

輻射防護簡訊 17

中華民國輻射防護協會編印(發行人：曾德霖)

通訊：新竹市光復路2段406號2樓 輻射防護協會

中華民國85年2月1日

電話：(035)722224

電傳：(035)722521

歡迎索取

□輻防消息報導

▲物管處改制為物管局

(物管處 劉文忠)

一元復始，萬象更新。今年開春元月九日立法院三讀通過「放射性物料管理局組織條例」，俟總統明令公布後，原子能委員會轄下之「放射性待處理物料管理處」(以下簡稱物管處)，將正式改制為『放射性物料管理局』。

物管處成立於民國七十年一月一日，係承繼民國六十一年由原子能委員會、核能研究所及台電公司成立之蘭嶼計劃小組之業務發展而來，負責低放射性廢料處理、貯存及運輸作業之規劃、執行及管制工作。因此，負責「蘭嶼低放射性廢料貯存場」的安全營運，為當時物管處的重要工作之一。

世界各國環保意識高漲後，在1985年國際海洋組織通過「倫敦投棄公約」，全面禁止放射性廢料海洋棄置。國內也要求放射性廢料的安全管制和營運角色應加以明確區分。為能符合民意要求，民國七十七年九月八日行政院訂頒「放射性廢料管理方針」，明令要求放射性廢料產生者，必須負責處理、運送、貯存及最終處置其所產生之核廢料，並支付其所需費用。物管處依據管理方針之規定，於民國七十九年七月二日將蘭嶼貯存場移交台電公司營運。

物管處結束蘭嶼放射性廢料貯存場之營運後，加強各核能設施處理及貯運之安全稽核，並著手推展用過核燃料中期貯存及低放射性廢料處置管制工作，以及未來核能設施除役後放射性廢料之管制規劃等，其業務之繁重較原先有過

之而無不及。此外，為進一步周延核原

料、核燃料及廢射源等之管理，亦將其相關管制業務劃歸為物管處新增職掌範圍。物管處的組織條例職掌內涵和上述業務已相去甚遠，在原子能委員會組織條例通過後，即積極推動「放射性物料管理局組織條例」的立法工作，終獲改制成功，未來將能更順利推展國內放射性物料的管理工作。

▲操作執照考試 (原能會 徐仁溥)

行政院原子能委員會為評定非醫用放射性物質及可發生游離輻射設備工作人員之操作能力和游離輻射防護知識熟悉程度，以保障輻射工作人員安全，並配合輻射防護協會舉辦「非醫用游離輻射防護講習班」之課程段落，依據原子能法施行細則第五十七條之規定，訂於八十五年二月八日(星期四)上午八時卅分，台北地區假考試院國家考場、高雄地區假正修工專，舉辦「非醫用操作執照鑑定測驗」。已報名參加人員屆時請準時前往應試。

▲輻射防護專業人員認可測驗

(原能會 蔡友頌)

為加強各產生游離輻射場所之防護措施，甄審輻射防護專業人員申請人之資格能力，認定其可否執行輻射安全管制與監察作業；並依據原子能委員會之輻射防護專業人員認可辦法訂定，特舉辦輻射防護專業人員認可測驗。

下次考試時間訂於本年五月四日假台北考試院國家考場舉行，報名時間預

定在三月下旬，簡章二月中出售，逕向行政院原子能委員會購買。

▲第二次輻射防護管制會議要點 (原能會 輻防處)

行政院原子能委員會於八十四年十一月三日舉行第二次輻射防護管制會議。會議目的係為確保核子設施工作人員與設施外民眾之輻射安全。該會議定期每三個月召開一次，參加單位除原子能委員會各技術處及台灣電力公司之核能一、二、三廠外、其他擁有核設施之單位如清華大學與核能研究所等均一併參加，共計有七十人與會。

本次會議討論議題共計十七項，內容涵蓋協調事項，提案討論以及心得交換，各項議題均有熱烈發言，交換意見，達成甚佳之具體結論與共識。例如：

- 一、為精進輻防劑量、計算屏蔽、環境等電腦評估模式之正確性，台電公司已再引進XOQDOQ及PAVAN二個程式，並且已獲美國NRC核可並寄抵作業中，而目前已有之REMedy及QUADCG二個劑量評定程式亦提報原能會審查中。
- 二、為達成輻射防護面具檢測之要求，台電公司委託研究機構執行『核能電廠呼吸防護裝具管理及性能檢測工作之評估』計畫，並將依工作計畫書辦理，期更保障核能電廠工作人員之輻射安全。
- 三、為保障人員及環境之輻射安全，原能會要求台電改善其廢料固化桶檢整作業之時機、地點及方式。台電公司於會中報告核能一、二、三廠正進行以遙控方式檢視及檢整，或廢料固化系統輸送帶之工程改善，完工後將可確保環境不受污染及人員劑量有效抑低。
- 四、對服用醫用放射性同位素人員進入輻射作業場所工作，原能會指示各

