

出國報告（出國類別：洽公）

洲際接收站 LNG 儲槽工程及監造執行 與冷能及氫能技術研討

服務機關：台灣中油股份有限公司興建工程處

姓名職稱：謝安和工程師、陳冠甫工程師

派赴國家/地區：日本/大阪、東京

出國期間：113年5月13日至113年5月18日

報告日期：113年6月19日

摘要

我們此次訪問了大阪瓦斯公司和東京瓦斯公司，重點瞭解了大型地上型儲槽工程建造技術和監造作業的關鍵要點，以供洲際接收站參考，降低問題產生的風險。除了工程方面的交流，我們還對接收站的配置、未來擴充可能性和冷能利用方面進行了考察，例如碳中和的甲烷化、加氫站和天然氣冷能應用等技術。我們致力於學習這些技術要點，以籌備未來減碳和氫能發展的工程化實現建造。

除了大阪瓦斯加氫站（僅提供少量天然氣氣體燃料電池車輛使用）和東京瓦斯的冷能利用（氣體分離和倉儲）外，最重要的是下一個世代的能源發展雛形。這兩家公司都積極朝向新創甲烷化技術發展。原因很簡單，如果要將氫氣用於發電或城市燃氣，對基礎設施的投資成本非常高。因此先從碳中和的 e-methane 入手，實現減碳目標，逐步轉型直到綠氫全面發展。目前這兩家公司的新創甲烷技術類似，都是利用混合的 Sabatier 技術利用氫氣和二氧化碳產生水和甲烷（e-methane）。

本次參訪對於工程的發展是非常有助益，要發展工程必須要有對等的知識，如果建造一座氫氣加氣站而不懂該站區配置與原理還有運用的話，就無法以營運者的角度發展工程。知識的成長可以減少設計變更，也可以確保品質降低，偷工減料的風險，給予營運者最安全的工藝。

目次

一、目的.....	3
二、過程及工作內容	4
三、工作交流與參訪重點.....	5
四、心得及建議.....	23

一、目的

為配合達成非核家園與節能減碳目標，能源局規劃能源結構轉型政策及穩定提供高雄南部及鄰近地區既有及新增電廠、工業及民生用戶氣源及鍋爐改燃氣需求，於高雄港洲際貨櫃中心第二期大林石化油品儲運中心第二區，新建四座 18 萬公秉地上型液化天然氣儲槽及 1,600 噸/時之氣化設施，供應大林火力發電廠燃氣機組以及穩定南部地區用氣。

除此之外，為推動中油公司在能源轉型與減碳新世代能源政策，本計劃區域除液化天然氣接收站用地外，並於區內留冷能利用空間及氫能發展用地，以做為中油公司在能源轉型與減碳藍圖上的開端。

本次前往大阪瓦斯集團公司與 Daigas G&P Solution Co., Ltd. (DGPS)以及東京瓦斯集團公司與 Tokyo Gas Engineering Solutions Corporation (TGES)參訪，這兩家公司除為中油公司長期合作夥伴外，且擁有許多儲槽建造經驗。並為了達成日本國家的減碳使命與尋找新世代能源目標下，這兩家公司也積極發展碳中和與氫能之運用，目前已經達到一定的水準，更為了不浪費液化天然氣的冷能，而有多項冷能再利用的範例。

我們將重點放在大型地上型儲槽工程建造技術和監造作業的關鍵點了解，供洲際接收站參考，以降低問題產生的風險。除了工程方面的交流外，我們還進行接收站配置了解，與未來擴充可能性和冷能利用方面的技術訪查，例如，碳中和的甲烷化、加氫站及利用天然氣冷能應用等技術，學習這些技術重點，以便籌備未來減碳與氫能發展的工程化實現建造。

二、過程及工作內容

預定起迄日期	到達地點	工作內容
113/05/13	高雄-->大阪	啟程
113/05/14	大阪	<ul style="list-style-type: none"> 於大阪瓦斯 DGPS 總公司進行洲際接收站儲槽專案會議，討論 EPCC 工作協助。 參訪碳中和實驗工廠 Carbon Neutral Research Hub (CNRH)與北大阪加氫站（產氫設備）了解碳捕捉後利用與加氫設備規模與應用。
113/05/15	大阪	<ul style="list-style-type: none"> 參訪大阪瓦斯姬路 LNG 接收站，了解接收站配置及觀摩 LNG 裝車與接收站訓練中心。
113/05/16	東京	<ul style="list-style-type: none"> 上午由大阪搭乘新幹線至東京。 下午參訪東京瓦斯 Sodegaura LNG Terminal 及 Oxygen and Nitrogen Co. 了解接收站整體配置，另外了解冷能利用技術。
113/05/17	東京	<ul style="list-style-type: none"> 參訪東京瓦斯 Techno Station (Methanation Demonstration Plant)及 Japan Super Freeze Co.，探討新能源合成甲烷製程與應用，與冷能在製程工廠外應用。
113/05/18	東京-->高雄	返程

三、工作交流與參訪重點

1.大阪瓦斯公司部分

1.1 公司簡介

大阪瓦斯集團(以下稱 OGC)從事 LNG 方面的業務涵蓋範圍相當廣泛，舉凡採購、進口、轉換成都市天然氣瓦斯、供應網管之鋪設、販售至家庭、工商業、及發電用戶，提供全方位服務。擁有海外天然氣田及液化設備之股權，目前每年可用經濟實惠的價格、穩定地從 9 個國家採購 840 萬噸以上的 LNG。OGC 並擁有 8 艘 LNG 載運船，以自家公司的船隊完成運送 LNG 工作，無須仰賴其他公司船隊。

為響應減緩全球暖化，企業應負的社會責任之提升，大阪瓦斯集團藉由使用可再生的能源及氫氣的甲烷化等技術，達到都市天然氣原料的脫碳化，以及導入使用再生能源為主軸的電力供應方式推動去碳化處理，以期在 2050 年實現碳中和目標。

Daigas G&P Solution Co., Ltd. (DGPS)是 OGC100%出資的綜合工程事業子公司。於 2019 年成立的 DGPS 公司名稱雖然相對較陌生，但其前身「大阪瓦斯工程（股）公司」（OGE）則是 OGC 工程事業部門旗下 1978 年設立的工程事業關係企業。DGPS 自 OGE 時代，便承攬國內外許多 LNG 接收站建置專案的工程設計服務。



