

輻射防護簡訊 25

中華民國86年6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 ■電話：(03)5722224 電傳：(03)5722521
■編輯委員：李四海、林友明、邱賜聰、翁寶山、許文林、陳爲立
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

▲履新感言

(輻協 翁寶山)

承蒙 曾董事長德霖教授的邀請，於清華大學的教學生涯告一段落之後，向輻射防護協會報到，自本（86）年5月1日起正式成為輻協的員工。

六年前輻協成立於新竹市，在曾董事長領導之下，業務蒸蒸日上。目前協會的員工共有15位，個個年青有為，幹勁十足。

由於上班不久，對於協會的業務仍在摸索與觀察，謹就兩周來所見，略述一二。

一、行政方面

民間機構，一般係以管理與效率取勝。管理方面需要完善的辦法配合。輻協在辦法規則方面，已撰寫一本相當齊全的手冊，自請假至福利，應有盡有，只要依法行事，管理方面更可上一層樓。財務也是行政的一部分，只要公開與透明化，多開源與節流，輻協的財務結構仍十分健全。人事方面也是朝向公開與透明化邁進。在不到20人的團體內，期能達到「一家人」的境界。

二、訓練方面

輻協的訓練班，不斷地求新求變，期能滿足社會上的需求，教材方面也是如此。目前的重點是屬於基礎性的班級訓練，日後視實際的需要，要擴及中級

及高級訓練班。輻協舉辦訓練班的基礎相當穩固，日後若財務能力許可，輻協本身的員工也宜參加有關專業的訓練，作為生涯規劃的一部分。

三、編輯方面

輻協的設立，本來就是要服務輻防界，而書刊的編輯和出版，便是回饋社會的途徑之一。除現有的書刊外，已著手出版輻射防護實務、編寫實用輻射防護手冊、以及

海峽兩岸核能名詞對照。

四、技術服務方面

基於非營利的原則，只要涉及技術服務，不論層次高低，輻協莫不參與。今後在人力許可之下，逐漸朝向高層次的技術服務邁進。既可提昇服務水準，又可避免與同業作競爭。

五、企劃方面

目前的重點是提供熱發光劑量計的企劃。鑒於台灣的市場有限，避免與其它同業作不必要的競爭，謀取「多贏」的局面，原則上以自給自足為目標。一旦達成此目標，即另作企劃。這一點祈同業能諒解、合作與支持。

退休後的服務心情，的確與退休前不同。抱著回饋社會，服務為先的理念向輻協報到。至祈輻防界的先進、友人、同業，不斷地予以鞭策指教，使在輻協服務期間，能略盡棉力，發揮輻協的功能。

▲七十一年至七十三年完工建物全面輻射清查

(原能會)

為全面清查七十一至七十三年間興建，尙未被發現之輻射污染建物，使民眾免於輻射恐懼，原能會於八十五年十一月擬定「清除輻射污染建築物維護公共安全推動方案」陳報行政院，於八十六年三月初奉行政院核定施行。為立即執行該方案，自八十五年十一月開始，原能會即先以現有裝備及人員執行全省七十一年至七十三年完工建物國宅及三十戶以上中大型社區之公共設施快速偵檢作業，迄今已完成台北市、基隆市、台北縣、桃園縣境內國宅及三十戶以上社區建物之偵檢，其它中南部部分的偵測，也於今年三月底完成。

另為繼續深入追查，該方案將對全省七十一至七十三年完工民宅以熱發光劑量計發送到府進行普查，為求確實有效，將請內政部、省、市及各縣市政府責成所屬村里幹事配合發送及回收事宜。原能會將於相關之第二預備金核發後立即開始全省同步執行，目前已開始相關之宣導工作，預計八十六年十二月底全部執行完成。

原能會呼籲全省七十一年至七十三年完工建物之所有權人儘力配合該方案之執行，接受熱發光劑量計之檢測，讓住的人安心。

▲美國核管會(NRC)兩則最新的輻安資訊

(核研所 邱志宏、陳英鑒、黃友禮)

(一) 修訂放射性廢氣排放限值

1997年2月24日美國核能管制委員會(NRC)的資訊報告(NRC IN97-04)宣稱，已修訂

美國聯邦法規10CFR20，輻射防護標準，之中有關輻射作業場所排放廢氣所含放射性物質的限制規定。修訂的內容是將美國環保署(EPA)40CFR61，Subpart I內排放廢氣含放射性物質的限制規定改併入10CFR20之中。原Subpart I則自40CFR61中刪除。

40CFR61 Subpart I規定：業者(不包含核子反應器業者)排出放射性廢氣不得造成民眾劑量超過0.1mSv/y，若超過0.01mSv/y時，即須向EPA提出年報。修正後，該限值改附加於10CFR20，輻射作業場所造成民眾劑量不得超過1mSv/y的限值之下。改列的原因是為了避免NRC和EPA兩個單位對於同一管制作業有不同規定的困擾。

