

行政院及所屬各機關出國報告

出國報告（出國類別：開會暨考察）

日本東京參加EcoBalance 2010國際  
研討會暨參訪行程  
出國報告書

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：孫冬京稽查督察員

蘇建文環境技術師

派赴國家：日本

出國期間：99年11月8日至11月12日

報告日期：100年2月11日



## 出國報告摘要

- 一、 出國計畫名稱：日本東京參加EcoBalance 2010國際研討會暨參訪行程
- 二、 出國人：孫冬京聘用稽查督察員  
蘇建文特約環境技術師
- 三、 出國日期：99年11月8日至99年11月12日
- 四、 出國行程與內容概要：

日期與時間		行程內容
99.11.08	下午	啟程，抵達日本東京
99.11.09	上午	參訪清水建設土壤洗淨事業中心
	下午	拜會清水建設技術研究所
99.11.10		出席 EcoBalance 2010 國際研討會
99.11.11	上午	出席 EcoBalance 2010 國際研討會
	下午	拜會財團法人日本環境協會 社團法人土壤研究中心
99.11.12	上午	出席 EcoBalance 2010 國際研討會
	下午	出席 EcoBalance 2010 國際研討會 返程，回到台北

- 五、 行程成果評估及心得建議：

(一) 本次EcoBalance 2010國際研討會主要議題在於「為了

永續的未來，下一個10年我們應該做的事」，以長期環境永續發展的方向與目標，包括氣候變遷、經濟與環境的平衡、減碳25%的國家目標達成以及長期毒性化學物質的管理等。在許多領域的決策可能對環境造成重大衝擊或對社經層面造成負面衝擊，要能在直接與間接的影響作平衡的決定，應該要以生命週期的角度為基礎，作全面性的考量。

(二) 參考日本清水建設之經驗，對其土壤與地下水調查及整治技術研究發展走向有初步的了解，除了顯示日本在整治技術上的發展是由離地技術(土壤清洗)為先，現地整治技術為後(原位置淨化對策)，恰與國內的發展方式相反，因此在技術合作上具有互補的特性，未來雙方有合作的契機。土壤清洗技術在日本已是發展相關成熟的技術，同時也已被應用於戴奧辛污染土壤的清洗，其程序亦不複雜，對於解決國內戴奧辛污染土壤的問題應該具有可應用性。然而，要在國內建置類似的處理廠，仍必須解決污染土壤最終處置的問題。

(三) 日本在污染土壤相關政策工作推動上，不僅有法定的財團法人日本環境協會的支援，同時也充分獲得民間的土壤研究中心的協助，對於整體污染土壤的管理，能夠充分的掌握。這種產官的合作模式，對於國家整體利益可以產生相當正面的影響，對於國內的公部門而言，也相當值得借鏡。

(四) 建議能持續維持台日環保交流，日本土壤及地下水污染調查市場成熟，結合工業技術與土木建設能力，往往能將各式整治方法做最大的發揮，藉助與日本技術經驗交流，加速國內污染場址整治。



# 目錄

出國報告摘要.....	i
目錄.....	v
圖目錄.....	vii
表標題.....	ix
第一章.....	前言
.....	1
第二章.....	清水建設參訪
.....	3
2.1 土壤清洗事業中心 .....	3
2.2 戴奧辛土壤清洗廠設計概念 .....	5
2.3 戴奧辛土壤清洗廠之單元程序 .....	6
2.4 清水建設技術研究所 .....	14
第三章.....	EcoBalance 2010 研討會
.....	23
3.1 研討會沿革 .....	23

3.2 日本的重要課題 .....	23
3.3 生命週期管理的重要課題 .....	25
第四章..... 土壤環境管理之民間組織	
.....	29
4.1 社團法人土壤研究中心 .....	29
3.2 財團法人日本環境協會 .....	30
第五章..... 結 語	
.....	33



## 圖目錄

圖 2-1、清水建設的土壤清洗廠網路.....	3
圖 2-2、日本國內（上）與清水建設（下）的土壤清洗業務.....	4
圖 2-3、戴奧辛土壤清洗廠位置圖.....	5
圖 2-4、戴奧辛土壤清洗廠配置圖.....	10
圖 2-5、土壤清洗廠外部建置過程.....	11
圖 2-6、戴奧辛污染土壤清洗流程示意圖.....	12
圖 2-7、清洗廠的單元操作室與遠端監控設計.....	12
圖 2-8、緊急廢水處理設備.....	13
圖 2-9、後端空氣處理設備.....	13
圖 2-10、雙核心大樓結構設計.....	15
圖 2-11、系統化設計概念與傳統設計思維的對比.....	16
圖 2-12、系統化設計概念與傳統設計思維的對比.....	17
圖 2-22、大樓節能管理資訊系統.....	18

圖 2-14、微生物分解與二氧化碳產生之反應式.....	19
圖 2-15、二氧化碳偵測技術之現場測試結果.....	20
圖 2-25、整治工程設計流程示意圖 (以土耕法為例).....	22
圖 4-1、拜會財團法人日本環境協會.....	29

## 表目錄

表 1-1、本次參訪行程表 .....	2
表 2-1、以二氧化碳監測為基礎之污染調查技術試驗內容.....	20



## 第一章 前言

本次主要為參加於第九屆 EcoBalance 2010 國際研討會 (EcoBalance 2010)，本署以 Sustainable Use of Contaminated Land in Taiwan 為題發表論文而前往日本，為能充分利用本次的論文機會，亦以土壤與地下水污染整治相關技術為重點，安排多項參訪行程（表一）。藉以瞭解日本目前於此領域之發展狀況。本項報告依據本次參訪主要標的及研討會區分為三大部分：

- 日本清水建設土壤清洗廠與技術研究所考察
- EcoBalance 2010 國際研討會
- 拜會財團法人日本環境協會以及社團法人土壤研究中心

最後並就本次各項行程所見對於未來相關技術發展與值得國內參考與借鏡之處提出建議。

表 1-1、本次參訪行程表

日期與時間		行程內容
99.11.08	下午	啟程，抵達日本東京
99.11.09	上午	參訪清水建設土壤洗淨事業中心
	下午	拜會清水建設技術研究所
99.11.10		出席 EcoBalance 2010 國際研討會
99.11.11	上午	出席 EcoBalance 2010 國際研討會
	下午	拜會財團法人日本環境協會 社團法人土壤研究中心
99.11.12	上午	出席 EcoBalance 2010 國際研討會
	下午	出席 EcoBalance 2010 國際研討會 返程，回到台北

