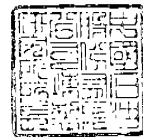


行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：訪問考察)

“台灣燃料電池部長級代表團”赴美、加地區
訪查燃料電池發展之現況與應用

服務機關：中國石油股份有限公司
出國人職稱：董事
姓名：陳兆勳
職稱：煉製研究所所長
姓名：林正雄
出國地區：美國、加拿大
出國期間：90.01.07~90.01.13
報告日期：90.03



IO/c09000610

摘 要

台灣經濟研究院與美國 *Breakthrough Research Institute* 與 *Asia-Environmental Partnership (US-AEP)* 接受 *W. Alton Jones Foundation* 委託，邀請台灣政府及民間代表赴美、加考察燃料電池產業之最新發展，職等代表中油公司參加。由於燃料電池是二十一世紀最重要之環保能源科技，運用範圍包括運輸工具、發電廠及可攜式電子產品等，對產業發展影響重大，值得特別予以重視。經參訪所得之心得及建議如下：

- 1.國內的燃料電池技術及產業幾乎為零，本公司要進行為時未晚，且未來研發空間甚大，經費爭取之優先度也較高，但有興趣者眾，是不可避免的。
- 2.燃料電池普及化，須考慮的問題有：降低成本、燃料供應體系之建立、相關配套法令之齊備、民眾接受度（宣導教育）。
- 3.燃料電池目前之市場，均以政策性開拓者為主，真正的市場導向產品尚未問市，那類 *FC* 電池較為有利，仍須進一步評估。
- 4.*FC* 之組件系統均不複雜，我國有能力及財力發展此產品，*FC* 之關鍵技術在於材料及製程之突破。
- 5.本公司可在氫氣之純化、供應系統之建立及 *Refinery Gas (H₂S NH₃)* 等之應用進行規劃研究。

目 錄

| | |
|--|---|
| 一、緣起 | 3 |
| 二、訪問團各單位 | 3 |
| 三、考察行程 | 4 |
| 四、參訪點暨重要觀察 | 4 |
| 五、加州燃料電池夥伴聯盟簡介 | 6 |
| 六、心得 | 8 |
| 七、附件 | |
| (一) 燃料電池簡介 | |
| (二) 燃料電池之燃料製程簡介 | |
| (三) The Fuel Cell Engine Company 簡介：(XCELLSiS) | |

一、緣起：台灣經濟研究院與美國 Breakthrough Research Institute 與 Asia-Environmental Partnership (US-AEP) 接受 W. Alton Jones Foundation 委託，邀請台灣政府及民間代表赴美、加考察燃料電池產業之最新發展。由於燃料電池是二十一世紀最重要之環保能源科技，運用範圍包括運輸工具、發電廠及可攜式電子產品等，對產業發展影響重大，值得特別予以重視。

二、訪問團各單位：

林俊義 先生（團長）：行政院環保署署長

吳榮成 先生：台灣經濟研究院院長

蔡振水 先生：中研院院士；中研院應用科學及工程研究所籌備處主任

陳雄立 先生：環保署空保處處長

吳秀光 先生：台北市研考會主任委員

邱遠揚 先生：台電公司電力綜合研究所所長

陳非明 先生：中油公司董事

林正雄 先生：中油公司煉製研究所所長

詹世宏 先生：元智大學校長

方良吉 先生：工研院能資所副所長

林立夫 先生：核能研究所副所長

金重勳 先生：清華大學材料所教授

左峻德 先生：台灣經濟研究院研究所所長

Dr. Barbara A. Finamore：Natural Resources Defense Council，Director of China Project.

Dr. Laura Shea（謝天行 女士）：美國在台協會環保聯盟主任

邱永城 先生：南亞塑膠高級專員

鍾秋飛 先生：光陽機車協理

蔡介榮 先生：三浦化工協理

顏平相 先生：經濟部工業局三組組長

黃競賢 先生：益通動力科技公司董事長特別助理

陳明俊 先生：資源國際公司董事長

黃林輝 先生：台北市燃料電池基金會產業推廣召集人

三、考察行程：

| 日 期 | 地 點 及 內 容 |
|----------|--|
| 90.01.07 | 啓程前往溫哥華 |
| 90.01.08 | 訪問 Ballard 燃料電池公司 |
| 90.01.09 | 1.參觀 Anaheim Fuel Cell 2.拜會參議員 Berman 3.參觀 Asia Pacific Fuel Cell Technologies |
| 90.01.10 | 訪問 Sunline 公司 |
| 90.01.11 | 訪問 Fuel Cell Partnership Facility Headquarters |
| 90.01.12 | 訪問 CARB |