單位應參考國內外案例訂妥管制措施。

- 五、期使『放射性物質安全運送規則』可符合現時所需，原能會將於85年底完成草案修訂並儘速發布，以提供管制及業者之依循。
- 六、核能二廠研究改善面具清洗方式，對輻射安全防護有正面效益，原能會請核能二廠在會中提出報告，將經驗分享大會以促進經驗之交流。
- 七、為統一各單位對外發布輻射度量結果的方式，需採用相同量測距離；經討論後決定，將來對外發布時「表面劑量率」即為距離受測物表面約1公分，「空間劑量率」為距離1公尺，「人員作業位置劑量率」則採距離30公分，並註明實際距離的方式實施。

為貫徹會議結論之執行，各單位對所訂定之改善措施計畫均應於限期內完成，若有無故逾期情形，原能會將依違規辦法處置。

目前之輻防管制會議係初期舉辦，參加對象僅限於核子設施相關人員，待累積相當經驗並檢討執行效果後，再決定是否擴大範圍邀集醫、農、工等業界各輻射作業場所人員共同與會，發揮此項會議之最大功能，俾可建立全而完整之輻防體系。

▲輻射防護違規案例六則 (原能會 關展南)

為加強輻射安全作業、確保民眾健康，行政院原子能委員會輻射防護處提供該處近年來辦理各項管制業務時，發現或民眾檢舉違反原子能法之部份案例計六件給輻防簡訊的讀者參考，該處並籲請本刊讀者如持有或使用放射性物質及可發生游離輻射設備，務須遵守原子能法及其相關規定，以免觸犯法令。該處並希望大家能檢舉不法，以維輻射安全，以下即為案例簡述：

案例一：

xx醫事檢驗所持有東芝牌 x 光機乙台，未向原能會申請執照，且負責人未領有操作執照，即逕行操作前述 x 光機，且連續於七十七年、八十二年將前述 x 光機遷移至新設立之營業處所，兩次遷移安裝工程完竣後，均未申報原能會作安全檢查及游離輻射測量。案經台灣輻射偵測工作站於八十三年五月派員查獲，報由原能會移送法辦。因本案係違反原子能法第二十六條第一、二、三款之規定，案經法院判處檢驗所負責人有期徒刑三個月，x 光機沒收。

案例二：

xx診所 x 光機巡迴車司機，於八十三年二月，駕駛該診所出借予某醫院之 x 光機巡迴車，至南投縣草屯鎮某公司營業處委託辦理勞工健康檢查之用。該司機明知 x 光設備之操作人，應領有原能會發給之操作執照，又明知其本身並無執照，竟因醫院所派放射師遲到，即自行先為營業處員工數名照射 x 光，案經南投縣衛生局人員發現，報由原能會函送偵辦。本案該司機因違反原子能法第二十六條第三款，被法院判處有期徒刑五個月。

案例三：

台北市某醫事檢驗所持有之 x 光機，於八十二年四月初安裝工程完竣後未申報原能會作安全檢查及游離輻射測量，經原能會於八十二年五月派員查獲並移送法辦。本家中該檢驗所三名合夥人因違反原子能法第廿六條第二款及第四款，分別被法院處以拘役四十日及三十日。

案例四：

高雄市有六家醫事檢驗所持有之 x

光機，因於安裝工程完竣後，未申報原能會作安全檢查及游離輻射測量，且負責人未領原能會發給之操作執照，即行操作 x 光機，案經高雄市政府衛生局各區衛生所派員查獲，報由原能會移送法辦。本案各檢驗所因違反原子能法第廿六條第一、二、三款，皆被法院判處有期徒刑三個月，x 光機沒收。

案例五：非法轉讓 x 光機處罰金壹萬伍仟元

民國八十一年間，甲公司向本會申辦某廠牌 x 光測厚儀之輸入核准及設備執照，卻於該儀器進口後隨即轉讓予乙公司，再由乙公司轉讓丙公司，均未申請本會核准。案經本會函送司法機關偵辦後，判決甲公司及乙公司之負責人以違反原子能法第二十六條之規定，依同法第三十二條四款之規定處予罰金壹萬伍仟元。

案例六：無照操作放射性物質處拘役五十日，緩刑二年，併科罰金參萬元並沒收放射性物質。

民國七十八年間，xx非破壞檢驗公司於通霄發電廠以鈹~一九二從事非破壞照相檢驗工作，xx公司明知其員工兩人未領有本會發給之操作執照，竟由該二人操作該項作業，經本會稽查人員查獲後移送法辦。案經檢查官偵查起訴後，判決xx公司負責人雇用未領有本會發給執照之人員，操作放射性物質，違反原子能法第二十六條第三款規定，依同法第三十二條第四款論處，以被告素無前科，一時失慮而犯，量處拘役五十日，緩刑二年，併科罰金參萬元，至於鈹~一九二之放射性物質依法宣告沒收。

▲台電放射試驗室品質政策
(試驗室 孫志霖)

台電放射試驗室爲了強化經營體質、提昇產品品質與改善人員素質，特以全面品管的理念，並以ISO-9002爲藍本，完成人員體外劑量評估作業的品質手冊之改版，於84年11月30日正式向經濟部商檢局提出ISO認證。手冊中闡明放射試驗室的品質政策：誠信、專業

