

# 輻射安全防護

鄭永富  
行政院原子能委員會

# 目錄

- ❖ 一. 前言
- ❖ 二. 游離輻射的基本觀念
- ❖ 三. 輻射度量及儀器介紹
- ❖ 四. 輻射偵測實務
- ❖ 五. 輻射意外現場處置

# 一、前言

了解以下基本觀念

- ◆ 游離輻射
- ◆ 偵檢儀器，以及
- ◆ 輻射安全措施

充分掌握以上知識即可安全執行輻射偵測工作。

# 如何檢測游離輻射

- ❖ 游離輻射有足够的能量可將電子從原子中撞擊出來
- ❖ 人的感官無法檢測出游離輻射
- ❖ 需要使用測量儀器進行檢測



聞不到

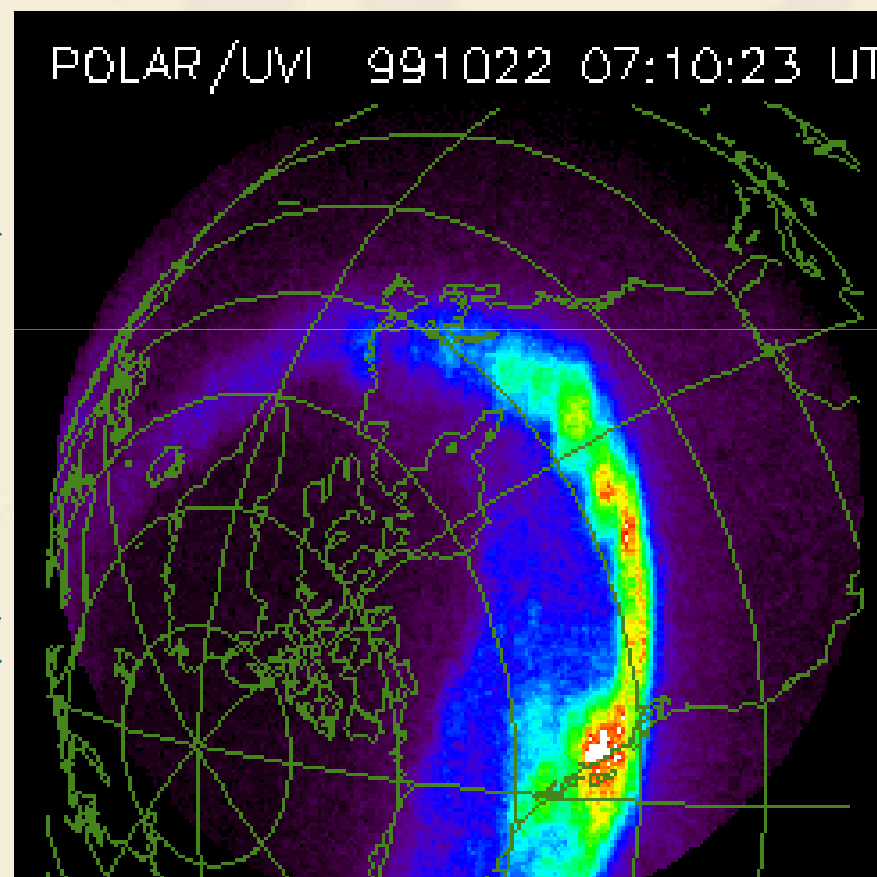


看不到

# 天然游離輻射的來源-1

## ❖ 宇宙射線

- ☞ 主要為帶正電的粒子  
少數為 $\gamma$ 輻射。
- ☞ 能量高，約為 $10^9 \sim 10^{10}$ 電子伏特。
- ☞ 能量密度低，每分鐘  
每平方公分約有數個  
宇宙射線粒子。





