

出國報告（出國類別：出席國際會議）

出席第二十六屆台日核能安全會議
暨參訪日本原子力研究開發機構

服務機關：行政院原子能委員會輻射偵測中心

姓名職稱：劉祺章 技正

派赴國家：日本

出國期間：100年07月25日～100年07月29日

報告日期：100年09月02日

摘要

本報告係說明參與第二十六屆「台日核能安全會議」之內容與參訪位於茨城縣東海村的日本原子力研究開發機構之心得。由於今年 3 月 11 日在日本外海發生規模 9 的大地震並引發海嘯，導致福島第一核能電廠發生輻射外洩核子事故。本次會議內容便是對於福島核電廠事故的檢視、檢討與改進方案等各項議題加以討論。經兩天各方專家提出各項問題與討論，充分交換經驗與心得，惟有核能安全的嚴密強化與落實，未來才能帶給社會正面的發展方向。前往茨城縣東海村可以發現由於地震影響頗鉅，加上節能措施與電力短缺，目前許多研究工作都被迫中斷，但是許多相關的科學家還是將其專長投入應用於救災與復原工作，以期能讓災區的傷害降到最低。日本人一絲不苟的敬業態度在這次面對重大災害依然堅持，各項規劃應變雖有些慌急但仍顯得相當有條理。這些態度與經驗都是值得我們參考學習的。

目次

正文	1
(一)、目的	1
(二)、行程與紀要	2
(三)、心得	13
(四)、建議	16
(五)、附件	16

(一)、目的

社團法人日本原子力產業會議(Japan Atomic Industry Forum, JAIF)創立於 1956 年，自 2006 年 4 月 1 日起改名為社團法人日本原子力產業協會，英文名稱則維持不變。JAIF 設立之目的係針對日本能源問題，從事各種同位素及放射線的應用，希望結合各界之協助合作，促進核能和平應用，以利國民經濟及社會福利等之健全發展。過去該協會與國內關係良好，交流往來頻繁，自 1986 年起即每年舉辦台日核能安全會議，對於核能產業相關技術的發展交流提供一個重要平台，並有相當重要的貢獻，今年所舉辦的會議為第 26 屆。

由於今年 3 月 11 日於日本東北地區外海發生規模 9 的強震，並引發大海嘯侵襲宮城縣、福島縣等地區，進而導致位於福島的核能電廠受損，放射性物質外洩至周圍環境。此事故引起國際間高度關注，國內民眾也十分注意相關事故的發展狀況。由於地緣關係，國內各項產業發展均與日本有高度的關聯性，兩國人民之間的往來交流十分密切。因此，這次的強震與福島第一核能電廠的核子事故對於國內社會影響層面十分廣泛。

這次會議的議程，在 3 月東北強震發生後，臨時改為以這次福島核能電廠事故作為討論的主軸。主要議題規畫為(一)福島第一核能電場事故說明，(二)福島事故後核電廠對於安全檢討，(三)福島事故輻射污染的環境衝擊，(四)圓桌會議:福島事故對社會的影響。分別由日方與國內各單位代表，由不同的面向針對福島事故的觀察、檢討與改進作業加以報告與討論。

此外也安排與會人員前往也受此次強震影響的茨城縣東海村，參訪日本原子力研究開發機構所屬的質子加速器中心與核燃料循環工業研究所。實地了解地震與海嘯對於當地的影響與現在復原的狀況。

由於這是國際間相當嚴重的一次複合性災害，因此希望能夠藉由此次會議與參訪，了解日本面對這樣的危機所採行的處理方式與目前作業的經驗，以供我們參考學習。

(二)、行程與紀要

行程概要如下：

07月25日 由台北到達東京。

07月26日 於日本東京濱松町世界貿易中心召開第二十六屆「台日核能安全會議」。會議依議程規畫進行簡報與討論。

07月27日 於日本東京濱松町世界貿易中心召開第二十六屆「台日核能安全會議」第二天議程，並發表共同聲明。

07月28日 前往茨城縣東海村參訪日本原子力研究開發機構所屬 J-PARC 質子加速器與核燃料循環工學研究所。

07月29日 由東京返回台北。

出國紀要

一、出席第二十六屆「台日核能安全會議」

今年第二十六屆「台日核能安全會議」於東京都港區濱松町世界貿易中心 3 樓舉行。蔡春鴻主委以核能學會會長身分與日本原子力產業協會服部拓也理事長分別就本次會議與福島核子事故的影響代表雙方致詞。蔡主委簡介台灣針對福島事件總總加強核能安全管制的作為，並希望未來持續落實核能安全文化並藉由加強國際合作與經驗交流，提升國內對核子事故緊急應變的能力。服部理事長則檢討日本核能產業因過去營運安全紀錄良好，以致輕忽災害帶來的影響。福島事件處理過程日本政府的作業讓民眾感到混亂而無效率，因此在民意調查的結果顯示，希望降低核能比重的民眾由事故發生後 4 月份調查的 29%，到現在 7 月份的調查結果 46%。但是要建立低碳社會，核能絕對是不可或缺的選項，因此未來希望能在人力資源的訓練與嚴格要求核能安全的方面更加努力，以得到民眾的信任與支持。

東京電力公司原子力品質與安全部營運改善推進小組經理尾野昌之先生首先針對這次的地震與海嘯，導致核能電廠失去電力與冷卻系統失效，進而導致輻射外洩的過程向大會做介紹。這次的地震規模約 9，是有紀錄史上第四大的地震，以海嘯的高度與規模來看也是史上第四大的海嘯(如表 1)。這樣大的自然災害超過原先設計的各项防範規劃，也是所有電廠內作業人員第一次碰到的狀況。海嘯

侵襲後電廠各處損壞嚴重，外來電力喪失、冷卻系統失效、氫爆的發生等接連的狀況，加上聯外道路受地震及海嘯影響損毀與雜物散落，更是增加救援作業的困難。而在廠區的工作人員則必須忍受惡劣的工作環境，例如必須在十分黑暗的環境下工作，使得各項監測與搶修作業的風險提高。也因此有少數人員必須暴露於偏高的輻射環境作業。隨著外部支援的進駐與電力的逐步恢復，目前事故發展已進入到復原期，輻射污染外釋目前已受到控制，工作人員的工作環境與休息區域均有大幅改善。未來將逐步進行恢復作業。