誠信－數據首重誠信

專業－技術講求專業

而品質目標則爲：追求卓越

卓越－品質追求卓越

放射試驗室職司各核能電廠有關之

□會議訓練報導

▲輻射與醫學演講系列（原能會）

華視視聽中心八十五年三月份週六演講會活動表

時 間	講 題	主 講
三月二日(週六) 下午二時三十分	輻射的民生應用	榮總癌病中心主任 陳 光 耀 醫師
三月九日(週六) 下午二時三十分	醫學影像診斷	台大醫院影像醫學部 施 庭 芳 醫師
三月十六日(週六) 下午二時三十分	輻射與健康	三軍總醫院核子醫學部主任 陳 維 廉 醫師
三月廿三日(週六) 下午二時三十分	輻射與基因	中央研究院院士 彭 汪 嘉 康 教授

一、免費聽講，歡迎各界踴躍蒞臨。

中心地址：台北市光復南路一〇二號華視大樓三樓。

洽詢電話：七七二～六六九六、七七五～六九六六。

二、本中心製作之電視演講會節目，每週一上午九時十分、週二上午八時十分播出，敬請各界按時收看。

三、合辦單位：中華核能醫學婦女委員會。

▲八十五年各項訓練班預定時間表（輻協）

環境輻射偵測、人員輻射劑量計測、輻射儀器校修及部份放射化學測試等工作。由於各項作業結果均直接反應核能電廠廠外環境輻射的實際狀況及廠內工作人員所接受的輻射劑量。因此對其品質之要求務須格外重視，爲期符合核能發電總體品保方案之規定及本室參與國內、外認證之水準，特揭櫫“誠信”“專業”與“卓越”爲本室品質政策及追求品質目標，務期全體員工共同重視，竭力推行，以保證品質系統持續維持及各項缺失有效改正。

班 別	訓 練 日 期	上 課 地 點	聯 絡 人
鋼材班	3月05、06日	高雄偵測站	林麗芬
	3月18、19日	新竹清大	
	4月25、26日	台北月涵堂	
	5月07、08日	高雄偵測站	
	5月27、28日	新竹清大	
	6月17、18日	台北月涵堂	
非醫用班	3月11至16日	新竹清大	李貞君
	4月15至20日	"	
	5月13至18日	"	
	6月24至29日	高雄偵測站	
	6月10至15日	新竹清大	
輻防班	5月20日至6月19日	新竹聖經書院	邱靜宜

◎以上各項訓練班簡章備索，電 話：(035)722224

□期刊書籍

▲NCRP第120號報告「核能電廠的劑量控制」介紹

(輻協)

美國國家輻射防護委員會於1994年中出版(NCRP)第120報告，對核能電廠輻射曝露抑低措施與方法有詳盡的報導。報告中編錄了一些科技設備的介紹以及一些電廠劑量抑低的重要計畫，對於降低核能電廠員工個人劑量及集體劑量而言是相當有幫助的。此報告提供美國核能電廠多年來對於抑低輻射曝露所做的努力，以及美國與世界各國核電廠曝露值的比較資料。

本報告區分為四個章節分別如下：
 (1)劑量抑低最適化的定量方法(2)合理抑低措施的運用與方針(3)電廠設計時須考慮問題～劑量控制原則(4)電廠運轉注意事項。

在「劑量抑低最適化的方法」章節中，提供了各種先進的技術方法，計算公式以及決定採行抑低措施時所應考慮

事項。本篇報告蒐集世界各國有關輻射曝露抑低措施的數據，對於如何抑低劑量提供了很好的參考價值。

在「電廠設計」與「運轉注意事項」章節中，討論了一些在反應器設計與系統運轉時，抑低輻射劑量來源的重要因子。例如反應器水化學的探討、過濾設備與除污系統的設計與研究……等。本篇報告記載了過去十～十五年內美國核能電廠對於運轉所做的廣泛研究及其累積的經驗。對於一些污染控制與劑量控制的技術與設備在文中均有提及。此外，如輻射工作計畫，行動基準及劑量抑低措施的運用，在本報告中讀者都可以找到滿意的答案。

本報告對於核能電廠設計者與工作人員而言是一本不可多得的好書，文中對於未來新電廠的設計與現有核電廠劑量抑低改善措施也提供了極佳的參考價值。(摘譯自 Health Physics)

Vo169, No5

▲內容十分豐富的ICRP第66號出版物(三)

(衛生部工業衛生實驗所 陳興安)

7、廓清模型

本章和第6章都是篇幅較大的章節，有不少圖表。本章共分引言，呼吸道廓清模型，血液吸收和放射性衰變產物等4小節。現將其主要內容作一扼要介紹。

本模型共描述了3個廓清途徑。沉積在 ET_1 區的物質是通過外來的過程移走的，如擤鼻。至於其它區域，廓清是在下列兩過程間競爭。1.粒子的轉化過程(如巨噬細胞的吞噬和纖毛運動)，將粒子轉化至胃腸道和淋巴結；2.血液吸收。

