

出國報告(出國類別:開 會 )

( 報 告 書 名 稱 )

參加 Clariant 觸媒公司定義未來 VII  
(Defining the Future VII)會議

服務機關: 台灣中油煉製研究所

姓名職稱: 陳朝鈺 (化學工程師)

派赴國家: 美國

出國期間: 104 年 8 月 23 日至 104 年 8 月 29 日

報告日期: 104 年 11 月 16 日

(摘要：篇幅限於 1 頁以內)

本次出國計劃自 104 年 8 月 23 日開始至 104 年 8 月 29 日止共計 7 天，主要是參加由科萊恩 Clariant 觸媒公司於美國舊金山舉辦的第七屆定義未來 VII 會議。

定義未來會議是一個關注全球化工和燃料行業的市場和技術發展，並探討觸媒技術及製程的論壇。自 2004 年舉辦至今，已辦理六屆會議，上屆在德國慕尼黑舉行。兩年一度的會議已受到許多人的歡迎與認同，本次為第七屆會議，也是第一次在北美舉辦。會議中由相關領域專家就烯烴生產技術、煤化工、合成氣行業面臨的挑戰、烯烴衍生物、天然氣生產轉化、聚烯烴、未來燃料、及氧化和加氫觸媒的最新進展等議題進行專題報告，此外，亦有多篇提及甲醇經濟相關製程與觸媒發展，由此可見，甲醇相關技術仍為未來國際間矚目的焦點。

會中提及的 Carbon Neutral Cycle 概念主要是利用氫氣與二氧化碳反應生成甲醇，但需具有廉價氫氣，才有獲利的空間，或許可應用在煉廠餘氫的再利用。在製程開發方面，也能參考 Clariant 觸媒公司與液空集團 (Air Liquid) 的合作經驗，結合內部專家、觸媒評估與分析設備、及學術單位的基礎研究等三大支柱，進行研究開發，以達相輔相乘之功效。此外，亦可考量實驗硬體設備自行研發設計的可行性。

(目錄)

## 目 錄

壹、 出國目的說明.....	1
貳、 出國行程.....	1
參、 過程-研討會內容	
(一)、 議程介紹.....	2
(二)、 研討會論文發表內容介紹.....	7
肆、 心得與建議事項 .....	29

(本文：應包含「目的」、「過程」、「心得」、「建議」及其他相關事項)

## 壹、出國目的說明

製程組烯烴相關製程改善研究團隊負責本公司輕裂工場、烷化工場及硫磺工場之製程改善、觸媒採購規範訂定及驗收等現場技術服務工作，此外，對於碳四以下的技術進展，亦為本團隊的研究範疇。此行目的在於了解石化烯烴產品生產相關的觸媒與製程技術進展，會議中將由相關領域專家就烯烴生產技術、煤化工、合成氣行業面臨的挑戰、烯烴衍生物、天然氣生產轉化、聚烯烴、未來燃料、及氧化和加氫觸媒的最新進展等議題進行討論與交流，期望藉由吸收製程技術與觸媒等新知，增進解決現場問題之能力與提升煤化工或天然氣轉化等方面的研發能力。

## 貳、出國行程

預定起迄日期	天數	到達地點	地區等級	詳細工作內容
104.08.23	1	台北-舊金山	290	啟程(台北→舊金山)
104.08.24	1	舊金山	290	參加科萊恩 Clariant 觸媒公司舉辦之定義未來 VII 會議
104.08.25	1	舊金山	290	參加科萊恩 Clariant 觸媒公司舉辦之定義未來 VII 會議
104.08.26	1	舊金山	290	參加科萊恩 Clariant 觸媒公司舉辦之定義未來 VII 會議
104.08.27	1	舊金山	290	參加科萊恩 Clariant 觸媒公司舉辦之定義未來 VII 會議
104.08.28	1	舊金山-台北	290	返程(舊金山→台北)
104.08.29	1	舊金山-台北	290	返程(舊金山→台北)

## 參、過程-研討會內容

### (一)、議程介紹

定義未來會議是一個關注全球化工和燃料行業的市場、技術發展並探討觸媒技術以及製程發展的高水準論壇。自 2004 年舉辦至今，兩年一度的會議已受到許多人的歡迎與認同。邀請超過 400 位來自亞洲、歐洲和中東的化工、煉化和製程技術領先公司的代表。此次是第一次在北美舉辦，將由科萊恩的董事會成員主持開幕主旨演講，接下來再邀請來自國際知名製程專利商和市場研究集團如陶氏化學、德西尼布、ADM 和 IHS 的高級主管分享他們的見解。研討會的主題包含：烯烴生產技術、煤化工、合成氣行業面臨的挑戰、烯烴衍生物、天然氣生產轉化、聚烯烴、未來燃料、及氧化和加氫觸媒的最新進展等。

論文研討會期自 8 月 25 日至 8 月 27 日共計三天，共分配在四場演講廳發表，所發表之論文及作者整理如下：

#### ● 8 月 25 日大會主廳發表論文

## TUESDAY 25 AUGUST

### KEYNOTES SESSIONS - GRAND BALLROOM, 3<sup>RD</sup> FLOOR

Time	Title	Speaker name	Company
08:30 - 09:00 am	Conference Welcome	Hariolf Kottmann	Clariant
09:00 - 09:40 am	Global Petrochemical Market Outlook: The Impact of Energy at the Extremes	Mark Eramo	IHS Chemical
09:40 - 10:20 am	Where on the Spectrum is the Chemical Industry and What are the Implications on Innovation and Technology Development	Bob Maughon	The Dow Chemical Company
10:20 - 10:40 am	<b>Coffee Break</b>		
10:40 - 11:20 am	Ethylene Production Growth Drives New Global Industry Standards	Jean-Paul Laugier	Technip
11:20 - 12:00 pm	Chemurgy: A Continuing Journey	Paul Bloom	Archer Daniels Midland Company
12:00 - 12:30 pm	Moderated Plenary Session Q&A	Lyn Tattum	IHS Chemical
12:30 - 02:00 pm	<b>Lunch</b>		

● 8 月 25 日下午發表論文分為二類，分別在不同講廳發表

(1) Market and Technology Developments

(2) Syngas-Conversion to Chemicals and Fuels

**MARKET AND TECHNOLOGY DEVELOPMENTS - GRAND BALLROOM, 3<sup>RD</sup> FLOOR**

Time	Title	Speaker name	Company
02:00 - 02:30 pm	Global Energy & GHG Reduction Potential via Catalytic Improvements	Ed Rightor	The Dow Chemical Company
02:30 - 03:00 pm	US Shale Gas Development	Martha Moore	ACC - American Chemistry Council
03:00 - 03:30 pm	Oil Price Impact to Petrochemical Industry and Investments	Theo Jan Simons	McKinsey & Company
03:30 - 04:00 pm	<b>Coffee Break</b>		
04:00 - 04:30 pm	Chinese Chemical Industry - Outlook and Challenges	David Xu	McKinsey & Company
04:30 - 05:00 pm	From Evolution to Revolution: The Transformation of Catalyst Industry Business Model	Brittany McGingley	The Catalyst Group
05:00 - 05:30 pm	Shifting Frontiers in Catalysis	Marvin Estenfelder	Clariant
07:00 - 10:00 pm	<b>Dinner - The Exploratorium</b>		

**SYNGAS - CONVERSION TO CHEMICALS AND FUELS - INTERCONTINENTAL BALLROOM, 5<sup>TH</sup> FLOOR**

Time	Title	Speaker name	Company
02:00 - 02:30 pm	Moving Towards the Methanol Economy	Gregory Dolan	Methanol Institute
02:30 - 03:00 pm	Ingredients for Success in selling Methanol Technology	Matthias Stein	Air Liquide
03:00 - 03:30 pm	Achieving Enhanced Plant Reliability and Efficiency with MEGAMAX® 800 Methanol Synthesis Catalyst	Mohammed Raza	IBN Sina National Methanol Company
03:30 - 04:00 pm	<b>Coffee Break</b>		
04:00 - 04:30 pm	High Performance Hydrogen Production	Steve Beeston	Foster Wheeler USA Corp.
04:30 - 05:00 pm	Pre-commercial demonstration of high-efficiency, low-cost warm Syngas cleanup technology for chemical, fuel and power applications	Raghubir Gupta	Research Triangle Institute
05:00 - 05:30 pm	Clariant Syngas Production and Conversion Catalysts	Stefan Gebert	Clariant
07:00 - 10:00 pm	<b>Dinner - The Exploratorium</b>		

● 8 月 26 日發表論文分為四類，分別在四個講廳發表

(1) On-Purpose Olefins

(2) Syngas Innovation for Ammonia Production

(3) Engineering Services and Sustainability

(4) Fuel and Innovation

# WEDNESDAY 26 AUGUST

## ON-PURPOSE OLEFINS – GRAND BALLROOM, 3<sup>RD</sup> FLOOR

Time	Title	Speaker name	Company
09:00 - 09:30 am	The Future of Butanes in Alkylation; n-Butanes to Alkylate	Fred D. Gardner	CB&I
09:30 - 10:00 am	Midstream – Bringing it to Market	Robert E. Moss	Enterprise Products Operating
10:00 - 10:30 am	HIREAL CATOFIN® Unit Overview	Lorena Oviol	Clariant
10:30 - 11:00 am	<b>Coffee Break</b>		
11:00 - 11:30 am	On-Purpose Propylene in an Era of Uncertainty	Ronald Cascone	Nexant
11:30 - 12:00 pm	GTP® – The Way to Gas Based Propylene	Thomas Wurzel	Air Liquide
12:00 - 12:30 pm	Jointly Faster to Market: Commercialization of the MTP Propylene Technology	Thomas Wurzel & Wolf Spaether	Air Liquide & Clariant

