

出國報告（出國類別：其他）

參加第五屆國際生物工程與自然科學 研討會出國報告

服務機關：台灣中油股份有限公司綠能科技研究所

姓名職稱：陳勁中 化學工程師

派赴國家：日本

出國期間：106年8月13日至106年8月16日

報告日期：106年9月6日

摘要

台灣中油股份有限公司綠能科技研究所生物科技組研究範疇涉及生物工程、生質能源及酵素應用，近年來已研究開發相關技術，如：基因及蛋白質工程、酵素生產、微生物發酵等。第五屆國際生物工程與自然科學研討會主題與本組研究內容相契合，為瞭解國際間生物工程的最新發展及工業化趨勢，因此參加該研討會，並發表一篇國際會議論文，會中將與國際學者及專家進行交流，以建立未來合作研究的可能。本報告將研討會主要內容（包含：研討會簡介、論文發表內容、主題演講、專題演講、論文海報資料）於章節 3 進行整理分析，最後於章節 4 提出個人心得及建議。本次出國案具體成效包含：一篇國際會議論文發表（整理於章節 3）、國際間生物工程最新發展資訊取得（整理於章節 3）、與會專家生質燃料發展近況討論（整理於章節 4）。

目次

	頁次
摘要-----	2
1. 目的-----	4
2. 過程-----	5
3. 研討會資料彙整-----	6
4. 心得及建議-----	15
5. 具體成效-----	18
6. 參考資料-----	19

1. 目的

近年來，本公司營運面臨許多嚴峻挑戰，包含：累積虧損、負債比、預算盈餘達成率、營收下滑、油價走跌影響績效以及石化油品日益侷限（高廠關廠結構弱化、地方政府嚴格對待、競爭對手動作頻仍），因此本公司當前最重要的目標為「提升盈餘」。綠能所成立為協助本公司拓展現有營運範疇，使能順利跨入再生能源與環保節能之新產業領域，本組（生物科技組）近年來研究著重於新能源開發，配合政府107年全面E3能源政策，將研發目標鎖定為第二代液態生質燃料（如：纖維酒精、丁醇），目前已建置相關自有技術平台，生產效能已達世界水準以上，然生產成本仍偏高（全世界第二代液態生質燃料通病），且現今台灣液態生質燃料政策不明確（全面B2政策暫停、全面E3政策研議），加上考量本公司當前營運目標「提升盈餘」，因此於105年度起，本組將研發重點轉向短期可見商業效益的綠色產品，邁入生質料源高值化研發主題，藉由生質料源的高值化商品開發，希望能為公司拓展多角化商機，增加收入。

國際生物工程與自然科學研討會（International Symposium on Biological Engineering and Natural Sciences）是一個全球研究者、工程師、學者及工業專家的交流平台，目的是讓與會者能發表研究成果及討論最新的發展現況，使各界能提供新的研發創意及寶貴的應用經驗，讓與會者能面對面溝通，並建立研究或商業上的關係，有助於未來全球性的合作。台灣有多位教授是該研討會主辦委員，顯示該研討會是國內學者競相參與的重要會議，也是與國際接軌的重要平台。藉由研討會中各項生質料源及生物工程議程與講演，蒐集國際間生質料源及相關工程技術的最新發展、實施經驗及未來趨勢，有助於提升本公司研發能量與新創事業開發之可行性評估。

2. 過程

出國行程與時間安排如表一。

表一、出國行程表。

預定起迄日期	天數	到達地點	地區 等級	詳細工作內容
106.8.13	1	台灣桃園- 日本大阪	263	啟程
106.8.14~106.8.16	3	日本大阪	263	參與研討會議程共 3 日
合 計	4	研討會結束後，自請休假 106.8.17~106.8.19 共三天， 私人行程及返程。		

3. 研討會資料彙整

3.1 國際生物工程與自然科學研討會簡介

本次出國至日本大阪參加第五屆國際生物工程與自然科學研討會 (2017 ISBENS)，並投稿國際會議論文一篇，該會會場位於大阪府立國際會議場 (Osaka International Convention Center，見圖一)。

國際生物工程與自然科學研討會 (ISBENS) 為每年舉辦一次的國際研討會，該會主要議題為生物工程與自然科學的發展現況，目的在於將國際間各大學、工廠、政府、生技公司及研究單位的專家、學者與工程師齊聚一堂，進行發表及討論生物工程與自然科學相關的技術發展、市場變化和政策施行等議題，以期能更精確解析未來生物工程與自然科學的前景及走向。歷屆研討會舉辦地點及時間如下：

第一屆國際生物工程與自然科學研討會：泰國 (2013 年)

第二屆國際生物工程與自然科學研討會：泰國 (2014 年)

第三屆國際生物工程與自然科學研討會：中國 (2015 年)

第四屆國際生物工程與自然科學研討會：日本 (2016 年)

3.2 論文發表內容

於第五屆國際生物工程與自然科學研討會投稿之論文題目為「Study on the continuous fermentation for the second-generation bioethanol production by using rice straw hydrolysate as carbon source」，內容探討本所纖維酒精自有生產技術製程研發，旨在通過簡單、操作便利的連續醱酵過程提高纖維酒精的生產效率。本研究使用經酵素水解製程所得之稻稈纖維醱化液作為醱酵碳源，以核能研究所提供的重組酵母菌株 Y600 進行 5、6 碳糖連續醱酵研究，實驗參數包括不同稀釋倍率 (dilution rate, D) 及通氣操作，經由糖利用率、酒精產量、產率和轉化率分析結果以評斷醱酵效率。研究結果顯示，較低稀釋倍率 ($D = 0.042 \text{ hr}^{-1}$) 的總糖消耗效率 (TSCE) 大於 90% (TSCE: Glc = 100%; Xyl > 68%)；較高稀釋倍數 ($D = 0.084 \text{ hr}^{-1}$) 則導致 TSCE 略低 (80~88%，TSCE: Glc > 96%，Xyl > 67%)。當施以通氣處理 (0.03 vvm) 可提高木糖消耗效率，但對葡萄糖消耗沒有顯著影響。在較低稀釋倍率可得最高酒精濃度 (30g/L)，而較高稀釋倍率則導致酒精濃度略低 (24~27 g/L)。施以通氣處理可提升酒精濃度及產率；較高稀釋倍率可得較高酒精產率 (2.1~2.2 g/L/h)。然而，通氣及稀釋倍率對酒精轉化率沒有顯著影響。總結，本所開發自有 5、6 碳糖纖維酒精連續醱酵技術平台，無需進行酸鹼度調控或細胞固定，相較於文獻或專利技術，本製程相對簡單且操作便利，目前該製程平台可穩定操作超過 2 週以上。論文發表海報及出席簡報證明如圖二所示。