# 影響地表宇宙射線強度的因素

## ❖ 緯度

∞ 磁場影響，緯度越高，強度越強。

## ❖ 高度

∞ 高度越高，強度越強。

∞ 台灣地區每升高1500公尺約增加一倍。

台北 ↔ 紐約 156  $\mu\text{Sv}$

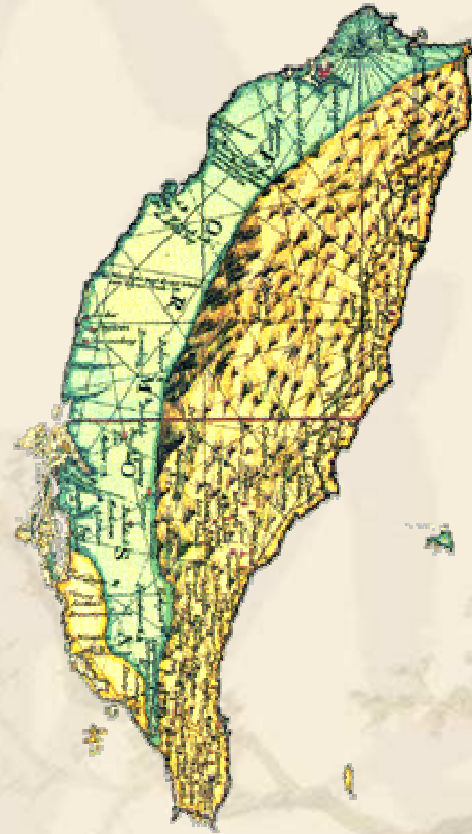
台北 ↔ 約翰尼斯堡 72  $\mu\text{Sv}$



## 天然游離輻射的來源-2

### ❖ 地表加馬輻射劑量率

- ∞ 苗栗縣市... $0.046 \mu\text{Sv h}^{-1}$
- ∞ 台灣偏高地區為
- ∞ 北投地熱谷  $0.15 \mu\text{Sv h}^{-1}$
- ∞ 台南縣將軍鄉海濱  $0.22 \mu\text{Sv h}^{-1}$



# 天然游離輻射的來源-3

## ❖ 人體內的輻射

- ☞  $^{40}\text{K}$ ...人體內最主要的放射性元素
- ☞ 每年約 0.33 mSv
- ☞ 空氣中 $^{222}\text{Rn}$ 以及其子核種為吸入人體內暴露劑量的主要來源。



# 天然游離輻射的來源-4

## ❖ 飲食中的輻射



## 天然輻射導致的平均輻射劑量 (UNSCEAR 2000)

來 源	世界平均(mSv)	範圍(mSv)
體外照射		
宇宙射線	0.4	0.3~1.0
地表 $\gamma$ 射線	0.5	0.3~0.6
體內照射		
吸入(主要是氡)	1.2	0.2~10
食入	0.3	0.2~0.8
總 和	2.4	1~10