圖 1.DGPS 總公司大樓

1.2 儲槽工程交流

於 DGPS 總公司討論探討液化天然氣儲槽工程細部設計文件審查流程及監造重點。

關於細部設計文件流程，初步研擬如下圖 2.所示，由工程公司提送業主後分別同時轉送予業主方主辦工程師與顧問方專案，審閱後統一回復予業主彙整回復工程公司。釐清未來統包工程作業流程，使得統包工程進行在顧問工作上更加順遂，並可減少時間的浪費降低溝通上的風險。

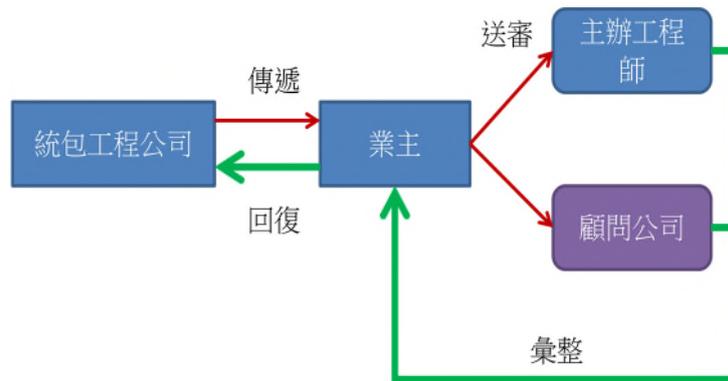


圖 2.設計文件傳遞流程

因為洲際接收站主要興建為地上型液化天然氣儲槽，本次與 DGPS 公司討論儲槽工程重點，而 DGPS 以 PC 天然氣槽工程重點作範例說明。

PC 天然氣儲槽即為「雙拱頂型全容式 LNG 儲槽」詳如圖 3.。內槽材料為 9%Ni 鋼組成，作用為儲存 LNG 的本質材料。外槽為混凝土外牆(PC Wall with Inner Plate)加上碳鋼襯板，作用為防止 LNG 洩漏。中間夾層為多種保溫材料，其目的是維持 LNG 溫度降低 BOG(Boil of Gas)逸散已達保溫效果。

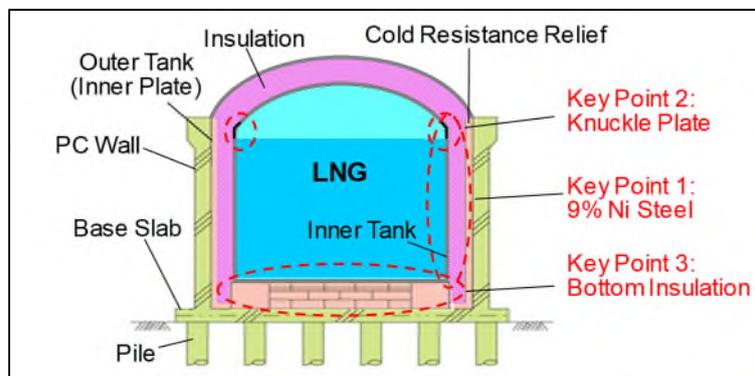


圖 3.PC LNG 儲槽構造圖

儲槽工程施工大可分為兩大類，一是土木工程；二是機械工程。儲槽首要施工為土木工作，從底板基樁到混凝土外牆完成都是屬於土木部分。但當混凝土外牆進行到一定的程度後，便會展開內外槽頂施作，這時機械部份工作正式開始，而施工工種也開始重疊。從底板基礎到槽頂升頂的工序詳圖 4。

DGPS 公司指出儲槽工程監造的重點也分為兩大部分，如下：

(1) Civil(土木)

- Piling.
- Bar arrangement, form work, concrete placement, level check for bottom slab and 1st lot of wall.
- Prestressing, closing access slot.
- Water filling.

(2) Mechanical(機械)

- Welding (including WPS&PQR, NDI).
- Bottom insulation, Perlite filling.
- Air raising, Inner roof jack down.
- Water filling, Pressure & Tightness test.
- Dry up, N2 purge.
- Cool down, pump test, BOG rate test.

儲槽建造過程中特別需要注意的事項：

- (1) 了解 LNG 儲槽常識。
- (2) 工程設計審查確實。
- (3) 施工順序不可錯亂。
- (4) 試車步驟正確。

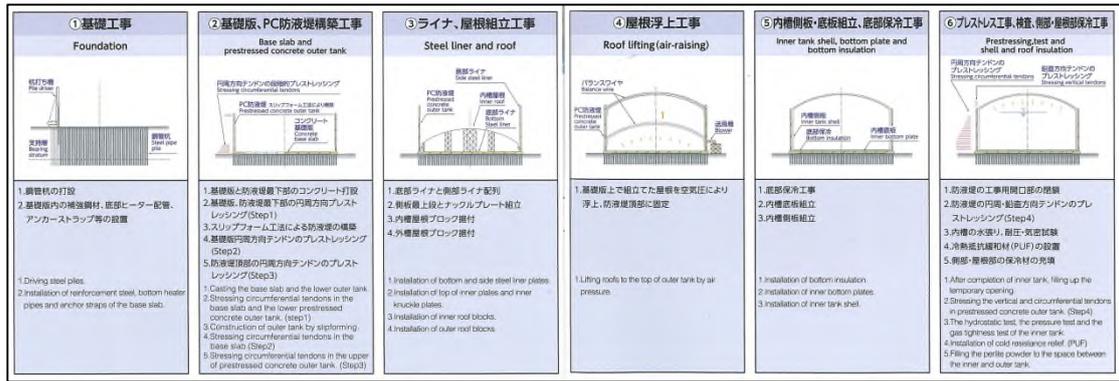


圖 4.LNG 儲槽施工順序



圖 5.於 DGPS 公司討論情形

1.3 碳中和研究中心(Carbon Neutral research)

大阪瓦斯集團致力於為二氧化碳減排做出貢獻，主要是引入利用再生能源和氫氣透過甲烷化生產的碳中和甲烷，以及透過能源脫碳來實現。碳中和時代能源商業概念方案主要發展目標為新創甲烷、氫能及電力。

