

出國報告(出國類別：其他 (參加國際會議))

## 參加 2010 年燃料電池國際研討展示會 出國報告

服務機關：國防部軍備局中山科學研究院

姓名職稱：聘用技士 陳永松

派赴國家：美國

出國時間：99.10.17-99.10.23

報告日期：99.11.23

國防部軍備局中山科學研究院出國報告建議事項處理表

報告名稱	參加 2010 年燃料電池國際研討展示會出國報告		
出國單位	第五研究所	出國人員級職/姓名	聘用技士/陳永松
公差地點	美國	出/返國日期	<u>99.10.17</u> / <u>99.10.23</u>
建議事項	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 已有多家廠商開發出燃料電池關鍵材料，且宣稱性能及價格均較杜邦公司之質子交換膜有競爭優勢、建議可少量採購先進行性能驗證之實驗。</li> <li>2. 車輛載具用之燃料電池堆需考慮體積及功率能量密度，金屬雙極板與柔性石墨雙極板相比，仍有製程及價格上之優勢。如未來會發展車用燃料電池堆，建議先研究金屬雙極板之流道設計，表面處理可以學合案方式委託學校進行研究。</li> <li>3. 本院尚未完全瞭解氣體擴散層參數對膜電極組性能之影響，建議可與廠商合作進行相關之研究。</li> <li>4. 動力型燃料電池混合動力系統開發可先以搬運車或堆高機為載具當作系統之設計目標。</li> </ol>		
處理意見	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可先以小額採購方式購入，製成膜電極組進行實驗後與現有材料性能進行比較。</li> <li>2. 後續將於「國防專技專案-可移動式燃料電池系統關鍵技術」中委由學校進行金屬雙極板相關研究開發。</li> <li>3. 可尋求國內廠商合作意願。</li> <li>4. 可以今年研究試製混合電力系統成果及經驗，依據動力系統所需之功率來計算燃料電池及鋰電池之電容量比。</li> </ol>		

國防部軍備局中山科學研究院  
九十九年度出國報告審查表

出國單位	第五研究所	出國人員 級職姓名	聘用技士 陳永松
單 位	審 查 意 見		簽 章
一級單位	<p>本次參加國際研討會對該計畫之後續執行，提供多項研發觀念及方向，成果豐碩。本報告為研討會公開資料，未涉本院研發機密。</p>		
計 品 會			
保 防 安 全 處			
企 劃 處			
批		示	

# 國外公差人員出國報告主官（管）審查意見表

本院執行經濟部科技專案計畫，其目的即以本院先進技術，輔導民間廠商突破研發瓶頸，產製高科技、高技術層面、高單價、高附加價值之先進產品。為達此目的，本院之研發人員必須具備最新的技術新知、商情資訊及市場動態等科技商情資料，故於計畫擬定時即規劃人員至歐、美等先進國家蒐集計畫所需之新技術、新產品、新動向等資訊，以瞭解世界其他國家之發展現況及動態，調整研究方向或研擬規劃新計畫。

陳員奉派赴美參加 2010 年燃料電池國際研討展示會。主要目的為蒐集「奈米材料及製程技術發展計畫」子項計畫之相關研發技術及商情資訊，其蒐集內容涵蓋各種燃料電池應用上的儲氫方式及系統技術，以及各國氫能及燃料電池的開發及實際應用經驗。此外，其蒐集內容也涵蓋與燃料電池相關之研發技術及商情資訊，最新材料技術、製程技術開發及系統應用之示範運行成果。尤其是膜電極組相關製程及觸媒之最新技術。本次參加國際研討會對該計畫之後續執行，提供多項研發觀念及方向，成果豐碩，確已達到派遣出國之目的。

## 出國報告審核表

出國報告名稱：參加 2010 年燃料電池國際研討展示會出國報告		
出國人姓名（2 人以上，以 1 人為代表）	職稱	服務單位
陳永松	聘用技士	國防部軍備局中山科學研究院
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>參加國際會議</u> （例如國際會議、國際比賽、業務接洽等）	
出國期間：99 年 10 月 17 日至 99 年 10 月 23 日		報告繳交日期：99 年 11 月 23 日
計畫主辦機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input type="checkbox"/> 2.格式完整 <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input type="checkbox"/> 4.內容充實完備 <input type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____ 敬會：保防官 <input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式：	
審 核 人	出國人員	初審（業管主管）
		機關首長或其授權人員

保防官核章

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報 告 資 料 頁			
1.報告編號： CSIPW-99Z-T0001	2.出國類別： 其他 (參加國際會議)	3.完成日期： 99.11.23	4.總頁數： 24
5.報告名稱：參加 2010 年燃料電池國際研討展示會出國報告			
6.核准 文號	人令文號 部令文號	99.9.20 國人管理字第 0990013754 號 99.9.15 國備科產字第 0990013860 號	
7.經 費		新台幣： 94,308 元	
8.出(返)國日期		99.10.17 至 99.10.23	
9.公 差 地 點		美國	
10.公 差 機 構		2010 年燃料電池國際研討展示會	
11.附 記			

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加 2010 年燃料電池國際研討展示會出國報告

頁數 24 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

國防部軍備局中山科學研究院/陳永松/313860

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

陳永松/國防部軍備局中山科學研究院/第五研究所電能材料組/技士/313860

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他（參加國際會議）

出國期間：99.10.17-99.10.23 出國地區：美國

報告日期：99.11.23

分類號/目

關鍵詞：

燃料電池、雙極板、觸媒、電動車

內容摘要：(二百至三百字)

本報告紀錄參加 2010 年於美國德州聖安東尼會議中心舉行的燃料電池研討會暨展示會的研討心得。本院目前正開發質子交換膜型燃料電池及化學產氫系統，有必要瞭解世界各國在燃料電池材料的發展及燃料電池系統在不同應用領域的現況。

本次研討會的口頭發表多著重在系統之示範運行進度報告及分析，包含電動車及分散型發電廠，顯示國外在燃料電池的發展已著重在實用性展示及耐久性測試。在關鍵材料方面只有低白金觸媒或非白金系觸媒之膜電極組及金屬雙極板之研究。燃料方面多以天然氣或甲醇直接轉化成氫氣為主，並無看到以化學產氫之相關論文發表。建議材料方面著重於氣體擴散層及金屬雙極板開發、系統方面可整合其他再生能源。

# 目 次

壹、目的.....	( 9)
貳、過程.....	( 9)
參、心得.....	(11)
肆、建議事項.....	(23)
附 件.....	(24)



