 家電熱系統業者與美國業者合作進入北美市場</p>	<p>國內有部分業者已與日本及美國合作。</p>
<p>(101 年)組團參加國際大展(如德國漢諾威、日本 FC EXPO、北美 FCS&E 等等)</p> <p>(101 年)98 年成立示範驗證推動辦公室</p>	<p>台灣燃料電池夥伴聯盟每年定期組團參加國際展覽。</p> <p>示範驗證推動辦公室成立，並於 102 年結束該任務。</p>

2. 氫能燃料電池相關推動政策檢討

[1] 經濟部燃料電池發電系統示範運轉驗證補助作業要點³⁸

經濟部能源局施行燃料電池示範運轉補助作業，補助示範係分為兩階段，分別為 98~100 年(phase1)，101~102 年(phase2)，此

³⁸ http://web3.moeaboe.gov.tw/ecw/populace/Law/Content.aspx?menu_id=2035 經濟部燃料電池發電系統示範運轉驗證補助作業要點; 2013

政策為我國過去主要氫能燃料電池之設置推行補助辦法，該補助詳細作業要點如附件，主要節錄補助方案如下：

申請示範運轉驗證之燃料電池發電系統補助金額，以該系統(指系統本體、數據量測擷取與傳輸設施)設置費用之百分之五十為上限，補助基準如下：

A. 設置示範運轉驗證地點於台灣本島者：

- i. 氫燃料電池系統：一·0 額定瓩最高新臺幣三十萬元；每增加一·0 額定瓩得增加新臺幣十五萬元。
- ii. 重組氣型燃料電池系統：一·0 額定瓩最高新臺幣七十五萬元；每增加一·0 額定瓩得增加新臺幣四十萬元。

B. 設置示範運轉驗證地點於離島地區者，其補助基準為前款規定之一·五倍。

檢討過去我國推動燃料電池示範運轉補助計畫，能源局補助示範係分為兩階段，分別為 98~100 年(phase1)，101~102 年(phase2)，全國共設置 709 kW 之氫燃料電池實際設置，其中定置型發電系統約有 412kW，遍及台灣 14 個縣市。全台設置超過 231 套系統，應用於基地台、醫院、學校或消防局等設備，但由於後續用戶端留用之配套誘因不足，用戶端使用至計畫期限結束後，甚少有意願持續留用設備，也並未因此提升消費者之購買意願，主要原因為目前市場尚未形成，設備初期購置成本較高，且後續之燃料運轉成本亦相較於市電高，可能需效訪日本初期補貼用戶端設備購置成本，以提升消費者購買之意願。除對於安全性認識不足外，法規不全、初期設置成本及燃料費用亦為最主要無法形成廣大市場接受度之因素。此外，曾為我國所認定之利基產品，且國際上鮮少競爭者之氫能燃料電池摩托車亦於 2012-2013 年接受大額之示範運轉補助後，雖已完成道路驗證及標準建立，卻遲遲無法上市販售，實為可惜。

建議未來若有相關示範運行或設置補助計畫，應同時考量示範運轉後之產品留用及後續營運規劃，將政府經費作最大效益之應用。

[2] 國家傳播通訊委員會「高抗災通訊平台」推動公務機關(構)建置共構共站行

動通訊平臺基礎設施之相關補助

此補助案由 103 年開始推動，初期甚少有公部門實際申請補助，其補助基地台緊急備用電力除燃料電池以外，亦包含柴油發電機、蓄電池組與太陽能等。民國 105 年始由能源局領軍工研院、台經院等單位合作，推動以燃料電池為主之緊急備援電力，於全省各縣市召開至少 6 場地方公部門燃料電池與基地台緊急備援電力之補助宣導說明會，截至 106 年 2 月止，全台已共 2 案建置完成(台北市體育局、苗栗聯合大學)、4 案審查通過並建置中(新北 2、嘉義 1、花蓮 1)，並另有其他地點正申請、會勘、評估中。

目前遭遇之困境，為氫燃料電池之初期設置成本仍高於傳統之柴油發電機，且政府部門之補助經費有限，但離島及較為偏遠地區仍有氫燃料電池之獨特優勢可持續推動，此補助政策主要為應用氫燃料電池於緊急備援電力之利基市場，全台目前有 8 萬座基地台，加上 5G 可約有 10 萬座基地台，未來若可大量推動綠能之通訊基地台緊急備援電力，應可達減碳及環境保護之效益，亦能帶動氫燃料電池之產業發展。

[3] 氫燃料電池產業推動計畫檢討

關於產業推動類，能源局、工研院與本研究團隊(台灣經濟研究院研究一所、台灣燃料電池夥伴聯盟)於 2002 年在經濟部能源局及行政院環保署的支持下，成立台灣氫能燃料電池之產業聯盟-台灣燃料電池夥伴聯盟，會員廠商目前已逾 53 家，並長年協助產、官、學、研進行產業趨勢分析，產業與實際設置推動，並進行政策研擬、教育宣導、兩岸共通標準等工作。其中教育宣導全台灣已達萬人次，並設計製作氫能安全手冊與相關教材、簡報、影片與教具，近年來從校園延伸至一般大眾與企業。

國際推動方面，台灣燃料電池夥伴聯盟每年帶領國內廠商至日本東京及德國漢諾威等各國，參加國際氫能燃料電池展覽或相關研討會，並舉辦商業與技術媒合會議，期能增進國內廠商之國際競爭力，未來能有實際販售、國際示範

及切入國際供應鏈之實績。

而綜觀國際產業發展策略，政府政策及整體規劃為主要影響之因素，台灣推動氫燃料電池產業仍需透過政府制訂整體發展藍圖及方向，將有限資源作最有效之運用，產業推動策略才可有方向依循。

3. 能源科技研發補助計畫檢討

我國產、學、研投入氫能燃料電池研發製造等計畫逾十年，工研院綠能所及中山科學研究院主要開發質子交換膜燃料電池(PEMFC)，比照我國目前氫能燃料電池之產業供應鏈可知，PEMFC 亦為我國主要之業界開發應用產品，目前已廣泛應用於電信基地台等緊急備用電力；而固態氧化物燃料電池(SOFC)則有核能研究所長年進行開發，目前已有 1kW 實驗型之發電設備，並亦與九豪等企業進行電堆之粉末及電池片研發，此外，工研院材化所則致力於開發直接甲醇燃料電池(DMFC)、鹼性燃料電池及關鍵零組件膜電級組(MEA)，目前亦已有許多業界合作及技轉實績；而關於標準與檢測驗證則有工研院綠能所、台灣大電力研究試驗中心及經濟部標檢局與國際廠商 UL 與 Intertek 進行標準認證實驗設備建立，目前仍持續建置中，並有許多項目已可取得協助國內廠商取得國際認證。以下就各研發補助計畫進行成果與檢討：

[1] 經濟部業界能源科技專案

目前經濟部能源局補助燃料電池示範運轉 102 年落幕後，近年仍有業界能專之補助，業界能專近兩年通過之氫燃料電池相關廠商計畫整理如下表，統計 2014~2016 年之業界能專計畫，定置型燃料電池系統新增 111kW 裝置量。

業界能專確實可鼓勵業界持續投入研發，但國內目前缺乏氫能燃料電池之技術研發策略藍圖，因此資源較為分散，各家廠商或技術欲研發之資金皆不足，亦難有技術上之大突破。國內廠商應依照發展藍圖合作，做到技術研發專業分工，透過規格標準化，產品模組化，才能降低成本打入市場。政府也需積極鼓勵企業

與國際領先大廠合作，依靠巨人的肩膀，縮短國內研發時間，迎頭趕上，打入國際供應鏈。

表 12、2015 年「經濟部業界能源科技專案」受補助專案

公司名稱	計畫名稱
鼎佳能源股份有限公司(主導) 盛英股份有限公司(聯盟) 禾新國際股份有限公司(聯盟)	高功率金屬雙極板燃料電池組技術開發計畫
錫力科技股份有限公司(主導) 碧氫科技開發股份有限公司(聯盟) 元寧企業有限公司(聯盟)	模組現場型移動式甲醇製氫加氫站開發計畫
恆智重機股份有限公司	高性能低成本燃料電池載物機具開發計畫
律勝科技股份有限公司	新型高溫質子交換膜材料技術開發計畫
中強光電股份有限公司	1kW 瓦斯罐燃料電池移動式發電機計畫
美菲德股份有限公司	燃料電池應用於物料移動設備之系統整合與開發計畫
松林造船有限公司	高性能燃料電池電動船開發計畫

表 13、2016 年「經濟部業界能源科技專案」受補助專案

申請者名稱	計畫名稱
順德工業股份有限公司	燃料電池金屬雙極板製造開發計畫

鼎佳能源股份有限公司(主 導)	高功率金屬雙極板燃料電池組技術開發計畫
盛英股份有限公司(聯盟)	
禾新國際股份有限公司(聯 盟)	
新力能源科技股份有限公司	具呼吸式質子交換膜燃料電池複合式電力系統 開發計畫
律勝科技股份有限公司	增強型新高溫質子交換膜及陰極關鍵材料技術 開發計畫
聚眾聯合科技股份有限公司 (主 導)	可攜式燃料電池之行動裝置開發計畫
映泰股份有限公司(聯盟)	

下表 14 為本研究分析我國過去之氫能產業發展政策措施。

表 14：分析我國過去之氫能產業發展政策措施之項目表

政策名稱	推動單位	執行或受補助單位	執行時間	政策內容	實績	檢討	未來可推動方向
燃料電池發電系統示範運轉驗證補助作業	經濟部	工業技術研究院、中華經濟研究院	民國 98 至 102 年	系統(指系統本體、數據量測擷取與傳輸設施)設置費用之百分之五十為	推動五年，全國共設置 709 kW 之氫燃料電池實際設置，其中定置型發電系統約有 412kW	由於後續用戶端留用之配套誘因不足，用戶端使用至計畫期限結束後，甚少有意願持續留用設備	未來若有相關示範運轉或設置補助計畫，應同時考量示範運轉後之產

				上限			品留用及後續營運規劃。
經濟部 業 界 能 源 科 技 專 案	經濟部	業 界	民國 103 年 持 續 至 今	補 助 研 發	2014~2016 年 之 業 界 能 專 計 畫 ， 定 置 型 燃 料 電 池 系 統 新 增 111kW 裝 置 量	國內目前缺乏氫能燃料電池之技術研發策略藍圖，因此資源較為分散，各家廠商或技術欲研發之資金皆不足，亦難有技術上之大突破	應可確立技術研發及利基市場發展藍圖，做到技術研發專業分工，並透過規格標準化，產品模組化以降低製造成本。
105年全 國 科 學 技 術 會 議 ， 議 題 二 「 發 展 綠 色 科 技 實 現 低 碳 永 續 社 會 」	經濟部		每 四 年 進 行 一 次 國 家 會 議	目 標 以 氫 能 與 燃 料 電 池 做 為 能 源 儲 存 機 制 ， 長 程 規 劃 可 配 合 供 氫 設 施 之 建 置 ， 減 少 燃 料 在 運 輸 傳 送 上 之 成 本 。		該議題有願景但缺少明確可量化的目標，需增加執行策略與作法。	目前我國尚未進行各種氫氣基礎設施之建置規劃，未來可依此目標持續努力發展。
98年綠 色 能 源 產 業 旭 升 方 案	經濟部	業 界	民國 98 年 至 101 年 。	成 為 全 球 燃 料 電 池 系 統 組 裝 生 產 基	本 研 究 團 隊 計 畫 與 氣 業 界 討 論 該 方 案 是 否 有 幫	該計劃目標產值未達成，且國內PEMFC之	

				地。	助	示範案結束後，也未能形成產業鏈。	
--	--	--	--	----	---	------------------	--

(三)訪談地方政府、業者及相關領域專家學者，瞭解我國氫能產業之主要競爭利基、面臨困難，以及未來發展所需政府協助事項與法規配套。

本研究團隊完成之訪談工作整理如下表15，並於3月17日舉辦業界座談會（會議記錄如附件五），逐步了解我國氫能燃料電池產業之主要競爭利基、困境及未來發展之法規配套建議，訪談之分析論述如下文。

表 15：本研究團隊訪談之國內專家名單

	類別	日期	單位	姓名與職稱
1	產	105年12月26日	盛英公司	白慶仁董事長 劉智仁副總 何永貴總工程師
2	研	106年1月05日	台電綜合研究所	鄭雅堂博士 吳成有博士
3	學	106年1月11日	台灣大學 行政院節能減碳辦公室	林子倫教授 副執行長
4	學	106年1月10日	交通大學 科技部沙崙綠能科學城籌備	黃得瑞教授 辦公室主任
5	產	106年1月13日	中興電工	廖婉惠處長 張存德特助
6	產	106年1月17日	聯華氣體	雷震遠協理
7	產	106年1月18日	安華機電	張振芳處長
8	產	106年1月20日	中鋼	王俊修博士
9	產	106年1月20日	中油	顏子翔博士

		日		
10	民間團體	106年1月20日	橄欖枝基金會	謝雲嬌執行長
11	產	106年1月24日	中華紙漿	黃鯤雄董事長
12	產	106年1月26日	義芳化工	劉文龍博士
13	產	106年2月13日	亞東氣體	包一帆經理 鄭宇傑經理
14	產	106年2月14日	鼎佳能源	閻明宇副總 斯克勤特助
15	產	106年2月16日	光宇材料	劉信利技術長 張文俊營運長
16	官	106年3月09日	國會	蕭美琴立法委員
17	官	106年3月13日	國會	趙天麟立法委員
18	官	106年3月27日	花蓮縣政府	李宏滿副秘書長兼衛生局局長
19	官	106年3月27日	花蓮縣環境保護局	饒忠局長
20	官	106年3月27日	花蓮縣政府行政暨研考處	林金虎處長
21	產	106年4月06日	高雄科工館	鄭宗哲先生
22	研	106年4月14日	工研院綠能所	張文昇組長

根據文獻資料蒐集與訪談過程、座談會之專家意見，本研究團隊針對「我國目前所面臨之能源挑戰」、「台灣氫能與燃料電池之未來發展」及「台灣的機會與利基市場」進行分析如下：

我國目前所面臨之能源挑戰

我國能源 98% 來自進口，而台灣為全世界第二大太陽能製造國，南部亦有高

日照能量，但因台灣土地面積不足，且太陽能發電具有不穩定性，故須發展更加完善的電力輸配系統。近期我國預計於台南沙崙發展綠能科學城，期望藉由綠能產業發展帶動經濟發展，預計於 2025 年達 20GW 太陽能與 4.2GW 風力之發電設備。

