



國防大學輻射防護教育講習

# 漫談民眾的輻射防護

---

財團法人中華民國輻射防護協會

劉代欽

Tel : 03-5722224 ~ 324

e-mail : [rpa@ms9.hinet.net](mailto:rpa@ms9.hinet.net)

http : //www.rpa.org.tw



# 大綱

---

- 從日本電廠核災民眾關心的現象談起
- 放射性核種的發現與特性
- 輻射的劑量與效應關係
- 我國政府的把關與國際做法的比較
- 此次核災所反映出的一些問題



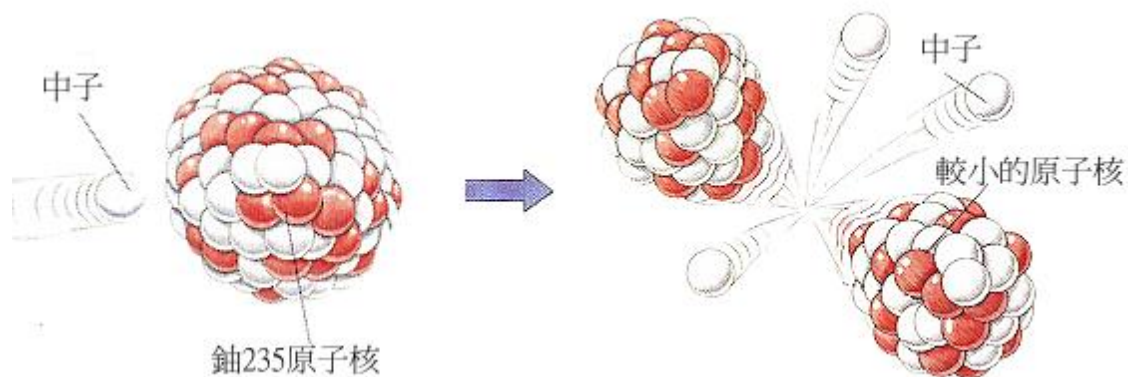
# 這個不一樣的碘哪裡來？

- 生活中的碘
  - 碘-127：自然界中含量豐富且穩定的碘。如海帶、食鹽或碘酒等日常生活中用碘的成分。
- 核電廠意外所釋出的碘
  - 碘-131(主要)：鈾-235燃料與中子作用後分裂產生不穩定的產物。

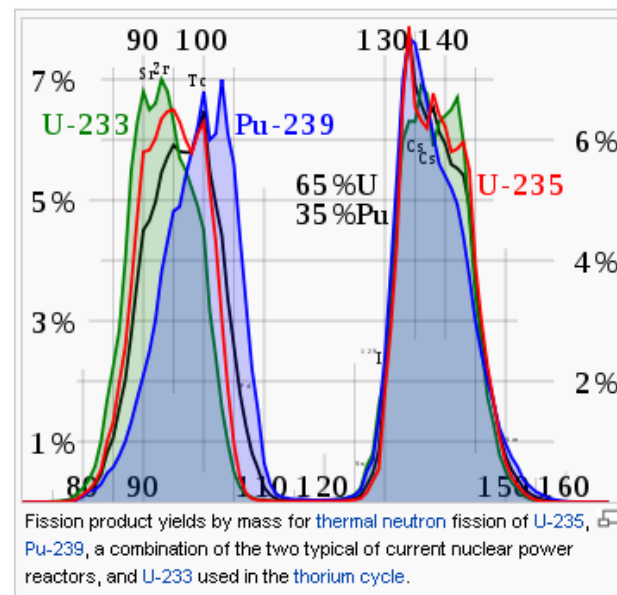




# 鈾燃料分裂產物之一

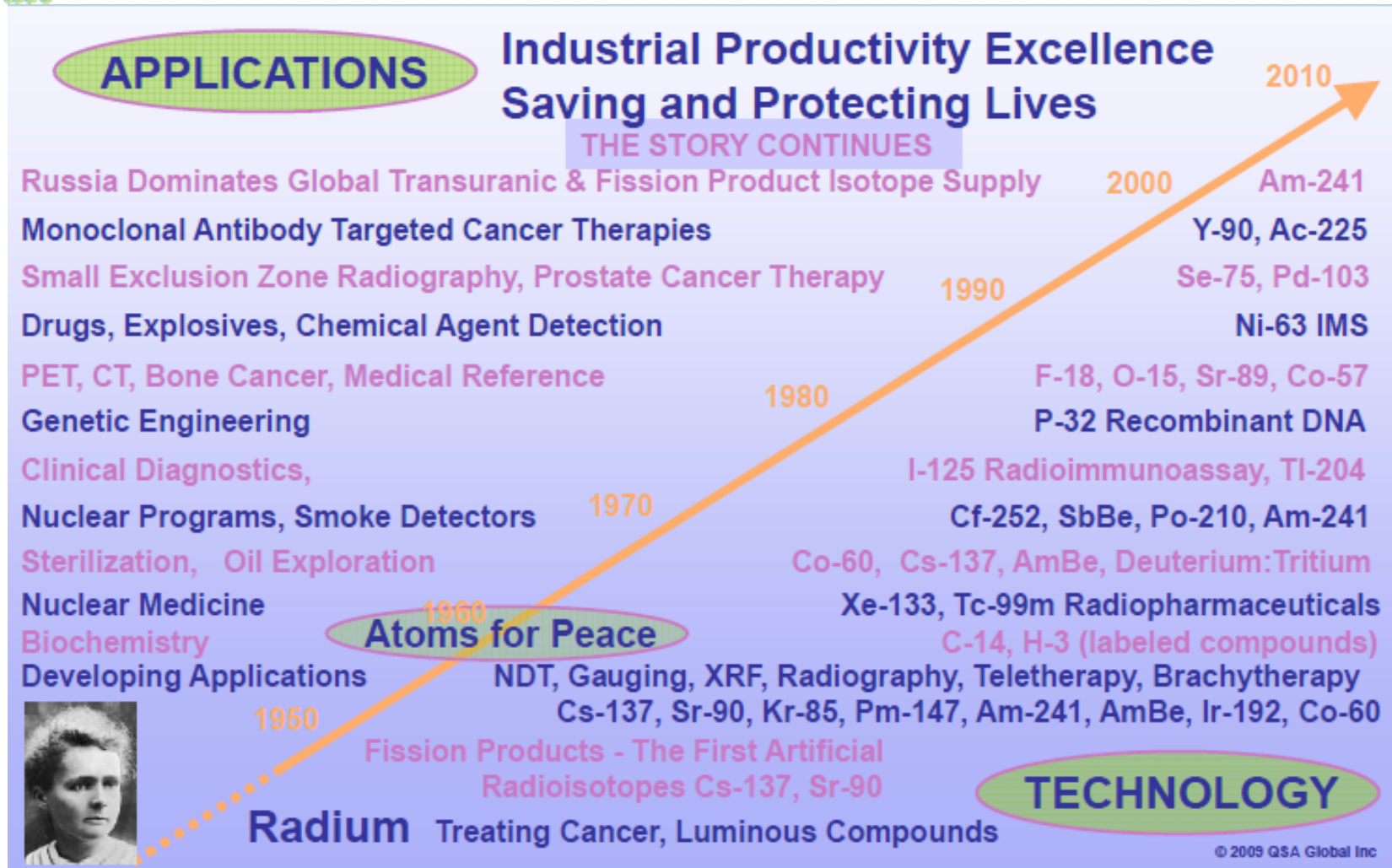


取自 [content.edu.tw](http://content.edu.tw)





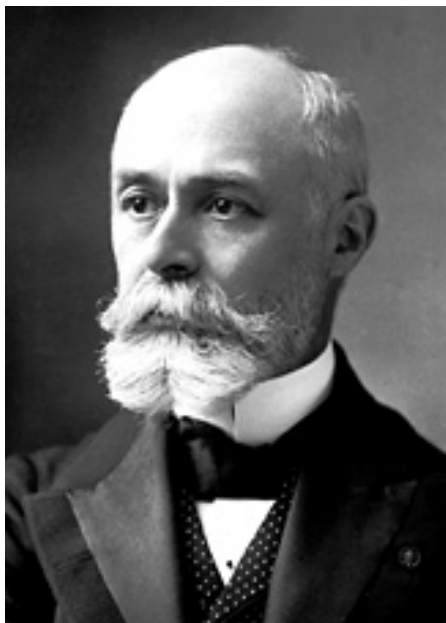
# 放射性核種的使用





# 一百年前的事

- 貝克與居里因為放射性的發現與研究獲得諾貝爾物理獎(1903)。我們用貝克(Bq; s<sup>-1</sup>)與居里(Ci)作為放射性強度的單位。



(貝克，法，1852~1908)