四、參訪點暨重要觀察：

1. Ballard (700名員工)：

- (1) PEMFC 應用於交通工具及固定式發電廠，世界第一。
- (2) 由福特及戴姆勒-克萊斯勒投資。(投資比例：Daimler Chrysler: 20%，Ford: 15%，公司發行 65%)。
- (3) 年營業額 3,300 萬，新增投資 8 億，市值 80 餘億加幣，創投公司近二年來投資電力產業大幅增加。

- (4)已發展到第五代，致力於減輕重量，降低成本，其功率已達 1.4kw/L，導流板為石墨及高分子合成物質，氣體擴散層與導流板之氣密層為金屬薄膜。
- (5)市場需求主要是來自各國政府推動的各國政府推動的 FC 交通工具示範計劃。

2. Irvine Hyatt Hotel PAFC System :

- (1)250kw 系統，供應電及熱水。
- (2)電池出力隨電池組件老化而逐漸降低，參訪時為 125kw。
- (3)電池壽命與燃料種類關係密切。
- (4)尚未符合經濟效益。

3. Sun line LEV :

- (1)FC Bus，NG Bus，Golf car。
- (2)加氫站，氫氣來源有 Reformer 及電解水。
- (3)太陽電池發電 15kw。
- (4)FC Bus 目前約 1,700 萬台幣，2007 年降為 900 萬台幣。
- (5)該單位主要功能以實車展示及社會教育為主。

4. Sacramento FC Partnership :

- (1)小汽車 FC 聯盟，燃料廠家有 BP、Shell、Exxon；汽車廠家美、日、韓、德；燃料電池 Ballard。
- (2)加州原預計 2003 年時有 2%之車子使用電瓶及之車子使用電瓶及 FC 汽車，目前已考慮將其減半，主要問題還是太貴。

5.拜會 Dan Berman 參議員 :

- (1)冷戰後，加州國防工業解聘大批高級研發人員。
- (2)加州大城市空氣品質差。
- (3)尋找同時兼顧電力供應及保護環境之方案—FC。
- (4)立法推動抑制交通工具之排放並要求汽車廠承諾推出 2% ZEV 之時

程（2003年）。

6. 亞太燃料電池公司：

(1) 與光陽合作已完成第二代試驗車。

(2) 依據 EPRI 預測 2000-2015 年，PEMFC 提供 4kw 之電力約需 20,000 至 30,000 美元，而亞太認為可大幅降低，政府補助 1,000 美元之範圍即已可行。

(3) 亞太提供之資料：

- 導流板每片 100 美元，量產後可降 2 個數級。
- Nafion film 每平方米 700 美元，大量採購可降一個數級，須找更便宜之替代品。
- PEM+電極之三明治，每 150cm² 100 美金。
- 輸出 4kw 電力需 1 平方米之電極。

五、加州燃料電池夥伴聯盟簡介：

由於汽車工業對於燃料電池汽車之研發不遺餘力，使得石油公司也開始投入燃料電池所需燃料（氫氣）供應之研究。加州空氣資源署（California Air Resources Board）成立了一個包括汽車公司、石油公司、燃料電池公司、氣體公司、交通公司和政府相關單位組成的「加州燃料電池夥伴聯盟」（California Fuel Cell Partnership），共同為加州燃料電池汽車商業化而努力。（註一）

^(註一)：參加 California Fuel Cell Partnership 之公司及組織包括 Ballard Power System, International Fuel Cells, Daimler Chrysler, Ford, Honda, Toyota, General Motors, Hyundai, Nissan, Volkswagen, BP, Hydrogen, Texco, U.S. DOE, U.S. DOT, Air Products and Chemicals, Methanex, Praxair, AC Transit Agency 及 Sunline Transit Agency。

