

出國報告（出國類別：開會）

亞洲天然氣基礎設施論壇(ANGIC) 104 年研討會報告

服務機關：台灣中油公司天然氣事業部/工務室/台中液化天然氣廠
姓名職稱：謝占魁 李奇勳/經理 普運管理師
派赴國家：新加坡
出國期間：104 年 11 月 16 日至 11 月 19 日
報告日期：104 年 12 月 18 日

摘要

本次研討會議題分為：

- 天然氣基礎設施的發展現況
- LNG 基礎設施的發展現況
- 目前主要的 LNG 設施興建計畫
- 浮體式 LNG 液化與氣化技術最新發展現況
- 亞洲地區天然氣輸氣管線發展現況
- 中小型 LNG 設施發展趨勢
- 亞洲長期能源供應安全

隨著油價下跌至低點，雖然天然氣與油價連動，稍有下降，但降幅不如原油價格明顯，因此天然氣並無價格上的吸引力。但隨著空氣污染等環保意識高漲，天然氣的需求漲幅一至看好，以暴漲來形容，尤其是東南亞等國家預期會將煤炭燃油等發電廠轉為天然氣，但這些國家現有的基礎設施不足以因應未來的需求，因此興建工程將陸續開始進行。

為了配合政府的擴大天然氣使用政策，本公司目前正進行台灣東岸及離島地區的天然氣供應可行性評估以及 LNG 第三接收站的規劃工作，其中供應的方式也將小型 LNG 船與貨櫃標準尺寸的儲存槽納入選項中，由於 FSRU 的氣化設施雖然具有價格便宜，建造時間短以及環評阻力小等優點，但若遇到東北季風或颱風時，可能因遭遇惡劣海象天候而必須要事先離港避難，將導致天然氣供應必須中斷，如此將可能造成本公司及客戶在操作使用上的困擾，故台灣地區選用 FSRU 並不適合，建議仍朝向其他的供應方式較為可行。

目前台灣第四核能電廠封存，其他三座核能電廠將陸續到期，未來是否能順利延長運轉壽命或除役仍未知，屆時電力缺口將可能採用天然氣作為發電燃料，另外如台中、雲林等部分地方政府為了減少霾害以及 PM2.5，要求部分大型工業用戶將煤炭與石油焦轉改用天然氣作為燃料，因此將使台灣地區的天然氣需求大增，以目前的基礎設施無法因應未來的需求。本公司需持續關注未來國內天然氣市場的變化，適時的規劃基礎設施的開發與擴建，以穩定供應國內天然氣的使用。

目次

壹、目的-----	03
貳、過程-----	04
參、心得與建議-----	14

壹、目的

天然氣主要由含一個碳之甲烷(CH₄)所組成，燃燒後幾乎不會產生氮氧化物、硫氧化物及粒狀物等空氣污染物，排碳量只有煤炭的 1/2、石油的 2/3，對環境造成的污染程度遠小於石油與煤炭。天然氣為化石燃料中較安全、潔淨、具高效率的潔淨安全之能源，同時為減緩溫室氣體排放之重要方式，亦是環保意識下最佳低碳燃料。在京都議定書條文內容中，鼓勵採用傳統能源中二氧化碳排放量最少之天然氣、調整能源使用結構、提升能源效率、節約能源與碳排放管理等策略，更有效使用能源及減少對環境造成的破壞。

天然氣相對石油，具有相當程度的替代性，可降低對進口石油的依賴程度，進而幫助達到能源多元化的目標。在節能減碳的政策考量下，擴大天然氣使用已成為我國能源政策之一，相關部門亦積極規劃中，其中除考量天然氣供應來源外，對於天然氣進口接收及輸氣設備等也應提前規劃與準備。

目前我國天然氣產業中，天然氣生產與進口由本公司負責營運，公用天然氣事業則由 25 家業者經營，其供應對象早期以住宅商業用為主，自從工業用氣開放已來，已有多家業者積極投入，運用其專業技術及地利之便，創造營業利潤外，此外，運輸部門、瓦斯空調及汽電共生系統推展，亦具有廣大商機。

本公司為配合政府推動低碳島計畫，掌握國際市場變化，積極開發 LNG 市場，提出供應面重點推動計畫，在規劃及促進低碳天然氣合理使用方面，因應目前西部偏遠地區及東部地區因民生天然氣管線未能到達，而無法使用天然氣，欲研究設置 LNG 灌裝場，利用 LNG 槽車或冷凍槽櫃(ISO Tank)運送 LNG 供應至偏遠地區或衛星接收站；研究設置 Reloading 設施，利用小型 LNG 運輸船運送 LNG 供應至金門、澎湖、宜蘭及花東地區港口小型 LNG 接收站。亞洲天然氣基礎設施論壇追蹤與了解亞洲天然氣工業中最新以及未來天然氣發展計畫，尤其是在天然氣輸氣管線、儲存以及液化天然氣方面的相關領域，對天然氣設施的發展工程以及接收站各項設施規劃息息相關，本次會議上所討論的議題與目前天然氣工程規劃的重點項目皆有相關，吸收最新知識可了解國際發展趨勢而不致與國際脫軌，確保本公司的競爭優勢。

