

■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：王嵩峰、李四海、林友明、邱賜聰、翁寶山、許文林  
陳為立、董傳中、劉仁賢、蘇明峰（依筆劃順序）  
■發行人：曾德霖 ■主編：劉代欽 ■文編：李孝華  
■印刷所：大洋實業社 地址：新竹市光復路二段376之9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

## 口輻防消息報導

### ▲核能電廠安全績效逐漸轉佳

(原能會新聞)

最近天氣炎熱，氣溫不斷上升致用電量也逐日上升且一再打破紀錄，台電公司更破紀錄的實施每日下午一至三時停用台電總公司及營業區處冷氣機的措施，並獲得頗多好評。台電公司亦一再呼籲各界節省用電並不排除因大型機組跳機而採取分區停電措施，使得核能電廠營運的安全性與可靠性又再度受到民眾的重視，到底核能電廠安全營運的狀況如何？每年暑假期間核能電廠是否也在放暑假呢？根據行政院原子能委員會的統計資料顯示，我國核能電廠的安全營運績效正逐年的進步，表現雖稱不上執世界的牛耳，至少稱得上中上層次。

原子能委員會指出，原能會為瞭解核能電廠的安全營運表現，備有「核能電廠安全指標方案」，利用幾個客觀的指標來監視核能電廠的安全營運表現。當核能電廠在安全上的表現有變壞或下降的趨勢時，可協助原能會迅速的辨認以採取適當的管制措施，進而強化電廠運轉上的安全性與可靠性。

根據原能會的統計數據，我國核能電廠自民國八十年以來，在安全指標方案中的十項指標大多呈現進步或穩定狀態，以民眾熟悉的自動急停（跳機）指標而言，已由八十年每年 2.33 次降至八十六年每年 0.83 次。由於自動急停(跳機)頻率的明顯降低，相信對供電的穩定性助益不少。另一項民眾較為關心的低放射性固體廢料產量，亦大幅減少了 70 %，對減緩廢料倉儲的壓力及降低成本均有所助益。

在原能會的統計數據中亦針對我國核能電廠自民國八十年以來發生的自動急停月份予以統計，以瞭解是否真的暑假期間發生的自動急停次數較多。統計結果，自動急停發生的月份頗為平均，但以二月份最多、九月份最少。若以季別統計，則第一季最多、第三季最少，暑假反而是最少發生自動急停的季節。

原能會結論指出，由安全指標方案中的指標數值趨勢顯示，核能電廠在安全績效方面正逐漸進步之中，惟機組因故障而導致的強迫解聯率指標卻有上升傾向，值得繼續密切觀察。另與機組可靠性相關的容量因數亦在穩定進步，顯示核能電廠並未因強調安全性而喪失其經濟性，二者是可相輔相成的。

## ▲核二廠雜項廢液處理系統異常事件的調查結果

(原能會新聞)

針對核二廠最近發生的雜項廢液處理系統異常事件，原能會已完成調查工作，並於日前上午邀集台電公司及核二廠人員進行澈底檢討，要求核二廠應確實執行各項改正措施。茲將原能會的調查結論及要求改進措施，說明如下：

### 一、調查結論

1.事件肇因：核二廠包商人員於進行雜項廢液處理系統的設備檢修工作時，未依正常程序辦理。工作完成後未將管路的沖洗水隔離閥復原關閉，致清潔的廠用水持續流入系統集水池中，進而溢流至廠房外。

2.環境影響：依原能會輻射偵測中心偵測及取樣分析結果，此次事件的外釋總活度約為  $4.8 \times 10^5$  貝克，可能造成民眾個人最大全身劑量約為 0.673 微西弗，遠低於法規限值 1000 微西弗。

3.事件等級：依國際核能事件分級制度，此次事件因僅有微量放射性外釋至廠外環境，初步判定為輕微的零級異常事件。

4.違規等級：此次事件涉及包商人員的人為疏失及核二廠營運管理上的缺失，初步判定為三級違規事件。

### 二、改正措施

1.在營運管理上，要求核二廠對已併入電廠運轉的新增系統設備，其運轉及維修作業，皆應確實依相關程序書的規定執行。

2.在系統設計上，請核二廠就廢料控制室的共用警報設計廠用水手動閥以

及現場閥位的辨識系統部分運轉資料的紀錄及保存等問題，於二個月內完成檢討並提出改善措施。

3.在系統操作上，核二廠於前述共用警報問題未改善前，一旦有共用警報存在，核二廠即應派員就近監視處理。

4.在操作程序書方面，核二廠應重新檢討本系統現有正常、異常操作程序書的適切性。

5.在人員訓練方面，核二廠應再加強相關人員對於本系統的訓練，以增進對系統特性的瞭解。

## ▲國外進口廢鐵繼續發現輻射異常物

(原能會新聞)

