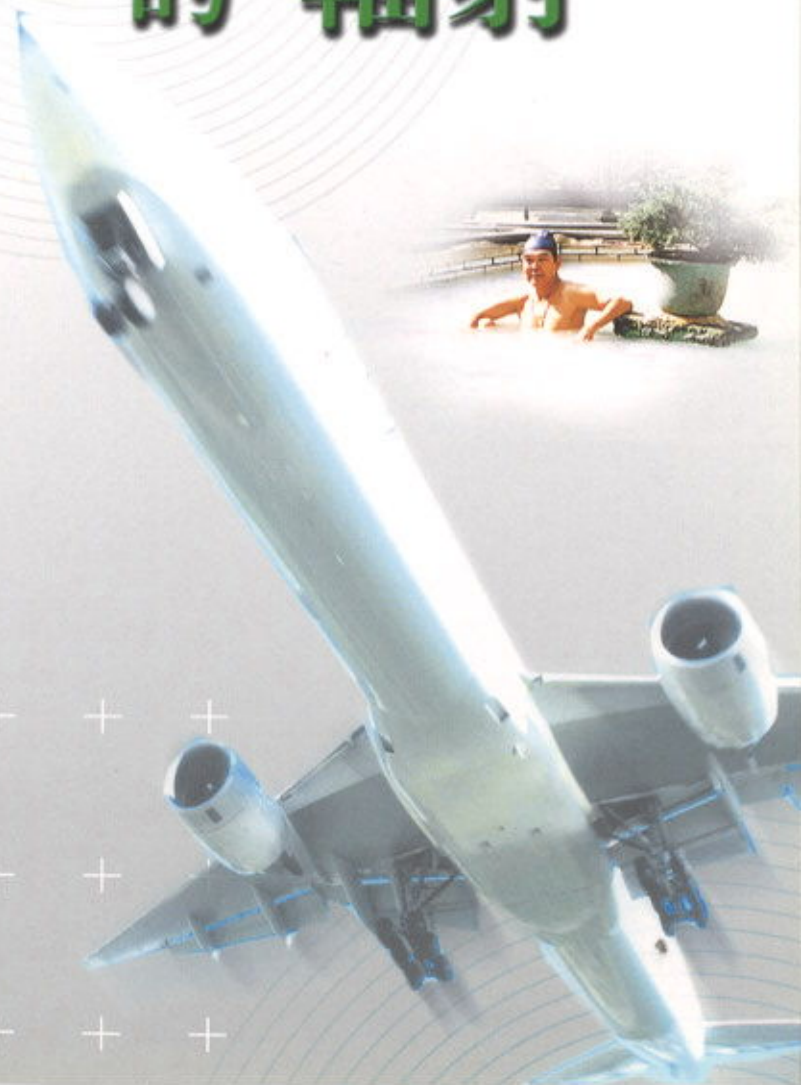


漫談生活中的 的 輻射



中華民國核能學會 編印
行政院原子能委員會 印製

九十八年三月第五版

序 言


輻射在宇宙形成時就已存在，可以說是與宇宙共生。但一直到二十世紀初科學家才逐漸窺其堂奧，歷經近百年無數科學家的研究發展，如今輻射在我們一般生活中應用已相當普遍。然而社會大眾可能因為資訊缺乏，往往過度畏懼輻射，致無法有正確的觀念。

中華民國核能學會為促使民衆在日常生活上對輻射有正確的認知，對於蒐集並推廣正確輻射應用觀念，向不遺餘力。本冊內容係服務於核能二廠鄭琨琮先生發表於台灣電力公司核能月刊之專文，以漫談生活中的輻射為主旨，深入淺出介紹輻射應用的正確常識，基於推廣之立場，本學會特商請作者憐允後，加以彙編成冊，並輔以適當佐圖，讓讀者更能吸收，企盼所有讀者在閱讀後能有所收穫，最後再次感謝作者鄭琨琮先生的授權，以及所有為編印本冊付出心力的工作同仁，內容中若有挂一漏萬之處，亦尚祈不吝斧正，是盼！






前言	5
輻射的分類	7
含放射性物質的消費性產品	13
手機與基地台的輻射	19
家電與變電所的電力磁場	23
紫外線	29
天然輻射	31
人造輻射	37
正確的輻射風險	41
總結	45




前言



輻射是大自然界所賦予人類的一項珍貴資源，例如陽光就是一種輻射，它如同水和空氣般是我們生活中不可或缺的一部份。但也因輻射具無色、無味、無臭的特性，加上人類對過去核爆所產生釷狀原子雲殺傷威力的經驗恐懼陰影，神祕科幻電影及喜劇書籍對部分人心的催化影響，多少誤導了部分的人們只要一想到或提到輻射，就認定它是一個會造成突變的怪物。

本文將對輻射的能量及來源分類整理定義、漫談介紹含放射性的消費性產品、手機 (Mobile phones) 與基地台的輻射、家電與變電所的電力磁場強度、紫外線、吸菸的體內輻射、搭飛機出國旅遊接受的輻射劑量、氡氣及室內氡氣、天然放射性物質 (Naturally Occurring Radioactive Material, 簡稱NORM) 與工業技術活動致增天然放射性物質 (Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material, 簡稱TENORM) 及正確的輻射風險等。期能提供正確資訊協助釐清社會大眾對輻射的迷惘或誤解，建立正確的生活態度以及對輻射的基本認知，了解過量輻射的確對人體有害，而去注意它，關心它；但流行病學調查研究也指出，對任何個人多年累積的微量輻射劑量 (低於100毫西弗)，並無任何負面的健康效應。所以如何有效運用輻射來提昇我們生活環境的品質而將其傷害減小最低，也是我們生活在地球村的每一位成員共同努力的目標。