粒子轉化的廓清率對於所有物質被假設是相同的。廓清率都是在人身上研究後推算出的。血液吸收則為物質別，除在前鼻區外，在所有區的吸收率均相同。在每個過程的廓清率都是殘存量的時間 - 變異因子 (time-varying factor)。

在描述粒子轉化的隔室模型中，為每個途徑所列出的轉化率常數的參考值之單位為 d^{-1} 。根據動物實驗的結果和對人的觀察，沉積物質均有一個慢廓清相。對於支氣管和細支氣管，在模型中均有一個第2隔室表示。本模型還描述了物質在組織中的沉積，在該處退隱 (sequestered) 並逐步轉移至淋巴結。對於所觀察到的粒子在肺泡-間質區的廓清，則需要用3個隔室對其模型化。

本模型認為，粒子被血液吸收是一個兩階段過程：粒子分解成能被吸收的物質(溶解、液化)；將吸入的可溶性物質和由粒子溶解成的物質經血液吸收。吸收是物質別的，發生在 ET_1 區以外的所有區，並假定其吸收率在所有區均相同。

對於有可靠的人的或實驗動物數據者，本模型將採用所觀察到的各化合物的特定吸收率。對於沒有這類吸收數據者，則以原有的ICRP的D、W和Y分類系統為依據，將吸收率規定為“快”F，

“中等”M，和“慢”S。這裏必須指出的是，原呼吸道模型的D、W和Y是指總的廓清，而F、M、S則是指血液吸收。

人們已經觀察到，即使是最難溶的物質，也可以看到沉積量中的若干份額早期也能被吸收。因此，本模型對生物半化期的設定值(default values)，作如下規定：迅速被血液吸收的F類物質為10分鐘；對於中等吸收率的M類物質中的10%為10分鐘，其餘90%為140天。對於極難溶的S類物質，0.1%為10分鐘，餘99.9%為7000天。

關於修正因子一節的內容很能引起讀者的興趣，例如粒子在抽煙者支氣管區(BB)的轉化率(或廓清率)只有健康而又不抽煙者的一半。

□ 專題報導

▲ 簡介游離輻射防護之國際基本安全標準 (原能會)

此文之撰寫除介紹國際原子能總署訂定其基本安全標準 (Basic Safety Standards) 之過程、原則及目的外，亦希望能讓國內相關人士瞭解，國際原子能總署是在1994年下半年才將此以ICRP60號報告為主要參考之基本安全標準向各國推薦，而迄今世界各國已採用此標準者仍極稀少，故我國現今尚未實施ICRP60號報告所建議之標準，並非落伍而不符合時代潮流。

為使國際間在輻射防護及安全標準方面能取得和諧與一致，國際原子能總署 (IAEA) 等國際組織共同主辦「國際基本安全標準」之訂定。當1993年12月主辦單位之技術委員會認可此標準時，其出席者共包括來自11個國際組織，52國的127名專家。國際原子能總署的理事會則是於1994年的6月批准此標準，並於同年的下半年分函各國建議採行。唯迄今僅澳洲一國已正式採用此標準。

此標準之訂定係以國際放射防護委

員會 (ICRP) 1991年第60號報告之建議 (1990年完成, 1991年由Pergamen Press正式出版) 為主要參考, 同時此標準亦將國際核能安全顧問組 (International Nuclear Safety Advisory Group) 建議之原則納入考慮。該顧問組曾建立詳細之核能電廠基本安全原則, 其中甚多與輻射源及非核能設施有關者。此標準中所使用之量化單位主要係依據ICRP之姊妹組織, 國際輻射單位及度量委員會 (ICRU) 之建議。

擬訂此標準之目的在建立對游離輻射曝露風險及射源安全防護之基本要求。希望能藉此標準保證各類輻射源之安全並與核反應器及大型核廢料處理設施等複雜射源之現有標準收相輔相成之效。

此標準僅是將基本之輻射安全要求予以明確化並附帶一些應用此標準之規範。應用某些要求之一般性規範可在IAEA各主辦單位之出版物中獲得, 而進一步的規範將會從實際經驗中根據需求而發展出來。

這套標準包含所有涉及輻射曝露之作業應該履行之基本要求, 這些要求列出基本原則, 並指出一個輻防計畫所應包含的項目, 其功能在提供所有相關的個人及機構一種實務性指引, 且不希望在各個國家或地區被一成不變的使用, 而應考慮當地情況、技術水準、設施規模及其他相關因素。另外, 同樣的要求, 對不同的作業或射源, 其實施方法可能不同, 這將需由管制單位予以明定。

此項標準係僅以人類為保護之對象, 能達到此目的之標準應可保證不致對其他生物族群造成威脅。同時此標準僅適用於游離輻射, 對非游離輻射及非放射性相關之健康與安全管制概不適用。此標準並確認輻射僅是生命中各種風險之一, 對輻射風險之衡量除應考慮輻射對人類之貢獻外, 亦應評估其他來源可能造成之風險。

▲『低劑量與低劑量率體外游離輻射效應的最新研究結果』 (高醫 張寶樹)

