

出國報告（出國類別：其他）

亞太地區燃料酒精高峰會議暨
參訪生質酒精生產設施
出國報告

服務機關：經濟部能源局

姓名職稱：蘇主任秘書金勝

出國地區：美國

出國期間：107年5月20日至5月27日

報告期間：107年7月26日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：亞太地區燃料酒精高峰會議暨參訪生質酒精生產設施

頁數 37 含附件：是否

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

蘇金勝/經濟部能源局/主任秘書/02-27757702

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：107 年 5 月 20 日~ 5 月 27 日

報告期間：107 年 7 月 6 日

出國地區：美國

分類號/關鍵詞：生質燃料；生質能；生質酒精(Biofuel；Bioenergy；Bioethanol)

內容摘要：

本次代表受邀出席美國穀物協會於 107 年 5 月 21 日至 25 日於美國明尼蘇達州明尼阿波利斯舉辦「亞太地區燃料酒精高峰會議」(Ethanol Summit of the Asia-Pacific)暨參訪生質酒精生產設施等，期藉由參加此次高峰會議及參訪行程，瞭解亞太地區國家推動酒精汽油策略、遭遇困難與因應作法，並進一步瞭解美國燃料酒精之製造、應用及產業現況，提供我國未來推動酒精汽油參考。

目 錄

壹、出國行程紀要	1
貳、參與活動及工作內容.....	3
參、結論與建議	34
附件 會議簡報	

壹、出國行程紀要

一、出國目的

本次參加「Ethanol Summit of the Asia-Pacific」，藉此瞭解亞太地區政府部門與業界之燃料酒精相關政策整合資訊，並與美國及亞太地區各國相關部門官員及業界高級主管建立夥伴關係。

二、行程紀要

本次本局蘇主任秘書金勝受邀參加美國穀物協會 107 年 5 月 21 日至 25 日於美國明尼蘇達州明尼亞波利斯舉辦之亞太地區燃料酒精高峰會(Ethanol Summit of the Asia-Pacific)暨參訪美國愛荷華州生質酒精設施等，出席單位除本局外，尚有行政院農業委員會、台灣大學、財團法人工業技術研究院、財團法人中技社、財團法人環境與發展基金會等。本次出國行程規劃如表 1。

表 1 「亞太地區燃料酒精高峰會議」暨參訪生質酒精生產設施行程

日期	行程內容摘述	
	工作概要	地點
107/5/20(日)	啟程。 臺灣→美國明尼蘇達州，明尼亞波利斯	明尼蘇達州 (Minnesota)
107/5/21(一)	參訪 Flint Hills Resources煉製廠、 Coborn's "Little Dukes"加油站、POET 酒精工廠	明尼蘇達州 (Minnesota)
107/5/22(二) ~5/23(三)	參加亞太地區燃料酒精高峰會議 (Ethanol Summit of Asia-Pacific)	明尼蘇達州 (Minnesota)

日期	行程內容摘述	
	工作概要	地點
107/5/24(四) ~5/25(五)	參訪 Absolute Energy 酒精工廠、Chris Edgington's 農場、Iowa Corn Office、Magellan Des Moines Fuel Terminal、Key Coop Agronomy and Feed Mill Center 等	愛荷華州 (Iowa)
107/5/26(六) ~27(日)	返程→臺灣	愛荷華州 (Iowa)

貳、參與活動及工作內容

本次高峰會議召開前後，美國穀物協會安排了會前參訪與會後參訪行程，讓所有與會者包括我國、紐西蘭、韓國、新加坡、日本、巴基斯坦、緬甸、澳洲、中國等政府與業界代表能實地瞭解美國酒精產業鏈與完整的產製過程。高峰會議主要議題除了美國穀物協會、美國農業部等產、官、學、研界進行報告外，尚包括越南、日本、菲律賓、中國、泰國、巴基斯坦等國代表報告推動酒精燃料現況。

會議開幕由美國穀物協會理事長 **Ms. Debra S. Keller** 致詞，並邀請明尼蘇達州農業部、**Lakeview Energy** 公司及美國穀物協會主任經濟學家等演講。議程安排如附件 1。此次高峰會議與參訪行程內容重點說明如下：

一、參訪行程(107 年 5 月 21 日、5 月 24 日、5 月 25 日)

(一)Flint Hills Resources(Refinery/Blend Site)

- 1.時間：107 年 5 月 21 日(星期一)
- 2.地點：Inver Grove Heights, MN
- 3.參訪紀要

(1)本次參訪 **Flint Hills Resources** 公司位於 **Minnesota** 州的 **Pine Bend** 煉油廠。該廠成立至今已逾 60 年，利用北美原油產製汽油、柴油、航空燃油及其他丙烷(**propane**)、瀝青(**asphalt**)、加熱用燃料(**heating fuels**)等製程副產品，規模為每日約產製 **339,000 barrels** 相當於 14 百萬加侖，主要供應美國中西部。

(2)**Flint Hills Resources** 公司每年約採購 **288** 百萬 **bushels** (蒲式耳)的玉米(1 蒲式耳玉米 = 56 磅，約 25.40

公斤)，以供應旗下 8 個酒精工廠產製酒精，酒精年產量約 820 百萬加侖，同時產製約 2.15 百萬噸的玉米乾酒粕(distillers dried grains with solubles)及約 20 百萬加侖的蒸餾玉米油(distillers corn oil)。

(二)Coborn's"Little Dukes" Gas Station(Blender Pumps)

1.時間：107 年 5 月 21 日(星期一)

2.地點：Belle Plaine, MN

3.參訪紀要

(1)本次參訪位於 Minnesota 州 Belle Plaine 的 Coborn's 加油站。該加油站除與明尼蘇達州其他加油站一樣，販售 E10 酒精汽油(Regular Unleaded gasoline)外，另販售 E15、E30、E85 等不同油品。加油島設備標示有 Premium Unleaded、Regular Unleaded、E85、E30、E15 等 5 種油品，共使用 2 支加油槍，右邊加油槍為 E15、Regular Unleaded 及 Premium Unleaded 專用，左邊加油槍為 E30 與 E85 專用(詳如圖 1)。該加油站油槽計 3 個，一為 Premium Unleaded、一為 Regular Unleaded、第三槽為 E85。E15、E30 油品則由 Regular Unleaded 與 E85 依需求濃度，於 pump(加油槍)摻配。因此，當顧客擬加油 E15 或 E30 時，按下按鈕，加油島設備即可依需求，於加油槍摻配完成，整個過程由電腦設定控制，整套設備約 5,000 美元。如此一來即可解決加油站需設置多種油品油槽的困擾。

(2)目前酒精汽油售價均較一般汽油低，regular unleaded 汽油售價為\$2.819/加侖，premium unleaded 為\$3.119/

加侖，而酒精含量較高的 E15，E30，E85 售價依序為 \$2.769/加侖，\$2.719/加侖及\$2.399/加侖(詳如圖 2)。



圖 1 加油島兩側加油槍示意圖



圖 2 Coborn's 加油站販售 5 種油品標示及售價

- (3)目前販售的 E10 酒精汽油(Regular Unleaded gasoline)適用於現今使用汽油的任何車種。至於 E15，美國環保署已核准可使用於 2001 年及 2001 年後生產的車款，但不適用於機車、船或小型引擎，全美 31 州計有 1,300 座加油站販售 E15。目前全美境內 E85 加油站約有 3,400 座，約 50%於中西部區。E85 僅適用於混合燃油車輛(flexfuel vehicles)。而屬於中等程度摻配的 E50、E30、及 E20 亦僅適用於混合燃油車輛。
- (4)現今美國酒精年產量約 150 億(15 billion)加侖，預估至 2022 年將達 360 億(36 billion)加侖。美國能源部研究顯示，至 2030 年美國汽車燃油需求將有 30%以上來自生質燃油。

(三)POET Biorefining(Ethanol Plant)

- 1.時間：107 年 5 月 21 日(星期一)
- 2.地點：Lake Crystal, MN
- 3.參訪紀要

- (1)本次參訪 POET 位於明尼蘇達州 Lake Crystal 的酒精工廠。該廠為 POET 第 21 家建造營運的酒精工廠，每年採購當地 2,000 萬 bushels 的玉米，產製 5,600 萬加侖酒精。
- (2)POET 為美國大型生質燃料生產商，已成立 30 年，擁有 28 個生質酒精工廠，1,800 位員工，可生產 17.5 億加侖的酒精，5.5 億磅的玉米油，90 億磅的玉米酒粕，每年可創造出約 60 億美元的營收額。其酒精生產主要發展 BPX 技術，從澱粉水解成醣，並與專有的酶混合物轉製纖維素酒

