

輻射防護簡訊 28

中華民國86年12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：王嵩峰、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

▲輻射防護專業人員認可測驗結果

(原能會 陳志平)

行政院原子能委員會專業人員認可測驗已於八十六年十一月八日舉行，計有305人報考初級、56人報考中級、3人報考高級，及格人數共有初級136人，中級10人，高級0人；及格率分別為52.51%、22.73%及0%，詳細統計資料如附表(此表為複查前之成績)。本次成績已於十一月廿一日寄發，複查成績請在十二月六日前申請。下次輻防專業人員測驗預計於八十七年五月中旬舉行，有志參試者請提早準備。

▲操作執照考試

(原能會 徐仁溥)

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之八十六年度「非醫用游離輻射防護講習班」課程段落。預定在十二月底簡章寄發，並於八十七年一月初接受報名，八十七年二月中旬舉行「非醫用操作執照鑑定測驗」。詳情請參閱原能會報名簡章或電洽輻防處非醫用科(02)3634180轉512。

八十七年度第一次輻射防護人員認可測驗結果統計表(86.11.25)

類 別	報考人數	應考人數	缺考人數	及格人數	及格率(%)	
密 封 放 射 性 物 質	初 級	50	40	10	24	60.00%
	中 級	7	6	1	2	33.33%
非 密 封 放 射 性 物 質	初 級	49	45	4	29	64.44%
	中 級	13	12	1	4	33.33%
可 發 生 游 離 輻 射 設 備	初 級	184	153	31	79	51.63%
	中 級	22	13	9	4	30.77%
核 子 反 應 器	初 級	22	21	1	4	19.05%
	中 級	14	13	1	0	0.00%
小 計	初 級	305	259	46	136	52.51%
	中 級	56	44	12	10	22.73%
	高 級	3	3	0	0	0.00%
總 計		364	306	58	146	47.71%

▲八十六年度原能會專題研究計畫得獎名單

(原能會)

行政院原子能委員會於十一月廿六、廿七日，假核能研究所活動中心舉辦八十六年度專題研究計畫成果發表會，由胡主任委員錦標主持開幕典禮。會中由受委託研究的學者、專家提出書面及口頭報告，並加以討論。

此次評審出的優良論文共計五篇，計畫名稱及主持人列於下表：

研 究 計 畫 名 稱	計 畫 主 持 人	單 位
低劑量游離輻射效應：輻射鋼筋建築物居民之劑量重建	董傳中 教授	清華大學
低放射性廢料處置場構築物質及緩衝填充材料特性之研究	許俊男 教授	清華大學
沸水式反應器壓力槽內部組件劣化熱流行為評析	施純寬 教授	清華大學
核四初期安全分析審查技術服務	廖俐毅 先生	核能研究所
研究放射線滅菌後之骨骼誘發骨質生長之能力	黃穰基 先生	台中榮總

▲第四屆『核子科學』優良論文獎得獎名單

(核能學會)

中華民國核能學會第廿四屆第一次會員大會於11月26日假核能研究所舉行。會中頒發『核子科學』優良論文獎，計有優良論文兩篇、佳作三篇。其得獎作者及論文名稱列於下表：

得 獎 等 級	論 文 名 稱	作 者
優良	IIST 設施實驗模擬半水位運轉餘熱移除系統失效意外事故	李堅雄、劉泰健、張欽章 魏元勳、夏德鈺
優良	硫桿菌對核廢料桶材質腐蝕及腐蝕物遷移之效應	周鳳英、林善文、李境和
佳作	Pine Cones and Newly Budded Pendent Rootlets of Bastard Banians for Bio-Indicators	翁寶山、賴淑瑛、王志榮
佳作	The Conceptual Design of an Optical Sensor for Detection of Sodium Leak from Pool-Type Fast Reactor Vessel	洪祖全、王曉剛
佳作	Development of Accident Sequences Dynamic Simulation Model and an Example Application to Midloop Operation of PWR.	趙椿長、李 敏

□會議訓練報導

▲輻射偵檢器使用與校正研討會

(核研所 黃文松)

