



行政院所屬各機關公務出國人員出國報告書
(出國類別：研究)

「氫能燃料電池機車確證與監理制度之研發、示範
與 3E 效益評估計畫」之子計畫一
參訪美國再生能源相關國家實驗室及參加 2010
燃料電池研討會報告

服務機關：經濟部標準檢驗局
姓名職稱：倪士瑋簡任技正、白玠臻技正
出國地點：美國
出國期間：中華民國 99 年 10 月 11 日至 10 月 22 日
報告日期：中華民國 100 年 1 月 17 日

行政院研考會/省(市)研考會 編號欄

目錄

圖目錄 ii

表目錄 ii

摘要 ii

壹、前言與目的 1

一、前言 1

二、目的 1

三、行程 2

貳、研究調查概要 3

一、參訪再生能源實驗室 4

二、參訪阿岡國家實驗室 13

三、與休士頓大學機械系汪教授會談 21

四、參訪東元西屋馬達公司 26

五、參加 2010 燃料電池論文及展覽會 29

參、心得與建議 33

一、心得 33

二、建議 34

圖目錄

- 圖 1 風能至氫氣(Wind2H2)的新結構 7
- 圖 2 CIGS Cluster Tool 11
- 圖 3 參訪 NREL 各部門照片 12
- 圖 4 參訪 NREL 與研究人員合影照片 13
- 圖 5 與 NAL 高層職員及駐芝代表處官員合照 21
- 圖 6 與休士頓大學會談出席人員 23
- 圖 7 離岸風機外觀與構造 25
- 圖 8 離岸風機基礎構造 25
- 圖 9 美國計畫設置離岸發電之地點 26
- 圖10 TWMC組裝完成的DeWind成品及風機成體 29
- 圖 11 我方參訪團拜會與 TWMC 29
- 圖 12 聖安東尼 2010 FCSE 展覽會場 32

表目錄

- 表 1 美國參訪行程表 2
- 表 2 美國各國家實驗室資訊 4
- 表 3 標準檢驗局人員參訪 NREL 行程 6
- 表 4 NAL 各研究部門 13
- 表 5 標準檢驗局參訪 NAL 行程表 18
- 表 6 離岸風力設備成本分析 26
- 表 7 TWMC生產之風力發電機產品規格 28
- 表 8 台灣燃料電池參展廠商與產品 31

附件一 NREL 各院區及 Golden 院區詳圖

附件二 NREL 各單位組織圖

附件三 2010 FCSE 標準檢驗局與台灣經濟研究院共同發表論文

摘要

依據行政院產業科技策略（SRB）會議之前瞻能源科技重要結論及政策指示，標準檢驗局考量國家未來重點發展能源科技產品項目，列入氫能與燃料電池系統為加強發展檢測與認驗證之項目。因應世界各先進國家目前對氫能與燃料電池研究皆已投入相當經費及人力發展，並了解目前先進國家作法及經驗，儘速跟上國際腳步，特安排本次研究調查出國計畫，赴美國調查氫能與燃料電池系統相關產品之檢測技術與驗證制度，進一步蒐集美國氫能與燃料電池系統相關產品之檢測技術與驗證制度資料，作為國內推動氫能與燃料電池檢測技術與驗證制度之參考。

本次出國行程為執行氫能燃料機車計畫之子計畫，計參訪美國國家再生能源實驗室(NREL)、阿岡國家實驗室(NAL)、德州東元西屋馬達公司(TWMC)、休士頓大學機械系(UH)等 4 個組織機構及參加 2010 燃料電池研討及展覽會(2010 FCSE)，以蒐集美國氫能科技、燃料電池與其他再生能源相關科技資料成果，希對推動氫能燃料電池機車評估科技計畫與相關能源計畫有相當的助益。

本次參訪行程除了解美國國家能源相關實驗室目前的設備與狀況外，並獲知美國及世界氫能及相關能源的未來發展趨勢，並與各參訪實驗室及相關機構建立良好的交流管道。

關鍵字: NREL, NAL, 2010 FCSE, TWMC

壹、前言與目的

一、前言

在行政院 2007 年產業科技策略（SRB）會議討論中，再生能源科技及前瞻能源科技等重要子議題產生許多重要結論與建議，其中政策明確指示，須速規劃並推動「加速我國燃料電池產業化」計畫及建立測試平台及驗證能量。

標準檢驗局配合自 98 年起執行之「建置節約能源、再生能源及前瞻能源科技產品標準、檢測與驗證平台」四年新興發展中程計畫，主動爭取申請通過國家科學技術發展基金補助計畫「氫能燃料電池機車確證與監理制度之研發、示範與 3E 效益評估」，並於 99 年 12 月至 100 年 9 月期間執行，本次出國行程為氫能燃料機車計畫之子計畫一項下，至美國蒐集氫能科技與再生能源相關科技資料，並建立未來交流及合作管道。

氫能與燃料電池系統與 LED 室內外照明系統、冷凍空調與新興冷媒、太陽光電系統、風力發電系統、植物性替代燃料(非食用農作物)燃料等 6 項相關產品，經標準檢驗局考量為國家未來重點發展能源科技產品項目，且選定上述六項產品作為未來規劃重點。為規劃及完成以上目標，標準檢驗局藉氫能燃料電池機車科發計畫作先期研究及導入，並匯集其他各能源領域資訊及經驗，可併入 98 年開始之能源四年科技計畫，使之有明確及規劃藍圖，而達到預定目標；環顧先進國家目前對氫能與燃料電池研究皆已投入相當經費及人力，臺灣主要能源來源皆尚需仰賴進口，因此發展其他替代能源科技項目已刻不容緩，而為了解目前先進國家作法及經驗，儘速跟上國際腳步，本氫能燃料機車計畫特安排團隊內同仁分別至美、日、歐等世界科技先進地區蒐集資料；其中本次研究調查出國計畫，為至美國能源相關實驗室調查氫能與燃料電池系統相關產品之檢測與驗證制度，並參加 2010 國際燃料電池研討及展覽會，進一步蒐集美國相關產品檢測技術與驗證制度資料，作為國內推動氫能與燃料電池檢測技術與驗證制度之參考。

二、目的

本計畫目的除爲了使標準檢驗局自 2009 年開始執行的四年能源科專有更完整的涵蓋外，站在本局以標準及檢驗角度，如何能促進氫能燃料機車產業發展及保護消費者安全兩者兼顧，並希望接著藉由完整產品驗證平台讓消費者、產業界及政府等創造三贏局面。尤其以目前能源科技產業發展爲例，許多新興能源產品不斷研發上市，其產品是否能順利打入國內外市場，現在正面臨嚴苛考驗。

站在政府立場，應集中政府有限資源，對產品有研發至量產國際競爭力之時，輔導廠商通過產品標準、檢測及驗證程序，讓該產品能有進入市場競爭力，也經由檢驗達到保護消費者目的，政府更可以將產業標準或國家標準推向國際標準，創造出更多週邊效益。

故獲得最新氫能燃料電池最新進展，並發展相對的檢測認驗證制定，進而加速制定相關先進標準，使產業發展有所依據，以達到維護我國產業之利益並增進利本國人民之福祉。

三、出國行程

本次研究調查行程由經濟部標準檢驗局第六組倪簡任技正擔任領隊，率本組白技正玠臻，於 99 年 10 月 11 日至 99 年 10 月 22 日陸續至美國國家再生能源實驗室、阿岡國家實驗室、德州東元西屋馬達公司、休士頓大學機械系等 4 個組織機構參訪及參加 2010 燃料電池研討及展覽會(2010 Fuel Cell Seminar & Expo ,FCSE)，行程如表 1：

表 1 美國參訪行程表

日期	行程
10/11(一) 10/12(二)	啓程：台北－美國加州 San Francisco－科羅拉多州 Denver
10/13(三)	Denver－Golden, CO 參訪美國國家再生能源實驗室(NREL)
10/14(四)	丹佛－芝加哥

10/15(五)	參訪美國阿岡國家實驗室(ANL)
10/16(六)	芝加哥－休士頓
10/17(日)	資料整理，晚間參加德州雙十國慶餐會
10/18(一)	拜會駐休士頓代表處、與休士頓大學機械所會談
10/19(二)	德州休士頓－Round Rock－聖安東尼 參訪東元西屋公司風力發電設備製造廠(TECO-Westinghouse Motor Co.)
10/20(三)	參加 2010 燃料電池論文及展覽會 Fuel Cell Seminar & Expo (FCSE)
10/20(三)	
10/21(四)	返程：聖安東尼－洛杉磯－台北
10/22(五)	

貳、研究調查概要

一、參訪再生能源實驗室

(一) 美國國家實驗室系統簡介

美國能源部(The Department of Energy, DOE)下轄的各計畫辦公室負責規劃國家特別的研究發展事務。其中，能源部科學辦公室(Office of Science, SC)是美國最大自然科學研究的補助單位，補助物理、化學、材料科學及其他相關自然科學領域超過百分之四十的經費。科學辦公室也管理美國 10 個國家實驗室與世界上各種最強大且獨特的科學工具，包括粒子加速中心(particle accelerator centers)，中子資源(neutron sources)，高能量光源(high-powered light sources)，前瞻運算中心(advanced computational centers)與大氣監測設施(atmospheric monitoring facilities)等。除此以外，經由科學辦公室也補助各大學、國家實驗室、美國工業與非營利機構多於 7,000 個獨立計畫。

科學辦公室管理轄下負責執行科學計畫的 10 個美國國家實驗室。國家實驗室系統在美國已創建半世紀之久，研究領域涵蓋世界上各綜合研究系統，但因其是多為公用及國家性的目的及議題所設立，故實驗室的研究範圍、基礎設施、或各學門的特性，並不十分適合學校或私人研究單位。

