

出國報告（出國類別：開會）

## 參加第 32 屆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：蔡文賢 副主任

陳婉玲 技正兼組長

方鈞屹 技正

派赴國家：日本

出國期間：112 年 6 月 12 日~112 年 6 月 17 日

報告日期：112 年 7 月 13 日

## 摘要

第32屆「台日環境試樣放射性分析比較實驗會議」於2023年6月14至16日在日本千葉縣稻毛區之公益財團法人日本分析中心(Japan Chemical Analysis Center, JCAC)舉行。本報告主要敘述出席年會內容、技術交流及參訪日本國立研究開發法人產業技術綜合研究所(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, AIST)心得。台日雙方依據108年10月30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。台日雙方在5類比較試樣共23項次放射核種分析、累積劑量測定的分析結果及差異值再評估結果，量測比對判定係數均符合  $E_n \leq 1$  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會議中，決議2024年開始增加海水中氚放射核種活度分析比對項目，及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2024及2025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 32 屆年會議程 .....	15
附件二	第 32 屆台日技術合作會議備忘錄 .....	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構，原為財團法人自 2013 年 4 月更改為公益財團法人，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相關業務，在放射性分析部份，主要負責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 個都道府縣環境放射性分析技術人員、及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。此外，因應福島第一核電廠事故，JCAC 目前亦受日本環境省委託執行海域環境中海水及海生物取樣監測任務，並擔任環境省「ALPS(Advanced Liquid Processing System) 處理水海域監測專家會議」秘書工作。

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，協議由台、日雙方輪流主辦環境試樣放射性分析比較實驗會議。依照 2019 年技術合作協議原訂 2021 年雙方將舉行環境試樣放射性分析比較實驗會議，惟因受 Covid-19 疫情影響造成雙方比較實驗會議暫時中斷，後經雙方敲定復於今（2023）年 6 月 14 日至 16 日於 JCAC 舉行第 32 屆「台日環境試樣放射性分析比較實驗會議」。我方由蔡文賢副主任率同陳婉玲技正兼組長與方鈞屹技正赴日本參加會議及參訪，主要目的有（一）參加第 32 屆環境試樣放射性分析數據比較分析討論，（二）議定新比較實驗計畫內容與項目，（三）討論 2023 年雙方技術人員實務訓練交流或互訪議題，（四）參訪國立研究開發法人產業技術綜合研究所（National Institute of Advanced Industrial Science and Technology，以下簡稱 AIST）。

## 貳、行程

行程概要如下：

- 6 月 12 日 台灣到達東京機場轉至千葉。
- 6 月 13 日 千葉轉赴筑波市國立研究開發法人產業技術綜合研究所參訪。
1. 專題報告海水放射性銫快速前處理方法及台灣海域環境樣品放射性背景調查結果。
  2. 專題報告環境水樣放射性銫快速分析方法開發及標準化。
  3. 專題報告以普魯士藍修飾之不織布裝置監測河水和水庫水之放射性銫。
  4. 專題報告以銅代普魯士藍浸漬不織布應用在森林環境中水之放射性銫之分析。
- 6 月 14 日 正式會議前與日本分析中心進行氬及海洋放射性相關分析技術討論。
- 6 月 15 日
1. 於日本分析中心召開第 32 屆會議，進行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背景調查及相關放射化學分析技術經驗交流。
  3. 討論第 33 屆比較實驗內容與項目。
  4. 討論雙方技術人員實務交流議題。
- 6 月 16 日
1. 確認第 33 屆比較實驗內容與項目及簽署雙方合作備忘錄。
  2. 參觀日本分析中心分析實驗室各項設備及技術討論。
- 6 月 17 日 由千葉轉至東京機場返回台灣。



公益財團法人日本分析中心



國立研究開發法人產業技術綜合研究所

## 參、出國紀要

### 一、參訪國立研究開發法人產業技術綜合研究所

AIST 以其對未來科技革新及產業技術的研究發展而聞名，AIST 前身屬於日本政府機構的工業技術廳，歷經不同階段性變革在 2001 年轉型為獨立行政法人。研究涵蓋內容則以環境/能源、生命科學/生物技術、資訊科技/人因、材料/化學、地質調查/應用地球科學、電子/製造、計量/標準七大領域為主。

