

我國燃料電池產業市場規模利基及產品策略分析

溫麗琪、王子銘、黃聖元

摘要

燃料電池的效率高、污染低與用途廣等優異特性，早已經被全球多數學者與專家認為能解決能源與環保問題的重要技術，並將導引未來氫能經濟時代的來臨。不過由於燃料電池生產的成本高，部分技術門檻尚未通過，因此在過去十年間並未引起國際社會廣泛的注意；但是近兩年在全球能源短缺問題越來越明顯以及因碳排放而導致的溫室氣體效應也越來越惡化的情況下，目前國際間燃料電池產業的發展環境也起了明顯變化，包括歐洲、美國與日本等先進國家、甚至中國大陸以及東南亞一些國家都已經公開宣示與制定政策，一方面繼續鼓勵國內產業投入相關的研發活動，另一方面還不斷以各種政策手段協助廠商增強和擴大相關的推廣活動。2008 年在日本舉行的八大工業國（G8）領袖高峰會議，其中配合環境科技發展主題的一項展覽即選擇了燃料電池做為示範，可見全球重視程度。

相對於歐美日等先進國家，我國在燃料電池產業發展上仍屬萌芽階段，仔細觀查國內燃料電池實際市場現況，多半偏向中上游，如燃料電池本身的研發、製造或相關設備生產、測試等，真正應用到商業用途或市場化，則仍有待加強。不過台灣廠商向以製造能力著名，若能集中資源，選擇利基項目發展，尤其透過國際產業分合作工的商業模式，以低廉合理價格研發製造出優質的產品，即使台灣目前在全球燃料電池產業中尚不是要角，但以深厚的製造工業基礎，應可發現優勢領域，成為全球產業鏈中的價值成員。

本文目的即在探討國內燃料電池產業之市場潛力、優先發展項目及產品策略，透過蒐集資料、廠商直接調查訪問等方式，對國內具利基的燃料電池產品發

展可行性進行分析。研究對象依燃料電池主要應用端分，包括定置型(備用電源、家庭用熱電產品)、交通載具(機車)、攜帶型產品(筆記型電腦)為主之發展及利基分析。

另就現實觀察，由於國內燃料電池市場尚未成型，加上燃料電池各應用領域特性不同，故本文亦利用 Michael E. Porter 提出之五力分析將燃料電池不同應用領域之發展優劣勢以定性的方式加以比較，得出較適合發展之產品。

關鍵字：燃料電池、市場利基、五力分析

前言

氫能經濟時代的來臨，各國無不紛紛進行相關計畫的推動，希望能在節能減碳的趨勢下，以燃料電池為未來的重點推動項目，達成能源多樣化的分散配比目標，同時也防範氣候變遷下，因斷電而造成之生命財產損失。我國亦不例外，從2009年開始正式啟動氫能經濟，並以示範運轉補助方式，扶助國內業者從事生產工作。本文在此背景下，特別從我國推動現況、各國推動推動工作之比較、我國潛在市場的估計，以及產業發展的五力分析進行說明，期能釐清國內燃料電池的發展方向以及政府可為之處。

第一節 我國燃料電池示範運轉推動現況

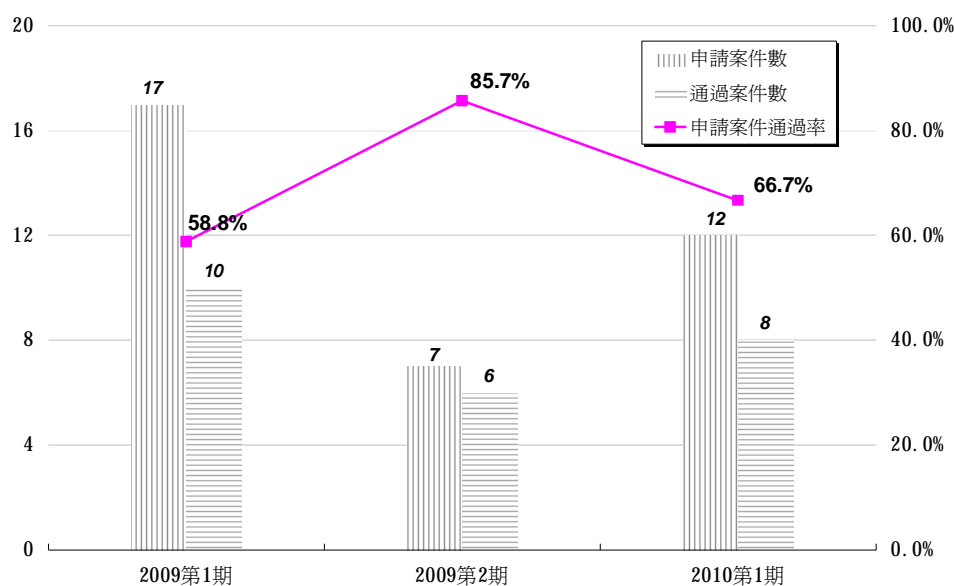
台灣能源局為鼓勵燃料電池業者升級與創新，特執行示範運轉計畫發展國內業者在燃料電池各應用領域之技術及市場發展潛力。以下為98年與99年（至8月底止）共3期的示範運轉的推動情形，包括：

一、產官學界初步達成「示範運轉目的在促進商業化」共識

在歷經3期的驗證運行補助作業後，產官學普遍認為政府推動示範運轉的目的在加速台灣燃料電池產業成型與產品市場化，從3期申請計畫的內容走向進行觀察，業者對於初期市場創出階段的技術水準以及問題點已能逐漸掌握，因此在評選標準上，希望對明顯展現市場拓展能力的業者予以優先補助。

二、定置型及交通載具為示範驗證之重點項目

圖1為歷屆申請示範運轉案件數量統計圖，表1為更進一步將其依燃料電池應用領域分類結果。



資料來源：本研究團隊彙整。

圖 1 歷屆示範運轉案件數量統計分析

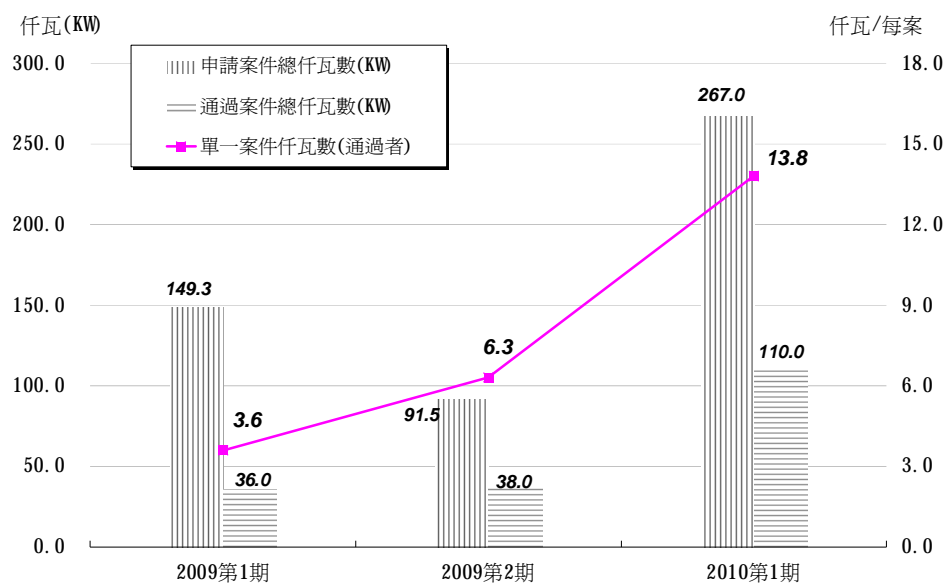
至 2010 年第 1 期止，申請案總量共 36 件、通過評選者共 24 件、整體平均通過比率約為 66.7%；若觀察應用領域分類：定置型申請案 23 件、通過 15 件、通過比率約 65.2%；可攜式申請案 6 件、通過 3 件、通過比率約 50.0%；移動載具申請案 7 件、通過 6 件、通過比率約 85.7%。若和日本比較，日本在示範運轉的第一階段實證研究期間（2002～2004 年），多達 11 家業者設置同規格系統至少 45 台；我國數量尚不及日本第一階段設置數的一半。

