

輻射防護簡訊 10

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83年12月1日

電話：(035)722224

電傳：(035)722521

歡迎索取

□輻防消息報導

▲瑞典將採用新的輻射劑量限值

(輻協)

瑞典輻射防護協會(Radiation Protection Institute)在1994年6月召開的委員會，決定從1995年1月1日起，對所有曝露於游離輻射環境的工作者，採用新的劑量限值。除了目前的劑量限制之外，50mSv 的年劑量限值，700mSv 的終身劑量限值，以及連續5年不得超過100mSV 的劑量限值，將適用於所有的輻射工作者。此新的職業劑量限值符合ICRP 1990年的建議。(資料來源：Health Physics)

▲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。

本次測驗計有162人報考初級、38人報考中級、1人報考高級，及格人數共有初級61人，中級17人，高級0人；及格率分別為41.8%、47.2%及0.0%，(詳細統計資料如附表)。

該項測驗由原能會輻射防護處主辦，每年辦理二次，分為初、中、高級，另依放射線設備之型式再劃分為(一)密封放射性物質(二)非密封放射性物質(三)可發生游離輻射設備三類，報考人員依其服務單位所持有及使用設備之性質報名參加測驗。下次測驗時間預定於八十四年二月中旬，詳細日期以原能會寄發測驗簡章為準。

八十三年度輻射防護人員測驗合格人數成績統計表

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	32	28	9	32.1%
	中級	6	5	2	40.0%
非密封放射性物質	初級	40	37	11	29.7%
	中級	13	13	5	38.5%
可發生游離輻射設備	初級	79	70	41	58.6%
	中級	14	14	9	64.3%
核子反應器	初級	11	11	0	0.0%
	中級	5	4	1	25.0%
合計	初級	162	146	61	41.8%
	中級	38	36	17	47.2%
	高級	1	1	0	0.0%

▲操作執照考試（原能會 孫敬業）

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，於本（八十三）年八月三日假考選部國家試場辦理「非醫用操作執照鑑定測驗」，本次測驗計有636人報考初級，35人報考中級，及格人數共有初級448人，中級18人，及格率分別為76%及55%，（詳細統計資料如附表）。

該項測驗由原能會輻射防護處主辦，每年辦理二次，分為初、中級，另依非醫用放射線設備之型式再劃分為（一）密封放射性物質（二）非密封放射性物質（三）可發生游離輻射設備三類，報考人員依其服務單位所持有及使用設備之性質報名參加測驗，近年由於報考人數日漸增多，原能會基於便民考量亦已考慮於下次測驗（預定八十三年十二月上旬寄發測驗簡章，八十四年元月上旬報名，二月中旬舉行考試）時，若南部報考人數超過一百人以上，即增設南部考場，以方便南區考生免於旅途奔波。

八十二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	282	257	188	73%
	中 級	4	4	3	75%
非 密 封 放 射 性 物 質	初 級	132	128	108	84%
	中 級	7	6	4	67%
可發生游離 輻射設備	初 級	207	191	142	74%
	中 級	24	23	11	48%
動物用 x 光 機 設 備	初 級	15	14	10	71%
	中 級				
合 計	初 級	636	590	448	76%
	中 級	35	33	18	55%

▲美國國家實驗室志願認證計畫新程序規定（台電 周棟樑）

美國國家實驗室志願認證計畫（NVLAP），是由國家標準與技術研究院（NIST）負責執行。參加 NVLAP認證的單位，須通過技術能力測試及作業程序的評鑑，方能獲得認證。

近來美國方面，冀望認證的作業程序，能符合國際標準組織（ISO）ISO25及58號的精神，達到國際間有關的認證

相互承認，以提高商業服務的競爭力，遂訂定NVLAP新程序與一般規定，並出版為NIST150手冊。同時通告自明年七月一日起，參加認證的實驗室，其作業程序品質須符合新規定。

茲簡要摘述NVLAP對參與認證的實驗室，所要求的新程序規定：

一、組織與管理

- 應為合法機構。
- 應有明確的職責分工。

- 能超然獨立作業。
- 具高效率的品質系統。
- 有良好的技術能力。
- 有完善的作業程序書。

二、品質系統

- 應有品質手冊，內含品質政策聲明、組織架構、作業體系敘述、作業程序書管控、校準與試驗範疇、標準的追溯、品質不符管理、稽查和複驗程序、認證標識使用等等。
- 稽查部份，則應有適當的方法、頻度、人選。而且稽查報告須加以管理追蹤。

三、人員

- 足夠的作業人手。
- 人員須通過訓練、考核及能力評鑑。
- 人員的相關紀錄須保存完整。

四、工作空間與環境

- 工作空間適合校準及試驗。
- 工作環境穩定。

五、設備與參考元件

- 設備均須維護，且留存紀錄。
- 參考元件須明確標示。

六、校準與追溯

- 設備須先校準，方能納入例行。
- 校準與驗證須能追溯到國家標準。
- 無法追溯國家標準時，須提出有力的證明。

七、校準與試驗方法

- 需有完善的校準與試驗程序書，且工作人員容易取得參照。
- 影響精確度的校準與試驗，程序書應詳細提及。
- 報告資料須仔細核對。

- 自動進行的作業，其過程應確保正確無誤。

八、紀錄

- 應符合法規標準的要求。
- 紀錄應包含原始數據、校準與試驗資料，演算與樣品管控過程、使用人員等等。

九、報告

- 校準與試驗報告，應明確清晰。
- 稍為瑕疵的量測或懷疑量測結果可能有誤，則應告知服務對象。
- 不符認證的程序方法，亦應告知服務對象。

十、申訴

- 來自客戶或其他單位的申訴，程序書應記載處理政策與程序。
- 相關的處理紀錄應保存。

十一、量測與試驗設備

- 須有管理系統，管控量測與試驗設備的校準與驗證事宜。
- 客戶可以不定期地針對操作程序進行驗證。
- 須有警示系統，避免逾期校準或不當操作。

□期刊書籍報導

▲NCRP第116號報告“游離輻射曝露的限值”簡介

(輻協海外諮詢委員 孫連陞)
美國輻射防護委員會(NCRP)第116號報告是因應國際放射防護委員會(ICRP)第60號報告的建議而修訂，同時參照美國國情，為該國規畫最健全、適用的輻射防護安全標準，以取代NCRP-91號報告。

