

■出版單位：財團法人中華民國輻射防護協會
■地址：新竹市光復路二段295號15樓之1 電話：(03)5722224 電傳：(03)5722521
■編輯委員：王昭平、尹學禮、何偉、李四海、施建樑、
張寶樹、董傳中、趙君行、鄧希平、蘇獻章 (依筆劃順序)
■發行人：鄧希平 ■主編：劉代欽 ■編輯：李孝華
■印刷所：大洋實業社 地址：新竹市建功一路95號
行政院新聞局出版事業登記證局版北市誌字第柒伍零號

□輻防消息報導

▲核災碘片儲備分發

(原能會訊)

針對近日大眾關心之碘片儲存與發放議題，原能會澄清說明如下：

一、碘片儲存與發放現況

核電廠緊急應變計畫區內(核一、二、三廠半徑 8 公里範圍)之碘片購置與發放為地方災害應變中心(新北市、屏東縣與基隆市)之權責，購置數量以每人四日份為基礎，其中兩日份碘片預先發予民眾自行保管，其餘兩日份，維持集中保管方式，貯存於鄉鎮衛生所、地區醫院及核能電廠內，於事故發生時，再由地方政府適時發予民眾。核四廠緊急應變計畫區(現行仍為 5 公里，新修正報告正審查中)內民眾所需之碘片已採購，因核四廠尚未達核子燃料裝填階段，故先集中保管並未發放給民眾。

原能會與國防部另共同完成建置南北二處國家碘片儲存庫，碘片數量為 80 萬錠(40 萬盒)，以備將來萬一發生嚴重核子事故影響緊急應變計畫區以外民眾及相關救難團體所需。當緊急應變計畫區外的民眾需要碘片時，中央災害應變中心即會請國防部將國家碘片儲存庫之碘片運送至指定地點(如地方政府應變場所或衛生局)，再由地方政府負責分發碘片給需要之民眾，若地方政府有人力不足之虞，可向中央災害應變中心或國防部提出支援請求，政府會派員協助相關分發作業。

二、碘片之服用時機

核災發生時不一定要服用碘片，要視核災時放射性物質外釋量的大小而決定。當因放射性碘外釋可能造成人體甲狀腺約定等價劑量達 100 毫西弗以上時，易對甲狀腺產生危害；此時中央災害應變中心方會下達民眾服用碘片的指令。一般來說，碘片發放的時機與範圍將視事故實際狀況，如輻射外釋情形、氣流飄散狀況、以及民眾是否已採取相關疏散之防護行動等，由中央災害應變中心統一下達碘片服用時機及發放範圍之命令，以保障核災發生後民眾防護之

安全性，亦即碘片的服用必須配合室內掩避、疏散、飲食限制等其他防災措施一同進行，始能達到最佳的防患效果。

另行政院衛生署食品藥物管理局表示：「由於輻射游離碘對於 40 歲以上成人甲狀腺之傷害或引發甲狀腺癌之機率極低，且對於碘片引發不良反應之耐受度較差，因此除非曝露量大於 5Gy，否則不建議使用」，因此 40 歲以上成人除非必要，否則不建議服用碘片。

▲為何蘭嶼環境背景輻射值全國最低的說明

(原能會訊)

蘭嶼輻射監測站現地是設置於椰油村的蘭嶼中學；椰油村是蘭嶼鄉公所所在地，鄉民居住與活動較為密集；從用地、電源、通訊、後續維護等都可妥善配合，迄今運作順利。以原能會設置於蘭嶼監測站的平均測值—0.04 至 0.05 微西弗／小時，略低於台灣本島的平均值—0.05~0.07 微西弗／小時。台電公司亦於蘭嶼貯存場設置 3 個監測站，其中 2 個場界站(大門口與後門口)測值為 0.04~0.05 微西弗／小時，綜合研判應為當地含天然放射性物質較少的礁石之地質所致，而場區中間被核廢料貯存溝圍繞之行政大樓(台電員工辦公場所)旁之偵測站，其值比場界略高，約為 0.07 微西弗／小時，與台灣本島測值相比較，蘭嶼的環境輻射測值，並未有低估的情形。

台灣地區天然背景輻射量會隨當地地質條件與環境狀況(如建物所用建材、水文等)及海平面高度等而有所差異。蘭嶼地區的地質係以安山岩及玄武岩等火成岩為主，依據原能會歷年蘭嶼地區土壤樣品分析結果顯示，其天然放射性物質(鉀-40、鈾系列、鈾系列核種)含量較其他地區略低，也是監測站測得背景輻射值較低的原因。

原能會目前在全台設置 38 個即時環境輻射監測站的目的，是在監測全島環境輻射值，且在輻射異常時，能夠立即掌握並採取應變措施，同時公布在網路上讓民眾瞭解環境輻射狀況。而環境輻射監測站設置地點，以民眾環境輻射安全為優先，故考量人口集中程度、核設施設置的地點等。此外，台電公司亦於蘭嶼貯存場場界設有 3 個即時輻射監測站，其監測值均在安全範圍內，並可透過網站隨時查得相關訊息，可確保貯存場之輻射安全。

