

經濟部暨所屬機關因公出國人員報告書
(出國類別：開會)

HHP Summit 2013

Natural Gas for High Horsepower Applications

服務機關：中油公司煉研所
姓名職稱：黃財旺/機械工程師
派赴國家：美國，芝加哥
出國期間：102年9月15日至9月21日
報告日期：102年12月02日

HHP Summit 2013

Natural Gas for High Horsepower Applications

摘 要

美國頁岩氣熱潮導致清潔且燃料成本低的美國國內天然氣過剩，提供高馬力動力作業一個顯著降低燃料成本和污染排放量的機會。隨著市場新開發引擎的到來，創新的加氣設備，新公佈的 LNG 生產廠，以及更嚴格的排放法規，創造一個將高馬力動力作業使用之柴油改為天然氣最好的時機。2013 HHP 高峰會是北美以天然氣為燃料之船舶、火車、鑽井，建壓及礦場高馬力引擎燃料供給和相關技術解決方案的最大展示會。高峰會參加者包括：鐵路、海運、礦業和探採業務的管理人員和工程師；燃料供應商和基礎設施開發者；政策制定者，環境保護團體和行業的代表；引擎，加氣設備，精密技術製造商。參加高峰會可以了解有關鐵路、海運、礦業和探採業務之間的燃料供給、引擎和相關技術的關聯性。

本次高峰會由美國專精於道路及非道路車輛的低排放和替代燃料技術、基礎設施和燃料市場發展方面業務的北美領先顧問公司 GNA 主辦，國際知名之大公司 Caterpillar、Chart Industries、Cummins、Encana Natural Gas、GE Transportation、Pivotal LNG、Shell、Westport 等廠商贊助，以及與天然氣相關之眾多業者參與發表新技術及新產品。高峰會主要活動為 5 場大會行動圓桌會議 (Plenary Session: Executive Roundtable)、3 場分組會議 (Breakout Session)、以及會場展覽大廳的廠商設備展。會議中感受到美國開採頁岩氣供應國內廉價天然氣帶動高馬力動力相關業者的經濟活力，LNG 相關產業鏈已在美國成型，未來 10 年將更加蓬勃發展，將大大改變美國柴油燃料在高馬力動力作業設備的版圖。

HHP Summit 2013

Natural Gas for High Horsepower Applications

目錄

一、目的.....	1
二、過程簡述.....	1
三、開會心得.....	15
四、建議.....	458

HHP Summit 2013

Natural Gas for High Horsepower Applications

一、目的

由於美國開採頁岩氣技術提升，導致美國國內天然氣價格便宜，進而促進天然氣在車輛及動力廠之應用。於美國舉辦之「HHP SUMMIT 2013 "Natural Gas for High Horsepower Applications"」研討會，分別由國際產、官、學界專家與會，討論天然氣及液化天然氣(LNG)在車輛應用現況與最新趨勢，可由與會各主要車輛業者、天然氣公司、能源製造業者及 LNG 業者、天然氣輸儲設備及應用設備製造業者等相關公司專題報告中蒐集到天然氣應用現況與發展趨勢之訊息，並與專業人員交換彼此在技術方面的觀點以及討論目前存在的問題，藉以直接吸收與會專家之技術與經驗，提升本公司研究人員之技術，協助推廣公司天然氣業務。

二、過程簡述

本開會計畫自二零一二年九月十五日至九月二十一日共七天。九月十五日從桃園國際機場出發經舊金山轉機，於九月十六日到達芝加哥 O'hare 國際機場，搭 Airport Express shuttle 至 Hyatt Regency McCormick Place 飯店，該飯店與會議舉行地點 Lakeside Center in the East Building of McCormick Place 相連，Lakeside Center 緊鄰大湖 (Great Lake)，風景優美，交通方便。

本次高峰會由美國 Gladstein, Neandross & Associates (GNA)顧問公司主辦，GNA 為北美領先的顧問公司，專精於道路及非道路車輛的低排放和替代燃料技術、基礎設施和燃料市場發展方面的業務；GNA 提供市場戰略分析和規劃、技術協助以及公共事務和政策等技術資訊給私營部門、公共部門和非營利部門的客戶；20 年來 GNA 開創了美國規模最大，最具創新性的車輛替代燃料研究計畫。高峰會贊助廠商有 Caterpillar、Chart Industries、Cummins、Encana Natural Gas、GE Transportation、Pivotal LNG、Shell、Westport 等有名之大公司，如表 1。參與高峰會的廠商如表 2。本次高峰會與會人員來自世界各國，美國及加拿大兩國參與人數最多。高峰會主要活動為 5 場大會行動圓桌會議 (Plenary Session: Executive Roundtable)、3 場分組會議 (Breakout Session)、以及會場展覽大廳的廠商設備展，會議活動側寫如圖 1。

此次高峰會之議程如表 3，正式會議從九月十七日至九月十九日中午共二天半。第一天：上午報到註冊、歡迎會及開幕致詞，並進行第一場大會行動圓桌會

議(主題：State of the Union: the Growing Use of Natural Gas for Today's HHP Applications)及專題演講；下午進行第二場大會行動圓桌會議(主題：End Users Making the Business Case for Natural Gas HHP)及第一場分組會議(主題：Natural Gas Engine Technologies to Power the High Horsepower Industries)；下午 5 點在展覽大廳進行晚宴及享受一個近距離參觀 HHP 峰會上展出的重型天然氣動力引擎和相關設備。第二天：上午進行第三場大會行動圓桌會議(主題：Developing LNG Production Assets for the North American HHP Market: Timelines, Costs and Other Key Considerations)及專題演講；下午進行第二場分組會議(主題：Bunkering, Tender Cars, and Other Fueling Opportunities to Extend the Virtual Pipeline) 及第四場大會行動圓桌會議(主題：Best Practices for Personnel Safety and Cryogenic Fuel Management in Today's HHP Sectors)；下午 5 點晚宴及與會者在展覽大廳參觀廠商展出的商品及進行技術交流。第三天：上午進行第五場大會行動圓桌會議(主題：Show Me the Money: Wall Street's Perspective on the Emerging HHP Market)、與會者在展覽大廳參觀廠商展出的商品及進行技術交流，以及進行第三場分組會議(主題：“End-User Case Studies: A Closer Look at Today's Leading HHP Projects for the Marine, Drilling, Pressure Pumping, Rail and Mining Sectors”)。

表 1 高峰會贊助廠商

Presenting Sponsors





Principal Sponsors







Industry Sponsors



























Luncheon Sponsor



Welcome Reception Sponsor



Evening Reception Sponsor



Lanyard Sponsor



Name Badge Sponsor



Tote Bag Sponsor



Pen Sponsor



Media Partners











Endorsing Organizations









表 2 參與高峰會發表的廠商

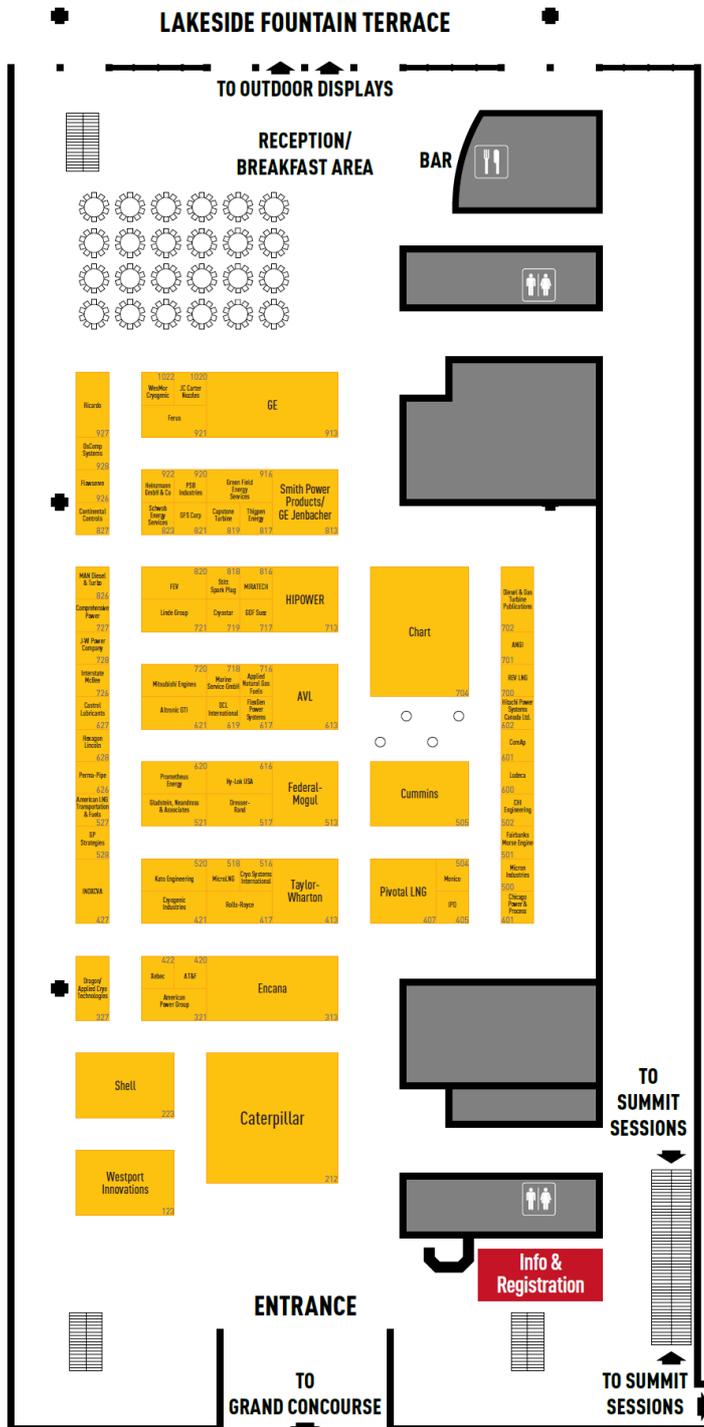
<i>A SAMPLE OF COMPANIES THAT WILL BE REPRESENTED AT HHP SUMMIT 2013</i>		
Agility Fuel Systems	Encana Natural Gas	Noble Energy
AGL Resources	Ensign United States Drilling	Norfolk Southern Corporation
Alpha Coal West	EQT Corporation	OsComp Systems
America's Natural Gas Alliance	ExxonMobil	Pioneer Natural Resources Company
American Bureau of Shipping (ABS)	Fairbanks Morse	Pivotal LNG
American Power Group	Federal-Mogul Corporation	Plum Energy
Anadarko Petroleum	Ferus	Progress Rail Services
ANGI Energy Systems	Galway Group	Progressive Railroad
Apache Corporation	Gaseous Fuel Systems Corp.	Prometheus Energy
Arkansas & Missouri Railroad Company	GE Transportation	Ricardo Strategic Consulting
Australasian Centre for Rail Innovation	GFS	Rice University
AVL	Goldman Sachs	Rolls-Royce Marine
Baker Hughes	Great Lakes Maritime Research Institute	Schlumberger
Bay Shipbuilding Company	Green Field Energy Services	Seneca Resources
BNSF Railway Company	GTI-Altronic	Shell
Caterpillar	Halliburton	Smith Power Products
Certarus	Hexagon Lincoln	Society of International Natural Gas Tankers and Terminal Operators (SIGTTO)
Chart Industries	HIPOWER	Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME)
Chesapeake Energy	Indian Ministry of Railways	Southwest Research Institute
Citigroup Global Commodities Research	INOXCVA	Taylor-Wharton
CIT Rail	Interlake Steamship Company	Teck
Clean Energy Fuels	Kato Engineering	TOTE
ComAp	LEAM Drilling Systems	Union Pacific Railroad Company
CONAM Construction Company	Linde North America	University of Wisconsin-Madison
Construction Equipment Magazine	LNG America	UOP, A Honeywell Company
Cosmodyne	Lockheed Martin	Waukesha-Pearce Industries
Credit Suisse	Man Diesel & Turbo North America	Westport
CSX Transportation	MarineLog	Worthington Industries
Cummins	Marine Service GmbH	Xebec Adsorption
Det Norske Veritas	Mitsubishi Engine North America	
Electro-Motive Diesel	Mitsui & Co.	

圖 1a 大會行動圓桌會議開會實況



圖 1b 會場展覽大廳的參展廠商佈置示意圖

TRADE SHOW MAP



- 621 Altronic GTI
- 527 American LNG Transportation & Fuels, L
- 321 American Power Group
- 701 ANGI Energy Systems
- 716 Applied Natural Gas Fuels, Inc.
- 420 AT&F
- 613 AVL
- 819 Capstone Turbine Corporation
- 627 Castrol Lubricants
- 212 Caterpillar
- 704 Chart Industries
- 401 Chicago Power and Process, Inc.
- 502 CHI Engineering
- 601 ComAp
- 727 Comprehensive Power
- 827 Continental Controls
- 421 Cryogenic Industries/Cosmodyne
- 719 Cryostar
- 516 Cryo Systems International
- 505 Cummins
- 619 DCL International
- 702 Diesel & Gas Turbine Publications
- 327 Dragon/Applied Cryo Technologies
- 517 Dresser-Rand
- 313 Encana Natural Gas Inc.
- 501 Fairbanks Morse Engine
- 513 Federal-Mogul Corporation
- 921 Ferus
- 820 FEV
- 617 FlexGen Power Systems
- 926 Flowserve
- 717 GDF Suez
- 913 GE
- 821 GFS Corp
- 521 Gladstein, Neandross & Associates
- 528 GP Strategies
- 916 Green Field Energy Services
- 922 Heinzmann GmbH & Co
- 628 Hexagon Lincoln
- 713 HIPOWER
- 602 Hitachi Power Systems Canada Ltd.
- 616 Hy-Lok USA
- 427 INOXCVA
- 726 Interstate McBee
- 405 IPD
- 1020 JC Carter
- 728 J-W Power Company
- 520 Kato Engineering
- 721 The Linde Group
- 600 Ludeca, Inc.
- 826 MAN Diesel & Turbo
- 718 Marine Service GmbH
- 518 MicroLNG
- 500 Micron Industries Inc.
- 816 MIRATECH
- 720 Mitsubishi Engine
- 504 Monico
- 928 OsComp Systems
- 626 Perma-Pipe, Inc.
- 407 Pivotal LNG
- 620 Prometheus Energy
- 920 PSB Industries
- 700 REV LNG
- 927 Ricardo
- 417 Rolls-Royce
- 823 Schwob Energy Services
- 223 Shell
- 813 Smith Power Products/GE Jenbacher
- 818 Stitt Spark Plug Company
- 413 Taylor-Wharton
- 817 Thigpen Energy
- 1022 WesMor Cryogenic Companies
- 123 Westport Innovations
- 422 Xebec

圖 1c 會場展覽大廳的廠商設備展及技術交流活動側寫



圖 1d HHP 峰會上展出的重型天然氣動力引擎和相關設備

Enjoy an up-close look at heavy-duty natural gas-powered engines and equipment on display at HHP Summit.



