

輻射防護簡訊 71

中華民國94年2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、
翁寶山、張寶樹、董傳中、趙君行、蘇獻章 (依筆劃順序)
■發行人：翁寶山 ■主 編：劉代欽 ■文 編：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

▲九十三年輻協大事記

(輻協訊)

- 93年10月18-19日協辦「輻射防護新趨勢研討會」，地點在台北縣永和市行政院原子能委員會。
- 93年11月29-30日協辦「第十九屆台日核能安全研討會」，地點在台北市福華大飯店。
- 93年12月15-17日首次開辦以英文授課的「以輻射防護訓練取代輻射安全證書研習班」，共有23位外籍學員參加。師資則來自國立清華大學及本協會。受訓學員結業測驗的成績平均為77分。委託單位新竹市科學園區聯測電子公司對於該公司受訓學員的測驗成績頗感滿意。

▲輻射防護人員暨操作人員測驗說明

(原能會訊)

九十三年第二次輻射防護人員暨操作人員輻射安全證書測驗，已於九十三年十二月十二日(星期日)假國立台灣大學法律及社會科學院及高雄市國際高級商工職業學校舉辦完畢。本次輻射防護人員測驗部份報名人數為666人；其中輻射防護師385人、輻射防護員281人，到考率及及格率分別為輻射防護師54.5%、21%及輻射防護員48.4%、39.7%。操作人員輻射安全證書測驗部份報名人數為350人，到考率為85.1%，及格率為55.4%。本次測驗原訂於十二月四日舉行，因中度颱風「南瑪都」登陸影響台灣，延至十二月十二日舉行，以致到考率偏低。

九十四年第一次輻射防護人員暨操作人員輻射安全證書測驗，將於九十四年四月三十日(星期六)分別於台北試區(考試院國家考場—木柵路一段七十二號)及高雄試區(高雄市國際高級商工職業學校—高雄市苓雅區三多二路84

號)舉辦。本次考試原子能委員會仍將委託元培科學技術學院辦理(新竹市元培街 306 號),電話:03-5381183 轉 8311 邱瓊徵小姐,報名日期為九十四年三月十四日至三月二十一日,請直接向元培技術學院報名。有關考試詳細內容,請於行政院原子能委員會網站<http://www.aec.gov.tw/>瀏覽。

九十三年第二次測驗考試結果人數統計

	報名人數	到考人數	及格人數	及格率(%) (及格人數 / 到考人數)
輻射防護師	385	210	44	21%
輻射防護員	281	136	54	39.7%
總計	666	346	98	28.3%

	報名人數	到考人數	及格人數	及格率(%) (及格人數 / 到考人數)
輻射安全證書	350	298	165	55.4%

**▲911 報告出爐稱核電廠曾被鎖定，
但因太困難而放棄**
(核研所 施建樑)

自從美國發生 911 恐怖攻擊事件以後,全世界各國均視防範恐怖事件為第一要務。我國行政院也於 92 年 1 月 6 日頒布「反恐怖小組設置要點」,並責成各相關單位研擬應變措施,以應不時之需。有關輻射彈(即俗稱髒彈)則由原子能委員會負責,除了成立北中南作業中心,訂定相關作業規定與程序書,以及進行實作演習外;亦廣泛蒐集文獻予以摘錄,以提醒負責單位及一般民眾平時即應有警戒心。有關 911 事件之後續報導,核子新聞(Nuclear News)期刊 2004 年 9 月份,有一篇 911 事件的內幕探索。以下將摘述其重點。

根據 2004 年 7 月 22 日由美國國家恐怖攻擊處理委員會(即 911 委員會)出版的報告,90 年代末葉,眾所皆知

的『飛機行動方案(Planes Operation)』被卡利雪得穆罕默德(Khalid Sheikh Mohammed, KSM)所發展出來,並帶給奧沙馬賓拉登(Osama Bin Ladin),該計畫最後於 2001 年 9 月 21 日以攻擊美國本土實現。

