



輻射防護

H1 基本概念



教材使用注意事項

本教材中所有投影片內容(含文字檔及圖檔)著作權皆屬於本部所有。

一、種子師資：對任一單張投影片之教材須完整擷取進行授課，不得將任一單張投影片內容任意進行修改及編輯。

二、作為一般授課使用之參考資料時需標註引用出處。



內 容

壹、游離輻射

貳、非游離輻射



壹、游離輻射



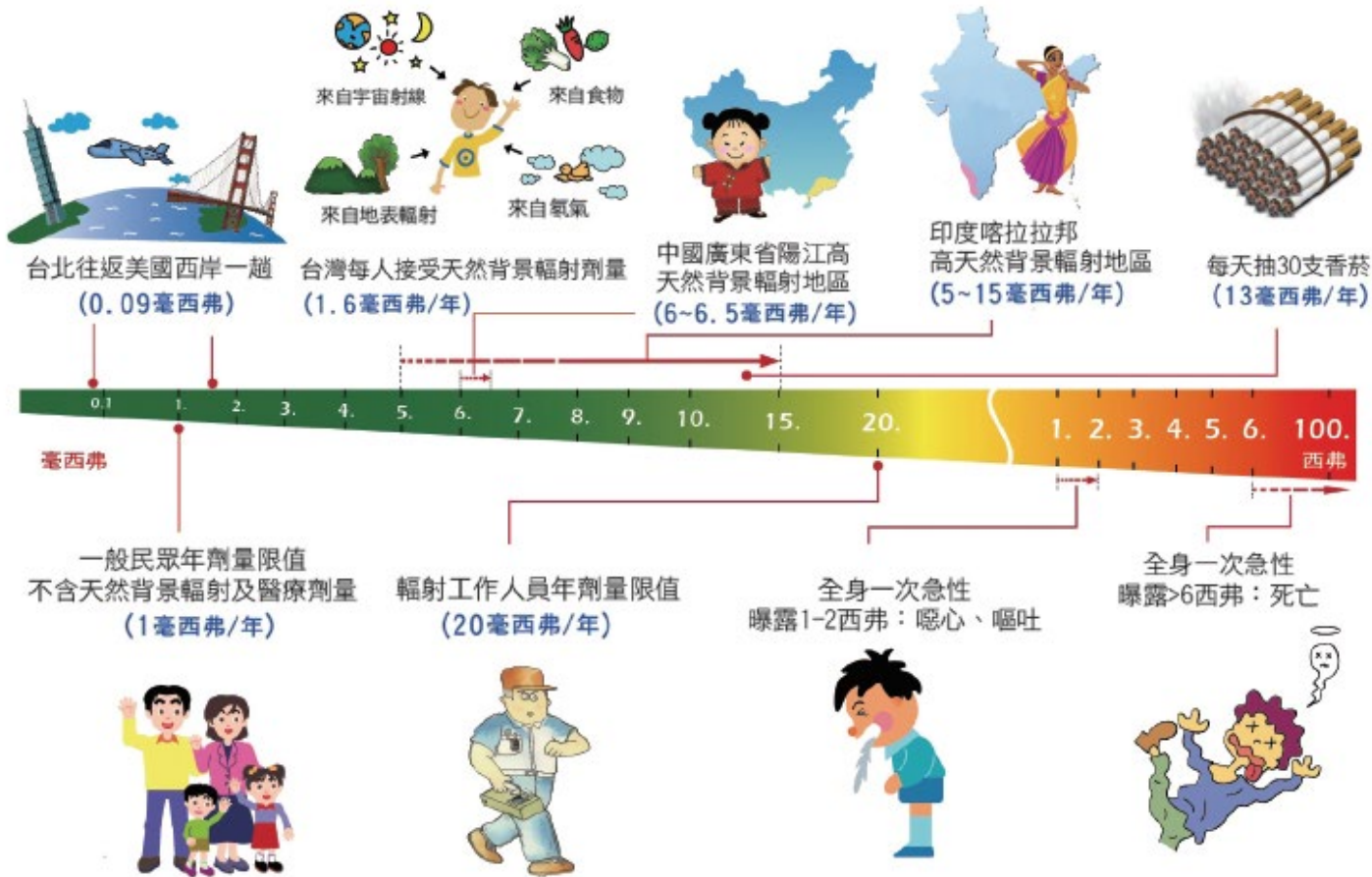
「**輻射**」，你想到什麼？

核能電廠事故？核彈爆炸？



我們的生活環境中就有輻射

一般游離輻射劑量比較圖



行政院原子能委員會 製作

註：1 西弗 = 1000毫西弗



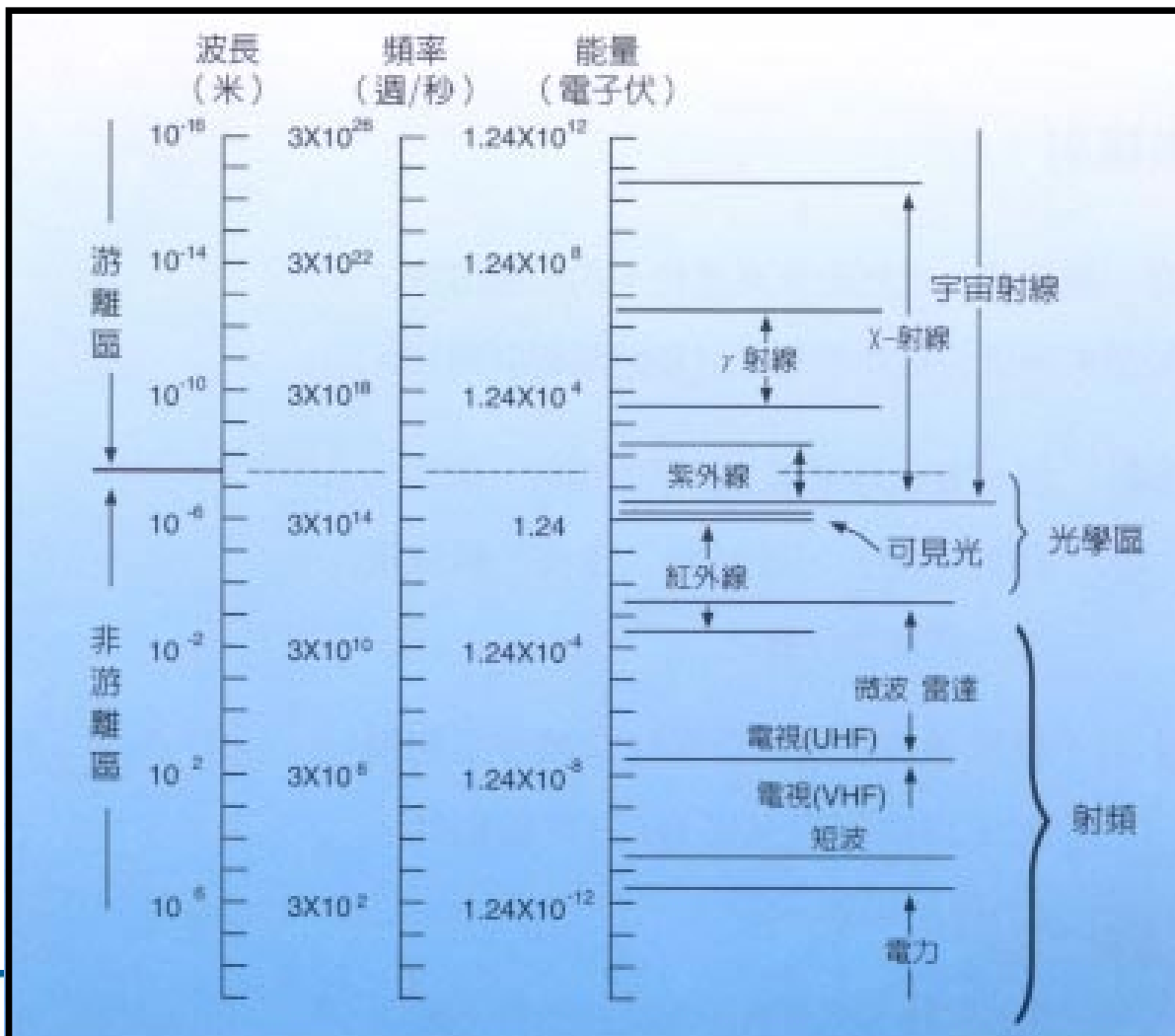
輻射的定義

- 輻射是具有能量的波或粒子
- 從源頭往外向所有方向直線放射
 - 來自地球的、來自大氣層
 - 由地殼內經過放射性衰變散逸至大氣層內的氡，隨後的衰變會使大氣層內的灰塵和微粒都帶有輻射
 - 自高能量宇宙射線照射大氣層中的原子產生的放射性元素(自發性核變化釋出輻射)
 - 人造輻射



