

■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：王嵩峰、李四海、林友明、邱賜聰、翁寶山、許文林
陳為立、陳宜彬、董傳中、蔡昭明、劉仁賢、蘇明峰（依筆劃順序）
■發行人：曾德霖 ■主編：劉代欽 ■文編：李孝華
■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

▲全民動起來大家齊賑災

(輻協訊)

財團法人中華民國輻射防護協會全體同仁以無比沉重的心情，對此次 921 集集大地震受災的同胞致上我們最誠摯的關懷。全體同仁並將捐出部分所得於賑災活動…共十萬元左右。此金額雖屬杯水車薪，但我們相信來自各界持續的關懷與贊助，將會是災區重建復原的最大力量。願遭受地震侵襲的同胞能早日度過此次的災難。

▲民眾所欲知道的輻射安全

(高醫 張寶樹)

要教育一般民眾知道輻射安全，要讓民眾知道什麼是輻射？過去 3 年半以來，高醫在原能會宣導溝通中心的支持下，南部已約有 200 所以上的高中職、國中、小學，55,000 名高中職、國中、小學學生，與約 6,000 名高中職、國中、小學老師聽講輻射安全，從聽講後師生所發問的問題得知，大家所知道的輻射知識大部分是來

自新聞媒體，大家所詢問的輻射問題有 90% 為下列 6 項：

1. 微波爐有沒有輻射外洩？微波食物有沒有毒？怎麼防止微波外洩？
2. 核四廠需不需要興建？核能電廠會不會爆炸？住在核三廠附近有沒有危險？
3. 照 x 光會不會殘留在身體內？照 x 光會不會得癌症？孕婦照 x 光會不會產出畸形兒？短期內照好幾次的 x 光有沒有危險？照幾張 x 光才不會發生危險？
4. 輻射鋼筋怎麼發生？住在輻射屋內的人會不會得癌症死掉？南部有沒有輻射屋？
5. 大哥大有沒有輻射？打大哥大會不會得腦癌？住戶大樓或隔壁大樓有大哥大發射台會不會影響身體健康？
6. 電視螢幕有沒有輻射？電腦有沒有輻射？抗輻射防護幕有沒有效？孕婦打電腦會不會流產？

去年在原能會宣導溝通中心的支持下，高醫開闢一輻射安全首頁，並開放一個人 e-mail 信箱回答民眾各項有關輻射安全的問題。上網人數已逾 2,000 人，利用 e-mail 詢問輻射安全的人數已逾 200 人。綜合整理民眾所詢問的輻射安全問題竟與上述 6 項輻射問題類似。

為進一步探討輻射安全教育對輻射工作人員的影響，目前高醫行為科學研究所已針對全國各醫學中心放射線技術師進行經專家效度的輻射安全知識之認知探討的研究工作，並將初步結果投至國外的研討會，期望國內的輻射防護學界與科學教育學界、心理學界、行為科學學界等可以通力合作，為我國的輻射安全教育立下良好基礎。

▲悼念保健物理之父：KZ 摩根博士 (核研所 蘇獻章)

今年(1999)6月8日保健物理之父：摩根博士(Karl.Z.Morgan)以91高齡殞於美國橡樹嶺。這位大家都直呼KZ的保健物理創建大師豐富的走完一生，將留給舉世無限的追思。KZ於1972年自橡嶺國家實驗室(ORNL)屆齡榮退後，轉至喬治亞理工學院(Georgia Tech)擔任講座至1982年。我有幸於留美期間受教門下，對他的學養、處世與為人等略知一二，在此僅表對恩師的懷念。

KZ生於北卡州，獲北卡州立大學物理學士與碩士及杜克(Duke)大學物理博士，1934至1943年擔任Lenoir Rhyne學院物理系主任，且與杜克大學合作宇宙射線與介子之研發工作。1943年春天受聘至芝加哥大學試圖發展並建立一門保護工作人員輻射安全的新科技，當初為保密稱為「保健物理」。因緣際會於1943秋天被征召加入發展原子彈的曼哈頓(Manhattan)計畫，負責製程的輻射安全，且擔任橡嶺國家實驗室保健物理主任直至退休近三十年。KZ創設美國保健物理學會(HPS)，並擔任第一任會長及期刊雜誌總編輯多年。有一說法，橡嶺國

