



財團法人 中華民國輻射防護協會

輻射防護簡訊

第 134 期

發行人
鄧希平

主編
張似璵

編輯委員
尹學禮 江祥輝
劉代欽 蔡惠予 魯經邦

執行編輯
張仲銘 李孝華

出版單位
財團法人中華民國輻射防護協會

地址
30017 新竹市
光復路二段 295 號 15 樓之 1

03-5722224 電話
03-5722521 傳真
01486683 統編

rpa@ms9.hinet.net 電郵
www.rpa.org.tw 網站

行政院新聞局 出版事業登記證
局版北市誌字 第柒伍零號

協會報導

第 3 頁

噢！極光，美麗的極光

極光—「舞動的精靈」，當她在開闊的夜空中悄悄展開，如簾幕般高高掛起，散放出炫麗夢幻的光芒時，不知擄獲了多少讚嘆的目光，迷惑了多少沈醉的人心。

測驗與訓練班公告

第 6 頁

公告本會各項訓練班開課時間。

新聞廣場

第 8 頁

各項證照考試資訊、國內產官學界最新消息、以及近日全球輻防新聞。

輻防新知

第 11 頁

天然放射性物質的新議題

經人為濃縮後的天然放射性物質（TENORM）的輻射防護議題長久以來主要來自磷礦與鈾礦工業，現在卻有一隻新的 TENORM 大象就在客廳裡，大家卻視而不見、避而不談。

新書介紹

第 14 頁

ICRP 124：不同情境下的環境曝露輻射防護

專題報導

第 18 頁

我國食品輻射檢測情形

無論是從日本輸入的食品、還是國人民生消費食品的食品輻射檢測，皆符合衛生福利部食品輻射容許量，沒有安全疑慮，民眾無須改變飲食習慣。



圖片來源：中時電子報 (原文連結)

輻安與食安

主編

張如璽

地球自渾沌之初便具有放射性，今日依然，乃至人類末了，亦復如此 (Karam and Leslie 1999)。這是因為地球存在著鉀 40、鈾 238、鈾 232 等天然放射性核種，加上進入地表的宇宙射線等，這些就是地球居民每天會接受到的天然背景輻射。

自從 1895 年德國科學家倫琴 (Roentgen, 1845-1923) 發現 X 射線後，游離輻射的應用蓬勃發展，卻也產生了人造放射性物質。1945 年的二顆原子彈，雖然提醒科學家們對輻射安全的重視，但是也在一般大眾的心中造成「輻射很可怕」的陰影。鑒於社會普遍擔憂輻射對健康與環境造成的影響，輻射防護協會於 1990 年便結合專業人士的力量，以提供輻射相關資訊、消弭民眾不安為成立宗旨，也孕育了本輻防簡訊的發行。

由於日本福島事故再次挑起民眾對輻射的疑慮，加上近年大眾對食品安全的重視，食品輻射議題遂成關注焦點。自本期開始，輻防簡訊一連三期邀請原能會輻防處、核研所、輻射偵測中心等國內與食品輻射檢測業務相關的單位提供專題報導，希冀讀者對食品輻射能有更全面且深入的瞭解。此外，於每期的國內訊息我們也將提供原能會各種輻射偵測的結果。

期望我們輻協的努力，有助於社會不僅能更正確地認識輻射，也能以更理性的態度看待臺灣各項輻射議題。

2015 輻防新知研討會

慶祝中華民國輻射防護協會成立 25 週年
暨 美洲保健物理學會臺灣總會會員大會

日期

民國 104 年 8 月 12 日(星期三)

8:30~17:00

地點

清華大學 工科館 NE69 講堂
(新竹市光復路二段 101 號)

主題 / 主講人

- 輻防法規新趨勢 / 陳士友
- 美國核設施輻防實務現況及展望 / 吳全富
- 輻射醫療應用新發展 / 洪志宏

已報名的朋友，我們當天準時見！

歡迎賜稿，稿件請寄：

輻防協會編輯組

300 新竹市光復路二段 295 號

15 樓之 1 或

傳真 (03)572-2521 或

電郵 rpa.newsletter@gmail.com

來稿一經刊登，略奉薄酬；

政令宣導文章，恕無稿酬。

噢！極光，美麗的極光

極光—克里族（北美印地安人）稱之為「**舞動的精靈**」，當她在開闊的夜空中悄悄展開，如簾幕般高高掛起，散放出炫麗夢幻的光芒時，不知擄獲了多少讚嘆的目光，迷惑了多少沈醉的人心。

許許多多的旅人不惜千里迢迢前往極地圈，只為了親眼目睹她的神秘容顏。筆者的同事特地請了半個月的假前往挪威，希望能一睹極光的壯麗風景。但到了當地才發現，即便是北歐的居民也並非人人都有幸目睹奇景。一位瑞典的老婦告訴他，她造訪當地許多次，但就是沒機會看過一次！這著實潑了他一臉的冷水。這也難怪，因為極光發生的時間並不固定，出現的時間又短，僅有數分鐘而已，如果是發生在白天的話，人們也無法看到她的存在。亦即你得配合天時與地利，再加上身集過人的超強運氣，才能恭逢其盛。

自古以來，人們提出各式各樣的理論試圖去揭開極光的神秘面紗：例如古人多認為極光是神的標誌，甚至是某些事件發生前的徵兆，伽利略則認為極光是被地球上升蒸氣所反射的太陽光。但真正的解答則是直到在 1970 年代，才由知名的科學家理查·費因曼的妹妹--天文物理學家瓊安·費因曼博士(Dr. Joan Feynman)提出。她經由探險家 33 號太空船蒐集的資料推論，極光是地球磁場和太陽風交互作用的產物。2008 年 2 月 26 日，美國 NASA 的「西蜜斯衛星任務」(THEMIS) 證實這樣的推論。



作者
王祥恩

輻射防護協會 技術組組長



圖 1 絢爛壯觀的北極光

現在我們來解說極光的發生機制：當太陽噴出大量的帶電粒子時，就形成俗稱的「太陽風」，太陽風噴發的方向則是各個方向的有可能。如果是朝向地球而來，當這群帶電粒子到達地球附近，會被地球的磁場抓住，形成范·艾倫輻射帶(Van Allen Belts)，使這些帶電粒子以螺旋狀方式沿著地球磁力線向南北兩極前進。帶電粒子在前進過程中，會不斷地與大氣

中的分子碰撞而損失能量，這些空氣分子因此受到激發，當其能量釋放時，就會產生的光芒，這就是極光的發生過程。這樣說來，只要我們抬頭看向高空，理論上都有可能看到極光，但實際上因為城市光害嚴重以及這些光芒太微弱了，因此只有在高緯度的極地圈，因為這裡的地球磁力線密度最大，我們才有機會欣賞到這樣的自然界奇景。