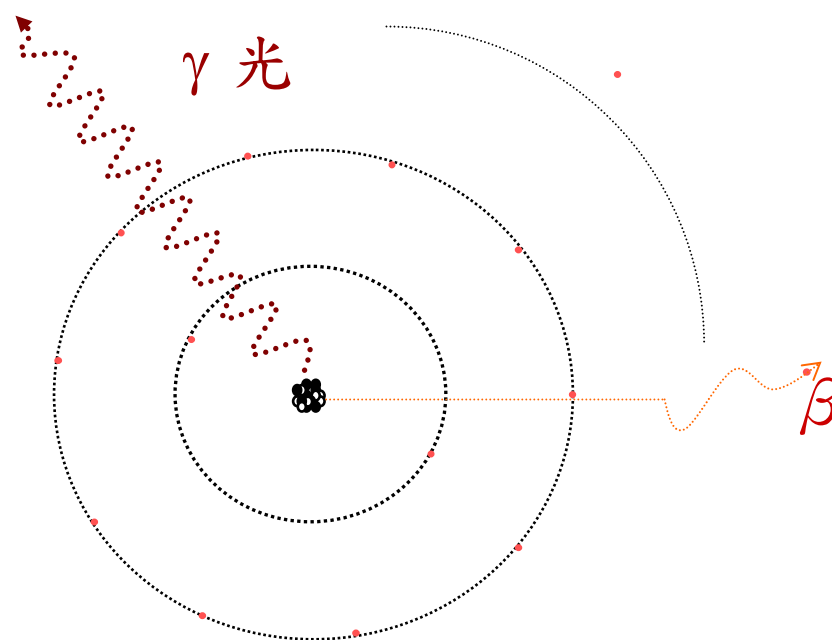
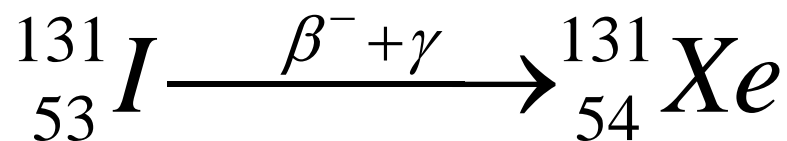


(居里，波蘭，1867~1941)



# 從碘-131認識游離輻射

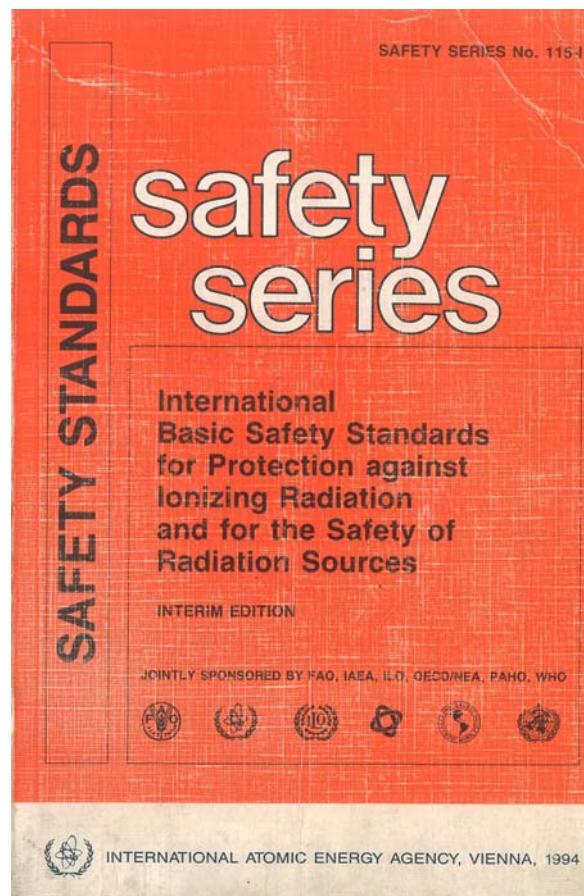
- 核種命名(週期表)。
- $^{131}\text{I}$ 的衰變現象：放出高能輻射成穩定的氙-131。
- 貝克(Bq)=每秒一次。
- 居里(Ci)=1克鐳-226的活度，370億貝克。
- 貝克---物理性。





# 碘-131的管制

- 我國碘-131管制：食品：每公斤300 Bq；乳製品與嬰幼兒食品：每公斤55 Bq。
- 1公斤海帶約含有碘2克。  
如果2克都是碘-131的話(實際上沒有)，活度為 $9.2 \times 10^{15}$  Bq。
- 污染(感染X)：每公斤含碘-131有9 Bq的象鼻蚌（合格，下場卻是銷毀）。

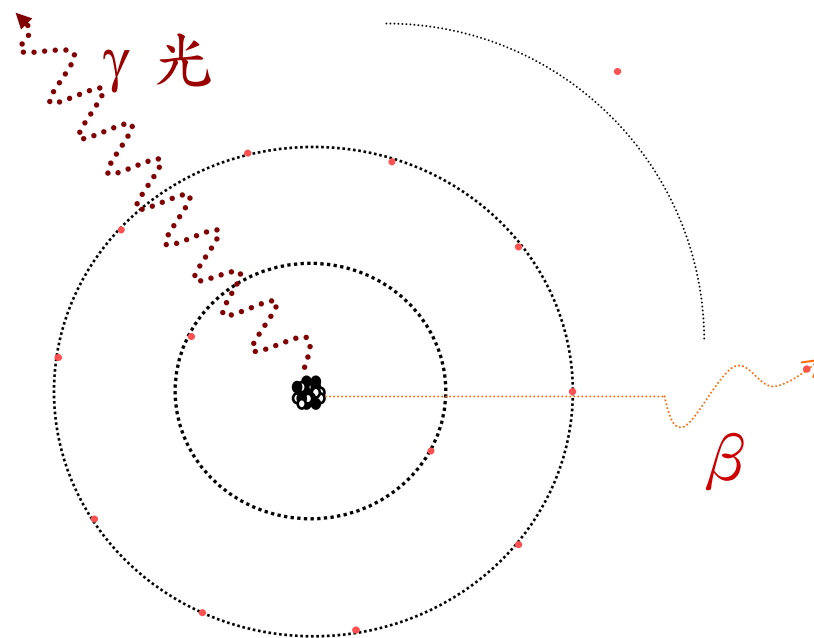
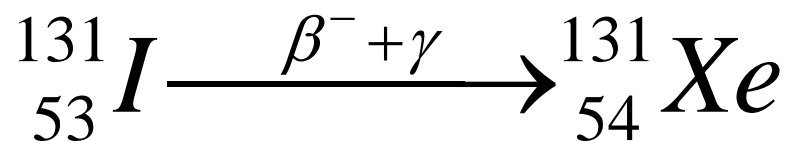


131 | 國際行動基準:乳品與嬰幼兒食品  
每公斤100貝克。(FAO、IAEA、WHO...)



## 重要的特性...半衰期

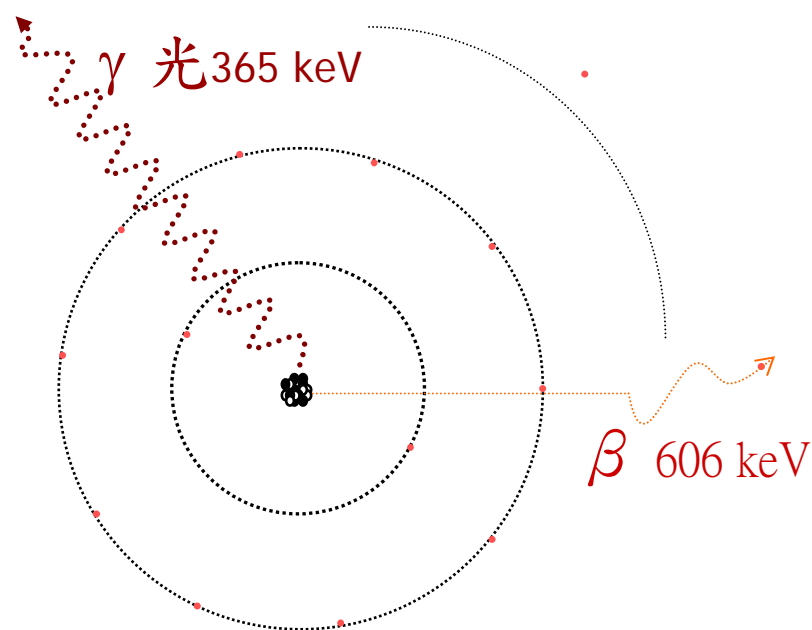
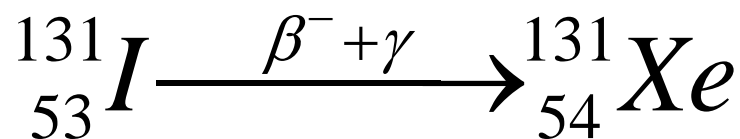
- 2克的碘-131有原子 $9 \times 10^{21}$ 個，活度為 $9.2 \times 10^{15}$  (Bq)。
- 直覺推：應該12天左右結束輻射釋放。請注意並不是，而是機率性的能量釋放。
- 半衰期( $T_{1/2}$ ) 8天！
- 碘的家族(同位素)：碘-115~碘-141共27個，只有碘-127是穩定的。半衰期從數秒到千萬年。