為確保民眾安全，原能會輻射偵測中心目前設置 38 個即時環境輻射監測站，除提供原能會核安監管中心，掌握監測資訊，強化對核事故等異常資訊之掌握與應變。同時讓民眾瞭解全國環境輻射狀況，達到資訊公開透明化之目的。

設站考量因素：原能會目前設置 38 個即時環境輻射監測站的目的，在針對輻射異常時，能夠立即掌握並採取應變措施；同時讓民眾瞭解全國環境輻射狀況，達到資訊公開透明化之目的。環境輻射監測站設置位置考量因素包括人

口密集中區程度、核設施設置的鄰近地區點及輻射偵測之設備建置與維護等事項。蘭嶼之即時監測站設於蘭嶼高中，即因該處附近為人口密集區中區。

蘭嶼環境背景輻射值為何較低：蘭嶼輻射監測值略低於台灣本島原因說明如下：蘭嶼站測值（0.04~0.05 微西弗／小時）略低於台灣本島（0.05~0.07 微西弗／小時），研判係因蘭嶼地質因素之影響。又另台電公司亦於蘭嶼貯存場設置 3 個監測站，其中 2 個場界站（大門口與後門口）測值亦為 0.04~0.05 微西弗／小時，係因地質含天然放射性物質較少的礁石所致，而場區中間被核廢料貯存溝圍繞之（行政大樓（台電員工辦公場所）旁之偵測側站），其值比場界略高，約為 0.07 微西弗／小時，顯示實際的環境輻射測值，並未有低估之情形。而依原能會相關作業程序，輻射偵測中心參加國際性之比較實驗及認證，可確保偵測數據之公信力，其準確性可接受公評，並無偏低之情形。

原能會對核設施之環境輻射監測管制包括直接輻射監測（即時監測站與熱發光劑量計站）及環境試樣（農畜與海產物、土樣及環境水樣等）監測等，以蘭嶼為例：原能會輻射偵測中心執行之平行監測中除有 1 個即時監測站，另有 7 個熱發光劑量計站（含蘭嶼貯存場外圍牆），可掌握環境輻射狀況，至目前檢測結果均符合法規標準，監測結果並公布於該中心網站 (<http://www.trmc.aec.gov.tw>)。

人類生活在地球上，無時無刻都會接受到輻射，有些來自外太空稱為宇宙射線，有些來自土壤、岩石、大氣等微量天然放射性核種，這些稱為背景輻射，因此各地區測得背景輻射不盡相同屬正常現象。依聯合國原子輻射效應科學委員會（UNSCEAR）報告，世界各國戶外輻射劑量率變動範圍約為 0.001~1.2 微西弗／小時，平均為 0.057 微西弗／小時。而當環境輻射測值超過 0.2 微西弗/時的規定限值，原能會將主動加強偵測調查，以瞭解可能之原因，迅速為民眾的輻射安全把關。

蘭嶼環境輻射監測的連續結果可在本會輻射偵測中心網頁中查閱：
(<http://www.trmc.aec.gov.tw> 輻射偵測中心首頁\環境輻射偵測\環境輻射即時監測資訊\劑量率變動圖)

【新聞小辭典】

背景輻射：人類生活在地球上，無時無刻都會接受到輻射，有些來自外太空稱為宇宙射線，有些來自土壤、岩石、大氣等微量天然放射性核種，這些稱為背景輻射。由於天然放射性核種在地表的分布不均勻，因此各地區測得背景輻射不盡相同，實屬正常現象，不宜誤會為輻射偏高。依聯合國原子輻射效應科學委員會（UNSCEAR）2008 年報告，世界各國戶外輻射劑量率變動範圍約為 0.001~1.20.63 微西弗／小時，平均為 0.05789 微西弗／小時。

▲ 原能會邀請地方人士訪查核一廠一用過核燃料乾式貯存設施興建工程品質 地方共同參與核一廠訪查

(原能會訊)

為加強資訊公開及民間參與核安監督監督台電公司核一廠用過核子燃料乾式貯存設施之建造工程，原能會邀請新北市政府、石門區公所、里長與社區發展協會理事長、環保團體及學者專家等 20 位代表，定期訪查核一廠乾式貯存設施興建工程品質之監督作業，以確保設施興建品質，並撥借 10 部偵測儀器，供各石門區里長實地量測設施周圍環境背景輻射。訪查作業自 100 年 5 月起至 101 年 12 月底止累計舉辦 6 次，參與的地方人士多予肯定。

為進一步讓地方民眾能了解日常生活中的輻射，並熟悉輻射偵測儀器的性能與使用方法，原能會邀請新北市石門區各里長及鄰長，於 101 年 3 月辦理「認識輻射及偵測儀器使用講習會」，讓里長、鄰里長們經由實際量測，熟悉輻射偵測儀器的操作，俾利「地方參與訪查活動」的順利進行。

