

出國報告（出國類別：其他）

參加第七屆 Asian DME 國際研討會國 外公差報告

服務機關：核能研究所

姓名職稱：梁國超 助理研究員

派赴國家：日本

出國期間：100 年 11 月 15 日~100 年 11 月 20 日

報告日期：100 年 11 月 25 日

摘 要

本報告乃奉派赴日本參加第七屆亞洲區二甲醚國際研討會與參訪二甲醚高速充填系統之過程與心得彙整，此行攜回國外二甲醚應用相關之最新研究資料，與國際上具有相關研究經驗之生產商及研發單位建立交流管道，並收集二甲醚於民用燃料（液化石油氣-二甲醚混摻）、車用燃料（二甲醚汽車、二甲醚取代柴油、二甲醚加氣站等議題）發展前景之資訊，最後針對生質物氣液化合成二甲醚與二甲醚燃料應用之發展方向提出建議。

關鍵字：生質物二甲醚、二甲醚燃料、二甲醚充填系統

目 次

摘 要

一、目 的	1
二、過 程	2
三、心 得	3
四、建 議 事 項	12

一、目的

因應本所生質物氣液化合成二甲醚技術需要，梁國超博士奉派赴日本參加第七屆亞洲區二甲醚國際研討會並參訪日本二甲醚汽車/生質物二甲醚普及推進委員會之二甲醚高速充填系統，以瞭解國際間對二甲醚發展前景之最新想法、二甲醚燃料用於液化石油氣摻配之法規進展、二甲醚應用與測試方法之標準化進程。

亞洲區二甲醚國際會議由中日韓三國輪流主辦，每兩年舉辦一次，今年主辦單位為日本二甲醚論壇（Japan DME Forum），本會議主要目的為推廣二甲醚生產與使用，今年度主要議題為二甲醚用於民生燃料、生質物二甲醚用於汽車產業，是一個非常專一性的會議，吾人為台灣唯一與會者。我國將綠色能源產業列為六大新興產業之一，經濟部正積極擴大國內再生能源開發利用，由生質物轉換為能源可以滿足「可再生性」與「減碳」兩大目標，本所已有一 500 kW_{th} 之生質物電漿氣化爐，且具有「合成氣產製二甲醚」與「二甲醚產製汽油」之研發能量，藉出席此會議得與國際專家學者交流，以掌握國際研發現況與市場發展趨勢，並建立專家學者之國際合作管道與機會。

本行之主要目的包括：

1. 收集國際最新二甲醚應用與檢測方法之標準化相關資料。
2. 與國外二甲醚相關領域之廠商及研發人員建立交流管道。
3. 參訪二甲醚製造廠，了解實際二甲醚工廠運作，作為本所開發二甲醚製程放大之參考。
4. 參訪二甲醚加氣站，了解二甲醚燃料推廣之技術障礙。

二、過 程

- 第 一 天 出發（桃園→琉球→新潟）
- 第 二 天 註冊、參加研討會、晚宴
- 第 三 天 參加研討會
- 第 四 天 參訪：MGC 新潟二甲醚合成廠、Nippon GTL 費托合成計畫實驗廠、
DME 加氣站、一正公司之二甲醚鍋爐製造廠、安裝於佐藤食品公司
之二甲醚鍋爐
- 第 五 天 搭乘新幹線至橫濱，參訪日本二甲醚汽車/生質物二甲醚普及推進委
員會之二甲醚加氣站及二甲醚高速充填系統
- 第 六 天 回程（東京→台北）

三、心得

本次大會參加人數共 219 人，有 6 成來自日本（135/219），3 成來自亞洲其他區域，1 成來自歐美各國，亞洲區二甲醚主要生產商（MGC、KOGAS、ENN）及二甲醚車輛開發商（Volvo、Isuzu）皆派員出席，會議議程如下：