卡利雪得穆罕默德(KSM)為一定居於巴基斯坦的科威特人,宣稱有一宏偉的企劃:將劫持十架飛機,其中九架將用來當作飛彈攻擊包括位於美國東西岸核電廠等目標,第十架飛機將由 KSM 親自駕駛,在殺害機上所有男性乘員後,在美國某一機場安全降落。在那兒,他將在聚集之媒體前,發表演說控訴美國在全球所做的邪惡事端。賓拉登聽進了 KSM 的計畫,但由於過於龐雜未予採用。同一時期,賓拉登亦接受各種攻擊美國的建議方案。

同時,埃及人穆罕默德阿塔(Mohammed Atta)當時住德國,為 911 攻擊事件的主要策劃之一。他向其他

策劃人提建議但不包括賓拉登，攻擊目標應包括一座核電廠，911 委員會相信應為位於紐約的 Indian Point 電廠。其他策劃人反對阿塔的建議，因為他們認為核電廠很難擊中。核電廠上空屬禁航區，將使得事先偵察不可能，且增加任何飛機在撞擊前即被擊落的可能性。阿塔的建議被放棄，因為艾卡達(al Qaeda)領導階層不贊成，而賓拉登亦不表同意。況且，核電廠並不如世界貿易中心、五角大廈或白宮，具做為攻擊目標的象徵價值。

該報告共 567 頁，對於艾卡達的崛起及其準備 911 攻擊，有詳盡的描述（有興趣者，可上 www.9-11commission.gov/ 網頁查詢），並記述：『我們瞭解到所面對的敵人，為複雜的、有耐心的、有紀律的及敢死的』。且向國家建議應加強防護恐怖分子，其中之一為針對邊界安檢，應整合包括運輸系統及進出重要設施(如核子反應器)的較大篩選網絡。

為了這裂縫，美國參議院於 2004 年 7 月 23 日通過『海岸防衛授權法 (Coast Guard Authorization Act)，該法案要求美國海岸防衛隊評估所有易受水面航器攻擊的美國核能電廠。按白宮版的該法案，只有 Indian Point 電廠需做安全分析；但根據紐約州參議員希拉蕊柯林頓的看法，則認為應包括所有美國核電廠。參議院的法案要求海岸防衛隊應於一年內完成安全評估，並提出其發現給國會。

【摘自 “Nuclear News Sept. 2004 p. 25”】

□ 會議訓練報導

▲ 本協會出版新書介紹

實行介入放射診療程序時，放射線傷害的避免（譯者：杜慶燻博士）

臺北國泰綜合醫院杜慶燻博士繼於民國 91 年(2002)翻譯國際放射防護委員會(ICRP)第 84 號出版物「妊娠與醫療放射線」後，又於民國 93 年完成 ICRP-85「實行介入放射診療程序時放射線傷害的避免」，把最新的輻射(放射線)防護知識介紹給讀者。杜慶燻先生不但勤於譯述，且默默耕耘推廣防護的新知，可謂用心良苦，令人拆佩。

介入放射診療的程序需要在高劑量率下進行長時間的透視，病人皮膚遭受高曝露而發生皮膚傷害的事件屢見不鮮，甚至醫師也有眼球遭受傷害的事件。這在輻射防護的領域中為新的課題。

值此介入放射診斷逐漸普遍之際，適當的輻射防護教育和訓練更顯出其重要性。本書的中譯和出版，適時提供一本良好的參考資料。

▲ 參加第六屆高天然背景輻射及氡地區研討會後紀

(輻射偵測中心 陳清江、林培火)

前言

「高天然背景輻射」這一個話題，引起輻射科學家及一般民眾的好奇與關注。近年來，因關注焦點轉移至輻射對民眾的健康效應評估上，使其觸角由高天然背景輻射地區的調查轉移到長期低輻射劑量曝露的生物效應。現今全球有很多地方含有高天然背景輻射及高氡活度地區，增強天然

輻射（Enhanced Natural Radiation，ENR）或技術增強天然放射性物質（Technological Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material，TENORM）分佈於天然環境中，經由全球各地區科學研究者的共襄盛舉，配合蒐集大量的調查資料及測量數據，作為評估民眾的輻射健康效應的依據。