原能會依據環保署第 171 次環評會議決議，於 101 年 10 月 18 日邀請經濟部、環保署、衛生署、新北市政府、石門區公所、核能安全與健康風險專家、民間團體及權益關係人代表等，辦理核一廠用過核子燃料乾式貯存設施諮商會議，就乾式貯存設施有關核能安全及健康風險議題之專家會議共識事項辦理結果進行諮商。參與諮商會議人士約 1180 人，分別就乾式貯存安全、輻射監測、居民健康及溝通宣導等議題表達意見，將作為原能會對核一廠用過核子燃料乾式貯存設施後續決策之參考。

核一廠用過核子燃料乾式貯存設施目前已完成場址水土保持整地、乾華橋改建、混凝土護箱貯存基座、混凝土護箱與外加屏蔽製造及組裝作業等工程，並依據原能會核准的試運轉計畫，完成第一階段設施整體功能驗證與測試。依台電公司規劃的時程，乾式貯存設施預定於今(102)年 8 月進行第二階段盛裝用過核子燃料測試作業。全部測試作業完成後，台電公司依法須向原能會申請核發運轉執照。原能會將嚴密審查，確認符合法規規定及各項設計安全要求，才會發給運轉執照。

核一廠用過核子燃料乾式貯存設施將來正式運轉啓用後，原能會除持續派員執行作業安全檢查外，並規劃將核一廠乾式貯存設施之輻射劑量及溫度監測數據，連結至原能會核安監管中心，進行全天候的即時線上監督；監管資訊並將公開於原能會網站，讓民眾能夠安心、放心。

▲ 正子攝影儀進入臨床試驗，造福癌症病患

(原能會訊)

核能研究所乳癌診察用正子攝影儀(INER BreastPET)，為國內自主開發大型影像醫療儀器首例，已進入臨床試驗階段。臨床試驗計畫於 101 年 8 月獲

衛生署許可後，11 月於台大醫院完成系統組裝與功能測試，12 月會同台大醫工室進行醫療電性安全複驗合格，預計農曆春節後可正式進行人體造影試驗。

全球乳癌發生率逐年增加，且有年輕化趨勢，亞洲地區台灣發生率為十萬分之 52.8 人，排名僅次於新加坡。依據國民健康局公佈之 98 年國人癌症發生率，乳癌是台灣婦女惡性腫瘤第 1 位，且發病年齡較西方國家年輕十歲。目前乳癌的防治的重點即是「早期發現、早期治療」，對於零期乳癌(原位癌)治癒率可高於 98%。現今常用的乳癌診察方法中，X 光與超音波乳房攝影受緻密型乳腺等物理限制，無法有效的早期乳癌偵測，僅乳房磁振造影(Breast-MRI)有較佳的偵測能力，但卻有收費昂貴、假性誤判率高的缺點。正子攝影可避免上述物理限制，而乳房專用型正子攝影可提供更高靈敏性，是國際間證實唯一優於磁振造影，卻沒有其誤判缺點，同時減少無謂切片檢驗等的診察方法，尤其有利於緻密型乳腺比率高的東方女性之乳癌診察。

核能研究所主導開發乳癌早期診斷專用 INER BreastPET，此儀器具有無壓舒適、早期與轉移偵測、平面攝影斷層顯像、大面積單側全乳攝影等特色。99 年完成系統開發，100 年醫療電性安規檢驗合格獲證，101 年通過衛生署臨床試驗審核與台大醫院人體試驗委員會(IRB)審查，預計將於今年(102)可正式獲得人體影像與數據；預期不日可有商品問世。

核能研究所以累積 40 餘年的輻射相關研發能量，大型醫療影像儀器之開發由基礎技術至系統整合，逐步從雛型系統、臨床前測試驗證至邁入人體實驗階段，以實際行動證明台灣確實有能力開發大型、高階的影像醫療儀器，對有意跨入相關零組件或全機產品開發的國內業者不啻注入一劑強心針。未來優質平價的醫療影像儀器技轉生產上市，可望提升高科技產品普及率，嘉惠國人婦女健康。

[新聞小辭典]

1. 正子攝影儀(Positron Emission Tomography)，簡稱 PET，是一種高科技醫學影像檢查，曾榮獲美國時代雜誌評選為進入 21 世紀最有價值的醫療儀器發明之一。PET 以分子細胞學為基礎，將帶有正子放射核種特殊標記的合成藥劑注入受檢者體內，利用 PET 攝影的高靈敏度作全身或目標區域的掃描。藉由癌細胞分裂迅速，新陳代謝特別旺盛，攝取該藥物達到正常細胞二至十倍，造成影像上出現明顯的「亮點」。不必等到癌細胞生長成熟與組織結構改變，即能於細胞產生變異初期準確地判定屬惡性或良性腫瘤。目前已發展出各種不同的正子放射造影劑用來偵測腫瘤病變，現行最常見的是被稱作世紀發明之去氧葡萄糖 (F-18-FDG)。此造影劑主要以癌症細胞具有葡萄糖代謝增加的特性，做為正子攝影分辨惡性或良性腫瘤之關鍵。
2. 本系統圖像引擎採特殊設計之三維影像重建方法，已獲國內外發明專利。此發明有別於傳統環狀偵檢器，利用簡易的偵檢幾何架構，即可獲得三維影像且能提升分子影像的病灶偵測能力。此發明實現於低成本大檢測面積特色之乳房專用型正子攝影儀研製，等效造影範圍可減少 40%偵檢器材料成本。