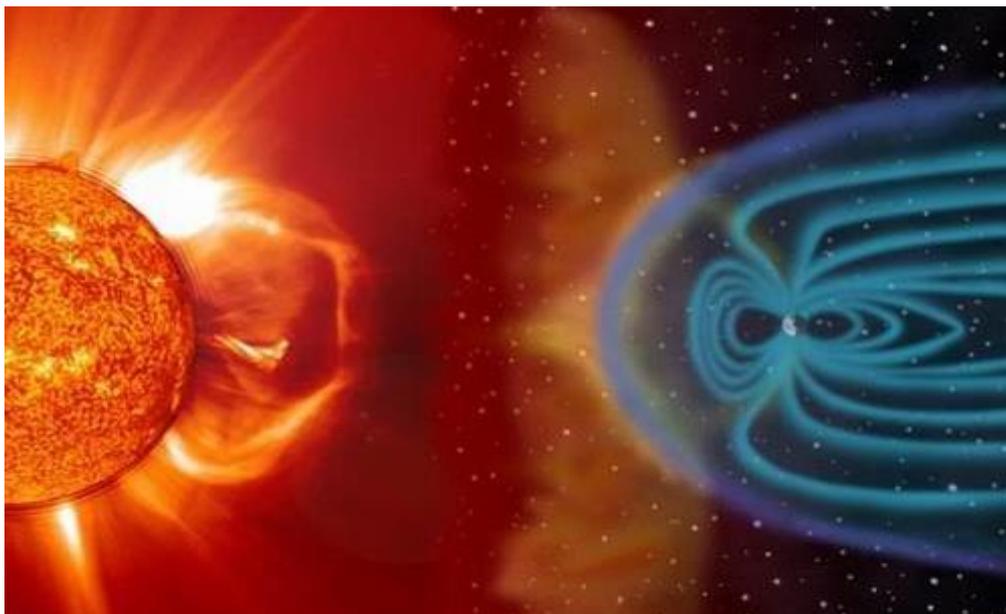


圖 2 太陽風噴發出大量宇宙射線，撞向地球的磁場。

在這看似華麗萬分的過程其實潛藏極大的危險，那就是地表可能遭到高能量帶電粒子的襲擊，導致文明大幅度後退。感謝地球磁場的保護，人類居住的地表才不致受到宇宙射線的直接衝擊。試想如果太陽風直接接觸地表，會有什麼樣的結果？首當其衝的就是我們的電力系統，這些暴露在戶外的設施會遭到巨大電流脈衝而損毀，除非是裝有電流脈衝的保護裝置。其他的電器設備也會有同樣的悲慘下場，記得以前筆者求學時，有一天下大雷雨，突然一個閃電落在宿舍附近，桌上的檯燈就這樣應聲壞掉！我個人比較擔心的是一些維生儀器，例如心率調節器，如受到這樣巨大電流脈衝衝擊，可能會影響到使用者的生命安全。所幸地球有磁場保護，這樣的緊張場面暫時是不致發生。為什麼是暫時呢？這是因為每經過若干年，地磁的磁極會南北對調，稱為「地磁逆轉」。上一次地磁逆轉是發生在 75 萬年前，下一次是何時發生，誰也說不上來。但地磁逆轉前，倒是有徵兆可尋，這時地球各地的磁場會開始轉弱，如果此時不幸遭到太陽風襲擊，人類文明將會有嚴重的影響。至於這樣的逆轉過程需時多久，有一派學說是認為地磁逆轉是在極短的時間內完成，多數科學家則認為地磁逆轉的整個過程可能會歷經上千年之久。只希望下次發生地磁逆轉時，人類的科技已經足可保護自己了。

最後也許讀者會好奇想知道，我那位同事到底有沒有看到極光呢？他不但看到，而且還不止一次呢！其中一次，極光甚至就出現他居住的樓閣窗戶外。只能說，就是有人這麼幸運！



圖 3 由衛星拍攝到的極光

輻射防護協會技術組 介紹

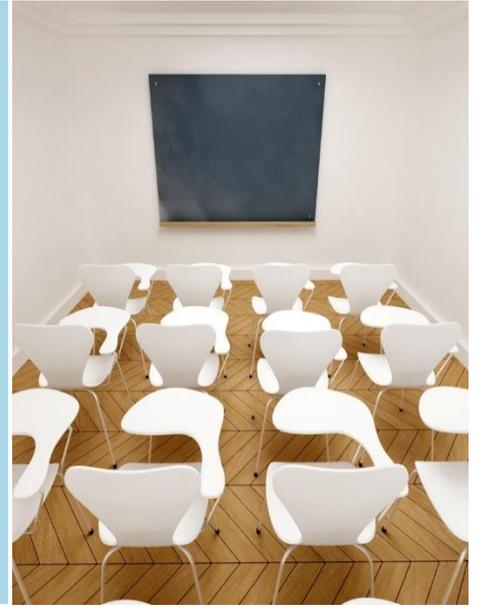
隨著輻射應用日趨廣泛，協會除了協助政府執行專案，也提供民間輻射安全防護技術的服務，以保障民眾與環境的輻射安全。

主要服務項目如下：

1. 民眾住宅輻射污染偵測
2. 建築鋼筋、鋼材輻射偵測
3. 非醫用 X 光機安全檢測
4. X 光管報廢處理
5. 醫院核醫設施、照射設施安全評估及工程
6. 工業用射源輻射污染擦拭與洩漏檢查
7. 鋼鐵廠門框式輻射偵檢系統功能檢查
8. 鋼鐵廠偵檢作業輔導
9. 密封性射源報廢處理
10. 放射性核種分析
11. 實驗室、工廠輻射防護計畫制訂及工程
12. 公共設施、場所環境安全評估及輻射防護計畫書撰寫
13. 放射性物質、可發生游離輻射設備使用執照申請

有興趣的朋友請蒞臨 [本會網站進一步了解](#)，或請致電服務專線：03-5722224

各項訓練班開課時間



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	8 月 11 日 ~ 18 日	高雄 輻射偵測中心
A4	8 月 25 日 ~ 9 月 1 日	新竹 帝國經貿大樓

105 年

A1	1 月 12 日 ~ 19 日	高雄 輻射偵測中心
A2	3 月 02 日 ~ 09 日	新竹 帝國經貿大樓

B 組

18 小時登記備查類設備

B14	8 月 05 日 ~ 07 日	台北 建國大樓
B15	8 月 19 日 ~ 21 日	台中 文化大學推廣部
B16	9 月 09 日 ~ 11 日	新竹 帝國經貿大樓
B17	9 月 16 日 ~ 18 日	高雄 輻射偵測中心
B18	10 月 14 日 ~ 16 日	台北 建國大樓
B19	10 月 28 日 ~ 30 日	台中 文化大學推廣部
B20	11 月 11 日 ~ 13 日	新竹 帝國經貿大樓
B21	11 月 18 日 ~ 20 日	高雄 輻射偵測中心
B22	12 月 02 日 ~ 04 日	台北 建國大樓
B23	12 月 16 日 ~ 18 日	台中 文化大學推廣部

105 年

B1	01 月 20 日 ~ 22 日	新竹 帝國經貿大樓
B2	01 月 27 日 ~ 29 日	高雄 輻射偵測中心
B3	02 月 24 日 ~ 26 日	台北 建國大樓
B4	03 月 16 日 ~ 18 日	台中 文化大學推廣部

輻射防護專業人員訓練班

輻防師 144 小時、輻防員 108 小時

／新竹帝國經貿大樓

員 27 期	第四階段	08 月 03 日～ 06 日
進階 18 期	進階 18-1	08 月 11 日～ 13 日
	進階 18-2	08 月 14 日～ 18 日
員 28 期	第一階段	12 月 07 日～ 17 日
	第二階段	12 月 14 日～ 18 日
	105 年	
	第三階段	01 月 05 日～ 08 日
進階 19 期	第四階段	01 月 11 日～ 15 日
	進階 19-1	01 月 26 日～ 28 日
	進階 19-2	01 月 29 日～ 02 月 02 日