太陽能發電元件隨著規模經濟擴大，建置成本已降為每千瓦約 5 萬台幣，未來將面臨價格競爭，且建置太陽能對於電力系統之饋線負擔加大，故需要搭配發展微電網技術，軟硬體整合能提高附加價值，建置分散型區域發電系統，因此除發展太陽能外，政府應該同時提倡如氫能發電與鋰電池儲能之緊急備援系統之發展，確保再生能源穩定性，降低對天然氣發電機組之依賴。

本研究團隊(台經院研究一所)為台灣燃料電池夥伴聯盟與台灣智慧電網協會等多個產業協會秘書處，熟悉台灣過去氫能與燃料電池及各能源之產業發展情形。據了解，目前全世界所安裝的氫能燃料電池總發電裝置容量不到 500MW，尚未達到規模經濟，而我國能源局訂出 2025 年之 60MW 燃料電池裝置量目標，其裝置容量還不足完全替代核能發電，未來電力供應可能仍須靠有效節能與智慧需量控管，搭配火力補足基載發電量之不足。

而我國目前有四家燃料電池零組件供應商，供應給美國燃料電池大廠 Bloom Energy (SOFC)關鍵零組件，一年約有 30~35 億新台幣產值，這些廠商同時亦多次表達希望能引進 Bloom Energy 公司之產品技術。目前 SOFC 啟動時間要 12 小時以上，使用天然氣發電，較適合做為基載，但不能完全取代氫能燃料電池 (PEMFC)之快速動態供電特性，兩者需搭配於微電網內一起使用較為合適。

近期我國之備載容量偏低，2016 年約有 53 天低於 6% (約 206 MW)，亦有部分人士建議使用國內工業餘氫做為氫燃料電池之發電燃料來源，燃料電池之技術、成本與可行性將在此研究案中進行評估，據了解，國內氫發電技術尚不如歐美成熟，仍需累積經驗以增進技術發展，而我國目前面臨電力缺口問題，則需靠多元之發電設備及智慧需量控管，才克達到節能、創能與儲能之多重解決方案。

本研究團隊主要將了解各能源領域專家之想法，尋找氫能於我國能源問題中所能扮演之角色，探討如何達成兼顧經濟發展及減碳目標，並建立非核家園且供電品質穩定。而本研究下述之訪談與盤點成果將設法將問題與建議一一解析供有關單位參考。

我國氫能與燃料電池之未來發展

本研究團隊了解到台灣發展氫能與燃料電池所面臨的主要挑戰為：(1)電價過低，因此企業投資的回收報酬率無法顯著，誘因降低；(2)加氫站與氫氣安裝法規不健全，導致有意投資加氫站設備之廠商無清楚規範依循。(3)氫氣取得成本偏高，因我國石油、天然氣與甲醇皆仰賴進口，氫氣成本亦高。

以中油提供之數據為例，中油對外銷售氫計之售價計算為相容氫氣 LHV(熱值)之量乘以 70%天然氣之售價，假如天然氣一立方米為 12 元，則一立方米粗氫氣售價為 2.74 元。但同樣體積(m^3)之天然氣與氫氣之熱值差了 3.4 倍(天然氣 $37.3MJ/m^3$ ，氫氣 $11MJ/m^3$)，因此如以氫燃料電池發電，儘管為餘氫但燃料成本在不含運送以及純化之情境為 2.28 元/度(尚不包括設備投資與維護成本)，因此要廠商自發電自用，誘因太低。對此業界-義芳化工坦言，要等電價調高一倍之後，使用燃料電池發電才有利基。

而在相關企業在發展燃料電池之技術與商品研發所遇到的困境為：(1)過去我國一直缺乏清楚且明確的氫能發展藍圖，(2)能源政策搖擺不清楚，業者投資之力道需要國家給引一條清楚方向，業者自然會找出商機，(3)國內市場太小，也缺少利基市場與應用。

台灣發展氫能燃料電池之弱勢為：(1)資金不足，2011 年為例，投入之研發與示範金額不足五億元，在日本蓋一座加氫站就超過一億元；(2)技術發展深度不足，電池堆技術落後美日 10 年；(3)內需市場不足，無法像日本、中國大陸有足夠人口可以撐起新產品之應用市場。因此於發展氫能燃料電池技術時，需要仰賴

國際規格，追隨大國之策略，尤其我國在氫能燃料電池的研究起步時間較日本約晚 15 年，約比美國晚 40 年（NASA 於 1960 年應用燃料電池技術於阿波羅太空計畫），因此在燃料電池的發電電池堆的技術發展上相對處於弱勢，而資金的投入更是相對弱勢。以燃料電池領頭羊加拿大 Ballard 公司為例，Ballard 有 400 位員工從事燃料電池的研發、生產與銷售，燃料電池門檻高，優良的電池堆產品壽命可達 10 年；而推出燃料電池車的豐田更是於國際媒體公開可免費進行專利授權，顯示該技術領域之門檻非常高。在日本研發與銷售燃料電池為大企業。相較之下，台灣之中小企業發展氫能燃料電池技術，資源與資金皆不足，故政府在必要時需要協助導入大企業予以協助發展，鼓勵企業與國際前瞻技術合作，才能拉短研發時間，且短期需要發展產我內有需求之利基商品。因台灣在電子電力、材料、機械設備與精密製造加工都累積許多隱形冠軍，因此才出現了如保來得、宏進、高力以及康舒這幾間能供應世界級燃料電池公司美國 Bloom Energy 之零件廠商，這四家零組件供應商一年與燃料電池相關之產值達 30 多億台幣。

我國發展氫燃料電池優勢為：(1)中小企業彈性高，反應快，(2)我國人才密度高，產業聚落完整且密集(3)研發整合的速度較快，藉由這種優勢，我國從 2000 年開始投入燃料電池技術之研發與應用，已累積寶貴經驗，儘管過程艱辛，但許多過去投入燃料電池研發之廠商逐漸往中國大陸發展，藉由中國大陸提出之氫動力移動載具獎勵補貼政策(如表 16)，協助新進廠商發展燃料電池利基商品。台灣的企業具備相當好的系統整合能力，由於燃料電池之技術牽扯到較廣泛的科學領域：包括化學、機械、熱傳、電力與電子控制，甚至工程師需對氫氣安全與保護設計有基礎了解，系統整合看似門檻不高，但需要累積足夠的經驗，企業對於終端客戶端之真正需求以及產品穩定度之規格皆需要足夠的時間學習，因此我國過去 15 年的研發經驗，在亞洲除了日本之外，暫時尚不輸韓國與中國。但中國與韓國皆有足夠之內需市場支撐，並且有國家大型企業支持，相較之下，我國企業未來若要能在全球的氫能燃料電池產業取得一席之地，需政府明確之政策及發展策略領頭。

表 16：中國政府補貼氫動力車輛方案簡表³⁹

氫動力車輛	車輛類型	純電力續程 (R)	燃料電池系統額定功率 (P 單位 = kW)	補助標準 (萬人民幣)	技術要求
	轎車	R>300km	10<P<30	0.6 萬 /kW，上限 20 萬	燃料電池系統額定功率與驅動功率比不得低於 30%
	轎車		P>30kW	20 萬/輛	
	輕型客車/貨車			30 萬/輛	
	大中型客車/中型貨車			50 萬/輛	

我國的機會與利基市場

台灣的電力基礎設備以及汽柴油供應設備建置完整，電價低，油之燃料稅也無法從加油過程中收取，對於使用氫燃料電池發電或是運輸載具之應用無實質誘因。若考慮東南亞國家未來發展經濟，需要穩定的電力與便宜的能源，應可藉由我國之新南向政策，企業更需抓準東南亞電力基礎不足之機會，向其銷售利基能源商品。而我國偏遠地區仍經常因天然災害造成斷電失去通訊之情況，因此利用氫能燃料電池形成區域型微電網之應用，並透過在地示範場域進行國內產業技術練兵，發展出 one-stop shopping (一站購足) 的 Turnkey 方案 (一站式方案)，以 B2B (Business-to-Business；企業對企業) 方式鍊結東南亞在地國家之企業；提供穩定之電力與能源基礎設施，透過創新商業模式協助雙方產業升級轉型，賺取知識經濟之財富。

目前我國燃料電池產業鏈上、中、下游俱備(表 17)，但獨缺示範場域進行廠商技術整合及運轉之經驗，造成我國燃料電池產業與國際上競爭缺乏實際運轉數據及操作經驗。台灣過去於電機、電子資訊與機車等產業已有良好基礎，導入燃料電池技術後，具有綠色能源的效率與環保特色，產品將更具國際競爭力，目前各家廠商都於各自專長之領域積極進行研發與市場開拓。然而新能源產業發展初期極需政府政策誘因支持，非但有利於技術提升與帶動產業發展，在節能減碳方

³⁹ 本研究調查

面將更具成效。

表 17、台灣燃料電池產業供應鏈⁴⁰

原材料 (上游)	電池組件 (中游)	系統應用 (下游)	周邊產品
雙極板	電池組	系統	氫氣供應
盛英	工研院	工研院	三福氣體
鼎旭	中科院	能碩科技	聯華氣體
亞太	核研所	光騰光電	亞東氣體
恩良	光騰光電	中強光電	中油
新永裕	博研	亞太	甲醇供應
順德	鼎佳	博研	伊默克
碳布、碳紙	中興電工	核研所	李長榮公司
碳能科技	亞太	美菲德	甲醇燃料罐
重組器	新力	鼎佳	奇鎡
工研院	田勝	中興電工	儲氫合金罐
碧氫科技	繼茂	光陽	漢氫科技
高力熱處理	愛迪生	呈友	亞太
中興電工	膜電極組	群翌	博研
北瑞	揚志	新力	旭陽
信通	光騰光電	亞洲氫能	系統周邊零組件
俊鼎	亞太	錫力公司	高力熱處理
		漢氫	康舒
		聯盛數位	保來得
		加百裕	亞太
		電聯運通	宏進
		高力熱處理	茂迪
		聚眾聯合	

配合世界各國積極減碳政策以遏止氣候暖化，台灣發展新能源產業實屬必要，我國氫能燃料電池技術成熟、供應鏈完整，具海內外銷售實績，現階段亟需政府政策支持，依照燃料電池產品燃料來源多元與發電成本之特性，建議市場可區隔如下：

⁴⁰ 台灣燃料電池夥伴聯盟 2016.02 調查整理

表 18、不同燃料來源之應用市場區隔

燃料來源	主要用途
甲醇水	常用型穩定電力
氫氣鋼瓶	天災來襲時之緊急備用電力
再生能源電解製氫	建議離島地區搭配我國現有太陽能、風力與儲能系統
天然氣	適合一般民眾住宅

(資料來源：台灣燃料電池夥伴聯盟 2016)

目前國際燃料電池產業發展蓬勃發展，國內廠商如鼎佳、中興電工、美菲德之定置型燃料電池系統技術已成熟，於中國大陸、歐美國家及國內皆有商品販售或示範運轉實績。而用戶端則包含電信基地台、消防局、政府單位、學校、工廠、電視台、展覽館、醫院、鐵路局之備用電源、常用電源或市電並聯電力系統。燃料電池具有可長時間運轉、環境保護、具節能減碳效益、穩定電力之特性，確實可配合政府政策逐步發展成為家用與電廠之潔淨發電設備。

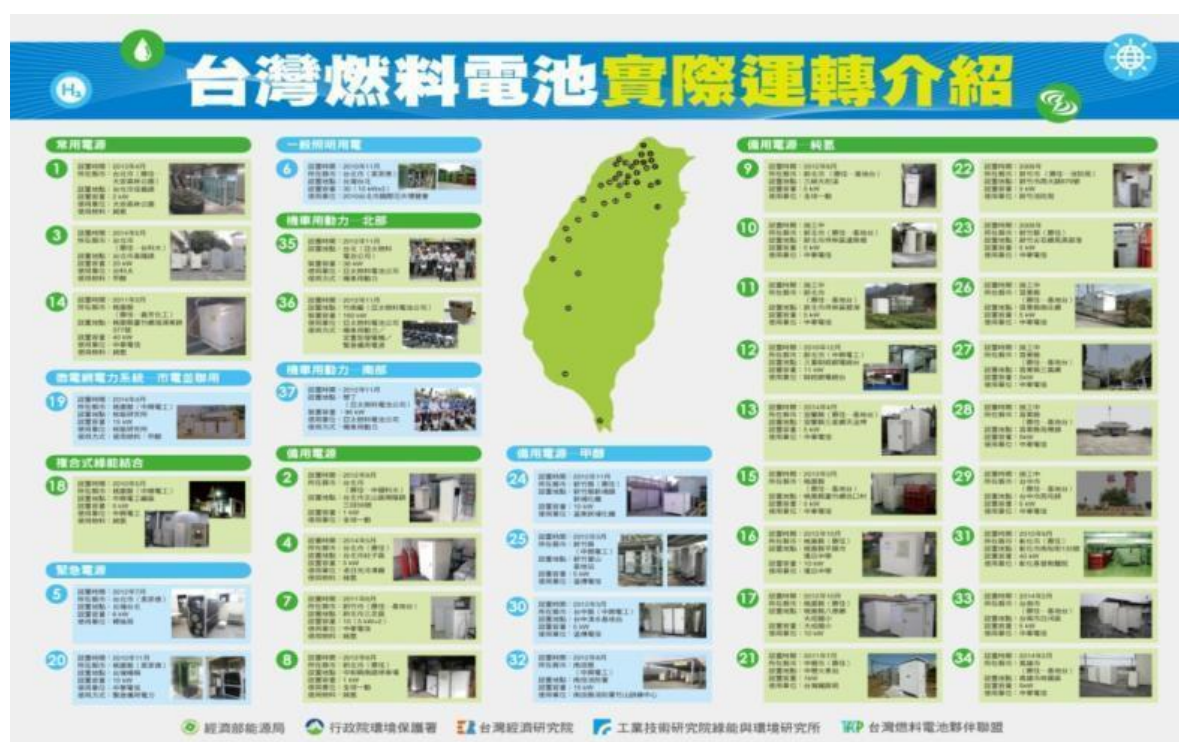


圖 25：台灣燃料電池實際運轉介紹⁴¹

⁴¹台灣燃料電池夥伴聯盟 2014.6 調查整理

台灣氫能燃料電池供應鏈已具備上、中、下游廠商與技術人才，燃料電池熱電聯產系統(Combined Heat and Power, CHP)已於日本、德國、南韓家庭使用，北美及歐亞市場預計十年內會有大幅度地擴張。電廠等級之大型定置型燃料電池市場較不成熟，但預測新興國家、美國、南韓因分散式電力需求及確保供電品質，2017年市場規模將大增。預計2020年歐洲每年可銷售15萬-20萬台 Micro CHP，並每年取代舊有鍋爐。日本家用燃料電池市場蓬勃發展，截至2017年3月，日本已安裝超過19萬台 Ene-Farm。歐洲於2014年第二階段燃料電池與氫氣聯合夥伴(FCH2JU)資金補助七年6億5千萬歐元，將與其他七大新能源(如風能、太陽能)發展技術計畫並重，以確保能源多樣性及碳排放量之減低。