第一天

09:00- Welcome address

09:40- Keynote lecture

11:20- Commercial perspective in Japan

13:30- Project perspectives-1

14:50- Project perspectives-2

16:30- Standardization & other related subjects

18:30-20:30 Welcome party

第二天

09:00- Technology perspectives (Productions & BioDME-1)

10:40- Technology perspectives (BioDME-2 & DME Vehicle-1)

13:00- Technology perspectives (DME Vehicle-2)

14:20- Technology perspectives (Combustion, Chemical Use & Other)

16:40-18:00 Panel Discussion

18:00-18:20 Closing remarks

第三天 參訪

1. Fuel DME Production Co., Ltd.
2. Nippon GTL Demonstration Plant
3. DME Fuel Filling Station

4. DME Boiler End-users

第四天 參訪

1. 13:00-14:30 DME Filling System Demonstration at Yokohama Liquefied Gas Terminal
2. 14:30- Bus to Hotel LiveMAX
3. 15:00-16:30 Q&A
4. 16:30-18:00 Dinner & Free Discussion

首先，對於生質物二甲醚的開發與應用，日本（Director of Japan DME Forum）觀點如圖 1 所示，基於可再生性，二甲醚的原料來自木材氣化產生的合成氣，調整二甲醚反應器進料氫碳比的氫氣來自水的電解（電力以太陽能、風能等綠色能源供應），而調整氫碳比的碳源可由捕集回收之二氧化碳提供，整個系統的效率推估約 55%，減碳效果可達 95-97%（法國 TOTAL 公司的估算）。產出之二甲醚則作為燃料提供給汽車、鍋爐、發電機、農業溫室熱源使用，目前商業化的是二甲醚鍋爐，二甲醚汽車則路試中，與液化石油氣（LPG）摻配則屬於灰色地帶：有商業行為無明確法規。

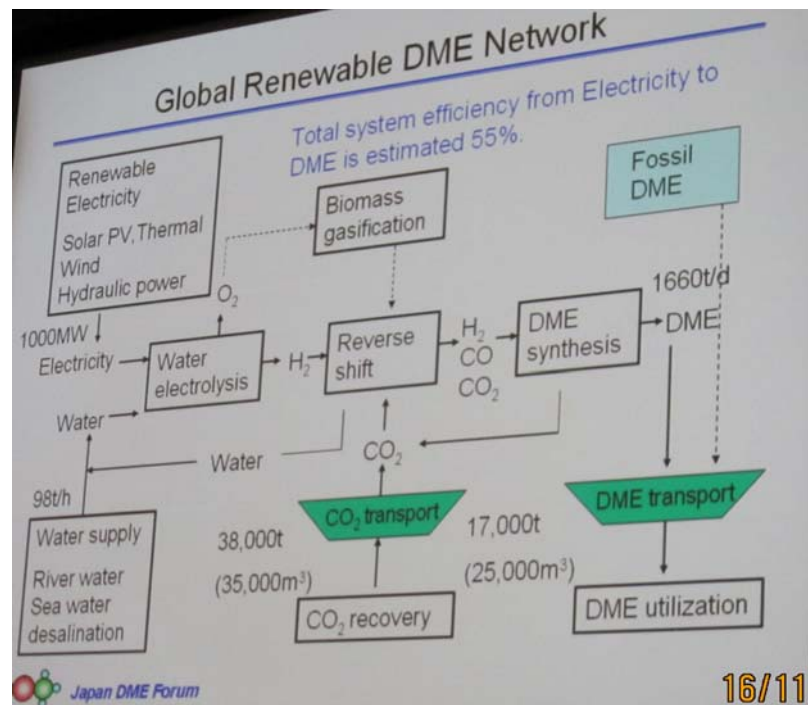


圖 1 生質物二甲醚生產流程示意

美國 UNTEL 公司認為 BioDME 的困難點在原料的收集與儲存，最有利生質物來源應屬造紙黑液（Chemrec, Pitea, Sweden）與生物沼氣（Oberon, San Diego, USA）。