茲節譯新增10CFR20 1101(d)的規定(1997年1月7日核准)如下：

為了使民眾劑量符合ALARA 要求，除了氦-222和其子核種外，業者(不包括核子反應器業者)外釋至大氣的放射性物質所造成民眾最高劑量不得超過0.1mSv/y，假如超過此項約束(constraint)，業者要依規定報告，並採取適當改正行動。

基於民眾劑量限制之要求，業者必須遵守各項曝露來源(諸如廢水、廢氣的排放造成體內、外曝露)造成的民眾劑量不超過0.1mSv/y之限制。此外，該項規定係為約束條款而非限制(limit)條款，若違反前者，尚不需立即採取處罰行動。若違反後者，則須立即採取處罰行動。

原則上，業者若違反約束條款，須通知NRC，並提出改正行動、完成改正行動的時間表，及完成改正行動後不再違犯的保證。假如上述報告沒有依規定提報或改正行動無法防止再犯，則NRC必須採取處罰行動。

美國對於輻射作業場的空氣放流物的限制規定，分為核子反應器和非核子反應器兩類。核子反應器作業場所空氣放流物的限制，係依據ALARA原則所設計的設限值，規定核能電廠每部機組的放射性惰性氣體造成民眾全身劑量不得超過0.05mSv/y，空氣的加馬輻射劑量不得超過0.1mGy/y，空氣的貝他輻射劑量不得超過0.2mGy/y，放射性碘、氬及半衰期超8天的微粒造成民眾任一器官的劑量不得超過0.15mSv/y。

資料來源：1997年2月24日 NRC IN97-04

(二) 總有效等效劑量(體外+體內)可能超過50mSv的意外事件須在24小時內通報NRC

美國生物醫學實驗室最近發生兩次磷-32體內曝露事件，而其中一件牽涉到意外事件通報問題。因而NRC 發出通告要求業者，在體內曝露之意外事造成人員劑量可能超過50mSv時，須按規定通報。

於1996年10月16日NRC接到某業者通知，其研究員曾於兩月前發生體內污染之意外事件，經評估該研究員之總有效等效劑量為48mSV(距年限值50mSv小於5%)。NRC事件調查小組針對該研究員之體內劑量進行調查，結論認為業者劑量分析結果恰當，但進一步結論指出：發生意外事件後一週內之數據，可充分印證，研究員所接受劑量可能超過50mSv。因而按規定業者須於意外事件發生後24小時內通報NRC。但業者告訴NRC官員，它沒通報係於事件發生24小時內之意外人員體內累積劑量未超過10CFR20.2202(b)(1)(i)之規定。該規定謂：“每一位業者須在發現意外事件24小時內通報NRC，這意外事件係包括由業者處置射源失控，導致或可能導致下列狀況：

(1)人員在24小時內所接受

(i)總有效等效劑量超過50mSv，或…”

然而業者竟解釋此條文為：人員在事件發生後24小時內的累積劑量要超過50mSV，才須於事件後24小時內通報NRC。這個解釋可能不了解總有效等效劑量、約定有效等效劑量、約定等效劑量的定義。

依據10CFR20.1003之定義：(1)總有效等效劑量係指深部等效劑量(體外曝露)與約定有效等效劑量(體內曝露)之總合；(2)約定有效等效劑量係指體內受曝露器官或組織之約定等效劑量與加權因數乘積之和；(3)約定等效劑量則係指單次攝入放射性於體內後，對某一器官或組織在50年內累積之等效劑量。由上述之解釋，對於體內劑量而言，10CFR20.2202(b)(1)所指的24小時內，係指攝入時間，並非指劑量累積時間。本案例，其攝入磷-32後24小時內之總有效等效劑量可能超過50mSv，業者應於發現事件後24小時內通知NRC。

依據我國的規範，研究及教學用核子反應器與核子設施之工作人員劑量可能超過50mSv 限值，須於意外事件後2小時內通報原能會，而台電核電廠也有相同之規定。該項規範的劑量係和10CFR20所指的總有效等效劑量相同，都解釋為體內外劑量相加。到目前為止，國內只發現數起體外曝露超過限值而引用該項規定通報，尚未發現因體內曝露超限而須通報的意外事件。因而如同美國業者因誤解法令，在劑量超過限值而不通報的情事，尚未發生。

經由這份資訊可釐清在劑量評估這方面的疑義。即是體內劑量係指放射性物質攝入後50年之累積劑量，並非短期之累積劑量。

資料來源：1996年10月30日 NRC IN96-57

▲考試消息

(原能會)

考試類別	報名日期及方式	考試日期	考試地點	備註
操作執照	86年7月7、8日 親自或指定代理人	08月14日(四)	台北(國家考場) 高雄(正修工專)	簡章6月下旬起開始寄發，洽原能會非醫用科(02)3634180-512

期刊書籍報導

▲新書介紹～「游離輻射防護實務」即將出版

(輻協)

