

- 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

▲國家碘片儲存庫建置完成，民眾輻射安全防護升級

(原能會訊)

為強化核安之應備能量，行政院原子能委員會(原能會)於 101 年 7 月 4 日與國防部共同完成國家碘片儲存庫之建置，整合跨部會資源，做好為民眾輻射安全防護的準備工作。

原能會核能技術處徐明德處長表示，當核子事故發生後，服用碘片為鄰近核能電廠民眾可能需要執行的防護行動之一，去年日本福島核電廠事故後，政府執行「我國核能電廠因應福島事故現有安全防護體制全面體檢方案」，改善事項之一即為『建置國家碘片儲存庫』，經過原能會的評估、協調與努力之後，已完成增購碘片 80 萬錠，可供核電廠緊急應變計畫區內外之民眾、應變人員及境內外核災應變團體(包括國軍、警察與救難團體)等於需要時使用，以因應核災發生後民眾安全防護所需。

原能會採購之碘片已運抵陸軍 33 化學兵群(桃園龍崗)與陸軍 39 化學兵群(高雄旗山)儲放，陸軍化學兵處處長曹君範少將表示，國防部在國內發生核子事故後，擔任支援中心的任務，此次很高興有此機會，為國家的核災準備盡一份心力。國防部指定陸軍司令部於南北各擇一適當場所儲放碘片，除了建立保安管控機制外，亦確保場所溫濕度之控制符合儲存條件，當需要使用時，得迅速送往需要地區供民眾或應變人員使用。

徐處長指出，對核電廠緊急應變計畫區內的民眾，碘片購置量已備妥每人 4 日份的量，其中兩日份碘片預先發予民眾自行保管，另兩日份集中存放於鄉鎮區衛生所等，而國家碘片儲存庫的完成，對區內外民眾都提供了更完備的輻射防護，此是因應福島核災核電總體檢的重要事項之一，代表經由好的規劃、部會間的合作，運用有限的資源，民眾的安全得以進一步的確保。

【新聞小辭典】

碘片

碘化鉀的通稱，發生核子事故時服用碘片，是要讓人體先吸收這種無放射性、安全的碘，就不會再吸收放射性的碘，使人體的甲狀腺受到保護。

緊急應變計畫區：

係指核子事故發生時，必須實施緊急應變計畫及即時採取民眾防護措施之區域，係平時預做核災準備的區域，此區域範圍大小依法係參照風險的概念採用機率法的評估準則計算而得，並不等於事故發生時實際需要疏散的範圍。日本福島核電廠事故後，我國以核能電廠廠地內 2 部機組同時發生最嚴重的爐心核子燃料熔毀事故，重新進行計算評估，結果均小於 8 公里（最大的為 7.5 公里），經邀集學者專家審查與綜合考量後，緊急應變計畫區範圍於 100 年 10 月 27 日核定公告由原來的 5 公里擴大為 8 公里。

□會議訓練報導

▲101-102 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-- 8 月 7 日~14 日	(新竹)帝國經貿大樓
		A4-- 8 月 22 日~29 日	(高雄)輻射偵測中心
		102 年 A1-- 2 月 20 日~27 日	(新竹)帝國經貿大樓
		102 年 A2-- 3 月 5 日~12 日	(高雄)輻射偵測中心
	(B 組) 18 小時 登記備 查類 設備	B16-- 9 月 5 日~7 日	(台中)文化大學推廣部
		B17-- 9 月 19 日~21 日	(新竹)帝國經貿大樓
		B18-- 10 月 3 日~5 日	(高雄)輻射偵測中心
		B19-- 10 月 17 日~19 日	(台北)建國大樓
		B20-- 11 月 7 日~9 日	(台中)文化大學推廣部
		B21-- 11 月 21 日~23 日	(新竹)帝國經貿大樓
		B22-- 12 月 5 日~7 日	(高雄)輻射偵測中心
		B23-- 12 月 26 日~28 日	(台北)建國大樓
		102 年 B1-- 1 月 9 日~11 日	(台中)文化大學推廣部
		102 年 B2-- 1 月 23 日~25 日	(新竹)帝國經貿大樓
102 年 B3-- 3 月 13 日~15 日	(台北)建國大樓		