表 1 大規模地震與海嘯的歷史紀錄

地震排名				海嘯排名			
排名	年份	名稱	規模	排名	年份	名稱	規模
1	1960	智利	9.5	1	1960	智利	9.4
2	1964	阿拉斯加	9.2	2	1837	智利,瓦迪維亞市	9.3
3	2004	蘇門答臘	9.1	2	1946	阿留申群島	9.3
4	2011	東北地區太平洋	9.0	4	2011	東北地區太平洋	9.1
5	1952	堪察加	9.0	4	1964	阿拉斯加	9.1
				5	2004	蘇門答臘等南亞區域	9.0

第二段議程主題是核電廠的安全檢討。日方以濱岡電廠為例報告藉由這次福島事件重新補強各項安全措施，包括海嘯的防範措施改良、強化人員防護設備與通訊設備、改進確保熱移除的冷卻系統，改進確保電源的備用模組等措施。本會鄧文俊科長也報告了國內目前對於各核能電廠進行核能總體檢的內容與初步結果。台電公司林志鴻副處長與楊騰芳科長則針對設計基準外事故發生的應變措施與台灣核能電廠地震與海嘯影響重新評估分別作報告。目前台電公司已建構完善的設計基準外事故應變作業流程，並以福島事件為例加以檢討補強，目前更考慮加上棄廠的原則與作業方式。對於核能電廠附近斷層的再評估作業以已經開始規畫進行中，未來會依據再評估的結果重新檢視目前的設計基準，並考量是否進行補強措施。

第三段的議程與本中心有較大的關係，因此做比較仔細的介紹。主要是探討福島事故的污染對於環境的影響。日本放射醫學總合研究所吉田聰博士報告「放

射性核種在環境中的變動與福島第一核電廠事故的影響」。吉田博士由輻射生態學的角度介紹基於過去環境偵測的經驗，不同放射性核種在環境中的遷移的特性。由車諾比事故的調查結果顯示，一般來說放射性銫容易進入植物的有機循環，因此會維持在表土而不易滲入較深的土壤中。由植物的種類來說，蕨類與蕈菇類最容易吸收放射性銫。不論是台灣和日本，這兩種植物均為民眾喜好攝食的蔬菜種類，因此在核子事故發生時，便是具參考價值應採集偵測的樣品。

福島核子事故發生後，藉由空中偵測、車載偵測與人員度量等各式方法所量測的結果彙集建立了電廠周圍 80 公里內劑量率分布圖。現行疏散區域依量測劑量率的結果加以調整。電廠附近土壤中測得放射性銻、鋇、銫、碘等，由同位素比值顯示，為核燃料所釋出。食物樣品中發現竹筍與嫩茶葉含放射性銫則頗讓人意外，因為預期污染沉積應該在老葉與地表上，所以透過根部吸收轉移到嫩葉與未出土的竹筍應該沒這麼快，初步研判應該是來自葉部纖毛的吸收所致，相關機制值得進一步加以探討。而大量污染水體排放致附近海域也讓鄰近國家感到不安，因此，透過模擬評估洋流影響與實地取樣量測來了解污染在海洋水體的擴散，目前測得結果顯示污染均侷限在日本福島海域，並未大幅擴散，因此短期內對其他區域不會有影響，也能確定不至於影響到台灣，但是未來長期的發展狀況則需持續進行監測。目前有部分福島區域捕獲的玉莖魚(台灣俗稱沙腸仔)、鰈魚等樣品測得超出法規標準的污染值，因此已針對這些區域魚種加以管制。目前就福島核子事故對環境影響而言，因仍在持續進行中尚未能做結論。但是未來做法上，對於農漁作物與產品的管制仍需進行有效的管理。對於森林與海洋生態的長期調查、預測與度量仍需持續進行，以了解這些放射性污染在環境的遷移。民眾的輻射劑量評估則需各方合作，彙集相關資料來審慎推算。

第二篇由本會輻防處處長李若燦博士報告「因應日本福島電廠事故我國輻射防護作為」。在報告中首先介紹台灣媒體對於福島事件的重視，因此事故後即不斷透過各種管道彙集各項相關資訊。3 月 15 日在機場對返國旅客進行偵測，共計超過 20 萬人次，測得輻射污染人數 45 人，為輕微污染，經簡單清除後再偵測即無污染反應。5 月 1 日後依國際民航組織建議停止偵測。環境輻射監測也加強進行，透過氣象局與核能研究所每天對於污染擴散與劑量進行評估，台灣地區即時監測系統在這段時間也增加 5 個站點的設置，在 3 月 30 日後，於空浮樣品測得極微量碘-131 與銫 137。在台灣北部的植物樣品也測得微量碘 131，經清洗後

即無殘留。此外，國內各部會也依職責合作進行各項進口與國內農漁產、食品、飲品、商品與海洋偵測。法規方面除原有管制法規外也建立如停班與停課防護基準、受放射性落塵污染食品或農漁產品等銷毀處理課等暫行準則草案。在公眾溝通方面每天均舉行記者會，將最新的資訊公開給民眾，也藉由與胸部 x-光暴露的比較教育民眾輻射劑量的觀念，並藉機說明各種輻射術語如貝克、西弗等。

對於這次福島事件日本的許多措施也提出希望能進一步進行經驗交流的項目，包括日本建立整合緊急環境輻射偵測能力的作業方式、擴增疏散區之決策機制、事故後復原期的各項因應作為，包括污染處理方式與學童劑量管制等、如何有效的與民眾溝通了解災區民眾所關心之主要議題等，都是台灣準備核子事故應變值得參考的寶貴經驗。也希望藉由這些經驗交流，提供我們有價值的學習經驗，以幫助臺灣強化輻射防護能力，保護民眾的健康與安全。