表 1 歷屆示範運轉案數量依應用類別統計分析

應用類別	期別	申請案件數量	通過評選數量
定置型	2009 第 1 期	11	7
	2009 第 2 期	3	3
	2010 第 1 期	9	5
可攜式	2009 第 1 期	3	1
	2009 第 2 期	3	2
	2010 第 1 期	0	0
交通載具	2009 第 1 期	3	2
	2009 第 2 期	1	1

資料來源：本研究團隊彙整。

三、國內目前共示範運轉補助 184kw，已逐漸累積商品化能量



資料來源：本研究團隊彙整。

圖 2 歷屆示範運轉案件之燃料電池功率統計圖

圖 2 為歷屆示範運轉案件之燃料電池功率統計圖，表 2 為更進一步將其依照應用領域分類結果。至 2010 年第 1 期止，申請案總功率共 507.8KW、通過評選者共 184.0KW、單一通過案件功率數約為 7.7KW；若觀察應用領域分類：定置型申請案功率 272.9KW、通過 100.0KW；可攜式申請案功率 20.5KW、通過 7.0KW；移動載具申請案功率 214.4KW、通過 77.0KW。若將各應用領域的申請案與通過評選案件的總功率數，搭配案件數量觀察，目前台灣燃料電池業者存在朝大功率定置型應用產品發展的趨勢，但因補助金額係搭配發電功率（KW 數）多寡計算，亦或多或少驅使廠商採此走向。

表 2 歷屆示範運轉案功率依應用類別統計分析

應用類別	期別	申請案件功率 (KW)	通過評選功率 (KW)
定置型	2009 第 1 期	95.9	20.0
	2009 第 2 期	46.0	22.0
	2010 第 1 期	131.0	58.0
可攜式	2009 第 1 期	11.0	3.0
	2009 第 2 期	9.5	4.0
	2010 第 1 期	0.0	0.0
交通載具	2009 第 1 期	42.4	13.0
	2009 第 2 期	36.0	12.0
	2010 第 1 期	136.0	52.0

資料來源：本研究團隊彙整。

四、補助 1 億 2,512 萬，創造至少 5 億 2,485 萬的產值，補助率約 24%

表 3 為歷屆示範運轉通過評選案件金額與補助金額統計分析。針對通過評選案件，依照業者提出的計畫執行總經費約需要台幣 5.25 億元，其中希望政府予以補助部分約 3.42 億元。但能源局在示範驗證總經費限制考量下所核發的實際補助金額約 1.25 億元，佔業者期望金額約 1/3，但此 1.25 億的補助金依然鼓勵了前述約 5.25 億元的計畫持續進行，創造出大於補助金額 4 倍多的產值鼓勵效果，成效顯著。

表 3 歷屆示範運轉通過評選案件金額與補助金額統計分析

	民 98.1 期	民 98.2 期	民 99.1 期	合計
通過評選計畫總金額(萬元、註 1)	10601.0	6094.7	35,790.1	52,485.8
通過評選計畫申請補助總金額(萬元、註 2)	8,426.6	7,998.4	17,824.9	34,249.9
實際補助總金額(萬元、註 3)	3,270.0	2,730.0	6,512.1	12,512.1

註 1：各業者依其成本針對申請案提出執行時所須之總金額。

註 2：各業者依照「燃料電池示範運轉驗證補助作業要點」所提出之希望政府補助金額。

註 3：依照補助經費合議會中，評審委員審議結果核發給各業者的實際補助總金額

資料來源：本研究團隊彙整。

第二節 各國燃料電池推動現況

我國雖已開始燃料電池產業的推動作業，然和各國相比，事實上已有一段時間的落差，因此，本節主要的內容希望能夠具體比較我國和各國的政策推動狀況，包括美國、加拿大、日本與韓國針政府對燃料電池的發展所訂定的相關措施與規劃。表 4 為前述四個國家針對扶植燃料電池產業所訂的特別措施。

表 4 各國推動燃料電池特別措施

國家	特別措施
美國	<ul style="list-style-type: none">• 早期扶植措施以資助研發項目為主。• 2009 年起陸續進行示範運轉補助（例如 CHP Systems Technology Development and Demonstration）。• 目前以 ARRA 法案為骨幹，透過租稅抵免、購置補助、獎助金等方式扶植燃料電池產業。
加拿大	截至 2008 年為止，加拿大 90% 以上政府資源皆投入研發補助，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）。
日本	長期以來在各項燃料電池技術、氢能經濟轉型方面多有著墨。近兩年發展重點為大規模家用燃料電池系統商品化補助，相關科目預算規模自 2008 年的 27 億日幣（約新台幣 10 億元）大幅提高到 2010 年的 90.7 億日幣（約新台幣 33.79 億元）。
韓國	<ul style="list-style-type: none">• 2007 年，韓國 MKE 與民間企業以對半方式籌措 2.5 億美元（約新台幣 77.63 億元），用於燃料電池與充氫站的研發、驗證工作。2008 年的 14 項計畫即花費其中 1 億美元的額度。• 自 2010 年起開始針對家用燃料電池系統提供補貼，實行至 2020 年截止，分三階段逐步降低對系統成本的補助比率。• 除了適用躉購費率（FIT）外，韓國政府於 2010 年 5 月再度領先全球，宣布特定燃料電池發電裝置將可納入再生能源組合標準（RPS）。

資料來源：US DOE Hydrogen Program，<http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/recovery.html>；Canadian Fuel Cell Commercialization Roadmap Update，201001；HYDROGEN IMPLEMENTING AGREEMENT 2008 ANNUAL REPORT，OECD/IEA，2008；Energy Policies of IEA Countries—Japan 2008 Review。

由上表可看出該四個主要國家針對燃料電池的推動措施上都已經進入示範運轉的階段，尤其日本近兩年更是將重點放在大規模示範運轉上，而韓國也開始針對家用型的燃料電池系統提供採購時的補貼。值得注意的是，該四個國家在推動燃料電池的預算金額都相當高，韓國甚至高達約合新台幣 77.63 億元的規模，可見其發展燃料電池的決心。另外，表 5 則顯示各國對氢能經濟的規劃，可發現美國即加拿大在項目方面相對較為完整、其次為韓國。包括我國、日本及歐盟數

國只針對少數幾項規劃，而表中各國皆重視的項目包括直接補助研發與在市場化的初期進行補助（除了歐盟國家之外）。值得一提的是，日本在考量其內需市場規模與民生習慣後，針對家用型熱電共生燃料電池系統採用了統一規格的策略。

表 5 各國氫能經濟規劃之相關策略及措施

	美國	加拿大	日本	歐盟	韓國	台灣
氫能經濟路徑規劃	√		√			
跨國合作		√		√		
官民共同分擔推廣基金	√	√			√	
投資抵免/租稅優惠	√	√				
統一規格			√ (註 1)			
政府採購		√ (註 2)			√	
直接研發補助	√	√	√	√	√	√
市場化初期補助	√	√	√		√	√
躉購費率					√	
RPS					√ (註 3)	

註 1：住宅用熱電共生設備。

註 2：公共汽車。

註 3：電廠等級，2012 年實行。

資料來源：US DOE Hydrogen Program，<http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/recovery.html>；Canadian Fuel Cell Commercialization Roadmap Update，201001；

HYDROGEN IMPLEMENTING AGREEMENT 2008 ANNUAL REPORT，OECD/IEA，2008；Energy Policies of IEA Countries–Japan 2008 Review。

表 6 為各國燃料電池價格趨勢預測，表中詳列其燃料電池系統的應用領域及額定功率，另外也根據給定的年產量計算出每 KW 的成本以及可以達成的年限。雖然各國的應用與系統規格不一致，但韓國很明顯在每 KW 成本上高出其它國家甚多。就 5KW 及 8KW 的定置型燃料電池系統而言，美國及加拿大將在本年

度（2010 年）把每 KW 成本降低至新台幣約 4~6 萬不等，尤其美國是在其年產量僅 2,000 台的狀況下，說明美國針對燃料電池在生產製造相關要素，包括關鍵零組件、電堆、週邊部件（BOP）的來源與取得，以及系統組裝等已趨成熟階段，未來其它各國要追趕恐怕不易。