精。目前最大運轉容量為 20-25 百萬加侖，每噸生物質燃料的轉換率為 70 加侖。

(3)POET 已投入 800 萬美元建造 1 試驗工廠(pilot plant)，產製纖維素酒精。2011 年 POET 獲聯邦擔保貸款 (federal loan guarantee)，並與 Royal DSM 公司合作成立 POET-DSM Advanced Biofuels,LLC，於試驗工廠基礎下，於 Iowa 州 Emmetsburg 建造商業化規模的纖維素酒精廠。

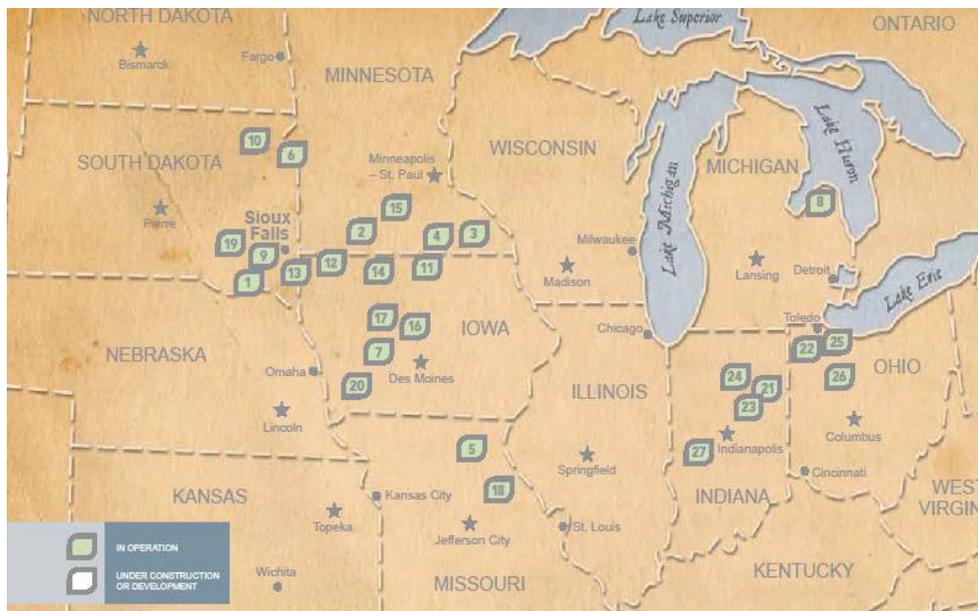


圖 3 POET 28 間酒精工廠分布圖

(四)Absolute Energy Ethanol Plant

1.時間：107 年 5 月 24 日(星期四)

2.地點：St. Ansgar, IA

3.參訪紀要

本次參訪位於明尼蘇達州與愛荷華州邊境 St. Ansgar 的 Absolute Energy 酒精工廠，該廠採液態高溫發酵(700°C) 產製酒精，不同於 POET 的低溫發酵製程。產製 95%酒精後，以分子篩脫水達無水酒精。年產酒精 1.25 億加侖。

(五)Edgington's Corn and Soybean Farm

1.時間：107 年 5 月 24 日(星期四)

2.地點： St. Ansgar, IA

3.參訪紀要

Edgington's 玉米與大豆農場位於愛荷華州 St. Ansgar, St. Ansgar county 約有 1,000 戶農戶。該農場主人已是第六代經營，農場面積約 4,000 公頃。該農場主人表示 2017 年玉米收成不錯，每公頃產量約 290 bushels，玉米售價每 bushel 約 3.62 美元，若每公頃收成 200 bushels，則可達收支平衡。美國農業部對農戶生產之農產品投保天災險，亦提供補助。

(六)Iowa Corn Office

1.時間：107 年 5 月 25 日(星期五)

2.地點：St. Johnston, IA

3.參訪紀要

(1)Iowa Corn Growers Association 會員約 7,500 員，由 Checkoff 資金成立，partners 包括 NCGA、US Meat Export Federation 及 US Grains Council 等。

- (2)美國 2017 年玉米產量 150.1 億 bushels，其中 27 億 bushels 產自 Iowa 州。Iowa 州 42%玉米用於產製酒精 (其中 39%做為酒精燃料)，2%用於飼養家禽，19%出口，7%用於飼養豬。1bushel 的玉米約可產製 3 加侖酒精。
- (3)Iowa 州有 41 家酒精工廠，2 家纖維素酒精廠，酒精年產量約 41 億加侖。玉米產製酒精過程，澱粉發酵產製酒精，富含蛋白質的酒粕乾製或濕製成為 DDGS(Distillers Dried Grains with Solubles)做為飼料。Iowa 州的再生燃料產業約可提供 4 萬 2,000 份工作，占 Iowa 全州 47 億美元 GDP。
- (4)2016 年酒精年使用量 153 億加侖，約取代 540 百萬桶原油煉製汽油，相當於減少 4,350 萬噸溫室氣體排放，如同於道路上移去 930 萬輛汽車行駛。

(七)Magellan Des Moines Fuel Terminal

- 1.時間：107 年 5 月 25 日(星期五)
- 2.地點：St. Pleasant Hill, IA
- 3.參訪紀要

本次參訪 Magellan 公司 Des Moines Fuel Terminal，是該公司位於 Iowa 州最大的燃料油庫，員工 27 人。該油庫接收儲存來自各地的汽油、柴油、煤油、噴氣燃料、酒精、丁烷、丙烷溶劑油等整裝或散裝油品。油庫主要由儲油罐、輸油管線、泵房、裝卸設施以及附屬設施等設施設備組成。再依客戶要求進行摻配及配送。

(八)Key Coop Agronomy and Feed Mill Center

1.時間：107 年 5 月 25 日(星期五)

2.地點：Grinnell, IA

3.參訪紀要

Key Cooperative 成立已有 100 年歷史。**Key Cooperative** 農藝與飼料廠中心目前會員約 3,000 人，包括實際從事農務與非農務會員。該組織提供服務包括專業農藝專家、穀物問題解決、市場銷售、農作物保險、風險管理、農場用加熱燃料、24 小時服務的加油站等。

二、高峰會議(107年5月22日~5月23日)

(一)簡報篇名：Asia-Pacific Ethanol Outlook-Supply, Demand and Policy Drivers

1.作者/簡報人：Mike Dwyer, Chief Economist

2.單位：美國穀物協會(U.S. Grains Council)

3.簡報/摘要重點

(1)國際與亞太情勢

- A.目前國際酒精市場中主要的生產、消耗及貿易國是美國與巴西。國際前五大汽油需求國有酒精計畫，惟前十五大國家中有半數以上沒有酒精計畫，此意味著目前市場發展機會大，且許多國家仍需進口酒精，滿足國內酒精混摻需求。另全球酒精出口市場總量因油價下跌，成長量受限，僅 **8,000 ML(Million Liters)**，惟美國的出口占比節節高升，**2017年已達65%**。
- B.亞太地區的酒精進口市場，成長較為明顯的國家為中國、印度、新加坡，惟中國在**2017年**對進口酒精訂出高額關稅**30%**(尤其針對美國)，使得酒精進口量大幅下降。至於出口市場，衰減最明顯的國家是印度和泰國，成長最多的國家是中國、澳洲。
- C.使用酒精汽油可減少臭氧、致癌物質(多環芳香烴等)及一氧化碳(CO)排放量，但氮氧化物類(NOx)排放量無顯著減少。辛烷值添加劑比較，酒精價格(FOB Houston)低於 **MTBE(methyl tert-butyl ether)**及 **BTX (benzene-toluene- ethylbenzene)**。
- D.美國農業部研究指出，使用玉米酒精可較汽油減少**43%**碳排放。蔗糖酒精經濟效益仍優於玉米酒精，有賴技術投資