家實驗室負責人Alvin Weinberg曾要他將HPS併入美國核能學會，但他極度反對。KZ亦是國際輻射防護協會(IRPA)的創始人，更擔任國際放射防護委員會(ICRP)體內劑量委員會主席達20年，著名ICRP第二號報告的體內劑量模式(危急器官與最高許可劑量等觀念)即出自其手。KZ一生榮獲獎章無數並獲推薦為傑出校友及榮譽博士等榮耀。

KZ治學嚴謹、學識淵博，自橡嶺國家實驗室退休後不只持續活躍於教育界與學術界，且熱衷於國會作證等政治活動，但他對液金快中子滋生反應器的堅決反對與堅信銻的劇毒引起橡嶺國家實驗室當局的不悅。著名的Silkwood(1979)與Allen(1984)兩事件，他對輻射安全的偏激看法，曾引起業界相當大的震撼。KZ在他的近作The Angry Genie:One Man's Walk Through the Nuclear Age中有詳述。

KZ是位寬以待人、嚴以律己的長者，富有但仍十分節儉。在喬治亞理工學院任教期間，逢人就推銷他新購的豐田1600cc旅行車有多棒，他居家簡樸，曾帶我參觀他親手裝潢的地下室，中午皆以乾麵包和小蘋果等簡食充饑。跟隨他三年只見他發過一次脾氣，將一位敲門想來關說的說客趕出門外。每次我要上台報告，他都會在前一天找我預演一番，並且問我幾個問題，而這些問題通常都會在正式上台時他再重覆提出。他每天游泳以健身，有一次與他一同開車往佛州開會的中途休息時，他隨便一站，兩手可輕易摸地，七十多歲如此硬朗的身體，真讓我們這些學生感到汗顏。KZ平易近人，尤其與夫人海倫(Helen)更是伉儷情深，Helen的好客與體

貼更讓人賓至如歸。

KZ雖已長眠，但他親手創建的保健物理仍將持續發展，自核能啟用以來，核能工業已是當今最安全的工業之一，KZ在輻射安全方面的偉大貢獻將永留人間。

□會議訓練報導

▲新書介紹

(輻協 翁寶山)

本協會新近出版兩本書，一為輻射防護史，另一為兩岸輻射防護名詞對照。輻射防護史共分十四章，正文長達450頁，其目錄如下：

- 第一章 緒論
- 第二章 現代物理的興起
- 第三章 輻射物理的前奏
- 第四章 原子核物理的發展
- 第五章 單位與單位制
- 第六章 基本常數
- 第七章 輻射曝露限制
- 第八章 體內輻射安全指引
- 第九章 體外劑量
- 第十章 人口劑量
- 第十一章 可忽略微量
- 第十二章 輻射偵測儀器
- 第十三章 術語彙編
- 第十四章 輻射防護百年回顧

本書儘量用圖片幫助說明，除了參考文獻與索引外，尚附有問答题供思索。定價每冊新台幣500元。

* * * * *

兩岸輻射防護名詞對照則屬於小型書籍，全書不及百頁。除名詞的對照和解釋外，尚附有相關資料。對照部分係

用正體與簡體漢字並列。本書為非賣品，以贈閱為主，惟願捐獻者則不在此限。

* * * * *

由台北市和平東路二段339號4樓五南出版社承印的臺灣的輻射源與應用一書已完成二校，全書長達45萬字，其目錄如下：

- 第一章 輻射常用的量與單位
- 第二章 生物效應和防護標準
- 第三章 天然輻射源總論
- 第四章 臺灣地區天然放射性核種與輻射
- 第五章 天然輻射的應用
- 第六章 醫用輻射源
- 第七章 研究用輻射源
- 第八章 核能發電與輻射安全
- 第九章 同位素的工業應用(一)
- 第十章 同位素的工業應用(二)
- 第十一章 x射線攝影術
- 第十二章 中子攝影術原理及工業應用
- 第十三章 同位素的其他應用
- 第十四章 放射廢料管理

* * * * *

享譽歷久不衰的保健物理學教科書第三版(作者為H.Cember)中譯本已由新竹市中正路78號黎明書店出版，定價每冊新台幣1000元。

* * * * *

部編大學用書原子科學導論的修訂版已由台北市新生南路三段88號2樓之3茂昌圖書公司出版。

* * * * *

以上五本書均由本協會執行長參與策劃和編撰，適合於大專以上程度理工科的讀者，歡迎購用及指正。

▲訪日札記

(輻協 翁寶山)