表 2 美國各國家實驗室資訊

國家實驗室名稱	所在地	網址
Ames Laboratory	Ames, Iowa	http://www.ameslab.gov/
Argonne National Laboratory	Argonne, IL	http://www.anl.gov/
Brookhaven National Laboratory	Upton, NY	http://www.bnl.gov/world/
Fermi National Accelerator Laboratory	Batavia, IL	http://www.fnal.gov/
Thomas Jefferson National Accelerator Facility	Newport News, VA	http://www.jlab.org/
Lawrence Berkeley National Laboratory	Berkeley, CA	http://www.lbl.gov/
Oak Ridge National Laboratory	Oak Ridge, TN	http://www.ornl.gov/
Pacific Northwest National Laboratory	Richland, WA	http://www.pnl.gov/
Princeton Plasma Physics Laboratory	Princeton, NJ	http://www.pppl.gov/
SLAC National Accelerator Laboratory	Menlo Park, CA	http://www.slac.stanford.edu/

另外，現任美國總統歐巴馬上任後，也在加強科技研究政策上有相當的措施，除於2009年提名首位擔任內閣首長的諾貝爾獎得主朱棣文(Dr. Steven Chu)出任能源部部長，更提出大幅增加聯邦政府國家衛生研究院 (National Institutes of Health) 及國家科學基金會 (National Science Foundation) 等機構的研究經費。與歐巴馬總統之前表示的目標：在2017年前要把國家科學基金會、能源部科學辦公室 (Department of Energy's Office of Science) 及國家標準與科技研究院 (National Institute of Standards and

Technology) 的研究經費調高兩倍相符，因此各國家實驗室也有更充裕的經費來從事更先進、世界級的研究計畫。

(二) 美國國家再生能源實驗室

1. 國家再生能源實驗室(National Renewable Energy Laboratory, NREL) 主院區位於科羅拉多州鄰近丹佛市的 Golden，丹佛地區原為蘊藏豐富礦產的礦區且鄰近具良好風場的洛磯山脈。NREL 自 1977 年以太陽能源研究所 (Solar Energy Research Institute) 的名稱開始營運，1991 年經由能源部規劃為國家實驗室並更名為 NREL。NREL 為能源部能源效率辦公室 (Office of Energy Efficiency and Renewable Energy) 的主要研究實驗室，並且為科學辦公室與電力傳輸與能源可靠性辦公室 (Office of Electricity Delivery and Energy Reliability) 提供研究專業。
2. NREL 也是唯一投身部署再生能源及能源效率的研究、發展與商業化聯邦實驗室。NREL 的主要任務及策略為引導並達成能源部與國家的能源目標，並藉由技術轉移達到商業化，這部份的性質相當於我國之財團法人工業技術研究院。此機構涉足各項領域，從了解再生能源開始，再研究轉換這些再生能源為再生電力及燃料，進而在住家、商業住宅及車輛使用再生電力與燃料，以期使用再生能量去供給日常所需。
3. NREL 是世界頂尖的 PV 研究機構，美國能源部在 2001 會計年度提出的高效能光電(High-Performance Photovoltaic ,HiPerf PV)倡議以增進現有的光電技術，其使光能轉化成電能能達到現有的兩倍轉換效率，並使光電技術在 21 世紀將對能源及環境有顯著的貢獻。在 2008 年，NREL 以一種 PV 裝置在太陽能電池效率上創造了世界紀錄，其光電的轉換效率可達 40.8%，雖據 NREL 人員說此紀錄可能已被德國團隊所打破，但近期 NREL 應可再突破。

(三) NREL 參訪行程

1. 參訪人員：倪士瑋簡任技正、白玠臻技正
2. 主接待人員：Dr. Pin-Ching Maness
3. 實驗室主要地址：1617 Cole Blvd., Golden, USA
4. 分組行程如下表 3

表 3 標準檢驗局人員參訪 NREL 行程

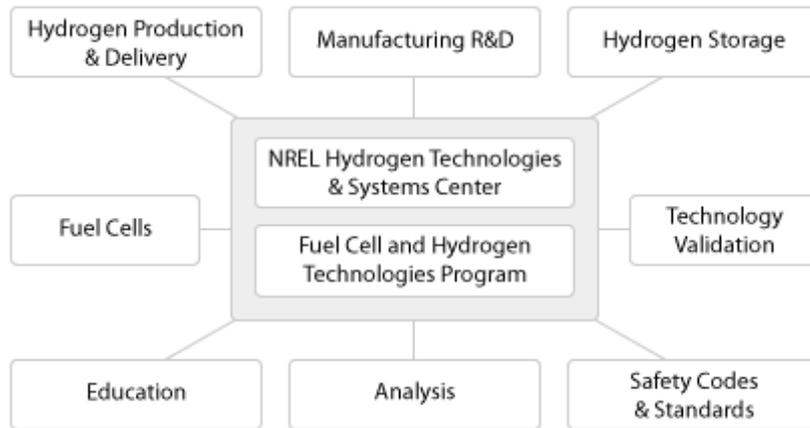
Schedule	Location	Time
Arrive at Visitor' s Center	SEB	9:00 AM
Hydrogen Technologies & Systems center Director Bob Remick	Bldg. 16/176	9:30 - 10:00 AM
GIS Service Center Manager Donna Heimiller	Bldg. RSF/B348-04	10:30 - 11:00 AM
National Center for Photovoltaics Dr Hsiang-Yu Chen	SERF/E100-06	11:15 - 11:45 AM
Lunch		12 PM - 1:30 PM
Hydrogen Technology Validation Scientist Jennifer Kurtz	Bldg. 16/164	2:30 PM - 3:00 PM
National Center for Photovoltaics Dr. John Pern	SERF/E119	3:15 PM - 5:00 PM

(四)參訪紀要

1. Hydrogen Technologies & Systems center

(訪談人：Director Bob Remick)

NREL 的氫能研究主要有下列幾項：(1) 氫氣製造及傳送的 R&D；(2) 氫氣存儲的 R&D；(3) 燃料電池的 R&D；(4) 分析方法的 R&D；(5) technology validation R&D；(6) 教育的 R&D；(7) NRE 安全、規範與準則的 R&D；(8) manufacturing R&D。以上各項的相互關係如下圖：



另外，NREL 與 Xcel Energy 合作，在鄰近的 Boulder 國家風能技術中心(National Wind Technology Center) 設計、運作與表現測試一套新的 wind-to-hydrogen(Wind2H2)展示計畫(如圖)，Wind2H2 系統整合風力發電機與 PV 陣列去儲存電能於電池模組，再用電池模組的電能去電解水而產生氫氣與氧氣。產生的氫氣可被壓縮、儲存、甚至可再轉回成電能。以上計畫的目標之一，是要改進再生能源的系統效率，以和傳統能源的效率相競爭。

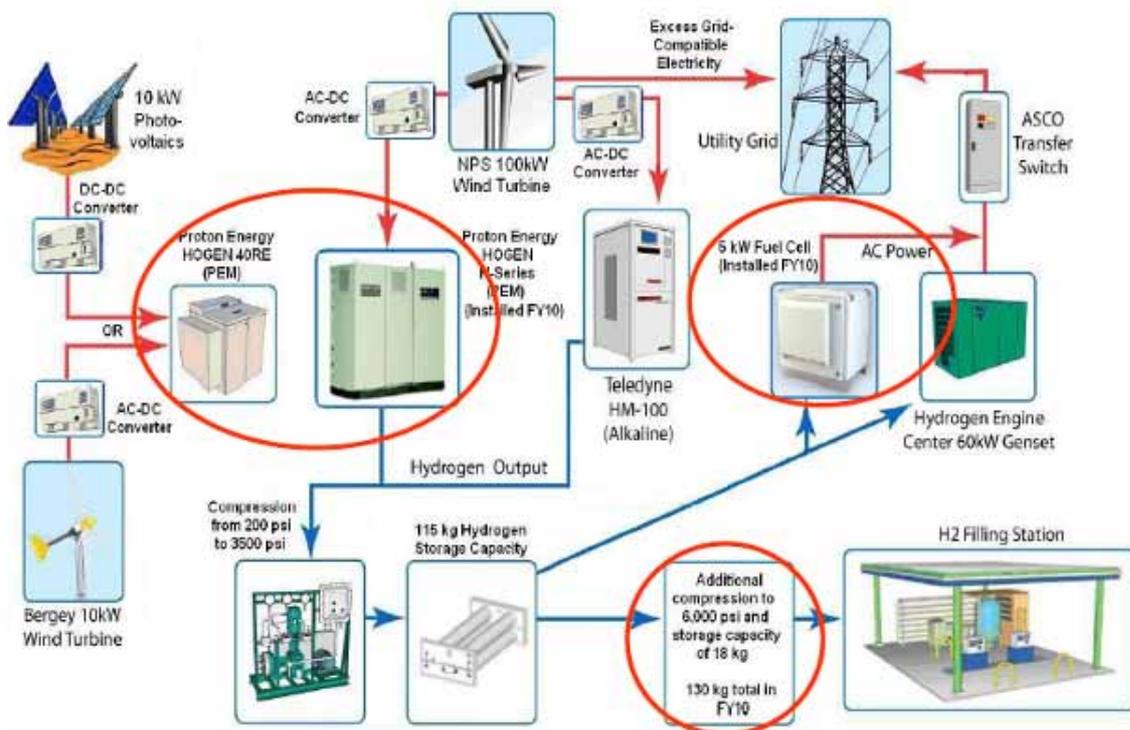


圖 1 風能至氫氣(Wind2H2)的新結構

2. GIS Service Center

(訪談人：Manager Donna Heimiller)