拉近差距。目前美國以壓低玉米價格，提升玉米酒精的競爭優勢。

E.目前汽油摻配酒精以巴西與巴拉圭的混摻比例最高，已達25%以上，多數國家混摻比例仍規劃在12.5%以下。

F.未來估計運輸燃料仍會持續成長，亞太地區為重點市場，尤其中國與印度的持有車輛人口將增加。受巴黎協議影響，各國訂定政策後再生能源占比會較過去增加，酒精市場未來看好成長趨勢，美國酒精業也願意與各國政府及業者同盟合作，互利拓展市場。

(2)美國

A.美國義務再生添加量(Renewable Volume Obligation, RVO)已達 E10，E15 仍在評估雷氏蒸氣壓(Reid Vapor Pressure, RVP)的標準豁免。

B.美國雖為酒精最大出口國，但未來可能被巴西超越。2017年美國生產量 60,000 百萬公升(Million Liters,ML)高於消耗量 50,000 百萬公升(Million Liters,ML)，但仍從巴西大量進口酒精。

(3)中國：目前政策推展至 E2.5，未來朝 2020 年使用 E10 邁進，2017 年現況暫時供需平衡，均為 3,500 ML，推估到 2023 年需求將成長到 19,000 ML。

(4)日本：主要推展乙基叔丁基醚(Ethyl tert-butyl ether，ETBE)混摻，目前達 7%，並允許從美國進口酒精生產 ETBE，市占率上限 44.44%，換算成酒精添加量僅 2%。2017 年日本酒精生產量極低(小於 10 ML)，消耗量達 900 ML，估計 2023 年可達 4,500 ML。

(5) 印度

A. 政策允許 E10，但現況有效混摻為 2%，國家政策不禁止進口酒精，但國內油品銷售公司依然禁止。受限於料源及產量(汙染防制考量)，印度離 E10 目標仍然遙遠，現況需求量 2,100 ML 高於生產量 1,650 ML。

B. 原預定 2036 年達 4,100 ML 酒精消耗量，因油價下跌，已下修至 2,600 ML。

(6) 菲律賓：政策推展至 E10，朝向 2020 年至 E20，2017 年消耗量 580 ML 高於生產量 280 ML，國內仍在拓展產能中，允許進口補足 E10 需求，估計 2023 年消耗量可成長至 1,500 ML。

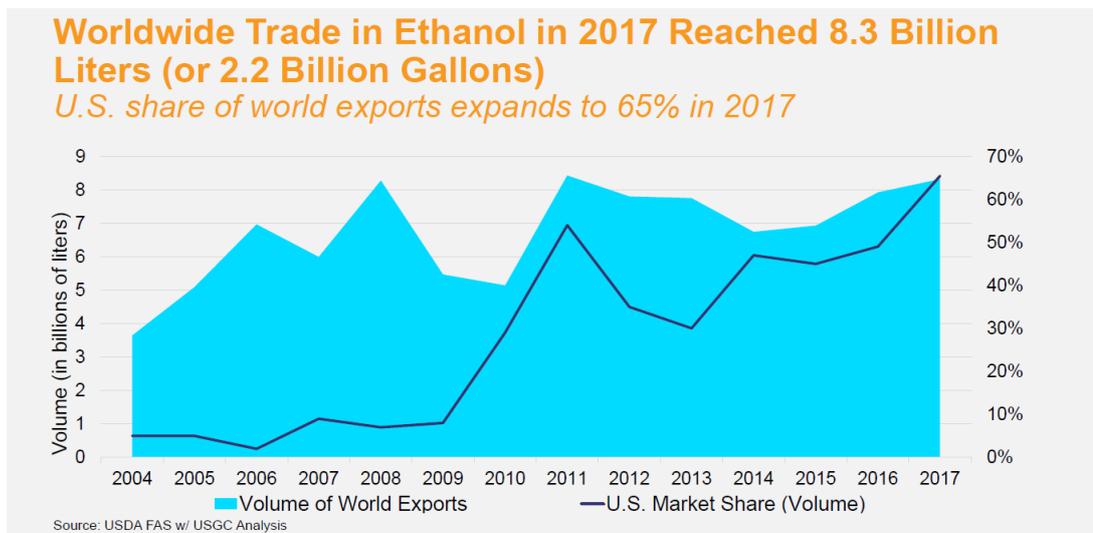


圖 4 2017 年全球酒精貿易量

(二)簡報篇名：APEC Ethanol Roadmap

1.作者/簡報人：Dr. Cary Bloyd, Former Chairman of EGNRET

2.單位：Pacific Northwest National Laboratory

3.簡報/摘要重點

(1)APEC 酒精燃料發展藍圖(Ethanol Roadmap)係為達到 APEC 會員體在 2030 年再生能源使用倍增目標。

(2)APEC 酒精燃料發展藍圖報告主要說明使用酒精燃料的好處及使用政策工具，以提升酒精燃料的供應端與需求端。

A.使用酒精燃料的好處

(A)與汽油比較，使用酒精燃料可減少溫室氣體排放

34~104%。其中從木質纖維素所生產的酒精可比從農作物所生產的酒精有較少的溫室氣體排放。

(B)酒精燃料的能源產出投入比為正，美國的玉米酒精為 2.1~2.3 倍，巴西的蔗糖酒精為 9.3 倍。

(C)酒精燃料含有氧，燃燒較完全，有較低的 CO、NO_x、PM、PAHs 排放，同時不排放 SO₂。

(D)酒精燃料含有較高的辛烷值，可與便宜、較差的汽油混合，達到一般燃料規範。

(E)酒精工業可改善農業及地方的經濟，提升就業機會及農民收入。

(F)酒精燃料可減少進口原油的需求，確保國內能源安全存量。

B.使用政策工具以提升酒精燃料的供應端與需求端

(A)在初期階段，減稅以促進酒精燃料的使用是一有效的方法，但會減少政府收入。

(B)政策支持及鼓勵酒精工業發展，但在市場成熟後，則減

少政策工具使用。

(C)成立或委託相關組織及機構，以促進酒精燃料的使用及補助。支持研究機構開發新的酒精燃料生產技術。

(D)建立酒精燃料稽徵制度及認證機制。建立酒精燃料工業聯盟。

(E)低關稅及開放市場可提供穩定的酒精燃料市場。當國內酒精供應出問題時，低關稅可確保目標不致受影響。

(F)開放國外酒精供應，可提供多元供應、較大的市場競爭、使用者可取得較低的價格。

(三)簡報篇名：Outlook for Food, Feed and Fuel

1.作者/簡報人：Dr. Seth Meyer, Chairman

2.單位：World Agricultural Outlook Board, U.S. Department of Agriculture

3.簡報/摘要重點

(1)本文為全球食品、飼料與燃料生產/需求統計報告，依此統計數據資料，推估全球農作物於食品、飼料與燃料市場趨勢展望。

(2)以 2005 年為基準，玉米、大豆、水稻與小麥供應量分別增長 420%、1,116%、219%與 222%。過剩的農產品導致價格下降，玉米、大豆、水稻與小麥價格分別下降 61%、47%、65%與 68%。

(3)由於大豆產量大增，價格低迷，2018 年 1 月與 2 月，生質柴油產量較 2015-2017 年同期顯著上升，顯示部分過剩的大豆被轉製成生質柴油，應用於燃料用途。

(4)美國玉米產量逐年上升，自 2004 年開始，玉米轉製為酒精的產量明顯攀升，至 2009 年達一定值(約 110 MMT)，之後便持續維持在該酒精產量。

Real prices trend down, as ag productivity outstrips population growth

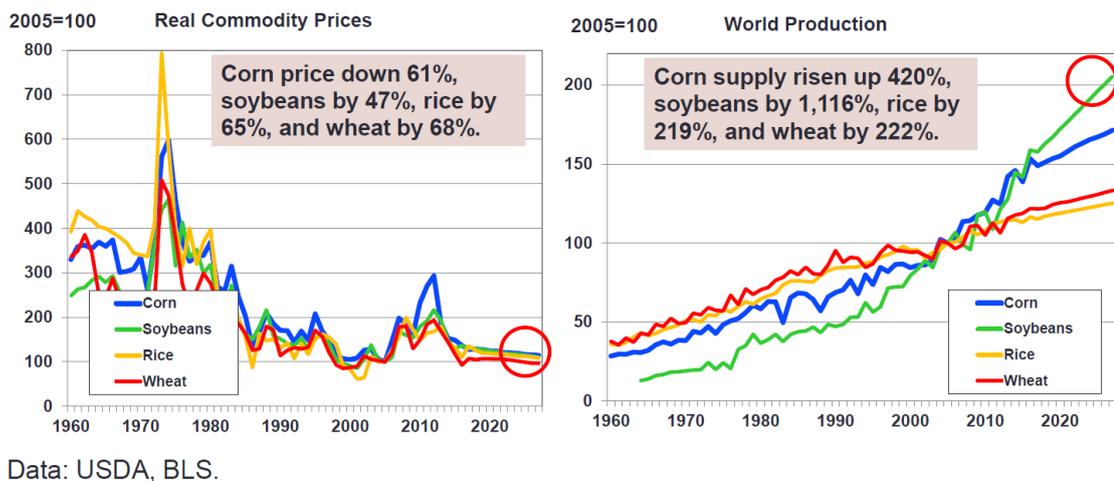


圖 5 農業生產力超過人口增長導致價格下降

(四)簡報篇名：The Impact of Higher Ethanol Blend Levels on Vehicle Emissions in 5 Global Cities