相對於國際定置型燃料電池蓬勃發展，我國定置型燃料電池主要廠商為高力公司於2015年發表天然氣燃料電池發電系統，將開發節能供暖系統產品，並鎖定中國大陸的市場，而鼎佳能源、中興電工及美菲德定置型燃料電池公司已有多項國內外示範運轉實績，積極拓展中國大陸與歐美市場，並陸續取得多項燃料電池國際標準認證，主打質子交換膜燃料電池技術。

關於運輸型燃料電池，國際大廠主要發展氫能燃料電池汽車開發與上市，而台灣氫能燃料電池交通載具過去則致力於開發氫能燃料電池二輪車及小型車，例如偉馳能源高科技董事長吳宗興證實，該公司與成大合作研發的高階混合燃料電池車，偉馳與成大合作研發「鋰電池與氫燃料」混合新高階電池，為往後50年的新能源戰爭提前卡位。成功大學航太系師生研究團隊則是與業界合作開發的氫能電動機車「千里馬一號」，完成約一千公里，歷時七天，為國內「首輛」氫能電動機車環台成功創舉。亞太研發運用氫能的燃料電池近20年，並成功開發出全世界第一家氫能燃料電池摩托車，已完成36萬公里120部之道路實車驗證，唯目前由於製造成本較高，商業化模式與法規尚未完整建立，致暫時無法立即如gogoro之電動摩托車始銷售及發展。另錫力科技則設計燃料電池與鋰電池混合

動力系統「希望之星號」，採用質子交換膜(PEM)燃料電池技術，鋰電池則採用磷酸鋰鐵電池，與燃料電池交互搭配發揮大動力輸出與長續航力的性能。

我國氫能燃料電池就產業發展環境而言，發展之困境包含國內缺乏氫能燃料電池標準整合組織，未能適時反應產業研發成果與政策面支援需求，我國天然資源缺乏，產氫成本較國外高，大規模應用時，須尋求其他具經濟效益之氫氣來源，台灣本身內需市場小，產品無法量產達成規模經濟降低成本，台灣電價過低，廠商獲利困難，而氫能基礎建設不足，燃料運送困難也須受到考量，國際氫能燃料電池技術相關標準陸續公告，國內測試驗證與制定技術標準進度落後，影響產業發展與國際接軌。

就政策面而言，我國政府缺乏明確利基產品推動政策，廠商各自尋求國際合作，分散資源，台灣氫能燃料電池產業也未出現如太陽能、風能之其他新能源之明確推動政策。

此外，國外多為大型國際廠商與能源公司與其政府共同推動，如通用汽車、東京瓦斯等；我國則多為中小企業。氫能燃料電池人才之培訓與養成不易，若無法提升技術，將致競爭力不足。未來面對中國大陸及韓國等是全球能源消耗大國，皆已積極投入燃料電池科技，將是未來國內廠商爭取國際市場之重要競爭對手。

我國氫能燃料電池領域相較於其他新能源，仍有民眾認知度過低、認識不足，對安全性有所疑慮等問題，亦由於目前廠商認為獲利仍屬困難，導致台灣氫能燃料電池產業投入之廠商未能持續增長，由於目前我國氫能燃料電池產品仍未大量生產，因此目前售價仍過高，難以提升消費者主動購買意願。

反觀台灣燃料電池政策與產業近況，經濟部能源局之燃料電池示範運轉補助共分兩階段（98~100年及101~102年）結束後，本研究團隊統計調查台灣103-

105 年國內燃料電池建置案件數量及 kW 數共 38 案 132 kW (定置型 FC 共 29 案 111kW、運輸型 FC 共 9 案 21kW)，如下表：

表 19：103-105 年國內燃料電池建置案件數量

	運輸型 FC+定置型 FC 總計 (套數/kW 數)	運輸型 FC 總計 (套數/kW 數)	定置型 FC 總計 (套數/kW 數)
103 年	13/34.5	3/1.5	10/33
104 年	18/66.5	6/19.5	12/47
105 年	7/31	0/0	7/31
總計	38/132	9/21	29/111

就國內標準檢測驗證部分，國內燃料電池相關標準由經濟部標準檢驗局負責彙整訂定，主要是參考 IEC 62282 系列標準，並參酌國內相關法規，調和成 CNS 15468 系列。目前已經針對燃料電池模組、定置型系統、可攜式系統、微型系統和單電池的性能與安規，公布一系列標準，並且跟隨 IEC 更新的腳步，定期修訂公告新版。標準局過去在能源國家型計畫（NEP II）支持下，配合國內氫及燃料電池產業需求，已初步建立國家標準及檢測能量，檢測方面主要在定置型系統及零組件，而工研院及台灣大電力亦與國際檢測驗證廠商 UL 及 Intertek 公司攜手協助廠商於國內進行氫燃料電池產品各項檢測驗證。

在經濟部能源局支持下，2015 年於工研院六甲院區氫能與燃料電池測試中心打造燃料電池測試實驗室，為亞洲第一個通過 UL 國際認證體系評鑑，期透過實驗室協助業者快速取得國際認證，減少國內燃料電池業者將產品送往海外測試需耗費數百萬元費用的支出，縮短樣品驗證往返時程，掌握市場拓展商機。42目前工研院已於民國 103 年 11 月與國際知名實驗室荷蘭 Kiwa 完成能力測試比對，其中荷蘭 Kiwa 實驗室針對燃料電池之測試項目包含：

1. FC-1 2014/IEC 62282-3-100(safety) Paragraph 4.4.12 – Noise 噪音試驗

⁴² <http://www.chinatimes.com/newspapers/20151209000145-260210>

2. FC-1 2014/IEC 62282-3-100(safety), Paragraph 5.4 - Leakage Test (start & stop) 洩漏試驗& Paragraph 5.5 - Strength Test 強度試驗
3. FC-1 2014/IEC 62282-3-100(safety), Paragraph 5.6 - Normal Operation Type Test 正常操作型式試驗 & IEC 62282-3-201, 14.2 - Fuel Consumption Test 燃料消耗試驗, & IEC 62282-3-201, 14.3 - Electric Power Output Test 電功率輸出試驗, & IEC 62282-3-201, 14.9 - Computation of efficiency 效率計算
4. FC-1 2014/IEC 62282-3-100(safety), Paragraph 5.7 - Electrical Overload Test 電力過載試驗
5. FC-1 2014/IEC 62282-3-100(safety), Paragraph 5.8 - Shutdown Parameters 停機參數
6. FC-1 2014/IEC 62282-3-100(safety), Paragraph 5.12 - Surface and Component Temperatures 表面與元件溫度
7. FC-1 2014/IEC 62282-3-100(safety), Paragraph 5.13 - Wind Test 風力試驗
8. FC-1 2014/IEC 62282-3-100(safety), Paragraph 5.14 - Rain Test 雨淋試驗
9. FC-1 2014/IEC 62282-3-100(safety), Paragraph 5.16 - Blocked Condensate Line Test 堵塞冷凝管試驗
10. FC-1 2014/IEC 62282-3-100(safety), Paragraph 5.18 – Electrical Safety Tests 電氣安全試驗
11. IEC 62282-3-201,14.5 Start-up Test 啟動試驗
12. IEC 62282-3-201, 14.7 Electric Power Output Change Test 電功率輸出變更試驗
13. IEC 62282-3-201, 14.8 Shutdown Test 停機測試
14. IEC 62282-3-201, 15.2 Noise Test 噪音試驗(同 FC-1 2014/IEC 62282-3-100 Paragraph 4.4.12 – Noise)
15. IEC 62282-3-201, 15.3 Exhaust Gas Test 廢氣試驗
16. IEC 62282-3-201, 15.4 Discharge Water Test 排放水試驗

而工研院經由實驗室量測相同測試樣品的結果，來探討實驗室量測表現與測試一致性的影響因素，協助實驗室瞭解本身測試結果與整體測試結果的差異，進而確認測試能力或藉由問題探討與回饋矯正以提升檢測能力，同時亦期能提升測試報告的使用者對測試結果的信賴度。目前國內業者表示未來若國內測試驗證項目建置完整，將可完全節省送至海外之檢驗證費用，將可望降低成本與價格，另外行政院原子能委員會核能研究所，也特別建置了固態氧化物燃料電池測試實驗室，針對固態氧化物燃料電池的電池片和電池組，依照自訂之測

試程序，量測功率、開路電壓、長時效和交流阻抗等項目。⁴³

而關於氫能車上路之議題，聯合國 UN/ECE 於 2015 年 6 月訂定「氫能源及燃料電池」車輛安全法規 R134 版，交通部參考 R134，已請財團法人車輛安全審驗中心，就氫燃料車輛安全防護(整車)、氫貯存系統及氫貯存系統組件等三項車輛安全檢修基準之法規召會討論，於今(106)年 3 月 31 日修正發布，而氫能自動車上路檢驗方面，交通部已請運輸研究所參考美國 Google、Tesla，以及新加坡 2008 年無人駕駛公車等推動經驗，研修我國相關道路安全法規。

而近年國內重要產業消息如下：

順德工業宣布，已結合工研院、金屬中心，及日本、瑞典、美國等多家協力廠，成功開發出氫燃料電池的金屬雙極板電堆(Stack)模組，成為台灣首家廠商，將搶攻電動機車、無人飛機，及電動堆高機等燃料電池市場。

核研所所開發的「電化學發電機」系統，為固態氧化物燃料電池(SOFC)發電系統，輸出功率已達 1 kW，具備高效率及低汙染優點，可做為分散式基載電力使用，提供一般家庭或便利商店之電力需求。核研所已研發完整製造技術，正進行技術移轉國內業者，協助國內建立 SOFC 相關產業鏈，為我國開創一新興綠能產業。

美菲德氫能燃料電池今年第 8 年參加德國漢諾威展，以「微光方舟」計畫呈現能源整合的系統服務 (solar+wind+hydrogen/fuel cell+ rain water)獲美國能源部 (Department of Energy)燃料電池暨再生能源負責人的肯定，負責人 Dr. Satyapal 特別來到代表台灣的美菲德氫能燃料電池 m-FIELD 攤位交換意見和國際合作的可能性。

宏進金屬電漿噴鋅的領域擁有 30 多年的技術背景，並是國際大廠 Bloom Energy(BE)主要供應商之一，目前在固態氧化物燃料電池 (SOFC) 領域，年產能高達 900 萬片。

⁴³ 2015 年 08 月能源報導－能源新知，國內燃料電池測試能量介紹

康舒燃料電池部分，康舒指出，配合客戶走向國際市場，相關產品已開始在日本市場建置，第三代燃料電池今年開始量產，因此客戶今年訂單開始轉趨積極，下半年起將明顯放量。

從保來得毅然投入，可看出公司勇於在創新產業出擊，以及領導者的眼光與器度。如今 SOFC 連結板年產已達 400 萬片以上，今年內將提升五成產能，前景無限。國內廢核幾成定局，但也浮現 2018 年可能缺電的隱憂。在討論各種替代能源時，絕不可不關注到 SOFC 的發展。朱秋龍表示，SOFC 具有原料成本低、高轉換效率及靈活性等許多優點。這項原為美國太空總署的火星計劃而開發的技術，因極高的技術門檻，使得 BE 成為獨領風騷的領頭羊。SOFC 採用模組串接，發電容量具有彈性，1KW 系統就足供家庭需求，100KW 可滿足大型社區的用電，250KW 可供應一座中小工廠用電，卻佔用大約一部汽車停車格。以保來得工廠用電 5,000 KW 為例，只要 20 部 SOFC，電力就可自給自足。SOFC 以天然氣或瓦斯、甲烷為原料，轉換效率高達 60%，是太陽能電池的三倍。BE 預定 6 月推出 500 KW 系統，在能源界引起熱議。Google 多年前建置全球首套 100KW 容量的 SOFC 後，全球 500 大企業爭相建置。BE 由於產能有限，不僅美國市場供應不及，甚至加州地區的訂單就超出產能。據了解，日本 311 福島事件後，也曾緊急向 BE 尋求調借 SOFC，以解缺電之急。保來得在品質及產能均優於美國及加拿大同業，500 KW 連結板的生產進度順利，年產能高達 600 萬片，因此成為 BE 的主要供應商。一部 SOFC 至少需用 1 萬片連結板，保來得成功帶起 SOFC 產業鏈，高力熱處理、電漿噴焊廠宏進金屬等，都躋進 BE 供應鏈。Apple、AT & T、Walmart 等國際大廠爭相訂購 SOFC，日本軟銀也選定 SOFC 電廠為新的投資項目，隨著經濟發展，能源供應吃緊，SOFC 電廠可望在全球電力供應扮演要角。朱秋龍分析，集中式發電的火力電廠及核電廠逐漸退位，分散式電廠如 SOFC 崛起，可類比為過去的大型電腦系統逐漸被功能強大的智慧手機「小電腦」所取代。話鋒一轉，朱秋龍指出，提升電力容量是穿戴裝置成功的關鍵技術，手機大廠都為延長待機時間、減少充電頻率持續努力；其實，連結全球數十億支

手機通訊所建置的資訊處理中心，所建置的大型不斷電系統，更是核心投資項目。看中台灣電力供應穩定、電價低廉，Google 在彰濱設立大型資料中心，SOFC 發電系統扮演重要的角色。

高力燃料電池概念股高力 2014 年財報稅後盈餘 1.99 億元，每股稅後盈餘達到 2.45 元，高力董事會並決議對於去年股利配發 2.2 元股利，其中並包括 1 元的股票股利。高力 2014 年 2 月由 OTC 轉上市掛牌，2014 年財報稅後盈餘 1.99 億元，依期末股本計算，去年高力每股稅後盈餘達到 2.45 元，並較 2013 年財報 1.55 億元稅後盈餘成長 27.94%。高力目前積極在燃料電池零組件之外，亦於 2015 年發表天然氣燃料電池發電系統，將開發節能供暖系統產品並鎖定中國大陸的市場。

