

經濟部暨所屬機關因公出國人員報告書

(出國類別：考察)

參訪及研討日本都會型煉油廠環保具體作為

考察報告書

服務機關：中油公司桃園煉油廠
職務：副廠長
姓名：許世希
職務：技術員
姓名：林國興
職務：課長
姓名：王昭彬
職務：工程師
姓名：施順展

出國地點：日本
出國期間：98年9月14日至9月18日
報告日期：98年10月12日

摘要

桃園廠位處桃園都會區，緊鄰南崁交流道，近年來由於交通便利及都市發展快速，附近居民增加迅速，工場偶有操作異常，臭味及廢水排放動輒引發民怨。長期積怨恐不利桃園廠未來發展，故派遣各業務人員及工會常務理事參訪與桃園廠有類似處境之新日本石油公司 Negishi 煉油廠及東燃石油公司 Kawasaki 煉油廠，就法令、設計、操作及睦鄰層面交換彼此具體作法，藉以作為未來桃園廠環保工作持續推動方向參考。

此次有機會到日本兩大煉油廠實地看到先進煉油廠對於污染防制的實際作為與成效，讓我們對煉油廠的未來更具信心，只要腳踏實地逐步改善，一定可以做到讓居民滿意的地步，讓煉油廠擺脫污染大戶的污名。日本在十五到二十年前環保運動亦十分激烈，煉油廠在面對壓力下積極投資污染改善設備並努力改善操作，如今污染排放情形已經有大幅度改善。反省中油目前所處的處境，我們可以做的更多、更好。只有在環境保護上獲得居民的認同，我們的工作權才會獲得保障，煉油廠才能夠永續經營。

參訪及研討日本都會型煉油廠環保具體作為出國報告書

目 錄

摘要	2
目錄	3
壹、目的	4
貳、過程	4
一、行程	4
二、行前準備	4
三、日本 Negishi 煉油廠.....	6
四、日本 JGC 公司	14
五、日本 Kawasaki 煉油廠	19
參、心得	23
肆、建議	24

壹、目的

桃園廠位處桃園都會區，緊鄰南崁交流道，近年來由於交通便利及都市發展快速，附近居民增加迅速，工場偶有操作異常，臭味及廢水排放動輒引發民怨。長期積怨恐不利桃園廠未來發展，故派遣各業務人員及工會常務理事參訪與桃園廠有類似處境之新日本石油公司 Negishi 煉油廠及東燃石油公司 Kawasaki 煉油廠，就法令、設計、操作及睦鄰層面交換彼此具體作法，藉以作為未來桃園廠環保工作持續推動方向參考。

JGC 公司為桃園廠規劃復建中之第三重油加氫脫硫工場之硫磺回收單元之基本設計廠家，其本身亦為國際知名之 EPC 工程公司，故趁此參訪之便拜訪，瞭解其硫磺設計最新技術發展並討論目前 EPC 工程市場狀況，作為推動第三重油加氫脫硫工場復建參考。

貳、過程

一、行程

1. 九十八年九月十四日：啟程到日本
2. 九十八年九月十五日：拜訪 Negishi Refinery
3. 九十八年九月十六日：拜訪 JGC 公司
4. 九十八年九月十七日：拜訪 Kawasaki Refinery
5. 九十八年九月十八日：由日本返回台北

二、行前準備

為能在參訪時能快速與深入地討論相關環保與睦鄰之議題，在前往日本參訪前由許副廠長召集成員研討出國討論題綱，列出題目如下表並先傳送至參訪公司。因事先有此準備，故對方能指派適當人員與我們會談並安排工場實地參觀解說，使此行獲益良多。

Questions for Refinery Visiting

- A. Environmental Regulations:
1. Product Specs for Gasoline, Diesel, and Fuel oil.
 2. Emission limitation of SO_x, NO_x, Particulate from stack. Is the data sent to Local EPA on line?
 3. Effluent limitation of Waste Water treatment Unit. How to reduce the bad odor from API and CPI?
 4. Any emergency measurements related to government regulation if the emission is higher than limitation due to the abnormal operation(start-up, emergency shut-down, turnaround...)?
 5. Do you have any regulations to limit the flare gas to vent to flare? How do you reduce flare gas? Do you recover flare gas to fuel gas?
 6. What kind of efforts do you do to maintain the harmony relationship with residents near the refinery?
- B. Unit Operation:
1. How do you avoid high SO_x emission during the start-up and shut-down of SRU?
 2. Do you have enough capacity to treat foul acid gas? How do you treat foul acid gas when one of SRU shut down? Is it allowed to vent foul acid gas to flare?
 3. Do you have any noise problems for the flare? How do you reduce it?
- C. Unit Design:
1. How do you treat the non-condensable gas of Vacuum Unit which contains high H₂S?
 2. What kind of process do you use to treat spent caustic?
 3. Do you install SCR at RFCC flue gas line to reduce NO_x emission? How to avoid the pressure drop buildup problem?
 4. Do you do any catalyst regeneration in situ? How to avoid the bad odor during the regeneration stage?
- D. Site visit if it is not cause you to much trouble:
1. Please arrange site visit of your environmental protection facilities.
 2. Please arrange a courtesy call to your Labor Union.

三、 新日本石油公司 Negishi 煉油廠

1. 參訪過程：

九十八年九月十五日下午一時抵達 JR Negishi 車站，步行約 7 分鐘即可抵達煉油廠大門，隨即由 Mr. Tetsuo Nagayama (Chief Staff of Technical Group) 引導致行政大樓簡報室，13:30 由 Negishi Refinery 副廠長 Mr. Kazuhiko Ezawa 及安環經理 Mr. Koichi Kato 及技術經理 Mr. Noriaki Ishikawa 進行半小時之煉油廠簡介，隨後搭乘廠區巴士進行一個小時廠區參觀，然後再回到簡報室進行一個半小時問題討論，16:30 離開煉油廠。