輻射防護繼續教育訓練班*

三小時	08 月 04 日	台中 (加開)	
	09 月 02 日	高雄 (加開)	
六小時	10 月 01 日	新竹	
	10 月 22 日	台北	
	11 月 05 日	高雄	
	11 月 24 日	台中	
	11 月 12 日	高雄	
	12 月 04 日	新竹	

鋼鐵建材輻射偵檢人員訓練班*

第 3 期	11 月 04 日～ 05 日	高雄
第 4 期	11 月 17 日～ 18 日	新竹 帝國經貿大樓

上課地點

台北	建國大樓	台北市館前路 28 號
新竹	帝國經貿大樓	新竹市光復路二段 295 號
台中	文化大學推廣部	台中市西屯區台灣大道三段 658 號
高雄	輻射偵測中心	高雄市鳥松區澄清路 823 號

加開課程通知

為服務學員，輻射防護繼續教育訓練班「三小時」課程，將加開兩班：

(台中) → 08 月 04 日 (二)

(高雄) → 09 月 02 日 (三)

請多加利用報名。

*上課地點如果僅註明區域，但是沒有詳細地點，將依照當期報名人數來決定適當地點。屆時會再通知已報名的學員。

各項訓練班簡章可至[本會網站查詢](#)。

課程安排問題，請聯絡本會
電話 (03) 572-2224

分機 314 李孝華 (繼續教育)
313 李貞君 (專業人員、
鋼鐵建材)

315 邱靜宜 (放射物質
與游離輻射設備)

傳真 (03) 572-2521

輻防新聞廣場

這裡有您最關心的證照考試資訊、國內產官學界最新消息、以及近日全球輻防新聞



最新證照考試日期與榜單

行政院原子能委員會 104 年第 2 次輻射防護及操作人員測驗

報名日期：民國 104 年 8 月 17 日至 31 日。

測驗日期：民國 104 年 11 月 1 日（星期日）。

測驗地點：台北 考試院國家考場、高雄 三民家商

[考試資訊專區網址](#)。

國內訊息

104 年第一季臺灣地區核能設施環境輻射監測季報

原能會為保障民眾輻射安全，104 年第一季執行核能設施周圍環境的空氣、飲用水、農畜產物、海產物、海水等樣品進行輻射檢測 538 件次，並評估核能設施運轉期間對民眾輻射劑量，結果均符合規定。[相關網址](#)

輻射偵測中心公告 104 年第一季龍門電廠運轉前環境輻射監測季報

由各項環境監測結果，評估龍門電廠周圍民眾所接受之輻射劑量，均符合法規劑量限值。[相關網址](#)

環境輻射偵測知多少：全省走透透，南投縣環境輻射偵測

原能會針對南投地區 11 鄉鎮執行環境輻射現場偵測，結果平均輻射劑量率為 0.071-0.105 微西弗/小時，一切正常。

輻射偵測中心台東縣共 14 個鄉現場環境背景輻射偵測成果

為確保民眾輻射安全及驗證環境輻射偵測結果，輻射偵測中心針對台東縣 18 個鄉鎮進行中現場環境背景輻射偵測，過程中採用的環境輻射偵檢器包括：高壓游離腔(High Pressure Ionic Chamber)、FLIR, identiFINDER、碘化鈉閃爍偵檢器。此次台東縣地區環境背景輻射偵測結果顯示皆在天然輻射變動範圍內。[相關網址](#)

輻射偵測中心 104 年第二季 (4 月至 6 月)衛福部食藥署抽樣日本進口食品邊境檢體送測檢測結果

104 年第二季(4 月至 6 月)完成衛福部食藥署抽樣日本進口食品邊境檢體送測作業及國庫署委託標準局送測酒類共 262 件，檢測結果均無輻射異常。[相關網址](#)

輻射偵測中心 104 年第二季國內外磁磚放射性分析結果

104 年 4 月份派員抽樣來自臺灣、西班牙、義大利等 20 件市售磁磚建材樣品進行輻射檢測，結果均符合法規規定。行政院原子能委員會公布之「天然放射性物質管理辦法」，鉀-40 核種活度濃度基準值為 10,000 貝克/公斤；鈾系列及鈾系列核種活度濃度基準值均為 1,000 貝克/公斤；另第九條第一項第一款規定：表面 0.1 公尺處之輻射劑量每小時 0.2 微西弗以下者，其使用範圍不受限制。[相關網址](#)

『3 分鐘了解環境輻射偵測』短片上線囉

輻射偵測中心製作的『3 分鐘了解環境輻射偵測』短片上線囉！讓關心台灣土地環境輻射背景的朋友們，在看完短片後，可以對如何選擇輻射偵測儀器及如何正確使用有更進一步的認知，一起去看看吧！[相關網址](#)

104 年 5、6 月輻安預警自動監測日平均劑量率變動圖

104 年 5、6 月輻安預警自動監測日平均劑量率，均在背景變動範圍（0.2 μ Sv/hr）內。[相關網址](#)

輻射偵測中心 104 年 5、6 月份網購食品放射性含量分析結果

104 年 5 月份透過網路訂購臺南市、臺東縣農特產品及日本進口食品進行輻射檢測，結果均符合法規規定。[相關網址](#)

104 年 6 月份透過網路訂購日本鮮榨蘋果汁、宮城壽司米、台南市農特產品鵝肉鬆、虱目魚酥等網購食品放射性分析結果均符合法規規定。[相關網址](#)

輻射偵測中心 104 年 5 月份市售進口嬰兒食品放射性含量分析結果

104 年 5 月份至消費市場抽樣來自澳洲、丹麥、荷蘭、日本等 10 個國家 15 件進口嬰兒食品進行輻射檢測，結果均符合法規規定。[相關網址](#)

103 年原子能科技學術合作研究計畫成果發表會

103 年原子能科技學術合作研究計畫成果發表會於 104 年 7 月 17 日假劍潭海外青年活動中心舉行，開幕典禮邀請中央研究院劉紹臣院士蒞臨演講「台灣氣候變遷：衝擊、減緩、調適」，後續分就核能安全科技、輻射防護與放射醫學科技、放射性物料安全科技及人才培訓與風險溝通 4 大領域分 6 場次進行 53 項計畫成果發表。

海外信息

以下新聞摘譯自美國保健物理學會最新消息。

國際輻射防護委員會第 128 號新報告：病患的輻射劑量

2015 年 6 月 28 號

國際輻射防護委員會（ICRP）出版了第 128 號報告：病患從核醫藥物獲取的輻射劑量：常用物質的最新資訊概要」（Radiation Dose to Patients From Radiopharmaceuticals: A Compendium of Current Information Related to Frequently Used Substances）。