國內發行的游離輻射防護叢書不多，而有關輻射防護之專業實務範本更幾近闕如。有鑒於此，翁寶山教授與清華大學許彬杰先生特編撰「游離輻射防護實務」一

書。希藉由此一叢書發行將上述遺憾予以填補，本書是一本以實務為主並兼顧理論的書籍，足以作為輻射工作者之最佳參考。

作者翁寶山教授為國內保健物理專家，許彬杰先生服務國立清華大學原子科學技術發展中心為輻射防護資深實務專家且研究成果豐碩並榮獲本年度原能會核能安全獎，是以本書係累積此二學者專家30年的實務經驗而成之輻防寶典。

本書全文270頁，共分為九章，內容包羅萬象，十分充實，從基本輻射認知，生物效應至輻射防護基本觀念，屏蔽計算至輻射量測，污染除污與廢料管理等均有深入淺出的觀念導入，相信本書的發行對於有志從事輻安工作者或刻正從事輻防工作者，無論在工作執行上或自我進修上必有相當大助益。本書預定於今年六月底發行，歡迎各界訂購洽詢。聯絡人：李孝華 小姐。電話：(03)5722224。

□會議訓練報導

▲南臺灣的輻射安全校園巡迴講演現況

(高醫 張寶樹)

行政院原子能委員會(簡稱原能會)宣導溝通中心主辦、高雄醫學院(簡稱高醫)協辦的南臺灣的輻射安全校園巡迴講演，自去年2月份開講以來，已完成25所高中(職)、23所國中與35所國小的輻射安全講演，聽講的師生約有30,000位學生、1,800位老師,對於原能會的輻射安全宣導工作有正面的肯定價值。

原能會與高醫在這一年多以來，在83所學校所做得的輻射安全講演。為讓輻射防護界的先進們瞭解原能會與高醫所作的輻射安全校園巡迴講演情形，現將一些經驗與心得分述如下：

一般而言，一所學校可以排定的演講時間為週會與老師進修時間。週會時間視每校的狀況而定，通常是排在週一的第一節，而老師進修時間僅在國小實施，通常是排在週三下午，所以可以排定的演講次數為每週2次。按照學校的行事曆，一個學期扣掉國定假日與學期考試，可以利用的週數約為15週，所以可以排定的輻射安全校園巡迴演講的次數以每學期為30次為宜。

要如何讓學校接受一場完全免費的輻射安全講演是一件很困難的事情？即使是打著演講者有豐富的專業學經歷與完全免費招牌，也是頗為困難的。最主要的理由是學校的例行教學工作頗為繁重與輻射安全講演沒有縣市政府教育局正式要求舉辦的公文，尤其繁重的例行教學工作成為一般學校不願意接受輻射安全講演的理由。首先，學校是誰可以決定安排輻射安全講演就是一個令人頭痛的問題？從校長、教務主任、訓導主任到輔導室主任、訓育組長等都有可能。一般而言，投信寄發輻射安全講演通知(內含講題、計畫名稱、原能會與高醫負責連絡的單位住址電話、講者簡歷等)，幾乎是全部石沉大海。事後詢問學校的原因，所得的答案也幾乎是太忙、沒空。為達成輻射安全校園巡迴講演的預定計畫，所以投信寄發後的電話追蹤與接洽是很重要的，但

這也很耗時的。幾乎每場輻射安全校園講演的先前準備時間是講演時間的2-3倍，這還不包括來回車程時間。

要如何回答「輻射是什麼？」確實不易。要講輻射安全，一定要先把輻射講清楚，而輻射卻是無色、無味的，所以就曾概括的解釋輻射是一種能量。這裡所指的輻射是具有游離與激發能力的能量，而此能量可以電磁輻射(X光、加馬射線)與粒子(電子、貝他粒子、阿伐粒子、中子、質子等)的形態存在。要講輻射安全，總要實際上以偵檢器測量一下射源，以實際的數字來解釋距離的平方反比定律、屏蔽作用等。因為每個學校的演講場所、聽講人數與聽講者的程度，每個學校之間的差異很大，所以在一段時間的摸索最佳的輻射安全講演效果後，才發現實際的配合實驗器材的講演比用幻燈片或照稿宣讀好。通常，所準備的實驗器材包括蓋革偵檢器、X光管與零件、X光片、鈷57校正射源、鉛罐、碘125液態射源、手電筒、輻射警示標誌等，至於講的輻射安全內容則視每個學校的演講場所、聽講人數與聽講者的程度而定。

對一般的學校師生講輻射安全，最好少講輻射單位，以實際例子來解釋最好。例如以一張胸部X光片所造成的全身有效劑量(0.06mSv)為一輻射單位劑量，則臺灣地區每人每年所接受的天然輻射劑量(1.62mSv)相當於照了27張胸部X光片，而全球每人每年所接受的天然輻射劑量(2.4mSv)相當於照了40張胸部X光片(UNSCEAR,1993)。如此可以令人比較能夠接受與理解什麼是輻射的劑量，也可以進一步說明輻射風險。