中華民國實驗室認證體系(CNLA)推動輻射偵檢之認證以來，國內已有台電放射試驗室、台電核三工作隊及原能會輻射偵測中心通過CNLA之認可成為二級校正實驗室，而清華大學原科中心與核能研究所保健物理組也已申請認證之中。由於這些二級實驗室的存在，使得國內儀器檢校分級制度得以施行。而今輻射安全的要求日趨嚴格，儀器校正則顯得更是重要，有鑑於國內實驗室在儀器校正方面的作法差異甚大，如輻射作業量與等效劑量轉換因子的使用、儀器的校正方法、校正誤差的表示等。為此，游離輻射國家標準實驗室擬於民國87年元月8日(星期四)假核能研究所舉辦“輻射偵檢儀器的使用與校正實務研討會”，希望加強實驗室間的相互溝通，以期建立儀器校正的共同準則。此次研討內容包括

- (1)光子國家標準與等效劑量轉換因子
- (2)CNLA校正實驗室認證的特定規範
- (3)輻射偵檢儀器校正方法與校正規範
- (4)國內二級校正實驗室之校正實務

歡迎報名參加，聯絡人：林清鳳小姐。電話：(03)4711400轉7620、傳真：(03)4711171。

▲八十六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	87年01月15日至16日	新 竹	邱 靜 宜
“	87年02月17日至18日	高 雄	邱 靜 宜
非 醫 用 班	86年12月16日至23日	清 華 大 學	李 貞 君
輻 防 班	87年03月02日至03月27日	聖 經 學 院	邱 靜 宜

◎以上各項訓練班簡章備索，電話：(03)5722224

▲大阪 敦賀 福岡

(輻協 翁寶山)

楔子

退休後出國開會的機會比較少，加上體力大不如前，意願也不是很高。位於日本南部福岡市的東和大學於今秋舉辦第七屆國際研討會，主題為人類環境中的氦和鈾射

氣，筆者早在退休前即受聘為專題主講人之一。另日華環境偵測技術交流研討會也於氬會議之前在敦賀舉行，筆者也獲日方邀請前往參加。此次日本之行於一週之內參加二種會議，在時間、體力、旅費方面節省不少。

大阪

十月十八日豔陽高照，氣溫逼近攝氏30度，上午驅車至桃園中正國際機場，搭乘日亞航班機飛大阪。同行者還有輻射偵測中心陳清江先生以及核能研究所邱志宏和關德基二位先生。飛行二小時即抵達由人工島築成的關西國際機場。日本友人本忠先生(前京都大學教授)、小川宏喜(近畿大學)、以及留學生曾博文(大阪大學)已在機場等候多時。

大阪夜市

抵大阪的旅館後已是黃昏。享用豐富的日式晚餐後，日籍友人建議夜遊大阪鬧區。大阪的大百貨公司附近，入夜反而行人稀少。但是在其附近的弄堂裏，卻是燈火輝煌，人山人海。餐館外的陳設，出奇制勝，以招徠顧客。

鬧市中有一塊很小的土地，上面豎立數座石像，石像前有一石臼裝水。許多青年男女列隊用杓子舀水潑在三石像上，據說是為了擇偶及婚姻。這些石像日人稱為「水掛不動尊」，雖用漢字書寫，卻難體會其意。石像旁有一小食堂，店名為「夫婦善哉」，還是看不懂。日籍友人招待入內，店主立即端上每人兩碗紅豆湯與湯圓，每一碗只放一粒湯圓，必須把二碗吃掉才算數。索價頗高，但別有風味，且生意興隆。

翌日(19日)上午由曾博文同學帶路，參觀萬國博覽會原址的一隅日本庭院，搭乘單軌電車前往。日本庭院只占會址的一部分，時值初秋，僅有少數花草樹葉變色，仍是綠油油的一大片。日本庭院以靜取勝，置身於其中，可達到怡情悅性的境界。

敦賀

由大阪搭火車(快車，日人稱急行)只需一小時又一刻鐘左右，沿途風景秀麗，農舍整潔，藍瓦處處(日人不用紅瓦)。敦賀為一小城，附近卻有多座核能發電廠，城瀕酷寒的日本海，為日本核能重鎮。

日華環境偵測技術交流會於20日上午正式揭開序幕，除了日籍專家以外，還邀請了韓國及大陸的專家與會，逐漸走上國際化。節目安排得很緊湊，一直到晚上六時方告結束。在晚上酒會時，主辦人要筆者上台致詞，由於事先不知情，臨時以「交棒」為題，期盼「保健物理」能一代一代地傳下去，並能發揚光大。

次日(21日)大會安排參觀美濱核能發電廠，該廠於1991年2月9日發生熱交換器管路破裂事故，在日本轟動一時。該廠特闢一室，陳列事故的原由始末以及媒體的各種報導，甚至把破裂管路也陳列於其中。電廠的導遊也不諱言告訴我們發生事故的缺失所在，頗接近「知恥近乎勇」的明訓，值得作為我們的借鏡。午餐後即安排到三方五湖遊覽。三方為敦賀附近的地名，五湖指位於三方的五個湖。我們登高眺望五湖，美不勝收。

