

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：考 察)

(裝訂線)

亞太協會赴日環保考察報告

服務機關：台灣電力公司

出 國 人：

職 稱：十一等一般工程監

姓 名：陳 國 義

出國地區：日本

出國日期：九十四年十二月卅一日至九十
五年元月六日

報告日期：九十五年三月一日

亞太協會赴日環保考察報告目錄

一、 緣由.....	1
二、 目的	2
三、 考察內容及過程	3
1.日本電源開發公司(EPDC/J-Power)火力發電廠煙囪規劃建造..	4
2.日本電源開發公司戴奧辛監測儀(Dioxin monitor)	15
3.日本環境廳國立環境研究所(NIES)	20
4.日本厚生勞動省國立產業醫學總合研究所(NIIH)	25
四、 考察心得及建議	28
五、 附件	30

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：亞太協會赴日環保考察報告

頁數 32 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話 台電公司環保處/陳國義/(02)23667394

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

陳國義/台電公司/工安環保處代檢課/主管/(02)23667394

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：出國地區：94 年 12 月 31 日至 95 年 1 月 6 日/日本東京市

報告日期：95 年 3 月 1 日

分類號/目

關鍵詞：風洞(Wind tunnel)、戴奧辛監測儀(Dioxin monitor)、煙氣脫硫(FDG)

內容摘要：(二百至三百字)

日本電力環保工作起步較台電早，19 年前(民國 75 年)即曾奉派員赴日研習煙氣脫硫(FGD)、廢水、廢棄物處理及噪音防制等新環保設施之規劃，當時本公司各火力廠僅有靜電集塵器，歷經多年努力後，現在各項環保設施已燦然大備並已有相當成果，兩方差距已大幅縮小，但日本仍有某些先進高效能且實用化之環保設施如乾式 FGDs、密閉式煤倉、藝術造型煙囪及先進之戴奧辛監測儀等值得借鏡。

日本各電力公司新建電廠之煙囪皆採特殊造形，以降低視覺衝擊與周圍環境協調為主要考量，頗值得參考，故特別對其規劃及施工過程多作瞭解；另對 J-Power 研發之戴奧辛監測儀亦作實際考察，該儀器甚為獨特，係由已商品化之總鹵化物(TOX)分析儀改良而成，相當實用。

所參訪之日本環保研究發機構具有國際一流水準，其作法及成果雖非本公司之主要業務，短期內並不能直接導入應用，但亦能增進所知拓廣技術來源。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網(<http://open.nat.gov.tw/reportwork>)

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：亞太協會赴日環保考察報告	
出國計畫主辦機關名稱：台灣電力公司	
出國人姓名/職稱/服務單位：陳國義/主管/台電公司工安環保處代檢課	
出國計畫 主辦機關 審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整 <input checked="" type="checkbox"/> 3.內容充實完備 <input checked="" type="checkbox"/> 4.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 5.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> (1)不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> (2)以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容以 <input type="checkbox"/> (3)內容空洞簡略容 <input type="checkbox"/> (4)未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 <input type="checkbox"/> (5)未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8.其他處理意見
層轉機關 審核意見	<input type="checkbox"/> 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分 _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 退回補正，原因： _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 其他處理意見： <input type="checkbox"/>

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

報告人



單位
主管



主管處
主管



總經理
副總經理

錦
田 3/19

亞太協會赴日環保考察報告

一、緣由

為瞭解日本在環境保護工作方面之最新進展，亞太協會每年均組團赴日本考察，本年度係由台電公司指派工安環保處代檢課陳主管國義參加該會之赴日考察團，主題為環境保護之相關項目，已按核定計畫前往，考察之機構包括日本電源開發公司總管理處(東京市)、日本環境廳國立環境研究所(筑波市)、日本厚生勞動省產業醫學研究所(相當於我國之勞研所)，自 94 年 12 月 31 日至 95 年 1 月 7 日全程共計 8 日(含自請休假 1 日在內)，適逢日本新年假期行程安排緊湊，本報告即針對所蒐集之資料及相觀見聞作一整理說明。

二、目的

本次考察旨在瞭解日本電力事業在環境保護之新近發展，獲取經驗並與以往所知所學作印證比較，或可應用於本公司各相關業務，改良現行工作方法；另同時至日本各著名環保及勞安研發機構參觀，實地探討國際先進環境研發機構之研究趨向。

由於出國考察時間短暫，故須先運用專業期刊、網際網路及以往建立之人際關係等多重管道預先蒐集資訊，瞭解國外環境科技發展概況外，接洽安排適當行程，以深入各先進國家電力同業及環保勞安機構蒐集相關技術資料及經驗，使接觸層面能深且廣，同時穩固聯繫管道，能在嗣後適時取得必須資訊。本次考察首次赴日研習已歷經 19 年(其後之國外研習多在歐美地區)，此期間環保科技並無顯著之進展，但電力事業經營環境之變遷頗大，本公司各火力電廠現已建置符合世界水準之污染防制設施，值得引進參考之技術專題已不易確立，故本次特別針對電源開發公司(J-Power，原簡稱 EPDC)火力電廠之特殊造型煙囪及戴奧辛監測儀兩項作深入之探討，嗣後亦將透過網站及電子郵件持續瞭解。

本公司環境保護與工安衛生兩處已於 91 年初合併，因此除日本國立環境研究所外，亦透過管道瞭解其國立勞動醫學研究所(相當於我國勞委會勞研所)之概況，獲取相關資訊以供參考，充份發揮國外考察應有之功能。

三、考察內容及過程

本次國外考察之地點包括日本東京地區之各電力、環保及勞安機構，涵蓋電力同業、環境及勞工安全研究機構等，分述如下：

- 1.日本電源開發公司(J-Power/EPDC)火力發電廠煙囪規劃建造
- 2.日本電源開發公司戴奧辛監測儀(Dioxin monitor)
- 3.日本環境廳國立環境研究所(NIES)
- 4.日本厚生勞動省國立環境醫學總合研究所(NIIH)

上述各機構皆屬日本國內電力、環保及勞安重鎮，此次能夠順利進行考察，多承亞太協會、台灣輸送機械公司及日本柴田科技會社等機構相關人士之鼎力協助，始能得窺堂奧獲益匪淺，特別在此記述並致謝忱。

1. 日本電源開發公司火力發電廠煙囪

本次赴日考察主要目標之一即為火力發電廠之煙囪，由於近年來日本各大廠區之高煙囪皆將傳統鋼管支架之剛硬形態，改為美觀高雅之藝術造型，其水平斷面多為矩形為主而部份邊緣略呈弧形，垂直面亦隨高度展現曲線變化，由下而上逐漸收束，再髹上簡單平淡的灰藍綠色塊或線條，甚至保留部份混凝土原色，即能與廠區與天空呈現出和諧的整體景觀。

自成田機場至東京市區沿途所見(圖 1~4)，混凝土藝術造型煙囪將近一半，類似台灣流行之圓筒形混凝土煙囪(偶有彩繪)卻幾未得見，其它歐美國家亦少有藝術造型煙囪實例，惟日本工業區多毗臨人口稠密之城市，藉由軟性之造形及色調以調和軟化冷硬之工業設施實有必要。





圖 1~4 日本東京市區至成田機場沿途所見工業廠區煙囪外觀

(95/0107.#13&10)

