

出國報告（出國類別：開會）

2012 全國尖端生質燃料研討會與博覽會

服務機關：台灣中油股份有限公司

姓名職稱：吳韋慶、詹政訓 企劃控制師

派赴國家：美國

出國期間：101年11月26日~101年12月1日

報告日期：102年2月18日

摘要

「2012 全國尖端生質燃料研討會」(2012 National advanced biofuels conference & Expo) 於美國德州休士頓舉辦，主軸為新一代生質燃料與化學品之生產技術，討論議題涵蓋美國生質燃料相關政策、技術發展方向、原物料供應鏈等。

2005 年美國開始執行「能源政策法」(The Energy Policy Act of 2005)，並首度正式規範「再生燃料使用標準」(Renewable Fuel Standard, RFS)，並明文載明未來數年的再生燃料的使用目標。其後根據執行狀況與現實環境，於 2007 年提出「能源自主與安全法」(Energy Independence and Security Act, EISA)，並加入溫室氣體排放量標準，據以提出再生燃料標準第二版(Renewable Fuel Standard II, RFS2)，規劃於 2022 年前達到年度使用 360 億加侖生質燃料之目標，從會議內容中可發現其政策影響力的廣大。會議中亦分別介紹相關技術、產品及商業化進程，並請相關企業進行簡報或分享經驗，如：Sorghum Checkoff 公司的高粱酒精製造之完整循環、KiOR 公司的纖維素酒精、HiMark BioGas 的食用廢棄物轉製生質氣與液態燃料及 Proesa 公司的生質化學品製造，同時亦有部分公司藉此機會尋求策略投資者，本公司或可藉類似機會，取得潛力技術或合作機會。

預期生質能產業未來仍有足夠的潛在機會吸引更多新的企業加入或是現有企業的擴大投資，但同時處處亦伏藏可能的危機，建議本公司可配合政府政策，應用政策中有益於本公司之配套措施，利用綠能研究所、新材料試量產與認證中心等現有之資源，集中國內能量，加速商業化進展，並從中尋找策略合作之機會；善用既有之產業熟悉度與技術知識等優勢，利用產銷一元化之效益，優先選擇生產可自用之生質能產品(如：添加於汽油之生質酒精、生質柴油等)，再據以延伸發揮，逐步提高公司自有能源比率，拓展公司現有之營業範疇，以實現「成為具競爭力之綜合性國際能源集團」之願景。

目次

壹、 目的：	2
貳、 過程：	2
參、 會議內容重點摘要	3
一、 美國再生燃料政策與規範介紹	3
二、 各公司相關生質技術介紹	5
Sorghum Checkoff公司	6
KiOR公司	6
HiMark BioGas公司	7
Proesa公司	8
三、 展望	5
肆、 心得及建議：	11

壹、目的：

本次係赴美國德州休士頓參加 2012 全國尖端生質燃料研討會與博覽會 (2012 National Advanced Biofuels Conference & Expo)。其主題為新一代燃料與化學品(Next Generation Fuels & Chemicals)，由來自民間、研究機構之演講者針對「推廣第 1 代生質燃料所面臨之困難」、「如何推動第 2 代生質燃料」、「生質料源如何替代石油化學品」、「政策對推動生質燃料事業之影響」、「發展生質燃料之財務策略」、「原料供應鏈的維持」、「如何以現有設備生產第 2 代生質燃料」等議題，提出看法、建議及相關技術研討。

在國際能源市場邁入高價格時代，加上全球環境保護意識的抬頭，各種類的替代能源研究蓬勃發展，而生質燃料即是其中不可忽視的能源項目之一，世界各國莫不視為關注焦點，而美國為本產業的領頭羊之一。因此，希望透過參與此會議更加瞭解美國產官學研各界對生質燃料之政策、企業遭遇問題及相關科技的發展程度與方向，以做為未來公司在相關方面策略與研究方向規劃的參考。