1. 作者/簡報人：Steffen Mueller, Jane Lie, Bill Keesom, Stefan Unnasch
2. 單位：The University of Illinois at Chicago
3. 簡報/摘要重點

(1)本報告為 UIC/US 穀物協會針對 5 個城市(北京、墨西哥城、新德里、首爾及東京)進行研析、預估輕型汽車(light duty vehicle)市場採用更高比例酒精燃料時，其尾氣污染與溫室氣體減排的效益。

(2) 評估工作使用模型為 **International Biofuels Emissions**

Analysis Model (iBEAM)。iBEAM 模型計算出玉米酒精從農業生產到最終使用的生命週期裡，能源總輸入及排放；並遵循 **REET** 模型 (美國阿岡國家研究室發展的模型) 及 **Biograce Model** (歐盟再生能源指令-RED 發展的模型)。

(3) 本報告研析中的 5 個城市(在 2027 年，7% 電動車)，使用酒精汽油(E10/E20)時，CO₂ 及污染物排放情形如下：

- A. 大量減少 GHG 的排放。
- B. 總碳氫化合物顯著減少，可能降低城市臭氧形成的風險。
- C. 顯著減少多環化合物和戴奧辛等，為城市帶來更低的癌症風險。
- D. 對 NO_x 沒有影響。
- E. 減少 CO 排放，減少心臟病和其他健康影響。

(4) 酒精本身為含氧化合物，加在汽油中有助汽油辛烷值的提高。因此，可減輕汽油煉製中「加氫觸媒重組單元」的負擔(衍生產率降低、增加氫氣需求)，進而提升整體經濟效益。

(5) 酒精汽油可減少 1,3 丁二烯和苯(高風險致癌物質)的排放，但增加醛類(甲、乙醛-酒精不完全燃燒導致的)排放；惟總計加權仍可降低致癌風險。

Significant Emissions Reductions with Ethanol

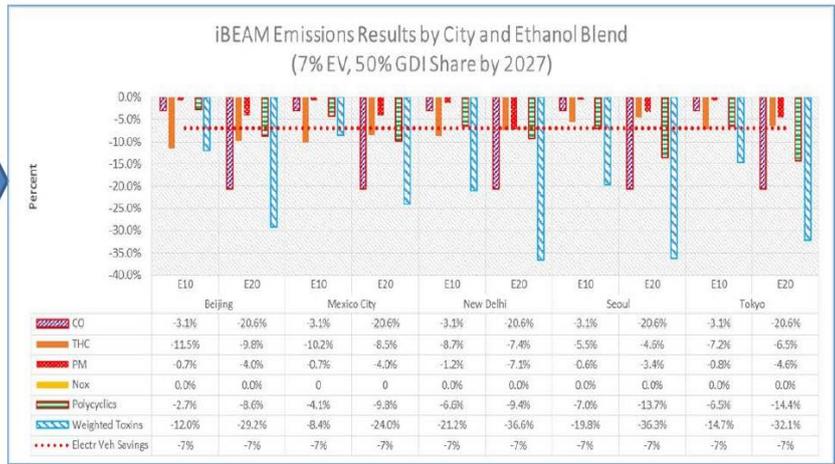


圖 6 5 個城市模型排放結果

(五)簡報篇名：Vietnam Eyes Policy Expansion - E5 for 2018, E10 after 2020

1.作者/簡報人：Nguyen Thi Thu Ha, Managing Director

2.單位：Vietnam Petroleum Solutions Co., Ltd.

3.簡報/摘要重點

(1)2007 年越南政府核准 2015-2025 年生質燃料發展計畫；2012 年制定生質燃料混摻比例藍圖；2013 年核准生質酒精生產總體規劃；2018 年起市場僅販售 RON95 與 E5 酒精汽油。

(2)藍圖規劃

A.2014 年於主要 7 個城市中推動 E5。

B.2017 年規劃於 2018 年起全國添加 E5(全面取代 RON 92)，且市場上僅有 E5 及 RON95 汽油銷售。

C.2020 年後規劃全面推動 E10。

(3)為推廣酒精汽油，越南政府利用稅制引導消費。

- A.環境稅：E5：2,850 VND/L(相當於新臺幣 3.76 元/公升)，
規劃提升至 3,800 VND/L；RON95：3,000 VND(相當於
新臺幣 3.96 元 /公升)，規劃提升至 4,000 VND/L。
- B.特別消費稅：E5 為 8%、RON95 為 10%。
- C.油價穩定基金：E5：0 VND/L、RON95：300 VND(相當
於新臺幣 0.4 元 /公升)。

(4)生質酒精生產

- A.越南生質酒精料源包括甘蔗、木薯及玉米，其中木薯為主
要來源。
- B.目前木薯產能每公頃約 19.2~20 公噸，價格約
4,600~5,350 VND/kg，估計至 2020 年每公頃產能可提
升至 30 公噸。
- C.越南全國生質酒精產能潛力約 40.5 萬公秉/年，目前已運
轉中(2 廠)約 20.5 萬公秉/年(足以供應 E5 酒精汽油需求
量約 390 萬公秉)，另有 2 廠規劃於 2018 年陸續運轉。
- D.售價：越南酒精售價約 14,400 VND/L (相當於新臺幣 19
元/公升，未包括增值稅)。為確保生質酒精之供應，對於
進口生質酒精稅率將由 20%降低至 17% (2018)。

(5)實施成效

- A.2016 年 E5 使用量約 59 萬公秉，占總汽油使用量的 8%。
- B.2017 年 E5 使用量約 69.8 萬公秉，占總汽油使用量 9%。
- C.2018 年(1~3 月)E5 使用量約 91.2 萬公秉，約占總汽油使
用量的 42 %。