而偉馳能源高科技董事長吳宗興證實，該公司與成大合作研發的高階混合燃料電池車，將於 6 月底送科技部測試，為量產前準備。同時，在半導體與面板大廠儲能升級新單方面，已進行送樣，可望成功切入園區新商機。在 IPO 部分，偉馳也傳佳音，吳宗興透露，目前已有特定的屬意券商與會計師，並已啟動上市櫃計畫，預計明年第 3 季申請登興櫃。為掌握新能源商機，偉馳與成大合作研發「鋰電池與氫燃料」混合新高階電池，與現行油電混合概念相同，具有運用雙能源的優勢，但更先進的是，偉馳是採用未來世代的鋰電池與氫燃料，為往後 50 年的新能源戰爭提前卡位。吳宗興說，新產品已獲科技部補助，代表具有國家級研發高度與技術能量，目前進行最後階段測試，預計明年 Q3 量產，屆時將是偉馳創立以來的重要分水嶺。不僅如此，吳宗興提到，因偉馳已進駐科學園區，同為園區大廠，偉馳獲得多家上市科技公司信賴，目前在面板廠與半導體廠能源升級的封裝模組，已送樣，預計半年試車期通過後，將開始出貨。吳宗興表示，此次園區科技廠的鉛酸電池汰換商機相當龐大，一旦指標公司採用後，將形成連鎖效應，偉馳有機會取得高市占率，拿下大量訂單。偉馳兵分雙路，在科技大廠升級與科技部計畫都將進行最後測試，如果雙喜臨門全數通過，將是偉馳有史以來成長最大的新里程，更是偉馳未來進入資本市場的堅強實力。

亞太研發運用氫能的燃料電池近 20 年，並成功開發出全世界第一家氫能燃料電池機車，已陸續在屏東、花蓮和台北等地試運行。美國以永續環境項目為投資標的的「藍月基金」(Blue Moon Fund)，計畫投資氫燃料電池機車，藉此減少亞洲的機車排放污染，亞太燃料電池在 2000 年 11 月發表了全球首部氫燃料電池機車，迄今，已在 5 個核心領域共獲得了 160 多項專利。目前亞太的氫機車氫燃料機車的尚需補充相關法規及標準，並建立相關基礎設施。亞太希望，100%MIT 的技術能夠優先在台灣推動。同時間，國外對氫燃料電池機車的興趣已蜂湧而來，準備揚威海外。

成功大學航太系師生研究團隊則是與業界合作開發的氫能電動機車「千里馬一號」，一月廿六日從台南出發環島約一千公里，歷時七天，完成國內「首輛」氫能電動機車環台成功創舉。「千里馬」配備有三千瓦的氫燃料電池與一千瓦的鋰電池，環島測驗發現耗電最多的爬坡路段，千里馬耗電僅約二千瓦，電池部分還可再縮小、減少車體重量，以延長續航力。這趟環島行「千里馬」最高速為時速六十三至六十五公里，如以時速四十公里定速巡航，一次約可跑一百六十公里。

錫力科技從先從遊艇應用切入，已成功打造「沐洋號」、以及「希望之星號」等綠能電動船所用的燃料電池系統，並正式啟航營運，證明了其開發運輸應用系統的能力，未來公司將以此為基礎，進一步擴展到包括巴士、卡車、甚至小型三輪車等不同的運載工具，積極開拓市場。「希望之星號」全長約 17 米，核准載客人數超過 90 人，採雙船體設計，可大幅降低航行阻力，結合 2 組各 40KW 感應式電動馬達，採 300V 以上高壓驅動，並搭配錫力科技所設計之高效率傳動系統，航速可達 10 節，6 節巡航亦可達到 8 小時以上續航力，同時船頂亦搭配太陽能板，提供船隻弱電系統日間電源補充。採用質子交換膜(PEM)燃料電池技術，具備快速啟動、低溫工作(僅約 80°C)、壽命長以及適合多次連續啟停操作的應用，結合錫力科技特殊設計之負載追蹤能力，具備快速拉載的動力性能；鋰電池則採用磷酸鋰鐵電池，與燃料電池交互搭配發揮大動力輸出與長續航力的性能。

中科院方面則是研發 3kW 級化學氫燃料電池系統之氫燃料電池，其關鍵的技術在於使用了硼氫化鈉 (NaBH_4) 這種白色固體作為產氫原料，並研發了低成本的「鐵鈷複合鎳觸媒」來進行催化，使硼氫化鈉加水產生氫氣的反應加速！經過模組自動化後，便可以根據所需功率自動調整產氫量和燃料電池發電量。

台北科大研發的家用燃料電池今年將會技轉給廠商，預計兩年內上市。另該校奈米光電磁材料技術研發中心與日本國家物質材料研究機構燃料電池及鋰電池中心，已簽合作備忘錄，包括交換師生研究人員執行研究、共同執行研究計畫及指導研究生。北科大目前研發的家用燃料電池，屬於「固態氧化物」，從原料到製程，百分之百本土自製。

碳能 2015 年開始接到韓國 H2 Inc 之大型儲能系統 VRB 石墨電極訂單；宏進金屬每年協助 Bloom energy 出貨量每年持續成長；揚志公司新開發「水電解」用之 MEA，目前已達開始送樣階段。

中興電工於 2008 年成立燃料電池研發團隊，發展自有電池堆、重組器、燃料電池系統等。該公司初期大量招募研來自學界之碩博生作為研發主力，初期耕耘國內研發示範及中國大陸備用電力市場，近期於 2016 年五月與加拿大 Ballard 達成協議，以 3 百萬美金併購其甲醇重組器備用電力事業，該燃料電池甲醇重組器備用電力設備為 5kW 功率，搭配 200L 體積的甲醇，在全世界已有兩千多套系統的實際運轉經驗，中興電工取代原 Idatech 在美國與墨西哥之生產線，在台灣建置一新生產線，繼續生產與研發該系統。由於 Ballard 生產之電池堆為目前全世界最具競爭力之一，中興電工則另有協議向 Ballard 購買 2 百萬美金等值之電池堆。中興電工更利用重組技術將甲醇水轉換為氫氣用作燃料電池，用在電信基地台備援電力，將甲醇水開發出汽車引擎除碳機，銷往菲律賓及印尼。預計年底會有第 1 批 1,000 台燃料電池訂單，金額約 7 千萬美元，後續還會有 4、5 千台訂單。尼泊爾則還在接觸中。中興電工也正與印度洽談設廠案，印度方面預計 9 月底派人來台談合約，未來將攜手前往非洲設 3 條燃料電池生產線及微電網。

盛英為鼎佳燃料電池母公司，主要業務為金屬極板與端版之製造。鼎佳為 2008 年成立，初期研發人員與技術由工研院技轉提供，發展 5kW 燃料電池電池堆，後發展 1~5kW 級燃料電池系統，最大系統經多組子系統串併聯設計後可達 40kW。盛英集團內另有工程公司負責研製鑄模式大型變壓器，該公司對電力系統與方案累積達 30 年之經驗與資源。

國內鼎佳能源、中興電工及美菲德定置型燃料電池公司已有多項國內外示範運轉實績，積極拓展中國大陸與歐美市場，並陸續取得多項燃料電池國際標準認證，主打質子交換膜燃料電池技術。

目前經濟部能源局補助燃料電池示範運轉 102 年落幕後，近年仍有業界能專之補助，以及國家通訊傳播委員會(NCC) 103-106 年針對高抗災通訊平台之燃料電池等緊急備援電力進行補助，而 NCC 補助則已有 6 案完成設置或建置中。

我國氫能燃料電池產業鏈完整，發展氫能燃料電池產業極具機會。尤其國際 2015 年燃料電池汽車進入市場，帶動整個燃料電池市場的發展，其關連性周邊組件與系統構件預估將同步成長。在此成長契機，國內廠商應善用本身核心技術積極爭取進入國際燃料電池大廠供應鏈。有關我國燃料電池產業發展 SWOT 分析如下表 20 所示。

表 20：我國氫能燃料電池產業 SWOT 分析⁴⁴

優勢(Strength)	劣勢(Weakness)
<p>1. 燃料電池之主要應用，如發電機、小型車輛、3C 產品等，我國均已有完整產業鏈，有助於各種產品發展。</p> <p>2. 台灣擁有領先全球之精密機械、電子工業製造能力，且台灣在發展燃料電池科技相關之精密機械、電子</p>	<p>1. 國內缺乏氫能燃料電池標準整合組織，未能適時反應產業研發成果與政策面支援需求。</p> <p>2. 政府缺乏明確利基產品推動政策，廠商各自尋求國際合作，分散資源。</p> <p>3. 國外多為大型國際廠商與能源公</p>

⁴⁴ 台灣燃料電池夥伴聯盟整理,2016

<p>電機、熱傳、流力、化學與材料領域已有相當成熟的技術。</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 產業從材料到封裝之系統整合實力基礎雄厚，例如電子產品之量產技術、產品上市速度及成本能力等均具優勢。 4. 政府過去累積多項示範運轉計畫及投入基礎研究，PEM 技術已進入成熟期，協助國內廠商的產品儘速商業化與普及化。 5. 國內多家廠商為燃料電池領導企業之零組件主要供應商。 6. 標準檢驗局完成多項燃料電池技術標準 CNS 公告，並持續進行相關技術標準之審議。 7. 運輸型燃料電池交通載具部分，台灣機車產業擁有研發與製造能力，燃料電池摩托車已完成多項實車道路測試經驗。 8. 國內廠商長期投入燃料電池摩托車研發，具有技術領先優勢。 9. 國內廠商已領先全球開發船舶用燃料電池，並已實際商業化運轉。 10. 國內已有氫能燃料電池產業標準測試驗證單位。 	<p>司與其政府共同推動，如通用汽車、東京瓦斯等；我國則多為中小企業。</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. 民眾對於氫能燃料電池認知度低、認識不足，對安全性仍有疑慮。 5. 我國天然資源缺乏，產氫成本較國外高，大規模應用時，須尋求其他具經濟效益之氫氣來源。 6. 內需市場小，產品無法量產達成規模經濟降低成本。 7. 國內廠商技術集中在 PEMFC，缺乏大規模輸出功率技術。 8. 台灣氫能燃料電池產業未出現如太陽能、風能等明確推動政策。 9. 台灣電價過低，綠能誘因低，使用者投報率低，廠商獲利困難。 10. 氫能基礎建設不足，燃料運送困難。
<p>機會(Opportunity)</p>	<p>威脅(Threat)</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. 京都議定書已於 2005 年 2 月 16 日正式生效，潔淨能源產業發展日漸蓬勃，2015 年巴黎 COP21 會議各 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 氫能燃料電池人才之培訓與養成不易，若無法提升技術，將致競爭力不足。

<p>國政府均訂定國家節能減碳目標，並大力推動綠能產業，有助氫能與燃料電池產業發展與行銷國際，更顯示各國減碳之決心。</p> <p>2. 提升自產能源比例，再生能源及新能源之利用提升能源自主性，有提升國家能源安全之戰略考量。</p> <p>3. 日本 311 核災有助於提升各國對於再生能源與氫能之發展重視，台灣為颱風、地震之天災頻繁島國，多處偏鄉與山區存在緊急備用電力需求。</p> <p>4. 國際推廣智慧電網風潮，燃料電池可做為儲能調節用電負載。</p> <p>5. 豐田汽車 Mirai 汽車推出，2015 為車用燃料電池發展元年，期能帶動國際氫能燃料電池產業發展。</p> <p>6. 各國尚未推出二輪燃料電池交通載具之量產化產品，我國將擁有先行者優勢。</p> <p>7. 國際物聯網趨勢下，生產大規模感測器將帶來可攜式龐大商機。</p> <p>8. 智慧型手機之普及，可攜式型具有廣大目標市場。</p>	<p>2. 國際原油價格持續維持低檔。</p> <p>3. 國內電價受制於政策因素，長期維持低檔。</p> <p>4. 美、日、歐盟等先進國家在全球能源市場中，具備大部分上游材料、關鍵零組件、研發人才與設備之優勢。</p> <p>5. 中國是全球能源消耗大國，其與韓國皆已積極投入燃料電池科技，將是未來國內廠商爭取國際市場之重要競爭對手。</p> <p>6. 大陸氫能燃料電池產業積極發展，相關標準訂定正大力展開，應研商建置兩岸共通標準，協助國內業者進入市場。</p> <p>7. 國際氫能燃料電池於技術關標準陸續公告，國內測試驗證與制定技術標準進度落後，影響產業發展與國際接軌。</p>
--	--

三、研擬我國氫能產業發展政策及運用示範計畫

- (一) 參酌與地方政府、業者及專家學者訪談結果，以及日本等國際科技先進國家成功發展經驗，提出我國發展氫能短中長期推動目標及策略。

目前我國燃料電池供應商有四家元件製造廠商於 2015 年銷售予美國 Bloom Energy 燃料電池達 30 多億台幣，近年業績不斷成長，康舒已發展到第三代整流器設備，體積大幅縮小，而 Bloom Energy 也於 2016 年提出 IPO 計畫，預計未來台灣廠商將持續扮演關鍵零組件供應角色。Bloom Energy 的另外一群供應商位於印度，由 Bloom Energy 統整各個零件供應，讓印度的工廠替 Bloom Energy 代工生產燃料電池系統。



成立時間: 2001

預估年營業額: 378

百萬美元 (3.78 億美
元)

美國發展燃料

電池應用

已安裝容量:

以減稅誘因補

總產值

占 30%

台灣廠

30~40

億提供世界一

等元件製造

(1 億多

間接獲

美元)

得收益。

力

BE 已於 2016

年提出 IPO

計劃。

康
生
舒
100kW
廠

整流
器/逆
便器

200MW
高
生
預
估
15
0.8
億
率

板式
熱交
換器

保
SOFC
100kW
用
合
壽
12
金
連

接板

宏
售
3
連
接
金
板
面

噴
錫
力

圖 26：美國 Bloom Energy 與台灣燃料電池供應商之關聯

由 Bloom Energy 的案例，可以發現透過國內具有頂尖技術實力的廠商與國外技術利基廠商合作，經過全球供應鏈整合，將產品價值提升品質，並配合適當的政府政策支持，在美國發展出一個利基市場，利用在地便宜低價的天然氣發電，達到減碳與產業發展的雙贏模式，而早期的產品使用者為美國 Fortune