韓國目前二甲醚產業發展方向如下：

1. 提供 LPG-DME 摻配燃料給家庭用戶試用
2. 研擬使用二甲醚燃料之設備的安全規範
3. 發展利用煉鋼煤焦爐氣合成二甲醚之技術
4. 積極海外建廠
5. 開發二甲醚汽車

韓國二甲醚研究最初是要取代氢能（研發多年，瓶頸無法突破），KOGAS 自 2001 年投入研發，經歷先導工廠（50 kg/day，2003-2006）與示範工廠（10 ton/day，2004-2008）階段，完成以天然氣一步法合成二甲醚的製程與觸媒之開發，並於 2010 年起，陸續在海外建廠（沙烏地阿拉伯、外蒙、越南、印尼）。少數韓國使用者對 LPG-DME 摻配燃料之熱值不足有所抱怨。韓國亦積極投入二甲醚汽車之開發，目前正在測試排氣量 3,300 c.c. 的卡車與 8,071 c.c. 的中運量巴士，主要開發項目為：排氣的潔淨度（微粒、NO_x、HC、CO）、電子控制單元、燃料注入系統、引擎效率。

圖 2 為中國大陸目前二甲醚生產分布，2010 年總產能達 9,828 千噸，但真正生產量僅 25%，呈現嚴重產能過剩。中國大陸的二甲醚通常設計成跟甲醇聯產以增加工廠的營運彈性，其原料多為煤氣化產生之合成氣。中國大陸目前二甲醚主要用途是摻配到液化石油氣中作為民生燃料使用，摻配量可高達 20%，因為二甲醚單位重量的熱值較低，引發許多爭議，也促使中國大陸加速二甲醚相關法規之研議，自 2007 年起陸續公布，2011 年 7 月生效的 GB 25035-2010 規範城鎮燃氣用二甲醚燃料，11 月生效之 GB/T 26605-2011 規範了車用二甲醚燃料。二甲醚公車在中國大陸有兩個示範點：上海 147 路公車（由新奧能源提供二甲醚）、山東臨沂（由久泰能源提供二甲醚），車體研發則由上海交通大學負責。

本次與會者皆認為訂出二甲醚燃料之國際標準是推動整個二甲醚產業的基

石，二甲醚燃料的國際標準由 ISO TC28/SC4/WG13 處理中，預計 2013 年正式公布，二甲醚燃料的標準測試方法由 ISO TC28/SC4/WG14 處理中，預計 2014 年上半年可公布。