我國輻防安全標準多以美國的輻射曝露安全標準為藍本，因此，我們對於

NCRP-116號報告自應有所瞭解。

自從1987年，NCRP-91報告出版之後，由於先進劑量學與輻射測量技術，對日本長崎倖存者的複查資料，使生物效應與曝露劑量的評價有了調整。加上近年來受人生價值觀的增強，與工業社會安全標準提高的影響，NCRP先在它的第115號報告中重訂了輻射曝露危險度（Risk）的大小。然後再用第116號報告表示該委員會對輻射曝露的劑量限值的看法及劑量限值的要求。

NCRP認為生物效應與受高劑量率（High dose rate）曝露的影響係數可能在2-3之間，也表示在受低劑量率的劑量有關的危險係數，是無意義的。ICRP-60報告指出如果總的累積劑量低於200mSv之下，輻射源的強弱與劑量率的高低就不需加以考慮。為了配合ICRP-60號建議書的標準，NCRP採用ICRP的輻射曝露的危險係數，同時也採納ICRP所指定的組織加權因素與輻射加權因素求算有效劑量與等值劑量。總而言之，NCRP對於職業性的防護的保持低於 10^{-4} （萬分之一）的危險度。也就是說維持核子工業安全的標準使得核子工業在美國是最安全的工業之一。

首先NCRP-116號報告強調，接受游離輻射曝露必需有合法合理的正當用途。在運用之後對整體社會的好處一定要比壞處多。輻射能的操作與使用必需控制在一個最優化（optimization）的條件下。最後每個人都必需遵守個人的劑量限值，這也正是輻射防護的三大原理。同時NCRP-116號報告，鼓勵大家配合社會、經濟的許可之中靈活應用ALARA的精神，並警惕大家不能用個人劑量限值作為設計與實踐的曝露輻射之可行量。

由於ICRP-60號報告對整個輻射安全的改變，以及對個人劑量限值的縮減，NCRP也經由Brookhaven國家實驗室做了一個“降低個人劑量限值的影響”

的全國性調查，瞭解ICRP-60建議的可行性。NCRP-116指出個人職業性的劑量限值（1）每年許可最高的有效劑量（Effective dose）是50mSv，（2）但個人最高累積的總和有效劑量（外曝露與內曝露劑量合）需控制，不可超過10mSv與年齡的積。舉例說：對35歲的員工，總有效劑量的最高許可值是350mSv，到40歲時就可400mSv，以此類推。

再說早在ICRP-26號建議前就使用50mSv的年個人劑量限值，因此在NCRP-116號報告中重述這個限值是為了保持現有設施和運轉的需要，有承先啓後的功能。但是任何新建設與實踐，NCRP推荐必需採納10mSv的年劑量限值作為設計與新工程的基礎。

為了避免確定性效應的發生（Deterministic effects），NCRP-116號報告也採納ICRP-60建議，對眼球晶體的年等值劑量限於150mSv，局部皮膚和四肢為500mSv。NCRP-116報告用每月0.5mSv的限值來保護未生胎兒。在沒有身孕之前，男女職員的劑量年限值都是一樣。這個0.5mSv是指胎兒或孕婦腹部中的等值劑量，不是該母親的有效劑量。

對於公眾百姓的年劑量限值NCRP-116號報告同樣使用個人職業限值的十分之一為實踐標準。也就是說非職業性人員在特殊情況之下每年輻射有效劑量可高達5mSv。可是對於經常或連續的照射者，個人總平均量每年不能超於1mSv。為了確保公眾百姓的游離輻射曝露劑量每年都能低於1mSv，NCRP-116號報告建議所有輻射源的管理與控制必需確實做到每年不要外洩0.25mSv的劑量率。

有關天然輻射源的補救行動水平，ICRP-116報告也取用每年累積有效劑量5mSv。對於大自然氡氣（Radon gas）取用在 $7 \times 10^{-3} \text{ Jhm}^{-3}$ ，大約2WLM。為百姓社會上建立了一個有實用價值的標準。

最後NCRP-116號報告重申其以前關於可以忽視0.01mSv的個人劑量的看法。由於輻射曝露危險度的調整，可忽視的劑量數也需降低4-5倍。可是NCRP委員會認為，當個人的有效劑量低於0.01mSv之後，集體劑量的評價，也許沒有意義。更進一步說低水平輻射曝露的社會影響可以忽略。

顯然，美國對輻射防護安全的要求不是盲目的。NCRP-116號報告裡對所有劑量限值的推導與運用方法詳細說明，對輻射防護的工作與對輻射安全的關心等，NCRP-116號報告是一本必讀的參考文獻。

參考文獻：

- Meinhold, C.B. Impact of Reduced Dose limits on NRC Licensed Activities. BNL-NUREG-52394, U.S.NRC, 1994.
- ICRP-60 (1991) 報告
- NCRP-115 (1993) 報告
- NCRP-116 (1993) 報告

▲ICRP報告目錄 (輻協)