本次考察即以電源開發公司更新重建之磯子(Isogo)火力電廠煙囪為目標，就其設計理念及興建過程作一完整瞭解，可供本公司類似工程規劃之借鏡。

磯子電廠位於橫濱市郊濱臨東京灣，為一燃煤汽力電廠，原設立於 1967 年，設有兩部各 26.5 萬瓩之發電機組，1996 年起逐步拆除舊機組，在原址新建兩座燃煤汽力機組(圖 5~6)，容量則擴增為各 60 萬瓩，其中 1 號機已於 2002 年商轉(#2 機預定 2009 年)，而在改建期間原機組仍持續發電至 2001 年(新機組商轉前一年)全部拆除完畢為止，在有限之廠區內能做到如此緊密銜接，其工程管理之細緻及成效頗有可觀之處。煙囪則由兩座各為 120 及 140 公尺高之獨立鋼管鋼支架構造，拆除改建為一座 200m 高之鋼筋混凝土結構外殼，內含兩支直徑 5.9m 之鋼管煙道。



圖 5~6 日本電源開發公司磯子(Isogo)火力發電廠(橫濱市)今昔對照,左右分別為 1986 及 2004 年改建前後之外觀
(J-Power Isogo P.S. Brochure 1985&2004)



圖 7 磯子發電廠舊廠俯視圖

(J-Power Isogo P.S. Brochure 1985)

圖 8 磯子發電廠新廠俯視圖,正前方仍可見尚未拆除之鋼架煙囪

(Introduction of Isogo P.S.construction project 2004)



由於磯子電廠座落於橫濱市郊，屬東京都會區之一部份，市民對環境品質之要求極高，煙氣排放標準嚴格到僅有燃氣及燃油機組可順利運轉，而燃煤電廠幾已無處容身，近乎絕跡。J-Power 為使該廠維持燃煤發電，除須將污染物之排放控制在最低，例如煙氣之硫氧化物(SO₂)低於 20ppm(舊機組為 60ppm)，氮氧化物(NO_x)低於 20 ppm(舊機組為 159ppm)，使發電量倍增後之總排放量仍低於舊廠，另將煙囪高度由 120m 增至 200m，藉由提高擴散稀釋能力以降低著地濃度，達到減少環境影響目的。而加高煙囪所導致之視覺影響亦須妥善處理，否則仍不易為鄰近居民接受，因此整廠外觀色採亦精心調配，除考量廠房設施之整體協調外，更要融入當地環境景觀(圖 9~10)。在種種努力下，使磯子新廠成為東京都會區僅有的燃煤電廠。

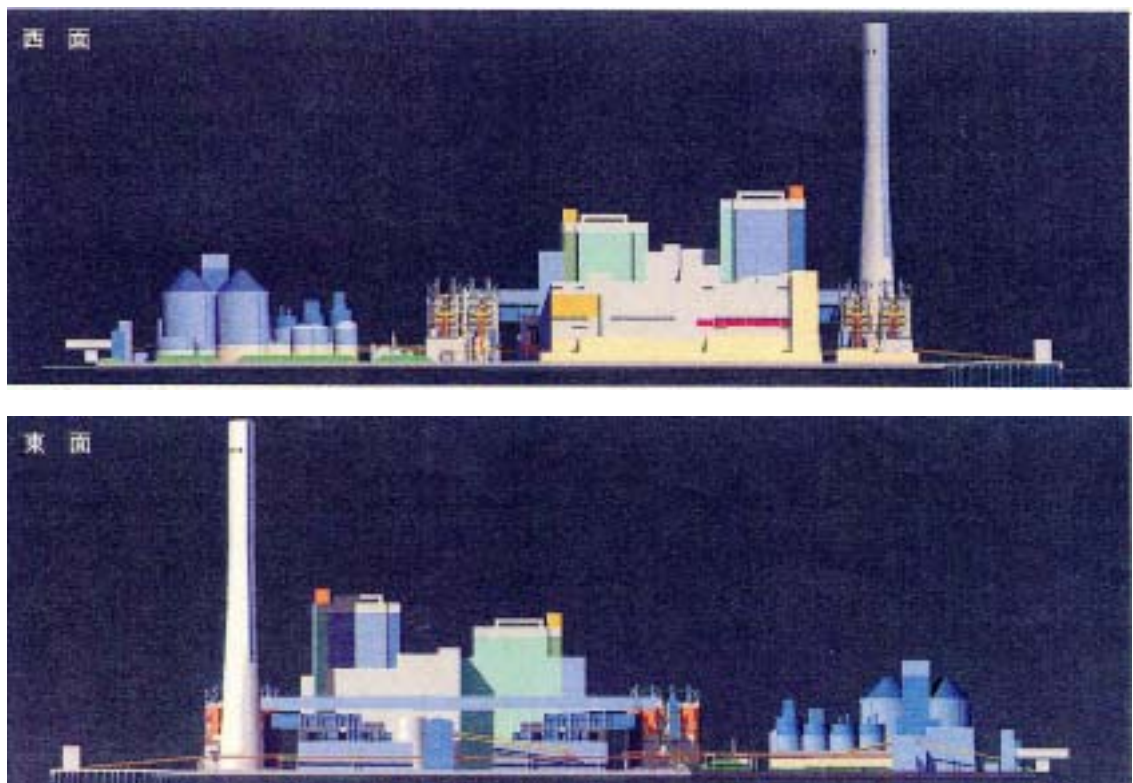


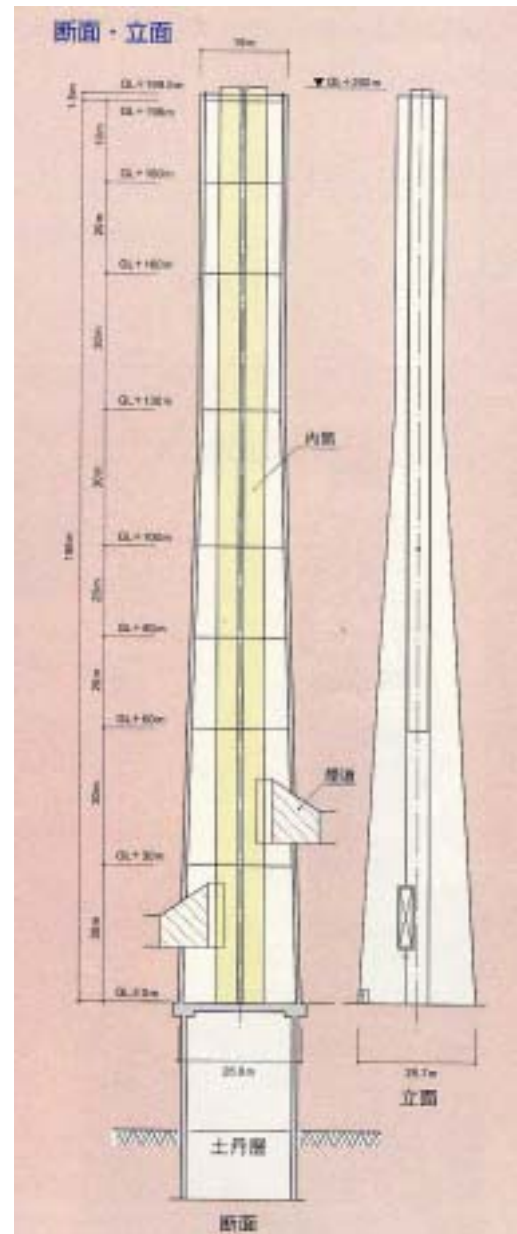
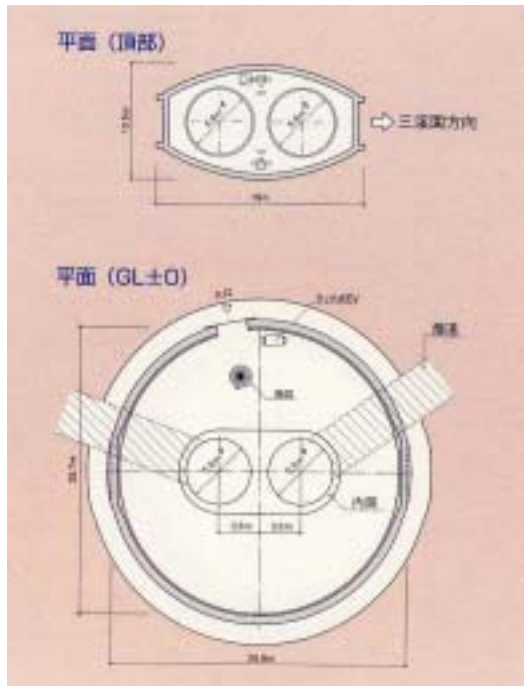
圖 9~10 磯子發電廠外觀色彩配置

