

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：考察)

考察國家實驗室認證作業

服務機關：台灣電力公司放射試驗室
出國人職稱：環境偵測課長
姓名：孫志霖

出國地區：日本
出國期間：自 89 年 12 月 06 日
至 89 年 12 月 12 日

報告日期：90 年 01 月 03 日

93/CO9000022

壹：前言(含緣起及目的)

貳：摘要說明

參：考察心得

(一)考察行程

(二)參訪心得

肆：感想與建議

壹、前言（含緣起及目的）

核能電廠是利用人為的核反應來使用核能，會產生人為的輻射是無可避免的，為了阻擋輻射的外洩，核能電廠已有多重屏障的安全隔離設計，並有嚴密的監測與妥善的規劃處理。

核能電廠的輻射監測作業，包括直接輻射、空氣、水樣、生物、農產品、土壤、岸砂試樣，以及累積效應的 TLD 偵測站，以鑑別是否有輻射變動的情形。核能電廠的輻射監測作業從電廠運轉之前三年就開始進行環境輻射背景調查，在運轉期間繼續偵測環境中的輻射狀況，定期公佈監測結果，另一方面向原能會呈報外，另一方面也每年將環境輻射偵測報告分送給核能電廠附近的鄉鎮公所公佈，以便讓民眾實際瞭解輻射狀況。日本福井縣與關西電力公司之環境輻射偵測體系相當完整，福井縣的縣民接受度亦相當高，同時結合當地觀光事業，對於日後民眾輻射劑量的累積與追蹤或針對環境的衝擊，會有較佳的管制成效。故前往日本福井縣環測中心了解整個系統實際的運作情況與管制措施，以做為將來公司提昇環測作業之參考。

另外日本關西電力公司的環測中心，專做該公司所屬各核能電廠的環境偵測的工作，並有比較分析計畫在實施。所以安排參觀考察，並討論比較實驗認證作業的一些實務經驗。

同時借此機會參訪日本關西電力公司的美濱原電核能電廠，了解一下日本核能電廠在環境監測之實況，以及電廠在當地所扮演的角色。

而位於大阪府的京都大學原子爐實驗所亦實施各種不同的放射線應用分析研究，其保健物理、輻射防護與環境偵測作業之成就亦相當值得參考，故前往了解日本京都大學在此方面的進展與經驗，以做為提昇環測作業水準之參考。

貳、摘要說明

本次出國考察的主要行程，是實地了解日本京都大學原子爐實驗所與福井縣環境分析中心之環境偵測作業系統的運作情形。另外參觀訪問日本關西電力公司環境分析中心及美濱核能電廠，看看日本核電廠及外界對環境監測的作法。有下列感想與建議：

一、注重工作環境的美化與整潔。

日本各單位的工作場所都窗明几淨，寬敞舒適。我們在最起碼的條件下應該能做到整齊、整頓、整理、清潔。設備儀器的倉儲管理亦用整理盒加以收納，令人印象深刻，非常值得學習。因此將加強課內此一方面的重點工作，逐一落實。

二、參加比較試驗及認證使環測技術提昇。

參加比較試驗及國家實驗室認證，以建立一定的品質技術水準，此外，國內環境偵測單位可加強技術交流，以提昇水準，並逐漸趨於一致。

三、加強環測數據的整合與公開。

要探索環境偵測數據的處理方式，尤其是直接輻射的部份，使能審慎公開，及時提供予大眾，增加其透明度與公信力，必要時由具有官方身份的輻射偵測中心出面加以整合。

四、改善環測站的偵測技術與設備。

環測站使用閃爍偵測器與游離腔測量直接輻射，除具有放射線測定功用外，亦配置簡易氣象儀，並結合當地觀光與地圖顯示功能，環測數據與氣象資料則以無線電技術傳回主站台，以進行相關的處理。因此閃爍偵測器應該是非常適合用於環境直接輻射偵測領域的。本公司應可引進，進行相關的研究工作，以改善現有設備。而且環測站亦有簡要圖示說明其功能與目的，讓民眾瞭解該項作業，實質人性化的設計，有必要加以學習。另環境放射線測定車所具備的優點與機動性，列為未來學習的目標與配備。