表 6 各國燃料電池價格趨勢預測

	美國	加拿大	日本	韓國
系統機種	5KW 定置型燃料電池系統	8KW 備用電力系統	1KW 定置型家用燃料電池系統	1~3KW 定置型家用燃料電池系統
假設產量 （或市場規模）	2,000 台	75,000 台 （全球市場）	750,000 台 （日本市場）	38 台 （MKE 採購量）
達成年限	2010	2010	2015	2008
價格估算	1,301 USD/KW	2,000 USD/KW	50~70 萬日幣/台	100,000 USD/KW
約當新台幣 美金匯率 31.055 日幣匯率 0.3725	40,403	62,110	186,250~260,750	3,105,500

註：美國、加拿大的價格為成本估算，日本、韓國的價格為產品售價。

資料來源：Economic Analysis of Stationary PEM Fuel Cell Systems, Battelle, 201006；Canadian Fuel Cell Commercialization Roadmap Update, 201001；Fuel Cell Industry Survey, PriceWaterHouseCoopers, 200812；燃料電池即將正式邁入普及階段，大和國泰證券，201003；HYDROGEN IMPLEMENTING AGREEMENT 2008 ANNUAL REPORT, OECD/IEA, 2008。

第三節 台灣燃料電池市場規模預估

在目前全球各國的政策積極推動下，燃料電池在國內的市場究竟有多大？是否存在足夠大的市場，可提供國內業者發展？本節的目的即在此思維下，嘗試了解國內的燃料電池市場情形。而在分析燃料電池國內市場之需求規模前，前提如下：

- 1.潛在市場規模的預估：市場規模的定義是銷售量乘上平均售價，但對台灣業者而言尚無具規模經濟之訂單，若以現階段供給面的銷售量與平均售價

預估將造成偏差。例如：大部分業者營收來自政策補貼或民間試行合作專案而並非實際的銷貨收入，專案中產品製造數量可能只有數台甚至是一台，此時的「造價」遠高於「平均售價」。故此處的分析以市場的潛在需求，也就是「有可能」導入燃料電池的應用產品市場數據做為預估基準，可稱為「潛在市場規模」。

2.以國家政策或可能滲透率做為計算與預估基礎：雖是預估台灣燃料電池市場規模，但考量產業現況，市場驅力將影響預估時需求面的選擇。例如，欲利用定置型燃料電池發展分散式電廠，該市場驅力在於國家能源政策，故需求面可用台灣現階段發電量或用電量為基礎，輔以國家對再生能源的政策預估燃料電池市場。

3.應用領域的初步定義與分類：若要預估各應用領域的潛在需求量，各應用領域必須明確被定義。但就燃料電池而言，在參考各相關報告後發現很難以單一條件明確分類。例如用在監控或保全系統的燃料電池，就使用情境而言因長期置於某地，可謂定置型燃料電池；但因監控或保全系統的用電功率需求不大，通常小於或等於 1KW，故燃料電池產品體積較小、多有符合人體工學便於搬運的設計，亦可稱為可攜式燃料電池。有鑑於此，本研究採應用情境與燃料電池發電功率兩個條件來定義各應用領域。

以下針對目前燃料電池各應用領域，進行台灣潛在市場規模的估計：

一、定置型燃料電池

定置型燃料電池，顧名思義，為其使用情境為長時間裝置在某固定地點或空間內之燃料電池，除非整個系統須進行更新，否則不予移動者。其功率多大於 1KW，視應用不同甚至高達數 MW¹。一般而言，定置型產品形式和使用情境為：

¹ 很少移動不代表很難移動，部分 1KW 左右的產品因為體積小、重量相對較輕，機構上甚至設

(一) 產品形式：備用電源、不斷電系統、燃料電池發電機、充電設備、熱(冷)電共生系統。

(二) 使用情境：各式機房、廠辦或住宅之備用電源；各式機房之不斷電系統；分散式發電廠；熱(冷)電共生系統；保全或長期監控設備電源。

1.備用電源、不斷電系統及長期監控市場規模預估

燃料電池做為備用電源、不斷電系統及部分長期監控的應用是目前全球業者積極推展的市場。尤其近幾年較嚴重的天災過後因電力無法迅速復原導致錯失救災黃金時間，更引起各國積極發展燃料電池產業。

2009 與 2010 年我國燃料電池備用電源市場規模是根據參加能源局示範運轉驗證補助作業中，通過評選廠商獲得補助後之實際生產數量與成本預估，分別約為新台幣 8,847 萬元與 6,840 萬元²。在 2009 年的 8,847 萬元中，燃料電池做為備用電源或不斷電系統部分的市場規模就高達 8,064 萬元，其餘則是安全監控領域部分。

計有符合人體工學便於搬運的把手或輪子，但受使用情境影響幾乎不予移動。

² 2010 年市場規模較小的原因在於該年度參加第二期示範驗證業者的申請案尚未辦理評選，故無法列入計算所致。

表 7 2015 年台灣燃料電池備用電源市場規模預估

2015 年 (年產量 2,000 台)	行動通訊與無線 寬頻接取業務	商辦大樓	旅館
應用端數量 (台或棟, 註 1)	78,518	600	4,000
成本/KW (新台幣元, 註 2)	41,762		
使用 KW 數 (註 3)	5		
滲透率 10% 時市場規模 (新台幣萬元)	163,953	1,253	8,352
合計 (新台幣萬元)	173,559		

註 1：根據國家通訊委員會提供之資料，自 2007～2009 年，全台灣包含 2G、3G、PHS 及無線寬頻接取業務 (WBA) 之基地台總數分別為 60,457、61,992 及 65,844 座，至 2010 年 8 月底止為 68,386 座。近年基地台數量成長主要來自 3G 及 WBA 兩大分項 (2007 年立法委員要求針對 2G 基地台總量進行管制故僅減不增，而 PHS 基地台數量成長不明顯)，故此處假設在 2015 年時，2G 與 PHS 基地台數量未增加、3G 基地台數量成長至與 2G 相同、WBA 基地台數量成長 1 倍。另外，商辦大樓與旅館數量參考房仲業者與觀光局數據。

註 2：由於目前國內業者未能提出有效的量產成本數據，故此處採美國能源局氫能計畫 (Hydorgen Program) 資料代入計算。該計畫以生產 5KW 定置型燃料電池系統、年產量約 2,000 台計算出之每 KW 成本約為 1,301 美元。另參考台灣銀行自民 99 年 6～9 月之即期賣出匯率，1 美元約為新台幣 32.1 元，將成本轉為台幣幣值。

註 3：各應用端使用燃料電池之 KW 數為參考目前業者產品規格。

註 4：滲透率意指有多少數量的行動通訊與無線網路基地台、商辦大樓與旅館使用燃料電池，而此處滲透率為假設值。

資料來源：本研究團隊彙整。

表 7 是 2015 年燃料電池應用於備用電源市場規模預估。表中的應用如行動通訊與無線寬頻接取業務、商辦大樓、旅館等，都是現階段國內燃料電池系統業者希望切入的領域。若以年產量 2,000 台時的系統成本代入計算，假設各應用領域滲透率為 10% 時，預估燃料電池備用電源市場規模約為新台幣 17.4 億元。須特別說明的是，在滲透率為 10% 時，以此表中所列數據計算之燃料電池系統總需求量約為 8,000 台，而此處是以年產量 2,000 台的成本計算，意謂在 2015 年至少要有 4 家年產量為 2,000 台的系統業者才能滿足。

2.燃料電池做為主電源的市場規模預估

燃料電池做為主電源的應用場所包括住家、工廠、商業大樓...等，或直接以燃料電池發電廠的形式存在，其中當然包含熱（冷）電共生系統。燃料電池做為主電源的市場與政府能源政策目標有極強烈關聯性，且因石油價格日漸高漲、我國亦自願配合國際潮流實施減碳，故未來我國能源結構氫能的比例是主管機關可以決定的，亦即燃料電池在該應用領域的發展只待政府氫能源發電比重目標、產品規格及相關補貼配套措施訂出，相關業者便可積極投入資源將該市場擴大。