美國、英國與加拿大等三個國家的12個研究機構計17位研究人員, 共同從事一項核能工業工作人員癌病死亡率的跨國研究, 以探討低劑量與低劑量率體外的游離輻射效應, 其研究結果發表於最近一期的RADIATION RESEARCH, 142, 117-132(1995)。全部的研究對象計有95673人, 其中男性有81705人(85.4%), 女性有13968人(14.6%)。每位人員必須從事核能工作至少6個月以上, 且有接受游離輻射的體外曝露, 以探討長期低階體外輻射曝露的致癌效應, 尤其是體外 γ 輻射。全部的研究分析共計2124526人-年, 15825個死亡病例中有3976例(25.1%)是死於癌病。研究結果發現輻射劑量與所有原因的死亡率或所有癌病的死亡率皆無相關的證據存在。

原子彈爆炸後倖存者的流行病研究是目前公認在高劑量率曝露下最為完整的資料。在此研究中, 除了慢性淋巴白血血病(chronic lymphocytic leukemia, CLL)外的白血血病, 計有119例死亡(單邊P值為 $0.046 < 0.05$), 其顯示體外輻射曝露與發病率的有統計上的相關; 在其他31個的特定癌病的研究中(主要是來自美國Hanford與英國Sellafield的世代研究), 僅有多發性骨髓瘤(multiple myeloma)有統計上的相關, 計有44例死亡(單邊p值為 $0.037 < 0.05$)。除了白血血病外的全部癌病和除了CLL外的白血血病, 其過量相對危險度(excess relative risk, ERR)分別是 0.07Sv^{-1} (90% 信賴水平: -0.4, 0.3)、 2.18Sv^{-1} (90% 信賴水平: 0.1, 5.7)。對一長期的累積劑量 100mSv 與 0mSv 而言, 除了白血血病外的全部癌病和除了CLL外的白血血病, 其相對危險度(relative risk, RR)分別是0.99、1.22。

在低劑量長期性的體外曝露下, 此

研究認為其所獲得的估計是精確的，且在世代研究或男性、女性上並無統計上的差異存在。雖然此研究所得的評估結果較原子彈爆炸後倖存者的流行病研究是呈線性的低，但基於從低劑量時的危險度減少，到目前輻射防護所推薦危險度的兩倍下，在機率的範圍內是相容的，所以此研究認為在低劑量的體外長期曝露下，對於目前的癌病輻射危險度並不以為有些的錯誤，所以仍可利用目前的癌病輻射危險度數據進行低劑量與低劑量率的體外游離輻射效應評估。

▲車諾比爾事件與健康效應：世界衛生組織（WHO）發現之總結 （原能會 陳為立、袁志強）

世界衛生組織（WHO）最近發布在日內瓦所召開有關『車諾比爾事件與健康效應』之國際會議主要發現的總結報告，並要求未來作更多的研究。

WHO的健康及環境部門執行主管Wilfried Kreisel博士在會議結束後說道“車諾比爾事件遺留下來的東西將以輻射引發的病變及身心失調之形態伴隨著我們一段很長的時間。假如我們不能從這個歷史性的悲劇中為人類擷取利益的話，我們將會受到更多的傷害。如果歷史本身不會重演，我們應該可從車諾比爾得到很好的教訓”。

Kreisel博士說會議主要成就之一是在事故已知的健康結果方面建立了科學共識，他排除烏克蘭官員今年早期有關超過十萬人死於此事故的“虛構”宣稱，並說目前證實的死亡人數大約為40人，其中30人是由於當時受到直接曝露而死亡，另有10來個輻射引發甲狀腺癌症的致命案例。

有關會議的主要發現包括三個主要關切的領域：1. 心理失調的大量增加，特別是在事故復原工作人員及居住在高污染區的人口中。2. 孩童甲狀腺癌事件之健康衝擊。3. 未來可能發生在人們中

之癌症，特別是白血病、乳癌、膀胱癌及腎疾病。在車諾比爾事故，甲狀腺癌的確有增加，而且大部分是發生在孩童，但亦會發生在青少年中；其中在白俄羅斯有近400個案例，烏克蘭有220個案例，及在俄羅斯聯邦之62個案例。這些癌症是極具衝擊性及局部侵入性的；有強而間接的證據顯示，在這三個國家內甲狀腺癌的增加是由於車諾比爾事故後之輻射落塵所導致。

目前仍然不清楚那些放射性物質與這種增加有關。一個可能的原因是碘-131，但是當其使用於醫學措施時，這種同位素並未被證明會導致甲狀腺癌。

因此有必要研究碘-131，其它短半衰期同位素及體外部輻射之角色。是否這種增加是由於放射性同位素之混合物？是否可能碘-131自己有所改變？因此，瞭解各種可影響輻射引發癌症風險因子的角色是非常重要的，包括原有的遺傳，碘的缺乏和疾病之預防，及其它可能的環境污染物。

如此迅速的案例增加可能是史無前例的。它提供一個獨特的機會去瞭解癌症的原因並認明防範的重要因子。這須要經過協調及良好設計的研究，其中包括劑量學、流行病學，臨床的、病理的及分子生物的方法。