參、考察心得

一、考察行程

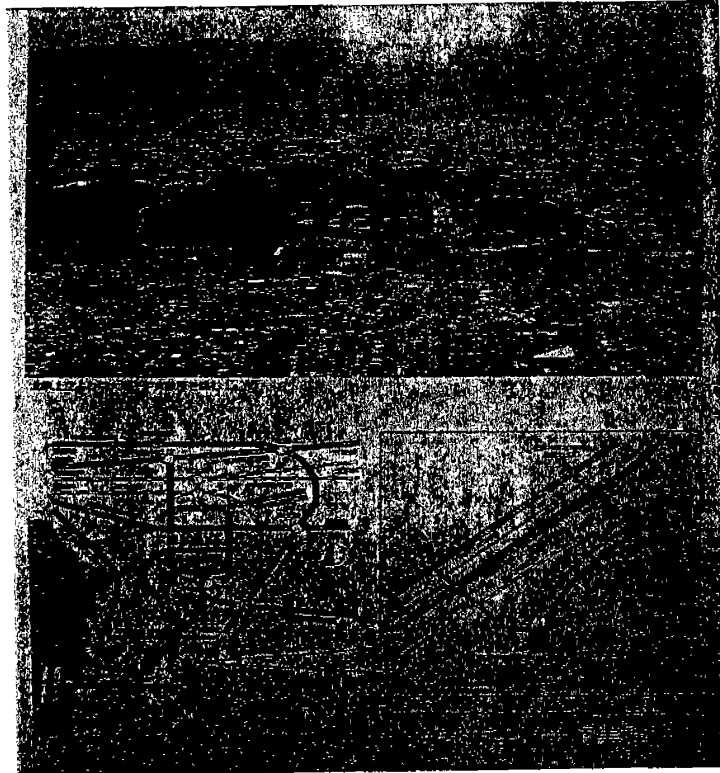
此次出國行程自 89 年 12 月 06 日至 89 年 12 月 12 日共 7 天。其間往返路兩天，略如下表：

日期	任 務
12/06	往 程〔台北→大阪〕
12/07.08	京都大學原子爐實驗所
12/09.10	京都、奈良古蹟文物巡禮與資料整理
12/11	福井縣環境分析中心、關電環境分析中心、美濱核能電廠
12/12	返 程〔大阪→台北〕

二、參訪心得

(一)、京都大學原子爐實驗所(Research Reactor Institute, Kyoto University)

