

# 輻射防護簡訊 124

中華民國102年12月1日

■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

### ▲102年第2次「輻射防護專業測驗」及「輻射安全證書測驗」成績統計結果 (原能會訊)

行政院原子能委員會委託元培科技大學辦理 102 年第 2 次「輻射防護專業測驗」及「輻射安全證書測驗」，業已於 102 年 10 月 26 日測驗完畢，並於 11 月 25 日於行政院原子能委員會網站 ([www.aec.gov.tw](http://www.aec.gov.tw)) 公布及格人員名單及寄發成績單。

本次報考各項測驗的人數計有：輻射防護師 307 人、輻射防護員 172 人及輻射安全證書 396 人；另各項測驗的及格人數計有：輻射防護師 53 人、輻射防護員 41 人及輻射安全證書 274 人；統計本次各項測驗的及格率分別為：輻射防護師 21.5%、輻射防護員 28.9%及輻射安全證書 72.7%。(詳細統計資料如附表)

另預計 103 年第 1 次「輻射防護專業測驗」及「輻射安全證書測驗」，預計於 103 年 5 月第一周辦理，測驗相關最新訊息與公告，請於測驗前三個月連結行政院原子能委員會網站查詢。

102 年第 2 次「輻射防護專業測驗」及「輻射安全證書測驗」成績統計表

|        | 報名人數 | 到考人數 | 及格人數 | 及格率(%)<br>(及格人數 / 到考人數) |
|--------|------|------|------|-------------------------|
| 輻射防護師  | 307  | 246  | 53   | 21.5%                   |
| 輻射防護員  | 172  | 142  | 41   | 28.9 %                  |
| 輻射安全證書 | 396  | 377  | 274  | 72.7%                   |

□會議訓練報導

▲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)<br>36 小時許可類設備   | A1-- 1 月 15 日~ 22 日   | (高雄) 輻射偵測中心  |
|                        |                       | A2-- 2 月 11 日~ 18 日   | (新竹) 帝國經貿大樓  |
|                        |                       | 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  |
|                        | (B 組)<br>18 小時登記備查類設備 | B1-- 01 月 08 日~ 10 日  | (台北) 建國大樓    |
|                        |                       | B2-- 01 月 22 日~ 24 日  | (台中) 文化大學推廣部 |
|                        |                       | B3-- 02 月 19 日~ 21 日  | (新竹) 帝國經貿大樓  |
|                        |                       | 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<br>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<br>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<br>人員訓練班    | 輻射防護師(14小時)<br>輻射防護員(108小時) | 進階 17<br>2月25日~27日(進階 17-1)<br>3月04日~06日(進階 17-2)<br><b>員 25 期</b><br>第一階段—7月07日~11日<br>第二階段—7月14日~18日<br>第三階段—8月04日~08日<br>第四階段—8月11日~14日<br><b>進階 18</b><br>8月26日~29日(進階 18-1)<br>9月01日~02日(進階 18-2) | (新竹)帝國經貿大樓 |

## ☐ 專題報導

### ▲核能事故緊急曝露醫療【接續 123 期】

(國泰綜合醫院 杜慶燾理事長譯)

#### 2.4.3 對污染地區旅客/經過事故現場的人的見解

輻射災害發生時，從醫學治療的觀點來看，會出現以下 3 類受災者。

- 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。

相當於①的人，除了發生急性輻射疾病的輻射高劑量(level)曝露者之外，即使沒有受到曝露，導致災害發生的原因所造成的熱灼傷・多發性骨折等急救病症病人。

相當於②的人，在災害現場活動的消防隊員或警方等，處理災害的初期應變人員(First Responder)，以及在災害現場附近高劑量輻射環境中長時間停留的人們。

③裡面很顯然不含①、②，但相當於所有訴說不安的人。污染地區旅客/經過事故現場的人基本上大部分都屬於③類。就算不需醫療處置，除去心理上的不安，尤其在輻射災害的情況下，不只為了個人，為了社會的安寧也是非常重要的事。