報告摘要如下：

本報告提出與病患的輻射劑量有關的最新資訊概要，包括：生物動力學模型、生物動力學資料、器官與組織吸收劑量的劑量係數、以及主要核醫藥物的有效劑量（根據 1991 年 ICRP 第 60 號報告內容的輻射防護指南）。這些資料主要匯集自第 53、80 與 106 號報告（ICRP，1987、1998、2008 年）以及相關的修改和更正案。本報告也包括銻-82 的氯化物、碘化物（碘-123、碘-124、碘-125、碘-131），以及以碘-123 標記之 2-甲酯 3-（4-碘苯酚）-N-（3-氟丙基）降莨菪鹼（I-123 labelled 2.-carbomethoxy 3.-(4-iodophenyl)-N-(3-fluoropropyl) nortropane, FPCIT）的新資訊。

報告表格中列出的係數，將於適當時機由利用 ICRU/ICRP 成人與幼兒參考假體、以及第 130 號報告所提出的方法計算得到的新數值所取代。報告中的資料係供核子醫學「診斷」之用，而不適用於「治療」。

本報告的[購買資訊](#)。

最近的考試報名與舉辦日期

- 「行政院原子能委員會 104 年第 2 次 輻射防護及操作人員測驗」
 - 報名日期
民國 104 年 8 月 17 日至 31 日。
 - 測驗日期
民國 104 年 11 月 1 日（星期日）。

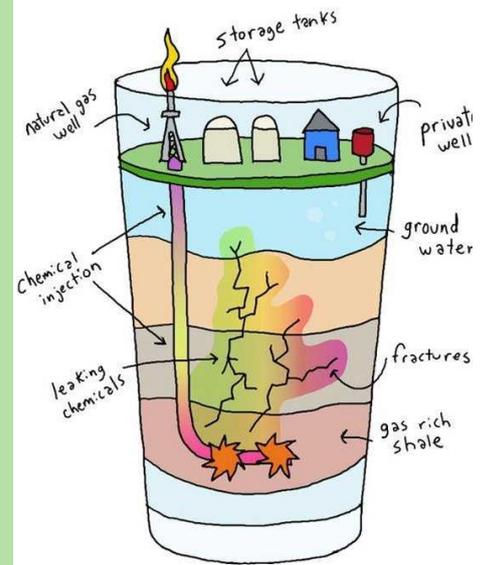
輻防協會預祝大家考試順利、金榜題名！

天然放射性物質的新議題

經人為濃縮後的天然放射性物質 (TENORM) 的輻射防護議題長久以來主要來自磷礦與鈾礦工業，現在卻有一隻新的 TENORM 大象就在客廳裡，大家卻視而不見、避而不談。

地球自渾沌之初便具有放射性，今日依然，乃至人類末了，亦復如此 (Karam and Leslie 1999)。這是因為存在原生核種 (鉀 40、鈾 238、釷 232 等) 及其子核 (例如：鐳 226、氡 222) 的關係 (如圖 1-3 所示)。然而大部分民眾並不具有天然背景輻射的觀念，即使美國民眾所接受的劑量中大約有 45% 其實是來自於天然放射性物質 (Naturally Occurring Radioactive Material, 以下簡稱 NORM)。由於從漫畫書、辛普森家庭卡通影集與媒體所接收到的資訊，社會大眾傾向於將輻射想成是一種非天然的、恐怖又危險的玩意兒—除了輻射能讓你變成綠巨人浩克。但是對於保健物理學會相關人員來說，這還真是離道甚遠矣。

民眾暴露於 NORM 所接受的輻射劑量，通常遠低於會影響到健康的程度 (HPS 2010, HPS 2012)。然而，暴露於經人為濃縮後的天然放射性物質 (Technologically Enhanced NORM, 以下簡稱 TENORM) 所接受的劑量，卻可能升高到應考慮公權力是否介入管制的程度。



作者

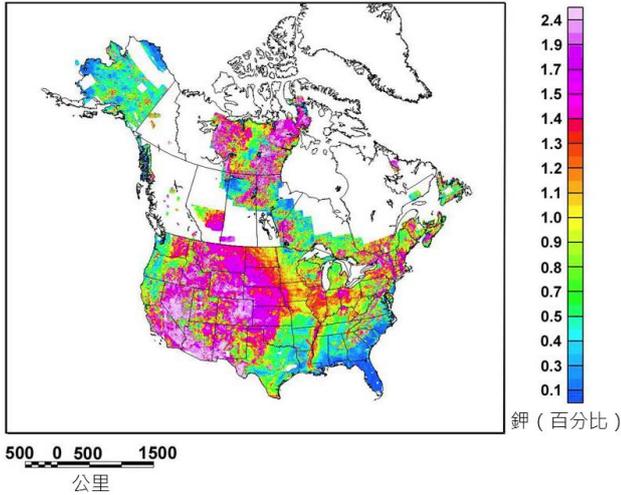
布藍特 奧許 (Brant Ulsh) 博士
保健物理師

翻譯

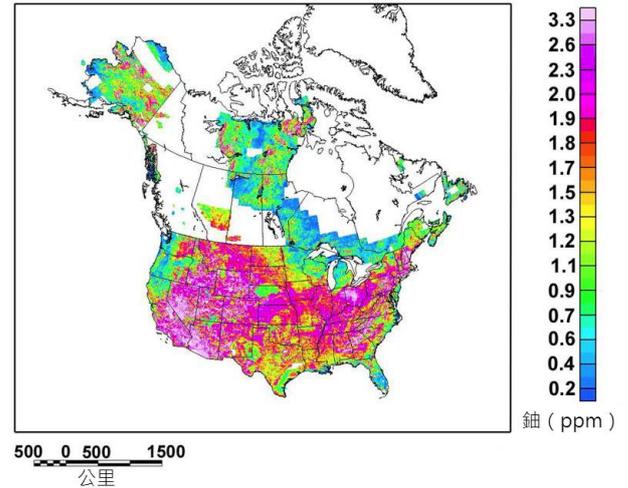
輻防簡訊編輯組

資料來源

美國保健物理學會新聞
Health Physics News February 2015
Volume XLIII Number 2

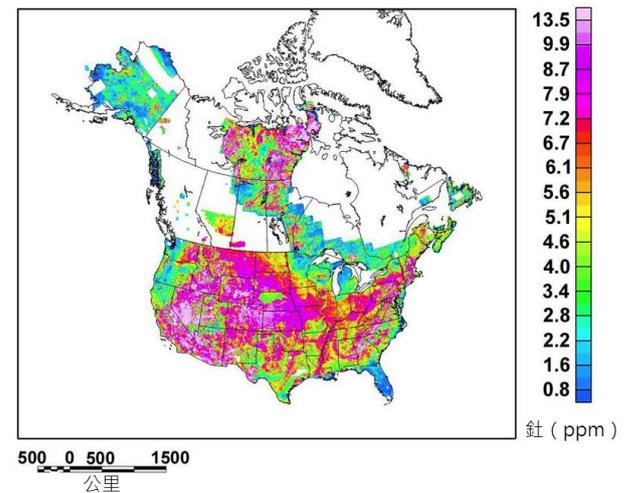


美國 鉀濃度 (USGS 2013)



美國 鈾濃度 (USGS 2013)

