

輻射防護簡訊 21

中華民國85年10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406號2樓 (03)5722521
■電話：(03)5722224 電傳：
■編輯委員：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：游澄清 ■文 編：李孝華、蔡親賢
■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

□輻防消息報導

▲操作執照考試

(原能會 徐仁溥)

▲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，依據原子能委員會之輻射防護專業人員認可辦法之規定，訂於八十五年十一月八日(星期五)假台北考試院國家考場舉辦輻射防護專業人員認可測驗。已報名參加考試之人員屆時請準時前往應試。

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，於今年八月十六日舉行「非醫用操作執照鑑定測驗」。本次測驗計有557人報考初級，23人報考中級，及格人數共有初級327人，中級12人，及格率分別為62%及52%，(詳細統計資料如附表)。

八十五年非醫用操作能力鑑定測驗各類科成績統計表(八月)

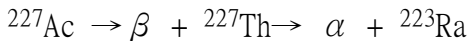
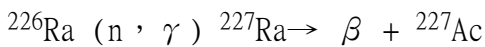
類 別		報考人數	實考人數	及格人數	及 格 率
密 封 放 射 性 物 質	初 級	218	208	130	63%
	中 級	5	5	5	100%
非 密 封 放 射 性 物 質	初 級	93	87	46	53%
	中 級	14	14	5	36%
可發生游離 輻 射 設 備	初 級	228	215	147	68%
	中 級	4	4	2	50%
動物用 x 光 機 設 備	初 級	18	14	4	29%
合 計	初 級	557	524	327	62%
	中 級	23	23	12	52%

▲新聞一則--廢物利用

(清大 翁寶山)

鐳226的半衰期長達1600年，醫院或工業界廢棄不用含²²⁶Ra的物料，只能以貯存的方式作處置。對於輻射防護和廢料管理都視²²⁶Ra為一棘手問題。

今年(1996)初阿伐發射體鈾213開始試用於核子醫學。鐳226經照射後可產生少量的²¹³Bi。另一產品鐳223正在探討用於核子醫學，也是由²²⁶Ra經中子照射而得，其反應式如下：



上述的放射藥物可用同位素發生器的方式獲得。

▲「無輻射污染證明書」修定格式說明 (原能會)

原能會為防範輻射污染建築物之再發生，會同內政部營建署共同推動之「施工中建築物出具無輻射污染證明制度」已於八十四年七月一日起正式實施，建商於申請施工勘驗時應併同施工勘驗報告書，檢具「無輻射污染證明書」，送請各主管建築機關進行審核。該制度施行至八十四年十月，原能會彙整來自建築相關業者、鋼鐵業者、各級地方政府建管單位等之意見；在便民及不違背該制度精神的原則下；會同內政部營建署將「無輻射污染證明書」之三格式及開立說明作了一些修改。修定後之「無輻射污染證明書」依開立人之不同仍維持三種格式，建商只要任選其中一種格式之證明書送請建管單位勘驗即可：

格式一：由經原能會認可之合格鋼鐵廠或經銷商開立。

格式二：由經原能會認可之輻射偵測業單位開立。

格式三：由建築物之承造人或起造人

或監造人或其專任工程人員，經原能會認可辦理輻射偵檢訓練合格者開具。

格式一證明書所附之保證書及格式三證明書上皆需由監造人簽查核章（查核該證明書是否符合工程施工規範所規定）即可。

修定之「無輻射污染證明書」新格式由八十五年一月一日起開始使用。實行至今原能會彙集各方反映問題說明如下：

鋼筋經銷商如願意自行開立格式一證明書，必須向原能會申請，經輔導後取得合格證書，比照合格鋼鐵廠授予證號，始得開具格式一證明，可避免因盤商轉售時產生之責任歸屬問題。

格式一內之副聯應由最後一家經銷商賣給建商時開具，如盤商本身無開具證明書之資格，於層層轉銷時，應以背書方式進行。（惟有些地方政府要求每一次轉銷時均開副聯，再全部粘貼使用亦可）此目的，在於可以追溯源頭鋼鐵業。格式一之正聯可影印分交承購同一批號之不同經銷商使用。

格式三規定必須是建商自行興建之建物，才可由其派往輻射偵檢訓練合格之聘僱人員開具證明，不得為其他公司開具證明。

▲全國輻射工作人員劑量資料庫中心 (原能會)

