

目 錄

壹、目的	1
貳、主要行程	2
參、參觀訪問研討心得	3
一、訪問 Alberta 省研究機構 ARC (Alberta Research Council Inc)，研討燃料電池 (Fuel Cell) 研發及 Alberta 油砂儲存開採等資訊，並參觀其實驗室。	5
二、訪問 University of Alberta 化工系，研討「催化蒸餾乙醇 (酒精) 脫水純化、IPA (異丙醇) 製造等」技術。	6
三、參觀訪問 Blue-Zone 公司，瞭解醫藥溶劑 (麻醉劑) 再生等技術。	7
四、參觀 University of Toronto。	8
肆、結論及建議	4
伍、附圖	5

壹、目的

- 一、傳統產業外移嚴重，溶劑銷量漸漸減少，溶劑之銷量未來並不樂觀，為永續經營急需開發特殊溶劑或化學品例如 DME，IPA 和酒精汽油等，以增加產品線、提高銷量。
- 二、目前煉研所積極研發相關產品製程，尤其是本公司顧問 Alberta University 莊子堂教授所研發之催化蒸餾，能應用開發許多產品例如 IPA、DME 和酒精汽油等，因為其製程反應所產生之熱能能替代再沸器的熱源使用，相關製程投資之成本較低、能耗較少，未來相當有競爭力。
- 三、參觀訪問加拿大先進研究機構之新製程開發情況，瞭解合作之相關事項，希望能互相合作，把相關之技術應用在新產品之開發。

貳、主要行程

民國九十四年

9月25日：啟程，台北→溫哥華→愛德蒙頓

9月26日：拜訪 Alberta 省國家研究機構 ARC。

9月27日：拜訪 University of Alberta 研討催化蒸餾技術。

9月28日：由 Edmonton 搭機赴多倫多。

9月29~30日：拜訪 Blue Zone 公司，瞭解乙醚、醫藥溶劑等生產回收技術。

10月1~2日：參觀 University of Toronto。

10月3~4日：返程。

參、參觀訪問研討心得

一、訪問 Alberta 省研究機構 ARC (Alberta Research Council Inc)，研討燃料電池 (Fuel Cell) 研發及 Alberta 油砂儲存開採等資訊，並參觀其實驗室。

(一)、ARC (Alberta Research Council Inc) 概況及訪問行程

拜訪行程由 University of Alberta 莊教授協助聯繫 ARC，與 Man Liu ph.d. 等研討有關 Fuel Cell 之原理與應用，並參觀其實驗室，另研討 V. S. V. Rajan, ph. d. 等之 Oil Sands 資訊報告。

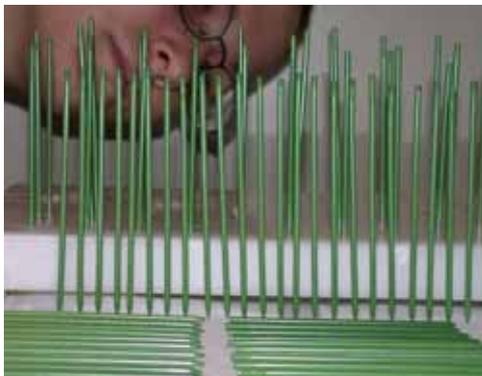
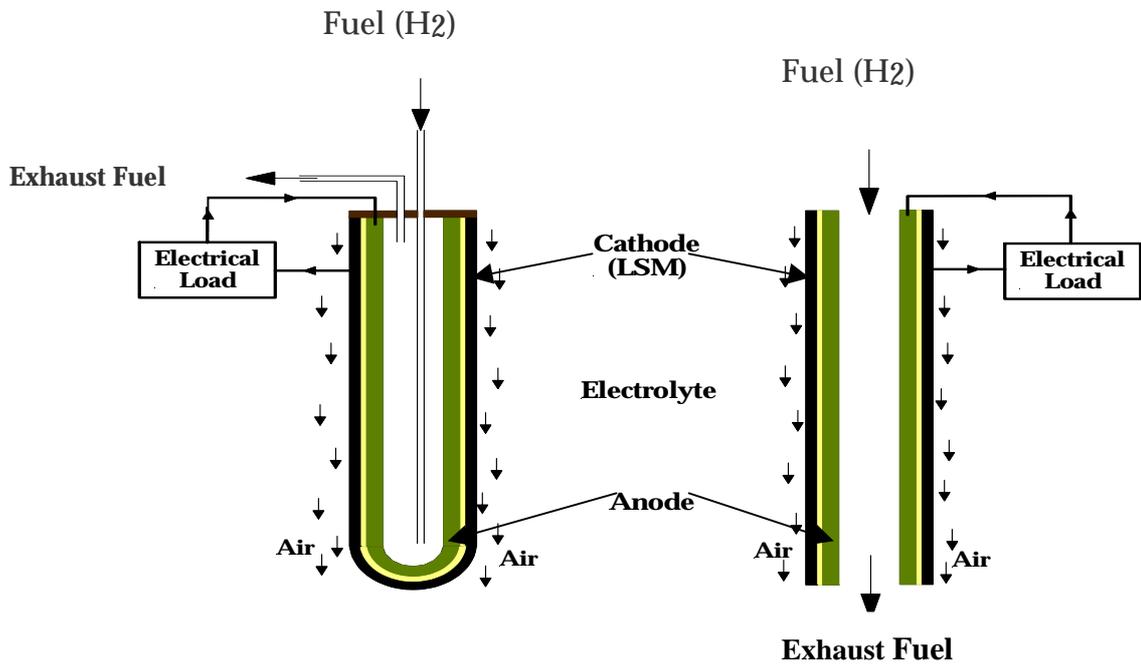
1、ARC (Alberta Research Council Inc) 概況：

