

出國報告（出國類別：出席國際會議）

參加台日放射性比較分析會議及參訪

服務機關：行政院原子能委員會輻射偵測中心

姓名職稱：徐明德 主任

林培火 技正兼組長

蔡文賢 技正兼組長

派赴國家：日本

出國期間：106年11月12日~106年11月17日

報告日期：107年1月3日

摘要

第30屆「台日環境試樣放射性分析比較實驗年會」於2017年11月15至16日在日本千葉縣稻毛區日本分析中心（Japan Chemical Analysis Center, JCAC）舉行。本報告主要敘述出席年會內容、技術交流及11月13日青森縣陸奧分析科學研究所參訪心得。台日雙方依據104年11月25日簽署之環境試樣放射性分析比較實驗備忘錄，執行環境土壤、茶葉、地下水、海水、熱發光劑量計等樣品放射性分析比較實驗。今年台日雙方在5類比較試樣24項次放射核種分析及劑量測定的分析結果，量測比對判定係數均符合 $En \leq 1$ 的評量基準，顯示雙方的分析水平相當一致。日本分析中心及輻射偵測中心在本次年會中，決議2019年增加土壤中銻-239及銻-240放射核種活度分析比對項目，及2018年持續進行雙方技術人員實務訓練交流互訪活動。雙方並完成2017年環境試樣放射性分析比較實驗計畫與備忘錄簽署。

目次

壹、 前言（含緣起、目的）	1
貳、 行程.....	2
參、 出國紀要	3
肆、 心得.....	13
伍、 建議.....	14
陸、 附件.....	15
附件一 第30屆年會議程.....	15
附件二 第30屆台日技術合作年會備忘錄.....	16

壹、前言（含緣起、目的）

公益財團法人日本分析中心（Japan Chemical Analysis Center，以下簡稱 JCAC）成立於 1974 年，位於日本千葉縣稻毛區為日本國內環境放射性活度分析的專門機關，原為財團法人自 2013 年 4 月更改為公益財團法人，JCAC 實驗室設備、分析人員之經驗水準皆屬一流，國際聲望頗高。

JCAC 主要業務為接受政府與民間的委託進行包括：全日本環境放射性分析和測量調查、指導和推廣環境放射性分析和測量技術、環境放射性分析與測量標準手冊的發展、培訓國內 47 個都道府縣及國外環境放射性分析技術人員、環境放射性分析的國際交流與合作、放射性活度數據的收集與公開等。另也負責一般化學微量元素分析(如穩定同位素、環境荷爾蒙與運動員禁藥分析等)技術的發展，並對外提供相關檢測技術服務。自 2010 年起 JCAC 在青森縣陸奧(むつ)市成立分析科學研究所，建立放射性惰性氣體(Kr-85 及 Xe-133)偵測技術。

輻射偵測中心（以下簡稱本中心）為提升國內環境試樣放射性分析技術水平，自 1986 年與 JCAC 簽訂技術合作協議，協議內容為每年由台、日雙方輪流主辦環境試樣放射性分析比較實驗年會。2015 年受限於出國預算之緊縮，將環境試樣放射性分析比較實驗改為兩年一次，隔年採取較具彈性的技術人員實務訓練或互訪，如此交叉輪流進行。2017(今)年 11 月 15 至 16 日於日本千葉縣 JCAC 舉行第 30 屆「台日環境試樣放射性分析比較實驗年會」。我方由徐主任明德親自率同林培火技正兼組長與蔡文賢技正兼組長赴日本參加會議及參訪，主要目的有（一）參加第 30 屆環境試樣放射性分析數據比較分析討論，（二）議定第 31 屆比較實驗計畫內容與項目，（三）討論 2018 年雙方技術人員實務訓練交流或互訪議題，（四）參訪 JCAC 青森縣陸奧分析科學研究所。

貳、行程

行程概要如下：

- 11 月 12 日 台灣到達東京機場。
- 11 月 13 日 東京轉赴日本分析中心青森縣陸奧(むつ)分析科學研究所參訪。
- 11 月 14 日 青森縣陸奧市轉回東京再轉至千葉。
- 11 月 15 日
1. 假日本分析中心召開第 30 屆年會會議，進行本年度比較實驗各項結果討論。
 2. 專題報告台灣海域環境樣品放射性銫背景調查及相關放射化學分析技術經驗交流。
 3. 參觀日本分析中心千葉化學分析實驗室各項設備及環境輻射監測設施。
- 11 月 16 日
1. 討論雙方技術人員實務交流議題。
 2. 討論第 31 屆比較實驗內容與項目，簽署雙方合作備忘錄。
- 11 月 17 日 由東京機場返回台灣。



日本分析中心



日本分析中心陸奧市分析科學研究所

參、出國紀要

一、參訪日本分析中心陸奧分析科學研究所

2017 年 11 月 13 日參訪 JCAC 青森縣陸奧分析科學研究所(Mutsu Analytical Sciences Laboratory)代理所長金子健司(Kenji Kaneko)接待、簡介及介紹相關重要業務及技術，並陪同實地參訪實驗室及解說，所內設施位置分佈如圖 1 所示，正式技術人員含所長共有 12 人。