(6)E5 使用少於 RON95 的原因

- A.E5 與 RON95 價差不大。
- B.民眾對於 E5 使用仍有疑慮(對於車輛的影響)。

C.需要更多的宣導。

(7)主要貿易商建議

A.鼓勵使用自產生質酒精，以降低成本。

B.提高 E5 與 RON95 的價差至 1,800~2,000 VND/L。

C.市場強制供應 E5，而不供應 RON95。

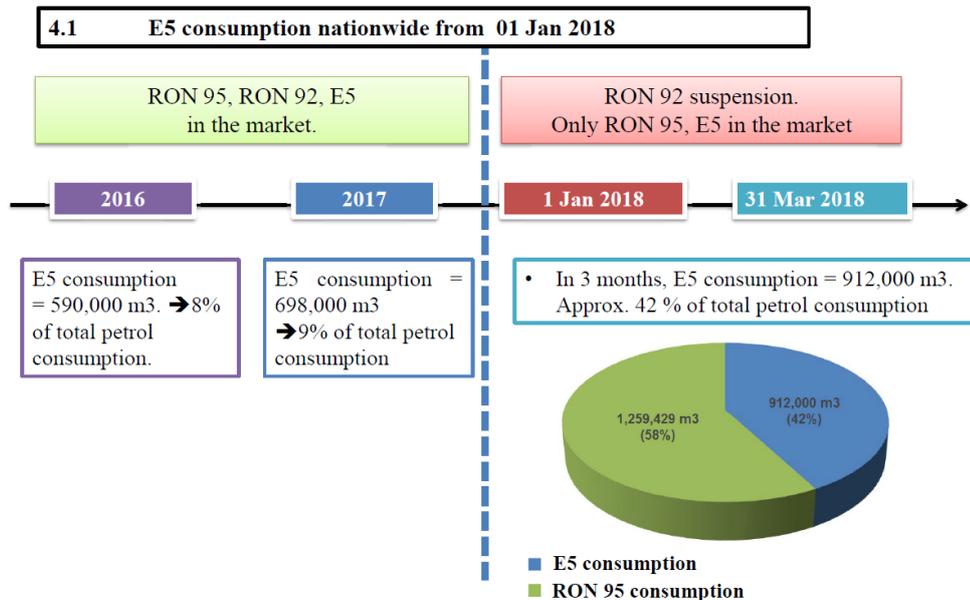


圖 7 越南 E5 銷售情形

(六)簡報篇名: Bioethanol in Japan: Market, Policy and Future Expansion

1.作者/簡報人：Dr. Tetsuo Hamamoto, Director

2.單位：U.S. Grains Council - Japan

3.簡報/摘要重點

(1)日本每年汽油消耗量約 136 億加侖，約為美國(1,430 億加侖)的 1/10。

(2)目前日本進口生質酒精主要生產 ETBE(Ethyl *tert*-butyl ether)。雖然自 2012 年起，E10 獲得法律許可，惟實際上

僅少量車輛使用，E3 汽油更是極少。

- (3)日本設定至 2023 年酒精目標量為 2.17 億加侖。溫室氣體排放減少為 55%的汽油基準。為達成上述目標，需進口 0.96 億加侖的美國玉米酒精。

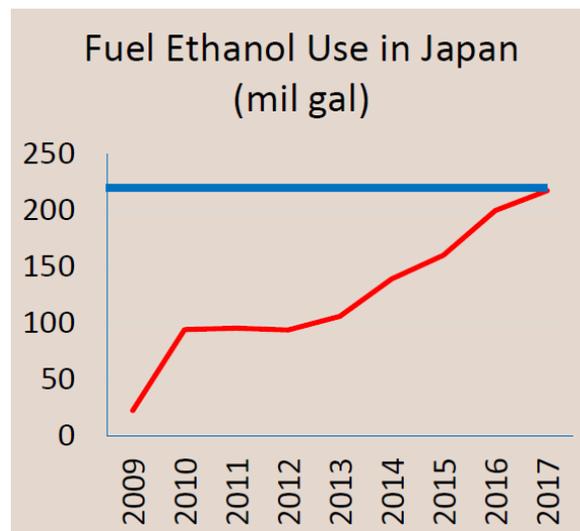


圖 8 日本酒精汽油使用量

(七)簡報篇名：Ethanol in the Philippines – Injecting Octane into the Bioeconomy

- 1.作者/簡報人：Dr. Rex B. Demafelis, Vice Chancellor
- 2.單位：Research and Extension, University of the Philippines
- 3.簡報/摘要重點

(1)菲律賓於 2007 年 1 月通過「2006 年菲律賓生質燃料條例」(Philippine Biofuels Act of 2006)，目的為發展再生永續清潔能源，減少依賴進口石油，降低溫室氣體與毒性物質排放，增加鄉村就業率與收入，確保替代能源與再生能源不影響自然生態與國家糧食自給。

- (2)該條例要求生質酒精的混摻比例(V/V)逐年增加，由 2009 年 5%、2011 年 10%、2020 年 20%至 2030 年 20%/85%。
- (3)菲律賓當地生質酒精產能由 2016 年的 10 家生質酒精工廠，產能 2.82 億公升，提升至 2020 年 12 家生質酒精工廠，年產能達 3.86 億公升，年增加 1.04 億公升。此年產能達 2020 年 90%的 E10 需求量，亦即 45%的 E20 需求量。
- (4)針對 2020 後的生質燃料法案，提出 3 種情境進行分析，包括進口糖蜜生產生質酒精，以摻配 E20；直接進口酒精，以摻配 E20；使用一半進口酒精和一半進口糖蜜，以摻配 E20，並就能源安全、糧食安全、經濟評估、農村經濟、環境方面等進行比較，評析結果為 2020 年為達成 E20 最合適的方案為直接進口酒精。

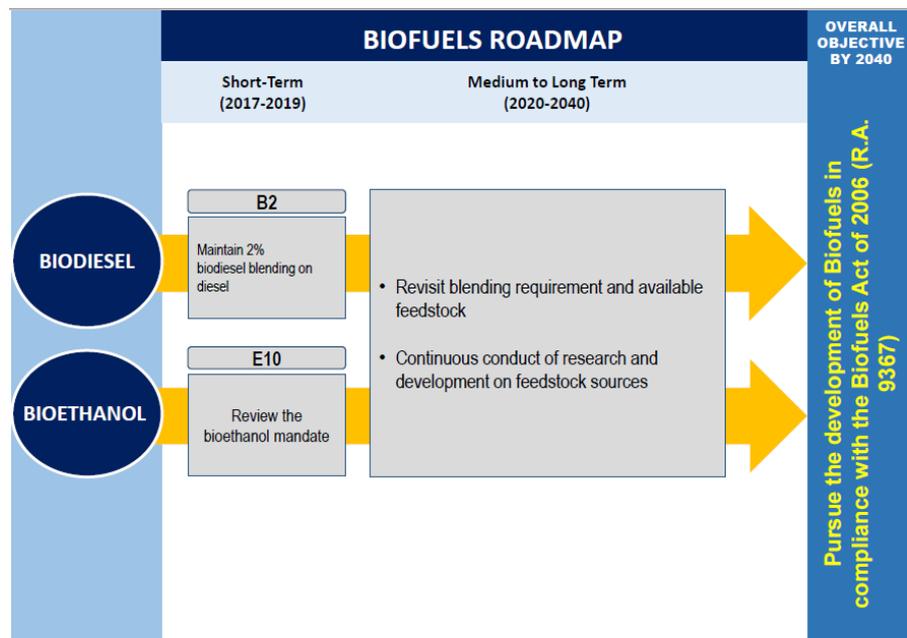


圖 9 菲律賓 2040 年生物燃料發展藍圖

資料來源：Philippine Ethanol Updates and Developments, Ruby B. De Guzman, Ethanol Summit of Asia-Pacific, 22-23 May 2018

(八)簡報篇名：China Domestic Biofuel Ethanol Industry & Sino-U.S. Collaboration on Biofuel Ethanol

1.作者/簡報人：Wenjun Li, Manager of Scientific & Technology Project

2.單位：China Petroleum and Chemical Industry Federation

3.簡報/摘要重點

(1)中國 2017 年生物燃料酒精消耗量為 250 萬噸，已成為世界前三大生質燃料酒精實施國。

(2)中國重點發展非糧燃料酒精，截至 2017 年，7 家燃料酒精企業總產能達 296 萬噸/年。經 11 個省區內推廣，酒精燃油占汽油消耗總量之 1/5。

(3)針對生質燃料酒精政策，中國規劃至 2020 年於全國推廣車用酒精汽油，至 2025 年實現纖維素酒精規模化生產及生物液體燃料產業達國際領先水平。

(4)中國已與美國簽署生物燃料合作備忘錄，美國穀物協會也於每年定期培訓中國官員，以落實中美燃料酒精合作。



圖 10 中國推動車用酒精汽油區域示意圖

(九)簡報篇名：Alternative Energy Development Plan and Automotive Engine Performance with Mid-Level Ethanol Blends – From Thailand

1.作者/簡報人：Thibodee Harnprasert, President

2.單位：Society of Automotive Engineers of Thailand

3.簡報/摘要重點

- (1)泰國具備強大的汽車供應商網絡，汽車工業對泰國經濟的貢獻不容忽視，約占總 GDP 的 10%。
- (2)泰國政府於 2008 年 1 月 1 日調整汽油車輛稅收政策，減少 E20 和 E85 車輛消費稅 5% (從 30%降至 25%)，且用於 E85 車輛進口零件關稅為 0%。
- (3)目前泰國共有 28 加生質酒精生產工廠，2018 年日產量約 700 萬公升。
- (4)泰國生質酒精發展障礙，蓋括為以下 5 項：
 - A.種植面積與低產量，高生產成本的限制。
 - B.其他產業的原料競爭。
 - C.生質酒精生產工廠需求量增加，缺乏公開交易系統。
 - D.需廣泛增設 E20 / E85 加油站的配套措施。
 - E.汽車市場的消費需求。
- (5)泰國自 2008 年 2 月 1 日開始販售 B2 生質柴油，2011 年 1 月開始銷售 B5 生質柴油，2014 年 1 月開始銷售 B7 生質柴油，規劃於今(2018)年生質柴油添加量上調至 B10。泰國生質柴油發展遇到的障礙包括油棕成本高、產量低，且含油率低；不穩定料原(棕櫚油)；油品性質與價格昂貴；需要可接受更高生質柴油混合比例的車輛。

