



行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：實習)

纖維素生質能檢測技術及驗證制度
調查研究報告

服務機關：經濟部標準檢驗局

姓名職稱：林雅琳技士

出國地點：加拿大

出國期間：中華民國 100 年 8 月 3 日至 13 日

目 錄

圖 目 錄	iii
表 目 錄	iii
摘 要	iv
摘 要	iv
壹、 目的	1
貳、 行程概要	3
參、 過程	5
一、 拜訪生質能法規與政策制定政府單位、汽車排放實驗室	5
(一)、 Oil, Gas and Alternative Energy Division, Energy & Transportation, Environment Canada	5
(二)、 Vehicle Emissions Testing Lab	9
(三)、 Environmental and Clean Energy Industries, Manufacturing and Resource Processing Industries Branch, Industry Canada	10
二、 拜訪生質能補助政府單位	11
(一)、 BC Bioenergy Network (BCBN)	11
(二)、 Canada Biomass Innovation Network (CBIN), Office of Energy Research and Development, Natural Resources Canada	14
三、 拜訪生質酒精生產公司及實驗室	19
(一)、 GreenField Ethanol	20

(二)、	Lignol Innovations Ltd	23
四、	參訪生質裂解油公司	28
(一)、	Dynamotive Energy Systems Corporation	28
(二)、	Ensyn Technologies Inc.	32
肆、	心得與建議.....	37

圖 目 錄

圖 1、位於 Thornton Center 的 Environment Canada	8
圖 2、參觀 Environment Canada 之 Vehicle Emissions Testing Lab	8
圖 3、參觀 GreenField Ethanol 之 Johnstown 廠	22
圖 4、參觀 Lignol 示範工廠	25
圖 5、熱裂解過程圖	28
圖 6、生質裂解油 (BioOil) 製程：快速熱裂解技術 (Fast Pyrolysis) ...	29

表 目 錄

表 1、加拿大行程表	3
表 2、參訪單位共分 4 類別	4
表 3、加國各省摻配替代燃料之目標	18
表 4、台灣及國際上酒精汽油相關標準整理表	27
表 5、生質酒精(E100)主要品質項目說明	27
表 6、生質裂解油相關標準整理表	36
表 7、生物裂解油主要品質項目說明	36

摘 要

纖維素生質能是可永續再生的替代能源。由於地球上石油蘊藏量日漸枯竭，各國無不致力於發展替代能源。替代能源是相對於化石燃料的能源，種類有生質能、地熱、太陽能、風力、潮汐等。其中生質能是指能夠當作燃料或者工業原料的有機物質。纖維素生質能是以植物不可食用的部分來生產能源。纖維素來源很多，包括木材廢料（鋸木屑、建材等）、農業廢料（麥稈、稻桿、蔗渣等）、及專為了製造能源而種植可快速生長的能源作物等。

加拿大有豐富的林產及農業資源，並有許多公司擁有生產生質能源的技術。本次參訪單位包括：一、生質能法規與政策制定政府單位、汽車排放實驗室（Environment Canada/vehicle emissions testing lab、Industry Canada）；二、生質能補助政府單位（BC Bioenergy Network、Canada Biomass Innovation Network）；三、生質酒精生產公司及實驗室（GreenField Ethanol、Lignol Innovations Ltd.）；四、生質裂解油公司（Dynamotive Energy Systems Corporation、Ensyn Technologies Inc.）。本次參訪之心得建議有三點：一、研究加國生質產業扶植策略，學習發展經驗；二、建立檢測設備及技能，提早因應未來產業走勢；三、能源產業發展與產品標準訂定同時並進。藉由瞭解加國纖維素生質能源產品的相關研究經驗與資料，可作為國內纖維素生質能國家標準制定或檢驗方法開發之參考。

壹、 目的

纖維素生質能是可永續再生的替代能源。由於地球上石油蘊藏量日漸枯竭，各國無不致力於發展替代能源。替代能源是相對於化石燃料的能源，種類有生質能、地熱、太陽能、風力、潮汐等。其中生質能是指能夠當作燃料或者工業原料的有機物質，最常見於種植植物以製造生質燃料，或是用來生產纖維、化學製品、熱能的動植物。但是已經變質為煤炭或石油等的有機物質不被認為是生質能。纖維素生質能是以植物不可食用的部分來生產能源。在生質燃料的發展方面，第一代生質燃料產自可食的生物質部分，如美國的玉米及黃豆、巴西的甘蔗。這種製造生質燃料技術已發展成熟且是目前最容易生產的，但因為目前可用地總生產量無法滿足需求量、造成糧價上升影響、生產過程的溫室氣體排放量不如預期環保等因素，因而轉向於發展以纖維素為原料的第二代生質燃料。

纖維素是自然界中分布最廣、最多的一種多醣，亦是地球上最豐富天然有機物，在植物界中的碳含量占 50% 以上。能夠用來生產生質燃料的纖維素來源很多，包括木材廢料（鋸木屑、建材等）、農業廢料（麥稈、稻桿、蔗渣等）、及專為了製造能源而種植可快速生長的能源作物等。

加拿大有豐富的林產及農業資源，並有許多公司擁有生產生質能源的技術。藉由拜訪纖維素生質能源的相關管理單位及生產公司，可對纖維素生質能有更深入瞭解，以作為國內纖維素生質能檢驗方法開發之參考。

貳、行程概要

本次研習日期自 100 年 8 月 3 日至 13 日止，參訪行程表(含拜訪單位、主要訪談人)如下表 1，下一章之過程介紹將依表 2 之類別順序分別描述參訪過程。

