

- 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406號2樓 ■ 電話：(03)5722224 電傳：(03)5722521
- 編輯委員：王昭平、李四海、邱志宏、翁寶山、許文林、張寶樹
葉錦勳、董傳中、趙君行、劉仁賢、蘇明峰、蘇獻章 (依筆劃順序)
- 發行人：翁寶山 ■ 主 編：劉代欽 ■ 文 編：李孝華
- 印刷所：大洋實業社 地址：新竹市建中路57號1樓
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

▲核子事故處理之技術樞紐—全委會 近指中心 (全委會作業執行室 劉東山)

依民國 91 年行政院核定的「核子事故緊急應變計畫」，由原能會及行政院相關部會與地方政府的首長組成「全國核子事故處理委員會」(簡稱全委會)，統籌核子事故的廠外應變行動。其下並設有近廠指揮協調中心(簡稱近指中心)、救災指揮中心(地方政府)、支援中心(國軍)、新聞發布室、作業執行室及稽查考核室。其中近指中心在整個核子事故狀況研判、處理行動建議上扮演非常關鍵的角色。若說全委會是核子事故處理的「靈魂」，那麼近指中心就是「靈魂之窗」。

近指中心依現況係由原子能委員會及其附屬機關(核能研究所、放射性物料管理局、輻射偵測中心)及台電公司所屬放射試驗室等單位派員組成。中心主任由核研所派員擔任，副主任三名則分別由物管局、偵測中心及放射試驗室派員兼任，總編組人力約

120 員。

近指中心下設行政組、技術組與輻射偵測隊，其任務簡述如下：

一、行政組

行政組再分設諮詢小組、通訊小組及庶務小組辦事，其主要任務為：

- 負責中心作業場所硬體測試、佈置、操作。
- 負責作業場所的一切行政作業，人員食宿，支援車輛調度、中心編組人員動員通知、異動管理、預算編列等。
- 施放警報
- 本中心碘片領取、保管與發放。

二、技術組

成員除由原能會及其附屬機關與台電派員外，因污染擴散與氣象條件息息相關，故亦有交通部氣象局派員共同組成。其主要任務為：

- 預估民眾接受劑量。
- 預估事故影響區域
- 依「民眾防護行動劑量標準」(如附表)，建議民眾防護措施。
- 建議污染管制行動
- 評估管制區內作業人員劑量與提供適當的防護建議。

三、輻射偵測隊

下設三個偵測支隊及一個預備支隊，其主要任務為：

- 偵測廠外環境的輻射劑量率與空浮濃度，提供中心主任建議民眾防護的依據。
- 取樣分析環境試樣與生物試樣，鑑定污染程度，提供民眾飲用或食用

的防護建議。

- 偵檢疏散民眾、車輛、道路等無遭到放射性污染，並協助支援中心執行除污後的偵檢。
- 協助救災中心於執行民眾防護、緊急救護、交通管制、農、漁、畜牧產品及消防等各項偵測與管制。

附表 民眾防護行動劑量標準

預估民眾受到的劑量		防護行動
全身	甲狀腺	
0.5~5 侖目 (0.005~0.05 西弗)	5~50 侖目 (0.05~0.5 西弗)	<ul style="list-style-type: none"> ● 民眾應停留於屋內掩蔽，並關上門窗及通風系統，同時以濕手帕或毛巾掩住口鼻作呼吸防護。 ● 預估甲狀腺劑量大於 25 侖目(0.25 西弗)者，建議服用碘化鉀藥劑。 ● 地區進出管制。
5~10 侖目 (0.05~0.1 西弗)	50~100 侖目 (0.5~1 西弗)	<ul style="list-style-type: none"> ● 嬰兒、孕婦應躲在防護效果較佳的鋼筋水泥建築內掩蔽或遵從指示疏散，成人應停留屋內掩蔽並關上門窗作呼吸防護。 ● 預服碘化鉀藥劑。 ● 地區進出管制。
超過 10 侖目 (超過 0.1 西弗)	超過 100 侖目 (超過 1 西弗)	<ul style="list-style-type: none"> ● 民眾應遵從指示疏散。 ● 預服碘化鉀藥劑。 ● 地區進出管制。

