

出國報告(出國類別：其他 (開會))

# 國防專技計畫- 可移動式燃料電池系統關鍵技術出國報告

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 李俊毅

派赴國家：日本

出國時間：101.02.28-101.03.03

報告日期：101.04.02

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	國防專技計畫-可移動式燃料電池系統關鍵技術出國報告		
出國單位	第五研究所	出國人員級職/姓名	聘用技士/李俊毅
公差地點	日本	出/返國日期	101.02.28 / 101.03.03
建議事項	<p>1. 已有多家廠商開發出氫氣供應模組，大多仍屬於電解水的設備，以市電作為電力供應源，產氫能量可達 <math>10 \text{ m}^3/\text{h}</math>，約可供應 <math>10\text{kW}</math> 的燃料電池發電所需，然而其體積達 <math>6.2\text{m}^3</math> (<math>W4500 \times D850 \times H1600</math> (mm))，實在仍太大，尚無實際應用性，且價格達 25,000,000 日圓，約新台幣 9,000,000 元，離商業化價格仍遠，因此院內在供氫模組方面的研究仍大有可為。本院發展的化學產氫模組體積約為 <math>0.87 \text{ m}^3</math> (<math>W1000 \times D660 \times H1310</math> (mm))，重量約為 86 公斤，整體化學產氫模組之材料成本約新台幣 15 萬元，原料在固態形式下之儲氫率達 20wt%，在水下或水中等水資源充沛的環境時，現階段所設計之觸媒轉換器的產氫速率可以輕易的突破 200SLPM (約 <math>12\text{m}^3/\text{h}</math>)，適用於可移動式載具之燃料電池系統，值得本院繼續投入能量發展。</p> <p>2. 移動式載具所使用的燃料電池因考量震動需求及高體積能量密度，故金屬雙極板所組成的燃料電池長久以來一直是移動式載具的首選，但因為金屬雙極板耐腐蝕性不好，壽命約僅石墨雙極板的 1/2 或 1/4，所以一直無法順利商業化。本院所擁有的柔性石墨雙極板製程技術，兼具石墨的耐腐蝕特性及金屬雙極板的抗震特性，為院內發展燃料電池的關鍵技術之一，目前已經完成 10 公分×10 公分的柔性石墨雙極板研製與測試，建議後續</p>		

	<p>開發符合計畫需求之大面積柔性石墨雙極板相關技術及流道設計參數，確保整套製程可以流水線生產，降低生產成本。金屬雙極板則可以先委由校方等單位更進一步的蒐集國內外最新技術，作為後續研究的基礎概念。</p> <p>3. 全會場的膜電極組廠商偏少，且實際活性面積亦小於本院目前預定開發之膜電極組，代表大面積膜電極組的製作有一定的難度，建議加速院內相關研究，掌握相關技術；院內的膜電極組性能與展場上的性能相當，均已經達到 <math>1000\text{mA}/\text{cm}^2</math>，建議後續加速耐久性或壽命的測試，才能提供完整的資料與國外廠商比對。杜邦公司最新推出的 XL 系列（長壽命系列）或 HP 系列（低濕度系列）質子交換膜，據其資料顯示有可能會更進一步的提升膜電極組的性能，建議可少量採購執行性能驗證試驗。</p> <p>4. 可移動式燃料電池系統與定置型燃料電池系統的差異在於系統的耐震性，經過本次展覽與各系統廠商的商談，系統的耐震性可藉由燃料電池內部（組成組件之耐震性）及燃料電池外部（系統承座之避震性）來進行設計。院內已具備柔性石墨雙極板製程技術，所以燃料電池內部的耐震設計已經具備基礎，燃料電池承座之相關技術則可以與院內其他單位或國內相關機械工程業者合作開發，利用院內系統整合的能量，必定可以完成可移動式燃料電池系統之開發。</p>
處理意見	<p>1. 電解水產氫雖然已有商品展示，但單價仍過高，院內在化學產氫模組的研發上，因使用非貴金屬觸媒，整體機構的成本已獲得明顯的降低，後續具備商業化的可能性。建議院內可加速執行供氫模組的開發，將具備實際應用及商業化潛力的化學產氫模組進行產品化設計，提昇國內綠能研發能量。化學產氫模組的研製期程建議可以配合電力需求系統之規模而定，目前可配</p>

合國防專技（二）專案之期程（101年至104年），利用現階段已經完成開發之觸媒轉換器，結合全系統自動化監控設計，完成氫氣供應速率達180SLPM（約10.8m<sup>3</sup>/h，產氫速率過快將導致系統壓力過大，因此並非速率越快越好，能與使用端搭配的速率才是最佳速率）的化學產氫模組，恰可供應10kW等級燃料電池模組之氫氣需求，更大功率之燃料電池模組則可以上述之化學產氫模組為基礎模組，藉由並聯機制達到更大規模之氫氣供應需求。