JCAC 於 2010 年成立陸奧分析科學研究所，其主要目的為確保當地民眾輻射的安全、安心，進行海洋及大氣等環境樣品放射性分析檢測，為該地區能源產業的發展做出貢獻，其肩負下北半島地區的環境輻射監測工作，主要業務包括：(1)環境試樣分析：主要為海水試樣中的 Cs-137、Cs-134、Sr-90、Pu 等分析，亦包括土壤、稻米、蔬菜、茶葉、淡水、海產物等環境試樣的放射化學分析。(2)大氣中放射性惰性氣體(Kr-85 及 Xe-133)檢測分析。(3)熱發光劑量計(TLD)及玻璃劑量計(RPLD)輻射劑量照射與計讀。

此行目的之一為了解 JCAC 有關放射性惰性氣體(Kr-85 及 Xe-133)的相關偵測技術，目前該所內有一套自行組裝 Kr-85 偵測自動設備(圖 2)，每日分析一個樣品；及另一套德製 Xe-133 偵測手動設備(圖 3)，每週分析二個樣品。目前所使用的分析方法是由 JCAC 與德國合作共同研發的，其分析原理類似，如圖 4 所示，皆是先在低溫下以活性炭捕捉放射性惰性氣體，經脫附、氣相層析儀分離、濃縮後，再分別以通氣式 GM 計數器或通氣式比例計數器檢測。就技術而言，由於整個實驗流程有別於傳統放射分析方法前處理及計測的相關訓練，需利用頗為複雜氣體管路及閥門進行切換，日方建議操作人員要經由訓練至非常熟練且細心的人員負責。就經費而言，含前處理及分析整套設備花費相當高，約日幣 8,000 多萬元。此次行程得知日本原子力研究開發機構(JAEA)內亦建置一台德製放射性惰性氣體偵測設備(JAEA 設備亦置於此研究所廠區內)，順道參觀巧遇德國技術人員來日維護，向我方一行人表示 JAEA 內建置的機台是經整合可同時用作 Kr-85 及 Xe-133 核種偵測的設備，顯示日方對放射性惰性氣體監測的重視。關於今年北韓核子武器試爆，日方表示並未偵測到異常數據。由於放射性惰性氣體的設備相當昂貴，且所需專業訓練難度較高，無論設備維護及人員技術的養成相對不易。



圖 1 陸奥市分析科學研究所設施位置分佈圖



圖 2 Kr-85 偵測自動設備解說



圖 3 Xe-133 偵測手動設備解說

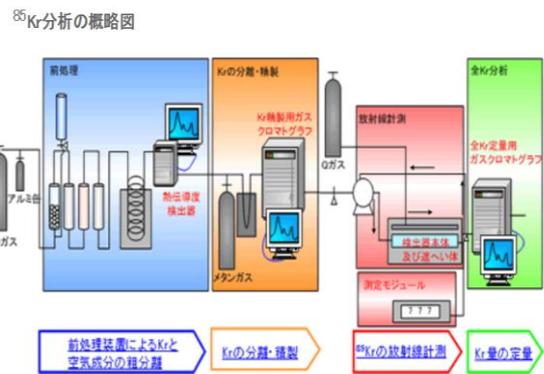


圖 4 Kr-85 分析原理圖

有關環境試樣放射性分析部分，主要執行較大宗環境試樣為海水試樣，其分析核種包含 Cs-137、Cs-134、Sr-90、Pu 等。該所位於青森縣陸奥市地理位置靠近庫頁島，縣內也有六所村核燃料再處理廠、低放射性廢棄物處置場等因素，為 JCAC 於青森縣設立該研究所積極監測海域環境的主因，其分析項目除 Cs-137 分析外，亦必需加強執行 Sr-90 及 Pu 分析。海水試樣會先以磷鉬酸銨吸附鉍，再進行 Sr-90 前處理。Sr-90 前處理主要是以樹脂進行純化，過程中部分步驟已能自動化，其相關零件配備皆需能耐化學藥劑侵蝕，雖然前處理過程中僅部分步驟能自動化，但已可有效地減少人力及時間。Pu 的分析亦是以樹脂進行純化，計測方法採用傳統阿伐分析儀或高解析度感應耦合電漿質譜儀進行。目前本中心海水主要是進行 Cs-137 分析，未來若有必要執行 Sr-90 分析，由於其前處理過程相當耗人力及時間，JCAC 在海水 Sr-90 前處理過程中將若干步驟自動化的作法，值得我方評估。