對於所有諮商者，無論受診理由，都應該試著判斷曝露程度。災害發生時，國家中央及地方應該指示一致的應對方針。有鑑於此，可以依如下所示應對。

- 了解曝露程度。
  - 「距離現場多近？」
  - 「在那之後，曝露的重要時期人在哪裡？」具體詢問。
- 透過問診，試著了解受診目的、對受診的期待、病人不安的性質。
- 明確傳達決定時間接著繼續進行追蹤。

## 第 3 章 輻射事故的特徵和醫療應對

### 3.1 核能反應爐及核能相關設施的事故

#### 3.1.1 車諾比(Chernobyl)型爐心熔毀事故

##### • 車諾比事故概要

1986年4月26日，位於前蘇聯烏克蘭(Ukraine)共和國的車諾比核電廠4號爐發生事故。這天打算進行實驗，只靠汽輪機(turbine)發電的慣性能產生多少電，實驗過程中切斷自動停止裝置，減少控制棒的數量，在反應爐不穩定的狀

況下停止汽輪機運轉，僅僅 30 秒間核能反應爐的輸出功率就高達額定輸出的 100 倍。結果發生蒸氣爆炸及氫氣爆炸，反應爐內的核分裂生成物大量飄散至環境中。另外，高溫的黑鉛引起大火，進行滅火的消防人員和工作人員受到大量輻射曝露，約 30 個人死亡。

### • 車諾比事故的特徵

①車諾比事故中，由於反應爐沒有密封構造，因此事故時釋放出大量放射性物質。

②日本核電廠反應爐的爐心構造，是以碳鋼製成堅固的密封構造，因此發展成車諾比式事故的可能性很小。

③車諾比事故可成為思考大型輻射災害對策時的參考。

### • 受災者類型

車諾比事故中，現場的工作人員以及滅火人員可能會因發生濃厚的放射性雲(plume)而導致全身體外曝露，被弄濕並且附著在體表的粒子灰塵造成的皮膚污染，以及放射性碘或放射性銫(cesium)的體內污染。

污染地區的居民可能發生放射性碘或放射性銫的體內污染。

清算工作人員<sup>(\*)</sup>，因反應爐內殘留核種，可能發生體外曝露或體內污染。

表 3-1 車諾比(Chernobyl)型事故的受災者類型

|                       | 主要影響                               | 主要核種                                     | 治療・對策               |
|-----------------------|------------------------------------|--|---------------------|
| 現場的滅火人員和發電廠工作人員       | 體外曝露(+++)<br>皮膚污染(+++)<br>體內污染(++) | 放射性情性氣體<br>I-131,I-133,<br>Cs-137,Cs-134 | 急性放射線症候群的治療・皮膚損傷的治療 |
| 周邊居民                  | 皮膚污染(-)~(+)<br>體內污染(-)~(+)         | I-131,Cs-137                             | 實施避難、食物限制<br>投與安定碘  |
| 清算工作人員 <sup>(*)</sup> | 體外曝露(+)<br>皮膚污染(+)<br>體內污染(+)      | I-131,Cs-137,<br>Sr-90,Pu-239            | 確保工作計劃上的安全          |

(\*)清算工作人員：事故後，長時間進行復原工作的工作人員。稱為 Liquidators。

## • 急救醫療的重點

- ① 重症體外曝露的鑑別：從事故現場直接送來的病人，初診時發生噁心、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 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 122 期「輻射線皮膚損傷的治療」)。
- ③ 外傷+曝露病人的處理：因閉鎖性創傷需要**動手術**時，48 小時內實施。⇒**白血球乾枯(depletion)**之後手術創傷無法癒合。