輻射的分類

輻射是一種能量，以波動或高速粒子的型態傳送。若依「能量高低」來區分，可分為游離輻射及非游離輻射，詳如圖一.a說明。

游離輻射係指能量高（大於10keV）能使物質產生游離作用的輻射，又可依其直接或間接與物質作用的方式而分為粒子輻射與電磁輻射。

非游離輻射係指能量低（低於10keV）無法使物質產生游離作用的輻射。包括紫外線、太陽可見光、燈光、紅外線、微波與雷達、電視與FM無線電波、AM無線電波及長波長的交流電波等。

a. 依能量高低區分

- 游離輻射 (>10keV)
 - 電磁輻射 (如：加馬射線、x 射線)
 - 粒子輻射 (如：阿爾伐粒子、貝他粒子中子、
高速電子、高速質子及其他粒子)
- 非游離輻射 (<10keV)
 - 紫外線、可見光、紅外線、微波、雷達、電視
與FM無線電波、AM無線電波、長波長交流電波

b. 依來源區分

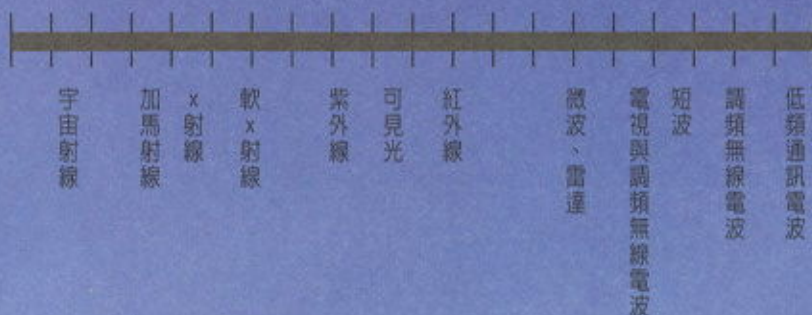
- 天然輻射
 - 宇宙射線、地殼輻射
 - 氡氣、人體輻射
 - NORM及TENORM【吸菸輻射、消費性產品】
- 人造輻射
 - 醫療輻射、核爆落塵
 - 核能發電、職業輻射

圖一：輻射的分類

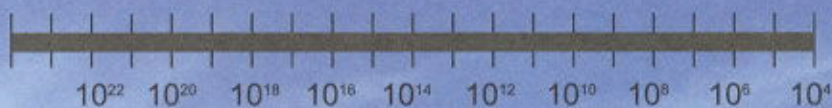
電磁波能譜說明詳如圖二。輻射的能量與電磁波的頻率成正比，從圖二中知道加馬輻射能量最大，長波長的交流電波最小，當然如果波的強度愈強，能量也愈大；與波源距離愈近能量也會愈大。

反核抗爭是反對加馬射線的傷害，民衆為基地台的抗爭是反對微波的傷害，為變電所擴建抗爭是反對長波長的交流電波傷害。事實上核能電廠採行的是「深度防禦」的輻射安全防護設計，有多重可靠的工程屏蔽設計，加上管制上應用距離平方反比與時間的控制，在鄰近廠區周邊的輻射背景值均在自然輻射背景值的變動範圍內。若擔心其它能量較小的電磁波會對人體造成傷害，解決之道就是不要使用它，大家不用手機，就不會有基地台，不要用電，就不必擴建變電所，甚至可將其關閉。但我們總不能在上班工作或在家裡要使用冷氣及手機通信，一方面又要反對政府基於全民利益所做的公共設施的興建。

波長由小到大



頻率(次/秒)由大到小



圖二：電磁波能譜

事實上，有輻射的不只是媒體報導的這些，廣播電台、電視台、雷達也有不弱的輻射。它們也會傳達到我們家裡，否則就無從聽到一些新聞及音樂，也看不到電視的節目播放與轉播。我們是否也該為此抗爭而關閉它們呢？另外我們照明所用的電燈，其燈光也是電磁波，其能量較民衆抗爭的基地台與變電所強。火爐／微波爐所產生的熱是紅外線與微波的輻射，其頻率與基地台差不多。加拿大於1995年發射RADARSAT-1雷達衛星是主動式的遙測感測器，從感測器上發射雷達波，並到目標物折回後再由感測器接收微波資料，因此不受雲雨影響且可二十四小時全天候獲取資料，就如同電影「全民公敵」般的情節，全球定位系統（Global Positioning System, GPS）已普遍應用於生活環境中。而我們生活環境中最大的輻射源就是太陽，它的輻射能講涵蓋紫外線、可見光至紅外線的範圍，其能量較人造輻射強過千萬倍，我們又能向太陽抗爭而忘卻它的好嗎？



輻射若依來源區分，又可分為天然輻射及人造輻射，詳如圖一.b說明。天然輻射包括：宇宙射線、地殼輻射、氡氣、人體輻射、NORM及TENORM（吸菸輻射及消費性產品）。人造輻射包括：醫療輻射、核爆落塵、核能發電、職業輻射。聯合國原子輻射效應科學委員會（UNSCEAR）於2000年的年報資料指出人類生活中所接受的輻射，天然輻射占大部分為88.6%，人造輻射占11.4%，其中診斷醫療是人造輻射中的主要貢獻成份，而核能設施所造成的輻射僅占極微小的比例（小於0.04%）。詳如圖三說明。



圖三：人類生活中的輻射



含放射性物質的消費性產品

下列將列出一些我們生活中常遇到且熟悉的含放射性物質的消費性產品，使用輻射偵測儀器就可偵檢出其高於正常輻射背景值的不同。

· 煙霧偵檢器 (Smoke Detectors)

大多數住家、辦公場所或廠房內裝置的消防用途煙霧偵檢器，裡面含一個低放射活度的銻-241 (Am-241) 射源，銻-241 放出阿爾伐粒子而游離煙霧偵檢器內的空氣使空氣具導電性，任何進入偵檢器內的煙霧微粒會把電流抑低而啟動警報。雖然此元件係用來救人生命，但世界各國少數對輻射懷有恐懼的人仍會問：“煙霧偵檢器安全嗎？”的問題，答案當然是：「是的，它們是安全的。」。一般在包裝元件內會有適當安裝、操作及處置的說明指導。



· 手錶及時鐘

現代的手錶和時鐘有時利用少量氚-3 (氚) (H-3, Tritium) 或鉅-147 (Pm-147, Promethium) 當光源，1970年以前的舊式手錶和時鐘利用鐳-226 (Ra-226) 當光源，當這些舊款式夜光錶和時鐘被打開處理針面或指針時，某些鐳-226可能會被碰觸到或攝入體內，所以當在處理這些元件時需要小心謹慎處理。



· 陶磁器 (Ceramics)

陶磁器物質例如磁磚 (Tiles)、陶器 (Pottery) 等，經常包含提昇濃度的天然發生的放射性物質鈾 (Uranium)、釷 (Thorium) 及鉀 (Potassium)，在許多情況是在加釉 (Glaze) 過程而濃縮了放射活度，雖然有大量的物質其輻射偵測讀數超過輻射背景值是不可能的，但一些比較老舊例如美國1960年前的磁磚和陶器，尤其那些具橘紅加釉的器物，可能有不少的放射性。