表 1、加拿大行程表

日期	拜訪單位	主要訪談人
2011/8/4 (Thu.)	Dynamotive Energy Systems Corporation	Richard Lin
2011/8/5 (Fri.)	1. BC Bioenergy Network (BCBN) 2. Lignol Innovations Ltd.	1. Darren Frew, Sandy Ferguson 2. Raymond Ma
2011/8/8 (Mon.)	1. Ensyn Technologies Inc. 2. GreenField Ethanol	1. David C. Boulard 2. Darrell Veres
2011/8/9 (Tue.)	1. Fuel Quality Policy & Regulatory Development, Oil, Gas and Alternative Energy Division, Energy & Transportation, Environment Canada /vehicle emissions testing lab 2. Industry Canada	1. Jody Barclay, Leit Stephanson, Debbie Rosenblatt 2. Patrick.Huot
2011/8/10 (Wed.)	Canada Biomass Innovation Network (CBIN)	Hamid Mohamed, F. Alex MacLeod, Syed Ayub, Shelly Malhotra

表 2、參訪單位共分 4 類別

類別	拜訪單位
一、生質能法規與政策制定政府單位、汽車排放實驗室	(一) Fuel Quality Policy & Regulatory Development, Oil, Gas and Alternative Energy Division, Energy & Transportation, Environment Canada / vehicle emissions testing lab (二) Industry Canada
二、生質能補助政府單位	(一) BC Bioenergy Network (BCBN) (二) Canada Biomass Innovation Network (CBIN)
三、生質酒精生產公司及實驗室	(一) GreenField Ethanol (二) Lignol Innovations Ltd.
四、生質裂解油公司	(一) Dynamotive Energy Systems Corporation (二) Ensyn Technologies Inc.

參、過程

一、 拜訪生質能法規與政策制定政府單位、汽車排放實驗室

(一)、 Oil, Gas and Alternative Energy Division, Energy & Transportation, Environment Canada

✓ 拜會人員：

Jody Anne Barclay：Emerging Fuel Issues

Leit Stephanson：Manager of Fuels

Debbie Rosenblatt：Project Manager of Emissions and Controls

1. 機關簡介

加拿大環境部（Environment Canada）是加拿大為了保護及提高自然環境與可再生資源，負責協調環境政策和方案的政府部門。環境部底下的環境管理處（Environmental Stewardship Branch）有能源和運輸部門（Energy and Transportation Branch），加拿大生質能發展政策和此部門息息相關。

2. 參訪紀要

本次參訪一開始便是雙方互相交流有關生質能的政策及法規的資訊。

(1) 加拿大生質能發展政策：

加拿大政府為了擴展再生燃料的生產（如生質酒精、生質柴油等）並提高再生燃料於加拿大運輸燃料的使用率，政府有 4 大策略：以規範來創造需求、提供動機以刺激國內生產、支持農夫對於生質燃料製造過程的參與、積極部署新一代科技。

(2) 加拿大生質能法規：

為了要落實加拿大生質能發展政策中的第 1 項「以規範來創造需求」，加拿大政府於「加拿大環境保護法(Canadian Environmental Protection Act)」下制定了「再生能源條例(Renewable Fuel Regulations)」，條例的重點如後所述。

目前加拿大對於生質酒精的規定是平均必須要 5%：它可以是這 1 家加油站是 10%，另 1 家則是 0%，只要全部平均起來是 5%即可；所以這些公司們彼此可以互相購買額度來分配

生質酒精的摻配比例。會這樣制定這種「平均」5%門檻而非「全面」5%的原因為，加拿大地大，多數人口分配在南加拿大，又北加拿大的地這麼大，使用人數卻少，要運送到北加拿大的成本會很高，所以他們制定政策時，是階段性先以平均 5%的門檻來要求廠商添加生質酒精。

加拿大對生質酒精的生產有規定的制度，廠商必須要標明生產量多少(Volume)、來源為何(Source)、以及符合品質的規範。目前品質的規範是以加拿大的標準 CGSB 為主，目前已發展了 E10、E85 這 2 種規格。

3. 參訪感言

加拿大目前已發展了兩種不同等級的生質酒精相關標準，分別是 CAN/CGSB-3.511 「Oxygenated Automotive Gasoline Containing Ethanol (E1- E10) 」及 CAN/CGSB-3.512 「Automotive Ethanol Fuel (E50; E85) 」，這表示了加拿大在發展生質酒精取代傳統石化燃料的方面上有極快的進展。我國目前相關標準訂到 E10，實際目前於臺北市及高雄市有 13 家的加油站提供 E3 酒精汽油，我國在生質燃料的發展上需再進步。