▲確「食」安心，食品、飲水輻射安全分析

(原能會訊)

101 年透過民生消費食品及飲用水放射性含量分析結果，評估國人飲食輻射劑量，均遠低於法規劑量限值，無輻射安全顧慮。

年關將至，國人均興高采烈準備年節圍爐所需食材，對於市售食品是否安全也是大家關注的焦點。過去這一年原能會為確保國人攝食及飲用水之輻射安全，所屬輻射偵測中心(簡稱偵測中心)定期至消費市場採購主要民生消費食品進行放射性含量分析，共取樣約 400 餘件次。此外，也派員至沿海產地與消費市場，購買各類魚、蝦、花枝、藻類、牡蠣、蛤蜊等海產物食品進行放射性含量分析，約 160 餘件次，分析結果都在歷年背景變動範圍內。

為確保輸入國內進口食品之安全管制，定期至消費市場採購海產物罐頭、新鮮蔬果、乾果核仁、乳製品、嬰兒食品及飲料類等進口食品進行放射性含量分析，約 180 餘件次，分析結果均符合「商品輻射限量標準」，沒有輻射安全顧慮。

同時，為確保國人飲水之輻射安全，定期採取臺灣地區 36 個給水廠之飲用水樣品，並自消費市場採購進口及國產包裝礦泉水試樣進行放射性含量分析，約 130 餘件次，分析結果亦均符合「商品輻射限量標準」，沒有輻射安全顧慮。

各項食品及飲用水放射性分析結果，除定期發行「臺灣地區放射性落塵與食品調查半年報」，並公布於網站 (<http://www.trmc.aec.gov.tw>)，提供各界上網查詢，持續進行食品與飲水放射性含量分析作業，為國人健康把關。

[新聞小辭典]

1. 輻射：一般可依其能量的高低及游離物質的能力分類為游離輻射或非游離輻射，此處所指的是游離輻射，游離輻射具有足夠的能量可以將原子或分子游離化。
2. 放射性：元素從不穩定的原子核自發地放出射線(如 α 射線、 β 射線、 γ 射線等)，衰變形成穩定的元素而停止放射(衰變產物)，這種現象稱為放射性，衰變時放出的能量稱為衰變能量。
3. 行政院原子能委員會於民國 96 年 12 月 31 日修正公布「商品輻射限量標準」，食品中碘-131 含量每公斤限值為 300 毫貝克/公斤，銻-134 與銻-137 之總和含量每公斤限值為 370 貝克/公斤。乳品及嬰兒食品中碘-131 含量每公斤限值 55 毫貝克/公斤。

▲醫療品質有保障，診斷劑量降低

(原能會訊)

原能會自 101 年實施 235 部電腦斷層掃描儀醫療品保作業，受檢民眾可在合理的劑量下可獲得最佳診斷影像，有效提高國內一年約 143 萬人次電腦斷層掃描檢查的品質。

依照原能會檢查數據分析，成人頭部的電腦斷層假體劑量指標(CTDIv) 平均值約為 46.9 毫戈雷(mGy)(法規限值 80 毫戈雷)，較實施前降低 5.1%；成人腹部的電腦斷層假體劑量指標(CTDIv)平均值約為 12.3 毫戈雷(法規限值 30 毫戈雷)，較實施前降低 16.9%；兒童腹部電腦斷層假體劑量指標平均值約為 10.4 毫戈雷(法規限值 25 毫戈雷)，大幅降低 27.6%，顯示國內執行腦斷層掃描儀醫療曝露品質保證作業已有相當顯著成效。

自 94 年以來，原能會已將醫用直線加速器、遠隔治療機、遙控後荷式近接治療設備、電腦斷層治療機、電腦刀、加馬刀、乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描儀列為應實推動醫療曝露品質保證作業的設備。由聯合國輻射效應委員會 2008 年報告顯示，近年來電腦斷層掃描檢查已成為民眾劑量增加之主因，有鑑於此，原能會在民國 100 年 7 月 29 日正式將電腦斷層掃描儀納入法規，要求醫療院所應實施醫療曝露品保作業，原能會並自 101 年開始進行檢查。

[新聞小辭典]

• 電腦斷層掃描儀(Computer Tomography)

為輻射醫療設備一種，係利用人體組織對 X 光的衰減程度不同，使用不同角度之 X 光穿透人體，經電腦處理所偵測接受之 X 光數量，運算組成三度空間解剖影像，當器官、組織有病變，會因與正常器官、組織密度不同而顯現在影像上，可提供醫師臨床診斷使用，是一種非侵入性的醫療檢查設備。

• 輻射醫療曝露品質保證 (Medical Exposure Quality Assurance)