截至目前為止，國際放射防護委員會(ICRP)批准的出版物已到70號報告。這些報告針對游離輻射防護的基本原理及應用，提出許多見解及推薦標準，是輻射防護重要的參考文獻。為方便讀者查閱，茲將 ICRP-26 號 (1977)之後出版，現存於清華大學的報告目錄整理如下。有興趣者可參考報告原文。

- No.26 Recommendations of the ICRP, 1977
- No.27 Problems Involved in Developing an Index of Harm, 1977
- No.28 Principles and General Procedures for Handling Emergency and Accidental Exposures of Workers, 1977

- No.29 Radionuclide Release into the Environment: Assessment of Doses to Man, 1978
- No.30 Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, 1978
- Part 1, Part 2, Supplement to Part 2, Part 3, Supplement A&B to Part 3, Index
- No.31 Biological Effects of Inhaled Radionuclides, 1979
- No.32 Limits of Inhalation of Radon Daughters by Workers, 1981
- No.33 Protection Against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine, 1981
- No.34 Protection of the Patient in Diagnostic Radiology, 1982
- No.35 General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers, 1982
- No.36 Protection Against Ionizing Radiation in the Teaching of Science, 1982
- No.37 Cost-Benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection, 1982
- No.38 Radionuclide Transformations: Energy and Intensity of Emissions, 1984
- No.39 Principles for Limiting Exposure of the Public to Natural Sources of Radiation, 1984
- No.40 Protection of the Public in the Event of Major Radiation Accidents: Principles for Planning, 1984

No.41 Nonstochastic Effects of Ionizing Radiation, 1984

No.42 A Compilation of the Major Concepts and Quantities in use by ICRP, 1984

No.43 Principles of Monitoring for the Radiation Protection of the Population, 1984

No.44 Protection of the Patient in Radiation Therapy, 1984

No.45 Quantitative Bases for Developing a Unified Index of Harm, 1985

No.46 Radiation Protection Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste, 1985

No.47 Radiation Protection of Workers in Mines, 1985

No.48 The Metabolism of Plutonium and Related Elements, 1986

No.49 Developmental Effects of Irradiation on the Brain of the Embryo and Fetus, 1986

No.50 Lung Cancer Risk from Indoor Exposures to Radon Daughter, 1986

No.51 Data for Use in Protection Against External Radiation, 1987

No.52 Protection of the Patient in Nuclear Medicine, 1987

No.53 Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals, 1987

No.54 Individual Monitoring for Intakes of Radionuclides by Workers: Design and Interpretation, 1987

No.55 Optimization and Decision-making in Radiological Protection, 1988

No.56 Age-dependent doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides; Part I, 1989

No.57 Radiological Protection of the Workers in Medicine and Density, 1989

No.58 RBE for Deterministic Effects, 1989

No.59 The Biological basis for doses Limitation in the Skin, 1991

No.60 1990 Recommendation of the International commission on Radiological Protection, 1991

No.61 Annual Limits on Intake of Radionuclides by workers Based on the 1990 Recommendation, 1991

No.62 Radiological Protection in Biomedical Research, 1991

No.63 Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency, 1993

No.64 Protection from Potential Exposure; A conceptual Framework, 1993

No.65 Protection Against Radon at Home and at Work, 1993

No.67 Age-dependent doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides; Part II; Ingestion Dose Coefficient , 1993

▲ICRP出版物預告 (輻協)

據中國衛生部工業衛生實驗所研究員暨ICRP第二委員會委員陳興安先生提供ICRP未來出版物之順序如下：

I. ICRP主委員會已經批准的出版物*

- (1) ICRP 62號出版物，生物醫學研究的放射防護，ICRP年刊 22(Annals of the ICRP 22) (3)1991。
- (2) ICRP 53號出版物補遺(Addendum)--放射藥物對病人的輻射劑量。ICRP年刊22(3)1991。
- (3) ICRP 63號出版物，放射緊急情況下對公眾防護的干預原則。ICRP年刊 22(4)1991。
- (4) ICRP 64號出版物，對潛在照射的防護：概念構成。ICRP年刊23(1)1993。
- (5) ICRP 65號出版物，家庭和工作場所對氫的防護。ICRP年刊23(4)1993。
- (6) ICRP 66號出版物，用於放射防護的人呼吸道模型。ICRP年刊24(1-3)1994。
- (7) ICRP 67號出版物，公眾成員攝入放射性核素年齡-依賴劑量第2分冊。ICRP年刊23(2-3)1993。
- (8) ICRP 68號出版物，工作人員攝入放射性核素劑量系數：ICRP 61號出版物的替代本。ICRP年刊24(4)1994。
- (9) 核醫學中應用當今ICRP原則對病人防護的概要。對ICRP年刊24(4)1994的補充本。
- (10) ICRP69號的出版物，公眾成員攝入放射性核素的年齡-依賴劑量，第3分冊，食入劑量系數。
- (11) ICRP70號出版物，應用于放射防護的基本解剖學和生理學參數，第1分冊，骨骼。

II. 未來出版物的預期順序*

- (1) ICRP 71號出版物，外輻射放射防護的劑量—相關量。同ICRU的聯合報告(1995/96)。
- (2) ICRP 72號出版物，工作人員輻射防護的一般原則(1995)。