原能會日前接獲某鋼鐵廠通報，指稱載運自俄羅斯進口廢鐵的卡車，經過該廠門框式車輛輻射偵檢器時，測出有輻射異常情形，原能會即依規定的程序派員前往處理。

此次發現的輻射異常物有三件，其一為鋼管內附著半圓形玻璃球(輻射來源)，其直徑 3.5 公分表面劑量率為每小時 220 微西弗、重 0.84 公斤；再者為細長型水平儀，長 42 公分、寬 15 公分、厚 0.8 公分、表面劑量率為每小時 250 微西弗、重 4.22 公斤；另一為圓形水平儀，其內徑 6 公分、外徑 9.5 公分、表面劑量率為每小時 180 微西弗、重 0.5 公斤，三件的輻射均來自天然鐳 226 核種。該公司正依買賣合約將異常物辦理退運。

原能會於蒐集相關資料後，亦將函請外交部轉交俄羅斯政府，要求其加強採取防範措施，以確保我國進口廢鐵的輻射安全。

## ▲核一廠現代化低放射性廢料貯存庫已完工啟用

(物管局 劉東山)

台電公司「核一廠現代化放射性廢料貯存庫」於八十三年二月取得特種建造執照，八十三年九月開工興建，於八十七年三月完工。原能會經過詳細的審查及現場履勘後，於八十七年五月發給貯存設施的使用許可。核一廠並已於六月十七日正式啟用該現代化廢料貯存庫。

核一廠現代化廢料貯存庫位於該廠的南方，庫房屋頂樓板厚 50 公分、外牆厚 80 公分，總建築面積 2360 平方公尺，為兩層鋼筋混凝土建築，地上及地下各乙層，其地上層規劃來貯存表面輻射曝露率每小時低於 2 侖琴的廢料桶；而地下層則用來貯存表面輻射曝露率每小時高於 2 侖琴的廢料桶，共可貯存二萬三千桶廢料，貯存庫外牆的輻射劑量設計限值為每小時 5 微西弗。其操作係以閉路電視監視系統遙控 4.5 噸架空吊車，存放或取出廢料桶。倉庫內的輸送帶系統，具有對廢料桶進行輻射偵檢的功能，而其空調系統可對貯存庫作恆溫恆濕的控制；此外，也設有完備的輻射偵測系統，包括液體、氣體流程輻射監測系統及區域輻射監測系統，可確保貯存庫運轉安全。

為提昇低放射性廢料貯存的安全，原能會曾於八十四年四月發函各核能設施，要求於八十八年底前停止以代用倉庫貯存固化廢料桶。現代化低放射性廢料貯存庫啟用後，除可紓解核一廠放射性廢料貯存壓力外，由於其配有檢整、檢視、吊卸的遙控搬運設備，且具空

調、消防設施，屏蔽、防震、防洪功能完整，可大幅提昇貯存的安全性。

核能電廠所產生的放射性廢料，係已經既存的事實。不論人們喜歡或不喜歡，都必須面對它的存在，相信大家也都同意要好好加以處理及貯存。就安全及環保而言，現代化倉庫遠優於目前使用中的代用倉庫，原能會將督促核一廠儘速將放射性廢料移入此庫，並及早規劃代用倉庫的除役計畫，實現放射性廢料貯存庫現代化的目標。

核能二廠的現代化放射性廢料倉庫已於八十五年七月正式啟用，對提昇貯存安全有極正面的貢獻，原來的代用倉庫正計畫拆除。該項工作，即將於本月下旬進行，預計五十個工作天完成；之後將於原址進行植樹化工作，以美化環境。本會為原子能安全主管機關，特就本案相關的管理，說明如下：

本會為提昇低放射性廢料貯存的安全，於八十四年四月發函要求各核能設施，於八十八年底前停止使用現行的放射性廢料代用貯存設施，期使各核能設施興建更具防火、防颱、防震及屏蔽效果的現代化倉庫，俾有效增進民眾與環境的安全。