貳、過程：

「2012 尖端生質燃料研討與博覽會(2012 National Advanced Biofuels Conference & Expo)」於 101 年 11 月 27 至 29 日由國際生質燃料協會(BBI)舉辦，假美國休士頓 Hilton 飯店舉辦，發表者來自產業界、學術界、管理顧問公司等，範疇則包含生質燃料生產方式、原物料供應鏈、資金流及市場策略等方面。

參與企業



圖 1.參與企業名單



參、會議內容重點摘要

一、美國再生燃料政策與規範介紹

全球正面臨能源價格波動、石油資源有限之危機與環保減汙減碳趨勢，各國皆持續研究各種替代或可再生能源並積極尋求突破，生質燃料即是眾所矚目的重點之一，而美國更是此領域的佼佼者，不論是科技研發或法令制訂等方面，都是世界各國的重要參考指標。美國於 2005 年開始推行之「能源政策法」(The Energy Policy Act of 2005)，並明文規定其環保署(EPA, Environmental Protection Agency)為主管機關，且首度以法令正式規範「再生燃料使用標準」(Renewable Fuel Standard, RFS)，強制在美國本土銷售之運輸燃料用油得依時程與規範持續增加生質燃料摻配比例，於 2012 年達到該年度使用 78 億加侖的再生燃料的目標，同時提供優惠貸款與補貼，以鼓勵民間投入相關研究或設廠。EPA 對再生燃料有嚴謹且詳細的定義，其係指由生質原料(Biomass)產製之液態、氣態燃料或電能，以與化石系燃料為對比(Renewable fuels include liquid and gaseous fuels and electricity derived from renewable biomass energy sources, as opposed to fossil fuels.)，台灣較常以「生質燃料」統稱，故後文以生質燃料稱之。

其後，美國政府進一步考慮生質燃料料源對糧食作物造成的排擠效應、減排溫室氣體趨勢等，2007 年提出「能源自主與安全法」(Energy Independence and Security Act, EISA)，加入溫室氣體排放量標準，依據官方之生命週期溫室氣體排放基準量^(註)(Baseline Lifecycle Greenhouse Gas Emissions, GHG)，提出再生燃料標準第二版(Renewable Fuel Standard II, RFS2)，除依原料來源與溫室氣體排放量兩大標準將生質燃料分成四大類別(詳如下表)，並規劃於 2022 年前達到年度使用 360 億加侖生質燃料之目標，同時輔以優惠貸款與租稅補貼的配套，鼓勵民間企業與相關機構投入發展，相關平行單位(如：能源署、農業部等)亦配合提出配套政策，加強整體政策效果。

(註)：溫室氣體排放基準量(Baseline Lifecycle Greenhouse Gas Emissions, GHG)：由美國環保署依據 2005 年所銷售之汽油或柴油(指生質燃料所取代之石化燃料)之平均溫室氣體排放量。

<p>可再生燃料(Renewable Fuel)：</p> <p>最廣泛的定義</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.由可再生生質能所製造 2.至少比溫室氣體排放基準量(GHG)少 20%
<p>先進生質燃料(Advanced Biofuel)：</p> <p>屬於可再生燃料的子集合</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.可再生燃料，除了由玉米澱粉所製造的乙醇 2.至少比溫室氣體排放基準量(GHG)少 50%
<p>纖維素生質燃料(Cellulosic Biofuel)：</p> <p>屬於先進生質燃料的子集合</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.由纖維素、半纖維素或木質素所製造之可再生燃料 2.至少比溫室氣體排放基準量(GHG)少 60%
<p>生物質柴油(Biomass-Based Diesel)：</p> <p>屬於先進生質燃料的子集合</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.任何由生物質原料製成的柴油燃料，包括生物柴油（單烷基酯）和非酯可再生柴油。 2.至少比溫室氣體排放基準量(GHG)少 50%