- (3) ICRP 73號出版物，醫療中放射防護和安全(1995)。
- (4) ICRP 74號出版物，公眾成員攝入放射性核素年齡-依賴劑量，第4分冊，吸入劑量系數(1996)。
- (5) ICRP 75號出版物，癌的遺傳易感性(1995/96)。
- (6) ICRP 76號出版物，對潛在照射的防護：應用于經選擇的輻射源(1996)。
- (7) ICRP 77號出版物，公眾成員攝入放射性核素的年齡-依賴劑量，第5分冊，胚胎和胎兒(1996/97)。
- (8) ICRP 78號出版物，公眾成員攝入放射性核素的年齡-依賴劑量，第6分冊，劑量係數的可靠性(1996/97)。
- (9) ICRP 79號出版物，應用于放射防護的基本解剖學和生理學參數，第2分冊，解剖學，生理學和元素構成(1996/97)。
- (10) ICRP80號出版物，應用于放射防護的基本解剖學和生理學參數，第3分冊，呼吸系統和消化系統(1996/97)。
- (11) ICRP81號出版物，多因素疾病的危險估計(1997/98)。
- (12) ICRP 82-85號出版物，工作人員攝入放射性核素的限值：30號出版物的修訂(1997-1999)。

*最終的出版物編號將取決于主委員會批准該出版物的日期。

1994年9月14日 ICRP第2分委員會副主席 J. W. Stather供稿。

1994年9月26日衛生部工業衛生實驗所陳興安譯。

□會議訓練報導

▲體外曝露之劑量評估研習會 (輻協)

輻射防護協會將於84年1月19日至20日邀請清華大學董傳中教授及核能研究所蘇獻章博士、葉善宏博士講授體外曝露之劑量評估課程。內容包括：基本

劑量 (ICRU51、ICRP60) 作業劑量 (ICRU39、43、47及ICRP51) 特殊劑量 (中子劑量、貝他劑量) 作業程序 (ICRP35) 人員劑量計認證 (ANSI.N13.11) 等幾部份。研習費用 \$5,000元，歡迎有興趣者踴躍報名參加。聯絡人：李孝華小姐 電話：(035)722224。

▲非醫用游離輻射防護研習班 (輻協)
由輻射防護協會所主辦之「非醫用游離輻射防護研習班」，每梯次為期六日。訓練班總上課時數調整為四十小時，受訓費用為新台幣陸仟伍佰元正。歡迎有志從事非醫用放射線工作或刻正從事非醫用放射線工作者報名參加。甲組：密封射源之輻射防護第四梯次十二月十九日至十二月廿四日。乙組：非密封射源之輻射防護第一梯次十一月廿八日至十二月三日。上課地點：國立清華大學。簡章、報名表備索，請電洽：(035) 722224 李貞君小姐。

▲第卅四期～卅七期輻射防護專業人員訓練班 (輻協)
由輻射防護協會主辦、核能研究所協辦之「輻射防護專業人員訓練班」。每梯次研習四週，學雜費等計新台幣壹萬捌仟伍佰元正，上課時間：卅五期83年12月5日至83年12月30日。卅六期84年2月27日至84年3月24日。卅七期84年5月8日至84年6月2日。即日起受理報名，每期四十人額滿即止。簡章、報名表備索，請電洽：(035) 722224。

▲鋼鐵建材輻射偵檢人員訓練 (輻協)
(一) 為協助鋼鐵業者建立自行偵檢制度以確保鋼筋原料、半成品與成品

免受輻射污染。(二) 為協助房屋仲介業、營建業、建築師事務所及其相關公會之現職人員建立輻射建物偵檢能力，以保障買、賣雙方之權益。預計自十二月起陸續開課，每班暫定30人，報名費 \$2,500元。簡章、報名表備索，請電洽：(035) 722224 李貞君小姐。

▲日本電子技術綜合研究所參觀訪問 (核研所保健物理組)
本組張柏菁博士於83年10月18-20日赴日本電子技術綜合研究所(ETL, Electro Technical Laboratory) 量子放射部之放射線計測研究室參觀訪問，並攜帶本組自製之球型游離腔進行比對校正。此行主要針對中子之量測及計算。

ETL的中子實驗室為日本國家標準實驗室，設備包括兩部加速器，4MV Van de Graaff 加速器及0.3 MV之Cockcroft-Walton 加速器，其主要目的為產生單能量中子，故將加速之離子束引至中子實驗室(11.5m×11.5m×11.5m)中心與靶作用使產生中子；實驗室中還使用石墨堆(graphite pile, 2.3m×1.9m×1.9m)及硫酸錳球浴(Spherical manganese sulphate bath, 直徑98公分)分別進行熱中子標準及中子發射率量測。在中子之絕對量測方面，對單能中子通量標準有質子反彈計數技術、DT中子標準之聯合 α 粒子方法、二級標準之活化技術，對熱中子標準有金箔活化技術，對中子發射率標準有硫酸錳球浴技術。在國際量測比較方面，有針對數個能量點之中子通率比較、中子發射率之比較及14MeV中子之吸收劑量比較。

負責中子量測及計算工作僅有二人，工藤勝久博士（Dr. K.Kudo）及武田直人先生（Mr.N.Takeda），囿於人力之因素，每人均須具備做實驗及理論計算的能力，計算中子能譜及通量率係採用MCNP程式，充氣式中子偵檢儀器的效率及響應函數計算則以工藤博士自行發展之蒙地卡羅程式MRESP計算之。

□實務問答

▲非法進口X光機案例（原能會）

台灣莫仕股份有限公司於八十三年八月自美國進口 x 光金屬鍍層膜厚測試機，未依原子能法之規定向原能會申辦輸入許可及設備執照之申請，且該公司亦以須經原能會同『申報稅則號列』向財政部台北關稅局報運進口，案經台北關稅局查報原能會。

查原子能法第二十六條第八款規定：可發生游離輻射設備（x光機）之輸入、輸出及轉讓，非經原能會核准發給證明書，並依照有關法令之規定，不得為之。查台灣莫仕公司在本案發生前業已擁有 x 機並經原能會稽查合格取得可發生游離輻射設備執照，且該公司人員亦經通過原能會舉辦之「非醫用操作執照鑑定測驗」並領有原能會核發之非醫用操作執照，該公司理應明瞭前述法令規定，故原能會已將全案移請台北地方法院士林分院檢查署依法辦理。

