



淺談新興能源科技產業 — 氫能與燃料電池

華銀徵信產經研究部 王智薇

(一) 全球氣候變遷與能源枯竭危機 加速推動新能源科技及產業之 發展

現今人類文明發展是重度仰賴石化燃料供應所需能源，隨著文明生活享受無限擴展，近年來不僅石化能源面臨枯竭危機，同時也造成地球環境的污染破壞與氣候異常變遷。依據聯合國跨政府氣候變遷委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)的研究報告，由於人類活動持續排放溫室氣體，造成全球暖化現象，預計1990年至2100年全球海平面將上升0.09-0.88公尺，影響人類生存甚劇。因此，聯合國於1992年通過「聯合國氣候變遷綱要公約」(UNFCCC)，目標即為防制氣候變遷及減少溫室氣體排放，並在1997年通過具有法律約束力的「京都議定書」(Kyoto Protocol)，要求簽署國家在2008-2012年期間將二氧化碳、甲烷、氧化亞氮等溫室氣體排放量，平均減少到比1990年排放量低5.2%之水準，而「京都議定書」已正式於2005年2月16日生效。一直以來，經濟文明的繁榮發展與二氧化碳的排放量呈現掛勾

現象，也就是二氧化碳排放量成長與實質GDP成長呈現正相關，因此世界各國莫不積極尋找、開發、利用潔淨的替代能源，例如屬於再生能源的太陽能、風能、生質能源等，或是屬於新利用能源的氫能與燃料電池等新興能源科技，以期在確保能源的穩定供應下，同時可兼顧地球環境的保護與經濟繁榮的持續發展，即是使經濟發展與二氧化碳排放量脫勾。因此，若以發電效率、供應穩定度與適用範圍等項目評比，最被各界專家看好的未來明星能源產業之一，即是利用氫能的燃料電池科技產業。然而，目前氫能與燃料電池的成本尚高、技術仍有待突破之處，以致於還無法完全商業化，但各國專家仍一致同意長期之下，「石油經濟」將逐漸轉向為「氫能經濟」。

(二) 何謂氫能？何謂燃料電池？

氫能是以氫作為能源利用，氫能為高能量的載體，輕如羽毛，在宇宙中蘊藏量豐富，而且不具毒性所以不會造成任何汙染，此外，其熱質為汽油的3倍，能量密度高。目前氫氣的取

得有數種方法，包括天然氣重組製氫、水電解製氫及生物製氫等，將取得的氫氣儲存在適當的設備中，需要時再釋放利用。因此，氫氣儲存技術是氫能發展的重要關鍵，目前最新且最具發展性的儲氫材料，包括石墨奈米纖維、奈米碳管、合金粉末等，利用這些材料吸附氫，儲於鋼瓶中，不但儲氫密度高，也不需要高壓或隔熱容器，安全性高。

燃料電池是一種發電裝置，概念源自於1839年英國的William Grove利用電解水的逆反應而來，水電解過程是用電將水分解成氫氣與氧氣，反過來，Grove認為將氧氣和氫氣反應就有可能逆轉電解過程而產生電。因為燃料電池在產生電力的過程中，唯

一的產物只有純淨的水，沒有其他的汙染物排放，所以稱為環保電力。燃料電池最早應用於美國太空科技，包括美國的「阿波羅11號」飛船、「哥倫比亞號」太空梭及蘇聯的「禮炮6號」軌道站等均採用這種先進技術。另外，燃料電池是一個通稱，其中因為電解質的不同，而有許多種不同的燃料電池，目前最具有發展潛力的三種燃料電池為質子交換膜燃料電池(Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC)、直接甲醇燃料電池(Direct Methanol Fuel Cell, DMFC)以及固態氧化物型燃料電池(Solid Oxide Fuel Cell, SOFC)，相關比較可參考表一。

