

經濟部暨所屬機關因公出國人員報告書
(出國類別：開會)

德國漢諾威第 14 屆氫能及燃料電池 設備展及討論會

出國人：服務機關：中油公司煉研所
職務：機械工程師
姓名：黃財旺
出國地點：漢諾威(HANNOVER)
出國期間：97年4月22日至4月28日
報告日期：97年7月12日

德國漢諾威第 14 屆氫能及燃料電池設備展及討論會

摘 要

德國漢諾威氫能及燃料電池設備展為歐洲最大之氫能及燃料電池博覽會之一，自 97 年 4 月 21 日(星期一)至 4 月 25 日(星期五)共展出 5 天，舉辦 95 場討論會，共有來自 23 個國家的 156 家廠商參展。本計畫主要參加博覽會舉辦之討論會(Forum Presentation)，聆聽「氫能及燃料電池」業界中之專家發表新技術及設備之開發經驗及過程，以及對未來研究方向之看法；心得：目前氫能主要來自化石燃料，但惟有氫能來自太陽能、地熱、風能等再生能源或來自核能及其廢熱且分散式供應時，才可謂「氫能社會」的時代，因此直接利用太陽能及其他再生能源產製氫氣的技術應是台灣中油公司未來氫能研究之最佳方向。其次於博覽會中參訪參展廠商，配合台灣中油煉製研究所正執行之「小型天然氣重組製氫技術」研究案，蒐集歐盟國家類似之製氫設備廠商及最新製氫設備發展資訊，以期未來建置「小型天然氣重組製氫」設備時有較週詳之考慮，以及對未來規劃供氫環境建構之時機及規模會有較正確之掌握。

德國漢諾威第 14 屆氫能及燃料電池設備展及討論會

目 錄

一、目的.....	2
二、過程簡述.....	2
三、心得.....	5
四、建議.....	19
五、附錄.....	20
(一) 附錄 1 HyGear's Hydrogen Generation System---- HGS-C system.	
(二) 附錄 2 Multifunctional Microstructured Reactors as Fuel Processor Components for Mobile Fuel Cell Systems	

德國漢諾威第 14 屆氫能及燃料電池設備展及討論會

一、目的

國際上正積極研發氫能相關技術，以期降低對化石能源的依賴及減緩地球氣候暖化，台灣中油為國內能源之主要供應者，自應密切注意氫能相關技術之進展，多蒐集製氫最新發展資訊，以尋求最正確之研究方向、最適切投入時機及投入資源。另台灣中油煉製研究所執行「小型天然氣重組製氫技術」研究案，正自美國 Havest 公司引進相關設備及技術，藉本次參加「德國漢諾威第 14 屆氫能及燃料電池設備展及討論會」之機會蒐集歐盟國家類似之製氫設備廠商及最新製氫設備發展資訊，以期未來建置「小型天然氣重組製氫」設備時有較週詳之考慮，以及對未來規劃供氫環境建構之時機及規模會有較正確之掌握。

二、過程簡述

本計畫共 7 天，97 年 4 月 22 日從台灣桃園機場出發，經法蘭克福(FRANKFURT)國際機場轉機，於 4 月 23 日下午 2 時 30 分抵達漢諾威(HANNOVER)國際機場，4 月 24 及 25 日前往 2008 年漢諾威博覽會會場第 13 會館 G 66 展覽區 (HANNOVER MESSE 2008, April 21 - 25, the Group Exhibit Hydrogen + Fuel Cells in Hall 13, G 66)參加氫能及燃料電池廠商及設備展 (Group Exhibit Hydrogen + Fuel Cells) 及討論會 (Forum Program)，漢諾威博覽會會場相當遼闊，平面佈置圖如圖 1，自入口前往博覽會會場第 13 會館需搭乘會場內之交通車。G 66 展覽區的廠商及討論會場平面佈置圖如圖 2。

德國漢諾威第 14 屆氫能及燃料電池設備展及討論會 (the 14th Group Exhibit Hydrogen & Fuel Cells) 自 97 年 4 月 21 日 (星期一) 至 4 月 25 日 (星期五) 共展出 5 天，共有來自 23 個國家的 156 家廠商參展，約三分之一的廠商今年首度參加，其中一半來自國外，台灣有勝光及碳能兩家廠商參加。討論會 (Forum Presentation) 共 95 場：4 月 21 日 20 場、4 月 22 日 21 場、4 月 23 日 17 場、4 月 24 日 21 場、4 月 25 日 16 場；24 及 25 日兩天討論會之議題及議程 (Forum Program) 如表 1。德國漢諾威氫能及燃料電池設備展為歐洲最大之氫能及燃料電池博覽會之一，會中廠商展出之產品都是利用最新最先進之技術所開發者，展出產品相當多元，可說是琳瑯滿目，討論會發表者均是業界中之佼佼者，簡潔扼要的說明新技術及設備之開發經驗及過程。聆聽討論會之簡報及討論，參觀現場展覽攤位，與參展廠商專業人員技術經驗交流及討論，對於各國新技術及經驗之吸收可是最佳機會。