本次訪問安排的第一站是日本京都大學原子爐實驗所。該所位於大阪府熊取町，圖一即其相對位置及鳥瞰圖。

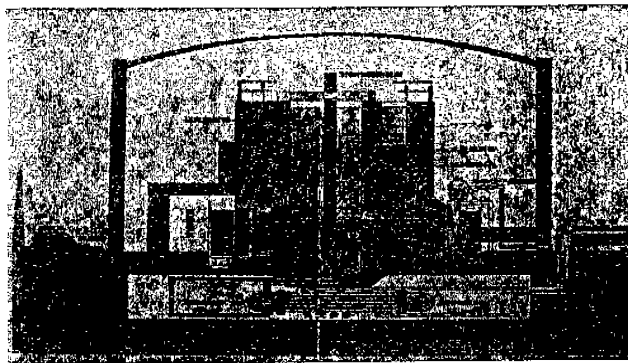


圖一、京都大學原子爐實驗所位置及鳥瞰圖

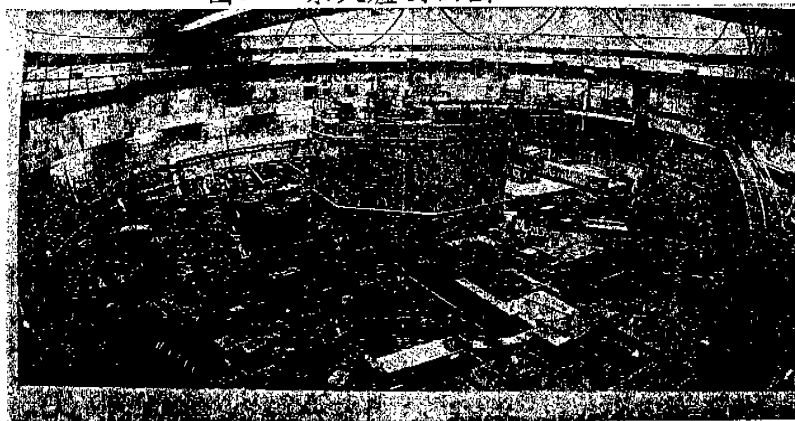
該實驗所主要研究領域有下列十項：

- 1.冷中子物理與中子散射
- 2.原子核物理與核子數據
- 3.反應器工程與反應器物理
- 4.材料科學與輻射效應
- 5.環境科學與幾何化學
- 6.生命醫藥科學
- 7.中子捕獲治療
- 8.中子輻射應用
- 9.反應器化學與應用
- 10.保健物理與廢料處理