長久以來，TENORM 的輻射防護議題主要來自磷礦與鈾礦工業，大家都也都知道地下室裏的氡氣問題。現在卻有一隻新的 TENORM 大象就在客廳裡，大夥卻視而不見、避而不談。根據美國能源資訊局的報告，自 2008 年至 2013 年間，美國國內頁岩氣的生產量暴增超過 500%。石油和天然氣的鑽探作業會產生包含鐳 226 與氡 222 的鑽井泥漿、濾網以及其他固體和液體的廢棄物。在石油與天然氣的正常生產過程中，這些廢棄物的處理，就成了職業輻射曝露的來源，目前有許多個州正在奮力處理如何安全地丟棄這種廢棄物的難題。因此，時至今日，石油與天然氣產業反而成了 TENORM 議題的主角。



美國 釷濃度 (USGS 2013)

在美國，德州、賓州、路易西安納州與阿肯色州是石油與天然氣的前幾名生產者（於 2013 年）。在州這個層級，對於如何管制 NORM / TENORM 有許多新的進展：賓州近日剛完成了州內生產石油和天然氣所產生的 NORM / TENORM 研究；北達科他州在阿岡諾國家實驗

室的指導下，發表了以掩埋的方式棄置 NORM / TENORM 廢料的安全性研究；紐約州則是於不久前完全禁止實施水力裂解（雖然其主要原因並不是因為輻射防護的關係）(Kaplan 2014)；至於密西根州則開始對於州內以掩埋場棄置石油與天然氣廢棄物進行檢討。

對於有興趣想更進一步了解關於 NORM / TENORM、或是關於石油與天然氣生產具體狀況議題的讀者諸君，倒是有許多有用的資源可供參考。其中包括：

- 「[天然放射性物質](#)」，世界核能學會（World Nuclear Association）
- 「[NORM 殘餘物處置](#)」與「[天然放射性物質的運輸安全監管辦法](#)」，國際原子能總署（IAEA）
- 石油與天然氣生產相關的 NORM 處置準則：
 - 「[石油與天然氣產業處置天然放射性物質公報，API Bulletin E2](#)」，美國石油協會
 - 「[NORM 廢棄物處置](#)」，美國阿岡諾國家實驗室
 - 「[石油與天然氣產業之天然放射性物質處置準則](#)」，國際石油與天然氣產業協會
 - 「[石油與天然氣產業之輻射防護與放射性廢料處置](#)」，國際原子能總署
- 各州官方網站上的許多有用連結：
 - 「[與石油與天然氣相關的主題：輻射防護](#)」，賓州
 - 「[TENORM](#)」，北達科他州衛生部

參考資料

- Health Physics Society. Radiation risk in perspective. Health Physics Society Position Statement [online]. McLean, VA: HPS; 2010. ([Download](#)) Accessed 22 January 2015.
- Health Physics Society. Background radiation. Health Physics Society Fact Sheet [online]. McLean, VA: HPS; 2012. ([Download](#)) Accessed 22 January 2015.
- Kaplan T. Citing health risks, Cuomo bans fracking in New York state. New York Times; 2014.
- Karam PA, Leslie SA. Calculations of background beta-gamma radiation dose through geologic time. Health Phys 77:662–667; 1999.

ICRP Report No. 124 不同情境下的環境曝露輻射防護

環境曝露防護是指保存環境資源，減少對於動、植物與自然的傷害，確保目前的輻射應用不至於影響後代使用環境的權益。

國際輻射防護委員會(以下簡稱 ICRP)1977 年第 26 號報告與 1990 年第 60 號報告所建議的輻射防護架構，是以人的耐受劑量低於其他物種為基礎而建立，也就是說當對人類的防護足夠完備時，對於其他物種而言也不會造成影響。然而，2003 年第 91 號報告建議應該引入環境風險評估 (Environmental risk assessment, ERA) 的概念，2007 年的第 103 號報告建議將環境曝露納入輻射防護架構中。2008 年的 108 號報告與 2009 年 114 號報告則分別建議了參考動植物(Reference animals and plants, RAP) 以及與參考動植物的環境遷移評估模式與參數 (Environmental transfer model and parameters) 有關的 39 個關鍵核種。2014 年發布的第 124 號報告則探討非人類物種的曝露情境以作為實務規劃的參考。

目前輻射防護考量的曝露情境包括：計畫曝露、緊急曝露與既存曝露。曝露分類則包括職業曝露，公眾曝露與醫療曝露，124 號報告建議增加「環境曝露」的類別。所謂的環境曝露防護，就環境保護領域來說，是指保存環境資源，以留作後世子孫的資產。而環境資源則包



福島事故後仍前往災區照顧遭棄置牲畜的松村先生。

作者
劉祺章
輻射偵測中心

含了水、土、空氣與礦物等環境介質，以及基於生物多樣化與永續經營原則，進行各類型動植物棲息地與族群生存的保持與維護。雖說看起來與現行以人類為主體的防護觀點不同，但實際隱含的意義，仍是為了減少未來子孫潛在的傷害，並保留更多的資源供未來人類使用。

本報告中所討論的曝露情境，以非人類的代表物種為受體，基於輻射防護的原則，討論不同情境下的輻防作法。就正當化(Justification)原則來看，對於計畫曝露而言，輻射源的使用要先評估其整體利益是否符合正當原則，才決定是否使用。對於緊急與既存曝露而言，所有用以改善曝露途徑與媒介的方法或是對於民眾生活的干預(而不是限制射源)以降低曝露劑量的作業，也需考量正當原則。兩者所調的整體利益考量，除了個人與社會，還需考量環境與其他物種，例如除污作業對於環境媒介(如土壤或水體)的干擾可能對特殊物種造成比輻射傷害更大的影響時，就必須考量是否該執行。以劑量限值來看，劑量限值一直都只建議用在職業曝露與公眾曝露，對於醫療曝露並不適用。對於環境曝露而言，由於後續的影響過於複雜，很難定義一個適當的劑量限值，因此並不適用劑量限值。以最適化原則來看，如同醫療曝露般必須使用劑量限制(Dose constrain)的概念，也就是將曝露劑量限制在一個參考水平區間(Reference level)，並使用管理的方式合理抑低受體的輻射劑量。

108號報告對12種參考動植物分別定義了劑量評估的模式，並據以得到推導考量參考水平(Derived consideration reference levels, 以下簡稱DCRLs)。參考生物的DCRLs建議如下：大小型哺乳動物、木本植物及鳥類為0.1到1毫格雷/天；草

本植物、兩棲類、水草類、魚及底棲生物為1到10毫格雷/天；昆蟲、蠕蟲及節肢動物為10到100毫格雷/天。最適化的考量必須基於環境管理的目標、實際特殊動植物或目標參考生物的個別傷害、群體曝露的數量以及曝露的環境條件等因數加以整合，並使用DCRLs來規劃對應的輻射作業方式。

在計畫曝露的情境下，如圖1(A)所示，因為計畫曝露大多用於事前規劃且已經有明確的射源資訊，必須考慮受體仍有來自其他不同的曝露來源，因此以DCRL的最低值作為計畫曝露的上限。報告中建議：單一源項時，必須針對射源特性與環境中關鍵的參考動植物，建立一個低於DCRL最低值的參考水平，稱為環境參考水平(Environmental reference level, ERL)，作為規劃最適化防護的上限值。