表 1.24 及 25 日兩天討論會議題及議程 (Forum Program)

Thursday, April 24	
10:00 AM	The way to fuel cells' commercialization Steve Shi, Marketing Manager, <i>Shanghai Pearl Hydrogen Power Source Technology Co., Ltd.</i>
10:20 AM	Sustainable hydrogen production and distribution pathways N.N., <i>European Hydrogen Association (EHA)</i>
10:40 AM	"IQute" The next generation of fuel cell testing Roger M. Barleben, Engineer, <i>QuinTech e.K.</i>
11:00 AM	New Zirfon® separator for high efficiency alkaline water electrolysis Wim Doyen and Jo Vanderaa, <i>Vito NV</i>
11:20 AM	Building the H2-infrastructure Jacques Smolenaars, Managing Director Marketing & Sales, <i>HyGear B.V.</i>
11:40 AM	Fuel cell technology in aerospace Hans-Jürgen Heinrich (Airbus), Pierre Varenne (Michelin), Heinrich Klingenberg (hySOLUTIONS), <i>Landesinitiative BZ und H2 Hamburg</i>
12:00 PM	N-GHY technical assistance: The right H2 production system for your application Elodie Herail, Quality, Security & Progress Engineer, <i>N-GHY fuel processors for fuel cells, S.A.</i>
12:20 PM	Services and projects for the H2/FC industry Michel Junker, Manager, <i>ALPHEA HYDROGENE</i>
12:40 PM	Reformer fuel cell systems Dr. Ing. Stephan Köhne, Managing Director, <i>EVT Gesellschaft für Energieverfahrenstechnik mbH</i>
1:00 PM	Pressure reducing units with high pressure storage tanks for 700 bar Jan Andreas, Product Manager Votec, <i>GHR Hochdruck-Reduziertechnik GmbH</i>
1:20 PM	Bio-methanol, regained interest? Business opportunities for fuel cells Dr. ir. Robert van den Hoed, Senior Consultant, <i>Ecofys International B.V.</i>
1:40 PM	Status and development in Germany Dr. Ulrich Schmidchen, <i>German Hydrogen and Fuel Cell Association e.V. (DWW)</i>
2:00 PM	Evaluator test rigs as a basis for current and future diagnostic systems Mathias Bode, Managing Board, <i>FuelCon AG</i>
2:20 PM	Tropical's 1kW & 5kW FC Systems in cooperation with Ballard Power Systems George Kaplanis, H2 Dept. Manager, <i>TROPICAL S.A.</i>
2:40 PM	Custom-made (OEM) pumps in fuel cell application Ralf Lengen, OEM Sales Germany, <i>INAXI Europe GmbH</i>
3:00 PM	New company assets Andrea Fassina, COO, <i>Exergy Fuel Cells srl, Marphic Group</i>
3:20 PM	Hydrogen safety research Dr. Thomas Jordan, Project Manager, <i>Karlsruhe Institute of Technology, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH</i>
3:40 PM	Advent's high temperature PEMFC products Dr. Vesilis Greaorciu, CEO, <i>Advent Technologies S.A.</i>
4:00 PM	Moselle, a network of excellence N.N., <i>Moselle Développement</i>
4:20 PM	Seal's latest fuel cell components N.N., <i>SEAL S.p.A.</i>
4:40 PM	Can hydrogen and fuel cells prevent global warming? Arno A. Evers, Founder of the Group Exhibit H2/FC, <i>Arno A. Evers FAIR-PR</i>
Friday, April 25	
10:00 AM	Industry proven method for the precise, thin film application of catalyst inks and other materials Stuart Erickson, President, <i>Ultrasonic Systems, Inc.</i>
10:20 AM	Fuel cell manufacturing cost trends: Balance of plant Ski Milburn, President & CEO, <i>VAIREX Corporation</i>
10:40 AM	Fuel cell simulations: Innovative insight at reduced cost Dr. Mustafa Megahed, CFD Business Development Manager <i>EMEA, ESI Group</i>
11:00 AM	Automated coating and jetting systems Jim Klocke, Sr. Business Development Manager, <i>Asymtek, A Nordson Company</i>
11:20 AM	Leading the commercialization of fuel cells Taras Wankewycz, Co-founder & VP, <i>Horizon Fuel Cell Technologies Pte. Ltd.</i>
11:40 AM	Scalability of Perma Pure humidifiers to meet various form factors Matthew Powers, Humidifier Product Manager, <i>Perma Pure LLC</i>
12:00 PM	CHP from bio and conventional fuels, development and demonstrations Dr. Thomas Chalkidis, Chief Engineer, <i>HELBIQ S.A.</i>
12:20 PM	Eos liquid-air fuel cell technology Don Montgomery, President & CEO, <i>Nanomaterials Discovery Corporation</i>
12:40 PM	Dosing pumps, special pumps for CH4 and H2 Manfred Gut, Product Manager, <i>KNF Neuberger GmbH</i>
1:00 PM	The Formula Zero Championship 2008-2009 Kim Taylor, Public Relations, <i>Formula Zero B.V.</i>
1:20 PM	Waste to Hydrogen Armin Kempf, Project Manager, <i>Euro-Innovation S.A.</i>
1:40 PM	New generation of vehicle energie system, high dynamic DC POWER supply Dipl.-Ing. Juergen Katzenmayer, Key Account Manager, <i>Kratzer Automation AG</i>
2:00 PM	Power in power electronics Michael Brakelmann, Sales Manager North Germany, <i>Zentro-Elektrik GmbH KG</i>
2:20 PM	Development of a 15W rugged man portable fuel cell Bill Macklin, Technical Director, <i>ABSL Power Solutions Ltd.</i>
2:40 PM	tha N.N., <i>H₂ECONomy, CJSC</i>
3:00 PM	Impressions of Hannover Group Exhibit H2/FC 2008 Dr. Jonathan Butler, Market Analyst, Europe, <i>Fuel Cell Today Ltd.</i>
3:20 PM	Rückblick – Group Exhibit H2/FC, Hannover Messe 2008 Werner Stützel, Journalist, <i>WFEW Energieverlag GmbH</i>