ARC (Alberta Research Council Inc) 成立於 1921 年，是加拿大第一個省研究機構，它對加拿大省資源的治理及經濟力改變有很大的幫助。它分為四個部門 (Energy、Life Sciences、Advanced Materials、Integrated Resource Management 等) 掌理六項業務 (應用研究、技術發展、諮詢、商業化、試驗分析、製造等)，分別參訪 Advanced Materials 與 Energy 部門，瞭解燃料電池 (Fuel Cell) 功能並參觀 Fuel Cell 實驗室及 Oil Sand (油砂) 儲存開採狀況。

2、固態氧化物燃料電池 SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) 研討：

Man Liu ph.d. 等是 ARC Advanced Materials Business Unit 專門研究 Fuel Cell 的重要成員，經與其研討後，對 Fuel Cell 的應用，有了深刻的印象，有關 Fuel Cell (燃料電池) 大致介紹如下：

固態氧化物燃料電池 (Solid Oxide Fuel Cell (SOFC))



SOFC Tubes without Cathode



SOFC Single Cells

High Power Density Tubular SOFC For Portable Application

理論

Alberta Research Council Inc. (ARC) 發展高體積能量密度 (volumetric power density, VPD) 的微米固態氧化物管狀燃料電池 (Micro Solid Oxide Tubular Fuel Cell), 使其具有高

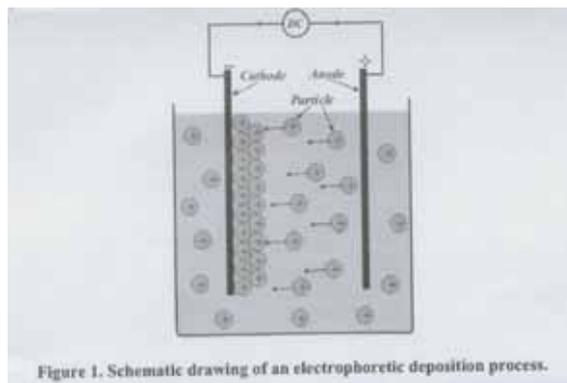
熱衝擊阻抗 (thermal shock resistance)、低熱質量 (thermal mass) 等特性。因其為微米化，使得在電極表面可反應的表面積增加，且使得電池的能量增加。也因其微米化更使可攜性更大大提高。

主要優勢

微米固態氧化物燃料電池 (Micro Solid Oxide Fuel Cell, μ SOFC) 其直徑小，而使電解液表面積增加，在每單位管束 (stack) 體積下，且具快速啟動。

實驗程序

電泳沉積 (Electrophoretic deposition, EPD) 為一種形成膠態的技術，施直流電場使懸浮在導電液中的電荷離子，因電場而使電荷向相反電荷極板移動並沉積。



以 EPD 技術應用在管狀多層 μ SOFC 單一電池上，陽極以 NiO 和 Yttria-Stabilized Zirconia (YSZ) 重量分率 $\sim 56/44$ 製成，再製成 $< 10 \mu\text{m}$ 厚的陽極作用層 (anode functional layer); 以 YSZ 製成 $< 10 \mu\text{m}$ 的電解液層，再將樣品風乾、鍛燒 $\sim 1380^\circ\text{C}$ ，4 小時。再將樣品進行電泳沉積一層 YSZ/La_{0.8}Sr_{0.2}MnO (LSM) 重量分率 50/50 製成 $< 10 \mu\text{m}$ 厚的陰極作用層 (cathode functional layer)，再經 LSM 製成 $\sim 30 \mu\text{m}$ 的陰極層，再進行 $\sim 1200^\circ\text{C}$ 2 小時的鍛燒後完成。

結論 (Result and Discussion)

Table1.