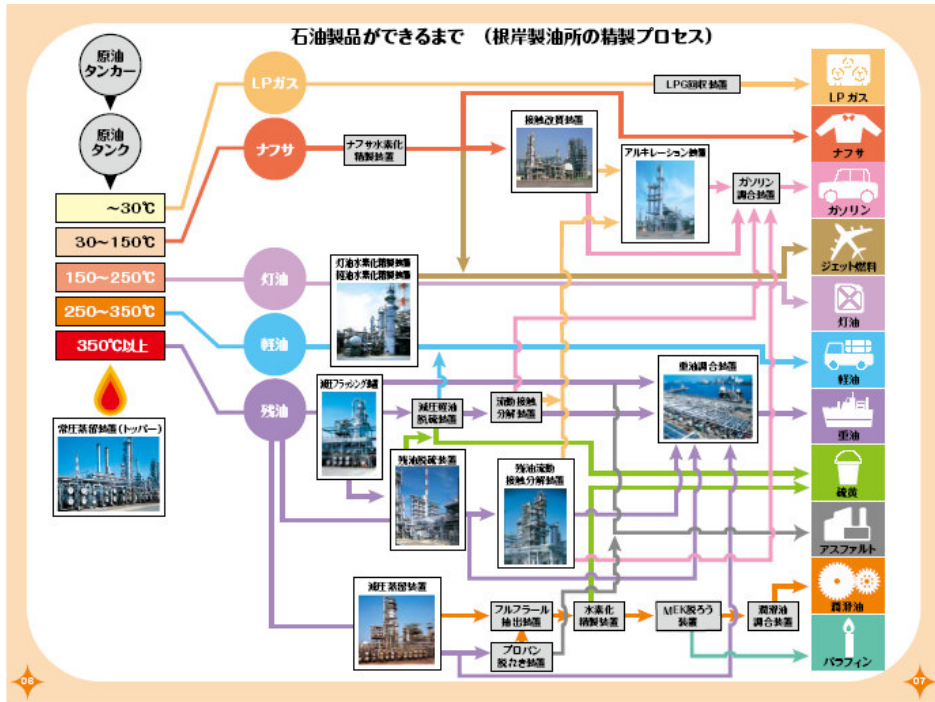
2. 煉油廠背景介紹：

Negishi 煉油廠為新日本石油公司(ENEOS)下轄之七座煉油廠之一，位於大橫濱市內，廠區呈狹長形，兩側臨海，另兩側緊臨人口稠密區，面積約兩百二十公頃，周長約十二公里，為日本目前原油煉量最大的煉油廠。由於規劃良好，注重環保，故號稱為綠色工場。該煉油廠自一九六一年三月開始，分三階段建廠，至一九七二年完成興建。並於一九九五年十月將蒸餾工場煉量擴充為每日三十八萬五千桶，二〇〇三年四月因日本國內油品市場萎縮，故將煉量調降至每日三十四萬，但仍維持日本第一大煉油廠之規模。其原油來源亦相當複雜，該廠煉製原油共計三十五種，進口自十四個國家，原油主要來至中東地區，高硫原油佔 90% 以上比率，其專屬棧橋式碼頭可直接靠泊三十萬噸大型原油輪。



其主要煉製設備包括：

- A · 三座蒸餾工場(340,000 桶/日)
- B · 三座真空蒸餾工場(122,000 桶/日)
- C · 二座重組工場(50,000 桶/日)
- D · 五座加氫脫硫工場(137,500 桶/日)
- E · 二座 VGO ISOMAX 工場(70,000 桶/日)
- F · 一座 F C C 工場(41,000 桶/日)
- G · 一座 R D S 工場(36,000 桶/日)
- H · 一座 R F C C 工場(40,000 桶/日)
- I · 一座 M T B E 工場(1,800 桶/日)
- J · 一座烷化工場(9,000 桶/日)
- K · 四座硫磺工場(600 噸/日)



儲槽方面原油槽十七座(一二五・三萬公秉)及半成品和成品槽二九八座(二六六・七萬公秉)。產品方面石油腦 3%、汽油 24%、煤油及航空燃油 15%、柴油 18%、FOA12%、FOC 燃料油 21%、潤滑油及其他油品 7%，柏油則全數作為複循環發電機組燃料，可產生 431 MW 電力。產品多由其專用碼頭以船運輸送，其他則以鐵路及油罐車輸送。

3. 整體環保表現：

參訪當時天氣陰雨，幾乎處於靜風狀態，這種天候對煉油廠污染擴散相當不利，但在廠區週界聞不到任何利人不悅的味道，即使在廢水處理場及廢氣燃燒塔下方，污染物味道仍極微。

Negishi 煉油廠污染排放標準受到兩種層次管制：國家標準及橫濱市標準，其中以橫濱市標準較為嚴苛，其管制方式為總量管制，污染排放數值每小時由自動監測系統連線至 Negishi 市政府。其總量管制標準、實際污染排放數值及與桃園廠比較如下表：

污染物	空氣污染部分		
	SOx Nm3/hr	NOx Nm3/hr	Particulate kg/hr
Negishi煉油廠法規管制值	102.1	51.2	50.5
Negishi煉油廠實際排放值	16.5	16.6	4.8
桃園煉油廠法規管制值	157.1	269.5	57.4
桃園煉油廠實際排放值	66.3	197.4	33.8

污染物	水污染部分(總量)			水污染部分(濃度)	
	COD Kg/D	總氮量 Kg/D	總磷量 Kg/D	COD mg/L	SS mg/L
Negishi煉油廠法規管制值	547.2	537.3	65.1	60.0	90.0
Negishi煉油廠實際排放值	206.8	170.0	5.1	14.0	18.0
桃園煉油廠法規管制值	無總量管制			100.0	30.0
桃園煉油廠實際排放值				55-60	15-20

Negishi 煉油廠規模為桃園廠之 1.7 倍，煉製複雜度亦較桃園廠為高，但其 SO_x、NO_x、粒狀污染物排放量分別僅為桃園廠之 25%、8.4%、14.2%；其廢水排放 COD 更是降到 14，無怪乎環境品質可以達到如此優異的程度。

4. SO_x 污染控制：

Negishi 煉油廠採用下列方式降低 SO_x 污染排放：

- A. 使用低硫份燃料：廠內自用燃料油硫含量僅 0.2~0.3 wt%。
- B. 在加熱爐及鍋爐煙道氣增設排煙脫硫設備。
- C. 在 H₂S Flare 廢氣排放管線上增設 Caustic Scrubber：

