

■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

### ▲103年第1次「輻射防護專業測驗」及「輻射安全證書測驗」公告

(原能會訊)

103年第1次「輻射防護專業測驗」及「操作人員輻射安全證書測驗」，定於103年5月10日舉行，報名日期為103年2月24日至3月10日，相關事項請連結行政院原子能委員會網站查詢。詳閱公告。

### ▲假日總動員-核一廠不預警演習

(原能會訊)

102年12月1日(星期日)上午8時，行政院原子能委員會至核一廠執行不預警演習視察，下達臨時狀況，假設發生地震與海嘯，要求核一廠執行搶救演練，測試核電廠假日時之應變能力。

不預警演習視察由核能技術處徐明德處長率領12位視察員共同執行，為檢驗核電廠總體檢強化改善結果，特以日本福島核災情境為劇本，驗證核一廠斷然處置措施。演練過程雖發現數項缺失，惟大致上符合緊急應變程序書相關之規定，並能展現專業能力與平時訓練成果，整體情況良好。

本次演習假想台灣因颱風導致土石流及豪大雨，嚴重水患使得公路坍方，大量雜木漂流到電廠外海，隨後又發生強烈地震，造成複合式重大災害，引發核能一廠核子事故，演習過程由值班經理啟動緊急應變動員機制，在不影響機組正常運作下，由二值(08:00~16:00)上班人員執行，一值人員加班2小時維持機組正常運作，演練項目包括(1)斷然處置第一階段列置；(2)緊急應變組織動員及成立；(3)技術支援中心作業；(4)機組運轉及事故處理；(5)作業支援中心作業；(6)緊急再入搶修作業；(7)救護去污及送醫作業；(8)廠房/廠區輻射偵測作業；(9)緊急民眾資訊中心作業；(10)嚴重核子事故演練。

徐處長表示，原能會過去也執行過核電廠夜間不預警演習之視察，僅以緊急應變人員動員和編組之測試為主，但本次演習過程係原能會首度以不預警方式實施動員和緊急狀況處理之應變演練，並選擇於假日上午開始執行，目的是測試核電廠假日時留廠人員較少之應變能力，以及假日交通狀況對人員動員之影響。視察過程雖發現數項缺失，惟大致上符合緊急應變程序書相關之規定，並能展現專業能力與平時訓練之成果，核一廠緊急應變人員總計動員超過 400 人亦全力投入，整體情況良好；演習結束後，視察員與參演人員共同參加演習後檢討會議，本次視察發現將發函台電公司要求改善，原能會將持續追蹤電廠後續辦理情形。

### ▲原能會至台塑麥寮工業園區進行輻射安全管制參訪及座談

(原能會訊)

與台塑集團總管理處暨六輕園區業者(含承攬商)進行輻射安全管理經驗分享及業務交流，並現場參訪台朔重工輻射照射室，以瞭解第二類輻射源的保安措施，另赴台塑石化煉一廠參觀槽體液位計的輻射源運用及輻防管理，最後至消防隊參觀各項救火設施，並聽取「六輕廠區火災事故輻射源防護緊急應變」之簡報。參訪後另與相關業者進行交流座談及輻射安全管制作為之宣傳。本次參訪及座談的目的是希望藉由雙向溝通，瞭解業者所面臨的問題及本會所能提供之協助；未來期盼該公司環安衛部門強化自主管理，並與原能會保持良好互動，以期共同提昇廠內工作人員及環境之輻射安全。

### ▲臺北市政府 103 年度「119 防災宣導活動」-核安防護報吼哩哉

(原能會訊)

爲了強化民眾正確的核子事故緊急應變防護觀念，並推廣核安知識，原能會配合臺北市政府於 103 年 1 月 18 日假臺北車站中庭廣場辦理「119 防災宣導活動」，以「核安防護報吼哩哉」主題設攤，現場架設可愛的原子能寶寶吸引各年齡層的民眾光臨攤位，活動進行時，發放「核子事故發生時怎麼辦？」文宣資料供民眾閱讀，並透過射飛鏢隨機選擇有獎問答题目，以寓教於樂的方式提升民眾核子事故緊急應變防護知識。

參與活動的民眾約 500 人，主要傳達有關民眾核子事故緊急應變防護行動資訊，並由本會人員針對核子事故警報發放、執行掩蔽、碘片服用及疏散等內容進行講解。本會人員親切解說且積極地與民眾互動，現場民眾參與踴躍，父母亦與孩童共同學習核安知識，讓參與者感受溫馨歡樂外，更多了核安知識的學習。