在醫院照了一張胸部X光片會不會致癌？孕婦照了X光要不要墮胎？這是很多人很關心也很想知道的事情。在此不談癌症放射線治療的劑量，而以每次的診斷X光所造成的全身有效劑量為例來說明。胸部X光是0.06mSv、頭顱是0.2mSv、腰椎是1.3mSv、上消化道是2.45mSv、腹部是0.55mSv、有鋇灌腸劑顯影的是4.05mSv、骨盤是0.65mSv、靜脈注射泌尿攝影是1.6mSv、四肢則是0.01mSv。依據ICRP No.26的輻射總危險度為 $16.5 \times 10^{-3} \text{Sv}^{-1}$ ，所以每次的診斷X光所造成的風險，其數量級應為 $10^{-6} \sim 10^{-4}$ 之間。婦女墮胎的風險，其數量級應為 10^{-2} ，所以每次的診斷X光所造成的風險(萬分之一至百萬分之一)遠小於墮胎的風險(百分之一)。要讓人瞭解輻射風險，適當的實例比較是最合適的。

在輻射安全校園巡迴演講的發問上，問題最多的是微波爐、大哥大、輻射鋼筋與核四廠該不該興建等，因為講演時間有限，所以上述問題都只能加以簡答。事實上，輻射安全校園巡迴演講是一項扎根的教育，也是在短時間不容易看出績效的工作，原能會宣導溝通中心真心期望輻射防護學界的先進們共襄盛舉，為我們的下一代一起做好輻射安全教育工作。

▲TLD用戶輻射安全講習

(輻協)

爲回饋輻射劑量佩章用戶對本協會之支持、並訓練佩章使用者正確使用佩章、推廣輻射防護知識，本協會特於5月5、6、8、9、23日分別於台北月涵堂、彰化基督教醫院、高雄輻射偵測中心、中國鋼鐵公司及新竹清華大學舉辦「八十六年度熱發光劑量佩章使用單位輻射安全講習」，各界報名踴躍，參加人員逾兩百人。

本次講習除由許坤澤組長與簡文彬工程師介紹劑量評估實驗室與佩章之正確使用方法外，同時也邀請本協會執行長翁寶山教授講述「熱發光劑量計之原理、應用與發展」，以及輻射偵測中心陳清江博士講述「異常輻射曝露案例之省思」。本講習主要爲回饋佩章用戶所提供之免費服務，每年定期於北、中、南舉辦。本協會今後亦將秉持客戶至上之一貫理念，提昇服務品質，爲推廣輻防知識及技術而努力。

▲ 美國阿岡國家實驗室環境評估組參觀訪問

(核研所保物組 張柏菁)

本人於86年4月7～20日赴美國阿岡國家實驗室環境評估組(Environmental Assessment Division)參觀訪問，此次出國任務係研討及學習放射性物質廢棄及安全評估技術，並上機操作程式，包括評估環境影響與作爲污染清除標準準則之RESRAD 系列程式，以及用過核燃料運送之輻射影響與健康危險度評估之RISKIND 程式；由於評估程式均係因應美國環境之相關法令所發展，因此廣爲使用，國內若欲引進，可向美國橡樹嶺國家實驗室之輻射安全資訊計算中心申請購買。

此次訪問行程，陳士友博士(Dr.S.Y.Chen, 爲輻協海外諮詢委員)提供大力協助，至表感謝！陳博士表示希望能夠建立與國內之溝通管道，對國內核能及環境保護關切之情溢於言表，此應爲提昇國內相關技術及經驗的一大契機。

▲ 八十五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
鋼 材 班	86年06月24日至25日	高雄	蔡親賢
〃	86年08月12日至13日	新竹	蔡親賢
非 醫 用 班	86年06月06日至13日	高雄	李貞君
〃	86年06月16日至21日	清華大學	李貞君
輻 防 班	86年10月01日至10月29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

在我們的生活環境裡，到處都有輻射的存在，像來自太陽的宇宙射線就是一種，其他諸如水中、地表、土壤及大氣，甚至在人體內，也都有它的蹤影，這些也就是所謂的天然輻射。

隨著生活水準的提昇，一些人造的輻射也產生了，例如：放射線診斷與治療、工業上非破壞性檢驗、輻射照射滅菌、農業上延長蔬果的保鮮時間與果蠅的防治、建物內煙霧警報器以及核能發電等等。相信有不少人因不瞭解它，而害怕被輻射傷害。此外，近兩年所發現的輻射屋以及輻射道路等問題，都曾引起民眾恐慌。到底輻射的利用對我們的影響如何？在面對生活中許多與原子能相關的民生應用，又該如何保護自己免受傷害？就讓我們藉著這次演講細訴這位看不見的老鄰居吧！