表 1. RFS2 生質燃料四大類別定義

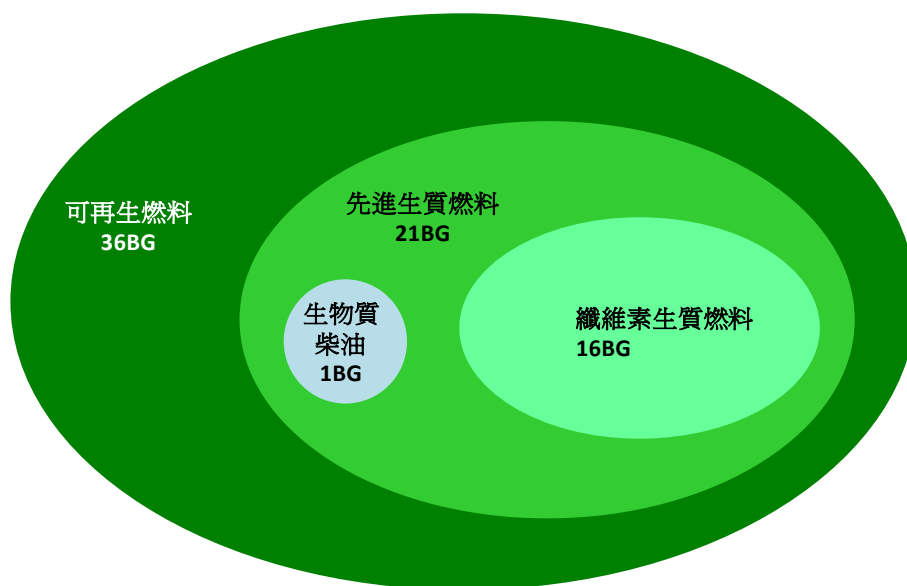


圖 2.RFS2 生質燃料四大類別示意圖, BG:十億加崙
(資料來源：Advanced Biofuels Association)

二、各公司相關生質技術介紹

傳統原油蒸餾程序，依原油產地不同進行不同程度之前處理（脫鹽、脫水、脫硫）後，進入蒸餾工場，利用沸點不同之原理，取出組成不同之產品，如乙、丙、丁烯及汽柴油等。

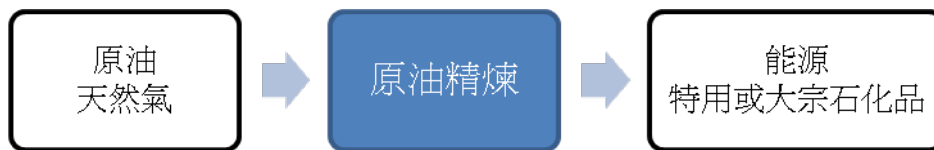


圖 3 原油精煉示意圖

對比於傳統原油煉製，近年來以生物質(biomass)為進料之生質精煉概念萌生，本會議中由各公司介紹其發展生質化學品之技術、使用現有之生質燃料工廠生產第 2 代生質燃料及化學品、增加糖分產量的方法及新一代生物精煉製程。亦討論生質精煉的原理、運作方式及限制、各式解決方案及利用現存之煉製設備改為生質精煉等議題。

生質精煉可用不同生質物進料，近年由於原油價格高漲，生質燃料技術開始受到注目，但採用之進料大多以澱粉為基質之糧食作物（如玉米、甘蔗等），因而造成糧食價漲、擠壓農地、肉價飆升等不良效應。各國研究轉向如何以非糧作物進料，進行原料前處理（酸解、熱裂）後，破壞酵素不易分解之纖維素、半纖維素及木質素等長鏈交錯結構後，再以酵素醱酵產生生質酒精及化學品，後以蒸餾分離。



圖 4.生質精煉示意圖

生物精煉產品彈性較原油精煉高，可依原料、產品之市行情調整生產策略，且除了生質酒精外，亦同產高價值副產品。如以油麻菜籽進料可得菜籽多酚、菜籽蛋白等保健食物之原料。以海藻產油可得副產品 Omega-3 不飽和脂肪酸。實