## 第二章 清水建設參訪

### 2.1 土壤清洗事業中心

日本清水建設於 2001 年 10 月正式成立土壤環境本部，自荷蘭國家科學應用研究院 (TNO) 引入土壤清洗技術。在日本的『土壤污染對策法』於 2002 年正式公告後，清水建設正式啟用位於川崎市的土壤清洗廠，主要處理重金屬污染土壤，隨著土壤清洗市場的逐步提昇，該公司也逐步擴展其土壤洗淨廠網路 (圖 2-1)，除了前述位於川崎市的固定式清洗廠外，也建造了移動式的土壤清洗設備，使土壤清洗技術被廣泛的應用在污染土壤的現地與離地處理。



圖 2-1、清水建設的土壤清洗廠網路

過去近十年開挖配合土壤清洗一直是日本對於污染土壤整治的主要策略，配合土壤資源通路，使得清洗且可利用的土壤得以再利

用。惟因為近年受到全球金融風暴與日本國內景氣不佳的影響，日本國內與清水建設受委託處理的土壤量均逐步下滑（圖 2-2），因此於 2007 年著手規劃戴奧辛污染土壤清洗廠的規劃與建置，以提昇土壤清洗業務的價值。戴奧辛清洗廠同樣位於川崎市，於 2009 年 6 月啟用與試運轉，並於 2010 年 4 月取得處理許可，是日本唯一被認可的戴奧辛污染土壤處理廠。目前該公司原有之土壤清洗廠主要處理重金屬與油品污染土壤，每噸平均處理收費為 10,000 日幣，而戴奧辛土壤處理廠的收費則平均為每噸 50,000 日幣，充分提昇了土壤清洗技術的價值。

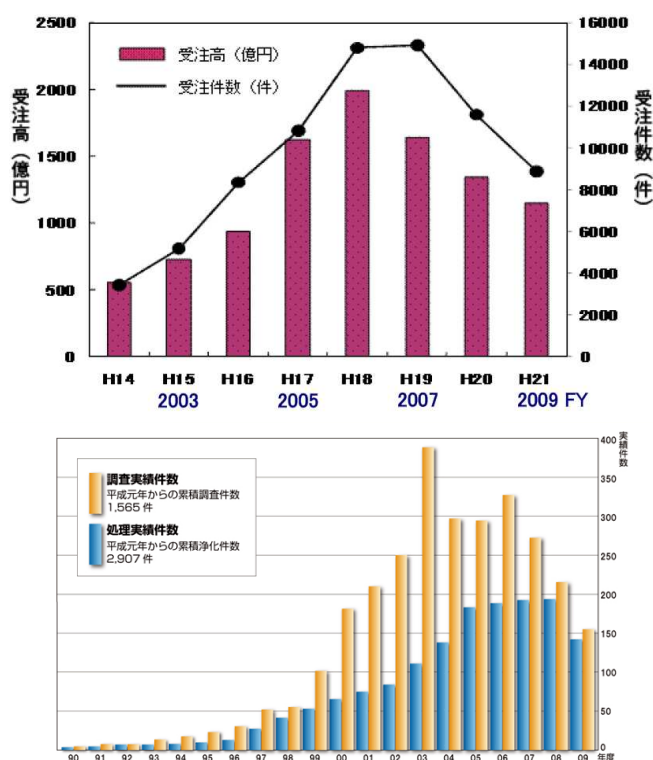


圖 2-2、日本國內 (上) 與清水建設 (下) 的土壤清洗業務



## 2.2 戴奧辛土壤清洗廠設計概念

清水建設之戴奧辛土壤清洗廠位於神奈川縣川崎市川崎區白石町，原為一土壤資源回收廠，清水建設與日本道路共同出資，設計與建造該清洗廠，廠區位置圖如圖 2-3 所示。該廠佔地約 11,600 平方公尺，廠房面積 2,450 平方公尺，每小時可處理 5 噸的污染土壤，年處理量約 15,000 噸。



圖 2-3、戴奧辛土壤清洗廠位置圖

廠址的選擇主要著重於運輸與最終處理之需求，因此選擇特定的工業區塊設廠。在運輸的部分，因為鄰近高速公路出口，可以減少污染土壤進入市區或經過人口較密集之處，降低運輸過程的風險，同時鄰近田邊運河與京濱運河，亦可由海路運送較大量之土壤，因此可以與土壤資源通路完整的連結。另外在完成處理後，所產生的高度濃縮

之戴奧辛污染土壤，主要是送至熱處理廠進行最終處置，而位於同一工業區塊即有相關的處理中心，不論是在運輸成本或風險上均可以有有效的控管。

從 2008 年建造之初，此清洗廠即受到日本國內產業界與媒體的注目，其設計概念在於「減量」。傳統的戴奧辛污染土壤處理是採用高溫熱處理，而土壤清洗廠則是作為「中間處理」的程序，將送入高溫熱處理的土壤量降低。由於一般戴奧辛污染物較集中吸附於粒徑較小 (<0.075 mm) 的土壤顆粒中，因此該清洗廠利用多重分離的程序，將污染土壤作最佳的分離，並僅將小於 0.075 mm 的土壤送至高溫熱處理廠處置，進而降低其處理體積。同時，2 至 0.075 mm 的乾淨土壤則經檢驗後，再於原開挖處回填或與瀝青混合作為道路基材，充分發揮土壤再利用的價值。整體而言，進入熱處理程序的土壤體積可以減量 70%，而相較於完全採用熱處理的程序，處理成本可減少 30%。

### 2.3 戴奧辛土壤清洗廠之單元程序

本次由清水建設土壤環境技術部田澤龍三部長與技術研究所副所長田藏隆的陪同下，至戴奧辛土壤清洗廠參訪，並由土壤清洗廠的廠長田中仁志先生與土壤清洗事業中心總經理岩淵博士擔任解說，有

關該廠的整體配置如圖 2-4 所示。廠房本身因為考慮土壤揚塵的問題，所以均採用負壓操作的方式進行，廠房的外部構造主要也是以鋼架與帳幕所構成 (圖 2-5)。場區內除了操作室與土壤進出的保管場與儲坑之外 (圖 2-4 的黃色與藍色區域)，其他區域原則上均不准人員進出，如要進入該等區域均須穿著 A 級防護裝置，因此除非必要 (如故障排除、廠區清理)，工作人員均只在操作室活動。