▲英譯輻射防護法規三則

(輻協 翁寶山)

游離輻射防護法於民國 91 年 1 月 30 日由總統明令公布後，其相關的 18 個子法亦相繼由行政院原子能委員會公布。原能會為加強國際化有意將輻防法及其兩個子法譯為英文。承原能會輻防處唐發泰副處長的盛意，囑筆者擔任英譯的工作，於是乃不揣譾陋，先試譯輻防法，再請清華大學科

技法律研究所牛惠之教授改正，最後送請原能會輻防處審查。輻防處為慎重起見，特組成一審查小組，名單如下：

- 原能會輻防處 黃肇基科長
- 原能會綜計處 邱絹琇主任工程師
- 語言訓練測驗中心 馬學進教授(美籍)
- 輻防協會 翁寶山教授

自民國 92 年 4 月開始，把三個法規逐條審查，至 8 月份全部審查完畢

並上網，歷時 4 個月。於此期間，承口譯專家黃小玲女士撥冗出席指導數次，而行政院為了統一各部會的英譯工作，亦公布了重要法律名詞的英譯。茲將英譯輻防相關法規三則開列於下：

1. 游離輻射防護法， Ionizing Radiation Protection Act.
2. 游離輻射防護法施行細則， Enforcement Rules for the Ionizing Radiation Protection Act.
3. 游離輻射防護安全標準， Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation.

附記：輻防法有一處誤譯，至感抱歉，特更正如下：

第十八條

醫療機構對於協助病人接受輻射醫療者，其有遭受曝露之虞時，應事前告知及施以適當之輻射防護。

更正後成為：

Article 18 Excessive Exposure – Helpers’ Rights. When there is concern about excessive exposure for individuals voluntarily helping patients undergo radiological diagnosis and treatment, health care organizations shall inform the individuals of such concern in advance, and give proper radiation protection.

▲ 簡介日本「有關天然放射性物質的豁免管制（草案）」

（原能會 范盛慧譯）

緣起

目前在我國的游離輻射防護法

中，並未對天然放射性物質〔 Naturally Occurring Radioactive Materials 簡稱(NORM) 〕訂定相關的管制規定，但一般民眾在日常生活中，經常接觸到含天然放射性物質的物品，因此針對天然放射性物質，應該如何訂定適當的管制規定，一直是主管機關頭痛的問題。日本文部科學省於平成 15 年（2003 年）9 月，將日本放射線審議（委員）會基本部會，針對有關天然放射性物質的豁免管制所做成的彙總報告，公告於文部科學省的網頁上，並於 10 月下旬於東京、京都等地舉行公聽會，聽取各界的意見，做為將來日本政府訂定管制法規的參考。本文摘譯日本文部科學省網頁上公告的報告(原文請參考 www.nucmext.jp)，供各界人士參考。

一、前言

含天然放射性物質的原料〔例如獨居石（Monazite）、磷礦石、鈦礦石等〕以及消費性產品，廣泛的被利用於不同的行業。部分含有天然放射性核種的原料及消費性產品，其中所含的鈾鈷活度，超過國際原子能總署（IAEA）115 號報告（以下簡稱 BSS）中所訂的豁免標準，對於這些超過豁免標準的天然放射性物質，是否應採行與人工核種相同的管制方式，實有其檢討的必要。

基本上國際放射防護委員會（ICRP）將天然輻射線所造成的曝露，排除在輻射防護管制的對象之外，但在 ICRP 60 號報告中，將『操作』含天然放射性物質所造成的劑量，建議當成『職業曝露』加以管

理。

本報告是平成 15 年（2003）2 月 26 日第 79 次日本放射線審議（委員）會總會，決議成立的基本部會，對天然放射性物質豁免管制進行相關檢討會議，依檢討結果彙總而成。

二、天然放射性物質之概況

（一）有關天然放射性物質

依據聯合國原子效應科學委員會（UNSCEAR）2000 年的報告，由天然輻射所造成的劑量，全世界的平均值為 2.4 mSv/年。其中宇宙線造成的體外劑量為 0.39 mSv/年、地殼相關的核種（含建材）造成的體外劑量為 0.48 mSv/年、吸入氡氣所造成的體內劑量為 1.26 mSv/年、食物攝取造成的體內劑量為 0.29 mSv/年。其中造成曝露最主要的核種為釷（Th）-232 系及鈾（U）-238 系，佔全體的 7 成。