□專題報導

▲游離輻射源與輻射效應之展望

（偵測站 林友明譯自UNSCEAR 1993）

聯合國原子輻射效應科學委員會對

輻射曝露的估計和對受曝露危險度的估計表明，輻射是一種弱致癌劑，大約4%由癌症引起的死亡歸因於游離輻射，其中的大部分是由天然源造成的，而天然源的曝露不易由人們來控制。況且，人們廣泛地(但是錯誤地)認為，在廣島和長崎所有的癌症死亡都是原子彈爆炸帶來的後果。在這兩個城市進行的研究實際上包括了受大劑量曝露的所有個人，但也表明，在3350名癌症死亡中，大約只有350名能歸因於原子彈爆炸的輻射效應。

一種能提供展示人體輻射源影響的方法是把它造成的劑量與天然源的劑量相比較。從全球來看是容易做到的，由於這樣涉及的是全世界的總曝露(或平均曝露)。對全世界公眾造成的集體劑量列在表1。然而，許多人工源的曝露僅限於一些人群組。下一段將試圖區分這些情況。

就全球來看，以目前的實際數據推算，一年的醫學實踐相當於90天的天然源曝露。但是，醫學程序造成的個人劑量，由零(對於沒有接受過檢查或治療的人)變到幾千倍的天然源曝露的年劑量(對於接受輻射治療的患者)。現代核燃料循環運轉一年授予的大部分劑量分佈很廣泛，大約相當於天然源1天的曝露。除了嚴重事故以外，受最大曝露的個人所受的劑量不超過，而且很少接近天然源造成的劑量。從全球來看，年職業性曝露約相當於8小時的天然源曝露。然而，職業性曝露僅限於一小部分工作人員。對於這一限定的人群組，其曝露類似於天然源的曝露。對於一些很小的分組，職業性曝露約為天然源曝露的5倍。大氣層核試驗在10,000年期間給與人類的集體劑量分部相當均勻，大約相當於2.3年的天然源曝露。這個數值代表的是全部試驗計劃的後果，不能與任一年實踐的值相比較。民用核動力裝置只有一次事故，即車諾比爾事故，對公眾成員造成的劑量大於受天然源曝

露1年的劑量。就全球來看，這起事故造成的曝露約相當于20天的天然源曝

露。這些數值匯總在表1。

表 1 用相當於天然源曝露的時間表示的人工源的曝露

輻射源	基礎	相當於天然源曝露的時間
醫學曝露	以現有的水平，一年的實踐	90 天
核武器試驗	全部實踐	2.3 年
核能	迄今為止全部實踐	10 天
	以現有水平，一年的實踐	1 天
嚴重事故	迄今為止的所有事件	20 天
職業性曝露	以現有水平，一年的實踐	8 小時

▲ ICRP1990與1977兩建議書中劑量限度的比較 (清大 朱鐵吉)

曝露群體	曝露條件	劑 量 限 度	
		1977年建議(ICRP26)	1990年建議(ICRP60)
職業工作者	全 身	50 毫西弗/年	20 毫西弗/年 (5年內平均值並在任何一年內不可大於50毫西弗)
	水晶體 其他個別 組織、器官	0.15 西弗/年 0.5 西弗/年	0.15毫西弗/年 0.5 毫西弗/年 (皮膚、手、足踝對皮膚為 1cm ² 內的平均劑量，不論受曝露面積大小)
	計 劃 特 別 曝 露	一次0.1 西弗， 終身0.25 西弗	
	生育年齡女性	按平均月劑量率控制；認定受孕後僅限於乙種狀況下工作 (即一年的曝露不可超過劑量限度的3/10)	— —
一般人	全 身	5 毫西弗/年；一生中平均1毫西弗/年	認定受孕後，剩下孕期腹部小於2毫西弗，並限制攝入量為ALI的1/20
	任何單一 組織、器官	50 毫西弗/年	1 毫西弗/年 (在某些情況下，容許5年內平均值不超過1 毫西弗/年) 15 毫西弗/年 (水晶體)；50 mSv年 ⁻¹ (皮膚，1cm ² 內的平均劑量，不論受曝露面積大小)

Sv：西弗 50 mSv年⁻¹ = 50 毫西弗/年

▲胸腔 X 射線檢查所造成的輻射劑量

(偵測站 陳清江)

一次胸腔 X 射線檢查所造成的輻射劑量究竟是多少呢？在一般宣導刊物上常見的數值有1毫西弗，500毫侖日，50毫侖日及25毫侖日等數值，可謂莫衷一是，究竟那一個數值才正確呢？

其實這是個不易回答的問題，因為胸腔 X 射線檢查隨使用的目的、儀器廠牌型號、操作條件及病患的身材等因素而異，而且差異極大，根據加拿大在1987年的調查結果，各種胸腔 X 射線檢驗平均接受劑量為每次0.07毫西弗，另外在美國和瑞典的聯合調查研究結果亦與加拿大之調查結果相近，但每次所受劑量之高低差異在瑞典為26倍，在美國則高達175倍，可見每次胸腔 X 射線檢查造成之等效劑量並非定值，而且高低差異太大，坊間宣導資料上所列數值可說是偏高，但均在高低值變動範圍內，至於平均值是多少呢？由於變因太多，各國所調查結果也都不同。

輻射專家在對民眾作宣導時，常舉生活上較易接觸的輻射經驗作比較，胸腔 X 射線檢查就是最常被舉的例子，既然此一劑量變異如此大，並不適宜作為劑量比較的例子。根據聯合國原子輻射