際商業運作上，更有公司轉型專賣保健食品原料。

美國同樣面臨其生質燃料發展與人畜爭食之爭議，因此此次會議可看出各公司發展方針紛轉向利用纖維素、木質素或廚餘(含固、液態廢棄物)等進料，以降低對環境之衝擊。

廠商開始發展第 2 代生質燃料技術，以纖維素、木質素進料，原料經採集、貯積、破碎、前處理及水解生成 C₅、C₆ 糖，再經發酵產製酒精。值得一提的是，因植物含堅固的細胞壁(木質素)，不易破壞，傳統用酸鹼破壞，但伴隨之大量廢水極不易處理，因此也有廠商提出蒸汽前處理之技術。

Sorghum Checkoff 公司

Sorghum Checkoff 公司因甜高粱之耐旱、易生長(據其資料，一英畝可產 72.2 噸)之特性，大量種植甜高粱(Sweet Sorghum)並抽取莖內糖份發酵成生質乙醇，並將餘下之根莖破碎，製成飼料、生產纖維素酒精或依 RFS2 之標準製成粒徑尺寸均一之粒狀燃料用以發電，燃燒後之灰份並可送回田地作為肥料。高粱具抗旱性強(灌溉所需水分為玉米的一半)、種植容易等優點。我國多用高粱製酒，但或可考慮將剩餘殘渣作相關利用。

KiOR 公司

KiOR 公司主要推動纖維素酒精之製程，分為兩步驟，第一步驟利用各種非糧作物(森林餘物如木屑、鋸木粉；農業餘物如玉米葉、甘蔗渣；能源作物如芒草、柳枝稷)經其專利生質流體觸媒裂解(BFCC)成為生質原油(穩定、無腐蝕性、低硫份、產率超過 90%)，第二步驟利用蒸餾設備自生質原油分離出纖維素汽油及柴油，可直接摻配至一般汽柴油使用。該公司宣稱其生質汽柴油性能幾與由化石原油提煉之汽柴油相同，且具備財務調度之彈性，可依原料產量調整生產策略，使原料價格波動降至最低。同時，與其他技術相比，生產過程中溫室氣體排放量更低，約為傳統汽油生產程序的 16%。該公司於密西西比州哥倫布郡之工廠，日消耗 500 噸生質原料，每年約可生產 11 百萬加崙之汽油，鑑於此成功之商業經驗，該公司更於 Natchez 郡設立 3 倍於前廠規模之工廠，已於 2012 年底投產。



圖 5.KiOR 公司流程圖(來源：KiOR 宣傳手冊)

HiMark BioGas 公司

除以植物作為生質酒精原料外，本次會議 HiMark BioGas 公司以有機廢棄物(如廚餘、屠宰廢棄物)經其專利厭氧醱酵技術(IMUSTM)生產生質氣(BioGas,以甲烷為主)用以發電。其技術之特點在於進料可為固液混合物，經 1、2、3 級醱酵後生產生質氣及生質產品，另外透過其 Clean Slate 專利技術，可於醱酵過程中同步移除無法醱酵之原料，節約操作成本，此程序亦可與生質精煉系統結合，生產生質酒精。

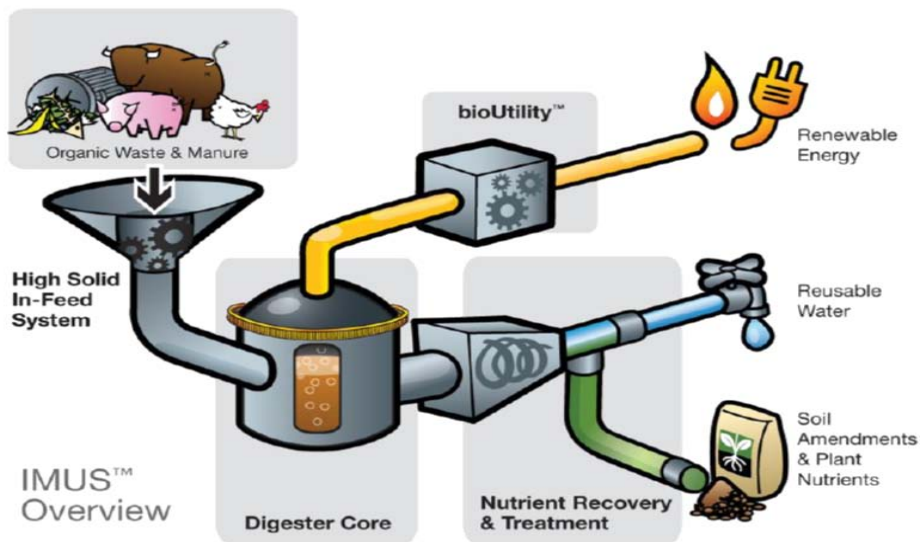


圖 6.HiMark Biogas 公司流程圖

(來源：2012National Advanced Biofuels conference and Expo 簡報)