講題 輻射與生活 談生活中看不見的輻射

時間	主講人	地點
六月四日 (星期三) 下午2:00~4:00	行政院原子能委員會 謝研究員牧謙	新竹縣立文化中心演講廳 新竹市縣竹北市縣政九路146號
六月七日 (星期六) 下午2:00~4:00	行政院原子能委員會 胡主任委員錦標	基隆市立文化中心 基隆市信一路181號
六月十四日 (星期六) 下午2:30~4:30	行政院原子能委員會 林主任友明	屏東市立文化中心 屏東縣屏東市大連路69號
七月五日 (星期六) 下午2:30~4:30	行政院原子能委員會 蔡主任秘書昭明	彰化縣立文化中心 彰化縣彰化市中山路二段500號
七月十二日 (星期六) 下午2:00~4:00	行政院原子能委員會 胡主任委員錦標	新竹市立文化中心 新竹市東大路二段15巷1號
七月廿七日 (星期日) 下午2:30~4:30	行政院原子能委員會 蘇組長明峰	台南市立文化中心 台南市中華路三段332號
九月六日 (星期六) 下午2:30~4:30	行政院原子能委員會 邱局長賜聰	宜蘭縣立文化中心 宜蘭縣宜蘭市復興路二段101號

□ 專題報導

▲ 醫用輻射防護的發展趨勢

(清大 董傳中、趙自強)

現代醫學不斷地進步，使得國民所受之醫用輻射劑量變得十分可觀，佔了所有人造輻射劑量的五分之四以上。因此，不論是對病患、工作人員、或是一般民眾而言，一個健全的輻射防護體系是迫切需要的。在1991年發表的ICRP60號報告中，提出了一些醫用輻射防護的新觀念和建議，不但值得我們參考，同時也反映出國際間醫用輻射防護的發展趨勢。

一般醫療上有用的劑量，係指靶(診斷或治療的部位)組織或器官的等效劑量。然而輻射防護中規範的劑量，卻是其他組織或器官的無用劑量，這些劑量不但沒有醫療目的，而且會增加健康效應的風險，所以應該加以適當約束。由於輻射防護中採取線性無低限假設(linear non-threshold assumption)，且以有效劑量(effective dose)評估機率效應的總風險，因此研究有效劑量乃成爲醫用輻射防護的重要課題。以放射診斷中病患食用鋇後用50 kV-X光(2 mm鋁濾片)AP照射胃爲例，表面劑量等於1 mGy時，胃的等效劑量爲0.213 mSv，而全身的有效劑量則等於0.0275 mSv，相當於 2×10^{-6} 的健康損害(detriment)總風險。

早期醫院輻射防護的主要對象是工作人員和一般民眾，對於受劑量最多的病患反而不加規範。然而根據研究資料，在相同的診療目的中，病患所受劑量之差異可達百倍以上，所以將病患納入防護的體系有其必要性。醫用輻射防護的基本概念是：1.正當化2.最適化3.約束化，其中前兩項和一般的輻射防護原理相同，最大的差異在於第三項，是以某一建議的參考劑量來約束病患的劑量，而不是藉由法規標準的劑量限度來管制劑量。下表爲英國國家輻射防護委員會(NRPB)建議的參考劑量。

照射部位	照射條件	參考劑量(mGy)
頭骨	前往後/後往前	5.0
	側照	3.0
胸腔	前往後	0.3
	側照	1.5
胸椎	後往前	7.0
	側照	20
腰椎	後往前	10
	側照	30
腹部	後往前	10
骨盤	後往前	10

以下是一些有效降低劑量的方法，可以作為醫院中實際操作時的參考。

改進方式	每次檢驗可降低劑量的百分比	每人西弗所需花費（新台幣：元）
嚴格管制不必要的照射	100	0
流通病歷已照射的 X 光片	100	待評估
抑低每次檢驗的照射次數	20	0
抑低照射時間及管電流	30	0
引進工作人員及儀器的品保系統	待評估	待評估
管制失敗重複照射率	5	待評估
定期監測病患劑量	20	待評估
抑低照野面積	20	0
對易致癌器官加以屏蔽	75	0
選擇適當的照射條件	50	0
選擇感度最好的底片或稀土螢幕	50	0
實施底片沖洗過程最佳化	15	待評估
使用碳纖維病床	10	11200
使用碳纖維防散射柵	20	4400
使用碳纖維底片夾	10	10000
以新的記錄方式取代舊式	75	待評估

從上表歸納，醫用輻射防護需要精密的器材、良好的防護體系，以及訓練有素的醫護人員，其中又以後者的花費最少，效果最大。我國醫學物理發展尚在萌芽階段，需要主管機關的重視、醫院的配合及學術界的協助，以提昇醫用輻射防護的品質。

▲台灣地區天然背景輻射劑量

(輻射偵測中心 陳清江)

台灣地區民眾所接受之天然背景輻射劑量究竟為多少呢？原能會輻射偵測中心於85年重新評估結果為1.62毫西弗/年，其中宇宙射線佔0.25毫西弗(15%)，地表加馬體外輻射佔0.64毫西弗(40%)，地表核種對體內輻射劑量佔0.28毫西弗(17%)，氦222及其子核佔0.36毫西弗(22%)，詳如附表。本次評估結果比原評估值2.0毫西弗低19%。