3.3 主題演講、專題演講、論文海報資料

3.3.1 可攜式 NaBH₄ 水解產氫膠囊 (portable NaBH₄ hydrolytic hydrogen production capsule)

-Yean-Der Kuan et al.

-Department of Refrigeration, Air-Conditioning and Energy Engineering, National Chin-Yi University of Technology, Taichung City, Taiwan

本研究設計一種可攜式 NaBH₄ 水解產氫膠囊，主要是將 NaBH₄、NaOH 及 Co 催化劑填充於膠囊中，實驗討論不同負載量和填充重量對水解產氫效率的影響。

關於 Co/Al₂O₃ 催化劑對於產氫效率影響的實驗結果，在 14.85 g 純水、1.5 g NaBH₄、0.15 g NaOH、恆溫水槽溫度 25°C、催化劑重量為 1 g 的條件下，催化劑浸泡於 30wt% CoCl₂ 水溶液中 8 小時，其具有更佳的產氫效率，反應時間約為 55 分鐘。

關於產氫膠囊在不同負載比例下對產氫效率影響的實驗結果，純水固定為 10 g，膠囊內部容量限制在 0.68 g，以尋求最佳 NaBH₄、NaOH 及催化劑的混合比例。當 NaBH₄ 和 NaOH 的負載重量固定在 0.15 g 和 0.05 g 時，不同催化劑重量將影響產氫效率。當催化劑填充重量為 0.3 g 時，有許多催化劑未能有效進行催化產氫反應，但會進行水合反應。而當填充 0.1 g 催化劑時，所有的催化劑皆能順利進行產氫反應，然而在膠囊中仍存在可填充空間，因此最佳催化劑填充重量固定為 0.2 g。當 NaBH₄ 重量增加至 0.17 g 時，所有催化劑皆可進入反應。因此，產氫膠囊的最佳填充配方為：0.2 g 催化劑 + 0.17 g NaBH₄ + 0.05 g NaOH。

本研究將非貴重金屬催化劑 Co 負載於 γ -Al₂O₃ 以形成 Co/Al₂O₃ 催化劑，並與植物膠囊結合，最終完成 NaBH₄ 水解產氫膠囊。藉由不同浸泡濃度 (30wt%, 8hr) 及不同負載比例實驗，最佳產氫膠囊內含物混合比例為 0.2 g Co/Al₂O₃, 0.17g NaBH₄, 0.05g NaOH。此外發現，10 個產氫膠囊加 10 g 水，適合與可攜式燃料電池發電系統相結合，如相關研究成果持續發展，預期未來將可降低氫能成本和發電系統的重量。

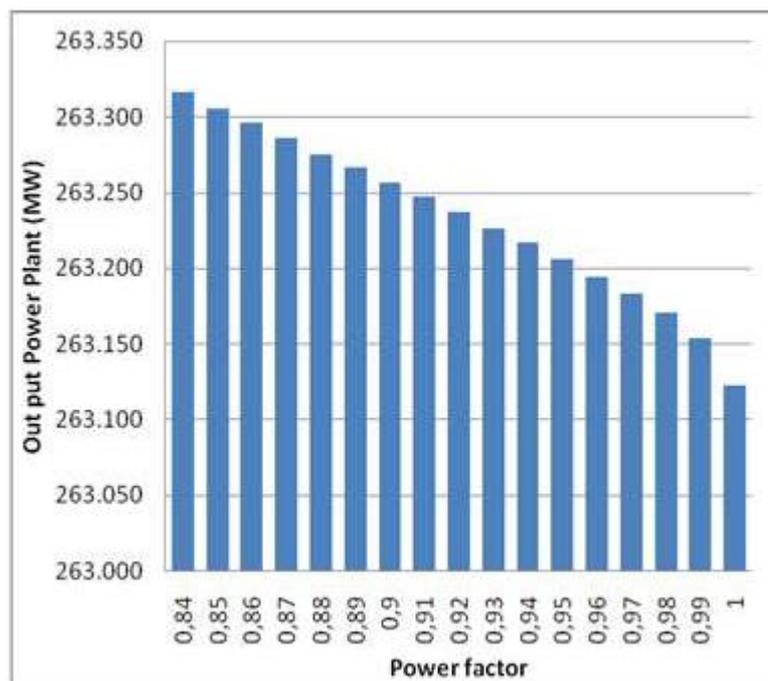
3.3.2 柴油發電廠之二氧化碳減排

-Syarifuddin Nojeng et al.