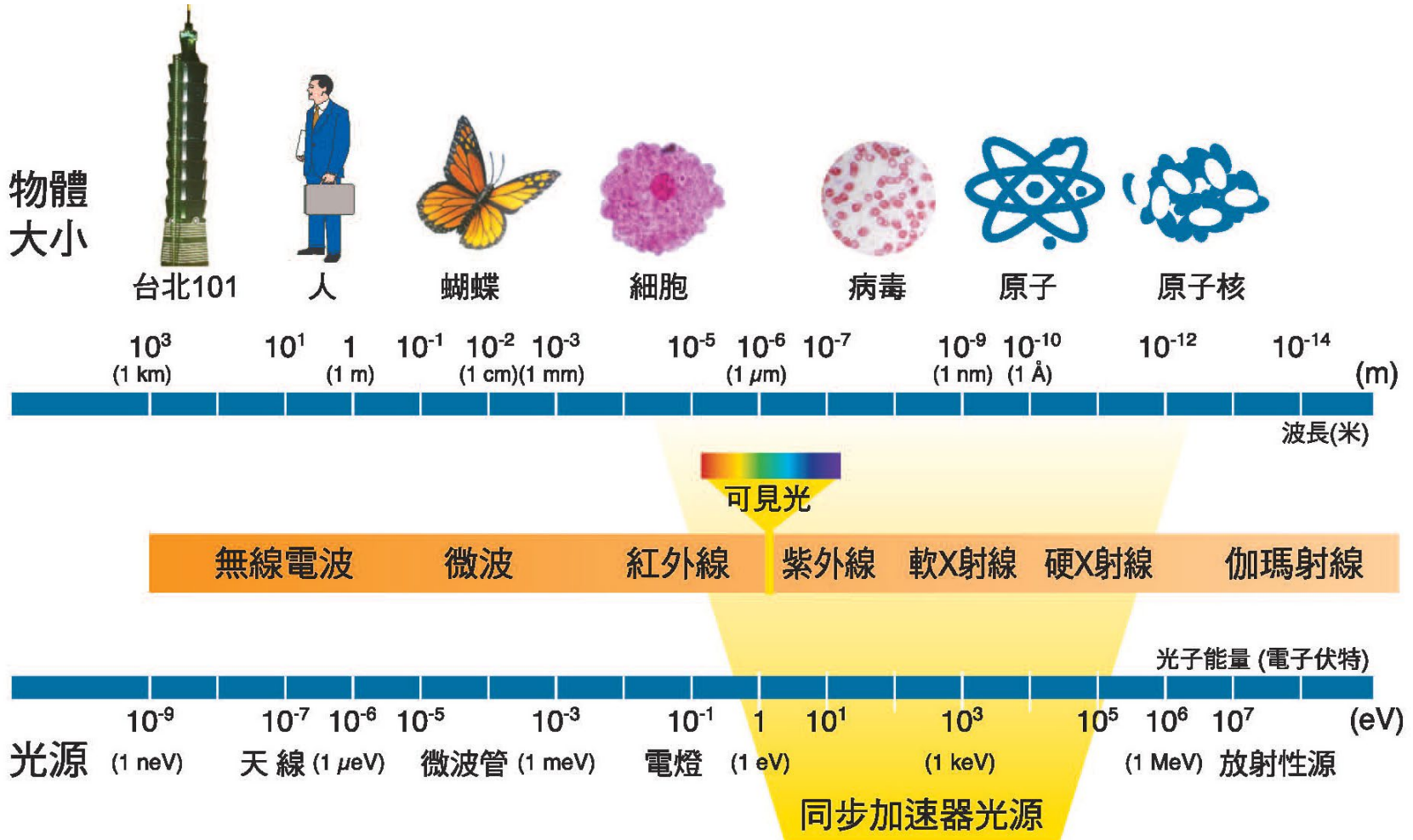
認識游離輻射

區分游離輻射與非游離輻射



電磁輻射能譜圖

波長與能量決定游離性質



游離輻射的分類

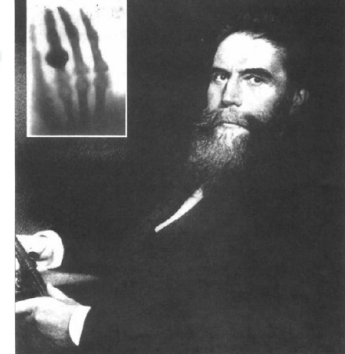


圖 1.2 倫琴攝於 1895 年，左上圖為 X 光拍攝倫琴夫人左手手的照片，戒指清晰可見



圖 1.4 居里夫人約攝於 1920 年，這張皮埃爾·居里教授的玉照為居里夫人最喜歡的一張

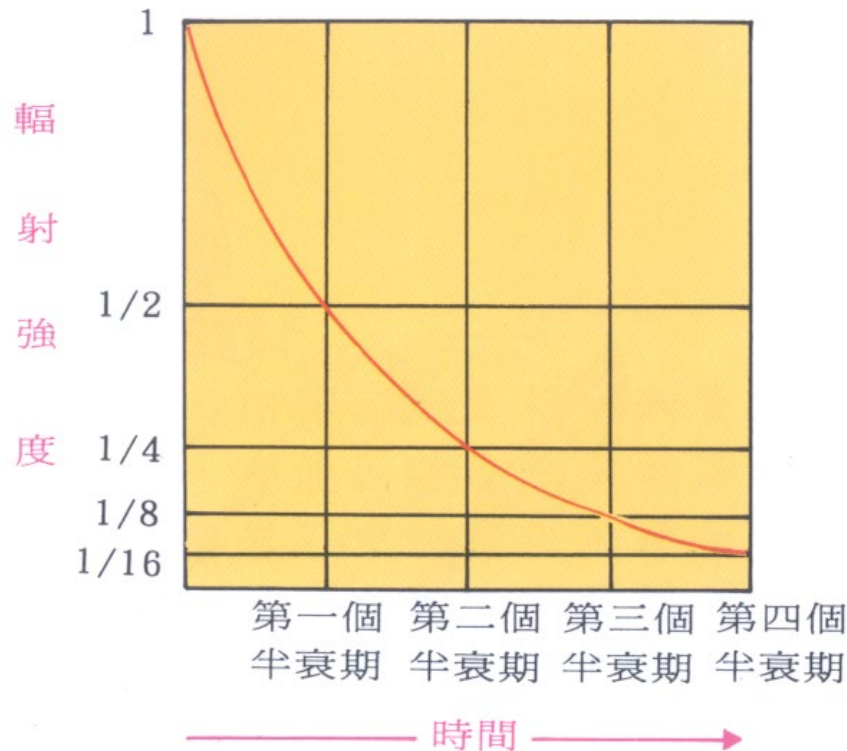


圖 1.5 1971 年拉塞福的出生地紐西蘭為他發行了一套百週年誕辰紀念郵票，並繪出拉塞福用 α 粒子撞擊金箔而被撞偏的情形。



游離輻射的特性 - 衰變與衰減

► **衰變(Decay)**-放射性的物質皆有隨時間而逐漸減少的現象 (指數衰減定律)



常用射源

^{60}Co

半衰期

5.3 年

^{137}Cs

30.0 年

^{90}Sr

28.1 年

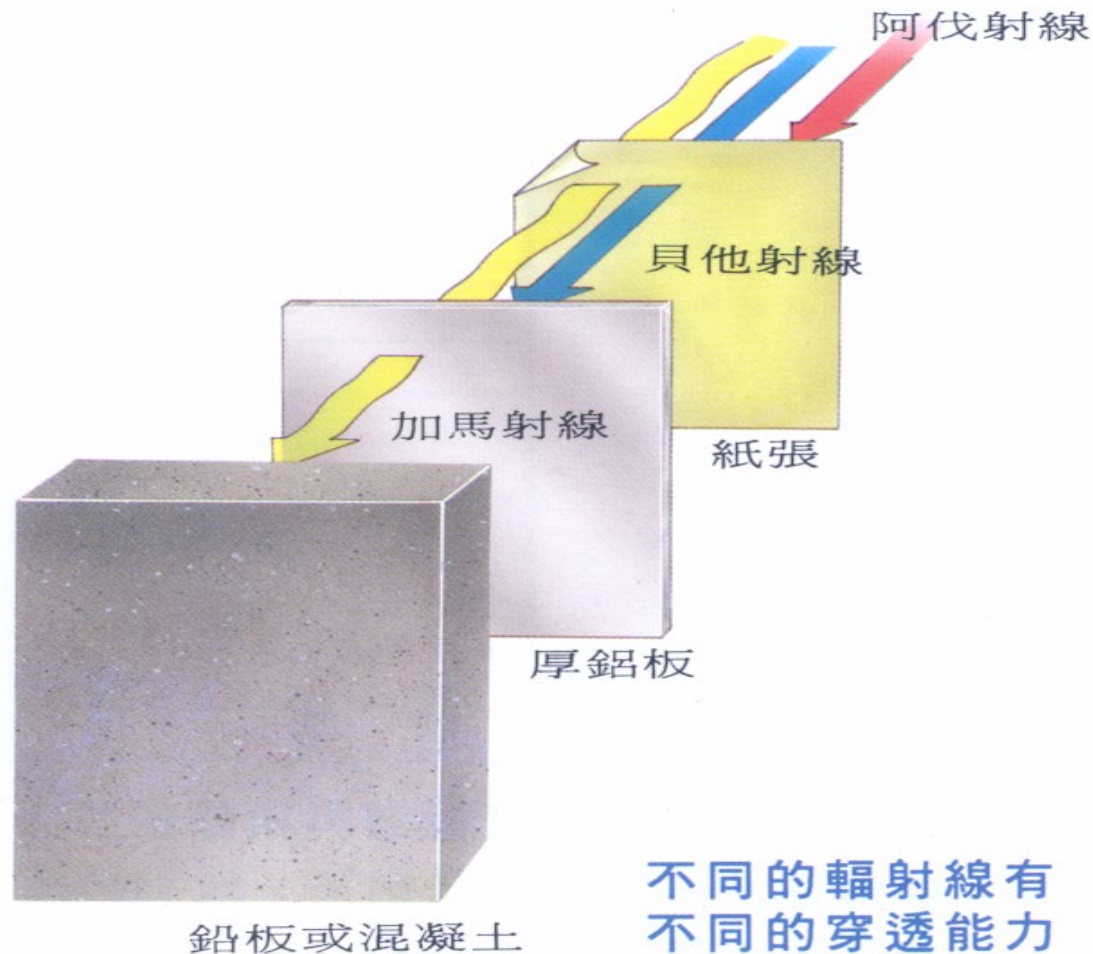
^{192}Ir

73.8 天

放射性核種的輻射強度
會隨時間之增加而衰減



衰減(Attenuation) – 游離輻射都可以經由選定之屏蔽物質達到衰減其強度或完全阻擋其穿透之目的





輻射的應用

醫療應用- 醫用X光、放射性治療、核醫藥物...