藉由每日、每週、每月、每季、每半年、每年品質保證測試的執行，以確保輻射醫療設備各方面性能均維持在一定品質。

• 假體劑量指標(CTDIv)

利用與人體組織密度相近的假體，以電腦斷層掃描儀掃描 1 圈時，測量單位體積假體所階受到的輻射劑量。

□會議訓練報導

▲102 年度各項訓練班開課時間

(輻協訊)

班別	組別	期別及日期	地點	
放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員研習班	(A 組) 36 小時 許可類 設備	A3-- 7 月 23 日~30 日	(新竹) 帝國經貿大樓	
		A4-- 8 月 14 日~21 日	(高雄) 輻射偵測中心	
	(B 組) 18 小時 登記備 查類 設備	B6-- 4 月 17 日~19 日	(新竹) 帝國經貿大樓	
		B7-- 5 月 8 日~10 日	(台北) 建國大樓	
		B8-- 5 月 22 日~24 日	(高雄) 輻射偵測中心	
		B9-- 6 月 5 日~7 日	(新竹) 帝國經貿大樓	
		B10-- 6 月 19 日~21 日	(台中) 文化大學推廣部	
		B11-- 7 月 17 日~19 日	(台北) 建國大樓	
		B12-- 8 月 7 日~9 日	(高雄) 輻射偵測中心	
		B13-- 8 月 21 日~23 日	(新竹) 帝國經貿大樓	
		B14-- 9 月 4 日~6 日	(台中) 文化大學推廣部	
	B15-- 9 月 11 日~13 日	(台北) 建國大樓		
	輻射防護繼續教育訓練班		4 月 16 日--- 3 小時	新竹
			5 月 03 日--- 3 小時	台中
		5 月 16 日--- 3 小時	高雄	
		5 月 28 日--- 6 小時	高雄	
		6 月 14 日--- 6 小時	新竹	
		6 月 25 日--- 6 小時	台北	
射防護專業人員訓練班	輻防師(14 小時) 輻防員(108 小時)	員 23 期 第一階段— 7 月 8 日~12 日 第二階段— 7 月 15 日~19 日 第三階段— 8 月 5 日~9 日 第四階段— 8 月 12 日~15 日 進階 16 8 月 28 日~30 日(進階 16-1) 9 月 2 日~4 日 (進階 16-2)	(新竹) 帝國經貿大樓	
鋼鐵建材輻射偵檢人員訓練班		鋼--4 月 23 日~24 日	高雄	
		鋼--5 月 7 日~8 日	(新竹) 帝國經貿大樓	

□ 專題報導

▲ 福島電廠的中長期除役

-- 目標的進展現況及今後的主要課題

(許俊男教授)

前言

我國核一至核三未來必將面臨除役的問題。雖然全世界的核能工程師絞盡腦汁拼命地在假想並模擬各種可能的核能事故，但就是沒有想過可能發生日本 311 核能事故這樣的情節(scenario)。

發生 311 核能事故是日本的不幸與犧牲...以日本這樣嚴謹的國家，相信她會竭盡所能地把福島電廠好好地除役，並把這寶貴的經驗分享給全世界。其實日本也正在這樣地做，正默默地開始在把它逐步地貢獻給全世界。如果諸位有心的話，不妨上網找一找就可以覺得此言不虛。

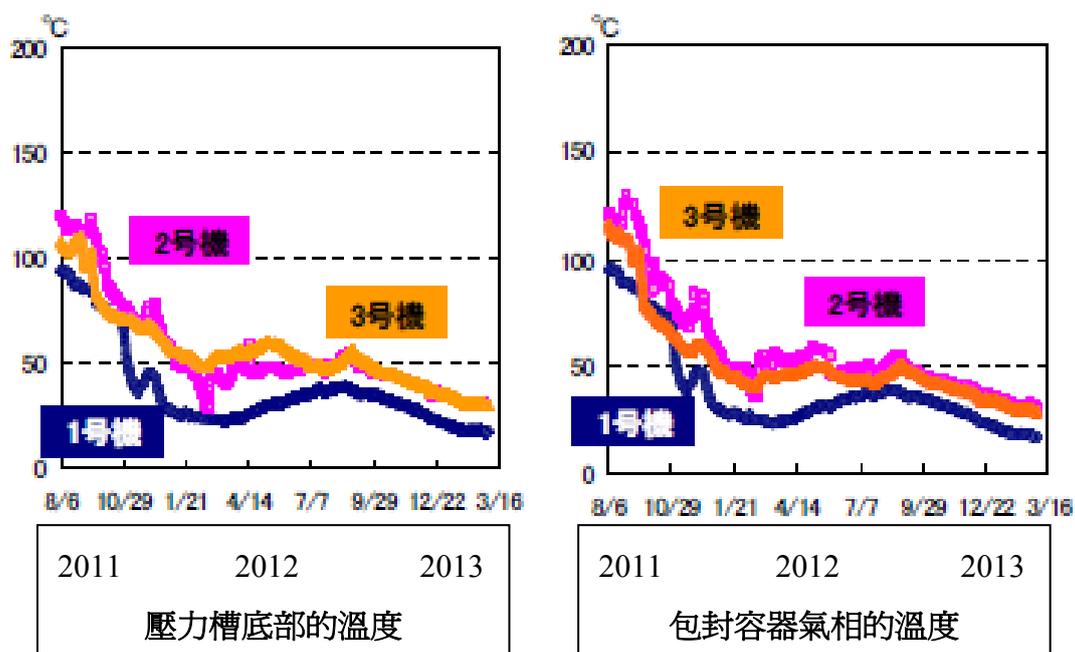
廣義的輻射防護內容，除了輻射防護本身之外，也應包括環境輻射和放射性廢棄物。輻射防護協會願意提供此寶貴的園地--輻防簡訊--刊登本文，謹此致最大的敬謝之意。