2. 院內的柔性石墨製程技術為燃料電池關鍵技術，建議需持續精進此技術，確認各種參數間的交互關連性，燃料電池之製程技術將可進一步提升，達到完全自主開發研製的目標，更可同步帶動國內燃料電池產業，達到軍民通用的目的。
3. 大面積膜電極組的開發具備一定的風險，如何利用電池堆串並聯的技術，達到等同大面積膜電極組的效果，是後續的研發方向之一；建議開始執行電池堆串並聯技術開發，作為本專案的備份方案。燃料電池性質與發電機相似，後續可與院內執行發電機研製單位合作，或與從事發電機組的廠商進行合作開發，預期將可順利獲得這方面的技術。
4. 燃料電池專用之耐震承座相關設計，後續可尋求院內相關單位與國內機械廠的協助，進行系統整體化的設計，藉以達到避震的目的。

報 告 資 料 頁			
1.報告編號：	2.出國類別：	3.完成日期：	4.總頁數：
CSIPW-101Z-T0001	其他(開會)	101.04.02	24
5.報告名稱：國防專技計畫-可移動式燃料電池系統關鍵技術出國報告			
6.核准	人令文號	101.2.15 國人管理字第 1010001979 號	
文號	部令文號	101.2.9 國備獲管字第 1010001912 號	
7.經	費	新台幣： 63,375 元	
8.出(返)國日期	101.02.28 至 101.03.03		
9.公差地點	日本		
10.公差機構	第 8 屆日本國際氫能燃料電池展		
11.附	記		

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：國防專技計畫-可移動式燃料電池系統關鍵技術出國報告

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/李俊毅/313865

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

李俊毅/國防部軍備局中山科學研究院/第五研究所/聘用技士/313865

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他（開會）

出國期間：101.02.28-101.03.03 出國地區：日本

報告日期：101.04.02

分類號/目

關鍵詞：燃料電池、可移動式、電動載具

內容摘要：（二百至三百字）

本報告紀錄參加 2012 年於日本東京有明國際展覽中心（Tokyo Big Sight）舉行的第 8 屆日本國際氫能燃料電池展的心得。本院目前正開發可移動式燃料電池及燃料電池周邊系統，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。

本次展覽為一擴大舉辦的展覽，與「第 8 屆日本國際氫能燃料電池展」同時舉辦的展覽有「第 5 屆日本國際太陽光電展」、「第 3 屆日本國際太陽能發電系統施工展」、「第 3 屆日本國際二次電池展」、「第 2 屆智慧電網展」、「第 2 屆節能住宅展」等展覽，僅需報名任一展覽便可以參加所有的展覽，考量本計畫之相關技術應用面，除了燃料電池展外，另外參加二次電池展（混合電力開發之關鍵技術）、智慧電網展（孤島型電力系統之相關應用技術）、太陽光電與發電系統施工展（整合型電網之相關技術），收穫良多。展場中顯示國外在燃料電池、二次電池、再生能源的發展已著重在實用性展示及耐久性測試。在關鍵材料方面有低白金觸媒之膜電極組、膜電極及金屬雙極板之成果展示。燃料方面多以電解水產氫為主，並無看到以化學產氫之模組發表。建議加速化學產氫開發，且需可與燃料電池充分整合，形成一完整的電力系統，將可發展出國內自主性的燃料電池系統應用。

# 目 次

壹、目的.....	(11)
貳、過程.....	(11)
參、心得.....	(13)
肆、建議事項.....	(23)
附 件.....	(24)

# 國防專技計畫-可移動式燃料電池系統關鍵技術出國報告

## 壹、目的

執行國防專技(二)專案之「國防專技計畫-可移動式燃料電池系統關鍵技術」，擬派員赴日本參加 2012 年的第 8 屆日本國際氫能燃料電池展(8th Int'l Hydrogen & Fuel Cell Expo, Japan)，其目的在設計並製造出可滿足移動功能的燃料電池系統。國外，尤其日本在這方面已有多年的研究，各家車廠均已經投入大量經費執行相關研究。派員赴日本參加本次燃料電池展，實際瞭解並觀察該國的最新發展現況，藉由參觀現場展品或與展場廠商討論最新產品技術，學習相關新知，以利計畫遂行。