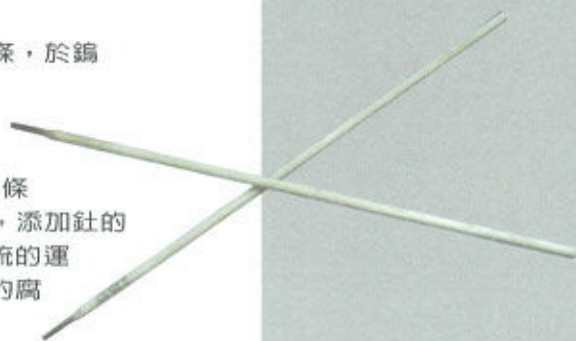
· 玻璃 (Glass)

玻璃器皿尤其是具有黃色或綠色的古董器皿，可能包含很容易即可偵檢出的鈾量，收藏者喜歡含鈾玻璃是因其在黑暗中會發出吸引人的光。甚至是普通的玻璃可能包含足夠高的鉀-40或鈷-232，而可能被輻射偵測儀器量測到。1950年至1970年老式照相機的鏡頭經常使用鈷-232塗裝以改變其折射率 (Index of refraction)。



· 電焊條

電焊使用的焊條，於鎢 (Tungsten) 桿中經常發現鈷元素，其重量約2%，平均一根焊條約含30微居里的鈷，添加鈷的原因是增加交流電流的運送容量及減少電極的腐蝕。



· 肥料

商業肥料被設計來提供含各種變化量的鉀、磷及氮，這些肥料能被量到放射性有兩個原因：1. 鉀是天然的放射性元素。2. 磷是從已提高鈾濃度的磷礦中開採而得。



· 食物

低鈉鹽的替代品經常含足夠量的鉀-40，而使輻射偵檢器的背景計數率提升為兩倍。





手機與基地台的輻射



手機網路的使用因具有方便及緊急救難功能，最近於世界各國迅速擴展，手機是傳送和接收微波的低功率無線電元件，英國使用一般介於900MHz及1800MHz間，電視廣播使用頻率介於400MHz到860MHz之間，而微波通信的連結（碟狀）使用頻率則大於1000MHz。



每一固定基地台提供一個六角形區域與手機通信的有效區域範圍而構成一蜂巢式（Honeycomb）的結構，國際間對無線電波輻射的負面健康效應有一致的共識而建立防護的參考指引，手機所發射無線電波的一些能量會被使用者的頭部吸收，大部分是在表皮組織內，英國國家放射防護局（National Radiological Protection Board, NRPB）建議而被英國政府所採行的頭部防護標準為0.1瓦/10克組織（六分鐘的平均值），此計算值是基於即使延長使用手機造成的頭部最大溫度上升值必須小於1°C。英國實務經驗指出這類似於人們正常每天身體溫度的變化值範圍內，且如此小的熱負載變化被認為是太低而不會造成負面的健康效應。



民衆正常從基地台天線接觸到的輻射，曝露是更均勻的全身，全身質量的能量平均限值 0.4 瓦／公斤質量（十五分鐘平均值）。使用手機傳送器所產生的無線電波是如此微弱，所以只有在如果一個人能夠接近到直接在天線正前方的幾公尺範圍內才有可能接受到超過這輻射參考指引的值。



傳輸信號的天線分為兩類：一為桿狀形天線用來與手機通信；另一為碟狀天線用來與其他基地台通信及將網路連結在一起。天線通常有方向性，所有方向的輻射能量並不一樣，大多數能量集中在輻射的主要方向，只有非常少的能量會在其它的方向輻射。離天線距離愈遠輻射下降得愈快，距離天線大約超過五米以上，輻射強度隨著距離的平方成比例下降。無線電波並沒有足夠的能量來傷害細胞內的基因物質（染色體DNA），所以不能致癌。有一些建議認為它們可能會增加癌症的發展形成機率。NRPB非游離輻射的顧問小組於1999年5月會議作出結論：「沒有因為手機輻射而造成癌症風險的明顯證據」。



CERAMICA
show room

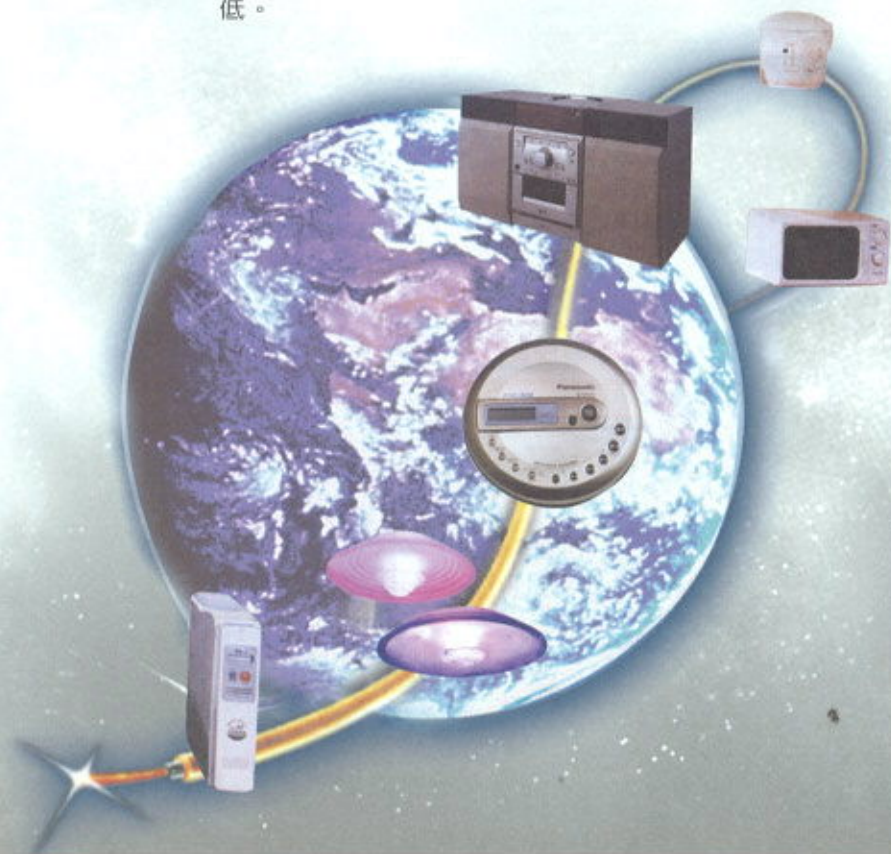
Artis

瑞典一般民衆的曝露接受標準低於工作人員五倍，於900MHz頻率下，輻射強度限值是 4.5 瓦／平方米，這與聯合國世界健康組織（WHO）的建議值相同。瑞典輻射防護研究所（SSI）對手機基地台的輻射研究結論是：「手機基地台不會構成有關輻射防護的任何風險。」