## SYNGAS INNOVATION FOR AMMONIA PRODUCTION – INTERCONTINENTAL BALLROOM, 5<sup>TH</sup> FLOOR

Time	Title	Speaker name	Company
09:00 - 09:30 am	Market Drivers for the Syngas Industry	Richard Hands	BC Insight
09:30 - 10:00 am	Key Factors for the Successful Growth of a High-Tech Company	Federico Zardi & Ermanno Filippi	Casale SA
10:00 - 10:30 am	100th Reference of AmoMax® 10	Darrell Allman & Taylor Archer	Iowa Fertilizer Company & Clariant
10:30 - 11:00 am	<b>Coffee Break</b>		
11:00 - 11:30 am	Technology Solutions for Improving Existing Asset's Competitiveness	Viswadeb Ganguly	KBR
11:30 - 12:00 pm	Sustainability in Syngas – Reach to Performance with ShiftMax® 120 HCF	Brandon Hughes	Clariant
12:00 - 12:30 pm	Strategies for Reducing NOx in Reforming and Nitric Acid Applications	Hal Walls	Clariant

# WEDNESDAY 26 AUGUST

## ENGINEERING SERVICES AND SUSTAINABILITY – UNION SQUARE, 3<sup>RD</sup> FLOOR

Time	Title	Speaker name	Company
09:00 - 09:30 am	Catalyst Loading Techniques for Optimized Reactor Performance	Scott Osborne	Clariant
09:30 - 10:00 am	Maximizing Plant Profitability through the Use of Advances Catalyst and Process Simulation	Michael Balakos	Clariant
10:00 - 10:30 am	Q&A Session on Engineering Services		
10:30 - 11:00 am	<b>Coffee Break</b>		
11:00 - 11:45 am	Creating Value through Sustainability	Lenz Kröck	Clariant
11:45 - 12:30 pm	Open Discussion Round on Sustainability in Catalysis	Lyn Tattum	IHS Chemical

**FUEL AND INNOVATION – TELEGRAPH HILL, 4<sup>TH</sup> FLOOR**

Time	Title	Speaker name	Company
09:00 - 09:30 am	Plant Modularization: Minimization of Project Risk, Schedule and Cost	Kevin Stanley	Ventech Engineers International
09:30 - 10:00 am	Tailoring Diesel Cold Flow Properties – How to Discover Value	Rainer Rakoczy	Clariant
10:00 - 10:30 am	S Zorb™ Sorbent Study and Heavy Oil to Propylene	Jiushun Zhang	Sinopec
10:30 - 11:00 am	<b>Coffee Break</b>		
11:00 - 11:30 am	2G Biorefineries: Biomass Conversion Technologies are Ready for Industrial Deployment	Dario Giordano	Beta Renewables
11:30 - 12:00 pm	Clariant Sunliquid® Process: Cellulosic Biorefinery Key Technology Features, Applications and Economics	Markus Rarbach	Clariant
12:00 - 12:30 pm	Building with Natural Gas	Ed Dineen	Siluria
12:30 - 01:00 pm	AcryloMax® – Catalyst Development and Plant Experience	Luiz Antonio Mascarenhas & Maximilian Dochnahl	Unigel & Clariant

● 8 月 27 日發表論文分為四類，分別在四個講廳發表

(1) Olefins and Derivates

(2) Energy of the Future

(3) Styrene and Aromatics

(4) Regulatory Landscape and Chemical Applications

**THURSDAY 27 AUGUST****OLEFINS AND DERIVATES – GRAND BALLROOM, 3<sup>RD</sup> FLOOR**

Time	Title	Speaker name	Company
09:00 - 09:30 am	Transient Operation of Hydro C2TE Units	George Vulpescu & Felicitas Cokoja	Total & Clariant
09:30 - 10:00 am	Innovation Produces a Breakthrough C2 Front End Catalyst Delivering Ultra-High Performance	MingYong Sun & Denise Cooper	Clariant
10:00 - 10:30 am	Innovation Delivers Improved Performance and Value Addition in Pyrolysis Gasoline Hydrogenation	Nobuto Kobayashi	Clariant
10:30 - 11:00 am	<b>Coffee Break</b>		
11:00 - 11:30 am	Recent Advances in Ethylene Oxide Catalysts and its Impact on Operating Economics of EO/EG Plants	Ashok Padia	Scientific Design
11:30 - 12:00 pm	Our Experience with Clariant's Polypropylene Catalyst	Pierre Donaldson	Flint Hills Resources
12:00 - 12:30 pm	Shaping the Future with High Performance Catalysts	Matthias Wyzycki	Clariant
12:30 - 02:00 pm	<b>Conference Closure and Lunch</b>		

**ENERGY OF THE FUTURE - INTERCONTINENTAL BALLROOM, 5<sup>TH</sup> FLOOR**

Time	Title	Speaker name	Company
09:00 - 09:30 am	Power-to-Liquids with Reversible Electrolysis – A Game-changer for Renewable Energy Systems	Christian von Olshausen	Sunfire GmbH
09:30 - 10:00 am	Role of Hydrogenation in Clean Fuels Manufacturing	Matti Koskinen	Neste Jacobs Oy
10:00 - 10:30 am	An Alternative for Liquid Fuel Production: ExxonMobil's Methanol to Gasoline (MTG) Technology	Mitch L. Hindmann	Exxon Mobil
10:30 - 11:00 am	<b>Coffee Break</b>		
11:00 - 11:30 am	Cool Planet's process – Carbon Negative Renewables and Soil Enhancing CoolTerra™ Biochar	Raj Malyala	Cool Planet Energy Systems
11:30 - 12:00 pm	Transforming Power Infrastructure for the 21st Century	Asim Hussain	Bloom Energy
12:00 - 12:30 pm	A New Frontier for Mercury Removal	Yong Cheun Kuah & Bruce Kleppe	Petronas Research & Clariant
12:30 - 02:00 pm	<b>Conference Closure and Lunch</b>		

**THURSDAY 27 AUGUST****STYRENE AND AROMATICS - UNION SQUARE, 3<sup>RD</sup> FLOOR**

Time	Title	Speaker name	Company
09:00 - 09:30 am	Renewable Resource Based Chemicals and Materials: para-Xylene	Jonathan O. Smith	Gevo
09:30 - 10:00 am	Aromatics project at Skikda refinery	Joseph C. Gentry	GTC Technology
10:00 - 10:30 am	EB-X Technology for EB Extraction	Alisa Kammafoo	SCG Chemicals
10:30 - 11:00 am	<b>Coffee Break</b>		
11:00 - 11:30 am	The Performance of Styromax®-8 and Styromax® plus 5	Mayumi Tsurushima	Idemitsu Kosan
11:30 - 12:00 pm	Refinery Offgas Recovery for Styrene Production	Ajay Gami	CB&I
12:00 - 12:30 pm	Energy Saving Using Styromax®-6 Catalyst in Styrene Monomer Reactor	Danang Pramudibyo & Ronald Sihombing	PT Styrimdo Mono Indonesia & PT Chandra Asri
12:30 - 02:00 pm	<b>Conference Closure and Lunch</b>		

**REGULATORY LANDSCAPE AND CHEMICAL APPLICATIONS - TELEGRAPH HILL, 4<sup>TH</sup> FLOOR**

Time	Title	Speaker name	Company
09:00 - 09:30 am	The World of Maleic Anhydride; downsides and opportunities	Philippa Davies	Tecnon Orbichem
09:30 - 10:00 am	Phthalic Anhydride Production in China – Operational Experience with PHTHALIMAX® and NAPHTHALIMAX® Catalyst	Jianjun Liu	Shangdong Qilu Plasticizer
10:00 - 10:30 am	Shaping the Future of Chemical Production with Clariant's new Oxidation Catalysts	Lisa Krumpholz	Clariant
10:30 - 11:00 am	<b>Coffee Break</b>		
11:00 - 11:30 am	The Future Markets for Industrial Gas Cleaning	Jim Staudt	Andover Technology
11:30 - 12:00 pm	Bay Area Air Quality Management District: Overview, Regulatory Process and Climate Protection Programs	Eric Stevenson	Bay Area Air Quality Management District
12:00 - 12:30 pm	Precious Metals - Perceptions, Perspective and Paradigms	Bradford M. Cook	Sabin Metal Corporation
12:30 - 02:00 pm	<b>Conference Closure and Lunch</b>		

## (二)、研討會論文發表內容介紹

本次研討會論文與烯烴業務相關的主題為 Syngas-Conversion to Chemicals and Fuels、On-Purpose Olefins、與 Olefins and Derivates 等，茲僅擇重要內容說明如下：

### ●Moving Towards the Methanol Economy

本篇報告是由 Methanol Institute（甲醇協會）的 CEO Gregory Dolan 先生進行簡報，甲醇協會是一個全球貿易的組織，設立於 1989 年，初期是為了說服美國國會支持甲醇燃料市場，現在則透過新加坡與美國華盛頓特區的辦公室，為會員提供服務。甲醇協會會員包含甲醇生產商、製程或觸媒技術公司、及運輸商等，甲醇協會與會員公司相互合作，為全球行業研議解決方案，以確保甲醇及其各種衍生物市場繼續繁榮發展，其 2015 年的會員公司如圖一所示。會中提及 2006 年諾貝爾化學獎得主喬治·奧拉在《跨越油氣時代-甲醇經濟》一書中提及，甲醇可用來做為：一種便利的能量儲存媒介、一種方便運輸和流通分配的燃料、及一種用來合成碳氫化合物及其產品的原料等用途。圖二為碳中和循環（Carbon Neutral Cycle），由此循環中可知，甲醇的來源除石化燃料外，亦可藉由捕集排放的二氧化碳與經由太陽能、風力等再生能源產製的氫氣反應生成甲醇，由此即可獲得生生不息的甲醇。甲醇的用途主要可區分為化學品和能源-燃料等兩類，2014 年全球甲醇銷售量約為 6 千 4 百萬噸，其中近 40% 使用在甲醇燃料摻配、替代柴油、甲基第三丁基醚（MTBE）、生質柴油、二甲醚（DME）、甲醇製汽油或甲醇製烯烴（MTG/MTO）、及燃料電池等，而使用在燃料摻配部分，於 2009 至 2014 即成長了 23%。甲醇依摻配比例不同可區分為 M3-M85 等，每年的需求量为 1 千萬噸，低比例的甲醇汽油與普通汽油相近，故無需修改引擎即可使用；中比例的甲醇汽油則需添加適當的添加劑，以解決適用性與腐蝕問題。甲醇汽油目前普遍使用在中國大陸，圖三為各省甲醇汽油的分布情形，以 M15 為主，最高有使用至 M100。此外，因甲醇燃料具有低 SO<sub>x</sub> 和 NO<sub>x</sub> 排放的優點，故在 2015 年 3 月 Stena Line 公司旗下的 Stena Germanica 號輪已開始使用甲醇燃料，且相較液化天然氣（LNG），甲醇燃料除了單位重量的能量較高外，建造成本較低，且儲存容易。圖四為未來甲醇潛在的需求量，由圖中可知，未來甲醇仍以能源-燃料為主要用途。