本次拜訪 AIST 地圈化學研究組保高徹生 (Tetsuo Yasutaka) 博士領導的團隊。保高徹生博士於福島核子事故後致力於水中放射性銫快速前處理方法的開發，本中心於 106 年亦自行開發完成海水中銫-137 之快速前處理方法，雙方因此開始進行銫-137 (Cs-137) 之快速分析方法技術交流，保高徹生博士並於 109 年邀請本中心參加「公益財團日本環境測定分析協會」與「產業技術綜合研究所」共同舉辦之日本國內環境水樣放射性銫比較實驗，共 16 間實驗室參加，本中心為惟一日本以外實驗室，能力試驗比對海水 (福島電廠外海) 及淡水 (南相馬市河川水) 之銫-137 分析結果皆符合比較實驗允收標準，顯示本中心對環境水樣放射性銫分析技術能力與日本各實驗室水平相當。本次拜訪時詢問後續是否仍會持續辦理環境水樣放射性銫相關比較實驗，保高徹生博士表示由於日本環境中水樣放射性銫活度目前已降至非常低，進行檢測分析比對將相當困難，不過後續會幫本中心留意日本相關實驗室是否仍有意願參加比較實驗。

本次拜訪 AIST 就水中放射性銫快速分析技術討論，首先由本中心陳婉玲組長以海水中銫-137 之快速前處理方法為主題，介紹本中心自行開發利用沈澱劑將海水前處理時間由 4 天縮短為 1 天的方法，並利用該方法進行台灣 9 個重要漁港長期監測海水中放射性銫的變化結果，相關技術及結果已於 2021 年以標題「A Rapid Method for <sup>137</sup>Cs Preconcentration from Seawater by Using Polyaluminum Chloride as Coagulant」發表於國際期刊 Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry。

第二場由保高徹生博士以環境水樣放射性銫快速分析方法開發及標準化為題進行演講。保高徹生博士說明該團隊已開發各種吸附銫的材料，其中為克服水中基質各種離子干擾，除已開發利用鋅、銅等離子修飾以提升普魯士藍等對銫的吸附性，目前亦進一步開發完成利用不織布為形式的快速水中放射性銫元素吸附材料的雛型，另亦現場展示可應用於野外進行水中銫濃縮的不同裝備，目的為解決大量水樣取樣後運輸等耗時耗力的工作及樣品儲存問題。

第三場專題演講由日本國立環境研究所（National Institute for Environmental Studies）福島分部研究員 Hideki Tsuji 博士說明以普魯士藍修飾之不織布裝置監測河水和水庫水之放射性銫活度初步成果。其監測結果主要顯示歷次颱風後河水中放射性銫活度變化的差異，以及水庫水中深層水層因較少水文循環作用，放射性銫活度易於底層累積之現象，另會議中展示於前述研究所開發銅代普魯士藍浸漬可更換卡匣式濾心及移動式快速淡水銫-137 過濾設備，該設備能以 5 升/分流速，於 40 分鐘內過濾前處理 200 升之淡水且其回收率可達 99%，該項設備已廣泛運用於福島縣內環境水樣銫活度含量之監測作業。

最後一場專題演講由 AIST 的研究員 Momo Takada 博士說明以銅代普魯士藍浸漬不織布應用在森林環境中水之放射性銫之分析。該團隊自行設計利用銅代普魯士藍浸漬不織布之桶裝過濾吸附改善傳統滲漏測定計（lysimeter），將該裝置埋於森林環境土壤下以探討放射性銫的生態循環，運用於森林腐植層中銫的活度分析，核災後取樣樣品不均勻度之探討，並進行野生蕈菇對於銫核種吸收的轉移因數（Transfer Factor）探討。

本次參訪 AIST，除進行環境水樣中放射性銫快速分析技術討論外，經由保高徹生博士引薦，亦拜訪 AIST 水文地質研究及深部流體研究的研究員。由於水中氚分析為水文地質研究重要技術之一，本中心表明目前正在評估建立海水中氚電解濃縮分析方法，提出參觀該實驗室固體聚合物電解濃縮設備的要求及是否可派人員至該實驗室進行分析技術訓練。AIST 考量其機構內部智慧財產安全審查程序，對於本次參訪，AIST 同意本中心人員參觀及現場技術討論，但為避免技術外流之安全顧慮，請本中心人員勿進行拍照，人員技術交流訓練原則上同意，然仍須先提報 AIST 審查同意。

AIST 地圈資源環境研究部門尚設有「地質標本館」致力於科普宣傳。「地質標本館」包含 4 大展示區，分別為 1. 地球歷史、2. 生活及礦物資源、3. 生活及地質現象及 4 岩石、礦物、化石等展示區，內容亦包含火山、地震、地熱資源應用等相關介紹。「地質標本館」每年參訪人數高達 5 萬人，顯示科普推動相當有成效。另 AIST 亦設有「科學博物館」，主要介紹 AIST 的科學發展相關技術，由於時間有限本次未能參觀。