# 參加 2010 年燃料電池國際研討展示會（2010 FUEL CELL SEMINAR & EXPOSITION）出國報告

## 壹、目的

為執行經濟部委託之科專「奈米材料及製程技術發展計畫」，擬派員赴美國參加 2010 年燃料電池國際研討展示會(2010 Fuel Cell Seminar & Exposition)，研討各燃料電池應用領域之觸媒產氫系統、儲存及運送之發展趨勢及相關設施與法令等議題。觀摩現場燃料電池之展示商品並蒐集產氫系統及燃料電池商品的規格與應用相關技術資料，以利計畫研製執行發展之所需。

## 貳、過程

本次公差參加的 2010 燃料電池研討會每年在美國各城市輪流舉行，今年在德州的聖安東尼市(San Antonio, Texas)。議程首先由美國能源部（Department of Energy, DOE）及政府資助的實驗室報告目前技術現況；美國國防部綜述發展現況；接著由韓國及丹麥報告研發現況。報告結束後，即進入正式口頭發表之議程。

正式議程分四個場次同時進行，議程類別包含固態氧化物燃料電池、質子交換膜燃料電池、輔助電源/軍用、政府補助、分析與模擬、攜帶型、靜置型、車用、近程市場分析、燃料處理、產氫、大眾推廣。由於本所正積極開發質子交換膜燃料電池及化學產氫，故主要參加與這兩個議題相關的研討會，無法兼顧其他議程。

本次參加 2010 年燃料電池國際研討會展示會日程表如下所示：

日期	星期	工 作 項 目
99.10.17	日	去程

99.10.18	一	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2010 年燃料電池國際研討會展示會報到註冊。</li> <li>2. 閱讀研討會口頭發表之摘要等資料。</li> <li>3. 張貼本次發表論文之海報，主題為氣冷式燃料電池之膜電極組 Membrane Electrode Assembly with Non-uniform Catalyst Distribution for Air-cooled PEM Fuel Cells</li> <li>4. 參觀參展廠商之展品。</li> </ol>
99.10.19	二	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 上午參加開幕式小組討論會。</li> <li>2. 下午參觀參展廠商之展品並與廠商討論其展品；蒐集燃料電池材料相關產品：質子交換膜、雙極板、氣體擴散層。</li> <li>3. 下午參加四場質子交換膜燃料電池研討會：美國能源部於燃料電池之研究及發展、美國通用汽車燃料電池汽車之發展、福特汽車之燃料電池發展現況、10kW 以燃料電池輔助電源之展示。</li> </ol>
99.10.20	三	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 上午參加三場燃料電池分析及模擬研討會：減低能源支出及二氧化碳排放策略_以加州一小鎮為例；微電網系統之模擬及最佳化；燃料電池壽命分析結果。</li> <li>2. 中午參觀參展廠商之展品：白金觸媒、金屬雙極板、複合石墨雙極板。</li> <li>3. 下午參加一主題為低白金觸媒之燃料電池研討會，內有四場演講；及另外四場研討會，包含：燃料電池老化測試、使用再生能源之分散型電力、型成供應鏈、低功率燃料電池車示範運行成果。</li> </ol>
99.10.21	四	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 上午參加一場主題為以燃料電池及氫能之智慧型電網，包含四場演講；及另外三場研討會：以燃料電池備用電源、高溫型燃料電池之熱管理、汽車用燃料電池之金屬雙極板。</li> <li>2. 中午與參展廠商討論參展之展品：燃料電池測試設備、燃料電池堆；參觀海報發表之論文。</li> <li>3. 下午參加四場研討會：電動車示範運行計畫 2010 現況、以鈦合金膜製氫及純化、德州燃料電池巴士及現場產氫、燃料電池巴士效率及持續性。</li> <li>4. 整理行李前往機場。</li> </ol>
99.10.22	五	回程
99.10.23	六	回程

## 參、心得

本年度 2010 燃料電池研討展示會(2010 Fuel Cell Seminar & Exposition)於 2010 年 10 月 17 日至 21 日在的德州聖安東尼會議中心(Henry B. Gonzalez Convention Center, San Antonio, Texas)舉行。由於本所正積極開發質子交換膜燃料電池及化學產氫之研發，因此參加此研討會以瞭解世界各國在燃料電池的發展現況，並藉由參觀現場廠商之展品、與廠商討論其展品特性及蒐集燃料電池相關零組件之商源及技術資料，以做為後續本所發展燃料電池發展之參考。此外，本年度本所投稿一篇論文已被大會接受並以海報展示之方式發表，主題為「氣冷式燃料電池之非均勻觸媒分佈之膜電極組」Membrane Electrode Assembly with Non-uniform Catalyst Distribution for Air-cooled PEM Fuel Cells。藉由發表論文以展示本所在燃料電池之研究成果。

本次研討會的口頭發表多著重在系統之示範運行進度報告及分析，包含電動車及分散型發電廠，顯示國外在燃料電池的發展已著重在實用性展示及耐久性測試。在關鍵材料方面只有低白金觸媒或非白金系觸媒之膜電極組及金屬雙極板之研究。燃料方面多以天然氣或甲醇直接轉化成氫氣為主，並無看到以化學產氫之相關論文發表。參訪之心得歸納如下：

### 1. 燃料電池關鍵零件：

燃料電池堆最主要的關鍵零組件為膜電極組及雙極板。膜電極組中的主要材料為觸媒、氣體擴散層、及質子交換膜。

#### 1.1 觸媒材料：

由於現在質子交換膜燃料電池大多仍以白金作為觸媒，也就是造成燃料電池成本居高不下之原因之一。下圖 1 表示燃料電池堆的成本分析，其中以電極成本佔大部分。美國能原部(Department of Energy, DOE)設定的 2015 年車用燃料電池目標中，明訂膜電極組中白金用量需少於  $0.2\text{mg}/\text{cm}^2$ ；電池堆中白金用量需少於  $0.2\text{g}/\text{kW}$ ；且膜電極組性能需大於  $1\text{W}/\text{cm}^2$ 。