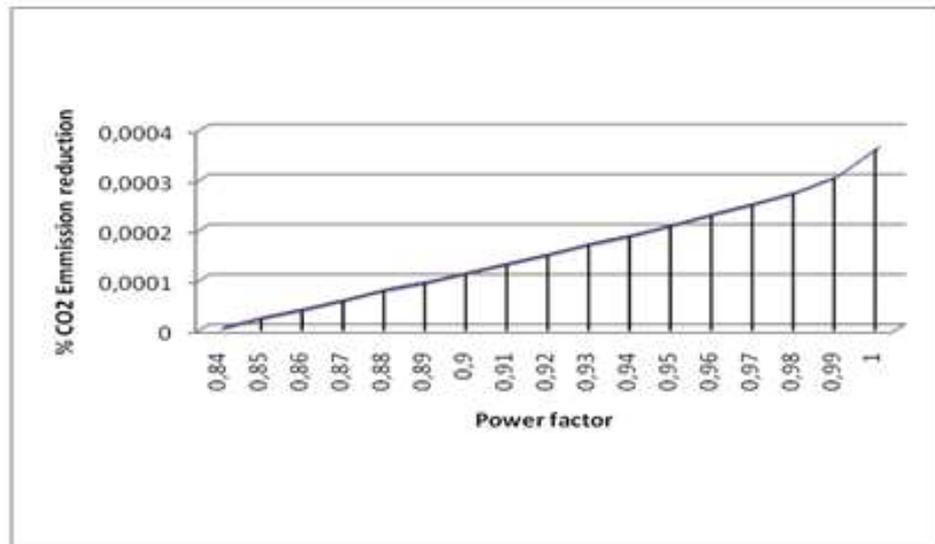
-Department of Electrical Engineering-Universitas Muslim Indonesia

本研究利用改善功率因數以減少柴油發電廠的 CO₂ 排放量，研究功率因數及柴油引擎 CO₂ 排放量的關係，其使用修改後 IEEE 30-bus test system 來進行驗證，當功率因數 > 0.97 時，可明顯降低 CO₂ 排放量。

根據實驗結果，在初始條件下，電力損耗最大值為 19.917 MW，輸出電力為 262.316 MW (圖三)。最大損耗率取決於功率因數，例如：當功率因數為 0.95，其電力損耗為 19.902 MW，輸出電力為 263.302 MW；當功率因數為 1，其電力損耗為 19.614 MW，輸出電力為 263.013 MW。功率因數越高，則輸出電力越少。而由功率因數與輸出電力的關係圖結果 (圖四) 得知，功率因數提升可降低 CO₂ 排放量，此實驗顯現 CO₂ 反應結果與電廠燃料投入產出特性相似，相對於 $\cos \phi < 0.97$ ，在 $\cos \phi$ 值介於 0.97~1 之間時，能使 CO₂ 減排效益更佳明顯。



圖三、功率因數與輸出電力的關係圖。功率因數 0.84~1 是可容忍的範圍。(Nojeng et al., 2017)



圖四、功率因數與 CO₂ 減排率的關係圖。(Nojeng et al., 2017)

3.3.3 3D 列印技術應用於骨骼缺損修復

-Jianping Shi et al.

-School of Mechanical Engineering, Southeast University, China;
 Jiangsu Key Laboratory of 3D Printing Equipment and
 Manufacturing, Nanjing Normal University, Nanjing

近年來 3D 列印技術發展快速，在不同領域皆扮演重要角色，在生物醫藥工業的組織工程領域具有相當潛力的應用前景。本研究旨在發展一個具有同時光交聯的擠製成型印刷技術 (extrusion printing technology)，應用於修復骨骼缺損的支架組織。利用 CT 圖像重建、Freeform 建模工具及 Boolean operations 來開發修補缺陷區域的多孔性支架模型。通過一系列參數校正實驗後，可利用客製化 3D 印刷系統直接於原位 (*in situ*) 修補缺損部位。本實驗證明相關設計及印刷製程技術可為骨骼組織工程及再生提供一個有效的解決方案。

該研究使用的 3D 列印物質主要為 HA (hyaluronic acid) hydrogel 及 alginate，將交聯的 hydrogel 與兩種溶液 (80 mM CaCl₂ and 6% w/v sodium alginate powder in the ratio of 1:1)、0.05% w/v I-2959 (Irgacure 2959) 及 10% w/v PEGDA (poly ethylene glycol diacrylate) 混合，以加入提供細胞相容的光引發環境。

本所於 104 年已嘗試利用 3D 列印技術，使用農業廢棄物 (稻稈粉) 為主要列印物質，製作環保塑膠杯及立體公仔。未來將結合本所生質材料製作技術及相關生質素材 (如：農業廢棄物)，開發高值化的綠色生質產品，可為公司增加經濟收益及達成環保應用目的 (農廢處理)。

3.3.4 利用尿素修飾的碳纖維 (carbon fiber) 吸附污染物雙酚 A

-Wei-Feng Sun et al.

-Department of Safety Health & Environment Engineering,
University of Science & Technology, Yunlin, Taiwan

雙酚 A (BPA, Bisphenol A) 是種環境激素，常用於塑料產品的製造過程，當這些產品置於鹼性或高溫環境中，容易釋放雙酚 A 而造成人體危害（影響男性生殖能力及其他危害）。碳纖維具有多孔性，近年來常被用作為良好的吸附材，本研究使用磷酸及尿素作為活化劑，修飾廢棄碳纖維以取得表面鍵結含氮官能基的碳纖維，用以吸附廢水中的雙酚 A 污染物。

此具有良好吸附活性的碳纖維製備方法如下述：

將廢棄碳纖維浸入磷酸中，然後將廢棄碳纖維與尿素依照不同重量比 (1:0.3,1:1,1:3) 進行混合，最後高溫加熱處理此廢棄碳纖維，後經過洗滌及乾燥即完成製備。根據加入的尿素重量比，經修飾廢棄碳纖維分別命名為 0.3 PUC、1 PUC 及 3 PUC，未修飾廢棄碳纖維則稱為 WCF。