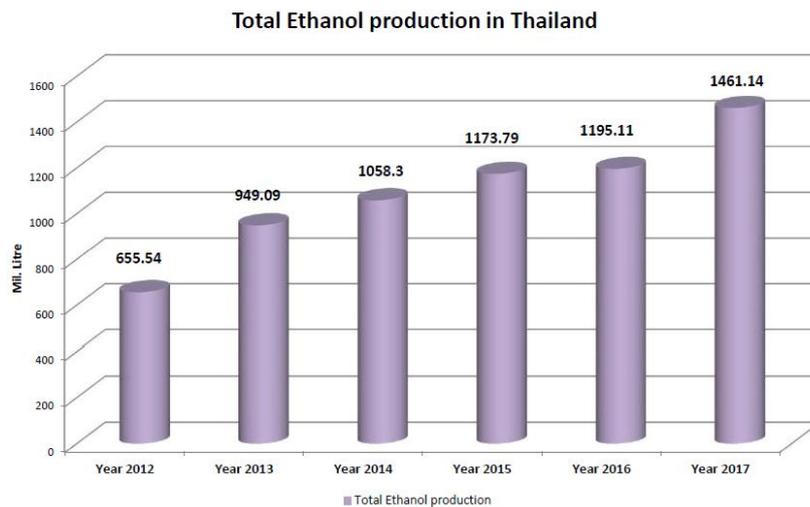


圖 11 泰國生質酒精歷年產量

(十)簡報篇名：POET-DSM Project LIBERTY

- 1.作者/簡報人：Doug Berven, Vice President of Corporate Affairs
- 2.單位：POET
- 3.簡報/摘要重點

(1)POET 公司與 DSM 公司合作生產纖維素酒精

A.POET 公司-提供硬體部分服務

- (A)世界最大乙醇生產公司
- (B)垂直整合工業等級纖維素生質燃料工廠
- (C)27 組機具可生產 18 億加侖 生質燃料

B.DSM 公司-提供軟體部份服務

- (A)工業生物科技全球領頭公司
- (B)超過 1 世紀的生物科技創新研究
- (C)領導低成本、高產出酵素與酵母菌技術

(2)目前 LIBERTY 現況

- A.前處理需 80%的時間。
- B.試運行目標為效率達 72 gal/bdt(bone dry ton)生物質。
- C.從農場獲取整年的乾淨生物料源，並於年底前使用較舊的料源。
- D 酵素生產工廠建置中。

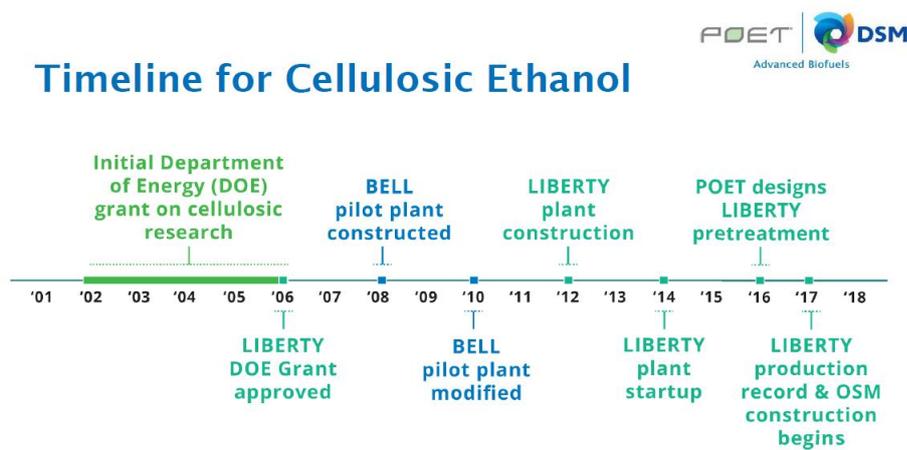


圖 12 生質纖維酒精發展時間軸圖

(十一)簡報篇名：The Energy of Innovation

- 1.作者/簡報人：Steve Hartig, Vice President Technology Development
- 2.單位：ICM Inc.
- 3.簡報/摘要重點
 - (1) ICM 生產燃料酒精約占全世界 30%。
 - (2)生質酒精可利用澱粉/糖或玉米、小麥、木薯、甘蔗、甜菜、甜高粱等原料生產。
 - (3)纖維素酒精由纖維素水解，轉化成糖後再利用，在開發上較具挑戰性，惟生產過程有副產物，會降低酒精生產率。

(4)ICM 專注於利用玉米纖維生產纖維素酒精的研究，發展獨有纖維素轉化製程纖維素酒精技術。

ICM ETHANOL PLANT WITH ICM'S FIBER TO CELLULOSIC ETHANOL TECHNOLOGY™

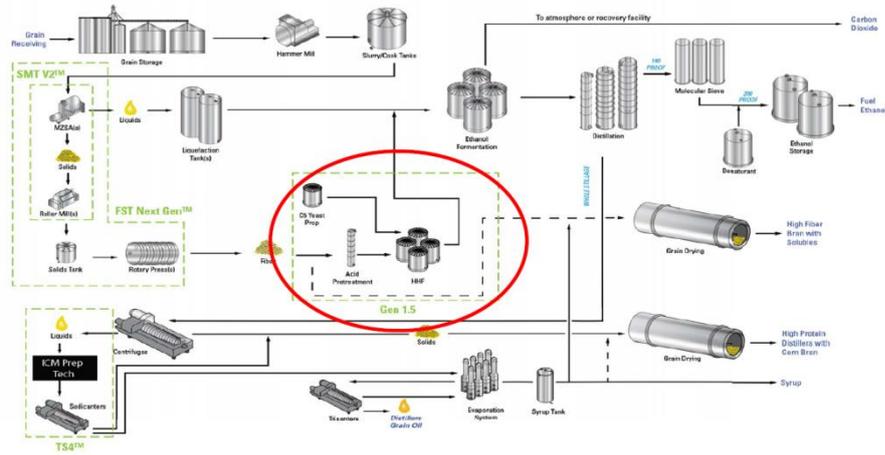


圖 13 ICM 酒精工廠與纖維素酒精技術示意圖

(十二)簡報篇名：Bioethanol, India and DBT-ICT 2G-Alcohol Technology

- 1.作者/簡報人：Dr. Arvind M. Lali, Head of Center of Energy and Biosciences
- 2.單位：Institute of Chemical Technology, India
- 3.簡報/摘要重點

(1)印度每年產生 400 萬噸農業廢棄物、150 萬噸都市廢棄物及 1,460 萬噸都市廢水。這些含碳廢棄物有機會與潛力轉變為次世代的財富。

(2)技術發展及目標

A.BioDiesel：開發油脂作物及微藻產油技術，柴油摻配量>5%。

B.Ethanol：以農業廢棄物為料源，汽油摻配量>10%。

C.BioGas/MeOH/DME：利用農業廢棄物、工業廢棄物及都市垃圾產生沼氣、甲醇與二甲醚，取代 LPG / CNG >10%。

(3)印度生質酒精發展歷程

A.2001 年開始：最大摻配量 1.5%。

B.2014 年~2016 年摻配量 4%，所有的酒精均以糖蜜生產，糖、果汁及穀類尚未被允許做為料源。

C.目前酒精年產量>30 億公升。預估今(2018)年年產量將超過 40 億公升。

D.目前年摻配量為 10 億公升以上。預估今(2018)年將超過 15 億公升，但尚未超過 10%。

E.新的生質燃料政策：允許多元料源，包括蔗糖、果汁及穀類。

(4)生質物轉化為酒精的技術挑戰

A.纖維素生質物→step 1 預處理(資本支出難以放大)