各項研究均靠一主要的設備，熱出力為5百萬瓦的研究用原子爐，又稱京大爐，剖面圖如圖二所示。而圖三為其內部擺設。



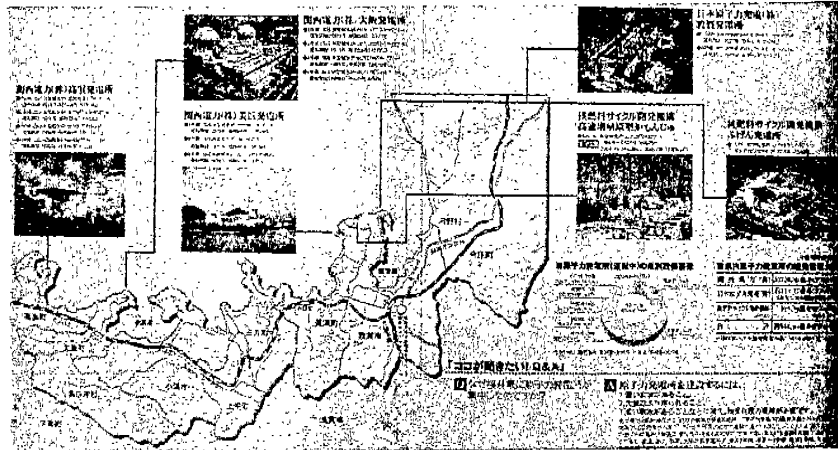
圖二、京大爐剖面圖



圖三、京大爐內部擺設

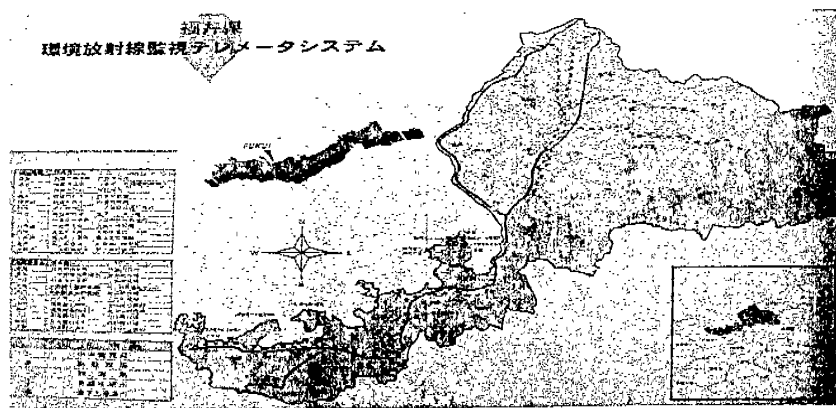
(二)、福井縣環境分析中心

日本福井縣靠近日本海，風景優美是一著名的觀光勝地，境內共設有 15 部機組，其中 14 部運轉中，一部建造中。各電廠設置位置如圖四。

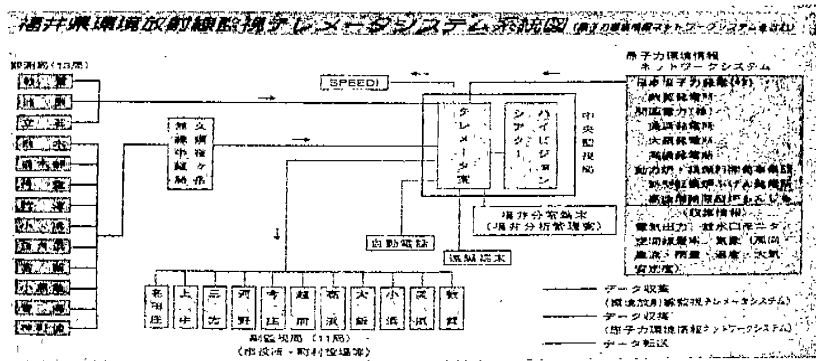


圖四、福井縣電廠設置位置圖

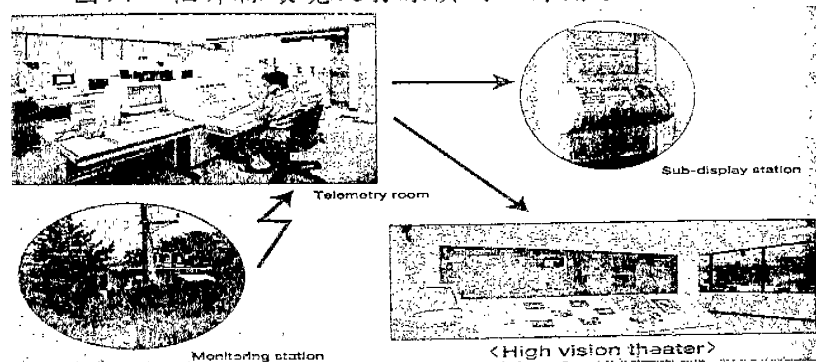
福井縣環境分析中心其環測站共十三處，皆使用閃爍偵測器測量直接輻射，除具有環測功用外，亦配置簡易氣象儀測量風速、風向及溫度，此外在人多的地方設了十一處展示站，除環測結果外亦併入電廠的運轉數據，也結合當地觀光與地圖顯示功能，環測數據與氣象資料除即時展示外並以有線或無線電技術傳回中心主站台，以進行相關的處理。圖五說明福井縣環境放射線偵測站設置地點，圖六為環境放射線偵測站傳輸系統圖，以及圖七的實物展示圖。