3512C Engine Generator with Dynamic Gas Blending Technology - Caterpillar



Regasification Unit
INOXCVA



Transport Trailer
WesMor Cryogenic



Orca 6200 Trailer
Chart Industries



TITAN™ CNG Module
Hexagon Lincoln



QSK50 with Dual-Fuel Technology
Cummins



VHP L7044GSI-EPA Natural Gas Engine GE
Waukesha



LNG Cryogenic Transport Trailer
Applied Cryo Technologies / Dragon Products

表 3 高峰會議程

2013 Summit Agenda

	MONDAY SEPTEMBER 16, 2013	TUESDAY SEPTEMBER 17, 2013	WEDNESDAY SEPTEMBER 18, 2013	THURSDAY SEPTEMBER 19, 2013
AM	Pre-Conference E&P and Mining Engine Facility Tour	Summit Opens Sessions Begin	Sessions Trade Show Keynote Luncheon	Sessions Trade Show
PM	Pre-Conference Locomotive and Marine Engine Facility Tour	Keynote Luncheon Sessions Trade Show Grand Opening & Evening Reception	Sessions Trade Show Evening Reception	Program Adjourns

HHP SUMMIT 2013

"Natural Gas for High Horsepower Applications"
McCormick Place Lakeside Center, Chicago, Illinois - September 17-19, 2013

All events take place at Lakeside Center in the East Building of McCormick Place except Monday tours, which depart from the Hyatt Regency Hotel.

MONDAY, SEPTEMBER 16, 2013

6:30 a.m. Off-Site Tour #1 (6:30 a.m. – 3:30 p.m.) | E&P and MINING | Caterpillar Lafayette Engine Center
[Learn More »](#)

12 noon Off-Site Tour #2 (12:00 – 5:30 p.m.) | LOCOMOTIVE and MARINE | Electro-Motive Diesel LaGrange Engine Facility
[Learn More »](#)

TUESDAY, SEPTEMBER 17, 2013

9:00 a.m. Day One Welcome and Opening Remarks

9:15 a.m. Opening Keynote Address

- Billy Ainsworth, Chief Executive Officer, Caterpillar's Progress Rail Services and Electro-Motive Diesel
Natural Gas Engines: A Current Reality PDF, 0.2MB | *Video* MOV, 266.5MB

9:45 a.m.	<p>Plenary Session #1 - Executive Roundtable <i>"State of the Union: the Growing Use of Natural Gas for Today's HHP Applications"</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sam Thomas, Chairman, President & Chief Executive Officer, Chart Industries <i>Enabling Growth: Natural Gas for Today's HHP Applications</i> PDF, 0.7MB • Bruce Hodgins, Vice President, Partner Relationships, Westport <i>Westport's State of the Union</i> PDF, 0.9MB • Eddie Green, General Manager, North American Marine & Stationary LNG Business Development, Shell • Blake Larson, Executive Director of High-Horsepower Engineering, Cummins <i>Cummins Hedgehog Product Development Process</i> PDF, 1.9MB • Matt Most, Vice President, Commercial Development, Encana Natural Gas, Inc.
11:15 a.m.	Coffee Break
11:45 a.m.	Keynote Luncheon
12:25 p.m.	<p>Keynote Introduction</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matt Most, Vice President, Commercial Development, Encana Natural Gas, Inc.
12:30 p.m.	<p>Keynote Address</p> <ul style="list-style-type: none"> • Governor Matt Mead, State of Wyoming
1:00 p.m.	Networking Break
1:30 p.m.	<p>Plenary Session #2 - Executive Roundtable <i>"End Users Making the Business Case for Natural Gas HHP"</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mark Barker, President, The Interlake Steamship Company <i>Interlake Steamship LNG Conversions</i> PDF, 1.8MB • Kenneth Ferguson, Assistant General Manager and Vice President, Alpha Natural Resources/Alpha Coal West <i>Alternative Fuel Project Business Case for Mine Haul Trucks</i> PDF, 0.7MB • Darrell Iler, Senior Engineer Car Design, Canadian National Railway <i>CN: Our LNG Journey</i> PDF, 1.0MB • William Marshall, Vice President Pressure Pumping, Bayou Well Services

3:15 p.m.	<p>Breakout Session #1 <i>"Natural Gas Engine Technologies to Power the High Horsepower Industries"</i></p> <p>Breakout Session #1: "Natural Gas Engine Technologies to Power the High Horsepower Industries"</p>				
	Marine	Drilling	Pressure Pumping	Rail	Mining
	<p>MODERATOR: Steve Kemp, Chair, Great Lakes & Great Rivers Section, The Society of Naval Architects & Marine Engineers</p> <p>Leif Gross, Product Definition / New Product Introduction Manager, Caterpillar</p> <p>Marine Power Systems <i>CMPS: Natural Gas Engine Technologies</i> PDF, 1.4MB</p>	<p>MODERATOR: Dave Myers, Business Development Manager, North America, Hexagon Lincoln</p> <p>Russell Goss, Project Manager, New Product Introduction, Caterpillar</p> <p>Global Petroleum <i>OEM Advancements in Optimizing Natural Gas Consumption in the Oilfield</i> PDF, 2.0MB</p>	<p>MODERATOR: Bryan Luftglass, Head of Strategic Market & Business Development, Linde</p> <p>Diana Hopkins, Product Definition Manager, Caterpillar Oil & Gas <i>Caterpillar Dynamic Gas Blending: A Revolution in Pressure Pumping</i> PDF, 1.4MB</p>	<p>MODERATOR: Mischa Wanek-Libman, Engineering Editor, Railway Age</p> <p>Martha Lenz, Director, Engine Systems, Electro-Motive Diesel <i>Natural Gas Engine Technologies for Rail</i></p> <p>David Mumford, Senior Director, Off Road, Westport <i>Perspectives & Lessons</i></p>	<p>MODERATOR: Jeff House, Business Development Manager, Prometheus</p> <p>Aaron Biskaps, Marketing Manager, Large Mining Trucks, Caterpillar <i>LNG Mining Truck Development: More Than Technology</i> PDF, 0.7MB</p> <p>Bruce Hodgins, Vice President, Partner Relationships, Westport <i>Natural Gas Solutions for</i></p>

<p>Greg Young, Director, Commercial Marine Business Development, Cummins <i>LNG: High Speed Marine Engines Options</i> PDF, 1.4MB</p> <p>Odd Magne Horgen, General Sales Manager Merchant/ Naval Engines, Rolls-Royce Marine AS <i>Reducing Marine Emissions</i> PDF, 7.1MB</p> <p>Chuck Griffith, Sales Manager, Offshore & Merchant, MAN Diesel & Turbo North America <i>Cost-Effective Dual-Fuel Diesel Mechanical Solution for Vessel Conversions</i> PDF, 3.3MB</p> <p>Edward Hall, Senior General Manager, GE Transportation <i>Fuel Flexibility from GE Marine Gas Turbine Engines</i> PDF, 0.3MB</p>	<p>Keith Brooks, Vice President, OEM & GTI Bi-Fuel, Altronic-GTI <i>GTI Bi-Fuel Introduces New Electronic "AGV5 Smart Valve"</i> PDF, 1.7MB</p> <p>Aaron Trexler, Waukesha Senior Product Line Manager, GE Power & Water, presenting with Chris Seider, Manager, Special Projects, Patterson-UTI Energy <i>The Rich Burn Combustion Advantage in Mobile Drill Rig Power</i> PDF, 4.2MB</p> <p>Nick Radean, Sales Manager, Fairbanks Morse <i>Premium Power Solutions Demand True Dual Fuel</i> PDF, 1.6MB</p>	<p>Shane Cannon, Dual-Fuel Market Leader, Cummins <i>Cummins Dual Fuel for Pressure Pumping</i> PDF, 5.1MB</p> <p>Lyle Jensen, President & Chief Executive Officer, American Power Group <i>APG Turbocharged Natural Gas Dual-Fuel System: Initial Results in High-Pressure Pumping Applications</i> PDF, 1.3MB</p> <p>Philip Bruza, Sales Engineer, ComAp <i>Bi-Fuel Development and Integration into the Electric Power and Oil & Gas Markets</i> PDF, 1.8MB <i>Video</i> AVI, 3.5MB</p>	<p><i>Learned from a Demonstration Project with a Natural Gas Locomotive</i> PDF, 2.4MB</p> <p>Eric Dillen, Dual-Fuel Engine System Leader, GE Transportation <i>Dual-Fuel Locomotive Development</i> PDF, 0.8MB</p> <p>Mark Kuhn, Principal, Ricardo Strategic Consulting <i>Opportunities & Challenges Associated with Natural Gas Adoption for Locomotive Applications</i> PDF, 1.3MB</p>	<p><i>Large Mine Trucks (LMTs)</i> PDF, 1.2MB</p> <p>Christopher Pritchard, High Horse Power, Natural Gas Product Manager, Cummins <i>Cummins Dual-Fuel Engines for the Mine Equipment Market</i> PDF, 1.1MB</p> <p>George Aguilera, Executive Vice President, Gaseous Fuel Systems <i>EVO-MT Retrofit Solutions for Natural Gas Operation in Mine Haul Trucks</i> PDF, 22.0MB</p> <p>John Fisher, Business Development Manager, Electric Power Division Mining Team, Caterpillar <i>A Case Study on Using CAT Distributed Power in Mining Applications</i> PDF, 2.0MB</p>
--	---	--	--	--

5:00 p.m. Evening Reception and Networking in the Trade Show Hall, sponsored by Chart Industries



WEDNESDAY, SEPTEMBER 18, 2013

7:30 a.m. Breakfast in the Trade Show Hall

8:30 a.m. Day Two Welcome
"Innovation and Advancements Accelerating the North American HHP Market"

- Joel Feucht, General Manager of Gas and Medium Speed Engines, Caterpillar Inc.

8:45 a.m. Opening Address

- Kenneth Medlock III, PhD, Senior Director, Center for Energy Studies, James A. Baker III Institute for Public Policy, Rice University
The Outlook for Natural Gas: Emerging Fundamentals PDF, 0.8MB

9:15 a.m. Plenary Session #3
"Developing LNG Production Assets for the North American HHP Market: Timelines, Costs and Other Key Considerations"

- Pete Tumminello, Executive Vice President of Wholesale Services, AGL Resources
Leveraging Utility LNG Assets While Developing New LNG Merchant Plants PDF, 1.7MB
- Jeff Sipes, Vice President & General Manager, Chart Energy & Chemicals
Using a Modular Design Approach to Scale LNG Production to Meet Growing Equipment Needs PDF, 1.1MB
- Joseph Pak, Director of Sales and Marketing, Cosmodyne
Nitrogen Expander Cycle for Small-Scale LNG Plants: A Cinderella Story PDF, 3.4MB | *Video* AVI, 126.9MB

- Earl Lawson, Vice President, Energy Solutions, Linde North America
LNG Supply: The Unique Perspective of an Operating and Engineering Company PDF, 2.2MB

10:45 a.m. Networking Break in the Trade Show Hall

12:00 noon Keynote Luncheon,
sponsored by America's Natural Gas Alliance



12:30 p.m. Keynote Introduction

- Amy Farrell, Vice President, Market Development, America's Natural Gas Alliance
The High Horsepower Summit and ANGA PDF, 1.1MB

12:45 p.m. Keynote Address

- Lorenzo Simonelli, President and Chief Executive Officer, GE Transportation
Engines, Fuel, and Infrastructure: Putting All of the Pieces Together PDF, 1.4MB | *Video* MOV, 595.9MB

1:30 p.m. Breakout Session #2
"Bunkering, Tender Cars, and Other Fueling Opportunities to Extend the Virtual Pipeline"

Breakout Session #2: "Bunkering, Tender Cars, and Other Fueling Opportunities to Extend the Virtual Pipeline"

Marine	Drilling	Pressure Pumping	Rail	Mining
<p>MODERATOR: John Snyder, Publisher and Editor, Marine Log</p> <p>William Hutchins, Project Engineer, Shell <i>Shell's Plans for LNG Marine Bunkering</i> PDF, 1.4MB</p> <p>Per Egil Vedlog, Design Manager, Ship Technology, Merchant, Rolls-Royce Marine AS <i>Rolls Royce's Innovative Self Propelled LNG Bunkering Vessel</i> PDF, 2.5MB</p> <p>Alexander Harsema-Mensonides, Sales Director, Marine Service GmbH <i>LNG Fuel Tank Container: A New Approach to LNG Bunkering</i> PDF, 4.4MB</p> <p>Randy Helland, retired USCG and Regulatory Consultant, Great Lakes Maritime Research Institute <i>LNG as a Maritime Fuel on the Ohio River: A Case Study and Regulatory Evaluation</i> PDF, 0.6MB</p> <p>Keith Meyer, Chief Executive Officer, LNG America <i>Leveraging LNG Export</i></p>	<p>MODERATOR: Dave Schultz, Senior Vice President, LNG America</p> <p>Matt Most, Vice President, Commercial Development, Encana Natural Gas, Inc. <i>Encana's Extensive Experience and Mobile Fueling Options to Support Gas Driven Drill Rigs and Other Service Operations</i> PDF, 3.0MB</p> <p>Grant Madison, Product Manager, LNG Mobile Equipment, Chart Industries <i>LNG Regasification Equipment for E&P Operations</i> PDF, 0.8MB</p> <p>Kurt Sorschak, President & Chief Executive Officer, Xebec Adsorption <i>Field Gas Purification for Diesel Displacement and Pipeline Injection</i> PDF, 2.0MB</p> <p>Dave Myers, Business Development Manager, North America, Hexagon Lincoln <i>State-of-the-Art CNG Tube Trailers for Drill Rigs and Other Remote Operations</i> PDF, 3.7MB</p> <p>Nathan Ough, Vice President, Certarus</p>	<p>MODERATOR: Ken MacQuarrie, Development Manager, WSD, Parkland Fuel Corporation</p> <p>Jed Tallman, Manager, Market Development, Ferus Natural Gas Fuels <i>Leveraging Leading Cryogenic Logistics Experience and Expertise to Supply LNG for Pressure Pumping Services</i> PDF, 2.2MB</p> <p>Pedro Santos, Chief Executive Officer, OsComp Systems <i>CNG Fuel Supply for Pressure Pumping: An Innovative Case Study</i> PDF, 1.6MB</p> <p>Randy Hull, Director of Business Development, Prometheus Energy <i>Selecting the Optimum Mode of Natural Gas Supply for Drilling & Frac Operations</i> PDF, 1.6MB</p> <p>Earl Lawson, Vice President, Energy Solutions, Linde North America <i>LNG for Pressure Pumping: Transforming from Early-Stage to Commercially Sustainable Solutions</i> PDF, 1.8MB</p>	<p>MODERATOR: Erik Montague, Business Development Advisor, Shell</p> <p>Michael Iden, General Director Car & Locomotive Engineering, Union Pacific Railroad and Chair of the Association of American Railroads Natural Gas Fuel Tender Technical Advisory Group <i>Update on AAR's Fuel Tender Standards</i> PPS, 105.8MB</p> <p>Brian Dracup, Senior Director, LNG Rail and Tender Program Development, Westport <i>LNG Tender Car Design and Approach for Locomotive Fuel Supply</i> PDF, 1.7MB</p> <p>Scott Nason, Business Development Manager, LNG Rail Applications, Chart Industries <i>Chart's Experience, Expertise, and Approach in Building LNG Tender Cars</i> PDF, 4.3MB</p>	<p>MODERATOR: Peter Scott, President & Chief Executive Officer, Scott Pump Service <i>The Last Mile</i> PDF, 2.0MB</p> <p>Brian Bostrom, Senior Engineering Manager, LNG, Chart Industries <i>Mine Car Fuel Systems</i> PDF, 0.9MB</p> <p>Scott Hartman, PhD, LNG Technology Lead, North America, Shell <i>Challenges of Mine Haul Vehicle Refueling</i> PDF, 1.4MB</p> <p>David Barr, Vice President & General Manager LNG, Taylor-Wharton Cryogenics <i>LNG Storage and Fueling Infrastructure for Mine Haul and Other HHP Applications</i> LINK</p> <p>Ujjwal Kumar, General Manager, Unconventional Solutions, GE Oil & Gas <i>Micro LNG Supply to Support Mining and Other HHP Applications</i> PDF, 1.5MB</p>