當單一電池直徑 2mm 其單位體積的表面積較直徑 22mm 電池多 ~ 11 倍。

表中，以直徑 2mm 表面積率為 1，縮小電池管直徑也相對增加電池的表面積，因電池的表面積增加，相對電解液導通離子的速度也增加，也使電流也相對增加，能量也相對增加。

TABLE 1. Single cell diameter and corresponding estimated stack surface area and power output

Single Cell Diameter (mm)	Surface of the Stack (m ² /litre)	Surface Area Ratio	Estimated Power (W/litre)
22 (22,000μm)	0.1	1	250
2 (2,000μm)	0.82	8.2	2,050
1 (1,000μm)	1.64	16.4	4,100
0.1 (100μm)	16.4	164	-

ARC 有能力製造直徑 100 μm 之 SOFC 單一電池。

Figure 2. 為 μSOFC 管束和單一電池的橫切面

單一電池的橫切面由圓心向外分別為，中心為燃料 30%H₂+He 混合，其次為陽極，再則為電解液，最外層為陰極；在 μSOFC 管束間以空氣流過。

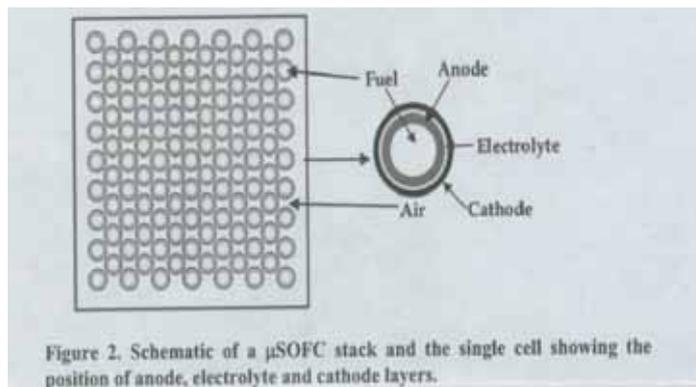


Figure 2. Schematic of a μSOFC stack and the single cell showing the position of anode, electrolyte and cathode layers.

Figure 3. 為單一電池的橫切面的 SEM (掃瞄式電子顯微鏡) 照片

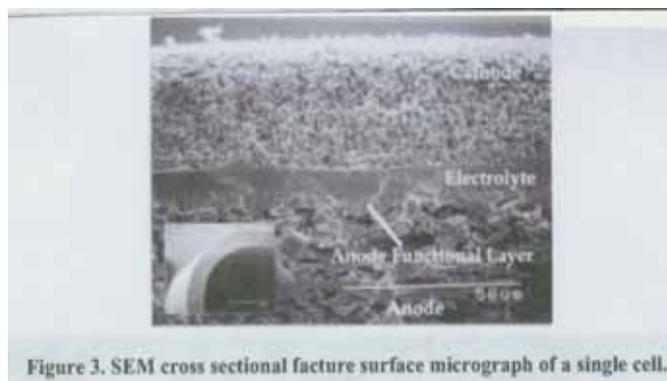
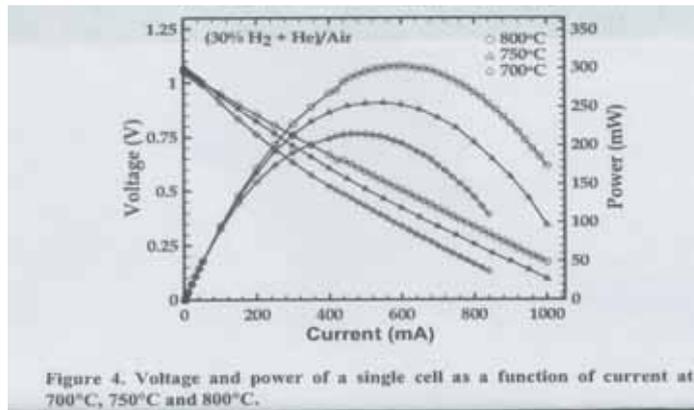


Figure 3. SEM cross sectional fracture surface micrograph of a single cell.