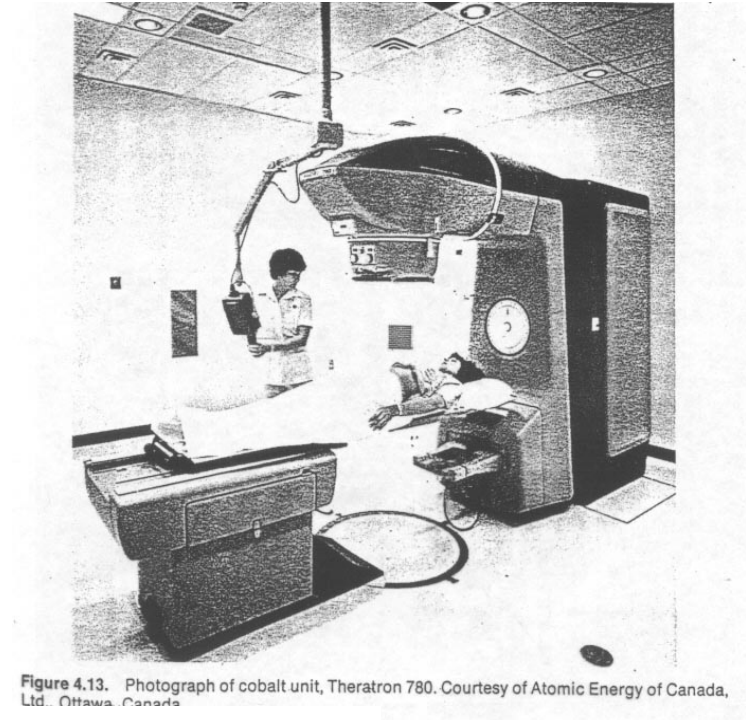
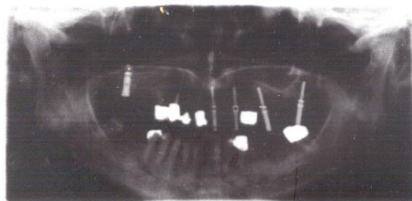
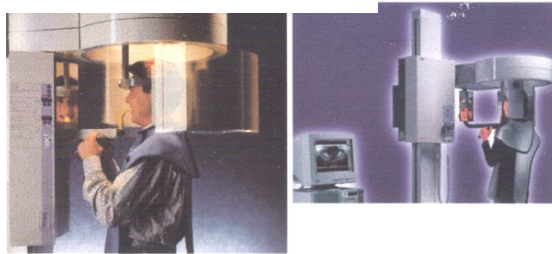


Figure 4.13. Photograph of cobalt unit, Theratron 780. Courtesy of Atomic Energy of Canada, Ltd., Ottawa, Canada.

輻射照射應用



Irradiation technology for applications in medical, agricultural, and industrial products



民生消費性產品

手錶和時鐘
的光源
(早期²²⁶Ra，
近期³H，¹⁴⁷Pm)

陶瓷器皿
(天然的 U、
Th、K)



含放射性質的消費性產品

下列將列出一些我們生活中常遇到且熟悉的會放射性質的消費性產品，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、辦公場所或商場內裝置的消防用途煙霧偵檢器，裡面含一個低放射活度的銾-241 (²⁴¹Am-241) 製源。銾-241 放出阿爾法粒子而游離煙霧偵檢器內的空氣使空氣具備導電性，任何進入偵檢器內的煙霧微粒會把電流抑低而警動警報。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、操作及處理的說明指導。

煙霧偵檢器
(²⁴¹Am)

黃綠古董玻璃
(天然的U、Th、K)

電焊條
(鎢桿中的 Th)

肥料
(K, P, U)



手錶及時鐘

現代的手錶和時鐘有時利用少量釷-3 (Th-3, Th-232) 或鉀-47 (K-47, Potassium-47) 製源。1970年以前的舊式手錶和時鐘利用釷-226 (Th-226) 製源。當這些舊款式夜光錶和時鐘被打開處理計面或指針時，某些釷-226 可能會被吸入或吸入體內，所以當在處理這些元件時需要小心謹慎處理。

陶瓷器 (Ceramics)

陶瓷器物例如磁磚 (Tiles)、陶器 (Pottery) 等，經常包含微量濃度的天然發生的放射性質物質 (Uranium)、銾 (Thorium) 及鉀 (Potassium)。在許多情況下是在加釉 (Glaze) 過程而濃縮了放射活度。雖然有大量物質其輻射偵測數超過輻射背景值是不可否認的，但比較舊質例如美國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)

玻璃器即尤其是具有黃色或綠色的古董器皿，可能包含微量可偵測檢出的銾量。收藏者喜歡黃玻璃是因為其在黑暗中會發出吸引人的光。甚至最普通的玻璃可能包含足夠高的銾-40或銾-232，而可能被輻射偵測儀器量測到。1950年至1970年舊式照相機的鏡頭經常使用銾-232塗裝以改變其折射率 (Index of refraction)。

電焊條

電焊使用的電焊條，於鎢 (Tungsten) 桿中經常含銾元素，其重量約2%，平均一根電焊條約含30微克的銾。添加銾的原因是增加交流電流的運送量及減少電極的腐蝕。