為深入瞭解人員劑量計的使用現況以及未來的發展，經本協會曾德霖董事長核定：由翁寶山執行長、簡文彬組長、劉尚艾副工程師、以及李貞君管理師四人組團前往日本作為期一周的訪問。

出發之前先請日本友人赤石準博士安排訪問的對象和行程，並於本年(88)8月 27 日到台北市參觀漢昌公司新近發展的玻璃劑量計，略知日本發展的近況。經月來的準備，本協會同仁一行四人於本 9 月 4 日搭乘華航班機飛東京。

9 月 6 日星期一上午開始正式訪問，為尊重對方姑隱受訪的機構名稱。首先由翁執行長作短講介紹本協會的業務概況，其次由對方作類似的報告，然後為參觀與問答的時間。對方對於我們的訪問至為慎重，作陪人員多達 6 位，無論是問答或參觀，均毫不保留地公開。

我們初步的印象是日本將中止使用膠片佩章及熱發光劑量計，而取代以玻璃劑量計。過去投資在膠片佩章及熱發光劑量計的設備，所費不貲，但仍放棄。至於仍可使用的二手貨包括熱發光劑量計則以廉價輸出，包括台灣在內。

上午參觀訪問至中午一時，午餐後繼續討論，以電子人員劑量計為主，此新型劑量計英文簡稱為 EPD，確為高科技的產品。我國行政院原子能委員會核能研究所也正在發展，據稱已接近完成的階段。

9 月 7 日搭車北上至水戶，赤石準博士親自到車站迎接。下午招待參觀水戶古蹟西山莊，為一日式庭院。瞭解日本

歷史的人，對於發生於西山莊的人、事、物，均知其史料豐富。

9 月 8 日由赤石準博士駕車到大洗，參觀受訪單位的校正試驗室，舉凡光子、中子、貝他等的校正設備，均頗完善。隨後又參觀新近發展的玻璃劑量計全自動計讀儀，其計讀的速率及效率均佳。

午餐後驅車至東海村原子力科學館參觀，並乘搭專車繞日本原子力研究所一周，作一番巡禮，又在全亞洲第一座核反應器(JRR-1)前攝影留念。其次參觀用核能電廠的溫排水養殖魚蝦，已可供應部分市場的需要。離開日本原子力研究所後，又到與其鄰接的日本原子力發電所的三個機組作一番巡禮。居核能研究領導地位的日本原子力研究所自明年(2000 年)開始，全部改為玻璃劑量計。入夜承赤石準博士邀宴，在其家與赤石夫人與女公子共進晚餐，賓主盡歡，也結束了訪日參觀行程。

我國的情況和日本迥異，但新的發展不能不知。一方面就現有的設備和基礎加強對客戶的服務，另一方面開始留意玻璃與電子兩種人員劑量計的發展。似可聯合使用與處理人員劑量計的機構，共同面對新型人員劑量計的進展。

日本也有許多與輻射防護業務有關的類似財團法人的機構，但分工較細。例如：位於東海村的放射線計測協會為一典型的財團法人的組織，但只擔任計測的業務。本協會將訓練、技術服務、人員劑量計服務甚至編輯出版合併在一起，確為配合國情的需要以及歷史上的演變，日籍友人認為相當不錯。再加上服務對象並非很龐大，地理位置又很接近，業者與顧客之間的互動情況彼此息

息相關，在這方面和日本的國情也大不相同。因此，只要我們努力，輻協的遠景仍大有可為。

▲兩岸交流

(輻協 翁寶山)

位於山西省太原市的中國輻射防護研究院三位研究人員於本(88)年 9 月 3 日上午訪問清華大學與本協會，名單如下：葉敏坤先生(中輻院院長)、張紅慶先生(中輻院三廢治理研究所所長)、黃雅文

先生(中輻院三廢治理研究所科技委主任)。首先由本協會董事長曾德霖教授致歡迎詞，其次由清華鄧希平教授介紹原子科學技術發展中心的業務，再由本協會執行長翁寶山教授介紹輻協的業務。隨即參觀清華大學的核能研究設施。