家電與變電所的電力磁場

電場是由電壓產生，一般家庭中使用的兩孔插座電壓為110伏特，電器設備則無論使用與否只要在待機狀態其周圍就會有電場，常用的單位是仟伏特/米 (KV/m)。磁場是由電流產生，電器設備在使用時即有電流的流通，其周圍就會產生磁場，常用單位是微特斯拉 (μT) 或毫高斯 (mG)， 0.1 微特斯拉 = 1 毫高斯。電磁場是一種非游離且無熱效應的輻射，能量很弱遠比會產生溫度效應的微波或光為低。電場很容易即可被金屬的外殼、鋼筋混凝土的建築物所隔絕，一般家電及電力設備如變壓器，因有金屬外殼存在故外表幾乎沒有電場。磁場卻很難隔絕，但如方向相反、大小相同的電流所產生的磁場可以相互抵消。所以三相輸電的電力線比單相電力線所產生的磁場會小很多。台電公司的輸電線均為三相線路，故其所產生之磁場經相互抵銷後，實際已甚低。



依國內外資訊與文獻報導得知，磁場與人體健康的關聯性目前尚無定論，而關聯性未必表示有因果關係。國際上一些權威機構如美國輻射研究及政策協調委員會（Committee on Interagency Radiation Research & Policy Coordination, CIRRPC）、英國國家放射防護局（NRPB）、瑞典國家電力安全局（National Electrical Safety Board, NESB）等都認為無需對磁場強度有嚴格的限制。目前先進國家或機構對於電力磁場之限制只提出推薦值供參考，例如國際輻射防護協會（International Radiation Protection Association, IRPA）對於一般民眾全天候曝露於磁場限制之推薦值為1,000毫高斯，此為世界各國中最嚴格的推薦參考值。詳如表一說明。

表一：世界先進國家對50/60赫磁場限制之推薦值

國家	限制值（毫高斯）	
	職業人員	一般民眾
國際輻射防護協會（IRPA）	全天5,000 數小時50,000	1,000 10,000
日本	連續曝露50,000 短時間曝露100,000	2,000 10,000
俄羅斯	8小時18,000 一小時75,000	-----
英國國家放射防護局（NRPB）	20,000	20,000
美國政府工衛協會（ACGIH）	10,000	-----
德國	50,000	50,000
澳洲	同IRPA	同IRPA



英國國家放射防護局（NRPB）曾公佈對家電設備所產生之磁場於近距離（三公分至一公尺）之量測值為0.1至20,000毫高斯。詳如表二說明。

台電公司電力綜合研究所也曾公佈對20家用戶之家電產品的參考量測值為0.1至6,000毫高斯。一般磁場的大小會隨耗電量、廠牌及距離而有很大的不同。

表二：英國國家放射防護局（NRPB）公佈之家電產品磁場

類別\距離	三公分	一公尺
電視	25~500	0.1~1.5
微波爐	750~2,000	2.5~6
吹風機	60~20,000	0.1~3
冰箱	5~17	<0.1
電鬍刀	150~15,000	0.1~3
洗衣機	8~500	0.1~3
吸塵器	2,000~8,000	1.3~20
檯燈	400~4,000	0.2~2.5

（單位：毫高斯）

台電公司也曾於1994年8月至10月對台北市屋內及屋外兩種變電所圍牆外圍一公尺四周實際量測磁場值，除最高值90毫高斯，其餘最大偵測值約介於10至25毫高斯間，均遠低於IRPA之推薦值。詳如表三說明。

表三：台北市屋內及屋外型變電所附近一公尺處磁場強度

所名	最大磁場值（毫高斯）
華陰所（屋內型）	10
敦化所（屋內型）	10
建成所（屋內型）	90（主控室牆外） 後側及右側巷道分別為8及4
龍峒所（屋外型）	20
長春所（屋外型）	10
松山所（屋外型）	24.5

- 註：1. 距離地面0.5公尺處測量。
2. 偵測儀器為美國MSI公司20/25型數字顯示高斯計。
3. 偵測範圍0.1毫高斯~200毫高斯。

紫外線



人類曝露的紫外線 (Ultraviolet) 主要來自陽光，分為 UVA、UVB 及 UVC，其中 UVA 是到達地球表面最多的紫外線，UVA 對皮膚極少有效應，但其可誘發光的毒害，或對某些藥物治療有光的藥物過敏反應，或狼瘡 (Lupus) 的疾病。UVB 只占到達地球表面紫外線的 10%，但其卻具 1000 倍於 UVA 對日曬及相關皮膚的傷害，且會增加皮膚癌症的風險。UVC 使用於殺菌燈，因其對皮膚的低穿透力所以幾乎不會有傷害。



大氣尤其是臭氧層 (Ozone layer)，於清晨及下午過濾紫外光最有效，從上午十時至下午四時紫外光穿透量最大，每升高 1000 呎 UVB 強度增加約 3%，其跟光一樣會從各種物體表面反射，沙能反射 UVB 約 1/3，雪、冰及水可達 100% 的反射，需注意的是水蒸氣不但不會吸附也不會反射很多的 UVB，所以即使多雲的天氣也不會提供對 UVB 任何的防護。一般衣服可提供的防護因數約 15，其可降低曝露為未防護皮膚的 7% 左右。



天然輻射

依天然輻射來源分類，摘述說明其要項如下：

一. 宇宙射線

· 一次宇宙射線

1. 銀河 (Galactic) 宇宙射線：

能量介於十億電子伏特 (GeV) ~ 兆電子伏特 (TeV) 之間，其中90%質子，6%阿爾伐粒子。

2. 太陽 (Solar) 宇宙射線：

能量MeV範圍，主要成分為荷電粒子 (容易沿磁力線方向運動，在高緯度的南北極容易進入地球表面)。

· 二次宇宙射線

在海平面高度上，其中 μ 介子80%，電子20%。於高海拔地區因為大氣較稀薄阻擋小，所以輻射會增強，一般地區每升高約1500公尺，輻射劑量即增加一倍。

二. 地殼輻射

地表的土壤或岩石中，有時或多或少會含一些天然的放射性核種，台灣地區地面的平均輻射劑量率為0.017微西弗/小時至0.072微西弗/小時，平均值約為0.043微西弗/小時。其中以三峽5480微西弗/年、北投1290微西弗/年及馬沙溝1230微西弗/年的背景輻射較高。

中國大陸廣東省陽江地區係高背景輻射之地區，過去20年的流行病醫學調查發現：該地區居民的染色體變異較對照地區約高三倍，但其致癌率卻較對照地區為低。此項調查仍將繼續進行，以了解低劑量輻射對人體的確切影響。