圖五、福井縣環境放射線偵測站設置地點



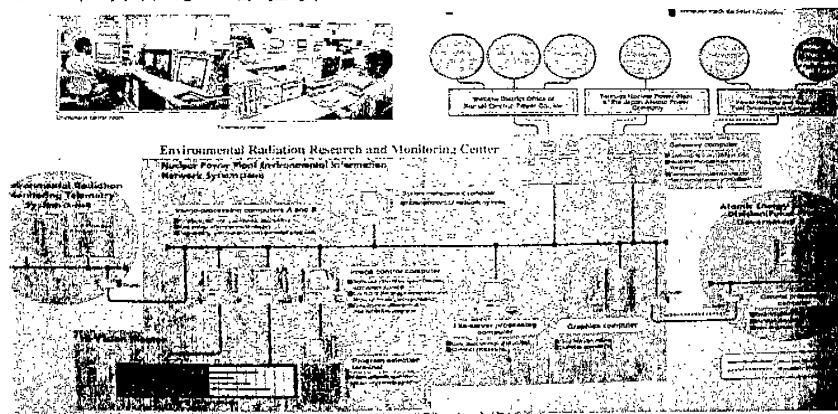
圖六、福井縣環境放射線偵測站傳輸系統圖



圖七、福井縣環境放射線偵測站實物展示圖

各核能電廠的環測數據，亦必須透過有限與無線傳輸福井縣環境放射線偵測中心，如圖八所示之系統示意圖。

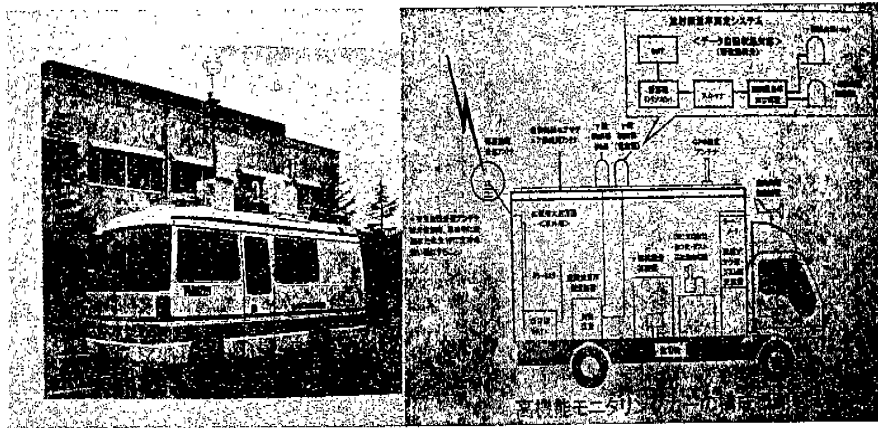
福井縣環境分析中心負有整合全縣環境偵測資料的責任，一來避免各不同單位，對各自得到資料的微小差異爭論不休，也容易讓外界對全縣的環境輻射狀況，有整體性的瞭解，本項功能相當重要，唯目前國內尚缺乏這樣的整合單位。



圖八、環測數據傳輸系統示意圖

(三)、福井縣環境放射線測定車

福井縣環境分析中心配置一部環境放射線測定車，以供緊急時或支援使用，增加機動性，其主要設備為：使用閃爍偵測器之加馬計測系統、空氣微粒取樣器、固定式核種分析儀、衛星定位儀、無線通訊、衛星放送受信裝置、氣象儀、發電機。計畫未來一年將在增購一部。其機動性與優點可作為本公司未來設置參考，惟經費預算較高亦應納入考量。關電環境分析中心亦有一部。圖九即為環境放射線測定車之外觀與設備配置概略圖，而圖十為設備配置實物圖。



圖九、環境放射線測定車之外觀與設備配置概略圖



圖十、環境放射線測定車之設備配置實物圖

發揮創作力與想像力，好保持新鮮度，真是特別。

另經比對本公司核能電廠環境偵測項目、分析方法與頻度，相對少了很多，尤其是連續取樣之空氣微粒項目，日本極不重視才四站，我們居然列為重點項目，設了六十四站，頻度還每週取樣，應該還有討論縮減的空間。表一為本公司核能電廠環境偵測項目，表二則為本公司環境試樣分析方法。

表一 核能電廠環境偵測項目

試 樣 類 別	試 樣 頻 率	取 樣 頻 率	分 析 類 別	備 註	
環境輻射	4.5	3.5	3.2	連續	加馬能譜/年
空氣	5	5	5	連續	加馬能譜/小時
空氣微粒	2.1	1.9	2.4	連續	總懸粒、加馬能譜/週、加馬能譜/年、總-89:90 放射能譜/週
空氣	1.2	1.2	1.5	連續	加馬能譜/月
水質	1	1	1	連續	加馬能譜/月
海水	9	8	10	季	加馬能譜/季、總-89:90
河水	7	7	8	季	加馬能譜、季/季、總-89:90、放射能譜
池水	2	4	2	季	加馬能譜、季/季、總-89:90
地下水	5	3	3	季	加馬能譜、季/季、總-89:90
定時雨水	2	3	2	季	加馬能譜/季、總-89:90
定置雨水	2	2	1	月	加馬能譜/月、季、總-89:90
定置雨水	2	2	1	下四分	加馬能譜
生物					
牛、羊奶	各1	各1	各2	季(收獲期)	放射能譜、加馬能譜/季(樣品半年)、總-89:90
蔬菜	3	3	4	季(收獲期)	加馬能譜/半年、總-89:90
蔬菜	6	5	6	半年(收獲期)	放射能譜、加馬能譜/半年、總-89:90
蔬菜	5	5	5	半年(收獲期)	加馬能譜/半年、總-89:90
蔬菜	2	2	2	季	加馬能譜/季、總-89:90
蔬菜	3	3	2	季(收獲期)	加馬能譜/季、總-89:90
茶葉	1	1	1	季(收獲期)	加馬能譜/季、總-89:90
茶葉	1	1	1	季(收獲期)	加馬能譜/季、總-89:90
茶葉	3	3	4	半年	加馬能譜/半年、總-89:90
海藻	2	2	2	季	放射能譜、加馬能譜/季、總-89:90
海藻(海菜)	4	4	5	月	加馬能譜/季、總-89:90
海藻(海菜)	1	1	1	季	加馬能譜/月
土壤、岩砂試樣					
岩砂	9	12	11	季	加馬能譜/季
土壤	19	20	22	半年	加馬能譜/半年
海底沉積物	4	4	4	半年	加馬能譜/半年