圖 1 水中放射性銫快速分析技術報告



圖 2 水中放射性銫快速分析技術討論

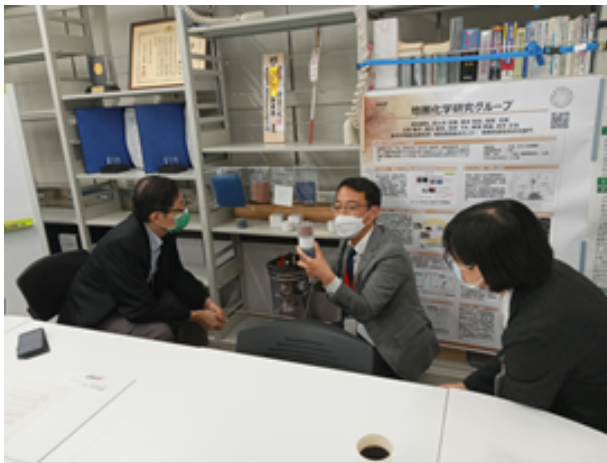


圖 3 水中放射性銫快速前處理設備介紹



圖 4 鋅、銅修飾普魯士藍浸漬不織布及卡匣式濾心



圖 5 水中放射性銫快速前處理設備

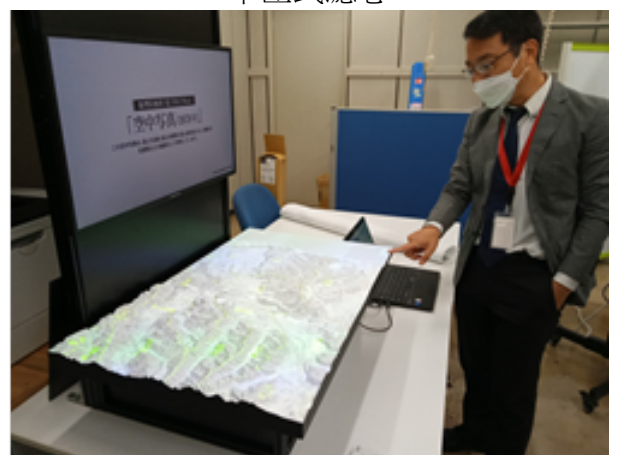


圖 6 保高博士利用地質投影解說研究成果





圖 7 AIST 地質標本館 1

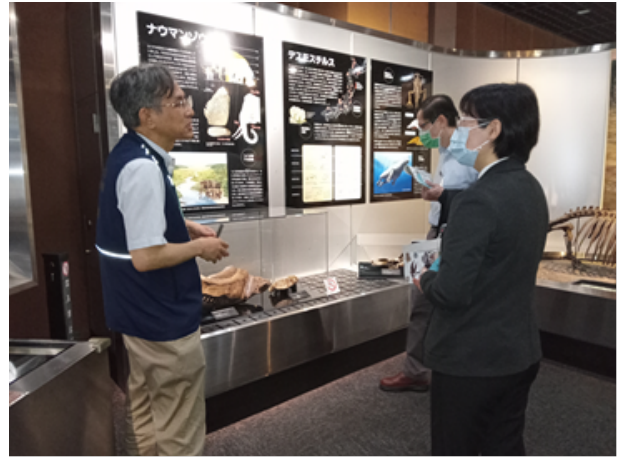


圖 8 AIST 地質標本館 2

## 二、與日本分析中心進行氚及海洋放射性相關分析技術討論及參訪

因應日本福島核電廠處理過含放射性物質氚之廢水（以下簡稱 ALPS 處理水）排放至海洋，本中心為加強海域中各核種之監測，與 JCAC 進行氚及海洋放射性相關分析技術討論。由於 ALPS 處理水主要放射性物質為氚，雙方首先就氚分析技術進行討論。本中心雖已建立核電廠及台灣周邊海域海水中氚背景數據，與 JCAC 不同之處為分析技術之最小可測量值（Minimum detectable amount，以下簡稱 MDA）不同。JCAC 為了達成較低的 MDA，在樣品前處理時須進行電解濃縮，而目前電解濃縮法可分傳統電解濃縮法及固體聚合物電解濃縮法兩種，其相關比較如表 1。雖然固體聚合物電解濃縮法為未來技術發展的主流，但就處理樣品數量而言，每台設備每次只能處理一個樣品，而傳統電解濃縮法則能一次處理多個樣品，價格亦較為便宜，JCAC 考量需處理樣品數量很多因而一直維持採用傳統電解濃縮法。因此 JCAC 建議本中心，若某些樣品檢測有特殊目的，如學術研究或探討擴散情形需要使用電解濃縮法降低 MDA，在樣品數量不多情況下，兩種方法皆可考慮。除電解濃縮法討論外，針對氚的其他分析過程，雙方亦進行經驗交流，包含操作人員穩定度、過錳酸鉀殘留、蒸餾液收集方式、純度辨識、操作安全性等經驗，後續值得本中心再逐步測試檢討。