## • 除污的重點

- ① 目視確認：眼睛無法看到放射性物質，但是如果放射性物質大量存在，用眼睛看〔①衣物變色，②弄濕，③附著異物(液體、粉、金屬、粒子)〕或濕的部分懷疑有污染物。即使只是先除去這些東西，也可以大大**減低病人和醫療團隊受到二次曝露的風險**。除去金屬或粒子狀的異物時不可直接以手指碰觸，請務必使用長鑷子(pincettes)。
- ② 脫衣：急救優先於除污。但是，一邊進行檢傷分類(triage)、打點滴確保血管，同時**脫衣(剪開)**，兩件事平行處理。經由脫衣可除去**90 %的放射性物質**。
- ③ 打點滴部位：打點滴(血管注射)在**未受污染的皮膚**上進行。但是如果沒有適當的部位，以**酒精棉花充分擦拭**後在懷疑受污染的皮膚上進行(擦拭後殘留在皮膚上的污染已經黏住不易分離，從點滴傷口導致體內曝露(或污染)的可能性低)。

## • 應對居民的重點

- ① 引導避難：從放射性物質的放出量，氣象條件等決定避難規模和路徑。⇒**避開放射性雲(plume)**(包含放射性物質的氣流)的**通過地點**很重要。
- ② 投與安定碘：安定碘是為了保護甲狀腺吸收放射性碘的藥劑，特別是作為**對嬰·幼兒的對策**很重要。但是，有時有效率的避難較為有益。⇒在放射性雲通過地點以外的避難所進行發放。**避免為求碘劑擅自進入放射性雲裡面**。(參考簡訊 121 期「安定碘的投與方法」)
- ③ 放射性落塵(fallout)的處理：依放出源(事故現場)的狀況或事故後的氣象可能會落下**含放射性物質的雨或是塵狀物質**。受災居民的衣服或身體因此受污染的情況下，要儘可能在早期除污。⇒在 15 分鐘以內，經由脫衣

等方式除去污染可減低相當大的曝露風險。

- ④登記受災者：登記受災(避難)居民的姓名、狀況、醫療紀錄，對於事故後公共衛生學的追蹤觀察極重要。對事故後的疾病調查或受災者的社會保障是必須的。



圖 3-1 事故後的車諾比核能發電廠

### 3.1.2 三哩島(Three Mile Island)式氣體釋出事故

#### • 三哩島事故概要

1978年3月28日美國賓夕凡尼亞州(America Pennsylvania)三哩島核電廠2號爐(圖3-2)，因為許多因素(圖3-3~3-5)，導致爐心的冷卻水下降，爐心上部露出，爐內燃料融解。結果，放射性情性氣體、放射性碘等氣體釋放至大氣中。然而反應爐壓力容器堅固，沒有被破壞。