效應科學委員會1993年的報告顯示，醫療水準為一級的國家(每千人就有一位醫生)，其每人每次之胸腔 X 射線檢查之人口加權平均有效等效劑量為0.14毫西弗，但對於醫療水準為第二級的國家(每一至三千人有一位醫生)，此一劑量降至0.04毫西弗，此數值隨國家及時間而有相當大的變化，仍不宜作為輻射劑量比較的參考值，而坊間宣導資料所列數值顯然偏高太多。

▲各種 X 射線檢查所造成的輻射劑量

(偵測站 陳清江)

根據UNSCEAR的調查，由各種 X 射線檢查所造成的人口加權平均有效等效劑量列如下表，這些數據係由各會員國之調查報告平均而得，表中列出不同檢查項目在不同年代之調查結果，並將不同醫療水準等級分別列出，由表中數據可發現不同時期與不同醫療水準會使每人每次受曝劑量產生相當大的變化，以1980~1990年一級醫療水準的數據看來，劑量最高的是上腸胃道攝影，其次是血管攝影，第3位的是電腦斷層攝影，而劑量最低的是四肢攝影，其次為胸腔攝影，不同部位之 X 射線檢查造成之劑量相差達120倍以上。

醫用X射線檢查造成之平均有效等效劑量

檢查／部位	平均有效等效劑量(毫西弗)		
	第一級醫療水準		第二級醫療水準
	1970~1979	1980~1990	1980~1990
胸腔攝影	0.25	0.14	0.04
胸腔縮影	0.52	0.52	— —
胸腔透視	0.72	0.98	0.29
四肢攝影	0.02	0.06	0.03
腰薦椎	2.2	1.7	2.6
骨盆腔	2.1	1.2	2.0
臀／股骨	1.5	0.92	2.0
頭 顱	0.50	0.16	0.13
腹 部	1.9	1.1	0.22
下腸胃道	9.8	4.1	5.0
上腸胃道	8.9	7.2	1.6
膽囊攝影	1.9	1.5	1.6
尿道攝影	3.0	3.1	1.7
血管攝影	9.2	6.8	— —
乳房攝影	1.8	1.0	— —
電腦攝層	1.3	4.3	— —

註：資料來自UNSCEAR醫療輻射使用及曝露量調查

▲輻射與癌症相關之探討

(原能會 袁志強)

一分由美國反核活動人士Ernest Sternglass及Jay Gould 發出的報告宣稱，居住在核能電廠附近的婦女屢患致命乳癌的案例較其他地區的婦女高；但這種根據被指為「垃圾科學」的假說和1990年一個廣為主流科學家接受的研究結果相違背。

Sternglass及Gould 的報告在美國正被反核團體用來攻擊核能電廠，宣稱核能電廠是危害健康的元凶。此文件和1990年美國國家衛生研究院的國家癌症研究所(NCI)所作的研究結果相抵觸；NCI的研究發現，在鄰近核能電廠區域內並沒有癌症增加的趨勢。

Sternglass及Gould先生報告的整個前題是，NCI設定為「核子的」107個郡在1950到1980-84年間乳癌死亡率增加百分之六，而在1950到1985-89年間則增加百分之五。然而，這些數字遠低於非核子州的增加率。(分別為百分之十五點四及百分之十點六)

NCI的研究顯示，自1950年至1989年間乳癌死亡人數有小幅但明顯的增加；然而，若如Sternglass先生所宣稱，這個升高是由於核能電廠之輻射，則白血病的死亡率也應相對增加。這是因為和固體腫瘤比較，在受到大量輻射的曝露後，白血病會出現得較早。事實上，NCI的研究發現，自1950至1989年間白血病的死亡人數並沒有增加。

美國核能研究所(NEI)為了維護美國的核能工業，已指控Sternglass及Jay Gould先生的報告是輻射的「垃圾科學」。在一項說明中，NEI說：

「Ernest Sternglass及Jay Gould 利用像乳癌這樣的嚴肅問題以獲取公眾注意，而遂行反核活動的爛科學，對婦女而言是一種傷害」。NEI指出Sternglass從未在相關的地區內，尋找除核能電廠外，與乳癌發生率相關之其他潛在原因。

Sternglass 30年來皆宣稱，核能電廠是引起癌症、較高的嬰兒死亡率及其它健康問題的原因；但NEI指出這項報告基本上是錯誤的，並且屢次被可信的科學家揭露為假的報告。

資料來源：(NEI Infowire)

▲高雄市中小學校園之環境輻射安全評估 (高雄醫學院 張寶樹)

我國校園環境輻射偵測，除了清華大學因擁有核子設施而有進行例行偵測外，其餘皆長期未受到重視。此次由於國內發生輻射鋼筋事件，導致國人對於輻射充滿著疑慮，所以在考慮地緣關係後，針對高雄市中、小學校，進行校園環境輻射偵測及輻射安全評估。偵測方式有二，一以蓋革偵檢器進行直接偵測，偵測重點為教室樑柱、鐵門窗及鐵製或不銹鋼製的遊樂器材；另一以粉狀氟化鋰(LiF)熱發光劑量計(TLDs)進行長期偵測。由TLDs的偵測結果顯示，教室室內樑柱的最高曝露率為 $22.5 \mu R/h$ ，最低為 $6.1 \mu R/h$ ，平均值為 $11.1 \mu R/h$ ，中位數為 $10.8 \mu R/h$ 。以蓋革偵檢器的偵測結果顯示，未發現校園受到輻射鋼筋污染。在輻射危險度評估方面，由天然背景輻射誘發白血病死亡的可能人數為0.36人/年，全部癌症為2.95人/年。綜合測量與評估結果，高雄市中、小學校園沒有發現輻射鋼筋，所以應無環境輻射污染的問題。