有關累積劑量計之應用，日本分析中心為維持環境輻射累積劑量計的品質在一定精準，提供日本地方 47 個縣政府環境直接輻射累積劑量計校正及比較實驗使用，目前擁有松下公司產品之熱發光劑量計 (TLD) 及東芝公司產品之玻璃劑量計 (Radio Photoluminescent Dosimeters; RPLD) 兩種，目前日本使用熱發光劑量計 (TLD) 的比例約占 10%，大部分皆以玻璃劑量計度量加馬直接輻射累積劑量。本中心係使用 TLD 劑量計，未來若經費人力許可，可預先就 TLD 與 RPLD 兩者的差異比較妥善規劃。

日本文科部及原子力規制廳數十年來制定環境試樣放射性分析及輻射偵測技術手冊共 34 項，其中 TLD 的技術手冊為 (NO.18 熱ルミネセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定法)，NO.18 技術手冊主要敘述將 TLD 放置環境中 3 個月偵測環境中加馬直接輻射累積劑量，TLD 如何放置、TLD 的清理、儀器的校準，數據的處理、結果的評估，TLD 的特性等方法。有關環境輻射偵測時一個偵測點至少配有 6 支，計讀儀器校準時需使用 10 支以上 TLD，偵測所需 TLD 數量的計算公式如下：

$$\text{TLD 的數量} \geq (6 \times N \times 2) + 10 + A$$

其中

N：假設偵測點數量 A：備用的數量

T：所需 TLD 總數 2：每季交換

日方要求每個偵測點放置 5-6 支 TLD，即有 10 個以上的數據做統計與數據的處理，能獲得較穩定的 TLD 量測品質，而我方每個偵測點僅放置 1 支 TLD，只有 2 讀值，無法做數據處理，建議可酌增每個偵測點的 TLD 數量，以求得較穩定量測品質。



圖 5 熱發光劑量計(TLD)



圖 6 玻璃劑量計



圖 7 玻璃劑量計計讀儀



圖 8 累積劑量計照射裝置

二、第 30 屆臺日環境試樣放射性分析比較實驗年會

本次年會於 2017 年 11 月 15-16 日假 JCAC 會議室舉行，會場也以視訊的方式與青森縣陸奧分析科學研究所同步進行，由於本次會議為第 30 屆，下午特別安排三場專題演講，分別由本中心、JCAC 及日本國立研究開發法人產業技術綜合研究所三個單位進行發表，議程如附件 1。11 月 15 日上午舉行開幕儀式，首先由 JCAC 理事森本隆夫(Takao Morimoto) 與本中心徐主任明德代表致詞，雙方與會人員也進行自我介紹。開幕式之後，開始進行土壤、茶葉、地下水、海水、熱發光劑量計等 5 類比較實驗樣品，包含加馬能譜分析 (K-40、Cs-137、Tl-208、Ac-228)、放射化學分析 (Sr-90、Cs-137、總鈾、H-3、總貝他)、累積劑量偵測 (田野組、照射組) 等分析數據的討論。討論內容分述如下：

- (1) 會議由 JCAC 前山健司 (Takeshi Maeyama) 課長宣讀本年度環境試樣放射性分析比較實驗報告內容，包括比較樣品採樣與配製方法，雙方加馬能譜與各種放射化學分析方法及作業流程，放射活度量儀器與計測條件等確認。
- (2) 實驗室分析除考量數據準確性，也須評估分析與度量方法的精密度，雙方數據之評量，係採用 $En \leq 1$ 為基準，本次雙方全部樣品包括土壤、茶葉、地下水、海水、熱發光劑量計等樣品的比較結果，均符合 $En \leq 1$ 的評量基準。
- (3) 地下水總貝他雖然雙方比對結果符合 $En \leq 1$ 的評量基準，但我方的數據與 JCAC 數據差異較大，我方分析各種可能原因及提供相關測試結果。日方詢問地下水總貝他實驗過程中利用硝酸將氯化鹽轉化為硝酸鹽後，計測時有較不穩定的現象，我方則建議可將硝酸鹽進一步轉化為氧化物後計測將更為一致及穩定。日方建議下次比較實驗由雙方對我方提出的新方法進行進一步確效比對。

11 月 15 日下午專題演講首先由我方代表蔡文賢組長進行「Cesium-137 activity in

environmental samples from Taiwan's coast」演講(圖 9)，除介紹我國目前沿岸海水、岸砂及海產物銫-137 監測的概況，亦提出中心自行研發之海水中銫-137 之快速方析方法。接著由 JCAC 執行理事磯貝啟介(Keisuke Isogai)進行「Radioactivity monitoring in Tokyo bay」演講，指出東京灣內冬季外海海水流入時鹽度較高，因稀釋作用此時放射性銫活度則較低；相反的在夏季時河川水流入東京灣海水鹽度較低，則有放射性銫活度稍微升高現象。最後由日本國立研究開發法人產業技術綜合研究所保高徹生(Tetsuo Yasutaka)博士進行「Development and standardization of pretreatment method for monitoring low level radio Cs in fresh water and sea water」演講，說明該所正開發各種吸附銫的材料，其中為克服基質中各種離子干擾，已開發利用鋅、銅等離子提升普魯士蘭等對銫的吸附性，另亦現場展示可應用於野外進行水中銫濃縮的裝備(圖 10)，雖然目前水樣處理量、水樣濁度、進樣流速等問題技術上仍有進展空間，但未來該設備可免除大量水樣取樣後運輸等耗時耗力的工作及樣品儲存問題。