Negishi 煉油廠之廢氣燃燒塔僅有 HC Flare，其原因即是在 H₂S Flare 廢氣排放管線上增設 Caustic Scrubber，經處理後再排放至 HC Flare。此一處理方式最大缺點在於會產生大量廢鹼液，Negishi 煉油廠將其廢鹼液裝車售予皮革業者作為製程加工之用，當場曾追問廠家名稱及用途，但與會者表示不清楚。若能在台灣找到廢鹼再利用之業者，桃園廠三支 H₂S Flare 廢氣排放管線均裝設 Caustic Scrubber(第二 H₂S Flare 裝設中，預計明年中可完工)，對桃園廠空

氣品質改善一定會有很大的幫助。

- D. 真空蒸餾塔塔頂排放氣先經 Amine 吸收後再送至加熱爐做為燃料：

桃園廠真空蒸餾塔塔頂排放氣目前經 Ejector 及真空泵浦加壓後即送至 BA-3101 做為燃料，因排放氣中含 2~3 vol% 之 H_2S ，故造成煙囪 SO_x 排放偏高，以往也曾考慮增設 Amine 吸收裝置處理，但因排放氣實際化驗含 O_2 ，因擔心 Amine 劣化故未成案。Negishi 煉油廠表示 O_2 並非製程中應有物質，應為真空操作時系統內漏結果。若能確實試壓查漏，阻絕空氣內漏，以 Amine 吸收裝置處理排放氣，一定可以降低煙囪 SO_x 排放值。

5. NO_x 污染控制：

Negishi 煉油廠採用下列方式降低 NO_x 污染排放：

A. 使用 Low NO_x Burner。

B. 在加熱爐及鍋爐煙道氣增設 SCR 排煙脫硝設備：

Negishi 煉油廠共有 15 套 SCR 排煙脫硝設備，其中 7 套用於鍋爐、8 套用於製程加熱爐。SCR 是目前脫硝最佳技術，其效率可達 90%，遠高於 SNCR 的 50%，但因其體積龐大、觸媒昂貴及反應溫度需控制在 $320\sim 380^\circ C$ 之間，故桃園廠目前僅有三套(第二蒸餾、第二媒組、三號鍋爐)。

6. 粒狀污染物排放控制：

Negishi 煉油廠採用靜電集塵方式降低粒狀污染物排放：靜電集塵器亦曾用在大林廠 ROC 工場 Flue gas 降低觸媒粉排放上，但因其電極電壓無法維持在設計值，故效率較差，桃園廠目前使用 wet gas scrubber，其效率甚佳，但耗水量龐大。

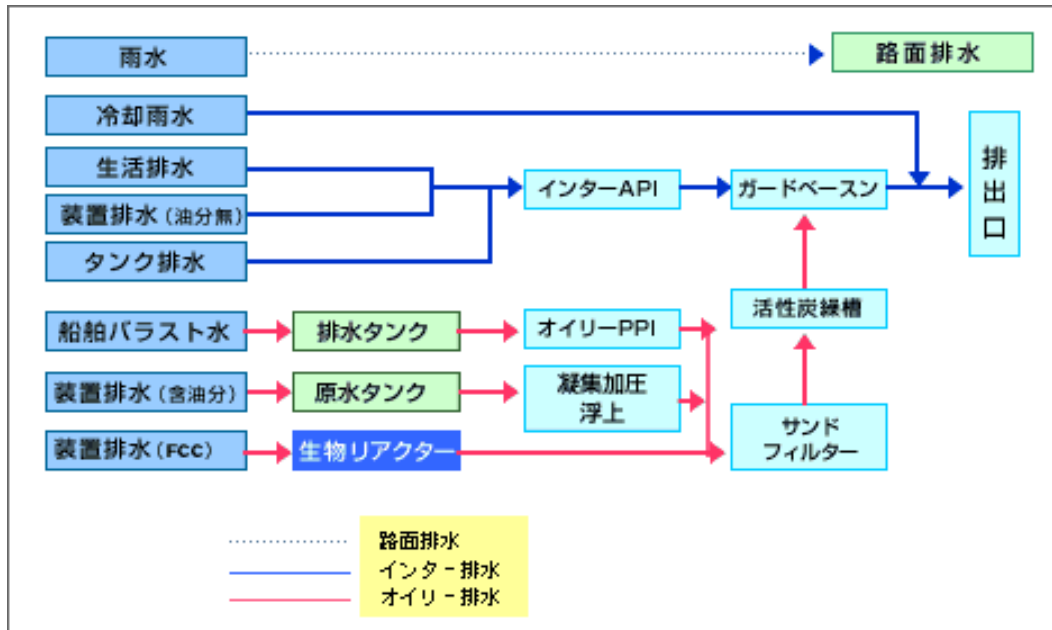
7. 廢氣燃燒塔排放管制：

廢氣燃燒塔持續燃燒的火燄，是煉油廠醒目的標誌，引人注目卻又不教人喜歡，因為廢氣燃燒塔也是煉油廠臭味問題、居民陳情的來源之一，但這個問題在 Negishi 煉油廠卻不存在，Negishi 煉油廠廢氣燃燒排放系統沒有 H_2S Flare、沒有廢氣回收壓縮機、沒有 Ground Flare，甚至連高架燃燒塔高度都僅有 55 公尺，但他們卻自豪可以做到接近零排放的地步，其主要管制作法如下：

- A. 工場操作精緻化，正常操作時不排放：在正常操作下，廢氣不會往廢氣燃燒塔排放，主要都回到製程中當燃料氣，或設法回收利用。良好、細緻的操作是工安的保障，也是環保的根本。桃園廠可效法之具體作法為將酸水進料緩衝槽及胺液進料緩衝槽頂持壓排放氣由原排放至廢氣燃燒塔改回收至硫磺工場處理。
- B. 源頭減量：設法將排放源頭回收再利用，不但能減少污染排放，更能提高能源使用效率，桃園廠可效法之具體作法如下：
- 將 RDS 污密封油排氣設法回收至補充氫氣壓縮機進口，估計每小時可減少排放 2.5~3.5KS 之富氫氣。
 - 將第二蒸餾酸水氣提塔頂排氣引回 F-2001 加熱爐做為燃料使用。
- C. 設備改善：改善設備，減少排放機會，桃園廠可效法之具體作法如下：
- 改善第一重油加氫脫硫工場 C-1003 板閥並提高進口率網拆清頻率，提高 V-1002 塔頂氣體回收量，減少超壓排放機會。
 - 搬遷高雄廠第五蒸餾工場 C-501 回收壓縮機至桃園廠第一蒸餾使用，回收主塔塔頂排氣。
 - 搬遷高雄廠第三媒組工場氫氣 PSA，回收桃園廠第二媒組過剩富氫氣。
- D. 改用低排放設備：將 RDS recycle gas compressor 之 Mechanical seal 由原 lube seal 改為 Dry gas seal。
- E. 異常排放若會超過 1 小時，需向橫濱市政府報備：日本法規允許廢氣燃燒塔在異常情狀及開、停爐時排放，故在上述情況下，煉油廠會主動報備地方主管機關，才進行廢氣排放。
8. 廢水排放管制：