本報告中檢討的對象如下：所含的天然放射性核種之比活度大於 BSS 豁免管制標準的釷（Sm）-147、釷（Th）-232 系及鈾（U）-238 系核種，氡（Rn-220 及 Rn-222）氣體，因為不會直接單獨利用，所以不在本次檢討對象之列。核子原料以及鐳射源等亦不列為本次檢討對象。

（二）對天然放射性物質輻射防護的基本考量

天然放射性物質未經人為處理，自然存在於地殼或土壤中時，基本上應該認定為不須加以規範。ICRP 1990 年報告中在「排除」（Exclusion）部分，也列出「地表的宇宙射線以及體內的鉀（K）-40 等不可能控制的輻射源，應排除在管制規範之外」。

開採天然放射性物質、加工使其活度增高，或因為處理這些天然放射性物質，使得工作人員或民眾受到曝露的劑量增加時，ICRP 將這些作業，視為與利用人工輻射源相同，屬於「輻射作業」（Practice）。

在使用許多含有低活度天然放射性物質的原料時，並非是利用其具有輻射的特性，而且常常在使用時也不知道這些原料具有放射性，也不是刻意選擇利用這些放射性物質，但是實際上卻存在了曝露的途徑。在 ICRP 82 號報告「有關民眾長期輻射曝露的防護」中，「輻射作業」是指：以得到某種利益為目的，經過計劃並且存在有可選擇性。「干預」（Intervention）則是指：輻射源存在將可能造成健康上的問題，已無選擇的餘地；其目的是減少事實上已存在的曝露。因此「輻射作業」是針對被選擇的物件，而「干預」則是針對非經過選擇但事實上已存在的曝露源。由這個觀點來看，天然放射性物質的被利用，包含「輻射作業」與「干預」兩個要素。有關「干預」對象的豁免考量，ICRP 82 號報告中建議：「干預」對象的主要商品，其預測個人年劑量的干預豁免標準為 1mSv，依據這個建議，相關國家的主管機關對於各種商品，特別是建築材料，應定出個別核種的干預豁免標準。

綜合以上的觀點，天然放射性物質的豁免管制，不應像人工輻射源的豁免管制，只考慮「輻射作業」的問題，「干預」的要素也應列入考量。

（三）國外天然放射性物質的管制概況

目前 ICRP 對於天然放射性物質的豁免管制標準，並沒有明確的規

範，現有豁免方針的總結資料，在歐洲委員會 2001 年的 RP-122 報告「豁免管制與清潔標準的概念對於天然放射性物質之適用」中，對於因天然放射性物質而增加的曝露，新創了一個名詞稱為「實際活動」，其豁免管制的劑量標準訂為 0.3mSv/年，而非採用考量人工輻射源所造成的曝露，對於「輻射作業」豁免管制所訂的劑量標準 10 μ Sv/年。

歐盟各國對於人工輻射源的管制，幾乎都採行 BSS 的豁免管制標準，對於天然放射性物質的管制，歐盟各國的豁免管制標準、劑量基準、管制方式則各有不同。

美國並未採用 BSS 的豁免管制標準，加拿大採行了部分 BSS 的豁免管制標準，中國大陸採行了 BSS 的豁免管制標準，但這些國家並未完全引用天然放射性物質的管制制度。

三、日本國內天然放射性物質的利用

狀況

(一)原料礦石

(1)利用概況

日本使用的原料大部分都是由外國輸入，其中利用較廣並含天然放射性物質較多的礦石是獨居石、磷礦石、鈦礦石、鋅礦石及進口的煤以及超過 BSS 豁免管制標準的氧化鈾金屬。