500 的公司，也間接地獲得企業綠色形象，無形中替公司品牌加分。

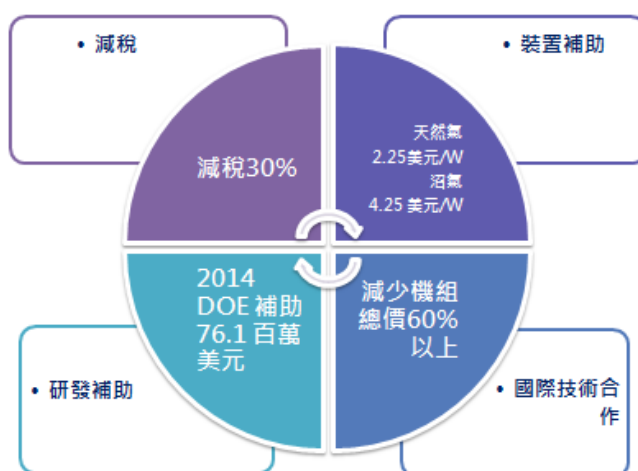


圖 27：美國 Bloom Energy 在美國發展市場與政府政策協助

國內目前面臨產業轉型方向不明確、經濟發展減緩，且民眾環保意識抬頭，PM2.5 等環境汙染與非核家園之能源問題急待解決，歷年來亦為新舊政府提出政策及致力改善之問題。而氫能源為符合此些政策之依據，並可望成為解決方案之一，因此本研究團隊經初步產、學、研之專家訪談及參考國際官方資料後，目前以「環境減碳」、「能源安全」與「經濟發展」作為我國發展氫能之總體目標，相關政策依據如下：

1. 行政院環保署溫管法：

國家溫室氣體長期減量目標為 2050 年溫室氣體排放量降至 2005 年百分之五十以下，並具有相關調整機制，可參酌聯合國氣候變化綱要公約與其協議或相關國際公約決議事項及國內情勢變化，作必要之調整。⁴⁵

2. 經濟部新能源政策：⁴⁶

⁴⁵ 「溫室氣體減量及管理法」立法院三讀條文簡要說明; 2015

⁴⁶ 經濟部施政重點; 李世光; 2016

- [1]. 建立低碳永續、高質穩定、效率經濟的能源體系。
 - [2]. 核四停建，核一、二、三廠不延役，2025 年完成非核家園。
 - [3]. 積極開發綠色能源，2025 年再生能源發電量佔總發電量的比例達 20%。
 - [4]. 加速興建第三座天然氣接收站，擴大使用天然氣，降低現有火力發電廠的汙染與碳排放。
 - [5]. 完成電業法修法，提供能源轉型所需的市場結構與法治基礎。
3. 經濟部 2020 年產業發展目標：

2020 年前達成「台灣整體製造業附加價值率」由 2008 年 21% 提升至 28%；「台灣整體產業無形資產占固定資本形成比重」由 2008 年 7% 提升至 15%；「台灣綠能等新興產業占整體製造業實質產值」由 2008 年 4% 提升至 30% 等目標。

綜合上述之相關政策發展依據，本研究將以「環境減碳」、「能源安全」與「經濟發展」作為台灣氫能發展之總體目標，彙整如下圖 28，並以此氫能發展總體目標訂定我國短中長期之氫能發展策略藍圖。

1.環境減碳	• 行政院環保署溫管法：國家溫室氣體長期減量目標為2050年溫室氣體排放量降為2005年50%以下。
2.能源安全	• 經濟部整體再生能源發展目標：2025年達成非核家園，目標設定再生能源達總發電量20%。
3.經濟發展	• 經濟部2020年產業發展目標：台灣綠能等新興產業占整體製造業實質產值由2008年4%提升至30%。

圖 28：台灣氫能發展總體目標

本研究亦參考經濟部能源局之2016年能源產業技術白皮書之我國氫能燃料電池發展目標及策略，目前國內之應用產品以電信基地台備用電力與二輪代步車應用為主，也涵蓋分散式發電系統、電動堆高機、城市觀光遊艇、移動式電源、共構共站等應用，增進實際使用驗

證並提升產品可靠度⁴⁷，而我國質子交換膜燃料電池發展時程參考工研院整理之圖29，而目前產業化之推動則以燃料電池作為高抗災基地台緊急備援電力、高密度燃料電池組/關鍵元件專利組合佈局與授權為主，目前能源局已公佈未來目標至2025年燃料電池裝置容量需達60MW。

技術項目	短程(~2018年)	中長程(~2025年)
質子交換膜燃料電池系統	高功率系統技術開發及驗證；擴大燃料電池應用領域及社會實證。	燃料電池系統商品普及階段
	(1) 定置型電力系統成本<NT100,000/kW，國內產品輸出國際市場。 (2) 應用於高抗災通訊基地台備用電力之實證。 (3) 應用於堆高車、船舶及巴士等移動載具實證。 (4) 2018年建立高功率多模組串並聯發電系統技術。	(1) 燃料電池國內裝置容量達200MW。 (2) 燃料電池應用於交通載具與定置型發電系統。
質子交換膜燃料電池組暨關鍵元件	國內產業全自主量產燃料電池關鍵元件/BOP能力培植。	低成本高功率密度(金屬雙極板)燃料電池產業建立。

資料來源：工研院整理，2015年12月

圖 29：我國質子交換膜燃料電池發展時程

本研究團隊與我國氫能燃料電池產業相關之產、官、學、研進行訪談與資料蒐集，探討我國氫能發展之短中長期推動目標策略，拜訪單位列表 16，以及能源局 2016 產業技術白皮書之推動目標與策略，並參考日本氫能燃料電池推動之戰略圖⁴⁸，及日本氫能發展策略藍圖 (Summary of the Strategic Road Map for Hydrogen and Fuel Cells)⁴⁹(如附件一)，於 3 月 1 日~3 月 8 日組團前往日本參與東京能源展(FC EXPO 2017)、拜訪北九州氫能城、橫濱市政府與其市內氫能設施、國際氫能大廠(Tokyo gas, Nissan, 千代田化工)，蒐集日本推動氫能社會

⁴⁷ 經濟部能源局 2016 年能源產業技術白皮書

⁴⁸ Summary of the Strategic Road Map for Hydrogen and Fuel Cells; agency for natural resources and energy; 2014

⁴⁹ METI, June 23, 2014 Agency for Natural Resources and Energy

之施政與相關措施，國發會亦於 3 月 13 日邀集各部會召開本研究計畫之期中審查與討論、3 月 17 日召開業界座談會(如附件五)，本研究團隊擬定我國氫能發展短中長期推動目標說明如下：

1. 短期：專注技術研發及標準法規訂定

我國目前以質子交換膜燃料電池技術為主，其上、中、下游皆具備完整之供應鏈，未來可持續研發其熱電共生系統應用，以增加應用範圍之廣度；就固態氧化物燃料電池而言，我國有數間零組件供應商已長年供應零組件予美國氫能燃料電池大廠 Bloom Energy，亦佔目前我國主要氫能燃料電池產業產值之 80%，因此發展我國氫燃料電池之零組件供應技術亦為重點之一；而就未來長遠之商轉化與市場接受度而言，氫燃料電池產品之初期購置成本亟需下降，因此產品之規格標準化、產品模組化以及技術專業分工亦為初期氫能發展之關鍵。

發展氫燃料電池相關製造業，將可增加技術國產化及氫能燃料電池產品製造與研發實力，並協助達成台灣綠能產業佔製造業產值之 30%之產業目標，我國氫燃料電池產業供應鏈目前之技術發展相較於國際仍稍嫌落後，因此仍須持續投入技術研發補助，而成熟型燃料電池產品應可規劃進行用戶端補助，並依據利基市場制訂技術發展藍圖與分工，將資源有效利用。

2. 中期：推動技術模組化，待成本下降後可經濟使用

除我國已發展較為成熟之質子交換膜燃料電池持續精進其技術外，供應國際大廠 80%零組件之固態氧化物燃料電池廠商應可朝系統整合與國產化為發展目標，以因應我國未來需 MW 級之基載電力，可作為緩解我國電力缺口之解決方案之一，此階段應致力於推動技術模組化，待成本下降後可經濟使用。

技術研發補助與企業用戶端推動之設備補貼可並行，尖峰電

價差異化、躉售電價及綠電憑證等相關政策可視情況推動，以增加使用氫燃料電池之誘因，技術更為成熟且增加更多國內實際運轉經驗後，建議可配合相關海外拓銷政策及補貼(如新南向政策)，輔導我國產業進一步國際化。

3. 長期：達成以分散式電力取代部分電力供應。

當我國 2025 年再生能源達總體電力之 20%，應將有風力與太陽能之餘電可進行電解水製氫，增加氫燃料取得之方案多元化與普及化，促使更多用戶端應用氫燃料電池做為分散式發電來源，取代部分電力供應。

氫燃料電池之長期發展目標，可搭配微電網系統進行尖峰用電調節，進一步可設置氫燃料電池發電機，或推廣至家庭成為家用型分散式電力以取代部分電力供應。

未來無論質子交換膜燃料電池或固態氧化物燃料電池，我國除提高整體自製率及其技術水平，重點應在於發展具國際競爭力之氫燃料電池產業，以達外銷國際市場之國際技術水平，以帶動我國產業經濟之發展。

(二) 提出高雄及花蓮地區等地之氫能運用示範計畫，包括具體運用方式及部會分工等。

願景：高雄與花蓮之氫能示範計畫目標主要為利用當地各主要觀光及燃料供應據點，發展智慧綠能與低碳之發電應用及交通網絡，以低碳載具及低碳能源發電設備應用於該氫能示範區，進行氫燃料電池技術與產業發展、整合與應用，促使民眾體驗並增加綠色能源之認知度，及加強安全性之宣導，亦培養當地綠色能源之營運管理及維護人才，並可複製於我國其他縣市，進一步推展至國際可能之應用市場。

➤ 高雄地區氫能運用示範計畫

1. 地方產業發展現況

高雄市人口約 277.9 萬人，其境內之產業發展主要為石化、重工業及鋼鐵業，乃此類產業之重要發展聚集地，亦為其經濟之主要發展來源，產值約佔全國的 1/3。包含仁大工業區、大發工業區、林園工業區等工業區，此外，三輕、四輕、五輕之廠址亦座落於高雄市內，而高雄市境內尚有兩座煉油廠，中國鋼鐵公司之廠址也設立於高雄。此外，高雄於海洋相關產業亦有相當的發展，如海洋運輸業、漁產加工、遊艇製造廠等等。惟高雄目前產業發展上，於綠能產業之部分相較下仍較為匱乏，若將綠能產業之相關系統導入石化及鋼鐵重工業，則將大幅減少此類工業廢氣之產出，將能有像減低當地環境之負擔，並改善當地之空氣品質。

2. 氫能潛力

高雄市境內之產業發展主要係以石化、重工業及鋼鐵業為主，又此類產業為我國工業餘氫主要來源，目前我國之工業餘氫後端處理方式因產業製程與純度而異，工廠大都採商業販售或以汽電共生之燃燒處理作為廠區供熱，並符合環保排放標準。本研究盤點高雄地區之工業副產氫產量如下表，唯具工業製程產氫之業者多反應若無相關政策誘因，目前幾乎沒有多餘之工業餘氫可作為氫燃料電池發電應用。

表 21：高雄地區之工業副產氫產量盤點

工業副產氫業者	地點	每年產量 (公噸)
中國鋼鐵 ⁵⁰	高雄	95,000
台灣志氣 ²⁵	高雄	2,523
台灣苯乙烯 ⁵¹	高雄	8,288
國喬石化 ²⁶	高雄	1,514
中油林園石化 ²⁵	高雄	13,000

⁵⁰ 財團法人中技社-專題報告：國際與我國氫能運用發展與推動政策分析(2016); 陶在樸、林文章(2015)

⁵¹ 石油化學工業 2016 年報



圖 30：高雄市境內各工業區分布

3. 氫能示範規劃

未來若中鋼之焦爐氣之純化技術提升、成本下降時，並配合政策補貼之誘因而可能之氫能示範規劃如下，本研究亦於 106 年 4 月 2 日前往高雄實地勘查，並於 4 月 6 日訪談高雄科工館，高雄科工館內目前於民眾體驗區已有設置氫能燃料電池小火車，過去亦有燃料電池發電機之設置使用經驗，並初步表示若未來於高雄進行氫能燃料電池之示範計畫，有意願協助進行展示及民眾推廣，高雄科工館及博二藝術特區目前為高雄重要之觀光據點，應可成為未來進行氫能燃料電池示範計畫之重要據點之一。



圖 31：高雄氫能示範計畫構想示意圖

➤ 花蓮地區氫能運用示範計畫

1. 地方產業發展現況

花蓮縣人口 33.34 萬人，其境內除發展觀光、農業等產業外，於工業之產業發展部分亦有相關工業廠區之設置，包含美崙工業區、光華工業區、和平水泥專業區等工業區之設置。此外，中華紙漿公司亦於花蓮設有造紙廠，生產相關紙類產品等，若將此類工業搭配上相關綠能產業之發展，便可減低因工業對當地環境所造成之破壞，更可將環境永續發展之觀念加以發揮及闡發。

2. 氫能潛力

由於造紙業亦屬於國內工業餘氫之主要產出來源之一，且造紙業所產出之餘氫，純度係所有工業餘氫中最高者，即其所包含之雜質最少，不須太多繁複之純化手續，即可獲得具有利用價值之氫氣。又中華紙漿公司所設立於花蓮之製造廠，其一年所產出之餘氫約 450 噸，預計可供應 45 台氫燃料電池機車每天上路運轉，11.5 kg 之氫氣，若以氫燃料電池發電方式，每天可發電量為 151 度電(kWh)。



圖 32：中華紙漿位置圖說明

中華紙漿公司於 2014 年曾與東華大學合作，設立氫能源基地及小型加氫站，發展氫能燃料電池載具。若將該公司所產出之大量餘氫加以利用，

且由於係現地之氫氣利用，不需將氫氣加以運輸，故若現地設置氫能燃料電池發電，將大幅降低發電成本，具有發展氫能之優勢條件。



圖 33：中華紙漿示範餘氫回收使用過程

3. 氫能示範規劃

本研究團隊於 106 年 1 月 24 日拜訪中華紙漿，中華紙漿表示若有政府計畫進行氫燃料電池發電及示範運轉之補助，願意支持於花蓮當地進行氫燃料電池示範計畫，以協助國內氫燃料電池產品之技術與效率提升之使用經驗研究。並釋出部分氫氣(其原先已進行製造銷售之氫氣副產品)，作為氫能示範計畫之發電燃料來源，於其廠內實際進行氫燃料電池發電機及工具機及花蓮當地氫能示範區之應用，此外，本研究團隊亦於 3 月 27 日前往花蓮縣進行實地勘查，建議花蓮當地可搭配門諾醫院、吉安慶修院、楓林步道、鯉魚潭等重要據點進行氫能示範計畫，當天亦拜會花蓮縣政府進行意見搜集（會議紀錄如附件六），花蓮縣政府表示對於於當地進行氫能燃料電池示範計畫樂觀其成，並建議結合當地產業發展及需達民眾體驗宣導效益。