工場參觀時曾於廢水工場 API 下車停留，其 API 採開放式設計，上層並未加蓋密閉，但現場並無典型廢水工場令人噁心倒胃的味道，令人印象深刻。

Negishi 煉油廠廢水工場處理量為每天 9,440 公噸，處理流程如下圖所示，處理後之廢水直接排入東京灣。



Negishi 煉油廠能夠達到如此優異的廢水處理表現，主要原因有二：

- A. 各種不同廢水分別收集處理：冷卻排水、生活排水、工場排水、油槽排水及船舶排水均針對其不同廢水特性，分別收集處理，可以降低廢水處理複雜度並提升廢水處理效率。桃園廠廢水均匯集於同一管線再送至廢水工場，廢水工場負荷沉重，一旦進料廢水超出設計值亦難立即找出原因改善，建議利用廢水管線地上化機會重新規劃。
- B. 含油廢水先經 Stripper 處理：製程含油廢水先經 Stripper，先將味道濃厚的 NH_3 、 H_2S 及輕質 HC 氣提出來，如此必可大大改善廢水工場臭味問題，但有三件事需要配合：含油廢水需單獨收集、氣提後之低壓氣提氣去路以及需耗用大量之低壓蒸汽。

9. 睦鄰作為：

Negishi 煉油廠重要的敦親睦鄰作為如下：

- A. 暑假科學之旅：邀請小學生及家長到廠內參訪，除了讓大眾了解石油煉製的過程，並配合廠區實地巴士參觀，讓居民不再覺得煉油廠那麼陌生、生硬。同時藉由消防演練觀摩，消除民眾對煉油廠安全之顧慮。
- B. 夏日園遊會：園遊會可以拉近煉油廠和社區的距離，藉此機會宣傳、溝通、同樂，不只和社區、地方政治人物有所互動，更能接

觸到更多居民、鄉親，以爭取更多的支持。

- C. 結合公益團體並與地方政府、非政府組織、非營利組織合作，針對特定公益活動積極參與。例如 Negishi 煉油廠在” ENEOS Forests ” 計劃下，結合地方政府和環保團體進行未開發森林保護工作，對於提昇公司及煉油廠形象並落實環保工作有很大幫助。
- D. 清淨家園活動：Negishi 煉油廠於每個月第四個星期三中午，由員工實施鄰近區域的清潔整理工作，透過實際行動來關懷社區、愛護社區，以實際貢獻來提升煉油廠存在之價值。
- E. 開放體育館：將體育館開放給居民免費使用，與社區建立相互依存的親近感及信賴感。
- F. 對社區居民發行煉油廠通訊：最新消息或新資訊以宣傳單方式發放給社區居民，使居民對煉油廠有更多、更快速的認識和接觸。該煉油廠通訊每月發行一期，迄今已發行 112 期，篇幅僅 A3 紙張一頁，內容可分為兩部分：一部份為最近一個月的睦鄰作為，另一部份則是以軟性的方式介紹居民可能關切的煉油廠操作，如冷卻水塔塔頂水霧為何有時累積不散等。建議可將桃園廠廠訊參考上述方式改版，並對附近居民發行。煉油廠通訊之範例如下：

地域のみなさまへ～ 梶原製油所からのお知らせ



グリーン ファクトリー

第111号 2009年
8月14日(金)

新日本石油株式会社 梶原製油所
〒238-0006 梶原製油所 1-1 電話番号:787-7111 06
<http://www.enecos.com/japan/4000/060006/060006/060006/060006/060006/>

夏休み子供見学会を開催しました

夏休み恒例の「子供見学会」を開催いたしました。見学会では石油についての学習やろうそく作り、それに消防自動車の乗車体験と構内見学を実施いたしました。




奥陣にろうそくを器皿に注ぐ見学者
消防自動車に乗車する見学者

第80回都市対抗野球本大会 組合せ決定!

新日本石油ENEOS野球部が横浜市代表として出場する第80回都市対抗野球本大会の初戦が右記の日程で開催されます。当社野球部は、2年連続史上最多となる10回目の優勝を目指します！皆様のご来場ならびにご声援を宜しくお願いいたします。

【日程など】

場 所：東京ドーム
日 時：8月23日(日)
18:00～
対戦相手：日本生命

緊急地震速報システム導入
＜定期的にサイレン発報テストを行います。＞

当所は大規模地震発生に備えた対応として、「緊急地震速報システム」を導入しました。

本システムは、全国に配備された地震計(約1000箇所)で観測された地震情報から当所に到達する予想震度が震度4以上となる場合において、地震速報を自動的に構内放送するものです。

緊急地震速報受信時においては、サイレンも並行して流すこととしており、本設備の作動確認のため定期的(月1回)にサイレンを流すテストを行います。ご迷惑をお掛けしないよう、テストは昼間ご休憩終了よう計画いたしますので、ご理解とご協力をお願いいたします。

なお、本システムの運用開始は、9月中旬からを予定しています。

潤滑油製造装置における出火について(お詫び)