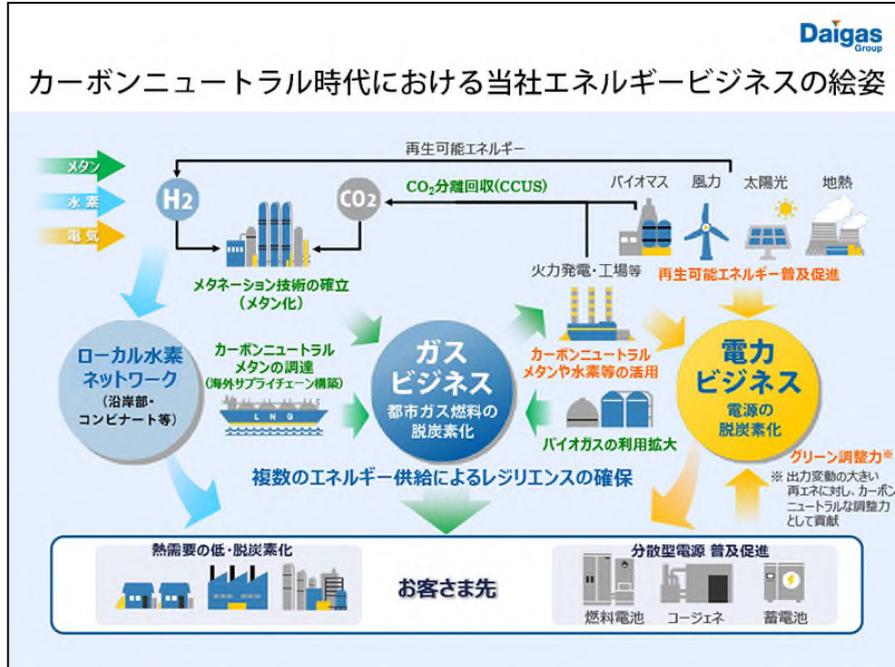


圖 6. 碳中和時代能源商業概念(資料來源：‘Osaka Gas’ Website, https://www.osakagas.co.jp/company/tsushin/1291463_15288.html, 2024.06.16’)

在碳中和研究中心，大阪瓦斯積極研究開發「生產」能源和「利用城市燃氣、氫氣、氨和電力等能源」的技術。研究中心參訪主要技術為「新創甲烷化」。而甲烷化(Methanation)，是實現碳中和的關鍵技術。

甲烷化是一種由氫氣和二氧化碳合成天然氣主要成分甲烷的技術。由非化石能源製成的合成甲烷稱為「e-methane」。

e-methane 是碳中立的，這意味著它不會增加大氣中二氧化碳的含量，因為其生產過程中捕獲的二氧化碳量與燃燒排放的二氧化碳量相同。使用綠氫經由甲烷化合成的甲烷也是 e-methane。以 e-methane 取代化石燃料可望減少化石燃料產生的二氧化碳排放。

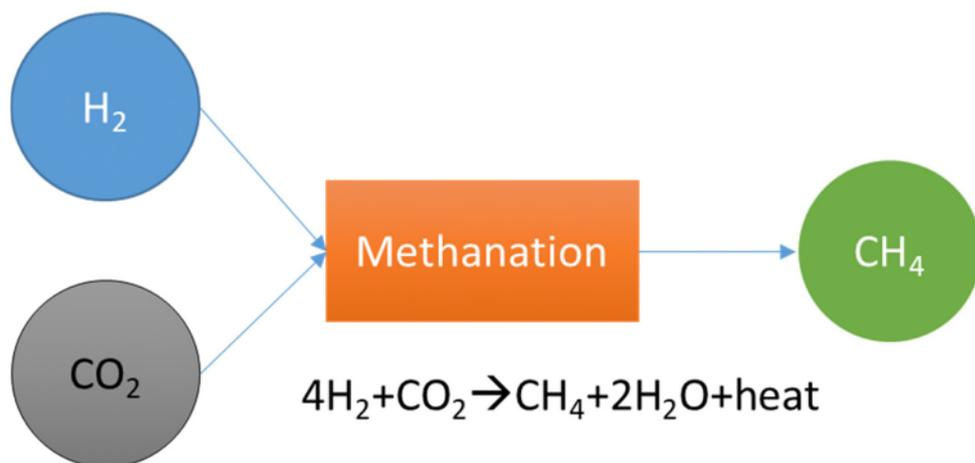


圖 7. 甲烷化(Sabatier 技術)概念流程

SOEC (Solid Oxide Fuel Cell) Methanation (超高效 SOEC 甲烷化)，是一項創新技術，可利用甲烷合成過程中產生的熱量來實現高能量轉化效率與傳統的甲烷化技術相比，預計可以更大程度地降低成本。此外，它不需要購買氫氣，SOEC 本生就可以產生氫氣，預計將適用於液化石油氣等燃料和化學品的生產。