Terminals for Domestic LNG Marine Supply in the Gulf Coast PDF, 1.5MB
CNG: An Alternative and Cost-Effective Approach for Supplying Natural Gas to Drill Rigs PDF, 1.9MB

- 3:30 p.m. Plenary Session #4
"Best Practices for Personnel Safety and Cryogenic Fuel Management in Today's HHP Sectors"
- Erik Neandross, Chief Executive Officer, Gladstein, Neandross & Associates
Live Demonstration of LNG Physics
 - Rick Boudiette, Technical Technical Adviser, The Society of International Natural Gas Tankers and Terminal Operators
The Safety Record of LNG Shipping and the Launch of the Society of Gas as a Marine Fuel PDF, 4.0MB
 - Tom Drube, Director of Engineering, Chart Industries
Cryogenic Heat Management: Innovations and Lessons Learned from Argon Industry and Application to the HHP LNG Sector PDF, 1.8MB | *Video* WMV, 4.9MB
 - Chad Porter, Chief Operating Officer, Ferus
Key Elements of a Robust HSE Program for Natural Gas-Fueled HHP Applications PDF, 1.3MB

5:00 p.m. Evening Reception and Networking in the Trade Show Hall, sponsored by GE



THURSDAY, SEPTEMBER 19, 2013

7:30 a.m. Breakfast in the Trade Show Hall

8:30 a.m. Breakout Session #3
"End-User Case Studies: A Closer Look at Today's Leading HHP Projects for the Marine, Drilling, Pressure Pumping, Rail and Mining Sectors"

Breakout Session #3: "End-User Case Studies: A Closer Look at Today's Leading HHP Projects for the Marine, Drilling, Pressure Pumping, Rail and Mining Sectors"

Marine	Drilling	Pressure Pumping	Rail	Mining
<p>MODERATOR: Carol Wolosz, Executive Director, Great Lakes Maritim Research Institute <i>Great Lakes Dawn</i> JPG, 2.0MB</p> <p>Paul Blomerus, PhD, Senior Director, High Horsepower, Westport <i>Innovative Solutions for Tug Boats</i> PDF, 1.7MB</p> <p>Jan Hagen Andersen, Principal Engineer, Det Norske Veritas <i>LNG for Commercial Marine Applications: Norwegian End-User Case Studies</i> PDF, 3.3MB</p> <p>Roy Bleiberg, Director of Engineering, ABS Americas <i>Case Studies Showcasing Risk</i></p>	<p>MODERATOR: Keith Hall, Director of Engineering & Product Development, Wesmor Cryogenic Manufacturing <i>Rising Above the Rest</i> PDF, 2.8MB</p> <p>William Copeland, Drilling Engineer, EQT Corporation <i>EQT's Extensive Testing, Demonstration, and Use of Natural Gas to Power its Drilling Operations</i> PDF, 2.4MB</p> <p>Brian Murphy, Engineering Manager, Ensign United States Drilling <i>Natural Gas Fuel: Opportunities and Economics on Modern Drill Rigs</i> PDF, 5.7MB</p> <p>Curtis Rueter, Manager, LNG/CNG Development, Noble Energy</p>	<p>MODERATOR: Stewart Wilson, Vice President, Commercial Development, Ferus Natural Gas Fuels Matthew Hackworth, Business Specialist, EQT Corporation <i>EQT's Extensive Testing, Demonstration, and Use of Natural Gas to Power its Pressure Pumping Operations</i> PDF, 1.4MB</p> <p>Adam Marks, Equipment Design Team Manager, Halliburton <i>Halliburton's Use of Natural Gas for Pressure Pumping Operations</i> PDF, 4.8MB</p> <p>Sean Parker, Project Manager, Bi-Fuel Technologies, Baker Hughes <i>Baker Hughes' Use of</i></p>	<p>MODERATOR: Sean Turner, Chief Operating Officer, Gladstein, Neandross & Associates Dale Lewis, Director of Strategic Analysis, CSX Corporation <i>Perspectives on Natural Gas for Locomotives from a Class I Railroad</i> PDF, 2.5MB</p> <p>Michael Iden, General Director Car & Locomotive Engineering, Union Pacific Railroad and Chair of the Association of American Railroads Natural Gas Fuel Tender Technical Advisory Group <i>UP's Consideration of LNG for Locomotives</i> PDF, 1.8MB</p> <p>Darrell Iler, Senior Engineer Car Design, Canadian National</p>	<p>MODERATOR: Jon Leonard, Senior Vice President, Gladstein, Neandross & Associates Bill Caffee, Mining Industry Consultant <i>Power Generation: Experiences of a Former Newmont Mining Corporation Energy Solutions Manager</i> PDF, 3.1MB</p> <p>David Moses, Manager, Mine Support, Albion Sands, Shell <i>Roadmap for Moving to LNG-Powered Mining Equipment</i></p> <p>Kenneth Ferguson, Assistant General Manager and Vice President, Alpha Natural Resources/Alpha Coal West</p>

Assessments for Gas-Fueled Ships PDF, 3.6MB

John Hatley, Americas Vice President Ship Power, Wartsila North America
Marine Business Case Examples for LNG Fuel PDF, 5.0MB

Noble Energy's Recent Experience with Dedicated and Dual Fuel Systems for Drilling and Pressure Pumping PDF, 0.9MB

Mark Bruchman, General Manager of Operations, Apache Corporation
An Overview of One of North America's Leading E&P Companies Using Natural Gas to Power Its Operations PDF, 4.1MB

Natural Gas for Pressure Pumping Operations PDF, 1.7MB

Chris Combs, Director, Fracturing Technology, Green Field Energy Services
Fracturing with 100% Natural Gas PDF, 1.7MB
Troy Huey, Wellsite Delivery Technology Manager, Schlumberger
Technology and Value Drivers for Today's Frac Pump PDF, 3.5MB

Railway
CN: LNG Locomotive Initiatives PDF, 2.2MB

Alpha Coal's Alternative Fuel (LNG) Mine Haul Project PDF, 2.3MB

Steve Forbush, Diesel Equipment Specialist, Arch Western Bituminous Coal
Arch Western Bituminous Coal's Perspective on Natural Gas

10:15 a.m. Networking Break in the Trade Show Hall

11:00 a.m. Plenary Session #5
"Wall Street's Perspective on the Emerging HHP Market"

MODERATOR: **Matt Most**, Vice President, Commercial Development, Encana Natural Gas, Inc.

- Jim Wicklund, Managing Director—Energy Research, Credit Suisse
Show Me the Money! PDF, 0.8MB
- Alina Dumitrasc, Manager, Galway Group/Galway Energy Advisors
Global LNG Markets: Opportunities and Challenges to LNG Marine Bunkering PDF, 0.3MB
- Matt Simon, Portfolio Manager, Citadel LLC

12:30 p.m. Closing Remarks

*Indicates speaker has been invited.

三、開會心得

美國頁岩氣熱潮導致清潔且燃料成本低的美國國內天然氣過剩——提供高馬力動力作業一個顯著降低燃料成本和污染排放量的機會。隨著市場新開發引擎的到來，創新的加氣設備，新公佈的 LNG 生產廠，以及更嚴格的排放法規，創造一個將高馬力動力作業使用之柴油改為天然氣最好的時機。2013 HHP 高峰會是北美以天然氣為燃料之船舶、火車、鑽井，建壓及礦場高馬力引擎燃料供給和相關技術解決方案的最大展示會。高峰會參加者包括：鐵路、海運、礦業和探採業務的管理人員和工程師；燃料供應商和基礎設施開發者；政策制定者，環境保護團體和行業的代表；引擎，加氣設備，精密技術製造商。參加高峰會可以了解有關鐵路、海運、礦業和探採業務之間的燃料供給、引擎和相關技術的關聯性。

本次高峰會由美國專精於道路及非道路車輛的低排放和替代燃料技術、基礎設施和燃料市場發展方面業務的北美領先顧問公司 GNA 主辦，國際知名之大公司 Caterpillar、Chart Industries、Cummins、Encana Natural Gas、GE Transportation、Pivotal LNG、Shell、Westport 等廠商贊助，以及與天然氣相關之眾多業者參與發表新技術及新產品。高峰會有 5 場大會行動圓桌會議 (Plenary Session: Executive Roundtable)、3 場分組會議 (Breakout Session)、以及會場展覽大廳的廠商設備展。兩天半高峰會之心得摘要如下：

(一) 大會行動圓桌會議

第一場大會行動圓桌會議：主題為 State of the Union: the Growing Use of Natural Gas for Today's HHP Applications

在過去的一年中，美國國內渴求燃料的 HHP 應用方面，利用天然氣做為柴油替代燃料的相關活動水平大大增加。每週都有新的重大計畫和新訂單宣布，終端用戶示範計畫正在啟動，並正在開發新的發動機技術和設備。雖然熱潮一直居高不下，大多數人認為，這活動水平僅僅是一個大量的 HHP 天然氣市場啟動的預示，在明年，或 3 年 5 年以及更久後，HHP 天然氣市場將蓬勃發展。在此次會議上，來自全球組織的高階管理人員指出在整個北美洲和其它地區這個行業日益成長的動能，也給觀眾一窺在不久的將來預期的實質 HHP 天然氣市場。

第一場大會行動圓桌會議有 5 位引言人，摘要整理部分引言人之報告心得如下：

- 引言人 Sam Thomas, Chairman, President & Chief Executive Officer, Chart Industries,
- 演講主題：Enabling Growth: Natural Gas for Today's HHP Applications。

天然氣現在已廣泛應用於 HHP 行業中，如下圖，鐵路 LNG 火車、天然氣油田轉換 LNG 的設備以及 LNG 液化處理及基礎設施等應用，也已形成具有經濟價值的液化天然氣產業鏈。



Railroad LNG Tender Car



LNG Oilfield Conversions



LNG Liquefaction & Infrastructure

- 引言人 Bruce Hodgins, Vice President, Partner Relationships, Westport ,
- 演講主題：Westport's State of the Union。

Westport 創始於 1995 年，一直專注於天然氣技術的研究及開發，在研發和商業化投資超過 4 億美元，在有關天然氣引擎、LNG/ CNG 儲槽、燃料系統和輸送、低溫泵(cryogenic pumps)，以及兼容當前和未來引擎的控制技術等方面具有堅實的技術基礎及能力，能維持原柴油引擎之性能和效率並顯著改善污染排放量。Westport 充分利用其技術跨越廣泛的終端應用市場，如下圖。

» Through its market focus and position, Westport has moved from proof of concept to capture the global emergence of **natural gas vehicles** through a broad range of transport applications.

The diagram shows various transport applications categorized into five groups:

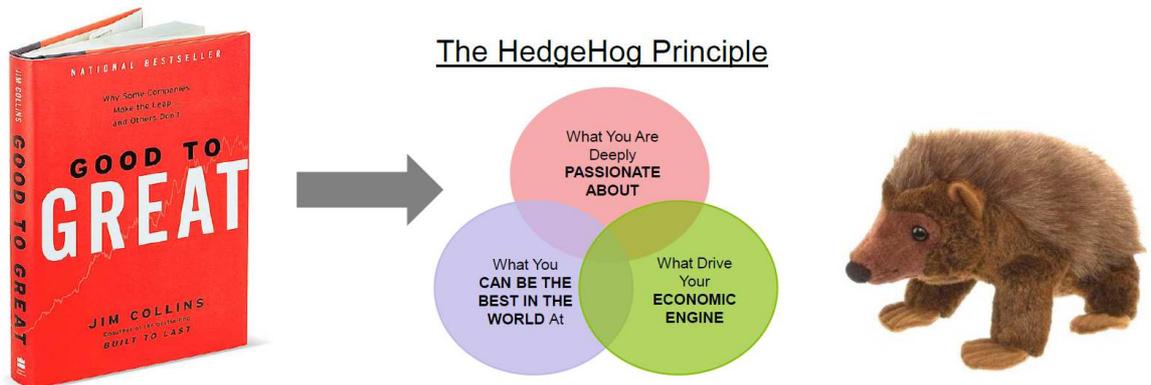
- automotive**: Includes a forklift, a pickup truck, and a sedan.
- trucking**: Includes a semi-truck and a green garbage truck.
- urban**: Includes a bus and a green garbage truck.
- fuel storage & delivery**: Includes a large LNG storage tank and a smaller LNG delivery truck.
- off-road**: Includes a yellow dump truck, a red train engine, and a tugboat.