## 貳、過程

本次公差參加的第 8 屆日本國際氫能燃料電池展是日本每年一度的燃料電池大展，全日本燃料電池相關產業均會參加展出，對外界展示其最新技術能量。今年的燃料電池展依舊在日本東京國際展示中心(Tokyo Big Sight)舉辦，且同一時間另有多場相關的展覽一併舉辦，如「第 5 屆日本國際太陽光電展」、「第 3 屆日本國際太陽能發電系統施工展」、「第 3 屆日本國際二次電池展」、「第 2 屆智慧電網展」、「第 2 屆節能住宅展」等展覽。本屆因為有多項展覽同時舉辦，因此全體活動又總稱為「2012 世界智慧能源週」(World Smart Energy Week 2012)。開幕式是在國際展示中心的中央大廳統一舉辦，本屆採取只要上網登錄或現場填寫資料就可以免費入場的方式辦理，吸引非常多的參觀者，官方統計觀展人數每日約 3 萬人，總計超過 9 萬人次，現場可謂是人山人海，盛況空前。本屆共分成 7 大展區，共有 1453 家參展廠商，以及共有 246 場演講與技術研討會於展期中陸續舉辦，為世界最大的再生能源商業博覽會，對於從事相關再生能源或綠色能源的研究者而言，是最佳的吸收新知的場合。

本次展示實在太過豐富，有限的時間內無法看完所有的展示物件，故根據目前計畫執行的要項，著重在燃料電池展、二次電池展、智慧電網展、燃料電池汽車展等 4 個展場，本次



參展日程表如下表所示，收穫頗豐，相關心得介紹如下節所述。

本次參加 2012 年第 8 屆日本國際氫能燃料電池展日程表如下所示：

日期	星期	工 作 項 目
101.02.28	二	去程
101.02.29	三	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參加「第 8 屆日本國際氫能燃料電池展」開幕式。</li> <li>2. 參加氫能與燃料電池技術研討會。</li> <li>3. 參觀會場內燃料電池系統。</li> <li>4. 蒐集燃料電池關鍵組件及技術資料，如膜電極組、雙極板、觸媒、</li> </ol>
101.03.01	四	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參加氫能與燃料電池技術研討會。</li> <li>2. 蒐集熱電共生、熱交換、熱力回收等技術相關資訊。</li> <li>3. 參觀會場內氫氣供應系統。</li> </ol>
101.03.02	五	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參加氫能與燃料電池汽車技術研討會。</li> <li>2. 蒐集載具用儲氫相關材料與技術資訊，並蒐集氫能與燃料電池系統整合發展趨勢、應用狀況及相關配套措施。</li> <li>3. 蒐集具移動特性之燃料電池組裝技術及相關材料、安全作業規定等資訊。</li> <li>4. 參加「第 8 屆日本國際氫能燃料電池展」閉幕式。</li> </ol>
101.03.03	六	返程

## 參、心得

本年度舉辦之第 8 屆日本國際氫能燃料電池展（8th Int'l Hydrogen & Fuel Cell EXPO, Japan）於 2012 年 2 月 29 日至 3 月 2 日在日本東京國際展示中心（Tokyo Big Sight）西廳 4 區舉行。日本的燃料電池技術居於世界領先地位，在質子交換膜燃料電池（PEMFC, proton exchange membrane fuel cell）的各項應用技術更獨步全球，例如其家用熱電系統，充分利用燃料電池所產生的電力與熱量，在滿足家庭用暖氣的基礎下，適度的提供部分電力供家庭電

力所需。該系統已經在日本各地試行多年，單一系統總成本從千萬日圓逐步降至二百二十萬日圓左右，雖然距離預期的商業販售價格仍有約 1 百萬日圓的差距，但日本政府與民間企業的努力十分值得我們借鏡。

日本為世界汽車工業龍頭之一，汽車工業所需之相關技術能量居世界領先地位，藉此之便，日本的燃料電池汽車技術更是其他國家所望塵莫及，本計畫所預定開發之「可移動式燃料電池系統」與燃料電池汽車的設計息息相關，參考日本燃料電池汽車的設計理念，將有助於本計畫可更精準的掌握研究方向及技術重點，有利於全案計畫之遂行。

配合計畫後續可能會用到的技術，同步參觀位於西廳 1、2 區的二次電池展、燃料電池汽車展，及位於東廳 1 區的智慧電網展，著重在混合電力系統之燃料電池及二次電池相關技術能量與產品。相關參訪之心得歸納如下：

#### 1. 燃料電池關鍵組件-氫氣瓶：

燃料電池所使用的燃料為氫氣，氫氣是一種令人又愛又恨的物質，喜歡它，因為他是完全綠色的燃料，在釋放能源的過程中，不會對環境造成任何的傷害，討厭它，因為它總是讓使用者想到爆炸的危險性。氫氣、天然氣、液態石油氣的安全特性如下表所示，氫氣的確比天然氣、液化石油氣更容易燃燒或爆炸，但只要妥善處理，氫氣仍不失為一種好的能量來源。爆炸的三要素：可燃氣體、氧氣、火源，只要三要素不同時存在，就不會有爆炸的情況發生，此外，只要控制氫氣與空氣之比例在爆炸範圍外，即便三要素均存在，也不會造成爆炸。本次參展詢問燃料電池車輛的解說員，據其解釋內容顯示，燃料電池定期進行的氫氣流道除水動作（purge）所排放的氫氣，將與空氣流道的氣體一併排放至外界，在排放過程中如何確保不會達到氫氣爆炸的體積濃度，解說員沒有進一步的解說，但顯示這是院內執行可移動式燃料電池系統的重要研究課題之一。