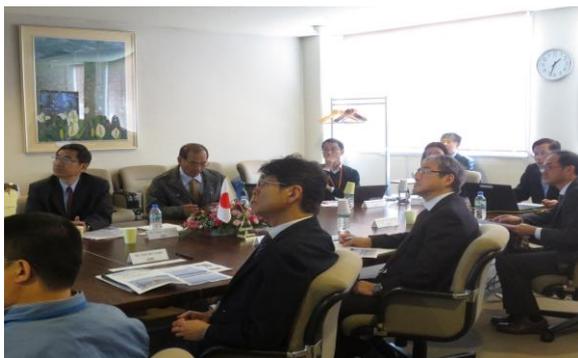


圖 9 中心代表進行專題演講



圖 10 野外水中銫濃縮的裝備操作示範

二、第 30 屆臺日技術合作年會備忘錄簽署

2017 年 11 月 16 日舉行合作備忘錄簽署，由前山健司課長針對「第 30 屆臺日技術合作年會備忘錄」內容進行宣讀及討論。為因應未來國內核能電廠除役阿伐核種分析的需要，日方同意下屆環境試樣放射性分析比較實驗增加土壤中鈾同位素(Pu-239、Pu-240)比值分析項目。有關雙方技術資訊交流，徐主任特別感謝日方 2017 年予以本中心同仁至 JCAC 學習 Sr-90 快速分析方法的機會，雙方亦達成明年繼續技術人員實務訓練或互訪交流，本中心亦提供 2015 及 2016 年「臺灣地區核能設施環境輻射偵測年報」給 JCAC。在雙方確認合作備忘錄內容後，由 JCAC 執行理事磯貝啟介(Keisuke Isogai)與本中心徐主任明德代表簽署，雙方各保留一份共同簽署的備忘錄如附件二。



圖 11 本中心提供 2015 及 2016 年「臺灣地區核能設施環境輻射偵測年報」



圖 12 簽署合作備忘錄後合影

三、JCAC 千葉縣實驗室參觀

利用年會中午休息及第一天結束初步討論的空檔時間，中心同仁亦請 JCAC 安排參訪 JCAC 千葉縣實驗室，除了解 JCAC 環境輻射即時監測站運作概況，亦參訪 JCAC 放射化學相關實驗室樣品前處理實際運作情況：

(一)環境輻射即時監測站運作發展概況

自福島核電事故後日本環境輻射即時監測站運作發展，改由日本原子力規制委員會(Nuclear Regulation Authority, NRA)規劃並公開即時監測結果，輻射監測網站為(<http://new.atmc.jp/>)，47 個都道府縣總計公開有 4,276 監測站，其中福島縣 3,705 站、茨城縣 58 站、宮城縣 40 站、櫛木縣 29 站、山形縣 26 站、群馬縣 25 站，每 10 鐘更新數據公開。

日本早期因應核武試爆及 1986 年發生車諾比核電事故對日本環境造成影響程度，自 1990 年以來每年於 47 個都道府縣及日本分析中心共同進行環境放射性水平調查計畫，除了大氣懸浮微粒物，沉降物，雨水外，還包括內陸水，土壤，農畜產品，日常餐食物，海產物及各縣特產等樣品，進行加馬能譜分析、銥 90 及銇 137 等核種分析，主要目的在於掌握全日本輻射水平，做為事故時應變處置措施之依據。亦於各縣設置固定式監測站，其監測結果匯總後每天上午 9-10 點之間公布，公布內容為過去的平均值範圍、監控站的結果及位置，因每個監測站設置高度不一致，將監測值回推距地面 1 公尺高度的劑量率公布於(<http://radioactivity.nsr.go.jp>)網站，供民眾參閱。

日本分析中心設施內設置的環境輻射監測站為環境輻射水平調查計畫中之設備，如圖 13-17 所示。有關環境輻射劑量率偵測有 1 個 3 英吋碘化鈉(NaI)閃爍偵檢器作為平時低輻射劑量率偵測，還有 1 個中壓游離腔用於事故時之高輻射劑量率偵測，如圖 13 所示。純鍺偵檢器加馬能譜分析系統主要進行現場偵測，它在日本福島核電事故期間連續度量千葉縣地區受福島核電事故排放輻射物質的影響程度，每小時測 1 個加馬能譜，分析出 I-131、Xe-133、Cs-134、Cs-137 等輻射物質核種濃度及輻射劑量率及總劑量率，在福島核電事故期間能區別各個輻射污染源所造成劑量，其設備如圖 14 所示。其加馬能譜的分析軟體，為日本精工(Seiko)公司所發展。另外，地表空浮連續抽氣裝置、氣象觀測裝置，如圖 15-17 所示。