中午假清華風雲樓為來賓洗塵，除了三位訪問貴賓外，尚有清華大學的教授，核能科技協進會作陪的貴賓，以及本協會的曾董事長、翁執行長、訓練組劉代欽組長等人，賓主盡歡。

▲八十八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
輻 防 班	88年11月15日至12月10日(47期)	清華大學	李貞君
非 醫 用 班	88年10月13日至20日(甲組)	高雄	邱靜宜
"	88年10月19日至26日(甲組)	清華大學	邱靜宜
"	88年11月23日至30日(甲組)	清華大學	邱靜宜
"	88年12月08日至15日(甲組)	高雄	邱靜宜
"	88年12月21日至28日(乙組)	清華大學	邱靜宜
鋼 材 班	88年10月05日至06日	清華大學	李貞君
"	88年12月15日至16日	清華大學	李貞君
"	88年12月22日至23日	高雄	李貞君

◎以上各項訓練班簡章備索，電話：(03)5722224◎

▲會議報導

(輻協 翁寶山)

國際輻射防護協會第 10 屆大會將於明(2000)年 5 月 14-19 日假日本廣島舉行，簡稱為 IRPA-10。大會重要時程如

下：

1999 年 09 月 01 日摘要收件截止
 1999 年 10 月 01 日技術展覽申請截止
 1999 年 11 月 15 日摘要錄取通知
 2000 年 02 月 01 日論文收件截止
 2000 年 02 月 01 日早期註冊截止
 2000 年 04 月 01 日預定旅館與旅遊截止

本協會願為國內輻防界服務，組團前往參加，由翁寶山執行長擔任領隊，輻射偵測中心前主任蔡昭明博士擔任翻譯，歡迎各界踴躍報名參加。

□ 專題報導

▲ 馬祖地區天然背景輻射偵測

(輻射偵測中心 林培火 陳清江 黃景鐘)

輻射偵測中心自民國 69 年即開始進行台灣地區天然背景輻射偵測，馬祖過去由於實施戰地政務，且交通不便，因此從未作天然背景輻射之調查。而馬祖列島均為花崗岩構成之地質，其所含天然放射性鈾系(Th-232)、鈾系(U-238)及鉀-40 等可能會較高，且軍用坑道極為密集，傳統住宅均以花崗石為建材，因此住宅室內、軍用坑道中氡活度及加馬輻射劑量也可能較高，有必要進行天然背景輻射偵測。於是本中心在民國 88 年 5 月 26 日赴馬祖進行天然背景輻射偵測作業，馬祖列島共有 22 個花崗岩小島所構成，現行連江縣政府所管轄行政區域分為南竿、北竿、莒光、東引四個鄉，人口總數約有 6,000 人，其中南竿鄉人口約有 3,500 人，北竿鄉人口約有 1,300 人，莒光鄉人口約有 550 人，東引鄉人口約有 670 人。島嶼之間交通工具均賴交通船為主。因交通不便以及時間有限的關係，僅在南竿及北竿兩大島人口集中地區，選具代表性室內、室外、坑道進行現場偵測、氡活度偵測及環境樣品採樣等，各項偵測結果分別說明如下。

1. 現場偵測

以直徑 25.4 mm 長 38.1 mm 碘化鈉(鉍)閃爍偵檢器(exploranium survey meter)，每 10 秒計讀一次，每一地點進

行偵測 12 次以上，偵測類別分為現代及傳統住宅室內、室外、坑道及海上船中等偵測作業。其偵測結果，現代住宅室內輻射劑量率在 0.060-0.133 $\mu\text{Sv/h}$ 之間，平均劑量率為 $0.087\pm 0.024 \mu\text{Sv/h}$ ，與台灣地區室內輻射劑量率 $0.08\pm 0.017 \mu\text{Sv/h}$ 相近。室外輻射劑量率在 0.076-0.115 $\mu\text{Sv/h}$ 之間，平均劑量率為 $0.093\pm 0.014 \mu\text{Sv/h}$ ，較台灣地區室外輻射劑量率 $0.042\pm 0.007 \mu\text{Sv/h}$ 約高 2.2 倍。現代住宅室內/室外之比值為 0.94:1 的關係。顯示在馬祖地區住現代化房子室內與室外所接受體外輻射劑量率約相當。而與台灣地區住宅室內/室外之比值約為 1.9:1 的關係而有所不同。