		102 年 B4-- 3 月 20 日~ 22 日	(高雄)輻射偵測中心
		102 年 B5-- 4 月 10 日~ 12 日	(台中)文化大學推廣部
		102 年 B6-- 4 月 17 日~ 19 日	(新竹)帝國經貿大樓
輻射防護繼續 教育訓練班		09 月 27 日(四)--- 3 小時	台北
		10 月 09 日(二)--- 3 小時	新竹
		10 月 23 日(二)--- 3 小時	台中
		11 月 14 日(三)--- 3 小時	高雄
		10 月 31 日(三)--- 6 小時	高雄
		11 月 29 日(四)--- 6 小時	新竹
射防護專業 人員訓練班	輻射 防護師(124 小時) 輻射 防護員(108 小時)	進階 16 8 月 15 日~ 17 日(進階 16-1) 8 月 22 日~ 24 日(進階 16-2)	(新竹)帝國經貿大樓
		員 22 期 第一階段— 12 月 10 日~ 14 日 第二階段— 12 月 17 日~ 21 日 第三階段— 102 年 1 月 7 日~ 11 日 第四階段— 102 年 1 月 14 日~ 17 日	
		進階 17 102 年 1 月 30 日~ 2 月 1 日(進階 17-1) 102 年 2 月 4 日~ 6 日 (進階 17-2)	
鋼鐵建材輻射 偵檢人員訓練班		鋼--11 月 1 日~ 2 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		鋼--11 月 13 日~ 14 日	高雄

□專題報導

▲超完美謀殺案-由輻射毒殺疑雲談起

劉祺章 原子能委員會輻射偵測中心

李承龍 台灣警察專科學校刑事警察科

蔡翠玲 原子能委員會核能研究所化學組

林群智 南華大學自然醫學研究所

『道高一尺、魔高一丈』，如何設計出一樁超完美的謀殺案，而不會遭到世人的發現！上次媒體大肆報導有關放射性物質鈾 210，引起社會大眾關注，應該是 2006 年 11 月 23 日，前蘇聯特務利特維年科(Litvinenko) 在倫敦遭毒殺的事件。當年在倫敦、警方與輻射防護界造成相當的恐慌與討論。歷經數年後，英國警方雖宣稱已鎖定特定組織與人士，但卻無人被逮捕或正式起訴。整個事件失去媒體的關注後，不再成為關心的焦點話題，也就慢慢被世人遺忘

了。最近因為前巴勒斯坦領導人亞西爾·阿拉法特(Yasser Arafat)的遺孀，將他生前的生活用品，交給瑞士洛桑的放射物理研究所進行檢測，結果顯示居然有放射性物質的反應，引發大眾的關切，並懷疑阿拉法特可能遭放射性物質鈾 210 毒殺，於是利用放射性物質作案，再度登上國際媒體的斗大標題。

想瞭解為何鈾 210 會成為殺手喜愛的作案工具，就必須從此放射性物質的特性談起，鈾 210 係由科學家居禮夫婦在 1898 年發現，且為紀念居禮夫人的祖國波蘭而命名，它在地殼裡便自然存在，但濃度非常低，也可利用核子反應爐進行人工生產。目前，合法的豁免管制量下，可用為工業用途，主要作為設備裡消除靜電之用。鈾 210 為阿伐核種，半化期不長，僅約 138 天，因其具有短半化期的特性，只要少量的原子，便能產生相對較高的放射活度，較其他輻射粒子，阿伐粒子通常具備較大質量與能量，對於人體來說，最多穿透皮膚至真皮組織，所以只要一張紙或一般衣服的厚度就能防護隔絕，如此聽來似乎十分安全，但其實不然，倘若不慎吸入或攝食至體內，因穿透力差，其所有能量，對人體組織造成比加馬或貝他輻射，更大的相對生物效應，通俗的說就是毒性更強。因此，只要少量便具高放射活度、輻射可輕易遮蔽，不易被偵測而容易闖關運送，加上不慎攝食後，具有高毒性等特性，將造成嚴重的體內暴露，便成為犯罪者作案考量的最佳工具之一。