## Moving Towards the Methanol Economy

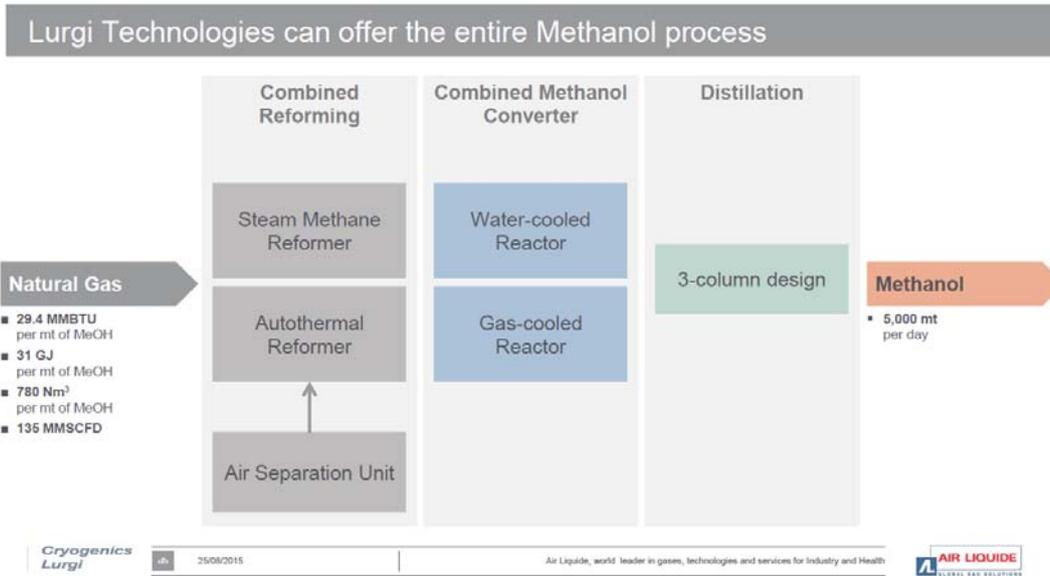
Application	Current Methanol Demand (2015E, -000-Tons)	Potential Market Demand (-000- Tons)
Alternative Fuels		
- Gasoline	11,571	40,000-50,000
- Biodiesel	1,197	25,000-40,000
- DME	4,970	10,000-15,000
- Power Generation & Others	>1	40,000-60,000
Fuel Cells	8	3,000-8,000
Methanol-to-Olefins	16,683	30,000-40,000
Methanol-to-Gasoline	250	15,000-35,000



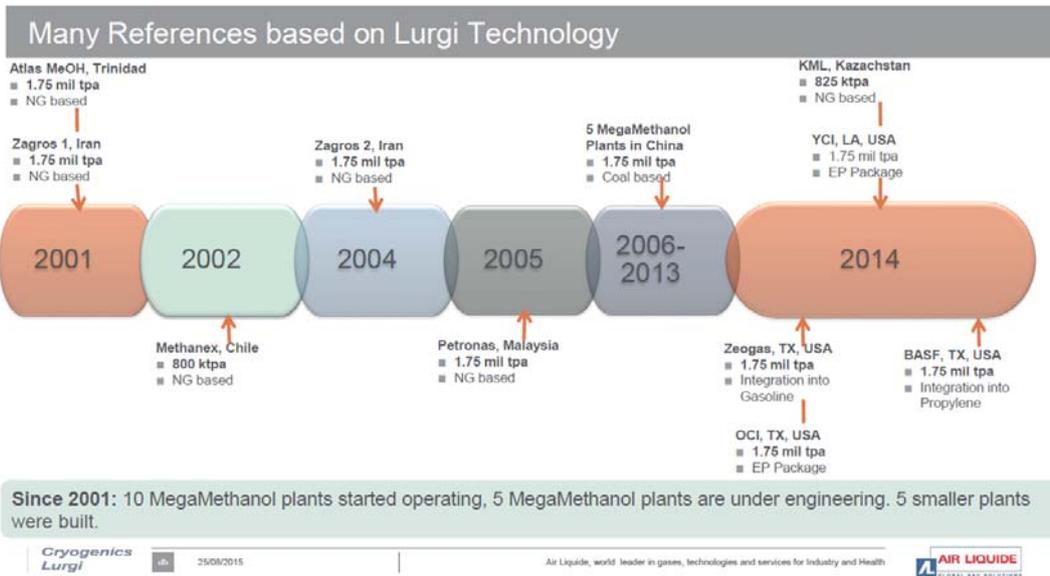
### ● Ingredients for Success in Selling Methanol Technology

本篇報告是由液空集團（Air Liquid，AL）的 Matthias Stein 博士進行簡報，液空集團是工業與醫療保健之氣體供應及製程技術公司，全球分佈超過 80 個國家，員工超過 5 萬人，2014 年營業額超過 154 億歐元。報告中分別就技術可行性、投資成本與操作成本之最佳化、環境面、計畫執行面、附加價值與財務等面向，分析液空集團能成功銷售甲醇技術的因素。在技術方面，液空集團擁有 Lurgi 的甲醇製造技術，其製程如圖五所示。以天然氣為原料，經過蒸氣重組或自熱重組反應產生合成氣，再利用合成氣轉化為甲醇，生產一噸甲醇，所需之天然氣為 780 立方公尺，甲醇的產量為每天 5,000 公噸。圖六為 Lurgi 甲醇技術的進展，自 2001 年開始，已有 10 個百萬等級的甲醇工廠在操作，5 個百萬等級的甲醇工廠在興建中，亦已興建 5 個小規模的甲醇工廠。在投資成本與操作成本最佳化部分，對於產能大於 65 萬噸甲醇，以結合蒸氣重組和自熱重組的反應，為最佳合成氣製程（如圖七所示）。在操作部分，由於 Lurgi 甲醇技術的回流率僅為 1.6，故可減少熱換器換熱面積、管徑大小、壓縮能耗等；此外，藉由流程間的換熱，可減少氣態中的甲醇成分，製程中生成的中壓蒸氣亦可提供發電使用，因此，可降低操作成本。在環境部分，利用能源的整合與製程的最佳化，減少二氧化碳排放。在計畫執行面部分，則藉由整合計畫的執行方式，節省時間與資源的消耗。對於附加價值而言，由於甲醇用途包含甲醇製烯烴、甲醇製汽油等，因而未來全球對甲醇的需求，將為二位數成長，預測在 2020 年甲醇需求將達 1 億 1 千 7 百萬噸（2014 年甲醇需求為 6 千 4 百萬噸）。由於液空集團具有健全的財務結構，而財務支持為計畫成功的關鍵因素之一。

圖五



圖六



圖七

### Syngas Production is Capex Optimization

	Steam Reforming	Combined Reforming	Combination of Steam Reforming and Autothermal Reforming
H <sub>2</sub> : CO Ratio	3 : 1 Surplus H <sub>2</sub>	2 : 1 Right Ratio for MeOH	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Less NG need</li> <li>■ Less capex for SMR</li> <li>■ ATR simpler than SMR</li> </ul>
Methane Slip (% dry)	3.28	1.76	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Less inert CH<sub>4</sub> has to be transported through plant</li> </ul>
Steam Reformer Duty in GJ/ h Steam Reformer Temperature °C	1,740 870	460 700	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SMR much smaller</li> <li>■ SMR operated at lower T</li> <li>■ Less equipment, longer life time of equipment and catalyst</li> </ul>
Syngas Volume m <sup>3</sup> per hour (at compr. suct)	43,700 (20 bar)	19,450 (30 bar)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ much less gas pumped through plant, smaller pipes, less compression energy</li> </ul>

**The combination of SMR and ATR is the ideal Syngas source for Methanol > 650 ktpa.**

All numbers valid for 5,000 tpd plant

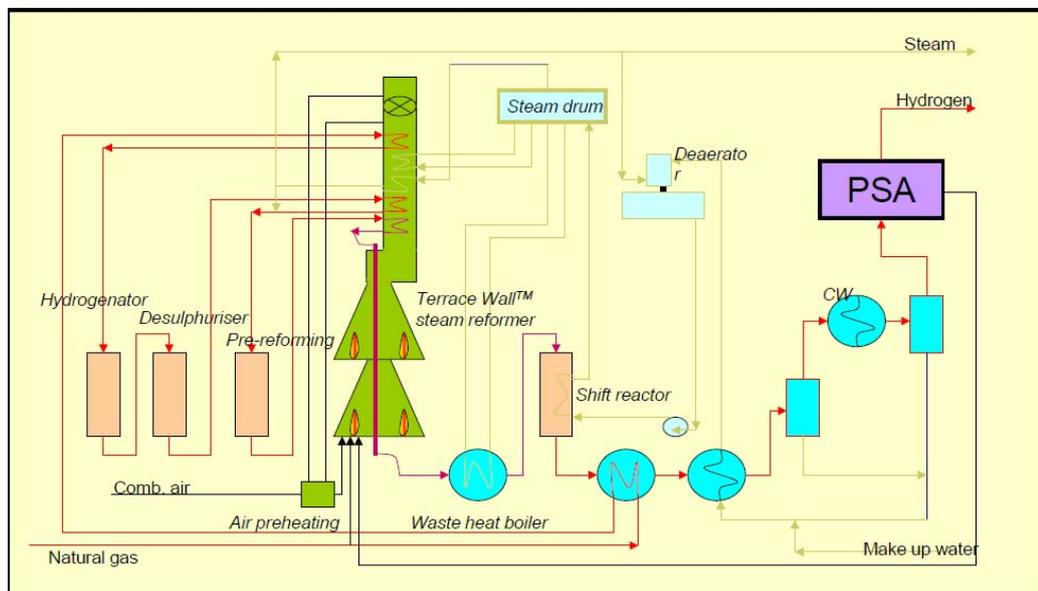
*Cryogenics Lurgi* | 25/08/2015 | Air Liquide, world leader in gases, technologies and services for Industry and Health | **AIR LIQUIDE** GLOBAL GAS SOLUTIONS