# 碘-131的輻射能量

- $\gamma$ 射線：365 keV (82%)。
- $\beta$ 射線：606 keV(90%)。
- 2克的碘-131完全衰變所釋放出的能量，可煮沸5公噸常溫的水...令科學家驚訝！
- 能控制放射性的能量釋放嗎？很想！
- 能量釋放的key 原來是---

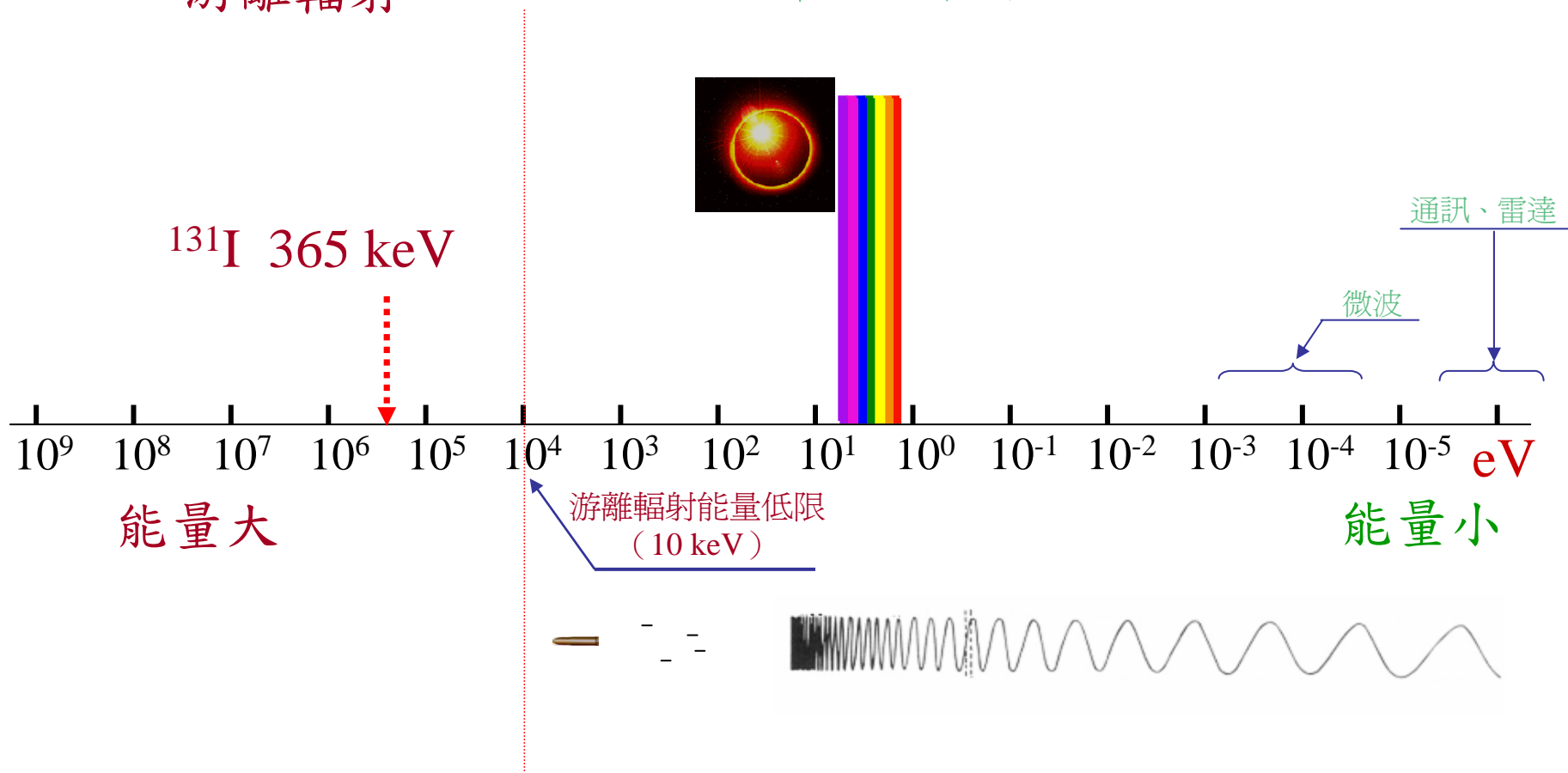




# 輻射 = 能量傳遞

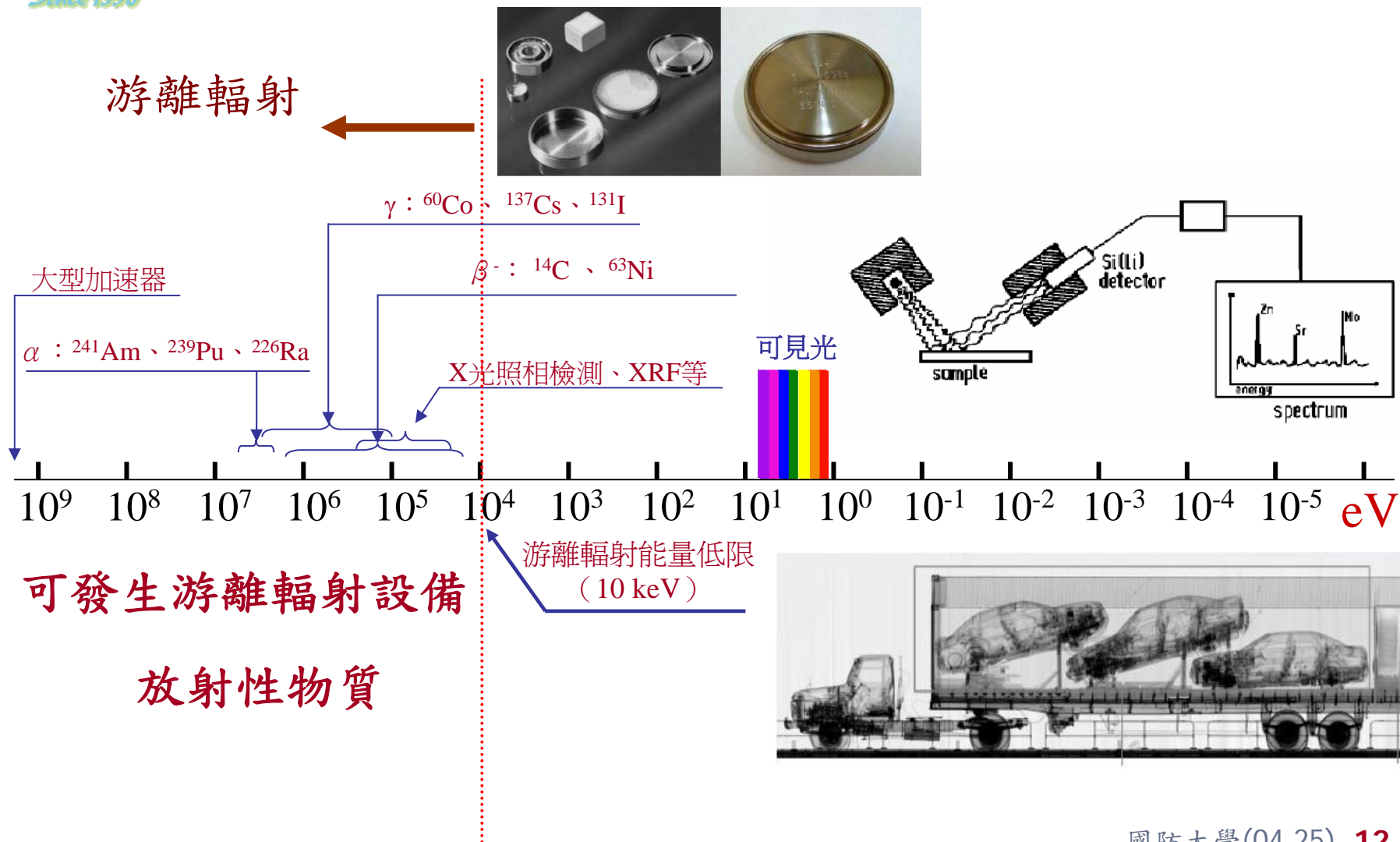
游離輻射

非游離輻射



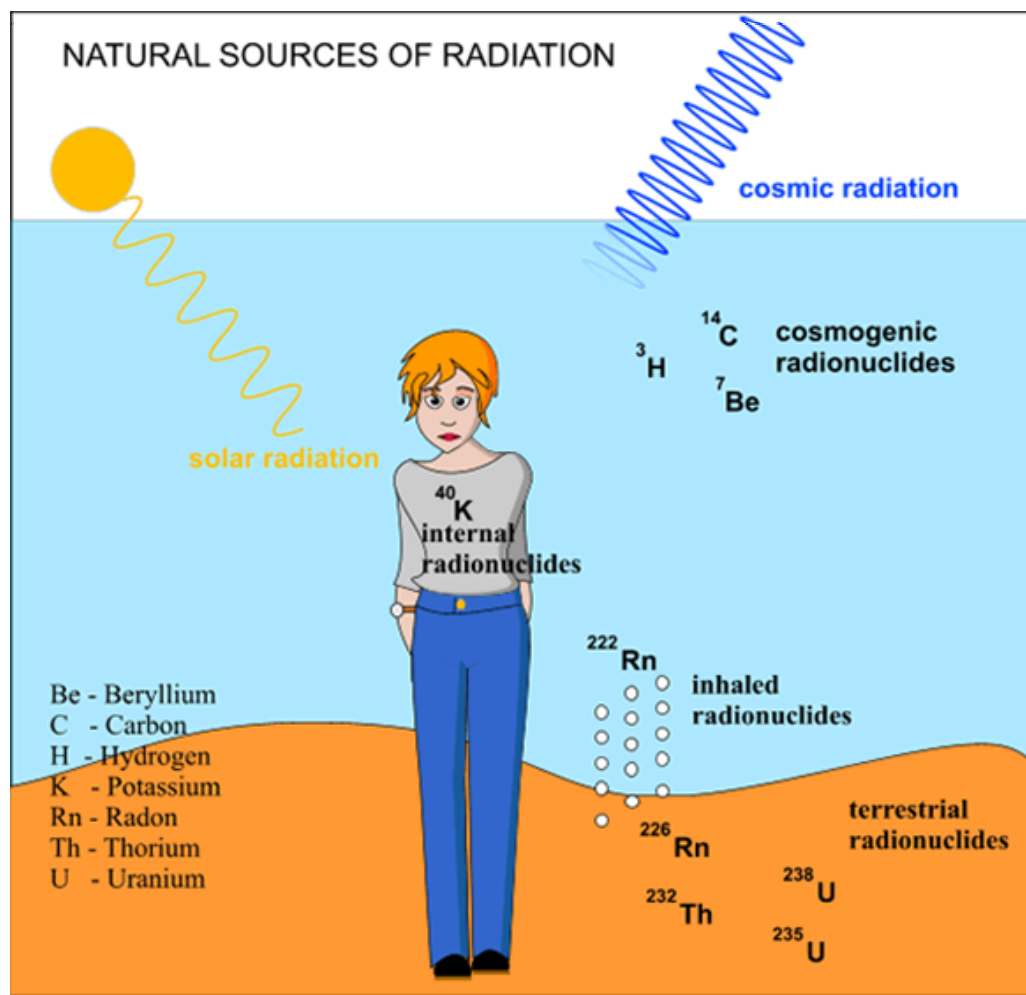


# 人造游離輻射源



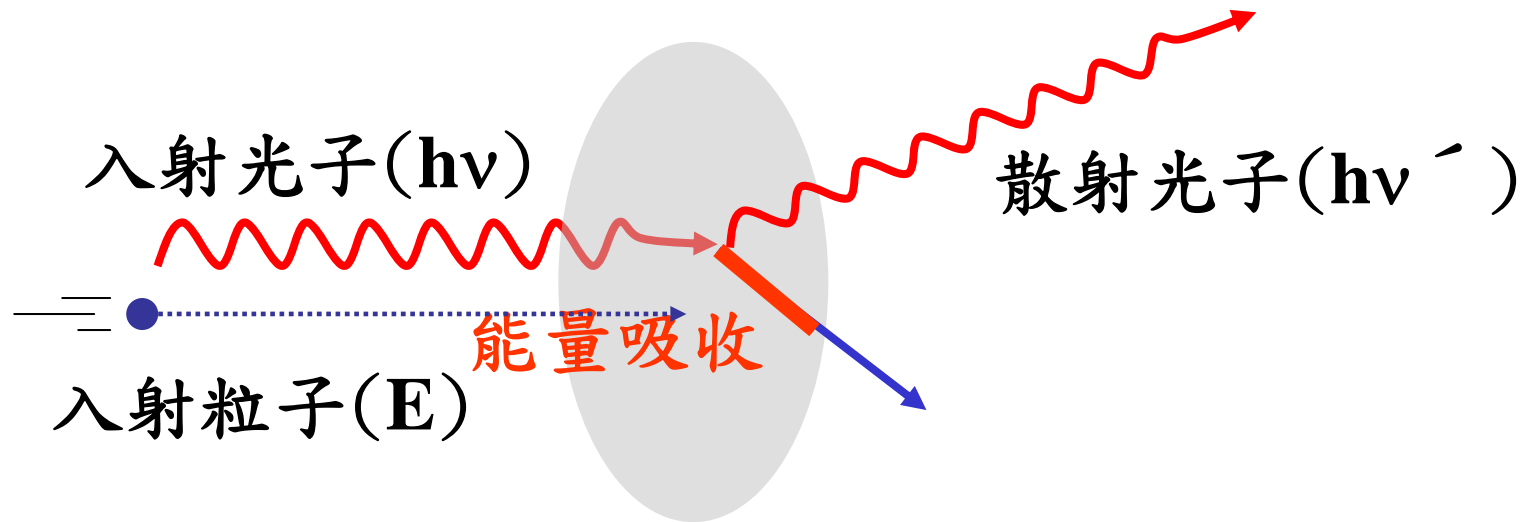


# 身在輻中...天然(背景)輻射源





## 將輻射影響量化...劑量與劑量率



- 劑量：單位質量吸收輻射的能量； $J \cdot kg^{-1}$ 。



# 輻射劑量的意義 ICRP-60

輻射種類	輻射加權因數 $\omega_R$
所有能量之光子	1
所有能量之電子	1
中子(E)	5~20
$\alpha$ 粒子	20

組織器官	加權因數 $\omega_T$
性腺	0.2
紅骨髓、結腸、肺、胃	0.12
膀胱、乳腺、肝、甲狀腺、 其餘組織	0.05
皮膚、骨表面	0.01

$D_T$  : 器官劑量 (Gy ; J·kg<sup>-1</sup>)

$\times \omega_R$

$H_{T,R}$  : 等價劑量 (Sv ; J·kg<sup>-1</sup>)