針對氚以外的核種，本中心以東京電力公司規劃監測 ALPS 處理水中 29 個核種與 JCAC 進行初步討論，JCAC 方面則提供 18 個核種檢測分析方法技術報告（可由 JCAC 網頁下載）。與 JCAC 相比較，本中心尚有相當多的分析技術尚未建立，例如放射性銻、碳-14、鎘-99、碘-129、鎳-63 等。雙方首先就海水的檢測技術進行經驗分享，由於日本為 ALPS 處理水排放國，需要蒐集大量檢測數據，檢測目的除安全管制外尚包含對

核種擴散及對環境影響評估，檢測時 MDA 通常會較低。由於海水中的各核種活度極低，JCAC 為了降低檢測方法 MDA，相對應每個樣品就需較大的體積量，所需要的前處理時間就會因此拉的很長。除了利用大量樣品濃縮以降低 MDA 外，JCAC 亦建置較靈敏的新儀器以降低 MDA。

增加分析樣品體積部分，例如銨-90 及放射性銻，JCAC 執行海水分析的樣品量分別為 30 公升及 100 公升。在放射性銻的檢測技術上，本中心僅有處理土壤的經驗，JCAC 為我們說明如何處理 100 公升海水樣品，包括如何利用共沈澱法及如何利用自製之特殊器具移除上清液。在建置靈敏的新儀器部分，例如碘-129、鎘-99，JCAC 則購置串聯式感應耦合電漿質譜儀 (Inductively coupled plasma-tandem mass spectrometry, ICP-MS/MS) 以降低檢測極限。JCAC 先前與本中心一樣擁有磁場式高解析感應耦合電漿質譜儀 (HR-ICP-MS)，目前已新建置一台 ICP-MS/MS，二者的價格差不多，後者則因含有導入氣體碰撞的功能，可有效去除同位素干擾，為目前分析無機元素的新主流設備。

如前所述，日本為 ALPS 處理水排放國，檢測目的除安全管制外尚包含對核種擴散及對環境影響評估，檢測時通常需較低 MDA。台灣的檢測目的主要為輻射安全管制，但為長期探討環境中放射性核種變化，亦可適時評估長期建立某些具代表性核種的背景監測。考量自 2014 年起國際原子能總署 (International Atomic Energy Agency, 以下簡稱 IAEA) 已以日本海域樣品持續邀集日本及國際間實驗室進行比較實驗，分析核種主要為氚、銫-134、銫-137、銨-90 及放射性銻，本中心可將國際間實驗室已長期監測比對的核種列為優先建立分析技術之目標。如前文在與 AIST 水中放射性銫快速分析技術討論內容所述，本中心已建置海水中放射性銫分析方法，因此未來可朝向精進海水中低活度氚、銨-90 及放射性銻分析方法規劃。

除了與 JCAC 討論有關海水中相關放射性物質分析技術外，本中心亦參觀 JCAC 之碳-14 及加馬檢測分析等相關設備。在碳-14 檢測部份，JCAC 使用的為傳統熱氧化法 (Thermal oxidation)，以高溫燃燒氧化試樣，使碳-14 轉化為二氧化碳或苯後再計測，前處理設備及過程相當複雜繁瑣，亦須相當的實驗空間。加馬檢測技術部分，JCAC 為找尋購買及配製射源的替代方案，正努力開發相關效率曲線建置技術，而本中心同樣須花費不少經費用於射源購置，未來可找機會與 JCAC 一同合作發展新方法。

表 1 傳統電解濃縮法及固體聚合物電解濃縮法比較

項目	傳統電解濃縮法	固體聚合物電解濃縮法
單次可處理試樣數量	8 個	1 個
單次試樣濃縮時間	2 週	3~4 天
濃縮倍數	約 8 倍	約 15~20 倍
添加電解質	需要	不需要
電解後蒸餾	需要	不需要
設備價格	便宜	昂貴
氚 MDA	0.1 Bq/L	0.1 Bq/L