安全特性	氫氣	天然氣	液化石油氣
常溫293.15K常壓1atm下之密度(kg/m <sup>3</sup> )	0.0838	0.6512	1.8700
自燃溫度(K)	858	813	760
空氣中最小自燃能量(mJ)	0.02	0.29	0.26
空氣中之自燃上下限(體積分率%)	4~75	5.3~15.0	2.1~9.5
空氣中之火焰溫度(K)	2318	2148	2385
空氣中之爆炸上下限(體積分率%)	13~59	6.3~14	1.95~9.0
常溫293.15k常壓下之定壓比熱(J/gK)	14.89	2.22	1.67
空氣中之爆炸速度(km/s)	2.0	1.8	1.85
爆炸壓力(bar)	14.70	16.80	18.25
最大熱容量(kj/g)	141.86	55.53	50.41
爆炸能力(gTNT黃色炸藥/KJ)	0.17	0.9	0.20
空氣中延燒特性	往上	往上	往下

日本的 SAMTECH 公司於展場中展出各式的高壓氫氣瓶，如下圖所示。



圖 1：高壓氫氣瓶

其製程方式及耐壓範圍（約 350atm）與院內的技術程度相當，但該廠因為大量參加各式展覽，已經建立一定的知名度，反觀院內的氫氣瓶製作能量，雖然與該公司的能量相當，卻因院內相關保密作為而無法有效利用媒體對外宣傳，導致國內外無法確切體認院內在高壓氫

氣瓶的製作能量，實在很可惜，希望後續院內可以在不洩漏製程秘密的前提下，盡量利用媒體或積極參加國內外各式展示會，如工研院般積極宣傳院內的各種研發能量與製程能量，讓國內外的廠商，及國內各軍種單位能更深入瞭解院內的能量，以利後續各式科研建案或技術合作案的推行。

## 2. 燃料電池關鍵組件-氫氣產生器

氫能的研究中，穩定的氫氣來源是極為重要的研究課題，本次展覽中有多家廠商展出電解水產氫的模組系統，實際詢問其販售價格，大部分均無法回覆，表示仍在開發中，尚無確切之販售價格，少數有回答販售金額者，如 McPhy energy 公司，產氫模組外觀如右圖所示，該產氫模組可以每小時產生 10M<sup>3</sup> 的氫氣，約可供應 10kW 燃料電池系統運轉所需的氫氣，其外觀尺寸為 W4500xD850xH1600 (mm)，售價為 25,000,000 日圓，約台幣 9,000,000 元，價格仍偏高，且因體積過於巨大，無法有效應用於移動式載具上。



圖 2：產氫模組

展場上沒有看到使用化學產氫的模組，化學產氫技術是適合應用在移動式載具上的供氫模組，本次會場所展示的電力模組傾向於家用型、社區型的定置型電力系統，著重於利用再生能源，如太陽能、風能的電力之電解水產氫模組，上述系統只要電力配比設計得當，將可以永續獲得足量的家庭生活電力。

如圖 3 所示，在預設的環境下，用戶所需的電力完全可以獨立自主，當天氣好的時候，太陽能/風力發電所提供的電能完全可以滿足用戶需求，且有多餘的電力產出，此時可以將多餘的電力進行電解水產氫，並將氫氣儲存備用；當天氣不好時，太陽能/風力發電所提供的電能無法滿足用戶需求，此時將啟動燃料電池系統，藉由已儲存的氫氣反應發電提供不足的電力。系統業者評估出當地的環境平均狀態，如日照度變化、風力變化等參數，便可以設計可滿足用戶生活需求的太陽能/風力發電功率規模，且可以預判太陽能/風力無法正常發電的週期，設計合理的電解水設備及適量的儲氫設備，藉以度過太陽能/風力不足的日子。