圖 13 環境輻射監測設施 (a 純鍺偵檢器加馬能普分析系統
b 3 英吋 NaI 閃爍偵檢器 c 中壓游離腔 d 低容量連續抽氣裝置)



圖 14 純鍺偵檢器加馬能普分析系統



圖 15 高容量抽氣裝置

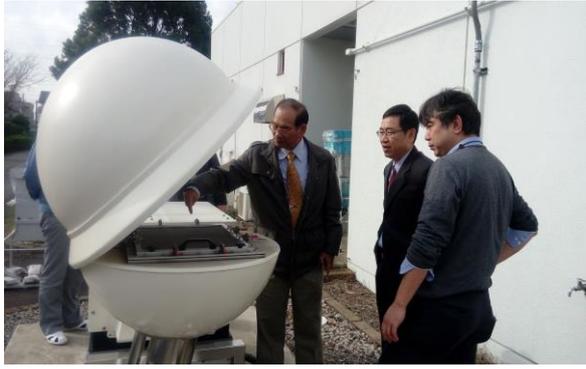


圖 16 超高容量抽氣裝置



圖 17 氣象觀測裝置

(二)北韓核試爆事件之因應

有關於 2017 年 9 月 3 日 12 時 31 分日本政府氣象廳地震觀測到北韓附近非自然震源的異常信號，由內閣總理府長官召開原子力規制廳輻射聯絡會議對北韓核試爆事件各單位所採取因應措施說明如下，可作為我國未來因應境外核事故應變之參考。

1. 強化監測

(1) 高空大氣懸浮塵採樣及計測由「原子力規制廳、防衛廳」負責

以航空自衛隊飛機迅速在日本上空進行高空大氣浮塵及氙(Xe)惰性氣體取樣，由日本分析中心(千葉市及陸奧市)計測分析，有關監測的參考情資由日本原子力開發機構預估輻射大氣擴散評估。

(2) 地表大氣懸浮塵採樣及計測由「原子力規制廳」負責

47 都道府縣及日本分析中心(千葉市)進行採樣計測，日本分析中心亦進行地表 Xe 惰性氣體採樣計測。

(3) 乾溼落塵採樣及計測由「原子力規制廳」負責

47 都道府縣及日本分析中心(千葉市)進行採樣計測。

(4) 空間輻射劑量率偵測由「原子力規制廳、環境部」負責

環境部 10 個離島地區、都道府縣及日本分析中心(千葉市)進行偵測。

2. 相關國家情報的收集由「外交部」負責

相關國家及進行監測關係機關的情報收集。

3. 強化宣導體制由「原子力規制廳、內閣大臣」負責

(1) 第 1 項(1)~(4)由原子力規制廳彙整偵測結果、內閣大臣公開發表。

(2) 諮詢對策由「府省廳聯絡會議單位」負責民眾諮詢之對策。

表 日本輻射聯絡會議因應北韓核試爆事件所採取措施

負責部廳	採取樣品	採樣地點	計測項目
防衛廳	高空大氣懸浮塵	日本上空(西、中、北部等空域)	加馬能譜分析
	高空 Xe 惰性氣體	日本周邊空域	通氣式比例計數器 計測 Xe 惰性氣體
原子力規制廳	地表大氣懸浮塵	47 都道府縣各 1 個，僅兵庫縣 2 個 日本分析中心(千葉)	加馬能譜分析
	地表 Xe 惰性氣體	日本分析中心(千葉)	通氣式比例計數器 計測 Xe 惰性氣體
	乾溼落塵	47 都道府縣計有 297 個	加馬能譜分析
	空間輻射劑量率	日本分析中心(千葉)	即時輻射監測
環境部	空間輻射劑量率	日本 10 個離島地區	即時輻射監測

(三)JCAC 放射化學相關實驗室樣品前處理運作概況

放射化學分析屬超微量分析領域，一般從事環境樣品輻射監測作業需較低的偵測極限，在常規環境樣品的放射性活度分析中，樣品的濃縮、分離和純化即變得相當重要，這些過程通常亦極為耗時。雖然目前許多研究單位積極研發在現場分析污染物濃度，不需取回實驗室內現場度量的技術，但目前仍無法應用於較低活度的樣品，因此實驗室內的放射化學相關實驗仍為環境輻射監測主流，而如何在有限人力物力資源下，有效提升檢測能量成為一重要課題。JCAC 多年前即開發分析過程儘量自動化以節省人力提高作業時效，目前發展較為成熟的為水樣(海水)自動化濃縮裝置，利用樹脂吸附脫附原理以自動濃縮鈾及鈾(圖 18、19)。水樣的另一簡單濃縮方法為蒸發法，傳統利用加熱直接蒸發的方法進行濃縮，目前 JCAC 亦發展出利用自動減壓濃縮進行水樣濃縮。