傳統住宅均為閩北式的建築物，建材以花崗石砌成為主，其用於地基、地板、牆壁、走道等，約占整個建築物材料的九成以上，其主要是因鄰近大陸福建省盛產花崗石建材。因此仍保存有相當多閩北式傳統住宅，為馬祖地區建築物風貌之一大特色，偵測地點主要在北竿鄉的芹壁及后沃二個村落，其偵測結果，室內輻射劑量率在 0.126 - 0.186 $\mu\text{Sv/h}$ 之間，平均劑量率為 $0.162\pm 0.020 \mu\text{Sv/h}$ ，室外輻射劑量率在 0.091 - 0.163 $\mu\text{Sv/h}$ 之間，平均劑量率為 $0.132\pm 0.030 \mu\text{Sv/h}$ ，約為台灣地區室外輻射劑量率 $0.042\pm 0.007 \mu\text{Sv/h}$ 的 3.1 倍。其傳統住宅室內/室外之比值為 1.23:1 的關係，顯示其住傳統房子室內比室外接受的體外輻射劑量率略高，如表 1 所示。

馬祖地區屬花崗岩地質，其地層堅固、適於建築地下坑道、尤其軍用坑道極為密集，選在八八坑道、北海坑道二個地點偵測，八八坑道昔日為儲藏彈藥、槍械的戰備坑道、現撥歸馬祖酒廠使用、坑道

內冬暖夏涼，溫濕度合宜，最適於安置酒罈，可釀成香甜美酒，在八八坑道內偵測二個地點，其輻射劑量率分別為 0.183 及 0.153 μ Sv/h，而坑道出口輻射劑量率為 0.192 μ Sv/h，坑道內/外之比值約 0.9：1.0 的關係。北海坑道為馬祖地區最被稱讚的戰地景觀之一，從外面看不出特異之處，當進入洞內才發現別有洞天，花崗岩洞鑿成井字形的水上坑道，可停泊 120 艘小艇，專供戰備使用，可稱為「地下碼頭」。在北海坑道內偵測二個地點，其加馬輻射劑量率分別為 0.175 及 0.273 μ Sv/h，而坑道外輻射劑量率為 0.087 μ Sv/h，坑道內/外之比值約 2.6：1 的關係。

從南竿的福沃港搭乘渡輪駛往北竿的白沙港，其航程約 17 分鐘，藉航行之便偵測船上之加馬輻射劑量率，海上船中之輻射劑量率在 0.008 - 0.023 μ Sv/h 之間，平均劑量率為 0.011 \pm 0.002 μ Sv/h。約為陸地上地表加馬輻射劑量率的 1/10。

2. 氦活度

以魯卡司腔 (Lucas Cell) 在坑道及傳統住宅採空氣中氦氣，計採取 4 個樣品，當天即將採取樣品送回旅館作連續性計測。以八八坑道氦活度 972 Bq/m³ 為最高，其他地區僅在 24-40 Bq/m³，氦平均活度 32 Bq/m³，約為台灣地區室內氦平均活度 10 Bq/m³ 的 2-4 倍之間。而八八坑道中氦活度則高達 972 Bq/m³，因受長期安放酒罈，洞口經年封閉的關係所致，約為台灣礦坑最高活度 320 Bq/m³ 的 3 倍。

3. 環境樣品

馬祖列嶼四面環海，又無高山，亦無平原，土地面積 28.8 km²，而土地軍事用地佔去大部分，可耕地面積僅 1.78 km²，

因此無大量農作物生產，民眾都賴以討海為生，食物大都來自台灣本島。故環境樣品僅採取土壤、岩石、草樣及水樣等樣品，進行加馬能譜分析、總貝它活度計測、氡活度分析等分析作業。各類樣品分析結果分別說明如下。