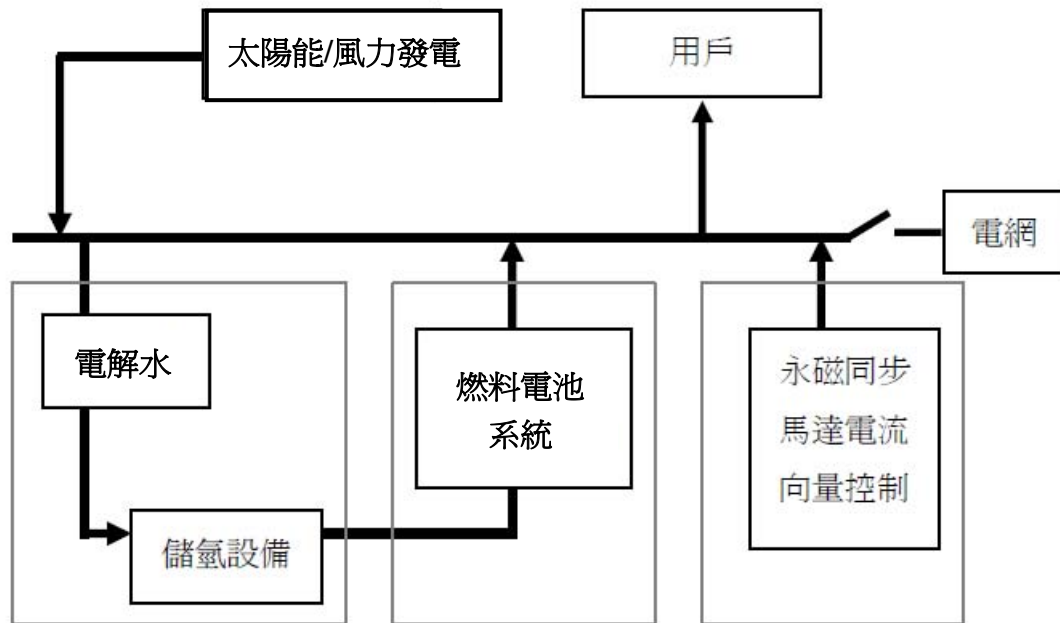


圖 3：結合太陽能、風能與燃料電池之家用型電力系統

展場中亦有專門為小功率發電需求之小氫氣罐，如圖 4 所示，大瓶的高度約 30 公分，小平的高度約 17 公分，結合專用的燃料電池模組，如圖 5 所示，可以構成小型供電系統，功率約為 50W，可作為筆記型電腦或戶外郊遊用臨時電源。此產品十分小巧可愛，獲得大眾好評，但仍有不少人詢問其使用安全性、儲放安全性等問題，現場人員表示，該產品建議於通風的場所使用，避免氫氣外洩的危險，由此可知燃料電池相關產品於安全性上仍有許多該努力的地方，若無法消除一般使用者對氫氣的安全疑慮，將無法有效的推廣燃料電池的使用。



圖 4：隨身攜帶型氫氣瓶



圖 5：小型燃料電池供電系統

### 3. 燃料電池關鍵組件-膜電極組

本次展覽偏向系統方面的展示，與材料相關之元件、配件的展品極少，且偏向小型隨身電源用的零組件。Bing Energy 這家公司有展示出大面積的膜電極組(MEA, membrane in assembly)，部分展品如圖 6、7 所示。該公司目前所做的 MEA 最大尺寸為長 30 公分、寬 16 公分，即為圖 6 所示的產品，該尺寸與院內目前開發中的 MEA 尺寸長 31 公分、寬 18 公分接近，現場詢問執行 MEA 開發的研究人員（田中博士）是否有更大面積的 MEA 製作及其性能如何？田中博士表示，該尺寸的 MEA 為該公司最新的產品，目前已無更大面積的 MEA 開發計畫，該 MEA 目前仍未完成測試，測試數據無法提供給我們參考。此外，該公司的 MEA 電流密約為  $1000\text{mA}/\text{cm}^2$ ，與院內目前的 MEA 性能相當，代表院內於 MEA 製程之開發已具國際水準。

Bing Energy 所使用的質子交換膜為杜邦的 NR-211，該公司不願意說明所使用的觸媒來源，僅表示觸媒為日本自製產品。質子交換膜的主要技術仍舊是掌握在杜邦公司手上，目前可商購的產品中，仍舊沒有其他更好的選擇。觸媒的商源較多樣化，目前院內所使用的觸媒為日本田中貴金屬所產製的一般商業用觸媒，白金含量約 47%，院內雖具備觸媒的自製能量，但僅為小批量製作，不易保持批量間的一致性，在進行燃料電池系統開發時，為了保持觸媒性能的一致性，目前以商購觸媒進行相關系統研究。