第六屆高天然背景輻射及氡地區研討會（6th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas,以下簡稱 6th HLNRRRA）的由來，源自於1975首度在巴西的Pocos de Caldas 召開研討會、第二屆於1982年在印度首都孟買舉辦、第三屆於1990年在伊朗的Ramsar舉辦，之後每隔4年舉辦一次，於1996年在中國大陸北京、2000年在德國慕尼黑，今年（2004年）在日本大阪舉辦。筆者本次參加（6 th HLNRRRA）會議主要目的係瞭解國際上對高天然背景輻射地區居民健康效應調查研究的趨勢、環境天然背景輻射研究的方向和偵測技術及其輻射劑量評估發展的現況，並發表一篇「北投地熱谷溫泉的高背景天然輻射」論文。

一、6th HLNRRRA 研討會內容簡介

第六屆高天然背景輻射及氡地區研討會（6 t h HLNRRRA），於2004年9月6日至10日，為期五天，於日本（大阪）近畿大學十一月禮堂舉行，由近畿大學原子能研究所（Kinki University Atomic Energy Research Institute，簡稱 KUAERI）及日本放射醫學總合研究所（National Institute of

Radiological Sciences, 簡稱 NIRS）合辦，聯合國原子輻射效應科學委員會（United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation，簡稱 UNSCEAR）、國際原子能總署（International Atomic Energy Agency, 簡稱 IAEA）、世界衛生組織（World Health Organization，簡稱 WHO）等機構協辦。

本次大會為國際性的學術會議，提供來自於不同領域專家學者研究成果討論的平台，藉以促進有關於HLNRRRA的研究，並出版屬於天然輻射及技術增強天然放射性物質的研究成果特刊。本次大會有來自全世界34個國家的專家學者參與盛會，出席會議人數總計290員，特別演講10場，專題報告15篇、口頭發表論文32篇、張貼發表論文101篇，合計發表論文158篇。論文發表內容共分七類：(1)耗乏鈾的偵測與健康效應、(2)環境曝露量測技術評估、(3)氡氣、鈾射氣及其衰變產物的民眾曝露及職業性曝露、(4)增強天然輻射、(5)劑量測定術及度量儀器和方法、(6)輻射生物學的研究方向及健康效應、(7)流行病學及輻射防護概念等類。

二、參訪近畿大學原子能研究所

因藉由此次 6 th HLNRRRA 大會在近畿大學十一月禮堂舉行之際，我們於9月9日利用午間休息時間參訪近畿大學原子能研究所；而本次大會主席森嶋彌重教授，亦是該所所長，由他親自接待我們參觀近畿大學原子能研究所內各項研究設施及設施外的環境監測裝置，機會難能可貴，森嶋彌重

教授親切而詳實的介紹，受益良多。

近畿大學原子能研究所，成立於1960年（昭和35年4月），其依據日本原子能基本法的精神原則，以從事有關原子能研究和教育為目的，設立了共同使用研究所。原子能研究所設施存在主軸以近畿大學反應器（UTR-KINKI）為主。該反應器在1960年8月經日本內閣大臣許可，隔年（1961年11月11日）達臨界，為日本首座民間持有的反應器，亦蔚為當時日本大學裡反應器開始運轉的先驅。

KINKI當初建置的熱輸出功率約為0.1W，為使反應器更有效的運用，於1974年10月將反應器熱輸出功率提升至1W，並增設一些反應器實驗的附屬設備。又在1984年01月增設小動物用的照射裝置及中子照相等設備，以作為對學生的教學訓練及提供理學、工學以及生物學上，廣泛地在原子能的研究與應用。

三、參訪京都大學原子爐實驗所

京都大學原子爐實驗所（Kyoto University Research Reactor Institute，KURRI）系附屬於京都大學所設置的研究所，位於關西國際機場附近，距近畿大學開會地點約1.5小時車程，於9月10日會議結束後，順道參訪原子爐實驗所及拜訪該所退休教授辻本忠博士，他於1983年應本中心邀請來台指導「環境輻射偵測技術」的日本學者，一向對台訪日人士十分友善，他曾應中華民國工程師學會邀請來台參加台日工程師研討會。