這樣可怕的犯罪工具在我們的生活環境是否容易取得?前面提到鈾 210 在自然界就存在，一般民眾也會擔心是否會成為受害者，好消息是自然界的鈾 210 濃度極低，雖然在過去環境輻射偵測的經驗，部分岩石如花崗岩、植物如菸草與動物內臟中都曾經發現濃度略高的鈾 210，但透過正常的攝食與飲水，均不可能達到致死量，要達致死劑量，必須是經由反應爐或加速器人工製造而得，但這些物質都經過嚴密的物料管控，一般人無法取得，所以只有國家級的單位或是具規模的恐怖組織，才有可能取得使用，民眾可不必過於擔心。

然而，如同阿拉法特的狀況，國內有能力偵測此類放射性物質，揭發類似的犯罪嗎?雖然國內各放射分析實驗室，基於環境輻射偵測的經驗，均有能力測到非常低濃度的鈾 210，但是面對犯罪案件，則有實務性的困難。以英國當年為例，鈾中毒十分罕見，所以一般醫療院所與調查單位，根本不會想到這個問題，也不可能由受害者的病徵，及時聯想到此類犯罪，進行相關測試，直到受害者死亡後，才確認是輻射毒物致命的。這次阿拉法特的狀況更特殊，由於鈾 210 半化期不長，而距死亡至今已經過約 8 年的時間，大約 21 個半化期。依外電報導，送驗樣品尚能測得微量鈾 210，約 54 毫貝克與 180 毫貝克，反推當年活度應該是毫居里的等級(數量級約 10^7 貝克)。如此高的活度存在衣物上，其他周遭可能碰觸該衣物的人，也應該會有影響，所以有不少學者均抱懷疑的態度，目前巴勒斯坦政府已同意驗屍，但是否能確認輻射毒害，可注意後續發展，本文不做推斷。

但反思國內現況，要進行輻射犯罪的樣品量測，與一般環境輻射監測作業極為不同，從現場的蒐證、採樣作業，就有明顯的差異。一般環境的樣品，取

樣時會考量所需偵測極限，所以會取足量樣品回實驗室進行分析，然而犯案現場所能得到的樣品量往往有限，將受限於犯罪現場的實際情況，所以可能會有不足量的狀況，因此，前處理與使用分析方法便需做調整，另外，分析處理樣品的種類，也與環境樣品有差異，如外電描述，這次送驗樣品為衣服、頭巾與牙刷，如何從中萃取、分離出微量的阿伐核種，是一位放射化學分析專業人員，進行前處理時應注意的事項。目前國內的犯罪現場調查作業由警方負責，因此如何加強第一線應變人員，確認犯罪現場有輻射反應，就不是一件容易的事。當懷疑有輻射物質，通知輻射管制相關專業人員至現場處理時，又會發生輻射專業人員不清楚犯罪現場調查應注意的事項，例如須配合其他傳統物證的保全、紀錄、蒐集、運送與保存等標準作業程序，可能導致彼此溝通障礙，對於犯罪調查反而產生不利的影響。

所以自美國遭受 911 恐怖攻擊事件後，國際便開始推動建立有關核子鑑識之概念與運用。核子鑑識的目的，是利用分析鑑識技術，檢測非法核原料或放射性物質，包括取自爆炸後現場的碎片等相關的材料，以提供足夠證據，確認這些高危險性的放射性物質的歸屬來源。因此，目標在於結合放射性與材料分析的技術，提供與建立這些該管制的核原料和放射性樣品與其周圍環境，如包封材料、運送車輛等的指標。這些指標來自材料的特點和處理過程各項已知的相關性。因此，核子鑑識分析，還包括這些生產過程所需材料，和相關特性的資料庫。並進而解釋分析結果數據，重建案發現場與追查管制物質的來源。各國了解到利用放射物質相關犯罪的防範與偵查的重要性，除各國進行嚴密核子保防外，隨著全球化的貿易往來，核子物料與放射性物質走私是跨國際的事件。因此各國必須建立相關處理機制與量測方法，並藉由國際間的合作與交流，建立包含此類資訊的共通資料庫，以追查其傳統來源屬性[2]。