在生物試樣部分，由於樣品量相當多，JCAC 規劃房間式的大型冷藏及冷凍式貯存室以暫時保存大量生物試樣，執行樣品預處理人員則有 8 至 10 人之多，中心人員參觀時正進行海魚試樣解凍(圖 20)，準備以人工方式割取海魚可食用部位進行後續高溫灰化作業(圖 21)。生物試樣預處理後經高溫灰化所得灰分除進行加馬計測外，亦會進行 Sr-90 分析，由於 Sr-90 分析的化學前處理步驟較為複雜，JCAC 需分析 Sr-90 的樣品又相當多，因此 Sr-90 前處理實驗室佔了一整個樓層，為提升檢測能量，JCAC 目前亦

正積極開發生物試樣 Sr-90 化學前處理自動化分離純化設備，已完成部分實驗步驟自動化雛型(圖 22、23)。

JCAC 對於整個化學分析設備與輻射作業場所安全與保安全管理的要求皆十分嚴謹，門禁管制、實驗室清潔保持、人員服裝儀容等都要求的非常嚴格。我方一行人參觀各實驗室時需不斷進行更換工作鞋，顯現 JCAC 對防止實驗室污染的管理重視程度。

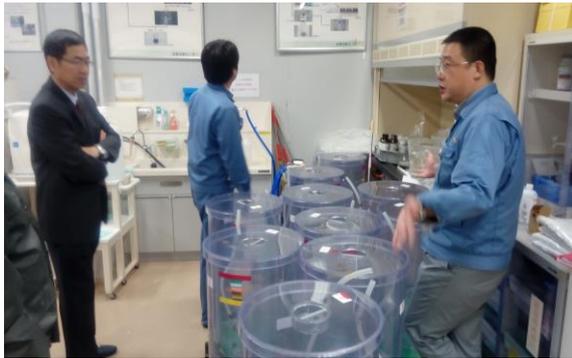


圖 18 海水鉍分析實驗室一般設備



圖 19 海水自動濃縮設備

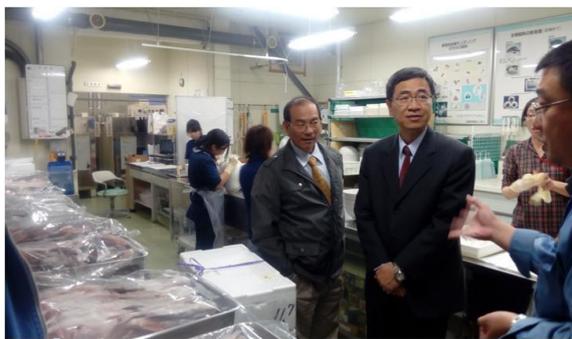


圖 20 生物試樣預處理室



圖 21 高溫灰化爐



圖 22 鉍-90 分析實驗室一般設備



圖 23 研發中鉍-90 自動化設備

肆、心得

- 一、本中心與 JCAC 藉由「環境試樣放射性分析比較實驗計畫」及人員實務技術交流，除了可以提升本中心放射化學核種分析與輻射度量技術外，也增進彼此深厚的友誼。本屆年會期間，JCAC 新任執行理事磯貝啟介、陸奧分析科學研究所代理所長金子健司與本中心充分進行交流，一致認為要加強雙方人員實務技術培育交流，對本中心十分的友好。
- 二、本年度的比對實驗結果十分良好，執行過程中雙方透過電子郵件進行數次的技術討論，對於數據差異略大的樣品，於會議上也多次進行原因分析與改進作業可行性的探討，使得本中心的分析技術能夠精益求精不斷進步，對於本中心分析品質的維持與作業人員的能力素質均能有效提升。
- 三、關於放射性惰性氣體(Kr-85 及 Xe-133)實驗技術流程，有別於傳統放射分析方法前處理及計測的相關訓練，所需專業訓練難度較高，設備相當昂貴，需較長時間進行人員技術訓練，初步評估現階段受限於本中心人力及經費的限制，尚不須積極建立，待未來若評估需投入時，再儘早與日方討論規劃。
- 四、日本大部分皆以玻璃劑量計度量加馬直接輻射累積劑量，使用熱發光劑量計(TLD)的比例約占 10%，本中心係使用 TLD 劑量計，現行使用上尚無困擾，唯在人力許可下，可預先比較兩者差異妥善規劃；另日方要求每個偵測點放置 5-6 支 TLD，即有多個數據做統計與數據的處理，能獲得較穩定的 TLD 量測品質，而我方每個偵測點僅放置 1 支 TLD，只有 2 讀值，可酌增每個偵測點的 TLD 數量，以求得較穩定量測品質。
- 五、將放射化學前處理過程自動化雖可減少人力，但往往需要較大的實驗空間，本中心空間規模較為狹小發展不易；另，一套自動化前處理設備通常只能進行一個樣品，雖然可 24 小時運作，但樣品處理效率有時反而不如熟練技術人員一次可同步處理多個樣品。目前多數放射化學前處理方法仍相當冗長，中心應先精進現行各種放射化學前處理過程，簡化實驗流程或發展更快速的前處理方法，再投入快速方法的自動化成效會更好。
- 六、國內核電廠即將除役，過程中放射性物質(如超鈾元素)污染的風險亦成為關心的議題，本中心近幾年雖已完成銻同位素分析方法初步開發，但銻同位素大多是阿