我國從事輻射工作人員輻射劑量中心於今年五月十七日正式完成，開始接受各劑量評定機關（構）每月之劑量評定結果，為我國輻射防護工作又往前邁開一步。

依據游離輻射防護安全標準規定，輻射作業場所主管應提供人員劑量計以監測工作人員之輻射劑量。由於輻射生物效應具有延遲性，所以輻射防護安全標準對工作人員劑量紀錄，要求保存自其停止參與工作之日起三十年之久。由

於法定保存期限極長，實非一般業者所能做到，故由政府主管機關指定一機構負責全國工作人員輻射紀錄的保存，可有效解決此一問題。

劑量資料中心係委託原能會核能研究所負責規劃建立，利用電腦系統與各劑量評定機關(構)連線，定期接受劑量評定結果，目前自八十三年起之人員劑量資料已全部存入該中心。

劑量資料中心之建立除可供作原子能委員會之管制依據外，將來還可開放供業者查詢作業人員之曝露歷史，以有效管制流動性核能工作人員(核能吉普賽人)之劑量，可達成之效益如下：

1. 確實保存工作人員之輻射劑量紀錄，確保業者及工作人員之權益。
2. 管制單位可線上查核任一輻射工作人員之累積劑量，隨時掌握工作人員之劑量動態。
3. 可提供各類輻射工作人員劑量資料之統計分析，有助於各類輻射防護措施之制定及執行。
4. 各人員劑量評定機關(構)與資料中心之間，能利用電腦連線系統隨時迅速密切連絡。
5. 提升我國輻射安全管制科技與技術。
6. 確保國民輻射安全。

▲蘭嶼貯存場放射性廢料管制現況說明 (原能會)

蘭嶼貯存場即將貯滿，部份廢料桶銹蝕如何安全處理，社會大眾均很關心，原子能委員會放射性物料管理局，對此極為重視，已嚴密執行相關管制作業。現就蘭嶼貯存場放射性廢料管制執行現況，提出說明。

蘭嶼貯存場可容納98112桶放射性廢料。該場自民國七十一年啓用，迄今共接收來自各核能電廠及核能研究所(含醫、農、工、商、教學研究等單位)陸續運貯之97672桶放射性廢料，目前

尚餘440桶之貯存空間。

放射性廢料係以水泥固化密封於五十五加侖的鋼桶內，運往貯存場後，即置入鋼筋混凝土壕溝內。由於蘭嶼地處高溫、潮濕、多鹽份，少部分早期的廢料桶確實有銹蝕破損的情形，但因桶內廢料均已固化，凝結成水泥塊，且周圍有三十五公分厚的強化水泥溝壁及三層防水柏油油毛氈，因此尚無外洩的顧慮。

對於蘭嶼貯存場的安全管理，當以保障民眾安全及環境品質為首要考量。為解決廢料桶銹蝕問題，原能會核能研究所已研發成功處理技術。在對策上原能會已要求台電公司採取下列措施：

為增加廢料桶之抗蝕性，自八十四年七月一日起各核能設施一律採用耐蝕性較佳之「熱浸鍍鋅鋼桶」來盛裝固化廢料。

為進一步保障安全，要求貯存場自八十五年一月一日起執行「活性零排放」措施，即使有少量雨水滲入壕溝內，亦應完全收集處理乾淨，非經同意不得排放。

針對廢料桶的銹蝕情形，要求須於八十五年底前進行先導型檢整工作，八十七年底前開始執行檢整作業，以便未來順利裝卸運往最終處置場。

原能會物管局並在八十五年七月十九日舉行的放射性物料管制會議中，要求台電公司蘭嶼貯存場現有剩餘之貯存空間(約440桶位置)，應保留作為將來銹蝕桶先導型檢整重裝作業之用。

銹蝕廢料桶已有具體處理對策，現餘四四〇桶貯存空間將保留供檢整重裝之用；另規劃成立「低放射性廢料處置監督委員會」，邀請學者專家及地方代表參與監督工作。

▲輻射風險之剖析

(原能會)

美國保健物理學會對線性無低限劑量模式與輻射防護之立場聲明。

保健物理學會 (THE, HEALTH, PHYSICS SOCIETY) 依其對輻射風險之最新認知，特提以下建議：凡個人年劑量低於五侖目，或終生劑量低於十侖目之輻射(自然背景輻射除外)，不須進行定量風險評估。進行此類劑量風險一般性評估時，應定性說明此為假設性健康影響，強調實際影響可能為零。輻射防護現行理論，係以輻射劑量無論多低，都可能健康效應為基礎，例如可能誘發癌症，及損害後代子孫遺傳基因等是。高劑量輻射之風險，確已掌握有實際可信科學證據，但劑量低於十侖目之風險(包括由職業上及環境中所接受者)，則不是因為劑量太低無法察知，就是根本不存在。