7月27日(月)に発生した当所潤滑油製造装置での出火トラブルは、ただちに消火器により消火され、緊情および負傷者はございませんでした。

近隣の皆様をはじめ、多くの方々にご心配をお掛けしました。深くお詫び申し上げます。

今後同様な事故を起こさぬよう、再発防止に取り組み所存でございます。

本紙に関するお問い合わせは 梶原製油所関係グループ TEL:045-787-7111

- G. 緊急事故對外說明：Negishi 煉油廠不以金錢補貼個別居民及利益團體，相信良好的環保及工安及坦誠的溝通是最佳的工關作為，以 98.7.27 該廠潤滑油工場熱交換器火警事故為例，雖然該事故範圍僅止於廠內，並未對周遭民眾造成影響，Negishi 煉油廠仍於當天即在官網首頁上說明此一事故並向社會大眾致歉，並在 98.8.14 的煉油廠通訊上再次向社區居民說明。
- H. 居民抗爭：在參訪過程中我們十分好奇 Negishi 煉油廠在如此鄰近社區居民的操作環境下，是否曾經面臨居民抗爭或甚要求遷廠的壓力，Negishi 煉油廠表示最近並未有類似的事情發生，理由有兩個：日本在十五到二十年前環保運動亦十分激烈，煉油廠在面對壓力下積極投資污染改善設備並努力改善操作，如今污染排放情形已經有大幅度改善，明顯的證明就是煉油廠鄰近的房地產價格並未較其他地方低；另外一個理由為地方政府對煉油廠的監督十分嚴厲，在居民尚未反應前即對煉油廠重罰，以 92.9.28 位於北海道占小牧出光興業煉油廠因地震引發油槽大火為例，雖然引發火災的直接原因是不可抗力的天然災害，但地方政府仍處以煉油廠停工一年三個月的處分。有地方政府強力監督，居民自然不需辛苦介入。

四、日本 JGC 公司

1. 參訪過程：

九十八年九月十六日上午九時抵達港區未來線地鐵車站，JGC 總公司與車站有地下通道相連，在地下一樓辦完會客登記後即進入位於 23 樓之會議室，當天 JGC 參與討論人員名單如下：

Mr. Kazunori Nito	Senior Executive Officer
Mr. Hiroyasu Fukuyama	Associate Executive Officer
Mr. Takashi Yasuda	Executive Officer
Mr. Tetsuya Watanabe	Senior Manager
Mr. Takaharu Takihawa	Manager
Mr. Takeshi Koyama	Process Engineer
Mr. Koji Tanaka	Senior Technologist

Mr. Yasumasa Yokobori

Sales Manager

當日討論主題有三項：

A. EPC 工程市場現況

B. 污染防制技術

C. 第六硫磺基本設計問題澄清

當日討論十分熱烈，至 12:00 方散會，在離開會議室走廊上巧遇 JGC 公司董事長 Mr. Y. Shigehisa，其與我們親切寒暄並表示年輕時曾參與過中油許多工程，能看到中油來的訪客感到十分高興。

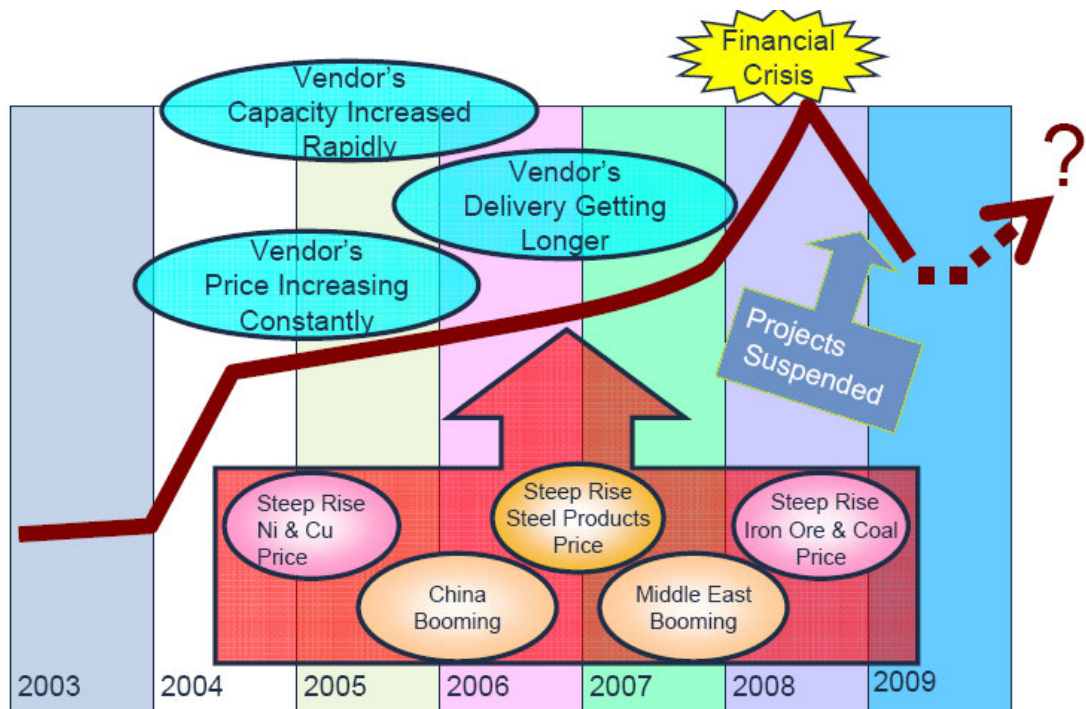
2. JGC 公司簡介：

JGC 公司 成立於 1928 年，是一國際性 Engineering & Construction 工程設計公司，位於日本橫濱市中心，負責業務包含 Planning, Design and Procurement to Construction and Commissioning，工作領域有石油煉製、石化與化學、核能發電，天然氣等專案工程，2009 年營業額 4,509 億日圓。JGC 公司在桃園廠承接的工程包含烷化工場、第二柴油加氫脫硫工場新建工程及第四、六硫磺工場基本設計等。

3. EPC 工程市場現況：

JGC 公司為全球知名的 EPC contractor，因桃園廠目前正申請復建第三重油加氫脫硫工場，故趁此機會與之討論 EPC 工程市場現況，瞭解投資金額變化趨勢，以下為會中 JGC 公司說明摘要：

A. 自去年九月金融風暴之後整體原物料價格大幅調降，但今年六月後已經回穩，部分金屬材料甚至已經開始上漲。



- B. 目前設備價格仍可持穩的原因在於前一階段因金融風暴影響有，許多計畫取消或暫緩，設備廠家目前工作負荷僅為 70% 左右，仍有多餘產能。
- C. 2009 年第三季開始許多原暫緩之投資計畫又陸續開始啟動，設備價格將隨設備廠家工作負荷增加而上漲。整體而言 2009 年第四季及 2010 年第一季度將回復上漲趨勢，下表即是 JGC 公司對於各項設備價格趨勢的預測：