(Introduction of Isogo P.S.construction project 2004)

由於高聳之煙囪自鄰近橫濱之許多觀光景點皆可見到，尤以一重要園林史蹟「三溪園」為最，故煙囪之設計即完全針對該園為主要考量，務必使呈現在該園區之外觀形狀達到最小(與隱形戰機在雷

達幕上呈現最小影像之概念相同)，因此兩支煙道排列之軸向即正對三溪園，煙囪整體外觀略呈四邊形，由底部 26.8m 圓形直徑以弧型漸變至頂端之 10.5m×19m，而以短邊朝向該園。

圖 11~12 磯子發電廠煙囪水平及垂直斷面圖
(Introduction of Isogo P.S. construction project 2004)



三溪園原為喜好藝術之絲綢貿易商原三溪(本名富太郎)所建，為一日本傳統式庭園，佔地 17.5 公頃，於 1906 年開放大眾觀賞，1953 年其家族將之捐贈予三溪園基金會保存，園內有多座歷史性建築，

係當年蒐集自京都等地區，並按各季節自然景觀精心佈設，其中 10 座已列為國定重要文化財建築物，3 座列為橫濱市指定有形文化財建築物，實為不可多得之歷史園林(圖 13~18)。



圖 13~18 日本橫濱三溪園景觀

(<http://www.sankeien.or.jp>)

多年前曾有台灣先賢遊覽三溪園即興題詩，茲引三則如下：

一為呂阿墉(呂晚村)之七言絕句

蒼涼暮色似重圍，淒冷秋風透旅衣，況復星稀無月夜，不容
烏鵲再群飛

二為陳虛谷先生(1896~1965)之秋日遊三溪園詩

嫋嫋秋風動海邊，登高一望海連天，行雲流水如相悅，斷梗
飛蓬各自憐；千種未堪哀樂集，萬緣難了愛憎纏，今生莫問
歸何處，感事懷人已惘然

三為陳虛谷先生和呂阿墉之遊三溪七絕韻

暮色蒼涼壓四圍，秋風颯颯襲人衣，可憐海闊天空處，付與

矜誇一鳥飛

呂陳二氏皆為日據時期之台灣文人，遙想當年彼等觀景有感賦詩抒懷相互唱和，詩句意境蒼涼，令人頗有感觸，不知是純為詩人吟詠園景傷春悲秋之作，抑或流露身為殖民地居民的感傷？但惜後遊者雖眾，唯皆文采不彰難期再續佳句。

如此名園勝景暨歷史古蹟自然值得保存並確保其景觀之協調，J-Power 人員稱該造型煙囪之投資金額較傳統之鋼管支架增加 50%，實屬不得不然。

煙囪之基本設計既已受限於方向，其餘則屬工程技術範疇，故 J-Power 之營建部門即展開設計，除傳統之應力結構分析外，並運用

風洞試驗以補數值模擬之不足，在施工方面則採用三組滑動模板做出不同之曲面效果。

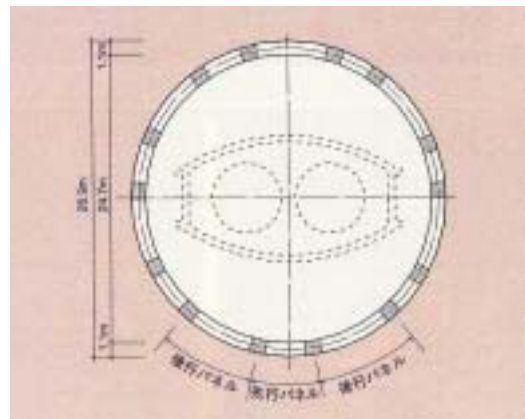
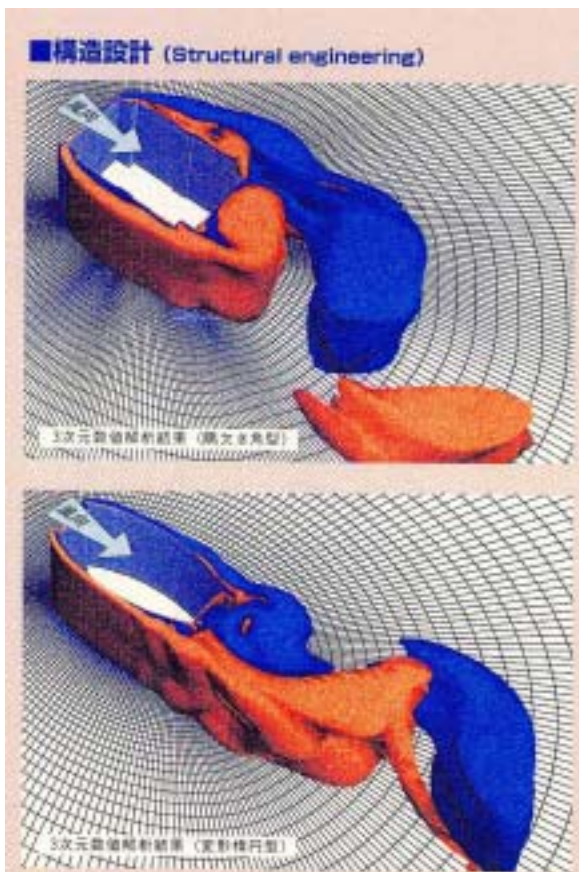


圖 19~20 磯子電廠數值模擬及滑動模板圖
(Introduction of Isogo P.S. construction project 2004)

超高建物易受風力影響多須藉風洞(或水槽)試驗以瞭解氣流分佈及其它流體力學特性，推估其受力情形，相較於圓形斷面之各方向均勻分佈，磯子新廠煙囪之複雜造形——垂直及水平斷面皆不規

則——尤須運用風洞試驗等技術以確實掌握其受力變化。至於地震抗力亦須另作保守之設計，以日本震災及防震經驗之豐富，舉世難出其右，遵循既有之工程設計規範即可獲得可靠之結果。

由於煙囪方向已定，不能藉由將最窄面朝向常年風向(最多風向)或最大風力方向以減少受力，因此僅能採取最保守之設計，將最惡劣狀況納入考量，分別以 100 年及 500 年迴歸週期之最大風速作為風力荷重，即頂端(198m 高處)62.5m/sec 及 72.5m/sec.之極端值作分析，再將各部位受力分佈作為結構設計之依據，得出混凝土厚度，鋼筋用量等數值，並預估振動、位移及變形量等(圖 21~22)。