第三篇由本人報告「台灣環境輻射偵測作為之檢討」。首先就目前環境輻射監測規劃作業原則，以潛在暴露風險作為規劃的方向，再依核種特性與暴露途徑規劃取樣時機、頻次與樣品量加以介紹。在這次福島事件發生後，發現原本規劃的方式必須加以補強，因為在技術上雖可以確保民眾的健康安全，但是對於社會心理與合併極端自然災害的複合性核子事故，卻明顯不足以應付。例如有很多日本進口商品，明知其製造時尚未發生污染事故，因此可以確定是無輻射污染的樣品，但是廠商為求社會安心與經濟的穩定，還是必須進行度量以便提出把關證明，才能讓消費者安心。然而這些樣品數量是數十倍於原先規劃用來監測高度潛在污染的樣品數量。因此可以預期當事故發生後，將導致環境輻射實驗室人力與儀器設備均不足以應付這樣的需求。電力的需求也必須考量，增加設備的節能設計、規畫虛擬伺服器與備用鏡像、改進不斷電系統效能等都是未來規劃進行的方向。

在討論時朱鐵吉教授再一次提問這次島事故緊急偵測的人力動員方式與 **SPEEDI(System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information, 緊急時迅速輻射影響預測系統)**系統是否作為疏散決策的依據。吉田聰博士提到這次由文部科學省(MEXT, Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology in Japan)委請日本原子力研究開發機構(JAEA, Japan Atomic Energy Agency)，集合大學、地方政府、防衛省、電力公司等支援進行緊急偵測。由於具有保健物理與輻射生態的專業人員並不多，所以只要是與核物理等相關專長人員也一起投入。例

如人員疏散時的人員偵測，多是由地方醫院醫事人員與工業界機電人員執行。

吉田博士也表示他本身並非 SPEEDI 的專家，但是就他的了解 SPEEDI 在這次事故的疏散規劃並沒有使用，主要是因為外釋的源項無法確定。但是目前可以配合環境輻射偵測的結果來加以反推印證評估結果，並據以進行事故期間工作人員與民眾劑量重建，以及疏散區域的確認。所以這次事故的疏散原則，還是依據劑量率度量結果來加以調整。目前西北方 20 公里以外的部分區域，已由原本設定為準備或依意願疏散區域，調整為要求強制疏散，即是根據量測結果推估年劑量可能超過 20 毫西弗所做的決策。

另外，朱教授也關心食品如竹筍的污染機制與管制，核能研究所保健物理組組長張柏菁博士也問日前新聞所報導輻射牛肉的汙染途徑。吉田博士表示，目前竹筍的汙染原因還在調查，葉部吸收的機制只是推估。至於牛肉的汙染主要是去年的乾稻草，因雨季較長而有部分曝曬後未能及時收入倉內。而一旦雪融後必須將這些稻草盡快喂食，結果導致有汙染的乾稻草未能及時查覺而混入草料中。未來採用新鮮且經由汙染管制的草料喂食後，只要經數個生物半化期，牛體內的輻射汙染物質便會因排出而下降，因此並不需要立即撲殺有汙染的牛隻。至於已經流入市面的肉品，則須進行適當的管制程序。

第二天的圓桌會議以社會影響為主軸，首先由朱鐵吉教授對於福島事故後台灣社會的反應與衝擊進行報告。對於台灣媒體大幅的報導核子事故的嚴重，接著政府進行各項進口物品輻射度量、各項演習、公聽會與核能總體檢等措施，但是由於政治經濟等複雜因素，仍有許多不同的意見不易整合。未來大陸地區設置的核電廠數量也十分可觀，因此加強兩岸核能安全的協議，將是十分重要的課題。

接著是由關西大學土田昭司教授以傳播學的角度看這次福島事故的危機溝通。他提到日本安全的定義通常是指保全(**security**)，也就是將發生事故的機率降到最低，以期事故不會發生，因此輕忽規劃發生事故後將損失降到最低的作業方式。溝通時因各項管道的喪失，並未能提供足夠的協助資訊給民眾，也未能傾聽民眾對於協助需求的資訊。對於溝通的對象也未考慮到國際媒體，導致國外報導與國內報導有相當大的落差，這都是未來可以改進的地方。

原子力產業協會的一位參事也是福島災區的居民北村俊郎先生，以在地觀點提出對於這次事故的經驗。他提到這次的疏散經驗可以看出過去演習的規劃，並不足以讓民眾確實瞭解疏散時的準備。一些媒體的報導也導致產業受到影響，造

成二次傷害。因此，他也呼籲不論是擁核或反核的陣營，以謙卑的心面對雙方的溝通意見，以求得民眾最大的福祉。

台電公司副總經理徐懷瓊先生與核能研究所核安管制支援中心主任廖俐毅博士分別就福島事件對台電公司與核能研究所研發規劃的影響進行報告。這次的事件對於台灣的能源政策有相當的影響，因此例如核能一場的延役規劃便已暫停，未來視能源政策規劃的決定還會調整。未來能源政策的規劃則必須基於能源保安、環境保護與經濟發展等面向加以考量。廖主任則提到由網路搜尋網站統計，台灣地區對這次事件搜尋次數最多的區域在新竹與桃園，顯示台日高科技產業聯繫密切。因此，未來在研發的部分應該進行一個整合的作業，以國家核心計畫的作業分別就複合性災害評估、資訊蒐集與分析、核電廠安全維護、重大事故安全分析、放射性物料管理與處理、核子事故應變等方向加以探討。

二、參訪日本原子力研究開發機構

茨城縣東海村距離會議會場距離約 200 公里遠，乘坐巴士前往約需 2 個半小時的車程。到達後首先參觀日本高強度質子加速器設施(J-PARC, Japan Proton Accelerator Research Complex)。該設施為目前全世界最高強度的質子加速器，由日本原子力研究開發機構(JAEA)與日本高能加速器研究機構(KEK)共同建造與營運。整個設施包含直線加速器、3GeV 迴旋加速器與 50GeV 迴旋加速器三大部分，其中 3GeV 迴旋加速器主要提供中子源與渺子(μ 介子)源給材料與生命科學研究使用，50GeV 迴旋加速器則提供強子與微中子等原子核與基本粒子相關研究之用。

這次我們前往參觀的是物質與生命科學實驗設施。在參觀前先挺曲工作人員的簡報。該設施是利用 3 GeV 的質子撞擊汞原子，造成分裂反應而釋出高能量中子。在將中子透過冷卻系統與波長選擇分別引出不同能量與解析度的中子射束，以作為不同材料物質與生命科學的分析應用。