↗ : upward

→ : stable

↘ : downward

		1Q/2Q 2009	3Q/4Q 2009	1Q/2Q 2010			1Q/2Q 2009	3Q/4Q 2009	1Q/2Q 2010
EQUIPMENT	Special Reactor	→	→	↗	P I P E I N G I N S T R U M E N T E L E C	Structure Steel	↘	↗	↗
	Tower & Drum					Seamless Pipe (CS)	↘	→	↗
	- Carbon Steel	↘	→	→		Welded Pipe (CS)	↘	→	↗
	- Stainless Steel	↘	↗	↗		Stainless Steel Pipe	↘	↗	↗
	- Clad & Low Alloy	↘	↗	↗		Fitting / Flange	↘	→	↗
	- Large size	↘	→	↗		Valve	↘	→	↗
	S&T Heat Exchanger					DCS	↘	→	→
	- Carbon Steel	↘	→	→		Control Valve	↘	→	↗
	- Stainless Steel	↘	↗	↗		Field Instrument	→	→	→
	Air Cooled Heat Exchanger	↘	→	↗		Switchgear	→	→	↗
	Pump	↘	↘	↗		Transformer	↘	↗	↗
	Compressor	→	→	↗		Cable	↘	↗	↗
	Transportation	↘	↘	↗					

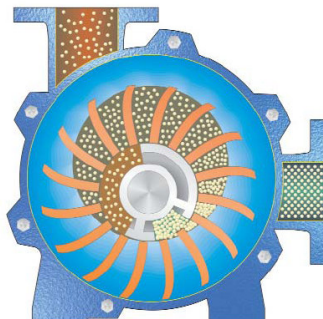
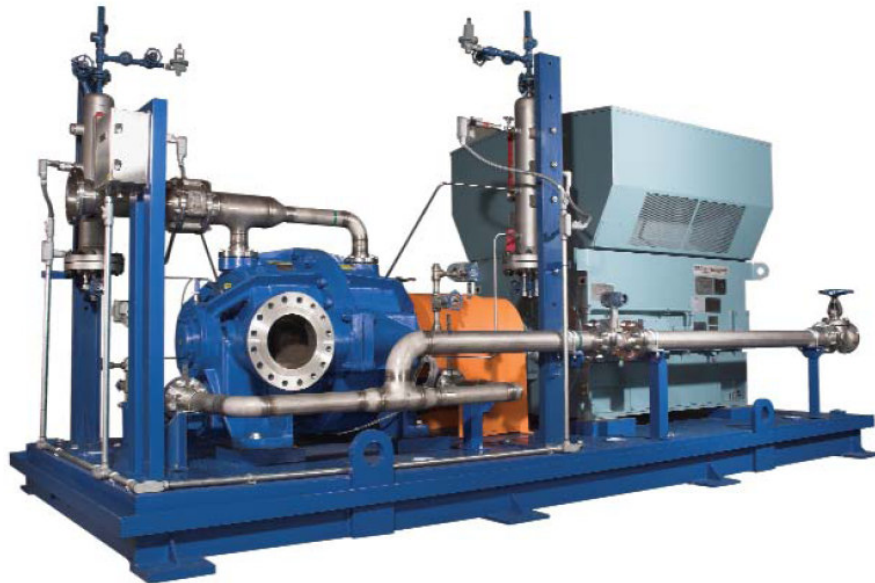
綜合上述，桃園廠復建中之第三重油加氫脫硫投資計畫計畫應把握此一買方市場時機，加速主要設備採購及 EPC 工程發包工作。

4. 污染防制技術：

JGC 公司介紹其 De-NO_x 觸媒及廢氣回收技術，因其 De-NO_x 觸媒與一般 De-NO_x 觸媒並無明顯差異，故在本報告中不再深入說明，其廢氣回收技術則有以下幾點可作為桃園廠參考：

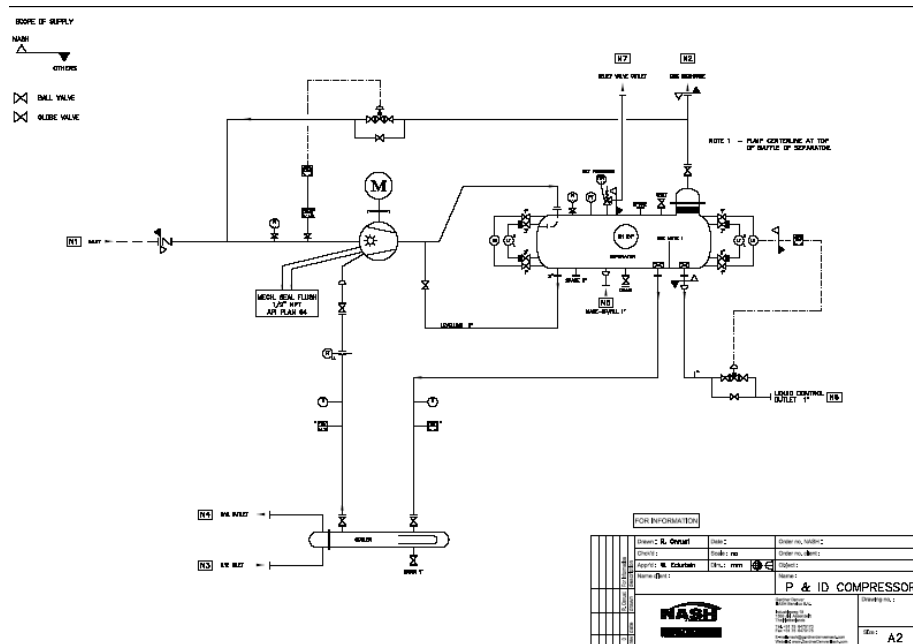
A. 使用液封式離心壓縮機：

JGC 公司廢氣回收流程與桃園廠類似，均是在 HC Flare Header 上裝設回收壓縮機，其中最大的不同在於桃園廠使用兩段式往復壓縮機，而 JGC 公司使用液封式離心壓縮機，其外型、工作方式及 P&ID 如下：



A NASH liquid ring system:

- is more economical over its life cycle
- will last longer
- requires significantly less maintenance than other compressors
- provides more uptime for your plant
- is safer. The isothermal compression allows it to:
 - run cooler
 - condense hydrocarbons for sale or reuse
 - eliminate auto-ignition concerns
 - keep the discharge gas cool
 - increase bearing life
 - reduce mechanical wear
- does not require many of the complicated instrumentation safety and ancillary accessories that add complexity to hot-running compressors