GIS 服務中心是採用地理資訊系統(GIS)來協助分析一些能源的使用現象及效率，分析後可提供一些設計或方法以改善能源使用效率。這裡也儲存著相當大資料庫及地理資訊，例如：由麻州的各加油站傳回的添加燃料與付款資訊，再加上加油者的一些簡單的基本資料，可分析出 E85 酒精汽油與其他燃料的使用狀況，進而可考慮之後加油站各種油品的分配，甚至某些加油站的廢止或增加，可達到最大效益。另外，Ms Heimiller 也提供一些其他有用資訊：(1)TransAtlas 系統：一個互動式的地圖，可顯示不同選擇的燃料加油站、燃料生產者與一些已處理資料 (<http://maps.nrel.gov/transatlas>); (2)再生能源或傳統發電廠產生氫氣的相關研究：
(<http://www.nrel.gov/docs/fy07osti/41134.pdf>
<http://www.nrel.gov/docs/fy09osti/42773.pdf>)
(3)氫氣的基礎設備與供應之相關研究
<http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/38351.pdf>
<http://www.nrel.gov/docs/fy07osti/40373.pdf>

2. National Center for Photovoltaics

(訪談人：Dr. Hsiang-Yu Chen)

太陽光電國家中心為 NREL 最引以為傲的部門之一，它不但為世界一級的校正實驗室(另有日本 AIST、德國 PTB 與中國 TIPS 等 3 家)，可以最直覺的直達太陽光法校正，太陽電池製造技術並且轉移給美國與其他國家的頂尖工廠，如國內的貿迪就與 NREL 有著合作的關係。

一般常用燻蒸法或離心法來塗佈矽晶上的材料，以往 NREL 曾開發出許多塗層於矽晶上的導電材料，產生世界紀錄的光電轉換效率，現在該部門正研究新的有機(organic)塗佈材料，已獲致良好的成果並進一步改進中。參訪過程中，陳博士更親手為我們示範有機材料在厭氧環境塗佈的流程。

未來本部門將朝下列幾個方向努力發展：

- 進一步了解與進行增加低成本高效率矽晶 (c-Si) 與薄膜矽太陽電池效能的特性。
- 尋找新的製程，例如統合性科學、以墨水方式為基礎電子材料儲存與混合的奈米構造來使太陽能轉換作用進行。
- 改造 NREL 現有的高效率 copper indium gallium diselenide (CIGS) and cadmium telluride (CdTe) 太陽電池材料與系統，使其能成爲一種低成本的製造材料，並能持久的表現。
- 使太陽聚焦系統的核心電池能發展爲超高效率太陽電池(ultra-high-efficiency solar cells)，增加表現性能並降低系統成本。

3. 氫能科技與系統中心-氫能科技實證

(Hydrogen Technologies & Systems Center-Hydrogen Technology Validation)

(訪談人：Senior Engineer Jennifer Kurtz)

氫能系統效能一定需要實車的驗證，根據美國能源部 2008 的技術市場報告，美國車輛的能源消耗佔全美的 28%。因此新的聯邦政策，包括 2007 能源獨立與保障法案，協助發展再生能源、增加車輛燃油的經濟性、發展前瞻的車輛與燃料基礎設備，幫助降低國家對石油的依賴。

其中，本部門根據能源部的 clean cities 倡議，成立替代燃料與前瞻車輛資料中心(AFDC, formerly known as the Alternative Fuels Data Center)提供廣泛的資訊與資源，使大家對替代燃料的使用、各種車輛使用各種燃油的效能，都能有所參考。

而一般替代燃料，有生質柴油(biodiesel)、氫氣(Hydrogen)、電能(electricity)、天然瓦斯(nature gas)、乙醇(ethanol)與丙烷(propane)，我們特別對氫能的使用加以討論。

在美國，由於地形及生活方式的關係，並無推廣使用氫能的小型車

輛，尤其是小型機車，近幾年有 Chrysler/BP、Ford/BP、GM/Shell 與 Chevron/現代-起亞/UTC Power 等四大車廠合作，執行示範運行計畫，獲致的結果與分析已發表數篇論文，成果豐碩，並有新論文將於下週我們也要參加的 2010 Fuel Cell Seminar & Expo 發表。

4. 生物科學中心(Biosciences Center)

(訪談人：Principal Scientist Ping-Ching Maness)

本單位主要是研究利用生物方法或分子生物學的技術來轉化生物質體 (biomass) 為有用氣體。目前利用藍綠藻來分離其中可分解半纖維素的酵素，在利用此種酵素來分解作物採收後的殘餘莖葉，使其產生可當成燃料的氣體。這些方法不但可再利用因生產生質汽油的作物的殘餘部分，更能消解大量的垃圾的問題。這些生物方法目前除比較需要改進生成物的純度問題外，也是一項非常有可用性的策略。

5. National Center for Photovoltaics 之 solar power technology

(訪談人：Senior Scientist II Dr. FJ John Pern 彭富章博士)

彭博士利用中心的展覽通道為我們介紹目前所有的太陽電池的種類、原料、製造程序及使用目的。之前提過，NREL 的 PV 部門為世界級的校正中心，這裏不但執行研發任務，也替世界各地的太陽光電元件施行校正工作。在本中心我們參觀了這裏的 5 個大工作區，其中最有趣的就是 CIGS Cluster Tool，這裏將傳統的太陽電池在不同區域分別塗層工作統整起來，NREL 設計了一個 500 萬美元的整合型自動工作臺，可由原料片經一系列的自動塗裝，而產生成品。本中心的設備為國內從所未見，但也需有相當的國家財力方能達成。

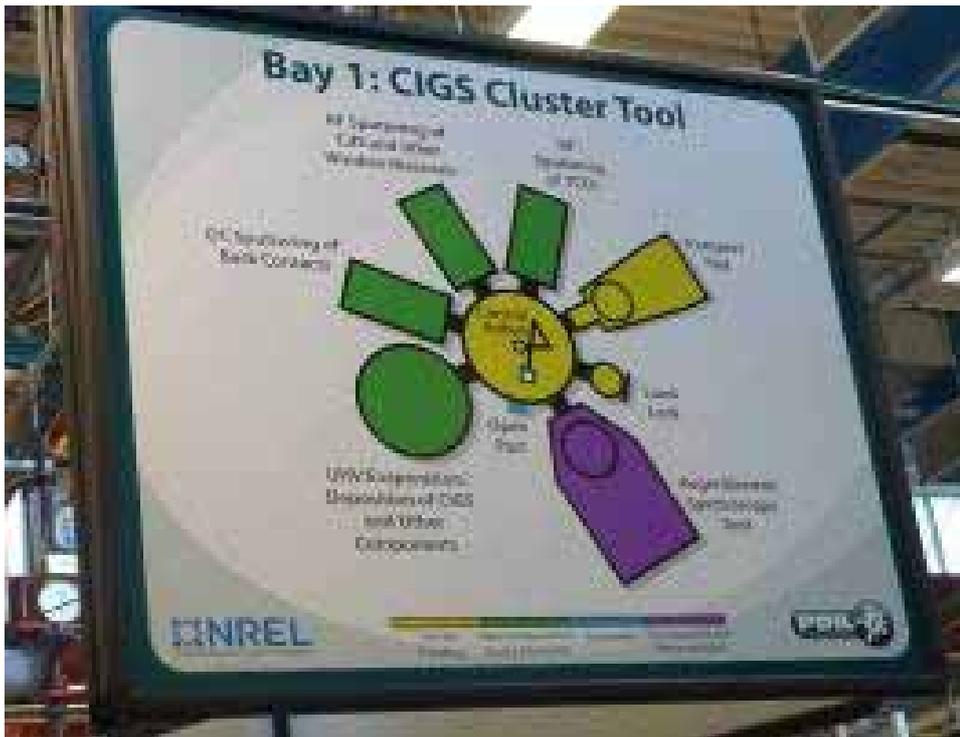
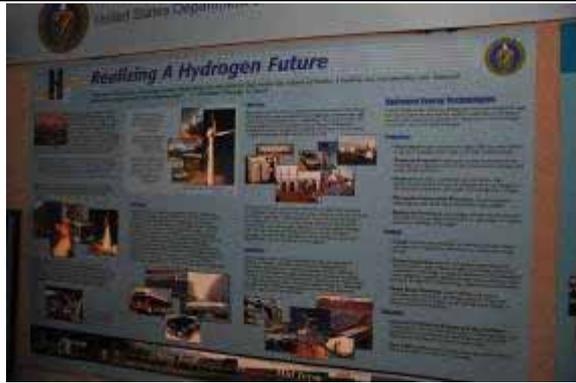


圖 2 CIGS Cluster Tool: 圖說(上)於實體(下)

	
<p>NREL 大門入口</p>	<p>太陽能即時充電系統</p>
	
<p>NREL 與各大車廠合作示範運行</p>	<p>矽晶以各種有機物塗層</p>
	
<p>植物收穫後殘株再製為生質原料</p>	<p>以微生物轉化生質材料為氫氣</p>
	
<p>各種材質的太陽能板</p>	<p>CIGS Cluster Tool</p>

圖 3 參訪 NREL 各部門照片



NREL 氫能科技系統中心



與 GIS Manager Heimiller 合影



與 Dr. PinChing Maness 合影



與 PV 國家中心 Dr.Pern 合影

圖 4 參訪 NREL 與研究人員合影照片

二、參訪阿岡國家實驗室(Argonne National Laboratory, ANL)

(一)、實驗室簡介

1. 阿岡國家實驗室(Argonne National Laboratory, ANL)成立於 1946 年，實驗室主區位置伊利諾州芝加哥近郊，為美國中西部最大的國家型研究中心，目前員工 3000 多人，每年接受美國聯邦政府約 6.3 億美元經費補助，研發領域為能源、生物與環境科學、國家安全技術等三大類；亦為美國能源部項下最大的研發機構；在能源研究方面，著重於替代與潔淨能源等研發。過去 ANL 已與國內多家學研機構合作研究計畫，財團法人工業技術研究所亦為合作夥伴，相較於 NREL，國內團體與 ANL 交流較為頻繁。
2. 該實驗室與我國目前有著加強電池等能源儲存運送、新清潔能源 (bio fuel, solar energy) 等領域的合作趨勢。此次參訪，我國代表團就雙方有關氫能、綠能、燃料電池車輛等未來發展交換意見，之前國科會等相關單位也有與 NAL 洽談進一步合作的可能性。
3. NAL 各研究部門如表 4，本次參訪 NAL 以燃料電池、電池測試及儲存部門、生物技術與車輛運輸等 NAL 強項為重心。

表 4 NAL 各研究部門



前瞻光子資源(Advanced Photon Source) — The Advanced Photon Source provides the nation's most intense beams of X-rays for forefront basic and applied research in such fields as materials science, biology, physics, chemistry and the environmental, geophysical and planetary sciences.