圖 6：大面積 MEA，長 30 公分、寬 16 公分。

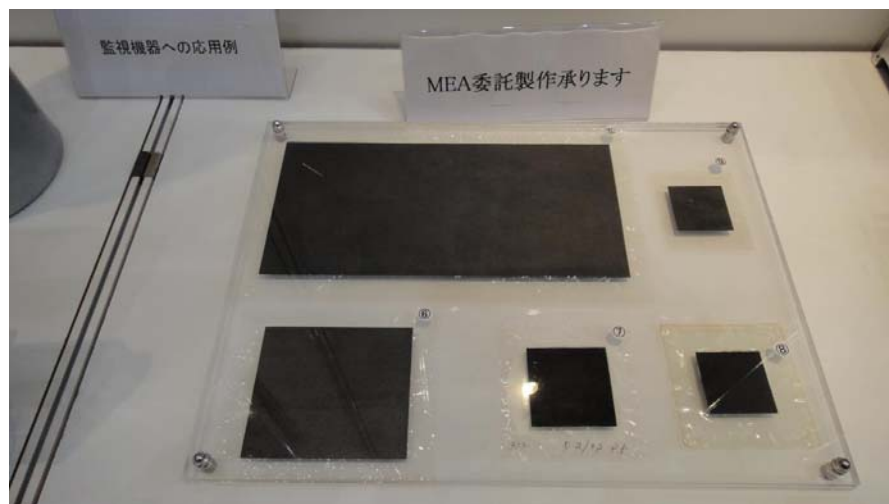


圖 7：Bing Energy 公司承接 MEA 製作的部分商品

#### 4. 燃料電池關鍵組件-金屬雙極板

本次展場上沒有發現有石墨雙極板的展示，僅有金屬雙極板的展示，可能是為了搭配本次展覽的燃料電池電動車所致。燃料電池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，以利於安裝在小型汽車上。

在展場上看到 2 家金屬雙極板廠商展示其樣品，分別為德國 Borit 及瑞典 SANDVIK。2 家都是使用 316 不鏽鋼壓製成形，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。其優點為 (1) 只需製作單邊模具，節省製作另一邊的模具成本；(2) 另一側使用水壓，流道壁可較為陡峭及較深，亦可減少應力集中造成的破損；(3) 可連續加工。加工完成之金屬板

可再以雷射進行切割或銲接等加工程序。

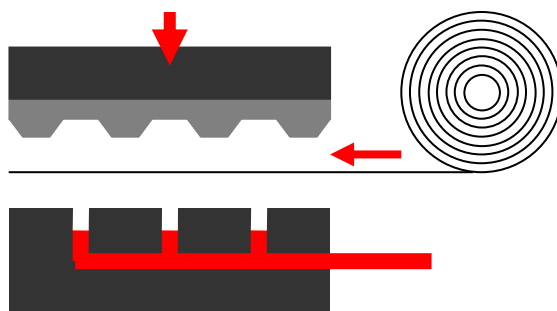


圖 8: Borit 公司以液壓技術製作金屬雙極板之示意圖

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。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

此次參展的金屬雙極板流場均為展示用，雖有細部流道設計，但詢問其測試性能，工程人員則表示他們僅幫忙製作金屬雙極板，並不負責性能測試。因此本次雖然已經有整套的金屬雙極板展示，但是無法得知真實應用時之性能表現。目前金屬雙極板已經實際應用在燃料電池電動車上，在流場設計得宜的狀況下，可預期其性能應與石墨雙極板相當，但目前在鈍化鍍層上仍無法滿足要求。以石墨雙極板所組成的燃料電池而言，其壽命約可達 1 萬小時，甚至 Ballard 公司已經宣稱壽命達到 2 萬小時，但金屬雙極板所組成的燃料電池仍僅能保證約 4 千小時的壽命，因此也導致燃料電池車無法順利商業化。

目前 Ballard 所開發的電池堆（使用柔性石墨雙極板）已經開始用於車輛系統中，該公司亦承諾其電池堆可以滿足車輛的震動環境，使用柔性石墨雙極板因為可以兼顧性能及壽



命，推估應該會成爲後續市場的主流。院內目前亦從事此項技術的開發，且已提出專利申請，後續對於可移動式燃料電池系統的開發預期將會有極大的助益。

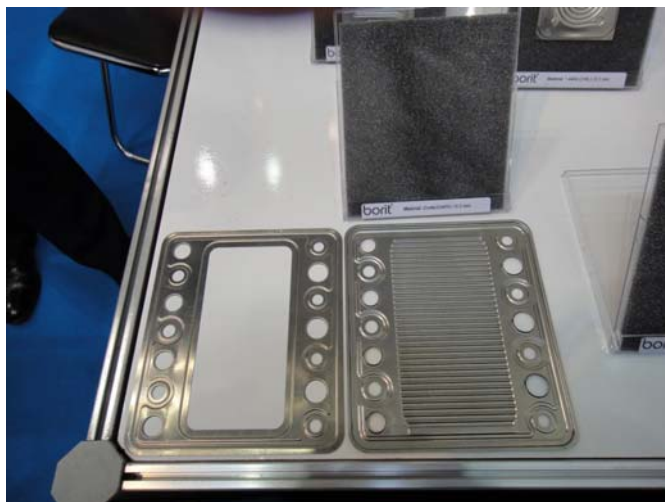


圖 10: Borit 公司展示之金屬雙極板套件

## 5. 燃料電池關鍵組件-電池堆

本次展場上所展示的電池堆均爲小功率燃料電池堆，如圖 11 所示，該電池堆爲 800W，組裝方式爲層狀堆疊，與目前院內的製程方式類似，觀察其外型及看板資料，均顯示該電池堆使用於定置型電力系統，綜觀會場之展品，均無提及電池堆的震動防制作爲，以一般機械設計而言，防震作爲可以分爲兩部分，其一爲內部組件具備避震設計，以燃料電池而言，使用金屬雙極板或柔性石墨雙極板就可以讓燃料電池具備較高的耐震性，其二爲外部承座具避震設計，以一般汽車爲例，車體具備懸吊系統等設計，因此當輪胎壓過高低不平的路面時，內部的乘客不會承受到太大的震盪，具備較佳的舒適度。本次展覽在這方面的資訊完全沒有，因此後續需要另行蒐集相關資訊，以利計畫執行。