由 X 射線粉末繞射 (X-ray powder diffraction) 實驗結果顯示，本研究製備之修飾碳纖維於結構中生成 $\text{N}_2\text{O}_5\text{C}_{16}$ 結晶相，證實經磷酸及尿素處理確實可改變碳纖維的晶相結構。將各種比例修飾廢棄碳纖維置於 310 K 及 320 K 溫度環境以進行雙酚 A 吸附測試，吸附結果顯示，1 PUC 在 320 K 時，具有最佳的吸附能力 (32.5 mg/g)。由等溫吸附模擬分析結果顯示，修飾廢棄碳纖維接近 Freundlich 等溫吸附模擬，最高 R_2 值為 0.993，可證明其吸附能力確有其效。

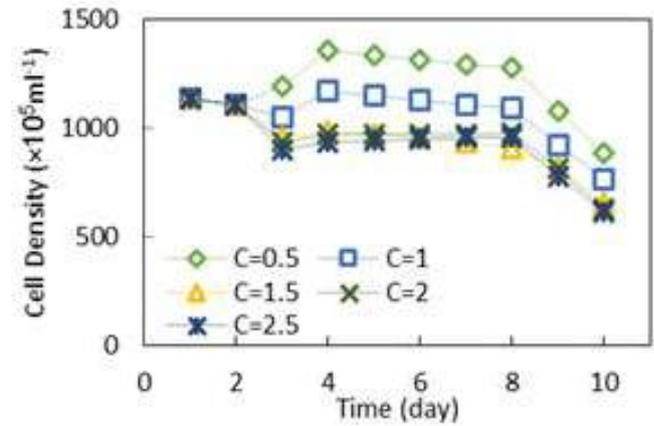
3.3.5 鹽處理對鹽生杜氏藻 (*Dunaliella Salina*) 生長及色素累積的影響

-Mahsa Yazdani and Omid Tavakoli

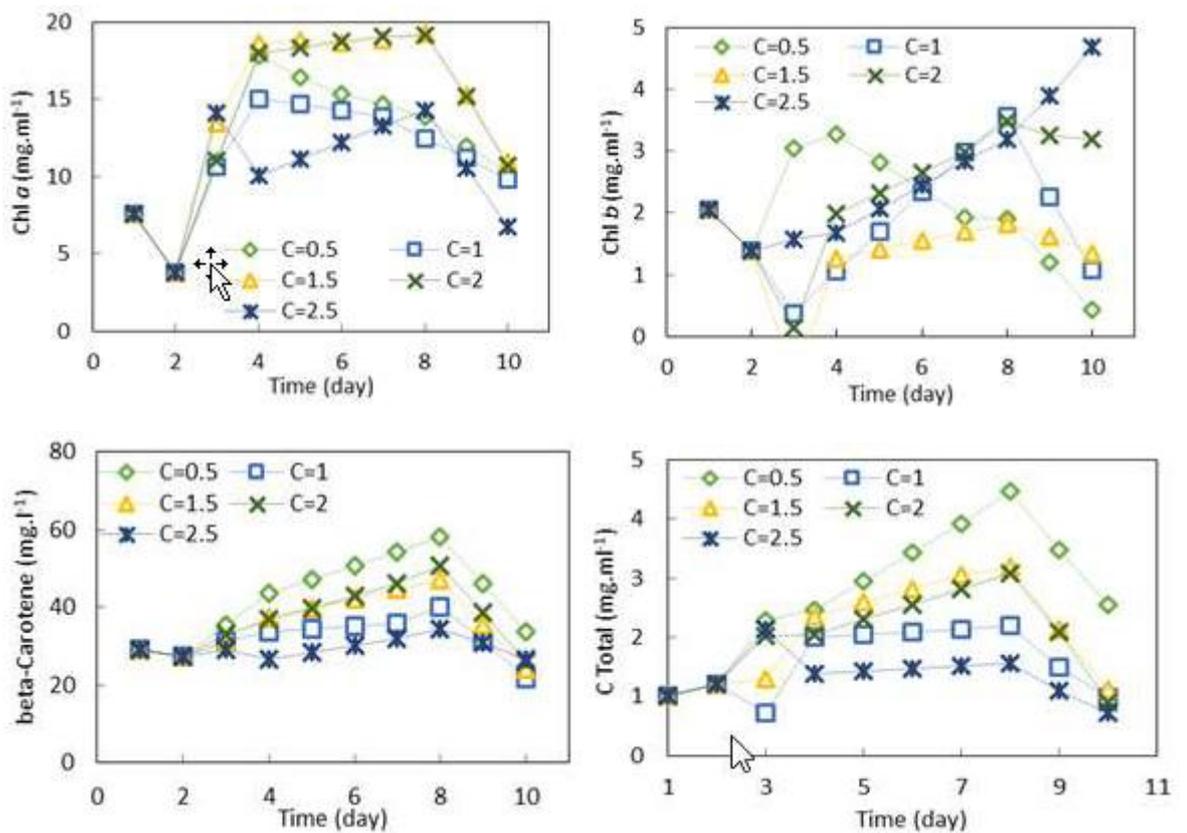
-School Chemical Engineering, College of Engineering,
University of Tehran, Tehran, Iran

鹽生杜氏藻是一種耐鹽微藻，其具有醫藥及工業應用潛力，相較於其他微藻，鹽生杜氏藻是 β -胡蘿蔔素（具高抗氧化性）的最佳商業來源。本研究利用 0.5、1、1.5、2、2.5 M NaCl 處理鹽生杜氏藻，觀察其生長及葉綠素 a 、 b 、 β -胡蘿蔔素及類胡蘿蔔素的累積產量。在生長溫度 22~25°C 之 0.5 M 鹽處理情況下（光強度為 $2.084 \text{ mW}\cdot\text{cm}^{-2}$ 、光照時間為 12-12、初始 pH 為 7.1），該藻具有最佳的細胞生長速率。雖然在 0.5 和 1 M 鹽處理下細胞生長皆有提升，但如將鹽濃度持續增加則反而會抑制細胞生長（圖五）；此外，使用 0.5 M 鹽處理可得到最高的 β -胡蘿蔔素產量（圖六）。根據本實驗結果顯示，某些濃度的鹽處理是提高鹽生杜氏藻體內色素累積量的有效途徑之一。