# 人造游離輻射的來源

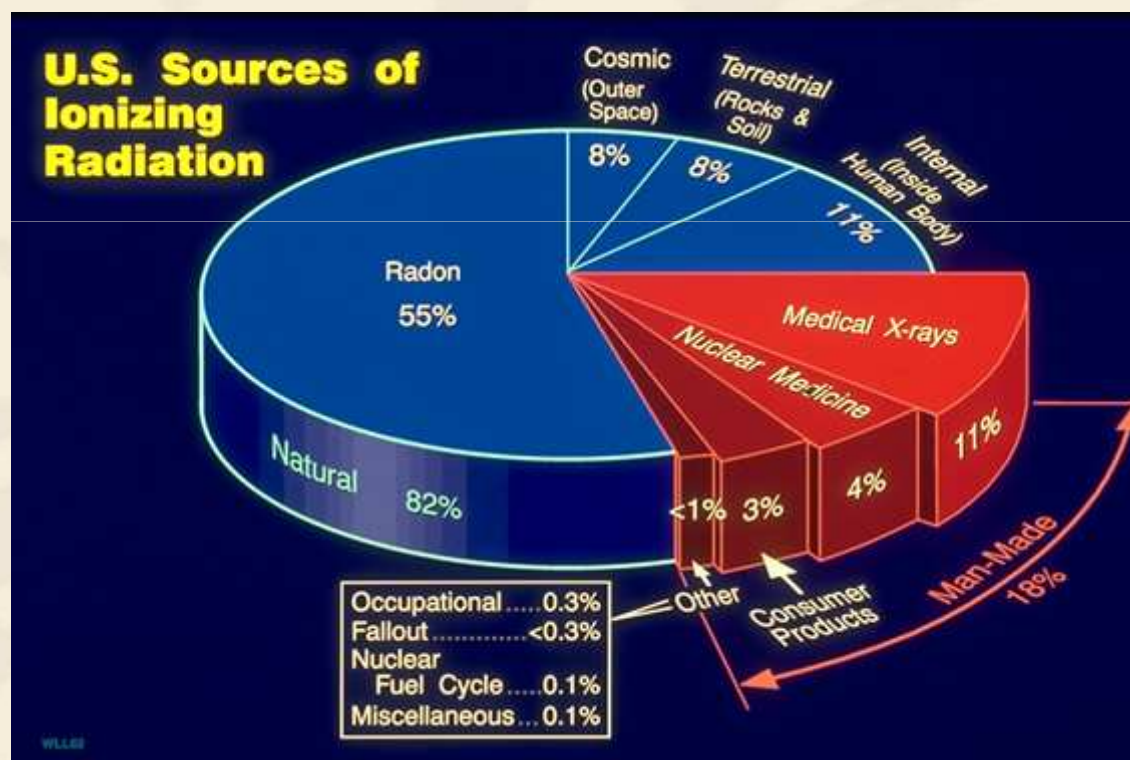
- ❖ 醫療用
- ❖ 核電廠與研究用
- ❖ 核子武器
- ❖ 民生與工業用



# 我們曝露於多少輻射？

- ❖ 美國平均每人每年全身要接受大約 3.6 mSv ( $\sim 10\mu\text{Sv}$  每天) 的劑量，其中大部分來自天然放射源。

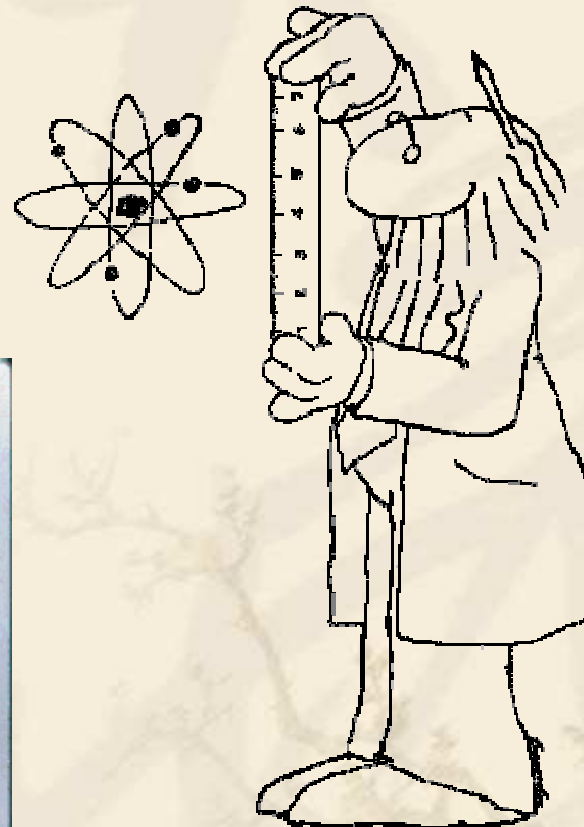
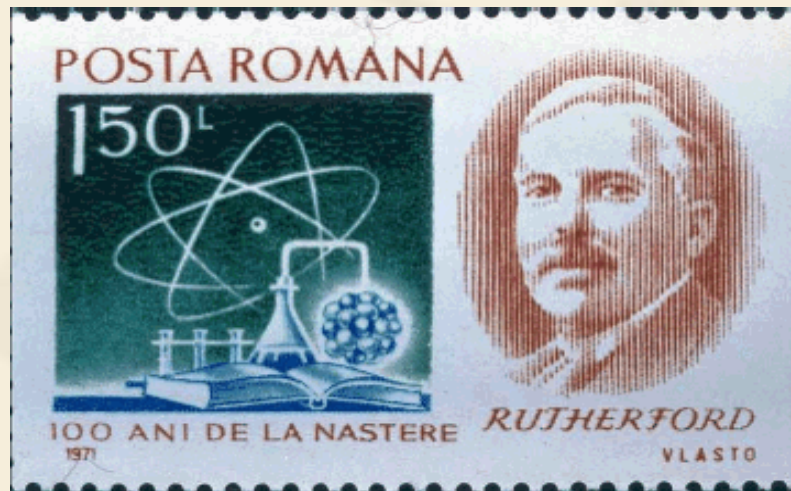
- ◆ 世界平均值是每年 2.8 mSv，或每天約  $8\mu\text{Sv}$ 。