表 8 台電歷年總售電量與燃料電池需求預估

民國	西元	台電總售電量 (度，註 1)	台電總售電量 (千瓦，註 2)	台電全台用電需求 預估(億度，註 3)	約當 500MW 台數需求(註 4)	約當 1KW 台數需求(註 5)
81	1992	85,290,353,628	9,729,678			
82	1993	92,084,684,170	10,504,755			
83	1994	98,561,004,240	11,243,555			
84	1995	105,368,193,346	12,020,100			
85	1996	111,139,816,430	12,678,510			
86	1997	118,299,046,354	13,495,214			
87	1998	128,129,801,081	14,616,678			
88	1999	131,725,891,697	15,026,910			
89	2000	142,412,887,053	16,246,051			
90	2001	143,623,579,667	16,384,164			
91	2002	151,192,689,981	17,247,626			
92	2003	159,379,855,467	18,181,594			
93	2004	167,477,770,388	19,105,381			
94	2005	175,293,370,502	19,996,962			
95	2006	181,593,303,610	20,715,640			
96	2007	187,074,672,025	21,340,939			
97	2008	186,931,476,811	21,324,604	2,119.4		
98	2009	179,238,673,150	20,447,031	2,030.4		
99e	2010e	187,304,413,442	21,367,147	2,109.1	43	21,367,147
100f	2011f	195,733,112,047	22,328,669	2,177.4	45	22,328,669
101f	2012f	204,541,102,089	23,333,459	2,248.7	47	23,333,459
102f	2013f	213,745,451,683	24,383,465	2,327.1	49	24,383,465
103f	2014f	223,363,997,009	25,480,721	2,409.2	51	25,480,721

104f	2015f	233,415,376,874	26,627,353	2,507.3	53	26,627,353
105f	2016f	243,919,068,833	27,825,584	2,626.0	56	27,825,584
106f	2017f	254,895,426,930	29,077,735	2,744.1	58	29,077,735
107f	2018f	266,365,721,142	30,386,233	2,839.3	61	30,386,233
108f	2019f	278,352,178,593	31,753,614	2,919.6	64	31,753,614
109f	2020f	290,878,026,630	33,182,526	2,989.6	66	33,182,526
110f	2021f	303,967,537,828	34,675,740	3,053.5	69	34,675,740
111f	2022f	317,646,077,030	36,236,148	3,119.6	72	36,236,148
112f	2023f	331,940,150,496	37,866,775	3,182.2	76	37,866,775
113f	2024f	346,877,457,268	39,570,780	3,245.0	79	39,570,780
114f	2025f	362,486,942,845	41,351,465	3,307.5	83	41,351,465

註 1：本研究之台電總售電量僅含電燈與電力兩種用戶之售電量，歷年售予該兩用戶之總售電量約佔整體之 90% 以上，特高壓用戶未納入計算；另外，自 2010 年起之售電量推估方式為「前一年之總售電量 \times (1+1992~2009 年總售電量之年複合平均成長率)」，其中，民 1992~2009 年總售電量之年複合平均成長率為 4.5%。

註 2：此處假設台電每年售電時數共 8,766 小時（1 日 24 小時、1 年 365.25 日）。又根據 1 度電定義為「1KW·小時」，故年售電量（KW）= 年售電量（度）/ 8,766（小時）。

註 3：自 2010 年~2025 年間，比較「本研究所預估之台電總售電量」與台電所預估之「用電需求」，前者較後者總平均差異約為-2.9%，各年度差異介於-11.2~9.6%之間。

註 4：目前台灣能源結構中仍以火力發電為主，又目前台灣多數火力發電廠單一機組發電容量約為 500~550MW。

註 5：參考日本家用定置型燃料電池發電系統之輸出功率約為 1KW。

資料來源：本研究團隊彙整。

（1）以台灣對燃料電池發電裝置容量目標為基礎

表 8 是台電歷年的總售電量，表 9 是根據表 8 的台電歷年售電量，搭配「行政院 2007 年產業策略科技會議」結論中，對燃料電池發電裝置目標容量所預估之燃料電池主電源市場規模。該會議中對我國燃料電池發電裝置容量的規劃是 2015 年達到 50MW、2025 年達到 200MW。又依據此目標換算成 5KW 燃料電池發電系統的需求量在 2015 年為 10,000 台、2025 年則有 40,000 台。

在計算市場規模時，本研究參考美國能源部氫能計畫中以 5KW 定置型燃料電池發電系統為範例所做的成本預估數據，其報告指出當年產量達 2,000 台時，5KW 燃料電池發電系統的成本約為美金 1,301 元。以此做為發電系統的價格代入計算得到台灣燃料電池做為主電源的潛在市場規模在 2015 年約為新台幣 16.7

億元、2025 年約 25.0 億元。須注意，此市場規模未考量燃料電池業者的利潤，故市場規模應大於本研究預估值。

表 9 依台灣燃料電池裝置容量目標預估之市場規模

民國	西元	台電總售電量 (度)	台電總售電 量 (千瓦)	裝置容量 目標 (千瓦, 註 1)	佔全 台 售電 量%	約當 5KW 台數(註 2)	系統每千 瓦成本 (新台幣, 註 3)	潛在市場規 模 (新台幣, 註 4)
99e	2010e	187,304,413,442	21,367,147	0	0.0%	0	41,762	0
104f	2015f	233,415,376,874	26,627,353	50,000	0.2%	10,000	33,416	1,670,805,000
114f	2025f	362,486,942,845	41,351,465	200,000	0.5%	40,000	12,519	2,503,800,000

註 1：根據「行政院 2007 年產業策略科技會議」結論中，對台灣燃料電池裝置容量之規劃。

註 2：本研究參考美國能源局（DOE）Hydrogen Program 於 2010 年針對定置型 PEM 燃料電池發表的成本數據（Economic Analysis of Stationary PEM Fuel Cell Systems），該數據以 5KW 燃料電池系統、年產量 2,000 台做為成本推估基礎，故此處亦以 5KW 做為市場規模推估範例。

註 3：註 2 引用之研究報告尚無不同年產量下之成本數據，故此處引用美國能源局另一份針對車用 PEM 型燃料電池所做之成本數據推估為計算基礎。該報告顯示年產量由 1,000 台提升至 30,000 台時，燃料電池系統成本將有 60% 的降幅，故此處以產量 10,000 台時其成本有約 20% 之降幅概算，至於產量 40,000 台時則以 70% 的成本降幅計算。另參考台灣銀行自民 99 年 6~9 月之即期賣出匯率，1 美元約為新台幣 32.1 元，將成本轉為台幣幣值。

註 4：參考台灣銀行自民 99 年 6~9 月之即期賣出匯率，1 美元約為新台幣 32.1 元。

資料來源：本研究團隊彙整。

（2）以台灣偏遠地區售電量為基礎

表 10 是以台灣偏遠地區售電量為基礎預估之燃料電池市場規模。以偏遠地區為預估基礎的原因在於：都會區內電力網路架構完整，即使因天災等因素致電網被破壞，電力公司維修的速度將較交通相對不便利的偏遠地區即時且迅速。參考近年台灣災後重建經驗，偏遠低區常因電力與通訊無法迅速恢復正常運作而延誤黃金救災時間。據此，燃料電池做為主電源的市場在偏遠地區開始推廣相當合理。當然，此時燃料供應的便利性與即時性成為重要議題。搭配「在地產氫」的技術如水電解製氫機，與其它如太陽能或風能等再生能源的整合才是完整的獨立

供電解決方案。

根據預估，若每戶都安裝燃料電池發電裝置的狀況，2015 年市場規模將達新台幣約 25.7 億元、2025 年約 26.2 億元。偏遠地區發展受限，該市場可能很快飽和，但其特質卻不失為台灣大規模推廣家用型燃料電池發電系統的初期市場。

表 10 依台灣偏遠地區售電量預估之市場規模

民國	西元	台灣偏遠地區 總戶數(註 1)	電燈用戶 每戶平均 售電 度數(註 2)	偏遠地區 售電量 (度, 註 3)	偏遠地區 售電量 (千瓦, 註 4)	約當 5KW 系統台 數	系統每千瓦成本 (新台幣, 註 5)	潛在市場規模 (新台幣)
92	2003	219,403	3,978	872,785,134	99,565	19,913		
93	2004	220,236	3,935	866,628,660	98,862	19,772		
94	2005	222,346	4,111	914,064,406	104,274	20,855		
95	2006	222,237	4,025	894,503,925	102,042	20,408		
96	2007	223,729	3,996	894,021,084	101,987	20,397		
97	2008	225,608	3,875	874,231,000	99,730	19,946		
98	2009	230,753	3,846	887,476,038	101,241	20,248		
99e	2010e	232,599	3,823	889,225,977	101,440	20,288	41,762	0
104f	2015f	242,054	3,709	897,778,286	102,416	20,483	25,070	2,567,579,362
114f	2025f	262,130	3,493	915,620,090	104,451	20,890	25,070	2,618,597,015