加州燃料電池夥伴聯盟有四項主要目標：第一：在加州道路上示範燃料電池技術運用在車輛上。第二：示範各種燃料之基礎設施技術。第三：推動燃料電池汽車商業化。第四：增加社會大眾對燃料電池科技之認識與了解。該聯盟目前有二十四個會員，其中包括八家汽車公司、三家石油公司、五個政府部門。聯盟之組織架構包括營運小組、工作小組、對外溝通小組及環境小組，另外在工作小組下設立五個工作分組，分別是公共汽車組、燃料分組、Light duty Team, Roadmap Team 及 Stakeholder Outreach。

加州燃料電池夥伴聯盟之經費來源分別是從政府單位及企業會員，加州空氣資源署每年提供 57 萬 6 仟美元做為該聯盟之公共事務用途，各會員每年除提供 3 萬美元之外，還各自提供展示車輛及相關設備。從 2000 年開始，執行的第一期兩年計劃，該聯盟準備推出 20 輛示範用之轎車及公共汽車，並研擬燃料電池及燃料之標準規格及相關制度。第二期兩年計劃（2002-2003）則展示 60 部轎車及 20 部公共汽車，而燃料使用可能採取甲醇、汽油及其他可重組成氫氣之燃料。

目前世界上對於管制車輛排放污染物之法令中，有兩項規定影響最為深遠，第一項即是加州規定之 2003 年開始所有在加州銷售汽車之廠商，必須銷售佔每年銷售量 10% 之零污染汽車（4% 為零污染，6% 為趨近於零污染）。第二項即是台灣 2000 年開始執行的每年機車廠必須銷售佔銷售額 2% 之零污染電動機車。這兩項規定的確是對空氣污染防治提供非常有效率之控制，實應繼續推動。因此，加州環保廳即與台灣環保署在維護空氣品質法案及推動零污染車輛排放之政策措施方面，相互提供協助及合作，並於 2001 年 1 月 12 日簽署『清潔車輛政策及科技合作協定』。

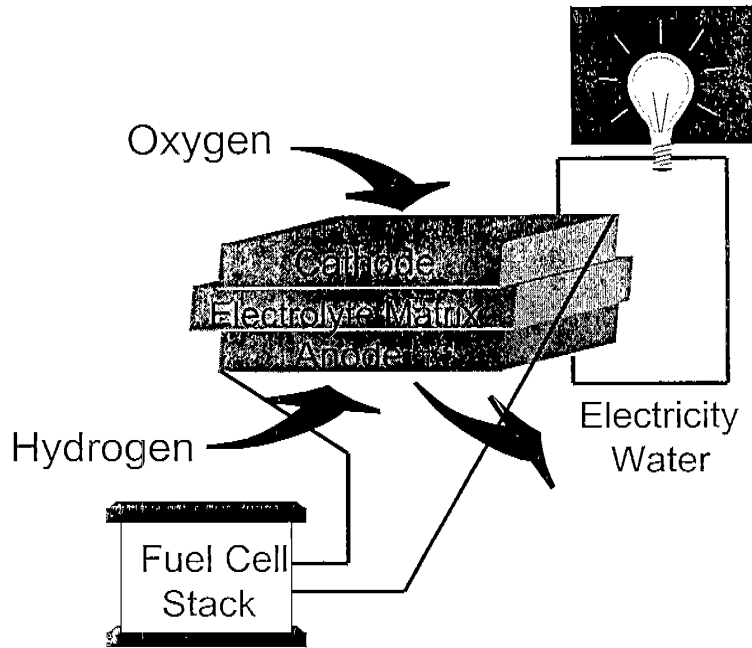
六、心得：

- 1.國內的燃料電池技術及產業幾乎為零，本公司要進行為時未晚，且未來研發空間甚大，但有興趣者眾，是不可避免的。
- 2.燃料電池普及化，須考慮的問題有：降低成本、燃料供應體系之建立、相關配套法令之齊備、民眾接受度（宣導教育）
- 3.燃料電池目前之市場，均以政策性開拓者為主，真正的市場導向產品尚未問市，那類 FC 電池較為有利，仍須進一步評估。
- 4.FC 之組件系統均不複雜，我國有能力及財力發展此產品，FC 之關鍵技術在於材料及製程之突破。
- 5.本公司可在氫氣之純化、供應系統之建立及 Refinery Gas (H_2S NH_3) 等之應用進行規劃研究。