- 引言人 Blake Larson, Executive Director of High-Horsepower Engineering, Cummins

- 演講主題：Cummins Hedgehog Product Development Process。

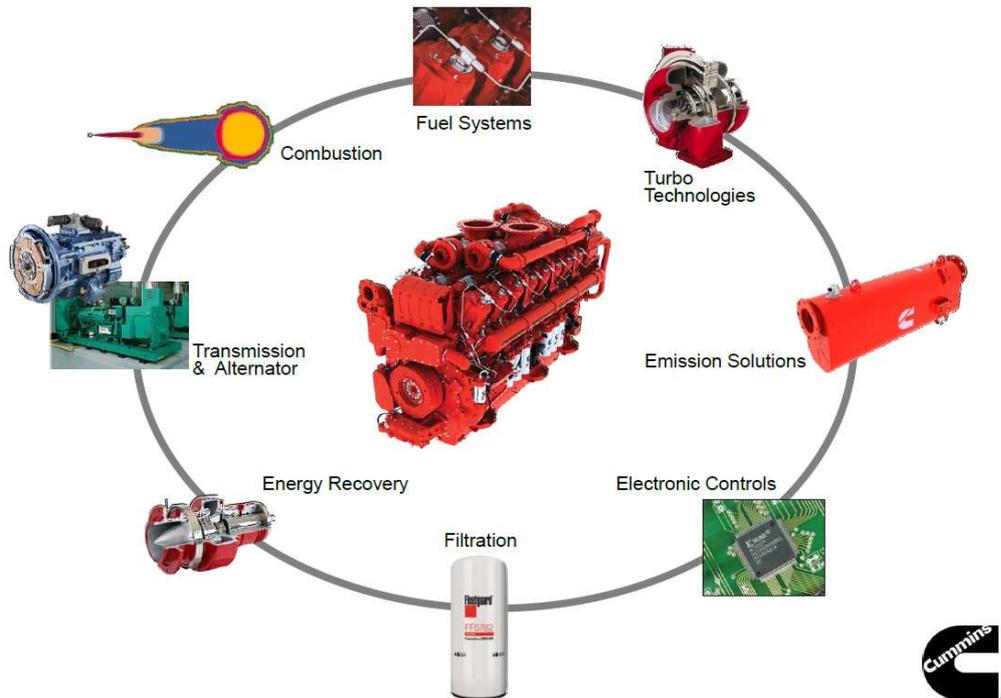
Cummins 考量環境效益、能源政策、經濟效益，開發在非道路應用相關之天然氣引擎。Cummins 採 The Hedgehog Principle (如下圖)開發 Hedgehog 系列產品。



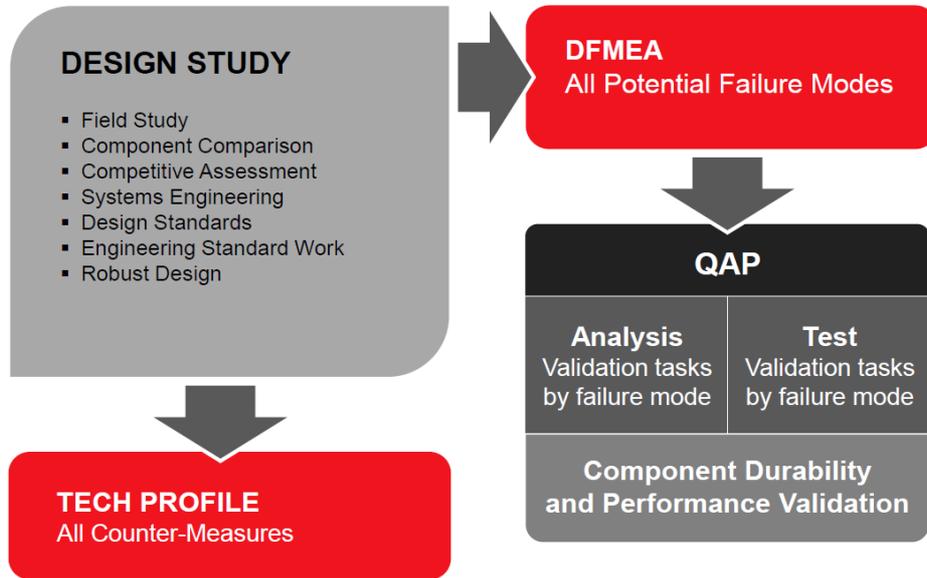
Hedgehog Program 的主要內容為：

- 柴油和天然氣引擎系列：火車引擎，鑽探設備引擎，船舶引擎，石油和天然氣礦場動力設備引擎，發電機引擎
- V12，V16，V20 架構
- 功率範圍：柴油引擎方面：工業用 - 高達 5000HP；備用電力發電機 - 高達 4.5 MWe；天然氣引擎方面：>4 MWe
- 整合相關技術

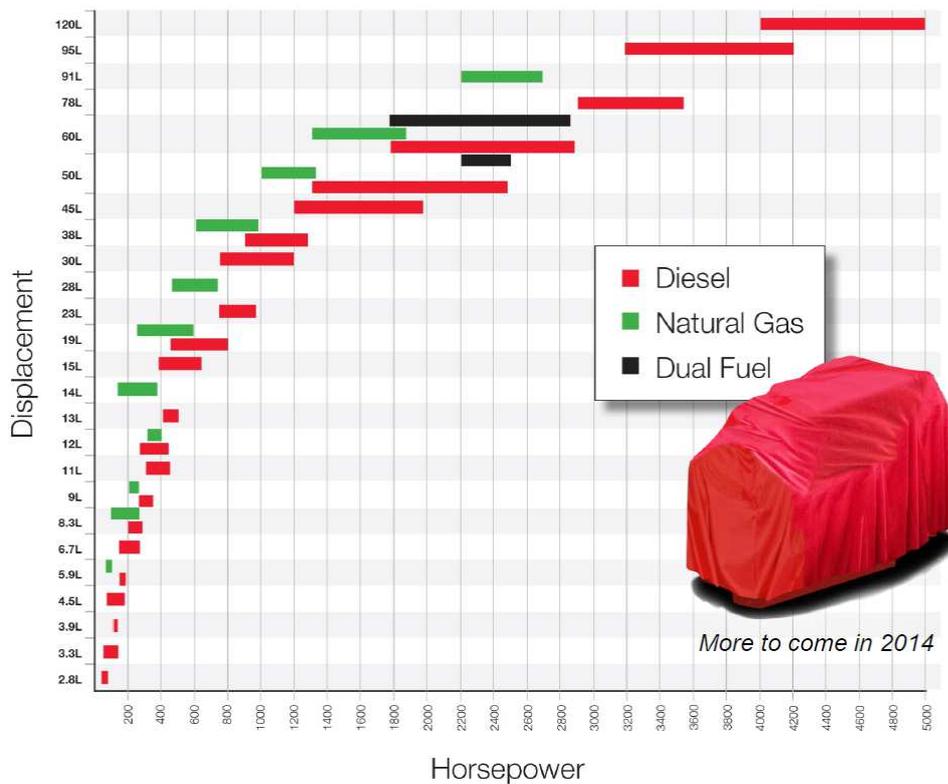
Cummins 既有之核心技術，如下圖



Cummins 進行 2500 名以上客戶意見調查，訪談 45 大功率引擎專家，確定可以在客戶和市場成功的 20 個重點項目，透過有效利用 Six Sigma 工具設計引擎架構，並以下圖之方式進行品保計畫



Cummins 開發出功率範圍如下圖之柴油引擎、天然氣引擎及雙燃料引擎系列。



第二場大會行動圓桌會議：主題為 End Users Making the Business Case for Natural Gas HHP

基於原油價格建立的燃料油價格超過每桶 100 美元，天然氣則低於 4.00 美元/MMBtu，以及這價差將維持到未來的預期，創造了大型燃料用戶巨大的機會，開始將其作業切換使用成本低的國內天然氣。已有許多大型終端用戶作出投資決定，而正在進行示範運行和評估的許多業者預期在近期會作更大投資。使用天然氣的終端業者之高階主管發表公司開始過渡到天然氣商業案例的要件標準。

第二場大會行動圓桌會議有 4 位引言人，摘要整理部分引言人之報告心得如下：

- 引言人 Mark Barker, President, The Interlake Steamship Company
- 演講主題：Interlake Steamship LNG Conversions。

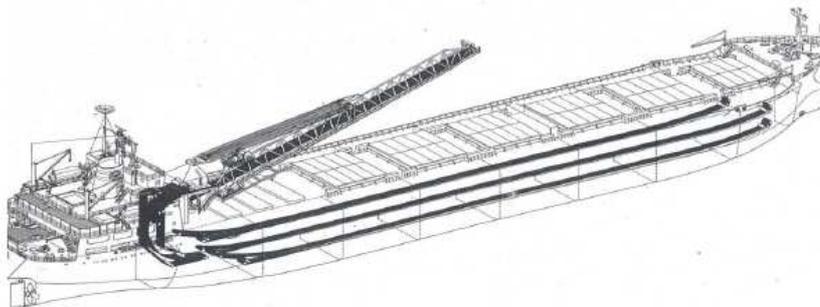
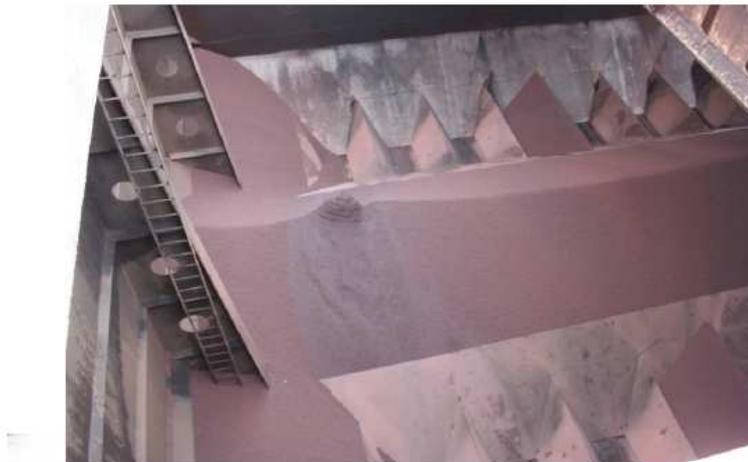
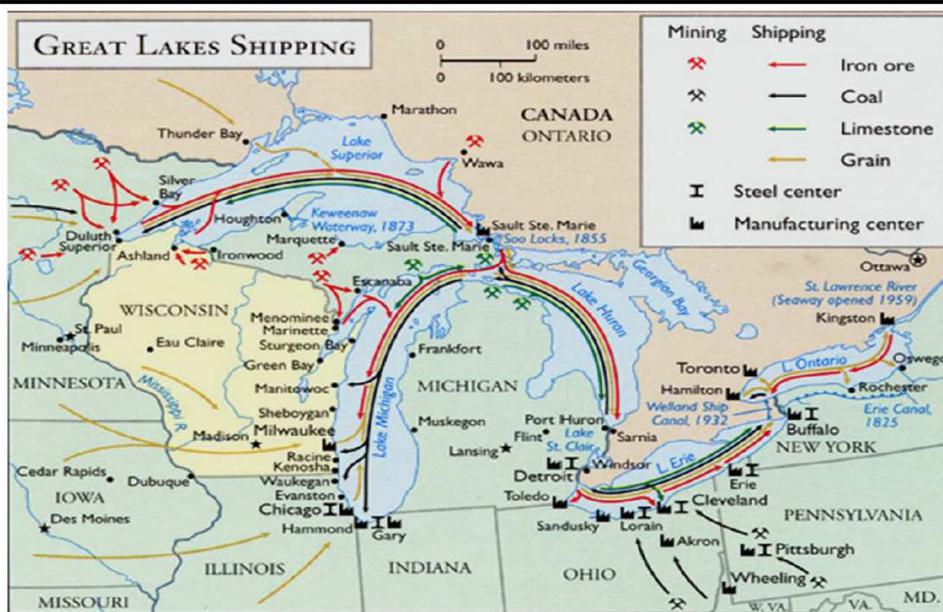
Interlake Steamship 公司於 1913 年註冊成立，1987 年成為私人公司，總部設在俄亥俄州，克里夫蘭。Interlake Steamship 公司專門運輸自由流動的大宗商品-鐵燧岩(Taconite)、煤、石礦、穀物，每船次載貨 21,000 至 68,000 噸，每年約載運 2 千萬噸貨物。68,000 噸鐵礦足夠一個大鋼廠營運 4~5 天，68,000 噸的煤炭船貨可提供大底特律地區一天的電力需求。

Interlake Steamship 公司船隊計有 9 艘自卸貨船，卸貨速率高達 6,000 噸/小時，該公司之船舶、航線及卸貨設備如下圖。

Interlake's Vessels



Cargo Movements throughout the Great Lakes



Interlake Steamship 公司將與 Shell Oil(獨家 LNG 燃料供應商)、Toromont (MAK/Caterpillar) (設備供應商及組裝)、MS Services (液化天然氣系統設計)、Talyor-Warton (LNG 儲槽供應商)、Bay Engineering, Inc. (船舶結構與非液化天然氣系統工程廠商) 等公司合作進行 Barker 號及 Paul R Tregurtha 號兩艘船舶之改裝工程，該穿主要性能如下表。

Principal Characteristics

	Barker/Miner	Paul R Tregurtha	New Configurations
Vessel Dimensions	1,004' x 105'	1,013.5' x 105'	No Change
Main Engines	2xPielsticks PC2.2	2x6M 43C - PRT	2x6M 46DF
Main Engine HP	2 x 8,000 BHP	2 x 8,046 BHP	2 x 7,241 BHP
Fuel Type	IFO 280	IFO 280	LNG/#2 Diesel
Diesel Generators (Caterpillar)	4x399/4xC32	4x399	No Change
LNG Tanks (working volume)			4x 200m3
Heating Boilers	2 – #2 Diesel	2 – IFO280 2 – Waste Heat Boilers	#2 Diesel
Gearbox	2xFalk	2xFalk	No Change
Propeller	2xBird Johnson CP	2xBird Johnson CP	No Change

- 引言人 Kenneth Ferguson, Assistant General Manager and Vice President, Alpha Natural Resources/Alpha Coal West
- 演講主題：Alternative Fuel Project Business Case for Mine Haul Trucks。

Ferguson 介紹執行替代燃料計畫應考慮的 3 個要素：安全 (SAFTEY)、後勤 (LOGISTICS)、價值 (VALUE)。

安全：作業員認可 (Operator Acceptance)、維修部門認可 (Maintenance Acceptance)、監管機構認可 (Regulatory Acceptance)、訓練 (Training)

後勤：LNG 燃料供應 (LNG Fuel Supply)、LNG 燃料儲存 (LNG Fuel Storage) LNG 燃料與柴油加油地點 (LNG & Diesel Fueling Location)、車上存儲系統 (On-Board System Storage)

價值：加油頻率 (Re-Fueling Sequencing)、技術 (Technology Bottom Line)、液化天然氣與柴油成本 (LNG & Diesel Cost)、預算底線 (Bottom Line)

- 引言人 Darrell Iler, Senior Engineer Car Design, Canadian National Railway

- 演講主題：CN: Our LNG Journey。

2012 年加拿大國家鐵路 (CN) 運輸統計數據：

鐵道長 20,100 英里、23,400 名員工、1825 輛柴油-電力機車

(diesel-electric locomotives)、擁有 67,000 節車廂、23,400 名員工、1825 輛柴油-電力機車 (diesel-electric locomotives)、擁有 67,000 節車廂、每年營運 5,100,000 車廂、每年營運 3840 億噸-英里、總營業額 99 億美元、營業收入大致 2/3 在加拿大和 1/3 在美國、2013 年 4 月市值約 420 億美元。加拿大國家鐵路的 LNG 車輛及車廂如下圖