另一獲本會議重視之標的為微藻產油技術，因其具有幾項優點：(1)幾乎不受氣候之影響、(2)生長時吸收大氣中之二氧化碳，可有效減碳、(3)可用不利耕

作之農地養藻、(4)特定藻種可同時用於處理廢污水，若可獲得政府政策、稅制支持，發展「立即可用」(drop-in)之燃料技術將指日可待。

除穩定燃料之供需外，本會議另一焦點是生質化學品生產技術，因現代人對石化衍生品需求太大，若缺乏石化原料，人類文明恐停滯。

利用生物質生產化學品其可利用澱粉(starch)、半纖維素(hemicellulose)、纖維素(cellulose)、木質素(lignin)製成不同糖類(含葡萄糖(glucose)、果糖(fructose)、木糖(xylose)、阿拉伯糖(arabinose)、乳糖(lactose)、蔗糖(sucrose))後再透過不同

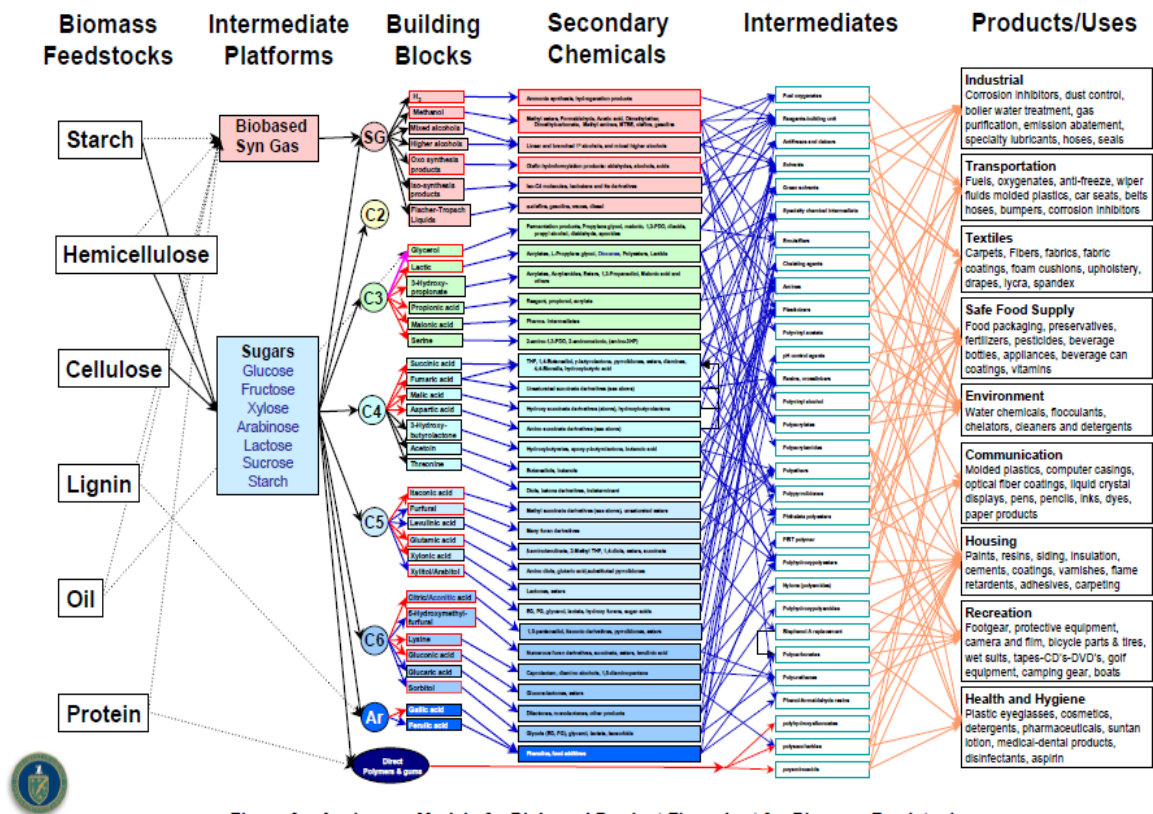


Figure 3 – Analogous Model of a Biobased Product Flow-chart for Biomass Feedstocks

圖 7.生質化學品關聯圖

(來源：DOE’s Top Value-Added Chemicals from Biomass; Werypy and Petersen 2004)

製程生產合成氣、C₂~C₆ 化學品或芳香族化合物，再行後續加工。

Proesa 公司