(2)調查結果

經過調查發現，不同產地的原料礦石，其活度大不相同。如果分別以 BSS 對釷 (Th) -232 系及鈾 (U) -238 系核種所訂的豁免管制標準 1

Bq/g 及 RP-122 報告的 0.5 Bq/g 當成標準值，則只有約旦及摩洛哥生產的磷礦石中，所含的天然放射性物質超過標準值。

空間劑量率測量的結果，因為生產製造過程中，管線內鐵銹污垢堆積的關係，有些樣品在距表面一公尺處的劑量率，會有每小時數微西弗較高劑量率的情況發生。但考量實際工作時間，工作者實際所受到的職業曝露，其中最大者為在獨居石製品堆積廠的工作者，其劑量約為 0.4mSv/年。在使用粉狀原料的工作場所，操作粉末狀物質的工作者，為了防止粉塵，須使用口罩，因此吸入粉塵量不多，而其工廠週界的空間劑量率，與天然背景的劑量率 0.004-0.11 μ Sv/小時（宇宙線除外）相同，因此對民眾安全並無顧慮。

有部分氧化鈾被當成陶瓷材料、有些做成鈾的合金或做成磁石的原料，因為鈾 (Sm) -147 僅放出 α 射線，須考慮體內曝露。經過實際推算，鈾 (Sm) -147 在生產合金及磁石過程中所造成之有效劑量，當粉塵粒徑為 1-50 μ m 以呼吸率 1.2m³/小時，一年工作時數 2000 小時計算，年劑量為 10-380 μ Sv。但這是非常高估的計算，如果考慮戴口罩（口罩的防護係數 10⁵）以及實際工作時間，實際的劑量應該更低，一年不可能超過 1mSv。

(二)一般商品

(1)利用概況

在生活環境中，含有天然放射性物質的礦物，經過物理或化學處理後，被當作一般商品使用，其用途多樣化。從日常生活中較不常接觸的物

品，如船底的塗料、汽車消音器的觸媒等，到日常生活中和身體接觸使用，如物品衣料、寢具等等，各式各樣。由體外曝露的觀點來看，壁紙塗料等單位重量活度較高，但塗到牆壁上後，單位面積的劑量降低很多者，與用於裝飾品上僅需考慮局部曝露者間，其劑量大不相同。因此僅能評估一般商品中，正常使用狀態下的劑量。

(2)調查結果

劑量評估的結果，氡溫泉為 110 $\mu\text{Sv}/\text{年}$ 、內衣 220 $\mu\text{Sv}/\text{年}$ 、棉被 90 $\mu\text{Sv}/\text{年}$ 、壁紙 10 $\mu\text{Sv}/\text{年}$ ，使用者的體外劑量不可能超過 1mSv/年。但是消費者若同時使用數個含天然放射性的商品，可能受到數百 $\mu\text{Sv}/\text{年}$ 的劑量。一般商品中活度分析結果如下表所示。

一般商品中活度分析結果

樣品	分析結果 活度 (Bq/g)	
	鈾【U-238】	釷【Th-232】
氡溫泉素 A	34	270
船底塗料	12	81
氡溫泉素 B	10	81
手鐲項鍊 (陶瓷)	1.7-8.8	12-71
健康器材 (含粉末)	5.4	34
耐火物、耐火磚	2.9-3.5	0.49-0.57
消音器的觸媒	3.3	210
衣料 (含於纖維中)	1	8.8
運動護具、腕套 (含於纖維中)	0.011-0.94	0.093-8.5
除臭塗料	0.4-0.82	2.9-5.5
襪子 (含於纖維中)		6.2
薄板 (含於纖維中)	0.7	5.4
鞋墊 (含粉末)	0.085-0.42	0.63-6.2
寢具 (含於纖維中)	0.043-0.26	0.01-2.3
研磨材料	0.2	0.7
磷肥	0.038-0.073	0.0014-0.0015
水垢	0.00084-0.012	0.00081-0.029

四、日本對於天然放射性物質管制的

考量

(一)目前日本的管制現狀

「放射線障礙防止法」及「原子爐等規制法」皆訂有放射性同位素核種活度及其數量的規定，天然放射性物質管制的核種活度為 74 Bq/g，在「放射線障礙防止法」中，對於含天

然放射性物質或其化合物的固體，其活度大於 370 Bq/g 者，列入管制對象；在「原子爐等規制法」則規定：鈾的重量乘以三加上鈷的重量大於 900 公克時，須視為核子原料並需提出申請。