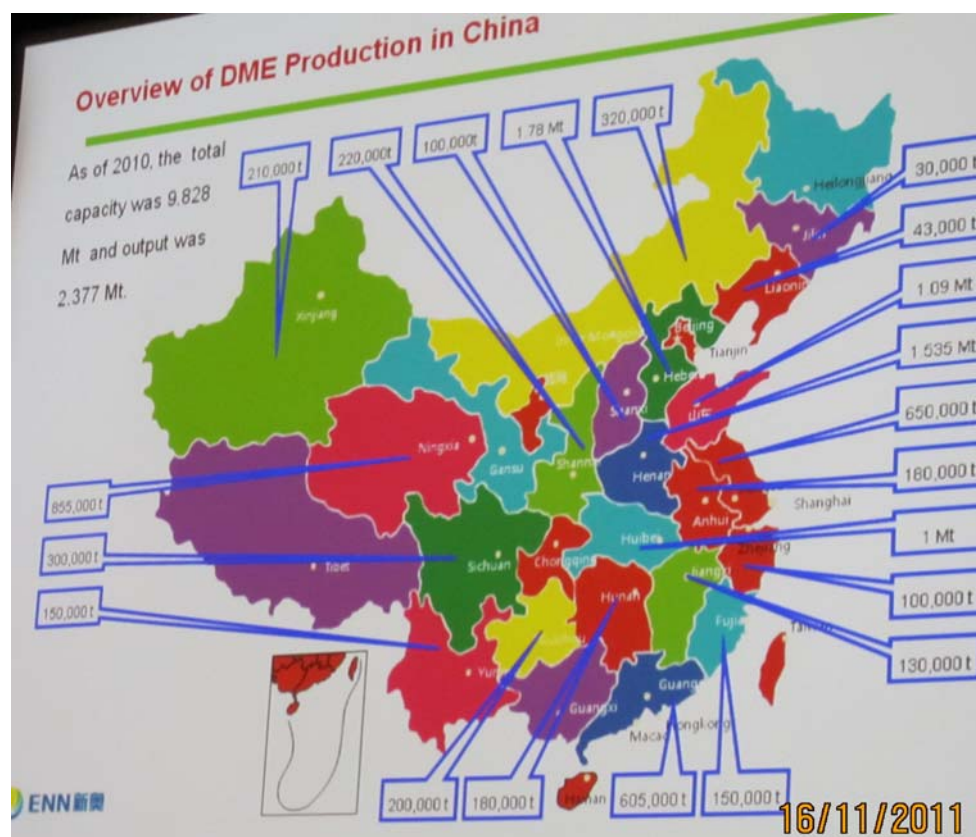


圖 2：中國大陸二甲醚產能分布

印尼此次出席者高達 13 人，主因為印尼政府計畫在天然氣中摻配二甲醚（來自煤氣化之合成氣製造）供民生燃氣爐使用，以減輕國家財政負擔（目前印尼政府約補貼 40%的天然氣費用），印尼本身是個千島之國，設立大型二甲醚工廠會有產品運輸問題，在個島上建構小型二甲醚工廠似乎較合適，本所將來可考慮向印尼輸出二甲醚技術。外蒙古首都烏蘭巴托因為燃煤而空氣污染嚴重，因空污死亡者高達全部死亡人數的 1 成，外蒙古政府想以禁止燒煤並補貼使用二甲醚或天然氣來改善污染狀況。

由各國的報告可知二甲醚目前最大的市場在民生用燃料，但是，純二甲醚無色無味，如有洩漏不易察覺，可燃範圍下限比天然氣或液化石油氣低（天然氣：4.4-17%、液化石油氣：5-33%、二甲醚：3.3-26.6%），洩漏為害性大，本身熱值又低於天然氣或液化石油氣，所以，必須研發非硫系臭味劑添加於純二甲醚燃料中以

利洩漏感知，二甲醚鋼瓶與管路的腐蝕問題亦需釐清，LPG-DME 摻合燃料價格則應依熱值變化而調整，才能消除使用者之疑慮。

車用二甲醚燃料若原料來自植物，其減碳效果可達 95%以上，故歐洲大力支持生質物二甲醚開發。目前歐洲 BioDME 計畫之製程研發由 Chemrec 負責，其示範廠製程如圖 3 所示，分成造紙黑液氣化（DP-1）及二甲醚合成兩部分，氣化產生的合成氣經過活性炭過濾與胺液洗滌，再經水煤氣反應調節氫碳比後，送入二甲醚合成塔反應，觸媒由 Topsoe 供應，使用兩步法：先合成甲醇，再脫水生成二甲醚。車輛開發則由 Volvo 負責。位於瑞典北方 Pitea 的 BioDME 示範廠規模為 4 ton/day（造價 2 千萬歐元），第 1 次成功產出 BioDME 之時間為今年 7 月 27 日，瑞典全國有 4 座 DME 加氣站（由 LPG 加氣站改造，改造費用每站約 20 萬歐元）供 10 輛 DME 卡車（超過 10 萬公里路試）使用。