福岡

從大阪搭乘三小時的快速新幹線火車，到了靠近日本南端的福岡市，但車站名卻為博多，進住靠近會場的旅館。這國際會議的主辦單位為東和大學，主題為人類環境中的氦和鈾射氣，與會人士的國籍多達十幾種。

大會的進行採用下列方式：邀請演講，接著壁報閱讀，相間隔進行。因此不會太累，又有機會彼此交談，值得我們借鏡。筆者係在開會的第一天下午主講利用氦作地震預測與辨別斷層的所在地。這是退休前在清華大學跟先輩孫觀漢先生作實驗，先後歷經10年之久，數據還不算少。另外我們也有自己的特色，並不是一味抄襲別人。所以在大體上還算過得去。

福岡地處南部，氣溫和新竹相差不多，雖有楓葉，但尚未變色。我們於閉會後小遊市區，欣賞舊福岡城，發現福岡為一美麗城市，市民也和藹友善。另福岡也是文風鼎盛的城市，其附近的太宰府，風景秀麗，在歷史上肩負著多年的教化工作，現列入重要的名勝。府中遍植梅樹，因而以梅的產品如梅餅著名。我國以愛惜字紙表示對文字的敬重，而太宰府則重視毛筆，築有一筆塚以表敬意。

後語

退休後仍有機會參加國際上的學術活動，為始料不及者。筆者的專長為保健物理的熱發光劑量計，對於地球科學的地震預測與斷層研判為門外漢。由於未具地質學的背景，向政府主管科技機關申請研究資助十分困難。回想過去從事這方面的實驗時，遭受到不少的挫折。目前這些工作都已停頓，但仍希望有人願意繼續做下去，並把這實驗發揚光大。

□專題報導

▲線性無低限劑量理論的爭議(續)

(輻協 游澄清 譯)

儘管幾乎經過40年密集的搜尋，卻沒有得到任何統計上具有意義的低劑量(例如， ≤ 200 mGy)數據可支持 LNT 理論。相反的，這種“基於生物物理概念的假設”(NCRP121號報告)與近廿年來證明低劑量輻射曝露能降低輻射風險的研究結果相左。高劑量(例如， > 1 Gy)會增加致癌風險在文獻上有很詳細的記載，但很清楚地其關係會比簡單的線性假設複雜很多。這些發現需要小心合理的科學研究來證實以及充分的公共政策討論。

生長、分裂以及死亡等複雜的細胞週期信號包含細胞外的因素以及複製(DNA，RNA 等密碼的解讀)的因素。“...這些週期性複雜的細節和複製功能被妥善的設計，使得某個地方的單一擾動，沒有辦法創造出惡性生長。不受壓抑的細胞分裂，只發生在細胞週期中有相當數目關鍵性擾動的情況：即需要很多的突變。”本質上的突變，例如錯誤或沒有修復的 DAN 轉變，發生在沒有誘導基因突變物質的環境，發生的頻率非常高等。“...藉由精確的DNA複製以及修復的功能，在有生之年裏，人體

中每個單一基因可能進行了約 10^{10} 次突變· · · 。”經由氧化新陳代謝反應(O_2, OH, H_2O_2) 包含 2到 3% 的所有氧消耗以及不平衡的熱，額外無情地連續傷害 DNA，使得每個基因的突變數增加到 10^{11} 次方。

“從這個觀點，癌症的問題似乎不是為何它會發生，而是為什麼發生的機率會那麼小。證據顯示，存活的哺乳類動物必須依賴某種型式的雙重或多重保護機制，以避免突變細胞簇擴張的優勢會超過健康的正常細胞。如果一些特殊基因的單一突變足以轉化典型健康的細胞為癌細胞。那麼，我們不可能是一個能夠存活的生命體。”

我們的生存依賴有效的防禦機制，以避免(抗氧化劑，細胞週期控制)和修復(DNA 修復酵素)DNA 的損傷。藉由細胞週期的控制、計畫細胞死亡、壞疽以及免疫系統，每天排除約 10^{13} 個突變(圖3)。低劑量輻射刺激並增進控制DNA損傷的生物系統效能。