有關輻射急性效應的討論，顯示對受到高劑量曝露者治療新發展，……此新技術是使用特殊成長因子去刺激造血系統，使因輻射曝露喪失的細胞獲得再生。莫斯科生物物理研究院的急性輻射傷害診所主任Angelina Guskova博士指出從事故中學習到的主要教訓：高曝露病人須要在一或兩個特別的中心用統一的診斷、治療及服藥方法治療。當有局部性的嚴重傷害發生及食入大量高濃度的放射性核種而全身劑量超過8-13格雷（GY）時急救的最大困難便會發生。

雖然，到目前為止，在白血病及其它類似的血液失調方面沒有發生統計上可測量的增加，但是科學家們警告說高

峰期會在今後的幾年內出現，隨之而來的是乳癌、膀胱癌及腎疾病等案例的增加。關於事故復原工作人員健康情況的初步報告顯示這種增加正開始顯現。為追求人性及公共健康的目標，WHO正與俄羅斯聖彼得堡合作中心建立一個與車諾比爾有關的計劃。它將處理約80萬名事故復原工作人員的問題。

與會者所得結論為：心理——社會效應是一個優先的領域，它必須由三個受影響的國家及國際社會以慎重的方式處理。在日本原爆存活者及受車諾比爾落塵影響的人口中可觀察出受害者及未受影響者之間有類似的行為模式。在日本，原子彈殘存者因為他們在以後的時間會因罹患癌症而可能遭雇主解雇；同樣的，在車諾比爾事故之後，從污染區撤離到清潔區的人們因享有房子及津貼，而受當地居民排斥。

由於在車諾比爾事故之後大量的人口被撤離及重新安置，以及經常對輻射曝露的憂慮與害怕，導致地方診所健康失調升高的報導。研究顯示頭痛、胸痛、腸失調、失眠，喪失注意力及酗酒等是很普遍的。整體而言，這很清楚是一個須優先注意的領域，不只是對此三個受影響地區政府及公共健康服務而言，對國際社會整體來說亦然。在地震、火災、水災及其它自然與人為的災害後，也會觀察到類似的心理——社會衝擊。

資料來源：WHO

▲ X光發現百週年感言

(偵測站 陳清江)

自倫琴於1895年12月6日發現X光至今已屆滿百年，這百年來也是人類科技文明和原子科學突飛猛進的時期，近來有相當多的紀念性活動和相關專刊出版。

X光的發現使人類的視野向前邁開了一大步，X光機的生產與應用蔚然形

成一股新興行業，各種特殊功能的X光機相繼問世，給醫學和工業界帶來莫大的助益，近年來由於影像加強器和電腦科技的結合，更開發出不需X光底片之數位攝影機、電腦斷層掃描、介入性放射攝影等高級機種，使臨床醫師可更精準地對病人病況作處理，造福人類。

雖然X光機功能有了長足的進步，應用也日益廣泛，但病人所受的輻射劑量卻反而減少，原因是輻射防護的觀念與X光機的生產相結合，洩漏輻射減少了，屏蔽設計也更完善，數位式影像處理更降低了病患所受劑量；由聯合國原子輻射效應科學委員會近年來的統計資料顯示，生活水準較高的國家，每人每年所受的X光照相次數較多，但每次所受的輻射劑量卻有降低的趨勢，從輻射防護的角度看來，這是令人振奮的訊息。

台灣地區每年消耗的X光片已超過一千萬張，X光機的數量也逐年遞增，尤其在全民健保實施後牙科用X光機大幅增加，最近骨質密度儀也因人口老化、生活水準提高而大幅增加。以日本為例，全民健保的實施曾經使日本的醫療輻射曝露大幅增加，目前仍居世界第一位，台灣會不會步其後塵呢？醫療輻射的應用除了受健保給付的約制之外，是不是也該從輻射防護的觀點加以約束呢？約束的標準要如何訂定呢？在紀念倫琴發現X光百年之際，這或許是醫學界和輻防界該思考的課題。

▲保健物理的現況與將來

(偵測站 林培火)

「保健物理」名詞是由於原子能領域的發展而來，因原子能內藏巨大的能量，初期人類致力於輻射源(原子爐放出之輻射)的管理，其次轉移至輻射源周圍作業人員的管理，目前注意焦點放在環境輻射的管理，並以一般民眾為對象。在環境管理方面，首將輻射劑量管理降至天然輻射水平劑量以下，以提高民眾

對危險度的認知，而今人為活動或改善生活品質致使遭受天然輻射劑量提高而成爲輻射曝露的管理問題。人為提高天然輻射曝露包括下面幾項，如宇宙飛行、航空飛行、環境中氡活度高的地區等，對飛行員及作業人員的輻射曝露防護已成爲保健物理的主要問題。而游離輻射以外的輻射稱之爲非游離輻射亦成爲必要的輻射防護，現在已成爲將來保健物理研究的主題之一，而使保健物理的領域擴大。以下就有關非游離輻射範圍作說明。