(二)管制的必要性

由存在於土壤及空氣中的天然放射性物質所造成的曝露，是不可能加以控制，而且就算加以控制其效果亦不彰。ICRP 是將類似這樣的射源列為「排除」的對象。但是使用含有天然放射性物質的原料，以及利用含有天然放射性物質之一般商品，則是可加以控制的。而且工作者或一般民眾因使用原料或商品所造成的曝露，事實上伴隨著選擇而得到某種利益，因此應該與人工輻射源相同，包含於「輻射作業」的範疇內。

天然放射性物質中所含的放射性，其差距範圍很大，從極低量到可刻意選擇去曝露的量，活度差異範圍很大。如果採用可忽略微量的觀念，來訂定天然放射性物質的豁免活度標準，並將超過豁免活度標準者均納入管制，事實上也很困難。況且工業界使用的原料中所含的天然放射性物質，並非是當成放射性物質使用，而且也不是利用其放射性。因此，有關天然放射性物質的利用，應依照利用的形態，從人為以及實際曝露的可能性的觀點來加以分類，依據各個天然放射性物質的特性，以劑量為基準，針對管制方式、豁免或干預豁免檢討其對策。【下期待續：含天然放射性物質的分類及其對策...】

□專題報導

▲照射發光玻璃劑量計之研究現況

(陽明大學與核研所 許世明 陳為立
林美秀 葉善宏)

前言

照射發光玻璃劑量計(radiophotoluminescent glass dosimeter, RPLGD)發展於 1960 年代末期，由於當時量測技術不成熟，沒有被廣泛應用於輻射度量，直到 1990 年日本朝日公司(Asahi Techno Glass Corporation)與德國卡斯魯核能研究中心(Karlsruhe Nuclear Research Center, FZK)，合作推出以紫外雷射光為光源的照射發光玻璃劑量計系統。¹朝日公司所生產的照射發光玻璃劑量計計讀系統是以脈衝式紫外雷射光為激發光源，可得到更精準的劑量量測值。玻璃劑量計所放出的發光量與所接受的輻射劑量呈正比例關係，而且可重複計讀，因此適合用於長期人員或環境輻射偵測。玻璃劑量計克服了熱發光劑量計不能重複測讀的缺點。日本已有 60% 以上的輻射工作人員以照射發光玻璃劑量計量測人員體外輻射劑量。

1953 年，Schulman 率先使用照射發光玻璃劑量計量測輻射劑量。Schulman 當時所合成的銀離子活化磷酸鹽玻璃，其內在預積劑量(predose)大，不易量測 1 mGy 以下的輻射劑量，再加上照射發光量測技術尚不成熟，導致劑量評估的準確度不理想。因此，照射發光玻璃劑量計的應用並不普遍。但日本朝日公司與德國卡斯魯核能研究中心於 1960 至

1990 年間仍致力於發展照射發光玻璃劑量計及測讀技術，並於 1990 年完成新設計的照射發光玻璃劑量計及測讀系統。銀離子活化磷酸鹽玻璃經過 7 次改良 (FD-1 到 FD-7)，測讀系統的激發源也由紫外光改為脈衝紫外雷射光，由於技術的改進，新系統能量測到更低的輻射劑量 (約 10 μ Gy)，也提高了量測的準確度。

新系統能很準確的控制脈衝紫外雷射光源的能量及激發時間，傳統系統的激發時間是以秒為單位，新系統的激發時間則以微秒為單位，大幅降低測讀的時間。此系統亦能很準確的控制脈衝紫外雷射光照射在玻璃上的位置，若配合適當的能量補償濾片，便能正確地推估輻射能量。