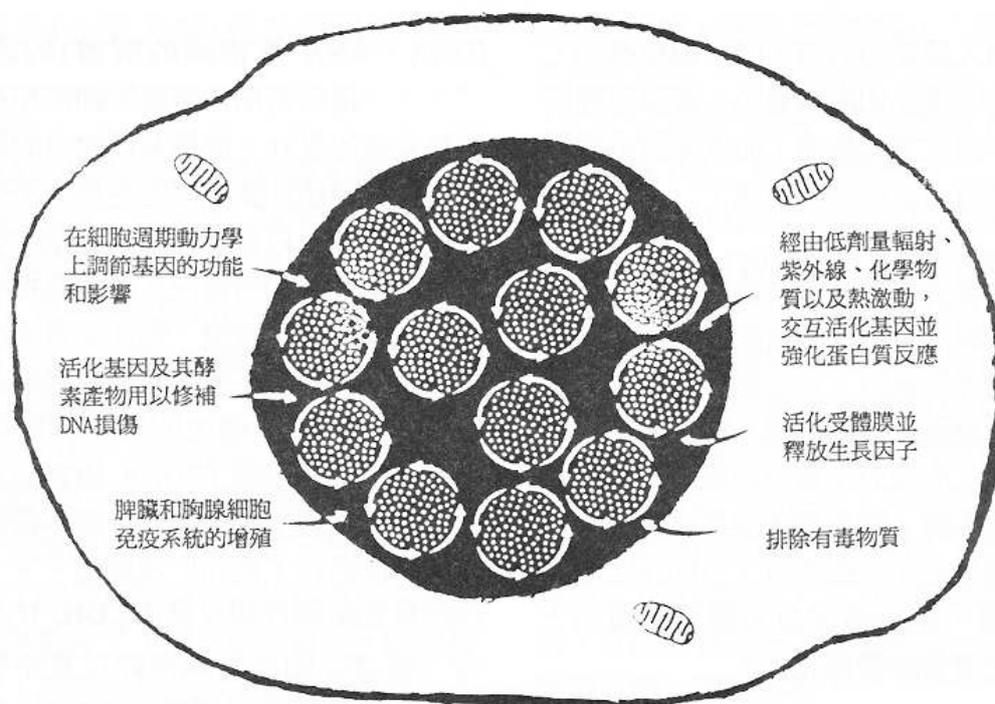


圖3. 控制 DNA 損傷的生物系統

生物系統效能隨年齡增長而衰退，使得致癌率隨年齡呈指數的3次方到5次方增加(也就是，年紀愈大,得癌症的機率愈大)。年齡在 50歲以下發生的較低致癌率，通常與控制 DNA 損傷的生物系統的遺傳缺陷有關。

每年1 mGy 全身曝露的背景輻射，每天會製造 10^9 個突變，每年 200 mGy 的曝露，每天將造成 2×10^{11} 個突變，理論上會增加一個非常小的致癌風險，然而這與每天 10^{13} 個固有的背景突變相比，卻是微不足道的。

經由一再陳述“致命的”輻射造成死亡，徒然增加民眾恐懼。現在所有的核能科技應用包括:醫學、研究、能源、廢料處置以及清除補救行動都需要保護民眾，已造成巨

額費用的增加。然而要知道的是，從低劑量(例如 ≤ 200 mGy)及低劑量率(例如, ≤ 10 mGy/min)輻射所得到的好處，就像低劑量有毒化學基制一樣，可使我們的身體產生適應的能力。當劑量增加到高劑量(例如 ≥ 1 Gy)及高劑量率(例如 ≥ 200 mGy/min)的程度，控制 DNA 損傷的生物系統逐漸受到壓抑並且失效。

LNT 理論應用於癌症風險評估是基於兩種假設

(1)生物對輻射致癌的回應，隨劑量呈單向負面增加。

(2)假設 DNA 損傷的修補分數不因劑量改變是一個常數，則任何突變不管是因游離輻射或其他機制所造成，都會增加癌症風險。

這兩種假設與所有統計上具有意義的流行病學數據結果相反，不正確而且沒有佐證。他們忽略了控制 DNA 損傷的生物系統之游離輻射操作效應，強調不常發生但很難修復的雙鍵斷裂(0.4/細胞/0.01西弗,低LET輻射)，而忽略經由細胞週期控制的適應反應、自我計畫的細胞死亡、壞疽及免疫系統，每天排除和控制未修復的斷裂，以及環境造成的其他幾兆個突變和自發突變，也忽略了極高的背景自發性突變，及由低劑量和低劑量率輻射所產生的適應反應。