由於核二廠新建的現代化廢料倉庫已於八十五年七月正式啟用，對提昇放射性廢料貯存安全有極正面的貢獻。核二廠亦已按原訂規劃，陸續將第三、四號代用倉庫內所貯存的低放射性廢料移入現代化倉庫內。依據本會發函實施的「低放射性廢料貯存設施管制規範」規定，台電公司於八十五年十月檢附「核二廠第一至第四號低放射性廢料倉庫除役計畫」，向本會提出除役申請，並於同年十二月經本會審核通過。

核二廠的第三、四號廢料倉庫均為鋁桁架混凝土圍牆屏蔽結構物，目前倉庫內的放射性廢料均已移走，地面亦經除污完畢。執行拆除作業時的管制重點包括：作業人員的輻射防護措施、周圍環境的輻射監測、拆除物的檢測與分類處理及工安措施等。本會基於安全主管機關的立場，屆時將派員監督全部拆除作業，俾使倉庫除役工作順利完成，確保周圍環境品質不受影響。

### ▲核二廠現代化低放射性廢料貯存庫使用現況說明

(物管局 劉東山)

台電公司依據「放射性待處理物料管理辦法」與「低放射性廢料貯存場設置管制規範」，於七十五年八月提出「核二廠放射性廢料貯存庫計劃書」送原能會審核，並於七十七年三月經審查通過。台電公司即向台北縣政府申請並取得建造執照；八十年六月完工後向台北縣政府申請使用執照，八十三年三月先取得原能會的貯存設施使用許可，直至八十五年七月才取得營建署特種建築的使用執照，隨即正式啟用。

核二廠現代化廢料貯存庫位於該廠東南方的邊緣山坡地，建築面積 3600 平方公尺，為兩層鋼筋混凝土建築，每層有兩個貯存區，共可貯存四萬桶廢料，以閉路電視監視系統遙控操作五噸架空吊車，存放或取出廢料桶；此外，另配置控制室、設備室、保健物理室、裝卸區、檢查區、檢整區及待運區，以配合貯存與運輸作業的需要。

核二廠現代化廢料貯存庫於八十五年七月啟用迄八十六年十月底止，已接

收貯存一萬零六百餘桶低放射性廢料。此段期間，核二廠依據原能會物管局訂定的「低放射性廢料處理及貯存設施除役管理要點」規定，提出第一至第四號代用倉庫除役作業計畫書，經審核通過後，核二廠自八十六年四月三十日執行國內首次放射性廢料代用倉庫的除役作業，並於八十六年六月二十八日順利完成第三、四號廢料倉庫的拆除與整地工作。第一、二號廢料倉庫的除役作業亦將於八十八年底前完成。

核能電廠所產生的放射性廢料，係已經既存的事實。不論人們喜歡或不喜歡，都必須面對它的存在，相信大家也都同意要好好加以處理及貯存。就安全及環保而言，現代化倉庫絕對優於代用倉庫，希望放射性廢料能儘早移入更具防火、防颱、防震及屏蔽效果的現代化倉庫中，俾更能有效保障民眾與環境的安全。

### ▲核二廠完成國內首次低放射性廢料代用倉庫的除役作業

(物管局 劉東山)

原能會物管局為提昇放射性廢料貯存安全，要求各核能設施應於八十八年底前停止以代用倉庫貯存固化廢料桶。核二廠於八十五年七月啟用現代化倉庫後，即開始遷移代用倉庫內的廢料桶，並依據物管局訂定的「低放射性廢料處理及貯存設施除役管理要點」規定，提出第一至第四號代用倉庫除役作業計畫書。經物管局審核通過後，核二廠即開始進行國內首次的放射性廢料代用倉庫的除役作業。

核二廠的第三、四號廢料倉庫佔地

面積約 557 平方公尺，主要結構為鋁桁架石棉浪板屋頂、混泥土地板及圍牆。拆除前已先完成地面的除污分析，拆除時作業人員的輻射防護措施、周圍環境的輻射監測、拆除物的檢測與分類處理、及工安措施均依規定辦理。物管局基於安全主管機關的立場，亦派員監督拆除作業。本次作業自八十六年四月三十日開始執行至六月二十八日整地完成，過程順利，除役作業人員所接受劑量非常微小，僅約為 0.18 人-毫西弗。為利將來類似作業的經驗回饋，物管局已要求台電公司於九月底前提出除役總結報告。

核二廠代用倉庫附近有減容中心地下貯存溝、現代化倉庫等放射性廢料處理、貯存設施，常為民眾參訪的重點區域，隨著第三、四號低放射性廢料代用倉庫的完成除役，物管局已建議台電公司，整體規劃該區的景觀美化及參觀路線，並設置直接輻射監測系統及顯示看板，以利與民眾的宣導及溝通。