目前的核能電廠狀態

○ 福島第一核能電廠 1-3 號機組目前繼續維持穩定的狀態。具體來說，

△ 包封容器及壓力槽底部的溫度，依機組或溫度位置的不同，多少有些差異，但最近一個月以來已降到攝氏 15-35 度範圍(即維持在冷溫停機狀態)。評估燃料殘餘物(debris)一直在以一定的水位冷卻當中。

△ 來自核反應器廠房的新放射性物質排放量，廠界的曝露量經評估為 0.03 mSv/y(與天然輻射的水平相比，約為其 70 分之 1)



- 再者，由新排放出的放射性物質及事故後產生的放射性廢棄物所造成廠界的曝露量，將瓦礫等放射性廢棄物屏蔽之後移往貯存設施等所造成的，至年底可望達成 1mSv/y 的限度。
- 又為確保循環注水冷卻系統的多重備份，講求即使萬一洩漏時也不致外逸而採用多重的對策，以提升其可靠性。

中長期目標的綜合進展與現況

- 依「中長期目標」的時程，各個項目同步進行。第 1 期的目標為自用過燃料池開始將燃料取出，進行從 4 號機組取出的準備，預期今年 11 月可開始。又除了同步時繼續維持上述廠房穩定狀態之外，為完備加強核反應器包封容器內的燃料殘餘物不時冷卻的監視，對於包封容器內部的調查等也切實地在進行。
- 另外，還殘留如下的諸多課題，有必要繼續建構萬全的體制以為因應。
 - △ 對於因地下水的流入而增加之滯留水的綜合性對策。
 - △ 包含從中長期的觀點確保工作成員和勞動環境的配備。
- 又為了取出燃料殘餘物，在著手調查核反應器廠房和核反應器內的狀況的同時，對於放射性廢棄物雖也需要作適切的管理，但面臨如下的困難課題，正以相關機構、關係企業為本，加速地進行其研發。
 - △ 調查、修補針對取出燃料殘餘物的包封容器洩漏之處所，取出之機器、裝置的開發等。
 - △ 針對放射性廢棄物處理、處置，廢棄物性狀之掌握等的研究開發。

個別分野的現況與課題

核反應器的冷卻

- 核反應器包封容器內含有核燃料的 1-3 號機組，為了確保所謂萬一注水設備停止時所準備的備份設備，實施提升可靠性的對策，藉由繼續注水冷卻，以維持其穩定狀態。(反應器壓力槽底部溫度等：約在攝氏 15-35 度)
- 今後針對如何更進一步提升可靠性的注水冷卻設備，在進行設備之多樣化、多重化的同時，為完備加強核反應器燃料殘餘物之有效冷卻的監視，同步繼續核反應器包封容器的調查。

滯留水的處理

- 對於積於汽機廠房地下等的滯留水，藉滯留水處理設施移除放射性銫，以及藉海水淡化裝置移除鹽分之後，因可再利用作核反應器的注水，更能抑制滯留水的增加。又現正在進行貯水槽的增設，致力於滯留水的安全管理。
- 但是因地下水往汽機廠房的流入，使得滯留水持續在增加，所以繞過核反應器廠房和汽機廠房，另開闢地下水通道，同步實施針對地下水流入量的抑

制。

- 又關於可移除除氫以外之放射性物質的「多核種移除設備」，因確保安全等的追加需要時間，正進行針對運轉的準備。
- 再者，不輕易進行污染水的海洋排放。

降低輻射劑量及防止污染擴大

- 對於瓦礫等的固體廢棄物，保管於藉覆土等具有屏蔽功能的設施，以致力於降低輻射劑量。又對於氣體廢棄物，考慮藉將核反應器穩定冷卻以抑制其排放量，加上預定關閉 2 號機組的外流嵌板(flow out panel)，將可更進一步抑制對外的氣體排放。
- 對於液體廢棄物，藉由堰的設置和排水管路的暗渠化等，試圖防止滯留水的洩漏，同時確認地下水和海水放射性活性濃度，評估現狀並未流入海洋。
- 今後也進行同步防止洩漏和監測，同時進行港灣內的海水淨化。