（一）京大爐簡介

京大爐（KUR）為日本全國大

學共同使用研究用反應器研究所，成立於1963年（昭和38年），其目的係作為「反應器實驗及其有關的研究」，以核能及中子等粒子射線、輻射應用等研究，以及在教育功能上有顯著的成果。迄今已提供研究人員及學生等約6,000人參與研究。它是在日本大學裡持有核子能設施中最大規模的研究用反應器，其規模與國內清華大學的研究用反應器極為相似，提供至該所進行實驗研究用，所內教職員能協助研究，並在京都大學校本部協助開辦講座授課，兼負原子能研究的教育與推廣的任務。

（二）醫學照射腦腫瘤治療之應用

在1990年以後，京大爐即進行硼中子捕獲治療腦腫瘤（Boron Neutron Capture Therapy，BNCT）的研究計畫，迄今治療績效累計61個案例，以熱中子直接照射深部腦腫瘤的治療，然後再以 γ 射線照射，可免除頭顱開刀手術，就能達到有效的治療，國內清華大學亦擬仿倣京大爐的BNCT計畫，在台灣提供腦腫瘤治療服務。

（三）核子事故緊急應變中心（Off-Site Center）

自1999年9月30日10時35分茨城縣東海村JCO公司的鈾燃料加工廠設施發生臨界事故以後，日本政府即迅速在各核子設施外，成立核子事故緊急應變中心，加強核子事故的緊急應變能力，以減低核子事故對民眾造成的影響。該中心內的各項偵測及通訊裝備係由日本中央政府文科省或資產省負擔，建築物係由大阪府地方政府負擔，若遇發生核子事故時即由中央政府、地方政府、當地民眾代表及核設施者組成核子事故緊急應變中

心，將核子事故的資訊公開、透明化，取信於民，讓民眾獲得安心。該設施除了加強意外事故的緊急應變處理外，平常由保全人員看管，地方政府平常亦加強設施外的環境輻射監測，並加設中子連續監測器。

四、會議心得

參加第六屆高天然背景輻射及氡地區研討會，於2004年9月6日至10日，為期五天的研討議程，茲就會議發表內容歸納出六項心得如下：

(一) 回顧聯合國原子輻射效應科學委員會報告

天然輻射源是原本存在地球的輻射源，過去數十年間，它的組成及強度的變動不大，回顧聯合國原子輻射效應科學委員會自1955 - 1988年之間先後公布22份全球天然輻射劑量評估值而有顯著的變動，此變動係由於更多、更準確、更新的度量數據及劑量評估模式、方法的轉變所致。此一轉變亦反應出人類對於天然輻射的探索痕跡。但自1988年UNSCEAR的天然輻射劑量評估值每年為2.40毫西弗至今仍未改變，唯 **UNSCEAR** 天然輻射劑量評估值係針對全球正常背景輻射地區乘以人口加權因數作評估，對某些輻射異常地區，其輻射水平可能比平均值高出數倍至數十倍。故1988年以後即重視高天然背景輻射曝露調查及長期低輻射劑量曝露的輻射健康效應評估。

(二) 耗乏鈾穿甲彈問題

本次會議針對耗乏鈾問題開關一個特別演講，在1991年的第一次波斯灣戰爭中大量使用以耗乏鈾為彈頭的

穿甲彈，引發所謂波斯灣症候群的人員健康效應，隨後在1995年的巴爾幹半島衝突，2002年的阿富汗及2003年的美伊戰爭均大量使用耗乏鈾穿甲彈，因此引發IAEA及WHO的關切，也做了相關調查研究，本次會議有三篇專題研究論文探討耗乏鈾對人員及生態的影響，國內軍方也配備此類穿甲彈，這些彈藥的使用與報廢應該也要注意其對人員及環境的影響。