## ● High Performance Hydrogen Production

本篇報告是由 Foster Wheeler 公司的 Steve Beeston 先生進行簡報，主要介紹 Foster Wheeler 公司的氫氣製程。圖八是 Foster Wheeler 公司氫氣製程的簡易流程圖，氫氣製程可包含前處理單元、重組反應器、水氣轉移反應器 (CO Shift)、及分離純化等單元。一般氫氣製程的原料可使用天然氣、煉油廠的廢氣 (Off-gas)、石油腦、或液化石油氣等，前處理與分離純化單元則需依進料的不同，做最適化調整。在水氣轉移反應器部分，若進料價格較高且量有限，則需使用高溫與低溫兩段反應；若進料價格適中，則選擇高溫反應；若進料或燃料價格較高，則反應溫度應選擇中溫。對於氫氣工廠的設計則需依據進料價格、燃料價格、蒸氣消耗與成本、及產品的品質等考量，進行操作條件的設計與投資和操作成本分析，最終取得具經濟效益的製程。報告中除分析氫氣製程外，主要是介紹 Foster Wheeler 公司自主設計的 Terrace Wall Reformer (如圖九所示)，其具有精密設計、單一或多組幅射區、多層燃燒器、上流式煙道氣、自然通風能力、降低風扇能耗、及出口歧管位於箱體的端點等特點。此外，Terrace Wall Reformer 具有溫度分布均勻與較佳的熱流分布等優點 (如圖十所示)，亦可依據不同的產氫規模，模組化擴充；相對其他重組器，佔地面積較少。

### The Hydrogen Production Plant

圖八

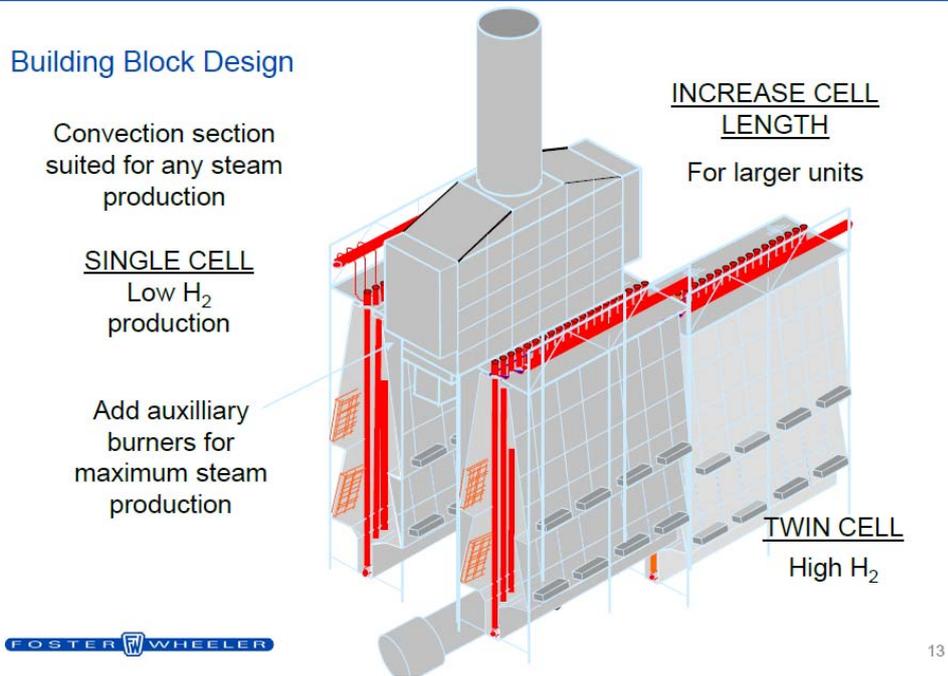


FOSTER WHEELER

4

## The Foster Wheeler Terrace Wall™ Steam Reformer

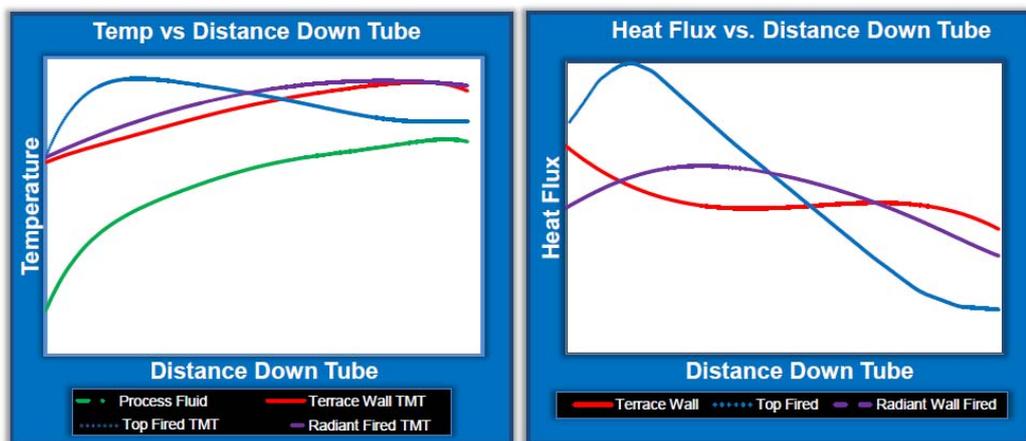
圖九



## The Foster Wheeler Terrace Wall™ Steam Reformer

圖十

Terrace Wall™ main process features



### ● Clariant Syngas Production and Conversion Catalysts

本篇報告是由 Clariant 公司的 Stefan Gebert 博士進行簡報，主要介紹合成氣市場的發展與趨勢，以及 Clariant 公司在合成氣製程與應用上所發

展的觸媒。由於合成氣為 CO 和氫氣的組成，因此合成氣的需求會依據氫氣、氨、甲醇、與合成天然氣（Synthetic Natural Gas）等需求而變化。對於煉油廠而言，需利用氫氣進行脫硫等反應，以滿足環保要求，因而氫氣需求仍逐年增加，依據 IHS 報告，煉廠對氫氣的需求在 2013-2018 間，每年成長約 2.5%。此外，氫氣亦為燃料電池之所需，在 2011-2015 間，氫氣在固定式燃料電池的市場需求的成長已大於 40%。在氨市場部分，預測至 2019 年，使用在氮肥的氨需求將成長 1.3%，約 1 億 4 千 5 百萬噸；而全球氨的產量，預測至 2019 年，將成長 2.9%，約 2 億 5 千萬噸。在甲醇市場部分，預計至 2020 年，全球甲醇需求將增加至 1 億 1 千 5 百萬噸（如圖十一所示）。由以上資料可知，未來合成氣的需求均將提高。圖十二與圖十三分別為 Clariant 公司在天然氣製甲醇製程與煤製甲醇製程中，已開發的商用觸媒單元，而圖十四則標示出兩種製程，Clariant 公司所發展的商業化觸媒型號，而各單元觸媒型號的簡稱如下表所示。

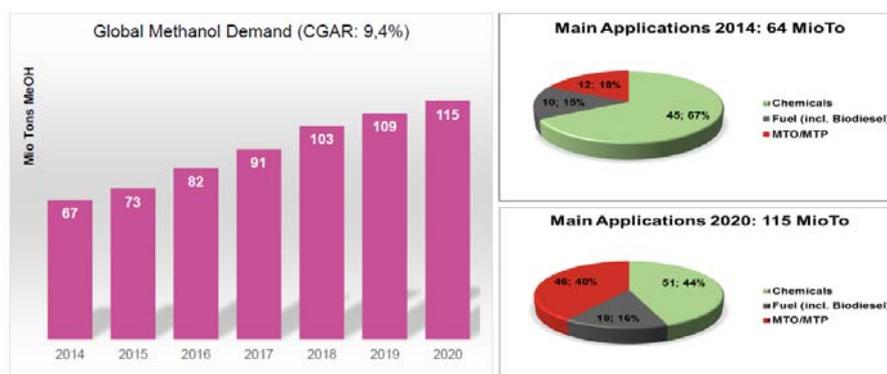
觸媒型號	使用單元
ActiSorb <sup>®</sup>	Adsorbents for Feed Purification (S, Cl, As, COS, CO, heavy metals,...)
ReforMax <sup>®</sup>	Reforming Catalysts
ShiftMax <sup>®</sup>	Water Gas Shift
MegaMax <sup>®</sup>	MegaMax <sup>®</sup> Methanol Production
AmoMax <sup>®</sup>	Ammonia Production
FTMax <sup>®</sup>	Fischer TropschProcess
HyProGen <sup>®</sup>	Hydrogen for Fuel Cells