圖 9 與 JCAC 技術討論

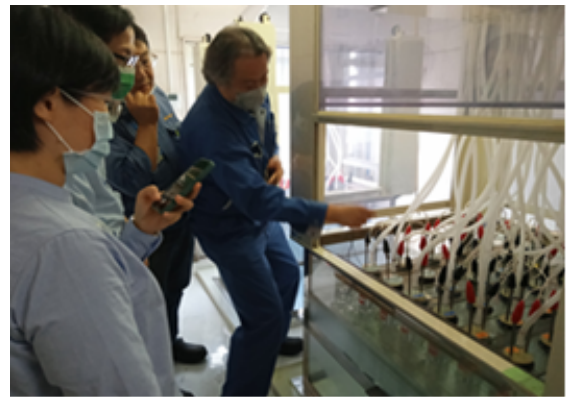


圖 10 傳統電解氚濃縮裝置

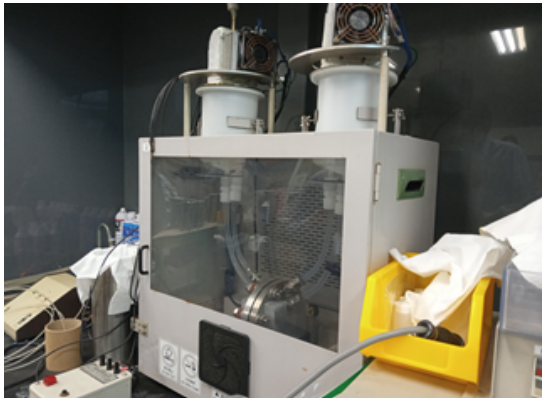


圖 11 固體聚合物電解濃縮裝置



圖 12 氚前處理酸迴流裝置



圖 13 海水放射性銻前處理實驗室



圖 14 自製海水銻前處理器具

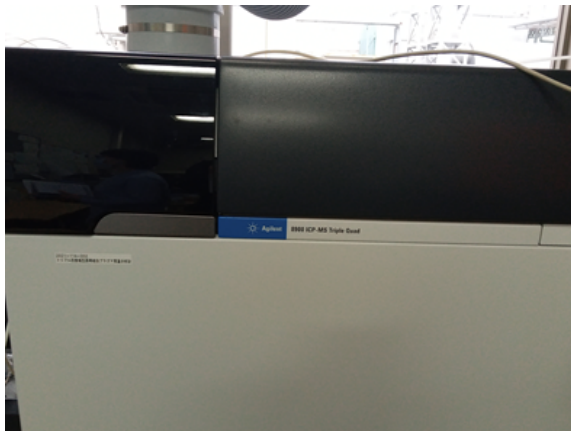


圖 15 碘-129 分析設備 ICP-MS/MS



圖 16 生物試樣燃燒裝置



圖 17 碳-14 前處理裝置



圖 18 加馬分析實驗室

### 三、第 32 屆臺日環境試樣放射性分析比較實驗會議

本中心與 JCAC 原訂 2021 年舉行環境試樣放射性分析比較實驗會議，惟因 Covid-19 疫情影響，導致比較實驗會議暫時中斷，後經雙方敲定同意回復，正式會議於 2023 年 6 月 15 日至 16 日於 JCAC 舉行，議程如附件 1。6 月 15 日上午舉行開幕儀式，首先由

JCAC 理事磯貝啟介 (Isogai Keisuke) 與本中心蔡文賢副主任代表致詞，雙方與會人員接續進行自我介紹。會議中除由本中心陳婉玲組長以「台灣海域環境輻射監測」為題進行專題演講外，分別進行以下內容討論：

### (一) 各樣品比較實驗結果討論

首先針對土壤、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 (鉀-40、銫-137、銩-208、銻-228)、放射化學分析 (銥-90、銫-137、總鈾、氚、總貝他)、累積劑量偵測 (田野組、照射組) 等分析數據進行討論。討論內容分述如下：

1. 會議由 JCAC 宣讀本次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，部分有差異結果，經雙方再測試及評估後結果均符合  $En \leq 1$  的評量基準，顯示雙方檢測水平相當。
3. 再測試及評估的比較試驗項目主要包括：
  - (1) 地下水總貝他分析：由於總貝他分析並非針對單一核種分析，是以特定核種效率推估樣品中眾多貝他核種的活度。目前雙方皆以鉀-40 建立儀器效率曲線，經測試驗證及討論後雙方同意可能是因為 JCAC 及本中心分別使用 1 吋及 2 吋計測盤，1 吋計測盤因面積較小而造成樣品厚度較厚，使得能量較低的核種 (如銥-90) 的自吸收效應較嚴重，故 JCAC 的檢測值較本中心低，本中心改用 1 吋計測盤測試，雙方結果即相當一致。由於 JCAC 的儀器僅能使用 1 吋計測盤，而本中心的儀器 1 吋及 2 吋計測盤皆可使用，故約定下次地下水總貝他比較實驗，雙方皆採 1 吋計測盤進行分析。
  - (2) 地下水銥-90 分析：此分析項目為雙方第 1 次進行比較實驗，因 JCAC 亦分析地下水中穩定銥含量，並將穩定銥納入回收率修正中，本中心經比照 JCAC 將穩定銥納入回收率修正，雙方檢測值結果符合  $En \leq 1$  的評量基準，並約定下次此項目皆將穩定銥納入回收率修正。
  - (3) 土壤阿伐及貝他核種分析：由於土壤中阿伐及貝他等核種，須先以強酸水溶液進行熱萃取後，再進行分離純化，方能進一步以儀器進行分析。本次