會中本人提出問題：是否有考量利用基因改造技術，來使鹽生杜氏藻的生長及色素累積獲得大幅度提升。Mahsa Yazdani 博士回答：依據個人觀點跟多年經驗，不同的環境及處理將導致不同的結果，基因改造技術雖然強大，但常常無法適用於各種環境及不同處理；所以建議應篩選當地藻種（如本研究使用藻種即篩選自該國本土），該藻種早已適應當地環境，爾後再施以不同處理（如本研究的鹽處理，而非破壞性的基因改造），以尋求藻種最佳的生長條件及最高的色素累積生產量。



圖五、鹽處理之細胞密度。(Yazdani and Tavakoli, 2017)



圖六、鹽處理之各色素累積量。(Yazdani and Tavakoli, 2017)

3.3.6 利用碳化菠蘿蜜木鋸屑作為吸附劑去除水溶液之重金屬

-Tintin Mutiara et al.

-Department of Chemical Engineering, Islamic University of Indonesia, Indonesia

印尼的鋸木廠工業廢棄物產量約為 50~60%，其中 15~20%為木頭粉末，目前尚未進行開發及利用。本研究旨在探究碳化菠蘿蜜木鋸屑的特性，並開發其作為水溶液中重金屬吸附劑。利用吸附實驗來測定碳化菠蘿蜜木鋸屑的金屬吸附能力，碳化菠蘿蜜木鋸屑對於亞甲藍及 FeSO_4 的吸附具有類似作用。碳化過程中較低加熱速率可提升碳化菠蘿蜜木鋸屑的金屬吸附量。

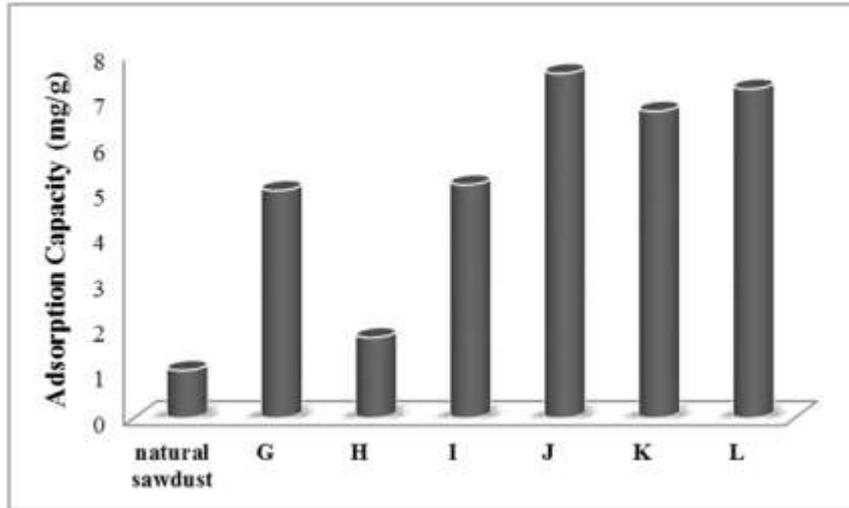
碳化菠蘿蜜木鋸屑的製備方法如下：

將菠蘿蜜木鋸屑以 80 mesh 篩網進行過篩，再用流水清洗以除去塵土，繼而於 80 °C 乾燥。爾後以管式爐進行碳化，碳化進行包含各種溫度、加熱速率及氧化氣體（表二）。期間利用氮氣流輸送以防止碳化菠蘿蜜木鋸屑產生燃燒現象。待到達預定溫度後，持續處理 1 小時後關閉爐子，待碳化材料自然冷卻後即完成製備。

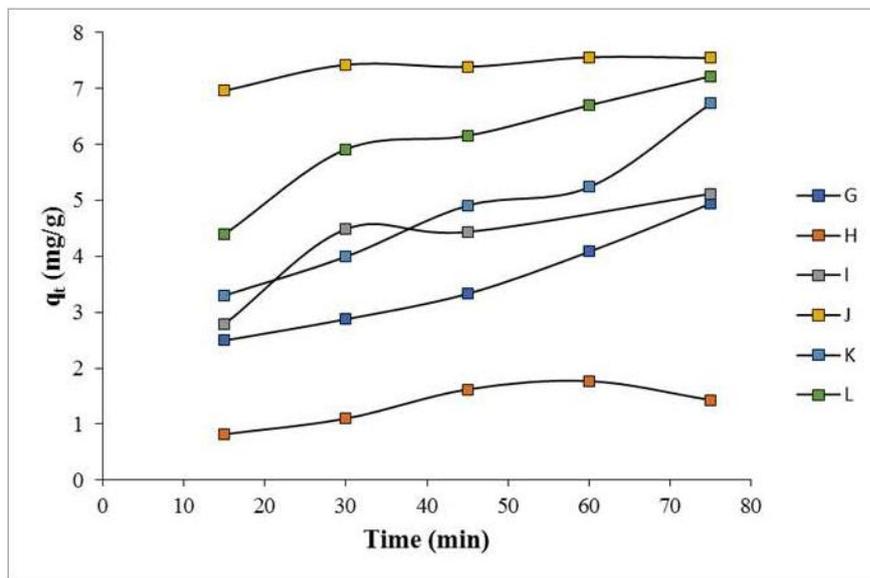
相較於未碳化菠蘿蜜木鋸屑，碳化菠蘿蜜木鋸屑具有較佳的亞鐵離子吸附能力（圖七）。就不同碳化菠蘿蜜木鋸屑而言，樣品 J 呈現最佳的金屬吸附量，其次為樣品 L 及 K（圖八），而它們皆為碳化作用使用水氣作為氧化氣體所製備而得的碳化菠蘿蜜木鋸屑，相較於 CO_2 ，水氣為較佳的氧化氣體。而較低的加熱速率所製得的碳化菠蘿蜜木鋸屑（J）具有最佳的吸附能力，此結論於利用 CO_2 作為氧化氣體所製備而得的碳化菠蘿蜜木鋸屑（樣品 G、H、I）也適用，此結果可能原因是在碳化過程中，較高的加熱速率將導致部分揮發物沉積而堵塞微孔。此外，不論浸泡時間長短，碳化菠蘿蜜木鋸屑（J）的吸附量皆相似，無明顯差異。碳化菠蘿蜜木鋸屑對亞甲藍染劑吸附能力以樣品 L 最佳（圖九），此結果顯示碳化菠蘿蜜木鋸屑對亞甲藍染劑的吸附趨勢與亞鐵離子一致。