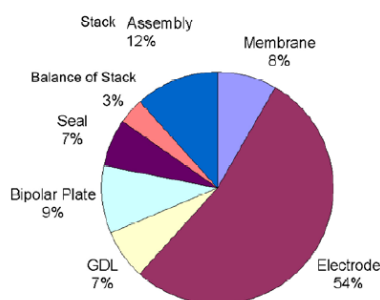


圖 1：燃料電池成本分析圖

研討會上有幾場關於低白金用量之膜電極組性能的相關報告。比較受矚目的是 3M 公司採用新觸媒層結構的膜電極組，使用 PtCoMn 觸媒，其白金用量為  $0.15\text{mg}/\text{cm}^2$ ；整體電池堆中白金用量為  $0.18\text{g}/\text{kW}$ ，已經符合 DOE 要求。其獨特的奈米結構薄膜(Nano-Structure Thin Film, NSTF)將觸媒層厚度由傳統製程之  $10\mu\text{m}$  降至  $0.5\mu\text{m}$ ，如圖 2 所示。因此其性能也提大幅提昇。其 NSTF 膜電極組之性能表現如圖 3 所示，其性能也符合 DOE 要求。

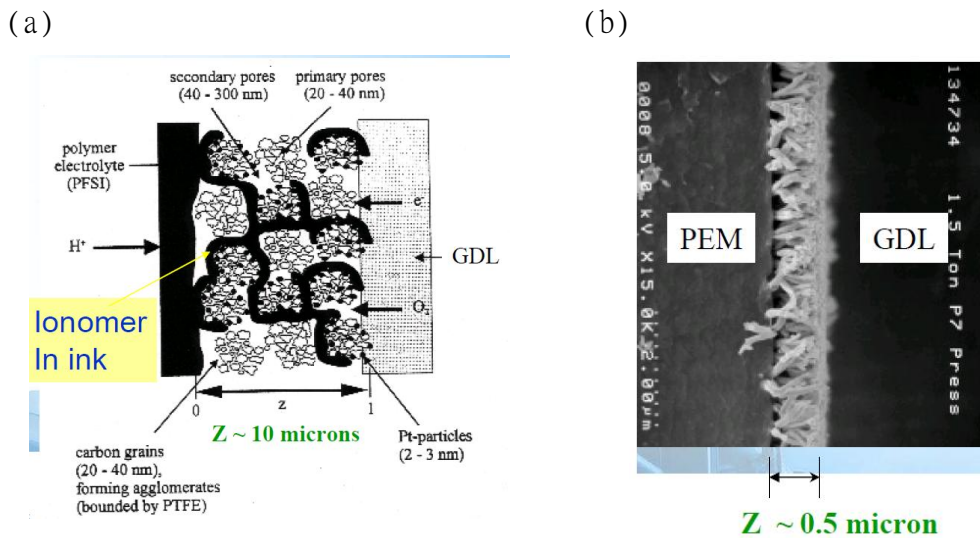


圖 2：傳統 Pt/C 白金觸媒層結構示意圖(a)及 3M 公司開發之 NSTF 觸媒層結構(b)

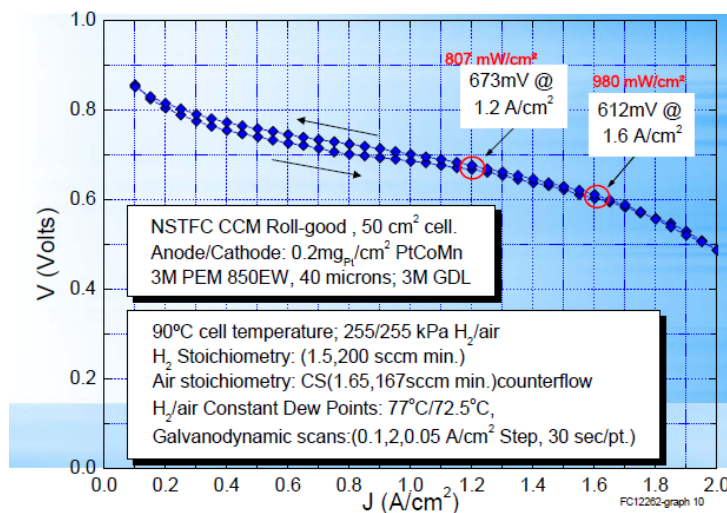


圖 3：3M 公司開發之 NSTF 膜電極組之性能曲線圖

另外，美國 Argonne 國家實驗室也正研究使用 3M 公司的 NSTF 結構觸媒製作的膜電極組在各種操作條件下的性能表現。其使用的觸媒是三元 PtCoMn，白金含量在陽極、陰極分別為  $0.05$ 、 $0.1\text{mg}/\text{cm}^2$ 。三種操作條件列於下表

	S1	S2	S3
操作壓力,P, ATM	2.5	1.5	1.5
電池溫度,T, °C	85	75	65
陰極露點,T(c), °C	64	61	22
陽極露點 T(a), °C	59	53	22

在三種不同操作條件下，量得的性能曲線圖如圖 4 所示。其中以 S1 性能較佳，因為其操作壓力較高，電池溫度及加濕條件也較佳，因此其性能較其他二者。但是在整個系統上需考慮在高壓操作時，空壓機所需的能量也較高，降溫所需的風扇也會消耗較多電量，因此系統效率未必划算。這篇發表的報告提供了在設計週邊元件時的參考，未來在設定最佳操作溫時可依此模式進行，找出最佳操作條件。

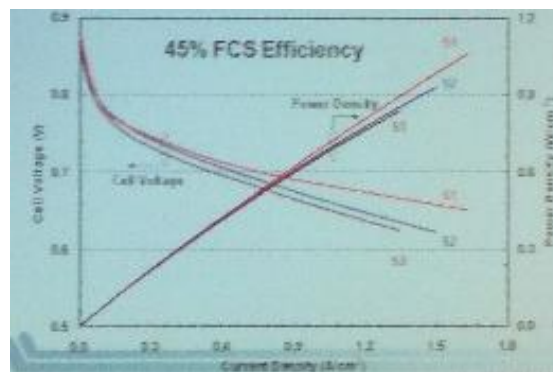


圖 4：低白金用量之膜電極在不同操作條件之性能曲線圖

## 1.2 質子交換膜：

目前市場上大部份使用的質子交換膜以美國杜邦(Dupont)的相關產品較易獲得，此次展示會上看到三家公司展其開發之質子交換膜，分別為 Kuraray、Tokuyama 及 Fumatech。日本 Kuraray 公司宣稱其質子交換膜之功率密度高於一般氟基質子交換膜(如杜邦公司產品)、低膨脹率，在乾濕循環運作條件下不易和電極間脫層或破損、不含氟溴氯等有害環境元素。且可在 80°C 及低相對濕度 30%之環境下操作。問其現場解說員清水和哉先生，是否能提供小量樣品。清水先生表示必需簽保密協定才能提供。日本 Tokuyama 公司展出的有傳導氫離子型及傳導氫氧根離子型的薄膜。其特點也是不含氟等元素，而是含碳氫化合物(hydrocarbon)型的膜。其氫離子型薄膜是為直接甲醇燃料電池(DMFC)設計，強調低甲醇穿透率，約為一般氟基薄膜的 0.04~0.6 倍。導電率則為氟基薄膜的 0.9~3 倍。現場解說人員表示，這款薄膜也可使用在質子交換膜型的燃料電池。德國 fumatech 公司展出的膜也是屬碳氫化合物型，強調高導電度及低膨潤率，該公司有針對 DMFC 及 PEMFC 分別開發不同的質子交換膜。