圖 1、位於 Thornton Center 的 Environment Canada

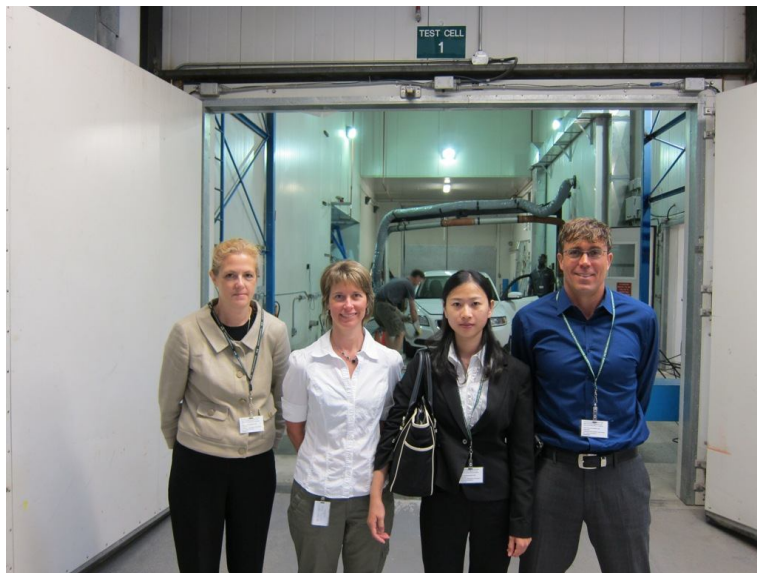


圖 2、參觀 Environment Canada 之 Vehicle Emissions Testing Lab

(二)、 Vehicle Emissions Testing Lab

1. 機關簡介

該實驗室為屬於 Environment Canada 底下的實驗室，業務內容主要是以研究為主，和許多其他政府機關合作來進行測試，亦有和少數私人公司進行測試。

2. 參訪紀要

現場參觀到許多檢測設備，有進行不同比例摻配的生質柴油或生質酒精的測試，並測試生質燃料於不同引擎中的表現，該實驗室測試的引擎包括汽車、重型機車、小型機車、除草機引擎等小型引擎，以及船的引擎等汽油及柴油引擎都有測試。

(三)、 Environmental and Clean Energy Industries, Manufacturing and Resource Processing Industries Branch, Industry Canada

✓ 拜會人員：

Patrick Huot：Sector Analyst

1. 機關簡介

加拿大工業部（Industry Canada）負責加拿大區域經濟發展、投資與創新/研發。底下的工業部門（Industry sector）設有製造業和資源加工工業科（Manufacturing and Resource Processing Industries Branch）。其中在環境與潔淨能源工業方面（Environmental and Clean Energy Industries）有提供相關的政策分析及服務。

2. 拜會紀要

目前加拿大對於再生能源的發展並沒有聯邦的整體發展策略，而是由各省立政府根據各省之特色來發展當地的再生能源，例如風能、太陽能、生質能等。東岸有在研究藻類發展生質柴油的可能性。

二、 拜訪生質能補助政府單位

(一)、 BC Bioenergy Network (BCBN)

✓ 拜會人員：

Darren Frew：Director of Planning and Communication

Sandy Ferguson：Director of Marketing

1. 機關簡介

在卑詩省 (British Columbia, BC) 發展及培育世界級的生質能源公司是 BCBN 的使命。BCBN 是卑詩省政府提供資金以扶植生質能產業發展的部門。2008 年省政府核定的補助金為 2 千 5 百萬元加幣，而至今尚有 1 千 2 百 50 萬元加幣的補助金尚未分配給任何計畫。BCBN 的資助對象通常是那些已擁有證明為可行的技術、但還未進到商業化階段的公司。現今 BCBN 資助的類別有 3 種：森林類、市政類、農業類。森林類包括固體木材廢料、紙漿及造紙廢料、林業伐採廢棄物及木質壓縮型燃料等；市政類包括供熱與供電系統、廢水、掩埋場垃圾、固體廢棄物等；農業類包括農業廢棄物等。目前 BCBN 總計資助了 10 個科技發展與示範計畫，以及 11 個建設計畫。

2. 參訪紀要

本次參訪感謝加拿大駐台北代表處陳幼欣經理的協助與接洽。BCBN 目前只有 4 位員工，部門雖小，但每位員工皆各司其職：Scott Stanners 先生具有博士學位，負責新技術的評估；Sandy Ferguson 主管市場；Darren Frew 先生則是盡量和許多不同的人溝通認識，觀察現有的技術與資源，遇到不同的人時是否可產生連接及碰撞出不同的火花；另外該部門還有 1 位行政主管。

Frew 先生介紹說明，BCBN 跟聯邦政府的資助類別不太一樣，主要為針對卑詩省的當地特色及相關產業來選擇適合的資助計畫。選擇這些類別來資助的原因為：首先，卑詩省的土地有很多森林，有豐富的森林資源可作生質能方面的利用；其次，非常鼓勵利用城市裡常見的材料，如家中的廚餘等、公園裡的落葉等，將城市的垃圾變黃金（生質能），畢竟垃圾問題都是需要處理的（不管是要焚燒或掩埋），可以把這些不要的東西再經處理使產生其他價值是很有益處的；最後，他們當地有乳牛業，亦有利用牛的糞便轉變為生質能利用的計畫。以上為 Frew 先生非常熱心的協助我瞭解他們 BCBN 部門的任務，同時他們也很有興趣想瞭解我國生質產業的發展現況。並在下午的時候，針對纖維素生質產業方面，Frew 先生安排並陪同

我去參訪 BCBN 補助的 Lignol 公司（詳見第 23 頁）。

3. 參訪感言

(1) 由 Frew 先生及 Ferguson 小姐的訪談中，可以感覺到他們對將廚餘及落葉等市政垃圾轉變為生質能的計畫是感到極為興奮的。因為他們是省政府的部門，因此在思考的角度與州政府多有不同，可採取配合當地特色的方式來發展生質產業。他們著重的是，實際利用現有的及當地的資源來做，而不是重新生產些什麼，而且他們加國已看到美國對於油料來源與糧食的爭議，他們希望盡可能能避開這塊。

(2) 由於我國目前許多農地有休耕的狀況，將來若有利用休耕地發展生質能的想法，他們推薦可以跟加國農業部（Agriculture and Agrifood Canada）聯繫，若我國相關部門之後有相關的計畫或問題，也可以向該部門聯繫或請教。

(二)、 Canada Biomass Innovation Network (CBIN), Office of
Energy Research and Development, Natural Resources Canada