貳、過程

104 年 11 月 16 日至 19 日至新坡參加亞洲天然氣基礎設施論壇（ANGIC）研討會議，多場次的專題報告，主要議題分別有天然氣基礎設施發展新方向、國際 LNG 主要專案計畫發展現況、浮式接收站最新發展的情況、天然氣輸氣管線的發展、天然氣輸送技術、中小型 LNG 規劃等，詳細行程及報告摘要如下述：

一、行程及議程

- ◆ 104.11.16 : 啟程(台北→新加坡)
- ◆ 104.11.17 : 研討會會議
- ◆ 104.11.18 : 研討會會議
- ◆ 104.11.19 : 返程(新加坡→台北)

二、報告摘要

➤ 天然氣基礎設施發展新方向

近年來全球天然氣出現了一些重大的變化，美國因頁岩氣的開發蓬勃發展，將由進口國轉變為出口國。澳洲的大型的投資計畫，俄羅斯與中國簽訂了天然氣合作協議，

➤ 未來亞太地區天然氣市場需求將大幅成長

由於環保意識的考量，促使亞太地區的天然氣需求預估自 2010 年的 5000 億大幅上升至 2035 年達到 15,000 億立方公尺，預測 LNG 運輸為此地區主要的供應方式。在亞太地區的 LNG 需求年複合成長率預估達 6%，超過全球平均 5%。

➤ 天然氣的潛在市場

1. 許多燃煤電廠將轉使用天然氣作為燃料
2. 已發展出許多項天然氣使用的創新技術，包含壓縮天然氣 CNG、使用 LNG 作為燃料供海事、內陸船運、車輛、列車等使用。
3. 提供天然氣給予非既有管線網輸送的地區，如離島、偏遠地區等

➤ 新加坡規劃成為亞洲緊急 LNG 供應中心，因應預期的 100 億立方公尺天然氣市，其發展優勢有位於亞洲地理中心位置、鄰近新興天然氣產地如澳洲、美國等、鄰近的 LNG 進口公司多達 24 家等，諸多條件為新加坡帶來許多利基，有望成為亞洲的轉運供應中心。

➤ 東協天然氣市場強度如歐洲一般

東協能源經濟實力與印度相當

東協天然氣消費需求等於整個中國大陸，是印度的三倍，日本的 140%，而印尼、馬來西亞與泰國佔了東協 85%的天然氣消費量。

東協的天然氣需求主要來自工業與動力的需求，工業需求成長約 25~30%，占總用量 20%，動力需求成長 67%，暫總用量 50%。

由於東協天然氣市場需求大幅成長，可能成為天然氣下一個消費市場的黃金年代。

東南亞自 1980 年代起因來自印尼、馬來西亞和泰國的低價天然氣而出現需求強勁的成長，然而隨著這三個國家的天然氣價格調升趨近於市場價格後，外銷量降低已不再是國際天然氣最大輸出國，而這股能源補貼取消後導致原買家取得的天然氣成本增加，產生了危機感並積極尋求獲取低價能源的方式。天然氣能否完全取代煤炭石油等能源，主要取決於 LNG 項對於煤炭的價格。若不考慮經濟因素，則仍有其他考量因素，如燃煤電廠在印尼馬來西亞的數量、氣候變遷是否會迫使列入政策議題中等。

- 根據國際能源總署於 2014 年的中期天然氣市場報告中提出，亞洲地區對於低價能源的需求敏感度經過充分的測試後不確定的。在短期間內可以看出，若進口天然氣的價格較可以負擔的情況下可能導致較高的天然氣消費需求，特別是在應付能源缺口，而不是直接與煤炭市場競爭時。但若中長期趨勢因許多錯綜複雜的因素下未來趨勢仍尚未明朗。

天然氣基礎設施是供應與傳輸天然氣至消費端的重要建設，整體的配置在供應的發展、基礎設施的建設以及需求創造之間牽扯許多複雜的因素，經常阻礙了天然氣的發展並且導致必須選擇昂貴的替代方式，因此需要適當的財務與整體規劃的誘因下來刺激基礎設施的建設。

- 日本東京瓦斯公司提出主張建議天然氣市場價格主要以日本的 JCC(Japan crude cocktail)、英國的 NBP(National Balancing Point)以及美國的 HH(Henry Hub)價格做為指標，當在比較 LNG 價格時需要再加入液化成本及運輸成本才能較客觀的反應實際價格，因為在東南亞 LNG 的價格普遍上要比