加速器中心(Argonne Accelerator Institute) — The Argonne Accelerator Institute works with all accelerator activities at the laboratory to best use our extensive resources, to enhance the capabilities of our existing facilities, to strategically determine the next steps forward in accelerator development and construction, and to oversee a dynamic and acclaimed accelerator physics portfolio.



Argonne Leadership Computing Facility — The mission of the Argonne Leadership Computing Facility is to provide the computational science community with a leading computing capability dedicated to breakthrough science and engineering.



Argonne-Northwestern Solar Energy Research Center (在 Evanston, IL) — The Argonne-Northwestern Solar Energy Research Center brings together scientists from many disciplines to explore the sun's enormous potential to supply energy for human needs..



生物科學(Biosciences) — The mission of the Biosciences Division is to use state-of-the-art technology to conduct multidisciplinary basic research to increase our understanding of the fundamental molecular mechanisms of life and enable important advances in environmental protection and remediation, energy production and sustainability, and human health and welfare.



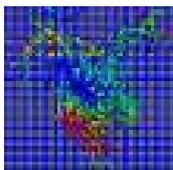
電能儲存研究中心(Center for Electrical Energy Storage,CEES) — A DOE Energy Frontier Research Center, the CEES' main goals are to understand the interactions of materials that control electrochemical processes in electrical energy storage devices, and to design novel materials and interfacial structures to enable revolutionary improvement of these devices.



奈米材料中心(Center for Nanoscale Materials) — Understanding and control of material properties at the nanometer scale promises tremendous potential for the advancement of science and technology. The Center for Nanoscale Materials is one of five national research centers devoted to understanding and controlling the properties nanoscale materials.



化學與化工(Chemical Sciences and Engineering) — The Chemical Sciences and Engineering Division conducts basic and applied R&D around five theme areas: fundamental interactions, catalysis and energy conversion, electrochemical energy storage, nuclear and environmental processes, and national security.



Computation Institute — The University of Chicago and Argonne National Laboratory established the Computation Institute in 2000 to address the most challenging problems arising in the use of strategic computation and communications.



Computing, Environment and Life Sciences — The mission of Argonne 's Computing, Environment and Life Sciences directorate is to enable groundbreaking scientific and technical accomplishments in areas of critical importance in the 21st century. The goals are threefold: advancing biology, advancing the intersection of computing and biology, and advancing all activities involving computation.



決策與資料科學(Decision and Information Sciences) — The mission of Argonne's Decision and Information Sciences Division is to develop innovative decision tools, models and information systems and to apply them to the resolution of energy, environmental and other related problems of regional, national and global significance.



教育課程(Educational Programs) — Argonne's link to the educational community, the Division of Educational Programs offers scientific education programs for graduate students, undergraduates, K-12 students and faculty members.



能源工程與系統分析(Energy Engineering and Systems Analysis) — Meeting the nation's energy, environmental and security challenges.



能源系統(Energy Systems) — The Energy Systems Division is a leading center for research and development into energy and environmental issues. The division is an engineering organization with expertise in transportation technologies, industrial processes, applied biological processes, and environmental evaluation and restoration.



環境科學(Environmental Science) — The Environmental Science Division conducts applied research, assessment, and technology development in the following areas: risk and waste management; natural resource systems and integrated assessments; restoration and pollution prevention; environmental policy analysis and planning; and environmental management systems.



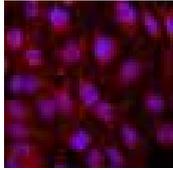
高能量物理(High Energy Physics) — The High Energy Physics Division at Argonne National Laboratory conducts research in areas of both theoretical and experimental particle physics as well as accelerator development.



Infrastructure Assurance Center — Argonne's Infrastructure Assurance Center provides service and support to public and private organizations working in the areas of infrastructure protection, mitigation, response and recovery.



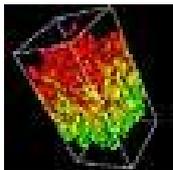
Institute for Atom-Efficient Chemical Transformations (IACT) — A DOE Energy Frontier Research Center, IACT addresses key catalytic conversions to improve the efficiency of producing fuels from coal and biomass.



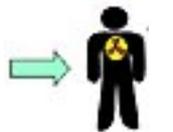
Institute for Genomics and Systems Biology — The Institute for Genomics and Systems Biology accelerates the transition of basic discoveries in genome science into practical benefits for society. The institute bridges two extraordinary research communities, the University of Chicago and Argonne National Laboratory.



材料科學(Materials Science) — The Materials Science Division's mission is to develop new materials for society. Current materials of interest include superconductors, magnetics, ferroelectrics, organic crystals and diamond coatings.



Mathematics and Computer Science — The mission of the Mathematics and Computer Science Division is to increase scientific productivity in the 21st century by providing intellectual and technical leadership in the computing sciences: computer science, applied computational mathematics and computational science.



國家安全(National Security) — Argonne's National Security programs draw from all the laboratory's research divisions to develop new technologies that help protect the nation from attack and from accidental incidents, such as natural disasters.



Nuclear Engineering — The Nuclear Engineering Division's mission is to apply Argonne's world-class expertise in nuclear reactor technology to the development of advanced nuclear reactor systems to problems of national and international significance.



Physical Sciences and Engineering — Creating new materials and chemistries, advancing accelerator physics.



Physics — The Physics Division has active experimental and theory groups that study the properties of nuclei and atoms. Major experimental facilities used by the division's scientists include the Argonne Tandem-Linac Accelerator System and the Advanced Photon Source.



Structural Biology Center — The Structural Biology Center (SBC) operates a national user facility for macromolecular crystallography at the Advanced Photon Source. The SBC makes available to scientific community two experimental stations that are well suited for a wide range of crystallographic experiments.



Transportation Research and Analysis Computing Center — The Transportation Research and Analysis Computing Center (TRACC) is a Department of Transportation state-of-the-art modeling, simulation and high-performance computing center dedicated to solving a host of intractable transportation problems, including traffic congestion in major

cities, the effects of stresses on transportation infrastructure and the crashworthiness of vehicles.



Transportation Technology R&D Center — Argonne Transportation Technology R&D Center brings together scientists and engineers from many disciplines to find cost-effective solutions to the problems of transporting people and goods from one place to another ?issues like vehicle emissions and energy supply.

(二) NREL 參訪行程

1. 參訪人員：標準檢驗局 倪士瑋簡任技正、白玠臻技正
駐芝加哥台北經濟文化辦事處 王振福組長、陳文誠商務秘書
2. 主接待人員：Norman D. Peterson (Assistant to the Director)
3. 時間：2010 年 10 月 15 日
4. 實驗室主要地址：9500 Cass Avenue, Argonne, Chicago, Illinois, USA
5. 分組行程及與談如表 5。

表 5 參訪 NAL 行程表

9:30 AM	Arrive at Argonne Information Center Norm Peterson, Assistant to the Director
9:45 - 10:15 AM	Overview of Argonne National Laboratory - Building 205, Room L153 Norm Peterson
10:15 - 10:45 AM	Fuel cells - Building 205, Room L153 Shabbir Ahmed, Chemical Engineer Romesh Kumar, Senior Chemical Engineer
10:45 - 11:15 AM	Battery Testing/Electrochemical Energy Storage - Building 205, Room L153 Jeff Chamberlain, Leader, Energy Storage Initiative
11:15 - 11:45 AM	Biosciences - Building 205, Room L153 Carol Giometti, Director, Biosciences Division
11:50 AM - 12:30 PM	Transportation Technology R &D Center - Building 371

	Larry Johnson , Director, Transportation Technology R &D Center
12:40 - 2:00 PM	Lunch and Discussion - Argonne Guest House <i>R&D into Energy and Environmental Issues</i> - Ed Daniels, Director, Energy Systems Division
2:30 PM-5:00 PM	Nuclear Engineering Division Dr. Shuh-Haw Sheen 宣樹浩博士 Dr. Hual-Te Chien 錢懷德博士

(四)參訪紀要

1. 化學科學與工程(Chemical Science and Engineering,CSE)

(1)本部門訪談的主題是燃料電池，CSE 致力於氫氣的生產與使用在燃料電池上。並將所有的電化學與化學的知識應用在燃料電池系統上，，並了解燃料電池系統的限制與基礎設備在這領域的一切需求。

CSE 有些經費來源為美國能源部 Hydrogen Program。ANL 也有完備的燃料電池測試設備，而目前執行的計畫有：

- a. Development of catalysts and reactors using autothermal reforming of alcohols and hydrocarbon fuels for on-board fuel cell systems.
- b. Reforming of infrastructure fuels (natural gas, liquefied petroleum gas, ethanol, gasoline, and diesel).
- c. Integration of fuel processor components (reformer, shift reactor, and preferential oxidation reactor).
- d. Study of high pressure reforming of bio-derived liquids (ethanol and glycerol).
- e. Study of steam reforming in a membrane reactor.
- f. Design of a compact water gas shift reactor.

g. Study of hydrogen production pathways to track quality and cost of the product hydrogen.

h. Development of a natural gas fuel processor for a residential fuel cell system.

i. System models for various hydrogen production pathways.

(2) Natural Gas Fuel Cell Processor for a Residential Fuel Cell System

2. 利用高壓改良分散式氫氣生產的生質能燃料。

3. 燃料電池車輛的氫氣品質問題

許多國際組成已關注到氫氣的品質問題，包涵以下組織：

The International Standards Organization (ISO);

The Society of Automotive Engineers (SAE),

The California Fuel Cell Partnership (CaFCP),

The New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO)/

Japan Automobile Research Institute (JARI).