表二、碳化過程操作簡表。(Mutiara et al., 2017)

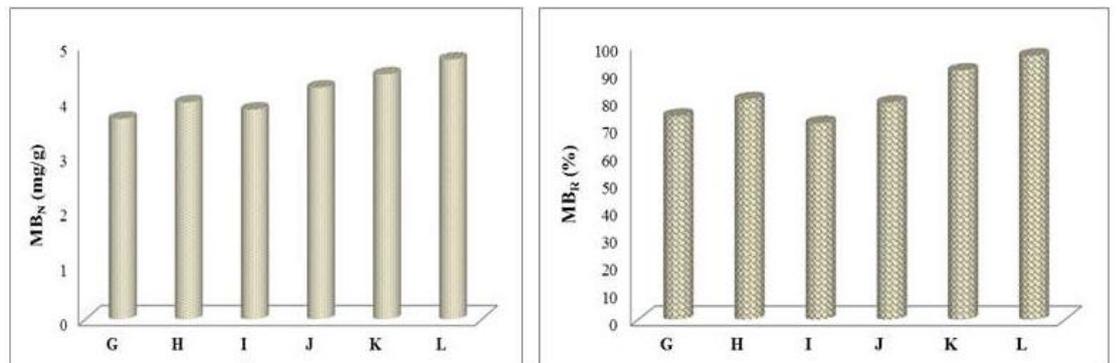
Sample	Heating rate (°C/min)	Oxidizing gas	Temperature (°C)
G	2	CO_2	700
H	4	CO_2	700
I	6	CO_2	700
J	2	H_2O	700
K	4	H_2O	700
L	6	H_2O	700



圖七、碳化及未碳化菠蘿蜜木鋸屑於 20 ppm FeSO₄ 溶液中的金屬吸附結果。(Mutiara et al., 2017)



圖八、浸泡時間與亞鐵離子吸附量之關係圖 (20 ppm FeSO₄ 溶液)。(Mutiara et al., 2017)



圖九、碳化菠蘿蜜木鋸屑對亞甲藍的吸附結果。(Mutiara et al., 2017)

4. 心得及建議

本次參加第五屆國際生物工程與自然科學研討會，於會中與各國學者及工程師進行交流（特別討論生質燃料相關發展近況，回國後收集相關資訊詳細整理），茲將與會心得及建議整理如下。

在2013年，關於第一代生質酒精產業，在美國主要以玉米為料源，共有210家生質酒精工廠，年產能總計56 billion litres，但實際運作則為192家工廠，其年產能總計53 billion litres；在巴西則以甘蔗料源為主，共計有367家生質酒精工廠運作；此外在澳洲、非洲等地也有利用其他料源的生質酒精工廠，如利用小麥澱粉、紅高粱、糖蜜、木薯等，但產量較小。關於第二代生質酒精（纖維酒精）產業資訊，截至2016年底，美國已有3家商業規模纖維酒精工廠，義大利有1家，巴西則有IOGEN的商業規模纖維酒精工廠計畫在執行，而德國則有麥稈酒精工廠。但相較於第一代生質酒精，第二代生質酒精產量仍少。目前各知名纖維酒精廠的運轉產能等級大多屬於示範規模，雖已有商業規模工廠出現，然IEA與歐盟皆評估要進入實質商轉量產仍須待2020年以後。

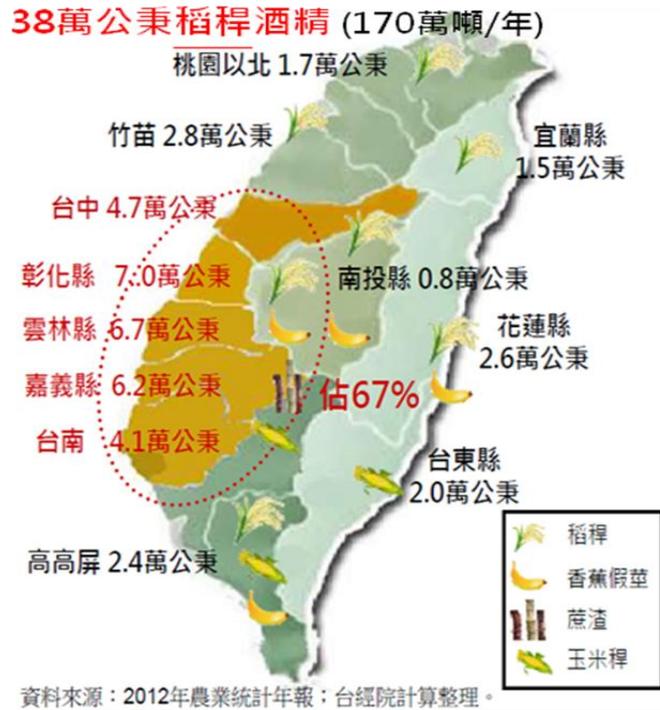
纖維酒精經過多年來的努力及發展，許多難題已逐漸改善，如：料源規劃收集及運輸、粉碎設備精進、纖維前處理效率提升、酸或鹼液前處理支出下降、水解酵素成本及使用量降低、五、六碳醣共醱酵酒精菌種效能提升等。因此，纖維酒精生產成本已從2001年的US\$9.16/gal下降至2012年的US\$2.15/gal，然相較於第一代生質酒精，第二代生質酒精產業仍未成熟，纖維酒精產量仍佔少數。上述所提已建置的商業規模纖維酒精工廠，以4座工廠作為範例，此4座工廠分屬4家公司（分別為Beta renewables、POET-DSM Advanced Biofuels、Abengoa及DuPont），纖維料源主要有：稻稈、麥稈、蘆竹、玉米纖維廢棄物、高粱殘株、野草等。而纖維料源的前處理方式則以水熱、稀酸、氨等搭配蒸氣爆裂為主，操作條件偏向高溫高壓。醱酵製程以生化製程為主，主要為SSCF及SHCF，也就是酵素水解與醱酵作用依序進行或同時進行，而4座工廠醱酵技術有一共同點，皆進行5、6碳糖共醱酵製程，此4座工廠目標產能為每年生產2,000~3,000萬加侖纖維酒精。從美國的角度來看，發展纖維酒精除了是利用再生生質能源注重環保（減碳）、有助農業發展（振興農村經濟，提升就業機會）及工業發展外，最重要的是開發自主能源（for energy security），以作為自給自足及戰備能源。