B.step 2 糖化(酵素價格昂貴及進程緩慢)

C.step 3 醱酵(進程緩慢且產量低)

D.step 4 分離/純化(水及能源集中困難)→酒精

(5)2G-EtOH(纖維素酒精)的生產成本

A.1/4 生質物

B.1/4 酵素/化學品/電力

C.1/4 固定成本

D. 1/4 資本支出

(6)DBT-ICT 2G-Ethanol Technology

A.2009：Lab scale process (1 kg/day)

B.2010-2013 : Pilot Plant (1 ton/day)

C.2016 : Pre-commercial scale (10 ton/day)



圖 14 2G-Ethanol 示範廠

(十三)簡報篇名：Electrified Vehicles Using Ethanol – Fuel Cells
as an Alternative Electric Solution

1.作者/簡報人：Dr. Plinio Nastari, President

2.單位：Datagro

3.簡報/摘要重點

(1)車輛演變背景介紹

A.在 1880-1910 年間，倫敦市與紐約市的街道上因使用馬車，有超過 10 萬匹馬行走，而大量的馬糞與死亡馬匹對衛生造成極大影響，1908 年間估計有超過 2 萬名紐約居民死於馬糞與死亡馬匹所引起的相關疾病。直至內燃機(I.C.E.)問世，才對當時的環境問題提出解方，自此後，液體燃料和汽車工程結合。

B.事實上，內燃機(I.C.E.)之熱轉換效率低，四行程循環

(Otto cycle)效率約26-28%，柴油引擎效率約28-32%，且污染排放又成為關注議題。此外，即使酒精具有高辛烷值，目前仍無法為內燃機最佳化使用。

(2)巴西推動酒精燃料電池汽車所具有之優勢

A.巴西有完善生質燃料輸配系統，包括水合酒精(E100)已作為單一燃料，為超過75%之彈性燃料車(Flexible Fuel Vehicle, FFV)所使用；所有汽油內摻配無水酒精至27%(E27)；所有化石柴油皆摻配10%之生質柴油。

B.生質燃料為高密度太陽能捕集與高密度氫捕集特性 (high density solar energy captured, high density hydrogen captured)，且可安全、經濟及有效率地儲存與輸配。

(3)目前使用電池的電動車，其電池能源效率與其他液態燃料相比極低(詳如圖15)。

Energy Density & Specific Energy: In Liquid Fuels are much higher than in Batteries

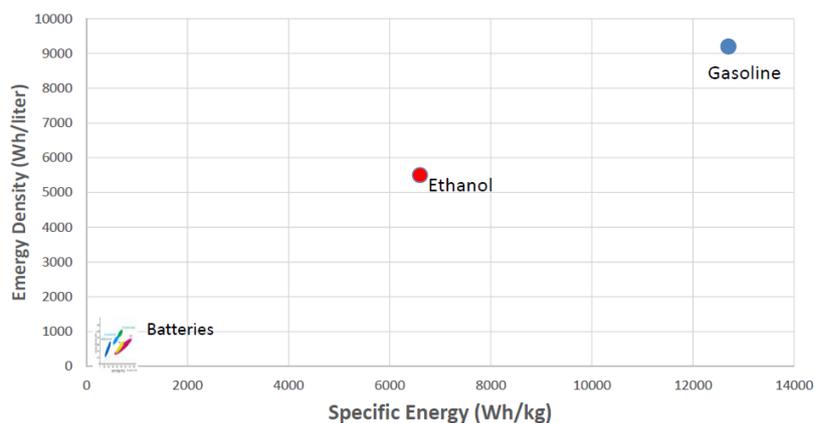


圖 15 特定能源與能源密度比較圖

(4)固態氧化物燃料電池(Solid Oxide Fuel-Cell, SOFC)車，已於巴西發表，SOFC 的燃料來源為生質酒精，由於巴西已具備完整的生質酒精輸配系統，因此，不需大幅改變燃料供應方式，亦不需額外增設基礎設施，此為 SOFC 技術在巴西發展的主要關鍵。SOFC 燃料電池車如下圖。



圖 16 巴西 SOFC 燃料電池車

(十四)簡報篇名：The Importance of Open Markets in National Ethanol Policy

- 1.作者/簡報人：James Miller, President
- 2.單位：Agriculture and Biofuel Policy Consulting
- 3.簡報/摘要重點

(1)關於「國家再生燃料計畫」之優先事項包括加強國內農村經濟機會、解決溫室氣體排放問題、減少廢氣排放對環境和健康的影響、降低對化石燃料的依賴性及能源多樣化、提供消費者經濟/性能優勢及纖維素酒精商業化生產等。

(2)美國酒精市場朝向全球化發展之理由

- A.美國酒精產能超過國內消費量：美國平均酒精摻配率大於 10%；美國盛產穀物；美國可藉由新建及擴建工廠迅速增加產能。
- B.美國國內之再生燃料政策不確定性。
- C.提升美國國內摻配率至 E15 尚需時間
- D.酒精及其副產品出口占產業收入 8-10%。
- E.藉由貿易可提供市場成長機會。

(3)美國「酒精出口指導委員會」背景

- A.於 2014 年由 GE、RFA、USGC、FAS 等單位成立，進行市場潛力分析、技術/教育講習、雙邊工作及多邊活動(如亞太經合組織、亞太地區酒精峰會)等；藉由推廣酒精益處，鼓勵政策環境，以擴大國家整體之酒精生產與需求。
- B.確定貿易之正向作用可滿足國家可再生燃料政策目標；解決貿易限制及尋求增加政策與標準之一致性。

(4)驅動酒精生產及進出口增長之因素，包括逐步淘汰 MTBE 使用(2002 年)、再生能源燃料標準(RFS I 2005，RFS II 2007)、先進生質燃料需求提升(例如加州之低碳燃料標準 2007)，以及技術與創新投資增加(如原料生產及生物提煉效率提高等)。

(5)美國酒精市場未來挑戰

- A.來自石油或其他工業之反對意見，包括一些對於環境、食安及引擎性能之虛假指控，及原有化石燃料市場保護力量。
- B.再生燃料政策未強制執行，摻配率低。

C.尚需協調政策、法律及法規之不一致處。

D.對國內可再生能源與化石燃料工業之保護政策，包括進口限制，管理價格、關稅，非關稅貿易壁壘。

E.基礎設施：包括進口、國內摻配與運輸潛能等。

F.產品規格。

(6)美國酒精市場未來機會包括 2017 年美國已出口酒精至 57 個國家、全球共有 60 多個國家制訂再生燃料政策、全球人口和汽車燃料需求增長、能源安全多元化及價格波動之關注提升，及化石燃料對環境/健康影響等。