在受委託進行土壤清洗之前，該清洗廠會先請委託人提供 20 公斤左右的土壤，於該廠的分析實驗室中進行包括粒徑分篩、重金屬與戴奧辛濃度檢測等土壤特性分析，以確定該等土壤是否適合採用土壤清洗的處理方式，亦即在接受委託前皆需先經過可行性的測試，該等分析實驗室均採用無塵室等級，人員進出均需經過空氣浴塵室 (Air Shower)。

由於污染土壤的運送與處理有相關的管理要求，因此進場的污染土壤需先過磅確認進入清洗廠的土壤量並予以登記，同樣在運出時，運送車輛亦均需過磅，以確實管理土方量的進出。車輛進入污染土壤保管區後，即將土壤卸載於保管場，運送過程污染土壤均以太空包獨立包裝，以降低運送過程的揚塵問題，同時進入保管場之後，也較容易進行後續的進料處置。另外，在進料時也會選擇性的於現場進行土

壤分篩試驗，以確認進料的品質與特性符合當初實驗室的評估結果，進出此實驗室亦受到管制，同樣有空氣浴塵室確保實驗人員的安全防護。污染土壤由操作人員送入緩衝區後，即拆開太空包，將污染土壤放入進料坑中，並利用抓斗將污染土壤放入進料斗中。進入清洗程序之後，所有的單元設計原則上盡可能採用密閉式，因此緩衝區與進料坑是二處主要會有戴奧辛粉塵與人體接觸機會的區域，故在廠區的抽氣設計上也有強弱之分。

清洗程序是以最佳粒徑分離為策略，清洗過程均只使用清水，且所有的清洗水均加以回收。進入進料斗的污染土壤，先將 2 mm 以上的石塊或礫石分離，再經過振動式篩分機進一步以濕式篩分去除 2 mm 以上的顆粒，經過磁選與比重分離將可能小於 2 mm 的金屬屑或廢棄物等非土壤類的小粒徑物質予以分離後，即進行土壤分離清洗包括採用球磨機、螺旋式篩分與振動式篩分加以分級（圖 2-6）。由於工安與整場操作的考量，所有的單元操作均是在隔離的操作室進行（圖 2-7），並透過遠端監控的方式進行運轉的管控，從另一個角度而言，充分降低清洗廠運作的人員成本。

完成洗淨與分離之砂質土壤（粒徑 2 mm 至 0.075 mm）輸送至洗淨砂儲坑，每個儲坑容量為 100 立方公尺。一般在外運再利用時，亦

會與前端分離過程中，所取得的礫石加以混合，因此礫石的部分也會放置於洗淨土壤儲運場。

由於清洗廠本身主要是以土壤分離為重點，清洗過程只使用清水，加上戴奧辛水溶性極低，所以後端的廢水處理使用傳統的混凝沈澱與污泥脫水程序，而且廢水完全回收再利用，然而因為污泥會夾帶水，所以實際回收率略高於 95%，也需補充清水。為了因應可能的緊急狀況，該清洗廠亦有設置緊急的廢水處理設施 (圖 2-8)，主要作為緊急狀況停止運作時，必須將廢水排出以進行維修或應變的需要。廠內的空氣循環在經過抽氣設備後，進入場外的集塵設備與活性炭設備進行空氣的處理後再排放 (圖 2-9)，為了符合環境法規之需求，該廠每季需提送空氣與廢水品質監測報告。