# 檢測

## 二、游離輻射的基本原理





# 游離輻射

❖ 游離輻射的危險程度視取決於以下幾個因素：

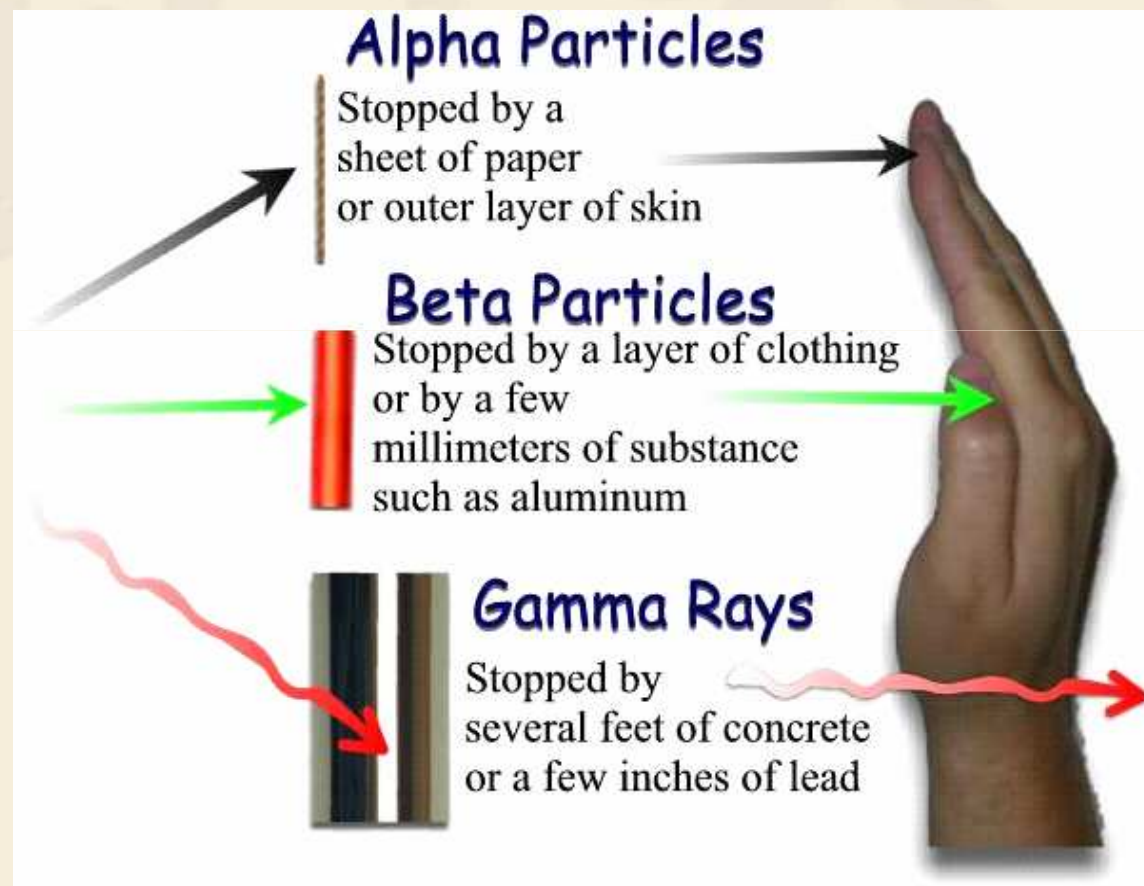
- ❧ 輻射類型
- ❧ 輻射能量
- ❧ 數量



❖ 輻射偵檢器必須能夠將測量值定性並量化。

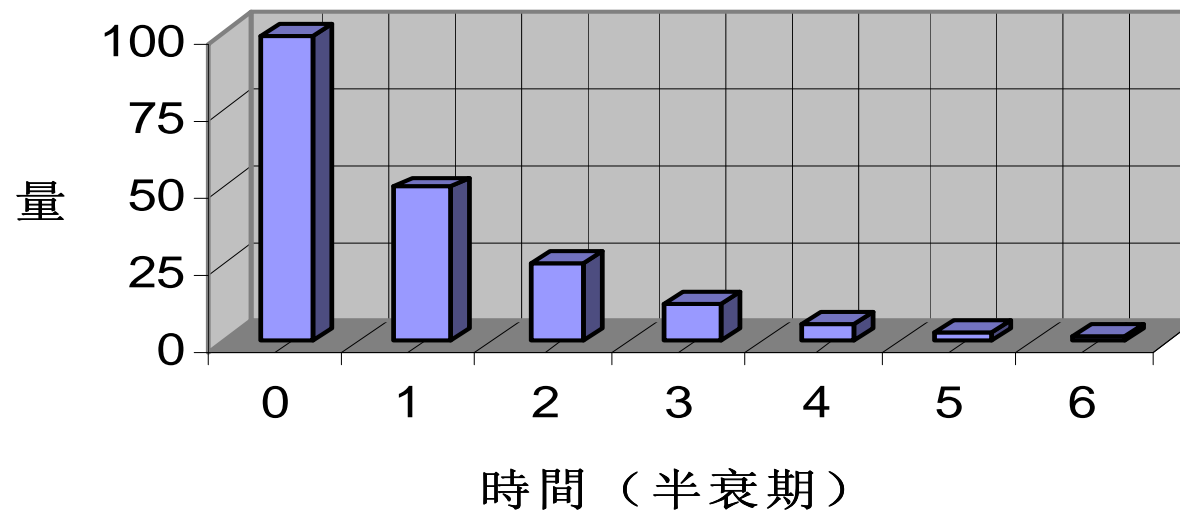
❖ 沒有任何一種類型的偵檢器具備所有需要的功能。

# 輻射類型回顧



# 放射性半衰期

❖ 放射性半衰期是指放射性原子衰變一半所用的時間



# 半衰期的數值

## 天然

- ❖ 鈾-238:  $4.47 \times 10^9$  年
- ❖ 鉀-40:  $1.3 \times 10^9$  年

## 工業用

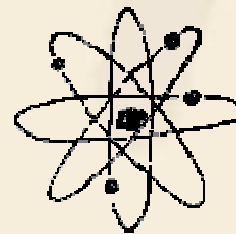
- ❖ 銻 -137: 30 年
- ❖ 鈷-60: 5.27 年
- ❖ 銻-192: 74 天

## 醫 用

- ❖ 碘-131: 8 天
- ❖ 銻-201: 3 天 (心臟造影)
- ❖ 鎝-99m: 6 小時 (骨骼)



# 安全：輻射量和單位





# 劑量

- ❖ 劑量是單位質量所吸收的能量
- ❖ 吸收的劑量用來衡量輻射對生物的影響 — 即對生物的潛在傷害
- ❖ 劑量考慮了每種輻射的生物影響

傳統

國際 (SI)

100 rem (倫目) = 1 Sv “西弗”

1 rem = 1000 mrem = 10 mSv

1 mrem = = 10  $\mu$ Sv

# 劑量率

❖ 劑量率是指在給定時間內的輻射量

❖ 劑量率 = 劑量 / 時間

☞ Sv/h、mSv/h、μSv/h 和 nSv/h

## 劑量率（續）

- ❖ 請記住，常使用前綴來表示千分之幾：
  - ❧ mSv 中的 “m” 表示 “milli-”，即千分之一
  - ❧  $\mu$ Sv 中的 “ $\mu$ ” 表示 “micro-”，即百萬分之一