一、十侖目以下輻射劑量，從未察知有任何不利效應

輻射致癌，僅於曝露在高劑量率狀況下，並接受劑量超過十侖日後，才能用科學方法察知。評估低於十侖目輻射劑量之不良效應，只是理論性推測。評估輻射不良健康效應之方法，亦即預測曝露於高劑量率並接受高劑量的人群或個人，可能產生之不良效應，是在既定人群之地區內，進行流行病學調查(如一九四五年對日本原子彈生還者之調查，及對曾接受輻射治療病患之調查等是)。已有之流行病學調查，尚未察知數年內接受少於十侖目輻射劑量的人群或個人，有任何不良健康效應出現。

二、以五侖目年劑量或十侖目終生劑量，定量評估風險之限制

由於以上考量，保健物理學會之結論是，進行評估輻射對人體風險時，應以接受高於年劑量五侖目，或終生劑量多於十侖目為限(不包含自然背景輻射在內)。低於此劑量時，不應再進行風險評估，如用定性方式說明其風險，則應強調表示無法測知其增加之任何健康損害影響(零效應為最可能結論)。

三、對輻射防護措施的衝擊

依上述方式，限制進行定量評估低劑量輻射風險時，對現行輻射防護措施將有以下關聯：

- (一) 低劑量輻射影響健康之可能性，不應完全不予考量。在關注的低劑量範圍內，評估其影響時，應著重建立其健康影響範圍，包括影響結果可能為零在內。
- (二) 集體劑量(眾多曝露人口劑量之和，以人侖目表示)仍為量化眾多人口輻射劑量之有效指標，亦能用以比較不同輻射源造成的曝露量。但人群中所有個人接受的輻射劑量如皆低於十侖目，則集體劑量只是個高度推測不確定之風險數據，不宜用以量化群體之健康風險。

▲輻射照射在易剝離創傷敷料之研究

(原能會)

行政院原子能委員會最近與大同工學院合作成功開發完成功能性創傷披覆生醫材料，以改善傳統的消毒紗布容易和傷口發生沾黏，而與傷口之治癒組織固著，於剝離時，常造成患者的二度傷害的缺點。

一般使用於外傷或燒燙傷等之創傷被覆材須具備有能吸收體內滲出液，並保護內部防止外部雜菌的侵入及感染，且供生體組織進入及繁殖等條件。而不織布因多孔性、表面積大、高孔隙率、無塵、易加工、可表面改質機能化等特點而極適合應用於創傷被覆材，但其易與傷口之治癒組織固著，於剝離時常造成患者的二度傷害。此次成功合作開發的易剝離的被覆材，係利用 γ -ray 輻射照射，於不織布表面接枝共聚合具有感溫親水性可變換的單體 Poly N-isopropylacrylamide(NIPAAm) 上。由於 P NIPAAm 為一感溫感性高分子，當溶於水時其相轉換溫度(Lower Critical

Solution Temperature,LCST) 約為 32-33°C, 故當被覆皮膚表面時, 因體溫高於此轉換溫度使不織布表面呈疏水性, 當須剝離時, 僅需浸低溫水吸入水分而溶解, 被覆材與生體組織極易剝離, 而不會傷害再生組織。此材料製備程序簡單, 極具商業應用價值, 且為輻射於生物農業科技應用外, 於生醫材料應用的另一項突破。

此方法亦可應用於具自黏性, 即勿須額外加以固定, 且當須剝離時又極易剝離的自黏性薄膜, 以改善傳統的貼布。目前已開發的材料是以製藥工業上常用之壓克力樹脂 (Eudragit E, Eudragit RL, Eudragit RS) 及可塑劑 (triacetin diethyl phthalate (DEP), dibutyl phthalate (DBP), tributyl citrate (TBC)) 並加入自行交聯聚合感溫性 PNIPAAm 的微膠粒, 利用溶媒揮發法製備自黏性薄膜, 初步結果顯示貼覆時其貼覆強度可高達 9g/cm, 且當須剝離時, 僅需浸低溫水即可降低貼覆強度至原來的 15% 左右, 故極易剝離, 又此薄膜具有可吸收傷口表面滲出液的優點, 故商業價值和可行性皆極高。