肥料

商業肥料被設計來提供各種變化量的鉀、磷及氮。這些肥料能被量測到放射性有兩個原因：1. 鉀是天然的放射性元素。2. 磷是從已提高濃度的磷礦中獲得。

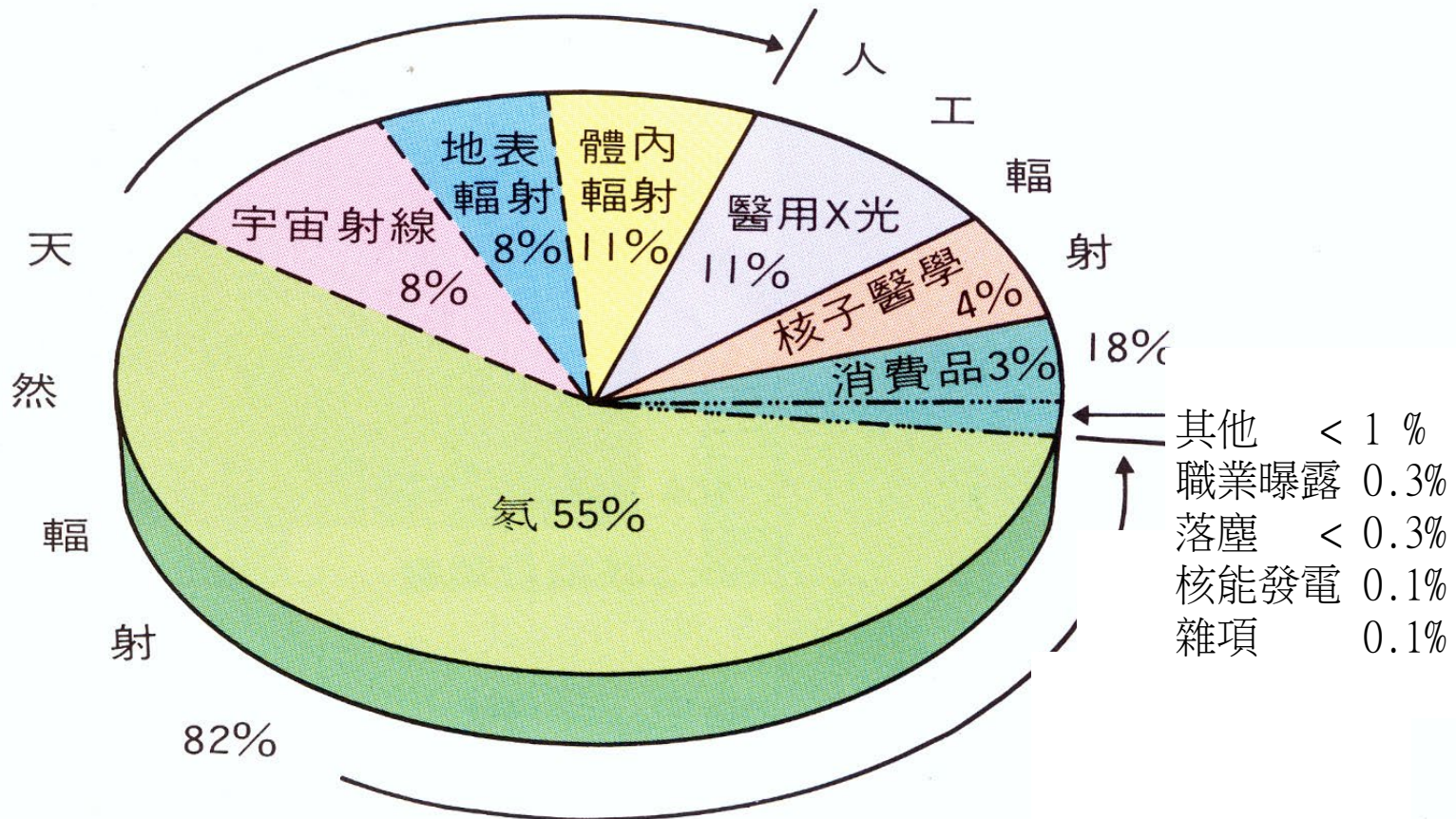


低鈾鹽的替代品經常含有鉀的⁴⁰K，而使輻射偵檢器的背景計數率提升為兩倍。



生活中的游離輻射來源

一般民眾接受天然與人造輻射來源分佈圖



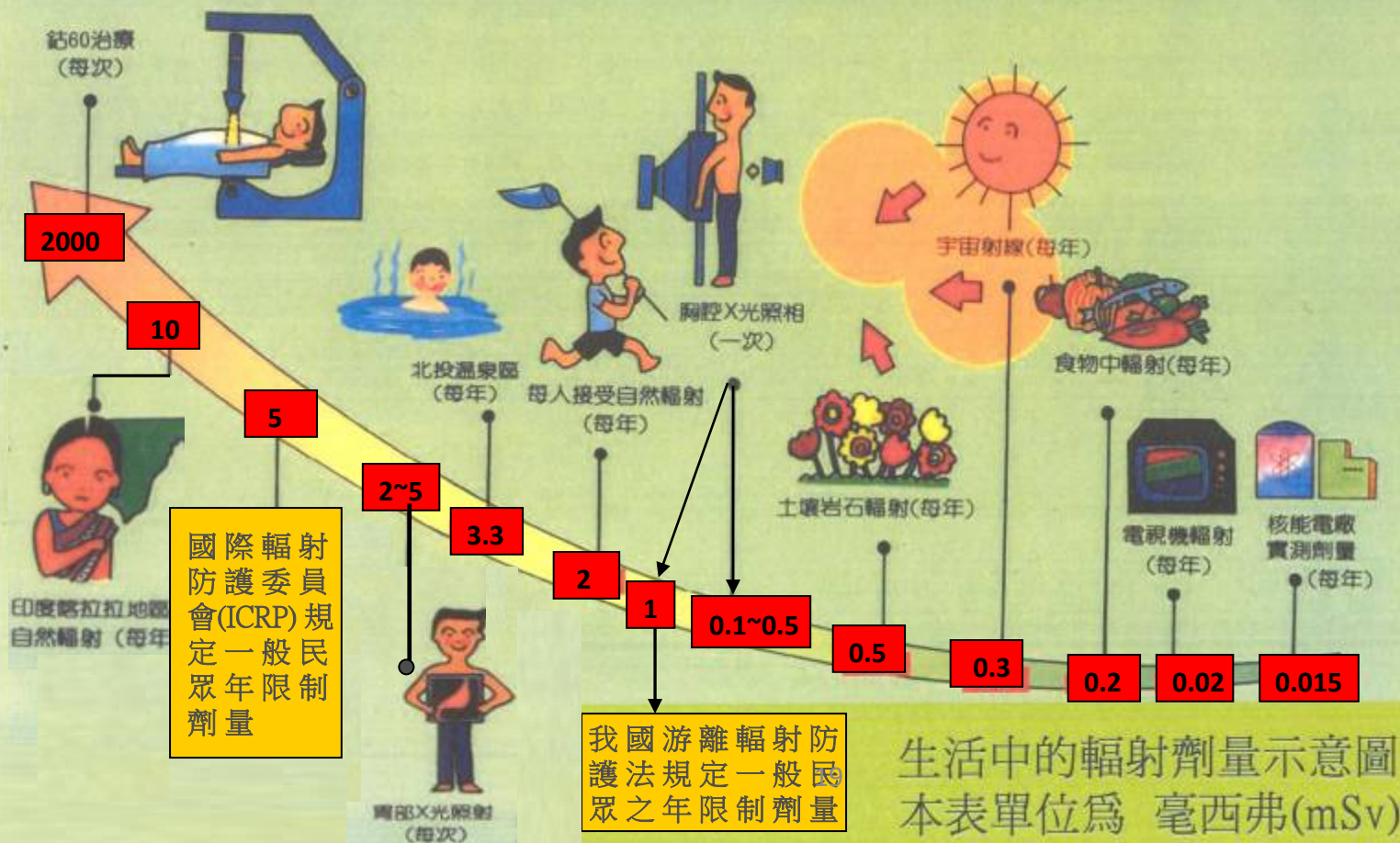
B. 體內的天然輻射-主要為鉀-40(^{40}K)

- ▶ 人體體重約含0.2%的鉀，其中0.012%的鉀-40(半衰期 1.27×10^9 年)為 β 放射性核種。
- ▶ 人類的食物來源中，魚、蔬果、牛奶、肉類和五穀也或多或少含有鉀-40。



生活中輻射劑量

輻射劑量比較





游離輻射之健康效應

- ▶ **遺傳效應**：輻射可能導致染色體結構變異或基因突變，染色體分裂時如受嚴重照射將改變其特性。基因突變可能導致智能或身材的差異，如侏儒、智能減退、早產、多病或白痴等。
- ▶ **軀體效應**

(1)急性全身效應如下表所列：

一次劑量(毫西弗)	一般症狀說明
小於 10	無可察覺症狀，但遲延輻射病的產生仍可能發生。
100~250	能引起血液中淋巴球的染色體變異。
250~1000	可能發生短期的血球變化(淋巴球、白血球減少)，有時有眼結膜炎的發生，但不致產生機能之影響。
1000~2000	有疲倦、噁心、嘔吐現象，血液中淋巴及白血球減少後恢復緩慢。
2000~4000	24小時內會噁心、嘔吐，數週內有脫髮、食慾不振、虛弱、腹瀉及全身不適等症狀，可能死亡。
4000~6000	與前者相似，僅症狀顯示的較快，在2~6週內死亡率為50%。
6000以上	若無適當醫護，死亡率為100%。



(2)局部或遲延效應

皮膚	紅斑、脫毛、嚴重者會紅腫、起泡、潰瘍，有如一般燒傷。
眼睛	水晶體受 5 西弗以上之輻射劑量破壞後透明性喪失，出現雲絲狀物(俗稱翳)，是為白內障，嚴重者可能失明。
造血機能	紅骨髓為造血器官，對輻射極為敏感，受破壞後將減弱血液之殺菌，運輸及凝血功能，且可能導致血癌(俗稱白血病)。
消化器官	受輻射傷害之主要症狀為噁心、嘔吐、腹瀉及食慾不振。小腸內壁最為敏感，受損後易致潰瘍，大量出血(不易凝結止血)，且不易消化吸收，造成體弱及貧血，並易感染併發症。
甲狀腺	位於喉部，分泌荷爾蒙控制新陳代謝。碘-131侵入人體後，即被吸收，集中於此，減少生產荷爾蒙，以致減低新陳代謝而損及健康，或可能導致甲狀腺癌。
生殖機能	男子睪丸一次接受 5 西弗以上時可能導致永久不孕，劑量較低或慢性累積者均可恢復，女子不孕劑量約為 3 西弗。遭受高劑量損害之精子或卵子，如成孕則可能造成流產、死胎、畸形或智能遲鈍等現象。胎兒於細胞分裂生殖期中最易受輻射影響，故孕婦懷孕初期宜特別注意。孩童對輻射亦遠較成人為敏感。



輻射劑量的量測

- 造成人體之輻射曝露，其輻射源來自於體外者稱為體外曝露，來自於體內者稱為體內曝露。
- 輻射照射與輻射污染
照射：人曝露於體外輻射場中受到輻射之照射，不會造成輻射之擴散。
污染：人的髮膚附著或體內吸入或攝入放射核種而受到輻射之照射，污染通常會造成輻射之擴散。