HQ Operations


Our LNG Journey



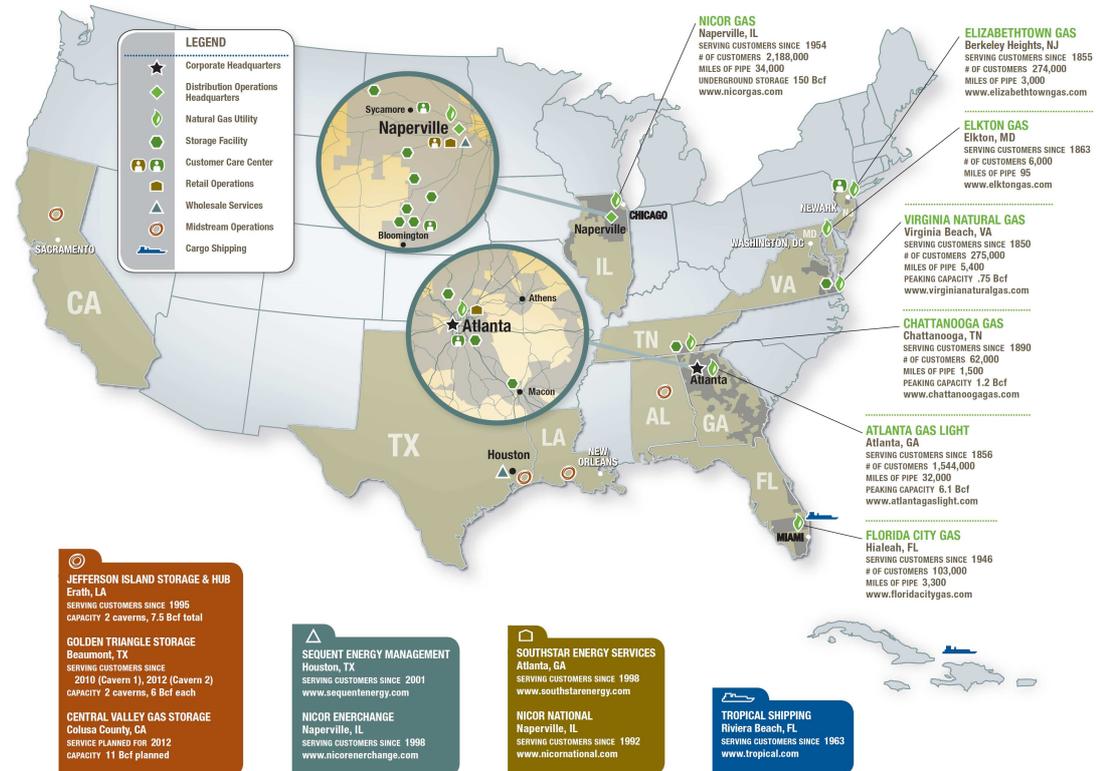
第三場大會行動圓桌會議：主題為 Developing LNG Production Assets for the North American HHP Market: Timelines, Costs and Other Key Considerations

此會議宣布 LNG 燃料的 HHP 新計畫時間表，分析探討成本及其他關鍵因素，而新開發的天然氣也必須跟上日益增加的需求。此次會議探討小量生產 LNG，尖離峰生產調節，LNG 出口站 (export terminals) 位置和新的專用 LNG 工廠選項等方面，提供給最終端業者各種選擇方案，也探討 LNG 工廠選址的關鍵因素，這包括開發時間和成本，天然氣和電力設施的要求，開發許可的考量，鑑定最佳 LNG 工廠位址的關鍵考量點。

第三場大會行動圓桌會議有 4 位引言人，摘要整理部分引言人之報告心得如下：

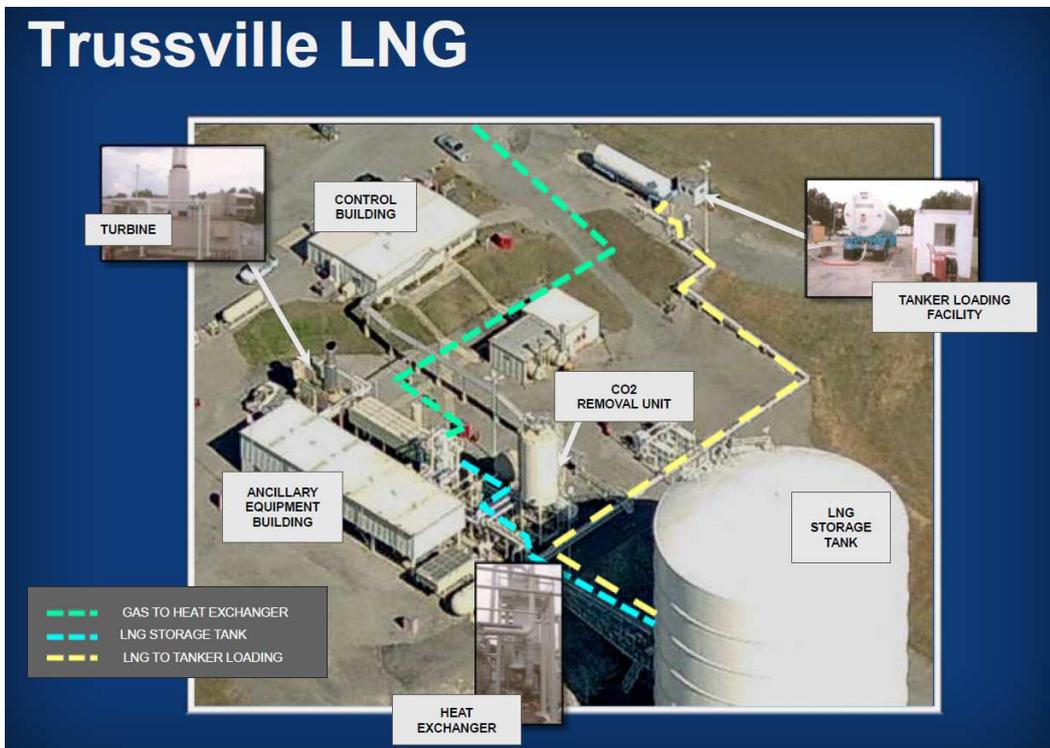
- 引言人 Pete Tumminello, Executive Vice President of Wholesale Services, AGL Resources
- 演講主題：Leveraging Utility LNG Assets While Developing New LNG Merchant Plants。

AGL Resources(AGLR)一個總部位於亞特蘭大的能源服務控股公司，AGLR 集團擁有的資源如下圖



Pivotal LNG 是 AGLR 集團旗下之子公司，能提供客戶具有成本效益的 LNG 解決方案。Pivotal LNG 和 AGL Resources 目前擁有並營運五間液化廠和銷售液化

天然氣作為交通等大馬力應用的替代燃料，具有將每天 45 百萬立方英尺天然氣轉換為每天 540000 加侖 LNG 的生產能力，是美國液化天然氣最大的生產廠商。該集團認為供應日益增加的 LNG 需求最佳的解決方案是在既有的 LNG 設施上增加生產量，依據此策略該集團過去逐步併購 LNG 廠並改善設備增加產能，擴大供應 LNG 的範圍，該公司的發展歷程及未來規劃如下圖

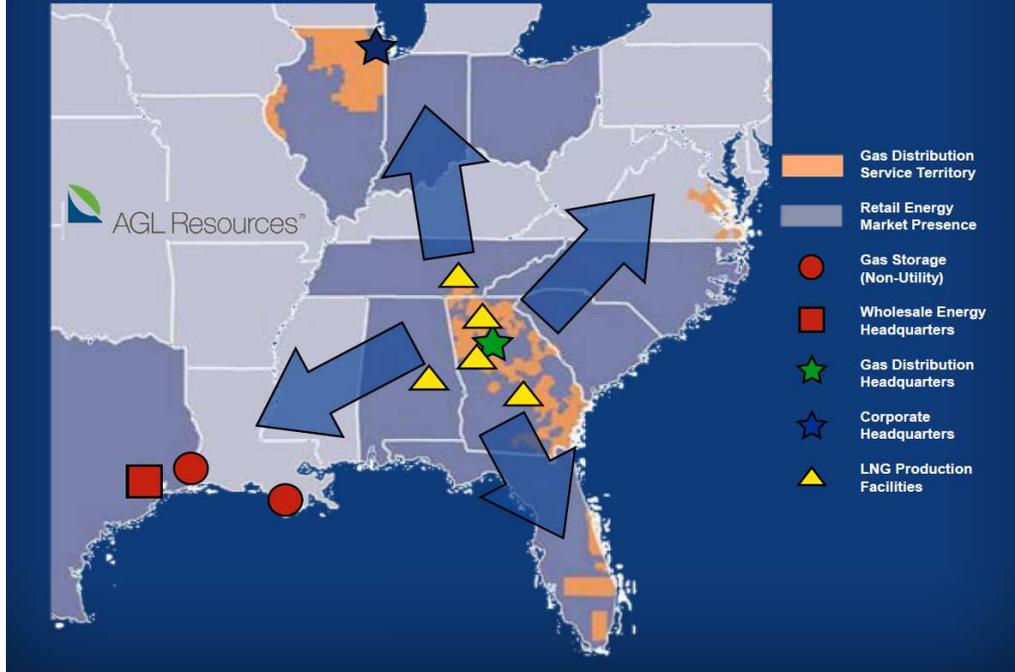


Pivotal LNG Fleet Evolution for LNG Sales

AGLC Peaking
Capacity now
Available for
third party
sales



EXPANDING LNG REACH



- 引言人 Jeff Sipes, Vice President & General Manager, Chart Energy & Chemicals
- 演講主題：Using a Modular Design Approach to Scale LNG Production to Meet Growing Equipment Needs。

Chart Industries 是高度工程化超低溫設備 (cryogenic equipment) 的領導供應商，應用於烴類，工業氣體和生物醫學市場。該公司的業務遍布全球，在四大洲擁有約 4800 名員工，美國以外之地區占一半以上的銷售額，超過一半產品應用於能源市場。

Chart 特色為能提供滿足整個 LNG 價值鏈 - 液化，配送，儲存和最終用途- 完整之服務 (參考下圖)，也為客戶提供多年來在 LNG 解決方案方面的經驗，促進以潔淨及安全的 LNG 燃料替代柴油。

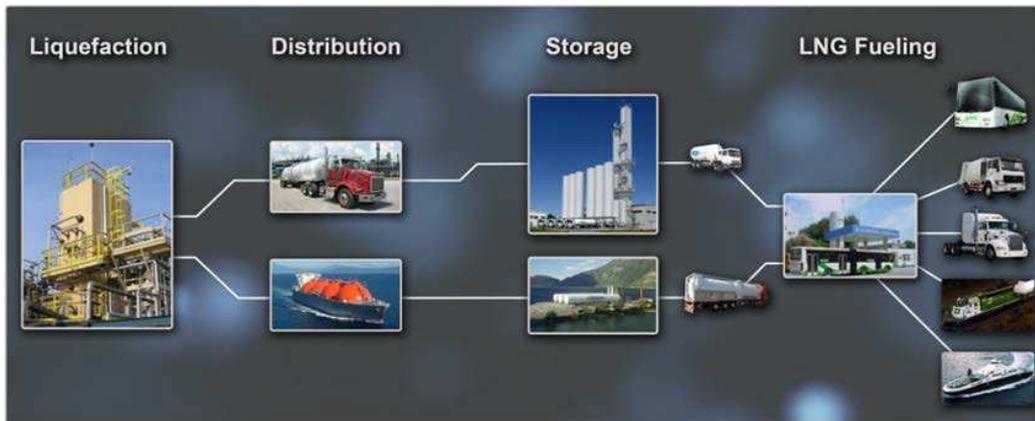


Chart 具有快速、可靠、低成本、模組化的標準 LNG 工廠設計技術，可提供每天 10 萬加侖、25 萬加侖、45 萬加侖 LNG 生產能力的 3 種標準 LNG 工廠，如下圖。

Chart Standard LNG Plant Design



100k
GPD

C100N

- ✓ Nitrogen Cycle
- ✓ Example: Noble Energy

250k
GPD

C250IMR

- ✓ Mixed Refrigerant
- ✓ Chart IPSMR® Technology

450k
GPD

C450IMR

- ✓ Mixed Refrigerant
- ✓ Chart IPSMR® Technology

Benefits

- *Rapid Deployment*
- *Reliable*
- *Cost Efficient*
- *Modular Design*



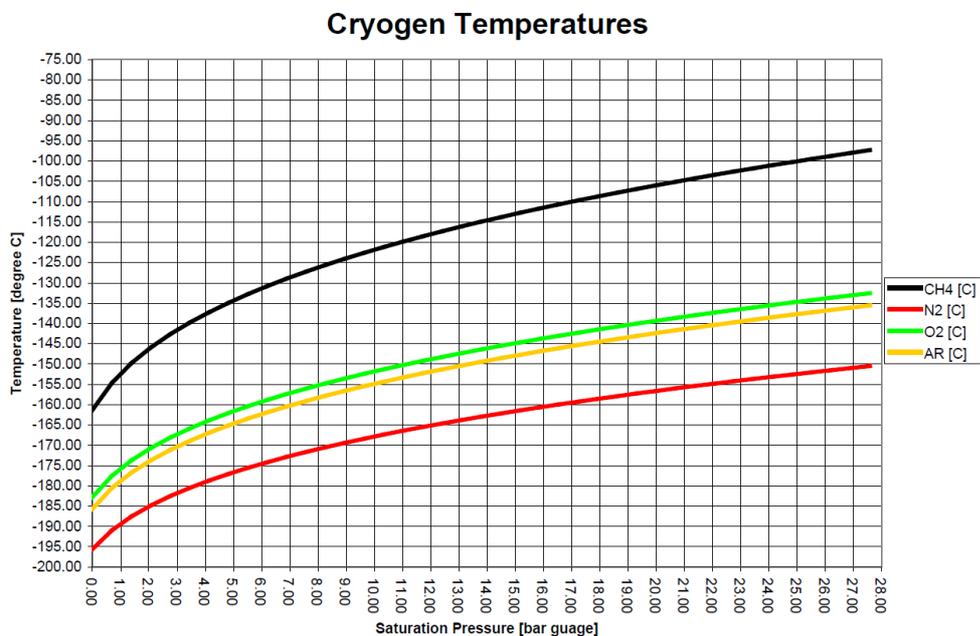
第四場大會行動圓桌會議：主題為 Best Practices for Personnel Safety and Cryogenic Fuel Management in Today's HHP Sectors