三. 氡氣

聯合國原子輻射效應科學委員會 (UNSCEAR) 曾評估指出全球每人每年接受的天然輻射劑量，其中體外劑量占三分之一，體內劑量占三分之二。體內劑量除經由蔬菜飲食途徑所造成的鉀-40占10%外，其餘約90%係源自氡氣及其子

核種所造成。

台灣地區室內、室外氡活度平均值分別為10及4貝克/立方米。英國國家放射防護局 (NRPB) 公佈的全國住家偵測室內氡氣平均濃度為20貝克/立方米，日本文獻也指出氡濃度在白天較低 (上午八時至下午六時之間) 且會隨季節而變化：秋 > 冬 > 春 > 夏。表四及表五係美國環保署 (EPA) 於1992年所出版的民衆對氡的防護指引。

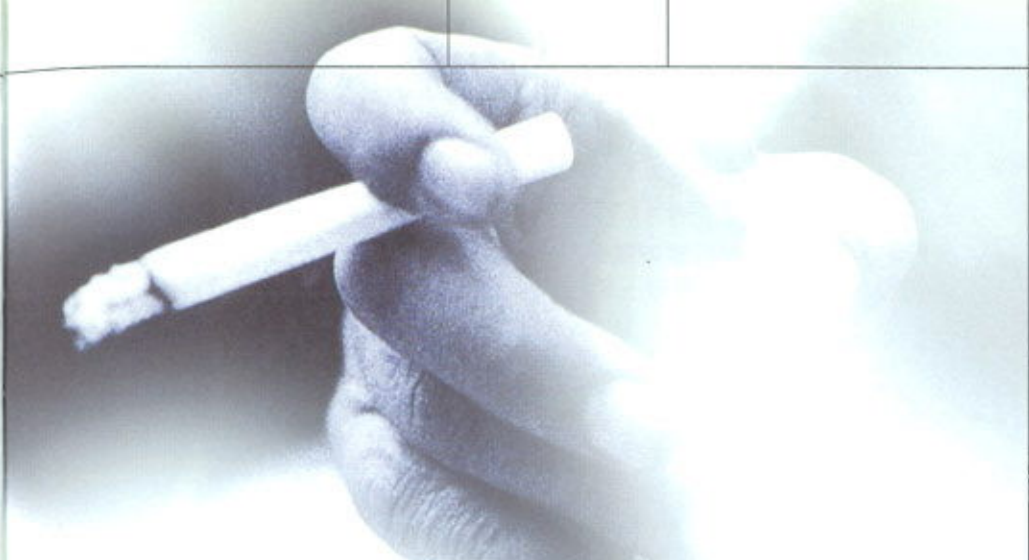
從表四中可看出美國建議的行動水平4微微居里/升 (相當於150貝克/立方米)，約為其室內氡氣水平1.3微微居里/升的三倍。若與台灣地區比較，其室內氡氣水平約為台灣的五倍。

表四：從未抽菸民衆的氡氣風險

氡氣水平	1000人從未抽菸民衆 曝露於此水平一生	氡氣曝露的癌症 風險比擬	要做什麼：
20pCi/L	約8人 可能得肺癌	在一暴力罪行中 可能被殺的風	檢修你的住家
10pCi/L	約4人 可能得肺癌		檢修你的住家
8pCi/L	約3人 可能得肺癌	十倍於飛機墜機 死亡的風險	檢修你的住家
4pCi/L	約2人 可能得肺癌	溺斃的風險	檢修你的住家
2pCi/L	約1人 可能得肺癌	在一住家火災死 亡的風險	在2到4pCi/L間 考慮檢修
1.3pCi/L	小於1人 可能得肺癌	(平均室內氡氣 水平)	(減少氡氣水平 低於2pCi/L是困 難的)
0.4pCi/L	小於1人 可能得肺癌	(平均室內氡氣 水平)	

註：如果你以前是抽菸族，你的風險可能會高一點。





四. 人體輻射

正常人肌肉內含放射性的鉀-40，平均約0.1微居里／人，愈年輕有力者含量較高。

五. NORM及TENORM

· 菸草內含天然放射性物質NORM鉍-210 (Polonium-210)，當點燃香菸時，鉍-210會隨著蒸發，而吸入積存於抽菸人員的肺部。每天若抽1.5包香菸者所造成的年有效劑量約10毫西弗，此值已較國際原子能總署 (IAEA) 基本安全標準所建議的10微西弗／年個人年豁免值高1000倍。

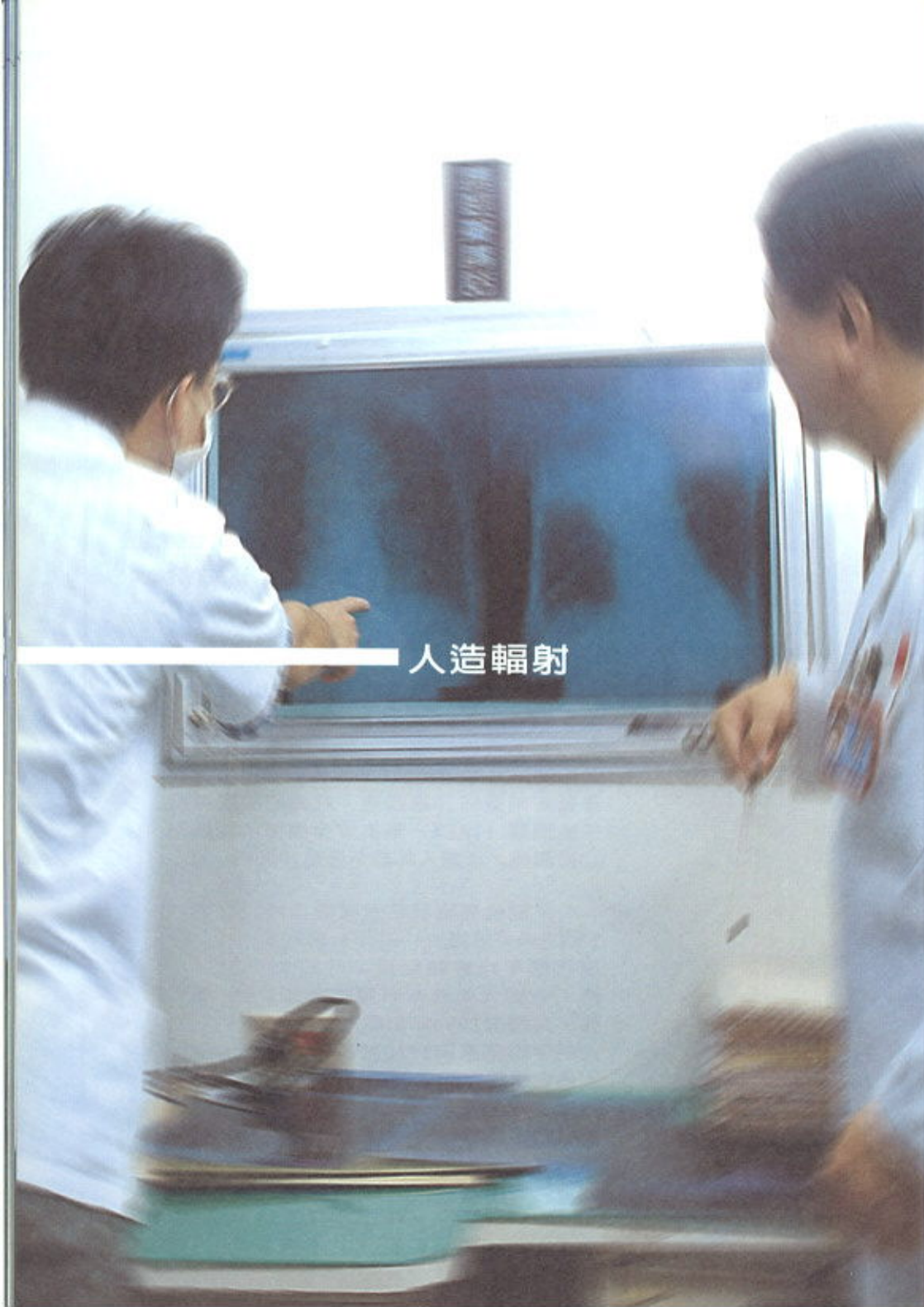
· 現代商用民航飛機最佳飛行高度約13000米，法國於1987年針對六架飛機航空飛行的平均經驗劑量率約12微西弗／小時，空勤人員職業曝露的年劑量約3毫西弗。英國於1990年針對2000次飛機航空飛行的平均劑量率約10微西弗／小時，空勤人員職業曝露的年劑量約2.5毫西弗。我們台灣台北與紐約往返來回一趟的國際航線旅行約接受劑量156微西弗，台北與阿姆斯特丹往返來回一趟的國際航線旅行約接受劑量99微西弗。