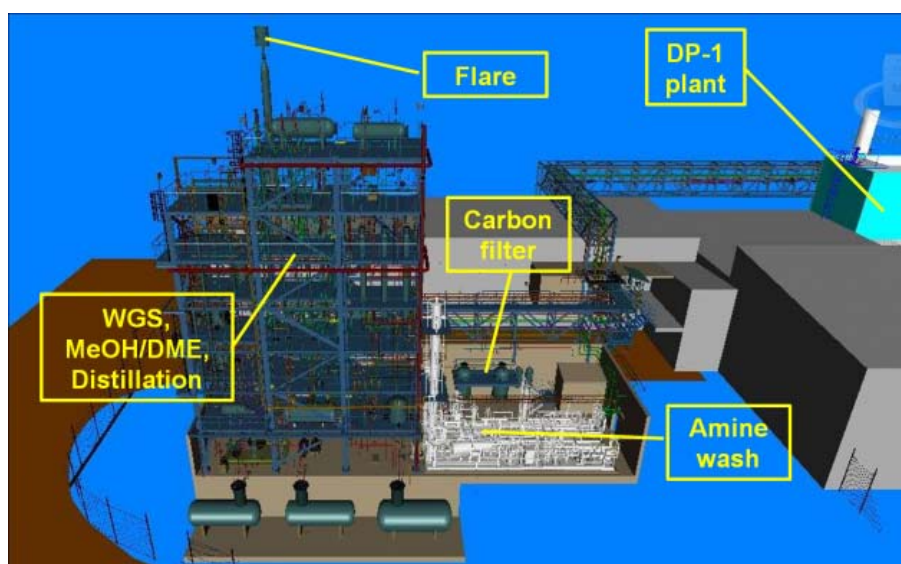


圖 3 BioDME 生產流程示意

日本的 BioDME 研發由 AIST 負責，原料選擇與本所相同，皆為木材，其氣化爐如圖 4 所示，為下吸式固定床設計，木材破碎成 20-30 mm，進料速率為 9-18 kg/h，合成氣經過焦油去除裝置後導入固定床一步法二甲醚合成塔（可裝填 500-1,000 克觸媒）反應，觸媒為 Cu-Zn 觸媒與 γ - Al_2O_3 1:1 混合，反應溫度 230°C，反應壓力為 9.8 bar（一般為 40-50 bar，AIST 為迴避高壓容器管制，故選用較低操作壓力），1,000 小時可收集（以乾冰浴冷凝）1.1 公斤之 BioDME，由於產量稀少，2010 年 5 月曾以 BioDME 混合天然氣製 DME 進行 DME 卡車公路測試。由以上數據可知，日本