本研究從原料聚合到試片製作和測試皆由國人自行開發研究完成, 對科技提升及技術整合有重大意義。

▲計程車瓦斯桶非破壞檢測 (原能會)

--原子能委員會核能研究所研發技術之提供服務--

政府為改善車輛廢氣排放並提昇空氣品質, 因此開放瓦斯計程車申請及使用, 由此衍生之瓦斯桶品質管制, 成為攸關社會大眾安全之指標, 所以瓦斯桶焊道檢測技術之良窳, 亦為各界矚目之焦點。

車用瓦斯桶的品質檢驗分為破壞檢驗及非破壞檢測兩部分, 前者用以檢驗

材料強度及其機械特性, 後者則係檢驗焊道是否有瑕疵。財團法人車輛研究測試中心鑑於液化石油氣 (LPG) 容器之品質影響民眾安全至鉅, 特於八十四年二月委託核能研究所負責執行瓦斯車型式審驗中之 LPG 容器焊道射線照相檢測工作。

初期送驗之國外廠家製造之 LPG 容器樣品經本所以中央標準局頒佈之國家標準檢測發現多數不合格。檢測判讀不合格之瑕疵, 經切片觀察, 證明判讀正確; 檢測結果並獲車輛研究測試中心委請之國內四位大學教授審驗認同。其後又派專家赴國外瓦斯桶製造公司及檢驗公司討論檢驗結果, 國外檢驗公司之專家亦承認本所檢驗之正確性。

為提高 LPG 容器品質, 以維護社會大眾安全, 除檢驗工作外, 核研所亦參與輔導國內製造廠商製程改善之工作。目前 LPG 容器的品質已大幅提昇。

□新書介紹報導

▲放射性廢料辭彙

(清大 翁寶山)

放射性廢料辭彙一書已由放射性物料管理局出版。全書為 400 頁, 以英文字母順序排列, 另附中英名詞索引, 以筆畫的多寡排列。附錄則列出廢料常用的英文縮寫字。

編修小組包括核研所、台電、工技院、清華四個機構的專家六人, 物管局專家十一人, 歷時一年九個月, 舉行四十三次會議, 於民國八十五年五月完稿, 六月即出版。

該辭彙分成兩種版本, 一為和一般教科書大小相類似, 另一種為小型版本, 可放置於口袋, 便於攜帶, 可謂用心良苦。

名詞的解釋力求正確簡潔, 字句均經再三斟酌, 分組逐條討論, 方告定

稿，為一良好的工具書。

▲「非醫用游離輻射防護訓練教材修訂三版」正式發行

(輻協)

為提供有志從事輻射工作者與刻正從事輻射工作同仁，在工作及進修上專業參考用書，本會出版科技叢書『非醫用游離輻射防護訓練教材，修訂三版』日前業已正式發行。

新修訂教材部份章節內容，重新聘請學者專家編寫，其主要修編特色如下：

- 一、深入淺出，循序漸近的導入輻防觀念：
第一章「輻射物理」由本協會游澄清博士重新編寫，大幅修訂，以深入淺出的方式導入輻射防護的基本概念。對於初次接觸輻射科學的讀者，本章屬相當好的入門教材。
- 二、國際輻防新觀念的引進：
國際輻射防護委員會出版的ICRP-60號建議報告，為輻射從業人員所重視；也常為各國在輻射法規制法修法上的參考依據。在本教材「輻射物理」與「輻射防護概論」(由本協會許坤澤組長編寫)二章節中，均引進了國際輻防新觀念，使本教材更符合國際輻防潮流之所趨，也配合學界所倡導「科技中文化」政策。
- 三、輻防法規制定延革，內容精神與未來修訂方向之介紹：
在「原子能法令及案例介紹」與「游離輻射安全標準」章節中，張孝乾、周凱滇兩位原能會長官，以其多年參與法規修法制法的經驗，將原子能法令制定沿革，內容精神及未來制法修法的方向，作一精譬解說，另配合部份案例介紹，使條列式的法律條