高劑量輻射傷害控制 DNA 損傷的生物系統，會增加致癌風險。相反的，低劑量輻射刺激生物系統，甚至更有效的減少死亡率及致癌風險。這些基本生物細胞功能的發現以及相關流行病學的研究，駁斥了基於生物物理觀念的 LNT 劑量反應假設。

儘管如此，自1959年以來，LNT理論一直是輻射防護的基本原理，也是使用集體劑量評估背景輻射風險的基礎。經由一再陳述"致命的"輻射造成死亡，徒然增加民眾恐懼。現在所有的核能科技應用，包括醫學、研究、能源、廢料處置以及清除補救行動都需要保護民眾，已造成巨額費用的增加。此基金被分配用於任命委員會、他們所支持的研究，以及許多環境和立法部門。LNT 理論和幾十億美元的輻射活動，現在已變成一個自己支撐，強而有力，共生的經濟、政治力量。

科學上對低劑量輻射適應反應所產生正面健康效應的了解，將促成合理評估環境中的輻射風險。取代固執於不科學防護理論風險的輻射防護標準與包括醫療、研究和其他有益核子科技的輻射防護作業，以及爲了保護 LNT 理論風險每年幾十億美元的浪費，這些資源應該更有效的用在一些有益身體健康及其他許多有益於社會的用途。

▲ 接受體內核醫檢查病人所受的輻射劑量與其排泄物的處理方法？

(國泰醫院 杜慶燾)

<前言>

體內核醫檢查是將放射性藥品直接以打針方式使病患攝取到體內，因此病患本身會成爲輻射源，當然放射性物質會由病人的尿液等排泄物排出體外，而成爲輻射污染源，造成許多護理人員質疑在幫病人導尿或處理尿液時，是否會因此而受到放射性污染的危險。在醫療以外使用放射性物質時，其劑量雖然微小，但也務必遵守法律上的管制，而在管制區之外，依法不得使用。但是，在病人體內所攝取的放射性物質，從攝取開始往往未加妥善管制，因而接受體內核醫檢查的病人，在病房或門診都和一般病人以同等方式處理。要改變這種現況，目前來說是很困難的。但病人體內的放射性物質，還是屬輻射源，因此，醫療工作人員，要處理接受過放射線診療的病患時，應以謹慎態度執行，以免社會大眾對醫療放射性管理有所批評。

<問題>

病人接受體內核醫學檢查時所受的照射劑量有多少？有何影響？接受體內核醫檢查病人所留存的尿液，是否會增加工作人員輻射的照射？

<回答>

病人接受體內核醫學檢查時所受的照射劑量，依給予的放射性藥品的種類和劑量而有所不同。在體內核醫檢查時，病患如接受最常用的^{99m}Tc-MDP，則病人所受的有效等效劑量約爲5mSv，而核醫診斷所接受的劑量，應不須擔心會發生任何不良的影響。人體所接受的放射性藥品在體內的動態，依其放射性藥品的化學性質而有所不同。若放射性藥品爲^{99m}Tc-MDP (methylene diphosphonate：甲烯二磷酸鈣注射液)，病人所攝取劑量的50% 會在數小時之內，經由尿液排出體外。故在做閃爍攝影時（攝取劑量後2~3小時），在此段期間的尿液處理應更加謹慎小心。

<說明>

1.核醫學檢查所使用放射性藥品

表1顯示我國體內核醫學診斷主要放射性藥品的年使用量，非密封放射性物質在醫療機構、教育研究機構、民間等場所廣泛被使用，但是以放射線的劑量來看，醫療機構中所使用的量約佔全國使用量的90%。在核醫診療上所使用的^{99m}Tc、⁶⁷Ga、¹³³Xe、²⁰¹Tl的使用量有逐年上升的趨勢。

在醫療的領域中所使用的放射性藥品，爲減少病人的照射劑量，盡量使用半衰期短的放射性核種化合物。常使用的短半衰期放射性醫藥品如表1所示，放射性藥品的劑量，經過半衰期10倍的時間，約變爲原本劑量的1/1000（ $1/2^{10}$ ）。

表1 民國84年全國主要放射性藥品使用量

核種	使用量（MBq）	半衰期
^{99m} Tc	5.45×10^7	6.0 小時

^{67}Ga	1.23×10^6	3.26 天
^{123}I	1.16×10^6	13.2 小時
^{131}I	5.25×10^6	8.04 天
^{133}Xe	4.48×10^5	5.24 天
^{201}Tl	1.51×10^6	72.9 小時