  - ❧ nSv 中的 “n” 表示 “nano-”，即十億分之一

# 輻射曝露限度

❖ 全身.....	20 mSv/年
❖ 手足.....	500 mSv/年
❖ 皮膚.....	500 mSv/年
❖ 眼睛.....	150 mSv/年
❖ 器官劑量.....	500 mSv/年
❖ 公共.....	1 mSv/年

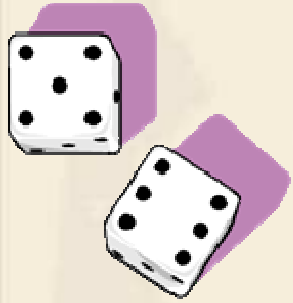
# 人體健康影響

- ❖ 立即導致輻射傷害（1 至 2 周後死亡）~6 個西弗單位（超出法定標準 300 倍）
- ❖ LD50: 30 天後 50% 的死亡率（死亡）~4.5 Sv（超出法定標準 200 倍）
- ❖ 開始出現症狀 ~0.5 Sv（超出法定標準 25 倍）



# 平均預期壽命損失

## 預期壽命損失（以天計）



單身男性	3500
吸煙（每天 1 包）	2250
單身女性	1600
煤礦工人	1100
體重超重 25%	777
飲酒（美國平均水平）	465
建築工人	227
駕駛機動車	207
所有工業	60
輻射量 100 mrem/年（70 年）	<10
喝咖啡	6

### 三、輻射度量儀器介紹

- ❖ a.  $\gamma$ 輻射劑量率偵檢器
- ❖ b. 輻射污染偵檢器
- ❖ c. TLD熱發光劑量計

## a. $\gamma$ 輻射劑量率偵檢器

- ❖ 1. 充氣式偵檢器
- ❖ 2. 半導體偵檢器
- ❖ 3. 閃爍體偵檢器



## b. 輻射污染偵檢器





# e.TLD熱發光劑量 劑





# 游離輻射的偵測

- ❖ 輻射偵測：以偵測儀器度量輻射劑量(率)
  - ∞ 微西弗／小時
- ❖ 污染偵測：
  - ∞ 直讀偵測：以污染偵測儀器度量污染強度
    - ❖ counts ／ 分
  - ∞ 擦拭取樣後以儀器計測其表面污染情況
    - ❖ 貝克／100平方公分
- ❖ 核種分析：取樣後以能譜分析儀器量測，以判斷核種及活度