對於緊急曝露的情境，通常要考量的因素很多，包括事故可能的後續發展、緊急應變的整備、利害關係人的風險溝通以及後續應變資源的支援等，並與不同廠址特性與射源特性的組合差異有關，而難以事先預料。因此，最好的方式就是預估一個嚴重傷害的效應水平(Severe effect level)，並建立一個嚴重傷害劑量率範圍，如圖1(B)所示。當事故發生時，應盡早將這劑量率範圍的空間資訊確定。劑量率範圍會隨不同物種而有差異，可以參考108號報告中半數致死劑量(LD₅₀)或族群縮小效應等因素來訂定。但在實際的緊急曝露情況下，第一線應變人員通常不會去考慮其他生物的問題，而是把救人擺在第一優先，因此環境曝露的輻射防護相對來說急迫性並不是那麼高，對其他生物與環境的作為也十分有限。這種現象是可以理解的。然而也不盡然在應變準備計畫中都沒有可發揮的空間。例

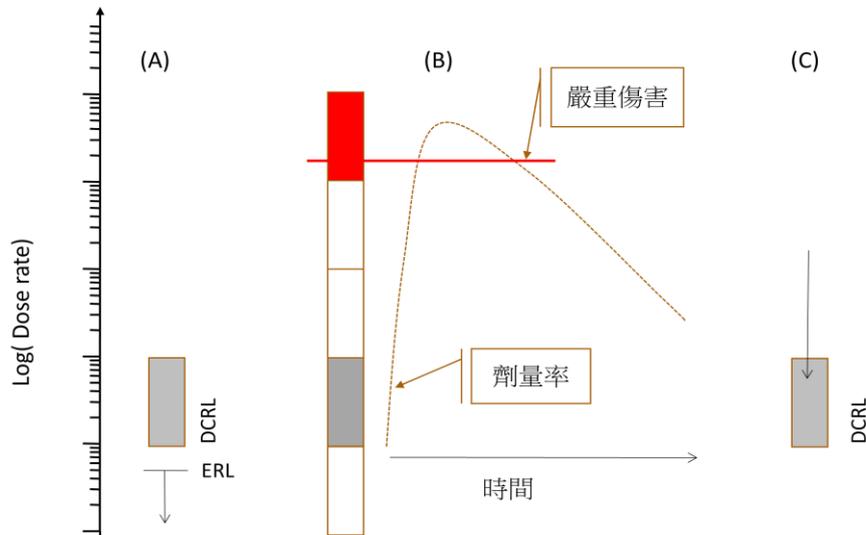


圖 1 不同曝露情境下的最適化考量(A)計畫曝露 (B)緊急曝露 (C)既存曝露。

如：要將人的防護最大化，勢必要盡量讓環境影響最小，設法降低汙染擴散以減少食物來源的汙染，也能保證生態系食物鏈受到的影響降低。因此，在與利害關係人溝通汙染區域、疏散區域的管理以及食物受到高汙染的處理方式時，配合考量嚴重傷害效應水平與人類的民眾防護行動基準，可讓人類與環境得到最大的益處。當事故受到控制後，應該盡快以既存曝露的情境來處理相關問題。

對於既存曝露的情境，所要面對的狀況可能是曾從事輻射作業汙染的區域或曾因事故疏散的區域，在區域裡的人類可能已疏散也可能仍有人居住，對於後續處理方式也會因這些因素而有所差異。事故後會出現關懷動物福祉的意見，尤其是豢養或農場養殖動物的福祉，因為人類會覺得必須為棄置他們負起責任。但是就環境防護的觀點，生物多樣化與生態系的永續維持才是改善作業的重點。雖然觀點不同，但是其目標可以利用 DCRL 的基準來盡量統合。環境汙染對於當地的代表物種可能造成高於 DCRL 的劑量，此時任何能夠讓曝露劑量率降至 DCRL 範圍以內的改善方式，都可視為是符合

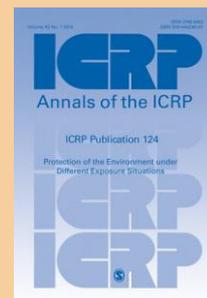
最適化的原則。也就是說復原作業的除汙評估可以 DCRL 的最高值當作是最適化的上限，並依各地區的狀況加以調整目標值，對於不同環境與立場的利害關係人便可基於此共識來做為劑量限制的規劃。

實務作業上，因為不建議採用劑量限值的方式來執行，因此在應用上就必須視各國的狀況來要求主要的核設施、製造放射性廢棄物的工業或機構以及製造大量活度低的放射性物質的業者(如核子原料採礦業)都能將環境曝露的考量列為管制的項目之一。尤其是 ERL 的設定，可如同人類的輻射防護體系中的查驗值一樣，依據不同的設施特性與廠址環境來訂定不同的管理標準，納入計畫曝露的管制項目之中。而設施單位要證明符合要求，便須進行評估與規劃，其作法與人類的輻防體系類似，必須先確定曝露環境與環境中代表物種的曝露途徑，再利用模式推估液態或氣態的排放所可能造成的劑量，並設定設施的 ERL。運轉時，則利用水、土與空氣等環境媒介的監測結果，驗證是否能夠符合標準，並透過利害關係人的參與，來調整最佳的作業選項並確實執行。

當然 124 號報告也承認有許多的評估參數誤差很大，會導致評估環境影響時造成許多爭議。未來相關的評估模式與參數會持續發展，例如原子能總署於 2014 年發布用來預估放射性核種遷移至野生動物的參數手冊。此外，由於廠址環境生物未必與參考生物相同，因此選擇的代表物種與參考生物的差異也須加以確認，而利害關係人的參與也可能涉及其他領域如野生動物管理的整合等問題。目前世界各國已開始嘗試將環境曝露納入，作為人類輻射防護體系的延伸。聯合國原子輻射效應科學委員會(UNSCEAR)2013 年評估福島事件的報告中，也將非人類生物的評估納入其中的第七章進行探討，其結論是該事件對於生態的影響不顯著，但因日本東電公司對於放射性廢水洩漏的問題未能妥善處理，因此建議應持續觀察對水體生態的影響。這顯示出環境曝露的探討將是未來環境監測相關領域的一個趨勢，來確保我們目前的輻射應用對於後世子孫使用環境資源的權益。

參考資料

1. ICRP, 2014. Protection of the Environment under Different Exposure Situations. ICRP Publication 124. Ann. ICRP 43(1).
2. IAEA, 2014. Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer to Wildlife, TECHNICAL REPORTS SERIES No. 479, IAEA, VIENNA.
3. UNSCEAR, 2014. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation, 2013 Report to the General Assembly, with Annexes A, Vol. I, United Nations Publications. New York.



ICRP 第 124 號報告 Protection of the Environment under Different Exposure Situations

目錄

- 1 INTRODUCTION
 - 1.1 Background
 - 1.2 Objectives and scope
- 2 THE COMMISSION'S FRAMEWORK FOR PROTECTION OF THE ENVIRONMENT
 - 2.1 Objectives of protection
 - 2.2 Reference Animals and Plants
 - 2.3 Derived Consideration Reference Levels
 - 2.4 Exposure pathways
- 3 APPLICATION
 - 3.1 Types of exposure situations
 - 3.2 Principles of protection
 - 3.3 Reference values for environmental protection based on Derived Consideration Reference Levels
- 4 IMPLEMENTATION
 - 4.1 Introduction
 - 4.2 Selecting representative organisms and their relationships to Reference Animals and Plants
 - 4.3 Additional considerations
 - 4.4 Stakeholder involvement
- 5 COMPLIANCE
- 6 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

REFERENCES

Appendix A.