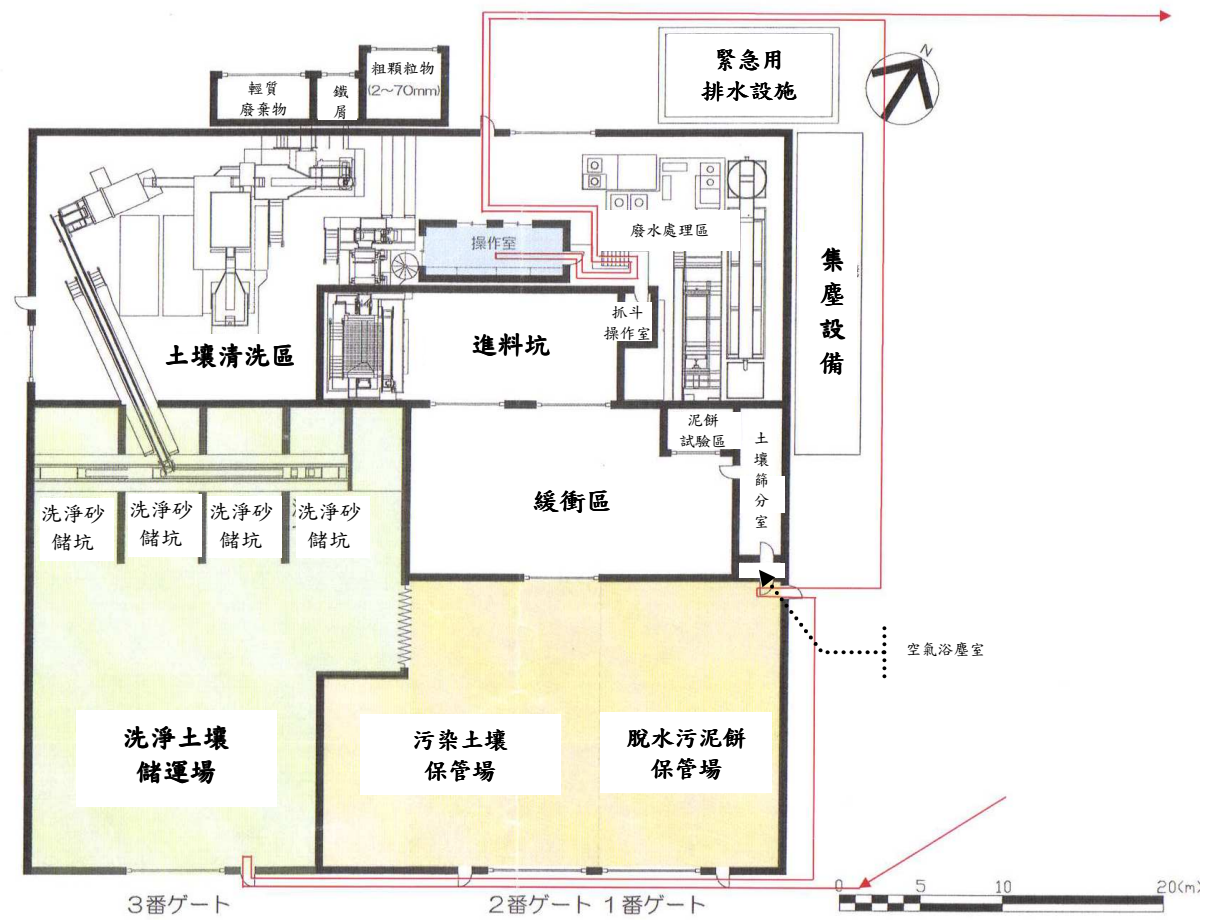


圖 2-4、戴奧辛土壤清洗廠配置圖





圖 2-5、土壤清洗廠外部建置過程

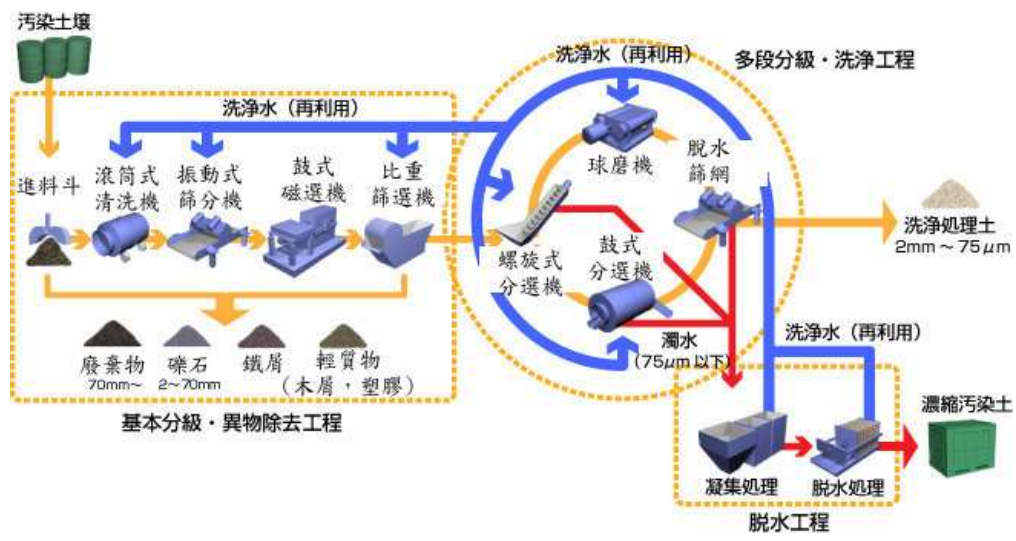


圖 2-6、戴奧辛污染土壤清洗流程示意圖



圖 2-7、清洗廠的單元操作室與遠端監控設計





圖 2-8、緊急廢水處理設備



圖 2-9、後端空氣處理設備

## 2.4 清水建設技術研究所

清水建設為能不斷提昇核心技術的層次，特設有技術研究所，針對各項土木與環境工程相關技術進行研究發展的工作，定位上相當類似中興社與中興公司之間的結合。該研究所目前主要的研究領域包括：

- 地球環境技術：建築設備、新能源技術、能源管理、都市綠化、環境生態；
- 高度空間技術：環境規劃、智慧空間、無塵空間、音響空間、防火空間與太空及機器人；
- 綜合解析技術：環境資訊解析、地基及地質解析與應用工學解析；
- 社會基礎建設技術：基礎建設技術、地力工程以及隧道技術；
- 生產技術：地基工程、新世代混凝土、生產技術創新與品質及檢驗技術；
- 新世代結構技術：新世代耐震結構、創新空間設計、新構造技術、振動控制、風險管理。

本次拜會該研究所主要以「節能減碳」與「土壤及地下水整治技術」二者為主題，與該所不同領域之研究員進行討論。為此副所長田藏隆博士特別安排二組研究團隊與參訪人員進行報告與討論。

首先建築設備系統研究團隊的伊藤清與中村卓司博士，針對清水建設正在興建中的總公司大樓相關的節能減碳技術進行報告，大樓整體的規劃設計完全以節能減碳為設計依歸，預期將可比傳統的建築降低 50% 的二氧化碳排放，因此該大樓興建工程被稱之為 Carbon Half 計畫。在外觀設計上並未有明顯的差異，但在結構上是採用所謂雙核心結構（圖 2-10），進而在內部創造出無樑柱的空間，辦公區域完全沒有任何障礙物，這也使節能技術可以更整體的應用於大樓空間。

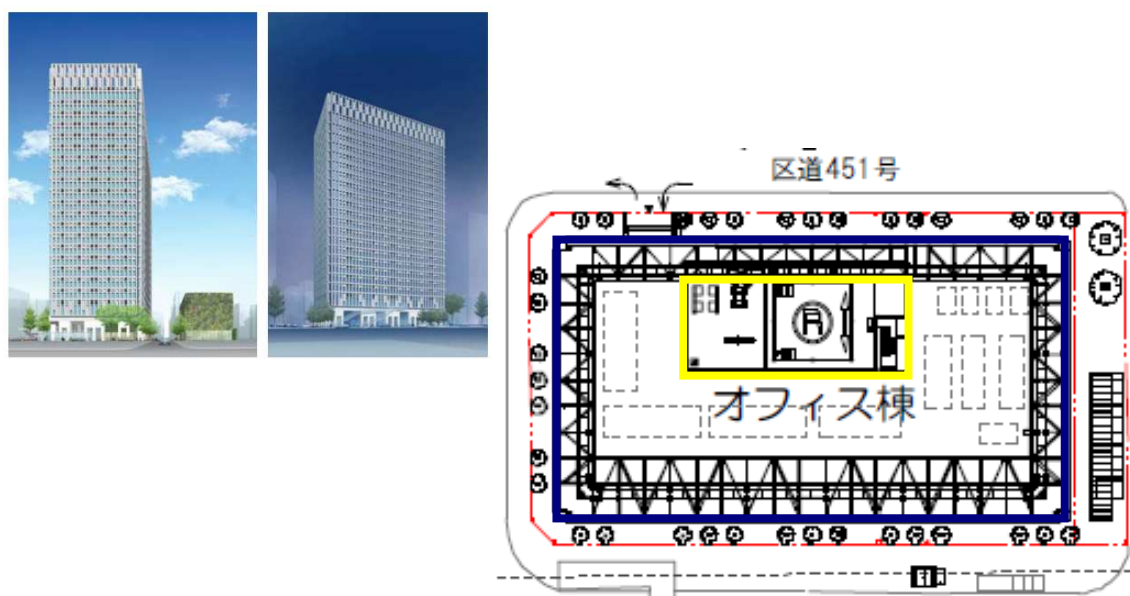


圖 2-10、雙核心大樓結構設計

為能達到節能減碳減半的目標，大樓整體設計上應用了許多過去

研究所發展的技術與成果，而所採用的技術與傳統技術的對比如圖 2-11 所示。比較獨特的在於設計思維的改變，傳統的設計通常是以特定技術應用為出發點（從來技術），進化的技術則是以系統化的角度看待，就能源或二氧化碳產生源區分為外部結構系統、照明系統、空調系統以及能源管理等四大系統，其中比較特別的應屬照明與空調設計以及能源管理二個部分。