目前由於地震影響，周邊道路損毀嚴重只能逐步修復，機電設備因重量較重加上地基塌陷等原因而嚴重傾斜，因此在安全的考量下，目前供電狀況並不理想。幸好內部射束並沒有造成嚴重的損毀，只有部分建物出現裂縫，經補強應無大礙。目前在機電設施搶修的同時，各射束也積極進行各項調教與測試作業，預計於年底進行復原運作測試。



圖 1 J-PARC 設施外道路因地震損毀。

接著前往核燃料循環工學研究所參訪，該所的主要任務是進行用過核燃料的再處理、混合核燃料(MOX)的製造以及放射性廢棄物的處置與處理相關的研究。這次前往參訪的單位是地層處分基盤研究設施。該設施對於核設施的地層研究、放射性廢棄物深層處置所需的玻璃固化、金屬容器以及填充黏土作為緩衝材等基礎特性進行各項測試與研究，以期能包含天然地質條件建立多重障蔽的高放射性廢棄物處置場所。一旦不慎有放射性物質外洩，也會因這些包覆緩衝材料的阻擋而降低擴散速度，讓核種擴散至場外時已需數個半化期而大幅減少期放射活度。

由於東北大地震後 JAEA 成立輻島支援本部，許多研究人員均暫停原本的研究工作，投入輻島的輻射偵測與除汙作業。核燃料循環工學研究所將其平時的研究成果應用於這次的除汙與防護作業。例如探討各式沸石、非沸石系無機離子交換樹脂、各式活性碳等對於放射性銥、銻的吸附能力，以應用於排水口的水處理。由於海水中的鈉離子會嚴重影響到銻的吸附能力，初步發現使用沸石基矽鈦酸鹽 (CST) 有很好的吸附效果，所以已經應用於輻島汙染水吸附處理。此外，對於庭園及中小學空間劑量的降低，提出表土移除以及上下土壤置換等立即改善措施，可大幅降低生活環境劑量。



圖 3 東京都健康安全研究中心網站(<http://monitoring.tokyo-eiken.go.jp/index.html>)提供東京都內輻射度量結果資訊，其中空間劑量率(單位微西弗每時)分布與這次度量相符。

在核能安全會議結束後，利用短暫的時間前往東京都健康安全研究中心拜訪。然而因聯絡上溝通問題與路線不熟，抵達時已經是下午 5 點該中心下班的時間。為了避免影響實驗室儀器作業時間，所以僅就輻射度量問題與接待人員交換意見。該中心雖有三百多人，但是主要任務是針對東京都內流行病、微生物、藥妝產品，醫療用品、藥用植物等進行調查分析。約 4 年前接受文部科學省資助，於屋頂建立輻射即時監測站，並開始進行雨水與空浮輻射偵測，配置負責人 1 員，支援人員 2~3 名，儀器設備除架設於屋頂距地表 18 公尺的即時監測系統採碘化鈉(低劑量)與游離腔(高劑量)外，還有純鍺偵檢器(HPGe)加馬能譜分析系統一套、簡易型貝它計數器與日本製 ALOKA 手提式輻射偵檢器數部。由於其任務主要為空氣取樣偵測與空間劑量率，食品中的輻射偵測一年只做一次。這次福島事件東京地區的食品管制度量並非由該單位執行。

福島事件後該中心每天有兩組人員，每組 3 人前往東京各區 100 個位置進行輻射劑量率偵測，同時也提供輻射偵檢器免費外借給各區、町役所(相當於國內區、鄉公所與村里辦公室)，對於有輻射疑慮的地區可自行進行加強偵測。為確保量測的品質，輻射偵檢器的外借作業不提供給一般民間團體，且要求量測方式需按規定進行，作業方式如附件二，量測結果必須填寫偵測表單，回報該中心作為資料彙整。由於該機構的運作形式以實驗室為主，且對於輻射的度量項目僅負責空氣相關部分，因此民眾有關輻射健康的疑慮並不會直接接觸該中心，而是由東京都政府的福祉保健局作為答覆民眾的窗口。



圖 4 東京都健康安全研究中心外觀與該中心熱心解說的工作人員。

在前往茨城縣東海村的路程也進行輻射偵測。在休息站做了車內與車外的遮蔽測試。測試結果因誤差頗大推估約在 10%~20%之間。量測結果標示於圖 5。沿途劑量率便逐漸升高，在豐岡時劑量率約 0.1 微西弗每時。最高的劑量率是在核燃料循環工學研究所大門前，約為 0.11 微西弗每時。