體外劑量暴露監測

個人劑量計

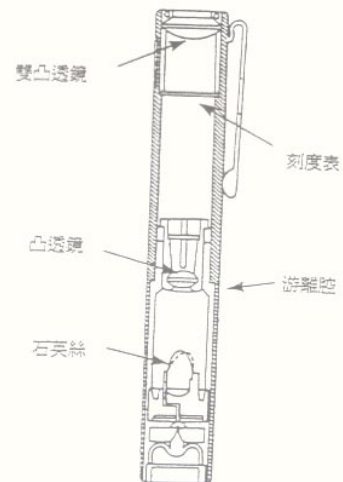


個人警報器

劑量筆

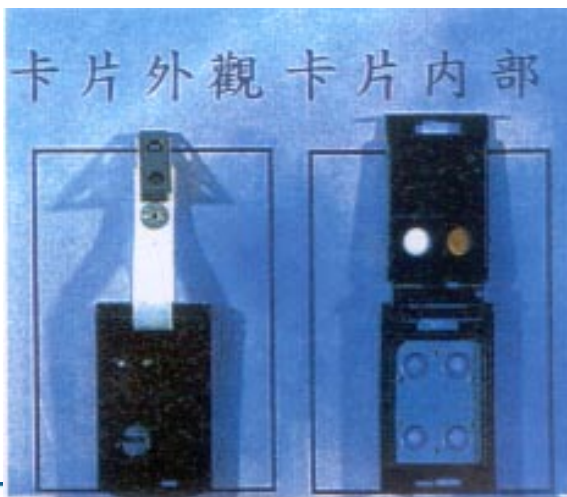


袖珍劑量筆



直讀式劑量筆

人員劑量配章



人員輻射劑量佩章

手提輻射偵檢器



手提輻射偵檢器

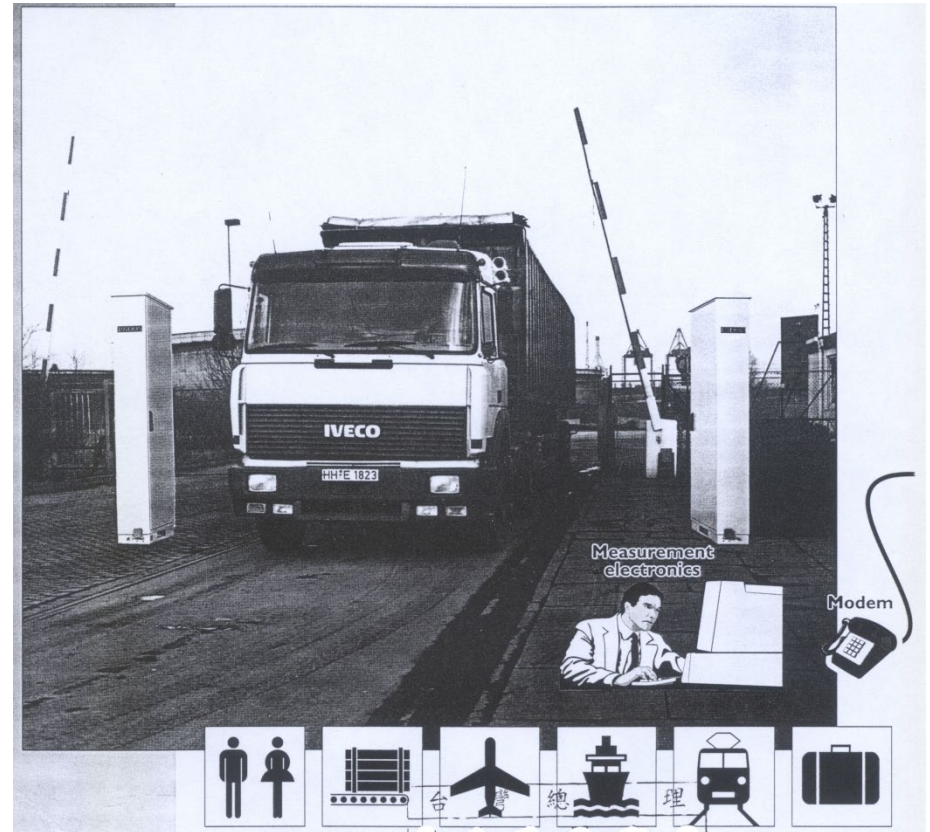
手提污染偵檢器

核能研究所 SM-99 輻射偵測器

進出輻射管制區之門型偵檢器



進出海關碼頭之門型偵檢器





輻射劑量之法規限值

▶ 游離輻射防護法 → 游離輻射防護法施行細則
游離輻射防護安全標準(94.12.30開始施行)

▶ 年劑量限值

目的	組織器官	劑量限度(毫西弗/年)	
		輻射職業人員	一般民眾
抑低機率效應至可接受水平	全身 (有效等效劑量)	50 (連續五年之年平均小於20)	1
防止確定效應發生	眼球水晶體	150	15
	個別組織或器官	500	50



輻射防護的原則

體外輻射防護的原則

- ▶ 時間：縮短於輻射場中的逗留時間
- ▶ 衰減：注意射源原始強度與衰減時間
(瞭解你的射源)

$$C=C_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

- ▶ 距離：伽馬射源強度隨距離平方成反比
- ▶ 屏蔽：使用各種有效的屏蔽材料



游離輻射之管理

▶ 校園裡可能接觸的游離輻射來源

● 操作放射性物質(密封及非密封)

- 實驗用校正射源、
- 儀器內的密封射源
如：層析儀內的Ni-63、
電荷中和器內的Kr-85
液態閃爍計數儀內的
Cs-137...



工業上常用的輻射源

用途	放射核種	半衰期
輻射照射處理 (消毒、滅菌)	⁶⁰ Co	5.3y
	¹³⁷ Cs	30.0y
輻射計測儀(厚度計、液位計、密度計等)	⁶⁰ Co	5.3y
	⁹⁰ Sr	28.1y
	¹³⁷ Cs	30.0y
非破壞檢驗	⁶⁰ Co	5.3y
	¹⁹² Ir	73.8d

註：y 為年，d 為日

實驗室常用的標準射源

Liquid α, β sources Isotopes

● 操作可發生游離輻射設備

- 例如 教學用X光機、X光粉末繞射儀...



▶ 學生能不能進行與游離輻射相關的各項操作？

● 第十四條

從事或參與輻射作業之人員，以年滿十八歲者為限。但基於教學或工作訓練需要，於符合特別限制情形下，得使十六歲以上未滿十八歲者參與輻射作業。

● 第三十一條

操作放射性物質或可發生游離輻射設備之人員，應受主管機關指定之訓練，並領有輻射安全證書或執照。但領有輻射相關執業執照經主管機關認可者或基於教學需要在合格人員指導下從事操作訓練者，不在此限。



▶ 學生在游離輻射實驗室工作，需不需要佩戴人員劑量計？

- 「游離輻射防護法」第十五條，及其「游離輻射防護法施行細則」第六條規定如下：
 - (1) 輻射工作人員一年之曝露可能超過年個人劑量限度十分之三者(通常稱為甲種狀況)，其有效等效劑量 6 毫西弗，眼球水晶體之等效劑量為 50 毫西弗，皮膚及四肢之等效劑量為 150 毫西弗)，雇主或場所主管應對輻射工作人員實施個別劑量監測。——→進入工作場所應佩帶人員劑量計(如：膠片佩章、熱發光劑量計等)
 - (2) 雇主或場所主管評估其工作人員曝露可能低於年個人劑量限度十分之三者(通常稱為乙種狀況)，得以工作環境監測代替個別人員偵測。——→工作場所應配備輻射劑量(率)監測器
- 非輻射工作人員(如：學生、水電工、清潔工等無申請個人劑量計者)必須進入管制區者，須登記後，發給即讀式劑量計(如：筆式劑量計)或手提式輻射偵檢器，於離開管制區時繳回，並登記曝露劑量。



▶ 輻射作業教學或工作訓練之規定

依據游離輻射防護安全標準第十條規定：

- 「十六歲至十八歲接受輻射作業教學或工作訓練者，其個人劑量限度，依下列之規定： —————→ 乙種狀況
- (1) 一年內之有效等價劑量不得超過 6 毫西弗。
 - (2) 眼球水晶體之等價劑量於一年內不得超過 50 毫西弗。
 - (3) 皮膚或四肢之等價劑量於一年內不得超過 150 毫西弗。」

▶ 對於母性保護之特別之規定

依據游離輻射防護安全標準第十一條：

- 「雇主於接獲女性輻射工作人員告知懷孕後，應即檢討其工作條件，以確保妊娠期間胚胎或胎兒所受之曝露符合第十一條一般人之劑量限度。對告知懷孕之女性輻射工作人員，其腹部表面之等效劑量於剩餘妊娠期間不超過 2 毫西弗，且攝入體內放射性核種造成之約定有效劑量不得超過一毫西弗。」



▶ 實驗室操作輻射源或游離輻射發生設備之危害因子

- **直接輻射**
 - 來自於射源或游離輻射發生設備，造成體外曝露
- **表面污染**
 - 來自於射源(通常是非密封射源)，造成體外曝露、食入體內、滲入皮膚、污染空氣
- **場所內空氣污染**
 - 來自於射源(通常是非密封射源)的自然揮發、隨空氣流揚起
- **場所外環境污染**
 - 運送、被盜丟失，引起更多輻射擴散問題