註 1：台電並未針對偏遠地區定義，故此處偏遠地區定義係採國家通訊傳播委員會（NCC）依電信普及服務管理辦法第 2 條第 12 款規定，「偏遠地區係指人口密度低於全國平均人口密度五分之一之鄉（鎮、市），或距離直轄市、縣（市）政府所在地七·五公里以上之離島」。目前全台符合偏遠地區定義者 23 縣市共計有 73 鄉鎮。但其中台中縣和平鄉、南投縣信義鄉、嘉義縣大埔鄉與番路鄉等因天災導致人口與戶數資料不完整，在計算相關數據時未列入考量，根據 2008 與 2009 兩年數據計算，該數據不完整鄉鎮戶數佔偏遠地區戶數比重約 6.3%。另外，2010 年之後的戶數預估是利用 2003~2009 年的年複合平均成長率 0.8% 計算。

註 2：全國電燈用戶每戶平均售電度數數據來源為台電統計年報(2009 年)，2010 年之後的每戶平均售電度數預估是利用 2003~2009 年的年複合平均成長率-0.6% 計算。

註 3：偏遠地區售電量的計算方式為「台灣偏遠地區總戶數 × 每戶平均售電度數」。

註 4：此處假設台電每年共 8,766 小時售電（1 日 24 小時、1 年 365.25 日），根據 1 度電定義為「1KW·小時」，故年售電量（KW）= 年售電量（度）/ 8,766（小時）。

註 5：參考表 1-9 註 3。參考台灣銀行自民 99 年 6~9 月之即期賣出匯率，1 美元約為新台幣 32.1 元。

資料來源：本研究團隊彙整。

不論以台灣燃料電池發電裝置容量，或是以偏遠地區的售電量與戶數為基礎的預估，若轉換為 5KW 發電裝置其數量皆有上萬台需求。在現實面考量，欲達到裝置容量目標或滿足偏遠地區用電可能不須如日本每個家戶都佈建燃料電池發電系統（若以日本經驗其規格為 1KW，台數需求將遠超越此處預估值）。即便如此，不論就技術面（尤其是高於 100KW 甚至百萬瓦級以上）或廠商產能觀察，現階段台灣業者皆無法滿足此處所預估的台數需求（目前台灣業者規劃種之系統組裝線年產量約百台左右），顯現台灣市場仍須要 2~3 家的領先大廠才能滿足，搭配政府補助消費者端的大規模示範驗證政策推動，目前已投入的業者對台灣市場仍應樂觀看待。

二、移動載具用燃料電池

移動載具用燃料電池主要應用於各種交通工具如汽、機車等，另外便是因環境的特殊性或其它訴求所衍生出來的應用，例如傳統柴油引擎堆高機在運作時產生大量廢氣與噪音，若長時間在密閉環境或倉庫內運行將對人體健康有害，若以燃料電池驅動將解決此問題；另外，在水上交通工具部分也因傳統引擎的漏油與噪音對海洋生態造成污染，故開發以燃料電池為主動力者。

（一）產品形式：燃料電池動力系統或與其它蓄電池形成之混合動力系統。

（二）使用情境：各種移動載具如汽車、機車、船舶（潛水艇）、飛機、可移動之機械工具如堆高機、台車等。

2009 與 2010 年我國移動載具燃料電池市場規模亦是根據參加能源局示範運轉驗證補助作業中，通過評選廠商獲得補助後之實際生產數量與成本預估，分別約為新台幣 4,690 萬元與 1 億 4,810 萬元。須注意，該兩年皆非量產狀態，其價格使用的是極昂貴的試產成本，此市場規模僅供參考。

表 11 是我國移動載具用燃料電池市場規模預估。假設每 1 台終端應用產品搭配 1 台移動載具用燃料電池，又假設在 2015 年之年產量各為 1,000 台時（相

關說明請參考附註)，預估移動載具用燃料電池市場規模將達到 8,009 萬元。產量增加但市場規模小於 2010 年的原因如前所述，2010 年的價格為極昂貴的試產成本，而 2015 年則為美國能源局所試算之量產成本，前者較後者高出許多所致。另外，此處未用滲透率預估的主因在於應用產品的特性與前述備用電源不同。移動載具業者均表示，燃料電池只是另一個動力的來源，雖然標榜乾淨與環保，但與傳統柴油引擎驅動產品的價差未縮小前，短期內不太會有所謂取代效應發生，仍屬於各業者配合政策或尋找下一代產品而新開發的市場。

表 11 2015 年台灣移動載具用燃料電池市場規模預估

2015 年預估 (年產量 1,000 台)	堆高機	小型轎車 (未滿 2,000cc)	機車	遊艇
生產量(台、註 1)	1,000	1,000	1,000	1,000
成本/KW(新台幣元、註 2)	5,269			
使用 KW 數(註 3)	5.0	3.0	1.2	6.0
市場規模(新台幣萬元)	2,635	1,581	632	3,161
合計(新台幣萬元)	8,009			

註 1：生產量資料為經濟部能源局燃料電池示範運轉驗證補助作業中，通過評選廠商獲得補助後之實際生產數量。

註 2：每 KW 成本計算方式為「廠商申請示範驗證計畫總金額 ÷ 計畫中使用之燃料電池總 KW 數」，該成本主要包含 3 大項目，即系統本體、週邊設施與燃料費用。

註 3：各產品使用燃料電池之 KW 數為參與能源局示範運轉驗證補助作業廠商提供。

註 4：該堆高機生產量源自 2010 年示範驗證計畫中業者申請數量，由於尚未辦理評選，故此為依據前期評選經驗所定之數量。

註 5：由於目前各業者無法提供量產後成本數據，故以美國能源局氫能計畫(Hydorgen Program)資料計算。該資料分別顯示年產量達 1,000、30,000、80,000、130,000 與 500,000 台時的成本數據，此處取最保守年產量 1,000 台計算。

註 6：美國能源局氫能計畫(Hydorgen Program)資料顯示移動載具用燃料電池每 KW 成本(不含系統組裝)約為每金 164 元。另參考台灣銀行自民 99 年 6~9 月之即期賣出匯率，1 美元約為新台幣 32.1 元，將成本轉為台幣幣值。

註 7：各產品使用燃料電池之 KW 數為參與能源局示範運轉驗證補助作業廠商提供。

資料來源：本研究團隊彙整。

三、可攜式燃料電池

可攜式燃料電池的應用包羅萬象，舉凡須要電力供給之處都是其市場。目前較早期的市場包括消費性電子產品電源，如 Toshiba 及 Samsung 等大廠皆宣示努力研發筆記型電腦與手機用燃料電池並已有產品問世銷售；另外便是各種小型發電機產品。

(一) 產品形式：迷你燃料電池組或可攜式燃料電池發電機。

(二) 使用情境：消費性電子產品電源供應、戶外休閒或露營活動與設備之電源、各種不便與市區電力連接但須機動性之電源需求狀態。

表 12 2015 年台灣可攜式燃料電池市場規模預估

2015 年	筆記型電腦	智慧型手機
全球出貨量 (億台/億支, 註 1)	3.0	1.8
平均售價 (新台幣元, 註 2)	16,050	12,840
電池佔平均售價比重 (% , 註 3)	15%	30%
滲透率 (% , 註 4)	0.003%	0.006%
市場規模 (新台幣萬元)	2,167	4,160
合計 (新台幣萬元)	6,327	