由於廢氣系統組成及溫度變化大、容易有 condensate 及其他雜質，使用液封式離心壓縮機確實有其優勢，可以做為桃園廠未來規劃新廢氣回收系統參考。

B. Spill back system :

由於廢氣流量極不穩定，使用兩段式往復壓縮機經常發生進口低低壓力跳車問題，若增設 Spill back system，則又可能因 spill back gas 溫度過高而導致壓縮溫度過高問題，使用液封式離心壓縮機因壓縮氣體已與水接觸降溫，故無上述問題。

C. 高流量跳車設定：在高流量時表示大系統異常，此時廢氣溫度高且夾帶大量液滴，另此時即使回收廢氣，燃氣加熱爐可能已經切斷燃料進料，造成回收廢氣再度因超壓而回到 HC Flare Header，故此時壓縮機應連鎖停車。

5. 第六硫磺基本設計問題澄清：

此次與會之 Mr. Koji Tanaka 為桃園廠第六硫磺工場基本設計之方法工程師，故次此參訪之便作第六硫磺基本設計問題澄清：

A. Anti-Foaming Agent 應連續添加抑或在系統 foaming 時才添加？

JGC 建議在塔槽差壓上升-即系統 foaming 時才添加，理由有二：Anti-Foaming Agent 連續添加時，若添加濃度過高，反而容易導致 Foaming 情形發生；另外 Anti-Foaming Agent 會被活性炭吸收，故添加時需 Bypass 活性炭吸附槽，長期 Bypass 活性炭吸附槽容易導

致胺液中 HC 濃度上升，也會導致 Foaming。

B. JGC 為提高胺液再生效率，於系統中添加 H_3PO_4 ，有文獻報導 H_3PO_4 也是造成 Foaming 的原因之一，請教 JGC 實際操作經驗為何？

JGC 未曾有客戶反應添加 H_3PO_4 會造成系統 Foaming，理由與注意事項如下：

- a. H_3PO_4 會造成胺液 Foaming 的是因為會形成 HSS (Heat Stable Amine Salt)，一般而言 HSS 在胺液中濃度在 3 wt% 以下時是不會造成胺液 Foaming，以 LS-SCOT 系統中添加量僅 0.0143 mol- H_3PO_4 /mol-amine，應不至於會造成 Foaming。建議每週分析 H_3PO_4 濃度，避免過量添加。
- b. H_3PO_4 僅在 LS-SCOT 系統中添加，相較於循環氣及燃料氣胺液吸收系統，LS-SCOT 無 SO_2 、有機酸、氧氣及碳氫化合物等會形成 HSS 之物質，故 Foaming 的可能性更低。

五、日本 Kawasaki 煉油廠

1. 參訪過程：

九十八年九月十七日下午一時抵達 JR Kawasaki 車站，與由安排此次行程並由美國專程飛來之 ExxonMobil Research and Engineering Co. 製程專案經理 Mr. Michael Davis 會合，改搭計程車約 15 分鐘即可抵達煉油廠大門，辦完會客手續後即進入行政大樓簡報室，13:30 由 Kawasaki Refinery 副廠長 Mr. Yoshihiro Sato 及安環經理 Mr. Tomio Nomura 及技術經理 Mr. Toshiaki Nishimura 進行半小時之煉油廠簡介，隨後搭乘廠區巴士進行一半個小時廠區參觀，然後再回到簡報室進行兩小時問題討論，17:30 離開煉油廠。因部分討論內容與 Negishi 煉油廠類似，本報告中僅就差異處進行說明。

2. 煉油廠背景介紹：

Kawasaki 煉油廠為東燃石油公司(Tonen General Sekiyu K.K.)下轄之三座煉油廠之一，位於日本 Kawasaki 市東京灣邊之浮島工業區，鄰近區域全為工場及海港，並未有居民居住於廠區周界。

此煉油廠每日原油設計煉量達 335,000 BPSD (三套原油蒸餾裝

置)，是日本第二大煉量之煉油廠，佔地面積為 205 公頃。其下游化學工廠即位於臨旁，所產之化學原料-乙烯、丙烯、丁二烯和芳香烴等，可就近直接送往精製，其完備之油料輸儲整合系統，不僅節省成本，而且增進工場操作彈性。

其兩座海上浮筒可靠泊三十萬噸大型原油輪，煉製成品有 60%是依靠海運輸出。



其主要煉製設備包括：

- A · 三座蒸餾工場(335,500 桶/日)
- B · 二座真空蒸餾工場(123,000 桶/日)
- C · 二座重組工場(53,000 桶/日)
- D · 十座加氫脫硫工場(319,500 桶/日)
- E · 一座 HCC 工場(28,000 桶/日)
- F · 一座 F C C 工場(92,000 桶/日)
- G · 一座烷化工場(10,000 桶/日)
- H · 一座輕裂工場(478,400 公噸/年)
- I · 一座丁二烯萃取工場(105,400 公噸/年)
- J · 一座 Butene-1 工場(10,000 公噸/年)
- K · 一座異丁烯萃取工場(100,000 公噸/年)
- L · 一座 MEK 工場(93,000 公噸/年)
- K · 一座石油樹脂工場(32,000 公噸/年)

3. 整體安環表現：

參訪當時天氣晴朗，風不大，在廠區週界稍有煉油廠味道，在廢水處理工場生物處理單元污染物味道明顯，但在放流口處又聞不到任何廢水臭味。

Kawasaki 煉油廠的現場環境則有點令人出乎意料，場地還算整齊，不過設備外觀十分老舊，管線設備油漆剝落、生鏽嚴重。推測該公司股權有 50%以上由 ExxonMobil 所掌控，工廠操作政策以可以正常安全連續運轉、營利為最大考量。除非必要不作修改，設備外觀與操作安全無涉者，並不積極改善。

在污染排放管制上，Kawasaki 煉油廠除了要符合國家法規（大氣污染防治法、水質污濁防止法），還須遵守地方加嚴標準的 Kawasaki 市條例，另外還有總量管制自主管理值，大致上污染排放情況都符合法規，部分廢水會超出加嚴標準的 Kawasaki 市條例。例如空氣污染物排放中，Kawasaki 市條例分別是 SO_x 0.34 g/10³Kcal、NO_x 0.26 g/10³Kcal、PM₁₀ 362 ton/yr，而 2007 年 Kawasaki 煉油廠排放平均值是 SO_x 0.0008 g/10³Kcal、NO_x 0.13 g/10³Kcal、PM₁₀ 345 ton/yr，均符合法規，而在標準最嚴格的總量管制自主管理值上，NO_x 管制值為 2040 噸/年，2007 年排放量 2049 噸超出標準，2008 年立即改善降至 1800 噸。