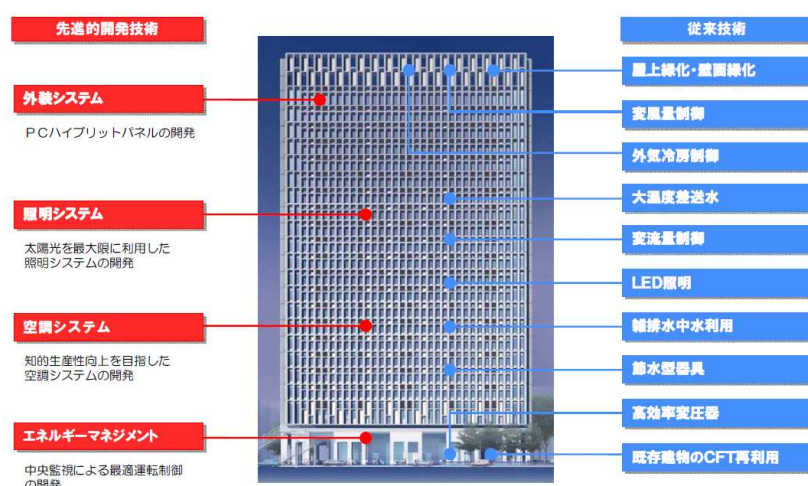


圖 2-11、系統化設計概念與傳統設計思維的對比

照明與空調的部分大致上有類似的設計概念，亦即將整體空間與工作空間予以區隔後加以規劃，照明的設計拋棄傳統式追求整體照度，改以針對空間照明給予適當的照度的同時，強化工作區域的照明，使照明用在確實有需要的地方。此外，也搭配大樓在日照上的設計，針對不同區塊的工作區域作設計，例如接近窗邊者，盡量利用不同的反射機制，使該區塊的自然光照度充足，而

對於大樓較內側的區塊則是作工作區塊照明與室內光照度的搭配設計（圖 2-12-上）。類似概念也被應用於空調的部分，在適當的控制室溫的狀況下，提供工作區域的個人出風口，降低空調能源的耗損（圖 2-12-下），主要的概念即是將能源用在該用的地方，進而達到節能減碳的功能。

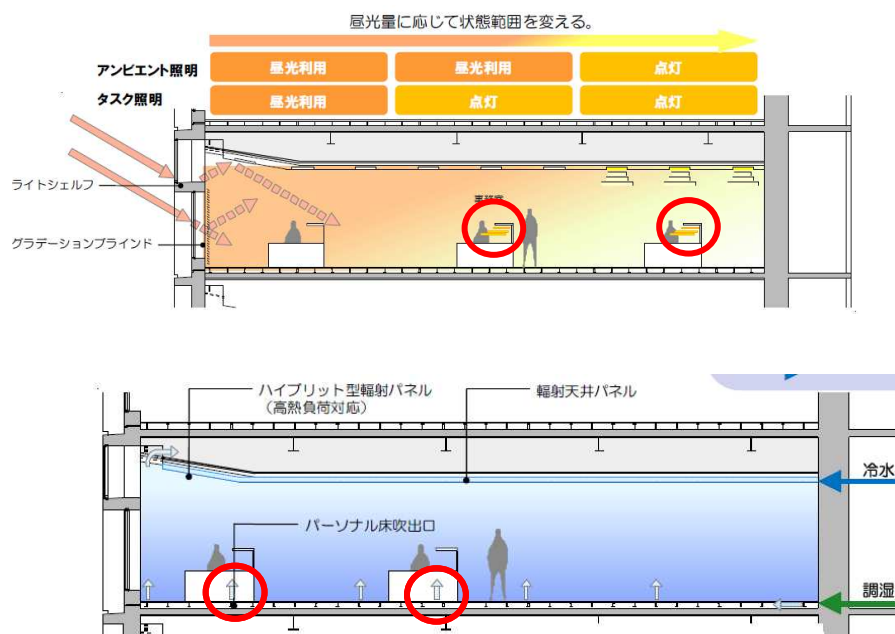


圖 2-12、系統化設計概念與傳統設計思維的對比

能源管理的部分是另一個較獨特之處，針對整座大樓的能源使用狀況。例如透過偵測器（如 CO<sub>2</sub> 感測器）或員工的 PHS 系統攜帶式分機，確認特定空間的人數進而調整空調，也可以藉以調整特定工作區塊的照明。事實上能源管理系統也整合外部環境的資訊，並藉由資訊的收集與模式的模擬，可以為整體大樓的節能提



供運作建議，也可作為對外展示的資訊平台（圖 2-13）。

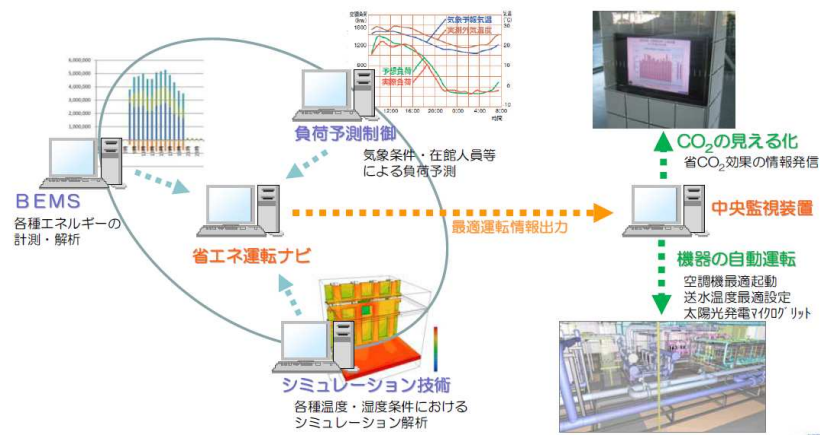


圖 2-22、大樓節能管理資訊系統

在土壤及地下水整治技術的研究發展部分，則是由該研究所的田崎博士與淺田博士針對土壤與地下水現地調查與整治技術進行說明，主要包括現地調查技術與生物整治技術，特別是在油品污染的部分。