參考美國評估其國內核子鑑識發展所發現的問題[3]，可看出目前我國國內也面臨相同的窘境。首先是組織架構的問題，核子鑑識相關業務，分散於各專業領域與單位，目前並沒有一個明確的機構，來對於該事件處理之策略需求，進行各單位間的共識與整合，複雜的單位協調，將不利於核子鑑識的處理，另外是技術永續性的問題，目前國內核子鑑識有關的技術與設備，隨不同目的，而過於分散於各機構間，導致不易進行整合，個別單位對於實際應用於核子鑑識的部分並不熟悉，主要是平時用到的機會幾乎微乎其微，加上國內因非核家園的政策走向，放射分析實驗室，過去主要協助原子能的和平應用發展也隨之日趨沒落，使得相關技術的發展停滯不前，進而在人力與基礎設備上，無法投入資源換血更新，分析方法也不盡能符合現代的環境、健康和標準要求。由於核子鑑識技術的發展還在起步階段，檢視目前國內的緊急應變作業程序，均以輻射彈及核設施事故之輻射污染處理為主，並不涉及犯罪相關作業程序。因此，現場調查人員攜帶各項設備，也不見得能完整反映，現今關於核子鑑識所需的技術能力。此外現場調查人員必須謹慎小心，確保能符合既定的犯罪現場調查程序下進行採證。證物除要確認遭放射性汙染物質外，也需要進行各種

的科學鑑定，常見的分析案例包括：潛伏指紋、檢查設備上的特殊機器、工具痕跡，及任何可見的標籤或文字、收集和分析各標的物上的微量物證，可提供調查線索，微量物證可能具有核子、生物或化學性質的物質，並可能包括適用於 DNA 分析的毛髮、纖維，或多種微量化學成分。以提供重要的調查線索，以查明證明或反駁犯罪嫌疑人之口供；或建立受害人、犯罪嫌疑人、犯罪現場和證據之間的關連，值得關注的是，要確保證據在整個過程中，能妥善被收集並保存，以防止被更改或破壞。所以，處理現場污染物質的工作人員，與負責檢驗的各實驗室之間，需要有妥善的協調計畫，方能保全跡證。這些作業程序涉及範圍與專業十分廣泛，需建立跨機構或領域的指引規範，成為各單位作業程序編製時可遵循的參考依據。

核子鑑識技術與司法相關支援，是我們的國家安全維護重要的一環。發展核子鑑識技術，可協助執法與國安單位執行預防、減輕與追查核子事故與輻射相關恐怖攻擊的發生。然而目前國內對於這個新的技術領域並沒有明確的主導機構，也缺乏執行規劃和資金。因此，相關的作業能量幾乎是無法預估。當事件發生時，可預期將無法整合國內目前的設備資源與人力，也無相關經驗進行合法的科學證據保全，結果將導致錯失追查犯案來源的時機與證物，進而造成輻射犯案的風險提高。因此，建議未來規劃執行整備作業時必須針對此議題加以探討，考量風險管控下，擴充核心設備與實務現場人員的作業能力，以期能與國際間接軌，預防並嚇阻恐怖組織在國內進行犯罪。

參考資料

1. http://www.washingtonpost.com/world/europe/arafat-to-be-exhumed-body-tested-for-radiation/2012/07/10/gJQAsO98aW_video.html
2. IAEA, NUCLEAR FORENSICS SUPPORT - REFERENCE MANUAL, IAEA NUCLEAR SECURITY SERIES No. 2, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, VIENNA, 2006
3. National Research Council , NUCLEAR FORENSICS :A CAPABILITY AT RISK, THE NATIONAL ACADEMIES PRESS, Washington, DC, 2010