磯子電廠之風洞試驗如何執行不及詳加瞭解，惟在參觀日本國立環境研究所(NIES)曾見其以風洞模擬川崎市區高速公路之空氣污染物擴散分佈狀況，此一技術顯已相當普及。

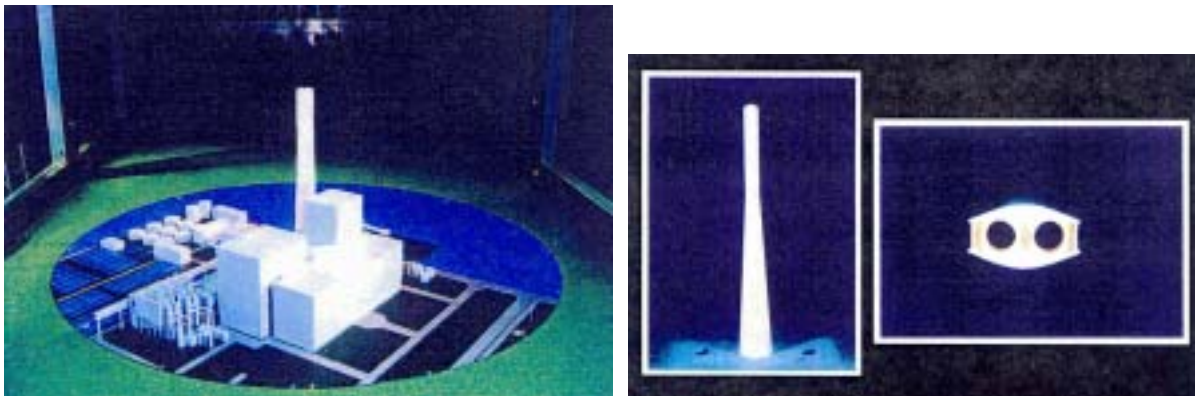


圖 21~22 磯子電廠新建煙囪風洞試驗模型及斷面

(J-Power Landscape Design Chimney 2005)

國內目前亦已具備風洞模擬技術，目前中央及淡江大學皆有風洞(圖 23~24)或水槽能執行此一規模之試驗，一般多用於飛機、船隻之設計，或流體力學及大氣擴散之研究，土木建築工程則不多見，民國 92 年即曾有中原大學土木研究所碩士生運用中央大學風洞，以台中電廠 250m 高混凝土圓筒煙囪作風洞試驗，推估各項應力、位移、變形及振動數據，完成其學位論文，而台中電廠煙囪興建之前並未進行風洞試驗，其圓形水平斷面受力分佈變化遠較不規則形單純，安全自是無虞。



圖 23~24 圖左右分別為國立中央大學及私立淡江大學之風洞模擬設施

(<http://www.cv.ncu.edu.tw/ecce/W01/index.htm>; <http://www.ce.tku.edu.tw/~wind/device.htm>)

磯子電廠煙囪工程由大林組營建集團承造，其混凝土外殼工期共計長達 10 個月之久，在高度 60m(自地面起算)以下時，每日進度僅有 1m，且只在日間施工，而升至 60m(自地面起算)以上階段，每日進度增至 3m，日夜不停施工(圖 25~28)。相形之下，台中電廠 250m 煙囪僅 2 個月即告完成，滑動鋼模每日連續上升 4m 以上不中斷，一氣呵成，兩者施工難易繁簡大為不同。



圖 25~26 磯子電廠煙囪施工過程

(Introduction of Isogo P.S.construction project 2004)

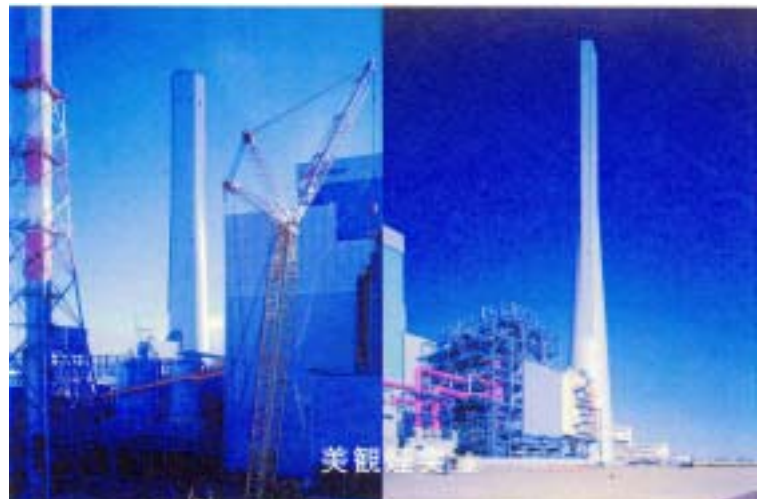




圖 27~28 磯子電廠煙囪施工及完成照片

(<http://www.obayashi.co.jp>)

J-Power 煙囪演進亦有其脈絡可循，自 1960~70 年代之前普遍使用鋼管鋼支架，到 1980 年代初改為混凝土圓筒，唯期間甚短，僅有一座位於長崎外海之松島火力電廠採用(圖 29)，隨後即演進到藝術造型形態持續迄今。除磯子電廠外，J-Power 另一橘灣(Tachibanawan)火力電廠亦採用類似之特殊造形(圖 30~32)，及規劃設計過程，日後其它類似機組煙囪大概也不會再回到鋼架或混凝土圓筒造型。台電公司近廿年來之各汽力機組之高煙囪則一成不變地沿用混凝土圓筒造型，雄矗台灣西部沿岸成為地標，似乎也該考慮有所改變，特別是位於鄰近都會、聚落或風景區的電廠，如基隆市協和電廠、通霄鎮通霄電廠、高雄市大林電廠等。



圖 29 J-Power 松島電廠煙囪俯視

(<http://www.jpowers.co.jp>)



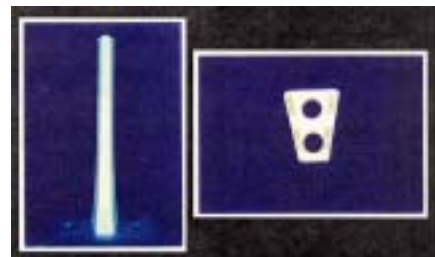
圖 30 J-Power 橘灣電廠煙囪照片

(J-Power Tachibanawan P.S. Brochure 2004)



圖 31-32 J-Power 橘灣(Tachibanawan)電廠新建煙囪風洞試驗模型及斷面

(J-Power Landscape Design Chimney 2005)



2. 日本電源開發公司戴奧辛(Dioxin)監測儀

在 J-Power 另一考察主題為有毒污染物戴奧辛(Dioxin)監測儀，該儀器係由該公司研發部門與茅崎研究所聯合開發，由於戴奧辛之標準化學檢驗方法步驟繁複且耗時甚久，不能滿足線上即時監測之需，故有研發監測儀器之構想。

一般監測儀器(monitor)之測定原理以快速且能自動操作為首要考量，多不直接應用檢驗室之化學檢驗方法，必須採取較不準確但簡便快速且可設計為自動化之方法，誤差範圍較高勢所難免，本項 Dioxin 監測儀即非直接測定戴奧辛，而係以商品化之三菱 TOX-100 型總有機鹵化物分析儀(Total Organic Halogen Compounds Analyzer)為基本測定單元，建立兩者之相關性得出戴奧辛測值，全程約 5~10 分鐘，時效大為提高。

TOX-100 型總有機鹵化物分析儀(圖 33~34)係由日本三菱化學與其子公司——戴亞儀器公司(DIA Instruments)——所產製，該監測儀已上市使用相當時日，性能穩定可靠，週邊產品發展完整，若須增加監測項目則有甚多適當模組可供選購運用。