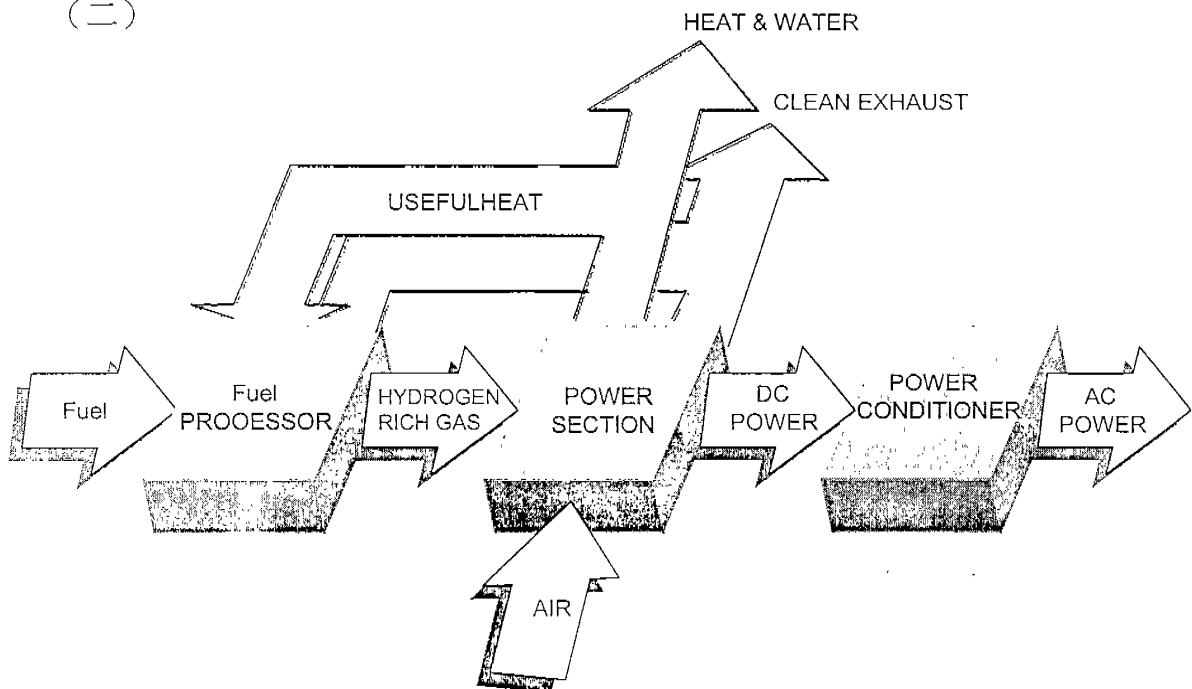
附件

一、燃料電池簡介

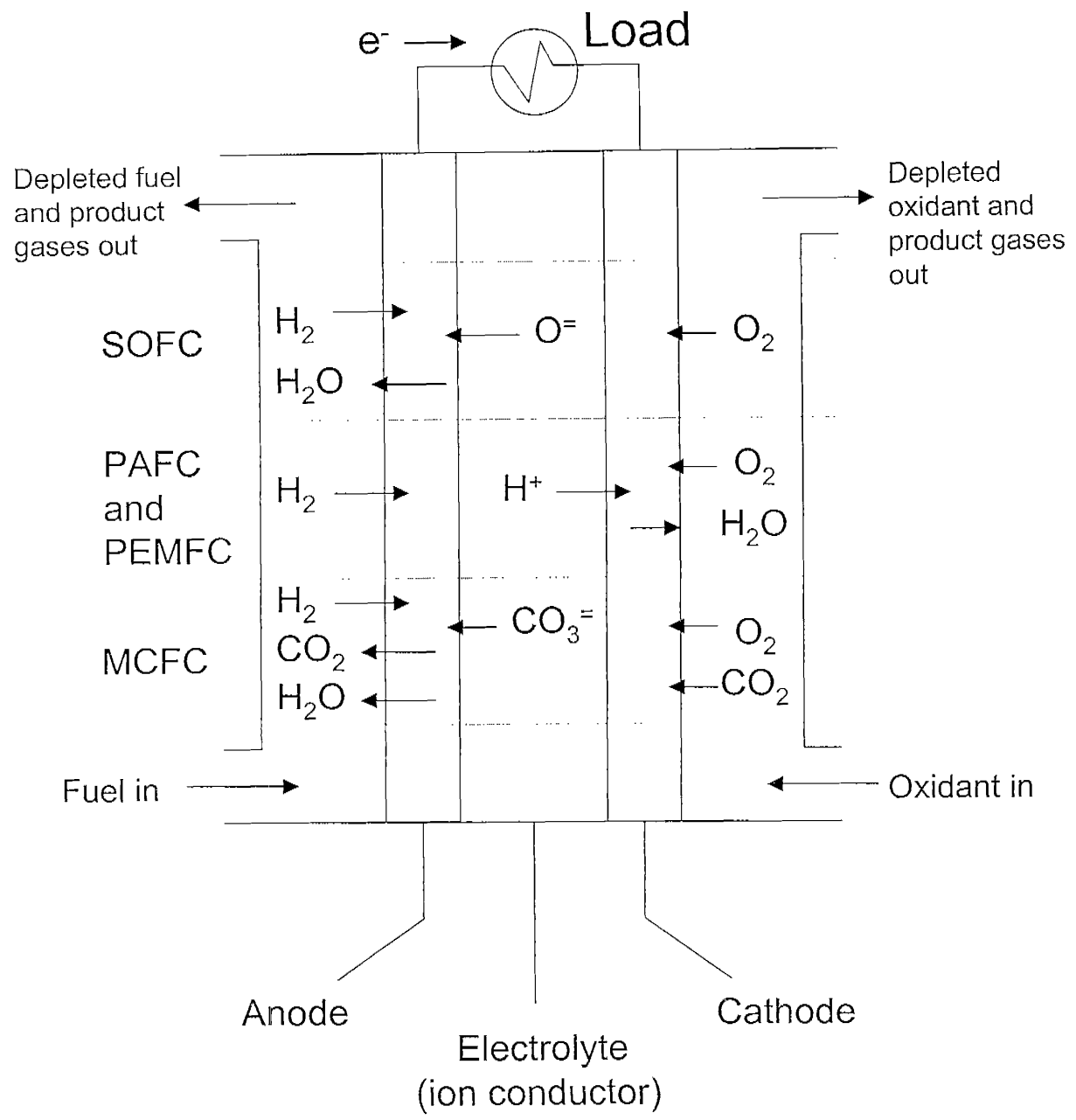
(一)



(二)



(三)



(四) 各種燃料電池的主要特性

| 電池種類 | 磷酸 (PAFC) | 熔融碳酸鹽 (MCEC) | 固態氧化物 (SOEC) | 鹼性 (AFC) | 質子交換膜 (PEMEC) |
|----------|--|--|---|-----------------------------------|--|
| 電解質 | H ₂ PO ₄ | Li ₂ CO ₃ , K ₂ CO ₃ | ZrO ₂ | KOH | 含氟質子交換膜 |
| 陽極 | C(含 Pt) | Ni(含 Cr Al) | 金屬(Ni,Zr) | C(含 Pt) | C(含 Pt) |
| 陰極 | C(含 Pt) | NiO | 金屬氧化物如 LaMnO ₃ | C(含觸媒) | C(含 Pt)、鉑黑 |
| 流動離子 | H ⁺ | CO ₃ ²⁻ | O ²⁻ | OH ⁻ | H ⁺ |
| 操作溫度 | 170~220°C | ~650°C | ~1000°C | 室溫~100°C | 80~100°C |
| 操作壓力 | <120nsig | <120nsig | 常壓 | <60nsig | <30nsig |
| 反應物 | 混合氫氣 | 混合氫氣 | 混合氫氣 | 高純度氫氣 | 混合氫氣 |