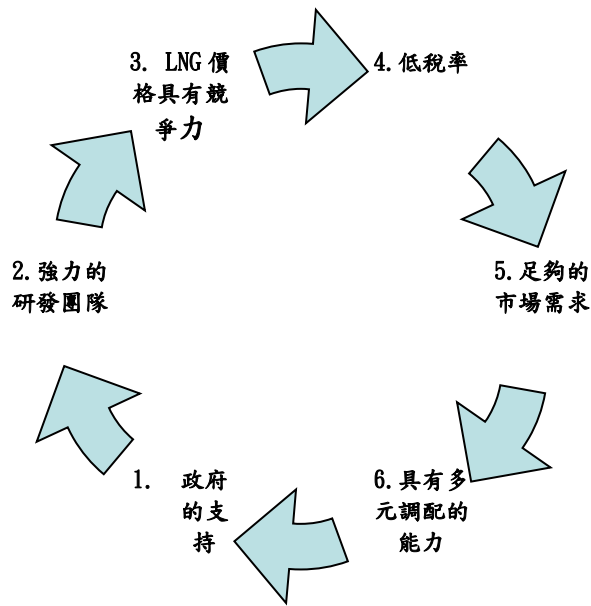
國內自產氣的價格要高出許多。

- 在原油市場未來價格走勢方面，由於，美國石油戰略儲備庫存量仍高，沙烏地阿拉伯及伊拉克產量不妥協減產，伊拉克增產以尋求找回失去的市占，以及中國 GDP 成長率持續萎縮的關係，目前原油價格預估至 2017 年之前油價仍會如 2015 年一般供過於求，原油價格低迷仍會持續一段時間，未來油價仍須視成長需求與供給是否能做通盤的調整而定。

目前 LNG 在太平洋地區的供給算是穩定平衡，但是到了 2025 年後由於需求上升、合約期滿以及原自產氣枯竭，可能每年額外需要再增加 9 千萬噸的 LNG 需求量。在全球價格導向以及競價的環境中，亞洲棕色地帶區域的 LNG 產地如印尼的 Tangguh、巴紐新增的 LNG、庫頁島第三產線、澳洲的 Darwin 與西北方，生產低價 LNG 有機會可以提供這些市場需求。

以各國現有的天然氣基礎設施能力如日本、南韓仍可支應 2025 年的需求，但是如中國、印度則有不足，此現象在新興的 LNG 市場更為嚴重，如印尼、馬來西亞、泰國、新加坡、巴基斯坦及菲律賓等則更為嚴重。同時亞洲也越來越多具有 LNG 進口業務潛力的公司，但卻只有少數公司目前擁有天然氣基礎設施。由於投資一座固定式 LNG 接收站平均每一單位需要較高的資本支出，財務資金流動較不易掌控以及須申請許多建造核准手續、環評民眾抗爭等，因此出現了新的選擇方案-FSRU(浮式儲存氣化設施)，但其缺點為操作成本高以及儲存尺寸受到限制等，位在巴基斯坦的 Engro Elengy 接收站即可能計畫將採用兩座 FSRU 來因應不足的基礎設施。