註 1：根據各市調機構(IDC、DisplaySearch、拓璞產業研究所與電子時報)指出，2010 年全球筆記型電腦(NB)出貨量約為 1.7~1.9 億台，此處取 1.8 億台代入計算。其中，DisplaySearch 又預估 2010~2015 年 NB 出貨量的年複合成長率約為 14%，故以此推估至 2015 年全球 NB 出貨量約為 3 億台；在手機應用方面，手機業者表示若要搭載燃料電池，將優先導入耗電量且售價較高的智慧型手機型號，故此處以智慧型手機出貨量計算。

註 2：根據 IDC 指出，2010 年 NB 平均售價約為 850 美元，又以平均每年 10% 的下滑率預估，2015 年 NB 平均售價約為 500 美元；Gartner 指出，智慧型手機平均手價約為 300~500 美元，此處取 400 美元代入計算。另參考台灣銀行自民 99 年 6~9 月之即期賣出匯率，1 美元約為新台幣 32.1 元，將成本轉為台幣幣值。

註 3：相關業者表示，筆記型電腦的電池佔整體售價約 10~15%，手機電池佔整體售價的 30%。

註 4：觀察國際大廠如 Toshiba、Samsung 及國內 NB 與手機品牌業者新機種推出情形，特殊訴求（如燃料電池主張環保訴求）的型號生產量約以 2 千台或支為基礎，本研究假設沒有庫存，以單一廠商、單一型號 2 千台，共 5 家業者推出代入計算。

資料來源：本研究團隊彙整。

2009 與 2010 年我國移動載具燃料電池市場規模仍舊是根據參加能源局示範運轉驗證補助作業中，通過評選廠商獲得補助後之實際生產數量與成本預估。2009 年約為新台幣 2,040 萬元，2010 年因無相關領域申請案，故市場規模計算值為 0 元。須注意，該兩年皆非量產狀態，其價格使用的是極昂貴的試產成本，此市場規模僅供參考。

表 12 是台灣可攜式燃料電池市場規模預估，本研究主要推估其應用於 3C 電子產品的市場。須特別說明的是，計算過程中燃料電池的售價是依傳統電池模組在筆記型電腦與智慧型手機售價的比例推估，因為消費性電子產品的品牌與代工業者對零組件價格管控甚嚴，不太可能讓燃料電池佔整體售價比重過高，故以此為基礎計算。另外，滲透率是參考筆記型電腦與手機品牌業者針對新機種專案的產量控管經驗值所假設。在此計算結果下，兩種消費性電子產品所創造出的燃料電池市場規模約為新台幣 6,327 萬元。

第四節 國內燃料電池產業五力分析

由於國內燃料電池市場尚未成型，加上燃料電池各應用領域特性不同，故本節利用 Michael E. Porter 於 1979 年提出之五力分析將燃料電池不同應用領域之發展優劣勢以定性的方式加以比較，得出較適合發展之應用市場。五力分析是利用包括對購買者的議價能力、對供應商的議價能力、潛在進入者的威脅和來自替代品的威脅所共同構成的第五力—來自現有競爭者的威脅，決定某市場的吸引力。

一、對購買者的議價能力

此處即指對購買商品客戶的議價能力。由於消費性電子產品本身競爭者眾，容易受同業競爭或新產品推出等因素使產品價格與毛利遞減發展，故品牌業者成本管控相當嚴格，對其零組件廠商的採購策略亦以壓低價格為主，做為電源供應模組的燃料電池即便有環保訴求也難逃此模式；至於移動式燃料電池發電機則是受消費者對原本的柴油發電機產品價格制約，必須夠「低廉」才足以吸引消費者購買。在目前整體經濟環境相對較差、民眾對可支配餘額未確定可大幅成長之前，目前環保訴求難敵價格誘因。

再者，可攜式燃料電池產品也較具有購買者可能單次購入大量、且供應商相對較多，購買者的轉換成本相對較低，同性質替代品較多等特性，故投入該應用領域的燃料電池業者所須思考的是跳脫目前的生產模式、以全新的製程且不斷提升及維持良率、盡可能降低成本後成為該領域的規模經濟領導者，以足夠的產能、品質控管與精準的交期來制衡有較強議價能力的燃料電池應用產品業者。意即，必須有大量的資本支出才有可能達成，就目前而言，尚未觀察到業者有意願支出較巨額的資本支出。

在定置型燃料電池產品方面，目前台灣業者投入較多的為備用電源或不斷電系統領域，而現階段的購買者以電信、網通業者居多，主因在於該類業者如因斷電無法提供服務，其損失將遠超過以較昂貴價格將原本的鉛蓄電池轉換為燃料電池。換言之，若能在其它業者無法提供服務時仍正常運作或搶先運作，燃料電池的加值效果就浮現，是故該領域的購買者對價格的接受度遠高於可攜式燃料電池的購買者，因為其附加價值更高，又因為對燃料電池的信賴度要求嚴格，具有一定的技術門檻，多數電訊或網通業者一旦與某供應商合作後，更換的意願非常低，因一旦更換須花長時間與高成本再次驗證。是故，雖然電訊或網通業者單次採購數量可能很大，但燃料電池供應商卻有一定程度的議價能力。

另一個定置型的應用為主電源領域，以現階段與未來而言，該領域屬技術門檻較高、須搭配的客觀條件最多者。舉凡製氫、儲氫、燃料電池本體與電網架構，任何一個環節未良好銜接該領域發展就受阻。最重要的是，該領域與各國能源政策關聯度甚高，欲切入該領域必須有較佳的政商關係，又該領域雖然單次採購量甚大，同樣的對信賴度要求甚至較備用電源更高，故購買者對價格的接受度也高。是故，該領域應該是燃料電池產品中利潤最佳且購買者議價力最強者。

在移動載具用燃料電池部分，其屬於車用零組件之一，而車輛亦屬於大量生產的標準化產品，故未來該類燃料電池仍須走向如鉛蓄電池或如傳統車用零組件般的標準化產品。另外，在產品設計與導入階段須與車廠密切配合，如同消費性電子產品般，移動載具的產品通路皆掌握在現有的品牌業者等大廠手中且為時已久，燃料電池業者欲自創品牌銷售多半也只能在該類大廠不願切入的超低價產品市場，依舊面臨價格戰。

表 13 為四種燃料電池應用展品對購買者議價能力比較。其中，對購買者議價能力最高者為定置型燃料電池中應用於主電源的部分，最低者為可攜式電源（消費性電子產品與移動式發電機）。

表 13 不同燃料電池業者對購買者議價能力比較

能力、種類	定置型- 備用電源	定置型- 主電源	移動載具	可攜式
對購買者議價能力	3	3	2	1

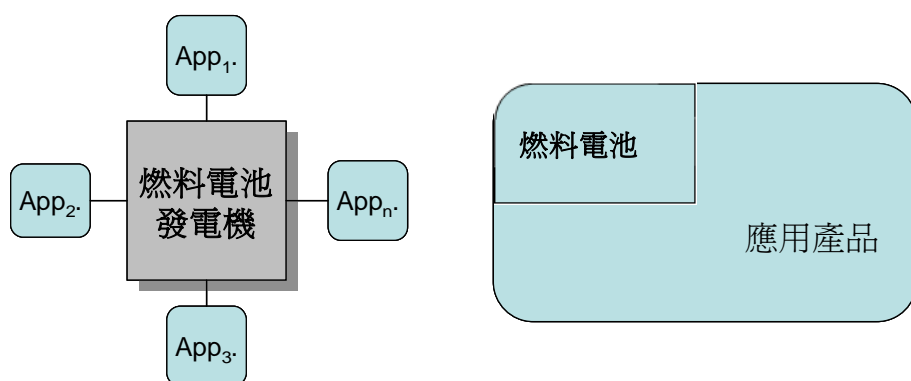
註：數值越高者，對購買者議價能力越高。

資料來源：本研究團隊彙整。

二、對供應商的議價能力

此處即指對相關零組件業者的議價能力。新產品開發前若能掌握相關零組件，尤其是對關鍵零組件業者的議價能力，對未來產品成本降低極具優勢。燃料電池產業雖然早在 1960 年代便應用於航空太空方面，1980 年代正式應用於民生用途，但至今未有大量普及化商品出現，主因仍在成本過高。而成本過高原因除了未達經濟規模外，相關零組件因須特別製作，故產品成本相對提高，售價自然無法降低。