游離輻射的偵測

## 四. 輻射偵測實務

- ❖ 人員劑量偵測
- ❖ 偵檢器的校正
- ❖ 輻射偵測儀具使用實務



# 人員劑量偵測

- ❖ 體外曝露偵測: 追蹤體外可能遭受的輻射危害，可分為即時式與追蹤式。
- ❖ 體內曝露偵測: 追蹤攝入體內的放射性物質



# 體外曝露偵測

- ❖ 常使用即時式輻射偵檢器計測工作場所的輻射背景值，此外，人員需佩帶追蹤用的TLD熱發光劑量劑、膠片佩章、劑量筆等。



# 個人輻射劑量偵檢器

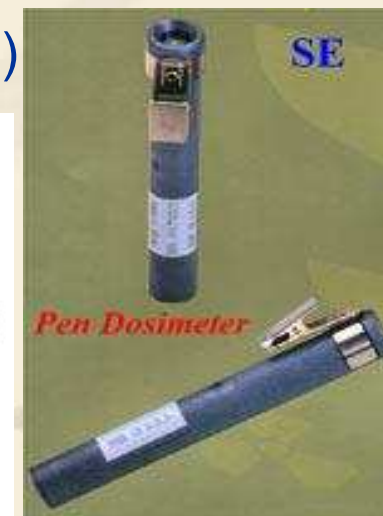


指環佩章



個人輻射劑量警報器【EPD】

熱發光劑量計(TLD)



劑量筆及充電器

# 常見個人輻射劑量偵檢器

- ❖ 程式型、適合輻射劑量管制
- ❖ 小型化、輕便 < 70g
- ❖ 紅外線雙向傳輸信號
- ❖ 偵檢頭：Si or CdTe
- ❖ 顯示範圍：1 $\mu$ Sv/h ~ 10mSv/h
- ❖ 累積劑量及劑量率顯示
- ❖ 電源供應選擇：
  - 3.6V 鋰電池 or
  - 1.5V 商用鹼性電池
  - 9.0V





# 偵檢器的校正

## ❖ 1. 校正單位

❧ 核能研究所-國家游離輻射標準實驗室

❧ 清華大學-原子科學中心保健物理組

❧ 行政院原子能委員會-輻射偵測中心

## ❖ 2. 校正週期

## ❖ 3. 校正項目



# 校正報告

95/07/04

國立清華大學原子科學技術發展中心保健物理組  
輕便型輻射偵檢儀校正實驗室



共 1 頁 第 1 頁

新竹市光復路二段 101 號

TEL: (03)5745157

FAX: (03)5722660

單位名稱: 資佳有限公司

報告編號: 95-8026-002-0

單位代號: 8026

單位地址: 深坑鄉萬福村北深路三段270巷16號8樓之3

儀器廠牌: CANBERRA

儀器型號: DOSIMAN

儀器序號: 04-0062

偵檢器: 蓋革管

偵檢器型號:

偵檢器序號:

溫度: 21.4 °C

壓力: 100.0 kPa

相對溼度: 44 %RH

校正射源: 銻 137

校正日期: 95/06/30

單位:  $\mu\text{Sv}$

射源活度: 111GBq, 18.5GBq, 1850MBq (July 1, 1996)

校正刻度	標準值 ( $\mu\text{Sv}$ )	計讀值 ( $\mu\text{Sv}$ )	校正因子
X1	100.00	92.00	1.08

備註:

1. 校正因子 =  $\frac{\text{標準值}}{\text{計讀值}}$

2. 擴充不確定度為 5.0 % (擴充係數  $k=2$ , 95% 信賴水準)

# 輻射偵測儀具使用實務

## (一)偵測儀具重要特性

能量依存性—相同劑量率下，儀器讀數隨輻射能量不同而改變。

再現性—相同情況下，數次度量讀數之比較，愈接近愈好。

準確度—讀數和真正劑量率之比較，愈接近愈好。

## (二)使用手提偵檢器注意事項

1. 使用前先檢查電源及基礎功能測試。
2. 使用時由大刻度往小刻度轉換，即由高檔往低檔切換。
3. 測試(校正)射源需保管妥當。
4. 定期國內標準實驗室校正，不可只有原廠校正。

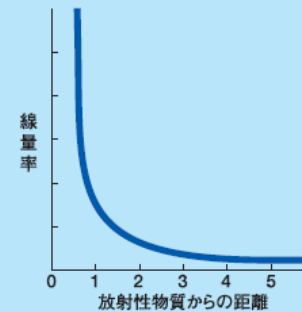
### (三)選購手提式偵檢器注意事項

1. 對於不想要的輻射最好不要有反應，例如測中子，最好對X或 $\gamma$ 射線沒反應。
2. 基於輻射管制需求，對儀器的誤差，須 $\leq 20\%$ 。
3. 游離腔及碘化鈉偵檢器易受潮，只適用於具有良好空調系統之實驗室。若需常在戶外執行輻射偵測，必要求防水或防潮(R. H: 0~100%)。
4. 音響警報功能，有助於發現異常。
5. 依待測射源決定儀器之監測範圍及偵測低限。
6. 一旦購得，先送往清華大學或核能研究所校驗。