Proesa 公司提出多產品之生產平台，其纖維素-糖轉化技術，依據進料不同採行前處理(蒸汽熱裂解)、醱酵水解反應後，再透過蒸餾分離生產生質燃料(生質乙醇、生質航燃、丁醇、海軍用柴油等...)、生質化學品(1,4 丁二醇、丙烯酸、己二酸、丁二酸等)及木質素基化學品(酚、二甲苯等...)。其商業化量產工廠設於義大利，於 2012 年第 4 季正式運轉，以稻稈為原料，初期運轉規模為年產 4 萬

乙醇，並逐漸調節自年產 6 萬公噸。

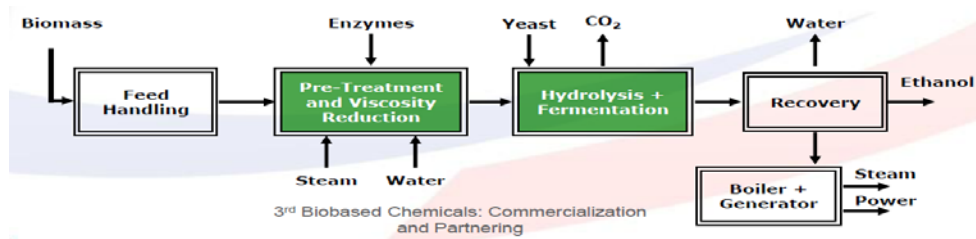


圖 8 Proesa 專利技術流程圖

(來源：2012National Advanced Biofuels conference and Expo 簡報)

除研討會外，主辦單位亦規劃商展供廠商展示其技術及產品，本次約有 10 家左右廠商參展，除提供不同生質燃料之解決方案外，亦提供其他工程設計及服務。



圖 9.參展廠商照片

(來源：大會網站)

三、展望

高原油價格時代的來臨，使得原油相關衍生品價格也連帶走揚，因世界對石油資源耗盡之擔憂，驅動政府及民間企業努力尋求相對低價的替代品，此風潮也大大影響生質能的發展，未來預料亦是如此。而不管任何市場皆為供需之間的關係，因此分為替代面、需求面、供給面來討論，分析如下：

1. 替代面

- (1) 原油的價格：國內外大多數專業市場研究機構認為原油價格將持平或緩步走揚，因此將維持政府與廠商投入生質燃料技術研發之誘因。
- (2) 天然氣的價格：特別是美國頁岩氣的發展，讓美國的天然氣價格屢創

新低，而以天然氣為進料的化學品或是燃料，勢必以相對低成本對生質能發展與市場造成衝擊，如：以天然氣為進料生產的乙炔，勢必加高生質能製造乙炔的市場生產成本門檻；使用天然氣為燃料的交通工具，亦可能間接對生質燃料市場造成影響。