(依行政院原子能委員會統計資料)

2. 接受體內核醫學檢查病人的照射劑量

實行體內核醫診斷時，病患需要將放射性藥品直接攝取在體內，因此病患受到輻射照射是無法避免的。但是，此體內核醫學檢查可得到X光診斷時無法獲得的生物化學病情報告，因此可使用在多項疾病的診斷。病人所接受的照射劑量依所使用的放射性醫藥品的給予量、半衰期、化合物的種類而有所不同。接受體內核醫學診斷檢查照射劑量的計算，平常需要使用①有效等效劑量與②體內各種器官的吸收劑量來評估。器官的吸收劑量（或等效劑量）是要評估輻射對各個器官的危險度 (risk)，有效等效劑量是要評估全身誘發癌症的機率，或做為與其他核醫檢查和X光檢查的劑量比較。

表2顯示主要體內核醫檢查時病人所接受的有效等效劑量及子宮所接受的等效劑量。子宮的等效劑量可視為懷孕數個月內的胎兒吸收劑量。孕婦接受體內核醫檢查時，母體和胎兒都會同時接受到照射。因此，為孕婦實行體內核醫檢查時，應特別考慮胎兒的照射劑量，要做非常謹慎而適當的判斷後才可實行。（例如：要使用碘化合物檢查時，應於胎兒的甲狀腺未完成形成之前實行，以免未來誘發甲狀腺癌）。

表2 體內核醫學診斷檢查時病患的照射劑量

檢查的項目	放射性藥品	病人接受輻射線照射的量		
		最大劑量的器官 (mGy/MBq)	有效等效劑量 (mSv/MBq)	子宮等效劑量 (mSv/MBq)
骨骼影像	$^{99\text{m}}\text{Tc MDP}$	骨表面0.063	0.008	0.006
肝臟影像	$^{99\text{m}}\text{Tc Colloid}$	脾臟 0.077	0.014	0.002
腦影像	$^{99\text{m}}\text{Tc DTPA}$	脊髓 0.046	0.011	0.005
肺影像	$^{99\text{m}}\text{Tc MAA}$	肺 0.067	0.012	0.002
血液流量	$^{99\text{m}}\text{Tc RBC}$	心臟 0.023	0.0085	0.005
心肌影像	^{201}Tl	精囊 0.56	0.23	0.05
腫瘤	$^{67}\text{Ga Citrate}$	骨表面0.59	0.12	0.079
甲狀腺	^{123}I	甲狀腺4.5	0.15	0.014

備註：1MBq=27 μ Ci 1mCi=37MBq

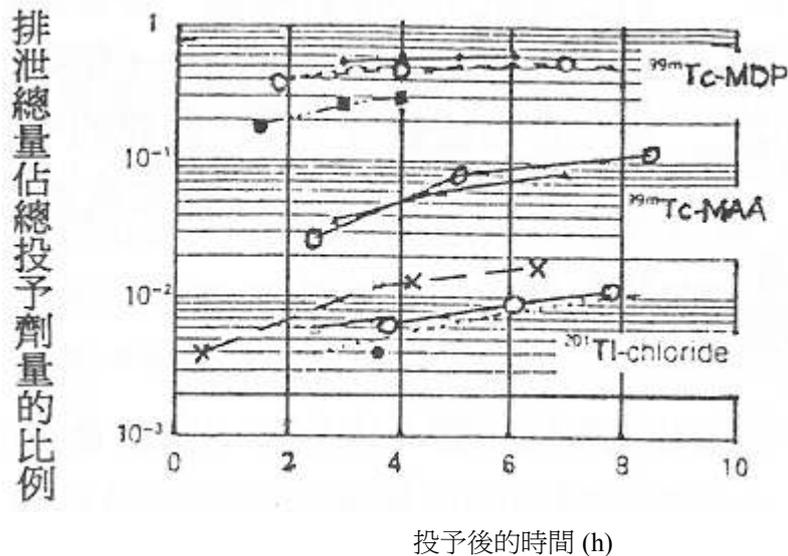
(ICRP Publ.52)

3. 接受核子醫學檢查病人尿液與排泄物的處理

投予病人體內的放射性物質，其劑量依物理半衰期和生理排泄（尿、大便、唾液等等）而減少，經過排泄而減少的速度稱為生物半衰期。放射性藥品的生物半衰期依化合物的種類而有不同。此外，依個人體質、健康等情況亦有所差異。