4. 氫氣的成本分析(Correlating Hydrogen Quality with the Cost of Hydrogen)本計畫由美國能源部的燃料電池科技計畫經費所支援。

5. 使用 Copper-Chlorine Cycle 產生氫氣

本計畫由美國能源部的燃料電池科技計畫經費所支援。

6. 電化學能源的儲存(Electrochemical Energy Storage)

含 Electrochemical Energy Storage - Battery Testing

7. Energy Engineering and System Analysis

- Energy System

- Transportation Research and Analysis Computing Center

- Transportation Technology R&D Center



圖 5 與 NAL 高層職員及駐芝代表處王組長合照

三、與休士頓大學機械系汪教授會談

(一)會談主題:美國風力發電之現況與趨勢

(二)會議與談人員：

1. 休士頓大學：Prof. Su Su Wang/(汪蘇甦教授)

(專長： Solid Mechanics, Materials Science and Engineering,
Composite Materials, Composite materials with
applications to off-shore structures

現職： Distinguished University Professor (1990-Present),
Mechanical Engineering Department, University of
Houston;

Director, National Wind Energy Center

Director, Composites Engineering and Applications Center
(CEAC) for Petroleum Exploration & Production,
University of Houston,

合成材料在海上的應用中心的主任。

美國外海大型風機測驗中心的主任。

著作：著有18本專書以及發表超過200篇的論文與技術報導)

2. 經濟部標準檢驗局： 莊素琴副局長 倪士瑋簡任技正

劉勝男科長 白玠臻技正

3. 駐休士頓台北經濟文化代表處商務組：黃立正組長 孫浚清商務秘書

4. 台灣經濟研究院 左峻德所長

(三)時間：2010年10月18日

(四)地點：休士頓 Best Western 會議中心



圖 6 與休士頓大學會談出席人員

(五)訪談重點

1. 2005-2009 世界原油日產量平均約在 72-80 百萬桶，而美國消耗了其中的 25%，以人口比例實為偏高，節能及開發新能源已刻不容緩，而風力與太陽能皆是可取代的能源來源。有關美國本土的風力發電，中西部的洛磯山脈是絕佳的風場，但由於地處偏僻，如在山脈地區設置風力發電機，所產生的電能須傳輸至平地的城市使用，但因成本高昂，一般電廠投資的意願並不高。因此，發展離岸(offshore)發電成為新的課題。
3. 歐洲風力發電的發展趨勢早已轉為離岸發電，因離岸有更強且穩定的風速、更少因地形產生的亂流，因可用空間更大也可建立更大型的風機，因此在離岸的海上建設風機有更大的成本效益：離岸的風有著更高的速度，因此可產生更多的電力。
4. 休士頓號稱是世界能源之都，也是海上技術的大本營，海上石油平臺到處林立。最早，美國國家工程院(National Academy of Engineering USA)的鮑亦和院士(Dr. Y. H. Michael Pao)與海上平臺專家合作，發展立

軸式風電機技術 (Vertical Axis Wind Turbine Technology)。並和美國三地亞國家研究所 (Sandia National Labs) 合作把立軸式風電機發展成一個便宜可靠，可在陸上風力發電的工具，以生產潔淨的電源及環境保護作貢獻。鮑院士創立的福祿風電公司和三地亞共同獲得美國能源部 1981 年度全國能源創新的最高獎。而新的立軸式浮海風力發電機必須要用新的材料，即要質量好又要價格低，於是合成材料專家汪博士的團隊也加入研發行列。

5. 理論上，風力可產生的能量以風速的立方比例增加，也就是同一個地點的相同風機，在 14mph 的風速下產生的能量比 12mph 多 50%；又離地面越近，風速也就越小，因此建設高聳的大型風機也較有經濟價值；而在單位電力運送成本的計算方面，大功率的風機會比小功率的風機花費少。台灣四面環海，尤其台灣海峽蘊藏豐富的風能，離岸風速比陸上潛在風速來得高，能產生較多的電力，又較陸上傳統發電減少許多溫室氣體排放量。在面臨陸地的風力發電漸趨飽和的情況下，種種因素都使離岸風力發電發展成爲新能源中最具發展潛力者。
6. 另一方面，離岸風力的發展也面對許多困難和挑戰：富含鹽分的海風終年吹襲，造成風機容易鏽蝕；風能受到季節和氣候的限制；在大海上維修風機是一大挑戰；海深浪高的風險極難克服，尤其大型風機的轉速極高，鹽分及水如接觸到超高轉速的扇葉，將會造成嚴重的表面損壞，所以，發展特殊的複合材料也是必備的發展程序。
7. 美國能源部聲稱，風力(含離岸風場)在 2030 年可產生總計佔美國全國生產電力的 20%。但在美國還在初步設置階段，歐洲已有超過 2 打的風場，且在執行巨型的風場互相聯結，以互相平衡風力減小與暴風狀況發生，這種風網是否可爲美國採用，也是考慮的因素之一。



圖 7 離岸風機外觀與構造

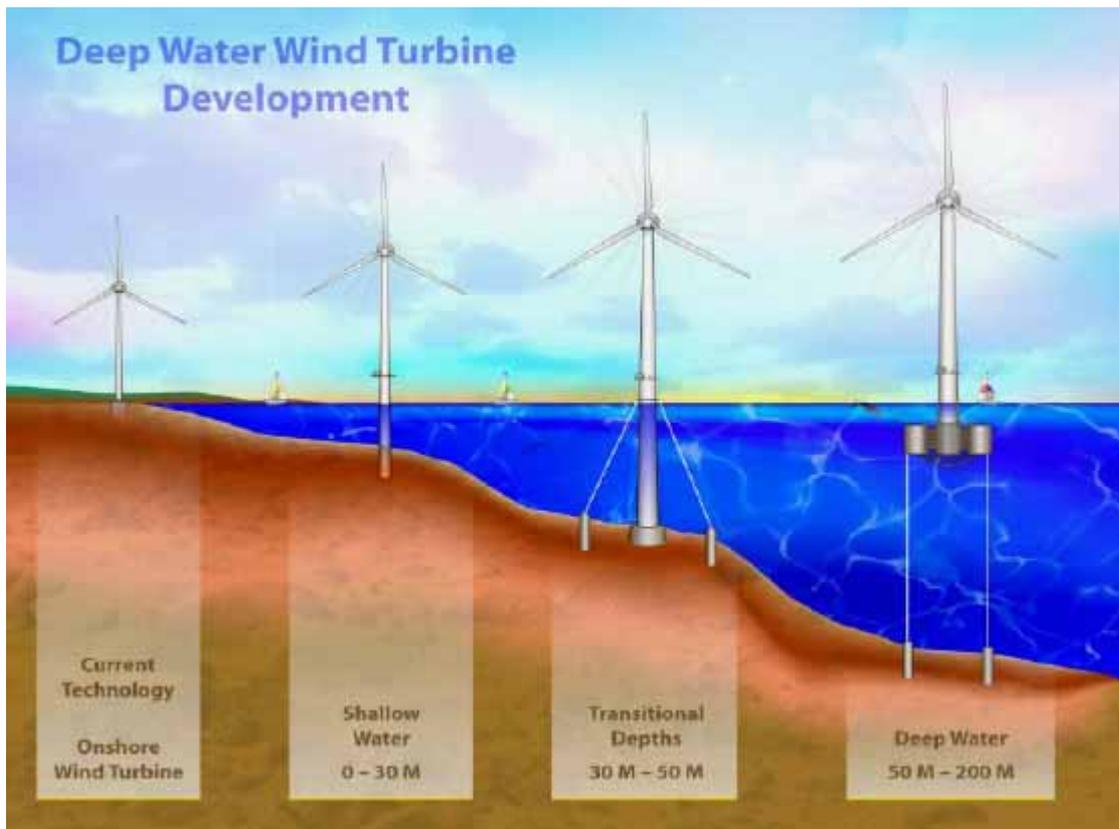


圖 8 離岸風機基礎構造(<http://offshorewind.net/>)

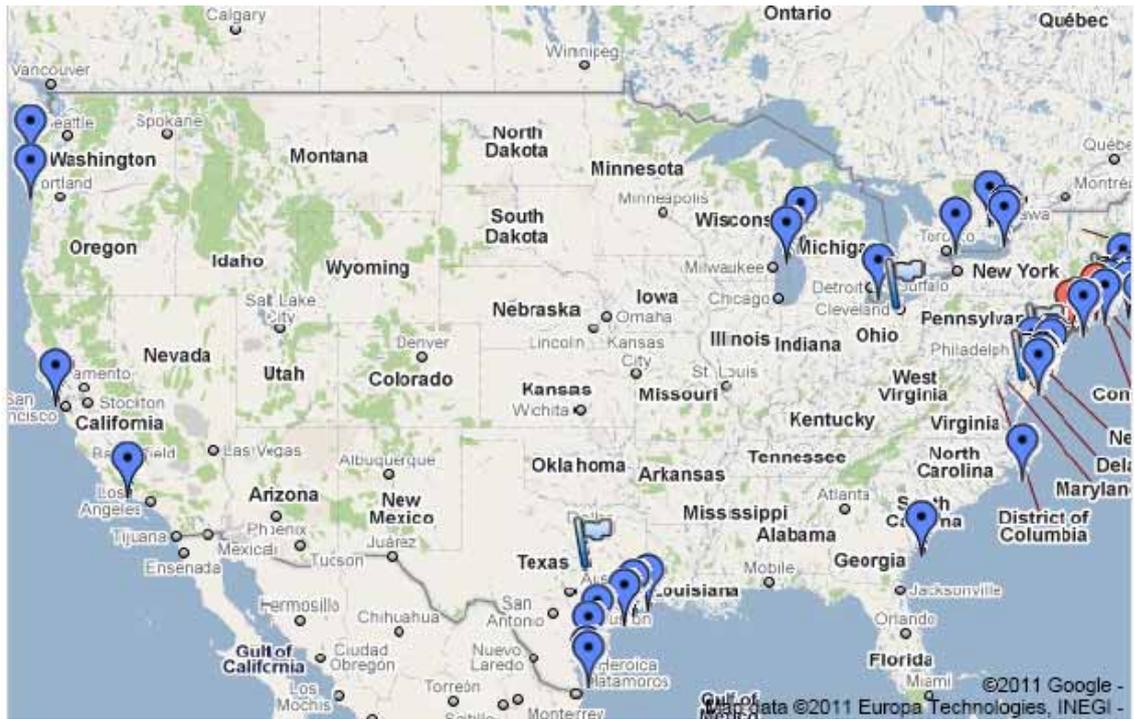


圖 9 美國計畫設置離岸發電之地點

表 6 離岸風力設備成本分析

Component Percent of Total Project Cost	
Turbines	33%
Operations & Maintenance	25%
Support Structures	24%
Electrical Infrastructure	15%
Engineering/Management	3%