我們人類爲追求“快速、便利”的生活，當中而使地球增加了各種電磁波。微波被利用於電波測量、衛星的通信等，超低頻率被利用於廣播、通信、導航等，超低頻率亦被利用於電器等。而上述不同種類的電磁波被使用於日常生活，主要作爲人類社會的資料與能量的傳送系統。超音波亦被應用於清洗器、乳化裝置、非破壞檢查等工業用，或是胎兒檢診、器官病變的診斷與治療等醫療應用頗爲廣泛，另超高壓輸送系統，核磁共振裝置等亦有極強之電磁場。上述電磁波帶給人類社會生活上極大的快速、便利，總稱之爲非游離輻射，但其應用方面的研究開發是非常普遍，可是對於非游離輻射生物效應的研究資料卻很少。因此，二十世紀在游離輻射對生物效應研究已頗爲成熟，但邁入二十一世紀之前非游離輻射對生物效應之研究及其防護標準應爲保健物理當前新課題。

▲近接療法之治療計畫疏失案例

(核研所同位素應用組 廖美秀)

一、摘要：

美國核能管制委員會發出此通告以提醒受文者注意近接治療計畫設定疏失之意外事件。希望受文者能藉此檢討其設施之適當性，並儘可能考慮採取行動以避免類似意外事件。惟本通告所含建

議事項並非美國核能管制委員會之新規定，因此受文者毋需採取特別行動或回文。

美國核能管制委員會發覺下列與治療計畫設定錯誤有關之近接治療意外事件：

(1)1994年11月21日，一位美國核能管制委員會官員在1994年11月8日發現一部高劑量率 (HDR) Gamma Med II-i 近接治療器設定療程時發生疏失。技術員爲 HDR 裝置設定治療計畫時，沒有按下 AUTOMATIC TIME FACTOR 鍵。當輸入停留位置 (dwell positions) 及總治療時間(total treatment time) 後，技術員嘗試按 START 與 SOURCE IN IRRAD.POS. 鍵以啓動療程。但 HDR 螢幕顯示出一錯誤訊息說明需要輸入 MANUAL TIME FACTOR。這位技術員將此訊息誤判爲電腦未接受輸入之總治療時間而再次鍵入此時間。由於不慎將總治療時間輸入作爲 MANUAL TIME FACTOR，導致施與病人的劑量約等於原訂的輻射劑量之兩倍。技術員在開始輸入治療參數時未能按下AUTOMATIC TIME FACTOR 鍵之錯誤結果，會因 GAMUHR 卡的一項明顯缺陷而加劇，這項缺陷爲 GAMUHR 卡執行過程允許技術員以人工輸入並接受不正確的衰變參數。此設備包含一個號稱 370 GBq (10 居里) 之銥-192密封射源。錯誤的結果造成病患陰道腔接受的劑量由原訂的 6 戈雷 (600雷得) 提高到 12 戈雷 (1200雷得)。

(2)1994年9月23日，一位醫用領證者向Region III 報告，稱一位病患進行子宮內植近接治療，接受劑量不足 31%。患者在1994年9月13日內植兩枚卵形銻-137照射器進行近接治療，預期在約48小時間使子宮周邊接受65戈雷 (6500雷得) 劑量。領證者的醫用物裡師檢視已完成的療程，發現在擬定此一治療程序時誤用了組織體積，使得治療體積比醫師原先預期者爲小。雖然醫師

事前曾審閱並批准此一治療計畫，但療程中組織體積較小的說明並不明確。領證者認為準備此治療計畫的醫用物理師使用不正確的空間座標來設定治療體積，並且未對劑量計算加以確認。這位領證者發現治療較小體積導致於僅給了45戈雷（4500雷得）到原本的治療體積，比原先預期劑量少了31%。為了彌補短少的20戈雷（2000雷得），醫師修改原訂計畫，使用直線加速器進行外部射束治療。

(3)一位領證者報告一件在計畫治療程序中使用錯誤劑量轉換單位之事件。一位病患在1994年5月4-8日期間使用三個銻-137射源進行婦科內植近接治療。這位病患的治療區域接受了大約91.3戈雷（9130雷得）的輻射劑量，較處方劑量高出大約283%。深入調查後發現相同錯誤也發生在另外六名病患身上，使這些病患多接受了37%至144%之治療劑量。劑量計算錯誤係由於物理師在編輯治療計畫時，輸入錯誤的加馬常數。當物理師試著將“毫克-鐳-當量”（milligram radium equivalent）轉換成“毫居里”（mCi）時，卻意外輸入3.256“radium”，造成比預期值大2.5倍之錯誤比值。

(4)1994年4月8日，一位美國核能管制委員會領證者報告一件在計畫治療過程中，數據輸入錯誤的案例。醫師處方列明給予兩次6戈雷（600雷得）分段劑量，總劑量為12戈雷（1200雷得）。一位輻射治療師在第一次治療前已對GammaMed II-i HDR輸入正確治療參數，並經另一位放射治療師及一位放射物理師確認無誤。這部GammaMed II-i HDR治療機採用歐制日期輸入（日-月-年）。進行治療時，操作的放射治療師從電腦記憶體中調出原本正確的參數，卻陰錯陽差地將日期格式弄錯（亦即將4.06.94錯改成6.04.94）。由於HDR電腦能自動調整射源的衰變，4月6日的曝露時間需以1.83校正，而6月4日的曝露時