(三) 高背景輻射地區的調查

近年來，聯合國原子輻射效應科學委員會對於高背景輻射地區的調查相當重視，**UNSCEAR** 也是本次大會的主要贊助者，**UNSCEAR** 希望藉由高背景輻射地區所得到流行病學的研究成果，來瞭解長期曝露於低劑量率輻射場對人類及生態的健康效應。目前輻防界所制訂的劑量限值依據，主要來自原子彈爆炸受害者的瞬間高劑量率引發的生物效應，再假設輻射生物效應為線性無低限(LNT)而推導出致癌風險，並據以制定劑量限值。但LNT的假設一直遭受批評與挑戰，由於其理論缺乏證據，且偏向於保守，有許多低劑量率生物效應的研究均證明在天然背景輻射的數倍劑量率之下長久生活，並無顯著負面生物效應。有些研究結果顯示，長期低劑量率的曝露不僅無害，還可能有益，即所謂輻射激效(Hormesis)理論，而高背景輻射地區居民的輻射生物效應研究可提供最直接的證據，因此本次大會發表的論文主要探討對象為(1)高背景輻射地區的輻射特性，(2)天然加馬射線及氡氣阿伐射線的劑量評估方法，(3)高背景輻射地區居民的健康效應。

(四) 人類對高背景輻射地區的生物效

應瞭解仍太少

所謂高背景輻射地區的輻射水平通常比正常地區高數倍至數百倍，早期以巴西 Espirito Santo 及印度的 Kerala 地區為主，近年來有許多新發現地區，其中以伊朗北方的 Ramsar 市最為有名。當地部分住宅室內劑量率為一般住宅的數百倍，主要原因是當地有50個溫泉源頭，含鐳的溫泉水沿小溪下流而形成石灰華沉積物，當地居民就地取材，採取石灰華做成泥磚當建材，因此其室內加馬輻射劑量率及氡氣均易偏高，目前除了室內輻射水平調查研究之外，居民的輻射生物效應調查研究也是一大熱門題目。大會主席在開幕致詞中，特別呼籲國際研究機構應多贊助有關高背景輻射地區的調查研究，以確認其對人類的健康效應。

(五) 台灣的高背景輻射地區

根據本中心歷年來的天然背景輻射調查結果，台灣地區的地表加馬輻射劑量率與全世界平均值接近，異常偏高的地區僅北投地熱谷及西南沿海重砂地區較顯著，其地表加馬輻射劑量率約為其它鄰近地區的3倍，但面積很小，也無人居住其上，因此較無進一步探討之價值。民國八十七年本中心以碘化鈉偵檢器裝在車上，測量主要道路輻射水平結果，北橫為最高的路線，過去工研院礦研所也曾在關西山區道路旁邊發現岩層有高天然背景輻射的問題，整體而言，台灣中北部山區的天然背景輻射水平較高。

(六) 奈米輻射劑量學的發展

過去研究低劑量輻射生物效應的方法主要有兩派，一派是由流行病學的調查結果配合民眾劑量評估結果作

推論，另一派則以微劑量學探討單一細胞對各種不同輻射的生物效應。近年來各領域的研究技術均朝向奈米尺度尋求突破，微劑量學也由細胞尺度推向DNA或蛋白質的尺度，本中心劉祺章博士對此有所涉獵，低劑量輻射生物效應的研究，也許可在奈米科技的尺度下得到解答，這是個值得開發的研究方向。

結論

本次會議選擇在日本召開，可能有其兩大原因，一為日本乃經濟大國，支援經費並邀請許多國際專家與會，二為日本曾經是原子彈爆炸受害國，特別重視輻射生物效應及天然背景輻射的調查研究，其研究人員素質高，陣容龐大。能由此次發表論文顯示，有許多研究論文都是藉由與日本學者專家合作，利用日本開發的儀器與技術進行調查研究的成果，甚至由日本專家主導與國外合作的研究計畫，這可以說是核能科技的輸出。台灣與日本因地緣關係，過去也曾有類似的技術交流經驗，展望未來仍應持續關注在此一領域的發展，並精進對台灣地區天然背景輻射的調查。