2.需求面

- (1)美國政府的政策目標：政府政策對新興產業影響力無庸置疑，雖然 RFS2 已經公告執行了相當時間，但利益相關或衝突團體仍積極遊說各級政府與民意機關。如 2012 年美國議會曾要求撤銷 RFS2，但遭環保署駁回即為一例，但未來政策方向變數仍多，需持續密切關注。
- (2)終端產品的需求與價格：其終端市場收購價格愈高，愈能增加廠商投資意願，但不同終端應用，相同原料需求時，亦可能造成排擠效果。

3.供應面

- (1)隨技術發展，可用生質原料的種類越來越多樣，以及可互相替代性也越來越高，有助於供應穩定與降低企業風險。
- (2)原料是否能夠足量與穩定的供應，特別是極端天候可能造成的影響與自然環境的限制，有時是政府考量與食爭地的政策影響。
- (3)原料萃取、轉化率或是產品生產效率之上、中、下游相關科技發展。

綜合以上，顯示現在的生質能產業仍是一個新興產業，潛在的機會足以吸引更多新的企業加入或是現有企業的擴大投資，但同時處處亦伏藏可能的危機，會中更再再的提到要注意政府政策的方向改變，可能加大產業中的競爭難度，企業仍需審慎的評估投資方向與隨時注意市場上的變化，進而調整策略，以求能占得生質產業中的關鍵位置。

肆、心得及建議：

一個新興產業草創初期，因不確定因素多，各界容易抱持觀望態度，此階段政府扮演的角色相形重要，若政府能提出明確發展方向，可有效帶動民間投入，加速產業的進展，更有機會在競爭激烈的全球市場率先攻下灘頭堡。美國就是一個極佳的範例，特別值得一提的是美國政府的效率與配套相當完善，方向非常明確，不同單位間亦能互相配合支持，且美國能源市場價格並未受到管制，能夠充分反應其成本，在各界的方向皆一致時，更容易讓其政策措施產生 1+1>2 的效果。反觀我國，縱然政府一再宣示發展替代能源的重要性，同時卻長期補貼油、電價格，使得國內購買能源價格比國際平均成本低上許多，大大的降低民間投入研發的誘因，也降低政府政策的執行效果，非常的令人惋惜，而本公司為國營事業，應透過合宜之機會反應經營時所遭遇之困境，協助政府在政策方面達通盤考量之效，同時也能對公司經營有所助益。

隨原油價格持續攀高與不具再生性，加上永續概念興起與環保意識抬頭，使得全球開始迫切尋求可能之替代能源，而具可再生性與相對低碳特性之生質燃料勢必成為未來主要能源之一，本公司自然不可缺席，同時發展生質燃料亦有助於提高本公司自有能源比率，增進我國能源安全。在發展策略上，生質燃料已列為我國政府所推動「綠能產業旭升方案」六大新興產業之一，本公司可尋求政策中有益於本公司之配套措施，並利用現有研究所資源投入研發；另國內產、官、學各界亦有不少單位係從事生質燃料等相關研究，本公司可提供綠能科技研究所做為其研究之整合平台；利用新材料試量產及認證中心，提供技術合作與試量產服務，集中國內能量，加速商業化進展，並從中尋找策略合作之機會，協助公司拓展現有之營業範疇，逐步實現「成為具競爭力之綜合性國際能源集團」之願景。

研發方向上，考量到部分企業可能對生質能產品之供應量大小、穩定度、品質等尚有疑慮，以及產品銷售、投資成本、運輸成本等因素，並充分利用既有相關知識之利基與產銷一元化之效益，建議本公司可優先選擇生產可自用之生質能產品(如：添加於汽油之生質酒精、生質柴油等)，將其相關技術列為優先目標，待累積相關經驗後，再據以做為技術基礎穩定向外延伸。原料方面則考量台灣自然環境條件與避免糧食爭地之爭議，或可評估具生長速度快之芒草、產油率高之藻種、基因改良等其他非糧作物，尋求符合經濟效率之品項。又此次參與會議與觀展的過程中，發現有許多公司都有技術能力，但缺乏資金去執行放大測試(pilot plant)試驗、小量產或商業化量產等工作，建議公司亦可透過此類機會，評估有

潛力之技術，以購買、轉投資、策略合作等方式取得。