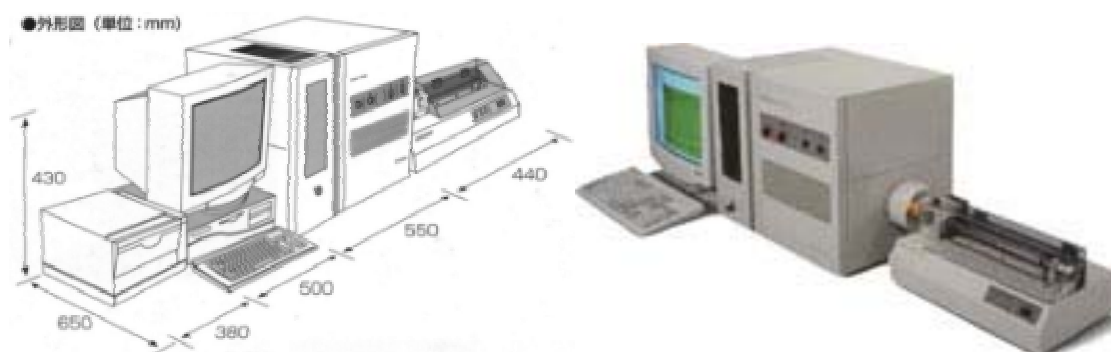


圖 33~34 日本三菱化學/DIA 儀器公司產製之 TOX-100 總有機鹵素分析儀

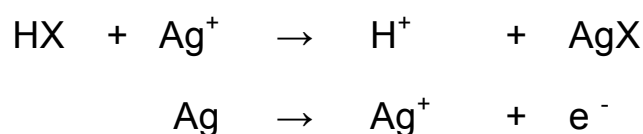
(Mitsubishi Instruments Co. TOX100 Catalog, 2005)

除總有機鹵素外，TOX-100 加裝適當模組後亦可測定硫、氯及總氮等，兼用於空氣、水及土壤(固態)樣本，其測定原理為活性碳吸附及微電量滴定(micro-coulometric titration)法，整個測定程序則依據

美國聯邦環保署之標準方法——EPA SW-846 Method 9020B for TOX (Total Organic Halides)，但其所附之自動採樣裝置一批次(batch)僅能處理 40 個樣品，並非連續自動監測，屬實驗/檢驗室用儀器，不符合 monitor 之需求，J-Power 運用微電腦儀控功能，整合自動採樣、前處理、檢驗分析暨資料紀錄處理等功能，構成一完整之連續自動監測系統，以符合線上應用需求。

常見之有機鹵化物有氟利昂(freons，如：CHClF₂、CCl₂F₂、CCl₃F 等)、鐵弗龍(teflon，為四氟乙烯的聚合物)、聚氯乙烯(PVC，為氯乙烯的聚合物)，多氯烴(如 DDT 和六氯化苯(BHC))。雖以氯化物居多，但 Method 9020B 仍可將溴(Br)、碘(I)等鹵族元素一併量測出，祇要這些溶解性分子能被粒狀活性碳(GAC)吸附，而氟(F)系分子則無法測得。此方法另一限制是樣本中的無機鹵化物濃度不得大於有機鹵化物的 2 萬倍，也測不到非溶解性固體中的有機鹵化物，因此必須在前處理階段即去除固體雜質及無機鹵化物，故總有機鹵化物(TOX，Total Organic Halides)亦稱為吸附性有機鹵化物(AOX, Adsorption Organic Halides)。

用以吸附有機鹵化物的粒狀活性碳粒徑在 100~200mesh 之間，用量為每 40mg 粒狀活性碳所吸附之有機鹵化物量須低於 1,000ng(以 Cl 表示)，樣本須通過兩支粒狀活性碳管，先作 AOX 吸附，再以稀硝酸滌洗去除某些同時被吸附的無機鹵化物。有機鹵化物連同粒狀活性碳一併導入熱裂解(pyrolysis)槽，氧化為鹵化氫(HX)，最後以微電量滴定(亦稱庫倫滴定)法得出有機鹵化物總量，而以氯當量表示，三菱 TOX-100 分析儀係以銀離子作滴定劑，熱裂解溫度可達 1,100 °C，反應式如下：



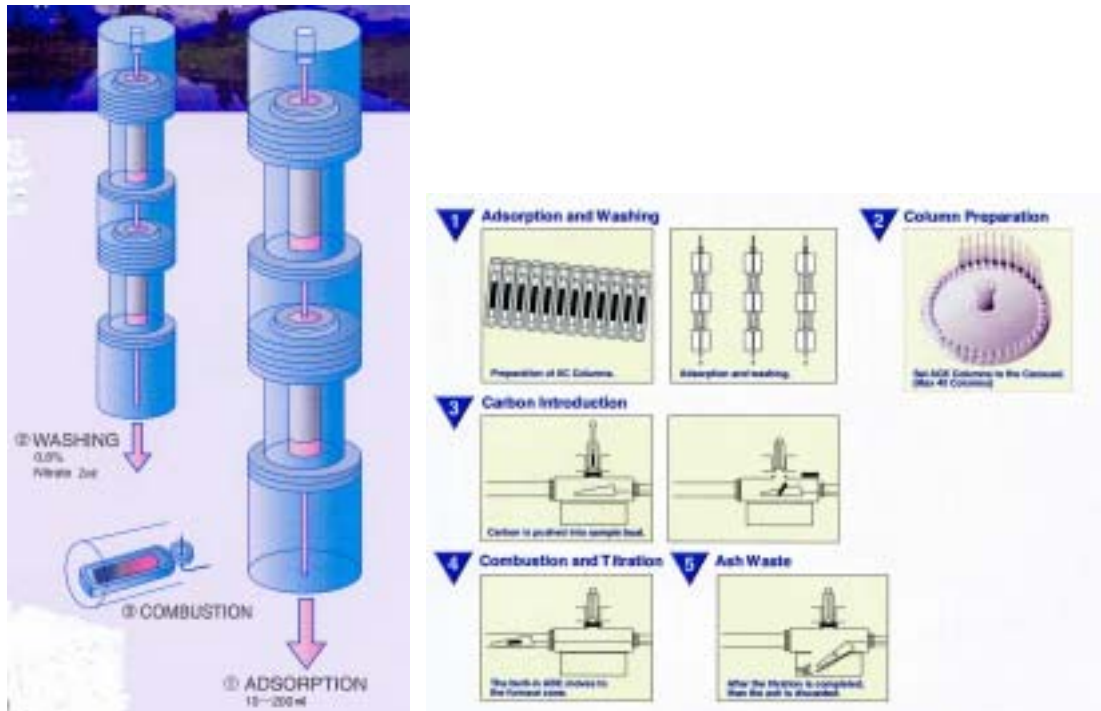


圖 35~36 日本三菱化學/DIA 公司 TOX-100 型分析儀採樣分析流程

(Mitsubishi Instruments Co. TOX100 Catalog, 2005)

單就 TOX-100 分析儀而言，其測定範圍在 $0.1\sim 50\mu\text{g}$ ，依樣本量大小而異，準確性在 3% 以內。

J-Power 所研發之 OHC-201 監測儀，係將三菱 TOX-100 總有機鹵化物分析儀擴充功能成為有機鹵化物監測儀，原功能僅監測有機鹵化物，且係目前(截至 2005 年 4 月)唯一之 TOX/OHC 監測儀，雖



尚未取得相關環保機關(日本環境廳、美國環保署等)及標準機構(JIS、ASTM、TüV 等)認證，但已脫離開發設計階段並已有 3 台裝設實績，每套定價 1,800 萬日元，將在累積相關測試運轉資料，逐漸修改定型後取得認證後再量產。

圖 37 OHC-201 型總有機鹵素監測儀外觀

(J-Power OHC 201 Catalog, 2005)

而在研發及測試過程中，發現 Dioxin 與有機鹵化物具有高度相關性，特別是在煙氣中氯烷($\text{ClxCH}_4\text{-X}$)及氯酚類物質含量較高時，在建立相關性後，利用儀器內建之微電腦可即時自有機鹵化物測值得出 Dioxin 濃度，唯此一關係式係得自一般廢棄物焚化爐排放之廢氣，不同之燃燒裝置可能有相異之結果，須個別建立其相關性。