註：1.每週空氣微粒總量分析結果超過4毫克/立方公尺時，方執行加馬能譜分析。
 2.加馬能譜分析中發現總-137大於容許量之可能發生小劑量暴露檢驗，方執行總-89:90分析。
 3.海水加馬能譜和成分採樣相對照，出、入水口二站每月執行，當分別發現電廠排氣氚種異常時，擴大於電廠會所規定之可採受藥小劑量至未受時，分別於出、入水口各站執行上述加馬能譜分析。
 4.空氣微粒分析中發現有鉛粒時，方執行鉛-210放射能譜分析，對照品亦同時分析。
 5.土壤、蔬菜採取時，經二級過濾取淨，並分別發現電廠排氣氚種異常時，擴大於電廠會所規定之可採受藥小劑量至未受時，分別於出、入水口各站執行上述加馬能譜分析。
 6.核一廠出水口至600公尺(SS102)、核二廠出水口(SS203)及核三廠出、入水口(SS303及SS305)地點均執行。

表二 環境試樣分析方法簡表

試 樣 類 別	分 析 類 別	分 析 方 法
空氣微粒	總懸粒	取樣後直接以低背量比例儀偵檢計測
空氣微粒	加馬能譜	不預先萃取後直接以總懸偵檢儀計測
空氣、藻類、海菜、蔬菜、茶葉	加馬能譜	灰化後直接以總懸偵檢儀計測
蔬菜、海藻	加馬能譜	直接切割後以總懸偵檢儀計測
岩砂、海底沉積物、土壤	加馬能譜	經乾後製成以總懸偵檢儀計測
落塵	加馬能譜	經乾、陽離子交換樹脂後製成以總懸偵檢儀計測
牛、羊奶、稻米、茶葉及水樣	加馬能譜	製成直接以總懸偵檢儀計測
空氣微粒、茶葉、蔬菜、海藻(海菜)、稻米、牛、羊奶、茶葉、海菜、蔬菜、茶葉	總-89:90	灰樣以消化後，經純化分離製成以低背量比例儀偵檢計測
河水、雨水、池水、飲用水、地下水、海水	總-89:90	經純化分離後，製成以低背量比例儀偵檢計測
空氣微粒	碘-131	活化碘後直接以總懸偵檢儀計測
飲用水	放射能譜	萃取法純化分離製成以低背量比例儀偵檢計測
牛、羊奶	放射能譜	經陰離子交換樹脂後製成以總懸偵檢儀計測
海藻、茶葉	放射能譜	直接切割後以總懸偵檢儀計測
河水、雨水、飲用水、池水、海水、地下水	氙	經蒸餾後，藉液體閃測計測偵檢計測
指標生物(相思樹)	加馬能譜	直接切割後，製成以總懸偵檢儀計測
直接輻射(高壓游離腔)	加馬能譜	直接度量，以無線電傳測量結果
直接輻射(熱發光劑量計)	加馬能譜	直接以熱發光計測儀計測