三、心得

德國漢諾威第 14 屆氫能及燃料電池設備展及討論會 (the 14th Group Exhibit Hydrogen & Fuel Cells) 展覽場地面積為 4,000m², 有 156 家廠商參展, 舉辦 95 場討論會 (Forum Presentation), 展出 5 天中參觀人數超過 200,000 人; 氫能與燃料電池的製造技術進步進年來相當快速, 在本次展覽會中可以看到許多廠商生產氫能與燃料電池設備所需之相關元件, 在一些特殊領域已有商品化產品, 氫能社會的時代漸漸成形。依據此次參展廠商之產品或提供之技術服務主辦單位將它歸成 7 類: Stationary、Transportation、Portable/Micro、Components、Hydrogen/Fueling、Testing、Services, 每一類廠商家數統計分析如下:

Stationary	Transportation	Portable/ Micro	Components	Hydrogen/ Fueling	Testing	Services
41	22	19	54	25	16	52

(一) 博覽會論壇主題摘要

論壇主題: 氫和燃料電池能防止全球暖化嗎? (Can hydrogen and fuel cells prevent global warming?)

時間: 4月24日, 下午4:40, 星期四

論壇主講者: Arno A. Evers, Founder of the Group Exhibit Hydrogen + Fuel Cells at the annual Hannover Fair since 1995, 如圖3。

內容摘要:

氫和燃料電池能防止全球暖化嗎?

氫和燃料電池是兩回事, 氫的來源又是另一回事, 目前, 幾乎大部分的氫氣都來自化石燃料, 一旦化石燃料用盡, 燃料電池尚未商業化和批量生產, 我們的世界將會發生什麼? 我們有風能和太陽能, 但是兩個都是波動性, 波動性能源並不太適用於電解產氫的設備。

那麼解決辦法可能是什麼? 直接利用太陽能產氫! 例如在西班牙已經有太陽能熱動力廠, 在溫度800 到1,200 間直接生產氫氣, 參考圖4。在不久的未來, 利用奈米科技 (Nanotechnologies) 這類動力廠必定會小型化, 因此每個人能用他自己的裝置生產他自己需要的氫氣, 如圖5。我們必須捨棄中央化的氫能生產方式, 而走向個人化的氫能生產方式 (分散式)。利用奈米科技, 我們也可使用其他再生能源: 生質能、水力、地熱等; 重點是: 不要走-發電再電解產生氫氣-的迂迴路線; 直接由太陽能或其他再生能源產氫, 以氫能的型態提供生活必需之能源, 如燃料及電力 (由氫能經由燃料電池產生電力), 參考圖6。