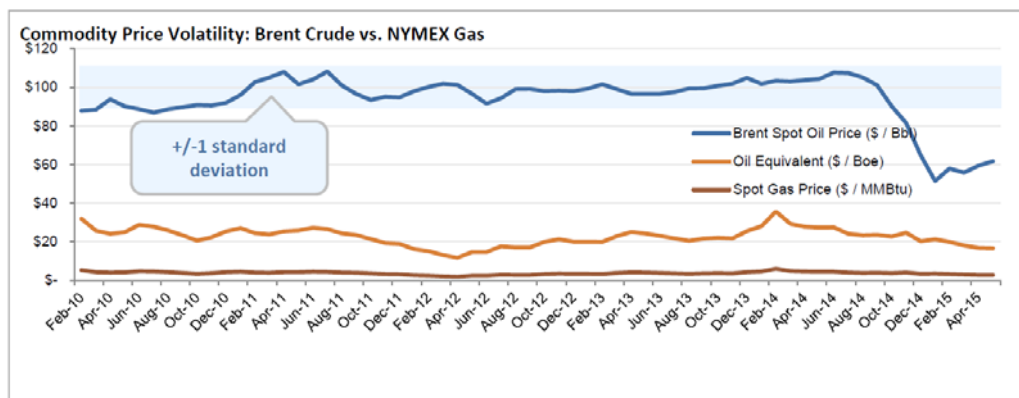
準備建設一座 LNG 接收站需要具備的因子有：



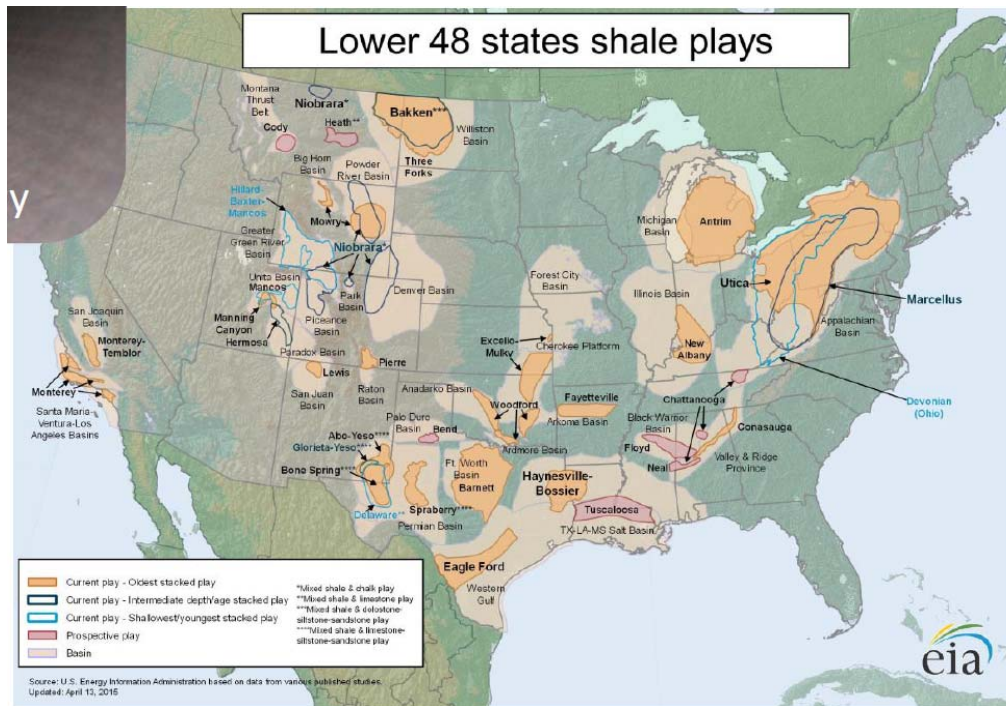
雖然預計到了 2020 年的時 LNG 的供應數量會增加 50%，但是更長遠之後仍需要新的供應來源，亞洲地區棕色地帶應該有機會可以成為這些供應來源，由於基礎設施不足，近期新興亞洲地區應該會需要使用新形態的接收氣化設施，此外一些新跨足 LNG 事業的公司會更迫切的需要這類型的設備，FSRU 為這些需要接收氣化設施者提供了一個快速便捷的選擇。