的 BioDME 計畫尚屬起步階段。

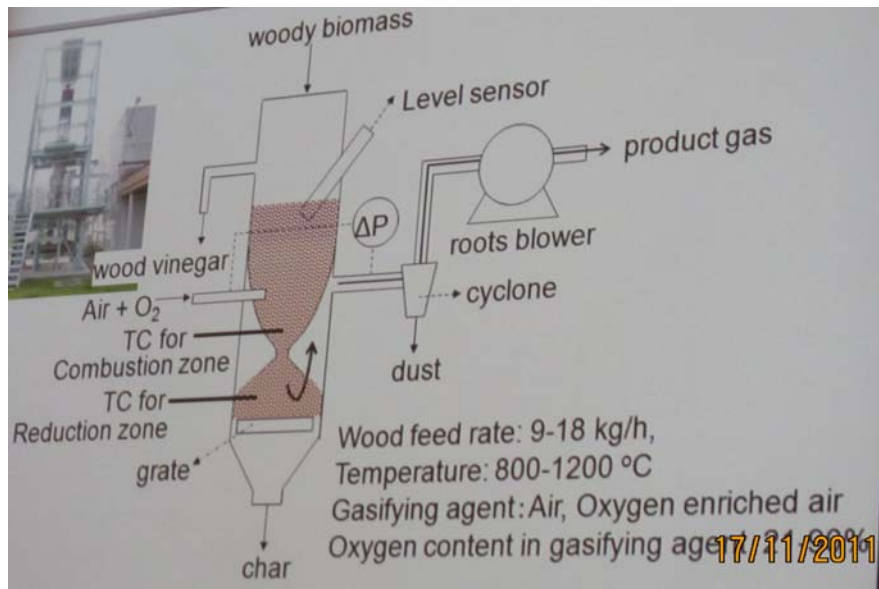


圖 4 AIST 之 BioDME 氣化爐

因為乙烯與丙烯是非常重要的石化原料，各國紛紛著手非石油來源之製程開發與經濟評估以因應石油耗竭，會議中三菱化學介紹其二甲醚轉化為丙烯之製程（DTP），其流程如圖 5 所示，利用修飾過的 ZSM-5 觸媒與固定床反應器，丙烯產率可達 70%（優於 Lugi 的 MTP 製程，丙烯 65%），觸媒則約 2 週再生 1 次。

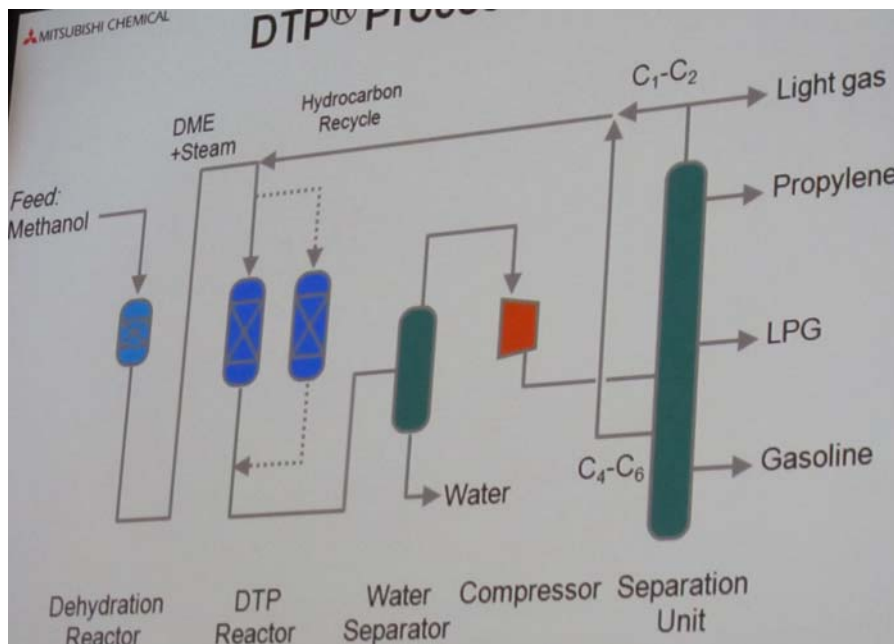


圖 5 三菱 DTP 流程示意

本次工廠參訪主要有 Fuel DME Production 公司（三菱瓦斯化學（MGC）是主要持股者）位於新潟的二甲醚工廠及日本 GTL 研究組合位於新潟的費托反應示範廠。如圖 6 所示，此二甲醚廠是利用三段式固定床（分成 A（1）、B（2）兩個反應器串連），以 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ （來自 MGC）將甲醇脫水產製二甲醚，年產量 8 萬噸，新鮮甲醇可自各段床體分別導入以控制反應塔溫升，觸媒壽命至少 3 年，使用過的觸媒直接廢棄，MGC 人員表示歐洲為因應溫室氣體減量政策將於 2012 年與 MGC 合作建造一座年產量 20 萬噸的二甲醚工廠（應為 BioDME）。唯此次未能見到全球首座一步法漿態床二甲醚合成工廠甚感遺憾。