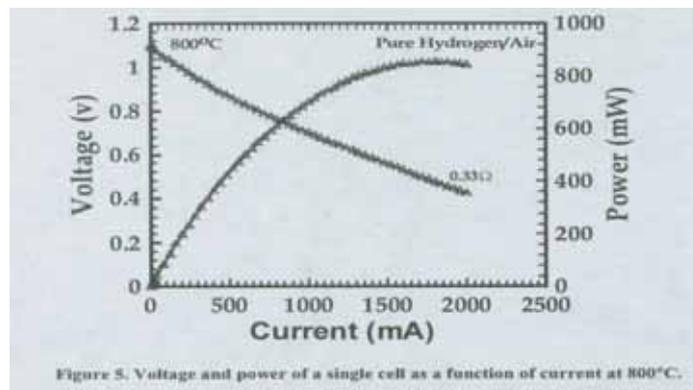
在照片中，<10 μm 厚的電解液層完全緻密於 ~5 μm 厚的陽極作用層，而多孔陽極層 ~250 μm；陰極層 ~30 μm。

Figure 4. 在 700°C、750°C、800°C 下，單一電池電流對電壓和能量作圖



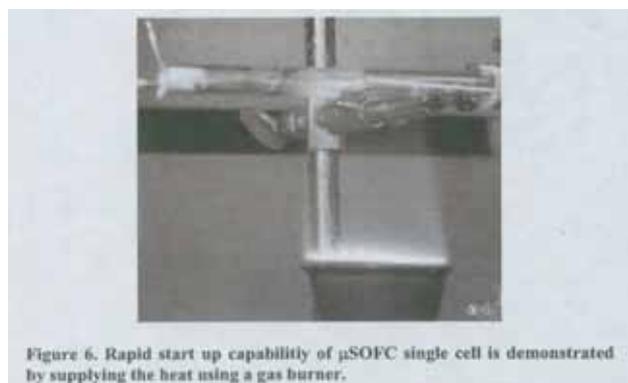
以 30% H_2 +He 混合作為燃料。

Figure 5. 在 800°C 下，單一電池電流對電壓和能量作圖



陰極與電流收集器經過改良，燃料為純的氫氣並包含有 3% 的水分。
在 800°C 時，能量輸出為 $\sim 840\text{mW}$ ，能量密度 $\sim 530\text{mW}/\text{cm}^2$ 而電阻為 $\sim 0.3\Omega$

Figure 6. 以氣體加熱器進行 μ SOFC 單一電池作快速啟動能力



一般的 SOFC 操作溫度高易導致電池啟動慢，需要更多的保溫設備以維持高溫

Figure 7. 以熱循環對單一電池溫度與時間的變化

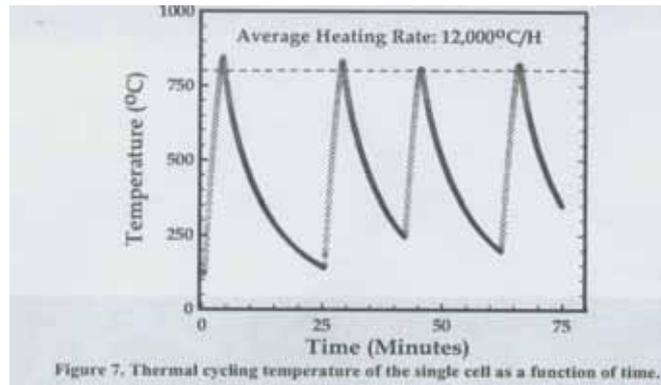
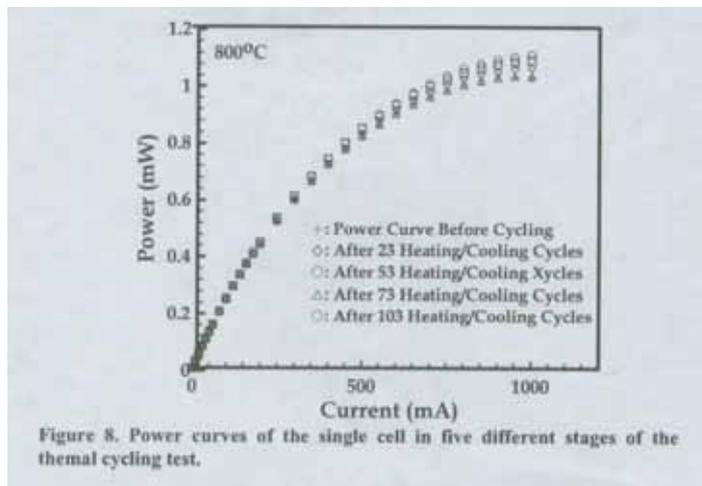
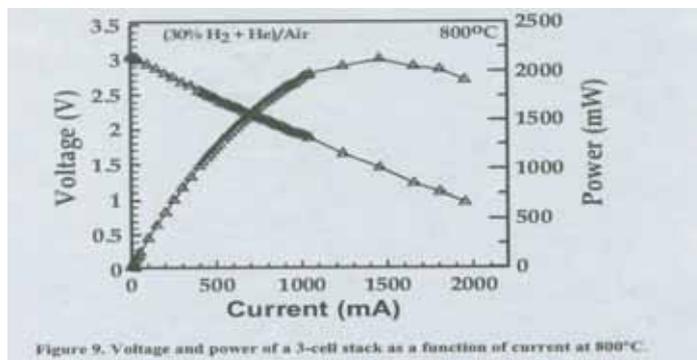