表五：抽菸民衆的氡氣風險

氡氣水平	1000人抽菸民衆曝露於此水平一生	氡氣曝露的癌症風險比擬	要做什麼：停止抽菸及…
20pCi/L	約135人可能得肺癌	100倍於溺斃的風險	檢修你的住家
10pCi/L	約71人可能得肺癌	100倍於在家火災死亡的風險	檢修你的住家
8pCi/L	約57人可能得肺癌		檢修你的住家
4pCi/L	約29人可能得肺癌	100倍於飛機墜機死亡的風險	檢修你的住家
2pCi/L	約15人可能得肺癌	2倍於車禍死亡的風險	在2到4pCi/L間考慮檢修
1.3pCi/L	約9人可能得肺癌	(平均室內氡氣水平)	(減少氡氣水平低於2pCi/L是困難的)
0.4pCi/L	約3人可能得肺癌	(平均室內氡氣水平)	

註：如果你以前是抽菸族，你的風險可能會低一點。





人造輻射

一. 醫療輻射

人造輻射中，醫療輻射占主要來源，包括X光檢查、電腦斷層掃描、核磁共振檢查及癌症放射治療等。

二. 核爆落塵

核爆產生的輻射不似核能發電般所產生的微量放射性物質，其能用特定的技術方法，使與人類隔絕，不會影響人類。核武所產生的落塵會任意散播至人類的生存環境內，持續危害人類。核爆依爆炸點與地面的關係一般可分為五類，包括：a. 高空炸 (High-altitude burst) b. 空炸 (Air burst) c. 面炸 (Surface burst) d. 地下炸 (Underground burst) e. 水下炸 (Underwater burst)。

a. 高空炸

核武器在離開地面十萬呎以上的高空爆炸，稱之為高空炸。當炸高介於十萬呎和十四萬呎間，其比在較低高度由爆炸能中有較大比例以熱輻射的型式釋放出。當炸高高於十四萬呎時，爆炸轉變為熱輻射的比例則會較小。

b. 空炸

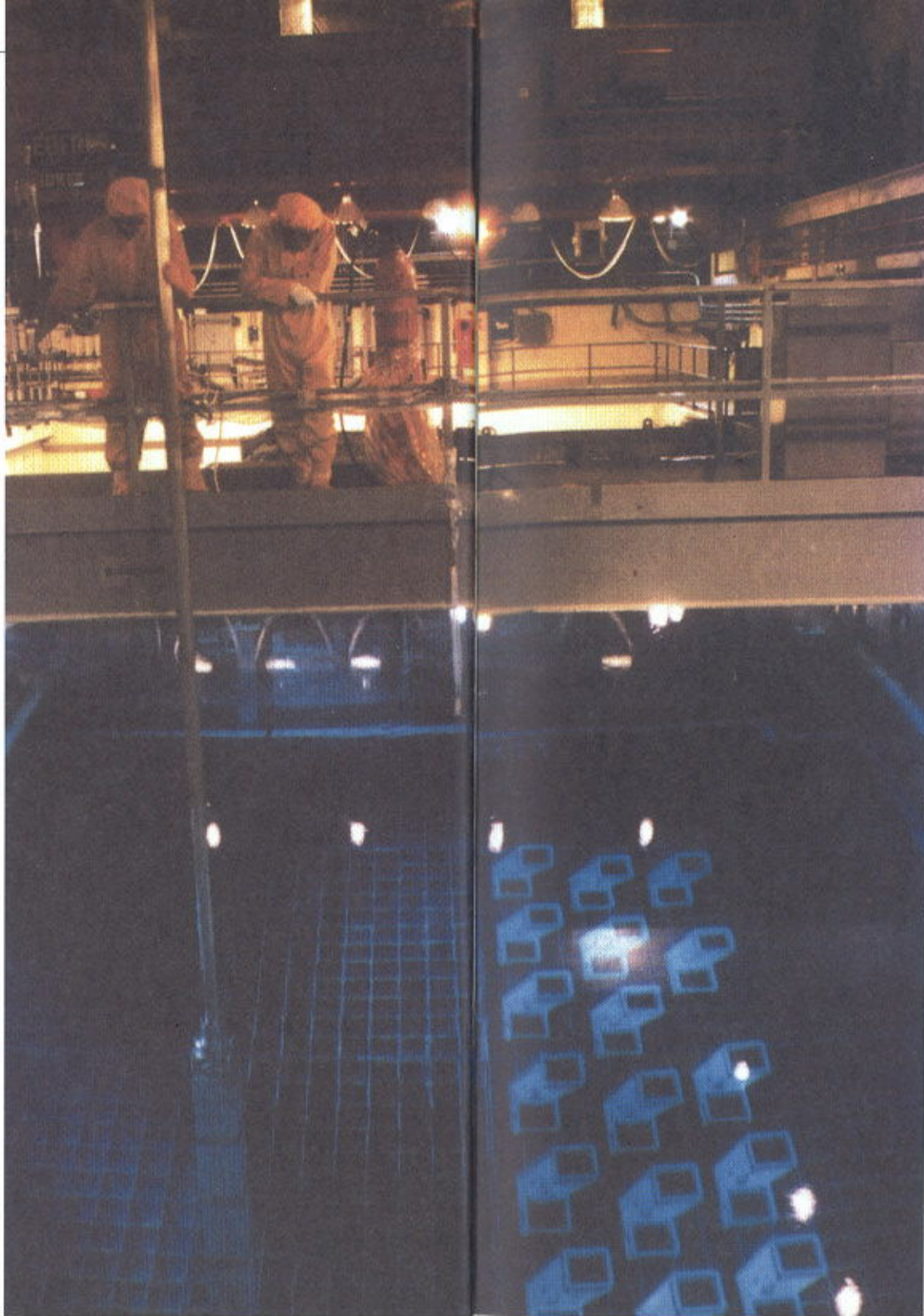
乃發生於十萬呎以下高度的爆炸，且在此高度上，火球最明亮時亦不會接觸到地球表面。產生蕈狀雲漂流到大氣中的對流層、平流層而成為全球性的落塵。1945年日本被投擲的原子彈，炸高500到600公尺，亦屬空炸。