➤ 推動分工芻議

本研究團隊參考日本氫能社會推動之組織架構模式(如下圖34)研擬我國之氫能運用示範計畫部會分工，並提出高雄、花蓮示範運轉計畫構想。日本氫能社會之推動由日本經濟產業省(METI, Ministry of Economy, Trade and Industry)為主，其支援能源廳負責能源政策之制定與推行，轄下獨立行政法人，包括新能源產業技術總合開發機構(NEDO)、產業技術總合研究所(AIST)等，經產省以負責經濟產業、通商、貿易、產業技術和商務流通等政策之制定與推行，以及發展對外經濟關係，維護能源和礦產等資源的穩定供應，促進經濟成長和企業的發展，帶動民間的經濟活力為其相關任務。並與由產、學、研所組成之委員會，共同進行氫能燃料電池之策略藍圖規畫及推動計畫。此外，亦與民間企業於2001年成立之燃料電池實用化推進協議會(Fuel Cell Commercialization Conference of Japan)、以及日本政府部門之產業技術綜合研究所(產總研)、文部科學省、國土交通省共同分工推動氫能社會。⁵²

2016年METI共投入363.5億日圓進行氫能社會推動工作，包含推廣清潔能源車使用(137億日圓)、發展加氫站(62億日圓)、支持使用家用型燃料電池(ENE-FARM)(95億日圓)、氫氣利用技術研發計畫(41.5億日元)、取自未使用能源之氫氣供應鏈建置示範計畫(28億日圓)等項目。而NEDO則於2016年投入122億日圓研發氫能與燃料電池技術，當中包含固態氧化物燃料電池(SOFC)、氫利用技術、氫利用先導研發、氫能社會與質子交換膜燃料電池(PEMFC)等項目。

⁵² Fuel Cell Commercialization Conference of Japan, <http://www.fccj.jp/eng/index.html>

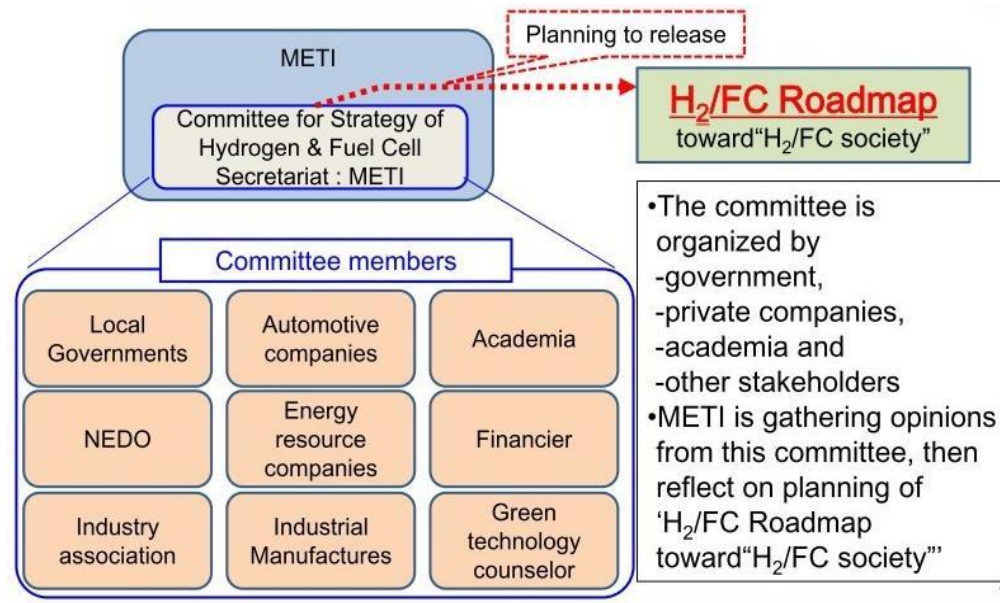


圖 34：日本氫能燃料電池推動跨部會整合分工

本研究團隊參考日本氫能社會之推動部會分工，研擬我國之氫能運用示範計畫部會分工供有關單位參考，推動我國氫能燃料電池相關計畫等工作，未來亦建議可成立溝通平台，強化部門間橫向合作：

- (1.) 國發會：完成本委託研究案，提供業管部會做為我國氫能中長期發展之參考。
- (2.) 經濟部：
 - [1] 氫能應用：以氫能作為多元發電來源之一，2025 年氫能建置量 60MW 為主要目標，落實綠色能源推動政策。
 - [2] 標準建立：制訂氫能燃料電池技術、安全、及產品檢測驗證標準與環境建構。
 - [3] 產業推動：針對氫能產業鏈、應用端與燃料供應端，推動燃料電池利基產之應用市場。
- (3.) 交通部：法規建立，制訂氫能相關交通建設、加氫站、交通載具等等管理辦法。
- (4.) 勞動部：法規建立，制訂高壓氫氣、氫能勞工安全與場所相關

管理辦法。

(5.) 內政部：高壓加氫站用地變更事宜。

(6.) 環保署：協助地方政府，獎勵用戶端應用氫燃料電池相關發電機或載具達減碳效益。

伍、結論與建議

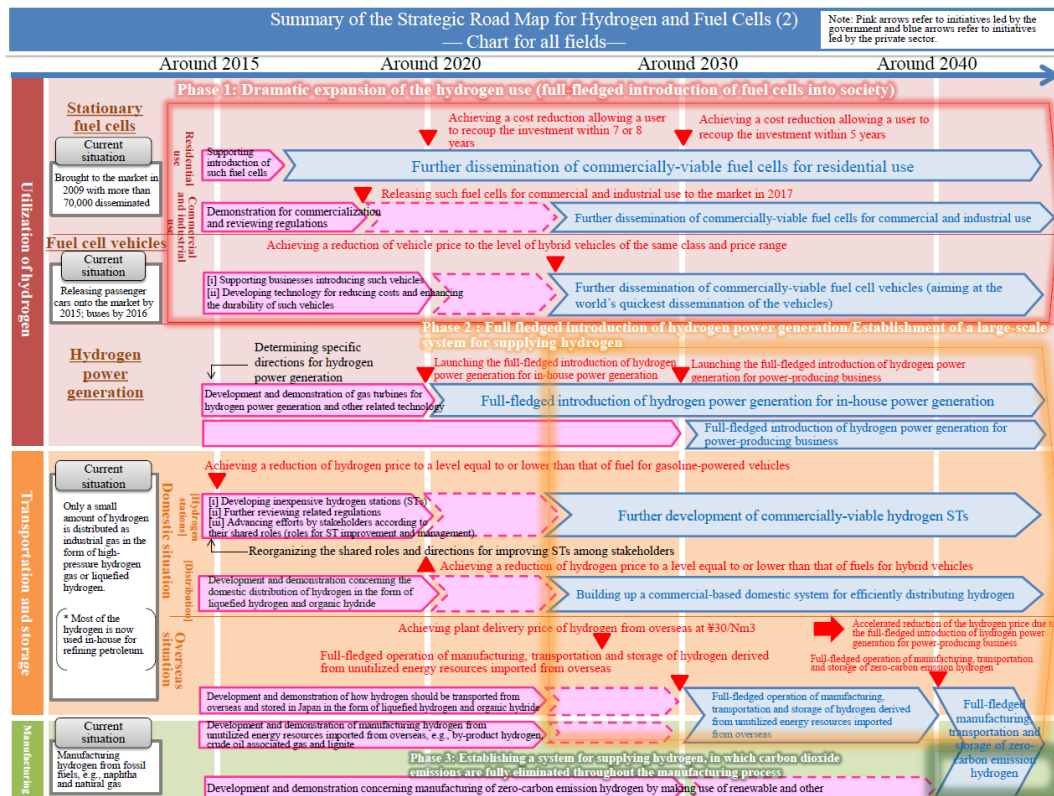
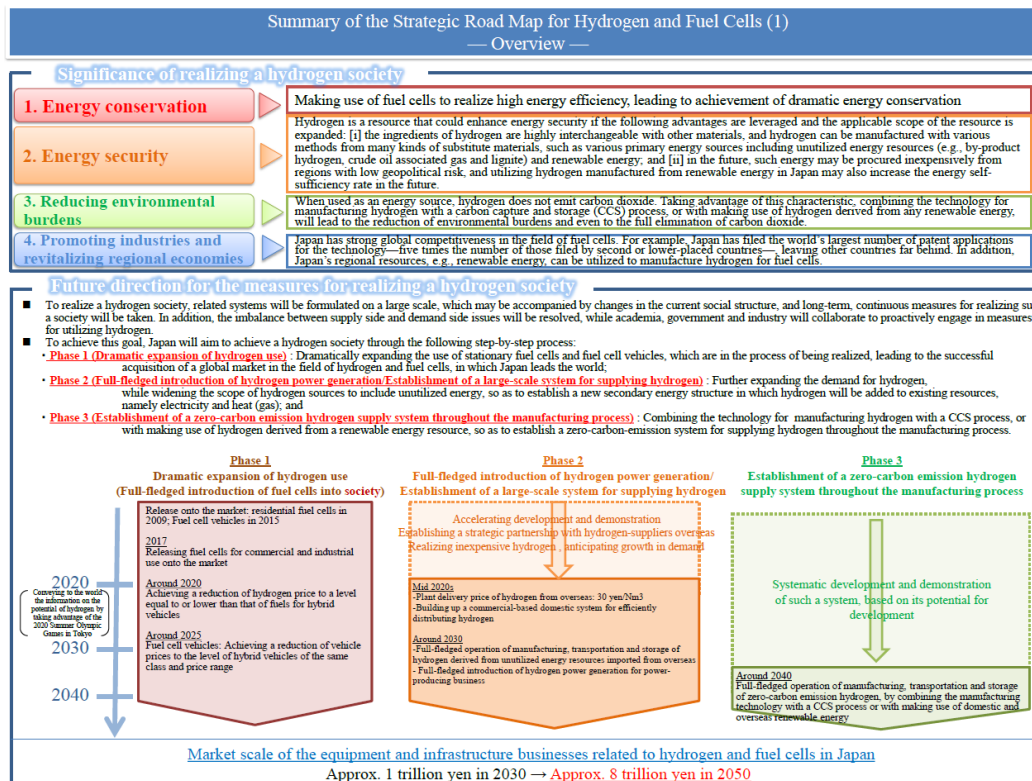
發展氫能與燃料電池技術與市場，除需要具備技術及完整供應鏈外，政府政策配套、利基市場誘因、公部門跨部會之分工整合及與國際接軌皆需完整規劃。本計畫蒐集分析國內外氫能燃料電池產業發展現況、政策措施及未來發展趨勢，參考國際氫能燃料電池發展歷程及策略藍圖、作法，以及國內相關政策配套措施，藉由國內外相關專家業者進行訪談與經驗蒐集，提出我國氫燃料電池之發展策略，及高雄、花蓮之氫能示範計畫供有關單位參考。