第四場大會行動圓桌會議有 4 位引言人，摘要整理部分引言人之報告心得如下：

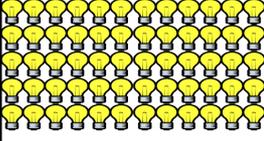
- 引言人 Tom Drube, Director of Engineering, Chart Industries
- 演講主題：Cryogenic Heat Management: Innovations and Lessons Learned from Argon Industry and Application to the HHP LNG Sector。

液化天然氣 (LNG) 熱管理是評估在超低溫系統 (cryogenic system) 的正常壓升，需考慮：熱傳入與 LNG 壓力上升的關係、熱量來自何處、一旦傳入比使用 LNG 所需要的更多的熱量時該如何處理。進行 LNG 熱管理，防止液化天然氣不當排放具有經濟動機，但也有安全和環境的考量。傳入 LNG 儲槽之熱量來源有：通過絕緣、通過在儲槽的結構元件及通過淹沒在 LNG 中的結構 (潛水泵) 等與儲槽設計相關者，以及儲槽的移動、BOG 從管道傳回及從泵打入等設備使用過程中 (瞬態) 造成者。熱量傳入比使用 LNG 所需要的更多時，若是起因於儲槽之 LNG 很少使用則必須加強絕緣，若因產生過多的管道熱則需裝設節能器 (Economizer)，若因太多的泵熱則可採熱虹吸 (Thermo-Siphon)、改善泵的設計及泵送系統的設計等；當一切方法都失敗了，只好採取主動製冷的手段。

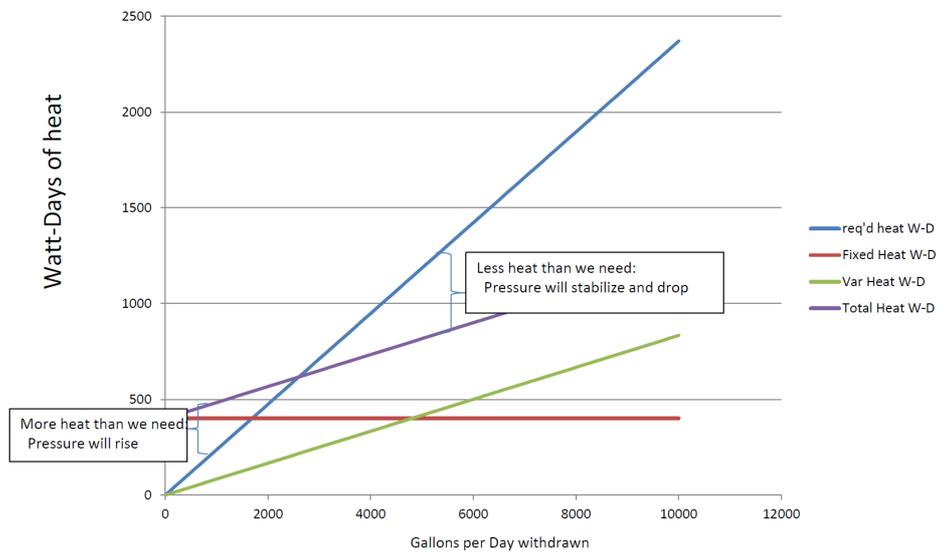
氮、氧、氬氣及甲烷飽和狀態之溫度及壓力關係如下圖



超低溫儲槽熱量來源如下表

Design of the Equipment	Through Insulation	
	Through structural elements in the tank	
	Through directly submerged structures (pumps)	
Use of the Equipment (transient)	From motion of the tank	
	From Piping boil back (and vent back)	
	From Pumps	

典型之超低溫儲槽熱管理分析如下圖



第五場大會行動圓桌會議：主題為 Show Me the Money: Wall Street's Perspective on the Emerging HHP Market

第五場大會行動圓桌會議有 4 位引言人，摘要整理部分引言人之報告心得如下：

- 引言人 Jim Wicklund, Managing Director—Energy Research, Credit Suisse
- 演講主題：Show Me the Money!。

美國探明的頁岩氣總儲量足供使用 60 年，再也沒有任何供應問題；天然氣生產成本低於 \$4.50/mcf 且伴生氣（associated gas）幾乎是免費的，相較於世界的其他地區與其他煙類，這等於具有燃料供給的長期成本優勢。大量廉價的天然氣的利用，能滿足環保主義者的主張，也促成化工業快速擴張。

我們估計車輛改用天然氣的投資回收期為 2 到 4 年，對任何行業，這都是一個非常好的投資報酬。LNG 與柴油價格比較如下表。

LNG is \$3/gallon less expensive than diesel...		
	\$/MMBTU	\$/Gallon Diesel Equivalent
Natural Gas (wellhead)	\$ 4.50	\$ 0.58
+ Pipeline & Delivery Costs	\$ 2.50	\$ 0.32
+ Liquifaction, Infrastructure, margin + tax	\$ 1.35	\$ 0.18
Total Natural Gas Fuel Costs	\$ 8.35	\$ 1.08
Current Retail Diesel Costs		\$ 4.08
LNG discount to Diesel - %		-(73%)
LNG discount - \$/gallon		\$ (3.00)

And Natural Gas is relatively cleaner as a fuel...
Emission Reductions:
Carbone monoxide (CO) by 70%-90%
Non-methane organic gas (NMOG) by 50%-75%
Nitrogen oxides (Nox) by 75%-95%
Carbon dioxide (CO2) by 20%-30%

(source: NGVA, note: Emmission reductions relative to in-use vehicle)

目前美國有超過 12 萬輛天然氣車，到 2020 年只要 20% 重型卡車和 33% 垃圾車改用天然氣，將可減少使用 3200 萬加侖汽油/柴油。目前巴基斯坦擁有近 290 萬輛天然氣汽車，占全國車輛的 64%，所以美國 2020 年的期望是可以做到的。未來，鐵路、公共交通車輛，垃圾車將領先改用天然氣，而美國國內政治、基礎設施的設置、適用引擎的開發將影響車輛改用天然氣燃料的發展時程。

以一家大油田服務公司（Oilfield Services）為例，去年其美國業務中支付 4 億美元的燃油費用，若 100% 切換到 LNG，該公司將有可能節省 2.94 億美元，以此計算每股價值，將會得到一個增加公司價值 46 億美元的結果，在德克薩斯州，人們稱之為“Real Money”。

(二) 分組會議

第一場分組會議(Marine)：主題為 Natural Gas Engine Technologies to Power the High Horsepower Industries

第一場分組會議有 4 位引言人，摘要整理部分引言人之報告心得如下：

- 引言人 Greg Young, Director, Commercial Marine Business Development, Cummins
- 演講主題：LNG: High Speed Marine Engines Options。

考量環境效益、能源政策及經濟效益，Cummins 公司將開發道路及非道路應用的天然氣引擎--油氣田動力設備引擎，定置型發電機引擎，鐵路車輛引擎，採礦設備和船舶引擎。Cummins 公司認為基礎設施的不斷建置，將開放動力設備採用天然氣燃料的進一步機會，其中 LNG 高速船用引擎正處於起步階段，根據船東的需要，Cummins 公司將使用經過驗證的天然氣和雙燃料引擎技術提供有競爭力的可變高速 LNG 船舶引擎，案例如下圖。

Variable High Speed DF LNG Engine Example

- Owners and operators considerations -
 - Typical VHS Engine application – US Push Boat
 - Assumptions
 - 20% CAPEX vessel premium – projected
 - Zero OPEX increase – may see a slight increase
 - Zero funding support – regional/country factor
 - Infrastructure amortised in fuel price - optional
 - 4,500 hours per year - average
 - 30% fuel price differential/saving – projected
 - Fuel consumption (twin engine) 60 gallons/hour
 - **Payback between 5 and 7 years**

第二場分組會議(Marine)：主題為 Bunkering, Tender Cars, and Other Fueling Opportunities to Extend the Virtual Pipeline。

第二場分組會議有 5 位引言人，摘要整理部分引言人之報告心得如下：

- 引言人 Alexander Harsema-Mensonides, Sales Director, Marine Service GmbH
- 演講主題：LNG Fuel Tank Container:A New Approach to LNG Bunkering。

Marine Service GmbH 為總部位於漢堡的海運諮詢公司，成立於 1958 年，自 1960 年代中期參與液化石油氣 (LPG) 和液化天然氣 (LNG) 業務，核心業務是商業和技術諮詢服務，項目為：LNG & LPG/ethylene/NH3 造船/運輸、LNG 接收站 / LNG FSRUs / LNG FPSOs、LNG 作為船舶燃料之研究計畫。在漢堡辦公室有 30 位員工，約有 12 至 25 位專案經理、主管及工程師分駐住世界各地的工地辦公室。(註：FSRU—Floating Storage and Regasification Unit；FPSO—floating production, storage and offloading unit)

促進使用 LNG 潔淨燃料的法規及全球 ECA Zones 如下圖
船舶排放法規

Marine Emission Regulations					
In force	Regulation	Description	Authority	Area	Vessels
1 Jan 2010	2005/33/EC	Fuel Sulphur content < 0.1% in EU ports & waterways	EU	EU	All
1 Jul 2010	IMO Annex VI	Fuel Sulphur content < 1.0% in SECAs	IMO	SECA ¹	All
1 Jan 2011	IMO Annex VI	NO _x emissions reduced to Tier II limits, approx. 20% below Tier I limits	IMO	Global	Newbuildings
1 Jan 2012	IMO Annex VI	Fuel Sulphur content < 3.5%	IMO	Global	All
1 Jan 2015	IMO Annex VI	Fuel Sulphur content < 0.1% in SECAs	IMO	SECA	All
1 Jan 2016	IMO Annex VI	NO _x emissions reduced to Tier III limits, approx. 75% below Tier II limits	IMO	ECA ²	Newbuildings
1 Jan 2020 ³	IMO Annex VI	Fuel Sulphur content < 0.5%	IMO	Global	All

¹ – SECA is Sulphur Emission Control Area
² – ECA is Emission Control Area
³ – Subject to a technical review to be concluded 2013 this date could be delayed

全球 ECA Zones



LNG 槽車加氣：

美國頁岩氣的繁榮提供 LNG 廉價的原料，造就國內超過 200 個 LNG 工廠，大型 LNG 工廠可以建立槽車 LNG 儲罐 (container) 灌裝設施，卡車上採用標準之 LNG 儲罐 (container)，灌裝作業安全，在貨櫃港口也可依國際海運危險貨櫃 (IMDG) 標準作業處理 Containerized LNG，利用裝載標準 LNG 儲罐 (container) 槽車加氣，可使用既有的多模態基礎設施 (multi-modal infrastructure)，加氣地點具有高彈性，缺點則是裝載的燃料量有限。LNG 槽車加氣實況、40 呎 ISO LNG 儲罐 (container) 及連接頭、LNG 儲罐 (container) 物流示意如下圖。

LNG 槽車加氣實況



40 呎 ISO LNG 儲罐 (container)



LNG 儲罐 (container) 上之連接頭

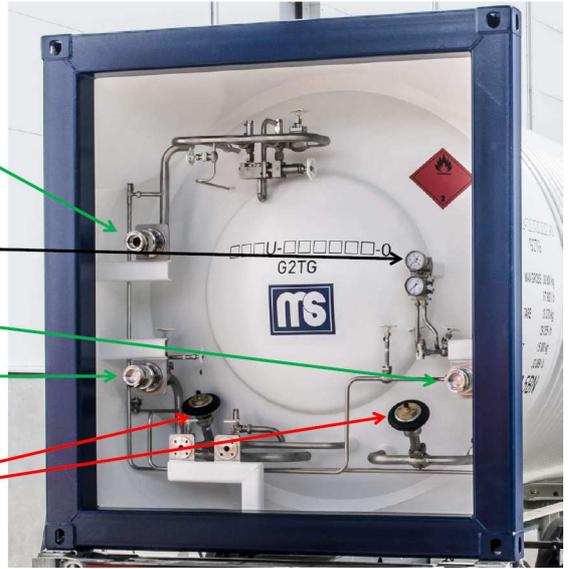
Quick coupling for safety valve vent

Pressure gauges

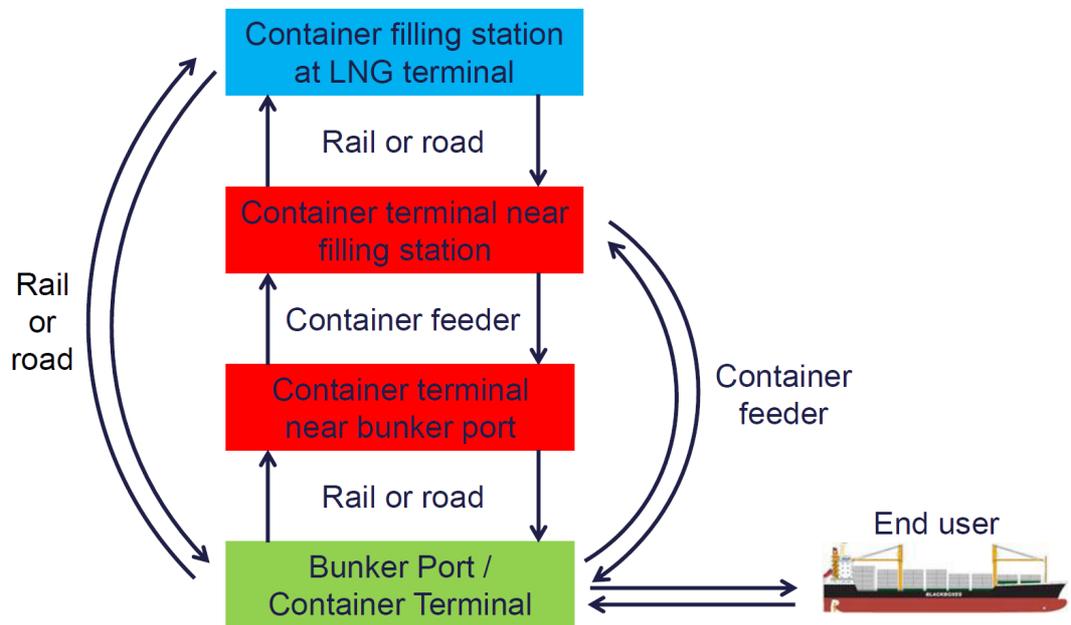
Quick coupling for liquid

Quick coupling for vapour

Pneumatic emergency shut-down valves



LNG 儲罐 (container) 物流示意圖



專用 LNG 加氣船加氣：

以 LNG 加氣船為船舶加氣，相當類似於目前的船用燃料供油的做法，LNG 加氣船裝載的燃料量較 LNG 槽車大，而且也較靈活，只是目前 LNG 加氣船加氣相關法規仍未明朗。LNG 加氣船如下圖