原理

照射發光玻璃劑量計是利用

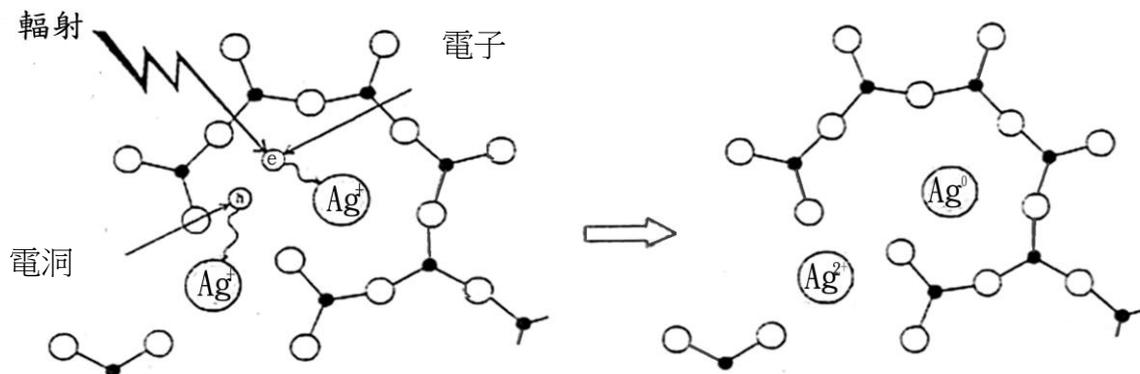


圖 1 照射發光玻璃劑量計產生發光中心的機轉

銀離子活化磷酸玻璃中處於基態的 Ag^+ ，經由輻射照射後，分別與

AgPO_4 (silver-activated phosphate) 銀離子活化磷酸鹽的玻璃受到輻射曝露後，會於其中形成穩定的發光中心，當使用波長為 337.1 nm 的紫外雷射光照射此玻璃時，穩定的發光中心便會放出波長為 600-700 nm 的可見光，此過程即為照射發光現象。銀離子活化磷酸鹽玻璃內的 AgPO_4 含 Ag^+ 及 PO_4^- 離子，當 PO_4^- 四面體 (tetrahedron) 受到輻射照射後， PO_4^- 會失去一個電子，形成一正電子空洞陷阱 (trap positive holes, hPO_4)，此時 PO_4^- 所失去的電子與 Ag^+ 結合，使 Ag^+ 變成 Ag^0 。同理， PO_4^- 失去一個電子所形成的 hPO_4 與 Ag^+ 結合後， Ag^+ 會增加一個電洞而成為 Ag^{2+} 。此時 Ag^0 與 Ag^{2+} 則成了穩定的發光中心。 Ag^0 為電子陷阱 (electron trap)， Ag^{2+} 則為電洞陷阱 (hole trap)。圖 1 為照射發光玻璃劑量計產生發光中心的機轉。

PO_4^- 所失去的電子及所形成 hPO_4 結合成為 Ag^0 及 Ag^{2+} (發光中心)。當此

發光中心受到 337.1 nm 脈衝紫外雷射光共振激發時， Ag^0 和 Ag^{2+} 的電子會被激發至激發態，隨後放出 600-700 nm 的可見光，回到發光中心，並不會直接回到基態。因 Ag^0 和 Ag^{2+} 由脈衝紫外雷射光所獲得的能量不足以逃離發光中心回到基態。若要使 Ag^0 及 Ag^{2+} 回到基態的 Ag^+ ，則須經 400 °C 高溫回火一小時，才能獲得足夠能

量，所以會再次回到發光中心的基態。發光中心不會因計讀而消失，因此照射發光玻璃劑量計具有重複測讀的特性。而熱發光劑量計經加熱測讀後，被電子陷阱捕獲的電子便會回到基態，熱發光中心便消失。因此熱發光劑量計，不能重複測讀。照射發光玻璃劑量計之能階如圖 2。