# 体外防護

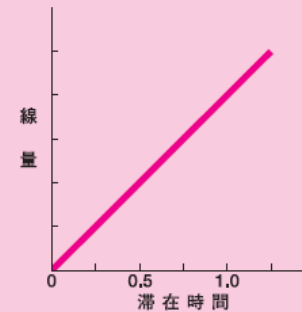
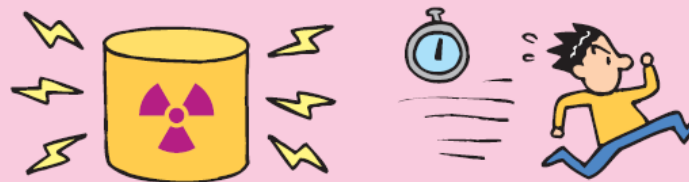
## 放射性物質から離れる

〔線量率〕は〔距離〕<sup>2</sup>に反比例

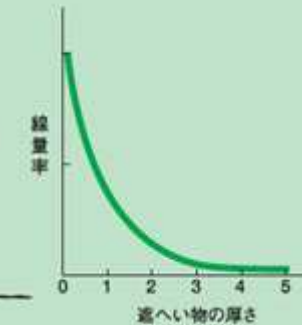


## 時間を短くする

〔線量〕は〔滞在場所の線量率〕×〔滞在時間〕

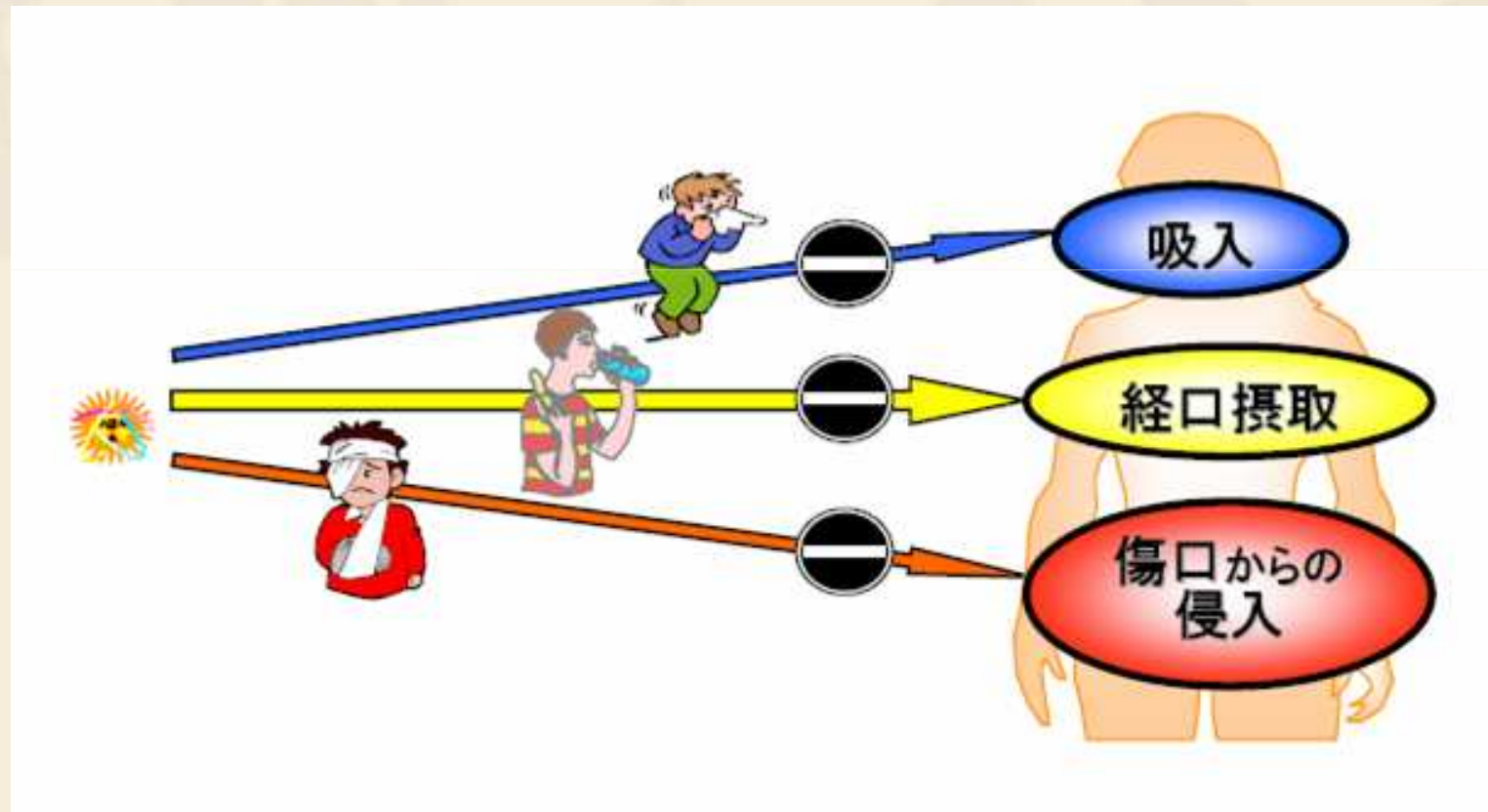


## 放射線を遮へいする



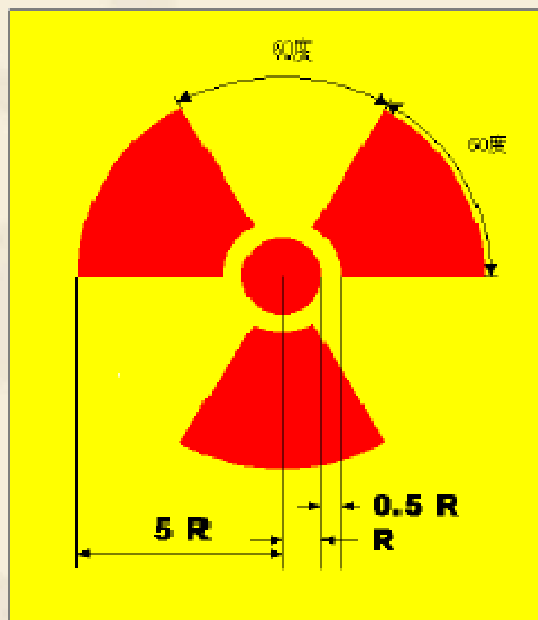


# 体内防護



## 輻射的示警標誌

- ❖ 黃底加上紫紅色的三個葉片，是全世界共同使用的輻射示警標誌。



## 數位式數字型輻射偵檢器操作



開機測試



確認電池電壓



待數值穩定後  
開始量測

先記錄背景值



校正射源

Cs-137校正射源半衰期30年

將偵檢器接近待測射源  
記錄數值及單位



若劑量率值超  
過設定警報值  
會有警報響聲

## 類比式指針型輻射偵檢器操作

關機狀態





電池測試



須在正常範圍



指針歸零



調整旋鈕