有關現地調查技術部分是利用現場偵測土壤氣中的二氧化碳濃度，直接推估污染物的分佈狀況，主要應用於油品污染的場址。雖然目前日本國內對於油品污染並未有嚴格的管制標準，僅針對油品污染所造成的感官的影響（臭味與油花的現象）作管制，但有鑑於污染土壤的管制漸趨嚴格，產業界對於未來油品污染管制也亦有所警惕。同時，油品儲槽、煉油廠或加油站通常管線複雜，不盡然適合重機進出採樣，既有的現地檢測技術則有高成本或精密度不足的狀況，因此該

研究所認為發展相關的快速調查工具有其必要性。

傳統土壤氣中直接量測揮發性有機物的技術會受到二種因子的影響：

- 溫度與氣壓的變動所造成之污染物揮發度及土壤氣體中濃度的變異；
- 土壤吸附作用造成的深層污染的量測不易。

因此選擇二氧化碳作為量測之標的，著重於二氧化碳在揮發度上受環境條件之影響較小，且不會與土壤有吸附機制的問題。地下環境中的微生物分解有機污染物時，不論是好氧或厭氧機制(圖 2-14)，均會產生二氧化碳，藉此作為有機(油品)污染物濃度高低的指標。

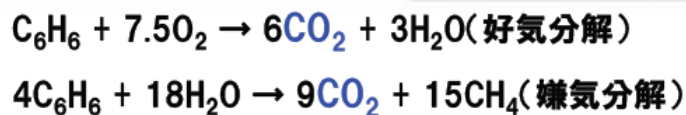


圖 2-14、微生物分解與二氧化碳產生之反應式

技術的建立過程中，為能確認二氧化碳的代表性以及與油品類污染物的關連性，進行了多項的試驗，相關的試驗設計與說明彙整如表 2-1 所列，由實廠驗證結果也確實顯示出二氧化碳現地偵測技術的優勢(圖 2-15)。

表 2-1、以二氧化碳監測為基礎之污染調查技術試驗內容

試驗目的	試驗方法
確認二氧化碳是微生物分解油品所產生	污染土壤滅菌前後的油品移除率與二氧化碳產生狀況
地下環境中普遍存在可分解油品之微生物	菌落培養方法 (Direct Viable Count)
二氧化碳受溫度與土壤吸附機制的影響程度	多成分吸附試驗與模式模擬

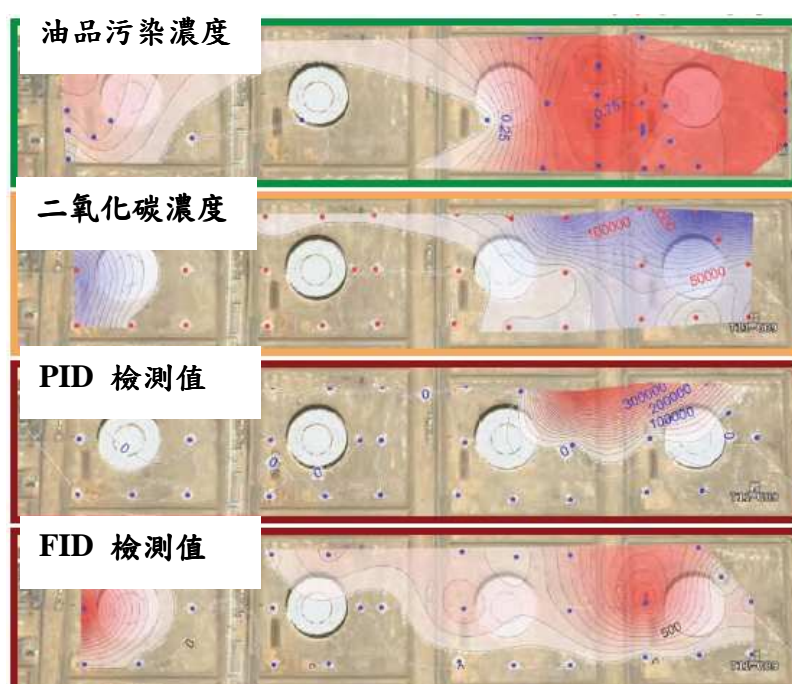


圖 2-15、二氧化碳偵測技術之現場測試結果

在整治技術的開發與研究部分，主要是以生物整治技術為重點，目前主要的應用技術包括土耕法、生物污泥反應器以及植生復育。主要著眼於未來日本國內應會朝向現地整治且以環境友善之技術應用發展的潮流，因此在研究所的整治技術開發上均以生物整治技術開發為中心。其中土耕法與植生復育技術均已被應用於實場，後者也在泰



國完成初步的模場測試，亦即以推廣至海外市場，惟因近年的金融風暴以及該公司於杜拜的工程虧損甚大，故而暫停於海外的工程，也因而讓植生復育技術的海外推廣工作暫緩。

整體而言，在工程技術的應用上，仍是以提供適當的工程可行性證據以及處理效能測試後，方能決定任何整治技術的適用性，原則上至少包括調查、試驗室之可處理性評估以及現地的小規模測試，藉以作為工程設計的基礎，也可降低工程設計上的風險，以土耕法與生物推法為例，整體工程的設計應用如圖 2-16 所示。