Figure 8. 單一電池在 0、23、53、73、103 次熱循環後的能量曲線



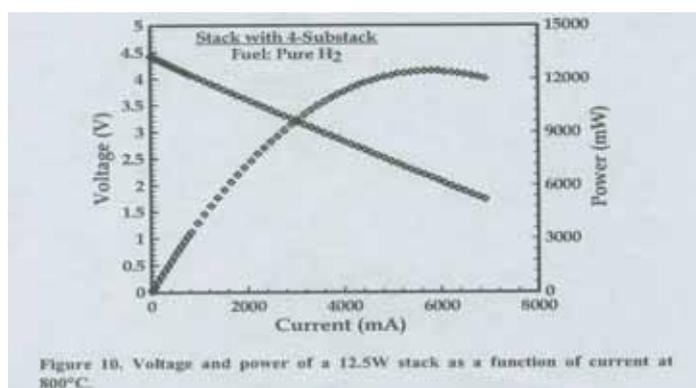
熱循環強調熱衝擊阻抗對 μ SOFC 的快速啟動的能力，在經過 100 多次的熱循環後在 Figure 8. 可看見並無能量的耗損。

Figure 9. 在 800°C 3 電池管束以串聯型式電流對電壓和能量作圖



在 800°C 時，能量最大輸出 ~2,100mW，電壓為 ~1.5V，電流為 ~1,500mA

Figure 10. 能量為 12.5W 的管束電池 電流對電壓和能量作圖



電泳沉積 (Electrophoretic deposition, EPD) 為一種形成膠態的技術，是一種易於製造的技術，SOFCs 以 EPD 製成的單一電池中的陽極小於等於 $250 \mu\text{m}$ ； $\sim 5\text{-}10 \mu\text{m}$ 厚的陽極作用層；電解液層為小於 $10 \mu\text{m}$ 厚。改良過的電極和電流收集器可增加單一電池的能量密度到 $530\text{mW}/\text{cm}^2$ 。SOFC 顯示了他的高能量密度、低操作溫度、高熱衝擊組抗和相對低於傳統的低熱值。

3、油砂 (Oil Sands) 簡報及研討

油砂 (Oil Sands)，是一龐大的石油資源，由於擁有油砂，加拿大的原油蘊藏量僅次於沙烏地阿拉伯，油砂對加拿大原油產量的急劇升高有重大的影響。

油砂含有瀝青 (Bitumen) 的沉積，又重又黏，要加入輕油後始可流動，瀝青經處理後可作成合成油，一般而言，大約每 1.6 桶的瀝青可合成 1 桶合成油。

亞伯達省之油砂擁有約 2.5 兆桶之埋藏量，其中存於地表面約 300 billion (十億) bbls，存於地下者約 2.2 trillion (兆) bbls。

地表 (淺層) 油砂可以露天開採，較深層的需用其他方式開採，目前，把油砂作成合成油來生產，每桶合成油價錢約 30 美元。從油砂生產原油，目前每天產量約一百萬桶，預期未來幾年會有顯著的增加，到 2010 年每天應有一百七十萬桶，到 2015 年有二百八十萬桶，到 2020 年則達三百六十萬桶，最後將超過當今加拿大所有的產量。