# 輻射意外現場處置---分區



# 輻射意外現場處置---現場緊急救護

(一) 原則：醫療問題第一優先，醫療處理優於污染防治。

(二) 體外除污：

- 移除衣物
- 溫水沖洗受污處
- 軟毛刷或是海綿輕柔地搓洗
- 以洗髮精洗毛髮（不要剪）
- 指甲隙縫的沖洗



## 輻射意外現場處置--- 防護衣脫除及作業人員處理

- 以內面外翻的方式脫除手套。
- 將佩帶於身上之輻射劑量器交給同仁或放至於非污染區。
- 撕除密封於袖口與褲管口之膠帶。
- 以內面外翻的方式脫除防護衣。
- 脫除帽子及口罩。
- 脫除一腳之鞋套，檢測無污染，踏出管制區，再重複另一腳。
- 脫除內層手套。
- 全身評估是否受污染。
- 沐浴更衣

## 常犯之錯誤

- ★ 未知災區之輻射污染狀況，冒然闖入。
- ★ 未著隔離防護衣，直接逕行搶救。
- ★ 於災區滯留過久。
- ★ 對於生命危急病患未立即施救，而卻等待除污。
- ★ 處理輻射污染傷患未加管制，使污染區域擴散。
- ★ 卸裝順序不對，造成身體污染。

## 醫療後送

事故地點之緊急處理，包括初步除污及送醫之準備，由工作場所之醫療或急救人員負責。鄰近支援醫院應具備急救及簡單去污能力，只需有處理傷患之隔離區、輻射偵測器、放射污染管制及人員防護之作業程序即可勝任。經支援醫院緊急處理後之傷患，即可移送至輻傷醫療中心，作進一步檢查及治療。



謝謝您的參與