花崗岩樣品 2 件及青石 1 件樣品，進行加馬能譜分析。其分析結果鈾系活度分別為 50 及 49 Bq/kg·乾重，鈾系活度分別為 29 及 38 Bq/kg·乾重及鉀-40 活度分別為 1251 及 983 Bq/kg·乾重。與一般花崗岩雷同，另外青石樣品中鈾系活度為 6 Bq/kg·乾重、鈾系活度為 4 Bq/kg·乾重及鉀-40 活度為 333 Bq/kg·乾重，其活度與一般大理石類似。採取土壤樣品 3 件，進行加馬能譜分析，其分析結果除分析到鈾系(Th-232)、鈾系(U-238)及鉀-40 等天然放射性核種外，其中 2 件樣品分析到微量銫-137 核爆放射性落塵，其活度分別為 0.9 及 1.4 Bq/kg·乾重。與台灣地區土壤中銫 137 核種活度 0.44 - 8.2 Bq/kg·乾重同一水平。此外土壤及草樣亦測得鈹-7 核種，此為宇宙射線產生隨大氣擴散而飄落地表之核種。

馬祖地區無高山，水源係來自於山谷匯集成小水庫，在馬祖酒廠、介壽公園及芹壁村三個地點，採取水樣各 1 件。蒸餾後進行氡活度分析及總貝它活度計測，其氡活度在 0.20-0.51 Bq/L，總貝他活度在 0.06-0.17 Bq/L，其活度與台灣地區環境中各項水樣相同活度水平。

4. 劑量評估

綜合評估各項天然背景輻射對馬祖地區民眾造成輻射劑量分別為，宇宙射線評估結果 0.26 mSv/y，地表加馬輻射劑量 1.0 mSv/y，氡-222 輻射劑量為 1.06

mSv/y，其它吸入氡-220 及攝入氡-222 參考 1993 聯合國原子輻射效應科學委員會報告，分別為 0.07 及 0.005 mSv/y，合計評估天然背景輻射對馬祖地區民眾造成輻射劑量約為 2.68 mSv/y，如表 2 所示。

5. 結論

天然背景輻射之偵測為本中心業務執掌之一，此次赴馬祖地區進行天然背景輻射偵測，幸賴天時、地利、人和三大要素配合良好，在短短兩天內完成南、北竿兩大島之粗略量測，其它列嶼則無法親臨，不無遺珠之憾。從地緣關係研判，馬祖列嶼應均屬於花崗岩地質，天然背景輻射水平亦相似，綜觀上述之分析結果，馬祖地

區天然背景輻射對民眾造成輻射劑量約為 2.68 mSv/y，比台灣地區天然背景輻射劑量為 1.62 mSv/y 略高，其主要原因為當地地質為花崗岩所致，但與世界平均值 2.4 mSv/y 相當，由量測結果研判應無輻射安全的顧慮。

6. 誌謝

本次得以順利完成馬祖地區天然背景輻射偵測作業及報告，全賴連江縣政府鼎力支持，由衷感謝劉縣長立群先生、林主任秘書星寶先生、建設局劉局長立群先生的鼎力支持，特別感謝工務局賴課長旺坤先生、陳其鑣先生全程參與，謹致最高謝忱。

表 1 馬祖地區天然背景加馬輻射劑量率統計表

地區	偵測樣式	類別	偵測點數	平均劑量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	範圍 ($\mu\text{Sv/h}$)	室內/室外	備註
馬祖	傳統式建築	室內	8	0.162±0.020	0.126 — 0.186 0.091 — 0.163	1.23 : 1	花崗岩建築物
		室外	5	0.132±0.030			
	現代化建築	室內	7	0.087±0.024	0.061 — 0.133 0.076 — 0.115	0.94 : 1	
		室外	12	0.093±0.014			
	坑道	坑道內	5	0.207±0.047	0.151 — 0.271 0.081 — 0.115	2.09 : 1	花崗岩坑道
		坑道外	2	0.099±0.012			
	南竿—北竿海上福沃港—橋仔港		96	0.011±0.002	0.008— 0.023		南竿福沃港至北竿橋仔港海上船內偵測 16 分鐘，航程計 17 分鐘。
	室內	15	0.118±0.035	0.061 — 0.183 0.071 — 0.163	1.13 : 1		
	室外	17	0.104±0.029				
臺灣	室內	85	0.080±0.017	0.043 — 0.122 0.013 — 0.058	1.9 : 1		
	室外	153	0.042±0.007				