四、參訪東元西屋馬達公司

(一)主要接待人員：總裁 Vincent C. Tang，廠長 Richard L.Fesmire

(二)會議與談人員：

1.經濟部標準檢驗局：莊素琴副局長 倪士瑋簡任技正 劉勝男科長 白玠臻
技正

2.駐休士頓台北經濟文化代表處商務組：黃立正組長 孫浚清商務秘書

3.台灣經濟研究院 左峻德所長

(三)時間：2010年10月19日下午

(四)廠址：5100 North IH-35, Round Rock, TX 78681.



(三)參訪記要

1. 臺灣的東元電機最早於 1976 年跨入美國市場。1987 年，成立已超過 100 年的美國西屋電氣公司將其大型馬達的產銷部門獨立出來，與東元合組新公司(稱為美國西屋馬達公司,WMC)。1995 年 4 月，東元電機進一步購併美國西屋馬達公司的全部資產與股份，成為東元集團 100%旗下子公司之一，並正式更名為：美國東元西屋馬達公司(TWMC)，負責台灣和馬來西亞廠生產之「TECO 及 TECO-Westinghouse」品牌的馬達在美國市場的銷售業務。
2. TWMC 不但為全球工業用馬達的製造商，也提供石化、電子設備、造紙、水處理、礦業和金屬工業等產業，相關工業用產品服務。此外，於馬達應用控制、

備品馬達零件及大馬達維修服務等領域，皆擁有居於領導地位的專業技術能力。

3. TWMC 公司除位於德州 Round Rock 的總部，還有賓州 Allentown、內華達州 Reno、南加州 Spartanburg 等銷售點。產品包含：工業用馬達及應用於幫浦、風車、空壓機、軋鋼機、研磨機、壓碎機等相關產業且能符合其他各式各樣負載需求之特殊馬達。
4. 目前德州 Round Rock 總部員工有數百人，參訪工廠過程中可看到許多工作人員在生產線上組裝 2-3 層樓高的風力發電機，但囿於商業機密無法提供拍攝。廠長也指出，目前工廠部分雖仍做為倉儲始使用，目前營運的狀況一直成長，一但訂單增加，廠房還有相當的擴展的空間。

表 7 TWMC 生產之風力發電機產品規格

Product Series	Rated Output(kW)	Stator Voltage(V)	Freq. (Hz)	No. of Poles	Ambient Temp.(°C)
TW450XX	500 - 1,000	460/ 575/ 690	50/ 60	4/ 6	-40 to +50
TW500XX	1,000 - 2,000	460/ 575/ 690	50/ 60	4/ 6	-40 to +50
TW560XX	2,000 - 3,000	460/ 575/ 690	50/ 60	4/ 6	-40 to +50
-----	2000	13800	50/ 60	4	-40 to +50

Product Series	Synch. Speed (RPM)	Speed Range (% of Synch. Speed)	Power Factor (Leading)	Ins. Class	Efficiency
TW450XX	50 Hz: 1000/ 1500 60Hz: 1200/ 1800	68% to 134%	-0.90 +0.90	to H/F	≥ 96%
TW500XX	50 Hz: 1000/ 1500 60Hz: 1200/ 1800	68% to 134%	-0.90 +0.90	to H/F	≥ 96%
TW560XX	50 Hz: 1000/ 1500	68% to 134%	-0.90	to H/F	≥ 96%

Product Series	Synch. Speed (RPM)	Speed Range (% of Synch. Speed)	Power Factor (Leading)	Ins. Class	Efficiency
	60Hz: 1200/ 1800		+0.90		

XX: Enclosure



圖 10 TWMC 組裝完成的 DeWind 成品及風機成體



圖 11 我方參訪團拜會與 TWMC(中:TWMC 總裁及左 2:TWMC 廠長)

五、參加 2010 燃料電池論文及展覽會(Fuel Cell Seminar & Expo, FCSE)

(一)時間：2010 年 10 月 10 日

(二)會場：Henry B. Gonzalez Convention Center, San Antonio, TX, USA

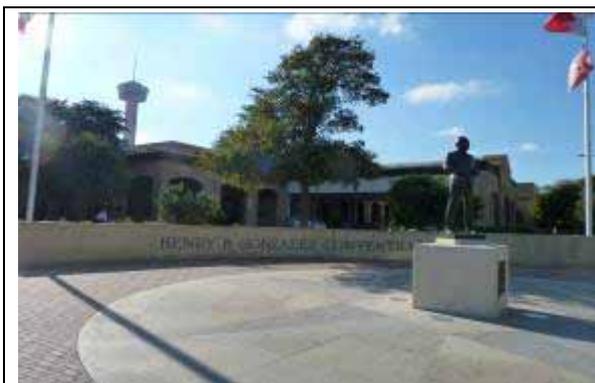
(三)會議紀要

1. 由 USFCC 主辦的“Fuel Cell Seminar & Exposition”為全球燃料電池界的年度盛事，2010 年除了於此領域擁有領先技術的國家外，本國也由台灣經濟研究院、工研院綠能所、美菲德、高力熱處理等單位共同組團，共約十人參加此次燃料電池展覽與研討會。今年美國燃料電池展有來自加拿大、芬蘭、德國、丹麥、希臘、日本…等國家的廠商，擺設攤位將近 100 個，展示氫能與燃料電池的最新產品、研發成果及相關的廠商資訊，參加研討會學者專家超過 1,000 人。
2. 為促進國際交流與蒐集氫能與燃料電池最新發展資訊，本次行程安排參加美國 San Antonio 2010 Fuel Cell Seminar & Exposition，會議於 2010 年 10 月 18 日至 21 日舉行，囿於行程僅能參加 10 月 20 日的會議及展覽，並於該日下午由標準檢驗局與台灣經濟研究院共同發表「The Efficiency Evaluation of Promoting Fuel Cell Scooter in Taiwan」論文 1 篇。(如附件)
3. 此次參展國際廠商因經濟逐漸下滑趨勢，或因其他地區有同質性展覽，故展覽規模略有減小。國內參展廠商有美菲德、高力熱處理、碳能科技、工研院及夥伴聯盟等，提供產品原件與產品書面資料共同展出(如表)其中部份廠商於展示會中並洽接多筆詢價採購資訊。
4. 本屆會議的主題為：Fuel Cells: Delivering the Power of a Greener Future，希望能以燃料電池技術促進全球的能源、環境與經濟利益為目標。此次會議的壁報論文共有 117 篇，其中台灣的論文有 5 篇，由於論文數量相當多故分兩次張貼，分別為 10 月 19 日下午 56 篇，10 月 20 日下午 61 篇，張貼地點位於展示中心內。另外於 10 月 20 日下午的論文報告，主要係針對亞太燃料電池機車之測試結果進行評估與分析，在研討會中相當引起部分外國研究者進行探討的興趣。
5. 此次展覽攤位共有 91 個攤位，87 個單位參與，包括發電機廠商 Ballard、

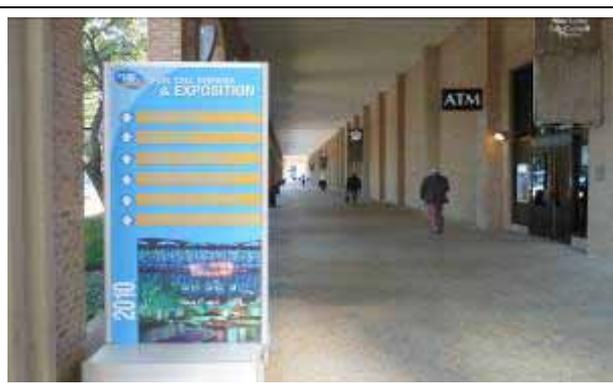
IdaTech，雙極板廠商 Entrgris…等，但缺少國際大廠如材料方面的 DuPont、3M，燃料電池的汽車應用廠商 Toyota、Benz…等，使此次展覽略顯美中不足。由於展出的產品具有相當高的技術水準，隨時都能吸引許多參觀者，更有部分各國廠商表示購買的興趣與意願。

表 8 台灣燃料電池參展廠商與產品

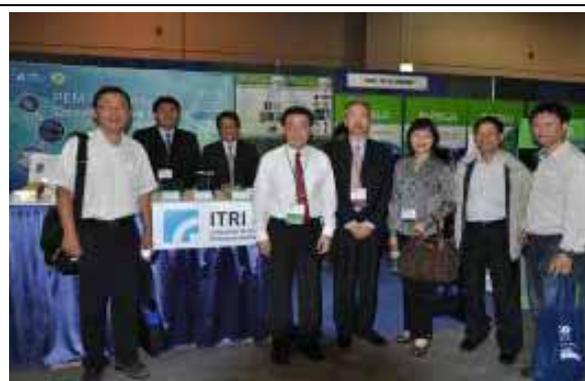
公 司	產 品
美菲德	MF-UTH Series: 10 KVA Fuel Cell Back-UP Power System MF-UTH-1020.
高力熱處理	硬銲型板式熱交換器
工研院	150W PEMFC、300W PEMFC 直接成型之 PEMFC 複合式雙極板
光騰科技	公司英文簡介
夥伴聯盟	聯盟廠商英文簡介