13 Oxygen Production and Conversion Catalysts  
Dr. Stefan Gehert, 15-01-2015

CLARIANT

### Methanol – Global Demand

圖十一

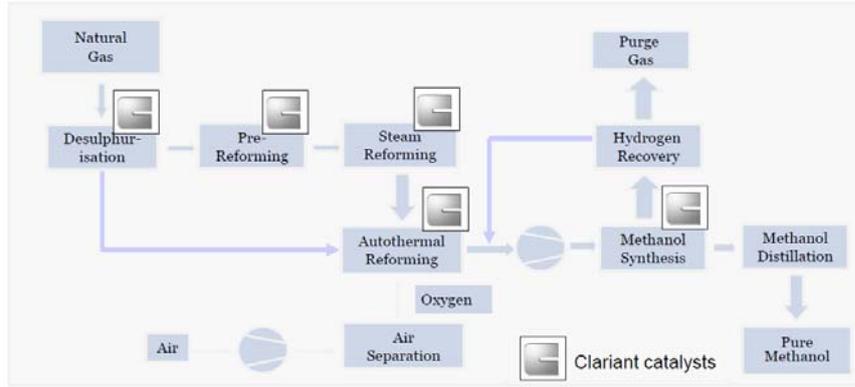


Source: Clariant database



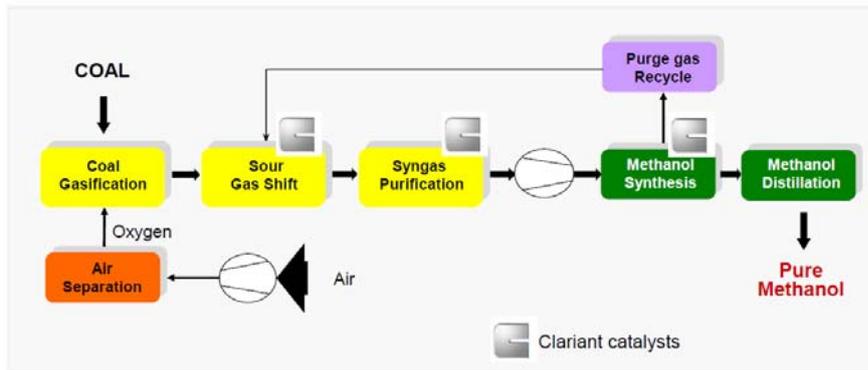
### Methanol from Natural Gas

圖十二



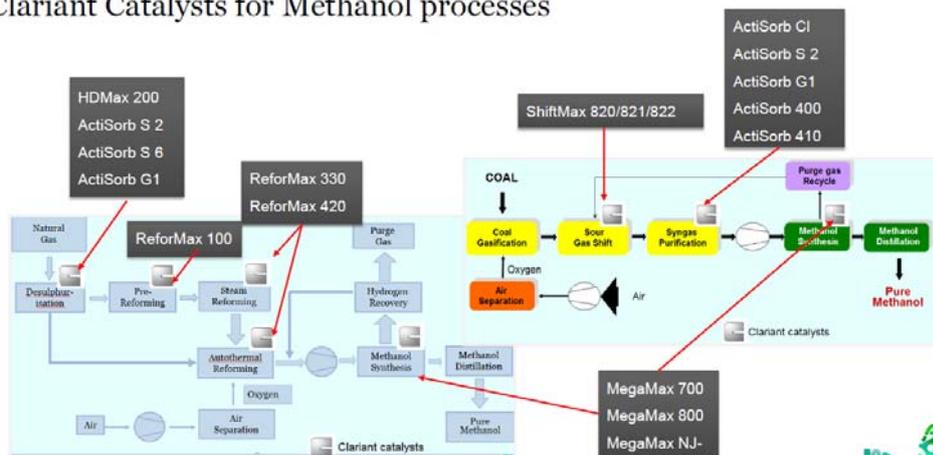
### Methanol from Coal (China)

圖十三



### Clariant Catalysts for Methanol processes

圖十四



在甲醇製程觸媒部分，Clariant 公司的 MegaMax<sup>®</sup>800 觸媒具有高活性，且降低進料與能耗的損失，此外，亦可提升 10% 產能。造成此高活性觸媒的主因是由於 Clariant 公司能生產微小的銅粒子（觸媒的活性基），且利用 Zn-Al-O 固體溶液當作防火材，以避免銅粒子燒結，其高解析度穿透式電子顯微鏡照片如圖十五所示。

圖十五



## ● The Future of Butanes in Alkylation; n-Butanes to Alkylate

本篇報告是由 CB&I 公司的 Fred Gardner 先生進行簡報，主要介紹 CB&I 公司結合 Catofin<sup>®</sup>與 CDAlky<sup>®</sup>等技術的烷化油製程。Catofin<sup>®</sup>單元是一個高選擇性製備烯烴產品的製程，其可利用丙烷、異丁烷、或正丁烷，進行脫氫反應，製備丙烯、異丁烯、或正丁烯等產物。為固定床系統，開工率可達 98% 以上，產能大於 100 萬噸，已累積 400 年的操作經驗。傳統上以丁烷為進料的 Catofin<sup>®</sup>單元產物組成如圖十六所示。對於 CDAlky<sup>®</sup>單元，單一產線的壓縮機流量最高可達每小時 500 立方公尺，最大烷化油產能為每日 6 萬桶。CDAlky<sup>®</sup>單元是一種低溫硫酸烷基化製程，其核心為反應系統設計，質傳效率高，具有高辛烷值、低蒸氣壓、無烯烴成分、無芳香烴、及低含硫量等特性。圖十七為 CB&I 公司的烷化油製程流程圖，由圖中可知生產的烷化油 RON 為 98，而 RVP 小於 5。對於 CB&I 公司烷化油製程的經濟評估，假設進料組成為 75% 正丁烷與 25% 異丁烷，烷化油產能為 15,000 BPD，公用成本與設備成本以美國海灣價格為基準，圖十八與圖十九為其經濟評估結果，其稅前投資報酬率可達 28%。

N-Butanes to Alkylate using CATOFIN® plus CDAlky®

圖十六

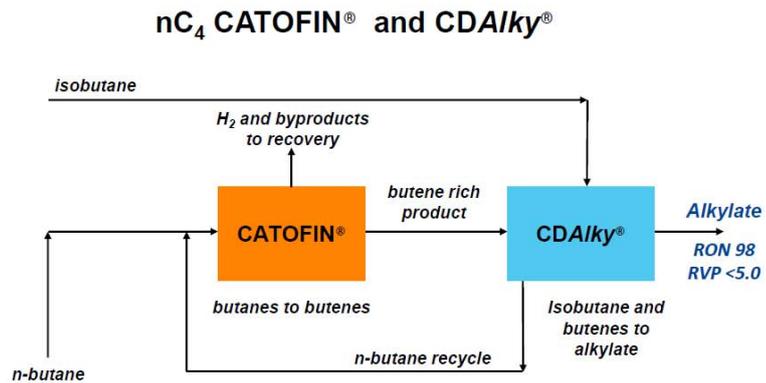
- CATOFIN® Product, Typical Composition

CATOFIN® Effluent	
Component	wt%
Isobutylene	3
1-Butene	8
2-Butene	25
Isobutane	8
n-Butane	56
Total	100



N-Butanes to Alkylate using CATOFIN® plus CDAlky®

圖十七



Economic Driving Forces

圖十八

Application	CATOFIN® - CDAlky®
Cost ( ISBL TIC), MMUS\$	417
Opex, MMUS\$/year	291
ROI ( % of the investment)	28



## Economic Driving Forces

圖十九

**CATOFIN® - CDA/ky®**

Item	\$/Ton of Product	MM \$/Year
Mixed Butane	300	191.5
Utilities	64.2	35.7
Catalyst and Chemicals	13.9	7.7
Operating Cost (labor, maintenance, insurance etc.)	32.4	18.1
Cash Cost (depreciation)	84.4	47.0
Total Cost of Production	539.0	300.0
Revenue	781.7	435.0
By product credit	16.6	9.2
Pre-tax net margin	259.3	144.3
Pre-tax return-on-investment		28%



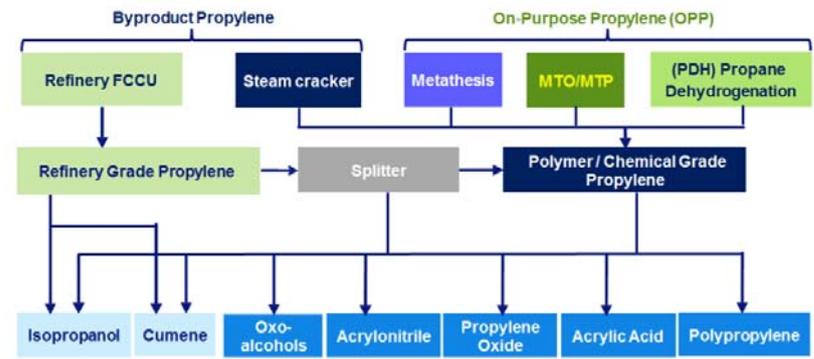
### ● On-Purpose Propylene in an Era of Uncertainty

本篇報告是由 Nexant 公司的 Ronald Cascone 先生進行簡報，主要介紹 On-Purpose Propylene 市場發展趨勢。圖二十為 On-Purpose Propylene 的來源與用途說明，其來源有三種途徑，分別為自乙烯與丁烯藉由 metathesis 反應生成、來自煤或天然氣製甲醇轉化而成、以及由丙烷脫氫反應生成。圖二十一為丙烯衍生物與未來需求成長的預測結果，丙烯只要使用在聚丙烯產品，而至 2020 年成長率以丙烯酸與聚丙烯為最高，至 2020 年丙烯消耗量約成長 4.8%。然而，丙烯的主要來源仍為輕裂工場或重油轉化工場，依據 Nexant 公司預測，至 2025 年只有 30% 丙烯來自於 On-Purpose Propylene（如圖二十二）。由圖二十三可知，On-Purpose Propylene 對大陸影響較大，預測 2018 年約有 45% 丙烯來自於 On-Purpose Propylene 製程。美國部分，以 On-Purpose Propylene 建構或計畫中的工廠共有 9 座，在 2016 年前決定興建的有 5 座工廠，產能共 3,545 KTA（如圖二十四）。

There are three primary routes to *On-Purpose Propylene* . . .