油砂發展概況：

- (1) 在 2005 年以前，亞伯達省的油砂生產的原油，預估佔有加拿大的 50%。
- (2) 在 2015 年以前，油砂生產的原油預估可供北美需求的 10%。
- (3) 2 噸的油砂約可產生 1 桶合成原油(Synthetic crude oil)。
- (4) 由於有了油砂，加拿大已證實的油藏量躍居世界第二，僅次於沙烏地阿拉伯，油砂成了加拿大主要的油藏。
- (5) 90%以上的油砂，其採收率都高於傳統原油之採收率。

優越的潛能

加拿大擁有大量的傳統油氣蘊藏量，是全世界少數幾個最大產量國之一，其油氣主要有三個來源，(1) 西加拿大盆地 (2) 亞伯達省北部之油砂 (3) 海域油田。如果非傳統原油及天然氣算在內，加拿大將成為世界上最大擁有油氣資源之國家。

由於加拿大油砂漸受重視，眾多有意投資者包括中國大陸與北美之中、大型油公司以及北美地區之信託公司，均積極爭取，從最近一年內之交易紀錄可窺端倪，未來此類爭奪戰將有增無減，因此本公司若想擁有油砂一席之地，近一、二年內將是努力爭取之關鍵時機。

二、訪問 University of Alberta 化工系，研討「催化蒸餾乙醇（酒精）脫水純化、IPA（異丙醇）製造等」技術。

（一）催化蒸餾酒精脫水純化（Catalytic Distillation for Removal of Water from Ethanol）：

近年來美國因推動酒精汽油，發展了龐大的乙醇工業，對其經濟復甦帶來了很大的貢獻，可以預見的乙醇（酒精）汽油在世界各國的需求性將日益迫切。

1、目前主要國家乙醇汽油摻配比例：

- (1) 歐盟：2005 年汽油規範，會員國須盡力在 2005 年底達

2%、2012 年達 5.75%。

(2) 美國：(A) 5.7~7.7%：適用於 RFG 汽油

(B) 7.7%：適用於冬季含氧汽油

(C) 5.1~10%：適用於加州地區（取代 MTBE）

(D) 75~85%：適用於彈性燃料車輛

(3) 日本：3 vol% ，近一年（2004）需求量約 200~300 萬 KL，計畫在巴西投資三億美元。

(4) 巴西：(A) 22-25%無水乙醇

(B) 93vol%適用於乙醇專用車輛

(5) 澳洲及中國大陸部份省區：10%

2、乙醇汽油對車輛排氣污染影響：

根據美國、日本、澳洲等國家之研究，乙醇汽油可降低 THC、CO 及 Toxic 但 Nox 增加，基於地球上降低 CO2 排放量之需求，使用酒精等生質能源，有助於溫室效應的減緩，從環境保護的觀點來看，值得推動，未來乙醇汽油的趨勢是無可避免。

3、乙醇價格：

依據 2005 年 9 月之資料顯示，乙醇價格為 1.91 美元/加崙，相當於約台幣 17 元/公升，比汽油便宜，用來摻配汽油符合經濟利益。

2004 年乙醇主要生產國家產量約為 4,000 萬公秉，巴西與美國合佔約 70%，亞洲以中國大陸、印度、泰國為主，台灣還在靜止狀態。

4、使用乙醇摻入汽油對本公司之影響：

(1) 煉油廠須生產較低 RON、RVP 汽油，高揮發性油料出處須調整，MTBE 摻配量將減少。

(2) 各油庫、加油站須備有乙醇專用油槽及除水措施。

(3) 92、95、98 汽油是否全面添加。

(4) 汽油高揮發性成分出處處理。

(5) 汽油規範是否調整。

從以上資訊顯示乙醇汽油已是世界潮流與趨勢，未來乙醇需求將日益增大，乙醇製造工業將成黃金工業。一般以農作物或其他來源生產屬低純度乙醇，摻配汽油之高純度乙醇來源，則須進口無水乙醇，但這對我國能源自主性及經濟利益則屬較低效益，既為如此，如果進口低純度（低成本）乙醇，再利用一些技術及既有設備來提純成高純度乙醇，不但本身可以利用，未來還可以輸出到世界各國，獲取較高的經濟效益，如果油價持續偏高，能取得價廉的乙醇來源，也可以用來作為對抗高油價的另外考量的措施。全世界主要國家都注意到乙醇汽油的趨勢，已積極地採取行動，我們是否也應開始行動了。