本次重新評估係依據近年來度量結果，並引用ICRP60號報告的劑量模式進行評估，參考聯合國原子輻射效應科學委員會1993年報告的格式整理而成。結果顯示，地表加馬輻射造成之劑量比全球平均值高39%，吸入氦及子核所造成之劑量則低了70%。整體說來，台灣地區之天然輻射水平比全球平均值2.4毫西弗/年低，但比日本新近的評估值1.48毫西弗/年略高。

上述評估係取平均值而得，考慮各地天然背景輻射水平略有變動，各人之生活習性也不一，因此若將1.62毫西弗/年四捨五入，也接近原先的評估值2.0毫西弗/年，同時符合保守估計之原則，若欲瞭解詳細的評估結果，請參閱86年1月出刊的核研季刊第22期

台灣地區天然輻射劑量統計

來 源	年有效劑量 (毫西弗)		差 異	高背景區 (毫西弗)
	台 灣	全球平均		
宇宙射線	0.25	0.38	-34%	2.0
宇宙射線產生核種	0.01	0.01	-	0.01
地表體外曝露	0.64	0.46	+39%	4.3
地表體內核種曝露	0.28	0.23	+22%	0.6
吸入氦222	0.36	1.20	-70%	10
吸入氦220	0.07	0.07	-	0.1
攝入氦222	0.005	0.005	-	-
合 計	1.62	2.4	-33%	-

註：中華民國台灣地區數據為1995年評估，全球平均取自聯合國原子輻射效應科學委員會1993年報告。

▲放射線對遺傳的效應

(國泰醫院 杜慶燾)

(接續24期)

依聯合國原子輻射效應科學委員會(UNSCEAR, 1988)的報告和美國國家科學院游離輻射生物效應委員會(BEIR)的報告，在評估輻射誘發人類遺傳效應的發生率，若直接以人為實驗的對象，會有許多不便之處和難以克服的困難。因此所有的研究報告均以實驗動物，尤其是老鼠，做為實驗對象所得的基本資料，來推算人類遺傳效應的風險度(risk)。評估遺傳效應的風險度所使用之實驗動物具有下列三項前提，作為選擇實驗動物的依據：

- (1)實驗動物的生殖細胞，因接受某種放射線而誘發遺傳效應(傷害)的發生率，必須與人相同。
- (2)實驗動物對誘發輻射傷害有關的生物因素(性別、細胞修復能力、生殖細胞的分化時期)及物理因素(射質、劑量、劑量率)的反應，亦須與人相同(圖1、2、3)。
- (3)實際評估風險所設定的條件，應以低LET之輻射，做低劑量率的照射，而在其低劑量反應區域內，劑量與遺傳效應成直線回應關係(圖1)。

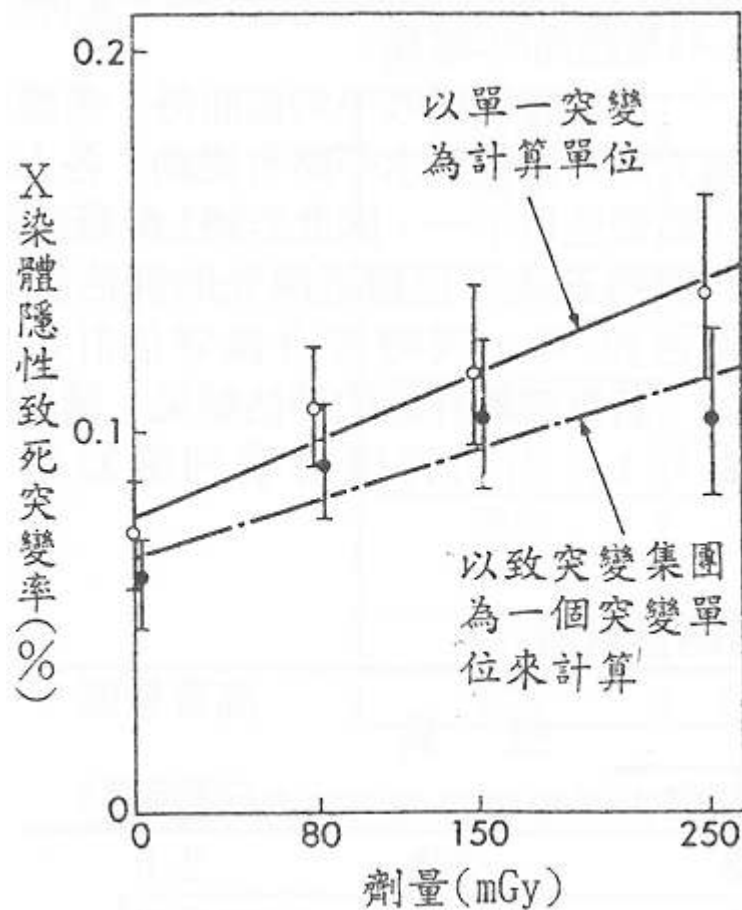


圖 1：輻射誘發之突變率與劑量成直線回應關係(黃色果蠅精子發生 X 染色體隱性致死突變)