表 2 馬祖地區天然背景輻射劑量統計表

來 源	年有效劑量(mSv/y)			世界最高背景地區
	馬 祖	台 灣	全世界平均	(mSv/y)
宇宙射線	0.25	0.25	0.38	2
宇宙射線產生核種	0.01	0.01	0.01	0.01
地表體外曝露	1.00	0.64	0.46	4.3
地表體內曝露	0.28	0.28	0.23	0.6
吸入氡-222	1.06	0.36	1.2	10
吸入氡-220	0.07	0.07	0.07	0.1
攝入氡-222	0.005	0.005	0.005	
合 計	2.68	1.62	2.4	17.1

▲成人腹部 CT 檢查對人體之影響

(國泰醫院 杜慶燻)

一、前言

電腦化斷層掃描自 1973 年使用至今，已有 25 年歷史。初期一次照射需時 3 分半鐘，如今照射時間可降至原先的 1/100 以下，切片厚度(slice thickness)亦自 10 mm 降低為 1 mm；目前甚至進步到可以進行 CT 透視。如今斷層掃描已成為放射診療上不可或缺的重要工具。

究竟放射線會不會引發白血病或是發生其他遺傳影響呢？曾經有放射線工作從業人員生下畸形兒的案例，不免致使部分患者與工作人員擔憂。為了為病患提供清楚而正確的宣導和說明，醫療工作人員應具備放射線照射對人體影響的充分知識，因此筆者特別就此問題詳做分析和解釋，

希冀能對讀者有所助益。

二、可能接受的照射劑量：腹部 CT 檢查時病人之劑量

一般而言，每一次 CT 照射的劑量約在 10 mGy 左右。CT 斷層掃描時，病人的劑量因斷層切面(slice)數與照射部位的不同而異；國際上針對 CT 照射劑量的評估已有公認的方法，即採取中心部位 14 次照射後的平均劑量值。以亞洲地區台灣、日本等地的劑量評估報告為例，包括筆者研究所得的 10.94 mGy 在內，平均劑量值皆在 10 mGy 左右，遠較國際原子能總署(IAEA)於 1996 年 2 月所公佈的劑量限制引導劑量值 (Guidance level) 的 25 mGy 為低。表 1 顯示全腹部 CT 檢查時的劑量代表值。

表 1 腹部 CT 檢查時成人患者的照射劑量(mGy)

	紅骨髓	睪丸	卵巢	胚胎/胎兒
腹 部	5.6	0.7	8.0	8.0
骨 盤	5.6	1.7	23	26

(資料來源：ICRP Publ. 62 附錄)

三、預期影響：接受腹部 CT 檢查時放射線對人體的影響

接受腹部 CT 檢查患者的疑慮中，被認為可能發生的影響主要是白血病、遺傳影響、和不孕 3 種。

(1) 白血病

白血病的發生與紅骨髓所接受的照射劑量有密切關係。但依據對廣島長崎原子彈爆炸後的倖存者所做的流行病學研究，結果顯示：當劑量在 200 mGy 以下時，統計資料上看不出有白血病病例的增加。有效紅骨髓(active

red bone marrow)的分布依年齡而異，大腿骨與肱骨等長骨中的骨髓會隨年齡的增加而變白或變黃，並失去造血功能，於是增加體幹部位紅骨髓的負擔。表 2 顯示不同年齡時體幹部各部位骨骼內紅骨髓佔全身骨髓之比例。

表 3 顯示放射線引發白血病及遺傳影響的機率，放射線引發白血病的終生風險度與累積劑量(終生所接受的輻射累積劑量)有密切相關。當累積劑量為 1000 mGy (1 Gy)時，放射線引發白血病的風險度為 0.5%，與白血病自然發生率 0.66%相近。

表 2 不同年齡時體幹部各部位骨骼內紅骨髓佔全身骨髓的比例

	紅骨髓佔全身骨髓重量的百分比(%)				
	0 歲	5 歲	10 歲	25 歲	40 歲
全身紅骨髓重量(g)	50	340	630		1,170 / 900*
胸椎(%)	8.3	8.9	10.9	15.3	16.1
腰椎(%)	2.4	6.8	8.4	11.7	12.3
薦骨(%)	0.1	5.5	6.7	9.4	9.9
髌骨(%)	9.2	13.1	15.6	19.5	17.5
大腿骨上部(%)	3.7	6.8	9.4	7.4	6.7

*35 歲的重量 男性/女性

(資料來源：ICRP Publ. 70)