✓ 拜會人員：

Hamid Mohamed：Assistant Program Director

F. Alex MacLeod：Senior Science and Technology Advisor

Shelly Malhotra：Science and Technology Analyst

Syed Ayub：Senior Policy Analyst

1. 機關簡介

加拿大生質能創新網絡（CBIN）為加國自然資源部（Natural Resources Canada）底下的單位，CBIN 就是將聯邦政府的研究員、計畫管理者、政策分析員、專家顧問、以及來自業界、學界、非政府組織、各省、還有國際社群等投入於生物經濟領域的人員聯結起來的網絡。為了發展生物經濟，CBIN 的目標為有策略地進行科學與科技（S&T）投資，並提供技術投入與政策支持；遠景為創造策略性研究與發展（R&D）投資以幫助生質能、生質燃料、工業生物產品、及生物製程（bioprocesses）的發展，以減少消耗石化燃料、直

接或間接地減少溫室氣體（Greenhouse gas，GHG）逸散及指標空氣污染物（Criteria air contaminants，CAC）的逸散、提高加拿大能源安全性、發展加拿大生物導向經濟。

CBIN 對生質能的研究給予補助，以下為主要的研究領域：

- (1) 永續原料來源：農作物及作物廢棄物、森林纖維廢棄物、短期輪作木本作物、家畜糞肥及市政類固體廢棄物（Municipal solid waste，MSW）等
- (2) 生物質轉換過程：燃燒、氣化、裂解、發酵、消化、轉酯化等
- (3) Bioplexes 及生物精煉（Biorefineries）研究：永續生質燃料及共產物、創新群聚等
- (4) 管理、永續性及表現量測工具研究：評估框架、生命週期分析、政策等。

2. 政策簡介

Canada's Renewable Fuels Strategy 有 4 個重點：

- (1) 以規範來創造需求：2010 年 12 月時汽油中替代燃料需達到 5%。2011 年 7 月時柴油與燃料油（heating oil）中替代燃料需達到 2%。
- (2) 提供動機以刺激國內生產：過去 9 年間，ecoENERGY 在生質燃料方面注入了 15 億的資金。
- (3) 支持農夫對於生質燃料製造過程的參與：4 年內，ecoAGRICULTURE 提供每個生質燃料計畫最高達 2 千 5 百萬的資金，總共 2 億元。
- (4) 積極部署新一代科技：NextGen Biofuel FundTM，8 年內 5 億。

3. 參訪紀要

CBIN 為由駐加拿大台北經濟文化代表處經濟組陳新發秘書協助聯繫安排。CBIN 的網絡即包括之前拜訪的 BCBN，此 2 單位皆為提供生質能產業資金補助，以及扮演協助生質能產業相關人員互相聯繫的角色，但 CBIN 的層級更高，為州立單位，BCBN 則為省立單

位，因此 CBIN 所思考的角度為全國性的，且需對政策有詳細的瞭解，並依據加國的可更新燃料策略來選擇適當的計畫投入資金與協助。

CBIN 的主管 Mohamed 先生請 MacLeod 先生對 CBIN 做介紹，然後由 Arub 先生介紹加拿大生質能的政策，Arub 先生對我國政府如何輔植生質產業及生質產業的發展現況十分感興趣。CBIN 比較特別的地方是，除了公務網站外，尚經營 1 個私有的社群網站 (www.cbin.gc.ca/index-eng.php)，提供加拿大生質能相關的人員及公司互相聯繫交流。

4. 參訪感言

(1) 加國的能源政策和我國有所不同，國土遼闊的加國有些地區目前並不適合使用或生產生質燃料，因此政策中雖規定酒精在汽油中的摻配率要達到 5%，但並非如我國為全面性的要求（台灣：生質柴油摻配率需達到 2%），加國只要全部的省份平均起來有 5% 即可，而生質柴油也是類似的情形，只要平均起來有 2% 即可（如表 3）。替代燃料的來源除了加國國內生產的燃料，也可以買進口的生質燃料（例如從美國進口）。

表 3、加國各省摻配替代燃料之目標

	British Columbia	Alberta	Saskatchewan	Manitoba	Ontario	Quebec	其他 3 省
酒精摻配率	5%	5%	7.5%	8.5%	5%	5%	0%
生質柴油摻配率	3%(2010)						
	4%(2011)	2%	2%	2%	0%	0%	0%
	5%(2012)						

(2) 他們的政策有 1 項滿特別的，為了照顧農民，在發展生質產業時，會把資金偏向給農夫持有股份的公司。我國在發展生質產業方面，政府部門（如農委會）可以研究類似作法。

三、 拜訪生質酒精生產公司及實驗室

由於石油儲量與氣候變遷的壓力，使得各國政府無不大力發展生質燃料，在政策的支持下，不到十年的時間，生質燃料已經發展到第四代：第一代生質燃料是以糧食作物生產生質酒精、生質柴油，但有糧食衝突與能源密度不足的等問題。第二代是採用非食用作物生產生質柴油，或以纖維素分離技術生產酒精，但仍然有種植面積與纖維素前處理成本過高等問題。第三代生質能源目前的研究方向，是用藻類產出生質柴油、酒精、甲烷、氫氣、合成氣等。第四代生質燃料是以基因重組細菌捕捉空氣中的二氧化碳再轉換成燃料，目前仍在研究階段，尚未有實際產出。本次參訪的 GreenField Ethanol 即屬於第一代生質燃料的生產公司，已是具有大量生產生質酒精能力的公司；而 Lignol Innovations Ltd 則是屬於第二代生質能源—以纖維素生產生質酒精，目前該工廠仍處於示範階段，尚未大量生產。

(一)、 GreenField Ethanol

1. 公司簡介

GreenField Ethanol 是加國最大的酒精生產公司，每年可生產 60 萬公秉的燃料酒精。該公司有研究發展部門及工程部門，整個公司大約有 400 人，於 Johnstown 廠區約 52 人。他們生產 3 種酒精產品：第 1 種為燃料用酒精，第 2 種為食用酒精，第 3 種為醫藥用酒精。不同等級的酒精分別有不同的製程管控方式與品質項目規範，如醫藥用酒精的生產環境要非常注意衛生，以免去汙染到產品。燃料用酒精會加入變性劑，食用酒精與醫藥用酒精則不會。生產過程中的副產品，原料殘渣則可做為動物的糧食。