## □會議訓練報導

【新書介紹】游離輻射防護與法規 李境和博士著

「游離輻射防護與法規」一書於民國103年(2014)元月由財團法人中華民國輻射防護協會正式出版，全書計12章，共484頁，定價480元。對於想要熟悉輻射防護專業知識，了解我國輻射防護法規管理的人員，這是一本相當值得參考的好書。

本書架構分專業與法規二部分，前七章為輻射防護專業知識，第八章後則為法令。章節的內容包含有：(1)基礎放射物理，(2)輻射與物質作用，(3)輻射劑量學，(4)輻射生物效應，(5)輻射度量，(6)輻射安全導則，(7)輻射防護，(8)游離輻射防護法及其施行細則，(9)游離輻射防護安全標準，(10)放射性物質安全運送規則，(11)放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法，(12)其他相關游離輻射防護法規等12章，其內容有輻射防護與法令的理論與實務，論述範圍完整。此外，作者也詳加整理原子能委員會97年至101年間，有關輻防師、輻防員與輻射安全證書的專業與法令考題，加以整編為本書各章節的習題，使內容更加豐富與實用，讓讀者更容易自我練習。

「游離輻射防護與法規」一書，不僅可以做為我國放射師、輻射防護專業人員證書、運轉人員證書與輻射安全證書的應考人員之重要參考書，也可做為輻射防護有關課程的大學用書。本書作者李境和博士從行政院原子能委員會放射性物料管理局退休後，現任教於義守大學醫學影像暨放射科學系，作者在輻射防護的理論、實務與法規管制都有相當的經驗，這本書的出版相信是許多人期待已久的，輻射防護協會十分榮幸能出版此書，更推薦此書給輻射防護領域的前輩朋友們，希望所有研讀此書的人員都能從中獲得對自己有用的知識。



▲103 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)	A2-- 2 月 11 日~18 日	(新竹) 帝國經貿大樓	
	36 小時許可類設備	A3-- 7 月 22 日~29 日	(新竹) 帝國經貿大樓	
		A4-- 8 月 12 日~19 日	(高雄) 輻射偵測中心	
		B3-- 02 月 19 日~21 日	(新竹) 帝國經貿大樓	
	(B 組)	18 小時登記備查類設備	B4-- 03 月 12 日~14 日	(高雄) 輻射偵測中心
			B5-- 03 月 19 日~21 日	(台北) 建國大樓
			B6-- 04 月 09 日~11 日	(台中) 文化大學推廣部
			B7-- 04 月 16 日~18 日	(新竹) 帝國經貿大樓
			B8-- 05 月 07 日~09 日	(台北) 建國大樓
			B9-- 05 月 14 日~16 日	(高雄) 輻射偵測中心
			B10-- 06 月 11 日~13 日	(新竹) 帝國經貿大樓
			B11-- 06 月 18 日~20 日	(台中) 文化大學推廣部
			B12-- 07 月 02 日~04 日	(台北) 建國大樓
			B13-- 07 月 16 日~18 日	(高雄) 輻射偵測中心
			B14-- 08 月 20 日~22 日	(新竹) 帝國經貿大樓
			B15-- 08 月 27 日~29 日	(台北) 建國大樓
			B16-- 09 月 03 日~05 日	(台中) 文化大學推廣部
			B17-- 09 月 17 日~19 日	(高雄) 輻射偵測中心
			B18-- 10 月 15 日~17 日	(台北) 建國大樓
B19-- 10 月 22 日~24 日			(新竹) 帝國經貿大樓	
輻射防護繼續教育訓練班		3 月 27 日--- 3 小時	台北	
		4 月 08 日--- 3 小時	新竹	
		4 月 24 日--- 3 小時	高雄	
		5 月 06 日--- 3 小時	台中	
		4 月 15 日--- 6 小時	台北	

		5月20日---6小時	新竹
		5月29日---6小時	高雄
鋼鐵建材輻射偵檢人員訓練班		鋼--3月25日~26日	(新竹)帝國經貿大樓
		鋼--4月22日~23日	高雄
射防護專業人員訓練班	輻射防護師(12小時) 輻射防護員(108小時)	進階 17 2月25日~27日(進階 17-1) 3月04日~06日(進階 17-2)	(新竹)帝國經貿大樓
		員 25 期 第一階段—7月07日~11日 第二階段—7月14日~18日 第三階段—8月04日~08日 第四階段—8月11日~14日 進階 18 8月26日~29日(進階 18-1) 9月01日~02日(進階 18-2)	