### ▲一毫西弗(mSv)的體檢

(高醫 張寶樹)

報載台北市政府要對居住在輻射鋼筋屋內的市民，接受到 1 毫西弗的輻射劑量時，進行免費的體檢。對於這則報導，身為一位輻射防護從業人員就 1 毫西弗的輻射劑量與體檢分別進行剖析，以就教各位同好先進。

1 毫西弗的輻射劑量有多大？這兒所謂的 1 毫西弗的輻射劑量指的是全身在均勻照射下，所獲得有效等效劑量為 1 毫西弗。從一般的放射線醫學教科書可以發現，病人每次放射照相檢查所獲得

的有效等效劑量為：

- 胸部 X 光：0.06 毫西弗
- 頭顱：0.2 毫西弗
- 腰椎：1.3 毫西弗
- 上消化道：2.45 毫西弗
- 腹部：0.55 毫西弗
- 鋇灌腸劑：4.05 毫西弗
- 骨盆：0.65 毫西弗
- 靜脈注射的尿道攝影：1.6 毫西弗
- 四肢：0.01 毫西弗
- 血管造影：12.46~14.3 毫西弗
- 脊髓 X 光攝影：13~15.88 毫西弗
- 乳房攝影：0.074 毫西弗
- 骨盆 CT：7.3 毫西弗

.....

(以下的 CT 劑量是每張切面(slice)的全身有效等效劑量)

- 頭部 CT：0.012 毫西弗/slice
- 胸部 CT：0.423 毫西弗/slice
- 腹部 CT：0.20 毫西弗/slice
- 脊椎 CT：0.20 毫西弗/slice

1 毫西弗的輻射劑量和上述的放射照相檢查所造成的劑量相比較，其值遠小於消化道攝影、血管造影、CT 等。再從一般可知的天然輻射所造成的平均年有效等效劑量(1987 年美國 NCRP No.93)為：

- 氦：2.00 毫西弗
- 體內輻射：0.39 毫西弗
- 陸地輻射：0.28 毫西弗
- 宇宙輻射：0.27 毫西弗
- 宇宙輻射所產生的  $^{14}\text{C}$ ,  $^3\text{H}$ :0.01 毫西弗

從上述的數據得知天然輻射對每人所造成的平均年有效等效劑量約為 3.0 毫西弗，此值又大於 1 毫西弗。

再看看中國大陸從 1972 年起對廣東省陽江地區所進行的大規模的高天然輻

射地區的流行病研究，至 1986 年的研究成果發現：陽江地區的居民每年平均接受 6.4 毫西弗的天然輻射所造成的有效等效劑量，其結論是未發現有癌病死亡率的增加，但有免疫反應能力的增強趨勢。中國大陸的這項長期輻射流行病學研究是獲得 UNSCEAR、ICRP、IAEA、WHO 等的高度肯定。

再看看一項對核能三廠員工的輻射劑量的調查研究發現，1990 年核能三廠 535 位研究樣本中，劑量分布為背景值到 6.158 毫西弗，平均值為 0.260 毫西弗，中位數為 0.057 毫西弗。核能三廠員工在高雄醫學院附設醫院的定期體檢項目包括下列各項：

1. 一般檢查
2. 一般血液檢查
3. 一般尿液檢查
4. 生化血清檢查
5. 肝炎肝癌標記
6. 甲狀腺功能檢查
7. 其它檢驗
8. 糞便檢查
9. 聽力檢查
10. 心電圖
11. 肺功能試驗
12. 放射線檢查
13. 超音波檢查
14. 眼科照會
15. 耳鼻喉科照會
16. 附加檢查項目

行政院原子能委員會於民國 87 年 7 月 21 日依據「游離輻射防護安全標準」第 66 條規定訂定函發「游離輻射工作人員體格及健康檢查技術規範」。此項體

檢的檢查項目如下：

1. 作業經歷的調查
2. 既往病歷
3. 一般理學檢查及心智精神篩檢
4. 甲狀腺功能檢查：T3、T4、TSH
5. 甲狀腺超音波檢查
6. 肺功能檢查
7. 血液學檢查
8. 尿液分析

此項體檢技術規範又包括特別體檢，其項目如下：

1. 檢查症狀、徵象的發生與持續時間
2. 一般理學檢查及其他自覺症狀
3. 血中鈉 24 含量分析
4. 生化檢查
5. 尿液常規分析
6. 糞便潛血檢查
7. 特別健康追蹤檢查項目：