本展示會上生產薄膜之公司均宣稱碳氫化合物型的質子交換膜的導電度優於氟基型的薄膜。本所目前多採用氟基型質子交換膜，應可少量採購碳氫化合物型薄膜以進行實驗。

### 1.3 氣體擴散層：

氣體擴散層之材質為碳纖維紙或碳纖維布，與觸媒層接觸那一面會先塗佈微孔層。由於氣體擴散層的功用是透氣、排水及導電，因此其孔隙度及疏水處理均會影響其性能。市場上比較常見的廠商有 SGL 公司及國內廠商碳能科技公司。本次展示會上並沒有看到 SGL 公司參展，只有看到國內廠商碳能科技公司及加拿大 Ballard 公司展示其產品。Ballard 公司的氣體擴散層產品相當多樣，可依據燃料電池工作溫度、相對濕度、最大工作電流密度選擇適合的氣體擴散層。國內碳能科技公司目前的碳纖維紙有三種規格，表面選擇是否塗佈微孔層。碳能科技表示，除了型錄上的規格外，也可依客戶需求製作。建議可與碳能科技合作，或請其提供不同碳紙規格，再由組內自行塗佈微孔層，再用以製作膜電極組以驗證氣體擴散層之各參數對性能之影響。

此外，GM 公司在膜電極組的研究似乎也著重在氣體擴層對氣體分佈及排水性的影響。因此，在膜電極組性能提昇之研究上，不可忽略氣體擴散層的影響。

### 1.4 雙極板：

在展示會上的石墨板包含複合石墨板及金屬雙極板。複合石墨板方面展出的公司有美國 Entegris 公司、Metro Mold (MMD) 公司。其複合石墨板皆採用模壓方式，現場已沒有看到射出成型製程的複合石墨板。模壓方式製作的複合板厚度比射出成型製程的複合板較薄。製作過程都是先將原料預先混好、置於模中加壓成形後退模。兩家公司皆表示製程週期可小於一分鐘、同一模具可以開多個模穴以增加產能。由 Entegris 在現場提供的樣品來看，表面較為光亮，應是高分子材料比例較高，因此其導電度也較差。其型錄上列出的導電度為 50 S/cm，低於 DOE 的要求標準 100 S/cm。



圖 5: Entegris 公司展示之模壓石墨雙極板

此外，在口頭發表的報告中，福特汽車發表以鍍金之金屬薄片以沖壓方式製作金屬雙極板的研究報告。金屬板是採用 316 不鏽鋼，在沖壓前已先鍍一層金，經各種實驗結果顯示。當鍍層厚度為 10nm 時，已足夠應付沖壓製程及達成耐腐蝕目標。其結論表示，80kW 電池堆所需鍍金總量為 5g，相當具有競爭力。其實驗結果如下圖 6 所示。其製程如圖 7 所示，其金屬板在沖壓之前已先鍍好金，沖壓完成後，再以鐳射進行後處理。

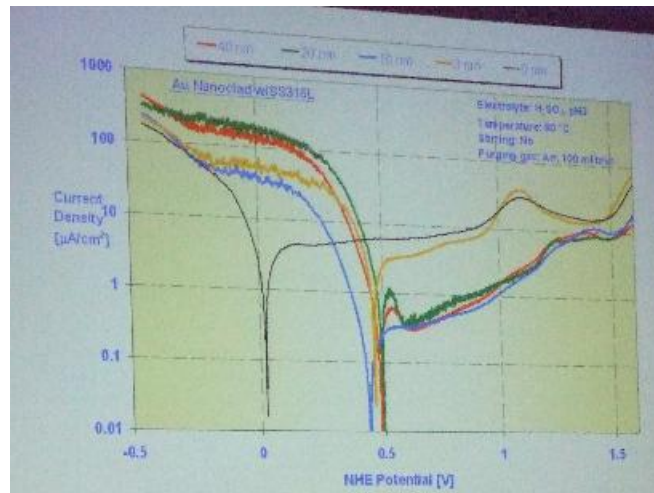


圖 6：福特汽車公司的金屬雙極板實驗

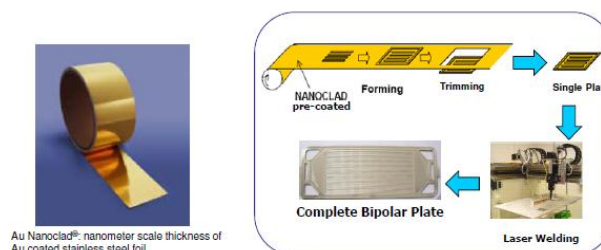


圖 7：福特公司之金屬雙極板製程

但福特汽車公司的電動車目前仍是採用 Ballard 公司的燃料電池模組，其石墨板是以柔性石墨材料製成。在會場上遇到另外一家美國通用汽車公司(General Motors)的資深工程師，會談中也提到 GM 的燃料電池堆也是採用金屬雙極板，但細節並沒有透露太多。日本 Honda 汽車廠的燃料電池堆也是採用金屬雙極板。電動車採用金屬雙極板的主要考量是為了克服行進中的振動及提高體積能量密度，才能裝在小型汽車上。

在展場上看到三家金屬雙極板廠商展示其樣品，分別為德國 Borit、瑞典 SANDVIK 及台灣工研院綠能所。三家都是使用 316 不鏽鋼，再經表面處理。其中比較令人矚目的是 Borit 公司的製程，其製程採用了液壓技術(Hydroforming)，其特點是只需製作單邊模具、另一側以液體加壓。其優點是只需製作單邊模具，節省製作另一邊的模具成本；因另一側使用水壓，