我們應該發展氫能社會, 而不是建構氫能經濟, 這是一個值得努力的目標。我們需要的是直接利用太陽能生產氫氣, 並且就在它生產的地方使用它, 避免任

何能源轉換和輸送的損失。我們大家共同努力讓這個願景在幾年內實現，那麼，「事實上氫和燃料電池真能防止全球暖化」。

圖3. 論壇主講者：Arno A. Evers



圖4. 在西班牙之直接生產氫氣太陽能熱動力廠

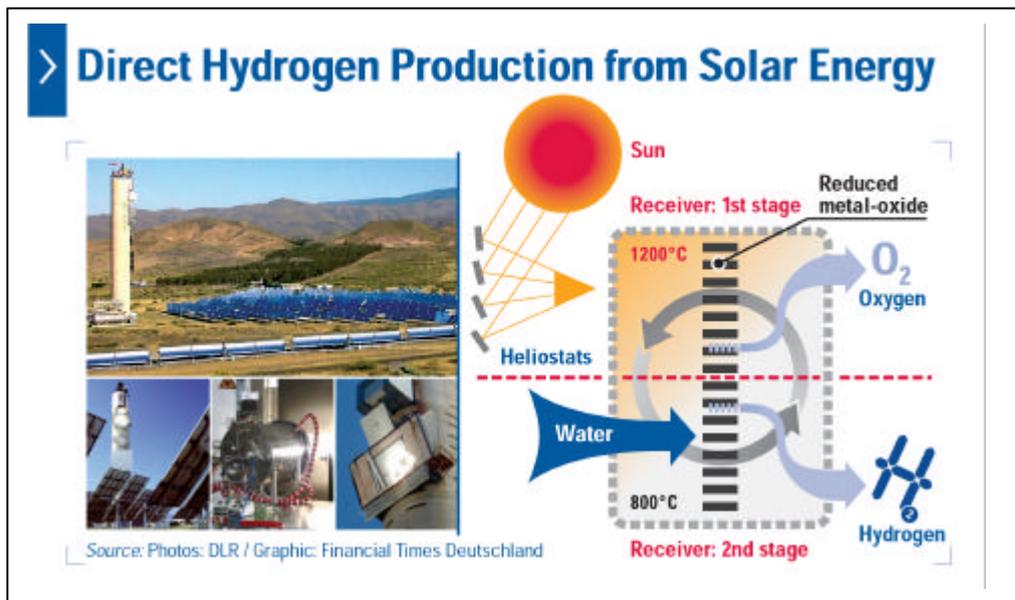


圖5. 利用再生能源及奈米科技直接生產氫氣示意圖

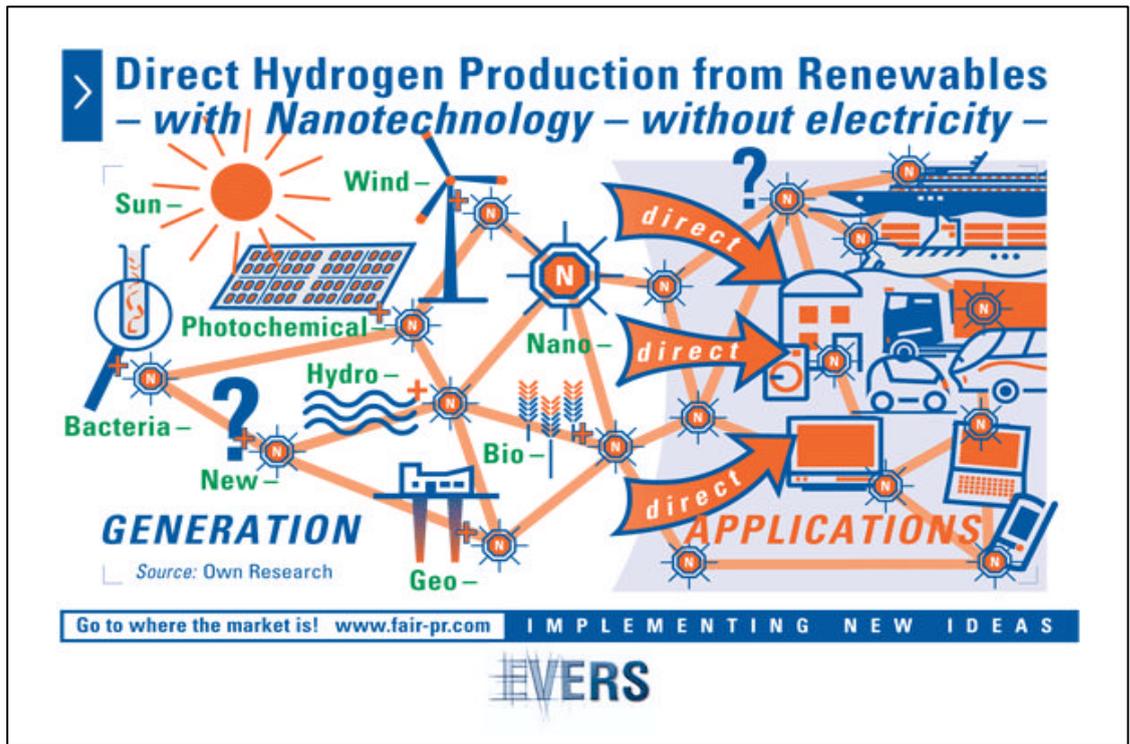
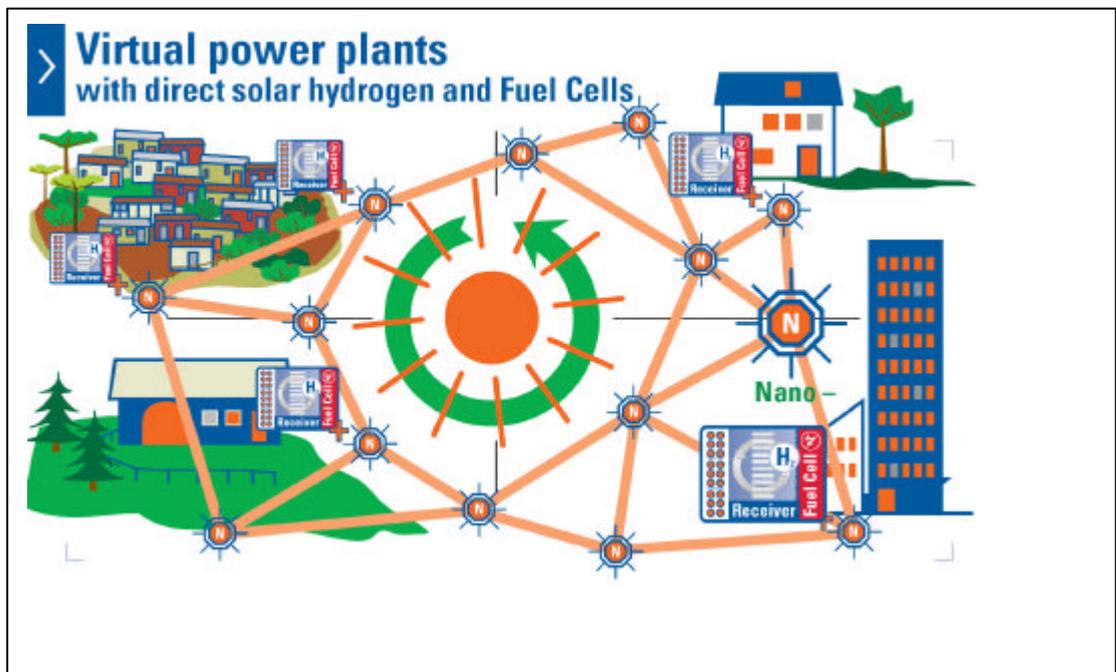