- (1) 血液學檢查
- (2) 骨髓穿刺檢查
- (3) 甲狀腺功能、抗體及超音波檢查
- (4) 腫瘤標記
- (5) 乳房攝影(女性)
- (6) 胸部 X 光與痰細胞學檢查

從上述的二種體檢項目(高醫與原能會)可以發現體檢的項目是有些複雜，例如，原能會函發的體檢技術規範中就特別強調甲狀腺的檢查，尤其是甲狀腺超音波檢查。

1 毫西弗的體檢是否有必要？若有必要，則體檢項目該包括那些項目？體檢是要花費社會的醫療成本的，所以對於「1 毫西弗的體檢」應該是輻射防護學界可以深入探討的題目之一。

## □會議訓練報導

### ▲八十七年度輻協各項訓練班預定時間表

(輻協)

班 別	訓 練 日 期	上 課 地 點	聯 絡 人
輻 防 班	87年11月16日至12月11日	新竹(聖經學院)	李 也 曾
非 醫 用 班	87年10月13日至20日	清華大學	邱 靜 宜
"	87年10月28日至11月04日	高雄	邱 靜 宜
"	87年11月10日至17日	清華大學	邱 靜 宜
"	87年12月02日至09日	高雄	邱 靜 宜
"	87年12月15日至22日	清華大學	邱 靜 宜
鋼 材 班	87年11月25日至26日	台北	李 貞 君
"	88年01月06日至07日	高雄	李 貞 君
"	88年01月19日至20日	台中	李 貞 君
"	88年03月09日至10日	新竹	李 貞 君
"	88年04月13日至14日	台北	李 貞 君
"	88年05月25日至26日	高雄	李 貞 君
N D T 訓 練	87年11月14日	麥寮	李 孝 華
"	87年11月15日	高雄	李 孝 華

◎以上各項訓練班簡章備索，電話：(03)5722224◎

### ▲研究計畫研討會

(輻協)

為順利完成原子能委員會委辦的「現行游離輻射防護安全標準的檢討與修訂(II)」，本協會就民國 86/7~87/6 現場訪問過的座談紀錄，撰成新的防護安全標準初稿，將分北、中、南、東四區舉辦一系列的研討會。

經開會決議，上半年度先於北部地區，定於本年 10 月 23 日(星期五)，假原子能委員會七樓禮堂。南部地區定於 87 年 12 月 10 日(星期四)，假輻射偵測中心三樓演講廳，舉辦兩場次**完全免費**的研討會。預計邀請的參加人數：北部 100 人，南部 50 人，簡章備索，來電請洽 (03)5722224 訓練組，額滿截止。歡迎對此議題有興趣的各界人士踴躍報名參加。

## ▲輻協出版部的話

(輻協)

本協會的游離輻射防護彙萃於今年(八十七年)正式出版修訂第三版，全本五十一個章節，共計七百餘頁，全新燙金精裝，包裝精美。

本彙萃為為期一個月長的輻射防護專業人員訓練的主要教材，其所涉獵的主題甚廣，內容極其豐富。每一章節均由一位輻防專業人員所撰寫，故此其中不乏冗長難懂的英文術語名詞以及遣詞用字上的不太一致。在經過好幾期的訓練班下來所累積上課學員與教師的反應後，為更進一步增進本彙萃的易讀性與舒適感，特於今年五月份開始著手進行第三版修訂作業。在多位同仁打字、繪圖及多次校對除錯後，再經翁執行長寶山先生總校對之下，得以歷時四個月完成。

此次改版的重點為：

- 1.全面中文化：將前版中的英文部分，包括人名、地名、儀器設備、插圖等全面中文化。
- 2.更新除錯：前版中許多的錯誤與矛盾之處予以修改訂正。
- 3.字體與圖形的美化：此次新版將字體全面放大一倍，並採楷書字體印刷；插圖亦重新更新篩選與註解，務求清晰舒適。

此次更新版本重新打字、繪圖，並歸列至電腦光碟檔案中，對於往後的校對除錯或更新改版作業效率與品質大大提昇，亦為本協會今年度在教材保存更新的一項創舉，對於這次參與協助的會內同仁，在此至上最深的感謝之意。

如今，工作雖已告一段落，然而這

只是個開端，其中必定還有許多疏漏與需要再修改之處，仍尚待您來函的批評與指教。只要有您的支持，我們深信將來一定會越做越好，也必能以更周全的方式來服務業界與學界。

## □專題報導

### ▲保健物理之謎

(輻協 翁寶山)