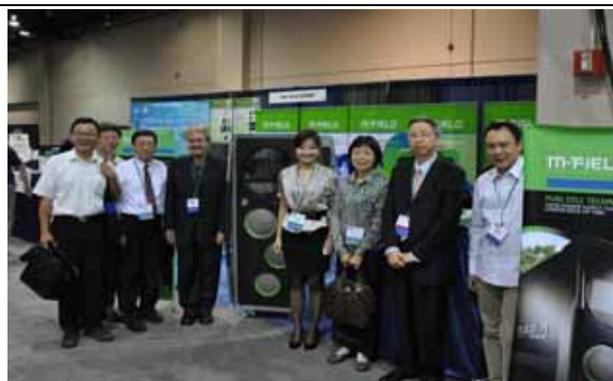
2010 FCSE 展覽館大門入口



2010 FCSE 展覽廳指示牌



與臺灣工研院代表合影



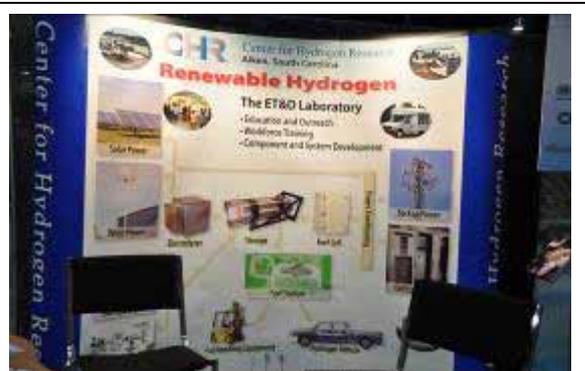
與臺灣氫能燃料電池參展廠商



氫能燃料電池汽車 1



氫能燃料電池汽車 2



再生氫能系統參展廠商



燃料電池材料參展廠商

圖 12 2010 FCSE 展覽會場

叁、心得與建議

一、心得

(一)首先感謝本國於美國的駐堪薩斯、駐芝加哥及駐休士頓代表處協助聯絡參訪單位的種種事宜，及本次參訪機構願意開放本局參觀重要技術及蒐集資料，使能進一步了解目前美國各相關機構對氫能與燃料電池方面所規劃計畫及目標，也蒐集及學習到氫能與燃料電池車輛示範驗證之規劃方向，藉由示範驗證計畫的實施長時間蒐集相關實驗數據，以制定產業標準及建立檢測驗證的制度。

(二)參訪了美國 NREL 與 ANL 等國家能源相關實驗室，了解先進國家級實驗室的規模，且實驗室的建置從規劃與構造，都有著長遠的規劃；與台灣國內已有的一級實驗室比較，台灣的許多實驗室平均水準已達世界級，但台灣較先進的研究還是多須仰賴政府支援，一方面固因市場的限制所致，一方面台灣廠商也較少願意利用本身資金投資大規模儀器與設備，公司型態還是以中小企業為多數。美國的能源計畫還是以能源部的經費為主，但隨著海外戰略需要，國防部也漸漸投入計畫，以其發展出海外美軍所需的省能裝備，以減少運補的消耗，並使軍隊戰力延長。

(三)目前台灣和中國的太陽能電池合併產量已超過全球 50%，台灣已加速躍升為全球第二大製造重鎮，全球太陽能電池製造重心轉移到亞洲，PV Taiwan 順勢成為全球太陽能電廠和應用端客戶掌握亞洲技術發展動態、取得高品質產品與尋求優質合作夥伴的重要平台。

臺灣的國際展覽成長履再創新高。有包括茂迪、昱晶、新日光、宇通、益通、友達、旭能、華旭環能、億芳、江西瑞晶、茂矽、科風、昇陽、景懋、ISOVOLTAIC 等國內外重量級業者參與。

(四)美國每年消耗原油的數量達世界的四分之一，各能源相關執行部門目前皆以達到 2030 年的碳排放水準與減少傳統能源的消耗為目標，可能由於

生活型態與幅員廣大，一般人民的生活習慣仍與歐洲的積極節能與環保有相當的差距，台灣的許多在美團體甚至為美國環保的重要推動者。

(五)本次研討會與展覽會主題為「Fuel Cells: Delivering the Power of a Greener Future」，主要提供近期燃料電池的發展、教育與商業化機會，內容涵蓋近年來燃料電池在耐用度、生產與應用範圍擴大、多樣性燃料等方面的突破，成效收益頗大，惜因行程時間較不足，無法參加全部的研討會口頭報告並與講者充分交流。據國內參展廠商供稱，本次會場參展廠商與研討會規模較 2008 年鳳凰城(Phoenix)稍減，但原材料與測試設備廠商增多，國內參展廠商得以觀摩市場發展趨勢，因應發展策略。但今年少了燃料電池的重要應用領域—汽車大廠 Benz、Honda、Toyota、GM、Chrysler 的參與，不像往年提供試乘、試駕之機會，此部分如有機會應另蒐集於日本及歐洲的相關展覽補齊資訊。

二、 建議

(一)標準部份：

1. 參觀美國各國家實驗室，經詢問其目前所用標準為何，所得到的答案往往是並無採用國際標準，須等產業較為成熟再去訂定標準才有意義，一般國家實驗室的測試數據就足夠使人信服。但以台灣的產業規模與狀況，對無適當標準之新興能源產品，且此類產品又有全球競爭力時，不可因無可用標準等因素，而失去現有優勢，更需先協助產業，著手訂定適合國內環境使用的技術規範，以逐步建立國家標準，進而統合國外區域標準組織力量通過成為國際標準，且標準範圍應包含安全與性能等方面要求，以符合消費者需求，如果技術標準涉及公共安全範圍，建議執行實證驗證計畫，蒐集相關測試數據及建立統計分析資料庫，做為制定標準參考資料。

(二)檢測技術部份：

首先必須先蒐集及調查國內對特定產品已有相關檢驗設備之資源，並盤

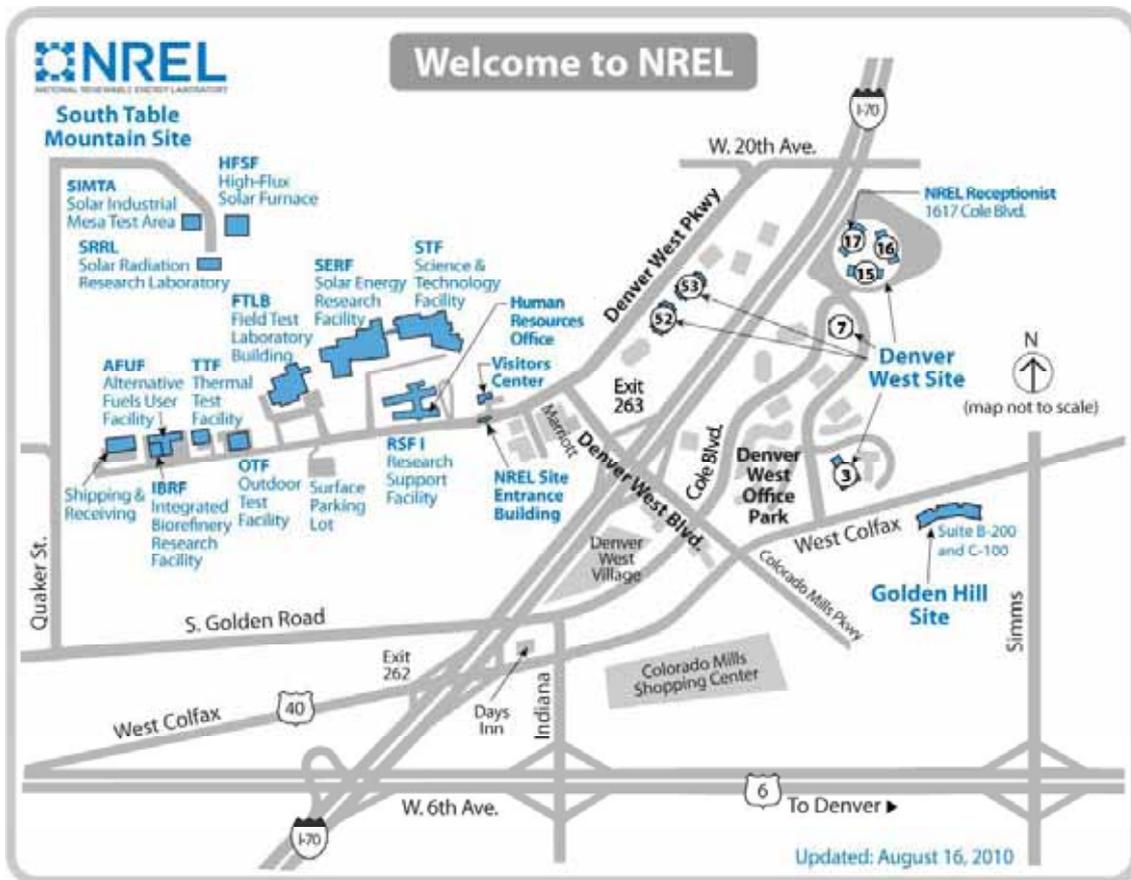
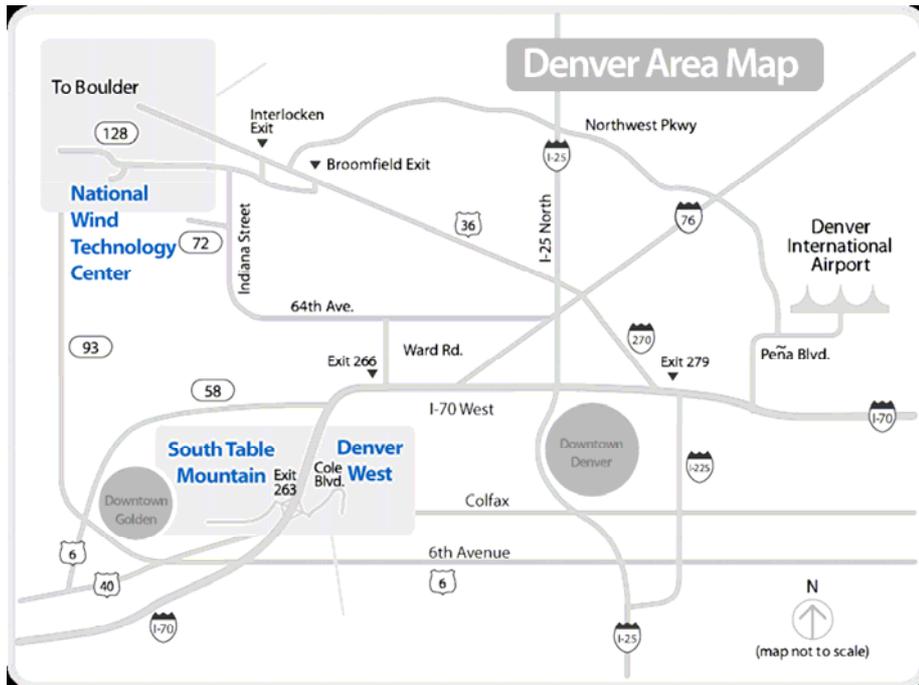
點國內各單位相關試驗室檢驗能量予以分級，一方面政府可以有效利用現有資源，避免資源重複浪費，另一方面可以將政府有效資源投入在必須發展之重點方向，達到最大效益；如要參與第三公正試驗室也必須經由有效力的認證單位認證，避免讓廠商產生疑慮，測試試驗室出具報告才能與國際接軌及具公信力。標準檢驗局目前正積極建置檢測技術平台與各項相關配套，以期達到國內各檢測實驗室能發揮最大的效用。