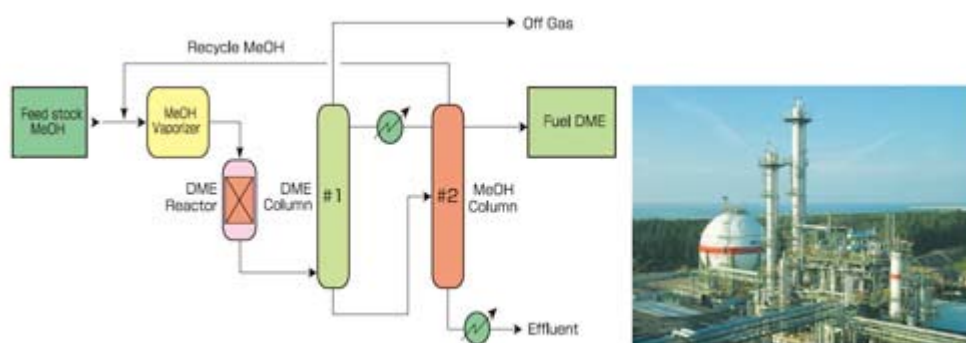


圖 6 Fuel DME Production 公司之廠房鳥瞰與製程示意

日本 GTL 的費托示範廠主要製程如圖 7 所示，此計畫由 2006 年開始，目的為驗證天然氣經水蒸氣/二氧化碳重組產生合成氣（氫碳比 2），再經費托反應合成油品之製程，開發製程所需觸媒，並評估製程之經濟性，目前產品分布汽油 30%、煤油 40%、石腦油 30%。吾人認為目前已經有 CNG、LNG、LPG 及 DME 汽車，將天然氣轉為汽油使用其應用範圍必屬特殊，市場可能不大。

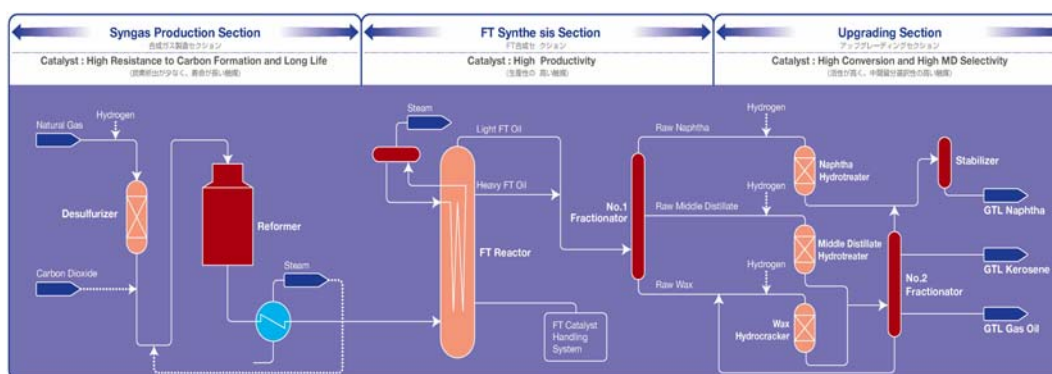


圖 7 日本 GTL 的費托反應流程

橫濱的二甲醚高速充填系統展示及會後討論有下列幾項結論：

1. 車輛經路上奔馳後進入加氣站加氣時，油箱溫度可能高達 50°C（與天氣、季節有關），但是二甲醚儲槽溫度僅 15°C，油箱的蒸汽壓會使二甲醚不易流入油箱（加油時間變長）。
2. 改善上列問題最佳方法是將油箱之蒸汽導回儲槽（開發加油管路與蒸汽回流管路之二甲醚充填系統）。
3. 將顧客油箱中的油氣導回儲槽可能會引發爭議，必須設法解決（蒸汽流量表、顧客同意書、法規等）。
4. 若各個二甲醚燃料製造商油品添加劑相異（物種、濃度）是否會造成儲槽被回收油氣污染？
5. 充填系統背壓越高流量越不易受油箱溫度影響（日本爲了與 LPG 規格相同以 5 bar 爲背壓，35-50°C 溫差，流速會由 30 L/min 降爲 16 L/min，減少約 50%；瑞典爲了提高充填速率以 10 bar 爲背壓，35-50°C 溫差，流速會由 50 L/min 降爲 40 L/min，減少 20%）。
6. 二甲醚加氣站的國際標準需先確立，否則各國各自研發會使將來發生標準之爭。