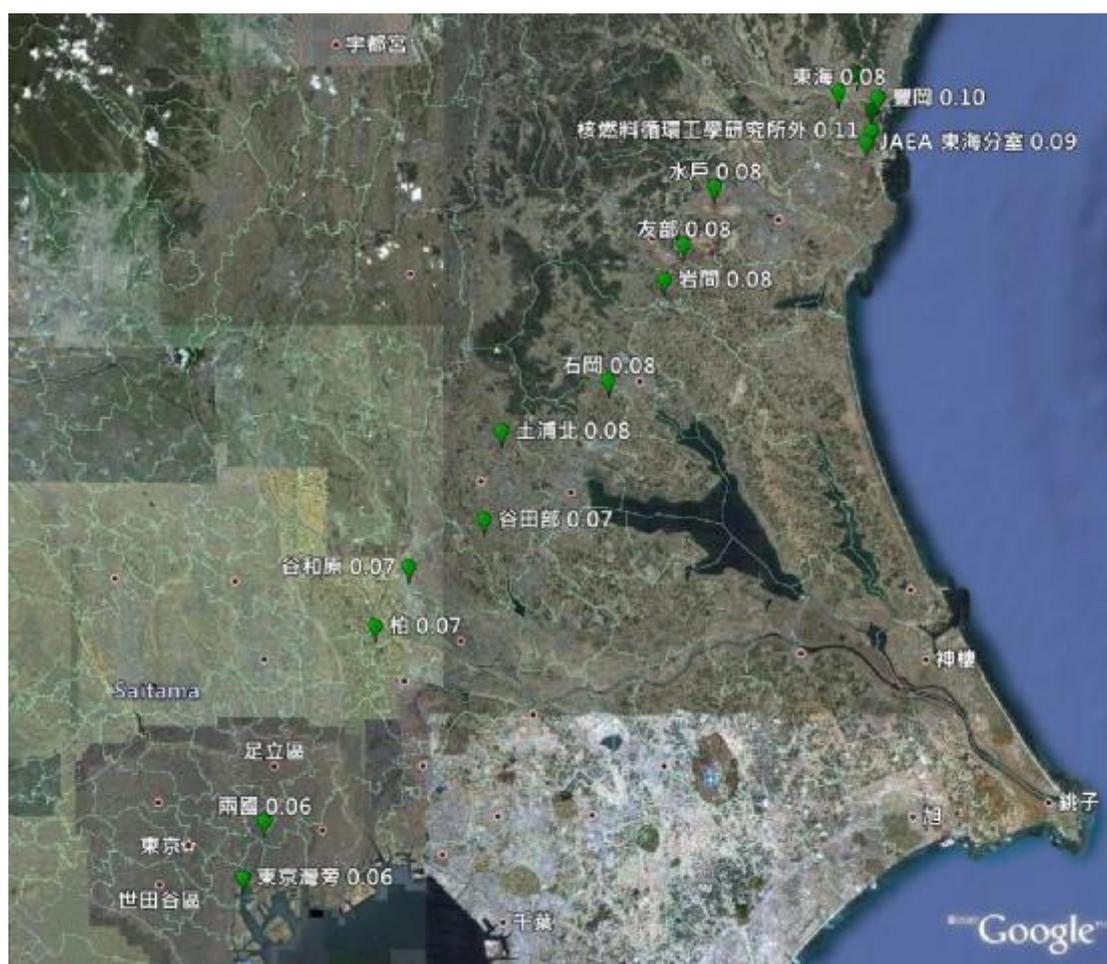


圖 5 由東京到茨城縣東海村沿途輻射劑量率測量值。

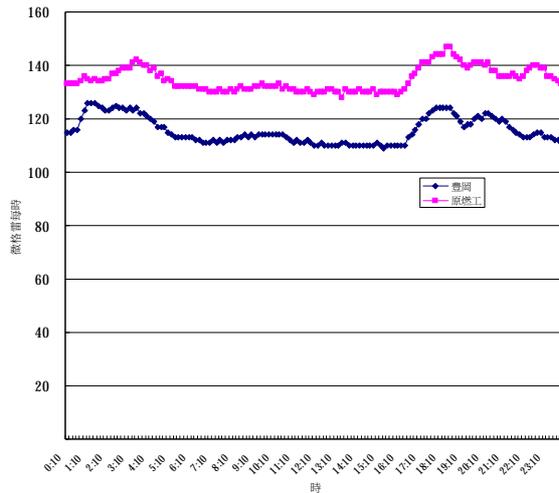


圖 6 由茨城縣公佈前往參訪當天豐岡地區與原燃工的監測數據。
<http://www.houshasen-pref-ibaraki.jp/present/result01.html>

由茨城縣公佈的監測數據顯示，當天豐岡監測值約為 0.11 微西弗每時(依該網站說明假設 1 西弗約等於 1 格雷)而原燃工(對比於核燃料循環工學研究所)則為 0.13 微西弗每時。均略高於我所度量的結果豐岡 0.10 微西弗每時與核燃料循環工學研究所 0.11 微西弗每時，且均高於東京地區的量測結果。但以台灣的經驗來看，這樣的輻射劑量率尚在合理的背景變動範圍內。由於當日有降雨，因此可能受氫氣子核的影響。不過調閱該地區自 2009 年 4 月到 2010 年 3 月的數據如表 2，顯示過去背景值約在 0.034~0.073 微西弗每時。由於福島核能一廠輻射外釋時的風向影響該地區監測的劑量曾經高達 5 微西弗每時。目前已逐漸降低，但仍為過去監測值的兩倍。因此，可以推估偏高的劑量率應該是來自福島電廠的微量污染。

表 2 東海村自 2009 年 4 月到 2010 年 3 月的監測數據
 單位:nGy/h*

測定局	種別	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均
豐岡	月平均值	49	49	49	49	49	49	50	50	50	50	50	50	49
	日平均最大值	54	54	52	50	50	53	55	54	56	53	54	59	59
	日平均最小值	48	48	48	48	48	48	48	48	49	49	49	48	48
	1小時值最大值	69	60	65	64	56	65	62	73	69	63	68	71	73
	1小時值最小值	48	48	47	47	47	48	47	48	48	48	47	48	47
原燃工	月平均值	37	36	36	36	36	36	37	37	37	37	37	37	37
	日平均最大值	41	42	39	36	37	39	41	40	43	40	40	45	45
	日平均最小值	35	36	35	35	35	35	36	35	36	36	36	36	35
	1小時值最大值	54	50	51	50	46	51	48	53	54	46	49	56	56
	1小時值最小值	35	35	34	34	34	34	35	35	35	35	36	35	34

* 1 nGy/h 約等於千分之一微西弗每時

(三)、心得

一、過去日本可以說是全世界核能工業最為先進的國家之一，其核能電廠營運紀錄良好，不論是技術的發展、營運的安全管理與規劃、各項作業品質管理與作業人員素質在各項表現來說，均為國際間佼佼者，長久以來也是我們效法學習的對象之一。因此，在過去我們根本不認為日本的核能電廠會發生重大事故，且相信即使因沒有考慮到的意外而導至有重大事故，也已經規劃設置有經縱深防禦考量的種種安全防護措施，足以將所有輻射污染侷限在電廠之內，絕對不會外釋到電廠外對於環境造成影響。然而這次的地震規模實在太大，已超過核能電廠的設計基準，再加上海嘯的衝擊，縱使核能電廠裡的員工盡力採取各項補救措施，仍無法阻止在氫爆後輻射物質外釋的事件發生。由於面對複合性災害，因此，對於社會的衝擊十分劇烈，也對鄰近國家包含台灣在內造成影響。因此，在這次台日核能安全會議中，日方深切檢討過於自滿的核安文化，以致輕忽於事前規劃實際可能發生大規模污染時的作業方式與溝通管道及模式。結果導致事前過度樂觀於核能電廠的安全設計，事故後大眾反而會過度評估事故的嚴重性。檢討的面向很多，但是核能人員從業人員的老化與斷層，以致受限於過去良好運作經驗而缺乏對於安全規劃的想像力，是基本且長久需解決的問題。也由於缺乏大量年輕族群的投入，所以在溝通與實務執行上也缺乏熱情的投入。因此加強年輕核能從業人員的培養與訓練，並提供可以發揮的空間，是現在必須面對十分急迫的要務。這幾年本中心陸續有新進同仁投入環境輻射偵測的領域，可說是一個很好的現象。因此，應該盡量提供年輕同仁有各種學習的機會與發揮表現的空間。