圖1與圖2顯示投予 $^{99m}\text{Tc-MDP}$ 時，放射性藥品排泄在尿液中所佔的比例。使用 $^{99m}\text{Tc-MDP}$ 時，短時間內便會隨著尿液排泄到體外，投予量的50%約在3小時內便會排出體外。因此，3小時以內的尿液中，所含放射性物質的劑量頗高，故排尿最好在核醫科設施內的專用廁所排泄。儲存的尿液中所含的放射性藥品，會依其物理半衰期而減少，工作人員和這些排泄物接觸的距離遠且時間不長，因此不必擔憂受到照射。但是劑量雖少，仍有發生污染的可能性，因此在病房應小心的處理。

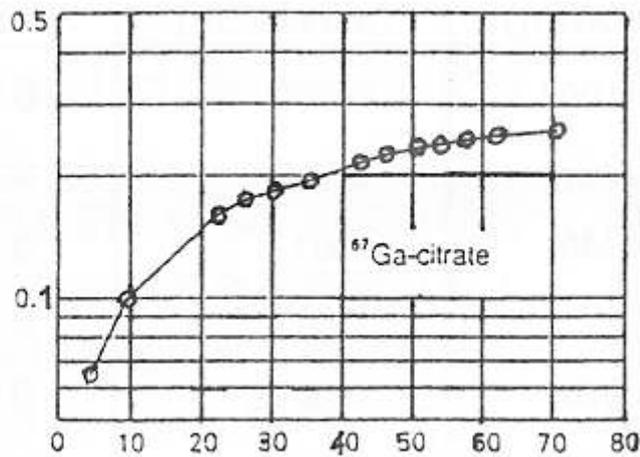
當未排尿之前，放射性藥品仍在病人的膀胱之內，所以病人的膀胱和附近其他器官會繼續受到照射，故應指導病人多喝水、多次排尿，以縮短放射性藥品停留在膀胱的時間，及早排出體外。



(Konishi,E.,Abe,K.,Kusama,T.:*Radiat.Prot.Dos.*,54,61~64,1994.)

圖1、尿中放射性物質的排泄

排泄總量佔總投予劑量的比例



投予後的時間 (h)

(Konishi,E.,Abe,K.,Kusama,T.:*Radiat.Prot.Dos.*,54,61~64,1994.)

圖2、尿中放射性物質的排泄

▲什麼是“放射性”和“輻射”

(清華大學 朱鐵吉)

社會上因某種用法的錯誤，有時會引起意想不到的問題。術語的使用方法也不例外，由於術語的誤用，有時也會產生社會的混亂。“放射性”和“輻射”這兩個術語的使用不當便是個很好的例子。

“放射性”(日語為放射能)和“輻射”或稱“放射線”(放射線一詞源自於日語)。在大眾媒體中，這兩個術語經常混淆使用。要說是任其亂用而無人過問，這並不過份。長此以往，很有可能招致社會上的混亂。

社會上常把“放射性”和“輻射”當作同一術語來用，但是在表示強恐怖感時，“輻射”比“放射性”更常用。那麼這兩個術語的真正含意是什麼呢？

為了解釋這一問題，說明“放射性”和“輻射”的完整觀念，設計了 18 個問答題依次的解答說明。

問 1、輻射究竟是什麼東西？

答 1、要說它是東西，輻射並不是東西(物體)。這有點不好講，不過可以理解為“它是眼睛看不見，具有很強能量的光之類的東西”。

圖一表示電磁波的種類，名稱與頻率的關係。

在電磁波當中，頻率最低的稱為電波，頻率最高的稱為 γ 射線(加馬輻射)。可見光是人類眼睛能感受到的電磁波。頻率是用以表示振動的快慢。電磁波的頻率是電場和磁場的振動方向在一秒鐘內變換的次數，換句話說，表示一秒鐘內振動的次數。所以，電磁波的能量隨其頻率的增高而增大。

電磁波有長波，調幅(AM)廣播用的中波，短波，調頻(FM)廣播或電視用的超短波(VHF, Very High Frequency)，微波爐或電視用的極短波(UHF, Ultra High Frequency)。極短波也叫做微波。電磁波的傳播速度與光速相等，是個常