雖然美國已有成功案例產生，但回過頭來檢視台灣相關生質燃料發展，現今台灣液態生質燃料政策仍不明確（全面B2政策暫停、全面E3政策研議）。對比台灣的生質柴油產業，雖然生質柴油產業已成熟，但仍因許多因素（如：法令、政治、民情等）而導致台灣液態燃料之全面B2政策暫停（由B2退回B0，即柴油不含生質來源的柴油），更遑論要在台灣推行生質酒精燃料政策。此外，台灣是否適合作為一個可生產生質酒精的國家？目前台灣生質酒精的推動概況，政府在生質酒精政策上，自2007年開始推動綠色公務車計畫，至2009年的北高都會區E3示範運行，並希望在2018年達至全面E3的政策（目前研議中）。就需求量來看，全面E3時的生質酒精年

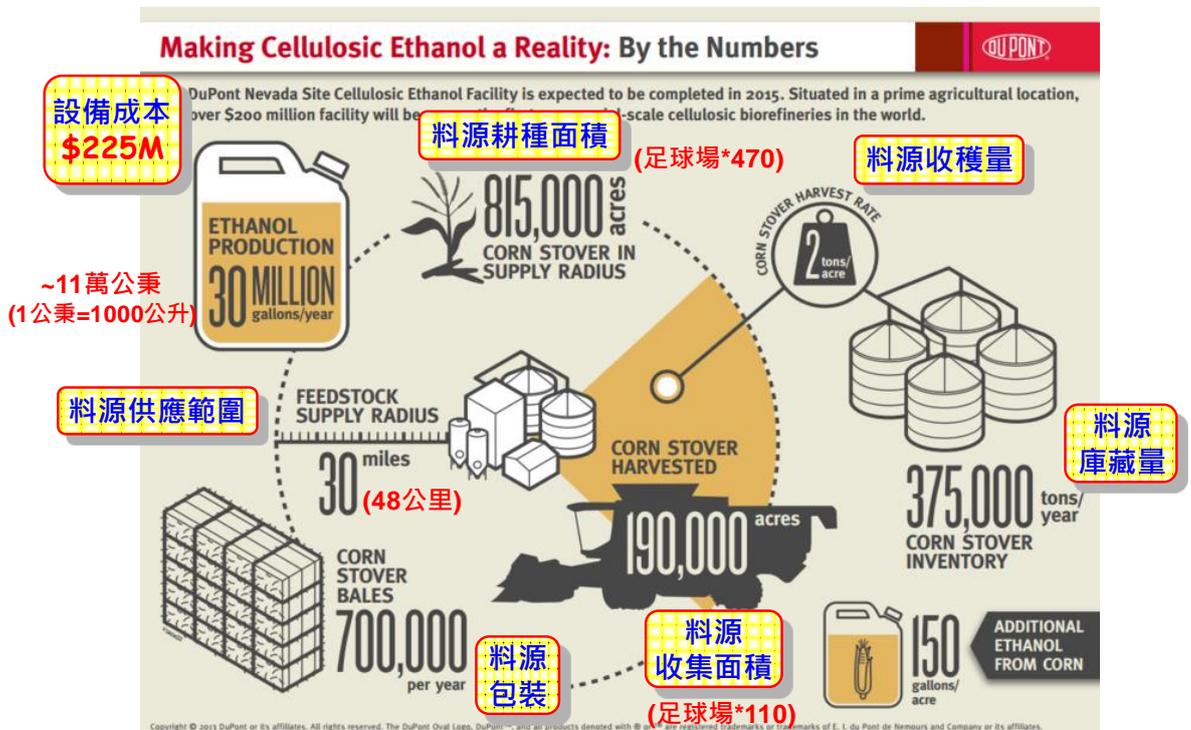
需求量會達到30萬公秉。但是回歸到台灣市場現況，目前生質酒精仍以進口為主，在2012年的使用量僅達210公秉，就台灣生質酒精產業鏈來看，在產業鏈上游方面，缺乏大宗料源、料源集運成本偏高並缺乏大規模集運的經驗與技術；在產業鏈中游方面，缺乏生產工廠（雖已有核能研究所建置較大規模的纖維酒精生產製程）；在產業鏈下游方面，由於E3政策執行問題，因此尚未有明確的終端用戶。目前政府於酒精燃料的政策仍不明朗，這些都使台灣的生質酒精燃料發展蒙上一層陰影。