流道壁可較為陡峭及較深；可連續加工。加工完成之金屬板再以雷射進行切割或銲接。

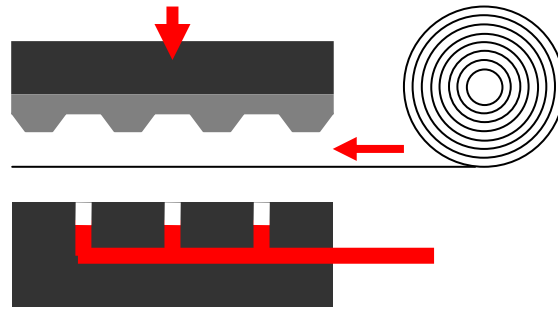


圖 8: Borit 公司以液壓技術製作金屬雙極板之示意圖

Borit 公司表示其金屬板壓製完成後，需再鍍一層保護層，鍍層材質為鎳基(Ni-based)材料。目前可沖壓製作的金屬雙極板尺寸為 260x240mm。他們也表示正在開發先鍍後壓的製程。會場上展示的雙極板樣品如圖 9 所示。



圖 9: Borit 公司展示之金屬雙極板

SANDVIK 公司展示的金屬雙極板則是沖壓完後，再進行鍍碳處理。圖 10 為鍍碳之金屬板，圖 10 右為鍍一層有色材料，只作展示用途。

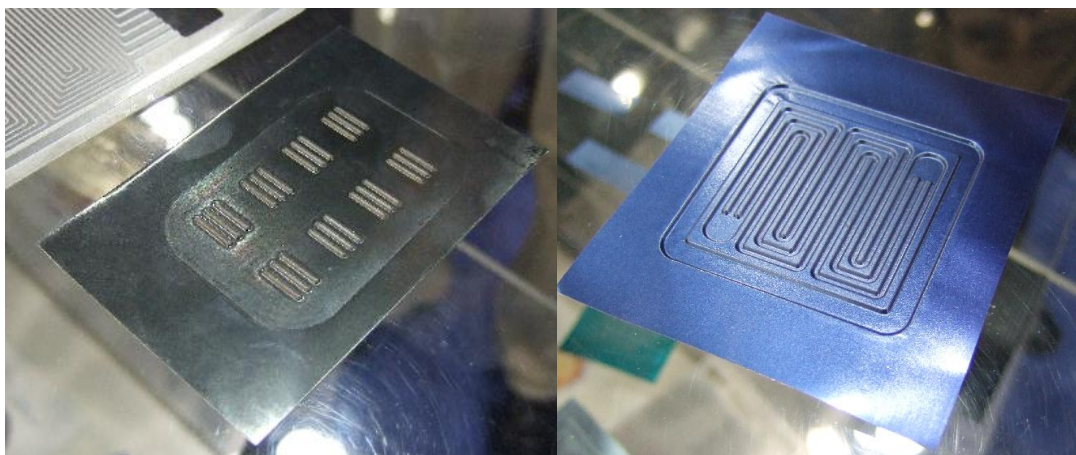


圖 10: SANDVIK 公司展示之金屬雙極板

工研院綠能所展示的雙極板如圖 11 所示。其金屬板是委國內廠商加工製造，工研院綠能



所主要開發將氣密墊圈製作在金屬板溝槽上的技術。經與綠能所現場人員討論，金屬雙極板上的流道設計比石墨板複雜。其困難處在於金屬板較薄，兩面的流場無法獨立設計，一面的凹槽在另一面就是凸槽，其截面形狀有如波浪。而在氣體入口及出口處的流道設計更為困難，因雙面凹凸槽的因素使雙面的流體容易互通。而金屬雙極板的開發不似石墨板，可先在平面板材上以工具機加工流道。

此次參展的金屬雙極板流場均為展示用，並無細部流道設計，多以製程技術為主。期刊上發表的相關論文也都偏向表面防腐蝕處理技術為多，因此流道設計應該是未來使用金屬板時的開發重點。

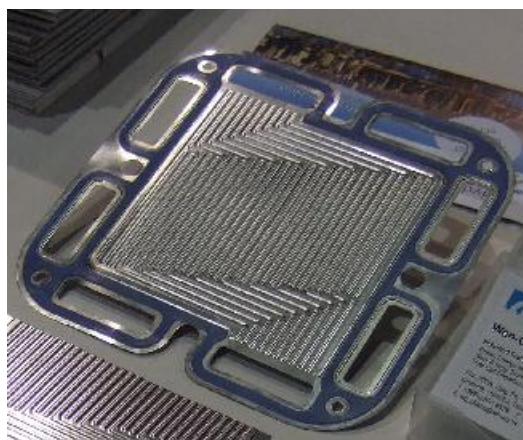


圖 11: 工研院綠能所展示之金屬雙極板。氣密墊圈已製作於溝槽上。

## 2. 燃料電池系統：

今年燃料電池展示會上展示燃料電池系統的廠商不若以往幾年多。本次會場上只看到一家瑞典公司 PowerCell，展示其水冷式燃料電池堆及燃料轉換系統。其燃料電池堆採用金屬雙極板，每一個 cell 面積為 24x18cm，長度依據組裝片數，由 10.5-30 公分不等。額定電流為 200A，電壓依堆疊片數由 5 至 60V。產生功率可由 1-6kW。此燃料電池堆可使用燃料轉化後的氫氣及純氫。

PowerCell 展示的另一項產品是燃料轉換器，如圖 12 所示。可將汽、柴油等可獲得之燃料轉換成富含氫的氣體再供給其燃料電池。PowerCell 公司的系統即是將其電池堆及燃料轉換器整合而成一發電系統。



圖 12:PowerCell 公司示之電池堆及燃料轉換器

### 3. 氫氣製造及儲存：

本次研討會與氫氣的生產與儲存相關的議題不若以往多，沒有看到與氫氣產品相關的展示。在燃料電池電動車上，以攜帶硼氫化鈉再利用觸媒反應產生氫氣的方式已經 DOE 相關研究驗證後，確定不可行。因此，通用汽車與福特汽車均採用複合材料製作的高壓儲氫瓶；儲氫壓力為 5000psi 或 10000psi。

靜置型的燃料電池發電廠則多以轉換器，將天然氣等轉化成氫氣後再供給燃料電池使用。傳統以天然氣轉化成氫氣後，經過 WGS(water gas shift)後，再以 PSA(pressure swing adsorption)將氫氣純化，如圖 13 所示。在本次研討會中，Paul Corporation 提出以鈀膜直接做為純化氫氣及隔離水汽之用。