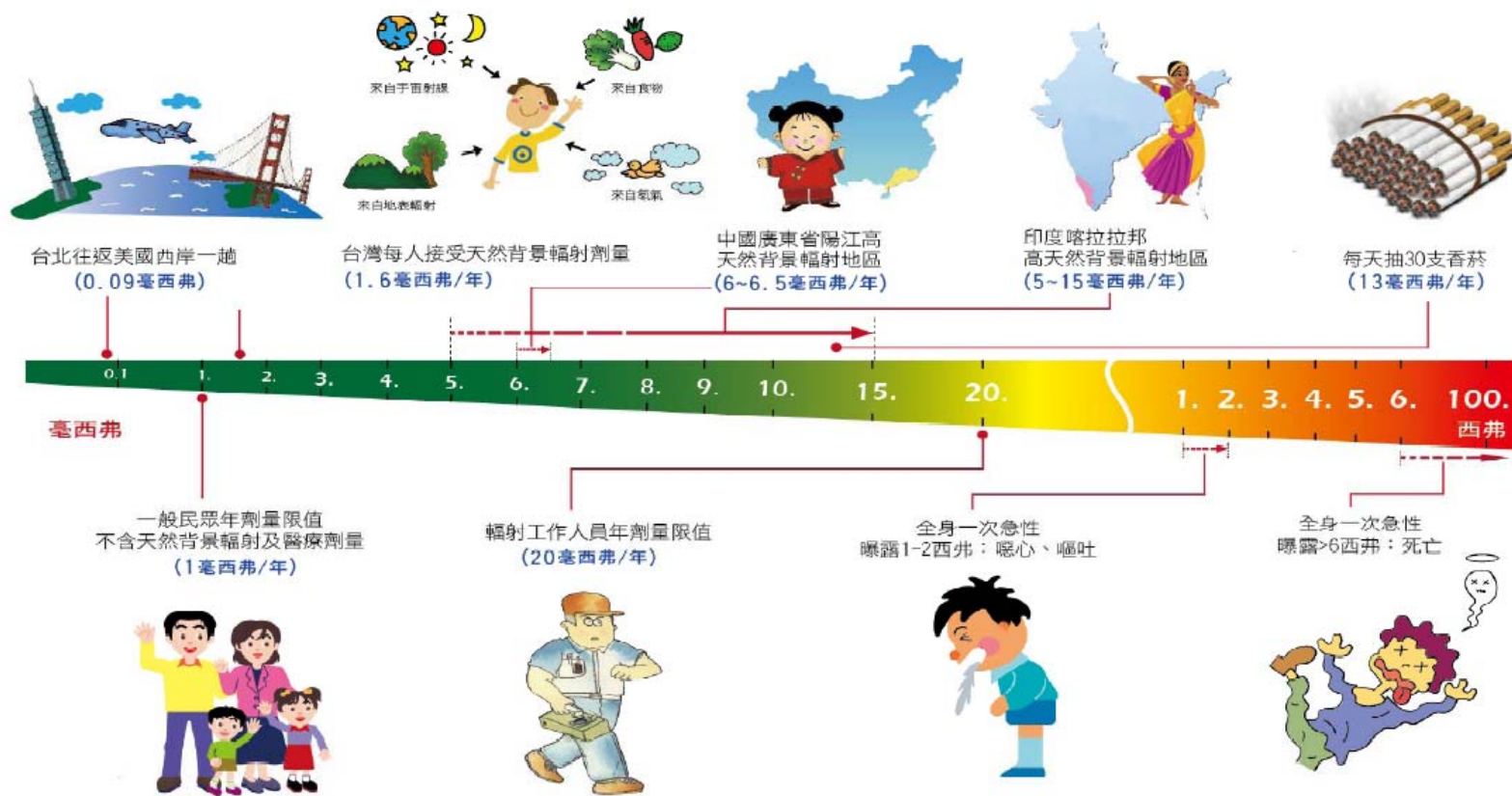
$\times \omega_T$

$E$  : 有效劑量 (Sv ; J·kg<sup>-1</sup>)



# 輻射劑量對照

## 一般游離輻射劑量比較圖



中華民國原子能委員會 製作

註：1 西弗 = 1000毫西弗



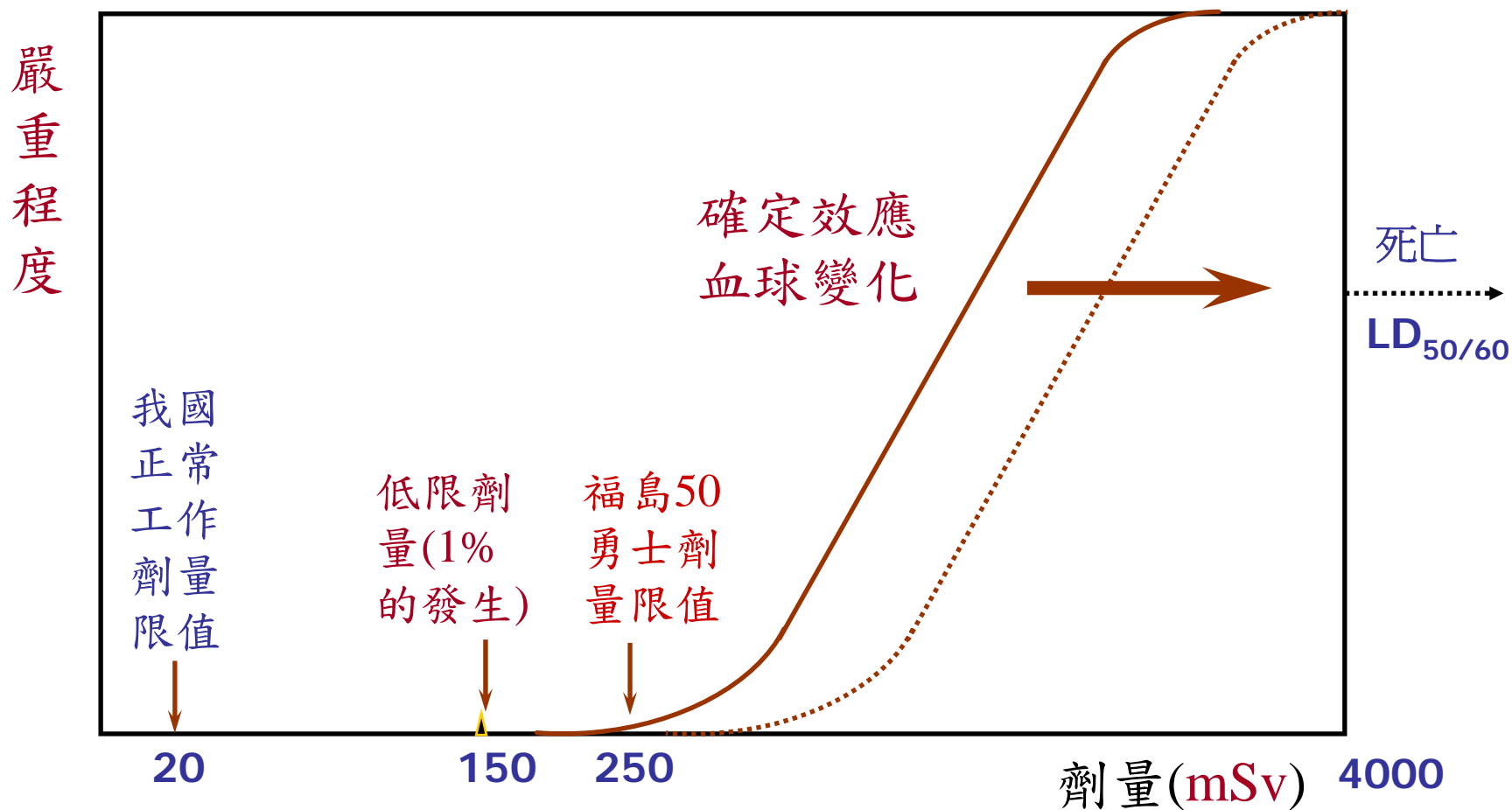
# 游離輻射**傷害**的研究

- 動物實驗
- 流行病學
  - 原子彈生還者(1945)。
  - 車諾比事件(1986)。
  - 醫療照射者。
  - 高輻射背景地區居民。
  - 職業照射者。