LNG 作為船用燃料是已經過充分驗證能符合海洋排放法規成熟可用的技術，LNG 供給和儲存系統之基礎建設將是 LNG 作為船用燃料的一個重大挑戰和影響成本的重要考量因素。使用 LNG 燃料，燃料價格較便宜(LNG 價格 USD 11.18 / MMBTU，船舶燃油 IFO-380: USD 16.27 / MMBTU；船舶燃油 MGO: USD 25.85 / MMBTU)，但在相同量的燃料能量，LNG 船將需要多達 MGO 燃油船 3 - 4 倍空間作為 LNG 燃料的儲存空間（如下表），而且 LNG 船將支付比使用傳統燃油的船舶更高的資本支出，目前船舶從重油轉換以 LNG 作為燃料之成本約美元 4 - 8 百萬。

LNG 船與傳統燃油船舶燃料的儲存空間比較表

Comparison LNG to MDO			
Fuel	LHV [BTU/lb]	Density [lb/gallon]	Energy density [BTU/gallon]
IFO-380	17,283	8.2620	142,790
MGO	18,358	7.4274	136,350
LNG	21,281	3.7137	79,032
MGO/LNG energy density ratio: 1.73			

第三場分組會議(Marine)：主題為 End-User Case Studies: A Closer Look at Today's Leading HHP Projects for the Marine, Drilling, Pressure Pumping, Rail and Mining Sectors。

第三場分組會議有 4 位引言人，摘要整理部分引言人之報告心得如下：

- 引言人 John Hatley, Americas Vice President Ship Power, Wartsila North America

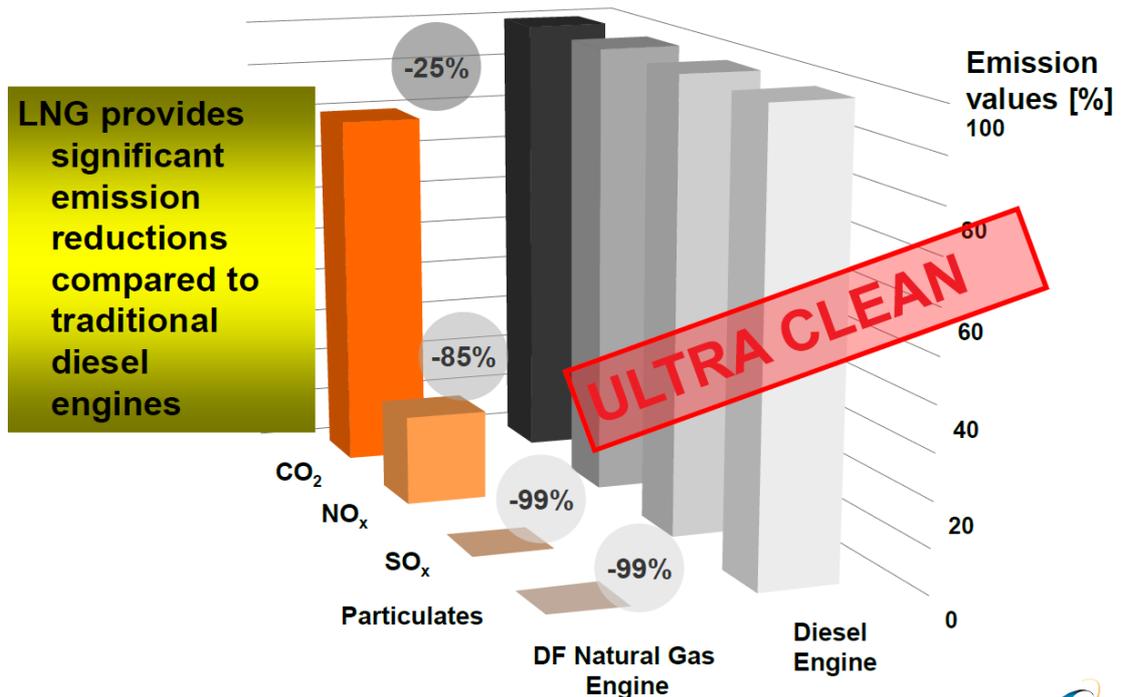
- 演講主題：Marine Business Case Examples for LNG Fuel

船舶採用 LNG 燃料的 2W1 H (What、Why、How)。

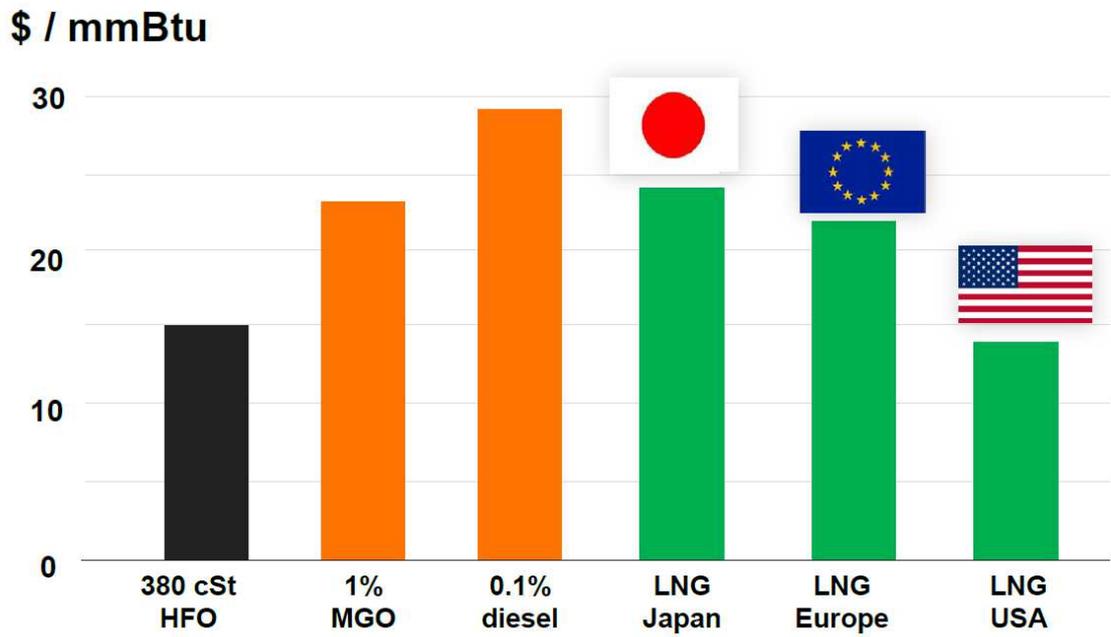
What ?

- 機遇和目標：船舶的燃料消耗量遠大於路上之交通工具，是 LNG 供應商鎖定的投資目標。
- LNG 燃料的 3 項支柱：清潔（天然氣為含碳比例最低之燃料以及排放汙染最少）、經濟實惠（比燃油低約 20%）、安全可靠的性能（歐洲北海離岸船舶使用液化天然氣十年的經驗...經過驗證的技術轉移到美洲）。

清潔（天然氣為含碳比例最低之燃料以及排放汙染最少）



經濟實惠 (比燃油低約 20%)

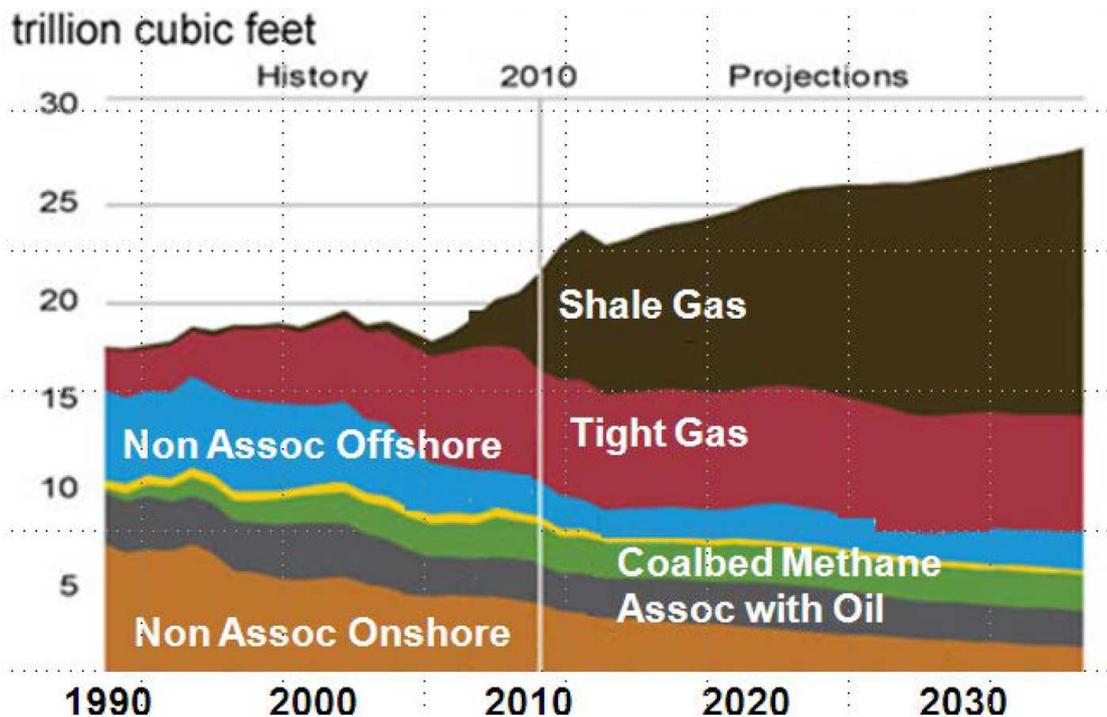


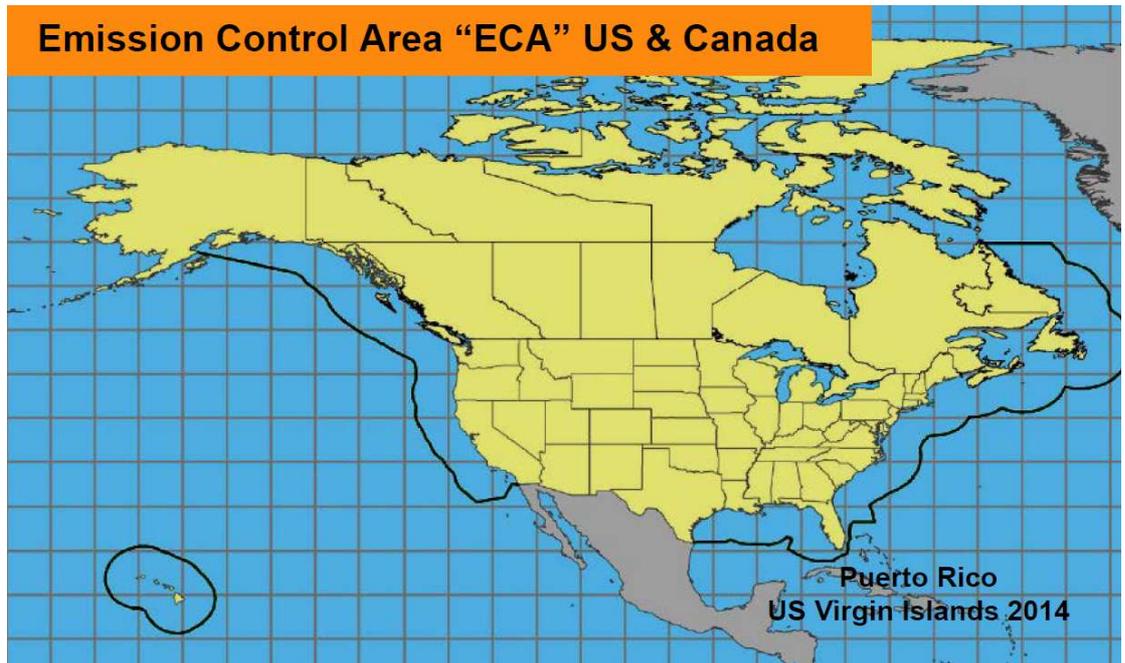
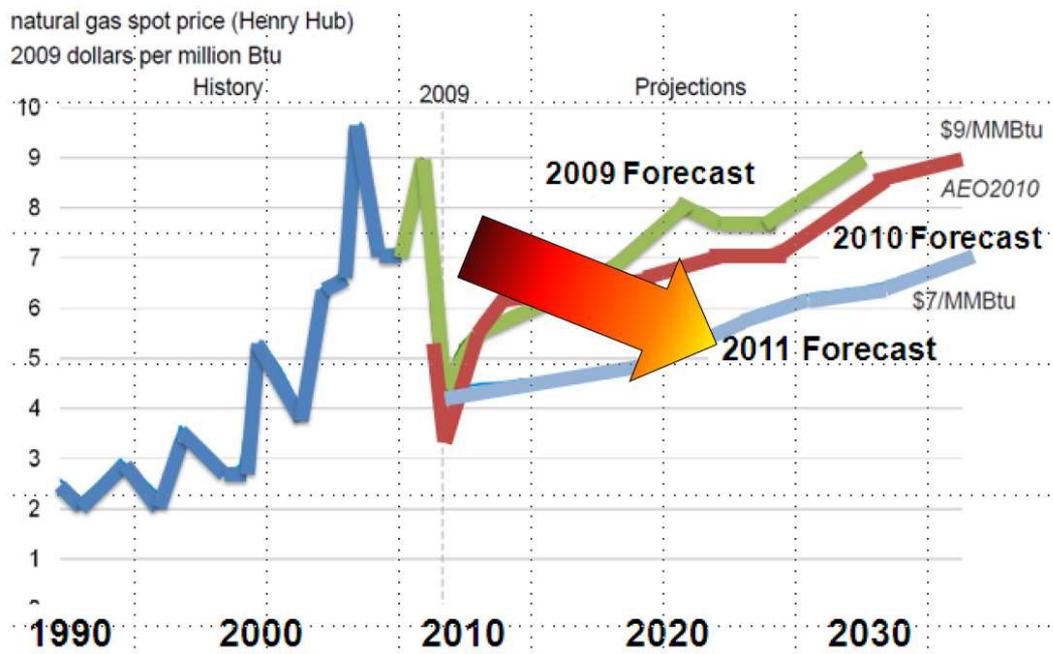
安全可靠的性能 (歐洲北海離岸船舶使用 LNG 十年的經驗...經過驗證的技術轉移到美洲)

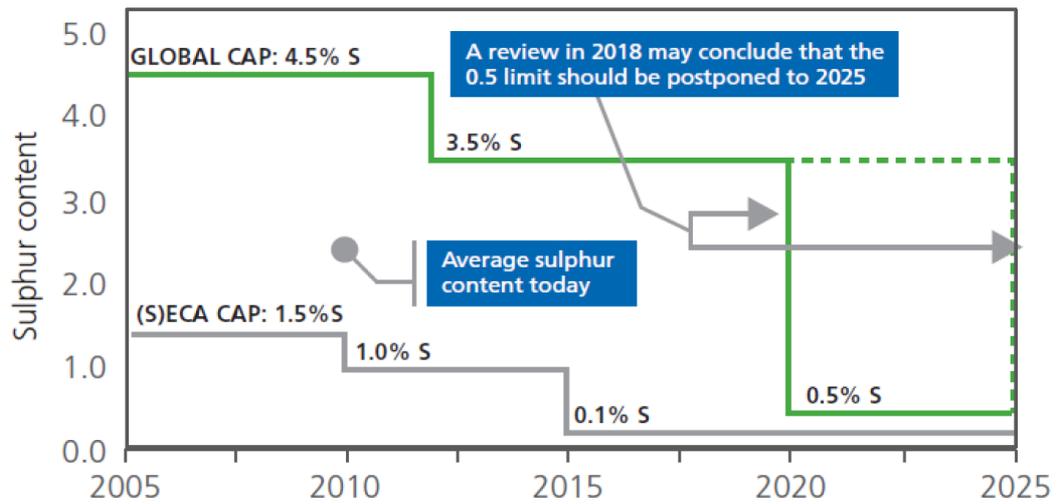


Why ?