圖 38 OHC-201 型有機鹵素監測儀主要組件，由上至下分別為資料處理電腦、儀控單元 及 TOX-100 總有機鹵素分析儀
(J-Power OHC 201 Catalog, 2005)

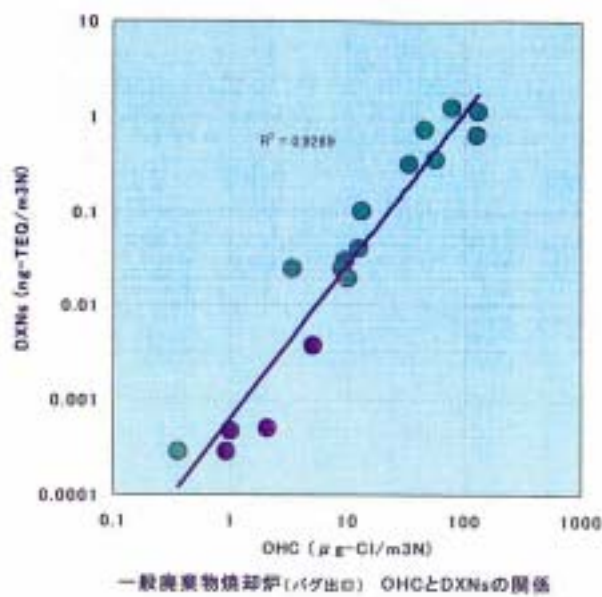


圖 39 OHC-201 型有機鹵素監測儀實測值與 Dioxin 關係式
(J-Power OHC 201 Catalog, 2005)

該監測儀目前雖尚未取得相關機構認證，暫無法作商品化銷售，但運用已成熟之分析儀器予以改裝並擴充功能，以符合實際需求之作法則甚為可取，特別是 J-Power 研發人員努力開發新技術及用途之精神頗值得本公司同仁學習。

相形之下，本公司徒有龐大的空氣品質監測網，環境空氣品質監測站多達 60 座，各發電機組煙氣排放監測系統(CEMS)亦有 50 餘套，其設置及每年投入之維護經費甚為可觀；唯所有操作及維修完

全倚賴外包廠家，遑論再據以研發適用之新儀器設備，技術完全受制於人，測值之正確性及其所代表之意義亦無法有效掌握，也影響對環境品質變化之瞭解，未能發揮最大效益。

形成如此態勢固然是受限於種種主客觀因素，而祇圖短期便利卻未長期持續培養技術團隊累積經驗，以建立自有技術能力，確是國內許多機構的共同現象，本公司先前曾多次派員赴國外考察研習監測技術，遍訪世界各先進國家環保機構及電力同業之監測部門，在歷次出國報告(陳國義出國報告，民國 79、82、85、89 年)多有述及，惟缺乏積極進取之企圖心終究未獲得具體成果，也喪失未來可能的商機。

3. 日本環境廳所屬國立環境研究所(NIES)

國立環境研究所 NIES(National Institute for Environmental Studies) 座落於東京附近筑波研發園區，佔地 23 公頃，成立於 1974 年已有三十餘年歷史，原先直屬日本環境廳，2001 年配合日本政府改造計畫改制為獨立行政法人以因應社會需要，日本許多環境品質管理、環境監測、生態體系、污染物排放擴散研究及永續發展等主題之研發皆在此進行。目前編制員額 275 人，而訪問及協同研究員則多達 668 人，包括國外研究員 73 名，在編制內人員中，研究員佔 201 人，其中九成具有博士學位，允為日本環境研究之重鎮。

在改制後該所部份經費須自籌，2001 至 2005 年之總預算約為 713.7 億日元，2005 年度則為 141.3 億日元，其中 65% 來自作業基金撥款，34% 則為委辦計畫或補助，就環境領域之研究而言應屬頗為充裕。



圖 40 日本國立環境研究所 NIES 園區景觀

(NIES Brochure, 2005)

在組織架構方面，NIES 的研究部門分為六個領域，大致按傳統之自然環境與人文社會作區隔，列舉如下：

- 1.環境與社會體系
- 2.環境化學
- 3.環境與人類健康
- 4.大氣圈環境
- 5.水及土壤圈環境
- 6.生物圈環境

此六大領域亦為常設之部門，其下各設有數個研究室，而針對 21 世紀人類所面對之課題，NIES 列出六大特別優先研究方向，成立任務編組，整合各部門之資源作跨領域之研究，分別是：

- 1.氣候變遷
- 2.臭氧層破壞
- 3.內分泌干擾物質(endocrine disruptors)與戴奧辛
- 4.生物多樣性(biodiversity)
- 5.集水區(流域)環境管理
- 6.大氣 PM2.5 粒子與柴油廢氣顆粒(DEP)



圖 41 日本國立環境研究所監測船，自 1977 年起連續監測 Kasumigaura 湖水水質

(NIES Brochure, 2005)

此外另有兩個政策影響研究主題，一為物質循環(material cycle)與廢棄物管理，一為化學物質之環境風險(environment risk)，而針對東北亞沙塵暴問題(日本稱為黃砂)，特設有一統括研究官主導專案研究，研究主題涵蓋各環境領域，並將人文社會影響納入，可謂相當周全。

本次考察重點主要在空氣污染方面，由環境分析化學研究室由室長西川雅高博士接待及研討，並導引參觀該所設施並與相關人士訪談。西川博士長期致力於空氣污染物之擴散與監測分析，並參加華北沙塵暴長程輸散之跨國研究計畫多年，前曾來台參加相關之研討會，其研究室有多種檢驗分析設備，亦有連續自動監測儀器，具備比對不同廠牌型號監測儀器能力。

NIES 設置有七座大型環境品質監測站，分佈於日本各地，最南端之一座監測站位於琉球(日本稱沖繩縣)八重山諸島之波照間島，已達台灣花蓮外海。此類監測站之等級遠高於一般常規測站，其定位並非例行之空氣品質監測與發佈，而純為研究導向，故其儀器甚為精密，某些係屬實驗專用，或仍在原型(prototype)測試調校階段，各測站特別設在極端之地區，例如日本全境最北(南)端或最高處者則是在取得背景參考資料，就地理區而論，已跨越寒帶溫帶而至亞熱帶，因此取得之數據資料頗具代表性。

在分析實驗設施方面，NIES 除有精密之物理、化學及生物檢驗設備外，並有執行空氣污染物擴散模擬之風洞、汽車排氣及噪音之無響室、大氣溫度垂直變化之聲波(都卜勒)雷達、水質採樣分析研究船等，以及作 GIS 與各種資料處理之高效能電腦系統，並運用人造衛星作臭氣層監測。

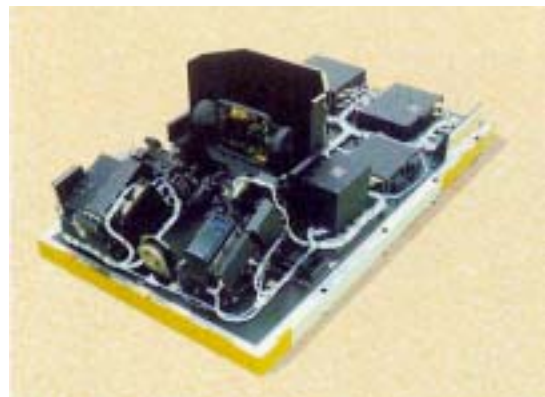
NIES 經費充裕，有專屬之船隻及人造衛星(模組)從事環境監測，該所自 1977 年起即以監測船在 Kasumigaura 湖作水質連續監測，歷 28 年之久，而以人造衛星作為臭氣層監測載台始於 1990 年代，