# 急性高劑量與傷害關係





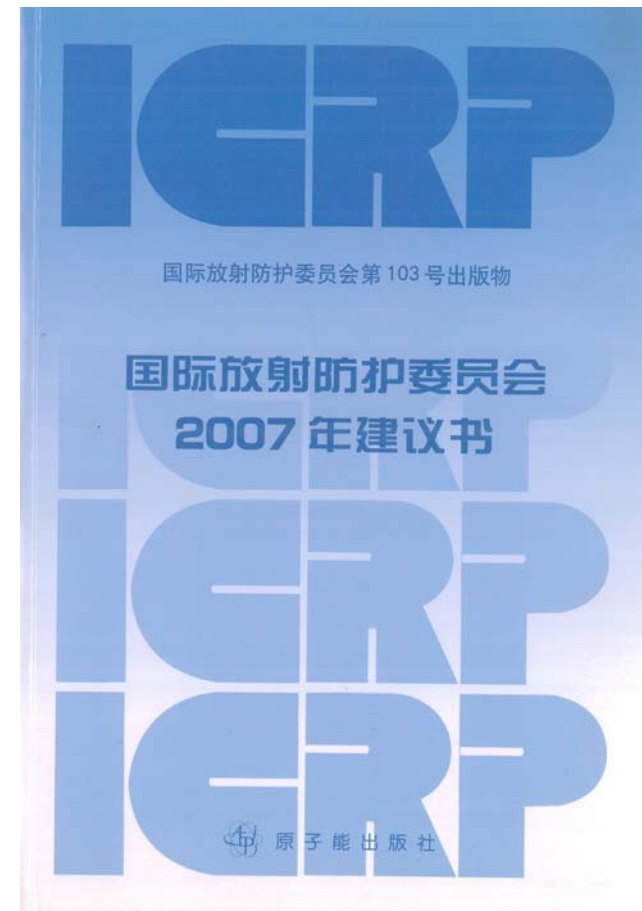
# 其他急性高劑量傷害

組織與效應		等價劑量低限值(mSv)		
		單次曝露	延長曝露	每年曝露
睪丸	暫時不孕	150	---	400
	永久不孕	3500	---	2000
卵巢	不孕	2500	6000	150
眼球 水晶體	視力受損	500	5000	100
	白內障	5000	8000	150
骨髓	造血抑制	500	---	400



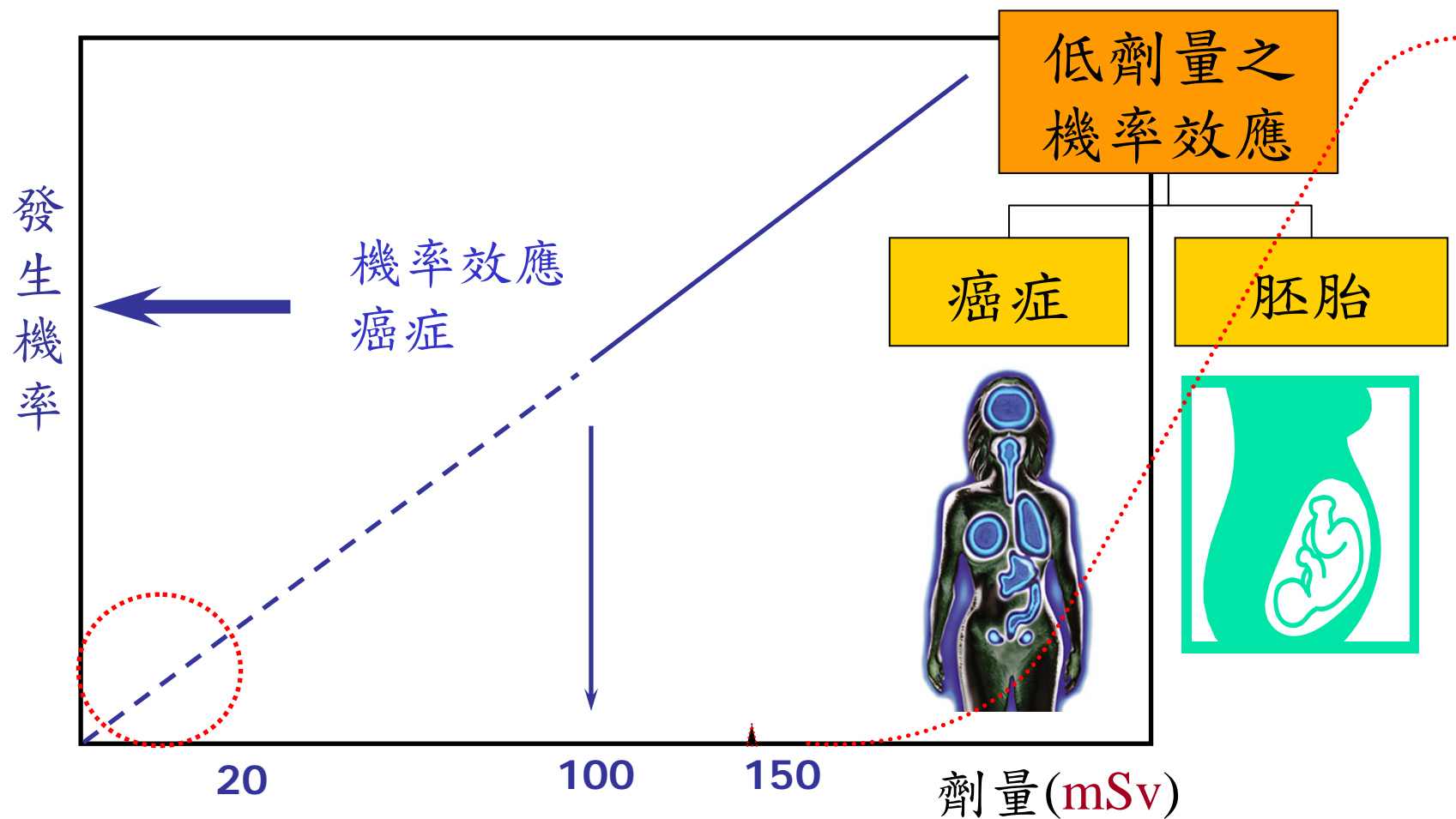
# ICRP & BEIR的低劑量

- 劑量小於 100 mSv 之單次輻射曝露。
  - 胸部x光照相的1000倍。
- 劑量率小於 0.1 mSv / 天之長期(數月至數年以上)游離輻射。
  - 約為天然背景的30-40倍。



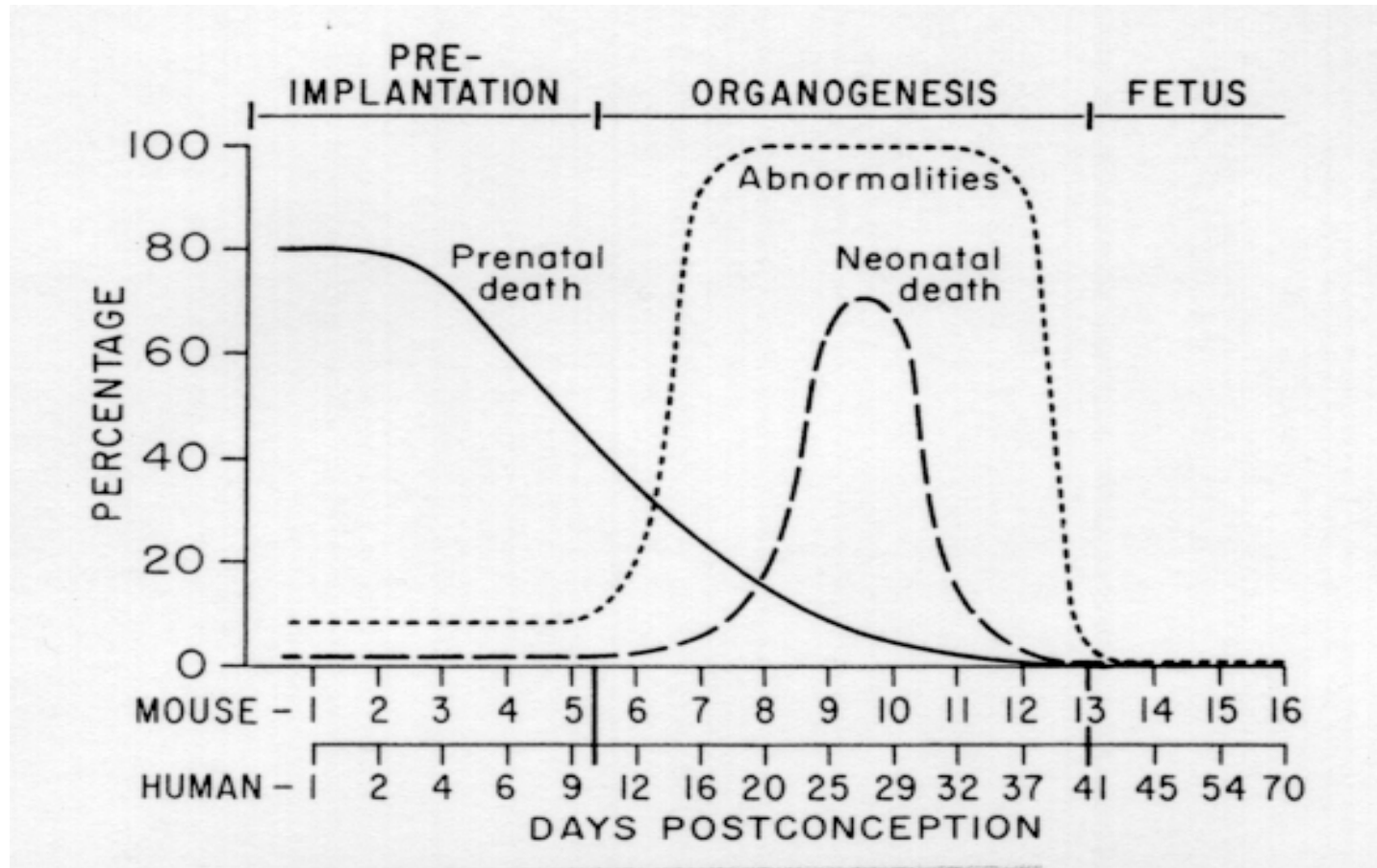


# 低劑量的游離輻射效應





# 對胚胎或胎兒的影響





# 誘發癌症

- 白血病
  - 高劑量白血病的發生率為非照射族群的100倍...廣島。
- 骨癌
  - 鐳鹽的工作者。
- 肺癌
  - 抽煙的正相關。
- 乳癌
  - 女性，女性赫爾蒙。
- 甲狀腺癌
  - 兒童。