| 可用燃料 | 天然氣、甲醇、輕油 | 天然氣、甲醇、石油、煤碳 | 天然氣、甲醇、石油、煤碳 | 精煉氫氣、電解副產氫氣 | 天然氣、甲醇 |
| 池體材料 | 石墨 | 鎳、不鏽鋼 | 陶瓷 | 合成樹脂 | 石墨 |
| 特性 | 1 進氣中 CO 會導致觸媒中毒 2 廢熱可予利用 | 1.不受進氣 CO 影響 2.高溫反應,不須依賴觸媒的特殊作用 3.廢熱可利用 | 1.不受進氣 CO 影響 2.高溫反應,不須依賴觸媒的特殊作用 3.廢熱可利用 | 1.需使用高純度氫氣作為燃料 2.低腐蝕性及低溫較易選擇材料 | 1.功率密度高、體積小、重量輕 2.低腐蝕性及低溫,較易選擇材料 |
| 優點 | 對 CO 不敏感 | 1.可用空氣作氧化劑 2.可用天然氣或甲烷作燃料 | 1.可用空氣作氧化劑 2.可用天然氣或甲烷作燃料 | 1.啟動快 2.室溫常壓下工作 | 1.壽命長 2.可用空氣作氧化劑 3.室溫工作 4.比功率大 5.啟動迅速 6.輸出功率可隨意調整 |
| 缺點 | 1 對 CO 敏感 2.工作溫度高 3 成本高 4 低于峰值功率輸出時性能下降 | 工作溫度較高 | 工作溫度較高 | 1.需以純氧作氧化劑 2.成本高 | 1.對 CO 非常敏感 2.反應物需要加濕 |
| 電池內重組可能性 | 可能 | 非常可能 | 非常可能 | 不可能 | 不可能 |
| 系統效率 | 40% | 50% | 60% | 60% | 40% |
| 轉換效率 | 40% | >60% | >60% | 70% | 60% |