#### 1. 加壓水式反應爐構造

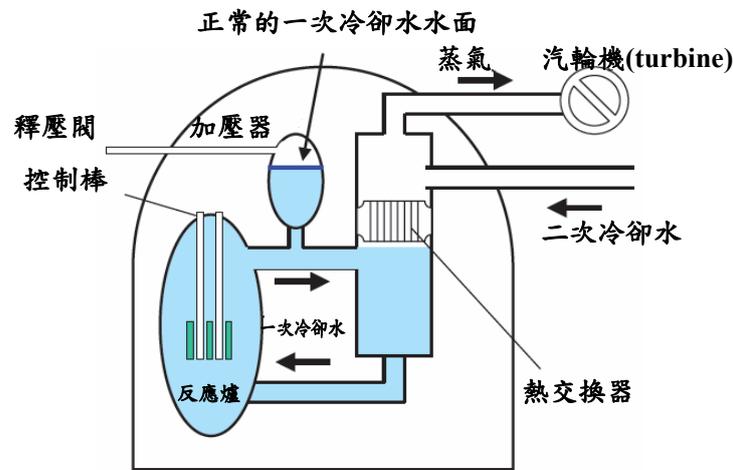


圖 3-2 加壓水式反應爐構造

#### 2. 二次冷卻水停止，釋壓閥閉鎖不全

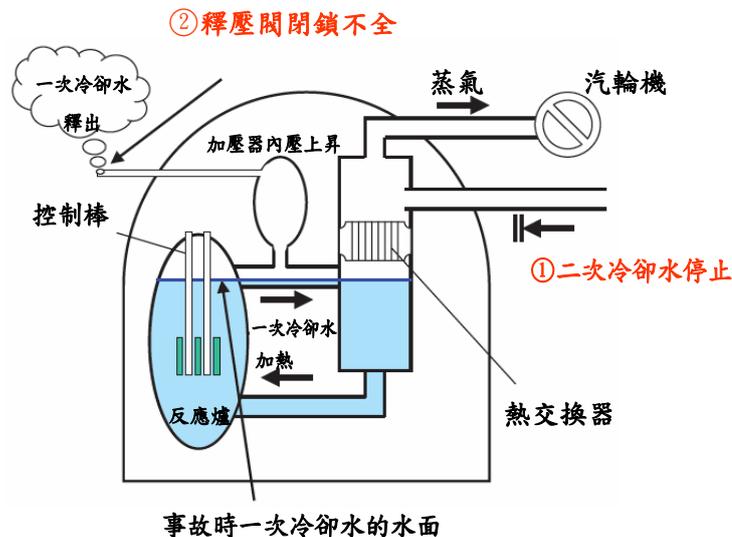


圖 3-3 二次冷卻水停止，釋壓閥閉鎖不全

### 3. 緊急爐心冷卻裝置運轉

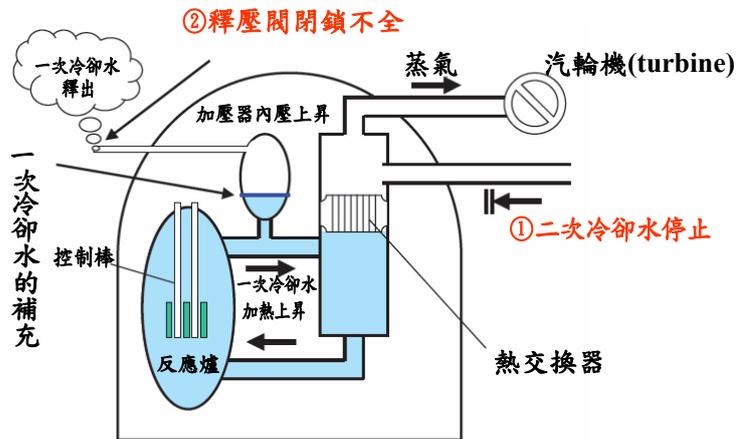


圖 3-4 緊急爐心冷卻裝置運轉

### 4. 冷卻水補充失誤

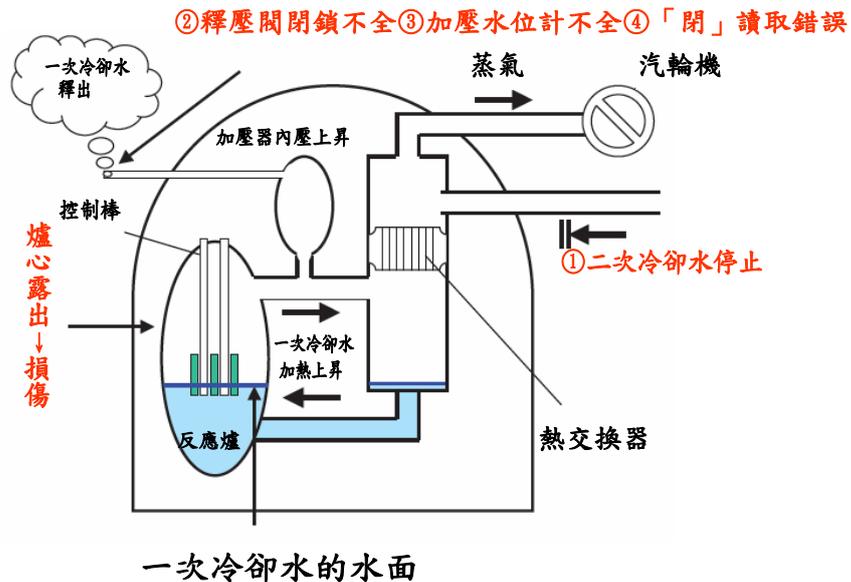


圖 3-5 一次冷卻水補充失誤

釋放出的氣體，很快地擴散到大氣中達到連檢測都困難的低程度(level)。沒有造成公眾健康問題上值得注意的曝露。

州長建議半徑 5 英里(mile)(8 km)以內的孕婦和嬰幼兒避難，結果包含這些以外的大部分居民也全數進行避難。資訊混亂和電話擁塞等也造成許多問題。

• **三哩島(Three Mile Island)事故特徵**

- ①三哩島核電廠的反應爐，爐心部分以壓力槽和圍阻體密封，和日本的核電廠相同。因此，日本的核能防災思維是由這個事故得到的教訓充分反應出來的結果。
- ②雖然放射性惰性氣體和放射性碘等氣體釋放到大氣中，但是因為反應爐壓力槽沒有被破壞，大部分放射性物質都留在反應爐構造內。
- ③雖然沒有造成公眾健康問題上值得注意的曝露\*，但是發生資訊混亂等問題。
- ④人們認識到關於居民的避難指示，要在適當時機作精確判斷的重要性。

【\*：半徑 50 英里(mile)(80 km)居民的平均曝露劑量是 0.01 mSv，最大劑量是 1 mSv，沒有造成健康問題上值得注意的曝露。】

• **受災者類型**

三哩島式氣體釋放事故的情況，可能會有核電廠內進行修補工作時造成的外傷，由放射性碘造成的污染或體內曝露，以及由冷卻水造成的污染。

另一方面，發電廠外面，到達的氣體已經擴散到大氣中，一般認為對居民沒有實際影響或是影響很小。由雨造成身體或衣服污染的情況，可能成為皮膚污染的原因。

表 3-2 三哩島式氣體釋放事故的受災者類型