此次拜訪 University of Alberta 莊教授 (Kari T Chuang)，研討催化蒸餾酒精脫水純化技術，如果乙醇汽油政策付之實施，在取得專利後，可利用既有設備來提純高純度乙醇，屆時將可為公司增加一筆利潤盈餘。

(二) 催化蒸餾 IPA (異丙醇) 生產研討

IPA 的用途：

1. 日用化學品：化妝品如指甲油、髮膠水、化學面膜，白板筆、麥克筆、彩色筆、立可白。
2. 底漆、清漆、油漆、油墨、製藥等工業用溶劑。
3. 防凍劑、快乾油、樹膠、香精油等溶劑，亦可代替乙醇使用。
4. 化學品之中間原料：合成乙二醇醚、乙酸丙酯、丙胺(除草劑原料)、煞車油原料、異丙胺、甲基異丁基酮、甲基異丁基醇。
5. 代替氟氯、三氯乙烷等溶劑：電子零件清潔(為保護大氣層)。
6. 製造硝化纖維之去水劑。
7. 供應電子級 IPA 之進料。

台灣市場 IPA 需求

1. 根據調查台灣 IPA 每年使用量約四萬噸，其中李長榮供應約 2 萬噸, 進口量約 2 萬噸。
2. 電子級 IPA 國內需求約 1 萬噸，電子級 IPA 主要使用於 IC 末端之清潔，電子級 IPA 之著名供應商如日本 TOKUYAMA 或德國 Merker 或美國 Baker 等大廠。

CPC 生產 IPA 之優勢

1. 建廠利基：若以桃廠為建廠基地，每年為中油省下新台幣一億元南下轉運費，並降低公路運輸危險性。
- 2 對外以台北港為出口基地，對內利用桃庫來發貨，充分發揮儲運之優勢。
3. 桃廠 RFCC 之丙烯利用率提高 6%，效益較好。
4. 未來優勢：中油能優先取得催化蒸餾技術，可降低設備投資及操作費用。

CPC 生產 IPA 之機會

1. 2004，IPA 亞太供應缺口 22 萬噸，其中大陸缺口 12 萬噸。
2. IPA 亞太每年成長 6%----3.6 萬噸/年。
3. 截至 2010，亞太 IPA 建廠只有零星小廠，沒有大廠，是介入好時機。
4. DOW chemical、Shell、Exxon-mobil 等公司於大陸投資生產乙烯或丙烯等輕油裂解計畫，並沒有計畫生產 IPA

催化蒸餾技術之優點

1. 莊子棠教授可引薦催化蒸餾之專利。
2. 催化蒸餾之技術可節省 20%設備投資及 5 %操作費用。
3. 專利申請可由煉研所負責。

基於前述本公司生產 IPA 之利基，本次參訪 University of Alberta 亦與莊教授探討 IPA 生產技術，從研討中，增進了許多新思維，對未來拓展 IPA 生產及行銷將有所助益。

三、參觀訪問 Blue-Zone 公司，瞭解醫藥溶劑（麻醉劑）再生等技術。

Blue-Zone Anaesthetic Agent Reclamation Facility

Blue-Zone 公司以其專利的吸附作用技術（Delta™ technology）. 將從醫院手術室之無用麻醉劑收回，藉著 Deltazite™ 分子篩吸附作用進行再生純化，一方面避免排放於大氣中造成環境污染，同時可再利用，可達健康又環保之雙重效益。

麻醉劑每次再生作用是以 100 個鋼瓶（cylinders）同時處理，系統須以加熱氮氣為吹區氣體，為了無菌消毒，鋼瓶必須經至少 121 °C、15psig、15 分鐘的消毒處理，原則上必須備有足以容納 100 支鋼瓶之烘箱。吹驅氣體（氮氣）必須經乾燥器除去水氣，並以 0.2 micron（微米）過濾器去除細菌、蛋白質（proteinaceous）之類微細的物質。

如取得 Blue-Zone 公司製程專利權，Blue-Zone 公司其將提供：

1. 製程上所須之機械、電等設備之設計。
2. 供給其特屬脫附槽。
3. 製程相關之 P&ID、危害物及可行性等將由 Blue-Zone project team 指導完成。
4. 製程設備的安裝。

四、參觀 University of Toronto。

原安排拜訪多倫多大學化工系教授 Charles Q Jia, ph.D 研討新製程開發情況，因 Charles Q Jia 教授臨時有要事改變了行程，故拜訪未遇，到了加拿大第一流學府 University of Toronto 未能如願訪問，是此趟行程唯一的遺憾。