術語「保健物理」的起源，坊間傳說很多。實際上除了美國以外，在歐洲均稱為輻射防護、放射防護、以及較晚的名稱輻射安全或放射保健、放射衛生等。

在第二次世界大戰正在慘烈進行時，1942年美國祕密地發展原子彈，對外宣稱為曼哈頓工程區。曼哈頓為紐約市最熱鬧的一區，其英文字與在台灣出售襯衣的一種品牌「美好挺」完全一樣的。

研製的鈾為製造原子彈的原料之一，放射毒性很高。因此在生產鈾的計畫中增設了保健部門，且與醫藥組、生物組、物理組密切合作，以提供工作人員的輻射防護。保健部門遂與上述最後一組很自然地被稱為保健物理。這是坊間的傳說之一。

二次世界大戰結束後，術語「保健物理」的確風行一時。筆者於1960年才開始接觸到保健物理。是時國際原子能總署(IAEA)美籍專家來清華大學授課，開始向國人介紹保健物理。回想在38年前初聞這新鮮術語，十分驚奇，很想一窺保健物理全貌。

經過40年來的演變，術語保健物理

似乎又回到原點「輻射防護」。世界上最大的保健物理團體稱為國際輻射防護協會(IRPA)，而行政院原子能委員會主管我國保健物理業務者稱為輻射防護處。居領導地位的美國保健物理期刊在封面上也加上括弧說明該期刊即輻射防護期刊。近 20 年來在歐洲興起的英國期刊之一即稱為輻射防護劑量測定術。

最近有人訪問摩根教授(K.Z.Morgan)，他已是 90 歲以上的高齡。他曾經是美國保健物理學會首任會長，保健物理期刊首任總編輯。他說，保健物理術語係甘崔里(S.Cantril)所創，他任職於西雅圖的瑞典醫院。在他的部門有一位醫學物理師派克(H.Parker)。為了吸引好的物理學家加入醫學部門，打出「物理」這招牌。以後屢次有人倡議易名為工業衛生的一分支，都被我(指摩根)斥回。我永遠不會離開物理學，而保健物理在過去就是，現在仍然是物理學的一分支。

參考文獻

1. The Health Physics Society's Newsletter, "KE Talks about Health Physics and KE," Vol XXVI No.7,p.6,July 1998
2. 行政院原子能委員會，原子科學家列傳，頁 23-24,台北市,1998

### ▲什麼是“放射性”和“輻射”(續) (清華大學 朱鐵吉)

問 12、放射性(放射性物質)只要多少量進入人體內就會有危險？

答 12：我們身體的周圍有各種各樣的放射性物質。表 8 列出了這些放射性物質的量和濃度。其中以地殼中含有的放射性物質為最高。其總量推算為  $3.7 \times 10^{25}$  貝克。一顆 1 Mt(相當於 100 萬噸火藥)的氫彈(為廣島型原子彈威力的 80 倍)爆炸時，釋放出約  $3.7 \times 10^{21}$  貝克的放射性。車諾比核能電廠事故漏出的放射性約  $2.0 \times 10^{18}$  貝克。

表 8 我們身邊的放射性活度與含量

地殼	$3.7 \times 10^{25}$ Bq	菠菜	89-222 Bq/kg
一 Mt 的氫彈爆炸	$3.7 \times 10^{21}$ Bq	沙拉油	181 Bq/kg
癌治療機	$18.5 \times 10^{13}$ Bq	糙米	74 Bq/kg
日本山梨縣增富溫泉	11100 Bq/L	尿	111 Bq/kg
人體(60kg)	7400 Bq(0.2 $\mu$ Ci)	牛奶	52 Bq/kg
進口食品限值	370 Bq/kg	海水	11 Bq/kg
土壤	155~1025 Bq/kg	自來水	0.74 Bq/kg

注：Bq/kg 等於貝克/千克

車諾比核能電廠事故時，受放射性污染的輸入食品的安全性成為社會關注的大問題，因此規定進口食品的法定標準限值為 370 Bq/kg。假定從歐洲輸入的

食品都已受到相當於限值的放射性污染，那麼吃這些食品一年，則體內受到放射性物質放射出的輻射曝露的劑量(體內曝露)為 0.4 毫西弗。

任何食品中都含有極微量的天然放射性物質(天然放射性)。就像沒有任何食品中不含大腸桿菌等細菌一樣，沒有不含放射性物質的食品。放射性物質不是氰化鉀或沙林那樣的劇毒物，致死量的考慮方法不適用，而有害無害的標準是考慮食品中的放射性物質含量的水平。