從用過燃料池取出核燃料

- 在 4 號機組，已將運轉地板(核反應器房 5 樓地板層)的瓦礫撤除完畢，用過燃料池內的核燃料傾向開始取出，正在進行取出燃料加蓋的安裝工程。以至今為止的準備工程實績為基礎，不但將取出時間提前，而且預期 2013 年 11 月可開始取出，2014 年底完成。
- 對於 3 號機組，運轉樓板的瓦礫正在拆除當中，而對於 1 號機組及 2 號機組，核燃料殘餘物開始取出時間是否可提前也繼續在考量當中，正在進行將用過燃料池內核燃料的取出計畫予以具體化。

取出燃料殘餘物

- 針對燃料殘餘物的取出作業，因這是到目前為止從未有過的經驗，係以與相關機構和關係企業的合作為基礎，活用國內外各種各樣的智慧結晶而進行。
- 具體來說，現狀是正在著手針對為確保能安全接近高劑量之包封容器其遠隔除污裝置的技術開發，和針對包封容器洩處所之調查和修補的技術開發。
- 今後，在完成可能安全接近之遠隔除污裝置的時間之前，開發包封容器洩處所的調查機器等，除了進行整合現場作業和步調的研究開發，同時還進行基於各機組狀況的工程進程控管。
- 目前關於核燃料殘餘物何時開始取出，是以從目標策定之後 10 年內(2021 年底)開始為目標，一邊基於各機組情況的不同，同時一邊以提前核燃料殘餘物開始取出的時間為目標。

放射性廢棄物的處理與處置

- 在福島第一核能電廠發生的放射性廢棄物，附著了各種各樣的放射性核種

等，因為具有前所未有的特徵，在廢棄物數量上也特別多，目前是盡可能地予以分別保管、管制。

- 爲了因應今後廢棄物的發生量和活度水平，除了策劃適切且能有效率管理的管制計畫之外，針對將來的處理、處置，而與獨立行政法人日本原子力研究開發機構等合作，並推展能掌握廢棄物性狀等的研發。

確保工作成員及確保作業安全

- 藉由將作業計畫與合作企業共有等的作法，在當前的作業，預見不會有成員不足的情形生。就長期性而言，繼續考慮僱用當地人員，實施專門人材的養成和適當的劑量管理。
- 又目前正在同時進行藉由作業環境輻射劑量的降低、中暑的防止、和醫療團隊的配置等的安全管理和健康管理、消除針對不當的就業勞動形態和僱用契約，以建構「既能夠安心而又勞動愉快的職場。」

本文摘自「中長期ロードマップこれまでの進捗の現状及び今後の主要課題」，
http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/roadmap/images/t130307_01-j.pdf。

▲核能事故緊急曝露醫療【接續 119 期】

(國泰綜合醫院 杜慶燻理事長譯)

• 除污效果的判斷

① 蓋革氏偵檢器(Geiger-Mueller survey meter)

要正確進行測量，必須徹底擦除傷口部位的清洗液後檢測。

② NaI(Tl)閃爍式偵測器(NaI(Tl) scintillation survey meter)

傷口部位殘留清洗液或污染在傷口深處時比較難檢測出 β 射線，只使用蓋革氏偵檢器可能會過於低估劑量。因此藉由可檢測出 γ 射線的 NaI(Tl)閃爍式輻射偵測器檢測。

③ ZnS 閃爍式偵測器(ZnS scintillation survey meter)

有 α 核種污染時須使用 α 射線檢測用的 ZnS 閃爍式偵測器等。

(關於各輻射偵測器(survey meter)參考「輻射偵測器的實際使用方法」)

2.2.4 體內污染的評估方法

放射性核種經鼻腔、口或傷口攝入體內稱為體內污染。隨體內污染發生的曝露稱為**體內曝露**。攝入體內的放射性核種，將依物理半衰期或排泄的生物半衰期逐漸減少，其減少程度依據放射性核種或攝取路徑而有異。

• 確認體內污染

確認體內污染可以使用棉棒或抹片(smear)(swab)進行。例如，可能因吸入攝取放射性核種的話，採集鼻孔內的抹片(圖 2-14)，測量抹片的放射活度可

以確認體內污染。經口攝入或是經傷口部位進入的體內污染也相同，可採集嘴角抹片或傷口部位的抹片。確認體內污染使用的檢體，之後也可能必須用來評估體內曝露的劑量，所以放進袋子等保存很重要。