量(等於 30 萬公里/秒)。電磁波的波長(從一個波的波峰到下一個波的波峰之間的長度)隨頻率的增高而變短。

比電波的頻率更高的，換句話說，能量更高的有紅外線和紫外線。紅外線可使皮膚有熱感，紫外線是可使皮膚變黑的電磁波。能量再高的電磁波就是 X 射線和 γ 射線。電磁波向四面八方輻射出去，廣義地說，從電波到 γ 射線的電磁波都稱為輻射，而通常(狹義的)所稱的輻射是指高能的 X 射線和 γ 射線。換言之，電波、紅外線、紫外線和輻射都是同一類型，只是能量高低不同而已。

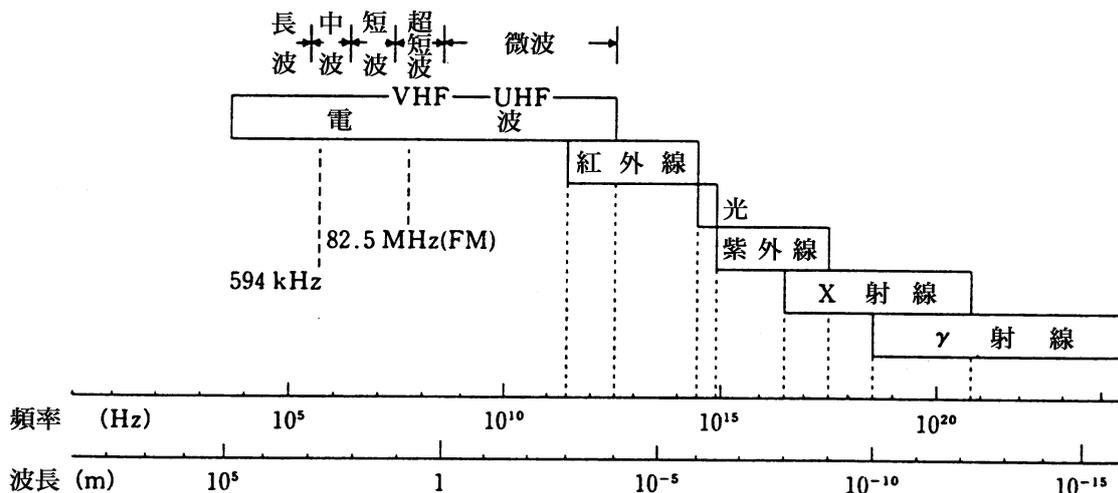


圖 1. 電磁波的種類與頻率的關係

問 2、輻射有幾種？

答 2、輻射除上述的 X 射線和 γ 射線外，還有 α 射線、 β 射線、宇宙射線、電子輻射等多種。其中 α 射線是高速(高能量)的氦離子流； β 射線和電子輻射是高能的電子流。表一列出的是，將 α 射線、 β 射線、電子輻射、中子輻射等稱為粒子輻射，而把前面講到的 X 射線和 γ 射線稱為電磁輻射。

表一 輻射的種類

電磁輻射	X 射線和 γ 射線
粒子輻射	α 射線、 β 射線、電子輻射、中子輻射等

問 3、輻射是怎樣產生的？它從何而來？

答 3、請看表二，首先， α 射線、 β 射線和 γ 射線是從鐳那樣的放射性物質放射出來的。而像鐳那樣能放射出輻射的物質稱為放射性物質。(學術上稱放射性同位素)。英文的“放射”、“鐳”和“放射性同位素”都有共同的詞頭“radio”，同出自一個詞源，這是可以理解的。放射性物質不時地放出輻射，即使將放射性物質敲碎，或者加熱、冷卻，仍然不停地放射出輻射。

在含鐳溫泉中，由於溶解有少量的放射性物質，我們若浸入溫泉，身體便受到從鐳放射出來的輻射的照射。

還有，輻射中的宇宙射線從表面上來看，它是來自宇宙間的星體，日日夜

夜不停地射到地面上。顯然，我們人類自古以來都一直受到宇宙射線的照射。

此外，輻射中的 X 射線和電子輻射，還可以人造地用輻射發生裝置來產生。這種輻射稱為人造輻射。醫療用的 X 射線以及從電視機屏內側漏出的少量 X 射線是由電力產生的。這一點與電爐或電熱器產生的紅外線是類似的。因此，一旦將輻射發生裝置的電源開關切斷，輻射當然就沒有了。人造輻射還可通過調整施加於發生裝置上的電壓來調節它的能量。

表二 輻射的來源

α 、 β 、 γ 射線	放射性物質(如鐳、鈷等)
宇宙射線	宇宙中的外星體
X 射線、電子輻射	人造射源(如 X 射線裝置、加速器等)

〔關於“放射性”部分，請待下回分解〕

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。