表一 主要燃料電池之比較

	質子交換膜 燃料電池	直接甲醇 燃料電池	固態氧化物 燃料電池
英文簡稱	PEMFC	DMFC	SOFC
操作溫度	低溫(60°C~200°C)	低溫(60°C~100°C)	高溫(600°C~1000°C)
燃料	氫氣	甲醇	氫氣、天然氣、煤氣
優點	低污染、低噪音、啓動快	低污染、低噪音、攜帶方便	能源效率高、具有重裝能力
缺點	用氫氣重整器、成本高昂	技術需求高、成本高昂	啓動時間長、燃料純度高
應用面	運輸工具、中小型發電機	✕電子產品	大型發電廠

(三) 台灣氫能與燃料電池產業發展現況與展望

國內氫能與燃料電池發展最早由工業技術研究院紮下深厚的相關技術發展基礎，近年研究機構如中山科學院、原子能委員會核能研究所也紛紛投入研究資源，加以產業界積極切入

氫能與燃料電池的上、中、下游產業鏈，台灣的氫能與燃料電池產業發展已隱然成形。政府單位包括行政院國家科學委員會、經濟部工業局、能源局、技術處、標準檢驗局等亦大力支持推行相關的技術研發與驗證計畫，逐年增加預算支持產業發展，2007年共投入約新台幣8億元，未來在「再



生能源發展條例」的增列條文中也將參照現行對太陽光電用戶的補助辦法，給予燃料電池用戶一定比率的補助，以激勵國內氫能與燃料電池產業發展。此外，國內已有一個結合產官學研各界的產業資訊交流平台「台灣燃料電池夥伴聯盟」，目前約有40個會員廠商，亦有不少國內3C電子大廠相當關注燃料電池技術之發展進程。

燃料電池的應用層面廣泛，依燃料電池的發電量歸類，主要分為可攜式燃料電池、各式運輸工具用燃料電池，以及定置型燃料電池三大類。

近年資通訊產品的功能日趨多元化，例如手機除了通訊功能，還具備上網、照相、音樂播放等功能，而筆記型電腦往往配備高解析度面板及強大影音功能，因此對於電池續航力與充電便利性的要求越來越高。依據半導體產業界的摩爾定律（Moore's Law），每1.5 2年半導體效能會增加1倍，而近年電池技術每年僅提升約9%，預期3C電子產品之電力消耗將大幅躍進，而鋰離子電池性能之突破有其理論限制，使得電子產品的能源供需產生落差，因此在鋰離子電池不敷使用下，應用能量密度高之燃料電池技術將支持3C電子產品的功能持續發展，成為新世代的創新產品。國際3C電子大廠包括NEC、TOSHIBA、SAMSUNG等皆陸續投入資源研發，每年於國際燃料電池展覽中展出各式燃料電池手機、燃料電池筆記型電腦、燃料電池充電器等。我國發展可攜式

燃料電池產品除了研究機構的長期投入外，近年已有多家國內廠商投入，其中由勝光科技、南亞電路板、奇鋹科技、思柏科技等公司共同合作，依據SoC（System-on-Cell）概念進行直接甲醇燃料電池研發，商討制定燃料電池零組件之規格標準及系統端平台介面，促進燃料電池商品化及進入量產，目前在國際上已有很好的評價，也帶動台灣燃料電池產業鏈的整合更進一步地發展。

定置型的燃料電池依發電量有數百萬級的大型發電廠、3-5kW家用型（Residential）燃料電池發電機和3kW以下攜帶型備用電源等。目前以日本發展家用型燃料電池發電機最為積極，而國內因電力網建置密集，需求市場以供電所不及的偏遠地區，以及需要高度穩定電力的製造業廠房、醫院等為主，將燃料電池與不斷電系統電源供應器做結合，即可具備UPS的功能，市場發展潛力無窮。目前國內業界以大同世界科技、真敏國際等公司，積極發展燃料電池發電機、備用電源等領域。