TABLES OF DOSE RATES AND EFFECTS FOR REFERENCE ANIMALS AND PLANTS

Appendix B.

ASSUMED BASIC POPULATION CHARACTERISTICS OF REFERENCE ANIMALS AND PLANTS

Appendix C.

ENVIRONMENTAL PROTECTION LEGISLATION

我國食品輻射檢測情形

無論是從日本輸入的食品、還是國人民生消費食品的輻射檢測，皆符合衛生福利部食品輻射容許量，沒有安全疑慮，民眾無須改變飲食習慣。

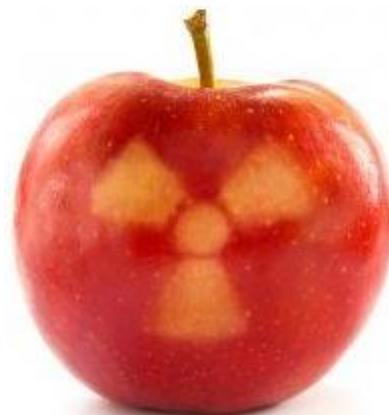
自從民國 100 年 3 月 11 日日本福島電廠發生核子事故以來，民眾就越來越關心輻射的議題，但因為對於輻射的觀念通常是懵懵懂懂，報章媒體的報導亦可能只是片段資訊，在無法得知正確的訊息下，民眾對於「輻射」總是充滿恐懼。其實，在福島事故發生後，我國政府就立即啟動跨部會的合作機制，對自日本輸入食品加強輻射檢測，此項管制作為迄今仍持續著。

此外，早在民國 63 年開始，行政院原子能委員會(簡稱原能會)輻射偵測中心藉由環境試樣與食品及飲水之放射性含量分析，去瞭解核子試爆或核能設施意外事故所產生之放射性落塵，在台灣地區生活環境中放射性含量分布及累積效應的影響情形，確保台灣地區生活環境與國人之輻射安全。以下就針對日本輸入食品及國人民生消費食品之輻射檢測情形做介紹。

一、日本輸入食品之輻射檢測

安全把關不鬆懈

日本福島核子事故發生迄今已超過四年，根據日本核能主管機關原子力規制委員會網站上最新環境輻射監測結果顯示，



作者

許雅娟

原子能委員會 輻射防護處

除福島縣部分地區外，其餘鄰近各縣市都回到事故未發生前之自然背景輻射變動範圍內。

福島事故發生後，我國衛生福利部食品藥物管理署(簡稱食藥署)在民國 100 年 3 月 25 日公告：自日本福島、茨城、栃木、群馬、千葉等 5 縣輸入台灣之食品暫停受理報驗，而 5 縣以外之行政區所生產之 8 大類產品(生鮮冷藏蔬果、冷凍蔬果、活生鮮冷藏水產品、冷凍水產品、乳製品、嬰幼兒食品、礦泉水或飲水及海草類)，於邊境之機場及港口辦事處輸入時採取逐批查驗食品中輻射之含量，送請原能會核能研究所及輻射偵測中心，利用精密之輻射檢測設備(純鍍半導體偵檢器)去分析食品中碘-131、鈉-134 及鈉-137 等人工放射性核種，而其他品項則採取加強查驗方式，當這些產品檢測合格後才可以輸入台灣。於輻射檢測期間，發現茶葉是較易測得微量人工放射性核種的項目，雖未超過我國及日本食品輻射容許量，但基於保障民眾食之安全，食藥署自 100 年 12 月起增列茶業類為逐批查驗項目。

此外，針對我國漁船捕撈遠洋、沿近海漁獲及返台卸售遠洋秋刀魚等產品，行政院農業委員會漁業署(簡稱漁業署)會抽樣進行輻射檢測；而財政部國庫署(簡稱國庫署)則負責執行日本進口菸酒之抽樣檢測。不過因為食藥署、漁業署及國庫署等單位皆無設置輻射檢測之專業實驗室，所以均委託原能會核能研究所及輻射偵測中心之專業實驗室，協助他們進行輻射檢測分析，以保障民眾食的安全。

輻射標準最嚴謹

國際食品法典委員會(CODEX)所訂鈉-134 及鈉-137 等的總和容許量為 1,000 貝克/公斤，我國衛生福利部現行食品輻射容許量之鈉-134 及鈉-137 總和為 370 貝克/公斤。為進一步保障國人食品安全，針對日本輸入食品之管制，衛

生福利部已採取與歐盟、韓國及日本相同之輻射標準，鈉-134 及鈉-137 總和容許量如下：一般食品為 100 貝克/公斤、乳品及嬰兒食品為 50 貝克/公斤，此已屬福島事故後國際間採行之最嚴謹標準。

2012 年歐盟法規(No.284)說明福島事故後，銻、銻及銻等核種釋出到環境非常有限，故針對日本輸入食品，明訂不需對食品中鈉以外核種實施管制或檢測。此外，日本政府所訂鈉之容許量為 100 貝克/公斤，已將食品中銻-90 等核種(約佔總劑量之 12%)對於人體健康影響因素充分考慮進去，故國內採取與美國、歐盟及韓國等相同之作法，即對於日本輸入食品所進行的檢測項目皆以鈉核種為檢測指標，不需再檢測銻-90 等其他核種。

漁產食用足安心

根據世界衛生組織(WHO)報告指出，由於太平洋的快速稀釋作用，日本周邊 30 公里海域的放射性物質濃度已大幅降至極低程度，又由於鈉-137 在海魚內代謝快，且並未測出海魚的放射性有增高現象，民眾不需擔心吃海魚會有健康上的顧慮。美國食品藥物管理局亦指出福島事故對於漁產品並未造成安全上的顧慮，民眾不需改變食用漁產品的習慣。

另外，若依農業委員會 102 年調查國人一年平均攝取魚類食品為 17.90 公斤，保守假設所食用之魚類每公斤均含鈉-137 為 100 貝克，則造成之輻射劑量計算如下：

$$\begin{aligned} & \text{食用量} \times \text{放射性含量} \times \text{劑量轉換係數} = \text{輻射劑量} \\ & 17.90 \text{ 公斤/年} \times 100 \text{ 貝克/公斤} \times 0.013 \text{ 微西弗/貝克} \\ & \quad \quad \quad = 23 \text{ 微西弗/年} \end{aligned}$$

此劑量約僅相當於接受一次胸腔 X 光檢查之劑量，故民眾無須擔憂，可以安心享用。



圖 1 精密之檢測設備



圖 2 食品放進檢測設備直接計測



圖 3 食品經切割、搗碎後裝罐計測

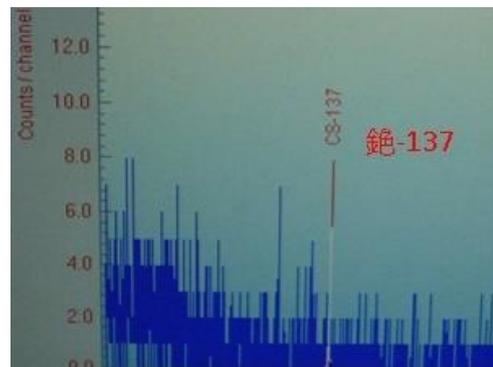


圖 4 精確測定核種含量

檢測方法具公信

核能研究所及輻射偵測中心專業實驗室均通過全國認證基金會（TAF）游離輻射領域認證，使用的儀器為純鍺半導體偵檢器，事實上這個儀器是國際間公認最精密之加馬輻射分析儀器，有如可以分析放射性核種的 DNA。儀器外圍有一厚達 10 公分的屏蔽，可以阻擋環境中的天然輻射，如此才能量測出食品中的微量輻射。我國針對日本食品的輻射檢測方法與歐盟、日本等國相同，可提供具公信力之檢測結果。