▲加強放射性廢料管理之省思

(物管處 蔡昭明)

我國放射性廢料管理政策早於民國六十年代初期，由國內學者專家參酌核能先進國家之做法，決定以集中貯存管理及投海處置等方式妥善管理。七十年代初，蘭嶼放射性廢料貯存場即依此原則，引進當時最先進之設計，集中貯存管理全國之低放射性廢料。七十年代中期，國際間對有害廢棄物之海洋棄置，反對聲浪日漸升高，因應此趨勢，我國決定改以陸地工程設計處置放射性廢料。民國七十七年與八十年公布之「放射性廢料管理方針」與「原子能應用發展方針」，為我國放射性廢料管理釐定了完整之政策與執行方向，其中低放射性廢料最終處置作業預定於民國九十一年展開，核能設施使用過之核燃料，則將引進歐、美行之有年之廠內乾式貯存，於各核能設施安全貯放數十年後，預定於民國一百二十一年開始處置。有關用過核燃料是否再處理問題，經評估後決定現階段仍不採再處理方式，但未來將配合環境變遷，定期檢討最適當的處理對策。

管理法令與組織體系乃建立長治久安制度不可或缺之基石，為妥善管理放射性廢料，須有嚴密的法令提供管制機關與業者執行作業之依循。我國現行核能相關法令，主要為民國六十年底修正施行之原子能法，二十多年來，由於社會環境與科技之變遷，該法令顯已不敷使用，目前修正中之原子能法，已因應最新趨勢，大幅增修，其中並對放射性廢料之安全管制增列專章，未來經立法程序施行後，對放射性廢料安全管理，應有一番新景象。

隨著民主政治格局的日益開放，今天，各項公共政策之制定與公共建設推行，均有賴廣大民意之呼應與支持，否則將事倍功半或徒勞無功。近年來，各項建設因不要在我家後院之「鄰比效應」，迭生阻力，未來放射性廢料的管

理亦將受此效應波及，因此，有效之公眾溝通將成為化解民眾阻力之關鍵。放射性廢料之營運管理，一如其它受爭議之公共政策，於制定過程中，若能秉持公開、透明之作法，納入大多數民眾意見；推動執行前，考量各種可能替代方案及其影響，讓民眾有充份的選擇性；為求民眾能做出理性之判斷，應先加強溝通，讓大多數人知其所以然；揚棄以往八股式說教之單向宣傳，以誠懇之態度，將事實公正、客觀的顯現於大眾，並聆聽民眾之回應，瞭解民眾之需求；由多次雙向交流，縮短彼此歧見，相信必能獲得大多數民意之支持，亦符合少數服從多數之民主真諦！

最後，或許有人認為關閉現有核能設施，並停止一切新核能計畫，我們就可高枕無憂，免除核能危害之陰影。姑且不論我們目前是否有其它替代能源，足以因應此重大衝擊，但就放射性廢料管理的角度而言，此乃不切實際的駝鳥心態，試問拆除現有核能設施，放射性廢料就會憑空消失了嗎？醫、農、工等核能利用是否也應停止呢？且讓我們平心靜氣的面對放射性廢料乃既存之事實，以更積極的態度應對。未來工作的重點，在法令上應力求其完備；管理組織上應求權責分明；政策上除應配合社會環境適時檢討調整外，並應加強公眾溝通，落實政策與民意結合；在技術上則應加強本土科技人才培育、新技術之引進與生根。相信經由如此，放射性廢料問題將會讓您「幾乎忘了它的存在」。

▲游離輻射防護法規探源

(台電 江明珊)

游離輻射雖係亙古自今一直存在的現象，但遲至1895年倫琴(Rontgen)利用陰極射線製造出X射線才開啓了人們對游離輻射的認知。1896年貝克(Becquerel)發現鈾礦也會發出類似X

光的射線。到了1898年居禮夫婦(Curie)成功地自瀝青中提煉出釷(Po)和鐳(Ra)，此時人們才瞭解天然礦石中也存在有釋放游離輻射能力的成份，而輻射線特性的研究亦自此如火如荼地展開。為紀念這些先驅學者的貢獻，其大名都成為輻射學上常用的單位名稱。

初期由於X光的透視能力引起醫學界莫大的興趣，大家爭相架設X光機進行醫療研究及臨床測試，並對鐳的醫療效用寄予殷切厚望，輻射治療儼然成為當時醫學上的最愛。但因當時輻射防護知識仍在啓蒙階段，相關偵測儀器亦闕如，操作人員遭受輻射傷害之事件迭有所聞，學術界亦只能建議操作人員保持適當距離暨縮短工時；對操作人員所接受的輻射劑量也只能從其手臂上紅斑(erythema)之多寡來作概略之推測。直到1928年蓋革與牟勒發明了蓋革計數器方開啓輻射定量計測之序幕。

遲至1934年國際X光及鐳防護委員會(即今日之國際輻射防護委員會，ICRP)才首次頒佈體外劑量之標準，這已是倫琴發現X光之後近四十年的事。另為因應1930年代美國境內錶面塗漆(鐳)女工多人死於骨癌之事件，於1941年再增訂了鐳攝入限值，這些限值旨在防範軀體效應(somatic effects)而已。到了1958年美國國家輻射防護協會(NCRP)才將遺傳效應納入考慮，將工作人員之全身劑量限值由每年15倫目降為5倫目。對一般民眾的最大劑量限值設為工作人員的十分之一也是在這個時期形成共識，此一限值已考量了遺傳效應和延遲效應(如白血病)。