伐核種，屬於難測核種須做繁複的化學處理、樹脂分離等過程，本次 JCAC 同意將鈾同位素比值納入 2019 比較實驗計畫，未來將有助於本中心超鈾元素分析素質的提升。

七、JCAC 對於放射化學分析設備與輻射作業場所安全與保安管理的要求皆十分嚴謹，門禁管制、辦公室清潔保持、人員服裝儀容等都要求的非常嚴格。中心放射化學分析實驗室建置已超過 30 多年，目前門禁管制，實驗室潔淨度均有成長空間。

伍、建議

- 一、日本分析中心實驗室設備與分析技術水準皆屬一流，國際聲望頗高，本中心與日本分析中心進行環境試樣放射性分析比較實驗，可維持本中心分析品質與國際一致，建議持續辦理，未來並應藉由人員實務技術交流及互訪提升同仁分析技術。
- 二、為因應未來國內核能電廠除役阿伐核種分析的需要，下屆與日方環境試樣放射性分析比較實驗將增加土壤中鈾同位素(Pu-239、Pu-240)分析項比對，應儘早建立相關分析方法以與日方進行分析比對。
- 三、放射性惰性氣體(Kr-85 及 Xe-133)實驗設備相當昂貴，所需專業訓練難度較高，需較長時間進行人員技術訓練，本中心受限於人力及經費的限制，現階段建議不建立。
- 四、日本分析中心累積劑量計布點要求每個偵測點放置 5-6 支 TLD，即有多個數據做統計與數據的處理，能獲得較穩定的 TLD 量測品質，而我方每個偵測點僅放置 1 支 TLD，只有 2 讀值，可酌增每個偵測點的 TLD 數量，以求得較穩定量測品質。

陸、附件

附件一 第30屆年會議程

The 30th Annual Meeting
on the Memorandum for Technical Cooperation
between Radiation Monitoring Center(RMC)
and Japan Chemical Analysis Center(JCAC)
- Agenda-

Nov. 15 (Wed.)

10:10-12:00

- 1. Opening remarks by representative from each party**
- 2. Review and approval of agenda for the committee**
- 3. Introducing staff members by each party**
- 4. Technical Meeting**

- Discussion on the results of the 2015 cooperation programs intercomparison results between RMC and JCAC
- Discussion on the 2017 cooperation programs

13:30-15:45

5. Presentations

- Cesium-137 activity in environmental samples from the Taiwan coast (by Dr. Tsai)
- Radioactivity monitoring in the Tokyo Bay - temporal variations of ^{134}Cs and ^{137}Cs in sea sediment and seawater - (by Mr. Isogai)
- Development and standardization of pretreatment method for monitoring low level radio Cs in fresh water and sea water (by Dr. Yasutaka)

16:00-17:00

- ◆JCAC facility tour

Nov. 16 (Thu.)

10:00-11:00

- ◆Drafting of Minutes Confirmation
- ◆Signing of the Minutes
- ◆Closing Remarks and Group photographing

**Minutes of the 30th Annual Meeting
on the Memorandum for Technical Cooperation
between Radiation Monitoring Center(RMC)
and Japan Chemical Analysis Center(JCAC)**

Date : November 15-16, 2017

Place: Japan Chemical Analysis Center (JCAC)

295-3, Sanno-cho, Inage-ku, Chiba-shi, Chiba, Japan

Attendants:

From RMC

Mr. Ming-Te Hsu

Mr. Pei-Huo Lin

Dr. Wen-Hsien Tsai

From JCAC

Dr. Takao Morimoto

Mr. Keisuke Isogai

Mr. Kenji Kaneko

Mr. Takeshi Maeyama

Mr. Shigeru Bamba

Mr. Wataru Nitta

Mr. Hirofumi Shinohara

Ms. Tomoko Ohta

Ms. Marumi Hayano

Agenda

1. Opening addresses by representatives of both parties
2. Discussion on the results of the 2015 cooperation program
 - (1) Intercomparison study program
 - (2) Technical information exchange program
 - (3) Technical support program
3. Discussion on the 2017 cooperation program
 - (1) Intercomparison study program
 - (2) Technical information exchange program
 - (3) Technical support program
 - (4) Annual meeting in 2019
4. Presentations

SUMMARY

1. Opening addresses by representatives of both parties

RMC: Mr. Ming-Te Hsu

JCAC: Dr. Takao Morimoto

2. Discussion on the results of the 2015 cooperation program

(1) Intercomparison study program (Report 28E02)

RMC and JCAC confirmed the description of the analytical methods for γ -ray spectrometry, radiochemical analysis (^{90}Sr , ^{137}Cs , Uranium and ^3H), gross β activity and radiation dose measurement in accordance with the report.