圖二十

Propylene Feedstocks and Value Chain



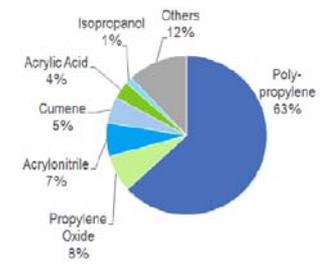
... metathesis of ethylene feedstock from ethane, methanol conversion from coal or natural gas, and PDH from propane



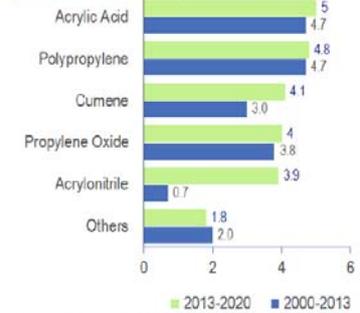
As the predominant propylene derivative, polypropylene dictates the global growth outlook

圖二十一

Global Propylene Consumption by Derivative, 2013-o volume = 87.5 million tons



Global Propylene Consumption Growth by Derivative percent Volume Growth, 2000-2013



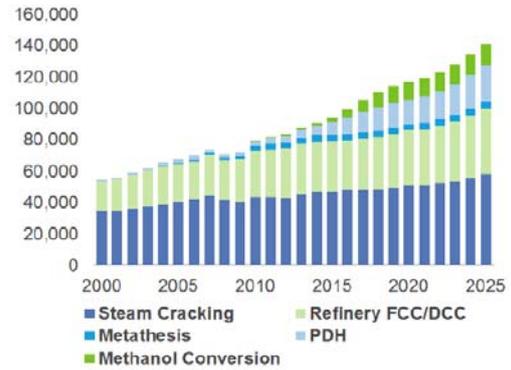
Global propylene consumption is forecast to grow at an average annual growth rate of 4.8% to 2020



While steam crackers and refineries still supply most propylene and on-purpose production is relatively modest, Nexant expects 30 percent of global supply will be on-purpose by 2025

圖二十二

Global Propylene Production by Process, thousand tons



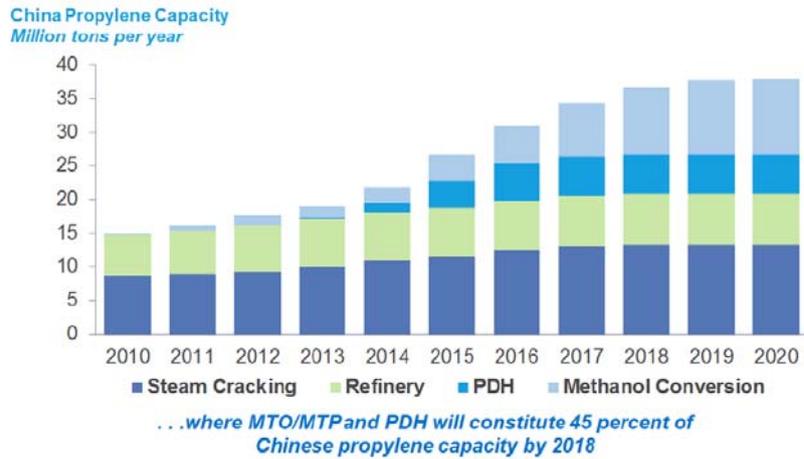
Overview

- Conventional propylene production is not keeping pace with demand
- Both Refinery and steam cracking sources are growing at far less than 4.6%
- PDH has been through a phase of major expansion in the Middle East, but the focus is now moving to China and the United States
- Methanol-based capacity is so far all in China
- New MTP Projects are being developed in gas-advantaged regions such as Central Asia and the United States (BASF)



On-purpose propylene is particularly important in China . . .

圖二十三



Most recently, OPP projects using MTP, PDH, and metathesis were announced in the U.S, with an earlier ~~6~~ 5, a total of ~~11~~ 9 plants . . .

圖二十四

North American On-Purpose Propylene Announcements  
Thousand tons per year

Company	Location	Decision	Capacity
Dow	Freeport, TX	2013	750
Enterprise	Mont Belvieu, TX	2014	750
Formosa Plastics	Point Comfort, TX	2014	545
Ascend Performance Materials	Chocolate Bayou, TX	2015	1,000
<del>Winters</del>	<del>Odessa, TX</del>	<del>2015</del>	<del>300</del>
Williams Energy (Canada) Inc.	Redwater, Alberta	2016	500
			3,845

Three more PDH units = Nine PDH announcements

- Dow II and Enterprise II announced additional PDH units
- Sunoco plans to convert propane to propylene at its terminal in Marcus Hook, PA

Two announcements based on alternative on-purpose propylene technology

Company	Location	Process	Capacity
Dow II		PDH	
<del>Enterprise II</del>		<del>PDH</del>	
Sunoco Logistics	Marcus Hook, PA	PDH	
BASF	Freeport, TX	MTP	475
LyondellBasell		Metathesis	

- BASF announced an on-purpose propylene unit based on methane feedstock (MTP from Air Liquide)
- LyondellBasell recently said that they were looking at using some new ethylene capacity to make propylene via metathesis

— Late-breaking news

. . . MTP economics look quite good, especially if the co-products are more valuable than fuel



## ●GTP<sup>®</sup>-The Way to Gas Based Propylene

本篇報告是由液空集團 (Air Liquid) 的 Thomas Wurzel 先生進行簡報，主要介紹液空集團推廣的 Lurgi MTP<sup>®</sup>製程。Lurgi MTP<sup>®</sup>製程包含丙烯產量高 (選擇性>65%，產率>28%wt.%)、副產物汽油成分可直接摻配至汽油、使用 Clariant 公司研發的高活性觸媒、觸媒結焦低、以及可線上再生等優點。圖二十五為 MTP<sup>®</sup>製程的簡易流程，MTP<sup>®</sup>製程主要包含反應單元 (由 3 個絕熱反應器組成，其中 2 個使用，1 個再生)、氣體分離

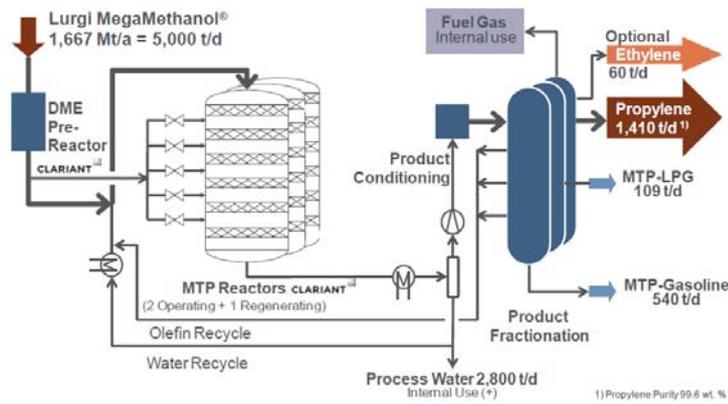
單元、壓縮和乾燥單元、及精餾單元等。以每日 5,000 噸甲醇進料，可產出 1,410 噸丙烯、540 噸汽油、109 噸液化石油氣、及 60 噸乙烯。此外，若改以天然氣進料的 GTP<sup>®</sup> 製程，可節省投資與操作成本(如圖二十六 )，對於相同的產出量，天然氣進料量約為每小時 7,200 GJ (如圖二十七)。

10 GTP® - The Way to Gas Based Propylene  
Thomas Wenzel, Air Liquide Global EAC Solutions Germany GmbH, 01.03.2015

CLARIANT

### Overview Flowsheet

圖二十五

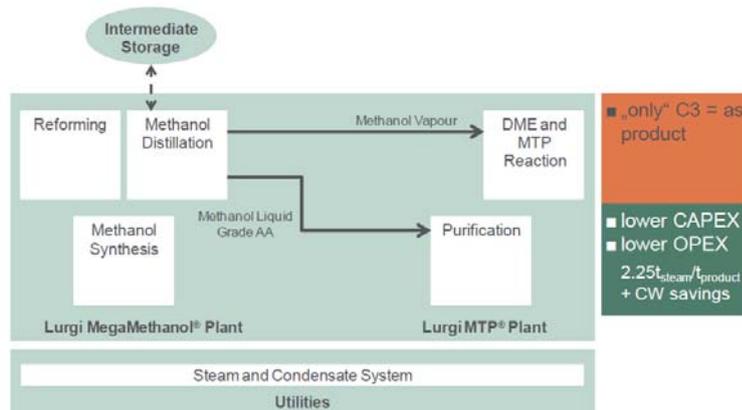


17 GTP® - The Way to Gas Based Propylene  
Thomas Wenzel, Air Liquide Global EAC Solutions Germany GmbH, 01.03.2015

CLARIANT

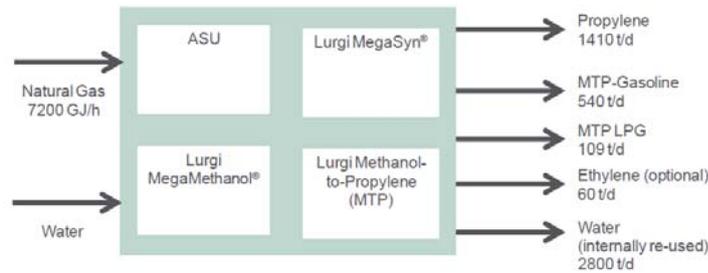
### Integrated plant design

圖二十六



### GTP® Overview

圖二十七

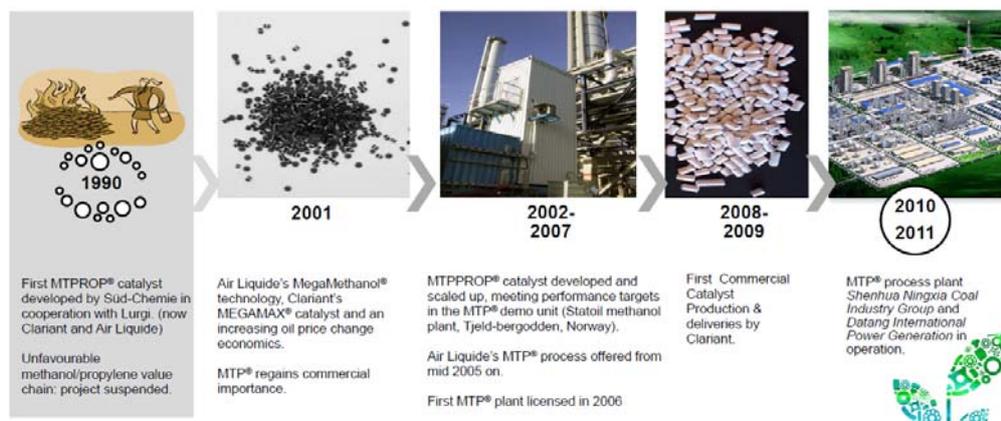


## ● Jointly Faster to Market: Commercialization of the MTP Propylene Technology

本篇報告是由液空集團(Air Liquid)的 Thomas Wurzel 先生與 Clariant 公司的 Wolf Spaether 先生共同發表，主要介紹 Lurgi MTP<sup>®</sup>製程與製程中使用的 MTPROP<sup>®</sup>觸媒的商業化歷程。圖二十八是液空集團與 Clariant 公司自 1990 年開始共同合作研發的歷程，至 2011 年完成 MTP<sup>®</sup>製程的商轉，期間除發展 MTP<sup>®</sup>製程與觸媒外，在 2001 年即開發甲醇製程與觸媒。液空集團先在德國法蘭克福研究中心(如圖二十九)進行實驗室級(300 g/h 甲醇進料)與試驗工場級(1500 g/h 甲醇進料)的測試，然後在挪威建造 Demo 工廠(15 kg/h 甲醇進料)，最後在依反應器、迴流量、及純化分離等考量因素，進行商業化放大(如圖三十)。MTPROP<sup>®</sup>觸媒的研發則分為粉體製備放大(如圖三十一)、觸媒成型放大(如圖三十二)、及觸媒性能測試設備放大(如圖三十三)等三部分。在觸媒研發部分，Clariant 公司提出因集結 Clariant 公司內部沸石專家、觸媒評估與分析設備、及學術單位的基礎研究等三大要素，才能順利進行觸媒開發(如圖三十四)。在歷經製程與觸媒的成功開發後，最後才能達到商業化的運轉規模(如圖三十五)。