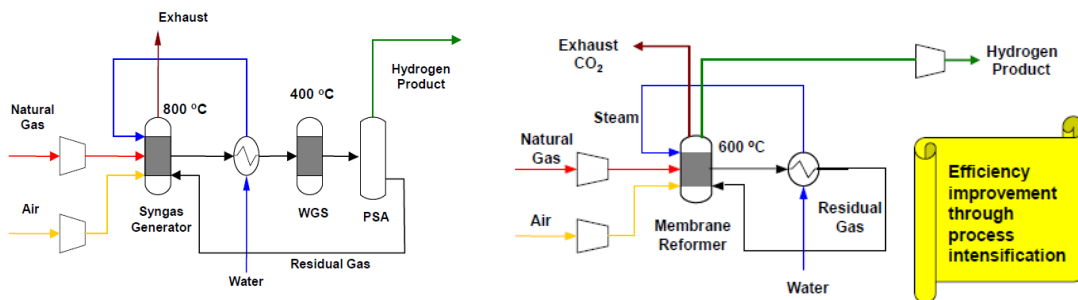


圖 13：天然氣轉化產氫之傳統方式及以鈀膜之新型方式

### 4. 燃料電池電動車發展：

本次研討會上有關燃料電池電動車的發表只有美國通用及福特汽車公司。GM 公司首先比較鋰電池電動車和燃料電池電動車的選擇方式。以一功率需求 80kW，重量 1400kg 的小車來估算。當功率在 30kW 以下或一次行駛距離在 150 英哩以下時，使用鋰電池做為動力來源較有優勢；反之，則使用燃料電池較有優勢，如圖 14 所示。因此沒有一種電池可以主宰所有車型。不同車型及駕型態配合不同的動力源，如圖 15 所示。針對都會型走走停停的輕型小車，以純

鋰電池較為適合；如是大型車量，功率需求較大者及長時間連續行駛模式的車種，則以燃料電池為動力源較為合適。介於兩者之間的行駛模式則以混合動力型式提供動力源。

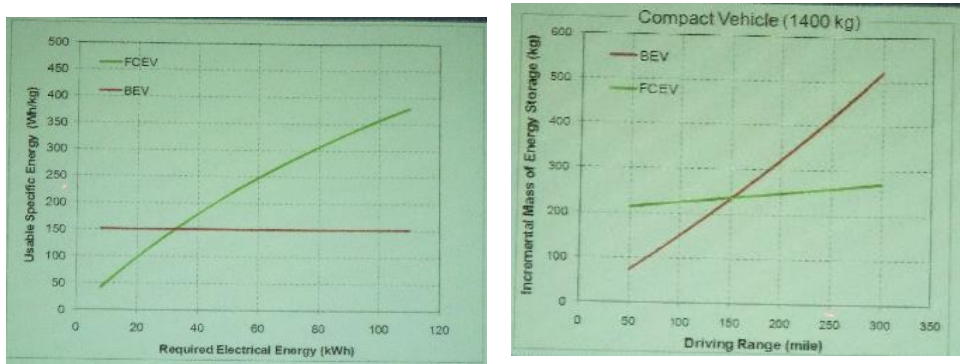


圖 14: 燃料電池電動車與鋰電池電動車之比較。

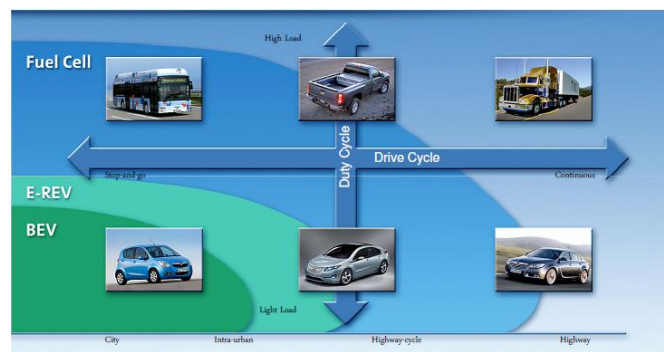


圖 15: 各種不同車型與適用的動力系統圖。

通用汽車目前改採用金屬雙極板及提昇膜電極組性能後，燃料電池堆的每單位體積功率及每單位重量功率均達到車用燃料電池堆的要求，如圖 16 所示。目前通用汽車已有 119 台燃料電池電動車在進行道路測試。若以 2022 年作為量產導入市場時，年產 25 萬台燃料電池汽車的價格來估算，現在的燃料電池系統成本約為量產型的 11 倍，主要成本仍在白金觸媒的用量。如圖 17 所示。

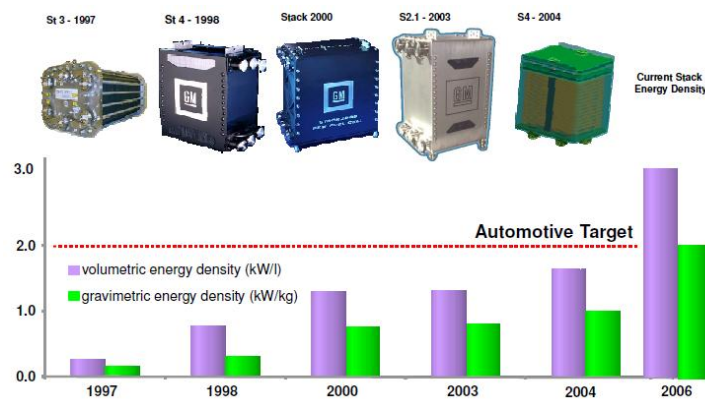


圖 16: 通用汽車歷年發展的燃料電池堆型式及體積能量密度。

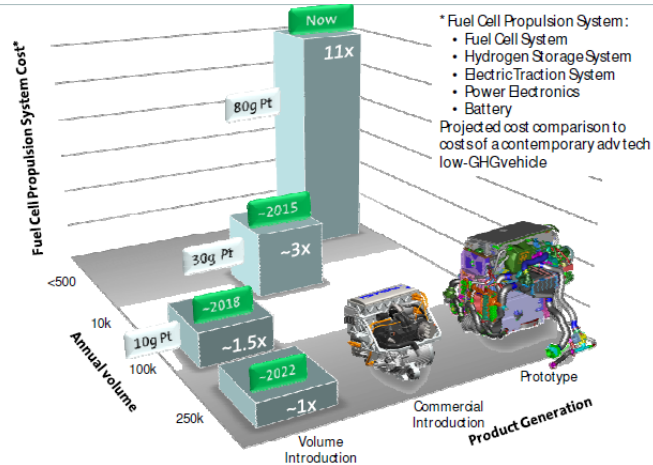


圖 17: 通用汽車估計現在成本及未來量產導入市場時的成本比較。

福特汽車也在簡報中報告其燃料電池電動車發展的歷史及現況。福特汽車在 2005 年發表以 Focus 車型為架構，使用 Ballard 公司開發的動力型燃料電池堆製作的電動車。這一型最高功率為 65kW；採用剎車回充系統；儲氫方式是採用 350 bar 高壓複合材料氣瓶；每公斤氫氣可行駛 50 英哩；最高時速可達 80 英哩；每次行駛距離為 200 英哩。