▲核能事故緊急曝露醫療

(國泰綜合醫院 杜慶燻理事長譯)

【接續 115 期】

1.2 天然輻射造成的曝露、醫療曝露、職業曝露，和輻射事故造成的曝露的比較

天然輻射

我們在日常生活中，不管住在哪裡都會受到來自太空中(來自太陽和銀河

的宇宙輻射)或大地的輻射照射，而且經由吸入空氣中的天然放射性惰性氣體(氡(radon)等)或是攝取食物中的天然放射性物質受到曝露。這些稱作**天然輻射**，在日本一年裡的平均曝露劑量是 1.45 mSv(參考表 1-1 上半部)。天然輻射的劑量依地區而異，在印度(India)或巴西(Brazil)也有地區一年裡的曝露劑量超過 10mSv。

表 1-1 天然輻射與醫療曝露對個人的年有效劑量(mSv/年)

	曝露種類	世界平均 (聯合國國際科學委員會)		日本的參考數值
天然 輻射	大地輻射	0.5		0.32
	宇宙輻射	0.4		0.27
	鉀(K-40)等的經口攝取	0.3		0.41
	氡等的吸入	1.2		0.45
人工 輻射	醫療曝露	世界平均	工業國家	日本
	醫科 X 光診斷・CT	0.4	1.2	2.3
	牙科 X 光檢查	0.002	0.01	0.02
	核子醫學診斷	0.03	0.08	0.03

(來源：針對護理師(nurse)的輻射醫療(放射線医学総合研究所監修,朝倉書店,2002))

醫療曝露

除了經由天然輻射受到曝露之外，也會經由以下人工輻射受到曝露，(1)x光檢查之類的醫療輻射，(2)以前核子實驗造成的放射性落塵(fallout)，(3)使用核能時帶來的輻射，以及(4)含有放射性物質的煙霧偵測器或夜光時鐘等製品。其中劑量最大的是使用醫療輻射對病人造成的**曝露(醫療曝露)**。日本的醫療曝露，由於輻射診療機器的普及等理由，與其他先進各國相比多出很多(參考圖 1-5)。表 1-2 顯示 x 光檢查主要項目的平均劑量。作一次檢查所造成的醫療曝露，是 1 年裡受天然輻射劑量的 1/10 到 10 倍。然而，心血管造影檢查在檢查部位的皮膚表面會產生比這些更高的劑量，應配合需要實施對副作用的照護(care)。

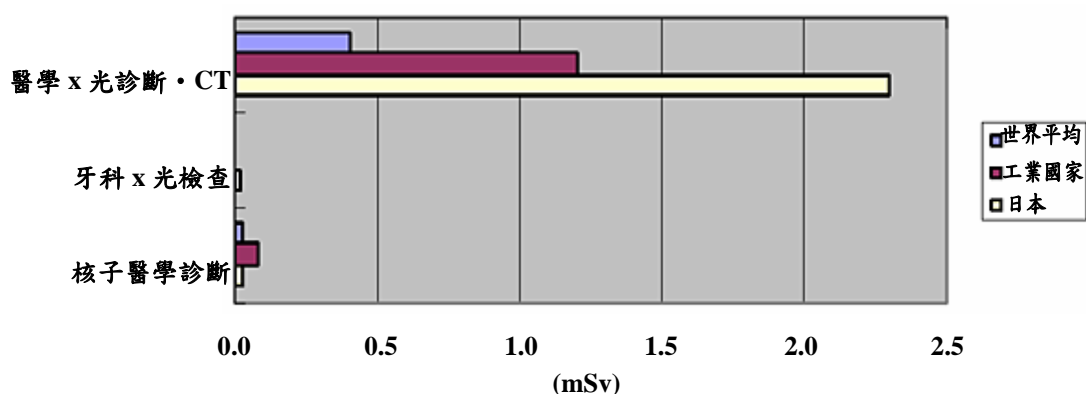


圖 1-5 個人的醫療曝露年有效劑量(mSv/年)比較(依據表 1-1 製成)