文更易了解，也更可使讀者對於法規精神之重點更加重視。

- 四、輻防實務內容的加入：
在「放射性物料管理」及「非密封射源的輻射防護」，物管局劉文忠博士與清華大學許俊男教授以其多年實務暨教學經驗，對於從業人員工作上常遇到的問題。像廢棄射源的報廢處理及非密封射源操作上的輻射防護，均有詳細的介紹，對於輻射工作者而言，可提供其工作上之參考依據。
 - 五、理論計算的修訂：
輻射屏蔽的理論計算，往往為讀者所困擾。在本次修訂教材中，請核研所陳煥東博士對於「輻射屏蔽」的理論計算方式，以有系統的方法提供了多種計算模式相互印證，使讀者能真正了解屏蔽計算之精義。
 - 六、自我評量習題的增加：
習題往往為其他教材所忽略，而在本次修訂教材中增加了許多課後習題，其目的乃希望讀者能藉由習題的自我評量而了解此章節之重點，也可藉由習題的演練對於輻射防護更能深入了解。
- 至於其它章節也具有高度參考價值，相信本書對於輻射從業者在工作實務上或參加相關考試自我進修上必有莫大助益。本會另有相關輻防叢書歡迎洽詢，意者請電洽(03)5722224。

□會議訓練報導

▲參加熊取暑期研討會見聞 (清大 翁寶山)

在炎熱的夏天和漫長的暑假，日本的學術活動特別多，而每年八月上旬在京都大學原子爐實驗所所在地的熊取，都舉行有關保健物理的研討會，也就是所謂的熊取暑期研討會。今年(1996)也不例外，時間是八月七至九日，主辦單位是日本保健物理學會等五個機構。

筆者應邀為開幕第一天的講員，主題為保健物理的過去、現在、未來，特選用拉丁文 *Quo Vadis "Health Physics"* 來表達。自保健物理的展望、今後的課題、二十一世紀的保健物理，以及扮演的角色，均有熱烈的討論。

第二天上午則討論氫的問題，下午以緊急應變時保健物理的相關問題為主題。是夜除了有盛大宴會外，還有舞蹈與施放燄火助興。

第三天專為國際放射防護委員會第

60號出版物(ICRP-60)與日本輻射防護的關係而設。內容包括法令、核能發電、以及座談。

會後在大阪稍做遊覽，隨即返台，結束日本之旅。此行在日本停留時間很短，但很受禮遇，也獲得很多新的保健物理資料，可謂不虛此行。

▲NCRP116及ICRP65號報告研習會 (輻協)

本協會於去年度受原能會委託，摘譯完成了數篇國際重要輻防報告。為推廣這些輻防新知，將訂於今年10月4日(星期五)先針對NCRP-116“游離輻射曝露限度”及ICRP-65“住宅及工作場所氫222的防護”兩篇報告，假清華大學原科系演講廳舉辦為期一天的研習會。邀請核能研究所陳煥東博士及台灣輻射偵測站陳清江博士主講。歡迎報名參加。聯絡人：李孝華小姐。電話：(03)5722224。

▲八十五年度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
鋼材班	10月22、23日	台北月涵堂	林麗芬
	11月14、15日	高雄偵測站	
	12月19、20日	新竹清大	
	86年1月21、22日	台北月涵堂	
非醫用班	10月14日至19日	新竹清大	李貞君
	11月4日至9日	"	
	11月18日至23日	澄清湖活動中心	
	12月9日至14日	新竹清大	
輻防班	11月4日至30日	新竹聖經書院	邱靜宜

◎以上各項訓練班簡章備索，電話：(03)5722224

□ 專題報導

▲ 一戈雷等於多少西弗？

(偵測站 陳清江)

在輻射劑量度量時，常面臨單位轉換的問題，而其轉換常數也常有爭議，對於光子，在過去較不嚴謹的評估時多半假設一戈雷等於一西弗，若要更精確地評估，則需先瞭解輻射場的能量。入射方向性、受曝個體之體型大小等因素，因此要精確評估是很不容易的，在ICRU-39號及47號報告中有詳細的討論，其 $H^*(10)/Ka$ 值由10keV光子的0.01上升至60keV的1.74，然後緩降至10MeV的1.10，此一數值在涉及輻射防護的度量時，已逐漸成為公認的規範，但在天然輻射場所造成之國民輻射劑量評估時，此數值將過於保守。

在我國環境輻射偵測規範(82年3月12日公布)中附註說明12，對於熱發光劑量計及高壓游離腔等連續監測器測得數據之劑量評估敘明，原則上空氣吸收劑量轉換成有效等效劑量係乘上0.8，此一數值與ICRU-47號報告所述相較顯然偏低，許多人不瞭解其原因，在此特別收集相關文獻加以解析。