2. 參訪紀要

本次參訪由 Johnstown 廠的廠長先為我方做一簡報拉開序幕，而後由廠長及一名員工陪同我方參觀工廠運作狀況。Johnstown 廠是地理上最靠近美國東北市場的工廠，只生產燃料用酒精。本來他們使用的原料為飼用玉米粒，但現今因為玉米的價格上漲，他們也開始使用較便宜的小麥作為原料，使用的方法是將 10~20% 的小麥與大部分玉米混在一起來生產生質酒精。小麥的澱粉含量雖然較少，但是

價格比起玉米較便宜。但以小麥作為原料所要使用的酵素的最適溫度會有所不同，他們正在測試最佳的條件中。玉米及小麥的來源為與加拿大農民契作而來的，他們是直接與農民交易，不透過中盤商。

為了要確保他們生產出來的品質符合客戶要求，他們必須要根據契約上的規定，確保最終的產品品質符合 ASTM 或其他標準。而在生產過程中，他們進行的測試與監控的項目如下：

- 酵母菌（Yeast）濃度：以顯微鏡監測菌的濃度與活力
- 酸鹼值（pH）
- 葡萄糖（Glucose）濃度：越往後面階段，越低
- 其他醣類
- 酒精濃度：越往後面階段，越高
- 變性劑：GC
- 其他項目

在生產過程中，工廠對於各項目皆有設定最大值與最小值，如發現超出允許範圍，會採取一些措施，如適時添加酵母菌菌種等方法，來控制產品的品質。

3. 參訪感言

(1) 這次能夠有幸參訪生質酒精製造大廠，真是收獲頗多。廠方人員在解說的時候，為了強調產品的安全性，他以手直接去碰觸流出的醱酵液。因為從玉米粒醱酵成為酒精，過程中的原料及產物等對人體是無害的。

(2) 生產燃料酒精時，由玉米醱酵剩下的部分會被製成很細的粉末，這樣東西可加到動物飼料中餵養動物用，亦為主要產品之一。所以種植作物來生產燃料，該原料可同時有 2 種用途：生產燃料用及生產飼料用。目前加拿大生質酒精的產量，以玉米及小麥為原料仍佔了絕大部分，只有少數生質酒精是以纖維素為來源的。



圖 3、參觀 GreenField Ethanol 之 Johnstown 廠

(二)、 Lignol Innovations Ltd

1. 公司簡介

Lignol 是一家加拿大公司，他們從纖維素生物質進行生物精煉，該公司的核心技術：改良式溶劑前處理技術，原先是由 General Electric (GE)公司發展的技術，而後由 Repap Enterprises Inc.將此技術商業化，應用於生產紙漿過程，使去除木質素，並生產 100%的纖維素/半纖維素紙漿。木質素為其中 1 種有價值的副產品。

Lignol 從原始的 GE 試驗工廠獲得了技術、工廠運作及相關的工程數據，並將其整合且具備將纖維素轉化為酒精。Lignol 公司現今是以加拿大森林代表性物種進行生產，並且是世界上第二代生質燃料公司中甚有潛力的 1 家。

2. 參訪紀要

- (1)該公司將木屑分解為纖維素 (Cellulose)、半纖維素 (Hemi-cellulose) 及木質素 (Lignin)。纖維素可經酵素催化生產酒精；木質素則製為細緻的粉末，販賣給其他公司利用，如加進合板內當作黏著劑的成分等用途。這些黏著劑成分原本是

石化來源的東西。

(2) 該公司生產的酒精產品，在出廠時要符合廠規，目前做出的酒精可符合現今世界上所有大約 14 種的標準。將來若要把生質酒精賣給負責摻配的公司，那些摻配後的產品需符合政府所指定的規範及標準。

(3) 現場除了 1 套示範場的設施外，他們還有 1 套較小型的運轉機器，這套小型機器是用來測試不同種類的纖維作物，可生產生質酒精與木質素的能力。

(4) 目前該公司的生質酒精尚未進入商業化階段，尚還只是示範工場，生產的容量只能供實驗室測試，尚無法大量量產，該公司現今是以靠販賣木質素產品來取得營收。原料的木屑來源，是加拿大病死或自然倒下的樹，這些樹的數量在加拿大的數量非常高。尤其是加拿大在最近幾年間，出現了一種極為嚴重的蟲害：松樹甲蟲 (Mountain Pine Beetle)，使森林的許多樹木都生病了。



圖 4、參觀 Lignol 示範工廠

3. 參訪感言

(1) 利用澱粉或纖維素來產酒精，在技術、生產成本、原料來源等方面皆有顯著的不同。將來若纖維素生質酒精的生產成本能獲得有效的降低，再加入更成熟的技術，相信這個產業會獲得快速的成長。

(2) 生產出來的酒精要當作燃料使用，必需通過品質的檢驗，在此階段，GreenField Ethanol 公司及 Lignol 公司宣稱他們生產出來的酒精可符合北美 ASTM 的規範：ASTM D4806-11 「Standard Specification for Denatured Fuel Ethanol for Blending with Gasolines for Use as Automotive Spark-Ignition Engine Fuel」；另酒精汽油的相關規範還有 ASTM D5798-11 「Standard

Specification for Ethanol Fuel Blends for Flexible-Fuel Automotive Spark-Ignition Engines」；而我國國內有 CNS 15109