目前全球各大車廠投入燃料電池運輸工具研發已久，包括GM、FORD、TOYOTA、HONDA等，每年在國際各大車展推出最新研發成品，周邊氫能設施也陸續建置，例如美國加州的氫能高速公路，沿途設有加氫站，提供燃料電池汽車使用，歐洲主要城市也正進行燃料電池示範公車運行，日本亦有燃料電池汽車出租服務，此外，美

國最大零售商Wal-Mart賣場中亦使用燃料電池起重機等，燃料電池運輸工具的發展正如火如荼的進行中。相較之下，我國汽車工業並不發達，發展燃料電池汽車較不具優勢，不過，台灣有超過1千3百萬輛的機車市場，機車製造的相關零組件供應鏈完善，因此，發展燃料電池機車可說是我國的利基產業。目前，台灣每年由機車產

生的空氣污染約佔我國移動汙染源的20%，在面臨京都議定書生效後的溫室氣體減量壓力下，潔淨的交通工具是未來的主流發展趨勢。近期，台灣中油、工研院及相關協力廠商將在工研院南分院及嘉義中油煉製所之間建置國內第一條氢能公路，可預見是短期內國內小型區域式氢能經濟模式將逐漸成形。

Vancouver H2 FC Vehicle Program



Intelligent Energy's ENV FC Motorbike



表二 台灣發展氢能與燃料電池產業之SWOT分析

優勢	劣勢
<ol style="list-style-type: none"> 1. 台灣產、學、研界在發展燃料電池科技相關之精密機械、電子電機、熱傳、流力、化學與材料領域已有相當成熟的技術。 2. 台灣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、產品上市速度及降價能力等均具優勢。 3. 政府訂定獎勵措施，並逐年增加相關研發經費預算，協助國內廠商的產品儘速商業化與普及化。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 國內相關專業人才培育仍稍嫌不足，需要更多人力資源之投入；且具有客觀、公信力之技術驗證平台也尚未建立完善。 2. 政府部門才正在制訂符合國際上燃料電池相關法規、產品標準及檢驗機制等之國內相關法規，因此初期產品尚無法市場化。 3. 國內能源市場規模小，上、中、下游產業發展受到先天侷限，產品在國際市場上之競爭力仍有待加強。
機會	威脅
<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。 2. 原油價格持續飆漲，中東產油區情勢不穩，有利促進新能源開發速度。 3. 台灣過於仰賴進口能源，為提升自產能源比例，再生能源及新能源之利用提升能源自主性，也具有相當戰略考量。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 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。 2. 中國是全球能源消耗大國之一，其與韓國皆已積極投入資源研發燃料電池科技，將是未來國內廠商爭取國際市場之重要競爭對手。



台灣氫能與燃料電池產業上、中、下游關聯圖



資料來源：台灣燃料電池夥伴聯盟，本文自行整理（2007/12）

(四) 結語

雖然從「石油經濟社會」過渡到「氫能經濟社會」仍有顯著的一段路程，但各國政府在面臨氣候變遷危機、環保意識高漲、高油價時代及傳統石化能源耗竭危機下，積極支持潔淨能源產業的發展。對台灣而言，燃料電池科技相關的精密機械、電子電機、系統整合等領域，國內廠商均有相當成熟技術，加以政府亦鼓勵發展潔淨能源產業，不啻為國內產業升級的機會，也將促使台灣更進一步地邁向永續發展。

參考資料：

1. 台灣燃料電池資訊網，<http://www.tfci.org.tw>，2007/12。
2. 「新世紀的環保科技：燃料電池」，台灣燃料電池夥伴聯盟，2006。
3. 左峻德、鄭耀宗、王智薇，「我國氫能源產業發展策略規劃」，台灣經濟研究院，2005-2006。
4. 「直接甲醇燃料電池市場概況研究報告」，工業技術研究院產業經濟與趨勢研究中心，2007。