# 輻射對癌與遺傳的效應

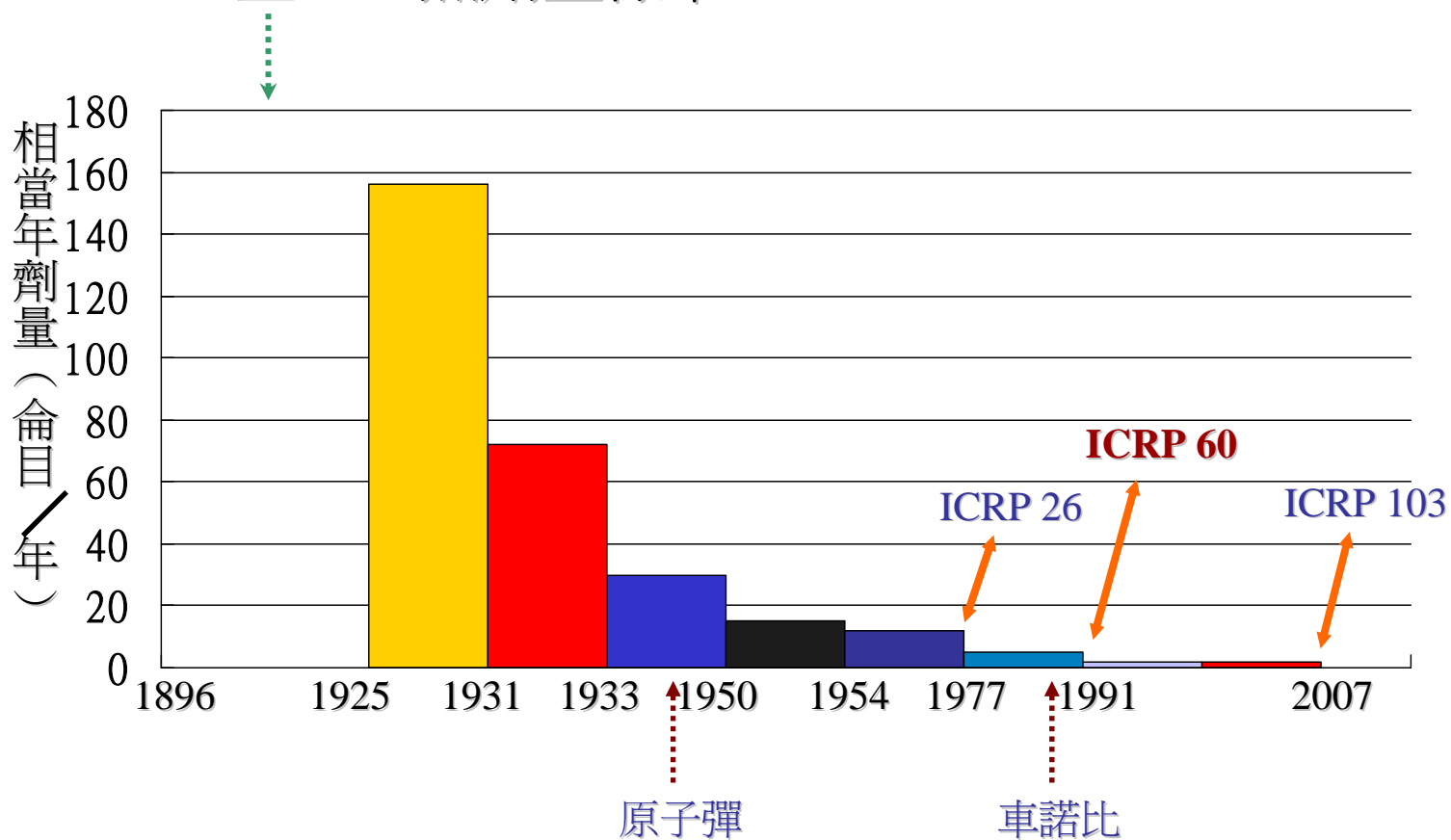
曝 露 人 口	癌		遺傳效應		合計	
	ICRP-60	ICRP-103	ICRP-60	ICRP-103	ICRP-60	ICRP-103
全 體	6.0	5.5	1.3	0.2	7.3	5.7
成年人	4.8	4.1	0.8	0.1	5.6	4.2

- 單位為 ( $10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ )



# 知識累積...應該有劑量管制值

1896至1925無劑量標準





# 我國政府的把關

- 行政院原子能委員會 [www.aec.gov.tw](http://www.aec.gov.tw)
- 一般人年劑量小於1毫西弗(mSv)。輻射防護安全標準
- 貨品表面低於 $0.2 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ；0321暫行規範
- 食品：每公斤銫-134與銫-137總和小於370貝克。乳製品與嬰兒食品每公斤碘-131小於55貝克。 $(7.2\times 10^{-8} (2.2\times 10^{-8})\mu\text{Sv}\cdot\text{Bq}^{-1}$ ；55 Bq會導致 $4 \mu\text{Sv}$ )。商品輻射限量標準
- 國際行動基準(食品)：每公斤中銫-134與銫-137總和小於1000貝克。每公斤中銻-238，銻-239總和小於10貝克。乳製品與嬰兒食品每公斤碘-131小於100貝克，銻-238，銻-239總和小於1貝克。
- 我國嚴格多了！



# 小問題：民眾很關心但不正確

- 量什麼？
  - 用蓋格偵檢器，量 $\gamma$ 射線。
  - cpm：判斷有無污染。
  - 劑量率：劑量與有無污染。
- 怎麼量？無污染時，背景值。
  - cpm：看場所，看偵檢器。
  - 劑量率：看場所，約為 $0.1\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 。
- 貨品表面用， $0.2\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ，ok！  
食品偵測用 $0.2\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ，不正確！





# 小問題：民眾一定要了解

## ■ 碘的效用

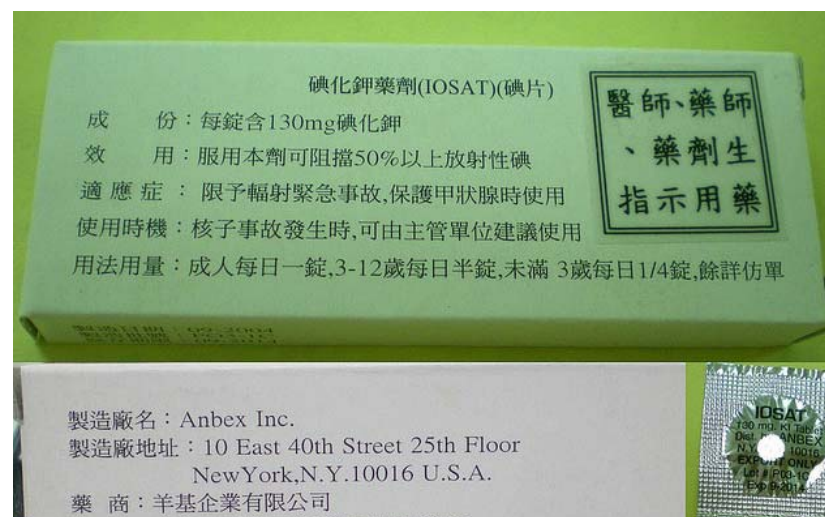
- “阻斷”放射性碘被甲狀腺的吸收有效。對甲狀腺外的器官，沒有輻射防護的幫助。

## ■ 碘片使用時機

- 若能在放射性碘進入人體被甲狀腺吸收前，先提供碘化鉀先讓甲狀腺吸收足夠的碘，以“阻斷”放射性碘被甲狀腺所吸收。進入人體的放射性碘就容易隨著代謝作用(如尿液)排出體外。