二、在參加會議期間，與鄰座日本友人任職於財團法人電力中央研究所原子力技術研究所資深研究員笹原昭博博士於休息時間，就一般民眾的看法交換意見。他提到他與家人的看法，其實與我在旅館與接待人員閒聊時的看法差異不大。其實東京地區一般民眾對於這次東北地區的地震與海嘯的感受確實是十分恐慌與擔憂。東京地區也有不少房舍受損，雖不是十分嚴重，但是由於餘震不斷，因此有些建物的龜裂與結構的破壞都需即時補強，以確保居家的安全。然而，最近原物料的價格居高不下，對於高消費的東京地區而言，必須花費相當大的一筆費用於房舍整修，因此會帶來一些壓力。至於輻射的問題在剛開始透過媒體得知有外釋之時，確實有些擔心。隨著事故發展與各項

監測數的公佈，其實對於輻射的擔心就比較不是那麼在意。雖然還是有相當比重的人希望政府能加強與落實食品與農漁產品的管制作業，但是在生活上並不會因此就排斥市場上的商品。關西大學土田教授也提到，當時日本國內民眾收看國內電視台 NHK 居多，但是在日本地區的外國民眾則是收看 CNN 電視台居多，由於國外媒體的報導會因影響較小而採較保守的方式，所以造成許多外國學生較日本學生驚慌的狀況。這樣的現象在國內發生各項重大事故與危機時也可看到。因此，當事故發生時對國外媒體提供透明的資訊也是溝通管道中十分重要的一環。日本檢討這次由於與國外溝通不良，導致在經濟上因各國均對日本採取輸出管制而造成二次傷害。而日本在最快的時間內協調國內各相關機構，協助出口廠商開立符合各國規定的無輻射污染證明，以降低在這段時間內的商業損失。這是值得國內學習與即早考量規劃的做法。事實上以日本國內的輻射度量設備，要全面性的度量所有出口產品是十分勉強的。因此目前日本國內已準備大幅擴充輻射度量設備，並訓練相關機構人員進行輻射度量工作。高精準度的輻射度量設備如純鍍偵檢器平時所需的維持與維護費用頗高，且操作人員必須經相當的訓練才能熟悉操作。因此一般機構並不會購置如此的設備。當核子事故需進行緊急偵測時，就會發生設備與人力不足的現象。目前國內環境輻射相關的實驗室也不多，本中心每年利用國內環境樣品輻射分析比較實驗的作業，提供一個可供彼此溝通與交流的平台，對於技術上的整合與意見溝通有相當大的助益。因此，建議國內比較實驗作業應持續維持進行。

三、當福島事故發生後，所有的民眾幾乎都會關心各地所量測的輻射劑量率變化情形。台灣民眾當時大量連結至本中心網站造成頻寬不足，而須緊急進行加大頻寬與建立鏡像分流等措施，這樣的現象在日本也是類似。由於各區域民眾均希望能得到比即時監測站點所提供的劑量率更為細部的區域性資訊，因此透過各區町(村)役所(即國內里長辦公室)協助，使用手提式輻射偵檢儀器，於各地區進行空間輻射劑量率的度量。由日本東京都健康安全研究中心所提供的資料顯示，目前的空間劑量率量測方式與過去略有差異。過去的做法是考量一般人重要器官位於距地表 50~150 公分之間，因此空間劑量率的度量，均以距地表 1 公尺處高度所量測的結果作為代表。而這次事故後日本的度量方式採用分別度量接近地表、50 公分高與 1 公尺高等 3 個位置作為

代表。其中除 1 公尺高的位置代表意義於原有定義相同外，50 公分高的位置代表小學以下的幼兒劑量率，接近地表則是作為污染程度的參考值。這樣的修改主要還是因為日本的學校停止上課的相關規定是以 3.8 微西弗每時作為標準依據，對於幼稚園的劑量標準和小學以上是相同的。可是考量兒童的身高與活動範圍與成年人的差異，因此，對於幼稚園、小學與兒童常前往之場所，增加 50 公分處的度量。雖然這樣作法會增加度量作業的時間與人力，但是可以對民眾提供更為有說服力的參考數據。對於這種度量方式的調整，值得我們考量是否也可以採用。

四、與放射醫學總合研究所吉田聰博士於休息時間的討論中，提到新聞中撲殺污染區牧場內牛群的必要性與目前輻射牛肉流入市面的看法。基本上吉田博士認為災區的牛群其實可以不用撲殺，可以野放並進行長期觀察。因為以目前監測的資料顯示，在 20 公里污染狀況雖然對人體長期會造成風險的提高，但是對於動物而言，依過去實驗的經驗這樣的污染可能是可以忍受的，然而由於過去的實驗樣本族群不大，且生物實驗的誤差通常影響因子不易控制，所以不確定度也較高。這次以學術的觀點來說，如能當作是個實驗區來取得污染區內動物的輻射生物效應，其實是一個很好的機會來取的有價值的資訊並作為人類劑量評估的一個參考。然而由於人們擔心污染擴散與農產品管制是否落實等因素，在農民無法保證能掌控這些牛群的前提下，採取大規模撲殺畜牧牛群是安定社會不得已的做法。值得注意的是污染物初期是表面沉積，因此要進入到農產食品內會需要一段環境遷移時間，時間長短隨不同環境與動植物種類而有很大差異。由其是具濃集效應的生物，可能需一兩年才能累積到偏高的濃度。因此，以環境生態的角度而言，建議持續關注日本農產品與環境監測尤其是森林與水體調查的結果。