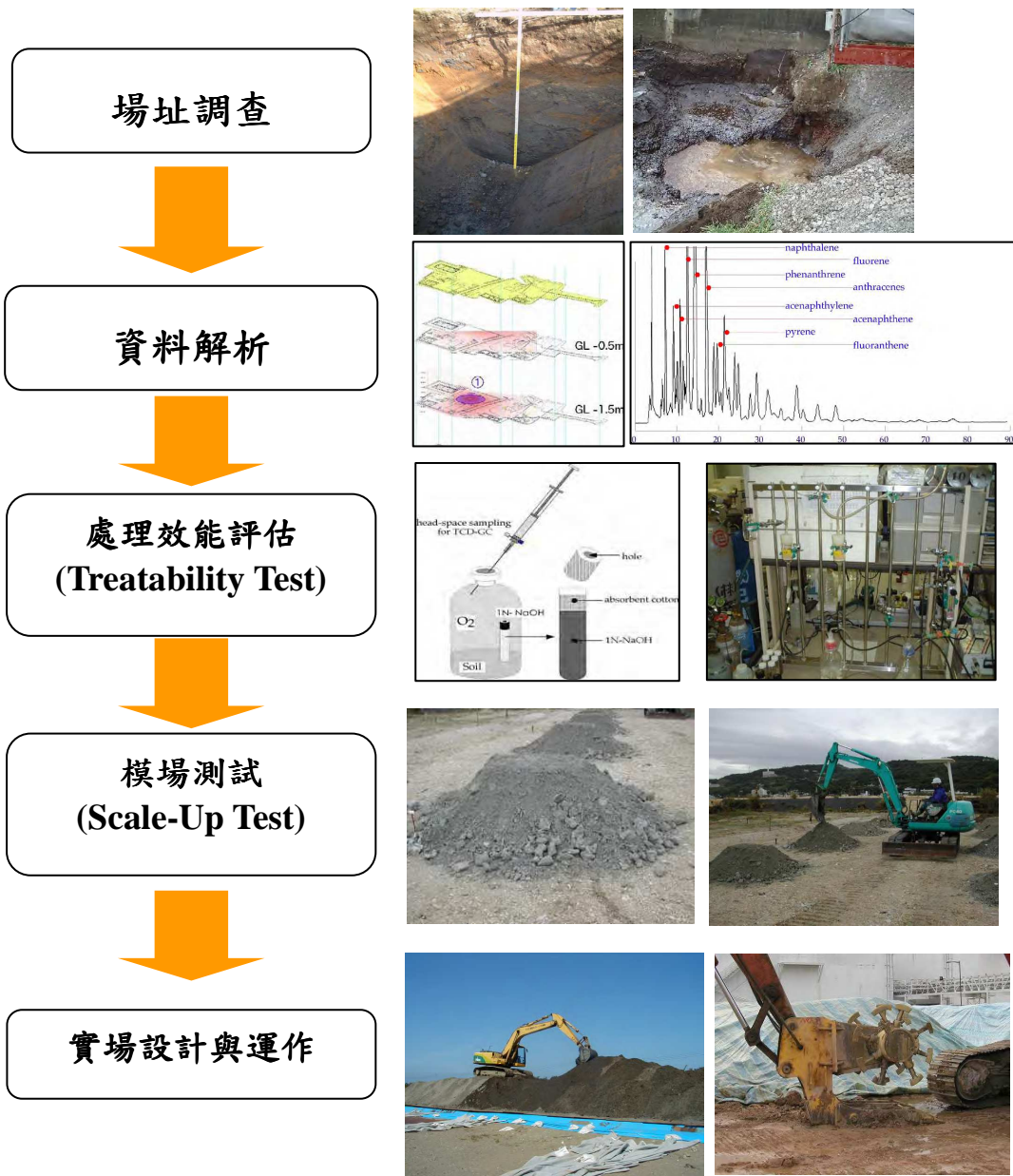


圖 2-25、整治工程設計流程示意圖 (以土耕法為例)

## 第三章 EcoBalance 2010 研討會

### 3.1 研討會沿革

EcoBalance 由日本生命週期評估研究院 (Institute of Life Cycle Assessment, Japan, ILCAJ) 自 1994 年開始，每二年舉辦一次，以生命週期評估 (Life Cycle Assessment, LCA) 為核心的國際性研討會，經過 16 年的努力，已經被國際間的產官學界公認為是環境績效評估、研究成果討論與資訊交換以及生命週期評估方法的研發之重要平台。

今年是第九屆大會，主要議題在於「為了永續的未來，下一個 10 年我們應該做的事」，特定的決策可能對環境造成重大衝擊或對社經層面造成負面衝擊，要能在直接與間接的影響作平衡的決定，應該要以生命週期的角度為基礎，作全面性的考量。本署與財團法人中興工程顧問社合作，也以國內染土地的永續利用發展趨勢以及建構健康風險評估制度的經驗為主題，於該研討會中發表論文。

### 3.2 日本的重要課題

在本次會議的專題演講均呈現日本在長期環境永續發展的方向與目標，包括氣候變遷、經濟與環境的平衡、減碳 25% 的國家目標達成以及長期毒性化學物質的管理等。過去 10 多年日本致力於減碳的

工作，而今天可以相當自負的說，日本是全球節能減碳績效最好的國家之一。事實上在因應氣候變遷，推動節能減碳的工作需要政府與產學界的密切合作，在思考問題上應採用環境與經濟非對立的角度去思考，同時都要瞭解這個合作過程是需要長時間的磨合，而且「永續發展」是人類不可避免的宿命，也需仰賴科技的不斷進步才能追求永續。例如過去人類為了追求便利而犧牲節能，而今要能不斷提昇節能減碳的效益，必須將便利與節能結合，讓使用的人因為便利而用，同時達到節能的結果，這種類型的進步端賴科技的進步。

化學物質的使用是經濟進步不可或缺的元素，而為能維護環境永續的發展，良善的有毒化學物質管理機制是重要的基礎，而在 2009 年日本的化學物質管理法有了重大的變革，在該次的修法中，將原本「以危害為基礎」的管制方式，更改為「以風險為基礎」的管制方式。過去化學物質的危害性是依據其環境持久性、生物累積性以及毒性加以界定並據以管理。日本政府也希望以風險的方式管理化學物質，讓低毒性卻有高暴露性的化學物質能被納入管理，也讓高毒性卻不具高暴露可能性的化學物質能被使用，並能確實管制化學物質的用途。

為能探討「以危害為基礎」與「以風險為基礎」的管理模式差異與利益，可以從歷史上著名的殺蟲劑 DDT 的使用進一步說明。在 70

年代因為 DDT 在環境中的持久性與毒害性，特別是對鳥類繁殖的影響，而被世界各國禁用。然而在 2006 年世界衛生組織對於 DDT 的使用有了轉變，因為每年有 5 億人得到瘧疾，並有近 100 萬人因為瘧疾而死亡，控制瘧疾的擴散是重要的議題，而在室內使用 DDT 因為其對於人體與環境所可能造成的危害相當低，故建議在維持不可用於農作的條件下，採用 DDT 作為殺蟲劑。這是擺脫過去以化學物質的危害性為基準的管理思維專變為以風險危機準的管理思維之例證，而以風險為基準的管理方式，實值得國內在有毒化學物質管理政策借鏡。

### 3.3 生命週期管理的重要課題

於本次的研討會中，雖然在許多領域於決策上都已經利用生命週期評估作為工具，瞭解在產品、技術開發以及政策制度等對於環境、社會與經濟面的衝擊。然而，也發現目前雖然生命週期評估逐漸受到重視且被廣泛應用的同時，仍存在相當多爭議，也仍有許多值得探討的議題。

其中像評估指標的界定與展現，來自不同領域的專家學者即認為指標的選擇有待進一步研究，並設計出適切的且具整合性的指標。以節能或減碳為例，目前最廣為使用的不外乎對等的二氧化碳產生量或是碳足跡，其次是採用貨幣。在評估過程中，將系統中所有的衝擊量