若欲觀察對零組件供應商的議價能力，必須先選定產業鍊中的一環為基準，才可向上定義供應商角色。燃料電池本身為一產生電能的裝置，可以獨立存在視為一供電設備，如做為主電源或備用電源等；亦可裝設於他項產品內，成為該產品提供電力之零組件，如移動載具及可攜式燃料電池。



註：n 代表不同種類的燃料電池應用產品

資料來源：本研究團隊彙整。

圖 3 燃料電池與應用產品組成關係

對供應商的議價能力由三個子項目評估，分別為零組件家數、技術層級與單次採購量。綜觀本研究探討之四種不同燃料電池，可攜式的終端應用產品種類最為廣範且數量最多（由消費性電子產品產業鍊可略虧一二），終端應用產品的市場規模夠大帶動可攜式燃料電池的發展，同時吸引零組件業者的投入，業者數量與單次採購量在未來會逐漸增加（四種燃料電池的零組件業者會重覆）。目前尚未有更多業者投入主因在於其技術層級較高（體積須縮小）所致。

表 14 不同燃料電池業者對供應商議價能力比較

能力、種類	定置型- 備用電源	定置型- 主電源	移動載具	可攜式
零組件家數（註 1）	1	1	1	2
零組件技術層級（註 2）	3	2	2	1
零組件單次採購量（註 3）	1	2	1	3
對供應商議價能力（註 4）	5	5	4	6

註 1：數值高代表零組件家數多，對供應商議價能力越強。

註 2：數值高代表零組件技術層級低，對供應商的議價能力越強。

註 3：數值高代表零組件單次採購量大，對供應商的議價能力越強。

註 4：對供應商議價能力為 3 種子評估項目分數加總，數值越高者，對供應商議價能力越高。

資料來源：本研究團隊彙整。

表 14 為不同燃料電池業者對供應商議價能力的比較結果。可發現四種燃料電池業者的評估分數相去不遠，主要因三種子項目的分數各有消長所致。最後仍以可攜式燃料電池業者對其零組件供應商的議價能力最強、定置型兩種產品的業者次之、移動載具則最弱。

三、潛在進入者的威脅

產品發展策略須考量新進入者的威脅，意指新進業者欲生產該產品的進入障礙。新進入的廠商將造成該產品的產能增加或過剩、攫取既有市場並壓縮市場價格，導致產業整體獲利下降。進入障礙主要來自：經濟規模、專利保護、產品差異化、品牌知名度、轉換成本、資金需求、獨特的配銷通路與政府政策等項目。

觀察燃料電池應用於主電源的產品，不論使用在家庭、廠辦或做為發電廠都與政府的能源政策緊密連結，業者必須在該市場發展初期就積極參與，密切注意政策走向落實於產品規格制訂與發展，投入的人力、時間與金錢將相對其它應用領域的燃料電池產品為多、長及龐大。一旦政策明確制訂且開始實施後，該類早期耕耘的業者甫開始品嚐獲利大幅成長的喜悅。在辛苦導入的期間內，由於產品技術不斷更新、特性持續改良，早就建立起相當程度的技術門檻或專利佈局，又消費者對於被當成主電源的燃料電池產品要求甚嚴且存在某種品牌依賴與信賴度。綜觀上述特質，用於主電源的燃料電池產品領域具備最高的進入障礙，新進者不但難以進入，就算勉強擠入場也遭受極大壓力，較能對抗潛在進入者所產生的威脅。

表 15 不同燃料電池產品對抵抗潛在進入者威脅能力比較

能力、種類	定置型- 備用電源	定置型- 主電源	移動載具	可攜式
經濟規模（註 1）	1	2	3	4
專利保護（註 2）	1	2	2	2
產品差異化（註 3）	2	2	1	1
品牌知名度（註 4）	2	3	3	1
轉換成本（註 5）	1	2	2	1
資金需求（註 6）	1	4	3	2
獨特的配銷通路（註 7）	2	3	3	1
政府政策（註 8）	2	4	3	1
抵抗潛在進入者威脅能力(註 9)	12	22	17	13

註 1：數值高代表經濟規模大，新進者難超越，抵抗潛在進入者威脅能力越強。

註 2：數值高代表可申請專利的項目多、保護較佳，抵抗潛在進入者威脅能力越強。

註 3：數值高代表不易出現差異化的同規格產品，抵抗潛在進入者威脅能力越強。

註 4：數值高代表品牌知名度受重視，抵抗潛在進入者威脅能力越強。

註 5：數值高代表欲由現有產品轉換至另一項同規格產品的成本高，抵抗潛在進入者威脅能力越強。

註 6：數值高代表須投入較多的資金才能進入產業，抵抗潛在進入者威脅能力越強。

註 7：數值高代表須有特殊的通路產品才能銷售暢旺，抵抗潛在進入者威脅能力越強。

註 8：數值高代表與政府政策方向緊密連結、須長時間經營，抵抗潛在進入者威脅能力越強。

註 9：抵抗潛在進入者威脅能力為 8 種子評估項目分數加總，數值越高者，抵抗潛在進入者威脅能力越高。

資料來源：本研究團隊彙整。

再者，移動載具用燃料電池也具備類似前述須早期導入並持續辛苦經營的特性，而移動載具類產品的業者對於其供應商的更換相對其它如消費性電子產品而言，其態度相當保守，意即發展移動載具類燃料電池的業者（尤以電動汽車類更甚）對於潛在進入者的抗衡力道也較強。但須特別注意的是，尤於移動載具如汽車、機車、堆高機等，其各產品都存在數個具經濟規模的品牌業者，提供相同規格燃料電池的製造商有可能因客戶的大幅成長而超越同業，當然也可能因客戶的衰退而被同業拋諸腦後。

四、替代品或服務的威脅

產業內所有的公司都在競爭，而同一產業內各類似產品亦在競爭。當替代品在性能或價格上所提供的替代方案愈有利時，對產業利潤的威脅就愈大。通長替代品的威脅來自同時間有較多不同技術所生產之同性質產品、替代品有較低的相對價格或較強功能、或前述較低轉換成本等。若針對某項產品而言，市場上存在功能或規格類似，但價格相對低廉的替代品；甚至出現整合更多功能，意即功能更強的替代品，消費者在功能與價格比的考量下，非常容易捨棄原產品而選擇替代品。對於一般消費者只是品牌的更換，但對企業甚至是國家推動政策的層級卻須小心謹慎。

表 16 不同燃料電池產品抵抗替代品威脅能力比較

能力、種類	定置型- 備用電源	定置型- 主電源	移動載具	可攜式
替代品有較低相對價格（註1）	2	3	3	1
替代品有較強功能（註2）	2	3	3	1
轉換成本（註3）	2	3	3	1
抵抗替代品威脅能力（註4）	6	9	9	3

註1：數值高代表不易出現較低價格替代品，抵抗替代品威脅能力越強。

註2：數值高代表不易出現較強功能的替代品，抵抗替代品威脅能力越強。

註3：數值高代表改用為替代品的轉換成本高，抵抗替代品威脅能力越強。

註4：抵抗替代品威脅能力為4種子評估項目分數加總，數值越高者，抵抗替代品威脅能力越高。

資料來源：本研究團隊彙整。

對於定置型做為主電源以及移動載具用燃料電池的產品而言，由於事關消費者或從業人員的安全，該類產品因規格與使用情境不同，必須符合不同嚴謹度的安全規範與標準。在此種已具備技術門檻的前提下，相較其它兩種燃料電池較不易出現能夠與之匹敵的替代品，當然其抵抗替代品威脅的能力較強。

五、現有競爭者的威脅

各種現有產品的競爭模式包括運用價格戰、促銷戰及提昇服務品質等方式，而競爭行動開始對競爭對手產生顯著影響時，就可能招致還擊，若這些競爭行為愈趨激烈甚至採取若干極端措施，產業會陷入長期的低迷。

現有競爭者的威脅可依下列子項目評估，分別為產業內存在眾多或勢均力敵

的競爭對手、產業成長速度很慢、高退出障礙等。若產業本身就屬於容易存在勢均力敵競爭對手的特質；加上其成長速度慢，眾多業者必須在有限的市場規模內競爭；最後，已經無心經營的業者因為退出障礙高而改以前述的極端措施競爭，將導致該產業內各業者面臨辛苦經營的環境且無法良性成長，應避免進入。須注意的是，台灣燃料電池產業因內需市場規模小，國內業者除了與本國同業競爭外，主要的挑戰來自國際大廠，是故此處的比較是以全球觀點而論。