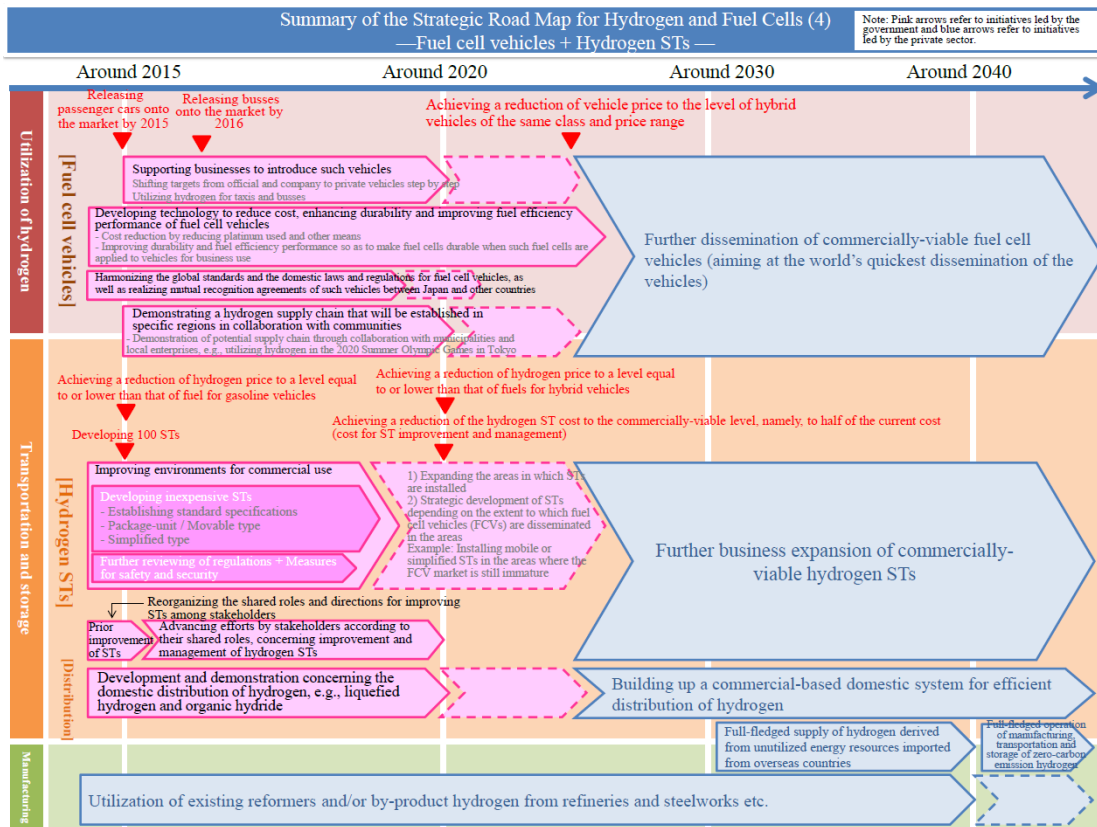
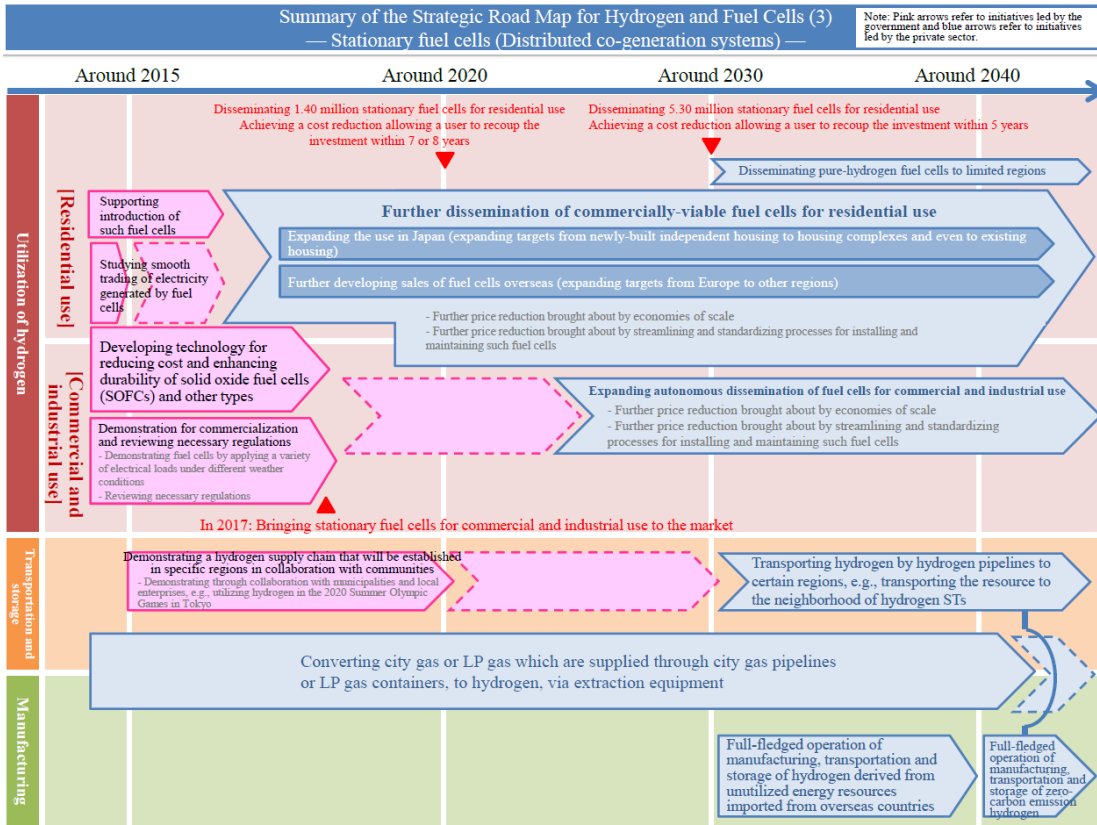
此外，本研究盤點我國工業製程產氫之產業代表，並分析其副產氫之含量、純化技術能力與其成本，目前既有工業製程產氫之業者皆已有使用汽電共生或透過合約將其餘氫轉售之行為，如欲促使業者將工業餘氫作為氫燃料電池發電使用，需政府政策與誘因。

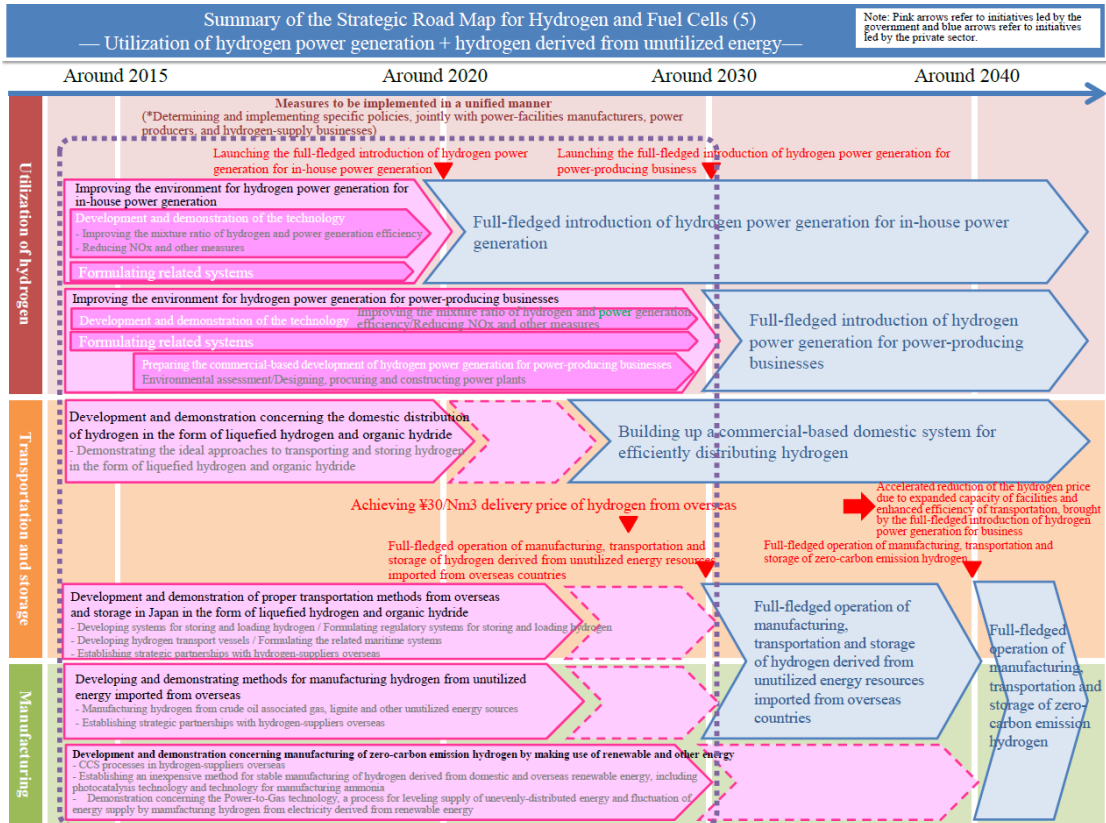
另，我國目前氫氣之製造技術仍仰賴德國與法國之外商技術為主，就產品部份，我國已具備定置型燃料電池之商品化產品，亦持續開發運輸型產品，未來皆須參考國際應用實例，並持續加強技術研發及建置相關法規，降低其製造成本，促使我國潔淨能源之應用。

我國從 2000 年始，產學研單位即投入氫能燃料電池之研發，累積許多人才、知識與供應鏈。考量我國內需市場及資源不足，中長期仍需追尋國際主流技術與發展趨勢，研發相關關鍵零組件進入國際大廠之供應鏈，與國際大廠進行合作開發，提升國內系統廠之技術，放眼國際市場，如可配合新南向政策進行對外銷售技術與產品，開拓東南亞缺電國家及島嶼國家之電力基礎不足之市場，以符合國內外減碳趨勢。

附件一、日本氫能發展策略藍圖 (Summary of the Strategic Road Map for Hydrogen and Fuel Cells)







附件二、訪問廠商名單與該公司技術說明與國際連結

廠商名稱	關鍵技術與產品	與國際上之連結
聯華氣體	天然氣產氫重組設備 氫氣供應	Linde
三福氣體		
亞東氣體	使用甲醇重組製氫與電解水製氫 設備供氫	Air Liquide HyPulsion
鼎佳能源	5kW 純氫燃料電池發電系統	
盛英	燃料電池極板	
中興電工	5kW 甲醇水燃料電池發電系統 5kW 甲醇重組器產氫設備 微電網管理系統	加拿大 Ballard 燃料電池堆、東南亞電信公司備用基地台設備商
台灣中油	1~5kW 天然氣重組器加氫站服務	大型 SMR 為國外進口設備
中國鋼鐵	目前正進行 1~50kW SOFC 系統 整合	Sunfire SOFC 電池堆
中華紙漿	在製程上透過電解水生產氯氣， 氫氣為副產物。每年有 450 公噸 氫氣。純 95X%	
義芳化工	使用水電解生，氫氣為製程副產 品。每年能生產 4015 公噸，但 已在製程用完或銷售給三福氣 體。	曾評估過 Ballard 1MW 燃料電池發電方 案
台灣電力公司	鈦液流電池儲能技術 1kW SOFC 燃料電池	日本住商事 Sumitomo Sunfire SOFC/群翌

附件三、氫能單位轉換/電解水效率/各種氫燃料電池載具里程總表

氫氣重量體積單位轉換與熱值轉換表

1 公斤氫氣 (1 kg H ₂) 等於=>	11.1 立方米氫氣 (Nm ³ H ₂)	120 MJ/kg H ₂ (LHV)氫氣的熱值	11 MJ/Nm ³ H ₂ (LHV)氫氣的熱值
1 kg 的氫氣以商用燃料電池發電，一般可取得電力 13.3~14.7 kWh(度電)，其餘熱值轉換成熱需回收方能提高轉換效率。			
能量的單位轉換：120MJ = 33.3 kWh			

國際上商用水電解(燃料電池逆反應)產氫之能量消耗與氫氣生產量

1 MW 等級水電解系統	每小時可生產 200m ³ H ₂	耗能為 1MWh (1000 度電)
55kWh (度電)可生產 11.1 Nm ³ H ₂ (~1 kg H ₂)		

氫氣用於燃料電池載具之里程效率整理

車型	氫氣儲槽	氫氣消耗	行駛里程	行駛情境	年用氫量
燃料電池 汽車(轎車)	5kg	每 1 公斤行 駛 100 公里	500 公里	15000 公里 /年	150 公斤
燃料電池 巴士(12 米)	35kg	每 10 公斤 行駛 100km	350 公里	60000 公里 /年	9000 公斤
燃料電池 摩托車	0.45kg (低 壓)		市區續航 力 50 公里	5000 公里/ 年	45 公斤
燃料電池 堆高機	1kg (高 壓)	平均 4 小時 填充一次	搬貨	一天 24 小 時填充 6 次	2190 公斤

(資料來源：台經院匯整& Power to Gas Roadmap for Flanders, 2016.)

附件四、經濟部一百零二年度燃料電池發電系統示範運轉驗證

補助作業要點

經濟部 令

中華民國 102 年 2 月 23 日

經能字第 10203803100 號

- 一、 經濟部 (以下簡稱本部) 為提供燃料電池發電相關業者示範運轉及研發驗證測試之機會，並協助業界掌握初期市場技術，促進新產品開發，以加速我國燃料電池產業化，特訂定本作業要點。
- 二、 本要點用詞定義如下：
 - (一) 燃料電池發電系統: 指利用電化學轉換化學能為電能，並可展示發電應用功效之整體設備。
 - (二) 氫燃料電池系統：指以氫氣燃料供給之燃料電池發電系統。
 - (三) 重組氣型燃料電池系統：指燃料經由重組產生富氫氣體供給之燃料電池發電系統。
 - (四) 額定瓦：設置容量計算單位；為裝設之燃料電池發電系統於電池組背壓小於或等於三磅/平方英吋 (psi)、平均電池組電壓大於或等於 0.65 伏特/cell 下系統之淨輸出發電量；或依據燃料電池發電系統之實際應用狀況，在申請示範運轉驗證計畫書中明確表示之。
- 三、 本要點以本部能源局為執行機關；執行機關得委託相關機構協助執行本要點所定事項。
- 四、 本要點補助對象 (以下簡稱申請補助公司) 為符合下列條件之業者：
 - (一) 依公司法設立登記，且具備燃料電池研發人員及相關研發、生產設施之本國公司。
 - (二) 具燃料電池發電系統產製實績，且可組裝完成示範運轉驗證裝置容量達 1.0 額定瓦以上之燃料電池發電系統新品。
- 五、 申請補助之公司應於中華民國一百零二年四月三十日前，向執行機關提出申請。

六、申請示範運轉驗證之燃料電池發電系統補助金額，以該系統(指系統本體、數據量測擷取與傳輸設施)設置費用之百分之五十為上限，補助基準如下：

(一)設置示範運轉驗證地點於台灣本島者：

- 1.氫燃料電池系統：一·0額定瓦最高新臺幣三十萬元；每增加一·0額定瓦得增加新臺幣十五萬元。
- 2.重組氣型燃料電池系統：一·0額定瓦最高新臺幣七十五萬元；每增加一·0額定瓦得增加新臺幣四十萬元。

(二)設置示範運轉驗證地點於離島地區者，其補助基準為前款規定之一·五倍。

單一申請案之年度補助款總額，不得超過當年度補助總預算經費之百分之四十。

七、申請補助公司應於燃料電池發電系統設置前，檢具示範運轉驗證計畫書，併同申請書及證明文件，向執行機關提出申請。

前項示範運轉驗證計畫書應載明下列事項：

- (一)示範運轉驗證內容及詳細規格。
- (二)架構及實施方式。
- (三)目標及效益評估。
- (四)全程二年期程之規劃，及設置完成後至少一年之維護規劃。
- (五)示範運轉驗證地點說明。
- (六)經費使用說明。
- (七)採用國內可生產之各項關鍵組件及材料。
- (八)預定進度及查核點。
- (九)參與人員簡歷表。

第一項證明文件應包含下列文件：

(一)申請補助公司基本資料(如為多家公司共同申請，各公司均應分別填列)：

- 1.公司基本資料。
- 2.最近一期營業稅繳款收執聯或主管稽徵機關核章之最近一期營業人銷售額與稅額申報書收執聯(新設立且未屆第一期營業稅繳納期限者，得以營業稅主管稽徵機關核發之核准設立登記公函及申領統一發票購票證相關文件取代)。
- 3.團隊研發能力及實績說明。