(2) 遺傳影響

遺傳影響指出現在下一代的影響，故只有在有生育能力者於生殖腺接受照射時才可能發生，而在接受照射時即需了解患者年齡以及日後是否有生育的可能性。無生殖能力者(已過生育年齡者)，其生殖腺部位受到照射並不會引發遺傳影響。放射線引發遺傳影響之發生率如表 3 所示。有生殖能力者於接受腹部 CT 攝影照射時，睪丸或卵巢等部位接受的劑量仍無引發遺傳影響之虞。

表 3 放射線引發白血病及遺傳影響的機率

	終生機率 (/ Gy)
放射線引發白血病*	0.5×10^{-2}
放射線引發遺傳影響**	1.2×10^{-2}

(資料來源：ICRP Publ. 60)

* 低劑量・低劑量率照射時之機率

** 有生育力女性的一般遺傳風險率

(3) 不孕

表 4 顯示放射線照射引發不孕的劑量低限值（可能發生影響的最少劑量）。當男性睪丸接受到 150mGy，女性卵巢接受 650mGy 以上，才會導致暫時不孕。CT 檢查照射對男性女性皆未達到引致暫時不孕的劑量，故不會是造成不孕的原因。

表 4 放射線照射時發生不孕的低限值(Gy)

	男性	女性
暫時不孕	0.15	0.65
永久不孕	3.5~6	2.5~6

(資料來源：ICRP Publ. 60 & Publ. 41)

四、進行腹部 CT 斷層掃描攝影的注意事項：

白血病與遺傳影響乃與所受到的累積劑量有關，雖然一次照射的劑量不發生影響，但不能預測一個患者一生中會接受多少次放射線檢查；也就是說，終生累積劑量仍可能很高。故接受照射前宜謹慎考量，尤其年輕的患者更應如此。

實行 CT 斷層掃描攝影時宜盡可能減少切面數，只進行真正必要的照射；進而言之，如欲於同一時期進行腹部 CT 攝影與一般放射線照射，更應審慎評估其必要性。

筆者以假體實驗模擬病人以仰臥姿勢接受照射時的劑量分布狀況，如以中心部位的劑量為 1，上部（指腹部表面）之劑量皆大於 1，而上部表面的吸收劑量最高。在有些照射設備所測得的結果顯示：劑量最高（上部）與最低處（下部）的劑量可相差達 1.5 倍之多，如圖 1，2 所示，因此，照射時可考慮將欲避免接受過多劑量的部位貼近檢查台。進行腹部 CT 照射時的各項考量之中，除了以中心部位所接受的劑量為評估標準之外，身體表面吸收劑量的分布亦應加以考慮。

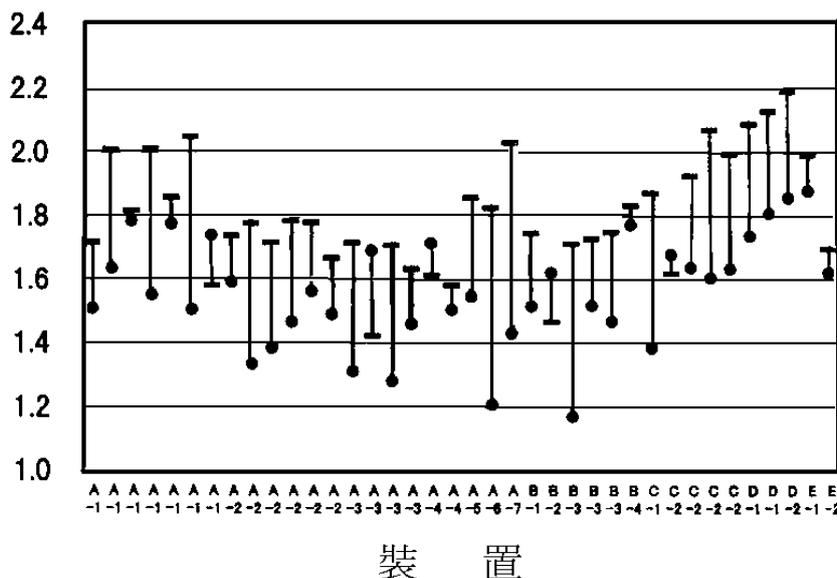


圖 1 腹部 CT 照射時以中心部分劑量為 1 與上下部劑量之比較(● 表示下部)