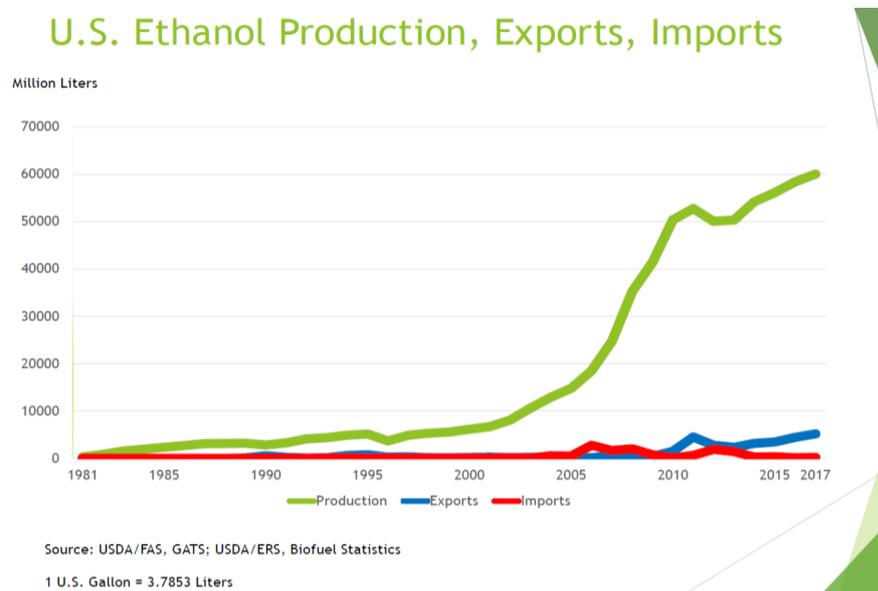


圖 17 美國酒精之生產與進出口

參、結論與建議

一、結論

- (一)美國近年來由於玉米盛產，美國產、官、學、研界積極協助拓銷酒精汽油。目前美國境內大部分加油站提供 E10 酒精汽油，販售的 E10 酒精汽油(Regular Unleaded gasoline)適用於現今使用汽油的任何車種。至於 E15，美國環保署已核准可使用於 2001 年及 2001 年後生產的車款，但不適用於機車、船或小型引擎，全美 31 州計有 1,300 座加油站販售 E15。目前全美境內 E85 加油站約有 3,400 座，約 50% 於中西部區。E85 僅適用於混合燃油車輛(flexfuel vehicles)。而屬於中等程度摻配的 E50、E30、及 E20 亦僅適用於混合燃油車輛。
- (二)美國以其酒精工業的角度分析全球市場，可發現美國對於亞太地區的需求成長相當感興趣，尤其是中國和印度的需求成長。美國酒精業目前主導酒精出口市場，已經成長到 65% 占比，不過巴西可能會取代美國成為第一大酒精出口國，未來在酒精出口趨勢不只美國需要關注，巴西的成長與影響也不容忽視。在 COP21 巴黎氣候協議簽訂後，世界各國已將減少碳排作為未來環保政策主軸，政策環境有利酒精切入可預期的成長市場中。然而，酒精市場需求不應只關注內需市場的成長，各國政策仍會影響美國進入市場的難度。
- (三)中國生質燃料酒精消耗量自 2004 至 2017 年已增加 32% (於總酒精消耗量之占比)。依據 2016 年統計資料，中國目前生質酒精主要原料為來自各省的玉米(占 69%)，其餘為木薯澱粉(29%)與糖蜜(2%)。業界總產能高於 700 萬噸，目前生產量為 400 萬噸，而其中具最高產量及產能者為中糧集團有限公司(COFCO BIO)。中國國家能源局於 2017 年發布「關於擴大生物燃料酒精生產與推廣使用車用酒精汽油的實施方案」主要背景為轉型需要、保障原料及產業基礎，實施原則為嚴控酒精總

量並多元發展，規範市場並使有序流通，依法推動酒精汽油並規劃政策鼓勵實施。中國政府將沿海省份劃分為 4 個區域，自 2018 年開始於三大區域-京津冀及週邊、長三角地區、珠三角地區進行全面性推廣，2019 年開始進行全覆蓋。預定至 2020 年可於全國推動使用車用酒精汽油，實現全覆蓋，並建立初步市場化運行機制。至 2025 年實現纖維素燃料酒精規模化生產目標，使得生物液體燃料產業整體達國際領先水平。中國於生質燃料酒精所作之規劃及推動政策值得我們學習，臺灣地狹人稠，若需要發展生質燃料酒精勢必需以發展非糧燃料酒精為主，若以農業廢棄物進行纖維素水解技術，並應用至酒精生產之模式可適用於臺灣。惟目前國內酒精汽油(E3)所需量日漸減少，進口酒精來源供給不穩定，加上政府政策無大力推廣，酒精汽油施行配套措施不足，使發展更趨停滯。未來若欲繼續發展生質酒精汽油，除技術發展外，更需要政府政策規劃執行，才能有更進一步發展。

- (四)泰國為農業大國，利用農業廢棄物發展生質能源受到矚目與期待。2015 年所發佈的「替代能源開發計畫(2015~2036 年)」，明定了電力、熱、運輸等各部門促進生質能導入之事項，且目標為至 2036 年再生能源使用量可達國家總能源消耗的 30%。泰國的酒精主要產自甘蔗糖蜜(sugar molasses)與樹薯粉(tapioca)，生質柴油則完全來自棕櫚油(palm oil)。2018 年泰國的生質酒精日產量已達 710 萬公升，生質柴油 520 萬公升。雖然目前其生質酒精與生質柴油的階段發展狀況落後原訂目標，惟仍穩定向上成長，主要原因為其背後具有強大的汽車供應商網絡。以 2017 年銷售紀錄顯示，泰國 E20 汽車與 E85 汽車銷售總額分別達 14.6 台與 18.6 萬台，而 E20 摩托車銷售總額更達 159.4 萬台，因此汽車工業成為促進泰國能源政策發展的重要關鍵。然而作為同樣仰賴進口燃料為主要能源的我國，似可酌情參考泰國生質能發展之經驗，思考我國生質燃料之未來發展。

- (五)近十年來，在非糧食作物轉換的過程中，纖維素酒精工程這一新興技術帶來可靠發展前景。與玉米和甘蔗等糖來源相比，從木質纖維素生產的酒精，具有原料來源豐富、多樣的優點，但是需要更大的加工量，才能提供單醣給微生物，讓微生物通過發酵生產酒精。ICM 公司正透過以玉米纖維作為原料，發展獨有纖維素轉化製程纖維素酒精技術，並已應用於纖維素酒精生產工廠。若在製程技術上突破與改進降低成本，在與石化燃料角逐下，將具有一定市場，值得密切關注。
- (六)越南政府推動生質酒精採用雙軌制，即同時供應 RON95 與 E5，且透過價差誘因，鼓勵消費者選用。越南擁有產製生質酒精的原料(木薯)，生質酒精生產成本較低，有利於市場推動。我國推動酒精汽油，除現階段執行北高都會區酒精汽油示範外，另一方面，在汽油標準修訂方面，生質酒精亦朝汽油添加劑方向制定，可透過生質酒精在汽油組成上添加之必要性(提升抗爆震性)，將生質酒精內化為汽油燃料組成必要成分，順利推動酒精汽油添加使用，亦可達減少化石燃料使用之減碳效益。
- (七)芝加哥伊利諾大學(The University of Illinois at Chicago ,UIC)針對北京、墨西哥城、新德里、首爾及東京等五大城市輕型車輛使用 E10/E20 高比例酒精汽油的尾氣排放影響研究，以生命週期來看，玉米酒精摻配汽油中使用，除可減少溫室氣體排放外，尾氣污染排放方面，亦能減少揮發性有機化合物、微粒物質、一氧化碳及有害空氣污染物的排放。因此，若由環境衛生角度切入，摻配 E10 可取代汽油中添加的 MTBE(methyl tert-butyl ether)，用作辛烷值提高劑和汽油中含氧劑，降低 MTBE 對人體的傷害，應可降低我國推動酒精汽油發展之阻力。

二、建議

- (一)雖然目前生質酒精議題在我國並不熱絡，但在國際上仍然有持續研究以及發展的趨勢，針對未來技術持續成熟，在生產成本

具競爭性時，生質酒精摻配汽油，取代化石燃料仍是可行的一條路。以菲律賓為例，直接進口酒精混摻為其 E20 的最終解決方案，我國似可參考嘗試從 E10 做起，直接進口酒精混摻，抑或進口玉米產製燃料酒精，對於我國能源多元化、降低對進口化石燃料的依賴，減少揮發性有機化合物、微粒物質、一氧化碳及有害空氣污染物的排放、提供就業等均有助益。

(二)之前由農作物轉製燃料常被詬病的問題為與人爭糧，惟隨著農業技術的精進，可以減少上述疑慮，產量過剩的農作物轉製成為生質燃料，不但有助於農作物供需穩定，替代化石燃料，協助農作物去化，平衡市場機制，更可創造降低碳排與開發再生能源商機。

(三)強制執行(mandate)及設定目標(target)為執行酒精燃料政策的必要手段，除倚賴政策誘因及強制執行的方式達到預定的政策目標外，建議煉油廠宜積極參與，建立環構以促進酒精燃料市場。

(四)酒精燃料電池車之開發目的，在於解決傳統氫燃料電池汽車之氫燃料基礎設施匱乏問題。巴西酒精產量高，原已廣泛作為燃料使用，基礎設施已相當完備。以酒精燃料電池來取代內燃機引擎，可改善目前內燃機引擎車之廢氣排放問題，與目前電池電動車比較，具有續航力與能源效率高優點，不失為新能源車輛之另一種新發展。不過，我國目前酒精應用還在示範階段，待技術發展更為成熟時，再考慮導入使用。

附件 會議簡報