在1982及1988年UNSCEAR報告中，對於地表加馬輻射由吸收劑量轉換為有效等效劑量之轉換因子為0.7西弗/戈

雷，1993年的評估結果列於表一，表中針對不同核種及不同年齡分別計算，平均而言，成人、兒童及嬰兒之有效劑量轉換因子分別為0.72、0.80及0.93西弗/戈雷，表中數據係依ICRP-23號標準人及蒙地卡羅法計算而得，兒童及嬰孩之體形則以病患的電腦斷層攝影數據求得，依表一數據看來，以0.7為劑量轉換因子仍可接受。

日本原子力研究所的森內茂先生亦對此問題加以深入研究，他分別以儀器直接度量和以實測加馬能譜通率計算有效等效劑量，針對不同地點之室內及室外天然輻射場度量結果，對於ICRU球而言，平行入射之回應為 1.224 ± 0.10 ，各向同性之入射為 0.870 ± 0.007 。若改用人型假體，則由正面入射之回應為 1.092 ± 0.012 ，無限水平面入射之回應為 0.859 ± 0.008 ，各向同性源之入射為 0.748 ± 0.007 ；日本環測指針即依此結果考慮有80% 機會在室內活動(各向同性入射)，另20% 在室外活動(無限水平面入射)，同時考慮日本人體型較矮小而保守地取0.8為轉換因子，在1993年的UNSCEAR報告則仍取0.7作天然輻射劑量評估，我國環測規範源自日本，且體型相近，故取0.8為評估天然輻射之依據，但此轉換常數不宜用在人造輻射場之劑量評估。

表一
地表加馬輻射由空氣克馬轉換至有效劑量之轉換因子

核種	轉換因子(西弗/戈雷)		
	成人	兒童	嬰兒
鉀40	0.74	0.81	0.95
鈾232系	0.72	0.81	0.92
鈾238系	0.69	0.78	0.91
平均	0.72	0.80	0.93

▲體內劑量管制實務

(試驗室 孫志霖)

在呼吸防護設備的使用實務上，以劑量合理抑低的觀念，必須考量人員所受劑量的總危險度，來決定於該空浮污染區工作時，是否應配戴呼吸防護設備。

舊的標準及舊的10CFR20中均要求核能界，不惜任何代價全力防止人員攝入放射性物質，這種過份使用呼吸防護裝備的作法，導因於下列的幾項假設：

1. 要求所有的攝入，均必須予以避免。
2. 工作人員的思想邏輯偏差，他們相信皮膚污染沒什麼關係，但是體內的污染則非同小可。
3. 據一般工業界的認知，若有攝入事件的發生，則完全導因於該公司的輻射防護作業非常差之不正確的觀念。
4. 體內劑量所得的毫西弗要比同樣毫西弗數的體外劑量來的嚴重之誤解。
5. 體內劑量造成的危險度要比穿戴防護裝備時，造成生理不適的危險度來的大，且更不能容忍。

但是，其實體內曝露的劑量行為，並不會比體外的射源，而造成全身曝露之相同劑量，來得更糟、更危險，以危險度及劑量學的觀點，是完全一樣的。新修訂的游離輻射防護安全標準及新的10CFR20引進了劑量合理抑低(ALARA)的觀念，並不允許為了防止少量的體內劑量，而導致忽略了工作人員總劑量(有效等效劑量，即體內劑量與體外劑量的總和)的增加。

在核能電廠可能攝入放射性物質的量，要比自身體內的自然核種K-40所造成的劑量來得低，NCRP93指出美國人K-40平均劑量為0.19毫西弗/年(19毫侖日/年)，但是體內劑量的算法是採用積存50年的約定有效等效劑量(committed

effective dose equivalent)的算法，亦即美國人平均由K-40造成的約定有效等效劑量為9.50毫西弗(950毫侖日)，這個數值要比現有核能電廠劑量合理抑低的實務要求寬鬆許多。

而新修訂的標準及新的10CFR20的精神，則要求各事業單位，依據事實，評估體內與體外的曝露率，來選擇防護措施與方法，期求得到最少的總有效等效劑量。

一般輻射防護實務所使用的防護措施，如防護衣物、屏蔽、搖控工具與防護面具等所有可防止輻射危害的設備，均會影響工作人員的績效。

根據三哩島核能電廠的研究，於高劑量區的經驗，使用防護面具會降低生產力，導致工作時間的延長，若停止防護面具的使用，依情況可節省總劑量(有效等效劑量，體內加體外之和)百分之十至五十。