### ▲警告：輻射會致命？

(輻協 陳永泰)

在許多場合中可聽到反核者提到，輻射無論是多麼小的劑量，都對人有害。他們甚至向全世界宣稱一個加馬光子就可造成致命的癌症。這些陳述很少會被誤解，因此把一般人的危險度加以數量化是很重要的。

根據英國國家放射防護委員會(1989)的資料顯示，一般人每小時中會曝露於下列的天然輻射：從土壤來的 2 億個加馬射線；從外太空來的 40 萬個宇宙射線和 10 萬個中子，以及體內的 1 千 5 百萬個鉀 40 原子、7000 個鈾原子和在肺中 3 萬個天然產生的放射性核種衰變時的發射的輻射。

若不論有些核種在一次衰變時會放射出多種輻射，那麼每小時就有 215,537,000 個輻射會碰觸我們的身體。假設我們的平均壽命是 75 歲，那一生中就會有  $1.5 \times 10^{14}$  個輻射與身體起相互作用。

根據資料顯示，在美國幾乎有百分之二十的人死於癌症，若假設在美國所有因癌症死亡的人，都是由天然輻射造成的結果，而不算其他影響的話，那就表示我們有百分之二十的機率，會因  $1.5 \times 10^{14}$  個輻射中的一個，在我們體內產生

致命的癌症。也就是說，每一個碰撞我們身體的輻射，會造成死亡的機率大約是  $10^{15}$  分之 1，即一千兆分之一。

反核者是對的：任何的輻射都會使你致命，即使僅僅只有一個光子。以上的數據(註： $10^{-15}$  機會)即可證明這是毫無疑問的，並非憑空臆測。

【譯自美國保健物理學會簡訊第 XXVI 卷 9 期(1998 年 9 月)】

### ▲醫療機構內輻射的管理對 ICRP 1990 年報告導入法令所作的預想

(輻協 邱靜宜譯)

最近聽到採用 ICRP-60 報告的審查會，已達最後的階段。直接從事輻射的管理，雖然早已料想可能會受到嚴格的規定。在審查消息未公開的情況下，從報告到最後階段的期間，已經過了 6 年。追溯審查方向和方針的過程，站在實際從事輻射管理的立場來看，也有很多要點暫時不能作定論。現在已經不是從容不迫地準備的時期，因此藉著現階段獲得的審查內容為基礎所得到的觀點，預測現場可能引起的諸多問題。

#### 一、管制地區邊界的法規限值問題

(導入方針)職業工作人員劑量限度更改為現行的 2/5，管制地區的法規限值似乎也一律同樣地改為 2/5( $120 \mu \text{Sv}/\text{週}$ )。上述的解釋即是站在從事輻射管理人員的立場，來評斷現階段的申報計畫。關於此事，如果參閱輻射管理部會發表的資料，<sup>1</sup> 大概可以知道審議過程的一部分。

#### (一)診療用 x 光

這類的使用設施，不太會發生大問題但是預料可能會有如下的混亂。

1、移動型診療用 x 光機…。有人表示對這類的設備，在輻射防護上不需太嚴苛。但是，如果管制地區的法規限值強制為 2/5 的話，基於受檢者的周圍有一般公眾的存在，所以對於週邊劑量的規定，也要討論到當有受檢者時的散射。另外應該也有必要加強在野外照射時，產生滲漏的測定。

2、關於小規模經營的診療所等的 x 光…。如果降低管制地區的法規限值，則全部設施都應該實施檢驗以達到新標準值。以現今的論調，強行降低的話是必然的。這種檢驗受惠的不僅是診療所，可能也會有益於對屏蔽能力的評估或是測定滲漏業者。

(二)高能量—產生輻射設備、輻射照射裝置、輻射照射器具等的使用室。

這些使用設施，如果降低管制地區的法規限值是嚴重的問題。在既有的設施中只有兩個對策。即是(1)追加屏蔽工程，(2)減少使用時間或是使用次數。但是前者需要取得經費，後者則將成為醫療機關內阻礙診療的原因。這些問題一直是輻射管理人員最不想看到的。

有關屏蔽工程的追加，這些經濟投資的意義應該賦予怎樣地評估呢？如果只藉由 ICRP-60 號報告的考察，降低劑量限度是當然的。但 1996 年 3 月美國保健物理學會簡訊〔HPS(Health Physics Society)Newsletter〕的聲明中指出<sup>2</sup>，屏蔽工程的追加，並未發現有任何的意義及利益。且這些機器的設置對於大規模的醫療機關而言，大概沒有財務上的問題。且因後援體制的完備，經常被認為再次考慮屏蔽並沒有什麼大問題。不過