資料來源：1.現場型磷酸燃料應用於大用戶之可行性研究，鄭耀宗等編著，1995 年。

2. Fuel Cell Handbook, fifth edition, 2000 年。

3. www.fuelcells.org

二、燃料電池之燃料製程簡介

Fuel Processing For FC

Primary Fuel Conversion:

1. Steam Reforming(SR) (600-1500°F)
2. Partial Oxidation(POX) (2000-2500°F)
3. Auto-Thermal Reforming(ATR) (1800-2000°F)

Secondary conversion:

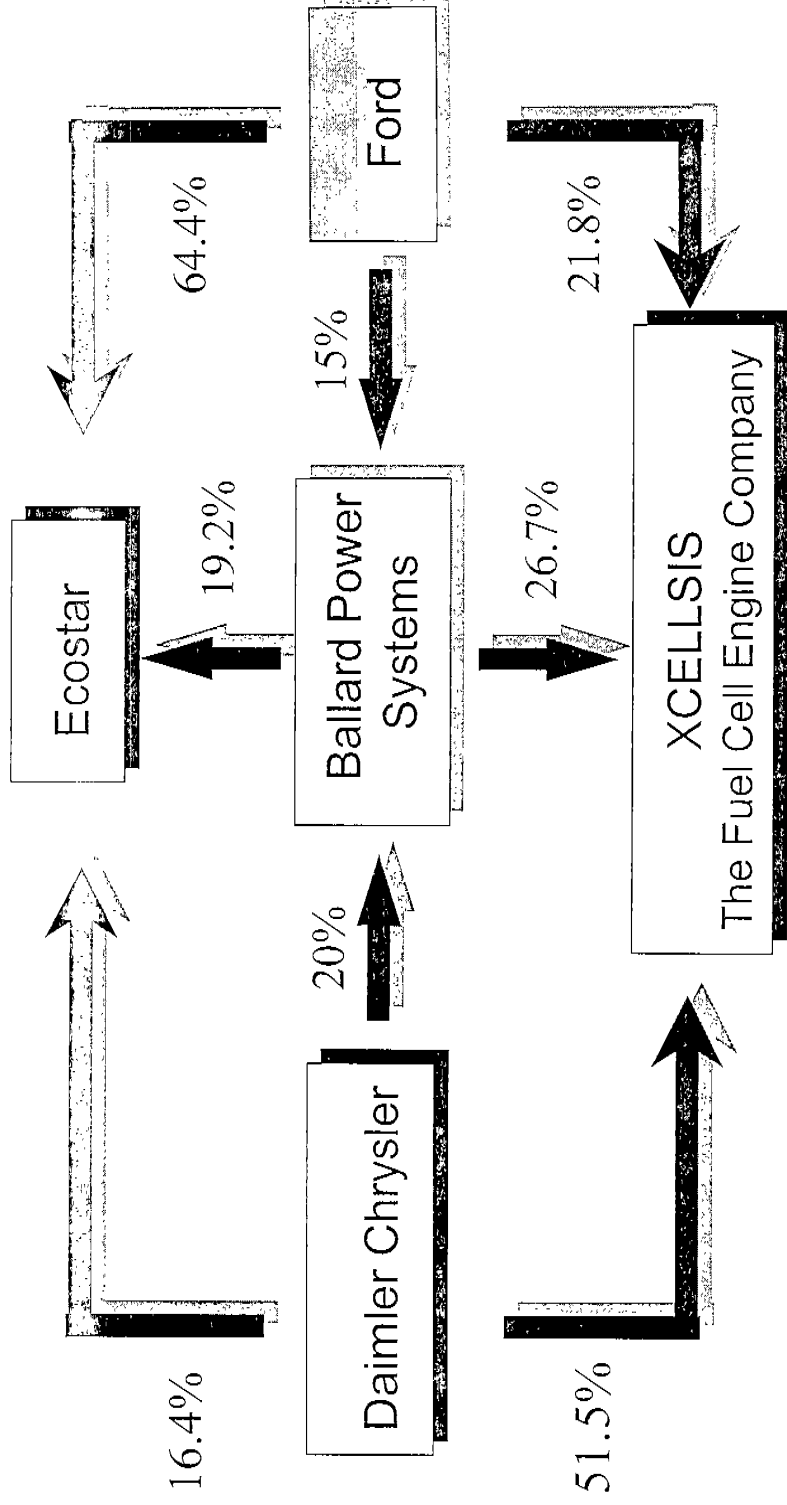
H.T. Shift/L.T. Shift (800/400°F)