當穿戴呼吸防護面具時，會使人焦慮不安，增加呼吸的阻力，減少通訊能力，視野受限，產生不舒適感等所有這些現象，均會減低人員工作效率。

電廠必須以工程控制與流程的管制，儘可能降低空浮的存在，若這些狀況均已改善，而空浮的危害仍然存在，就必須考量並比較體外劑量率的危險度與空浮造成體內劑量的危險度，以期總劑量的減少，符合劑量合理抑低(ALARA)之基本精神。

某些情況需要使用呼吸防護面具，而在其他情形為了降低總劑量，則不必穿戴呼吸防護面具，茲舉兩個例子扼要說明如下：

例1：

1. 某工作人員，因事實需要，須進入高輻射空浮污染區，其劑量率及空浮分別為1毫西弗/小時(100毫侖日/小時)，與10個推定空氣濃度(DAC)。
2. 穿戴呼吸防護面具時，此項工作預計要花費3小時，因此完成工作時有

3毫西弗(300毫侖目)的體外劑量，而無體內劑量發生，所以總劑量為3毫西弗(300毫侖目)。

3. 若不使用呼吸防護面具，預估完成該項工作可節省三分之一的時間，即需時2小時，如此所造成的體外劑量為2毫西弗(200毫侖目)，而體內劑量為0.5毫西弗(50毫侖目)，總劑量共2.5毫西弗(250毫侖目)。
4. 在這例子當中，若不穿戴防護面具，而完成該項工作，該員工共可節省0.5毫西弗(50毫侖目)的總劑量。

例2：

1. 另一工作現場，其劑量率為1毫西弗/小時(100毫侖目/小時)，而某核種之空浮濃度為30個推定空氣濃度。現因事實需要，必須進入搶修。
2. 穿戴呼吸防護面具時，此項工作預計要花費3小時，因此完成工作時，會有3毫西弗(300毫侖目)的體外劑量，而無體內劑量發生，所以總劑量為3毫西弗(300毫侖目)。
3. 同樣情況，若不使用呼吸防護面具，預估完成該項工作同樣可節省三分之一的時間，即需時2小時，如此所造成的體外劑量為2毫西弗(200毫侖目)，而體內劑量預估有1.5毫西弗(150毫侖目)，合併總和為3.5毫西弗(350毫侖目)。
4. 在這案例，完成該項工作，不穿戴呼吸防護面具雖然工作時間可節省一小時，但卻要浪費0.5毫西弗(50毫侖目)的有效等效劑量，不符合劑量合理抑低原則，因此在這種環境狀況下，以劑量合理抑低的觀點，寧可採穿戴呼吸防護面具去完成該項工作。

新修訂完成的游離輻射防護安全標準及10CFR20，若實際應用於現場管制，可能會導致增加某些員工的體內劑量，然而，體內劑量的增加，伴隨著減少更多的體外劑量，所以可減低總劑

量(體內劑量+體外劑量)。體內曝露的危險度，要比體外曝露的危險度來得高的這項舊有的觀念，必須加以改變，其實不管是體內或體外，危險度的考量是以工作人員的實際總劑量為基礎，而其危險度並不會因為體內劑量和體外劑量的比值不同而有所差異，這是非常重要的。

▲再談「放射腫瘤科設置輻防員的合理性」

(高醫 張寶樹)

中華放射腫瘤學會理事長陳光耀醫師在今年6月號「放射治療與腫瘤學」期刊撰文談論「放射腫瘤科設置輻防員的合理性」，(Therapeut Radiol Oncol 1996;3:87-92)，結論為「原子能委員會臺(74)會輻字第2004號函及(76)會輻字第2954號修正函對放射腫瘤科要求設置輻防員，似為將非醫用輻射事業管理辦法擴大解釋至醫用輻射事業所致，法源基礎薄弱。依據法源位階較高的原子能法及其施行細則第49條、50條及其他相關條文，對放射治療室、放射治療機及放射從業人員的醫療品質和輻防管理已屬足夠，建議該函不適用放射腫瘤科」。

「放射腫瘤科設置輻防員的合理性」一文係由衛生署群體研究計畫(DOH85-HR-524)的支持，也是由放射腫瘤學界的理事長針對主管醫用輻射防護機關—行政院原子能委員會(以下簡稱原能會)，以學術研究的態度來撰文討論放射腫瘤科該不該設置輻射防護專業人員(簡稱輻防員)並正式發表在學術期刊。