圖5. 利用太陽能及奈米科技直接生產氫氣及燃料電池發電之虛擬小型動力廠



(二) 參展廠商產品及技術摘要

此次所有參展廠商產品、技術資訊及博覽中之活動資訊可參考博覽會網頁 (<http://www.fair-pr.com/hm08/forum/program.html>), 主辦單位已將參展廠商相關資訊有系統地摘要整理鋪陳在網頁上, 可藉由網頁上資料概括了解參展廠商, 更可透過網頁上該廠商之網址直接進入其網頁做更深入研究; 本報告僅就下列 5 家參展廠商產品及技術作摘要整理。

1. HyGear B.V.
2. IMM - Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH
3. IdaTech
4. Infraser v GmbH & Co. Höchst KG
5. Airbus Deutschland GmbH

1. HyGear B.V.

來自荷蘭的HyGear B.V. 屬Hydrogen/Fueling及Services兩類之廠商, 主要產品為氫氣製造系統 (Hydrogen generation systems), 該公司在會場展出所開發的 5 個產氫的蒸氣重組器 (Steam Reformers), 圖7 為該公司展覽會場情形, 該公司員工32人, 是世界上 5 Nm³ / h 到 250 Nm³ / h 蒸氣重組產氫設備的主要供應商, 另外該公司常以與OEMs簽訂共同發展契約的形式, 一起開發特殊進料的產氫的蒸氣重組設備以及相關的蒸氣重組技術, 例如柴油、煤油、biogas、酒精等蒸氣重組設備及技術, 提供輔助電力系統 (APU) 所需之氫氣。另, 圖8為該公司商業發展副總裁Jacques Smolenaars 在4月24日, 上午11:20, 星期四在討論會上發表「Building the hydrogen infrastructure」之活動現況。該公司 Ing. G. van de Sande, Director of Sales, Hydrogen Systems於會後以電子郵件寄送一份「The HGS-C system」產品規範書給本人, 該產品氫氣產量100 Nm³/hr 純度99.999%, 參考附錄1。