## □ 專題報導

### ▲核能事故緊急曝露醫療【接續 124 期】

(國泰綜合醫院 杜慶燻理事長譯)

#### • 急救醫療的重點

- ①重症體外曝露的鑑別：從事故現場送來的病人，初診時有噁心、嘔吐、腹瀉症狀的人疑患**重症體外曝露**。⇒止吐劑(kytril)對於噁心想吐有某程度的效用(進入潛伏期後噁心感會自然消失)。打點滴，轉送到可治療急性放射線症候群的醫院(參考簡訊第 121 期「高劑量全身曝露/急性放射線症候群的應對」)。
- ②皮膚初期紅斑的確認：確認**皮膚發紅**(初期紅斑)的部位和範圍。發紅是**暫時性的**，初診時需要紀錄。⇒潛伏期之後，發展成輻射熱灼傷，損傷面積攸關生命預測(參考簡訊第 122 期「輻射線皮膚損傷的治療」)。
- ③確認唾液腺有無腫脹。
- ④為了測定白血球組織抗原分型(HLA typing)在早期進行抽血，開始找造血幹細胞的捐贈者。

## • 放射線管理的重點

- ①原則上事故現場的核種不會造成體內污染或皮膚污染，所以不需除污。
- ②但是，經由放射化產生的鈉(Natrium)(Na-24)，存在於體內、血液、汗、便，尿中，及嘔吐物，足以使輻射偵測器(survey meter)發生反應，所以定期實施防止污染擴大措施。
- ③鈉(Natrium)(Na-24)不足以成為對急救人員或醫院工作人員的健康產生影響的量，而且鈉(Natrium)(Na-24)半衰期短，幾天後會消失。
- ④可以從放射化物品推測曝露劑量。除了血液中的鈉(Natrium)(Na-24)，身上戴的金屬製品，手機電池(battery)裡金屬的放射化也可以檢測，所以應該保留不要丟棄。

## • 應對居民的重點

JCO 事故中，雖然 3 位工作人員以外的人不會因為放射線對健康造成直接傷害，但是周邊居民經歷過強烈不安是肯定的，2004 年現在，以減輕不安為主要目的之一，周邊居民的健康診斷持續進行中。

### 3.1.4 管理區內的污染事故

#### • 管理區內的污染事故之假定

日本的核能發電廠，大約 1 年 1 次停止運轉，進行核能反應爐和汽輪機(turbine)的保養檢查(定期檢查)。本項目之假定不是相當於核災的事故(前述的車諾比(Chernobyl)型爐心熔毀事故或三哩島(Three Mile Island)式氣體釋出事故)，而是在定期檢查中發生的勞災事故。

#### • 管理區內的污染事故之特徵

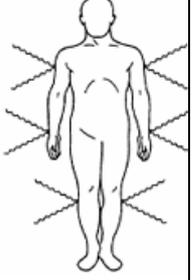
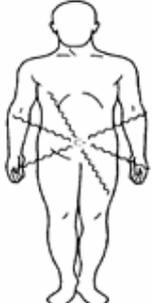
定期檢查中的核能發電廠，進行作業的地方會是含高輻射源的環境。作業人員依污染程度穿戴手套、保護衣、口罩(mask)等進行作業。作業中發生勞災(跌倒、缺氧等)時，可能會造成放射性物質引起的污染。但是，不同於工業設施的事故，原則上不會發生影響身體的體外曝露。

從核能發電廠運送病人往醫療機關時，由於輻射管理人員和病人同行，比較可以掌握核種、污染部位、污染程度等狀況。

#### • 受災者類型

定期檢查中在核電廠作業時假定的污染事故示例及其污染型態、核種、以及劑量評估方法、治療概要顯示於表 3-4。

表 3-4 定期檢查中核能發電廠假定的污染事故受災者類型

假定事故	污染型態	主要污染核種	劑量評估方法	治療概要
作業失誤造成身體損傷	傷口污染 	鈷-60 (cobalt, Co-60)	蓋革氏偵檢器 (Geiger-Mueller survey meter) NaI(Tl)閃爍式全身計數器 (NaI(Tl) scintillation whole body counter)	以生理食鹽水清洗 局部麻醉、沖刷(brushing)
作業中因缺氧等原因昏倒	身體污染 	鈷-60	蓋革氏偵檢器	使用水或除污劑(橘子油 (orange oil)) 擦除
防護口罩(mask)的脫落等，吸入微量放射性物質	體內污染(曝露) 	鈷-60	鼻腔抹片(smear) (swab) 蓋革氏偵檢器 全身計數器	醫師的諮詢服務(counseling)