間則需以3.17校正。這項錯誤導致病人接受分次劑量由原訂6戈雷（600雷得）增至10.39戈雷（1039雷得）。幸而在第二次治療前發現了錯誤，病人接受的總劑量並未逾越處方的12戈雷（1200雷得）。

(5)1993年10月11日，一位美國核能管制委員會領證者報告在例行的記錄檢查時發現一宗於1993年4月23日以一部高劑量率HDR後荷治療機進行近接治療時施予錯誤劑量事故。放射物理師為一位病人規畫使用一部內含一157.14十億巴克（4.247居里）銻-192射源之Nucletron HDR後荷治療機進行陰道近接治療。處方劑量為每分次劑量5戈雷（500雷得）。當為三次治療中之第二次療程進行規畫時，錯誤輸入offset距離，將992毫米誤植為920毫米。此舉使射源往外多前進了九段5毫米，共計45毫米。雖然醫學物理師聲稱此治療進展一如原計畫，但是錯誤輸入offset距離卻使一部份劑量誤施於不應接受照射部份。

(6)1993年8月18日發生一件給錯治療劑量事件；一位病患原定接受6戈雷（600雷得）食道治療劑量卻意外接受了10戈雷（1000雷得）。在例行檢查當天的治療記錄時，領證者發現了這項疏失。這位領證者說明此一預計施予6戈雷（600雷得）的治療計畫曾經物理師及醫師複核無誤。然而物理師在治療前曾簽入HDR療程檔案以試圖修改一項非關鍵性的參數。物理師事後報告稱在療程檔案不同視窗間切換時遭遇問題以致按了許多次“Esc”鍵。如此操作使得療程設定劑量被改成10戈雷（1000雷得）。依據領證者所述，此被變動的治療計畫未再進一步深入審查就被放入HDR的控制電腦中並進行治療。

二、國內狀況評估：

近接治療是將密封的小射源放到腫瘤裡面或表面來治療腫瘤，其最大的好處是產生高劑量於局部腫瘤區域，而在

周圍正常組織的劑量則降得很低。最早近接治療的射源裝置器為前荷式（pre-loading）的方法，對於操作人員造成非常大的輻射劑量，改進為後荷式（After-loading）甚至於遙控後荷式的方法以後，操作人員的暴露可減至最低。且由於遙控後荷式操作方便、易於處理，故在國內大都是採用此型治療機進行近接治療。

目前治療計畫電腦都已有近接治療計算的軟體，不但計算快速準確，並且還可作XY、YZ、XZ三種不同平面的劑量顯示。在技巧方面可分為：

- (1) 接觸治療：利用作好的塑膠模型將射源固定在腫瘤表面，此法常用於口腔內膜癌或皮膚癌上。
- (2) 組織內插植法：利用針將射源插入腫瘤組織內，有暫時性與永久性兩種，所使用的射源也不同。
- (3) 腔內治療法：常使用於子宮頸癌的治療，即將後荷式裝置器先放到子宮及陰道內，等病人定位計算以後，再將射源放入。

三、結論與建議：

上述事件說明依照符合CFR 35.32(a)(3)規定之程序確認最終療程及相關計算與處方指示一致重要性。為了符合CFR 35.32(a)(3)規定，需要注意療程計畫細節與獨立確認療程之正確性。如果獨立再確認療程是如此重要，

就必須確認用以規畫療程之輸入參數，以及計算的過程。值得注意的是用與前次療程相同的參數再次計畫療程不見得能發現輸入錯誤參數所造成的問題。

由以上的案例我們可得到一些結論：

1. 物理師若按正常的規定作校驗，即可提早發現錯誤。
2. 操作人員缺乏警覺性，當操作過程中電腦出現任何異常情況，皆應謹慎求証其原因，以免誤解其意義，而做了不適當的處置。
3. 對於醫師開立處方若有模糊不清之處，應向醫師求証。
4. 應該設立雙重檢查系統（Double check）以監督劑量測量是否按照規定實施或劑量的計算是否正確。

總之，吸收劑量的測定與計算必須是非常的精確，稍一不慎就很容易造成對病人的傷害，所以身為一位放射腫瘤工作人員對於劑量的測量與計算隨時要提高警覺，並且定期檢查治療病歷，以達到監督的目的。

□

四、參考文獻：

1. NRC Information Notice 95-39: Brachytherapy Incidents Involving Treatment Planning Errors.
2. 醫學物理專欄，p. 26-38；行政院原子能委員會，78.4.

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. 歡迎賜稿，稿件請寄新竹市郵政2-33號信箱或電傳(035)722521 游澄清收。2. 本訊逢雙月初一出刊，來稿請於出刊半月前寄達。因篇幅限制，稿件每則以1000字內為佳。3. 歡迎索取及捐助，捐款匯票、支票抬頭名稱「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 聯絡電話：(035)722-224。 |
|---|