圖7. HyGear B.V. 在會場展出的產氫蒸氣重組器及展覽會場訪客



圖8.商業發展副總裁Jacques Smolenaars在討論會上發表
「Building the hydrogen infrastructure」之活動現況

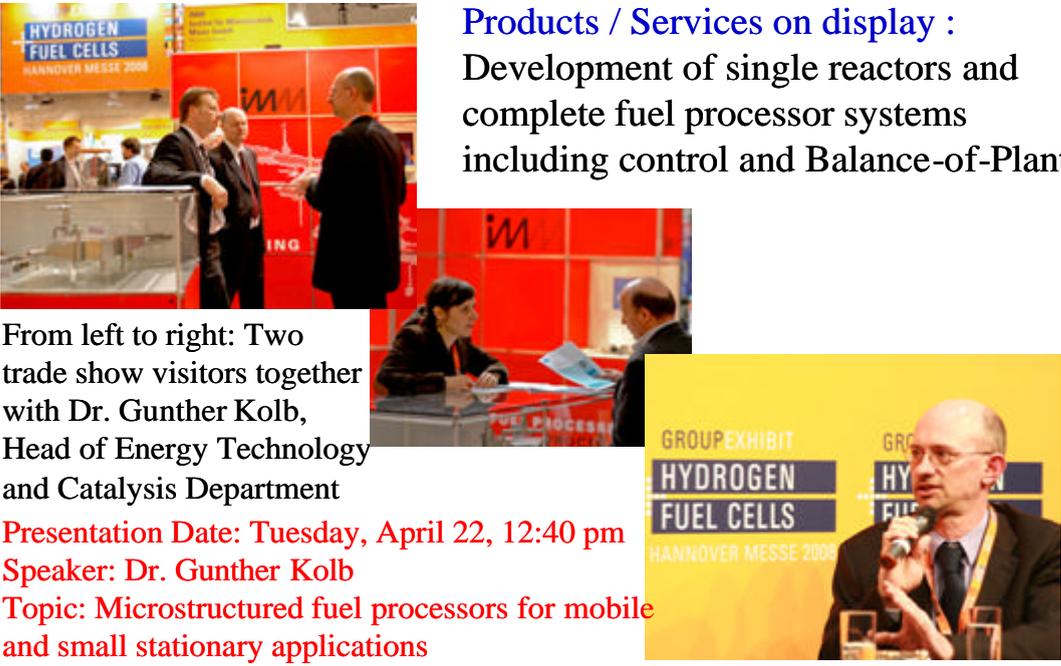


2. IMM - Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH

IMM - Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH 為德國the federal state of Rheinland-Pfalz 的非營利公司，員工約150人，主要從事 Chemical Process Technology and Microfluidics, Micro Precision Engineering, Thin Film Technology等方面之研發工作，在Energy Technology and Catalysis Department 部門，員工約15人，專注於 Development of Complete Micro-structured Fuel Processors (Reactor Design & Construction, Development of Catalyst Coatings, Catalyst / Reactor / System Testing), Liquid hydrogen technology等方面之研發工作，IMM 公司被歸類為 Components製造廠商，開發氫氣製造之觸媒技術及元件製造技術，主要產品為：氫氣製造重組設備之反應器 (reactor) 熱交換器 (heat exchangers) 蒸發器 (evaporators) 冷凝器 (condensers) 等，在會場展出該公司開發的氫氣製造重組設備之反應器，圖9為該公司展覽會場情形以及該公司 Dr. Gunther Kolb在討論會上發表

「Microstructured fuel processors for mobile and small stationary applications」，相關資料如附錄2。

圖9 IMM公司展覽會場以及Dr. Gunther Kolb在討論會上發表情形



Products / Services on display :
Development of single reactors and complete fuel processor systems including control and Balance-of-Plant.

From left to right: Two trade show visitors together with Dr. Gunther Kolb, Head of Energy Technology and Catalysis Department

Presentation Date: Tuesday, April 22, 12:40 pm
Speaker: Dr. Gunther Kolb
Topic: Microstructured fuel processors for mobile and small stationary applications

3.IdaTech 公司

來自美國的IdaTech 公司是一家全球在 1千瓦到15千瓦的PEM燃料電池備用電力系統方面的領先者,產品應用於電信 商業及工業上之備用電力,IdaTech在燃料處理 (Fuel processor) 氫氣純化及PEM燃料電池方面的獨特技術提供可攜式電力,解決電力網不能及的偏遠地區的電力問題,以及延長持續能源的時間。由於策略性合作伙伴和用戶的支持,IdaTech公司的產品已被廣泛使用於定置型電力供應系統、可攜式電力以及一些高科技的應用。在會場該公司展出所開發的備用電力燃料電池系統 (Backup power fuel cell systems) 之產品: ElectraGen Fuel Cell System, ElectraGen XTi integrated fuel cell system, iGen battery charger等,圖10為該公司展覽會場情形,圖11及12分別為該公司專利技術及相關產品

圖10. IdaTech公司展覽會場情形



圖11. IdaTech公司專利技術及相關產品

Fuel reforming	HyPurium™ membrane module	FC stack / power module
		
<ul style="list-style-type: none"> • High efficiency • Compact • Load following • Approaching 210,000 hours combined experience 	<ul style="list-style-type: none"> • Up to 50% reduction in size & complexity • “Universal” fuel purification • >85,000 hours of testing / operation • Sulfur tolerant 	<ul style="list-style-type: none"> • Efficient • >8000 hours life • Modular technology

圖12. IdaTech公司相關產品

		
ElectraGen™	ElectraGen™ XTi	ElectraGen™ XTR
<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; display: inline-block;">Fully integrated IdaTech fuel processor</div>		
		