關於放射能：社會上，有時會聽到「曝露在放射能中」的表現。使用放射線作診療的醫療從事人員中，或許也有人無法明確區分放射線和放射能。

所謂的放射能，是指原子(更正確地說，為原子核)放出放射線的性質。簡單來說，是物質(放射性醫藥品等)放出帶有的放射線的能力。為表示物質的性質，以「有放射能、無放射能」表示，關於放出放射線的能力，以「放射活度強、放射活度弱」表現。放射活度的強度，以 Bq(becquerel) 作為單位表示。

另外，在事故中帶有放射能的物質(放射性物質)從容器、設施洩漏到周圍，會從那個物質附著的地方放出放射線。這種情況一般稱為「放射能洩漏」或「放射能污染」。而身體表面附著放射性物質稱為「體表污染(身體污染)」。全都是表示關於帶有放射能物質的行為。

我們可能會曝露於「帶有放射能物質放出的放射線」，但不會「受放射能曝露」。

表 1-2 主要 X 光診斷的有效劑量(mSv/檢查)

	診斷部位	有效劑量(mSv/檢查)	
		男性	女性
一般 X 光診斷	頭部	0.1	0.1
	胸部	0.06	0.06
	上消化道	8.00	7.00
	灌腸	6.00	8.00
X 光 CT 檢查	頭部	0.48	0.49
	胸部	8.63	8.58
	上腹部	9.00	9.00
	下腹部	3.60	7.10
集團檢診	胃部	0.6	
	胸部(間接攝影)	0.05	

攝影件數：一般 X 光診斷(1986 年) 約 1 億 4000 萬件
 X 光 CT(1989 年) 約 1200 萬件
 胃集團檢診(1991 年) 約 780 萬件
 胸部集團(1991 年) 約 2500 萬件

(來源：針對護理師的輻射醫療(放射線医学総合研究所監修,朝倉書店,2002))

職業曝露

從事放射線診療的醫師、醫事放射師、護理師等(這些統稱為「放射線業務從事人員」或是「放射線診療從事人員」。)在進行診療時會受到某程度的曝露。對放射線業務從事人員，劑量限度規定如表 1-3，實施曝露劑量管理。依據 2003 年度的報告(FB News No.335)，年曝露劑量醫師為 0.24 mSv，醫事放射師為 0.68 mSv，護理師為 0.12 mSv，皆少於天然輻射。

表 1-3 放射線業務從事人員的劑量限度

劑量限度的對象		劑量限度
有效劑量*1		100 mSv/5 年*3 50 mSv/1 年
等效劑量	水晶體	150 mSv/1 年
	皮膚	500 mSv/1 年
	妊娠中女性的腹部表面	2 mSv*2

*1 可能妊娠的女性為 3 個月 5 mSv

*2 確定妊娠到生產為止

*3 日本放射線障害防止法規定，放射線業務從事人員的劑量限度為每 5 年 100 mSv，4 月 1 日為始日，每 1 年 50 mSv。

輻射事故造成的曝露

所謂**輻射事故**，是指「因放射源控制失敗導致生命、健康以及財產直接或間接受害的事件」(IAEA Safety Standards Series No.32)。1999 年 JCO 事故、1986 年前蘇聯車諾比(Chernobyl)核電廠事故當然屬於輻射事故，而如果醫療設施用於放射線治療的銫(Cs-137)針等密封射源遺失，這也屬於輻射事故。

• 核能設施事故的程度

在核電廠等核能設施發生事故或是使用核能導致發生事故，依據以下 3 個觀點，設施外的受害程度、設施工作人員的受害程度、關於核能設施安全性問題，製成的「**國際核能事件分級表(INES)**」8 個等級進行評估。我們可以依據這個設定的階級來了解事故的嚴重度。前述 JCO 事故是 4 級，車諾比核電廠事故被評為最嚴重事故的 7 級。

表 1-4 國際核能事件分級表(INES)