• 急救醫療的重點

- 1) 造成身體污染的放射性物質是，反應爐運轉中的中子造成的放射化鈷-60 (cobalt, Co-60)、錳-54(manganese, Mn-54)等。不會被銫-137(caesium, Cs-137)、銦-92 (strontium, Sr-92)、碘-131(iodine-131)等核分裂生成物質污染。
- 2) 醫療機關接納病人的準備
  - ① 處置室的防止污染擴大措施  
處置室的地板、診療檯，用乙烯基塑膠膜(vinyl sheet)等物覆蓋。

②醫療從事人員的防護衣

穿戴拋棄式(disposable)手術衣、手套、鞋套(over shoes)等(參考 p24 「個人防護裝備的原則」圖 2-2)。

③個人劑量計

病人身上的放射性物質導致醫療從事人員二次曝露的劑量非常低(以劑量計也無法檢測到的低劑量程度)，但是為了慎重起見須佩帶。

3) 污染的測量和體外曝露的評估

①身體污染、傷口污染的測量

用蓋革氏偵檢器(Geiger-Mueller survey meter)測量污染部位、程度。

②體內污染的測量

進行口、鼻腔的抹片檢查(smear)(swab)(參考簡訊第 120 期「體內污染的評估方法」)。抹片檢查認為有污染，或是依事故情況認為可能有體內污染時，考慮到**體內污染(曝露)**，以全身計數器(whole body counter)評估劑量。