根據ICRP 2005年輻射防護系統新建議，將單一主要射源對工作人員與公眾的所有可控制曝露的最大約束值分成為 10 0 毫西弗（代表採取防護行動高度必要性）、2 0 毫西弗（代表採取防護行動必要性）、1.0 毫西弗（代表自然背景微幅增加）及 0.01 毫西弗（代表採取防護行動必要性低）四個等級，而以天然背景輻射年劑量1.0毫西弗為標準基準。所以由輻射防護的觀點而言，相形之下更顯示

出精細地調查天然背景輻射劑量的分量評估比較的基準。
佈的重要性，以作為公眾環境輻射劑

▲九十四年度各項訓練班預定開課時間表

(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) 36 小時	A3--3 月 8 日~ 15 日	(高雄) 輻射偵測中心
		A4--3 月 21 日~ 25 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		A5--5 月 9 日~ 13 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		A6--6 月 8 日~ 15 日	(高雄) 輻射偵測中心
		A7--6 月 27 日~ 7 月 1 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		A8--8 月 8 日~ 12 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		A9--8 月 17 日~ 24 日	(高雄) 輻射偵測中心
	(B 組) 18 小時	B3--3 月 2 日~ 4 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		B4--3 月 16 日~ 18 日	(高雄) 輻射偵測中心
		B5--4 月 27 日~ 29 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		B6--5 月 25 日~ 27 日	(高雄) 輻射偵測中心
		B7--6 月 15 日~ 17 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		B8--7 月 20 日~ 22 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		B9--7 月 27 日~ 29 日	(高雄) 輻射偵測中心
輻射防護專業 人員訓練班	輻 防 師 (14 小 時)	員 6 期& 師 5 期 第一階段--07 月 04 日~ 08 日 第二階段--07 月 25 日~ 29 日 第三階段--08 月 15 日~ 19 日 第四階段--08 月 29 日~ 9 月 2 日	(新竹) 帝國經貿大樓
鋼鐵建材輻射 偵檢人員訓練班		第 1 期--6 月 23 日~24 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		第 2 期--6 月 28 日~29 日	(高雄) 輻射偵測中心

◎ 以上各項訓練班簡章備索詳細內容網址為 www.rpa.org.tw，電話：(03)5722224。

□專題報導

▲ ICRP 2005 輻射防護系統新建議發展現況簡介

(台電第二核能發電廠 魯經邦)

【接續 70 期】

表 3 適用於單一主要射源對工作人員與公眾之所有可控制曝露的最大約束值^a
(2005 年新建議草案)

表 3-1 最大約束 (指一年內所受之有效劑量) 100 毫西弗

適用情境	適用緊急工作人員、緊急事故中的疏散或遷移及高劑量的可控制之既存曝露，但搶救生命及防止嚴重傷害或災難者不在
------	--

	此限。當個人曝露程度超過左列約束值時，對個人及社會均無利益可言。
補充說明 ^b	<p>1.依據 2005 年新建議草案 6.2 第 (164) 段的說明，此一最大約束值的內涵為：</p> <ul style="list-style-type: none"> — 對於參與緊急事故處理的工作人員而言，除搶救生命及防止嚴重傷害或災難外，所接受的最高劑量（不論一次急性曝露或一年累積劑量）應限制在 100 毫西弗以下。 — 限制公眾在事故後接受的最大曝露在 100 毫西弗以下，即作為判斷採取疏散或永久遷移、高劑量的可控制之既存曝露或限制高污染土地造成曝露的基準。 — 此一基準代表採取防護行動的高度必要性（如圖 1）。 <p>2.縱令左列建議未明確聲明，告知、訓練與個別劑量監測對此一基準顯然是必要的。</p> <p>3.在左列的例外情況下採行防護行動，而必須使個人的曝露超過列的最大約束值時，個人利益並非考慮重點，公共利益的考量永遠高於個人利益。</p>