個人以在醫院及在醫學院從事教學、研究、臨床、服務的工作十餘年的經驗及一為專業保健物理的人員來看此事，或許可深獲得較為正確、客觀的看法。

歷年來，對於醫用輻射防護的管理

僅由原能會來執行，原能會對於醫院輻射防護的管理方式雖然十分盡心盡力，但仍未見提昇管理哲學的績效。醫院對於輻防員的定義未明，也造成輻防員妾身未明的困境。事實上，輻射防護是相當專業的一門科學，而輻射防護專業人員應有輻射防護專業知識與方法，能夠提供工作同仁及場所一個輻射安全的環境，所以『真正』的輻射防護專業人員應該是在醫院有一獨立工作的專業，也應該在各大醫學中心設置至少一員的輻射防護專業人員，直屬院長，負責全院各科的輻射防護工作，而原能會所有的醫用輻射防護管制工作應交由此位輻射防護專業人員負責，也可簡化目前的稽查工作。萬一有執行不良的時候，原能會應明定處份醫院各項輻射作業的行政規章或法令。至於區域醫院或小型醫院可交由各醫學中心負責協助支援。

「放射腫瘤科設置輻防員的合理性」應該提昇為「醫院設置輻防員的合理性」，此事宜由原能會、衛生署、中華民國放射線學會、中華放射腫瘤學會、中華民國核醫學學會、中華民國放射線技術學會及各大醫院共同討論定案。深盼有一合理可行的答案。

▲人員劑量計的佩帶方式

(清大 朱鐵吉)

作為輻射管理的一環，為直接獲得關於從事輻射工作的人員所受曝露的資料，佩帶人員劑量計是很重要的。佩帶部位的選定分為兩種情況：區分為全身均勻曝露和不均勻曝露。

把人體軀幹分為頭部和頸部、胸部和上臂、腹部和大腿三個區域。不能區分這三個區域時定為軀幹受均勻曝露。能夠區分時定為軀幹受不均勻的曝露。

在劑量評估期間，從輻射評估的方

法、輻射防護的狀況來判斷，在大致劃分的這三個區域，而分辨出其差異時，則定為軀幹受不均勻曝露。

佩帶人員劑量計時，佩帶在輻射的主要入射方向的軀幹部位一側。即，通常佩帶在工作的人員的前面、但是當整個劑量評估的期間，背面受到明顯曝露時，則佩帶在背面。

1、軀幹受均勻曝露時的佩帶部位

人員劑量計要佩帶在胸部，婦女則佩帶在腹部（被診斷為不孕者除外）。

2、軀幹受不均勻曝露時的佩帶位置

軀幹受不均勻曝露者，如果受到曝露最大的軀幹部位在胸部及上臂，則佩帶在胸部；婦女如果受曝露最大在腹部和大腿，則佩帶在腹部（但被診斷為不孕者除外）。如果受曝露最大的部位不在胸部及上臂，則佩帶在胸部和受曝露最大的部位；婦女如果受最大的部位不在腹部和大腿，則佩帶在腹部（但被診斷為不孕者除外）和受曝露最大的部位。

在醫院等單位工作人員穿著含鉛防護衣時，舉例說明佩帶部位如下：

甲：在軀幹（頭部和頸部除外）被所穿的白大褂型防護衣遮蓋時，在頭部或頸部佩帶一個劑量計、防護衣內側的胸部佩帶一個劑量計（婦女佩帶在腹部，被診斷為不孕者除外），共兩個劑量計。

乙：腹部被所穿的防護圍裙遮蓋時，男性在胸部佩帶一個劑量計。婦女（被診斷為不孕者除外）在防護衣內側的腹部及胸部各佩帶一個劑量計，共兩個劑量計。必要時防護衣外亦佩帶劑量計，以評估未屏蔽部位的劑量。

3、肢體部的佩帶位置

肢體部(除軀幹的三個部位以外的部分，手和前臂、腳和踝)可能比軀幹受到更大曝露時，就佩帶在肢體上可能受到最大曝露的位置。

均勻曝露



不均勻曝露

軀幹(頭部及頸部除外)
被所穿的白大褂型
防護衣遮蓋的情況



肢體受曝露的情況



圖 1 TLD 劑量計的佩帶位置

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. 歡迎捐助或訂閱(每年六期180元),請洽：李孝華小姐 TEL：(03)5722224。