c. 面炸

當武器與地面（水面）接觸時爆炸，或在某一高度爆炸，但其火球能接觸到廣大範圍的地（水）表面時，稱之面炸。柱形蕈狀雲產生局部的軍事落塵。放射性依「七七律」迅速衰減，即每經過七倍時間，即除去其90%，炸後七小時，僅剩10%，四十九小時，剩1%，兩週後，剩0.1%。最後只剩下半衰期最長的銻、鉍、鈾及鈾等元素。

d. 面下炸（包括地下炸與水下炸）

核武器在地面（水面）下爆炸，亦即火球中心在地面（水面）下爆炸者，謂之面下炸。核武器核爆所產生的放射性物質，全部為土壤吸收。



三. 核能發電

核能電廠採行的是「深度防禦」的輻射安全防護設計，有多重可靠的工程屏蔽設計，加上管制上應用距離平方反比與時間的控制，在鄰近廠區周邊的輻射背景值均在自然輻射背景值的變動範圍內。

1900年9月14日美國華府公佈，美國癌症研究所（NCI）針對居住在107個鄉鎮近62個商業運轉之核能電廠和其他核能設施區周圍，從1950年到1984年間民衆健康危險度的調查報告，結論指出：「證據顯示居住在核能設施周圍民衆癌症發生之死亡危險度，並不因而有增加現象。也就是說，住在核能設施周圍民衆與一般區域民衆發生癌症死亡危險度，並沒有差異。」

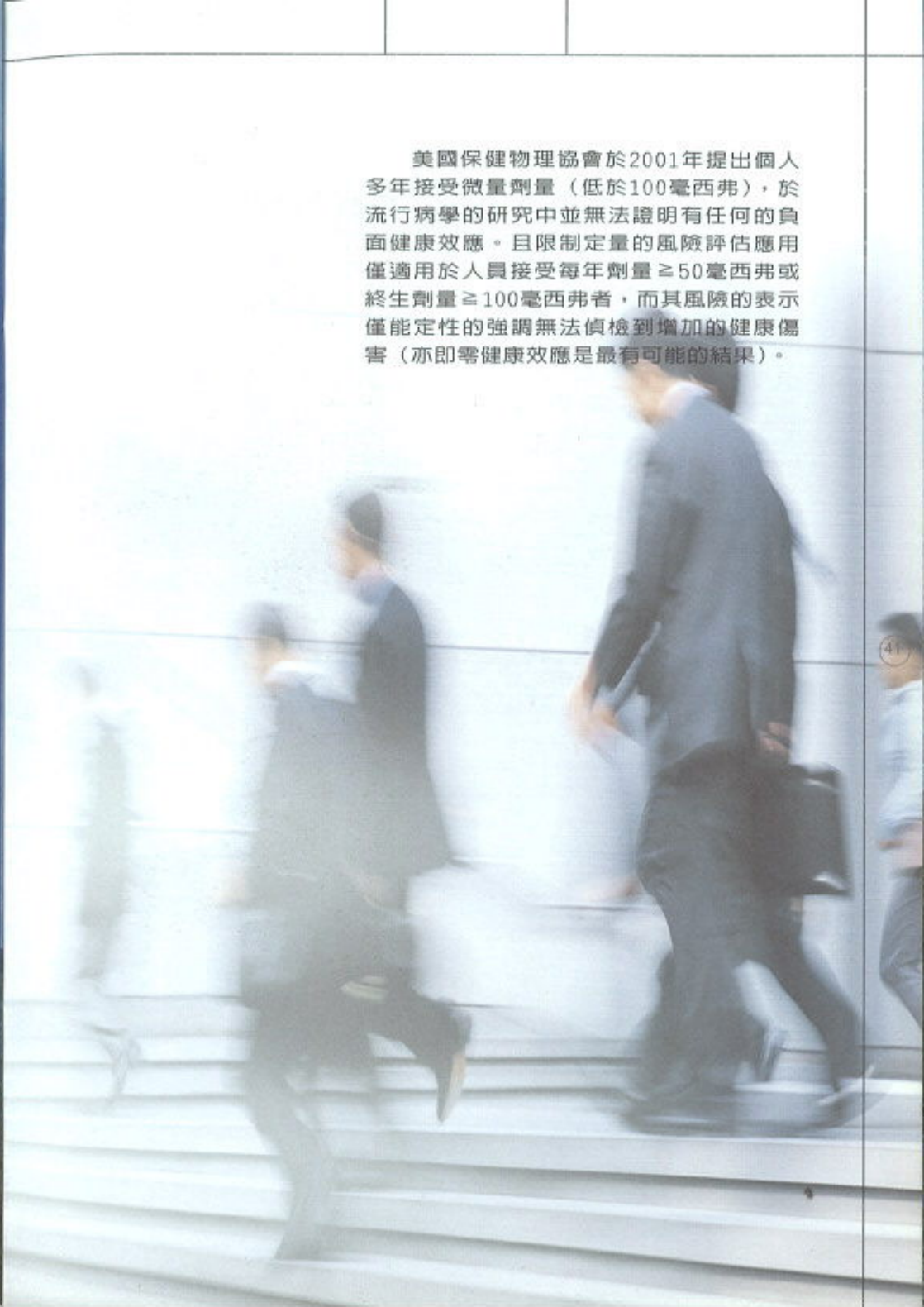
四. 職業輻射

核能民生、工業及醫療應用的從業人員，例如核能電廠員工、非破壞檢驗人員及X光機操作人員等，一方面其出於自願且需經專業訓練合格或持有專業證照，所以會較一般人接受到輻射的機會與劑量較多。惟仍均合乎各國政府授權管制機構及國際放射防護委員會ICRP建議的安全值範圍內。