「變性燃料乙醇(含生質酒精)－供汽油摻配作為汽車火花點火引擎燃料」來規範燃料酒精的品質，目前此規範是適用於汽油中酒精摻配量 1~10%(v/v)，且除了來源為生質酒精外，亦包括其他來源的無水變性酒精。汽油在摻配酒精後，被稱作「酒精汽油」。為了現有車輛的適用性等問題，酒精汽油應與一般的車用無鉛汽油有類似的表現，以在盡量不增加現有成本（如引擎不需修改等）的情況下發展替代能源，因此酒精摻配到汽油後的最終成品－「酒精汽油」應符合國家標準 CNS 12614「車用無鉛汽油」的品質規範，該標準適用於車用無鉛汽油及摻配燃料乙醇（含生質酒精）供作汽車火花點火引擎用之汽油。台灣及國際上主要酒精汽油相關標準整理如表 4，生質酒精（E100）主要品質項目說明如表 5。

表 4、台灣及國際上酒精汽油相關標準整理表

區域	等級 ^{註1}	標準名稱
台灣	E10	CNS 12614 車用無鉛汽油
	E100	CNS 15109 變性燃料乙醇(含生質酒精)－供汽油摻配作為汽車火花點火引擎燃料
加拿大	E10	CAN/CGSB-3.511 Oxygenated Automotive Gasoline Containing Ethanol (E1- E10)
	E85	CAN/CGSB-3.512 Automotive Ethanol Fuel (E50; E85)
	E100	CAN/CGSB-3.511 Oxygenated Unleaded Automotive Gasoline Containing Ethanol
美國	E75-E85	ASTM D 5798 Specification for Fuel Ethanol (Ed75-Ed85) for Automotive Spark-Ignition Engine Fuel
	E100	ASTM D 4806 Standard Specification for Denatured Fuel Ethanol for Blending with Petrol for Use as Automotive Spark Ignition Engine Fuel
歐盟	E5	EN 228 - Automotive fuels - Unleaded petrol - Requirements and test methods
	E100	EN 15376 Automotive fuels - Ethanol as a blending component for petrol - Requirements and test methods

來源：本報告整理

註 1：E 是酒精，其後數值為酒精純度百分比，如 E100 是指 100% 為酒精燃料，E10 是指 10% 酒精混合 90% 汽油。

表 5、生質酒精(E100)主要品質項目說明

No.	項目	說明	方法
1	外觀顏色	若有混濁或污染物，可知是否有明顯污染	目視法
2	乙醇含量	乙醇(=酒精)含量在決定與汽油的混合比例是很重要的	氣相層析法
3	甲醇含量	酒精製造過程中會產生少量的甲醇，甲醇會造成燃料系統的腐蝕並增加蒸氣壓	氣相層析法
4	含水量	酒精容易吸濕，應減少含水量以預防之後摻混汽油會造成分層現象	Karl Fischer 庫倫法
5	銅含量	銅會增加膠形成的速率	原子吸收法
6	硫含量	可評估燃料時是否會放出二氧化硫污染物	波長分散式 X-射線螢光法
7	總酸量	酸對於金屬有腐蝕的作用	滴定法
8	外加變性劑含量	依規定需添加變性劑以跟食用酒精區別	氣相層析法

四、 參訪生質裂解油公司

生質裂解油為將各式各樣的木質纖維生物質 (Biomass) 在缺氧下經過加熱裂解 (Pyrolysis) 後，所得到的 1 種生質燃料。

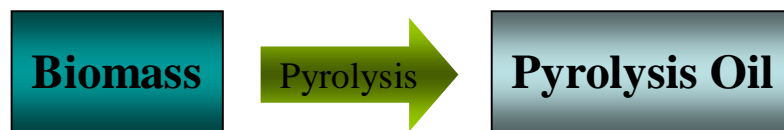


圖 5、熱裂解過程圖

(一)、 Dynamotive Energy Systems Corporation

✓ 拜會人員：

Richard Lin：Chairman

1. 公司簡介

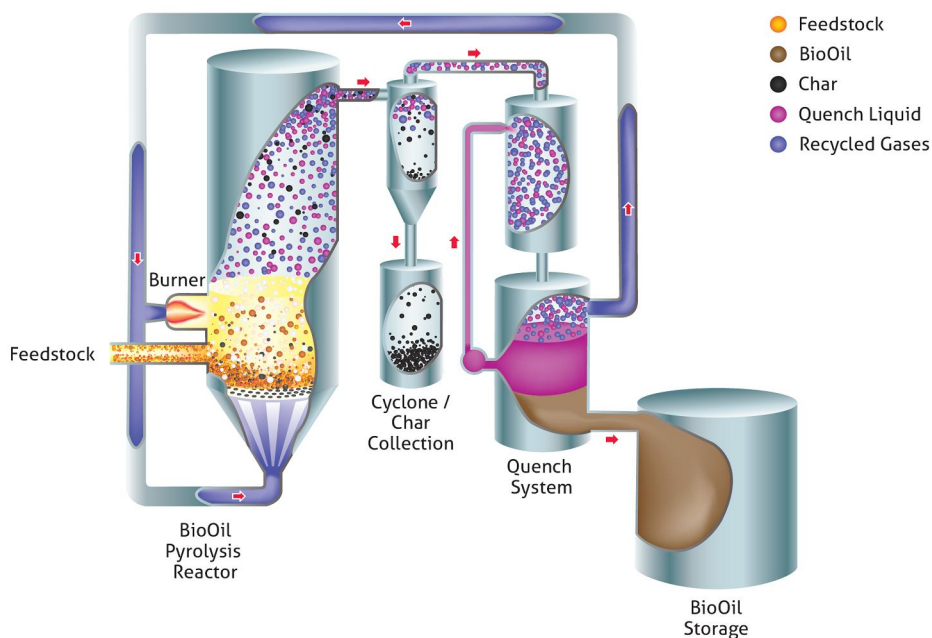
該公司自 1990 年創立，至今已有 20 年的歷史。2009 年獲「聯合國跨政府再生能源組織 (IREO)」頒發再生能源獎 (Renewable Energy Awards)。今年該公司的發展方向將由獨力發展改變為與其他大公司合作。該公司有 3 項主要的產品：裂解油 (BioOil)、Intermediate BioOil、生質焦炭 (Char)。商業發展的活動區域跨及美洲、歐洲、中國及澳洲。目前在加拿大已有 2 個示範工廠、2 個商業展示工廠。