中心的數值偏低，經重新測試驗證，顯示主要原因為進行強酸水溶液熱萃取步驟時溫度不足所致。JCAC 亦特別強調溫度為重要因素，由於 JCAC 僅使用同一種加熱爐，而本中心使用加熱爐多達 5 種之多，各廠牌加熱顯示器差異不易掌握，故後續對土壤中阿伐及貝他核種熱萃取時間本中心將統一以加熱至沸騰後開始計算。

## **(二) 重啟環境試樣放射性分析比較實驗相關內容討論**

由於 Covid-19 疫情影響，雙方比較實驗會議於 2019 年後暫時中斷，本中心提出明年即恢復雙方環境試樣放射性分析比較實驗，惟 JCAC 表示適逢日本福島第一核電廠 ALPS 處理水即將排放至海洋，目前所需檢測的樣品數量相當多，人力負荷相當重，短期內恐難以進行雙方比較實驗，建議最快時間為 2025 年再進行。另 JCAC 亦表示 2010 年成立於青森縣之陸奧分析科學研究所 (Mutsu Analytical Sciences Laboratory)，目前相關設備皆已撤回千葉，預計今 (2023) 年 8 月將拆除相關地上建築物，其中熱發光劑量計 (TLD) 及玻璃劑量計 (RPLD) 輻射劑量校正、照射與計讀等，原在陸奧分析科學研究所執行的項目，最快在明 (2024) 年 6 月才能正常運作，短期亦無法與本中心進行 TLD 比較實驗。惟我方仍提出為使台灣民眾了解本中心與日本實驗室持續進行交流且檢測能力相當，仍建議盡速於明 (2024) 年即重啟比較實驗。經磋商後，最終雙方達成共識，2024 年即重啟比較實驗，但項目暫時僅限於民眾較關心的海水，比對項目包括放射性銫、氬及總鈾，涵蓋阿伐、貝他及加馬核種，實驗結果討論會議型式不拘；2025 年除前述海水樣品外，再增加地下水、土壤、茶葉等樣品，比對核種同樣涵蓋阿伐、貝他及加馬核種，實驗結果則由 JCAC 派員至本中心進行討論會議。另由於目前情勢對日方較為敏感，JCAC 表示不能如同 2019 年時提供海水樣品，後續海水樣品暫由我方提供，讓比較實驗聚焦於技術能力探討。

## **(三) 人員技術訓練討論**

由於明 (2024) 年即將重啟比較實驗，項目為海水中放射性銫、氬及總鈾，其中本中心氬的 MDA 值約為 2 貝克/升，較目前環境中海水中的氬活度 (小於 1 貝克/升) 為高，若本中心未降低 MDA 值，將導致雙方無法進行分析數值比較，因此本中心須於 2024 年 6 月前盡速提升氬檢測分析能力以利比較實驗的進行。本中心遂向 JCAC 提出希望於派兩位技術人員至 JCAC 學習傳統電解氬濃縮法；另亦提出自 2014 年起 IAEA 已多次邀集日本及國際間實驗室進行比較實驗，其中分析核種包括氬、銫-134、銫-137、鋇-90 及放射性銻，JCAC 目前執行放射性銻分析包括海水及沈積物樣品，而中心尚無

海水放射性銻分析經驗，希望屆時一併學習，JCAC 表示同意此二項人員技術訓練項目，協助我方建立海域放射性核種長期監測技術。

#### (四) 台日技術合作會議備忘錄簽署

6 月 16 日舉行合作備忘錄簽署，由 JCAC 品質暨情報管理部部長太田智子 (Ota Tomoko) 針對「第 32 屆台日技術合作會議備忘錄」內容進行宣讀及討論。為強化本中心提升海域放射性核種分析技術需求，日方同意明 (2024) 年針對海水中阿伐、貝他及加馬核種，重啟比較實驗，比對核種為放射銻、氬及總鈾，後 (2025) 年除海水樣品繼續進行比較實驗外，再增加地下水、土壤、茶葉等樣品，比對核種同樣涵蓋阿伐、貝他及加馬核種。有關雙方技術訓練交流，蔡副主任感謝日方同意提供本中心 2 位同仁至 JCAC 學習傳統電解氬濃縮法及海水中放射性銻分析方法，雙方亦達成繼續技術人員實務訓練或互訪交流共識。在雙方確認合作備忘錄內容後，由 JCAC 理事磯貝啟介與本中心蔡副主任代表簽署，雙方各保留一份共同簽署的備忘錄如附件二。