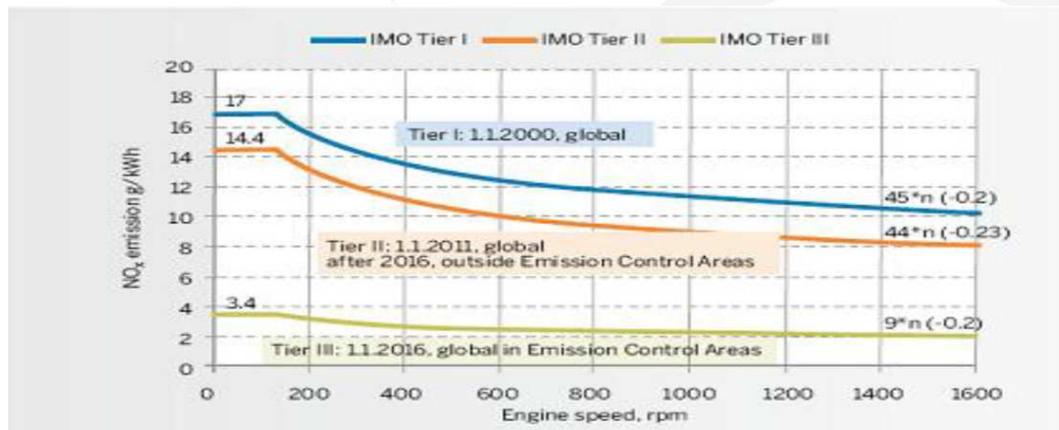
- 5 項驅動力：2 項頁岩氣現象（頁岩氣供應充足+ 天然氣價格下降）、3 項美國 EPA 法規管制（燃料油硫含量降低+擴大排放管制區+更嚴格的引擎排放法規- 2, 3, 4 級），美國頁岩氣開採分布地區、天然氣價格趨勢、3 項美國 EPA 法規管制如下圖。
- 節省營業成本的吸引力







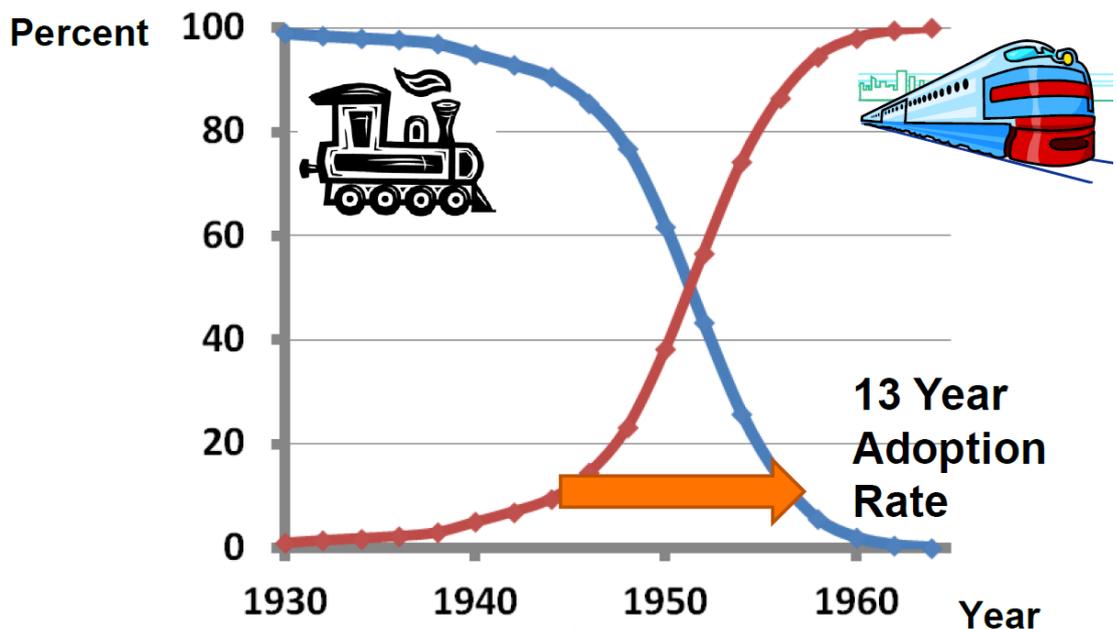
- Tier II: 2011, 20% NO_x reduction
- Tier III: 2016, 80% NO_x reduction



How ?

- 美國鐵路以柴油替代蒸汽的歷史借鏡
- 完整的天然氣解決方案 (Wartsila 公司成熟完整的 LNG 系統減少了安裝和操作風險=放心的性能... 降低船東和銀行家的風險.. 使終端客戶受益的價值主張)
- 商業案例：WSF 6 Issaquah 級渡輪改裝為 LNG 燃料，運營成本 (OPEX) 回收期 7 年，未使用後處理設備之污染排放減量--NOx 90 %、PM 100 %、SOX 100 %、CO2 20 %。
- 商業案例：1000 英尺湖區自卸料船改裝為 LNG 燃料，平均負載 7500 千瓦~250 天/年 (6,000 小時/年)，燃料 7770 噸/年，31 噸/日，所有其他條件相同的情況下，使用天然氣每年可節約 6 百萬美元，約 3 年回收改造的資本支出 (CAPEX)。

US Railroad Substitution Steam to Diesel



Packaged Gas Solution

1. Fueling Station

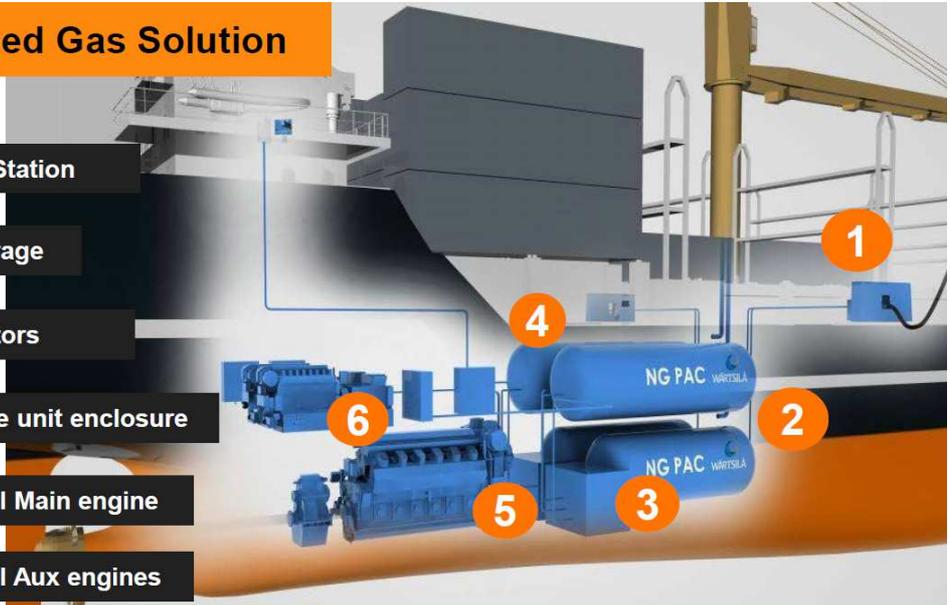
2. Gas Storage

3. Evaporators

4. Gas valve unit enclosure

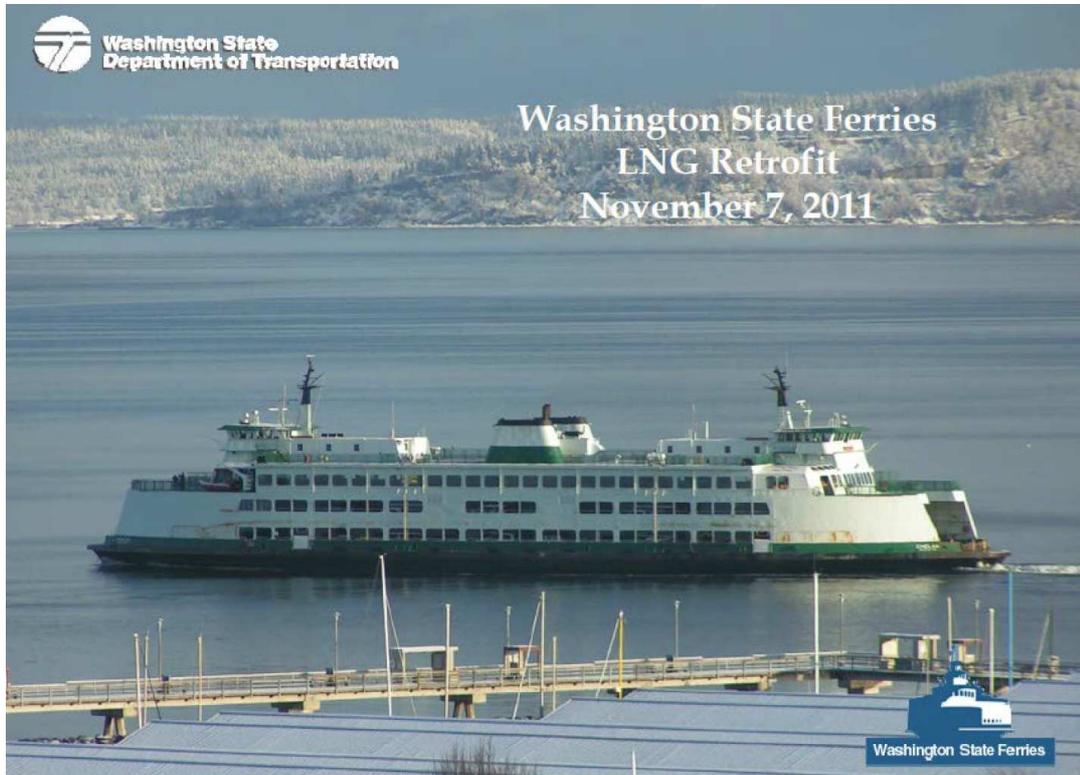
5. Dual-Fuel Main engine

6. Dual-Fuel Aux engines

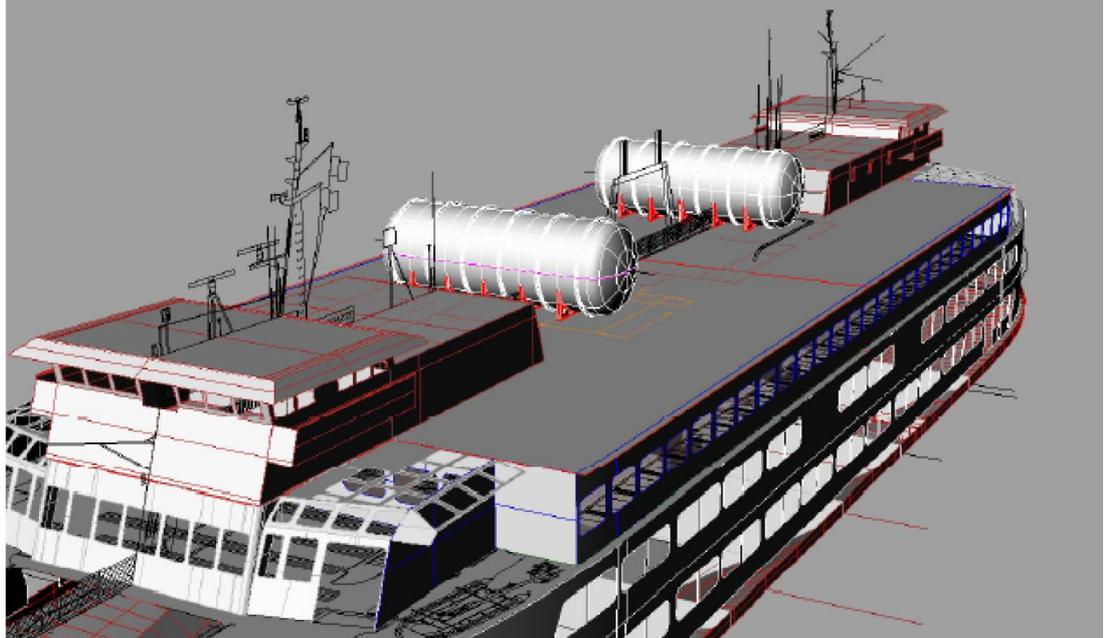


**Wartsila proven complete LNG system minimizes
installation & operational risk = assured performance...
reduces risk for yard, owner, & banker...
extends value proposition to end customer**

商業案例：WSF 6 Issaquah 級渡輪改裝為 LNG 燃料



WSF 6 Issaquah Class Ferries Retrofit LNG Fuel



Location of (2) 100 cubic meter LNG Tanks on an Issaquah Class Vessel (45,000 gallons)

商業案例：1000 英尺湖區自卸料船改裝為 LNG 燃料

Business Case 1000 Ft Lake Self-Unloader



四、建議

1. 日本進口 LNG 與國際硫含量 0.1% 柴油約有 20% 價差（參考第 40 頁），應具有經濟誘因，建議協助國內業者將高馬力引擎之燃料以 LNG 替代柴油。
2. 天然氣事業部可改裝或採購 LNG 拖船並建立 LNG 灌裝設施，於永安及台中兩個接收站試運行 LNG 灌裝相關作業，以因應未來國際船舶對 LNG 燃料大量之需求，也可同時提供國內高馬力 LNG 引擎之燃料。
3. 美國頁岩氣之開採對能源相關產業影響至鉅，建議將來能繼續派遣人員前往美國參加相關會議，吸取技術及經驗，了解頁岩氣革命下之產業發展趨勢，以協助國內業者擴大使用天然氣，推廣本公司天然氣業務。