7 級(level 7)	特大事故(嚴重事故)
6 級(level 6)	重大事故
5 級(level 5)	具有場外風險的事故
4 級(level 4)	場外無顯著風險的事故
3 級(level 3)	嚴重異常事件
2 級(level 2)	異常事件
1 級(level 1)	脫軌
0 級(level 0)	標準以下

• 輻射事故造成曝露的特徵(可能性)

核能設施等發生事故時，因事故造成的曝露有以下特徵。

- ① 受災工作人員有複數人
- ② 受災工作人員全身或是局部發生過量曝露
- ③ 受災工作人員除了體外曝露，也發生體內曝露和體表污染
- ④ 受災工作人員的身體嚴重受傷(事故造成的外傷)
- ⑤ 周邊居民多人受害

- ⑥避難居民發生體外曝露
- ⑦避難居民發生體表污染
- ⑧其他

• **對輻射事故造成曝露的應對**

在哪裡治療，何者應該優先治療的決定，依傷害的嚴重程度、曝露劑量、體表污染程度，以及需要醫療處置的受災者人數而有差異。

另外，發生輻射事故時，在事故現場，受到超過前述劑量限度的曝露時，或是傷口受到污染時，除了進行必要的診療和處置，也必須向所屬勞働基準監督署報告。

1.3 何謂緊急曝露醫療對象

緊急曝露醫療對象是指以下所述情況的人。

- ①輻射事故中受污染、曝露，或是懷疑受到污染或曝露的人。
- ②輻射事故中受污染、曝露，或是懷疑受到污染或曝露，並且有傷口、熱灼傷、骨折、挫傷等合併損傷，或是腦血管障礙、急性心肌梗塞等緊急傷病的人。

亦即與一般醫療最大的不同點在於**有污染或是曝露**的放射學條件或問題。依治療的必要性可分為如下。其中也包含擔心污染或曝露而需要說明的人。

- ①需要立即治療的人。
- ②不需要立即治療，但是需要長期接受醫學追蹤(follow-up)的人。
- ③不需要治療，但是需要醫學說明的人。

一方面，把對象分為現場的工作人員和一般居民，可以整理如下。

①處理輻射或放射性物質的現場工作人員：

許多輻射事故中直接受牽連的是工作人員。因此，**受到嚴重曝露或是污染的人主要是現場的工作人員。**

②一般居民：

依據輻射事故的規模或內容，有時需要針對一般居民的對策，不過通常是不會有重大曝露。但是，在不知情之下將強烈放射源拿走(下述(C, D))曾經造成重大曝露。另外，對於因不安而引發混亂的人們可能也需要適當應對。(下述(B))。

- (A) 車諾比(Chernobyl)事故中，需要對多數居民採取放射線防護對策。但是幾乎沒有居民因污染或是曝露緊急住院診療(參考 p74 「車諾比型爐心熔毀事故」)。
- (B) 三哩島(Three Mile Island)事故中，不需要對居民採取放射線防護對策，但是因為各種消息紛亂複雜引發居民混亂，使醫療機關湧現人潮造成騷動。(參考 p78 「三哩島型氣體釋出事故」)。
- (C) 像巴西戈亞納(Goiania)事故這樣，廢棄的放射源被居民拿走，造成居民多人受到污染，也有人因而死亡。(參考p103 「癌病治療射源竊盜/遺失事故」)。
- (D) 1970年代頻繁發生的非破壞性檢測用射源(用於工業檢測的密封放射源)由於管理不當，撿到那些射源的人因而受到曝露。(參考 p107 「非破壞性檢測用射源竊盜/遺失事故」)。

一般居民遇到的輻射事故，最常想到的是上述(A)那樣的核能災害，但是實際上如(C)或(D)和核能無關的範圍或區域也發生許多輻射事故。

1.4 受曝露的病人導致醫療工作人員的曝露

醫療工作人員的二次曝露

在核能設施發生的事故中，病人(受曝露的工作人員、居民)會發生體表污染因此，進行醫療處置的醫療工作人員可能會受到由病人身上的放射性物質造成的二次曝露，以及那些放射性物質引起的二次體表污染或體內曝露。