五、由於福島事件導致日本關東地區的電力供應無法滿足需求，因此，東京地區到處都是節電的標語。剛抵達東京時，氣候十分悶熱，在捷運上許多人都手持扇子不斷搧風。過去在東京街頭常見到總是西裝筆挺的上班族，現在也多穿著輕鬆，打領帶的人已是少數。會議舉辦期間工作人員尤其是原子力產業協會的石井敬之先生滿頭大汗穿梭於會場，忙著打理一切庶務，也不斷拿著手帕擦拭汗水。主要都是遵行目前日本社會所推行的 Super 「COOL BIZ」所致，也就是清爽商務活動。「COOL BIZ」是在 2005 年小泉純一郎內閣時

提出的活動，以節能減碳為訴求，希望大家在夏天能夠以穿著輕鬆的方式，減少冷氣的使用。今年由於核能電廠供電不足，因此各方更是力推節能活動。夜間的便利商店燈光明顯不比國內燈火通明，但也還不至於太過昏暗。著名地標東京鐵塔，也為了節能而改變夜間點燈的時間與型式以節省至 65～85%的電力。這些地方都可以看出目前東京地區節電的努力。雖然如此，以目前公佈的數據看來，要達到減少 25%的目標都很難達到。主要原因是今年的夏天被稱為「猛暑」，許多地區都傳出民眾中暑的問題，甚而有些死亡的案例，導致東北災區部分地區電力不足，需關東地區協助提供，節電的成效目前幾乎達不到 10%。想想過去由於資源得來容易，讓人逐漸變成過於依賴，甚至有些浪費電力資源卻不自知的狀況。夜間漫步在增大寺到東京鐵塔的道路上，稀疏的行人伴隨陣陣微風緩步前行，悶熱的天氣隨著沉靜的心情逐漸消散。我想，這次的事件也給我們一個反思的機會。能源的價值明顯已高於目前的價格。我們現在有便宜的能源可以提供給我們方便的生活，應該抱持感恩與審慎的心情去利用能源。

(四)、建議

- 一. 國內比較實驗為環境輻射交流重要平台，可以維持國內監測技術與品質，事故時作為相互支援與技術溝通的平台，以便在最短時間提供民眾環境輻射資訊，安定社會不安情緒，建議持續辦理。
- 二. 日本福島事件污染已受控制，然而由環境輻射生態的角度來看仍需警戒注意其污染散佈與生物濃集的狀況。因此對於日本進口食品，建議持續進行抽樣監測至少一年。

(五)、附件

2. 第二十六屆「台日核能安全會議」議程。(附件 1)
3. 東京都健康安全研究中心貸借偵檢儀器使用方法說明。(附件 2)

附件 1 第二十六屆「台日核能安全會議」議程。

7 月 26 日	
<u>Opening Session (9:30-10:10)</u>	
<ul style="list-style-type: none"> n The changes in Japanese nuclear industry from the previous seminar (20 min.) Mr. Takuya Hattori, President, JAIF n 台灣對福島核事故之因應作為 蔡主任委員 	
<u>Session 1 Outline of Fukushima Accident (10:40-11:50)</u>	
<ul style="list-style-type: none"> n Chair Person: Prof. Kazuhiko Kudo, Professor, Kyushu University n Outline of Fukushima Accident and its milestone to resolve the situation (50 min.) Tokyo Electric Power Co. n [Discussion with the floor] (20 min.) 	
<u>Session 2 NPP Safety Review after Fukushima Accident (14:00-15:20)</u>	
<ul style="list-style-type: none"> n Chair Person: 台電公司徐懷瓊副總 n Hamaoka NPPs' Counter measures against earthquake and tsunami (30 min.) Chubu Electric Power Co. n 台灣核能安全防護措施之體檢(原能會核管處) (20 min.) n 台電公司核能電廠超出設計基準事故之因應與強化措施(台電公司核發處林副處長志鴻) (20 min.) n 台電公司核能電廠對地震與海嘯影響之再評估(台電公司核發處楊組長騰芳) (20 min.) n [Discussion with the floor] (20 min.) 	
<u>Session 3 Fukushima Accident: Radiation Effects to the Environment (15:50-17:10)</u>	
<ul style="list-style-type: none"> n Chair Person: 原能會核管處徐明德副處長 n Radiation effects to the environment, seawater, and foods (30 min.) National Institute of Radiological Sciences n 因應日本福島核電廠事故我國輻射防護之作為(原能會輻防處) (20 min.) n 台灣環境偵測作為之檢討(輻射偵測中心) (20 min.) n [Discussion with the floor] (20 min.) 	

7 月 27 日	
<u>Panel Session Fukushima Accident: Impact to the Society (9:00-11:20)</u>	
n	Chair Person: Mr. Nobuo Ishizuka, Senior Managing Director, JAIF
n	[Keynote Presentation] Fukushima' s impact to the society (20 min.)
n	Fukushima Accident - A view from Taiwan and effect to the Taiwan's public opinion 核能資訊中心朱鐵吉董事長 (20 min.)
n	[Short Presentation from the Panelists] (10 min. x 4 panelists)
n	Risk Communication Prof. Shoji Tsuchida, Kansai University
n	The reality of our Emergency Evacuation Planning Toshiro Kitamura, JAIF
n	福島事故對台電核能發電的影響(台電公司徐懷瓊副總)
n	福島核事故教訓及其對研發計畫之影響(核能研究所)
n	[Panel Discussion] (30 min.)
[Discussion with the floor] (20 min.)	
<u>Closing Remarks (11:20-11:50)</u>	
n	蔡主任委員, 中華核能學會
n	Mr. Takuya Hattori, President, JAIF