## ■ 碘片會有副作用嗎？

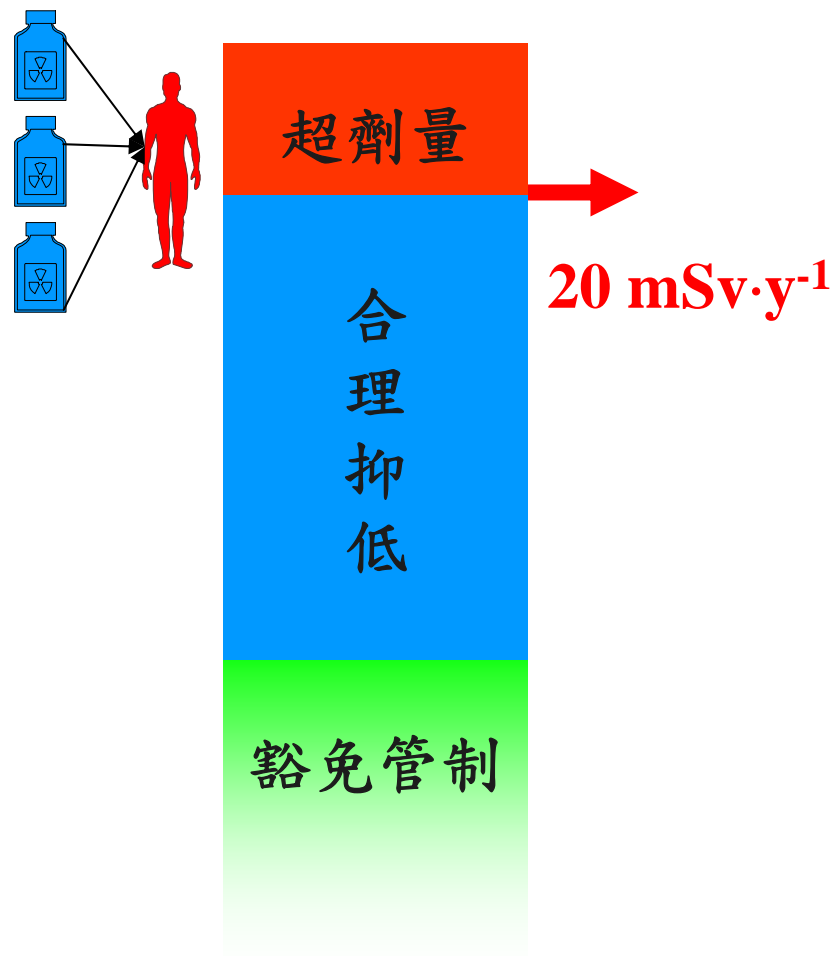
- 過量服用會有！雖然僅有少數人對於碘有輕微的副作用，但是對碘過敏者、腎臟疾病的患者以及對高血壓患者有不利的影響。





# 觀念問題：怎樣才是安全

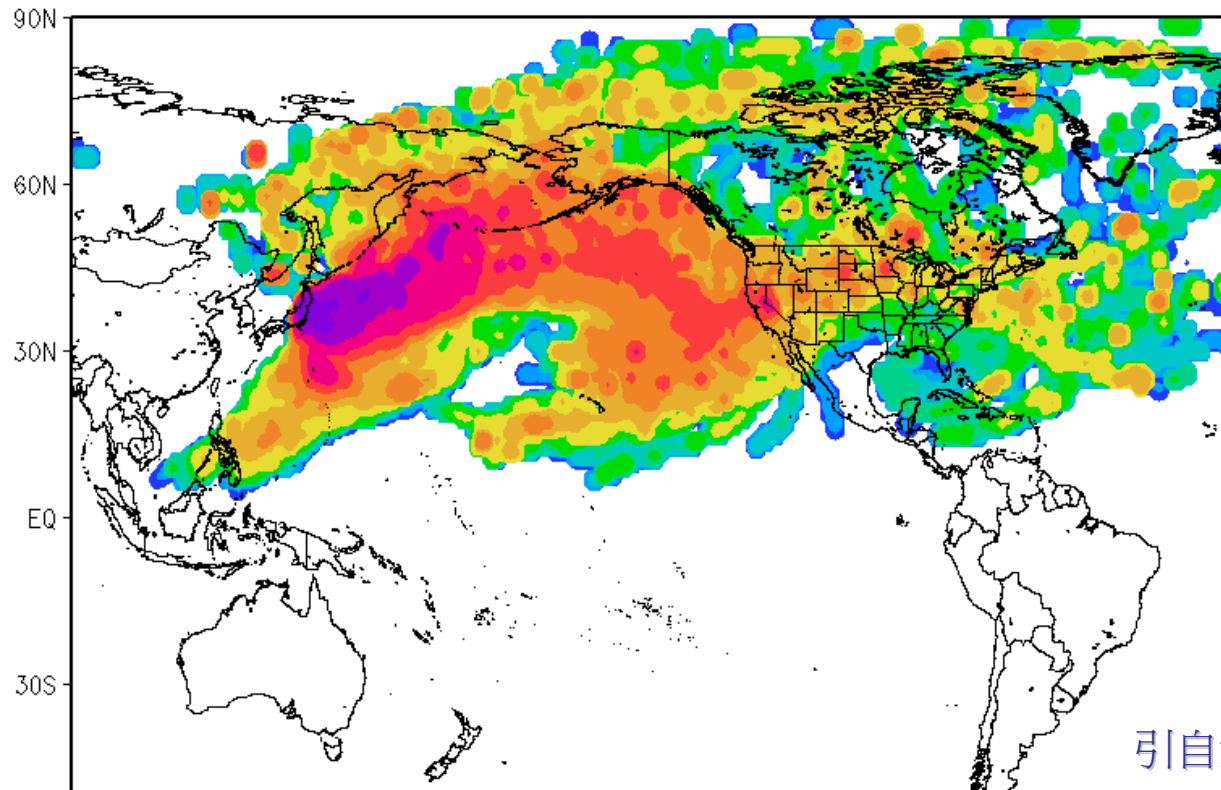
- 一般人安全的年劑量為小於1毫西弗(mSv)？
  - 游離輻射防護安全標準第12條：一般人年劑量限度為1毫西弗。
- $0.2 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 是安全劑量率？
  - 貨品表面的輻射劑量率小於 $0.2 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 准予放行，超過則退運或除污。
- 再次提醒，每天抽一包煙，一年約會導致10 mSv的劑量。





## 嚴重的問題：不信專業信...

- 日本核災的放射性物質越南與菲律賓都量到了，台灣卻沒量到？---政府騙人！真相是...  
12Z27MAR2011



引自氣象達人



## 嚴重的問題：不信專業信...

- 美國都量到可怕的鈾元素了，政府單位說不會到台灣？---再一次騙人！真相是...
- 鈾-239的 $T_{1/2}$ ：24100年。
- 美國在1944~1988年間大量核武試爆的結果。





## 也是問題：簡化但印象深刻

### Chernobyl, Ukraine (1986)

- 56人死亡，數千人會提高致癌的風險。
- 380 MCi 外釋，(49 MCi I-131 and 2.3 MCi Cs-137); 活度為廣島原子彈所釋出放射量的400倍。
- 336,000 人被迫遷移；260 萬平方公里的耕種土地污染(70個台灣的面積)。





# New York Times 2011.03.21

- Chernobyl Study Says Health Risks Linger
  - National Cancer Institute , NCI
  - 調查追蹤人數：12,500位18歲以下(1986年時)，事故現場90英里範圍內。
  - 碘-131高劑量致甲狀腺癌---肯定(人數65位)。
  - 影響的時間比原子彈的研究結論預測更長久(可能達40年)。
  - 低劑量區域的食物與飲水污染的影響仍持續追蹤。



# 堅持錯誤二十多年

- **錯誤訊息**的堅持（秘雕魚）
  - 並非輻射造成，而是水溫的急遽變化！（核電廠的冷卻水影響）





# 我的期待

- 輻射防護不僅是科學事物，更是哲學、道德與智慧的課題（ Lauriston Sale Taylor, 1902~2004 ）。
- 尊重不同理念，但請回歸專業。
- 微觀知識、宏觀架構、獨立思考---來面對問題。