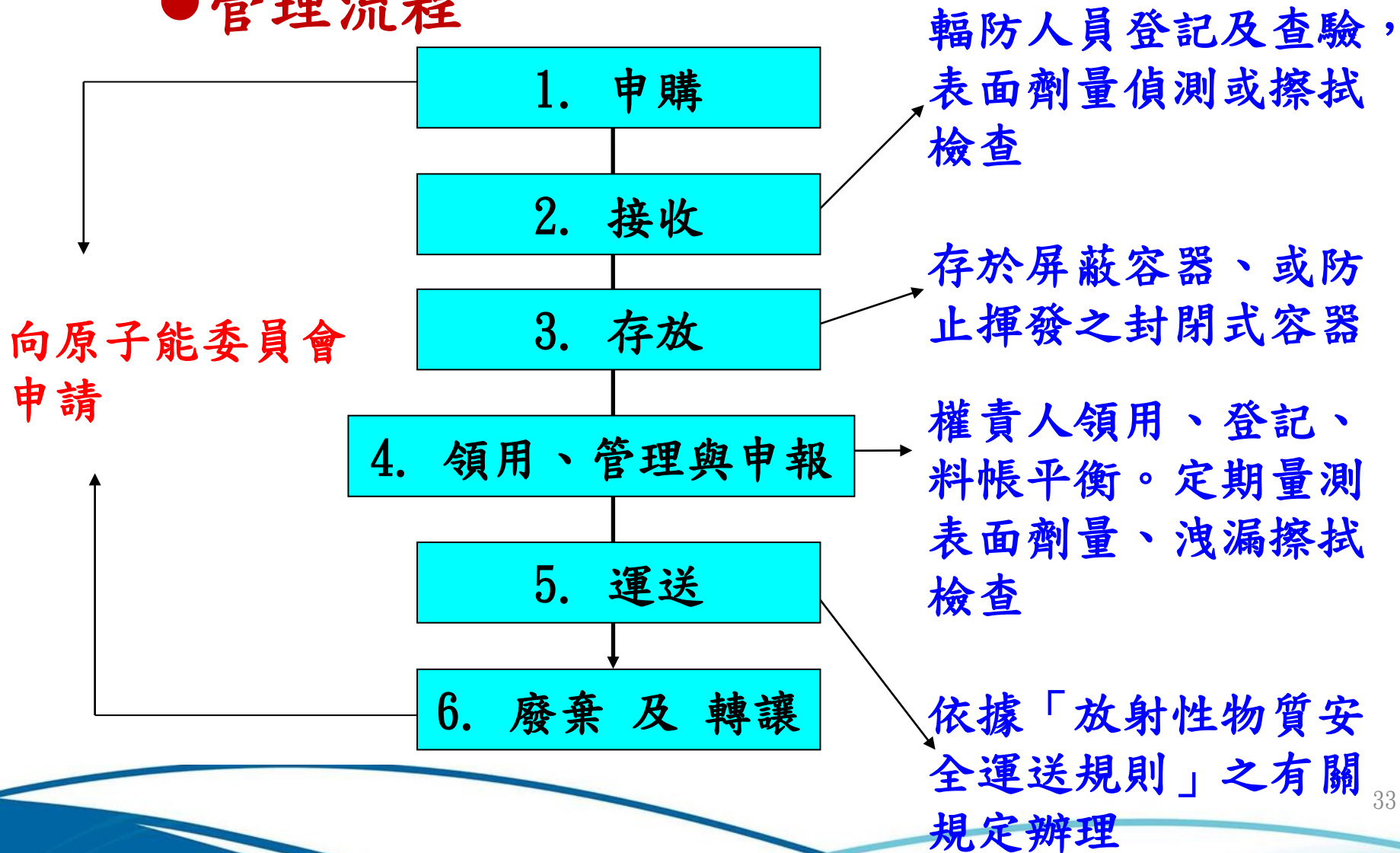
▶ 校園內的游離輻射管理要項

- 輻防計畫/ 輻射防護組織/ 輻射防護人員
 - 報原子能委員會核備
- 輻射工作人員定期訓練及體檢
- 劃分管制區(一般以校內操作放射性物質之實驗室及可發生游離設備之場所為管制區)
- 合理抑低輻射劑量
- 射源及可發生游離設備之管制與檢查
- 輻射偵檢儀器校正
- 放射性廢料收集
- 緊急通知與事故處理
- 紀錄保存



射源及可發生游離設備之管制與檢查

● 管理流程





● 管理流程要點

- ◆ 新購、停止、或廢棄使用輻射源或可發生游離設備時，應依規定申請。
- ◆ 建立輻射源或可發生游離設備使用程序與料帳平衡清冊，並隨時清點、定期檢查：
 - 使用非密封放射性物質者，應定期偵測其工作場所污染情形。
 - 使用密封放射性物質或可發生游離設備者，可以定期請專業機構進行洩漏檢查。
- ◆ 輻射源容器表面應有明顯耐久之輻射警告標誌，並註記核種名稱、活度、廠牌、型號、製造日期及相關必要之說明。並進行定期或不定期輻射偵檢。



▶ 輻射偵檢儀器校正

- 輻射偵檢儀器應至少每一年送標檢局核可之游離輻射校正實驗室校正一次。
- 當偵測儀器經修理或更換內部零件，須依據該儀器原訂功能進行全程校驗，以確保儀器之功能及準確度。



▶ 放射性廢料收集

- 學校放射性實驗室若有固態放射性廢料產生，應該予以收集於內襯無孔塑膠袋之桶裝容器內，並經輻防人員偵檢後，待其衰變後請專業單位進行處理。
- 非密封射源之實驗活動可能產生液體或氣體之排放，應先收集、偵檢，依據相關排放標準，低於排放濃度，始得排放，並記錄之。每年並就廢水排放取樣，偵測分析其核種，並紀錄備查。
- 某些醫學院可能有動物組織或屍體等放射性污染動物廢棄物，應進行適當包裝、標示、冷凍、及偵檢，待其衰變後請專業單位進行處理。



▶ 緊急通知與事故處理

- 緊急聯絡體系及聯絡方式之公告張貼
- 以下重大事故，應依據校內緊急應變體系，進行通知及防護措施，並通知原子能委員會
 - ◆ 人員接受之劑量超過游離輻射防護安全標準之規定
 - ◆ 液體或氣體排放超過游離輻射防護安全標準之規定
 - ◆ 放射性物質或可發生游離輻射設備遭破壞、遭竊或遺失
- 事故肇因分析及事故處理報告撰寫



▶ 紀錄保存

記錄項目	至少保存年限	備註
工作人員劑量記錄	30年	自停止參與輻射工作之日起，並至該工作人員75歲
工作人員體檢記錄	30年	與人員劑量記錄一併保存
輻射偵檢儀器校正記錄	3年	記錄至儀器報廢為止
輻射工作場所與外圍環境	3年	
放射性物質管理	3年	
教育訓練紀錄	10年	
放射性物質廢棄	3年	
輻射防護會議記錄	3年	備日後工作改進與評估用
意外事故處理報告	20年	備日後檢查與評估用



核廠職員罹癌求償 台電判賠126萬

f 分享

G+ 分享

留言

列印

存新

A-

A+

2015-11-12 17:53 中央社 台北12日電

f 讚 分享 { 0 } G+ { 0 }

曾在核能反應爐廠房工作多年的 姓退休員工控告台電未提供完整防護，導致身體累積大量輻射，退休後罹患喉癌，訴請台電給付補償金，高院今天判台電須賠126萬元。全案可上訴。

男主張，他從民國63年起於台電任職核一廠核能儀器技術員，之後轉到核二廠任電子儀器裝修員，後來赴醫發現因輻射線傷害致「次發性白血球及血小板減少」而調至水力發電廠半年後，再被調到核二廠支援，直到75年才調離核能反應爐廠房工作，並在96年屆齡60歲辦理退休。

男說，他在91年赴三軍總醫院診斷為「再生不良性貧血」，96年赴台大醫院診斷為「中重度低細胞性骨髓併巨核細胞耗盡」等症狀，職業疾病鑑定委員會判定他是職業病。因核一及核二廠以石綿作為管線保溫，建廠致試運期間石綿粉塵飛揚，他長期暴露其中。

台電主張，職病鑑委員的鑑定結果，僅勞保局對勞保給付的認定，非得據以認定 男的病況即職業災害；李男所患疾病與其輻射曝露，也無相當的因果關係。



貳、非游離輻射



非游離輻射的定義

- 多屬能量小於10k電子伏特（keV）的電磁場
 - 10k電子伏特
 - 頻率約為 2.4×10^{15} 赫（Hz）
 - 波長則約為0.124微米（ μm ）
 - 不足以使原子產生離子或自由基
- 紫外線
- 可見光
- 紅外線
- 微波與射頻輻射
- 極低頻電磁場
- 靜電場



非游離輻射之波長與頻率範圍

種類	波長	頻率
部份紫外線	200 – 400 nm	$7.5 \times 10^5 - 1.5 \times 10^6$ GHz
可見光	400 – 700 nm	$4 \times 10^5 - 7.5 \times 10^5$ GHz
紅外線	700 nm – 1 mm	300 GHz – 4×10^5 GHz
微波	1 mm – 1 m	300 MHz – 300 GHz
射頻輻射	1 m – 100 km	3 kHz – 300 MHz
極低頻電磁場	1,000 – 10,000 km	30 – 300 Hz

nm = 10^{-9} 公尺；mm = 10^{-3} 公尺；km = 10^3 公尺；kHz = 10^3 赫；MHz = 10^6 赫；GHz = 10^9 赫



決定非游離輻射能量的因素

- 電磁場的能量高低由其頻率所決定
 - $C = \text{quantum speed} = 3 \times 10^8 \text{ m/sec} = \lambda \times f$
 - $E = \text{radiant energy of quantum} = h \times f$

$h = 6.625 \times 10^{-27} \text{ erg-sec}$ (Plank's constant)

$\lambda = \text{波長}$ (公尺, m)

$f = \text{頻率}$ (赫茲, Hz)