附件二 東京都建議手提式偵檢器輻射劑量率度量方法

都が貸与した小型放射線測定機器による空間放射線量率の測定方法について

1 概要

本文書では、東京都が区市町村に貸与した DoseRAE2 PRM-1200（以下、DoseRAE2）での空間放射線量率の測定に際しての取扱方法について述べる。

2 機器仕様

DoseRAE2 の仕様を表 1 に示す。

表 1 DoseRAE2 の仕様

放射線センサー	CsI (TI) + photodiode Energy-compensated PIN diode
放射線量測定範囲	0.01 μ Sv/h \sim 10 Sv/h
測定誤差範囲	\pm 20% (10 μ Sv/h \sim 10 Sv/h) \pm 30% (0.01 μ Sv/h \sim 10 μ Sv/h)
積算量測定範囲	0 μ Sv \sim 10 Sv
積算誤差範囲	\pm 15%
放射能反応範囲	20 keV \sim 6 MeV (X 線と γ 線)
寸法	85mm x 55mm x 9.6mm(クリップを除き)
重量	50g(クリップとバッテリー込)
内蔵/バッテリー	LIR2450 充電電池
動作時間	フル充電最大 200 時間(1 週間以上)
データ記録能力	3000 回以上データの記録が可能
データ記録間隔	30 \sim 3600 秒(ユーザ設定可能)
通信ポート	USB ポートで PC 側とのデータ通信を行う
アラーム機能	・高周波数ブザー (85 \pm dB @ 30 cm/12") ・高輝度 LED ライト ・内蔵バイブレーション
アラーム設定	積算量アラーム (1.0 μ Sv \sim 10 Sv) 放射線量アラーム(1.0 μ Sv/h \sim 10 Sv/h)
動作環境温度	-20 $^{\circ}$ C \sim 50 $^{\circ}$ C
湿度	0% \sim 95%
IP 規格	IP-54 準拠防水防塵性能
耐衝撃性能	1.5m 落下実験合格

※付属の日本語マニュアルより

(1) 測定値の特性について

他機種(TCS-166)との測定値の違いについては、測定している単位が違うことから DoseRAE2 の値は若干高い値となります。

表 2 測定機種と表示される単位

機種	単位
TCS-166	空気吸収線量率 μ Gy/h
DoseRAE2	1 cm線量当量率 μ Sv/h

DoseRAE2 は、人への影響を加味した 1 cm線量当量率 (μ Sv/h) で測定します。これは、ガンマ線による個人の外部被ばくを管理するための機器であり、安全側に評価するように調整されているため、実効線量より高めの数値を示します。

実際の DoseRAE2 の測定結果は、TCS-166 の結果に対して、地上 1 m では平均 1.46 倍、地上 5 cm での測定では、平均 1.38 倍でした。

3 取扱方法

(1) 電源投入時点検

① バッテリチェック

表示窓のバッテリー残量インジケータを確認する。バッテリー残量インジケータが満タンになっていない場合は、測定する時間によっては、使用中に電源OFFになるため、充電を行う。

② 本体故障チェック

本体故障アイコンが表示されていた場合、何らかの故障があるため、正常な測定はできません。

③ 測定値確認

SETボタンを押し、リアルタイム測定モードにして表示を確認し、異常な表示（ゼロ表示や極端に高い値）になっていないことを確認する。

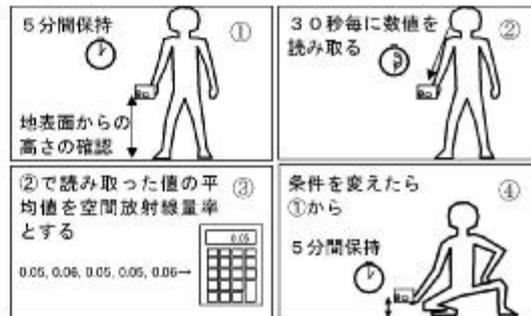
(2) 測定方法

① リアルタイム測定モードにして測定したい地点に一定時間（5分程度）保持する。

② 30秒毎に数値を読み取る。なお、極端に高い値や低い値はノイズによる誤測定の可能性があるため棄却する。

③ ②を数回（5回以上を推奨）実施し、その値の平均値をその地点での空間放射線量率（ $\mu\text{Sv/h}$ 1cm線量当量率）とする。

④ 続けて別の地点、別の高さでの測定を行う場合は①の一定時間の保持から行う。



4 測定場所・条件

測定目的に応じた測定場所の条件を決めて統一する必要があるが、ここでは地域による空間放射線量率の違いを測定するための測定場所の条件について下記に示す。

(1) 周辺環境

周辺（おおよそ10m以内）に建築物・樹木などがなく、頭上が開けた場所を選ぶ。

(2) 地表面の状況

地表面の材質により放射性物質の付着・含有状況に違いがありうるため、統一する必要がある。

地表は土が露出した地点を選ぶ。測定のために地表を加工はしない。

コンクリートやアスファルトなどの人工物でないこと、また草が密集していないこと。

降雨時に雨水が流出するような傾斜がないこと。

降雨時に水溜りになる地点は、周辺の放射性物質が集まっている可能性があり、局所的な影響を強く受けた測定結果となるため、測定目的に沿わない地点となる。

(3) 地表面からの高さ

地表面からの高さが異なっても測定値が極端に異なることはないが、若干の影響はありうるため基本的に高さ1 mで統一する。

地表面での測定をする場合は測定機器が直接地面に接触しないように5 cmとする。

放射性物質の分布が、空气中に浮遊しているのではなく、地表面に付着している場合は、高さ50 cmの測定値は、1 mでの測定値と5 cmでの測定値の間になるため、必要ない。

(4) 測定機器の条件

測定器の向きによる測定値の影響がありうるため、統一すべきである。(読み取りの都合上、測定値の表示面を上に向けて測定することを推奨します)

5 保守点検

(1) 自主点検

毎月一回点検を行う。点検内容を下記に示す。

① バッテリチェック

バッテリー確認インジケータが空になっていないことを確認する。

② 作動チェック

事前に測定してある屋内で、リアルタイム測定値が同様の程度であることを確認する。

(2) 修理

本体故障のアイコンの表示、指示値異常等の故障により修理の必要な箇所が生じた場合は、状況を確認の上、修理する。

6 測定結果について

以下の式で、測定結果から1年間の積算線量を推計できます。

$$(\text{測定結果} - \text{自然放射線量}) \times (16/24 \times 0.4 + 8/24 \times 1) \times 24 \text{ 時間} \times 365 \text{ 日}$$

※条件

- ・ 自然放射線量は一般的には0.05 マイクロシーベルト/時間といわれています
- ・ 屋外に8時間、木造家屋内に16時間いると仮定
- ・ 木造家屋内滞在(16時間)における低減効果(係数0.4)