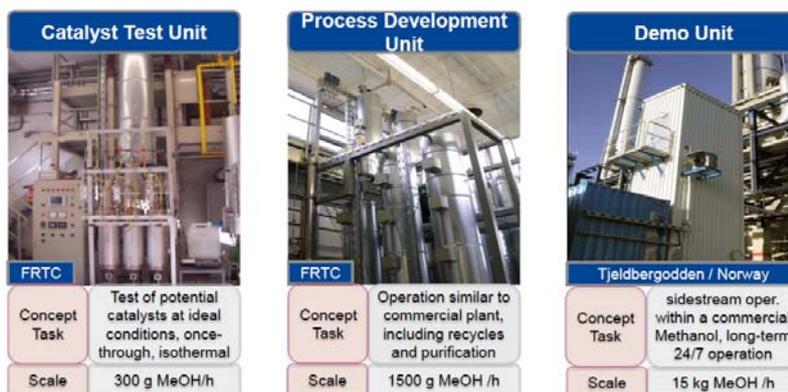
圖二十八

### Co-Development of MTP® Process & MTPROP® Catalyst Close collaboration between Air Liquide and Clariant



圖二十九

### From the lab-scale to the demonstration



圖三十

### Scale Up Factors

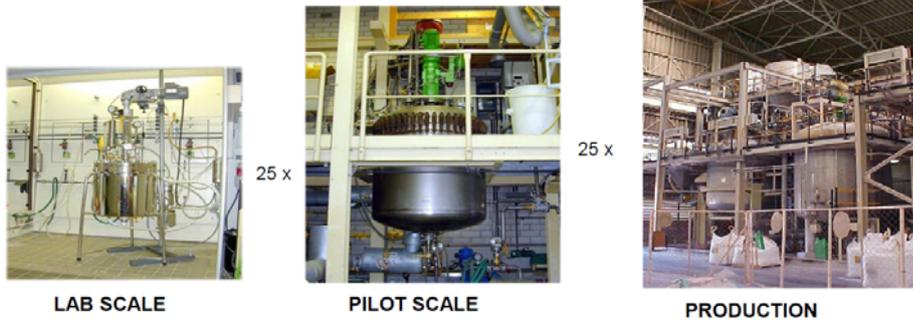


- **Reactor Section** → guarantee direct scale-up from pilot to demo to commercial scale
- **Recycle Streams** → realize all important streams in pilot plant
- **Purification** → demonstrate product and by-product quality in pilot plant incl. polymer-grade

圖三十一

### Process Technology scale-up requires up-scaling of the Catalyst Technology into Robust & Reliable Production

#### HIGH PERFORMANCE ZEOLITE POWDERS



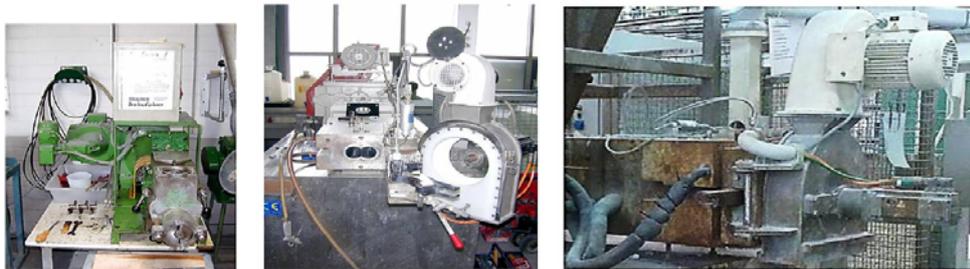
- Zeolite powder qualities & recipes are reproducible in all stages



圖三十二

### Forming & Shaping Procedure is a Key Success Factor!

#### FORMING OF THE ZEOLITE POWDERS INTO FINAL CATALYST



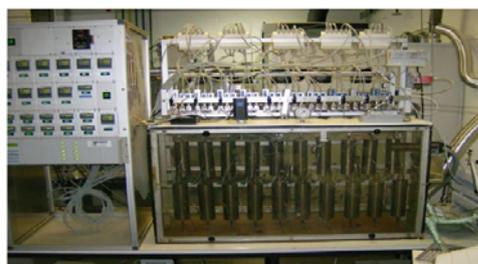
- Strict quality protocol for upscaling of the FORMING recipes



圖三十三

### ... and State of the Art Analytical Capabilities ...

#### MTPROP® CATALYST TESTING FACILITIES



10 Tube screening test unit



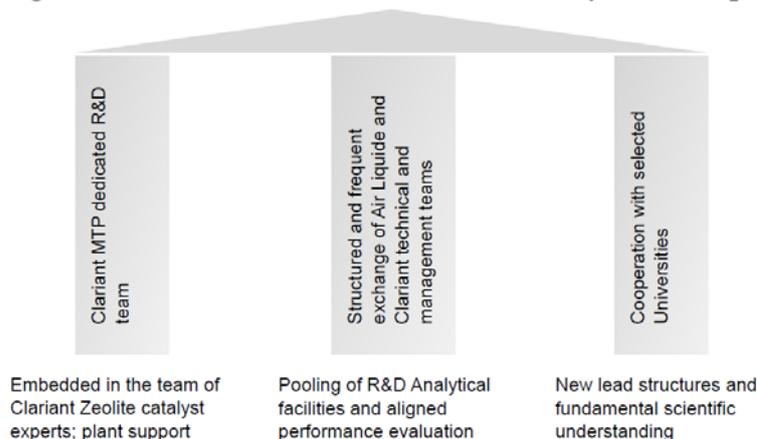
3/6 Reactor Test Unit

- Fast and Reproducible Test Methods are Key Success Factors
- Pooling and alignment of laboratory testing reactors between Air Liquide and Clariant



### Strategic Pillars to Successful MTPROP® Catalyst Development

圖三十四



### Commercial plants

圖三十五

Datang		SNCG MTP I		SNCG MTP II	
Duolun / Inner Mong. / China		Ningmei / Ningxia / China		Ningmei / Ningxia / China	
Plant concept	Coal based with '3 in 1' concept	Plant concept	Coal based with '5 in 1' concept incl. AL ASU	Plant concept	Lurgi Methanol techno./ merchant sources
Start-up	2011	Start-up	2010	Start-up	2014
Capacity	1410 t/d propylene	Capacity	1410 t/d propylene	Capacity	1410 t/d propylene



### ● Transient Operation of Hydro C2TE Units

本篇報告是由 Total 公司的 George Vulpescu 先生與 Clariant 公司的 Felicitas Cokoja 先生共同發表，主要介紹 Clariant 公司的 C2 Tail-End 觸媒與使用經驗。Clariant 公司的乙炔氫化觸媒可分為 Tail-End 觸媒和 Front-End 觸媒，如圖三十六所示。乙炔氫化觸媒反應機制如圖三十七，主要產物為乙烯，且需減少乙烷或丁二烯等副產物的生成，而 Clariant 公司的乙炔氫化觸媒型號如圖三十八。圖三十九為 OleMax® 201 和 OleMax® 207 的性能比較，由結果可知，OleMax® 207 觸媒較 OleMax® 201 觸媒具有選擇性高 20%、穩定性佳、操作週期長、再生頻率低、及無須添加 CO 等優點。圖四十與圖四十一為 Total 公司使用 OleMax® 207 觸媒的

結果，由圖中可知，OleMax<sup>®</sup>201 僅能操作 65 天，而 OleMax<sup>®</sup>207 可操作 65 天以上，目標希望能操作至 120 天。此外，OleMax<sup>®</sup>207 的選擇性降低不多，而 OleMax<sup>®</sup>201 選擇性則大幅衰退。

4 Tail End Acetylene Hydrogenation  
Dr. Fátima Colares, Clariant, Dr. George Vajdos, Total, 27/06/2013

CLARIANT

### Acetylene Hydrogenation Schemes

圖三十六

	Tail-End Acetylene Hydrogenation	Front-End Acetylene Hydrogenation
Feed	C <sub>2</sub> cut only	C <sub>2</sub> -, C <sub>3</sub> -, Raw Gas (includes light end)
Position	After light end removal	Before light end removal
Hydrogen	Injected in stoichiometric amounts	Excess hydrogen
CO	Must/Can be added, trace amounts	High levels, fluctuating
Process control Parameter	Temperature Hydrogen injection CO injection	Temperature
Regeneration	In-situ	No regeneration / ex-situ
Pros	Thermally stable Catalyst life >7 years	Lower up-front catalyst cost Fewer control systems

See presentation by L. Xu & M. Sun

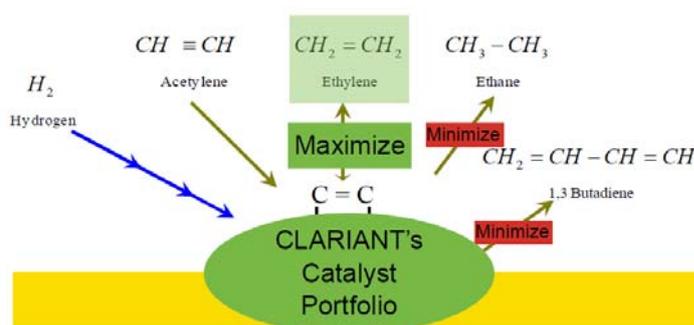


5 Tail End Acetylene Hydrogenation  
Dr. Fátima Colares, Clariant, Dr. George Vajdos, Total, 27/06/2013

CLARIANT

### Surface Chemistry of Acetylene Selective Hydrogenation

圖三十七



## Clariant's Catalyst Portfolio for C2TE Selective Hydrogenation

圖三十八

Catalyst Name	Introduced	Shape	Modifier	Comments
G-58B	1960's	Sphere	-	No longer offered as a standard product
OleMax® 201 (G-58C)	1990	Sphere	Ag	Most commonly used Ac TE converter catalyst worldwide. ~ 60% use trace CO as moderator
OleMax® 203 (G-58D)	1987	Tab	Ag	Lowest surface area and Pd content. Milder applications, low poisons tolerance.
OleMax® 204 (G-58E)	1989	Sphere	Ag	Highest Pd content. Used in Isothermal & higher contaminants level cases
OleMax® 207	2006	Sphere	Ag	22 commercial references. Highest selectivity retention, good stability. No CO needed
OleMax® 208	2013	Sphere	Ag	Latest development – 1 commercial reference. High activity and high selectivity. Stable in CO ranges from 2ppm – 100 ppm.