肆、結論及建議

一、加拿大的油砂工業正蓬勃發展中，加拿大油砂漸受重視，面對日益高昂的國際原油價格，中國大陸和美國這樣的能源消耗大國，都在努力確保能源安全。加拿大西部儲藏量巨大的油砂田，正成為中國大陸和美國等主要能源消耗國瞄準的一個最新目標。據BBC新聞網消息，中國大陸國家主席胡錦濤，9月10日在加拿大經濟金融中心多倫多表示希望加中兩國能夠加強能源方面的合作，並表示將支持中國企業到加拿大投資。

很多分析人士指出，中國公司最可能大手筆進入加拿大投資的恐怕要算大型石油公司進軍加拿大西部亞伯達省（Alberta）的油砂田了。

目前世界上已探明油砂資源 95%集中在亞伯達省北部冷湖地區，總儲量已經探明油砂和重油資源達 4,000 億立方米（合 2.5 萬億桶原油），相當於整個中東地區的石油蘊藏量，遠遠超過沙烏地阿拉伯的石油儲藏。

專家說，如果這些資源全部被開採利用，按現在世界能源需求水平，可供全世界消費 100 年。

一旦油砂資源規模化開發，那麼中東地區對石油的壟斷性角色就會一去不復返，而加拿大在世界上的政治和經濟舞台的重要性會出現根本性的改變。

因此本公司若想擁有油砂一席之地，近一、二年內將是努力爭取之關鍵時機。

二、「燃料電池」的能源技術，一般都不甚瞭解，從政經、能源、環保、社會、科技產業發展，及生活品質提昇等角度考量，燃料電池（Fuel Cell）科技是值得國內各業界長期投入發展的新興科技領域。許多關於固態氧化物燃料電池（SOFC）發展上的新觀念與突破，以及目前發展趨勢，特別是以固態氧化燃料電池的製備以及新燃料電池燃料來源的討論（如煉油過程中所生成的 H₂S、烷類、醇類等），提供了固態氧化物燃料電池的新思維，真是受益良多。

三、近來國際油價飆漲，全世界的能源進口國莫不備感壓力，並陷入能源危機的陰霾中。南美洲的巴西因長期以來成功的從甘蔗提煉出酒精（學名乙醇），且與汽油按一定比例調配成「酒精汽油」，廣泛提供汽車做為燃料用油，加上可再生及快速循環的特殊生物能源性，在燃燒過程中比汽油燃燒排放較少的二氧化碳和含硫氣體，所以又被稱為「綠色能源」或「清潔能源」。值此「京都議定書」於 2005 年 2 月正式生效，生化「酒精汽油」可望成為各國競相追逐的能源新寵。

因此之故，催化蒸餾酒精純化，將隨著目前「酒精汽油」蓬勃發展而日益迫切，所以催化蒸餾酒精純化來生產高純度酒精是克不容緩的事。

四、異丙醇（IPA）製造是以丙烯為原料，丙烯為本公司各裂解工場之產品，目前的市場台灣每年約 4 萬噸（進口 2 萬噸）、大陸也有 12 萬噸的市場，利用煉油廠設廠的有利條件，可降低設備投資及操作費用，如果取得生產專利，技術更無問題，本公司可說具備了生產的優勢。既具備生產優勢又有利基，催化蒸餾生產異丙醇（IPA），目前將是公司擴展生產線的好時機。

五、麻醉劑是醫藥用溶劑，乙醚是其生產製造原料之一，目前乙醚之生產方式是酒精加硫酸脫水而得，本事業部生產乙醚的可行性須經評估，至於屬於 Blue-Zon 公司專利的麻醉劑回收再利用製程，因環保法規之（廢棄物回收再利用）關係，目前應屬低可行性。

經過了這次拜訪研討交流行程，增進了對「加拿大石油對世界經濟影響」的認識，激起了參與其中的信念，其他各項生產技術的研討交流中，獲取先進國家的科技新知，大大的提昇了自我水準，真是難得的經驗與收穫，希望在既有的基礎上，能發揮更多更大的貢獻。

伍、參觀訪問交流中之照片



ARC Fuel Cell 實驗室之一



與 ARC Energy 部門討論油砂 (Oil Sand)



與 ARC Advanced Materials 部門研討 Fuel Cell



University of Alberta 催化蒸餾實驗室之一



University of Alberta 研討催化蒸餾



University of Toronto