1) γ -ray spectrometry

All analytical results are in good agreement between RMC and JCAC.

2) Radiochemical analysis

All analytical results are in good agreement between RMC and JCAC.

3) Radiation dose measurement

Both parties agreed that the values determined by the parties for the field-exposure tests and standard irradiation tests were in good agreement.

(2) Technical information exchange

1) Both parties discussed following item.

RMC developed a new pretreatment method for gross β activity of fresh water. Both parties validated the analytical method.

2) JCAC appreciated to have gotten the following information.

Annual report of environmental radiation surveillance for nuclear facilities of Taiwan on 2015 & 2016.

(3) Technical support program

JCAC provided a training course on rapid determination of radiostrontium to RMC in May 2017.

3. Discussion on the 2017 cooperation program

(1) Intercomparison study program (Appendix I)

1) Radioactivity analysis for environmental samples

The intercomparison program of 2017 will essentially follow the same program as that of 2015. Soil sample for ^{239}Pu , ^{240}Pu and $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ atom ratio will be added.

The samples and items of analysis are listed in Appendix I.

RMC will send the samples to JCAC before the end of March 2019.

The analytical results obtained by JCAC will be sent to RMC by the end of August 2019.

2) Radiation dose measurement

The intercomparison program of 2017 will essentially follow the same program as that of 2015.

The items of tests are also listed in Appendix I.

Field-exposure test in RMC will be carried out from April to June 2019.

Standard irradiation test at RMC will be carried out in May 2019.

Standard irradiation test at JCAC will be carried out in May 2019.

The results measured by JCAC will be sent to RMC by the end of August 2019.

3) Evaluation method

Analytical results will be evaluated with E_n -number based on uncertainties.

(2) Technical information exchange program

Both parties will exchange technical information such as monitoring program, analytical methods.

(3) Technical support program

Both parties will conduct analytical support, if RMC or JCAC need.

(4) Annual meeting in 2019

The 31th annual meeting is scheduled to take place at RMC in

November 2019.

4. Presentations

(1) Cesium-137 activity in environmental samples from the Taiwan coast
(RMC/ Dr. Wen-Hsien Tsai)

(2) Radioactivity monitoring in Tokyo Bay - temporal variations of ^{134}Cs
and ^{137}Cs in sea sediment and seawater - (JCAC/ Mr. Keisuke Isogai)

(3) Development and standardization of pretreatment method for monitoring
low level radio Cs in fresh water and sea water (AIST/ Dr. Yasutaka)

Signatures

For RMC



Mr. Ming-Te Hsu

Title: Director

Date: November 16, 2017

For JCAC



Mr. Keisuke isogai

Title: Executive Director

Date: November 16, 2017

Appendix I

List of intercomparative subjects and samples (2017 Cooperation Program)

1. Radioactivity analysis

Sample	γ	^{90}Sr	^{137}Cs	U	^3H	β	Pu
Fresh water	—	—	—	—	○	○	—
Seawater	—	—	—	○	—	○	—
Tea leaves	○	○	○	—	—	○	—
Soil	○	○	○	○	—	○	○

γ : Determination of γ -ray emitting nuclides with Ge semiconductor detector

^{90}Sr : Determination of ^{90}Sr by radiochemical analysis

^{137}Cs : Determination of ^{137}Cs by radiochemical analysis

U : Determination of α -ray of uranium with Si semiconductor detector

^3H : Determination of ^3H with liquid scintillation counter

β : Measurement of gross β activity with low-background gas-flow counter

Pu : Determination of ^{239}Pu , ^{240}Pu and $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ atom ratio with HR-ICP-MS

(1) All samples will be collected by RMC.

(2) Pretreatment

1) Fresh water and seawater will be sent to JCAC without any pretreatment.

2) Tea leaves will be dried, ashed and homogenized then sent to JCAC.

3) Soil will be dried and homogenized then sent to JCAC.

2. Dosimetry

(1) Field-exposure test at RMC's monitoring points

1) Tests using RMC's TLDs

Number of TLD	Monitoring point
5	RMC -1
5	RMC -2
5	RMC -3
5	For self dose

2) Tests using JCAC's TLDs

Number of TLD	Monitoring point
5	RMC -1
5	RMC -2
5	RMC -3
5	For self dose
5	For transit dose (between JCAC to RMC)

(2) Reference irradiation test at RMC (use 15 TLDs each)

1) Irradiation at RMC

2) Reading at JCAC

(3) Reference irradiation test at JCAC (use 15 TLDs each)

1) Irradiation at JCAC

2) Reading at RMC