- 美國 Nextdecade 工程公司提出雖然在油價下跌維持低檔之際，美國天然氣仍可以出口，具有幾個原因，

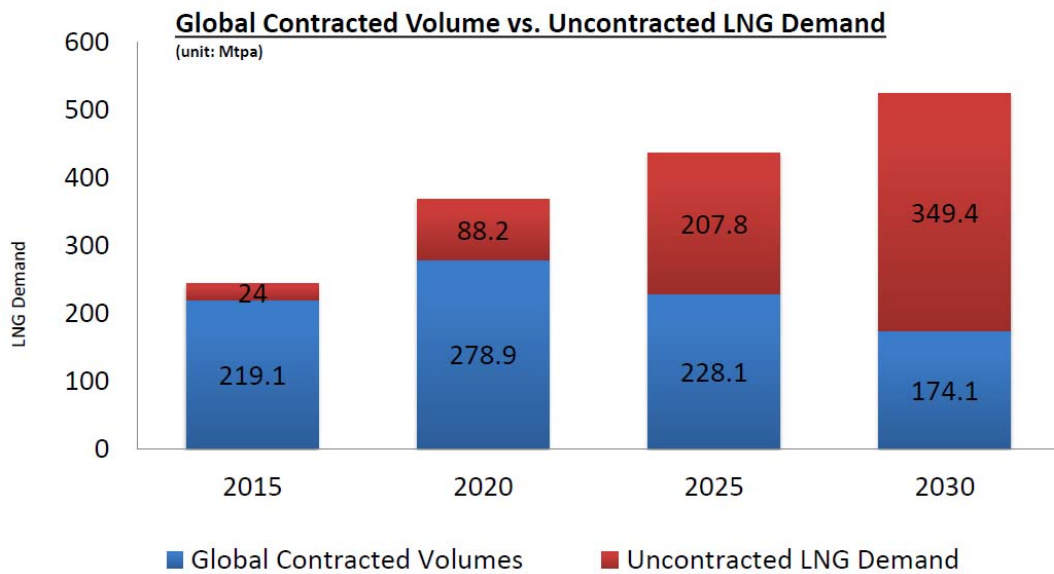
1. 近兩年來相對於油價震盪劇烈，天然氣與 LNG 價格相對穩定。



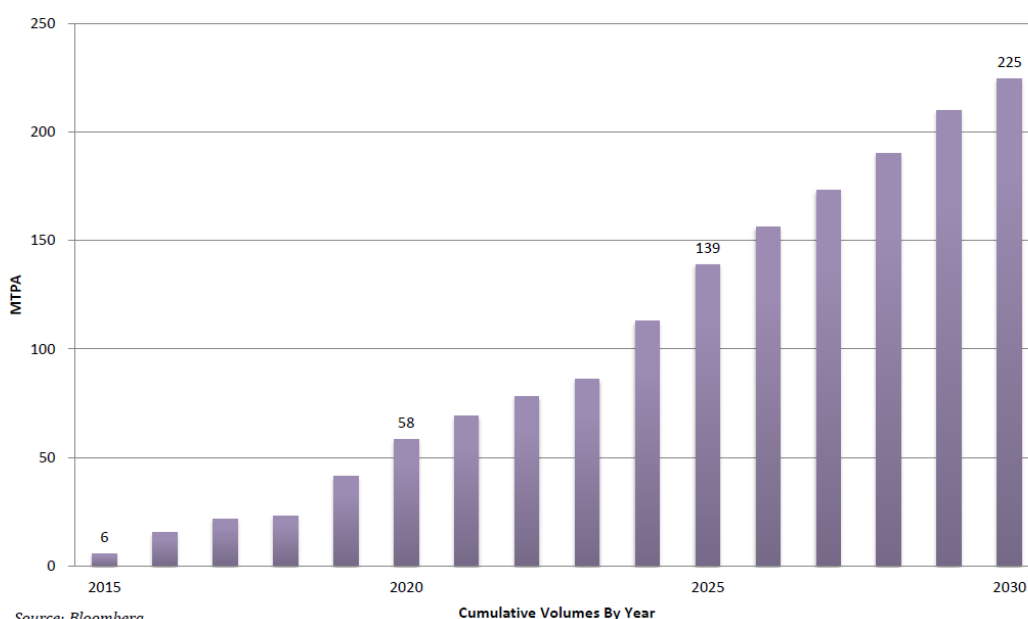
2. 美國天然氣產地分布廣大，產業擁許多具有豐富經驗的天然氣生產業者，輸送管網建置完整。



3. 全球 LNG 市場需求未來持續持現強勁的成長，預計扣除目前既有合約量外，在 2020、2025、2030 年時分別額外需要 88.2、207.8 以及 349.4 百萬噸每年，仍然還有許多合約爭取的機會。