註：灰樣計測時皆以低背量與灰樣之灰化比，換算回野塵之總樣量。

(五)、美濱核能電廠

訪問的最後一站是日本關西電力公司的美濱核能電廠。它位在日本福井縣的美濱町，共有三部機組，均為壓水式。一號機是 340MWe 的 PWR，而二號機是 500MWe 的 PWR，三號機是 826MWe 的 PWR。關西電力公司在福井縣有三座核能電廠，分別為美濱核能電廠三部機，大飯核能電廠四部機，高濱核能電廠四部機和大阪市距離約三、四百公里，隔本州遙遙相對，相關位置如圖十三所示。關西電力公司共有 11 座核能機組，美濱核能電廠三部機發電量約佔百分之十七。

我們參觀美濱核能電廠時〔圖十四美濱電廠鳥瞰圖〕，該廠相當重視，不但派出輻射防護和維護部門的課長、主管及工程師對我們做詳盡的簡報，並帶我們參觀廠內的控制室、汽機廠房、蒸氣產生器運轉經驗回饋館、出水口取樣設備、氣象監測站、空氣微粒抽氣站、雨水取樣站及廠外的各種設施。參觀完畢之後還做技術討論，收穫十分豐碩。

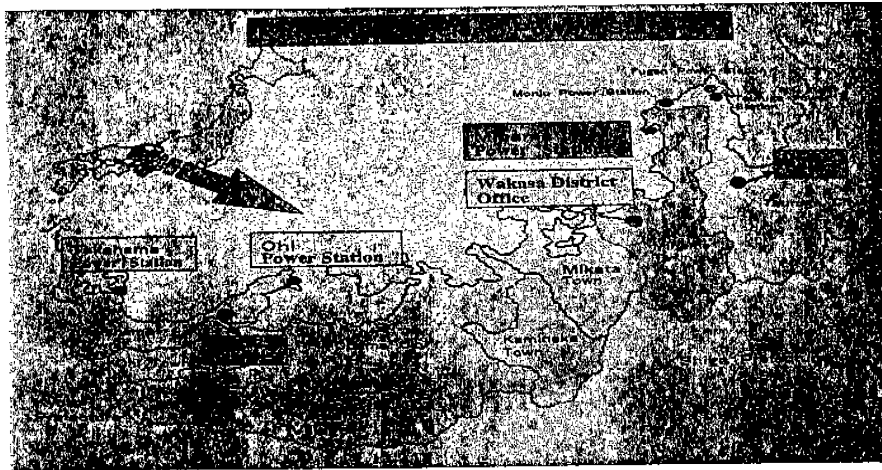
美濱電廠的環境輻射偵測，做法和我們公司相類似，不過由於國情與組織的不同，亦有差異。日本核能電廠的環境輻射偵測以廠界內為主，重點及主要測站都放在廠界之內。但離開廠界一段距離，亦設有幾個以閃爍偵測器為主，配合游離腔測量直接輻射的站，數據除傳至電廠本身外，亦送到福井縣環測分析中心，此外另設有 TLD 站及樣品的取樣站，做一些取樣分析及劑量評估工作。不過廠外的環境監測計劃是由關西電力環測分析中心及福井縣地方政府負責，規模比我們現在放射實驗室所做的小很多。但似乎雙方合作無間，沒有公信力方面的問題。

日本電廠的環測站用地很充裕(在廠內的關係)，設備很先進，均用光纖傳輸。有些測站的資料是和外界相連，以提供及時資訊。但所謂的「及時」，並不是瞬間的資料，而是經過一定程序的處理、平均、比較檢查所得到的及時資料。重點就在於這一套資料的數據處理步驟，因此這種連線的資料提供，不致於造成接收資訊單位的困惑及提供資訊單位的困擾。又可以增加資料的透明度，作法值得參考。記得半年前，原能會新的副主委曾要求台灣輻射偵測中心評估把本公司所有環境的 HPIC 數據，連線到該中心，當時沒有慎重考慮到數據資訊處理的相關問題，使本公司產生很大的疑慮而不敢冒然同意。現在參考日本人的作法，只