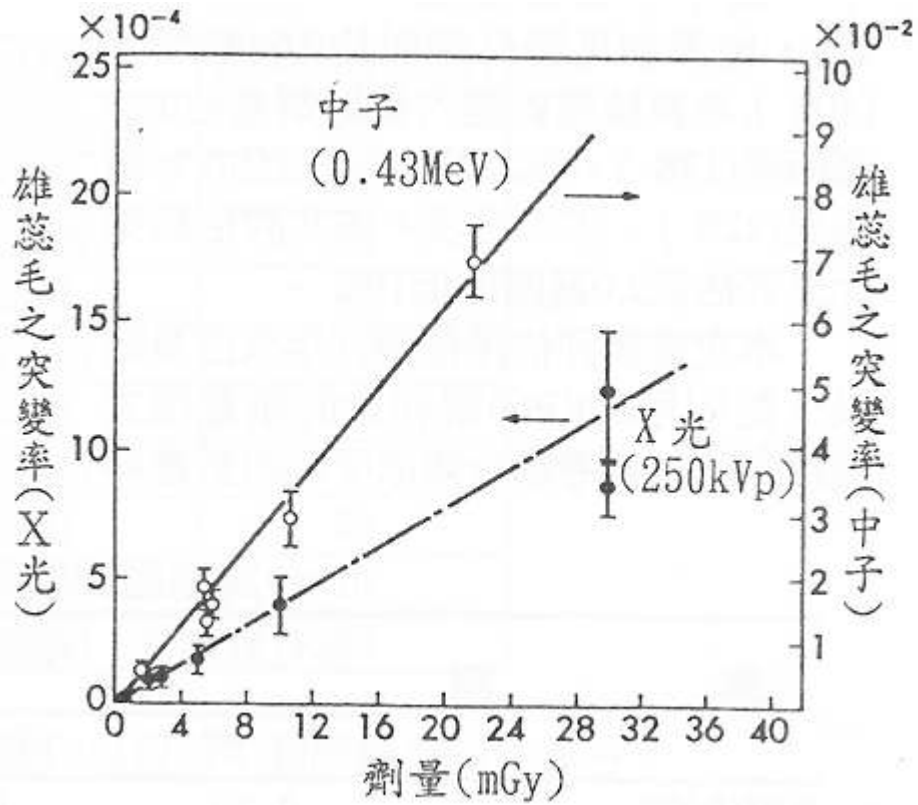


圖 2：輻射誘發之突變率與劑量、射質之關係(紫鴨跖草：Tradescantia或 Spiderwort雄蕊毛之突變)

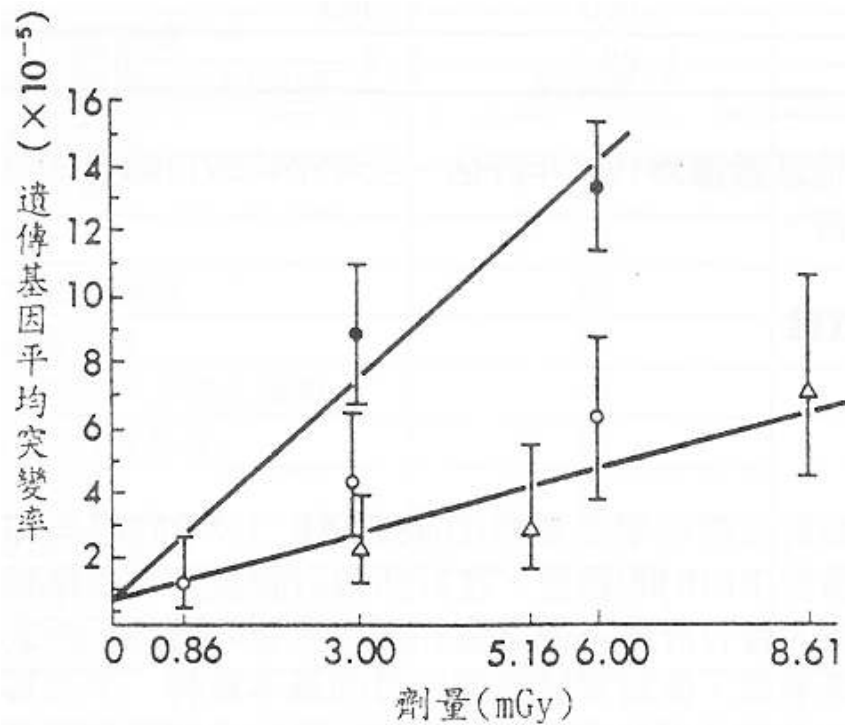


圖 3：輻射誘發老鼠精原細胞之突變率與劑量率之關係
 ●990 mGy/min，○0.01 mGy/min, △0.09 mGy/min.