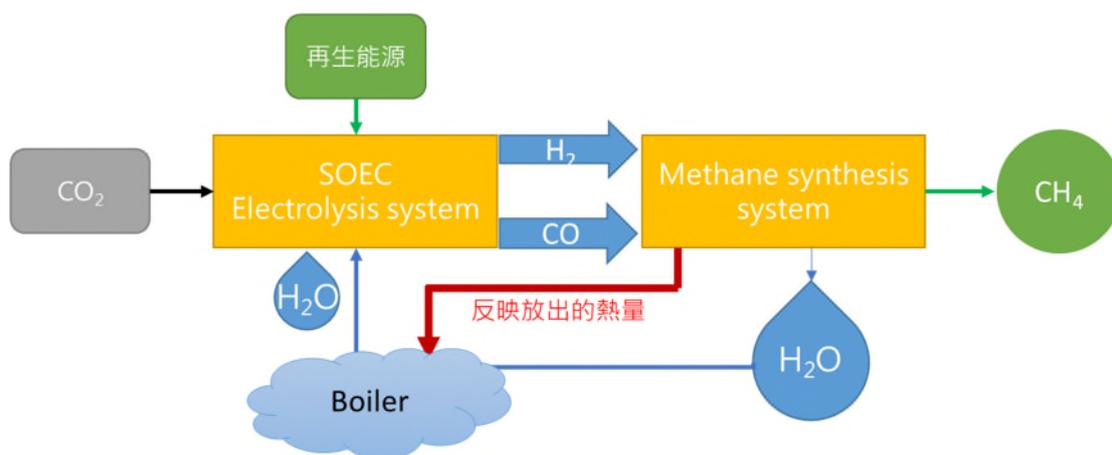


圖 8. SOEC Methanation 流程

重點：SOEC Methanation 透過利用甲烷合成產生的熱量，從再生能源到甲烷的能量轉換效率預計將高達 85%至 90%。

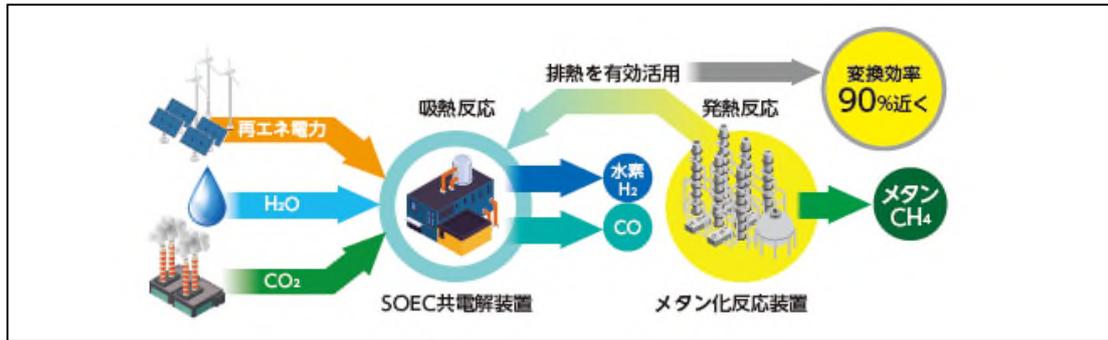


圖 9. 超高效 SOEC 甲烷化系統(資料來源：‘Osaka Gas’
Website, <https://netzeronow.jp/methanation/>, 2024.06.16’)

傳統甲烷化與創新技術比較，傳統甲烷化是利用 Sabatier 技術產生 e-methane，Sabatier 方法是直接將二氧化碳與氫氣透過裝有觸媒的設備而產生 e-methane，這系統的能源轉換效率只有 55% ~ 65%。新創甲烷化技術是將 SOEC 結合原本 Sabatier 技術來增加能遠轉換效率，效率可達 85% ~ 90%。

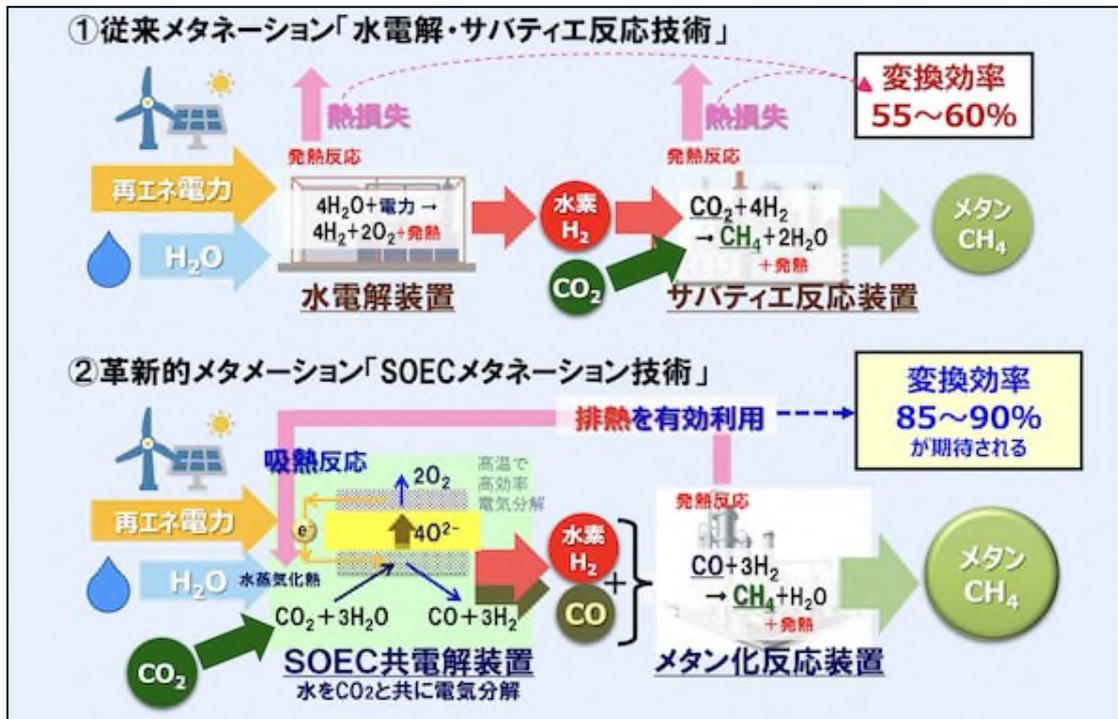


圖 10. 傳統甲烷化與創新技術比較 (資料來源：‘Osaka Gas’
Website, <https://netzeronow.jp/methanation/>, 2024.06.16’)

另外也可將 Sabatier 技術與生物甲烷化技術結合，稱「Sabatier Methanation X Biomethanation」。這是將垃圾沼氣甲烷化示範實驗，該項實驗是結合生物甲烷化技術(Bio Methanation)和 Sabatier 甲烷化技術，利用綠色氫氣和發酵食物廢棄物產生的沼氣來生產合成氣。而生物甲烷化技並非捕捉技術，而是將碳不排出。