Fully integrated IdaTech fuel processor	iGen™ System	Liquid Fuel APU

4. Infraserb Höchst 公司

Infraserb Höchst是一家德國化學製品和醫藥有關的工業園區管理公司，目前負責管理的The Frankfurt-Höchst Industrial Park是歐洲具有最大產值和研究的工業園區，Infraserb Höchst被歸類為Transportation及Hydrogen/Fueling之廠商，圖13為該公司展覽會場情形，攤位上張貼的壁報即是The Frankfurt-Höchst Industrial Park。

Infraserb Höchst公司主導歐盟的「ZERO REGIO」計畫，該計畫的目的為：

- 1.使用氫作為車輛的代用燃料，氫氣燃料來自化工廠內的副產品或者來自小型“on-site”的產氫設備（即分散式供氫系統）。
- 2.發展包括氫氣生產、壓縮、貯存和充氫設備的基礎設施（infrastructure systems），並將該基礎設施整合於傳統的加油站中。
- 3.示範700 bar高壓充氫技術。
- 4.在歐盟的德國 Rhein 及義大利 Lombardia 兩個不同都會區進行以氫作為車輛代用燃料的車隊示範運行。
- 5.顯示「以氫作為車輛代用燃料」使運輸市場在短和中期內快速達到零污染的目標的方法和前景。

「ZERO REGIO」計畫自2004年11月15日開始執行，共60個月，計畫分兩階段，第一階段自2005年至2006年，主要工作為建造硬體設備，第二階段自2007年至2009年，主要工作為示範運行，細部工作項目如表2，各公司之分工項目如表3。

在德國法蘭克福（Frankfurt）：2006年11月17日Infraserb 和Agip公司共同正式舉辦在Höchst industry park 的 Agip 加氫站的開幕式，如圖14，它的氫氣來自工業區化學工廠的副產品，以一條1.7公里的高壓氫氣管線輸送至加氫站，站內有：加壓設備，350 bar及700 bar 之加氣設備，以及液態氫之儲存設備及加氫設備，目前5輛Daimler Chrysler F-Cell燃料電池小汽車，其中4輛使用350 bar高壓氫氣，1輛使用700 bar 高壓氫氣做為燃料，燃料電池小汽車用於搭載乘客往返Höchst industry park及法蘭克福（Frankfurt）機場，加氫站並與傳統的加油站結合為多種車用燃料之綜合加油氣站，本加氫站之容量足夠供應幾百輛燃料電池小汽車，也可供應使用液態氫的車輛。

在義大利 Mantova：Eni 加氫站位於 Valdaro, Mantova，如圖15，站內有：On-site hydrogen production facility，加壓設備，350 bar 之加氣設備，目前3輛Fiat Panda 燃料電池小汽車，使用350 bar 高壓氫氣，加氫站並與傳統的加油站結合為多種車用燃料之綜合加油氣站。

圖13. Infracore Höchst公司展覽會場情形



表2. 「ZERO REGIO」計畫第一階段及第二階段之主要工作項目

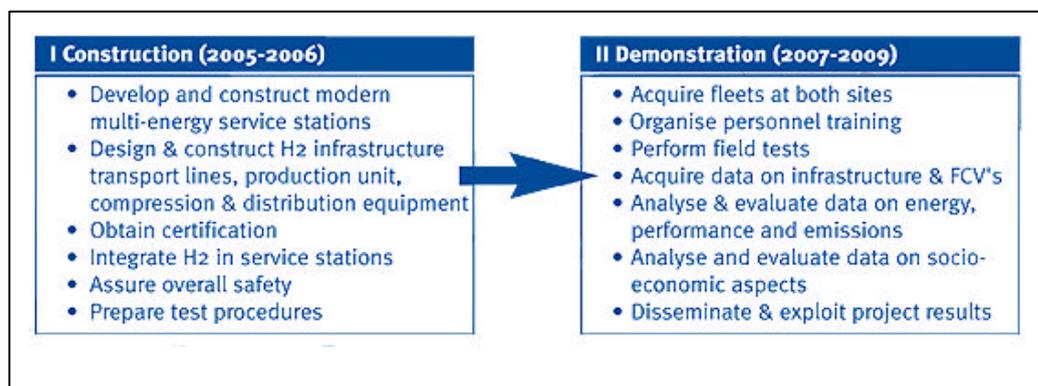


表3. 「ZERO REGIO」計畫各公司之分工項目

No.	WP Title	Subject Matter/ Objective	WP
WP1	H2 Transport Infrastructure	Design, construct & operate transport system for hydrogen, source to station,	Infraserv
WP2	Conv. Service station	Build and operate multi-energy public service station in Höchst-Frankfurt	AgipD
WP3	H2-Prod, conv. Service station	On-site production, Conv. Service station in Mantova, build and operate	Eni
WP4	H2 refuelling units (LH2 and CGH2)	Build and operate refuelling stations integrated in above public service	Sapio
WP5	Fleet	FCV demonstration in Frankfurt &	DC / CRF
WP6	Data evaluation	Process & evaluate demonstration data	JRC Ispra
WP7	Socio-economic evaluations	Study socio-economic issues based on demonstration data	ULund/Saviko
WP8	Safety aspects	Advise and monitor all safety issues	TÜVHes
WP9	Dissemination	Promote and exploit the project results	Infraserv
WP10	Coordination	Coordinate and manage the project	Infraserv