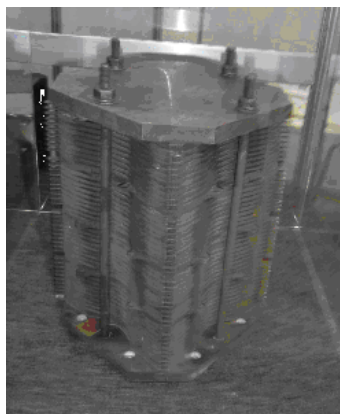


圖 11：住友精密工業所生產的 800W 燃料電池堆

## 6. 燃料電池車

本次展場的燃料電池車輛以日產 (NISSAN) 的展品最為吸睛，如圖 12 所示，該車輛的車殼僅包住一半的車體，讓參觀者可以充分瞭解其內部實體設計，並且在圖 13 中介紹車輛的電路設計原則。



圖 12：日產的燃料電池車外觀



圖 13：日產的燃料電池車內部組件說明

日產的燃料電池汽車所使用的馬達為交流馬達，將燃料電池與二次電池的直流電力通過電源轉換器轉變為交流電力再對馬達出力，如此設計的好處在於交流馬達較易獲得，缺點在於電源轉換器會耗損 5%~10%的電力（電源轉換器的效率約在 90%~95%），以本計畫之研

究標的而言，應該是以直流馬達為主要設計標的，但是電力整體架構仍應與圖 13 類似，將二次電池與燃料電池進行並聯設計，並聯的電力設計可確保全系統供電無虞（萬一燃料電池有任何狀況，因二次電池為並聯設計，所以可以立刻接替燃料電池進行供電，這部分的技術能量已於 99 年度的混合電力系統中完成驗證）。日產燃料電池車的燃料電池使用金屬雙極板，因此其燃料電池具備一定的耐震性；依據現場人員解說，其燃料電池放在前後輪的中央部位，亦是利用車體已具備之避震系統作為燃料電池系統之減震設計，達到燃料電池可以在移動中順利運轉的目的。

豐田汽車（TOYOTA）及本田汽車（HONDA）現場亦有展示其燃料電池車輛，但是內部相關說明較不清楚，且其概略設計與日產約略相同，便不在此累述。與現場人員談論中獲知，豐田汽車擬不再自行開發燃料電池，將與本田汽車共同開發燃料電池車，本田汽車提供燃料電池模組，豐田汽車提供其他的車輛組件，降低燃料電池車的開發成本。現場詢問豐田汽車現場解說人員，用於車輛的燃料電池進行氫氣流道除水動作（purge）時，所排出的氫氣排至何處，如何處理？現場人員回答與空氣一起排放置車體外。再次詢問是否會造成氫氣的爆炸，現場人表示已經有所控制，不會造成爆炸，但是細部原理為何？如何控制？則沒有回覆。後續本計畫擬將燃料電池應用在各式載具上，因此如何控管燃料電池排出的氫氣，需再進行細部研究。

圖 14 為豐田汽車推出的燃料電池公車，其內部組件之功能方塊圖如圖 15 所示。從圖 15 中可以明顯看出，公車的電力系統仍是以並聯的方式進行設計，為 2 組燃料電池與 4 組二次電池的並聯，推估其設計原理應仍是以系統電力供應穩定性為原則，在 6 個電源（2 組燃料電池與 4 組二次電池）的並聯架構下，全部電源一起失效的可能性將降至最低，進而保障全系統的安全性或穩定性，本計畫的設計亦將採用相同的理念，確保電力系統的穩定性。