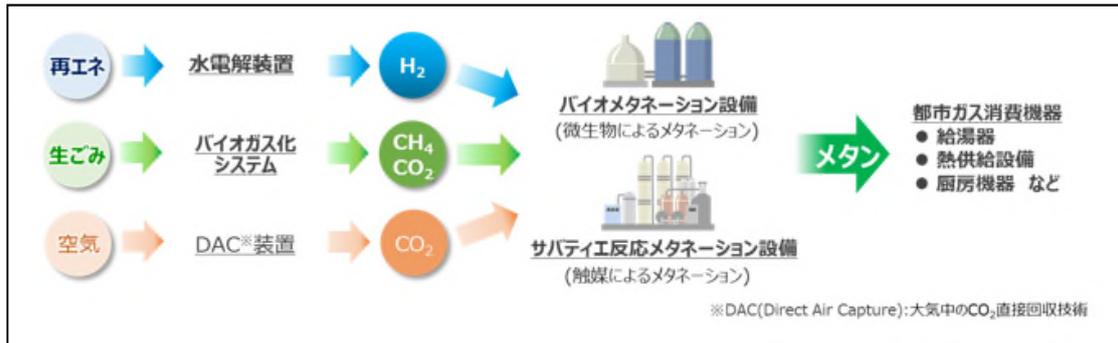


圖 11. Sabatier Methanation X Biomethanation (資料來源：‘Osaka Gas’ Website,https://www.osakagas.co.jp/company/press/pr2022/1306105_49637.html, 2024.06.16’)

1.4 氫氣接收站

北大阪加氫站，於 2015 年 4 月開始營運，整站配置主要有氫氣製造設備、氫氣存放設備、加氫設備。



圖 12. 北大阪加氫站

該加氫站主要氫氣製造設備為大阪瓦斯發展的 HYSERVE 套裝設備，該設備製氫流程分為四大步驟：

- Desulfurizing：去除都市天然氣瓦斯(NG)中的加味劑硫化物
- Steam Reforming：從進氣的天然氣瓦斯中製造豐富的氫氣(H₂) 和一氧化碳(CO)
- CO shift conversionl：從重組氣體(H₂+CO)中轉化更多的氫氣和二氧化碳
- Refining (PSA)：從重組氣體中去除水、二氧化碳、甲烷、一氧化碳、並製造高純度氫氣。
- Off-gas：off-gas(H₂O,CO₂,CH₄,CO)再回到重組階段當進料繼續提煉氫氣。

而這項 HYSEVER 設備特色，具備高效率(79%)與具有熱待機模式，也就是能立即重新啟動製造氫氣。

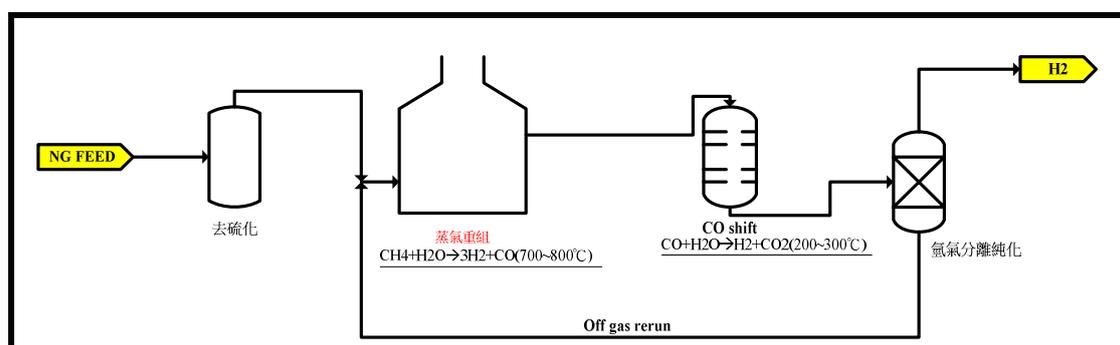


圖 13. 製氫流程

加氫站現階段僅提供少量氫能車(圖 14.)使用，加氫的方式與加油的方式類雷同，是從加氫泵島將氫氣加入氫能汽車中。

註：氫能汽車利用高壓鋼瓶將加入的氫氣儲存，動力來自於車上儲存的氫氣與燃料電池進行化學反應，產生電力以驅動馬達，行駛過程中僅有水排出。



圖 14.氫能車

北大阪加氫站為主加氫站，而其功能除提供氫能燃料汽車加氫使用，也肩負提供簡易加氫站須使用的氫氣，提供方式則使用陸上運輸。

加氫站目前須要挑戰的是降低價格，也就是將灰氫時代進化到大量藍氫，最終目標是綠氫願景，除此之外也要提高使用的需求。

1.5 姬路接收站(Himeji Terminal)

姬路 LNG 接收站自 1984 年起開始運營，繼泉北 LNG 接收站之後，成為以天然氣為原料的城市燃氣供應設施。該工廠在主碼頭接收 LNG，供大阪瓦斯公司用作城市燃氣的原料，並作為關西電力公司鄰近熱電廠的燃料。接收站自 1990 年起開始使用卡車運送 LNG，並在 2004 年開始使用 50MW 發電機供應電力。此外，該接收站自 2005 年起也開始使用小型沿海油輪供應 LNG。



圖 15. 姬路接收站(資料來源：‘DGPS’ Website, [https:// https:// https://www.daigasgps.co.jp/en/service/gasproduction/plant/](https://www.daigasgps.co.jp/en/service/gasproduction/plant/), 2024.06.16’)

姬路接收站生產流程與一般接收站大同小異，這個接收站只有一席碼頭。因鄰近關西電力所以氣化設施所使用的熱源是來自於關西電力公司所提供之熱水，而不是直接取用海水，這樣使得氣化設施(ORV)熱交換面積變小，整個體積減少。參訪中發現，這個接收站主要氣化設備不是 ORV，而是 tri-EX LNG vaporize，由大阪瓦斯公司開發的 Tri-Ex 氣化器由於使用了中間工作流體，比其他氣化器更小。

接收站中有 7 座 8 萬公秉金屬雙殼儲槽(Metal double-shell)及 1 座 18 萬公秉 PC 儲槽。金屬雙殼儲槽由鋼管樁（70 cm φ x 600 樁）支撐的基礎上，這些鋼管樁被打入到 30 米深的堅硬地基，儲槽具有外槽和內槽的雙層結構。內槽使用能承受低溫的特殊鋼材製造，外槽和內槽之間的空間填充冷絕緣材料和氮氣。

PC 儲槽，通過將防液堤緊密連接到儲槽之外槽，除了金屬雙殼結構的特點外，還實現了更高的安全性。此外，這種類型的儲槽提高了土地的利用效率，因為它消除了防液堤之間的空間需求。