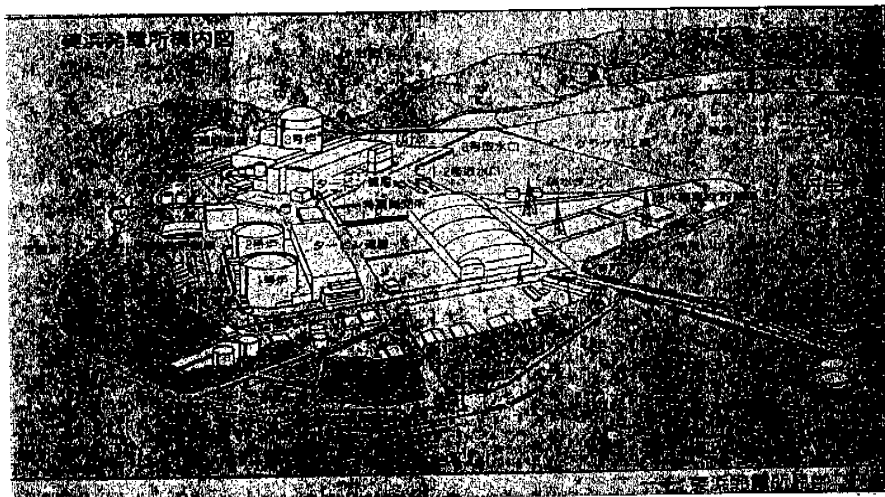
要能解決數據資訊處理的流程，似乎沒什麼不妥。

日本電廠的空間設計非常人性化，十分寬敞、舒適而且注重室內清潔維護，到處窗明几淨。尤其是走道牆上還有同仁的畫作，一段時間過後即予以更新，好保持新鮮度，更是特別，真令人羨慕。

日本核能電廠的許多資訊，都在經過適當的處理之後，有系統地全面對外公開提供。而這種處理並不是要刻意隱瞞什麼，主要的目的是增加資訊的可讀性與簡單化，好讓民眾了解。這套作法是由政府管制單位經過精心設計而提供予電力公司來遵循實施的，並不是一股腦把所有的原始資料傾倒出來，測試學者的專業，進而困擾民眾，其作法值得學習。



圖十三、關西電力公司核能電廠地理位置圖



圖十四、美濱電廠鳥瞰圖

肆、感想與建議

本次到日本訪問，有下列幾點感想與建議：

一、注重工作環境的美化與整潔。

日本各單位的工作場所都窗明几淨，寬敞舒適。我們在最起碼的條件下應該能做到整齊、整頓、整理、清潔。設備儀器的倉儲管理亦用整理盒加以收納，令人印象深刻，非常值得學習。因此將加強課內此一方面的重點工作，逐一落實。

二、參加比較試驗及認證使環測技術提昇。

參加比較試驗及國家實驗室認證，以建立一定的品質技術水準，此外，國內環境偵測單位可加強技術交流，以提昇水準，並逐漸趨於一致。

三、加強環測數據的整合與公開。

要探索環境偵測數據的處理方式，尤其是直接輻射的部份，使能審慎公開，及時提供予大眾，增加其透明度與公信力，必要時由具有官方身份的輻射偵測中心出面整合。

四、改善環測站的偵測技術與設備。

環測站使用閃爍偵測器與游離腔測量直接輻射，除具有放射線測定功用外，亦配置簡易氣象儀，並結合當地觀光與地圖顯示功能，環測數據與氣象資料則以無線電技術傳回主站台，以進行相關的處理。因此閃爍偵測器應該是非常適合用於環境直接輻射偵測領域的。本公司應可引進，進行相關的研究工作，以改善現有設備。

五、加強環測站的技術說明。

環測站必須要有簡單圖示說明其功能與目的，讓民眾瞭解該項作業，實質人性化的設計，有必要加以學習。

六、肯定環境放射線測定車設備。

環境放射線測定車所具備的優點與機動性，列為未來學習的目標與配備。

註 1：此次行程安排有賴清華大學 朱鐵吉教授與日本電子科學研究所專務理事 Dr. Tadashi TSUJIMOTO 的協助，特在此註記，並致謝忱。