正確的輻射風險

美國保健物理協會於2001年提出個人多年接受微量劑量（低於100毫西弗），於流行病學的研究中並無法證明有任何的負面健康效應。且限制定量的風險評估應用僅適用於人員接受每年劑量 ≥ 50 毫西弗或終生劑量 ≥ 100 毫西弗者，而其風險的表示僅能定性的強調無法偵檢到增加的健康傷害（亦即零健康效應是最有可能的結果）。



· 美國參議員Pete V. Domenici曾描述美國的現況如下：「雖然美國境內天然輻射背景值能變化達50%，而我們的模式強制要求我們管制輻射達約天然輻射背景值的1%左右。我們每年花費超過50億美元來清理能源部（DOE）的被污染場址使其達低於輻射背景值的5%。」

· 國際原子能總署（IAEA）於1996年出版的官方基本安全標準（BSS）及運輸安全管制法規建議個人每年劑量至多10微西弗的單一實踐可從法規管制中豁免。近年輻射防護的“可控制劑量”（Controllable dose）觀念新趨勢是將焦點集中於個人（Individual）劑量而非集體的（Collective）劑量；“如果公眾群體中輻射曝露最高的個人其健康傷害的風險是無足輕重的，這就和多少人受到輻射曝露是沒有關係的。”

· 根據1991年出版的國際放射防護委員會ICRP60號報告，一般民眾每接受10毫西弗的輻射劑量，將增加致癌死亡率萬分之5.7，參考台灣地區天然輻射背景值約造成民眾每人年劑量2毫西弗／年，若以每人平均壽命約75歲計算，每人一生中約接受150毫西弗的天然背景輻射劑量。因此而增加的致癌死亡率約為0.855%，亦即每百人中不到一人會因此致癌死亡。

· 核能電廠營運所造成的民眾輻射劑量遠小於天然背景輻射的0.1%以下，其所增加之民眾癌症死亡率風險約為 $1.14(10^{-7})$ ／年，即千萬分之一。



總結

生活中的輻射無所不在，它亦是一種能量，我們生活中所接受的輻射，來自天然輻射占大部分為88.6%，人造輻射僅占11.4%，而其中診斷醫療又是人造輻射中的主要貢獻成份，如何了解並善用它的特質來改善我們的生存環境品質，宜建立正確的輻射安全觀念：注意它，平時防範不當應用所造成的傷害，多注意，即可安心與放心。相信就免驚啦！





參考文獻

1. UNSCEAR Report 2000

2. HPS FACT SHEET USA "Consumer products containing radioactive materials." 2002

3. HPS USA "Ultraviolet radiation and public health". July 1998

4. NRPB UK "Mobile phones and base stations." 2002

5. SSI (Swedish Radiation Protection Institute) "Radiation from mobile telephony base stations." 2002

6. EPA USA "A Citizen's Guide to Radon: The Guide to Protecting Yourself and Your Family." September 1992

7. HPS USA "Radiation Risk in Perspective." March 2001

8. Rio de Janeiro, Brazil Symposium "Technical Enhancement of Natural Radioactivity." September 1999

9. 元允中 "談游離輻射與非游離輻射的楚河漢界" 台電核能月刊80年10月

10. 台電電力綜合研究所 "解讀「電力電磁場對人體健康之影響」" 84年10月28日

11. 鄭琨琮 "天然放射性氡氣及其子核種危險度之探討" 台電核能月刊79年10月

12. 劉東山 "天然放射性物質衍生廢棄物管理辦法簡介" 行政院原子能委員會放射性物料管理局90年8月15日

13. 鄭琨琮 "核子狀況下國防工事防護之研究" 陸軍工兵學校70年

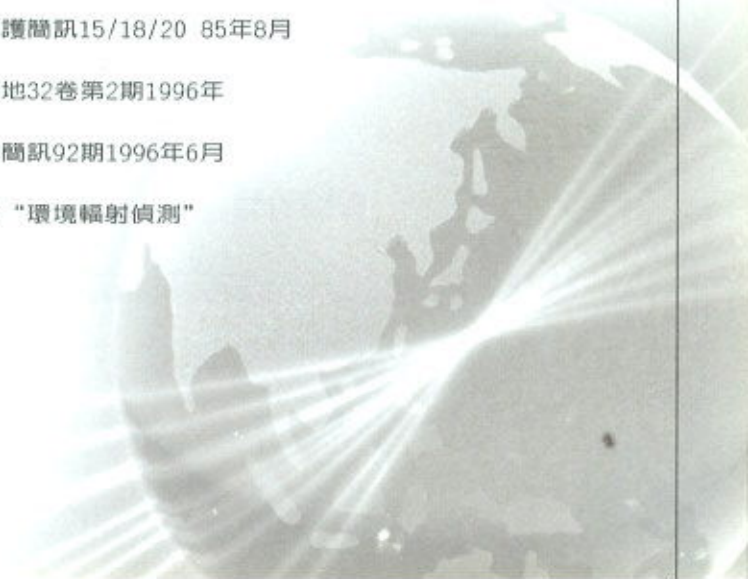
14. 陳繼濱 "海上溢漏油之追蹤觀測." 國立中央大學太空及遙測研中心91年8月

15. 輻射防護簡訊15/18/20 85年8月

16. 核能天地32卷第2期1996年

17. 原能會簡訊92期1996年6月

18. 朱鐵吉 "環境輻射偵測"



中華民國核能學會

漫談生活中的輻射／鄭琨琮 著

發行單位：中華民國核能學會

地址：台北縣永和市成功路一段80號2~8樓

電話：(02) 22322050

設計印製：佳新文化傳播事業有限公司

地址：臺北市和平東路三段109號3樓

電話：(02) 2733-8921

初版日期：中華民國九十二年十二月

再版日期：中華民國九十八年三月（五版）

版權所有·翻版必究