該接收站沒有再冷凝器(recondensor)設計，而解決儲槽 BOG 的方法是直接將 BOG 利用 BOG 壓縮機先取出後，再透過 Booster 壓縮機直接與氣化設備產出的 NG 於混和進行熱值調整，讓熱值約為 10,750kcal/Nm³，後送出供都市及電廠使用。

除提供都市與電廠用氣外，姬路接收站從 1990 年開始使用卡車運送 LNG，2005 年開始使用沿海油輪運送 LNG。目前，LNG 運送範圍已涵蓋近畿地區以及中國、四國和山陰地區。

再接收站能源整合方面，姬路接收站除了有冷能發電系統外，也有對外的電力供應，接收站內該廠於 2004 年啟用了 50MW 的發電機組。所產生的能源既出售給外部，也用於廠內。該設施將燃氣渦輪機(gas turbine)和蒸汽渦輪機(steam turbine)結合在一起，形成了一個高效的燃氣渦輪機複循環。天然氣燃料在燃氣渦輪機的燃燒室內燃燒，燃燒氣體的動力旋轉燃氣渦輪機以發電。此外，燃氣渦輪機的廢氣被用來在熱回收蒸汽發生器中產生蒸汽，這些蒸汽隨後被用來旋轉蒸汽輪機發電。這種方法通過重複利用廢氣的熱量實現了高效的發電效率。

系統使用清潔的天然氣，以防止排放二氧化硫（SO_x）和粉塵造成的空氣污染。通過結合稀燃預混合燃燒和廢氣脫氮設施，它還減少了氮氧化物（NO_x）的排放。



圖 16.參訪姬路接收站

2 東京瓦斯

2.1 袖浦液化天然氣接收站

東京瓦斯 (Tokyo Gas) 袖浦液化天然氣接收站是 4 個液化天然氣接收站中最大的液化天然氣接收站。1973 年開始運營，擁有 8MMTPA 和再氣化能力，總計 3,690 噸/小時。總共 15 個 LNG 儲槽（如果包括位於隔壁 JERA Sodegaura 火力發電廠的 LNG 儲槽，則為 30 個 LNG 儲槽）。

袖浦液化天然氣接收站內所有設施的運作（接收液化天然氣運輸船、液化天然氣儲存和液化天然氣再氣化，然後供應天然氣）以及位於 JERA 的液化天然氣儲存槽的運作均由東京瓦斯負責。

此液化天然氣接收站最獨特的特點是兩個獨立的廠運系統(西區及東區)，而這兩區都位在同一個接收站內。由於每個工廠系統都有自己的停泊位、控制系統、電力和專用所需設備設施，因此在緊急情況下可以獨立運作。該接收站實現了更高的可靠性。

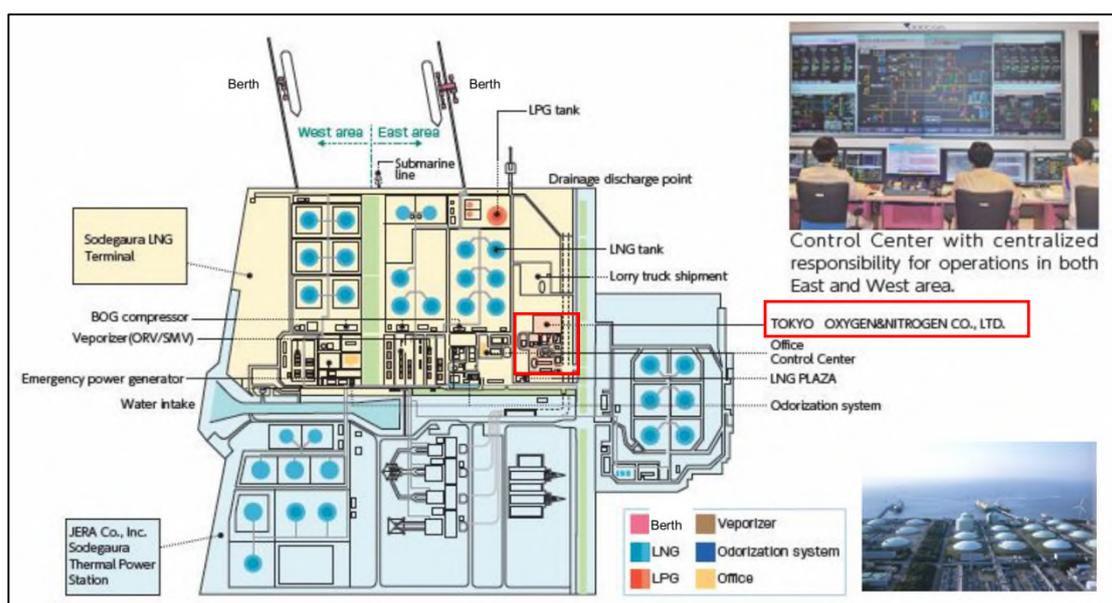


圖 17. 袖浦液化天然氣接收站平面圖

袖浦液化天然氣接收站和隔壁的袖浦熱電廠（燃氣發電廠，JERA 旗下）共同努力節約能源。JERA 發電廠加熱的海水用於加熱液化天然氣，液化天然氣中冷卻的海水則用於冷卻 JERA 的發電機。