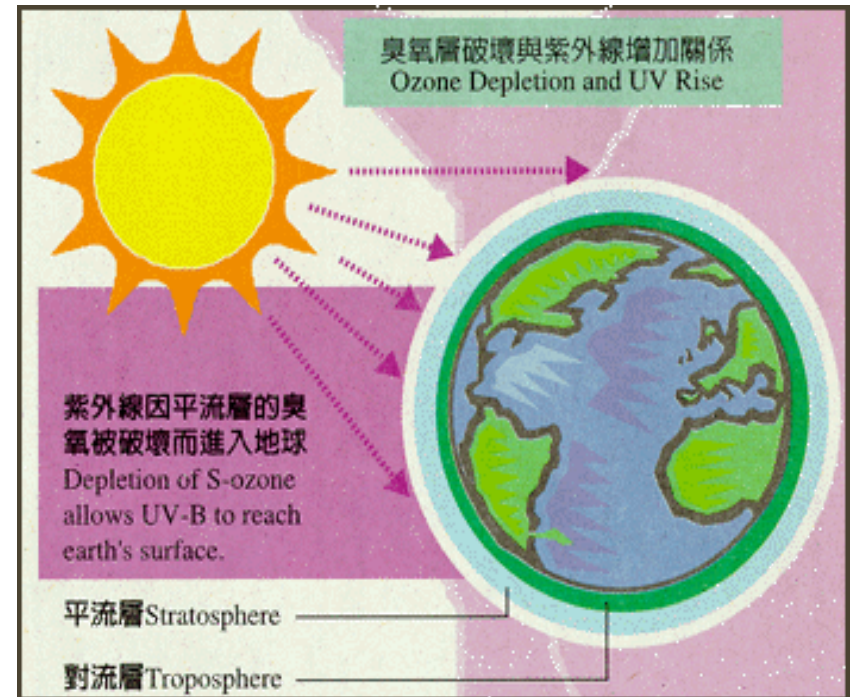
- 頻率愈高，能量愈大
 - 紫外線: 非游離輻射中能量最高
 - 射頻輻射與極低頻電磁場: 能量較低



各種非游離輻射的環境來源

紫外線的環境來源

- 日常生活接觸多屬近紫外線
 - 遠紫外線(即波長295 nm以下的紫外線)多被大氣所吸收而無法到達地面
- 大氣層遭受人類活動破壞
 - 地球上某些地區的遠紫外線強度增加(右圖取自環保署網站資料)





可見光的環境來源

- 多來自太陽光，波長介於400—700 nm
- 不具危害性，但不適當的照明強度或對比則對眼球會造成傷害
- 雷射產品
 - 利用激勵可見光輻射放射而再加以放大光而產生
 - 多使用於精密加工作業，如飛機/汽車製造，精密儀器加工，材料表面硬化/處理等

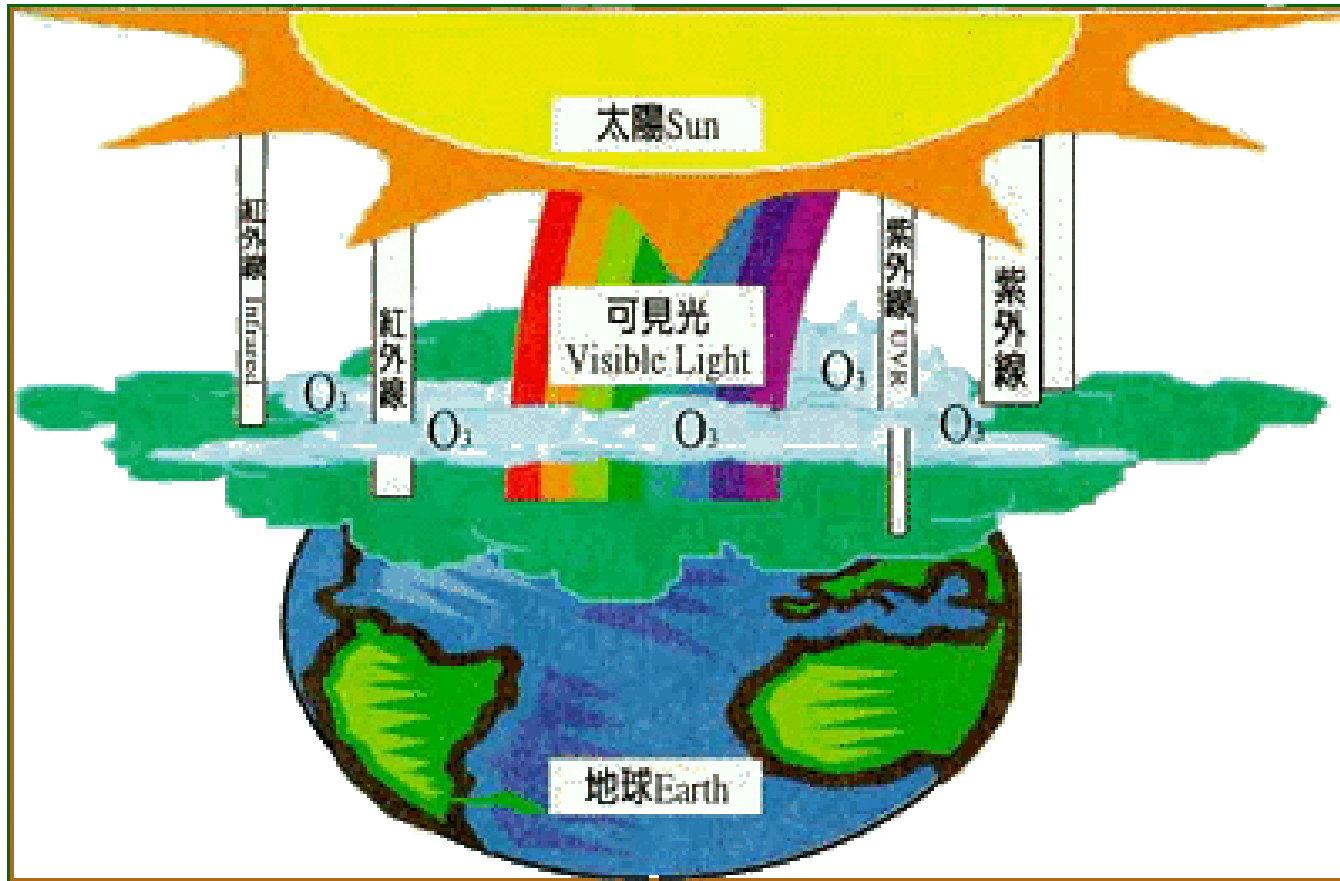


紅外線的環境來源

- 環境來源
 - 太陽光
- 職場來源
 - 以從事紅外線進行烘乾作業及乾燥處理作業的人員暴露於過量紅外線的機曾最高
 - 加熱金屬零件、紡織品、紙張、皮革、肉製品、蔬菜等之脫水作業
- 其他
 - 以氧化鋁、氧化鋯、二氧化鈦、三氧化釷等礦物質製成的精密陶瓷，經通電後亦可激發遠紅外線



環境中的紫外線、可見光、與紅外線 線多來自太陽光



- 資料來源行政院環境保護署
環境監測及資訊處 (<http://www.epa.gov.tw>)



微波與射頻輻射的環境來源

- 微波與射頻輻射
 - 3kHz-300GHz
 - 隨處可遇，大多是人為產生
- 工業－科學－醫療（Industrial- Scientific-Medical，ISM）頻率電磁場
 - 美國聯邦通訊委員會將13.56，27.12，40.68，915，2,450，5,800及22,125 MHz指定提供工業、科學研究、與醫學方面的用途



行動電話基地台與電腦終端機產生的非游離輻射均屬於射頻輻射





極低頻（頻率介於30—300Hz） 電磁場的環境來源

- 來源為現代電力系統（主要為50/60 Hz）
- 室內來源為家電設備以及配電系統（如牆壁內的配電線）
- 戶外來源為住家附近的電力設施，如變電所、高壓輸電線、配電線等
- 高暴露族群
 - 電焊工人、變電所工作者、影片放映技師、影印工作者、裁縫師等職業