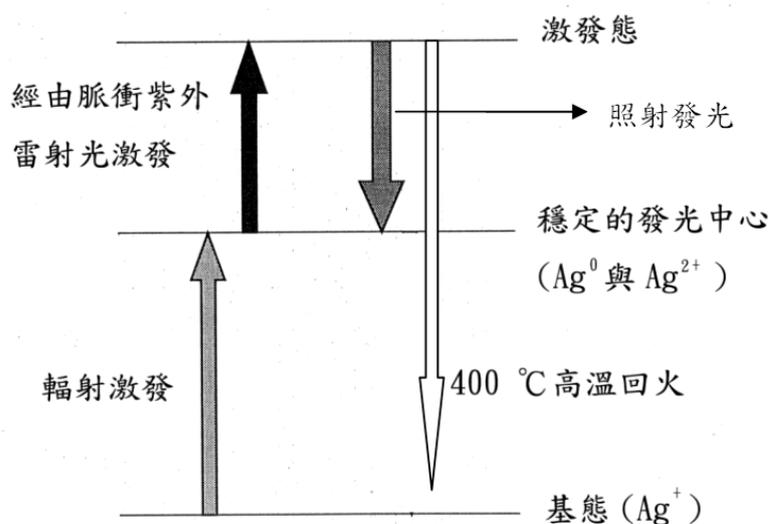


圖 2 照射發光玻璃劑量計能階圖

實驗

照射發光玻璃劑量計適合用於監測輻射工作人員體外劑量，核能研究所與陽明大學已初步完成，玻璃劑量計與常用於人員體外輻射劑量監測的 $\text{TLD-}^7\text{LiF}$ ，偵測輻射的特性比較研究，其研究發現如下。

1. 照射發光玻璃劑量計發光中心的照射發光訊號不會因計讀而消失，所以可重複分析照射劑量，而熱發光劑量計只能分析評估劑量一次，無法重新分析評估劑量。照射發光玻璃劑量計能重複計讀分析劑量，是

人員劑量監測的重大突破。

2. 照射發光玻璃劑量計計讀值的可複演性(reproducibility)小於 1 %，而熱發光劑量計約為 3 % 左右。因此照射發光玻璃劑量計計讀值的可複演性優於熱發光劑量計。

3. 照射發光玻璃劑量計的照射發光訊號相當穩定，不易受環境中溫度、溼度等影響，幾乎沒有消光現象。反觀熱發光劑量計的熱發光訊號，易受許多因素干擾（如溫度、溼度...），而產生嚴重的消光現象，熱發光劑量計在計讀熱發光訊號前，如未經過預熱程序，一個月的

消光可達 18 %。

4. 照射發光玻璃劑量計在輻射照射後計測前，需以 70°C 加熱一小時，其目的為讓受激發的電子進入正確的發光中心，使增建效應達飽和，確保照射發光訊號與所受輻射劑量成線性正比關係。
5. 照射發光玻璃劑量計在 0.01 mGy-500 mGy 劑量範圍內，計讀值與劑量的線性關係較熱發光劑量計稍佳，亦即在此輻射劑量範圍內，照射發光玻璃劑量計所測的劑量值較熱發光劑量計穩定。
6. 由於 SC-1 照射發光玻璃劑量計的外盒具能量補償濾片設計，使其量測能量低於 32 keV 的光子時，會低估輻射劑量。當 SC-1 玻璃劑量計量測能量在 32 keV-1.25 MeV 之間的光子輻射時，其能量依存度在- 2 % 至 15.8 % 之間。而 Harshaw 8814 型熱發光劑量計佩章盒有開窗設計，所

以熱發光劑量計能量測能量低至 20 keV 的光子輻射。熱發光劑量計量測能量為 32 keV-1.25 MeV 的光子輻射時，其能量依存度為- 8 % 至 23 %。比較二種劑量計量測能量為 32 keV 至 1.25 MeV 的光子，玻璃劑量計的能量依存度小於熱發光劑量計。

7. SC-1 玻璃劑量計為平板式設計，角度依存度大於 Harshaw 8814 熱發光劑量計。但在± 60° 角度範圍內，照射發光玻璃劑量計與熱發光劑量計的角度依存特性，皆符合中華民國實驗室認證體系的人員劑量計能力試驗角度測試標準。

結果

表 1 為照射發光玻璃劑量計與熱發光劑量計的輻射偵測特性比較。表 2 為膠片佩章、熱發光劑量計及照射發光玻璃劑量計的特性比較。

表 1 照射發光玻璃劑量計與熱發光劑量計的輻射偵測特性比較

輻射偵測特性	照射發光玻璃劑量計	熱發光劑量計
計讀值變異係數 (C.V.)	0.63 (0.6 mGy)	1.90 (0.6 mGy)
	0.48 (6 mGy)	1.88 (6 mGy)
	0.51 (20 mGy)	1.50 (20 mGy)
消光 (30 日)	<1%	經預熱程序：12% 無預熱程序：18%
照射發光玻璃劑量計 增建效應	90%(7 日)，99%(100 日)	-