|           | 主要影響                          | 主要核種             | 治療・對策                |
|-----------|-------------------------------|------------------|----------------------|
| 發電所修補工作人員 | 體外曝露(-)<br>皮膚污染(+)<br>體內污染(±) | I-131,<br>Co-60, | 皮膚污染的除污<br>一般外傷的治療   |
| 周邊居民      | 皮膚污染<br>(-)(±)                | I-131            | 避難、皮膚污染<br>(例如：雨)的除污 |

• **急救醫療的重點**

- ①一般外傷以及一般疾病的急救治療：預測發電所修補工作人員會發生作業中造成的外傷，周邊居民會發生避難中造成的外傷或一般疾病(腦中風、心肌梗塞等)。
- ②即使伴隨發生污染，一般外傷或一般疾病需要急救的情況，優先進行急救。
- ③伴隨污染的外傷，以生理食鹽水清洗傷口，覆蓋乾淨的紗布(gauze)。先除去游離(libration)的污染，對健康造成影響的可能性低。

• **除污的重點**

- ①急救優先於除污。
- ②除污首先從脫衣開始。經由脫衣可除去 90 %的放射性物質。鞋底的污染也要充分注意。
- ③進行避難居民的除污時，要同時考慮精神層面。居民的污染幾乎都遠少於影響健康的量(但是足以使輻射偵測器(survey meter)發生反應)因此，

應冷靜進行除污。

#### • 應對居民的重點

- ① 依據事故規模或釋放狀況、氣象條件等，判斷避難的必要性。避難路徑的決定應以不通過放射性雲(plume)的中間為原則。
- ② “了解未來”可緩和不安。即使消息很少，經由傳達往後狀況的預測、往後救援的預定可降低居民不安。
- ③ 登記受災者：登記受災(避難)居民的姓名、狀況、醫療紀錄，對於事故後公共衛生學的追蹤觀察極重要。
- ④ 預測避難所或醫療機關很可能會有許多健康沒問題的人蜂擁而至(surge 現象)要求進行污染檢查或商談。為避免妨礙一般診療，醫院需要決定好應對小組(team)。