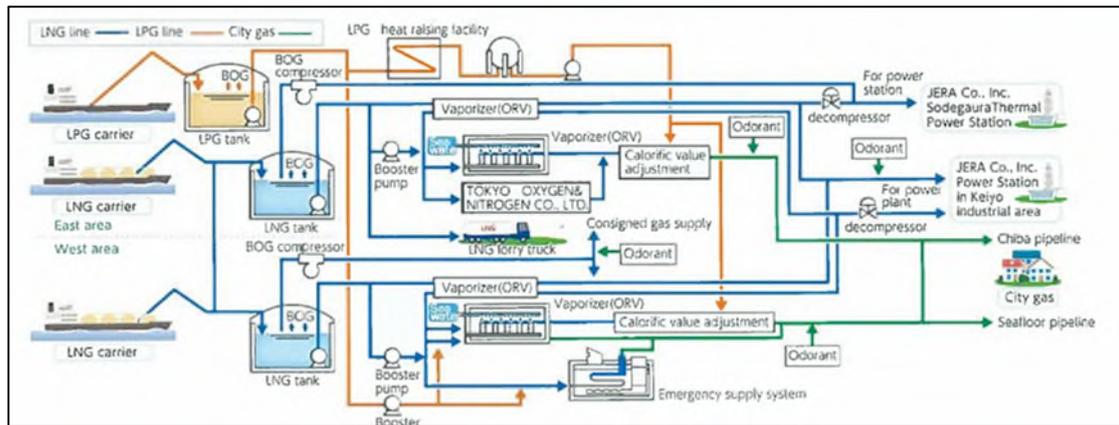


圖 18. 袖浦液化天然氣接收站製程流程

請注意，佈置圖(圖 17.)顯示袖浦液化天然氣接收站東側有 11 個液化天然氣罐，但目前東側只有 9 個液化天然氣罐。該接收站儲槽有地下型儲槽及地上型儲槽。



圖 19. 袖浦液化天然氣接收站儲槽型式(左：地下型；右：地上型)

地下型儲槽與地上型儲槽的內槽所使用的材料完全不一樣。地上型內槽一般採用 9%Ni 鋼；地下型槽使用 2mm 的不銹鋼，不僅材料不同，建造的方式也大不相同。

2.2 東京氧氣氮氣公司 (TON)

TON 公司位於袖浦液化天然氣接收站旁，是 TGES 的子公司。TON 使用液化天然氣冷能生產液化氫、液化氧和液化氮。圖 20.顯示“空氣液化和分離過程”。

<p>① Purification Stage Dust, moisture and CO₂ are removed from intake air, and cooled to about 0°C.</p>	<p>② Liquefaction & Separation stage Air is cooled to about liquefying temp (-180°C) and sent to rectifying column. It is separated by distillation into oxygen, nitrogen, and argon.</p>	<p>③ Deep Cooling Stage Part of nitrogen circulates and release heat in LNG heat exchanger to be used again in the process.</p>
--	--	--

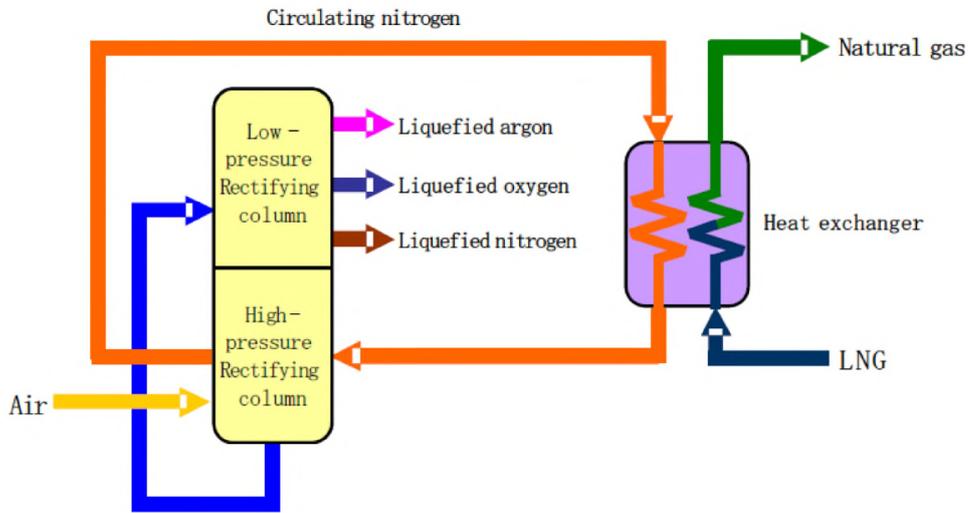


圖 20. TON 工廠氣體分離原理¹



圖 21. 分離後的液化氧氣(右)與液化氮氣(左)

2.3 東京瓦斯橫濱技術站

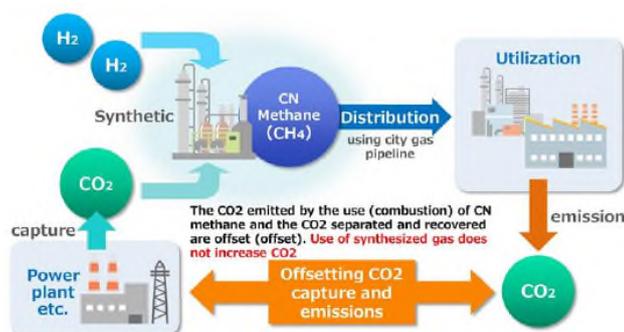
東京瓦斯於 2022 年 3 月在橫濱技術站建造了第一座甲烷化示範工廠。甲烷化是一種生產甲烷的技術，稱為“e-methane”，是目前主要的甲烷化技術。

城市煤氣的成分，透過氫氣與二氧化碳發生化學反應。雖然甲烷燃燒也會釋放二氧化碳，大氣中二氧化碳的淨含量不會增加，因為原料二氧化碳用於生產甲烷的甲烷是從廢氣中捕獲的。如果甲烷化中使用的原料氫是使用再生能源製造的，則甲烷可以被視為碳中和能源。

此外，e-methane 可以透過現有的液化天然氣和城市燃氣基礎設施進行運輸和供應。由於在社會上實施新的脫碳能源需要巨大的投資，用 e-methane 取代城市燃氣提供了一條實現二氧化碳淨零排放的經濟途徑。



圖 22. 東京瓦斯橫濱甲烷化示範工廠



CO₂ emissions-reducing effect of methanation
(Source: Japan Gas Association, "Carbon Neutral Challenge 2050 Action Plan")

圖 23. 東京瓦斯 CCUS 概念

東京瓦斯也開始研究創新的甲烷化技術，這些技術有望在未來帶來更高的效率和更低的成本，例如混合 Sabatier 技術和 PEM CO₂ 還原技術。技術開發是與國家研究機構、大學和企業等不同合作夥伴合作進行的，同時利用國家計畫。東京瓦斯正在尋求開始對這些技術進行驗證測試，以便儘早將其商業化。