BioOil 在加拿大取得「Fuel Ecologo」^註的驗證，表示為乾淨能源且可以賺取「排碳權」。排碳權指的是國際公司或企業自願減排架構下，國家或企業沒用到的二氧化碳排放量，可以賣給需要排放二氧化碳的買家。

註：Ecologo 由加拿大政府在 1988 年成立，現為北美最大環境標準驗證標章。

2. 參訪紀要

在駐溫哥華台北經濟文化辦事處邱陳煜組長的陪伴下拜訪 Dynamotive 公司的林董事長，首先他先介紹該公司的核心技術：快速熱裂解技術（Fast Pyrolysis）。技術內容說明如後：



(來源：Dynamotive)

圖 6、生質裂解油（BioOil）製程：快速熱裂解技術（Fast Pyrolysis）

將纖維素原料在無氧的情形下快速加熱，最後會形成裂解油（BioOil，60-75%重量比）、焦炭（char，15-20%重量比）、不可壓縮氣體（10-20%重量比）3種產品。BioOil Plus 產品為將 char 研磨為 8 mm 顆粒後再添加至 BioOil 內。

將預處理過的原料（溼度<10%、粒徑大小 1-2 mm）注入流化床反應爐，該爐體需加熱至 450-500°C 並保持在無氧狀態。原料在爐體內閃火並汽化，產生的氣體會經過氣旋（cyclone）部分，固體顆粒的 char 在此被收集下來，剩餘的氣體繼續進入驟冷塔（quench tower）被冷卻下來成為 BioOil，該冷卻所使用的液體即為前次製程所產生的 BioOil。生成的 BioOil 經濃縮後流進貯存槽進行儲藏，而不可壓縮的氣體則被回收燃燒提供反應槽的熱源。整個從原料注入到冷卻的反應時間只需約 2 秒的時間。本製造過程從原料注入生成 BioOil 和 char，不可壓縮的氣體則被利用作為能量的來源，所以不會產生廢棄物。該不可壓縮的氣體可提供本快速裂解反應過程中約 75% 的所需能量。

在瞭解該公司的生質燃料油製造技術後，林董事長又提到：生質燃料油的原料為利用植物的廢棄部分，如鋸木屑、甘蔗渣、榨取橄欖油後剩下的渣，不會有爭糧問題，並使廢棄物可再利用。硬木所

得到的生質燃料產量約為 72%，草類（蔗渣、柳枝稷(switchgrass)）則有 65%的產量，樹皮及其他殘餘物則有 62-70%的產量。另外，他們也有用藻類作原料來進行熱裂解。但不論來源是什麼，經過熱裂解後，裂解油的品質表現都差不多。生質裂解油的另 1 個優點是：在環境的友善度方面，生質裂解油與傳統石化途徑來源的重油相比，污染低很多。

Dynamotive 公司的生質裂解油有送往 SGS 實驗室檢驗，並通過品質的測試及特性的檢驗；另外也依靠自己的實驗室進行品質的把關。品質有符合或超過世界知名麥哲倫航空公司（Magellan Aerospace）的要求，並可用於燃氣輪機（gas turbine）上。

3. 參訪感言

國內已有研究機構投入生質裂解油的研究開發，將來若有相關公司想投入熱裂解的領域，國外部分可參考 Dynamotive 公司之經驗。

(二)、 Ensyn Technologies Inc.

✓ 拜會人員：

David C. Boulard：Executive Vice President

1. 公司簡介

該公司大約有 40 人，其核心技術為 RTP (Rapid Thermal Processing)。Ensyn 公司是將固體的生質能材料經 RTP 過程轉化為中間產物 RTP 液體，此 RTP 液體可再製造成為天然的燃料 (RTP Greenfuel) 及化學品。目前已商業化的階段為生產食品成分或其他特製化學品產品，以及將 RTP Greenfuel 製為工廠設備加熱用的生質燃料油 (RTP Renewable Fuel Oil (RFO)) 或使用於渦輪機 (turbine) 製造電力。在 2011 年，預計將 RTP Greenfuel 使用於柴油製造電力。2012~2013 年的目標為製成再生運輸能源 (如汽油、柴油、噴射機燃料油)。

2. 參訪紀要

首先 Boulard 先生介紹 Ensyn 公司的主要產品，當生物質經 RTP 過程轉變為 RTP 液體，再進一步調整並應用於不同用途：

(1) 生產再生燃料油 (Renewable Fuel Oil)

當 RTP 液體調整為 RTP Renewable Heating Oil (RHO)時，其特性比 ASTM-D7544-10 (Standard Specification for Pyrolysis Liquid Biofuel)有更強的表現。Ensyn 公司的 RTP 技術與一般石油製造過程的 FCC (Fluid Catalytic Cracking)是很類似的。

(2) 再生電力發電應用 (Renewable Electricity)

Ensyn 目前與世界柴油引擎製造公司合作研發 1 個 RTP 液體與柴油引擎的解惑方案，其比傳統的生質能燃燒系統有更顯著的能源利用效率，此方案在 2011 下半年的目標為進行商業化之利用。

(3) 再生運輸燃料 (Renewable Transport Fuels)