### 3.1.3 核燃料工廠的臨界事故

#### • 核燃料工廠的臨界事故概要(JCO 事故)

1999 年 9 月 30 日，日本茨城縣東海村發生的臨界事故，是為了使個別調製的鈾(uranium)溶液濃度在出貨前均質化，將溶液集中在一起而發生。這天，3 名工作人員，和以往做法不同，把超過臨界上限 7 倍的鈾(uranium)溶液，一次全部倒入沉澱槽進行均質化。工作人員 A(16~20 GyEg 以上)站在沉澱槽旁邊扶著漏斗，工作人員 B (6~10 GyEg) 正從上面注入硝酸鈾(uranyl)時，造成臨界狀態。工作人員 C(1~4.5 GyEg)當時在牆壁另一邊的走廊。

何謂臨界：鈾(uranium)這類的核分裂物質，受中子撞擊會引發核分裂，產生巨大能量(high energy)的同時，會產生 2~3 個新的中子。因此，一定量以上的核分裂物質，在某條件下集中後產生中子，中子再碰撞核分裂物質不斷引發核分裂，造成核分裂持續進行。核分裂持續進行的狀態稱為臨界。

臨界發生之際，三人見到藍光。A 隨即開始嘔吐、腹瀉，B 也在一個小時內開始嘔吐。(參考簡訊 121 期「高劑量全身曝露/急性放射線症候群的應對」)。

關於 A 和 B，由曝露劑量預測骨髓機能會徹底被破壞，所以判斷需要移植造血幹細胞，A 接受末梢血幹細胞移植，B 接受臍帶血幹細胞移植。但之後，儘管作了加護治療，A 於 12 月 21 日，B 於 2000 年 4 月 27 日死亡。C 於 1999 年 12 月出院，之後定期接受健康診斷。

上述 3 人以外的曝露劑量，低於確定會對健康發生影響的標準\*。

【\*：發生地點周邊居民 7 人(最大 15 mSv)，JCO 工廠員工等 56 人(最大 47 mSv)，包含消防員的救災人員 60 人(最大 13 mSv)，進行終止臨界的 JCO 工廠員工 18 人(最大 45 mSv) 任何一個曝露劑量，都低於確定會對健康發生影響的

標準。(參考 p7 「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」)】

• **核燃料工廠的臨界事故(criticality accident)的特徵**

- ① 臨界釋出的  $\gamma$  射線和中子線，造成受災者體外曝露。
- ② 臨界現場附近的體外曝露劑量可達到致死劑量。(參考簡訊 121 期「高劑量全身曝露/急性放射線症候群的應對」)
- ③ 放射線的強度和距離的平方成反比，所以受災者的發生範圍小，實際上站在更遠處約十幾公尺地方的人，晚期效應也不會發生。
- ④ 臨界造成中子的體外曝露，會導致體內元素**放射活化**。這時可以輕易檢測到**鈉(Sodium)(Na-24)**。

**何謂放射活化：**原子核以高能量(high energy)的粒子撞擊，例如中子等，會發生核反應，產生放射性核種。稱之為**放射活化**(radioactivation)。

• **受災者類型**

事故現場的受災者(工作人員)會受到致死程度的體外曝露，離現場愈遠劑量愈低。原則上核燃料工廠使用的核種不會造成體內污染或皮膚污染。但是經由**放射活化**產生的**鈉(Sodium)(Na-24)**，可以從體內、汗、尿中檢測到。

在核燃料工廠的臨界事故反應，通常不會破壞容器，也不會有放射性物質釋出。可能會產生少量放射性惰性氣體，使環境監測站(monitors)的數值上昇，但不是會對環境造成影響的量。

表 3-3 核燃料工廠臨界事故的受災者類型

|        | 主要影響                              | 主要核種       | 治療・對策       |
|--------|-----------------------------------|------------|-------------|
| 現場工作人員 | 體外曝露(+++)<br>皮膚污染(-)*<br>體內污染(-)* | 僅臨界造成的體外曝露 | 急性放射線症候群的治療 |
| 周邊居民   | 體外曝露(-)**<br>皮膚污染(-)<br>體內污染(-)   | 無          | 不安對策、宣傳     |

\* 可是經由放射化產生的鈉(Natrium)(Na-24)，存在於體內、汗、尿中。

\*\* 不會造成健康問題的體外曝露，但為慎重起見建議附近居民避難是可能的。

【下期待續】