## OleMax® 207: Maximizing Ethylene Gain

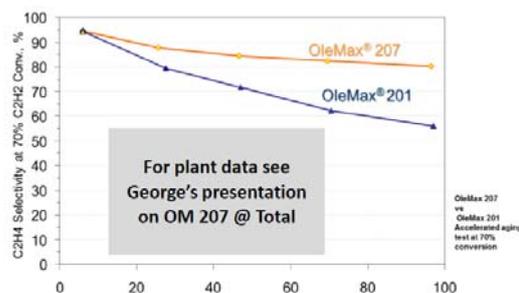
圖三十九

### The Tail End market demands:

- Increased ethylene yield, cycle length, and stability
- No CO injection!

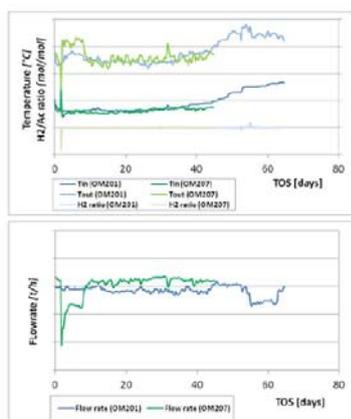
### Clariant provides: OleMax® 207

- 20 % selectivity gain over OleMax® 201 throughout the cycle
- Excellent stability throughout the cycle
- Increased cycle time
  - If operating to same end of run selectivity
- Less frequent regeneration
- Operation *without* CO injection



## HYDRO C2 Example – First Run Comparison

圖四十



### 1st run of lead reactor «B»

- Past: OM201, lasted 65 days
- Current: OM207, very stable
- Tin operation => longer run forecast => target 120 days

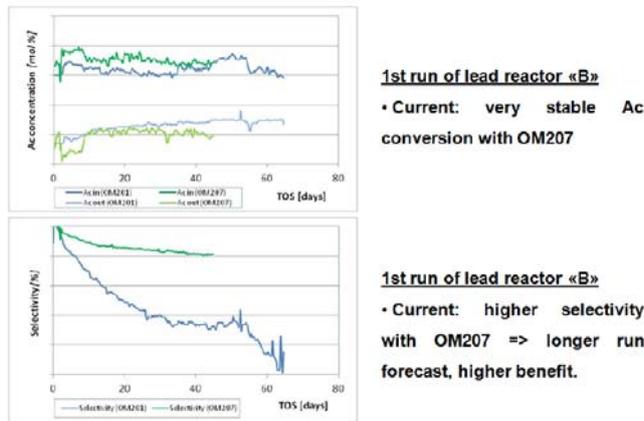
### 1st run of lead reactor «B»

- Comparable flowrates



HYDRO C2 Example – First Run Comparison

圖四十一



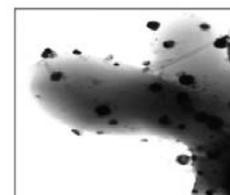
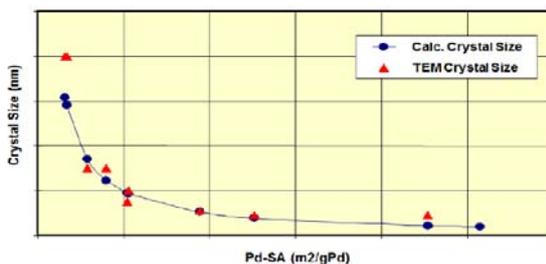
● Innovation Delivers Improved Performance and Value Addition in Pyrolysis Gasoline Hydrogenation

本篇報告是由 Clariant 公司的 Nobuto Kobayashi 先生進行簡報，主要介紹 Clariant 公司新開發的裂解汽油一級氫化觸媒 OleMax<sup>®</sup>602 和 OleMax<sup>®</sup>603 效能。技術上利用降低鈀金屬的粒徑，以提升活性基表面積與活性，如圖四十二所示。圖四十三與圖四十四分別為 OleMax<sup>®</sup>602 和 OleMax<sup>®</sup>603 效能比對，由圖中可知，鈀金屬附載量相較 OleMax<sup>®</sup>600 降低 0.6，而效率提升至 1.4 倍。此外，由圖四十五可知，OleMax<sup>®</sup>603 之進料溫度較 OleMax<sup>®</sup>600 低 10°C，且操作週期更延長至 175 天。

CLARIANT Advanced Pd Technologies

圖四十二

- Photo of "eggshell" Pd deposition in thin surface layer, a critical-to-performance Clariant characteristic
- Advanced Technology allows precise control of Pd placement.



## OleMax 602 Performance Summary

圖四十三

Relative Performance:		
	OleMax™ 602	OleMax™ 600
Initial Activity	1.0	1.0
Stability	0.9	1.0
Pd Loading <sup>1)</sup>	0.6	1.0
Pd Efficiency <sup>3)</sup>	1.4	1.0

1) Estimation by testing with pygas light feed (C6-C8 "Heart Cut")  
 2) Pd loading per unit volume  
 3) Pd Efficiency = Relative Stability / Relative Pd amount



## OleMax 602™ has:

- Excellent Stability for normal operating conditions & specifications
- Highest Metal Efficiency



## OleMax 603 Performance Summary

圖四十四

Relative Performance:		
	OleMax™ 603	OleMax™ 601
Initial Activity	1.0	1.0
Stability	0.9	1.0
Pd Loading <sup>1)</sup>	0.6	1.0
Pd Efficiency <sup>3)</sup>	1.4	1.0

1) Estimation by testing with Heavy pygas feed  
 2) Pd Loading per unit volume  
 3) Pd Efficiency = Relative Stability / Relative Pd Loading



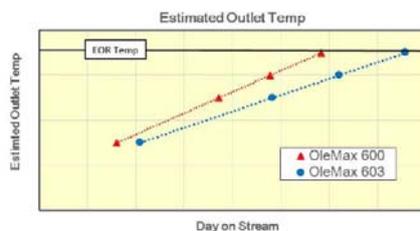
## OleMax 603™ has:

- Highest Performance of all our 1<sup>st</sup> Pygas catalysts
- Superior performance at severe conditions (heavy feed, high rates, short cycles due to feed gum level or other issues)



## OleMax 603 Performance Estimation

圖四十五



## Customer B: 2 Bed System/ Heavy Feed

	OleMax™ 603	OleMax™ 600
SOR Inlet Temp	-10 degree C	Benchmark
Estimated Cycle Length	+175 days	Benchmark
Regeneration / Catalyst Life	2-3 time less (ca -0.2 Mio USD)	Benchmark
Pd cost Saving @ 22m <sup>3</sup>	ca. -0.2 Mio USD	Benchmark

\*2015 1Q LME Pd average



## 肆、心得與建議事項

感謝公司及上級長官的支持，本人才能有機會參加科萊恩Clariant觸媒公司在美國舊金山舉辦的第七屆「定義未來VII會議」。在這次的研討會中有許多議題與煤化工或頁岩氣相關的烯烴製程和觸媒發展，會中蒐集的資訊與簡報，有助於對輕裂及烷化工場製程改善、觸媒性能，以及石化烯烴製程研究等國際上技術進展與使用經驗的了解；因此，建議公司未來仍能多多支持研究同仁參與國際性研討會，以便了解國際上的趨勢變動。

會中曾提及2006年諾貝爾化學獎得主喬治·奧拉提出的甲醇經濟，此與2014年海峽兩岸能源化工新體系技術工程論壇中提及的甲醇經濟相呼應，由此可見，甲醇經濟仍為國際上注目的焦點。此外，會中提及的Carbon Neutral Cycle概念，亦值得參考，此乃利用氫氣與二氧化碳反應生成甲醇；若工場廢氣中有剩餘的氫氣與二氧化碳可使用，且效益比燃料氣使用為佳，則可考量合成氣製甲醇製程；此製程之設立，一方面可減少二氧化碳排放，另一方面可將未使用的能源以甲醇形式儲存，具有節能減碳的效益。

會議的過程中，Clariant觸媒公司在美國帕羅奧圖（Palo Alto）研究中心亦有實驗室設備展示，會場中展示其自行開發的快速觸媒性能測試設備，一次可測試48批觸媒，且能在高壓反應下使用，但可惜的是設備未對外銷售，且不開放外界參觀實驗室。

此次出國實在獲益良多，也有下列幾點建議：

1. 雖然目前處於低油價時代，但石油輸出國組織（OPEC）預估至2020年油價可能回升至每桶80美元，因此可趁低油價對公司有利的時候，預先評估或建立以合成氣（氫氣與一氧化碳混合氣）製甲醇的相關技術。依據本公司轉投資的卡達燃油添加劑公司回收二氧化碳生產甲醇案之經驗，須有廉價氫氣，才具有獲利的空間。因此，或許可應用在煉廠餘氫的再利用，另一方面亦可降低二氧化碳排放，以減緩未來二氧化碳捕集的壓力。
2. 參考觸媒與專利製程公司成功的合作經驗，對於製程開發，或許也能參考會中提及的成功經驗，結合內部專家、觸媒評估與分析設備、及學術單位的基礎研究等三大支柱，進行研究開發，以達相輔相乘的功效。此外，對於實驗硬體設備的自行設計與開發，建議亦可思考作為研發產出的成果。
3. 由於社會環境的變化，近幾年，出國深造的學生人數已逐漸降低，大多留在國內進修。因此若能提供更多公務出國或研習機會，並鼓勵年輕同仁出國，除可了解國際技術變動與交流外，更可增進國際觀，提升公司競爭力。