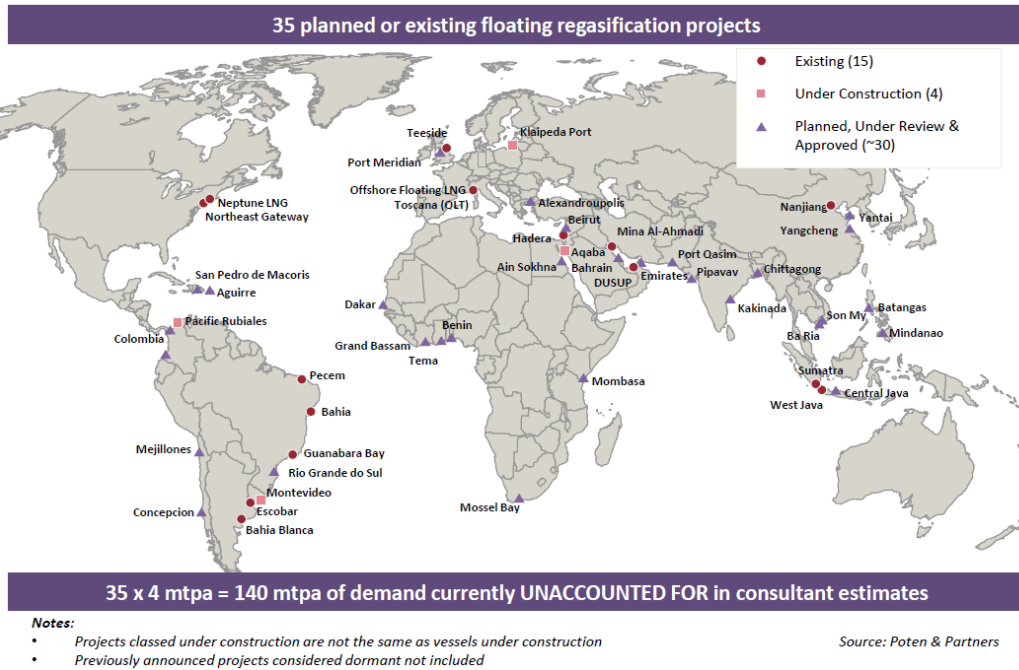
Expiring Contractual Volumes



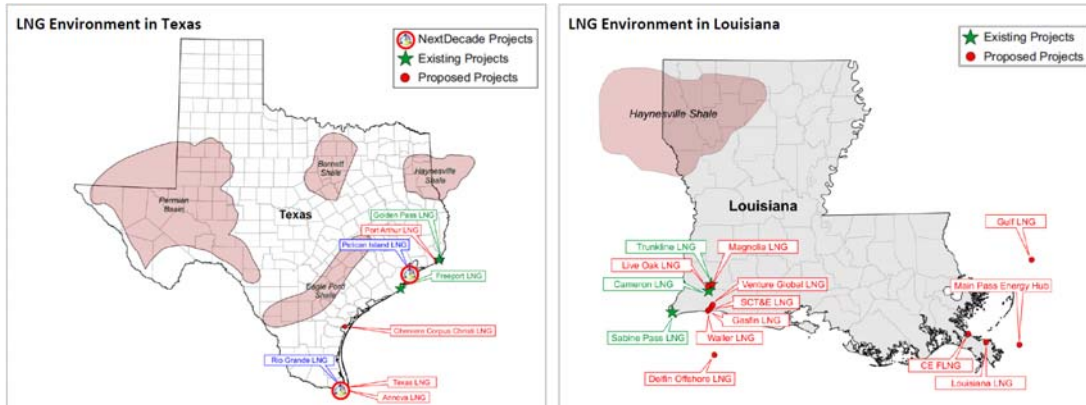
4. 其他 LNG 出口國例如印尼、馬來西亞、阿曼、阿拉伯聯合大公國、奈及利亞、阿爾及利亞、埃及、葉門、赤道幾內亞等，這些國家許多都存在恐怖攻擊的潛在風險，或缺乏穩定的基礎設施，美國相較於這些國家擁有完善的基礎設施，遠離恐怖攻擊的風險，因此相對穩定、風險小，值得信賴。

		2015 (mtpa)
Trinidad & Tobago	• No additional agreements or activity to provide incremental gas supply	14.4
Indonesia	• Becoming net importer (3 terminals) • Threat of terrorism, civil instability	10.6
Oman	• Potential force majeure by 2020 • Iran to Oman pipeline doubtful • Rising internal demand due to power	15.5
United Arab Emirates	• Desire import facility • Rising internal demand	4.7
Nigeria	• Continued terrorism, civil instability & lack of infrastructure	20.1
Algeria	• Declining production and stagnant reserves > security risks	17.6
Brunei	• Declining production and stagnant reserves > security risks	6.2
Malaysia	• Becoming importer (2 terminals) • Rising internal demand	22.5
Egypt	• Becoming net importer (2 terminals) • Threat of terrorism, civil instability	11.2
Yemen	• Civil war, general instability & lack of infrastructure • Export facility suffering force majeure	6.6
Equatorial Guinea	• Civil instability & lack of infrastructure	3.4

5. FSRU 形式接收站的潛在需求持續成長，2020 年預計全球將有 35 個計畫始使用 FSRU，每年約有 140mtpa 的 LNG 來源需求目前仍未明確，美國有機會爭取到這個市場的合約量。



6. 美國大多數的 LNG 輸出/接收站位於德州與路易斯安那州的墨西哥灣的濱海地區，具有絕佳的地理位置優勢，水域廣大，無航道壅塞的問題，此地區也可成為 LNG 運輸的樞紐，充分供應拉美、歐洲、中東、亞洲、印度及太平洋大區。