化為單一指標，固然可以提供量化且可比較的數值，但轉換過程中，也會造成部分的應考量因素被忽略。又如目前強調生命週期評估除了環境面外，要同步納入社會面與經濟面的考量，會中有許多社會學科的研究者即認為生命週期的評估方法一直是工程師在主導，希望一切都化為數字，而有許多指標其實是無法量化，特別是在社會面的部分，因此工程師應該學習如何解讀定性的描述，方能確實將社會層面的效應納入評估考量。

事實上，國際標準組織 (ISO) 也瞭解到生命週期評估應用風潮，而評估方法也是多元而欠缺一致的評估架構，因此也於 2008 年 6 月組成 ISO TC 207 WG8 草擬物質流成本會計標準 (Material Flow Cost Accounting, MFCA)，由日本主導並有 27 個國家的 57 為專家共同研擬該項標準。自已經初步完成 ISO 14051 的 MFCA 標準方法的初稿，目前初稿也在審議中，預計 2011 年 1 月於德國舉辦最後定稿的研商會議，而於 2011 年 10 月正式公佈。屆時國際上對於物質流的分析評估及其效益有統一的評估方法，而相關的評估結果也能有一致的方式。

有關 ISO 14051 的設計概念主要是以排放為目標，同時利用評估手段找出隱藏在排放流的利潤。透過 MFCA 可以增加企業內部的獲

利並提昇生產力，同時對於企業外部可以減少對環境的衝擊。進而對永續發展做出必要的貢獻。有關 MFCA 的評估方法仍不脫 PDCA (Plan, Do, Check, and Action) 四大步驟，包括規劃解決問題的措施、建置相關措施、收集物質流資料與分析物質流資料後，再回到解決方案的規劃。





## 第四章 土壤環境管理之民間組織

### 4.1 社團法人土壤研究中心

為能了解日本在土壤污染與管理的整體內容，亦在此行安排拜會關鍵的民間組織，包括社團法人土壤研究中心以及財團法人日本環境協會。前者是由企劃部長村井行男先生與總務部長奧津道夫先生接待，後者則是由日本環境協會的土壤環境課課長崛河淳子以及土壤風險管理專家藤卷小姐等人接待（圖 4-1）。



圖 4-1、拜會財團法人日本環境協會

日本土壤研究中心是由業界組成的研究機構，目前會員有 150 家公司，並分為一級會員以及二級會員，前者每年繳納 100 萬日幣的會費，後者則繳納 50 萬日幣的會費作為運作基金。另外，該中心執行環境省委託之工作每年約 9,000 萬日幣，加上部分捐款，整個中心

每年約有 3 億日圓的資源。環境省的委託工作原以指定的方式直接委託，惟因近年有關利益衝突的爭議不斷，因此去年改為候選的方式而該中心需提送計畫書提供環境省審查，雖然形式上有所改變，但環境省的委託工作仍可維持在 6,000 萬日幣以上。同時，每年該中心均會彙整會員所提供之調查資料與技術資訊，提出年度白皮書予環境省作為施政之參考，而透過這種方式不僅產業界可以將技術發展趨勢以及政策建議提供予政府參酌，公部門也可以取得業界的相關資料，特別是調查資料，充分了解目前全國的土壤污染狀況，也降低公部門投入調查工作費用。至於民間為何願意提供相關的資料，基本上日本業界的想法是透明化的資訊可以協助政府提升整體國土管理的效益，同時也可以獲得政府的協助，基本上民間團體與環境省是站在合作而非對立的角度看待相關的環境議題，由此可見日本產官之間的密切合作關係。就政府推動政策與管理的角度而言，與民間的合作可以減少公部門的資源投入，同時藉由合作的機會，降低彼此的矛盾與衝突，進而為國家整體利益而努力，相當值得國內學習。

### 3.2 財團法人日本環境協會

拜會日本環境協會過程中，該協會首先針對該協會的角色以及任務加以說明，日本環境協會是土壤污染對策法准予環境設立的指定法

人機構，提供環境省有關土壤污染的政策推動、環境管理與技術支援，同時也協助管理相關的基金。該組織的運作資源主要均來自政府預算，基金本身的來源則是土壤管理票、業界執行調查與整治計畫時的回饋金，至於其用途則包括無主場址整治的助成、風險溝通與風險教育，如有需要也會提供業界辦理說明會所需之費用。在整治助成的部分，剛剛完成位於琦玉縣的乾洗店場址，補助金為 5,000 萬日幣，目前則有一處位於北海道的場址正在審查中，因為該協會管理的基金規模不大（不超過 10 億日幣），因此就環境省的想法是以努力找到土地污染行為人為重點，助成金的提供則是最後的一道防線。

接著也針對土壤污染相關的風險溝通工作與執行方式做了相當詳盡的介紹。原則上，相關的風險溝通工作是由污染行為人與住民直接進行溝通，主管機關原則上不涉入，與國內通常由主管機關甚至由中央主管機關主導溝通工作有相當的差異。在環境省的思維中，除了認為污染行為人應該為自己的行為負責外，公部門基本上沒有為相關整治工作背書的必要，但有義務協助國民界解決問題，因此公部門被設定為協助的角色。對於溝通過程中，確實發生雙方無法解決之爭端時，環境省或地方自治體原則仍是維持中立，並由雙方透過訴訟的方式解決爭端。有關日本環境協會之相關資料請另參考附件三。



## 第五章 結 語

本次參訪行程除參與 EcoBalance 2010 國際研討會之外，亦對於清水建設的土壤與地下水調查及整治技術研究發展走向有初步的了解，除了顯示日本在整治技術上的發展是由離地技術（土壤清洗）為先，現地整治技術為後（原位置淨化對策），恰與國內的發展方式相反，因此在技術合作上具有互補的特性，未來雙方有合作的契機。土壤清洗技術在日本已是發展相關成熟的技術，同時也已被應用於戴奧辛污染土壤的清洗，其程序亦不複雜，對於解決國內戴奧辛污染土壤的問題應該具有可應用性。然而，要在國內建置類似的處理廠，仍必須解決污染土壤最終處置的問題。

日本在污染土壤相關政策工作推動上，不僅有法定的財團法人日本環境協會的支援，同時也充分獲得民間的土壤研究中心的協助，對於整體污染土壤的管理，能夠充分的掌握。這種產官的合作模式，對於國家整體利益可以產生相當正面的影響，對於國內的公部門而言，也相當值得借鏡。