表 3-2 最大約束（指一年內所受之有效劑量）20 毫西弗

適用情境	左列約束值是就對已接受告知、訓練與監測或評估的受曝露個人有直接或間接利益的情境所選定的。適用職業曝露、緊急情況下的應變措施如掩蔽及碘預防、既存的曝露（例如氬）及接受放射性核種治療之病人的安慰者與照顧者之曝露。
補充說明 ^b	<p>1.依據 2005 年新建議草案 6.2 第 (164) 段的說明，此一最大約束值的內涵為：</p> <ul style="list-style-type: none"> — 左列約束值係就受曝露個人有直接或間接利益所選定的最高有效年劑量。 — 接受告知、訓練與監測或評估的受曝露個人的利益來自訓練與告知。 — 正常情形下對單一射源的職業曝露、接受放射性核種治療之病人的安慰者與照顧者之曝露的最高有效年劑量。 — 當曝露難以控制時應採取防護行動的判斷基準（如氬）、緊急情況下降低民眾風險的應變措施如掩蔽及穩定碘的服用。 — 此一基準代表採取防護行動必要性，正在增加（如圖 1）。（請參閱輻射防護簡訊 71 期第 12 頁） <p>2.在這個層次的防護行動中，考慮重點是直接或間接的個人利</p>

	益，對受曝露者的告知、訓練與監測或評估是必要的。
--	--------------------------

表 3-3 最大約束（指一年內所受之有效劑量）1 毫西弗

適用情境	左列約束值是就符合社會利益而非直接的個人利益的情境所選定的，正常情形下無需對受曝露者告知、訓練或進行個別的劑量評估。
補充說明 ^b	<p>依據 2005 年新建議草案 6.2 第（164）段的說明，此一最大約束值的內涵為：</p> <ul style="list-style-type: none"> – 左列約束值的選定對受曝露之個人並無直接利益，但對社會是有利的。 – 在正常情況下無需為個別告知、訓練或進行個別的劑量評估，但可能必需公開一般資訊、執行環境偵測或監測，使個人獲得資訊但無需訓練。 – 此一基準代表自然背景微幅增加（自然背景值的分率），（如圖 1）。 – 在受多個主要射源曝露的情況，最大的公眾約束值宜訂為 0.3 毫西弗/年。（此時 1 毫西弗即為年劑量限度）

表 3-4 最大約束（指一年內所受之有效劑量）0.01 毫西弗

適用情境	所有約束值中的最小值。
補充說明 ^b	此一基準代表，採取防護行動必要性低，對受曝露者造成的風險是低微的。

^a ICRP 特別強調，劑量約束是在射源關聯的系統下為管制個人曝露的基準，通常是針對單一的主要射源選定適當的約束以確保適當的防護行動得以落實。若個人受數個主要射源曝露，則必需增加額外的限制。

^b 2005 新建議草案有關表中各層最大約束值的適用情境內容仍嫌簡略，茲再參照對應的說明文字與文獻作適當補充說明其精神。

表 4-1 2005 新建議草案之職業曝露輻射劑量限度

項目	限度	備註
有效劑量	1.五年 100 毫西弗 2.任一年最高 50 毫西弗 (ICRP-60 paragraph (166))	依據 ICRP-60 paragraph (166)的精神，五年期間之定義應由管制機關加以規定。例如：定義為自指定日期起算之分立五年日曆週期
眼球水晶體之輻射加權劑量	150 毫西弗	
皮膚之輻射加權劑量 ^{1,2}	500 毫西弗	
手、足	500 毫西弗	

¹ 有效劑量限度對皮膚的機率效應已提供充分的防護，為防止局部曝露造成組織反

應，此項增加的限度是必要的。

²指 1 平方公分面積之平均，不論曝露面積多少。

表 4-2 2005 新建議草案之公眾曝露輻射劑量限度

項目	限度	備註
有效劑量	1.每年 1 毫西弗 2.在特殊情況，若五年之平均有效劑量不超過每年 1 毫西弗之情形下，可以容許更高之曝露 (ICRP-60 paragraph(192))	
眼球水晶體之輻射加權劑量 ^{1,2}	15 毫西弗	
皮膚之輻射加權劑量	50 毫西弗	
手、足	—	