③體外曝露

用病人的附警報器(alarm)個人劑量計確認。定期檢查中發電廠內的空中劑量率低且受管理，即便有**體外曝露**劑量也非常低，不會超過法定劑量限度。

• 除污的重點

①脫衣

經由作業衣的脫衣，可以期待 90% 以上的除污效果。

②體表污染的除污

健全皮膚的污染(**身體污染**)，用水或除污劑(中性洗劑、橘子油(orange oil) 等)擦除。

③傷口污染的除污

傷口部位的污染(**傷口污染**)，用生理食鹽水洗去。依需要進行沖刷(brushing)。

• 應對居民的重點

①對設施外沒有影響，但是要以迅速、正確資訊告知外界。

②限制關於隱私(privacy)(受災者的姓名等)的公開。

③關於進行醫療處置的醫院設施，告知外界處置室等已回復到以前的狀態，不會妨礙一般診療的進行，不須擔心放射性物質。

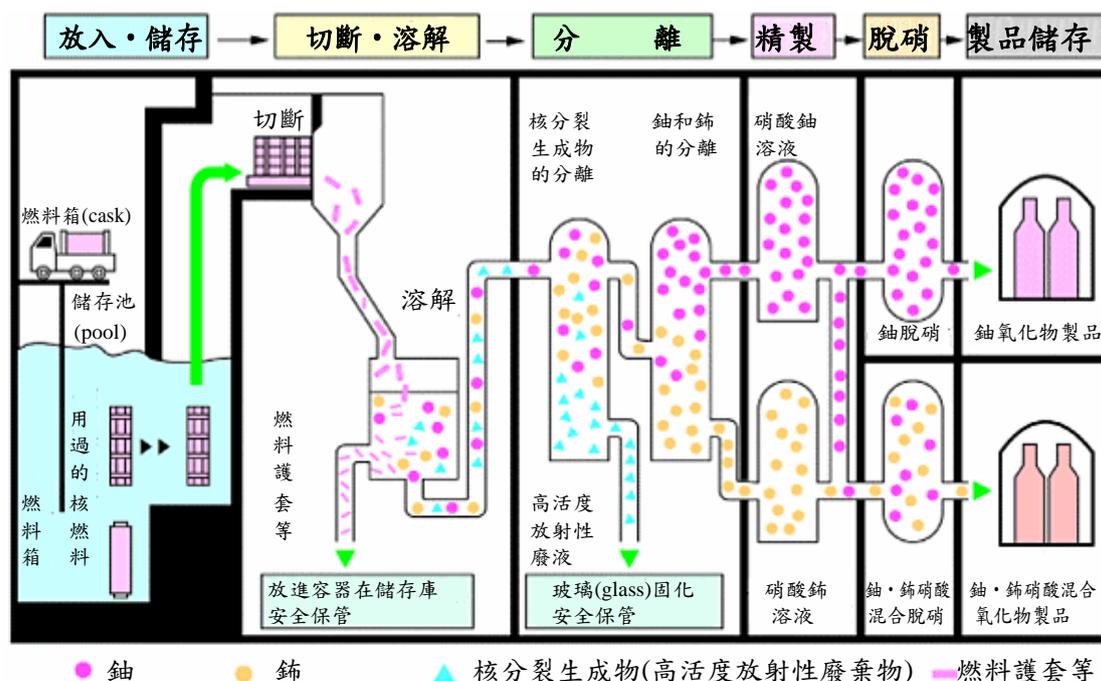
### 3.1.5 核燃料再處理設施的事故

#### • 再處理設施的事故例：Hanford 事故

1974 年 8 月 30 日，英國 Hanford 再處理設施發生銻-241(americiam, Am-241) 造成人體污染的事故。讓離子(ion)交換樹脂吸附高濃度的銻-241，放到管柱(column)容器裡，因為罷工(strike)就這樣放著不管，罷工結束後，為了抽出，注入硝酸時引起化學反應使管柱容器破裂。手套箱(glovebox)的玻璃(glass)窗碎片連同銻強硝酸溶液潑到正好盯著看的作業人員臉上。作業人員受傷後，立即送到 Hanford 的緊急醫療設施，臉部除污的同時以螯合劑(chelate)進行治療。

#### • 核燃料再處理設施的特徵

① 溶解核能發電廠用過的核燃料，製成新燃料的工廠(圖 3-6)。



(來源：「原子力・能量(energy)」圖畫集 2004-2005(財)日本原子力文化振興財團)

圖 3-6 再處理設施的概念圖(例)

- ② 不會發生如核反應爐那種核分裂反應的設計。
- ③ 不只  $\beta$ 、 $\gamma$  核種， $\alpha$  核種也存在。
- ④ 不只是一要對放射性物質的應對，也需要對硝酸等化學物質的應對(如化學熱灼傷)。

• 成為曝露醫療對象的事故模式(pattern)(受災類型)和急救醫療上的重點

- ①如表所示有很多模式，必須掌握受災類型和問題核種作應對(表 3-5)。
- ②最常見的模式是，帶有污染的外傷、熱灼傷、偶發性疾病。
- ③ $\beta$ 、 $\gamma$  核種有鈯(caesium, Cs)、鋇(strontium, Sr)、鈳(ruthenium, Ru)等。
- ④ $\alpha$  核種裡，會造成問題的有鈾(plutonium)、錒(amerium, Am)等。攝取 $\alpha$  核種時，必須在早期投與螯合劑(chelate)(參考簡訊第 121 期「體內污染去除劑的使用方法」)。
- ⑤同時發生硝酸等造成的化學熱灼傷時，在早期沖水冷卻。認為傷口部位有 $\alpha$  核種時使用添加螯合劑的生理食鹽水清洗。 $\alpha$  核種從熱灼傷面被吸收時，必須投與螯合劑(參考簡訊第 121 期「體內污染去除劑的使用方法」)。
- ⑥懷疑氣管熱灼傷時，必須在早期移送至集中治療室。進行收容區域的準備。人工呼吸器需要污染管理，但是經由病人呼氣造成空氣污染的可能性很低。

• 除污的重點

- ①存在的核種依設施工程而有異，受哪一種核種的污染可由設施提供的資訊作確認。
- ②同時存在於污染部位的酸、鹼(alkali)、有機溶劑等化學物質也依設施提供的資訊作確認。
- ③使用的偵測器依核種的種類而有異。(參考簡訊第 123 期「輻射偵測器(survey meter) 的實際使用方法」)
- ④化學熱灼傷時，首先在早期沖水冷卻。劑量測量在水分充分擦除後進行，認為有 $\alpha$  核種時使用添加螯合劑的生理食鹽水清洗。