目前該公司所選擇要發展的策略為：1.以非食用的生質作物經由非催化的 RTP 過程轉化為高產量的液體型式。2.以傳統石化煉製工業的技術將 RTP 液體升級為可直接注入使用的運輸能源。這裡的重點是，現在市面上所生產的生質能不論是柴油或酒精，都要摻配到現有的燃料做混合 (Blend)，而由此方法所生產出來的就是汽油，非酒精，不需做混合的步驟。

(4) 其他

食物產品：與其他公司合作將 RTP 液體製為超過 30 種以上的食品添加劑；可將重油升級為輕油；可從 RTP 液體中製造取代石化來源的樹脂。

Ensysn 公司目前做的生質酒精測試項目有品質項目與 emission 項目。品質項目遵照 ASTM 方法試驗，非加拿大 CGSB，因為 ASTM 即為全球通用的標準。目前他們生產出來的生質酒精只提供給加拿大當地使用，生產的量尚未多到可進行出口販賣。

3. 參訪感言

(1) Dynamotive 公司或 Ensysn 公司都是採用熱裂解技術來生產生質燃料油，現在它們可以但是否採用這個技術的考慮點可能和運輸成本有極大相關。一般直接運輸木材的話，同時也花費了很多成本在運送木材包含的水分。生質裂解油相對於木材的能量是較集中，若在木材的生產地製作生質裂解油，而需使用能源的地方是在比較遠的地方，相對來說採用此技術為較有利的。台灣是否要發展生質裂解油此種再生能源，運輸成本也是需考慮的項目。

(2) 目前台灣的燃料油標準為：CNS 1472 「燃料油」，在國際上美國材料試驗協會制定有 ASTM D396-10 「Standard Specification for Fuel Oils」、ASTM D2880-03 「Standard Specification for Gas Turbine Fuel Oils」，而 ASTM D396 為國際上使用最為廣泛的燃料油標準。又美國材料試驗協會另制定有 ASTM-D7544-10 「Standard Specification for Pyrolysis Liquid Biofuel」，此方法是針對熱裂解來源的燃料油（即生質裂解油）而訂定。將來若產業上有需要訂定，可參考以上相關標準（生質裂解油相關標準整理如表 6，品質項目說明如表 7）。

表 6、生質裂解油相關標準整理表

區域	標準名稱
美國	ASTM-D7544-10 「Standard Specification for Pyrolysis Liquid Biofuel」
	ASTM D7579 - 09 Standard Test Method for Pyrolysis Solids Content in Pyrolysis Liquids by Filtration of Solids in Methanol
歐盟	DIN EN 15536:2007-06 Derivatives from coal pyrolysis - Coal tar based oils: wash oils - Specifications and test methods

來源：本報告整理

表 7、生物裂解油主要品質項目說明

No.	項目	說明	方法
1	總熱值	表示裂解油含有的能量。裂解油大約含有同體積工業燃料油一半的熱值。	彈卡計法(Bomb calorimeter)
2	水分含量	水分主要來自於原料攜帶的表面水及熱裂解過程中的脫水反應。水分有利於降低油的黏度，但會降低油的熱值。	Karl Fischer 法
3	固體雜質含量	裂解油會含有一些不均勻的懸浮焦炭。焦炭量增加會提高灰分、黏度及流動點，降低裂解油的品質。	ASTM D7579
4	動黏度	動黏度表示裂解油抵抗流動的程度。動黏度是很重要的，影響裂解油的流動與霧化特性。	黏度計
5	密度	裂解油的密度比水大，約為 1.2 kg/dm ³	密度計
6	硫含量	可評估燃料時是否會放出二氧化硫污染物	波長分散式 X-射線螢光法
7	灰分	灰分為裂解油的不可燃部分	高溫灰化法
8	pH 值	裂解油的 pH 值較低，主要是生物質中含有機酸，因而油的收集儲存裝置應有抗酸腐蝕的特性。	玻璃電極量測 pH 值
9	閃火點	指出可以安全儲存的最高溫度。	潘-馬氏閉杯式測定法
10	流動點	在很小的外力下，裂解油可以流動的最低溫度，與裂解油的儲存與使用條件有關。	流動點分析儀

肆、心得與建議

一、 研究加國生質產業扶植策略，學習發展經驗

加拿大政府對於替代能源產業的扶植下了很大的功夫，不論是政策、法規等方面都積極支持替代能源的發展。雖然目前加拿大仍是以玉米及小麥來源的第一代生質燃料為主，但被預期將來第二代生質燃料以木材廢料及麥稈等產製的生質酒精會達到國內產量的 1%，持續發展新科技一直為加拿大政府所關心的。在全球的大環境下，發展替代能源已是不可避免的趨勢，我國可參考加拿大之發展生質能源經驗，由政府推動並透過產學合作方式尋找台灣模式的發展策略。

二、 建立檢測設備及技能，提早因應未來產業走勢

將來若國內以發展生質酒精或生質裂解油等生質能源為重點，政府應發展相關驗證制度，並瞭解國內相關檢測能量（檢測設備、人員、場地），以因應相關的檢測需求。如建立相關檢測能量後，可以參加 ASTM 的生質酒精能力比對計畫，以提升相關檢測技能。

三、 能源產業發展與產品標準訂定同時並進

目前國內有關生質裂解油的開發尚處於研究階段，也尚未有國家標準，將來若有進一步產業發展計畫，可參考國外相關文獻與標準，同時訂立生質裂解油之國家標準，以提供更健全的生質能源之發展條件。

四、 感謝在研習過程中，提供許多協助的我國駐外人員，駐溫哥華台北經濟文化辦事處邱陳煜組長、駐加拿大台北經濟文化代表處經濟組陳新發秘書、周京懷組長，以及國內加拿大駐台北貿易辦事處陳幼欣經理，最後還有拜訪單位的接待人員，在此感謝各位的細心安排與協助。