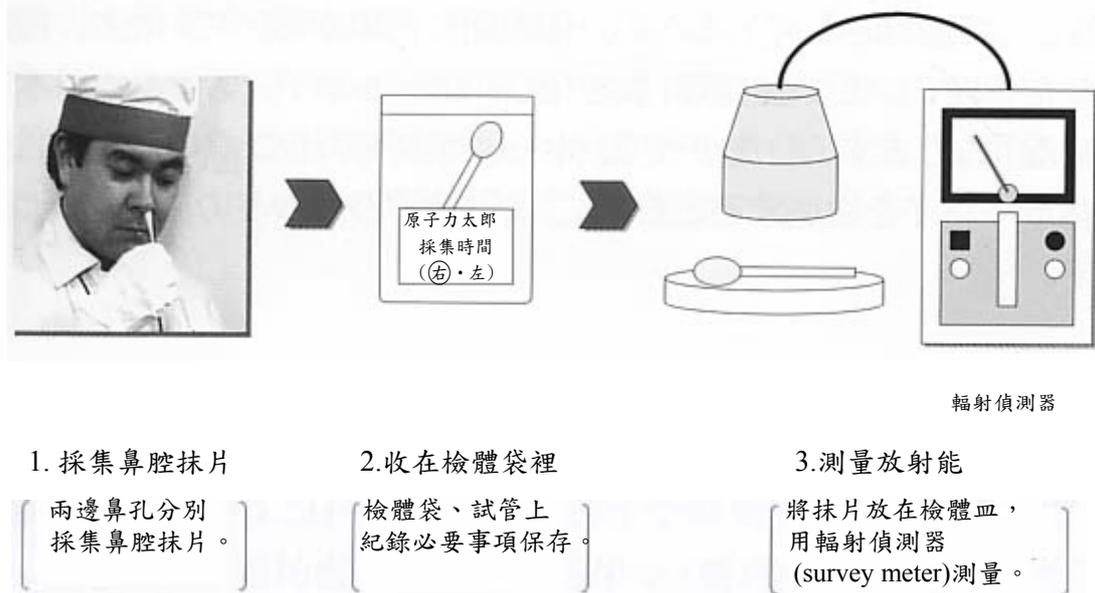


圖 2-14 鼻孔內抹片的採集示例和程序

確認體內污染可依上述方法進行，但是攝入體內的放射性核種劑量，也就是放射活度(Bq：貝克(becquerel))的定量評估是使用體外計測或生物鑑定(bioassay)等方法。

• 體外計數法

所謂體外計數法，是用身體外放置的放射線偵檢器測量由體內放射性核種放出來的放射線。使用於體外計數法的測量儀器有，全身計數器(whole body counter)(圖 2-15)，肺部監測器(monitor)，甲狀腺監測器等，依檢測部位和檢測對象的核種，選用合適的儀器。



圖 2-15 全身計數器(左：站立式，中・右：座位式)

另外，全身計數器(whole body counter)是以檢測攝入體內的微量放射性物質為目的而設計，所以一旦體表有殘留污染，或是機器本身受到污染，會造成計數誤差，無法正常使用全身計數器。因此，使用全身計數器測量前，徹底偵測(survey)受測者的體表劑量，並確認背景(background)值是很重要。

• 生物鑑定(bioassay)

所謂生物鑑定，就是藉由排泄物或其他生物檢體定量體內污染劑量的方法。排泄物通常採集便(糞)或尿。這些排泄物裡的放射性核種，經化學處理抽出後，進行放射線測量。體內的污染劑量和排泄物裡的放射能劑量，以標準人類的代謝特性為基礎形成一個關係表達式，所以可以間接評估體內污染劑量。生物鑑定需要特殊技術，作為曝露醫療機關裡的應對，保存排泄物等生物檢體，之後聯絡可以進行分析的機關。

由體外計數法或生物鑑定能定量殘留體內的放射活度或排泄量，可以計算體內污染受到的曝露劑量(單位是 Sv：西弗(sievert))。計算方法如以下算式。

體外計數法的情況

體內曝露劑量(Sv) = 體內殘留量(Bq) × 有效劑量係數(Sv/Bq) ÷ 殘留率

生物鑑定的情況

體內曝露劑量(Sv) = 排泄量(Bq) × 有效劑量係數(Sv/Bq) ÷ 排泄率

上述算式中有效劑量係數或殘留率(排泄率)在國際放射線防護委員會(ICRP)的出版物中有提供各核種以及化學形式的數值。不過體內曝露劑量通常以約定有效劑量(committed effective dose)進行評估，有效劑量是指，對於各器官或組織，全身受曝露的個人，考量其相對放射線風險的劑量。約定有效劑量是指，受體內污染之後，未來會接受的劑量。以工作人員來說，評估受到體內污染後 50 年內的約定有效劑量，作為該年度的曝露劑量。

決定治療方針時，必須要有正確的體內評估曝露劑量。向隨行的放射線管理人員或設施相關人員，在可能的範圍裡，收集發生事故的日期時間、發生事故的設施裡處理的核種、和其物理化學性質、身體偵測(survey)的結果等，和體內曝露有關的資訊是很重要。

【下期待續】

1. 歡迎賜稿，稿件請寄新竹市光復路二段 295 號 15 樓之 1 或電傳(03)5722521 輻防協會編輯組收。來稿一經刊登，略致薄酬(政令宣導文章，恕不給稿酬)。
2. 本刊因篇幅限制，新聞類每則請控制在 500 字以內，專題類每篇以 2000 字以內為佳。
3. 歡迎訂閱(每年六期 180 元)。請洽：李孝華小姐 TEL：(03)5722224 轉 314。