由於 Focus 車型是屬於小型車款，受限於可用空間，可以裝載的電池堆效率不高，也沒有多餘的空間安裝更大的氣瓶，其氣瓶是安置於後座及後車廂之間的空間。這也顯示小型車款並不適合安裝燃料電池動力系統。由近年發展來看，通用汽車及福特汽車的燃料電池電動車型均以大型房車或休旅式房車為架構。為發展可行駛距離可達 300-550 英哩之電動車，福特公司採用更大氣瓶，氣瓶位置在前座及後座下方，如圖 18 所示。儲氫壓力為 700bar，可儲存 9.5kg 氫氣；行駛距離可達 350 英哩。

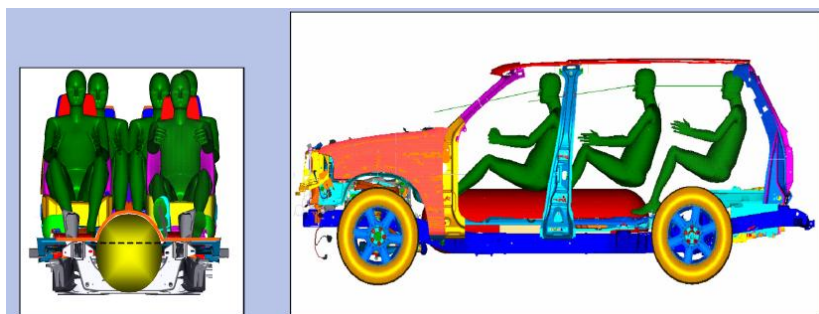


圖 18: 福特汽車開發之燃料電池電動車之儲氫瓶位置。

另一個燃料電池電動車之市場在堆高機(forklift)及搬運車(lift truck)。由於美國倉儲廠房大，貨物進出頻繁，故搬運車及堆高機需長時間運作。如以柴油引擎為動力來源，則

有室內空氣污染的問題。一般鉛酸電池做電力來源，則需準備多組電池做為充電之用。因此，將燃料電池運用在搬運車上有其市場，且越來越多燃料電池廠商逐漸投入這塊市場大餅。如下圖所示，各廠多將燃料電池設計成緊密的模組，以符合搬運車或堆高機的空間配置。

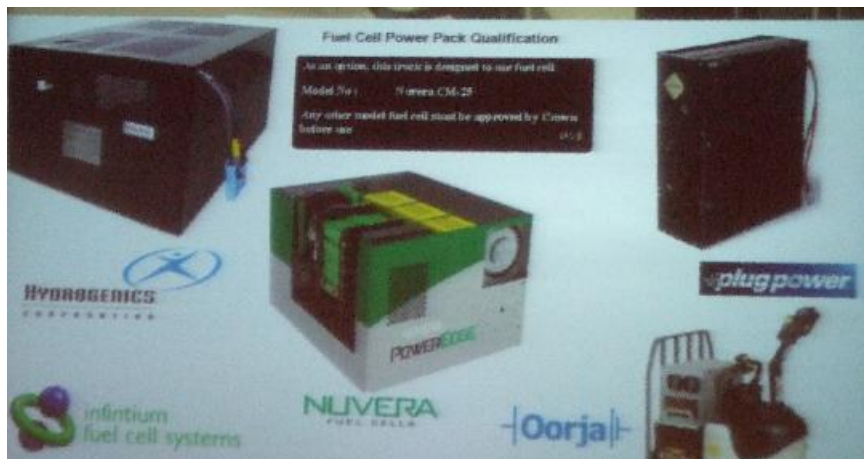


圖 19:開發搬運車之燃料電池模組之廠商及其相關產品。

## 5. 靜置型燃料電池發展：

### 5.1 住宅用燃料電池

日本發展住宅用燃料電池計畫已有多多年，其示範運行計畫執行期間為 2005~2008 年。在這段期間，在日本全國各地安裝了 3307 套住宅型燃料電池系統，每套系統由政府部份補助，補助則逐年減少。另外示範運行計畫在九州的福岡市建立了世界第一座氫能示範小鎮。並以 2009 年銷售的鍋爐等熱水供應系統推估，住宅型燃料電池的市場潛力有 135 億美元，燃料電池熱電共生系統以每套 5000 美元估算。

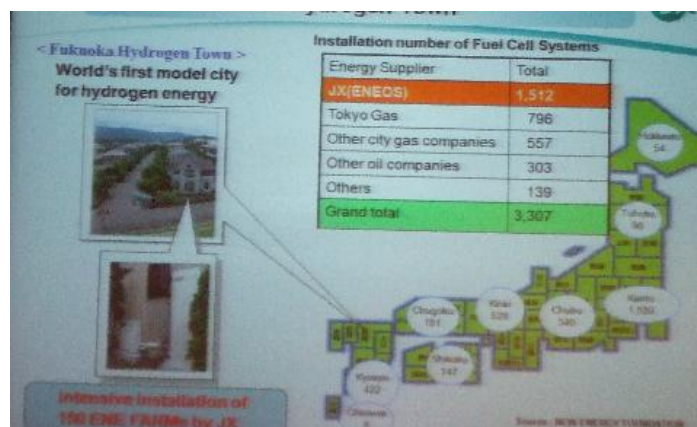


圖 20:日本在全國各地安裝的燃料電池數量。

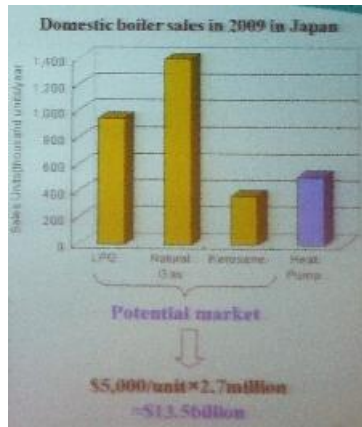


圖 21: 日本鍋爐等熱水供應系統在 2009 年銷售量。推估燃料電池有 135 億美元的市場。

日本燃料電池熱電供生系統之示範運行計畫在 2008 年結束，自 2009 年起政府補助也會逐年減少。隨著市場規模逐漸增加，燃料電池系統價格逐年下降，期望在 2015 年起，每套燃料電池的售價約在 5000 美元左右，而且不再需要政府的補助。