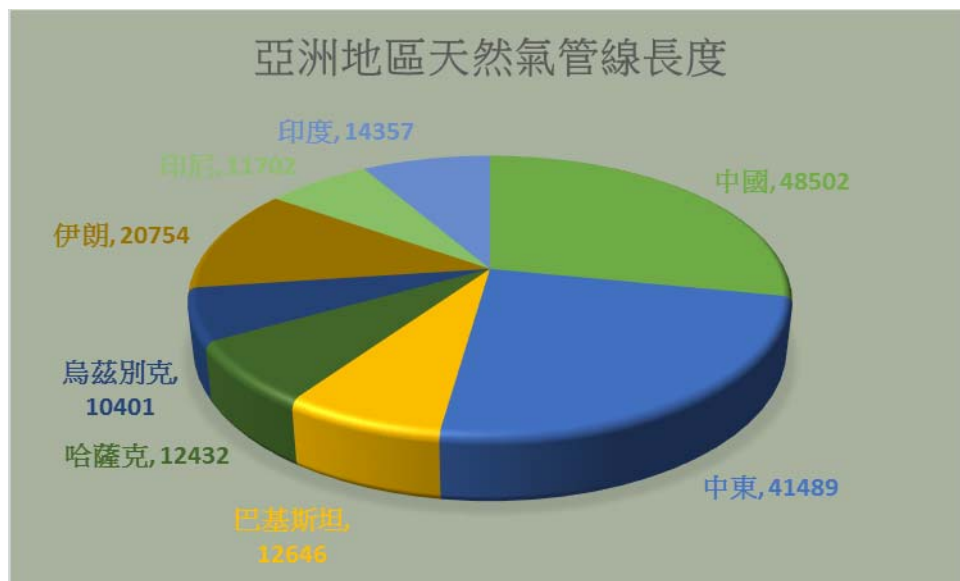
綜合以上的原因，若國際 LNG 買家持續尋求更低價的天然氣，尋求能穩定提供天然氣的來源，對於低地緣政治因素風險的天然氣地區感興趣，以及重視天然氣的技術、廠站位置規模、供應路線與值得信賴的貿易夥伴等，美國天然氣在目前低油價時代仍然可以一番做為。

➤ FSRU 是一種漂浮在海上的 LNG 接收氣化設施，而 FLNG 則是一種海上浮式液化設施，其功能大致上包含了進料、液化、丙烷分離、儲存、裝載等程序，目前有許不同的設計，全球目前已有五處正著手進行 FLNG 的建置，分別為西非 Cameroon FNG、澳洲 PRELUDE、馬來西亞 PFLNG1-PFLNG2 以及中美洲

Caribbean FLNG，也有其他更多的計畫正在評估中，現今 Caribbean FLNG 已幾近完工狀態。

目前已有 19 處 FLNG 已在操作運轉中，在 2014 年新成立的接收站有 50% 選擇採用 FSRU(巴西、印尼以及立陶宛)，而 2015 年有 4 艘新的 FSRU 投入生產，分別在約旦、埃及(2 艘)以及巴基斯坦，預計在 2025 將有機會達到 50 艘 FLNG。在埃及，由於天然氣短缺導致工業用戶經常限電配額使用，埃及瓦斯公司 EGAS 先後與挪威 Hoegh 公司及 BW 公司簽約各租用一艘 FSRU 提供天然氣使用。

- 在印度與菲律賓，因為擁有數以千計的小島群，在印尼東部的小島，每年最少需要 3 百~3 千萬立方英尺的天然氣需求，選用傳統式的 FSRU(12 萬到 17 萬立方公尺)的船型並不具經濟效益，因此發展小型的 FSRU，規模約在 3 千到 2 萬立方公尺，船身設計吃水小，可在小島間穿梭，造價約 6 千萬美金，相較於傳統式 FSRU 造價 2.8 億美金便宜許多。印尼的 PLN 公司計畫在 2020 年時要產出 35000 百萬瓦的電力，其中 20% 燃料將使用天然氣，因此採用 FSRU 計畫來供應所需的 LNG。
- 目前全球各區天然氣管線輸送長度，亞洲總長 18.8 萬公里，北美 200.4 萬公里，歐洲 43 萬公里，南美洲 6.9 萬公里，澳洲 3.2 萬公里，非洲 3.8 萬公里。



印度南亞天然氣公司為了解決印度國內天然氣短缺的問題，計畫興建自伊朗深海(deep-sea)起，經巴基斯坦，連接至印度(IPI)的長途天然氣管線，長約 1300

公里，由伊朗及阿曼每日輸送 3.1 千萬立方公尺天然氣至印度。另外從土庫曼起，經阿富汗、巴基斯坦到印度(TAPI)的長途輸送管線，長度為 1735 公里，每日輸送 9 千萬立方公尺天然氣至印度。

建立這長途管線後，除了能改善天然氣缺乏的問題，也能增加印度的調度彈性，為了監控這些長途管線，印度政府可能在未來五年內擴建長途管線監控中心，列入國家發展計畫，同時也將考慮成立如 PRCI 般的世界級大型測試研究實驗室。

為了減少發生長途輸送管線發生意外事故，印度認為有必要成立亞洲管線操作論壇，定時舉辦研討會，分享管線事故、最佳操作方法，以及任何可以預防事故發生及改進現有做法的創新技術資訊，相信在各地互相交流下更能保護生命財產以及環境的安全。