⇌ ⇌
CO: 15-20% 5-10% 1-2%

Preferential Oxidation:(PROX)

CO: 1-2% ⇌ 10ppm (400°F)

三、The Fuel Cell Engine Company 簡介：(XCELLSiS)



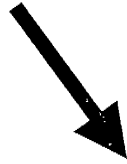
Ballard Automotive

BPS 33.3% XCELLSiS 33.3% Ecostar 33.3%

XCELLSIS Group of Companies

XCELLSIS GmbH.
Nabern, Germany

Head office
Business responsibility:
Company and sales strategy, marketing;
Vans Europe, Personal Cars Europe



XCELLSIS Inc.
Vancouver, Canada

Business responsibility:
Buses World Wide.
Vans North America



XCELLSIS Corp.
San Diego, USA

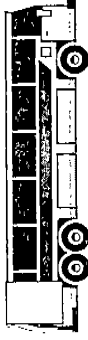
Business responsibility:
Small mobile fuel cell World Wide
Personal Cars North America & Asia

Phase 1-Proof of Concept, Sub-Scale Prototype

100 miles / 160 km

20 passengers

■ 125 HP



1991

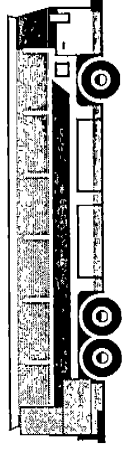
1992

Phase 2-Proof of Concept, Full Scale Prototype

200 miles / 320 km

41 passengers

■ 275 HP



1993

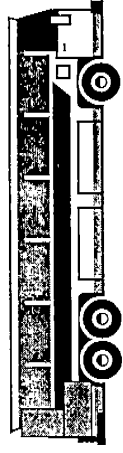
1994

Phase 3-Revenue Service Prototype, Test Fleet

200 miles / 320 km

41 passengers

■ 275 HP



1996

1997

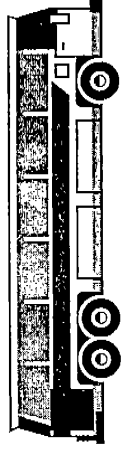
1998

Phase 4-Commercial Prototype

Deliver to bus OEM's 2000

Cost Reduction & Improved Reliability

■ 275 HP



1999

2000

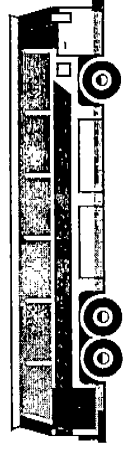
2001

Phase 5-Commercial Product

500 / yr capacity

Cost Reduction

■ 275 HP



2002

2003

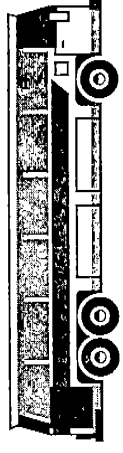
2004

Phase 6-Enhanced Commercial Product

Capital and Cost Reduction

Use high volume automotive components

■ 275 HP Hydrogen, Methanol and other fuels



2005

2006