目前針對日本輸入食品採用兩階段檢測分析方法，第一階段為直接計測，將樣品直接放進檢測設備後，進行定性分析，以確認有無人工放射性核種(如：銫-134、銫-137)。若有，則執行第二階段定量分析，將原樣品進行切割、搗碎等前處理後，再裝罐放入檢測設備，以精

確測定核種含量，如圖 1~圖 4。因兩階段皆使用精密之檢測設備，故對於食品有無包裝、切割或搗碎，均能有效偵測到食品的輻射，提供足以信賴之檢測結果。

檢測結果請放心

衛生福利部官網於今(104)年 3 月 24 日發布有關「日本輸入食品報驗資料不實」案查核說明之新聞，起因是食藥署基隆辦事處發現有進口業者疑似以貼標方式申報不實（換標）食品產地之情事，所以食藥署將疑似問題產品陸續送原能會專業實驗室進行輻射檢測，共分析 591 件樣品，檢測結果均未檢出人工放射性核種。雖然這些食品是非法進入，不過檢測結果也讓政府相關單位及民眾可以鬆口氣。另外，原能會也針對此換標處理情形，當時連續 3 天，在官網發布檢測結果等相關消息，並依行政院毛

院長於院會指示，就檢驗方法適時對外說明，所以立即拍攝「[日本輸入食品輻射檢測情形說明](#)」影音檔並上傳 Youtube，民眾可透過行政院、衛生福利部及原能會官網相關連結觀看。

此外，截至今年 6 月底我國於邊境共取 7 萬餘件食品樣品進行輻射檢測，其中有 211 件測得微量輻射，但都未超過我國及日本輻射容許量，所以民眾對於日本輸入食品安全可以放心。而有關輻射檢測資訊都已公布在[食藥署網站](#)，可以提供民眾查詢。

二、國人民生消費食品之輻射檢測

輻射偵測中心針對民生消費食品的輻射檢測分析，主要分為國產及進口食品。國產食品以購買米、葉菜、根菜、水果、海魚、淡水魚、沿海魚、貝類、豬肉、雞肉、蛋、鮮奶、麵粉等國人主要民生消費食品及透過網路購買全國

表一 國產食品 近五年檢測分析結果(99~103 年)

國內食品	數量	鉀-40 天然核種 (貝克/公斤)	銻-134+137 (貝克/公斤)
米	30	20~50	<MDA
蔬菜	60	45~276	<MDA
水果	30	2~207	<MDA
魚	60	7~236	<MDA~0.6
肉	60	88~204	<MDA~0.1
雞蛋	30	38~56	<MDA
牛奶	30	42~88	<MDA
麵粉	10	44~123	<MDA
茶葉	22	129~207	<MDA
貝類	55	4~874	<MDA~0.66
地區特產	145	<MDA~924	<MDA

各地區之特產食品進行放射性含量分析。而進口食品則透過每月定期至消費市場購買海產物罐頭、新鮮蔬果、乾果類、成人乳製品、嬰兒食品及飲料類等進行放射性含量分析，驗證是否符合衛生福利部食品輻射容許量，以下為輻射偵測中心針對國產及進口食品近 5 年(民國 99 年至 103 年)的輻射檢測結果：

(一) 國產食品近 5 年輻射檢測結果

主要測得天然放射性核種鉀-40，活度最大為 924 貝克/公斤，而人工放射性核種銻-134 及銻-137 的總和最大為 0.66 貝克/公斤，主要來自於貝類，分析結果統整如表一，皆符合衛生福利部食品輻射容許量，對民眾無輻射安全之疑慮。

(二) 進口食品近 5 年輻射檢測結果

主要測得天然放射性核種鉀-40，活度最大為 1,449 貝克/公斤，而人工放射性核種銻-134 及銻-137 的總和最大為 2.8 貝克/公斤，主要來自於生鮮水產，分析結果統整如表二，皆符合衛生福利部食品輻射容許量，對民眾無輻射安全之疑慮。

表二 進口食品 近五年檢測分析結果(99~103 年)

進口食品	數量	鉀-40 天然核種 (貝克/公斤)	銻-134+137 (貝克/公斤)
生鮮蔬果	300	<MDA~1449	<MDA~1.5
生鮮水產	150	<MDA~161	<MDA~2.8
乳製品	150	4~808	<MDA~2
嬰兒食品	150	<MDA~560	<MDA~1.1
礦泉水 或飲料	150	<MDA~123	<MDA~0.9

MDA：代表最低可測活度

資料來源：輻射偵測中心台灣地區食品調查 99-103 年半年報

結語

近年來，民眾對於食品安全事宜日益關切，從食品的來源、添加物乃至於食品中所含的輻射量，都會引起廣泛的討論。

歷年來，由分析結果可知，國產及進口食品在人工放射性核種鈾-134 及鈾-137 含量均符合我國法規標準。另由數據得知，天然放射性核種鉀-40 含量遠大於鈾-134 及鈾-137 含量。這是因為鉀-40 主要來自於地表土壤，而動植物在成長的過程中會吸收，我們就會間接攝入鉀-40，所以人體內會有微量放射性核種的存在，但這並不會影響人的健康。

在發生日本輸入食品申報不實事件後，為能更確保日本食品符合民眾安全與安心之需求，食藥署於今年 5 月 15 日施行兩項公告，除仍嚴格禁止福島等 5 縣生產製造之所有食品輸台外，日本其他地區所有輸入食品皆應檢附日本官方或官方授權機關(構)之產地證明文件，或經食藥署認可之可證明產地文件，始可申請輸入食品查驗。此外，特定區域之特定食品(如水產品及茶葉產品)，及為保障嬰幼兒日常食用之乳製品與食品等，則需檢附輻射檢測證明，以上作法對於日本輸入食品的安全更多了一層保障。不過，相信未來食藥署也會本於權責，視實際實施情形進行風險評估，適時調整管制規定。

原子能委員會

原子能委員會為我國原子能業務主管機關，負責國內核能電廠、核子設施及輻射作業場所的安全監督，除嚴格執行核能安全管制、輻射防護及環境偵測，妥善規劃放射性廢棄物管理，以確保核能應用安全外，亦負責推動原子能科技在民生應用的研究發展，以增進民生福祉。

原能會 輻射防護處

輻射防護管制的核心業務是以專業及合理的輻射安全管制，保障人員及環境之輻射安全。輻射防護管制之標的包括核子設施、醫療機構、學術機構、工業、農業及軍事機關等 15,000 個單位所使用之放射性物質及可發生游離輻射設備，保護之對象包括 48,000 位輻射從業人員、每年 360 萬接受放射性診斷及治療之民眾、一般民眾及週遭之環境。