圖 24. 東京瓦斯橫濱甲烷化參訪

2.4 日本超級冷凍公司

Japan Super Freeze 由 Toyo Reizo Co.(51%)和 TGES(49%)擁有，位於東京瓦斯根岸液化天然氣接收站旁。Japan Super Freeze 的超深冷凍倉庫使用液化天然氣冷能，用於儲存鮪魚和海鮮。



圖 25. Japan Super Freeze 倉庫

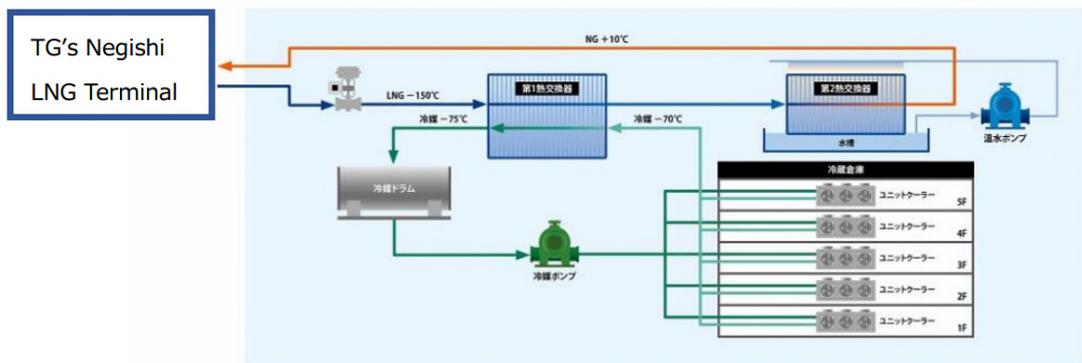


圖 26. Japan Super Freeze 冷凍流程

四、心得及建議

洲際液化天然氣接收站計畫除興建四座地上式液化天然氣儲槽與 1,600 噸/小時輸氣能力外，也預留未來發展氫能與冷能利用的用地。本次參訪大阪瓦斯與東京瓦斯的除天然氣接收站與冷能利用外，也參觀氫能加氣站及探索新創甲烷化發展技術。不僅在儲槽工程的監造上有所了解，也認識液化天然氣接收站配置與冷能利用的方向以及認知未來如果要發展氫能與能源轉型逐步的脈絡。

液化天然氣儲槽工程討論中，發現興建天然氣儲槽在設計與施工階段不僅設計文件要符合 API625 規定，以及也要配合現地環境與地震斷層帶的數據來發展耐震設計。監造上也有許多重點，例如混凝土外槽的環狀第一層水泥澆置，這一層關係整個外槽接下來的穩定性與密合度，所以在監造計畫中就會加以註記檢驗停留點。

所以在執行儲槽統包工程階段，針對統包廠商提出的品質計畫(包含設計與施工)及施工計畫要踏實審閱，監造單位的監造計劃也應著實撰寫，不可遺漏土木、機械方面等各項重要停留點。

而在進入統包工程階段前，應安排關於液化天然氣接收站教育訓練，學習接收站配置與流程與各種重要設備原理與認識，如儲槽構造、BOG 壓縮機及再冷凝器運作與構造，以及氣化設施構造等，讓所有工種工程師參與獲得對等的知識才可以減少工程階段的不熟悉度。

冷能利用方面，東京瓦斯所有冷能利用對應工廠皆座落於接收站附近(圖 24.)。



圖 27.東京瓦斯接收站冷能利用配置

所以要發展冷能利用重點是地理位置與初期的規劃，而洲際接收站周邊腹地周圍無法發展冷凍倉儲與氣體分離工廠，但可以發展液化二氧化碳儲槽，利用 LNG 冷能提供碳捕捉技術獲得的二氧化碳液化的能量。

氫能與甲烷化方面，在大阪瓦斯部分，目前所知僅用在加氫站上，提供氫氣給少部分車輛使用。如要擴大這項業務，首先用戶端要多，然而目前氫氣乃由天然氣合成產出，雖然可降低的二氧化碳排放，但還是處於不成熟的藍氫階段，要突破，必須有大量的綠電供應，以達到綠氫階段。

而除氫能發展外，兩家公司都積極朝向新創甲烷化技術發展，原因其實很簡單，因為如果要使用氫氣當作發電或城市燃氣的話，要投入的基礎建設成本很高，所以先從碳中和的 e-methane，先讓減碳目標得以實現，逐步轉型直到綠氫全面發展。而兩家公司目前的新創甲烷技術雷同，都是使用混合 Sabatier 技術利用氫氣與二氧化碳產生出水及甲烷(e-methane)。

氫能還有尚待解決的課題是讓加氫站之收支予以健全化。因此需要讓 FCV、FC 巴士、FC 卡車等普及化、以及降低高壓氣體設備的建置和維護管理之成本。就綠氫課題之觀點而言，則是在用水電解分解方式的製氫中，必須要降低設備價格、以及使用綠化瓦斯透過改善都市瓦斯製氫，以確保綠電來源等才行。站在移動燃料的觀點，則是使用天然氣的都市瓦斯作為燃料，其所排放出來的二氧化碳量相對的比汽油、柴油等液體石化燃料來得少。甚至使用天然氣為主的都市瓦斯製氫的 FCV 車子，其二氧化碳排放量也較少。

用改良水蒸氣製綠氫的方法，則有使用附有綠色證明的天然氣和生質氣體。將來若 e-methane 變成都市瓦斯的供應來源，那麼從都市瓦斯做水蒸氣改善，則可以製造出綠氫。

本次參訪對於工程的發展是非常有助益，要發展工程必須要有對等的知識，如果建造一座氫氣加氣站而不懂該站區配置與原理還有運用的話，就無法以營運者的角度發展工程。知識的成長可以減少設計變更，也可以確保品質降低、偷工減料的風險，給予營運者最安全的工藝。

對於減碳規劃，可以利用公司的基礎建設，先發展碳中和與碳封存，進而研發利用二氧化碳產生出低碳產品或是循環式產品，例如 e-methane。但是

e-methane 還是天然氣的一種，燃燒後還是會產生二氧化碳，所以這個方式僅為過渡期。總之，未來必然的目標為先減碳後，再努力逐步邁向綠氫能源之路。