當時將改良型先進大氣頻譜遺感應裝置(ILAS, Improved Limb Atmospheric Spectrometer)安裝至日本所發射之地球觀察衛星(ADEOS, Advanced Earth Observing Satellite)，自 1996 年 11 月至 1997 年 7 月



僅運作 8 個月，其後之 ILAS II 則自 2002 年 12 月運作至 2003 年 10 月亦僅有 10 個月，雖然有相當收穫但投資鉅大而效益有限。

圖 42~43 日本地球觀察衛星(ADEOS)及改良型先進大氣頻譜遺感應裝置(ILAS)
(NIES Brochure, 2005)



其後則改採探空氣球方式採樣，以跨國合作方式分別在北歐斯堪地那維亞半島及日本東部實施，也在筑波當地用臭氧雷射雷達作垂直觀測，但皆不能獲得類似人造衛星之大範圍大尺度之觀測成果。單一點狀之臭氧垂直面監測自無法對其空間分佈及時間變化作充份之瞭解。

日本太空科技成果與其耀眼之產業及其它科技發展相較，顯得黯然失色，也連帶影響某些研發工作進展。現代科技環環相扣，缺

少某一項即有可能造成許多其它研究停滯中斷，在此一案例中即可明顯得見。

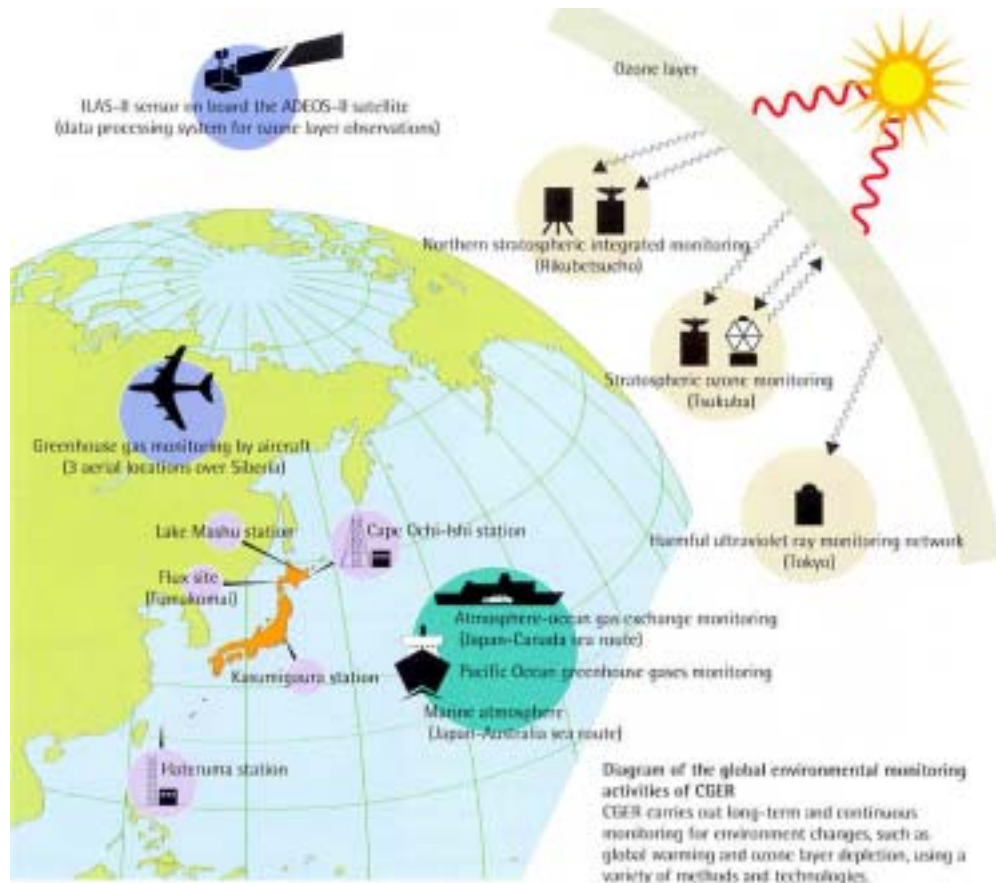


圖 44 日本 NIES 溫室效應國際聯合觀測計畫

(NIES Brochure, 2005)

由於現代許多污染物擴散及環境變遷影響範圍已達跨國越洲之程度，因此 NIES 有許多國際研究計畫，西川雅高博士長期致力之華北沙塵暴長程輸散研究即有日、韓及中國大陸等國共同參與，該所許多外籍研究人員即係因從事此類研究計畫而由各國派駐至日本，為國際間共同因應環境問題樹立良好合作範例。

4. 日本厚生勞動省國立環境醫學總合研究所(NIIH)

日本所稱之「產業醫學」係指勞工安全衛生，亦即作業場所之危害狀況、安全防護設施與護具，及職業災病等，與一般著重治療之「醫學」略有不同。本次考察期間承柴田(Sibata)儀器公司柴田幸宏社長等人之安排，有機會至日本勞動省所屬產業醫學總合研究所(National Institute of Industrial Health)考察，得以瞭解其研究內容及相關業務。

該所位於東京附近之川崎市，座落在離市區數公里的山頭上，至窗口即可俯瞰該市，規模雖不及 NIES，但其歷史則可溯至 1949 年勞動省勞動基準局之矽肺試驗室，其後於 1956 成立勞動衛生研究所，1976 改制為現在名稱及體制，2001 年隨勞動省改制為厚生勞動省改組為獨立行政法人。川崎市原本即為一高度工業化且重度污染之城市，可供實驗之樣本及場所既多且近在咫尺，NIIH 選在此處自有其淵源，與晚期規劃之園區型研究機構如 NIES 風格大為不同。



圖 45 日本國立
環境醫學總合
研究所(NIIH)
俯視圖 (NIH brochure, 2005)

由於成立時間久遠，在所內仍可見到早年許多有害物質及職業病之研究設施，例如石棉、粉塵的研究室，雖然石棉早已禁用多時，但長期之追蹤研究仍未終止；也有較新的項目如有害物質對 DNA 與遺傳影響等，其研究主題均與勞工安全衛生直接相關，較諸 NIES 跨國越洲涵蓋全球之研究範圍，成果更為直接實用。

該所設有五個研究部，其下各設若干研究室，所拜訪之人間工學特性研究部主任明星敏彥博士所進行之研究項目有防毒防塵面罩之特性測試，包括氣密及與臉部之密合等(圖 46~47)，及噪音影響測定等(圖 48~49)。



圖 46~47 日本國立產業醫學總合研究所粉塵及面罩檢驗

(NIH brochure, 2005)