圖14.在德國法蘭克福Höchst industry park 的 Agip 加氫站



圖15.在義大利Valdaro, Mantova 的Eni 加氫站



5. Airbus Deutschland GmbH公司

德國Airbus Deutschland GmbH公司被歸類為 Transportation廠商，Airbus公司的 Hans-Jürgen Heinrich先生、 Michelin 公司的Pierre Varenne 先生、以及 hySOLUTIONS公司的 Heinrich Klingenberg 先生共同在4月 24日, 11:40 am 的討論會 (Forum) 上發表「Fuel cell technology in aerospace」，圖16為該公司展覽會場情形以及發表會現況，德國Airbus公司和德國航空航天中心在一架空客A320試驗飛機的貨艙內裝備了由法國米其林 (Michelin) 公司生產的輕型環保燃料電池系統，如圖17，該系統提供飛機的機載設備及液壓系統之電力，但該系統目前只是作為飛機的緊急備用電源。雖然燃料電池並不能替代飛機傳統的動力裝置，但燃料電池今後將成為飛機上的輔助動力裝置，能減少飛機二氧化碳排放和噪音。

圖16. Airbus Deutschland GmbH公司展覽會場情形以及發表會現況



圖17.德國Airbus公司空客A320試驗飛機及飛機貨艙內安裝之法國Michelin公司生產的輕型環保燃料電池系統輔助動力裝置



(三) 參加討論會及參訪展出廠商心得摘要

1. 目前氫能主要來自化石燃料，但惟有氫能來自太陽能、地熱、風能等再生能源或來自核能及其廢熱且分散式供應時，才可謂「氫能社會」的時代；歐盟已在西班牙建造太陽能熱動力廠，進行直接利用太陽能產氫的實驗，參考圖4。美國Nanoptek 公司已經利用奈米技術(Nanotechnologies)，發展出低成本的含鈦光電極(titania photoelectrode)，可以很有效率的利用陽光分解水產生氫氣，如圖18 ；由上述兩個實例可預期，在不久的未來，由太陽能或其他再生能源直接生產氫氣的夢想將會成真。因此直接利用太陽能及其他再生能源產製氫氣的技術應是本公司未來氫能研究之最佳方向。
2. 燃料電池的製造技術進步相當快速，在一些特殊領域已有商品化產品，相關的零件供應商逐漸增加，燃料電池的製造商踴躍參加商展，積極尋找市場，氫能社會的時代漸漸成形。
3. 本公司即將引進之「小型天然氣重組製氫設備」與HyGear 公司生產的HGS-C system 屬同類型之產品，整套設備封在貨櫃內，自外界吸入新鮮空氣以冷卻貨櫃內部重組器(reformer)等高溫的元件，同時也可稀釋意外洩漏的可燃氣，這種設備在一般環境雖然很安全，但不適宜放置於易燃氣可能洩漏的地區。
4. 交通工具所需的氫氣來源有兩個主要的研究方向，即on-site與 on-board，前者採建立分散式「小型製氫設備」的方式，於加氣站製氫供應消費者，目前此種方式已進入示範運行的階段；後者在交通工具上建置「微型製氫設備」，將

一般液態燃料轉化成氫氣使用，此種方式目前只供交通工具上之輔助動力設備（APU）使用。

5. IMM在「微型製氫設備」方面之技術相當成熟，國內想投入此領域者可以考慮自該單位引進相關技術。
6. 歐洲、美國及日本都有「氫能與燃料電池」的示範計畫，已累積相當多寶貴經驗，國內進行「氫能與燃料電池」的示範計畫前，若能引進相關技術及經驗應可事半功倍。

圖18. 美國Nanoptek 公司利用陽光分解水產生氫氣之設備



四、建議

1. 煉製研究所晉用3人以上具有材料、觸媒或奈米技術背景之博士，組成研究團隊，進行直接利用太陽能及其他再生能源產製氫氣技術的研究。
2. 對從事基礎研究之團隊績效考核辦法宜以專利、論文及技術開發或引進為主要項目，可於煉製研究所各項績效總額下由所內自行調配。
3. 增加研究人員出國參加研討會、科技博覽會及研習之名額，讓研究人員切身感受新技術，有助於啟發創意及新技術引進。

五、附錄

(一) 附錄 1 HyGear's Hydrogen Generation System---- HGS-C system.

(二) 附錄 2 Multifunctional Microstructured Reactors as Fuel Processor
Components for Mobile Fuel Cell Systems