¹ 有效劑量限度對皮膚的機率效應已提供充分的防護，為防止局部曝露造成組織反應，此項增加的限度是必要的。

²指 1 平方公分面積之平均，不論曝露面積多少。

表 5 2005 新建議草案的排除活度濃度基準

核種	排除活度濃度基準 (貝克/克)
人工阿伐發射體	0.01
人工貝他/加馬發射體	0.1
鏈活度基準之首*、 ²³⁸ U、 ²³² Th	1.0
⁴⁰ K	10

*就 ²³⁸U、²³²Th 鏈，此值亦適用於鏈中未達平衡之任一核種，除了在空氣中的 ²²²Rn 及其子核，在所有的情況下均分別管制。

表 6 2005 新建議草案之輻射加權因數表¹²

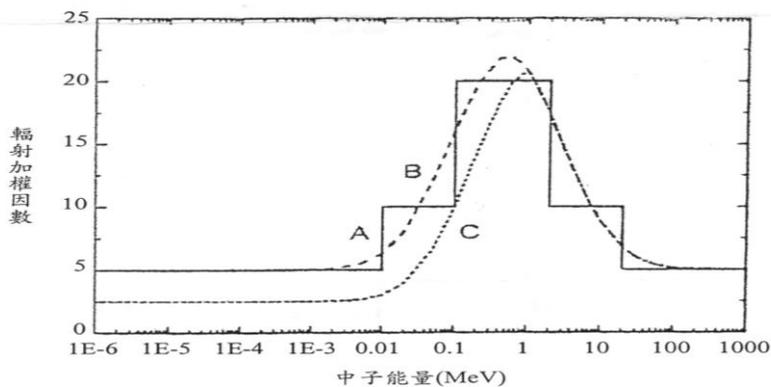
輻射形式及能量	W_R	ICRP-60 W_R	
所有能量光子	1	1	
所有能量電子及μ介子(繃子)	1	1	
質子(回跳質子除外)，能量 ≥ 2 MeV	2	2	
阿伐粒子、核分裂碎片、重核	20	20	
入射中子	如下圖2及其公式(1)及(2)	能量	W_R
		< 100 keV	5
		10-100 keV	10
		> 100 keV-2 MeV	20

輻射形式及能量	W_R	ICRP-60 W_R	
		> 2 MeV - 20 MeV	10
		> 20 MeV	5

$$W_R = 2.5 + 18.2 \exp\left[-(\ln En)^2/6\right], \quad En < 1 \text{ MeV} \quad (1)$$

$$W_R = 5.0 + 17.0 \exp\left[-(\ln 2En)^2/6\right], \quad En \geq 1 \text{ MeV} \quad (2)$$

式中 En 為中子的能量(MeV)



入射中子輻射加權因數 W_R 對應中子能量。在 ICRP-60 中的(A)階梯函數與(B)連續函數。(C)新建議的函數。

圖 2 ICRP-92 建議中子之輻射加權因數及公式¹³

表 7 2005 新建議草案的組織加權因數

組織	組織加權因數 W_T	組織加權因數之和 ΣW_T
骨髓、乳腺、結腸、肺、胃	0.12	0.60
膀胱、食道、生殖腺、肝、甲狀腺	0.05	0.25
骨表面、腦、腎、唾腺、皮膚	0.01	0.05
其他組織*	0.10	0.10

*其他組織的加權因數指下列十四個組織之總和：

脂肪組織、腎上腺、結締組織、胸外區 (extrathoracic region, ET region)^a、膽囊、心壁 (heart wall)、淋巴結、肌肉、胰臟、前列腺、SI wall、脾臟、胸腺、子宮/子宮頸。

^a 如 ICRP-66 所定義，包括前鼻道 (ET1)、及後鼻道、喉頭、咽及口 (ET2)。

【下期待續】

1. 歡迎賜稿，稿件請寄新竹市光復路二段 295 號 15 樓之 1 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 轉 314。

恭禧新年快樂！雞年行大運！