圖 19 簽署合作備忘錄後合影



圖 20 本中心提供「臺灣地區核能設施環境輻射偵測年報」



圖 21 比較實驗會議



圖 22 比較實驗結果討論

## 肆、心得

- 一、本次參訪的日本機構包括國立研究開發法人產業技術綜合研究所 (AIST) 及日本分析中心 (JCAC), AIST 以未來科技革新及產業技術的研究發展而聞名, 而 JCAC 為日本國內環境放射性活度分析的專門機構, 藉由人員實務技術交流及「環境試樣放射性分析比較實驗」, 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。
- 二、本年度的比對實驗結果, 執行過程中雙方透過電子郵件進行數次的技術討論, 對於數據有差異的樣品經雙方再測試及評估, 於會議上也多次進行原因分析與改進作業可行性的探討, 對雙方技術人員能力素質提升均能有所助益, 本中心放射性核種分析技術亦能夠精益求精不斷進步。
- 三、因應強化海域中氬及其他核種監測, 自 2014 年起 IAEA 已以日本海域樣品多次邀集日本及國際間實驗室進行比較實驗, 其中分析核種包括氬、銫-134、銫-137、銥-90 及放射性銻, 本中心雖無法參加 IAEA 所舉辦日本海域監測比較實驗, 未來仍可朝向建置及提升相關核種分析方法規劃, 以利長期監測及間接結果比對。
- 四、有關電解氬濃縮實驗技術流程, 目前常用的傳統電解濃縮及固體聚合物電解濃縮兩種方法皆適合本中心建置, 本中心可派員分別至 JCAC 學習傳統電解濃縮法及 AIST 學習固體聚合物電解濃縮法; 後續因應與 JCAC 比較實驗及海域監測可先盡速小規模建置傳統電解濃縮設備, 未來若需更低檢測極限或配合其他科學研究如水文研究等, 則可進一步建置固體聚合物電解濃縮裝置。
- 五、關於放射性碘-129 實驗技術流程, ICP-MS/MS 設備相當昂貴, 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, 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, 尚難以建立, 待未來若評估需投入並有相關人力及經費支持時, 再與日方討論訓練規劃。
- 六、有關碳-14 實驗技術流程, JCAC 前處理仍使用傳統熱氧化法, 以高溫燃燒氧化試樣, 使碳-14 轉化為二氧化碳或苯後再計測, 前處理設備及過程相當複雜繁瑣, 且前處理裝置需相當大的空間, 較不適合本中心建置, 惟未來有機會仍應了解其樣品及計測所應注意之品管相關事宜, 以為後續本中心方法開發或建置參考。



## 伍、建議

- 一、日本分析中心及國立研究開發法人產業技術綜合研究所之實驗室設備與分析技術水準皆相當先進且傑出，未來應藉由人員實務技術交流及互訪提升同仁分析技術，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及實務技術交流，可維持本中心分析品質與國際一致，建議持續辦理。
- 二、日本分析中心已同意明（2024）年重啟比較實驗，2024 及 2025 年雙方比較實驗樣品由本中心負責準備，樣品種類多應盡早準備以依照時程分別於 2024 年 3 月及 2025 年 3 月完成樣品寄送。本中心與日本分析中心自明（2024）年新增海水中氚分析項目，本中心應於雙方比較實驗開始前完成電解氚濃縮相關設備建置及測試。
- 三、自 2014 年起 IAEA 已多次邀集日本及國際間實驗室進行比較實驗，其中分析核種包括氚、銫-134、銫-137、銣-90 及放射性銻，為使未來長期監測項目儘可能涵蓋海域中海水、沈積物及海生物等樣品，中心應逐步擴展放射性分析能力，目前規劃建立海水放射性銻之分析，並派員至 JCAC 技術學習。

## 陸、附件

### 附件一 第 32 屆年會議程

**Minutes of the 32nd Annual Meeting on the Memorandum for Technical Cooperation  
between Radiation Monitoring Center (RMC) and Japan Chemical Analysis Center  
(JCAC)  
-Agenda-**

#### **June 14**

Technical Discussion of Tritium analysis and radiation monitoring nuclides in seawater  
JCAC Lab tour

#### **June 15**

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
  - (1) Discussion on the results of the 2019 cooperation program
    - Technical Discussion for the results of total  $\beta$  in fresh water samples
    - Technical Discussion for the results of Pu in soil samples
    - Technical Discussion for the results of Sr-90 in fresh water samples
    - Technical Discussion for the results of Total U in soil samples
    - Technical Discussion for the results of Sr-90 in soil samples
  - (2) Discussion on the 2023 cooperation program
  - (3) RMC presentation 「Radiation Monitoring of Sea Area around Taiwan」

#### **June 16**

2023 Memorandum confirmation and subscription  
JCAC Facility tour

**Minutes of the 32nd Meeting**  
**on the Memorandum for Technical Cooperation**  
**between Radiation Monitoring Center(RMC)**  
**and Japan Chemical Analysis Center(JCAC)**