另外本次會議也拓展國際人際網路：

- 二甲醚產製：MGC、東洋工程（TEC）、韓國瓦斯（KOGAS）、新奧能源（ENN）、Methanex、Unitel。
- 二甲醚汽車與周邊：Volvo、Isuzu、TOKICO、豐田通商、BioDME & DMEVPC、上海交通大學。
- 二甲醚研發：AIST、Ulsan 大學、Hoseo 大學、北海道大學。

第 8 屆（2013）亞洲區二甲醚會議預計移師印尼以因應其二甲醚摻配市場之開發，第 5 屆全球二甲醚會議（IDA 5）則在 2012 年 9 月於中國大陸召開。閉幕前國際二甲醚協會（IDA）的專家討論以下 5 大議題，節錄如下：

- (1) DME 市場現狀與未來展望：應開發美國市場、應開發二甲醚發電、應降低二甲醚生產成本、甲醇/二甲醚聯產應該較易獲利。
- (2) DME 技術轉移：歐洲因應減碳將有新的 DME 廠設立（MGC 蓋的，年產能 20 萬噸），IDA 應該確保大型 DME 廠建廠及運行皆順利、DME 若想取代柴油則需加緊研發腳步（引擎、燃燒特性、加氣站等）。
- (3) DME 各國國內與國際標準：與其他燃料摻合必須與其他燃料生產商討論、ISO 標準順利推動中。
- (4) 溫室氣體減量與可再生性 DME：可考慮利用捕集之二氧化碳為 DME 原料、利用生質物生產 DME、燃料中混摻 BioDME 以減碳、BioDME 很難大規模化（原料收集困難）、需取得政府政策支持（碳稅、可再生能源補貼）。
- (5) DME 推廣之國際情狀：降低生產成本才有機會擴大 DME 使用量、歐盟將有一個 2 百萬歐元的新計畫發展 BioDME 在車用燃料之應用。

四、建議事項

- (一)、生質物二甲醚研發：為因應溫室氣體減量，以植物為原料的燃料生產方式逐漸受到重視，但是，植物的高含水率、低密度、低熱質、產量有季節依存性，大規模生產之困難度高，反而適合分散式小型之燃料供應（爐具、發電機、農業溫室等），因此，本所未來之研發方向可朝小型氣化爐搭配一步法二甲醚反應器之全製程整合（產氣、淨氣、合成）發展，目標市場則可鎖定東南亞，未來之專利布局亦應重視此區域之專利申請。對於生質物來源，或可考慮垃圾掩埋場或大型家畜家禽養殖場產生之沼氣，整合後段淨氣/合成程序以發展分散型生質物二甲醚生產系統。
- (二)、氣液化研發：氣液化技術若鎖定燃料為研發目標將遭遇 CNG、LNG、LPG 等燃料之競爭，除非政策支持課徵碳稅或調高空污管制標準，否則難以競爭；但如能轉為烯烴類（乙烯、丙烯）塑化基本原料之開發，則可對石油枯竭後的石化中下游工業繼續提供生產原料，因此本所未來可考慮發展生質物氣化轉烯烴（一步或多步）之觸媒技術研發。
- (三)、生質二甲醚燃料之使用：LPG-BioDME 摻配燃料可直接達成減碳目的，唯熱值下降問題引人詬病，生質二甲醚汽車各國發展亦各行其是，建請相關部會參酌即將公告之 ISO 二甲醚標準，先行研擬二甲醚摻配之法規與檢驗方法，將來可引入 BioDME 摻配幫助達成溫室氣體減排之目標，對於二甲醚汽車之研發，本所或可考慮發展添加劑：改善二甲醚之潤滑性之潤滑劑或非硫系臭味劑。