但是，跟因事故直接受到輻射曝露的受災者及其放射性物質造成的污染相比，醫療設施相關工作人員受到的二次曝露或體表污染可謂輕微。不過，事故發生時的醫療處置通常都在不處理放射性物質的設施內進行，而且，即使只是輕微曝露，盡可能減少不必要的曝露乃是醫療的基本防護準則。關於降低體外曝露、防止污染擴大對策，請參閱第2章「曝露醫療的基本手法」。

體表污染病人導致醫療工作人員的曝露

● 二次體外曝露

為受污染的病人進行醫療處置時，由附著於病人體表的放射性物質散發的放射線會導致醫療工作人員微量的二次曝露。關於核災中可能導致病人體表污染的核種(放射性物質的種類)，鈷-60(Co-60)、碘-131(I-131)、銫-137(Cs-137)，假設病人有 1 MBq 的體表污染，距離病人 30cm 連續 3 小時進行醫療處置的醫療工作人員受曝露的劑量顯示於表 1-5 左欄。同樣地，假設距離體內攝入 1 MBq 放射性物質的病人 30cm，1 天 8 小時，持續兩週進行醫療處置時，受曝露的劑量顯示於表 1-5 右欄。

考慮實際進行醫療處置的時間，預測實際數值會比此表所示數值還小，為污染病人進行醫療處置導致醫療工作人員的二次體外曝露，幾乎不會造成問題。

表 1-5 為體表污染或體內曝露病人進行醫療處置導致醫療工作人員的曝露 (推測值)

核種	由體表污染 1 MBq 的病人造成的曝露劑量(μSv) ^{*1}	由體內曝露 1 MBq 的病人造成的曝露劑量(μSv) ^{*2}
鈷-60(⁶⁰ Co)	11.7	29
碘-131(¹³¹ I)	2.16	10
銫-137(¹³⁷ Cs)	3.3	15

*1 假設距離病人 30cm，連續 3 小時進行醫療處置。

如果在病人體表 50cm x 50cm 的面積上，發生 400 Bq/cm²(從放射線管理區域攜出物品時的污染標準的 100 倍)的污染時，病人本身的皮膚每小時約受到 0.4~0.5 mGy 的劑量。

*2 假設距離病人 30cm，1 天 8 小時，連續兩週進行醫療處置。

病人本身會產生約 3~20 mSv 的體內曝露。

● 二次體表污染、體內曝露

為體表污染病人進行醫療處置時，需要穿防護衣及戴手套等基本的防止污染對策。詳述於第 2 章，然而即使有這樣的防護對策，還是可能對醫療工作人員造成些微的體表污染。這時，為了不讓附著體表的放射性物質經口攝入體內，進行醫療處置的區域內禁止飲食・吸煙，可有效做到對醫療工作人員體內曝露的防護。

附著於手指等處的放射性物質，需要立即除污。但是，即使產生的體表污染相當於從放射線管制區域攜出物品時的污染標準 4 Bq/cm²，如表 1-6 所示，導致醫療工作人員的皮膚曝露是非常些微。因此，無須特別擔憂因實行醫療處置導致醫療工作人員由體表污染而產生的體外曝露。

表 1-6 皮膚附著放射性物質密度 4 Bq/cm²*3 時導致皮膚的吸收劑量率

鈷-60(⁶⁰ Co)	約 4 $\mu\text{Gy/h}$
碘-131(¹³¹ I)	約 5 $\mu\text{Gy/h}$
銫-137(¹³⁷ Cs)	約 5 $\mu\text{Gy/h}$

※以同位素協會所編的同位素手冊第 10 版為基準計算

*3 相當於從放射線管理區域攜出物品時的污染標準 4 Bq/cm²。

隨著醫療處置產生的放射性物質污染過的紗布(gauze)等，也可能是造成二次體表污染、體內曝露，以及體外曝露的原因。但是，只要將這些醫療廢棄物確實裝進乙烯基塑膠(vinyl)袋子裡做好管理，即可充分防止二次體表污染和體內曝露而且這些廢棄物導致的二次體外曝露也很少。

【下期待續】