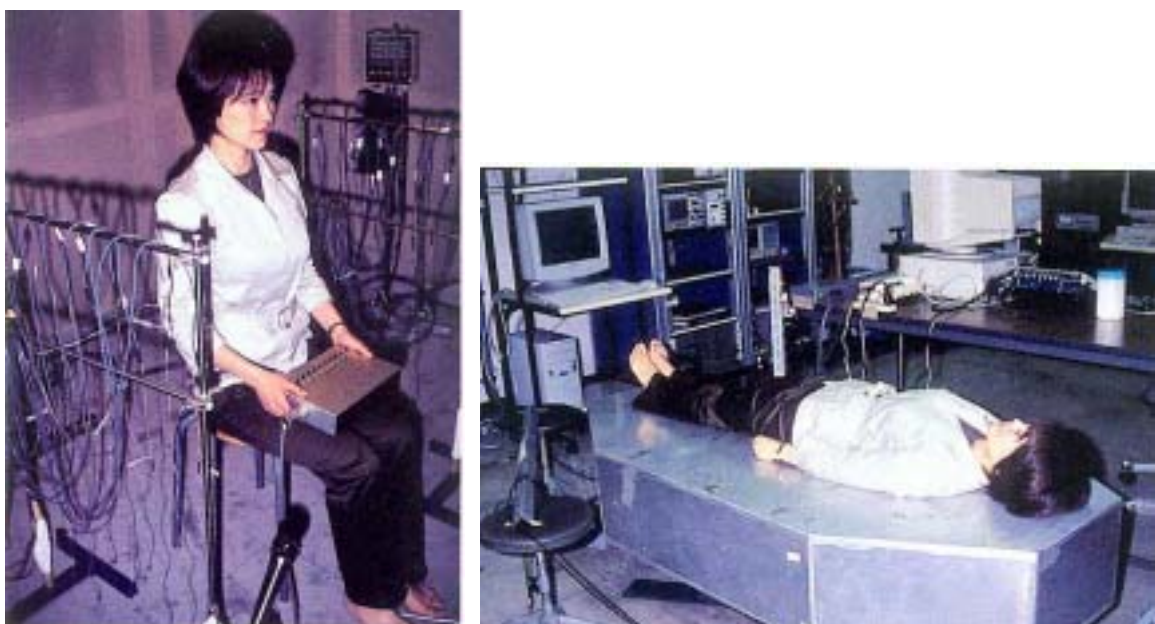


圖 48~49 日本國立產業醫學總合研究所噪音及振動影響測試

(NIH brochure, 2005)

該所五個研究部分別為：

- 1.作業條件適應研究部
- 2.健康障害預防研究部
- 3.有害性評價研究部
- 4.作業環境計測研究部
- 5.人間工學特性研究部

另有相關之企劃與行政支援單位等，總人數約 200 人，全所面積僅 2.3 公頃，房舍歷盡滄桑且頗擁擠，與氣勢宏偉光鮮亮麗之 NIES 無法相提並論，卻也符合預防職災之氛圍。由於工安較偏離亞太協會環保考察之主題，故未多作深入瞭解，以後派員至日本考察或研習工安衛生，NIIH 實不應錯過。

四、考察心得及建議

與首次奉派赴日本實習(民國 75 年)相較，本公司近 20 年來在環保工作方面實有長足進步，可謂已並駕其驅，從幾無環保設施(民國 75 年各火力電廠僅有靜電集塵器, ESP)到目前之 FGD、SCR 一應俱全，連綠(美化、煙囪彩繪等)亦有著墨，所缺者大約僅有真空輸煤帶及特殊造型之煙囪，前者可自設備供應商購得，後者則須付出心力仔細考量，在建造成本及環境景觀協調上多所努力，找出適當作法，不應拘泥於一成不變的圓筒混凝土煙囪，例如規劃中之深澳電廠大型煙囪，頂端再加設旋轉餐廳，放在北濱公路海岸風景中顯得誇張突兀，即不如採取低調以減低視覺衝擊之作法，將之融入當地景觀中。

J-Power 規模不若本公司，但其經營態度積極進取，不僅電力技術保持先進，也戮力爭取各種業務增加營收，該公司在世界各地收購或投資電力事業，包括台灣嘉義之嘉惠電力裝置容量(67 萬瓩)在內，至 2004 年已達 15 座，全無一般電力事業劃地自限(或佔地為王)之消極保守心態。即連非屬本業之環境品質監測儀器研發亦努力投入，設法取得技術領先並增加營收，其所研發之戴奧辛監測儀是否確有市場價值尚難預卜，該公司研發部門人員之努力確實值得肯定。以本公司監測網規模之大，投入之設置與每年維護費之多實應掌握相關技術，進而開發新技術及設備以應實際需求，例如數年前曾進行之 PEMS 研究(即新一代之 CEMS)，惜隨後因研發經費受公司利潤縮減影響而無以為繼，仍有待日後再努力。

受限於國力，我國不可能設立規模如同日本國立環境研究所或美國聯邦環保署空氣品質研究園區(RTP, Research Triangle Park, 在北卡州有 700 名空氣品質研究人員，詳見陳國義 89 年出國實習報告)之環境研究單位，目前環保署檢驗所之功能即如其名，以污染物檢驗方法之制定為主，不能奢言跨國研究或進行各種尖端之研發，但實際上各大學及研究機構投入環保之人力與經費並不在少，特別是年有數億空污費用於專題研

究，累積十數年來應有相當成果，但有限之資源分散而不能聚焦且持續，又時有重複，成果自不易彰顯。

如何釐清方向整合運用相關科技當為環境研究之要務，在跨領域研究盛行之際，若能將國內已有相當基礎之資訊(IT)、生化分析檢驗、風洞模擬與人造衛星觀測等納入各項環境科技之研發，未必不能在某些特定領域趕上(甚或超越)日本之水準。

五、附件

表 1 台電工安環保處陳國義赴日本考察聯絡人及通訊處一覽表

表 2 台電工安環保處陳國義赴日本考察攜回資料一覽表

表 1 台電工安環保處陳國義赴日本考察聯絡人及通訊處一覽表

尾ノ井芳樹(Yoshiki Onoi) 電源開發株式會社 事業企劃部 部長代理

Tel.002-10-3-35469623,F#:-35469531, e-mail: yoshiki_onoi@jpower.co.jp

104-8165 日本東京都中央區銀座 6-15-1

小野木隆浩(Takahiro Onogi) 電源開發株式會社營建部建築課長

Tel.002-10-3-35469407,F#:-35467068, e-mail: takahiro_onogi@jpower.co.jp

104-8165 日本東京都中央區銀座 6-15-1

筑田英樹(Hideki Tsukuda) 電源開發株式會社新事業部副部長

Tel.002-10-3-35469563,F#:-35468230, e-mail: hideki_tsukuda@jpower.co.jp

104-8165 日本東京都中央區銀座 6-15-1

渡邊喜久(yoshihisa_watanabe) 電源開發株式會社新事業部環境事業群

Tel.002-10-3-35469563,F#:-35468230, e-mail: yoshihisa_watanabe@jpower.co.jp

104-8165 日本東京都中央區銀座 6-15-1

西川雅高(Masataka Nishikawa)博士, 國立環境研究所 環境分析化學研究室室長

Tel.002-10-29-8502495, F#:-8502495, e-mail:mnishi@nies.go.jp

305-8506 日本茨城縣筑波市小野川 16-2

明星敏彥(Toshihiko Myojo)博士,產業醫學總合研究所 人間工學特性研究部主任

Tel.002-10-44-8656111, F#:-8656124, e-mail:myojo@niih.go.jp

214-8585 日本川崎市多摩區長尾 6-21-1

柴田幸弘(Yukihiro Shibata)社長,日本柴田科學株式會社

Tel.002-10-3-52596061, F#:-52596062, e-mail:yukihiro@sibat.co.jp

101-0053 日本東京都千代田區美士代町 7-4

表 2 台電工安環保處陳國義赴日本考察攜回資料一覽表

- 1.Environmental and Social Activities Report 2003, 日本電源開發株式會社
- 2.J-Power/EPDC 2005, Corporate Brochure, 日本電源開發株式會社
- 3.Reborn, Isogo Thermal Power Station, 日本電源開發株式會社磯子發電所
- 4.Isogo Thermal Power Station 1985, 日本電源開發株式會社磯子發電所
- 5.磯子發電所新 1 号機建築工事概要, 日本電源開發株式會社
- 6.Energy and Environment, Japan's Electric Power Industry in the world, 日本電氣事業連合會, 2003-2004
- 7.NIES 2005, 國立環境研究所年報, 2005 年
- 8.NIIH 2005, 日本環境醫學總合研究所概要, 2005 年