這些開銷必定是由醫療費用彌補，應該在削減國民醫療費用的大綱中廣泛地討論。

(三)放射性藥品的使用設備

如果依現行放射性藥品的定義，不管是使用離體( in vitro )，或是體內( in vivo )，即使變更管制地區標準，因可有效地使用鉛屏蔽，所以不用擔心輻射管理技術上的事。但是一旦依照 ICRP-60 的報告，在輻射防護學上，以下兩點將成為今後檢討的課題。

1、對於等待治療中的患者受到診斷中的患者曝露危害的防護

等待檢查的患者遭受曝露的傷害，起因於診斷患者時的輻射，不符合 ICRP-60 所提倡的醫療曝露內容。另一種看法即是把等待治療的患者，當做一般公眾看待。如此的話，對於候診室的構造和屏蔽的設計，必須重新設計，這是超出管制地區法規限值下降的嚴肅問題。另外關於此點，也應該檢討以隔離一般公眾為目的的監視區域，但是目前的設施，為確保其空間的擴大，推測在許多地方有困難。

在此種情況下，基於場合正當化的方便分析，應可適切地判斷既有的利益！但伴隨著利益而有大量的害處，從損害的概念而言，可能不被允許。依照人體內放射性同位素的曝露，在此一定要判斷少量的害處發生在測定中的患者。

2、輻射管理的標準量和診斷量的擴大而引發的問題。

從多少偏離管制地區的法規限值的話題而言，降低工作人員的劑量限度，而且基於保護工作人員的體內劑量，甚至預

想降低年攝入限度值等的指標。一方面雖然漸漸地降低輻射管理標準量。相反地，對於患者的診斷照射量今後大概很少會特別地大量減少。因為以基本安全標準(BSS)為指導原則，雖然長期致力於至最少化，但是必須事先充分考慮指導原則和現實的差別。這種「量」的感覺差距擴大，對今後醫療機關的輻射管理要更加費心。當進行診療時，由於輻射管理的理論在日常生活中常有被忽略的傾向，今後和醫療工作人員間的爭執，更是不能避免。

可以補救這個問題的唯一方法，是對於診療用輻射業務的工作人員，強制規定徹底地實施輻射防護教育及定期的再教育策略。選擇實施教育的方法等，實際上仍有許多障礙，不僅是醫生甚至包含取得輻射診療資格的人，都應該強烈期望賦予定期地受訓義務的法律體系。因為現在的醫療法施行規則，完全沒有實施教育的根據。在行政方面，則期望以相關法令為準據，實施於教育。這種指導原則，使得輻射管理者非常為難。總而言之，採納藉由法律來規制的話題，不僅是核子醫學的領域，所有利用輻射醫療的部門，強化輻射防護教育的實施規制是正確的，這類的問題只有以此解決。

二、對於女性輻射工作人員許多的問題(導入方針)相應於沒有懷孕的女性及懷孕的女性，多少有一點複雜。

(一)前者可以忽視 ICRP-60 的報告，有效等效劑量為 5mSv/3 個月。但是對於不適用此報告的女性，則不適用此種規則。

(二)對於後者，從保護胎兒的觀點來看，概要歸納為關於體外曝露，腹部的等值劑量為 2mSv/懷孕期間(也有 1mSv 的案例)。關於體內曝露，約為年攝入限度的 1/20。

基於篇幅關係，不能詳細敘述，未來不僅討論以醫生為主，對於女性經常進出醫療現場的輻射防護，也有必要從勞動權均等的就業機會等方面來考量。不管如何，身為輻射管理人員都是不輕鬆的。

參考文獻

1.輻射線管理主任者部會法令檢討委員會編，**Isotope News**，pp.76-78，1997年4月號

2.Kenneth L.Mossnan et al.. **HPS Newsletter**，pp.3-5，1996年3月

[譯自 日本保健物理學會企畫委員會研討會紀錄。東京電工館(1997)]

- 1.歡迎賜稿，稿件請寄新竹郵政2-33號信箱或電傳(03)5722521輻防協會編輯組收。來稿一經刊登，略致薄酬(政令宣導文章，恕不給稿酬)。
- 2.本刊因篇幅限制，新聞類每則請控制在500字以內，專題類每篇以2000字內為佳。
- 3.歡迎訂閱(每年六期180元)。請洽：李孝華小姐 TEL：(03)5722224。