**Date : June 15-16, 2023**

**Place: Japan Chemical Analysis Center (JCAC)**

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

**Attendants:**

From RMC

Dr. Tsai Wen -Hsien

Dr. Chen Wan-Ling

Dr. Fang Chin-Yi

From JCAC

Mr. Isogai Keisuke

Mr. Ohta Yuji

Ms. Ohta Tomoko

Dr. Wang Xiaoshui

Dr. Ohtsuki Takayuki

Mr. Abe Goh

Mr. Shinohara Hirofumi

Mr. Sano Yuichi

Mr. Sato Syoji

Ms. Kashiwara Yoko

Mr. Toyooka Shinsuke

Ms. Sakuma Tsugumi

Mr. Tan Satoshi

Dr. Shen Haifeng

Ms. Abe Minami

Ms. Koh Ikue

**Agenda**

1. Opening addresses by representatives of both parties
2. Discussion on the results of the 2019 cooperation program
  - (1) Intercomparison study program
  - (2) Technical information exchange program
  - (3) Technical support program
3. Discussion on the 2023 cooperation program
  - (1) Intercomparison study program
  - (2) Technical support program
  - (3) Annual meeting in 2025
4. Presentations

## SUMMARY

1. Opening addresses by representatives of both parties  
RMC : Dr. Tsai Wen -Hsien  
JCAC : Mr. Isogai Keisuke
  
2. Discussion on the results of the 2019 cooperation program
  - (1) Intercomparison study program ( Report 2019E02 )

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

    - 1)  $\gamma$ -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 except for  $^{90}\text{Sr}$  in fresh water and soil , Uranium in soil, gross  $\beta$  activity in fresh water, Plutonium in soil.
    - 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  
Both parties discussed following item.
    - 1) the results of  $^{90}\text{Sr}$  in fresh water samples
    - 2) the results of gross  $\beta$  in fresh water samples
    - 3) the results of Uranium in soil samples
    - 4) the results of Plutonium in soil samples
    - 5) the results of  $^{90}\text{Sr}$  in soil samples
  - (3) Technical support program  
Technical support was not provided.
  
3. Discussion on the 2023 cooperation program
  - (1) Intercomparison study program ( Appendix I )
    - 1) Radioactivity analysis for environmental samples  
The intercomparison program of 2023 will essentially follow the same program as that of 2019.  
The samples and items of analysis are listed in Appendix I.
  
  - 2) Radiation dose measurement  
The intercomparison program of 2023 will essentially follow the same

program as that of 2019.

The items of tests are also listed in Appendix I

3) Evaluation method

Analytical results will be evaluated with En score based on uncertainties.

(2) Technical support program

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

(3) Interim meeting in 2024

The meeting will be held to evaluate the interim report for Seawater-A.

(4) Biannual meeting in 2025

The 33rd meeting is scheduled to be held at RMC in November 2025.

4. Presentations

- (1) Radiation Monitoring of Sea area around Taiwan (RMC : Dr. Chen Wan-Ling)

Signatures

For RMC



Dr. Tsai Wen -Hsien

Title : Deputy Director

Date : June 16, 2023

For JCAC



Mr. Isogai Keisuke

Title : Executive Director

Date : June 16, 2023

## Appendix I

### List of intercomparative subjects and samples ( 2023 Cooperation Program )

#### 1. Radioactivity analysis

Sample	$\gamma$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	U	$^3\text{H}$	Gross $\beta$	Pu
Fresh water		○			○	○	
Seawater-A			○	○	○		
Seawater-B			○	○	○		
Tea leaves	○	○				○	
Soil	○	○				○	○

$\gamma$  : Determination of  $\gamma$ -ray emitting nuclides with Ge semiconductor detector

$^{90}\text{Sr}$  : Determination of  $^{90}\text{Sr}$  by radiochemical analysis

$^{137}\text{Cs}$  : Determination of  $\gamma$ -ray emitting nuclides with Ge semiconductor detector

U : Determination of total U with Si semiconductor detector

$^3\text{H}$  : Determination of  $^3\text{H}$  with liquid scintillation counter

$\beta$  : Measurement of gross  $\beta$  activity with low-background gas-flow counter

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

- (1) Seawater-B will be collected by RMC and will be sent to JCAC by Mar. 2025.  
Other samples will be collected by RMC and will be sent to JCAC by Mar. 2024.
- (2) The analytical results about Seawater-A obtained by RMC will be sent to JCAC by the end of August 2024.  
JCAC will evaluate the results and issue an interim report for Seawater-A.  
The analytical results except Seawater-A obtained by JCAC will be sent to RMC by the end of August 2025.  
RMC will evaluate all results and make the final report.
- (3) Frequency  
Fresh water, tea leaves, soil : every 2 years  
Seawater : every year
- (4) Sampling amount for JCAC  
Fresh water : 20L(HCl added), 10L(HCl not added)  
Seawater : 40L(HCl added), 2L (HCl not added)
- (5) 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 TLD

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 and 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

Schedule for irradiation and measurement will be proposed by JCAC.