- 現今東南亞的發電廠大多採用煤炭和柴油，但未來可能會改變，由於天然氣存量充足，乾淨、高效率的特性，的是一種理想的燃料，可作為發展再生能源成熟前的替代能源，這當中仍存在著一些困難，例如東南亞地區的國家如馬來西亞、菲律賓、印尼等，擁有許多島群島鏈，島上一些邊陲地帶的發電廠若要採用 LNG 而建造大型 LNG 基礎設施不具經濟效益，此時採用中小型規模的 LNG 設施則是比較適合的方式。

小型 LNG 基礎設施可設計為 LNG 價值鏈，在開採階段可採用 FLNG 或小型液化設備的方式進行，接著運送到特定區域的轉運儲存中心，此中心需設計為小型分裝目的用，運輸階段採用小型 LNG 船、LNG 駁船、LNG 槽車或標準貨櫃尺寸的 LNG 儲槽(ISO container)方式在透過接駁船運輸，至於到了小島後，採用離岸的小型氣化設施，相較於建設 LNG 接收站可節省資本支出以及建造時間。採用小型化 LNG 基礎設施有幾項優點：

1. 減少建造時間。小型 LNG 設施建造時間約 12 至 24 個月即可。
2. 較低的資本支出花費。投資成本相較於傳統 LNG 接收站，差異最多達 80%。
3. 規模較小。使用較小的運輸船，較小的儲槽及氣化設備等。
4. 展現最新技術。可以採用模組化來設計製造方式的氣化設施建造技術。
5. 在此價值鏈中有興趣的業者皆可參予投資。技術供應商、天然氣供應商以及消費端業者若對此有興趣接可參予投資，分攤風險，降低個別成本。

但同時也面臨一些困難：

1. LNG 供應過程的安全性
2. 天然氣消費使用端要改變使用燃料的技術與設備能力
3. 小型消費者的商譽
4. 小型消費者要參予投資建設是否具備足夠的經濟能力

採用小型天然氣船時，靠泊設施也需有供小型船停靠的設備，目前一般接停靠大型 LNG 船的碼頭可能無法提供小型船停靠。若成立小型天然氣轉運中心，如此便能充分掌握與供應偏遠地區的天然氣需求。一直到 2014 年之前，在全球經濟良好的環境下，LNG 曾經是一種非常具有吸引力的液體燃料，可作為替代石油或煤炭的燃料，然而過去幾年因為地緣政治的因素，原油價格下結到 55~60 美元之間，天然氣價格雖然因與石油連動而下跌，燃氣發電廠的成本也跟著下跌，但並非同比例的大幅下跌，在油價低廉的時期，小型 LNG 供應系統概念在面對此競爭下是否能夠持續發展也正在承受壓力與考驗，但若選擇正確的技術方式降低成本，有機會為小型 LNG 模式在經濟方面帶來其他的利基。因此小型 LNG 供應鏈的模式在發展成熟之前仍有一段路要走。

參、心得與建議

- 一、天然氣基礎設施論壇分別在歐洲及亞洲每年皆有舉辦，今年參加亞洲的新加坡場，內容主軸為基礎設施的發展現況，但較少著墨於天然氣船的操作維護討論，另外也加入許多天然氣國際市場的走勢與分析作為未來趨勢的預測。
- 二、隨著油價下跌至低點，雖然天然氣與油價連動，稍有下降，但降幅不如原油價格明顯，因此天然氣並無價格上的吸引力。但隨著空氣污染等環保意識高漲，天然氣的需求漲幅一至看好，以暴漲來形容，尤其是東南亞等國家預期會將煤炭燃油等發電廠轉為天然氣，但這些國家現有的基礎設施不足以因應未來的需求，因此興建工程將陸續開始進行。
- 三、為了配合政府的擴大天然氣使用政策，本公司目前正進行台灣東岸及離島地區的天然氣供應可行性評估，其中供應的方式也將小型 LNG 船與貨櫃標準尺寸的儲存槽納入選項中，由於 FSRU 的氣化設施雖然具有價格便宜，建造時間短以及環評阻力小等優點，但若遇到東北季風或颱風時，可能因遭遇惡劣海象天候而必須要事先離港避難，將導致天然氣供應必須中斷，如此將可能造成本公司及客戶在操作使用上的困擾，故台灣地區選用 FSRU 並不適合，建議仍朝向其他的供應方式較為可行。
- 四、目前台灣第四核能電廠封存，其他三座核能電廠將陸續到期，未來是否能順利延長運轉壽命或除役仍未知，屆時電力缺口將可能採用天然氣作為發電燃料，另外如台中、雲林等部分地方政府為了減少霾害以及 PM2.5，要求部分大型工業用戶將煤炭與石油焦轉改用天然氣作為燃料，因此將使台灣地區的天然氣需求大增，以目前的基礎設施無法因應未來的需求。本公司需持續關注未來國內天然氣市場的變化，適時的規劃基礎設施的開發與擴建，以穩定供應國內天然氣的使用。