劑量線性關係	$y=0.977x+0.1142$ (0.01-500 mGy)	$y=1.0528x-0.223$ (0.01-500mGy)
能量依存度	$< \pm 7\%$ (32-1250 keV)	$< \pm 15\%$ (32-1250 keV)
角度依存度	$< \pm 8\%$ (-80^0 - $+80^0$)	$< \pm 3\%$ (-80^0 - $+80^0$)

表 2 膠片佩章、熱發光劑量計及照射發光玻璃劑量計的特性比較

區 分	膠片佩章	熱發光劑量計	照射發光 玻璃劑量計
輻射量測原理	輻射照射使膠片 感光變黑	量測熱發光訊號	量測放射螢光 訊號
輻射靈敏度	差	隨材質而異	佳
劑量測量範圍	400 μ Gy - 10 Gy	隨材質而異 (10 μ Gy-10Gy)	10 μ Gy-10 Gy
幾何形狀	平板形	可製成各種樣式	可製成各種樣式
消光效應	高溫、高溼度下 消光嚴重	隨材質而異 (5-20 % / 季)	消光效應每年 < 5 %
劑量重新分析	可重新分析	測讀後，訊號消失 無法重新測讀	訊號不會因測讀而消失， 可重新測讀
能量依存度	高	隨材質而異	$\pm 20\%$ (20 keV-1.25 MeV)
區分輻射種類	可	可	可
重覆使用	不可	可	可
其他	暗房作業複雜， 膠片沖洗品質易 受人為因素干擾	全自動計讀系統	全自動計讀系統

謝誌

本研究承蒙行政院原子能委員會核能研究所保健物理組邱志宏組長、黃文松副組長及工作人員的協助，得以順利完成；復蒙核能研究所的研究經費補助，特此致謝。

參考文獻

- 1.E.Piesch,B.Burgkhardt and M.Fischer,“Properties of Radiophotoluminescent Glass Dosimeter Systems Using Pulsed Laser UV Excitation, ”**Radiat.Prot. Dosimetry** **17**,293(1986)

□會議訓練報導

▲九十三年度輻協各項訓練班預定時間表

(輻協)

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	A1— 2 月 17 日~ 24 日	(高雄) 輻射偵測中心
		A2— 3 月 2 日~ 9 日	(新竹) 清華大學
		A3--- 4 月 20 日~27 日	(新竹) 清華大學
		A4— 5 月 11 日~18 日	(高雄) 輻射偵測中心
		A5— 6 月 22 日~29 日	(新竹) 清華大學
		A6— 8 月 3 日~10 日	(新竹) 清華大學
	(B 組) 18 小時	B1--- 1 月 7 日~ 9 日	(新竹) 清華大學
		B2— 2 月 25 日~ 27 日	(新竹) 清華大學
		B3— 3 月 17 日~ 19 日	(高雄) 輻射偵測中心
		B4— 4 月 7 日~ 9 日	(新竹) 清華大學
		B5— 6 月 1 日~ 3 日	(高雄) 輻射偵測中心
		B6--- 6 月 30 日~ 7 月 2 日	(新竹) 清華大學
		B7--- 8 月 25 日~ 27 日	(高雄) 輻射偵測中心
輻射防護專業人員訓練班	輻防師(12 小時)	員 3 期& 師 3 期 第一階段--3 月 22 日~26 日 第二階段--4 月 12 日~16 日 第三階段--5 月 3 日~ 7 日 第四階段--5 月 24 日~28 日(36hr)	(新竹) 清華大學

		員 4 期& 師 4 期 第一階段--7 月 5 日~ 9 日 第二階段--7 月 26 日~ 30 日 第三階段--8 月 16 日~ 20 日 第四階段--9 月 6 日~ 10 日(36hr)	(新竹) 清華大學
鋼鐵建材輻射偵 檢人員訓練班		第 1 期---5 月 12 日~13 日	(新竹) 清華大學
		第 2 期---5 月 19 日~20 日	(高雄) 輻射偵測中心

◎ 以上各項訓練班簡章備索詳細內容網址為 rpa.org.tw，電話：(03)5722224◎