(二)設置地點之所有人或管理人出具同意使用之文件，其同意使用期間應在二年以上。

(三)依相關法令規定應取得之許可或核准文件。

(四)其他執行機關規定之文件。

第一項示範運轉驗證計畫書及申請書之格式，由執行機關公告。

- 八、 執行機關得遴聘政府相關機關（構）代表及專家、學者五人至七人，組成評選小組審查申請補助案件。
評選小組審查申請補助案件時，應有評選小組委員二分之一以上出席，並經出席委員二分之一以上之同意，評定補助項目及金額。
評選小組審查申請補助案件，得要求申請補助公司派員到場簡報；必要時，並得增加實地訪視審查作業。
- 九、 經審查通過之受補助公司，應於執行機關核准通知之次日起二個月內，與執行機關及受執行機關委託之專業機構，共同完成簽訂補助之行政契約。
受補助公司於簽訂行政契約時，應依執行機關評定補助金額百分之三十繳交補助款預付款還款保證金。
未依前二項規定履行者，執行機關得廢止其補助之核准。
受補助公司應依行政契約規定之進度完成工作，並向執行機關請款。
受補助公司申請支付款項時，應本誠信原則對所提出支出憑證之支付事實及真實性負責，如有不實，應負相關責任。
- 十、 受補助公司應依下列規定辦理：
（一）同一案件向二個以上機關提出申請補（捐）助，應列明全部經費內容與向各機關申請補（捐）助之項目及金額。如有隱匿不實或造假情事，執行機關應撤銷該補助案件，並收回已撥付款項。
（二）受補助經費中如涉及採購事項，應依政府採購法及其他相關規定辦理。
（三）受補助經費結報時，所檢附之支出憑證應依支出憑證處理要點規定辦理，並應詳列支出用途及全部實支經費總額，同一案件由二個以上機關補（捐）助者，應列明各機關實際補（捐）助金額。
（四）受補助經費於補助案件結案時尚有結餘款，應按補助比例繳回。
（五）受補助經費產生之利息或其他衍生收入，應予繳回。
（六）留存受補助公司之原始憑證，應依會計法規定妥善保存與銷毀，已屆保存年限之銷毀，應函報執行機關轉請審計機關同意。如有提前銷毀，或有毀損、滅失等情事時，應敘明原因及處理情形，函報執行機關轉請審計機關同意。
- 十一、受補助公司應於行政契約簽訂後六個月內完成燃料電池發電系統建置；建置完成後運轉期間至少應維持一年以上。
執行機關得不定期派員實地抽查示範運轉情形，受補助公司不得拒絕。
受補助公司應於計畫結束後二個月內，繳交示範運轉驗證成果報告。

十二、受補助公司有下列情形之一，執行機關得停止撥付補助款，終止或解除行政契約，並追回全部或部分已撥付之補助金額：

- (一) 使用或設置情形與申請補助文件所載內容不符，而影響原補助目的者。
- (二) 違反本要點及相關法令規定者，經執行機關或相關主管機關限期改善，屆期仍未改善者。

受補助公司經前項終止或解除行政契約者，於二年內不得向執行機關申請燃料電池之補助。

十三、執行機關就受補助公司、補助事項、補助金額及其他相關事項資訊，除依政府資訊公開法第十八條應限制公開或不予提供外，應按季公開於機關網站。

十四、本要點所需經費，由石油基金支應。

更新日期：106-02-16

附件五、全國氫能發展規畫業界座談會會議紀錄

一、會議時間：2017年3月17日(星期五)14:30~17:00

二、會議地點：台灣經濟研究院 208 會議室
(臺北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓)

三、會議記錄：台灣經濟研究院研究一所林聖哲副組長

四、與會人員：

單位	姓名	職稱
台灣中油股份有限公司綠能研究所	康文成	組長
	顏子翔	研究員
碧氫股份有限公司	雷敏宏	董事長
熠飛綠能股份有限公司	劉毅	執行董事
高力熱處理股份有限公司	徐瑞鐘	副總經理
錫力科技股份有限公司	黃治文	總經理
鼎佳能源股份有限公司	閻明宇	副總經理
均豪精密工業股份有限公司	李宇琦	資深特助
	林振生	副總經理
美菲德股份有限公司	楊宗城	經理
	鄭欽獻	經理
亞太燃料電池科技股份有限公司	李庭官	經理
揚志股份有限公司	李玟蕙	業務經理
恆智重機股份有限公司	何心維	業務
台灣經濟研究院研究一所	左峻德	所長
	李瀛生	顧問
	林若蓁	組長
	林聖哲	副組長
	李宜軒	助理研究員
	周哲平	助理研究員
	黃韻靜	研究助理

五、簡報內容：略。

六、會議紀錄

(一)台灣氫能發展策略藍圖

碧氫股份有限公司雷敏宏董事長

1. 台灣氫能發展策略藍圖中之氫氣供應設備基礎架構，建議將天然氣重組產氫，修改為天然氣、甲醇重組產氫。

鼎佳能源股份有限公司閻明宇副總經理

1. 鼎佳能源之產品以定置型燃料電池為主，目前已協助義芳化工製造臺灣唯一一套餘氫發電設備。對於工業產氫公司而言，氫氣具備各種用途。若將氫氣應用於發電，每度電之收購價格為 10 元，始有價值。為鼓勵業者利用氫氣發電，可選擇於夏季(尖峰)用電量大情況下，參與台電公司需量競價措施，將有機會獲得每度電約 10 元收購價格，產氫公司即有意願將氫氣原先用於製作化學原料、雙氧水、鹽酸等，改作為氫氣發電之用途。在此情況下，餘氫發電設備僅於用電量大之尖峰時段(夏季中午)利用，其效益不佳，然立足於彌補國家尖峰用電不足之角度，則需有政府補助政策。
2. 可針對不同燃料電池產業別採取不同政策措施，成熟型產品部分，例如定置型燃料電池僅因產品單價高而無法進入市場，建議由政府直接進行用戶端產品補助；不成熟型產品部分，例如交通載具需投入更多研發資源，則建議以示範計畫推廣運輸型燃料電池。
3. 燃料電池通常應用於電力系統不易到達之處，偏遠地區之備用電力可採取甲醇重組產氫。

高力熱處理股份有限公司徐瑞鐘副總經理

1. 建議將台灣氫能發展策略藍圖中之各項實施內容進行排序。
2. 「氫能發展規劃」的規模與內容仔細，但需集中有限資源針對市場利基項目，思考我們發展氫能與燃料電池的目的與目標為何？配合 2025 非核家園之電力供應目標，以及達到 2025 年 60MW 之燃料電池裝置目標量。

錫力科技股份有限公司黃治文總經理

1. 首先確認政府部門、消費者對於燃料電池之需求，以決定投入面

向，再制定燃料電池階段性補貼政策，但補貼政策必須訂定落日條款，最終由自由經濟市場運作。建議政府給予燃料電池啟動成本之支持。

2. 建議檢視我國燃料電池在全球供應鏈之利基，再思考國內燃料電池產業發展方向。
3. 國內業者可透過引進國外技術獲取學習與吸收機會，故建議於台灣氢能發展策略藍圖中將引進國外技術列入補助範圍。再者，受限於我國土地取得不易，在氫氣供應設備基礎架構上，建議初期以移動式加氫站為主，透過參考國外相關法規，建立國內移動式加氫站法規，後續再發展定置型加氫站。
4. 經濟部工業局針對增程型電動車制定補貼措施，建議可藉由微調此補貼機制，以作為我國燃料電池補貼政策。
5. 及早啟動用戶端產品補貼政策，促使市場形成。

熠飛綠能股份有限公司劉毅執行董事

1. 相對於臺灣汽電共生(Combined Heat and Power, CHP)應用僅占1.8%，日本東京瓦斯(Tokyo Gas)極力發展 CHP 應用，臺灣可強化應用。
2. 日本北九州市中心小倉推動以新能源為主之智慧城市，藉由經濟方式解決能源問題。其透過整合太陽能、風力、氢能等能源，且利用氣象預報方式預測電價，自動改善能源使用效率。

美菲德股份有限公司林振生副總經理

1. 我國政府提供燃料電池產業之補助過於分散，建議應有整合之補助措施。再者，政府政策需明確且持續，必須檢視國內產業供應鏈，確認我國廠商之利基點，始有機會與國外廠商競爭。
2. 國內工業餘氫產量未妥善調查，且餘氫有排擠效應，尚有其他用途，建議可調查 10~20kW 工業餘氫廠商。由於燃料電池為分散式電力，工業餘氫可做為廠內常態發電使用，將可減少對台電公司(用電量)之依賴。
3. 配合政府 2025 年非核家園目標，台灣氢能發展策略藍圖中，建議將 2025 年再生能源(風力、太陽能)餘電產氫之時程往前移至 2023 年。另外，2021 年之後仍應持續發展質子交換膜燃料電池技術，

此時與固態氧化物燃料電池國產化並行發展。

中興電工機械股份有限公司李庭官經理

1. 台灣氫能發展策略藍圖中，建議將成熟且有實績(已商業化)之產品納入，例如運輸型燃料電池，相關市場需由政府之外銷補助(例如減稅)。另外，藍圖建議勿過度強調技術。

亞太燃料電池科技股份有限公司鄭欽獻經理

1. 推動燃料電池需有具體、集中方案，切勿受限於台灣氫能發展策略藍圖框架之思考模式。
2. 建議將燃料電池補助政策之落日條款納入評估。

台灣中油股份有限公司綠能研究所康文成組長

1. 台灣氫能發展策略藍圖中之氫氣供應設備基礎架構，建議加入液化石油氣(Liquefied Petroleum Gas, LPG)。
2. 由於台灣中油公司係以汽柴油生產、天然氣供應為主，隨著電動載具崛起，勢必影響台灣中油公司營運，故針對未來建置移動式加氫站議題，深感興趣。
3. 大型工廠餘氫將與汽電共生系統比較，若餘氫發電效率未達 75%，將受質疑。例如台灣中油公司每年用電量約 30 億度電，其中 50% 以上來自汽電共生系統。另外，日本 Ene-Farm 家用型熱電聯產機組發電效率達 90~95%，但大型高溫 SOFC 發電效率僅有 60%且價格高，較無法與汽電共生系統競爭。
4. 分散式發電系統搭配燃料電池使用，且設備成本需下降，則有機會將燃料電池產品推廣至臺灣各角落。

揚志股份有限公司李玟蕙業務經理

1. 揚志公司以膜電極組製造為主，國際燃料電池發展已久，且政府仍持續補助產業，反觀臺灣目前未有燃料電池補助措施。
2. 建議檢視我國燃料電池在全世界供應鏈之角色定位，以及確認國內應用市場，可由地方開始推動。
3. 臺灣若為燃料電池發展標竿國家，應思考如何追趕國際腳步。

台灣經濟研究院研究一所左峻德所長

1. 日本近四任首相背書推動 Ene-Farm 家用型熱電聯產機組，目前已於日本國內銷售超過 19 萬台。

(二)高雄與花蓮地區氫能運用示範計畫

中興電工機械股份有限公司李庭官經理

1. 燃料電池不僅作為備用系統，目前亦開始研發 50kW 基載燃料電池系統，可優先推動於花蓮偏鄉部落之應用，無需設置太陽光電、風力發電機，僅燃料電池即可發電。待燃料電池系統相關效益產生後，再至周邊推行氫能燃料電池車。

錫力科技股份有限公司黃治文總經理

1. 我國政府推行電動巴士，有意將花蓮地區作為指標示範據點之一，但因鋰電池應用於電動巴士電力上存有爭議，此將為燃料電池進入市場之最佳時機。
2. 建議可由花蓮中華紙漿作為當地氫氣供應商，台灣中油公司則作為氫氣販售服務單位，由其油品事業部負責將氫氣生產端配銷至消費端(電動巴士)。

台灣中油股份有限公司綠能研究所康文成組長

1. 關於台灣中油公司作為氫氣配銷單位，必須精算移動式加氫站之投資報酬率，始可決定。

熠飛綠能股份有限公司劉毅執行董事

1. 熟識花蓮大橋舟造船股份有限公司負責人陳文淵先生，此造船廠位於花蓮深水港，負責人未來有意將現有船艘全數改為氫燃料電池船。初期先引進氫能電動車，作為當地觀光交通工具。此外，臺灣賞鯨船全由該業者製造，但現行賞鯨船使用柴油引擎，容易干擾鯨魚，若採用燃料電池船，由於其具備安靜、乾淨特性，除了可改善空氣汙染問題，亦將帶動海洋、船舶、觀光產業。
2. 花蓮大橋舟造船公司負責人陳文淵先生於近期研發類似離岸風力發電工作船之海上平台，其規格為寬 50 公尺、長 100 公尺、四邊可作調整，未來可考慮將加氫站架設於海上，形成海上城市，

即可解決土地使用問題。

亞太燃料電池科技股份有限公司鄭欽獻經理

1. 燃料電池摩托車應用方面，速食外送業、物流業、學生、公務員等皆為燃料電池摩托車之使用客群。

六、會議照片：



附件六、拜訪花蓮縣政府會議紀錄

七、會議時間：2017年3月27日(星期一)11:00~12:00

八、會議地點：花蓮縣環境保護局第1會議室
(花蓮縣花蓮市民權路123號2樓)

九、與會人員：

單位	姓名	職稱
花蓮縣政府	李宏滿	副秘書長兼衛生局局長
花蓮縣環境保護局	饒忠	局長
花蓮縣政府行政暨研考處	林金虎	處長
	吳維組	科長
	王芊惠	小姐
台灣經濟研究院研究一所	林若蓁	組長/副研究員
	林聖哲	副組長/助理研究員
	李宜軒	助理研究員

十、會議紀錄與結論

1. 中華紙漿股份有限公司與國立東華大學曾於2013年攜手合作，將新光兆豐休閒農場內300台電動遊園車改裝為氫燃料電池遊園車，但隨著研究計畫之經費結束，目前呈停止使用狀態。
2. 目前電動機車之售價每部約70,000~80,000元，花蓮縣環境保護局2015年針對淘汰二行程機車並換購電動機車者，提供輕型與重型電動機車補貼分別為每部37,800元與40,400元。
3. 花蓮地區氫能生產商為中華紙漿股份有限公司，應用商則為新光兆豐休閒農場、鯉魚潭周邊之電動載具租賃商。建議可針對花蓮地區各場域推動氫燃料示範計畫先進行SWOT分析。
4. 推動花蓮地區氫燃料示範計畫，應考量花蓮地區民眾使用氫能電動載具之便利性與購買價格，研擬並提供當地居民說帖，包括氫氣供應基礎設施規劃、提供免費電動機車、廣泛推廣氫能概念，期能提升民眾之接受度；建議可參考電動機車之推動模式。或是可以利用設立類似U-Bike的方式，將氫燃料電池自行車以公共自行車之方式讓民眾租借使用，讓民眾體驗並感受。待上述說帖研擬完成後，提供花蓮縣政府檢視與確認。
5. 新能源之示範計畫規劃需注意民眾取得燃料之便利性(基礎建設)、

可商品化及使用之長久性，需有 SWOT 分析。

6. 針對無污染之能源，若中央政府提供相關經費全力支應，花蓮縣政府表示支持且樂觀其成。