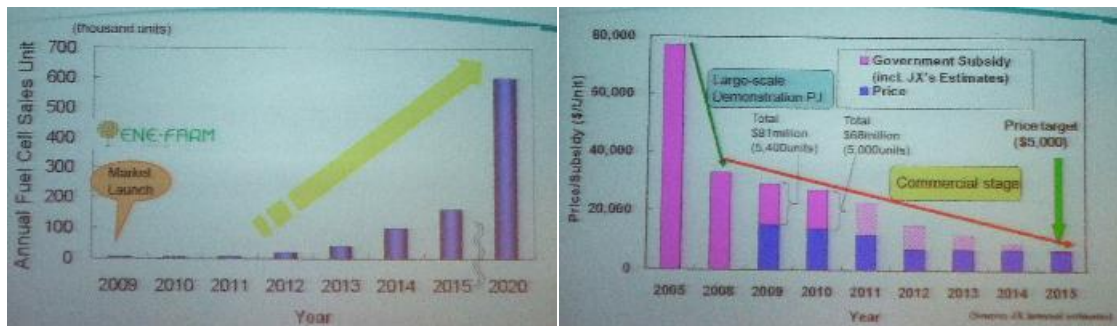


圖 22: 預測住宅型燃料電池系統每年銷售量及價格變化。

## 5.2 分散式電廠

在分散型電場方面的示範運行中，已將再生能源如風力、太陽能與市內電網整合。而一般住家則使用熱電共生型的燃料電池來發電及提供熱源，以增加能源效率，如圖 23 所示。運用這些電力來電解水產生的氫氣可供燃料電池電動車或燃料電池發電廠。以這種模式來做為分散型區域供電，而形成一小型智慧型電網。智慧型電網運用數位科技的術型來增進系統的安全性、可靠度並使效率最佳化。

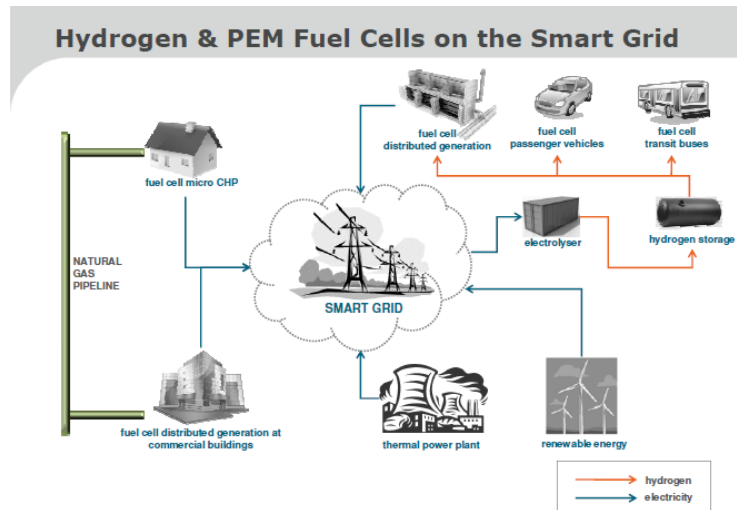


圖 23：結合氫能與燃料電池的智慧型電網

在電信基房的備用電源，大多以二次電池併聯市電，一旦市電中斷，則以二次電池供應。如要減少電池體積，則可以柴油發電機和市電併聯，一旦市電中斷，則由二次電池支撐供電，直到發電機起動完成。另一個解決方法，則是以燃料電池併聯二次電池，當市電中斷時，先由二次電池支撐，直到燃料電池起動完成，再轉由燃料電池供電。

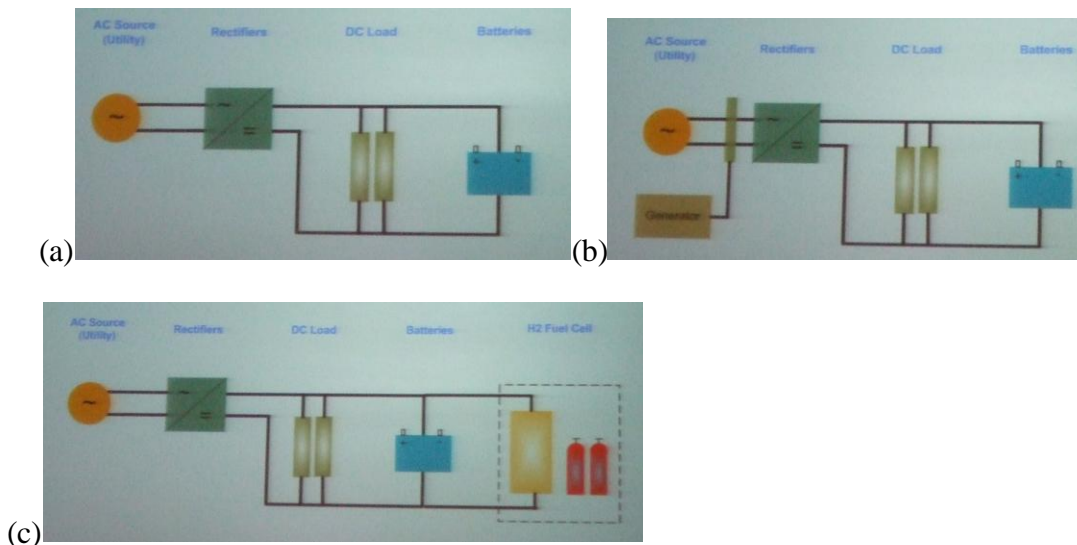


圖 24: (a)以二次電池當不斷電系統之備用電源；(b)發電機併聯市電之不斷電系統；(c)燃料電池併聯二次電池之不斷電系統。

## 肆、建議事項

1. 已有多家廠商開發出燃料電池關鍵材料，且宣稱性能及價格均較杜邦公司之質子交換膜有競爭優勢、建議可少量採購先進行性能驗證之實驗。
2. 車輛載具用之燃料電池堆需考慮體積及功率能量密度，金屬雙極板與柔性石墨雙極

板相比，仍有製程及價格上之優勢。如未來會發展車用燃料電池堆，建議先研究金屬雙極板之流道設計，表面處理可以學合案方式委託學校進行研究。

3. 本所尚未完全瞭解氣體擴散層參數對膜電極組性能之影響，建議可與廠商合作進行相關之研究。
4. 動力型燃料電池混合動力系統開發可先以搬運車或堆高機為載具當作系統之設計目標。

附件（無）