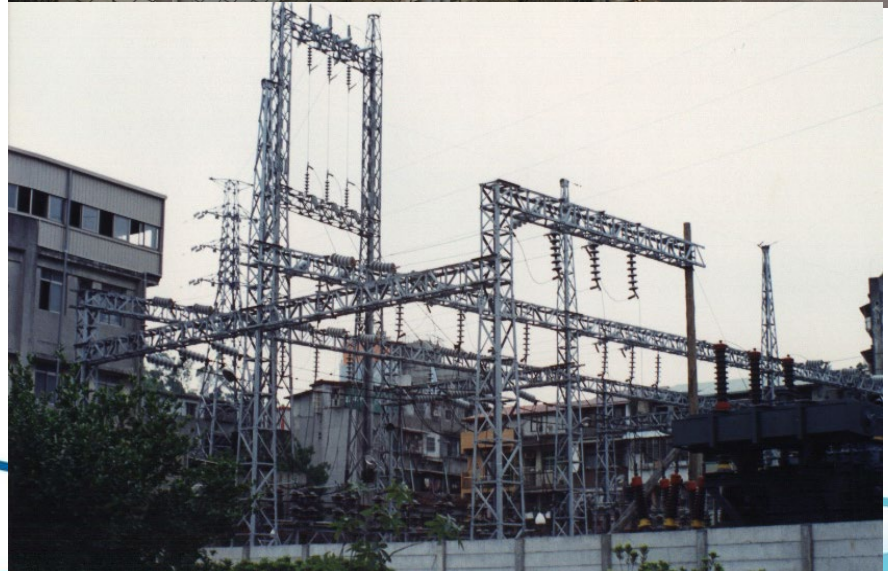


家電或辦公室設備為室內極低頻電磁場的主要來源





變電所與輸配電線為室外極低頻電磁場的主要來源





環境中各種非游離輻射暴露概況



紫外線的暴露概況

- 紫外線指數超過7，即紫外線過量，20分鐘即可曬傷
- 台灣在夏天（5—9月），紫外線指數超過7的日數，北部有四成，中部約六成，南部約八成

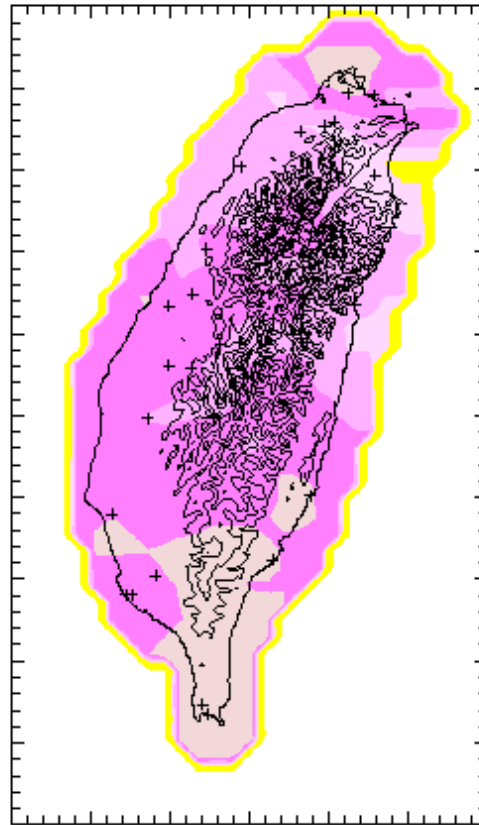


我國行政院環保署所公佈之紫外線指數預測圖

紫外線指數與對應之級量數

微量	低量	中量	過量	危險
				
0-2	3-4	5-6	7-9	10-15

UVI 2004/02/25 forecast



卡到陰？4員警驗屍險瞎 紫外線害的



TVBS - 2012年2月19日 上午11:53

字 +字

相關內容



卡到陰？4員警驗屍險瞎 紫外線害的



警察協助法醫解剖竟然「卡到陰」，真的嗎？這個月6日，宜蘭4名員警處理一起意外死亡案件，陪同法醫驗屍，沒想到回家後，4人陸續出現眼睛紅腫、皮膚脫皮的狀況，但法醫卻沒事，讓他們一度以為卡到陰，而原來是解剖室內「紫外線」殺菌燈，當時沒有關閉，4名員警沒防護措施，才造成眼睛及皮膚灼傷，所幸治療後沒有大礙。

怎麼會這樣，只是去殯儀館協助法醫驗屍，沒想到警員回家後，集體眼睛紅腫畏光，睜都睜不開，一度以為是卡到陰。記者：「第一天眼睛，第二天脫皮？」民族派出所警員徐健民：「對，脫皮，有灼熱感，整個臉部有灼熱感。」



個人通訊射頻輻射的暴露強度

- 頻率介於860—900 MHz以及1800—2200 MHz
- 多屬人為產生
- 行動電話基地台
 - 功率1600 W ERP
 - 架設於距離地面40至83公尺
 - 最大的射頻輻射功率密度
 - 出現在距地面20—80公尺的塔架附近
 - 約為0.002毫瓦特/平方公分 (mW/cm^2)



個人通訊射頻輻射的暴露強度

- 最常發生之射頻輻射功率密度
 - 0.0001至0.005 mW/cm²之間
- 行動電話所產生之功率密度
 - 0.01–0.03 mW/cm²之間
 - 遠低於射頻輻射能產生熱效應的最低強度
(即10 mW/cm²)



英國國家輻射防護局（**NRPB**）公佈 之家電設備極低頻磁場值

家電種類	極低頻磁場分佈範圍 (單位:毫高斯,mG)	
	3公分	100公分
電視	25-500	0.1-1.5
微波爐	750-2,000	2.5-6.0
吹風機	60-20,000	0.1-3.0
電冰箱	5-17	<0.1
電鬍刀	150-15,000	0.1-3.0
洗衣機	8-500	0.1-1.5
吸塵器	2,000-8,000	1.3-20
檯燈	400-4,000	0.2-2.5



非游離輻射的生物效應



非游離輻射的生物效應

- 熱

- 與人體組織接觸時被吸收而產生
- 局部高溫造成身體特定部位的傷害，如皮膚、眼睛
- 生物體暴露於非游離輻射的主要效應



紫外線的生物效應

- 320—400 nm (近紫外線)
 - 對皮膚的穿透力最大，可達真皮層
 - 皮膚曬黑，損傷彈性纖維，皮膚老化，誘發皮膚癌
 - 角膜炎、白內障、以及眼球水晶體之眩光
- 280—315 nm
 - 只達表皮，但會讓皮膚紅腫、脫皮、曬黑，是曬傷的罪魁禍首
 - 角膜炎、結膜炎、白內障
 - 皮膚紅斑、皮膚癌等





可見光的生物效應

- 眩光
 - 使眼睛產生不適感，是可見光最常見的影響
 - 當光線充足時，甚至可能造成眼球的傷害
- 可見光較少會傷害到皮膚



紅外線的生物效應

- 皮膚會產生熱的感覺
- 5000 nm以上完全由皮膚的表層所吸收
- 750—1500 nm造成皮膚的燒傷以及眼球的傷害。
- 多屬於熱的生理危害





微波與射頻輻射的生物效應

- 熱效應
 - 皮膚紅腫、白內障、以及男性不孕等
- 其他效應
 - 癌症與生殖危害等





個人通訊射頻輻射之生物效應

- 環境中由行動電話或基地台所產生之射頻輻射
 - 強度均遠低於射頻輻射能產生熱效應的最低強度（即 10 mW/cm^2 ）。
- 美國國家標準局之最高暴露建議值
 - 約 1.2 mW/cm^2
 - 距天線5公尺內或職業族群(但仍低於 10 mW/cm^2)
 - 日常使用行動電話或居住於基地台附近，並不會有立即的熱生理危害現象
 - 但有可能會干擾心律調節器或其他植入式醫療設備儀器



個人通訊射頻輻射之生物效應（續）

- 流行病學研究至目前為止無一致性的發現，也缺乏合理的致病機轉解釋
 - 未發現行動電話使用者之全死因死亡率與一般民有所差異
 - 零星流行病學研究指出暴露於行動電話電磁場會增加罹患腦瘤的危險性



極低頻電磁場的生物效應



- 現代電力系統與設備所產生
- 高壓電線極低頻電磁場與小兒癌症之死亡有關
 - 1979年Wertheimer 和 Leeper 發表之流行病學研究
- 居家及職業場所暴露於極低頻電磁場與人體健康效應之研究
 - 極低頻電磁場所可能產生的生物效應在過去二十多年間亦為一熱門的科學辯論話題



頻率300 GHz以下非游離輻射的管制 建議值



台灣對於頻率300 GHz以下非游離輻射的管制現況

- 1994年12月環保署公布實施之「環境影響評估法」
 - 「輸電線路工程，其345kV輸電線路鋪設100公里以上者」應實施環境影響評估
- 2001年1月環保署訂定非游離輻射的管制建議值
 - 對於環境中極低頻磁場暴露的建議值為833mG
 - 行動電話基地台GSM 900與GSM 1800電磁場的安全值規範上限分別為每平方公分0.45與0.90毫瓦



目前所訂定之標準屬於安全建議值 旨在防範熱效應或感應電流的危害

- 國際間之電磁場暴露規範屬於安全準則
 - 考量電磁場可能引起足以傷害人體健康之電流強度
 - 此電流強度可能會造成休克與爆炸燃燒
- 目前並未有以衛生為考量所訂定的暴露標準
 - 科學證據尚無法支持建立衛生標準之合理性與正當性



避免過度暴露於非游離輻射的策略： 工程改善策略

- 電磁遮蔽
 - 採用低電阻的導電材料
 - 導體材料對電磁場具有反射與導引作用
 - 金屬材料的電磁屏蔽效果為電磁場的反射損耗、電磁場的吸收損耗與電磁場在遮蔽材料中的損耗三者之總和
 - 銅、鎳具有優異的導電性，其電磁場干擾遮蔽效果極佳



避免過度暴露於非游離輻射的策略： 非工程改善策略

- 距離

- 高壓輸電線

- 345kV高壓輸電線下方所測得的極低頻磁場強度可以達到50—250毫高斯
 - 輸電線兩側一百公尺以外的地區所量測到的極低頻磁場強度只有1—3毫高斯，與一般環境中的背景強度2毫高斯類似

- 吹風機

- 距吹風機10公分處測得高達100毫高斯之極低頻磁場
 - 距吹風機50公分處降至1毫高斯



避免過度暴露於非游離輻射的策略： 非工程改善策略（續）

- 時間：若無法使用距離防護原則，建議避免長時間使用電器設備
 - － 吹風機
 - － 行動電話



WHO建議事項

- 使用電器時，盡量保持距離及使用時間。
- 基地台之輻射為非游離輻射，只要不近距離暴露於基地台前方，則對人體健康傷害非常低。



資料來源

- 編撰者：陸軍專科學校化學工程科
黃俊哲副教授
- 編修者：長榮大學團隊-莊啓佑
- 參考資料：
 - 1.非游離輻射
—教育部安全衛生教育中心通識教材
 - 2.游離輻射
—教育部實驗室安全衛生知能中心