4. 廢氣燃燒塔排放管制：

Kawasaki 煉油廠 4 座廢氣燃燒塔，並仍保留硫化氫燃燒塔，在開、停爐或操作異常時仍會有廢氣排至燃燒塔，而正常操作時，還是以環境為優先考量，最小化往廢氣燃燒塔的排放，儘可能回收氣體到燃料氣系統，或是用在其他可使用低壓氣體的用途上，並未設置 flare gas recovery system。Kawasaki 煉油廠為一高度轉化型煉油廠，故其設置多座燃氣鍋爐消耗大量產生之燃料氣，其燃氣鍋爐特別設置專用低差壓 Burner，用以回收低壓廢氣，減少廢氣燃燒塔排放。此一作法在桃園廠可應用於：

A. 在新建中之四號鍋爐增設低差壓 Burner，用以回收附近煉製工場低壓廢氣。為此一作法涉及工程變更，需請興工處協助。

B. 利用第一蒸餾 BA-101 Burner 更新時增設低差壓 Burner，若具成效

再推廣至其他工場。

5. VOC 洩漏偵測器：

日本環保法規雖未對設備元件之洩漏進行規範，但 Kawasaki 煉油廠優先導入 Smart Leak Detect and Repair (Smart LDAR) 系統，運用先進的儀器—紅外線顯像儀來篩檢設備元件之揮發性有機氣體的洩漏，測漏後立即能著手修護，以減少揮發性有機物所造成的空氣污染，並避免對操作人員的健康危害，同時降低工安風險。

6. 浮筒卸油：

Kawasaki 煉油廠因港深不足，故鋪設兩條約離岸三公里之海底管線並以兩座海上浮筒卸收原油，不論海象如何，卸油前必須將卸油區域以攔油索環繞，避免漏油污染海域。

Kawasaki 煉油廠最近規劃遷移浮筒位置，與桃園廠面對相同問題-地區漁會抗議捕魚權利受損。

參、心得

近年來每當天候不佳或工場操作異常時，輪值安管同仁就經常接到桃園廠附近居民對於空氣品質不佳的抱怨電話、有時更直接向總公司、桃園縣環保局或甚至環保署陳請，造成廠內主管極大的壓力，事後追究原因往往也僅能治標而無法治本，層出不窮的環保問題轉化成要求桃園廠遷廠的地雷，不知何時會被引爆。

曾經想過環境污染是否為煉油廠必要之惡？也曾經想過自己的工作權與尊嚴是否會在這漫無止境的環保壓力下消磨殆盡？作為一個在煉油廠工作的中油人是否就必須背負污染環境、傷害居民的污名？此次有機會到日本兩大煉油廠—Negishi 和 Kawasaki，實地看到先進煉油廠對於污染防制的實際作為與成效，讓我們對煉油廠的未來更具信心，只要腳踏實地逐步改善，一定可以做到讓居民滿意的地步，讓煉油廠擺脫污染大戶的污名。日本在十五到二十年前環保運動亦十分激烈，煉油廠在面對壓力下積極投資污染改善設備並努力改善操作，如今污染排放情形已經有大幅度改善。反省中油目前所處的處境，我們可以做的更多、更好。只有在環境保護上獲得居民的認同，我們的工作權才會獲得保障，煉油廠才能夠永續經營。

此次參訪兩家煉油廠時，其副廠長、工安經理及技術主管均事先在會議室等候並全程參與討論，十分感謝他們毫不保留的將寶貴的經驗與我們分享，亦十分訝異為什麼對於他們業務毫不相關的訪客能夠花費如此多的時間，不但討論時從容不迫，竟連過了下班時間也沒人先行離開或下逐客令，從這裡就可以看到他們對工作的認真執著，什麼時候我們也可以從紛擾的雜事中脫困，重新回到以專業技術提升績效與解決問題的工作環境中？

Kawasaki 煉油廠的環保工作明顯不如 Negishi 煉油廠，除了 Kawasaki 煉油廠位於工業區內不需直接面對民眾壓力外，主要原因在於 Kawasaki 煉油廠屬外資企業，著重短期獲利而非長期永續經營，以 NOx 排放管制為例，Kawasaki 煉油廠明明知道其 NOx 排放量緊鄰管制上限值，卻仍不願意將其低效率之 SNCR 系統改善為高投資、高操

作成本之 SCR 系統。桃園廠要改善環保體質就必須趁此國營體制作大幅度投資，以免將來經營環境改變時淪為被殺雞取卵的對象。

肆、 建議

1. 空氣污染改善部分：

- A. 若能在台灣找到廢鹼再利用之業者，建議桃園廠三支 H₂S Flare 廢氣排放管線均裝設 Caustic Scrubber。
- B. 解決內漏問題後，真空蒸餾塔塔頂排放氣先經 Amine 吸收後再送至加熱爐做為燃料。
- C. 桃園廠未來規劃新廢氣回收系統時，可參考使用液封式離心壓縮機。
- D. 在新建中之四號鍋爐增設低差壓 Burner，用以回收附近煉製工場低壓廢氣。此一部份因 EPC 工程進行中，需要興工處協助進行設計與工程變更。
- E. 第一蒸餾 BA-101 Burner 更新時增設低差壓 Burner。
- F. 將酸水進料緩衝槽及胺液進料緩衝槽槽頂持壓排放氣由原排放至廢氣燃燒塔改回收至硫磺工場處理。
- G. 將 RDS 污密封油排氣設法回收至補充氫氣壓縮機進口。

2. 廢水排放污染改善部分：

- A. 各種不同廢水分別收集處理。
- B. 落實源頭減廢，各工場排出之廢水品質不可超出設計值。

3. 睦鄰部分：

- A. 對社區居民發行煉油廠通訊。
- B. 緊急事故發生時立即在網頁上對外說明，爭取發言主動權。

4. 建議掌握目前工程市場價格低檔，第三重油加氫脫硫工場中之主要設備提前進行採購。

5. 為提高環保改善工作需要全體同仁共同努力，建議儘可能派員前往先進煉油廠觀摩考察以建立共識。