圖 14：豐田汽車推出的燃料電池公車

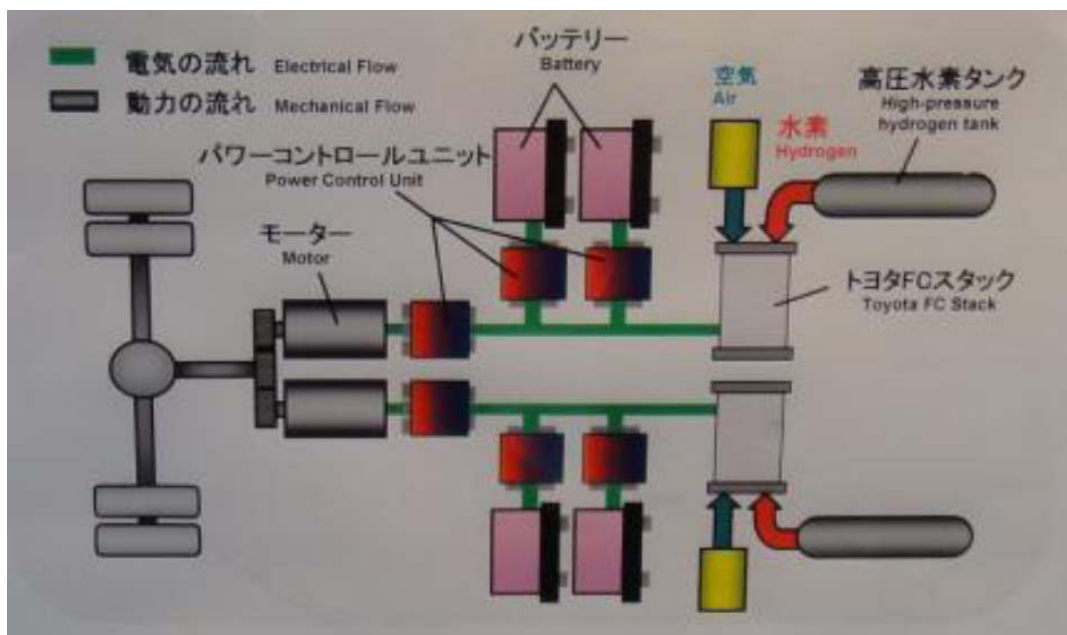


圖 15：內部組件之功能方塊圖

## 肆、建議事項

1. 已有多家廠商開發出氫氣供應模組，大多仍屬於電解水的設備，以市電作為電力供應源，產氫能量可達 10 m<sup>3</sup>/h，約可供應 10kW 的燃料電池發電所需，然而其體積達 6.2m<sup>3</sup> (W4500xD850xH1600 (mm))，實在仍太大，尚無實際應用性，且價格達 25,000,000 日圓，約新台幣 9,000,000 元，離商業化價格仍遠，因此院內在供氫模組方面的研究仍大有可為。本院發展的化學產氫模組體積約為 0.87 m<sup>3</sup> (W1000xD660xH1310 (mm))，重量約為 86 公斤，整體化學產氫模組之材料成本約新台幣 15 萬元，原料在固態形式下之儲氫率達 20wt%，在水下或水中等水資源充沛的環境時，現階段所設計之觸媒轉換器的產氫速率可以輕易的突破 200SLPM (約 12m<sup>3</sup>/h)，適用於可移動式載具之燃料電池系統，

值得本院繼續投入能量發展。

2. 移動式載具所使用的燃料電池因考量震動需求及高體積能量密度，故金屬雙極板所組成的燃料電池長久以來一直是移動式載具的首選，但因為金屬雙極板耐腐蝕性不好，壽命約僅石墨雙極板的 1/2 或 1/4，所以一直無法順利商業化。本院所擁有的柔性石墨雙極板製程技術，兼具石墨的耐腐蝕特性及金屬雙極板的抗震特性，為院內發展燃料電池的關鍵技術之一，目前已經完成 10 公分×10 公分的柔性石墨雙極板研製與測試，建議後續開發符合計畫需求之大面積柔性石墨雙極板相關技術及流道設計參數，確保整套製程可以流水線生產，降低生產成本。金屬雙極板則可以先委由校方等單位更進一步的蒐集國內外最新技術，作為後續研究的基礎概念。
3. 全會場的膜電極組廠商偏少，且實際活性面積亦小於本院目前預定開發之膜電極組，代表大面積膜電極組的製作有一定的難度，建議加速院內相關研究，掌握相關技術；院內的膜電極組性能與展場上的性能相當，均已經達到  $1000\text{mA}/\text{cm}^2$ ，建議後續加速耐久性 or 壽命的測試，才能提供完整的資料與國外廠商比對。杜邦公司最新推出的 XL 系列（長壽命系列）或 HP 系列（低濕度系列）質子交換膜，據其資料顯示有可能會更進一步的提升膜電極組的性能，建議可少量採購執行性能驗證試驗。
4. 可移動式燃料電池系統與定置型燃料電池系統的差異在於系統的耐震性，經過本次展覽與各系統廠商的商談，系統的耐震性可藉由燃料電池內部（組成組件之耐震性）及燃料電池外部（系統承座之避震性）來進行設計。院內已具備柔性石墨雙極板製程技術，所以燃料電池內部的耐震設計已經具備基礎，燃料電池承座之相關技術則可以與院內其他單位或國內相關機械工程業者合作開發，利用院內系統整合的能量，必定可以完成可移動式燃料電池系統之開發。

附件（無）