• 應對居民的重點

設施內發生污染事故，由於設施有保持空氣流通的多重構造，因此影響到周邊環境的可能性極低。但是，公開正確的資訊(data)等考量到周邊居民的不安是很重要的。

表 3-5 受災類型和問題核種

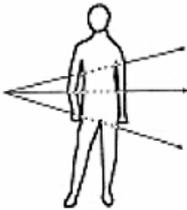
事故類型	受災內容	主要問題核種	主要劑量評估方法	治療概要
(A) 管理區域內的偶發性外傷及疾病的發生	皮膚污染、傷口污染 <small>傷口受污染</small> 	為所有的核種，但是大多不會造成重大曝露	輻射偵測器 (survey meter) 傷口監測器 (wound monitor)	實施防止污染擴大後進行一般治療。大部分情況污染量少不會對人體造成影響。
(B) 跌落燃料儲存池(pool)	皮膚污染。肺部及消化道因吸飲儲存池的水攝取核種。(在燃料的正上方為體外曝露)	鈷-60(cobalt, Co-60) 錳-54(manganese, Mn-54) 氚(tritium, T)	輻射偵測器 全身計數器 (whole body counter)	溺水治療。誤飲量不會達到年攝取限度。(但是在燃料附近會造成體外曝露)
(C) 空氣污染防護口罩(mask)脫落	吸入攝取 	鈾(plutonium, Pu) 銻-241(americium, Am-241)	輻射偵測器 全身計數器 肺部監測器 生物鑑定 (bioassay) (尿、糞)	$\alpha$ 核種時，也可能會稍微超過年劑量限度。如果狀況不明，先吸入螯合劑(chelate)。
(D) 檢體分析時在手套箱(glove box)的針刺外傷	傷口污染 <small>手套箱內的針刺或手的外傷</small> 	鈾 銻-241	輻射偵測器 生物鑑定 (尿、糞)	$\alpha$ 核種時，以螯合劑清洗。(在不留下機能障礙的範圍內切除)
(E) jug(檢體氣送容器)停止或進入高劑量區造成體外曝露	體外曝露 	沒有污染	個人劑量計 玻璃佩章 (glass badge)	急性放射線症候群的鑑別(急性症狀、淋巴球數(lymph))與治療

表 3-5 受災類型和問題核種(續)

事故類型	受災內容	主要問題核種	主要劑量評估方法	治療概要
(F) 硝酸/有機溶劑噴出造成化學熱灼傷	嚴重皮膚、氣管熱灼傷 熱灼傷面吸收放射性物質吸入攝取	鈾-239(plutonium-239)、 銻-241、 鈦-106 (ruthenium, Ru-106) 銻-90(strontium-90)、 銫-137(caesium-137)	輻射偵測器 全身計數器 肺部監測器 生物鑑定(尿、糞)	熱灼傷冷卻/急救處理 ICU 管理、人工呼吸器線路的污染管理、螯合劑投與
(G) 硝酸/有機溶劑的激烈反應或火災	建物內充滿放射性氣體(gas)造成體外曝露及體內曝露	鈦(ruthenium, Ru) - 銻-106(rhodium-106)、 銫-鋇-137 (caesium-barium-137)、 鈾	輻射偵測器 全身計數器 肺部監測器 生物鑑定(尿、糞)	熱灼傷、氣管熱灼傷(同上)的管理 吸入 $\alpha$ 核種時，投與螯合劑。

其他，臨界事故(參考簡訊第 124 期「核燃料工廠的臨界事故」)視為事故類型。

## 3.2 放射線利用設施的事故

### 3.2.1 醫療設施的曝露事故

#### • 醫院的放射線機器

醫院使用的放射線機器可分為放射線診斷型機器和放射線治療型機器。診斷型機器有進行一般攝影的 X 光攝影裝置，進行鋇劑(barium, Ba)造影或血管造影等的 X 光透視裝置或 CT 等從體外照射 X 光的裝置和骨骼掃描(bone scintigram)、PET(positron emission tomogram)等投與放射性同位元素到體內，檢查其分布的核子醫學檢查。

另一方面，治療型機器也有複數裝置。從體外照射放射線的裝置有直線加速器(Linear Accelerator)、電子迴旋直線加速器(Microtron)等使用加速器從體外照射放射線的放射線治療裝置和這些被開發以前主要使用的鈷-60(cobalt, Co-60)放射線治療裝置(在特殊的設施，也有質子線治療設施、重離子治療設施等)。此外，還有使用鈷-60 (cobalt, Co-60)的腦部定位照射專用裝置伽瑪刀( $\gamma$ -knife)。

另外，直接或間接在體內置入放射源從體內照射放射線的方法稱作近接治療(brachytherapy)。近接治療中，使用銥-192(iridium, Ir-192)、鈷-60 (cobalt, Co-60)等密封射源遙控後荷式放射線治療裝置(RALS: Remote After Loading System)，或是將用於舌癌之類的全-198(Au-198)、用於前列腺癌治療的碘-125(I-125)等直接植入體內。應用在放射線治療的放射線很多比診斷型機器的放射線複雜，對人體的效應也很大，因此必須謹慎使用。

【下期待續】