隨著科技的發展，核能及游離輻射的神秘面紗也漸次掀開來。人們對輻射的態度已由早期神奇靈藥的幻想轉為核爆後的恐懼與排斥。而輻射劑量限值也由早期的全不設防到只防軀體效應進而全面性從嚴防範。但這些限值都是利用高輻射曝露意外傷亡(～100倫目)的數據往低輻射曝露作線性推演的結果，雖

屬保守性估算但是否過度保守不無存疑。近來已有不少的學者質疑線性推演法的適當性，部份研究結果甚至顯現出相反的結論：低劑量輻射照射有益於健康！故未來輻射劑量限值是會更趨嚴謹或更寬鬆仍無定論，唯一可以確定的是劑量評估的技術將更精準。

▲人體內鉛210及釷210的分佈

(台電 翁雅慧)

隨著分離技術的進步、微量偵檢系統的發展以及天然輻射對人體衝擊警覺性的提高，使得人們對積存於體內的天然放射性核種產生了高度的關切。環境中長半衰期的天然放射性核種，除氫同位素外，濃度最大的便是Pb-210及Po-210。

Pb-210及Po-210可經由呼吸、飲食及飲水進入人體，另一途徑吸煙可使攝入量大幅增加。Po-210主要是由Pb-210衰變而來，此二核種均可放出 α 粒子，造成體內輻射劑量。Jeanmarie等人發現人體骨骼中Pb-210的濃度自出生至30歲，隨年齡而增加，而後達一平緩期至55歲，之後便下降。也有證據顯示，男性骨灰中Pb-210的濃度較女性為高，此點是否與吸煙有關，尚不得而知。

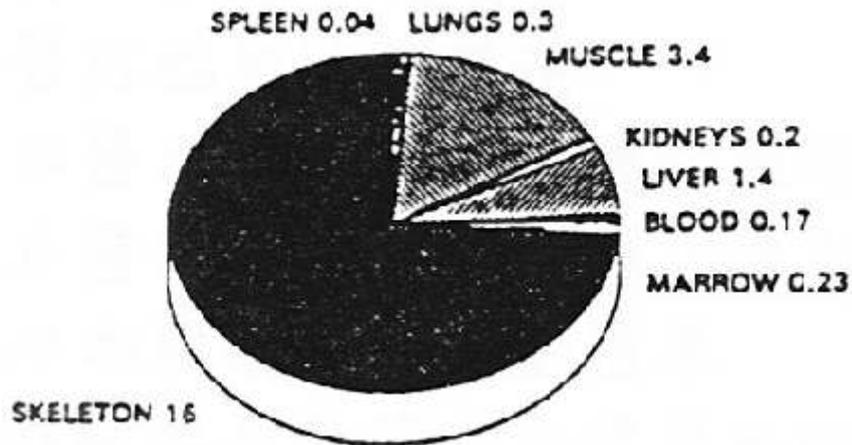
根據ICRP對參考人體內組織鮮重的建議值，以及表一、二所列Pb-210及Po-210在人體組織及血液中的平均濃度可知人體內Pb-210及Po-210的分佈狀況(如圖)。其中Pb-210有80%積存於骨骼，11%於肌肉，3%於肝臟，2.5%於血液中，而肺臟與紅骨髓中各有1%；Po-210的分佈稍有不同，75%於骨骼，16%於肌肉，6.5%於肝臟，而肺臟、腎臟、血液及紅骨髓中各有1%。

表一 人體組織及血液中Pb-210的濃度 (Bq/Kg)

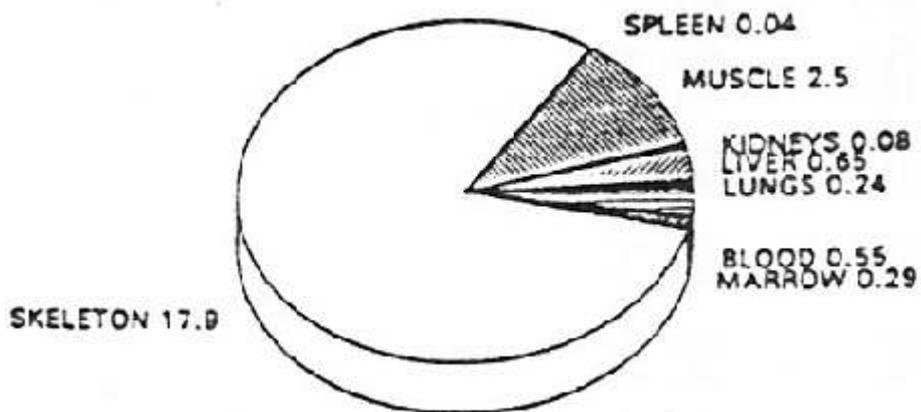
肺臟	肝臟	腎臟	脾臟	肌肉	紅骨髓	血液
0.24	0.36	0.26	0.21	0.09	0.19	0.10

表二 人體組織及血液中Po-210的濃度 (Bq/Kg)

肺臟	肝臟	腎臟	脾臟	肌肉	紅骨髓	血液
0.30	0.75	0.63	0.20	0.12	0.14	0.03



人體內的Po-210(Bq)



人體內的Pb-210 (Bq)

刊誤

◆輻射防護簡訊9：第9頁的專題報導【最後一段第7行，ICRP-60為ICRP-26之誤】
【參考文獻一中，ICRP-30為ICRP-26之誤】特此更正。

◆海外輻協諮詢委員卓鴻年先生聯絡處變更如下：

Dr. H.N. Jow
Dept. 6341, MS-1328
Sandia National LAB.
Albuquerque, NM 87185-1328
Tel: (505)848-0815(O)
(505)828-3680(H)
FAX: (505)848-0705