(三)其他

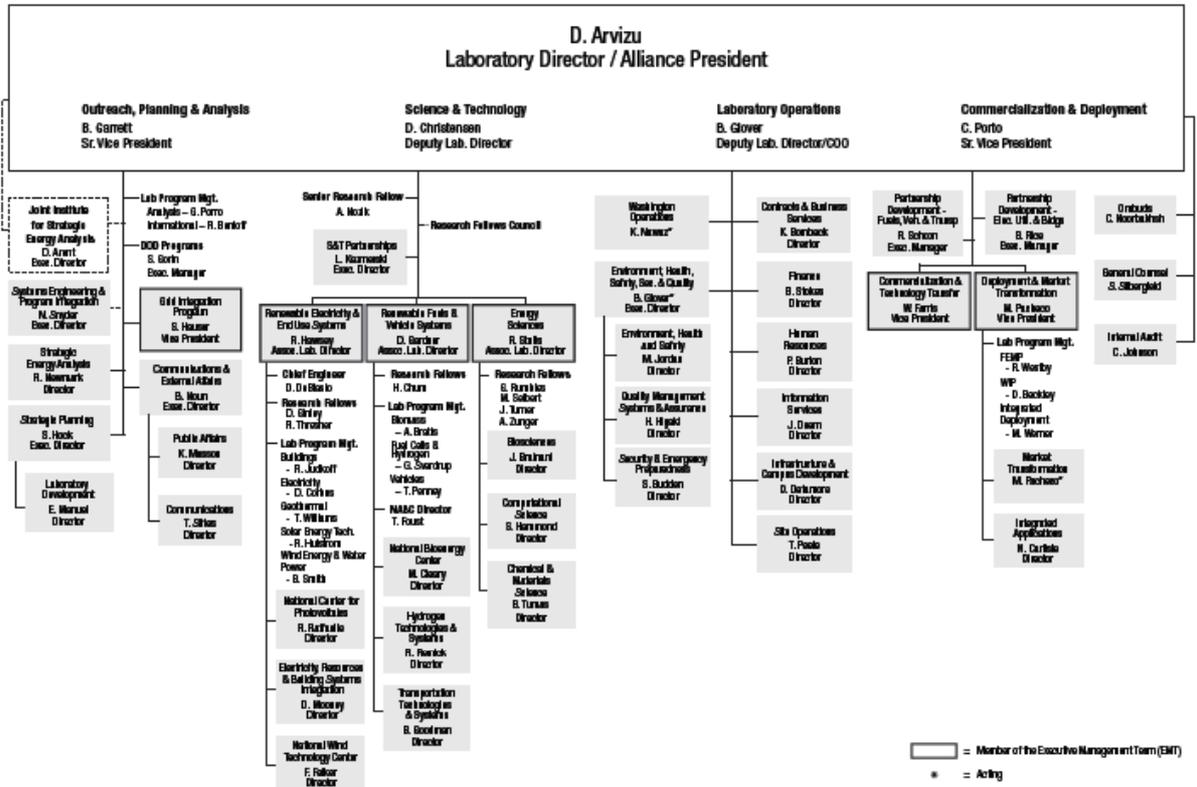
經由此次的參訪與參加國際會議與相關活動，綜合建議如下：

1. 台灣歷年皆有廠商組團參加美國 USFCC 主辦之 Fuel Cell Seminar & Exposition，並對國內聯盟會員提供服務，將會員廠商研究成果與開發產品行銷國際，同時經由面對面的接觸瞭解客戶的需求，可為廠商帶來商機與國際合作機會。於展覽會期間許多國外廠商對於台灣燃料電池廠商或研究機構研發成果表示高度興趣，政府對此方面可積極協助，設立共同服務台，發行英文版共同簡介供與會廠商參考，並對特定需求廠商，推薦國內會員廠商資訊，增進合作機會。
2. 儘管燃料電池的發展幅度或受之前國際經濟衰退的影響而遲緩，但其商業化的進展與觸角卻依然不斷增加。由於全球環境變遷的問題，世界各國對於新能源的投入並未中止，以我國現有環境及公司規模，更應積極評估投入氫能燃料電池的發展。
3. 經參訪美國的國家實驗室，參訪的實驗室皆歡迎我國派遣技術專家與學者與之交流，甚至世界各國皆派有研究人員至這些實驗室進駐交流，部分時間甚至長達一年，但各實驗室高興與各界提供成果，相對也希望經驗的分享，因此派遣已有相當基礎的專家至世界各實驗室長期共同參與先進計畫，也是一個促進國內技術發展的良好途徑。

附件一 NREL 各院區及 Golden 院區詳圖



附件二 NREL 各單位組織圖



▭ = Member of the Executive Management Team (EMT)

• = Acting

The Efficiency Evaluation of Promoting Fuel Cell Scooter in Taiwan

Suh-Chyin Chuang^a Shihwei Ni^b Chunto Tso^c Shinchih Chang^d

a. Suh-Chyin Chuang, Bureau of Standards, Metrology and Inspection MOEA/Deputy Director General

b. Shihwei Ni, Bureau of Standards, Metrology and Inspection MOEA/Senior Technical Specialist

c. Chunto Tso, Taiwan Institute of Economic Research/ Director, Research Division I

d. Shinchih Chang, Taiwan Institute of Economic Research/ Associate Research Fellow

abstract

International Energy Agency (IEA) had selected the hydrogen energy to be the main source of energy usage in the next generation. Through reviewing the development of global fuel cell industry and analyzing the framework and scope of Taiwan industry, it could be concluded that compared with other countries' fuel cell products, Taiwan's fuel cell scooter, fuel cell bicycle, fuel cell wheelchair and fuel cell 3C device would possess the competitive advantages.

Automobiles are leading the practice of fuel cell vehicles globally in the present stage; light duty vehicles and scooters are employed merely to test the fuel-cell-vehicle movement in Europe and Japan. Vehicle practices, no matter what kind of vehicle, are presided by local governments and corporate to gain the information of performance and safety standard that will serve as accordance when mapping out the technique standard. The standardized platform for the industry's product development can be, therefore, in place.

With regard to the aspect of fuel cell automobiles, it is agreed that it's challenging for fuel cell automobile to gain the technology breakthrough. Honestly speaking, Taiwan's automobile companies do not have any advantage in this field. It would be better for the domestic fuel cell companies concentrating on the development of the electric bike, electric scooter, and electric wheelchair etc. All of them are Taiwan's inherent niche products. And, if they can combine with fuel cell system and hydrogen storage, then these products could be the next niche products.

The main targets of Taiwan's government's hydrogen energy & fuel cell policy include encouraging the vehicle companies to invest in fuel cell fields and verifying the performance through demonstrations. Furthermore, the government also concerns the issues of reducing costs, the establishments of the standards, and the hydrogen energy surroundings. On the other hand, Taiwan industry has the advantage of mass production on scooter. Hence, it would be our niche market to connect it with the fuel cell and hydrogen technology to create the new niche products. Thus, this research will provide advice on current trend of hydrogen and fuel cell industry and demonstration in order to put the government's policy into effect.

Limited by economic scale, Taiwan has no potential for developing automobiles, but, however, it has sound industrial chain of scooters. Taiwan government is now promoting the demonstration plan of fuel cell scooters and 30 scooters is on the position for demonstration in 2010 to evaluate the possible benefit results,. This program will collect and analyze other countries' existing practice reports for Taiwan's reference.

Meanwhile, Taiwan Institute of Economic Research(TIER)will employ its model that accesses strategies of economic, environment and energy (3E) to analyze the prospective efficacy in Taiwan's real GDP, trade terms, export and import economy, related industries' output, the cut in CO₂ emission, and, last but not least, the overall development of fuel cell scooter industry.