評估輻射誘發人類遺傳效應的發生率有兩種方法：(1)直接法、(2)間接法(或稱為倍增劑量法，doubling dose method)。

(1)直接法是以動物實驗所獲得的突變率，加以各種因素之修正，來評估單位劑量誘發人類遺傳疾病的發生率。

表4 以直接法評估低劑量率照射誘發遺傳效應之發生率
(每世代接受0.01戈雷) (UNSCEAR, 1988)

遺傳傷害的種類	第一子代 10^6 人中可能發生的遺傳異常數	
	男	女
顯性突變	10~20	0~9
隱性突變*	0	0
構造異常	1~15	0~5

註：*第一子代為0，至第10子代可能出現1-10人。

(2)間接法(倍增劑量法)是以人類遺傳疾病的自然發生率，與老鼠做為實驗動物所求出的倍增劑量(使遺傳疾病的自然發生率增加為兩倍所需的輻射量)做為基本資料，導出輻射誘發人體遺傳疾病的相對發生率(表5)。

表5 以間接法評估低劑量率照射誘發遺傳效應之發生率
(每世代接受0.01戈雷,倍增劑量1戈雷) (BEIR,1990)

遺傳異常的種類	遺傳疾病自然發生頻 率(/出生100萬人)	輻射後遺傳疾病增加數 (/出生100萬人/0.01戈雷/世代)	
		第一子代	平衡狀態
常染色體顯性			
臨床症狀嚴重 ^a	2,500	5-20	25
臨床症狀輕微 ^b	7,500	1-15	75
X染色體性	400	<1	<5
隱性	2,500	<1	非常緩慢增加
染色體異常			
構造異常	600	<5	非常少量增加
數目異常	3,800	<1	<1
先天性異常	20,000-30,000	10	10-100
其他多因性疾病			
心臟病	600,000	- ^c	- ^c
癌病	300,000	- ^c	- ^c
其他	300,3000	- ^c	- ^c

註：a.生存能力與生殖力減低20%-80%，謂之嚴重。

- b.生存能力與生殖力減低1%-20%，故謂之輕微。
- c.由於必須考量環境因素，致使評估困難，所以仍未作評估。

間接法具有評估經多世代後達成遺傳平衡時期的遺傳效應之優點，所以一般多採用間接法。目前UNSCEAR與BEIR的報告，均以1戈雷（Gy）為倍增劑量，來評估慢性輻射誘發的遺傳效應。

使用ICRP，1990年報告中所規定的諸多條件為前提，推算輻射照射後的遺傳效應發生率如表6。

表6. 輻射誘發遺傳效應的發生率及損害($10^{-2}/Sv^{-1}$) (ICRP Publ.60)^a

對象	發生率	損害(detriment) ^b
一般民眾	1.0	1.33
放射從業人員	0.6	0.80

註：a.ICRP Publ.60為國際放射防護委員會第60號出版物(1991)。

b.損害(detriment)乃遺傳疾病的發生率、病情的嚴重性、及疾病發現的時期等之綜合概念。

5 · 放射線診斷檢查所帶來的遺傳效應

表6乃是依據ICRP 60設定之前提，以間接法(倍增劑量法)所求出的放射線誘發遺傳疾病的發生率。一般民眾發生遺傳疾病總人數的比例，略高於放射線從業人員，此乃是因為在計算一般民眾時，是將具有生育能力者(0-30歲)皆納入計算範圍，而放射線從業人員則僅包含18-30歲的部分。一般民眾的總數遠較放射線從業人員多，故其發生遺傳疾病者佔總人口的比例自然亦較高。

一般常見的X光診斷檢查使生殖腺接受到的輻射劑量如表7所示。綜合表5、6、7及倍增劑量值為1戈雷（X光診斷檢查則是以毫戈雷為單位），可以得知放射線誘發遺傳疾病的發生率遠較自然發生率小，根本微不足道，故病人毋須擔心未來可能的遺傳效應，反倒是接受放射線診斷檢查，及早發現疾病或瞭解病況，讓醫師有充分的病情資料做治療的依據，才是真正重要的。

最後特此感謝清華大學翁寶山教授的指正。

表7. 一般 X 光檢查時生殖腺可能接受到的劑量(毫西弗)

(ICRP Publ.34)

檢 查 種 類	成年男性	成年女性
胸部攝影	*	*
腹部攝影	0.16	2.12
胸椎攝影	*	0.006
腰椎攝影	0.07	4.05
上消化道對比劑檢查	0.004	0.45
大腸對比劑檢查	0.58	7.87
泌尿系統對比劑檢查	0.49	6.36
骨盤攝影	0.57	1.48
髖關節攝影	3.68	0.78

註：ICRP Publ.34為國際放射防護委員會第34號出版物。

* 代表未測出劑量值或劑量值極微小，幾近於0。

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。