此外，回歸到最基本的纖維酒精料源供應問題，就台灣本土主要農業廢棄物的纖維酒精產能來看，以最大宗的稻稈為例，台灣一年可產生170萬噸稻稈，其可產生約38萬公秉稻稈酒精，足以應付E3政策所需的30萬公秉生質酒精。稻稈分佈遍及台灣（非一處，圖十），考量稻稈料源的分佈與集運問題，假設要設置工廠，工廠最佳地點將位於台灣中部，主要座落在彰化、雲林及嘉義一帶。然而，藉由美國愛荷華州的杜邦公司商業化規模纖維酒精工廠作為一個纖維酒精在台生產發展之探討實例（圖十一），在此實例中，該工廠的設備成本投資為225百萬美元，其纖維料源供應範圍須位在工廠半徑30英哩處（約半徑48公里）才具有經濟效益；依據該工廠的酒精年產能設定（30 million gallons），須使用玉米耕種面積達81萬5千英畝（~3300平方公里，相當於470個標準足球場）；而玉米稈的年收穫量每英畝須達2噸；料源庫藏量每年達37萬5千噸，換算這些纖維料源之總收集面積達19萬英畝；此外，還須將此些料源進行包裝，而每年須進行70萬包玉米稈的捆包作業。由以上資訊可知，纖維酒精生產工廠的纖維料源集運是發展纖維酒精產業一個極為重要的關鍵點，而杜邦公司在此料源議題上，已研究著墨多年。由此些資訊作為基準來評估台灣生產纖維酒精的可行性，台灣農業屬於精緻農業，農產品分散全台各地且產量小（相對於美國農業），考量工廠廠址問題，其纖維料源供應範圍須位在工廠半徑30英哩處，超過則無經濟效益；此外，所需的耕種面積高達81萬5千英畝（以玉米稈為例），這些條件皆符合的是美國農業特色，因此美國才得以順利發展及建置纖維酒精生產工廠。回歸台灣，台灣農業相關條件皆不符合生產需求，共遑論要建置一個具經濟效益、擁有商業競爭力的纖維酒精工廠。因此，就纖維酒精生產而言，在台灣進行工廠建置及酒精生產並不可行，如欲跨入該產業，勢必要往外尋求他國合作及另覓生產基地。

■ 主要農殘之纖維酒精潛能



圖十、台灣主要農殘之纖維酒精潛能（修改自台經院簡報資料）。



圖十一、杜邦公司商業化規模纖維酒精工廠之纖維酒精生產資訊（原始資料：杜邦公司網站）。

總和來說，目前生質燃料發展趨勢主要有幾個面向值得關注，(1)以糖類料源生產生質燃料（如：酒精、丁醇）作為車用燃料並不符合經濟效益：放眼未來，許多公司將發展各式纖維料源及廢棄物，用以進行醱酵生產相關生質燃料及生質化學品，預計可大幅降低生質燃料的生產成本，然前提是纖維料源及廢棄物的處理技術需有大幅度進步，以適合作為相關菌種的醱酵原料。(2)生質精煉廠概念：考量生質燃料生產工廠設立策略及製程技術問題，工廠設立須能符合當地燃料需求、運輸成本考量及相關設備硬體建造與利用的經濟效益。例如目前許多生質丁醇公司於生產工廠設置的策略，是充分利用現有酒精製造設備進行改造來生產生質丁醇。由工廠設立策略及製程技術的進步，搭配串聯既有硬體設備以進行整個生產廠區的系統規劃，期望能達到精進的生質精煉廠概念，如此才可能建置一個可以獲利的生產工廠。(3)生質酒精、丁醇不一定非得作為液態能源來使用：可將丁醇（或丙酮）當作building block來轉化生產其他化學品（例如：1-butene、propylene、pentanol等），直接進入既有的煉油及石化工業鏈中，提供非石油來源的另一選擇，增加丁醇的價值及應用以降低生產成本。但前提是生產成本要能與石化製程競爭。(4)技術層面外，市場策略及營運模式佔有絕大影響：實例如Gevo公司獲得Cargill公司（世界最大農產品加工公司）唯一授權，發展利用纖維生質料源醱酵轉變成異丁醇的技術。策略及因素皆須考量公司本身及合作夥伴的未來發展定位，並擬定最佳的發展策略及市場取向，來使該公司於相關產業具有發展潛力及競爭力。(5)政府政策及相關產業的影響：舉生質酒精及生質丁醇於液態燃料發展為例，添加100%丁醇當作液態燃料並不需改造車輛，這一論點主要是由生質丁醇的擁護者所提出；然而，目前能佐證的相關試驗有限，且尚未有車輛製造商願為此論點背書。目前美國環保署現行規範是一般車輛最高可使用含有11.5% (v/v) 生質丁醇的汽油。除了製程技術與後勤問題之外，生質丁醇與生質酒精產業相互競爭也是個難題，雖然已有部分生質酒精製造商投入生質丁醇的發展，但相對地，其他資本有限的生質酒精廠商則不願意投入，甚至會杯葛、阻擋這項分食液態生質燃料市場的產品，或許最後需要政府政策的介入，才能平息兩生質燃料產業間的衝突。所以，政府政策的相關決斷，將嚴重影響著生質燃料產業的未來。

5. 具體成效

本次出國案具體成效包含：

- ✓ 一篇國際會議論文發表（整理於章節3）
- ✓ 國際間生物工程最新發展資訊取得（整理於章節3）
- ✓ 與會專家生質燃料發展近況討論（整理於章節4）

6. 參考資料

- (1) Renewables 2015 Global Status Report, REN21
- (2) Advanced Ethanol Council (2012)
- (3) F.O.Licht (2013)
- (4) 各生質酒精生產公司網站
- (5) 生質酒精產業動態與我國發展潛力, 台經院 (2013)