表 17 不同燃料電池產品現有競爭者威脅力比較

能力、種類	定置型- 備用電源	定置型- 主電源	移動載具	可攜式
產業內存在眾多或勢均力敵的 競爭對手（註 1）	2	1	2	3
產業成長速度很慢（註 2）	1	3	2	1
高退出障礙（註 3）	2	4	3	1
現有競爭者威脅力（註 4）	5	8	7	5

註 1：數值高代表容易存在眾多的競爭對手，現有競爭者威脅力越強。

註 2：數值高代表產業成長速度慢，導致現有業者在有限的市場空間內競爭，現有競爭者威脅力越強。

註 3：數值高代表退出障礙高，業者難退出狀況下加強了現有競爭者威脅力。

註 4：抵抗替代品威脅能力為 4 種子評估項目分數加總，數值越高者，抵抗替代品威脅能力越高。

資料來源：本研究團隊彙整。

就整體而言，定置型燃料電池做為主電源產品的領域其現有競爭者的威脅力最強。雖然就其本質而言，投入的業者數量不若其它三個領域為多，但進入者多半在該領域存在豐富經驗，故勢均力敵的現象確實存在；再加上其與政策關聯度高，產業本身成長速度慢，又業者在長期投入的資金、人力與物力龐大的狀況下絕不會輕言退出，造就了該領域中同業競爭較為強烈。

六、國內燃料電池市場定位

根據五力分析各項目的意義，若某產品業者具備對購買者的議價能力強、對其零組件供應商的議價能力亦強、又較能抵抗潛在進入者與替代品的威脅能力，最後其所處產業的現有競爭者威脅力較弱，則該產品可以考慮成為優先發展項目。將前述的五力個別分析總得分，依高至低排序重新賦予 1-4 的得分，分數越

高表示該能力越強。但因第五力之現有競爭者威脅力屬於對產品不好的負面特質，故以負數代表，負值越高表示越不利產品發展。而最終得分越高者代表越適合做為優先發展的產品項目。其結果匯整如表 18 所示。

表 18 不同燃料電池產品五力分析總結

能力、種類	定置型- 備用電源	定置型- 主電源	移動載具	可攜式
對購買者議價能力（註 1）	3	4	2	1
對供應商議價能力（註 2）	3	3	2	4
抵抗潛在進入者威脅能力（註 3）	1	4	3	2
抵抗替代品威脅能力（註 4）	3	4	4	2
現有競爭者威脅力（註 5）	（2）	（4）	（3）	（2）
五力分析總結（註 6）	8	11	8	7

註 1：數值高代表對購買者議價能力越強。

註 2：數值高代表對供應商議價能力越強。

註 3：數值高代表抵抗潛在進入者威脅能力越強。

註 4：數值高代表抵抗替代品威脅能力越強。

註 5：負值高代表現有競爭者威脅力越強，負號以括弧（）表示。

資料來源：本研究團隊彙整。

上表顯示定置型燃料電池做為主電源的產品總得分最高，代表較適合我國列為優先發展項目；備用電源與移動載具次之，可攜式燃料電池總分最低。若搭配我國國情與產業實況分析，我國在能源結構上對石油的依賴度非常高，由台電公司長久以來的統計資料顯示，以石油所產生的電仍佔整體發電量至少 9 成。過度倚賴一種存量遞減、開採越趨不易、價格持續上漲的能源，的確非明智之舉，也是各國逐漸重視綠能的主要原因。據此，若我國能逐漸提高氢能佔整體能源結構的比重，將定置型燃料電池發展為發電方式的一環，對我國而言是絕對正確的方向。當然，產氫與儲氫的基礎建設就必須同時間，甚至提早規劃並興建，該方向才可能實踐，否則僅為空談。

又以產業界的角度觀察，我國內需市場規模小，故任何產業或企業的發展須以全球市場為目標才具前瞻與未來性。歐美國家的電力設備市場已被國際大廠或其國內業者把持，要成為主要的系統業者機會不高，但打入其供應鍊結構，成為

零組件供應商是挾帶成本優勢的台灣業者一定可以達成的目標。我國發展燃料電池電力系統設備的同時必定帶動相關零組件業者成長，藉時歐美市場又是另一塊獲利成長的空間。反觀系統業者更無須擔憂，中國大陸對燃料電池的發展極為重視，加上其城鄉電力供應差距甚大，二或三級城市與農村更是燃料電池分散型電廠或發電設備絕佳市場。而沿海地區因近年快速開發，電力需求爆增，台商經常為限電所苦，都是機會所在。中國大陸市場因國情導致經營不易眾所週知，但台商越來越瞭解其政商模式，對於拓展市場的掌握度與日俱增，又因政府逐漸開放台灣金融業登陸，未來台商在當地的資金調度更方便，燃料電池業者前景看俏。

至於備用電源、不斷電系統產品因為其技術層級相對較低，目前已是台灣燃料電池業者積極搶攻的市場，在此不予贅述。移動載具方面，最大的利益是可以降低廢氣與噪音污染，其實非常值得政府推動。目前窒礙難行處在於氫能基礎建設部分，氫氣的補充到底該如何進行？充氫站或是高/低壓鋼瓶，目前各方說法不一，也都有支持者。但是以政策推動與國家整體利益的立場，移動載具用燃料電池相關領域的確是值得且應該列為政策推動的部分。

至於可攜式燃料電池，若以應用產品觀察其與整體國家利益關聯度相對較低，除非是本研究未探討的國防應用範疇。其它如消費性電子產品或小功率（數百至 3KW 以內的）移動式的燃料電池發電機等，其隨產業或市場需求，由業者主導發展較為合適。

第五節 結語

本文的主要目的在於，從探討國內燃料電池的推動及潛在市場，了解國內發展燃料電池產業的潛力之所在。截至 2010 年 9 月底止，能源局在示範驗證總經費的實際補助金額 1.25 億元之下，創造出 5.25 億元 4 倍多的產值效果，足見國內燃料電池產業的發展有一定的成效。

五力分析的結果發現我國燃料電池產品發展利基在於定置型做為主電源部分，主要考量為我國能源結構上對石油的依賴度過高，積極發展再生能源就長期而言是必要的；至於目前業者已積極切入的備用電源市場則以現階段示範驗證計畫推動即可；移動載具部分因牽涉減碳議題，加上數量眾多，的確是另一個必須

重視的領域。但若以終端應用的角度，移動載具用的燃料電池所創造出的能源是做為一種「動力」，與做為主電源、備用電源或可攜式電源等產品的本質有所差異，移動載具用燃料電池的政策推動由交通相關部會擬定或許更為恰當；最後，可攜式燃料電池產品的應用繁雜、功率規格多，也許交由市場與業者自行推動較為適宜。但若有特殊考量或利基市場，如軍事用途等也許又以其相關部會擬定推動政策為宜。

然而，我國的燃料電池推動政策，與全球其它國家相比，仍有幾個項目待規劃與執行，例如投資抵免與租稅優惠的部分並未予以結合，是值得思考之處。而接著未來的大規模示範運轉，如何搭配政府採購案才能發揮效果，朝向整體產業的量產化發展；氫能的教育宣導與推廣是必須隨時且同步進行的。但在統一規格部分，因為我國以外銷市場為主，故該部分可視燃料電池產品種類實施或不予規範。

參考文獻

1. US DOE Hydrogen Program, <http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/recovery.html>.
2. Canadian Fuel Cell Commercialization Roadmap Update, 201001.
3. Hydrogen Implementing Agreement 2008 Annual Report, OECD/IEA, 2008.
4. Energy Policies of IEA Countries—Japan 2008 Review, 2009.
5. Economic Analysis of Stationary PEM Fuel Cell Systems, Battelle, 201006.
6. Fuel Cell Industry Survey , PriceWaterHouseCoopers, 200812.
7. 燃料電池即將正式邁入普及階段，大和國泰證券，201003。
8. Mass-Production Cost Estimation For Automotive Fuel Cell Systems, Brian James, Jeff Kalinoski, Kevin Baum, 201006.