



輻射偵檢儀器操作訓練

110年地方政府輻射災害防救講習

行政院原子能委員會
核能技術處



課程大綱

1 輻射偵測目的

2 輻射偵檢儀器操作要點

3 數據解讀及案例分析

1 輻射偵測目的

手提式輻射偵檢器
(快速環境輻射偵測)

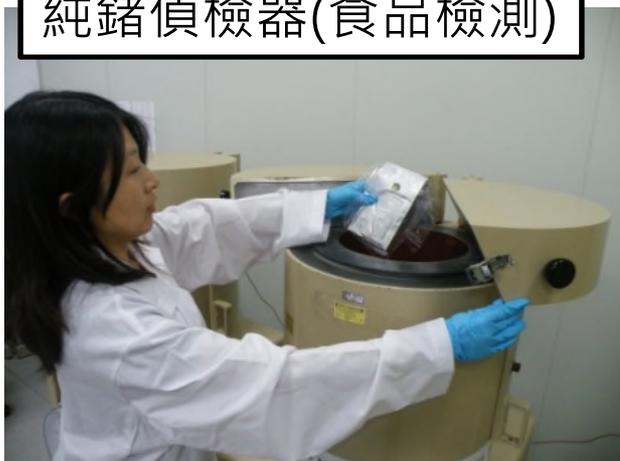


污染偵檢器
(輻射污染偵測)



個人警報器與
人員輻射劑量徽章
(人員劑量偵測)

純鍺偵檢器(食品檢測)



環境輻射監測站
(環境輻射監測)

車輛(門框)型輻射偵檢器
(鋼鐵建材輻射偵測)



1

輻射偵測目的

輻射災害應變人員出動時.....



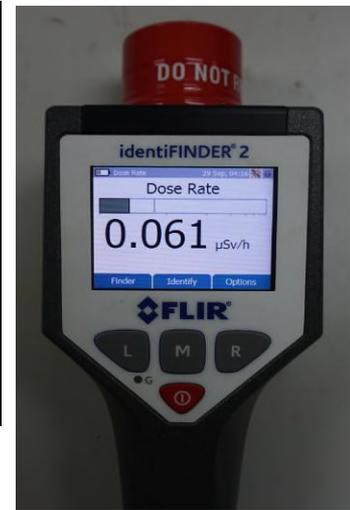
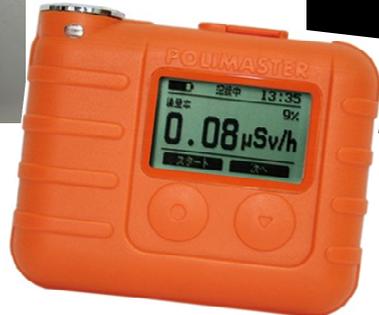
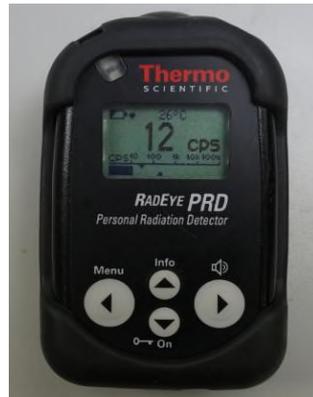
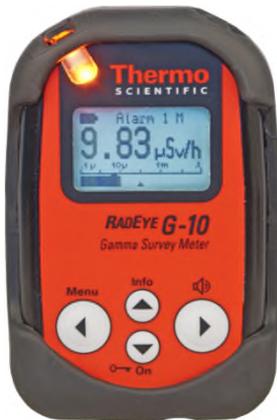
輻射偵檢器

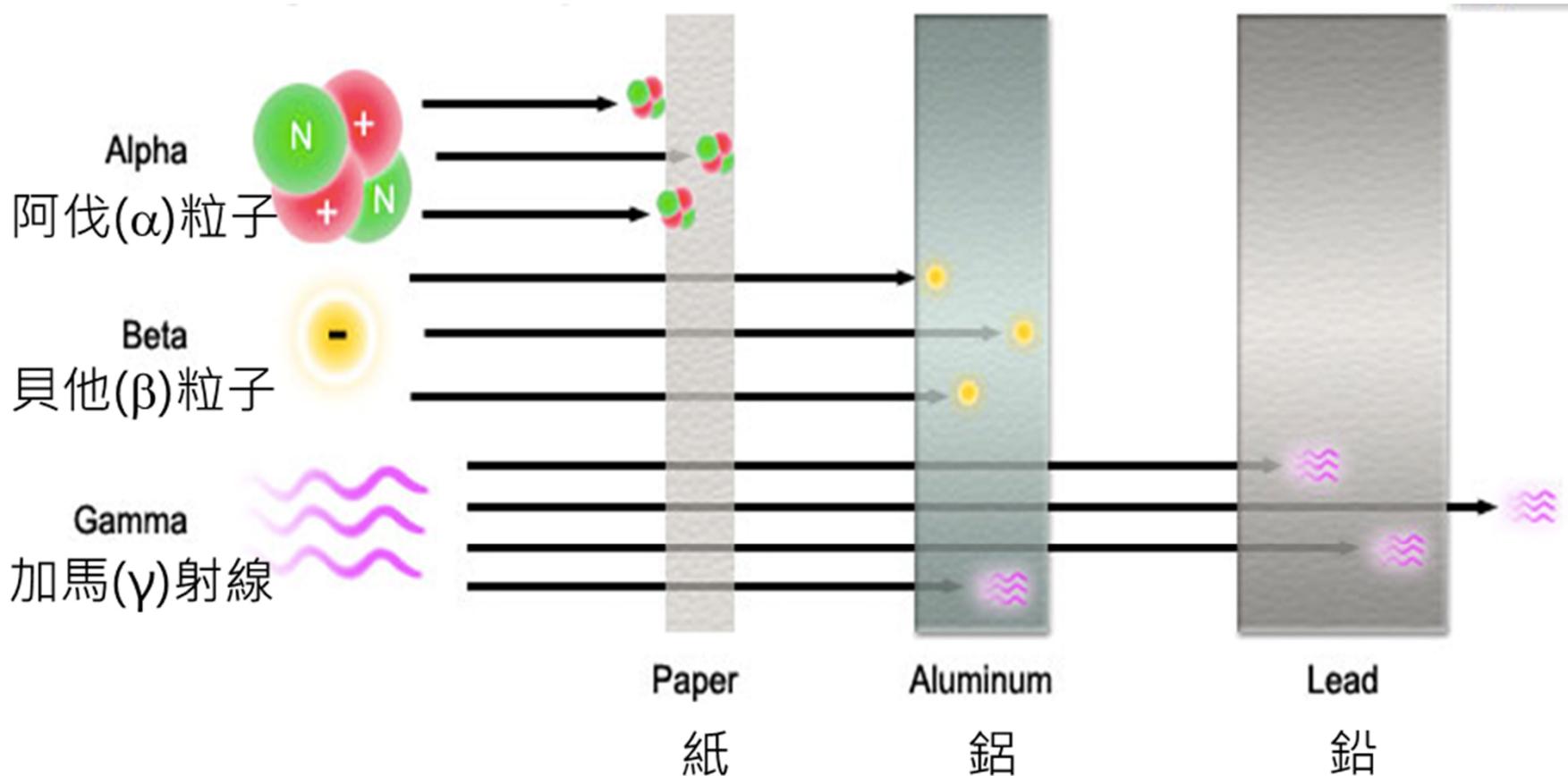


人員劑量計
(TLD)

輻射偵檢儀器

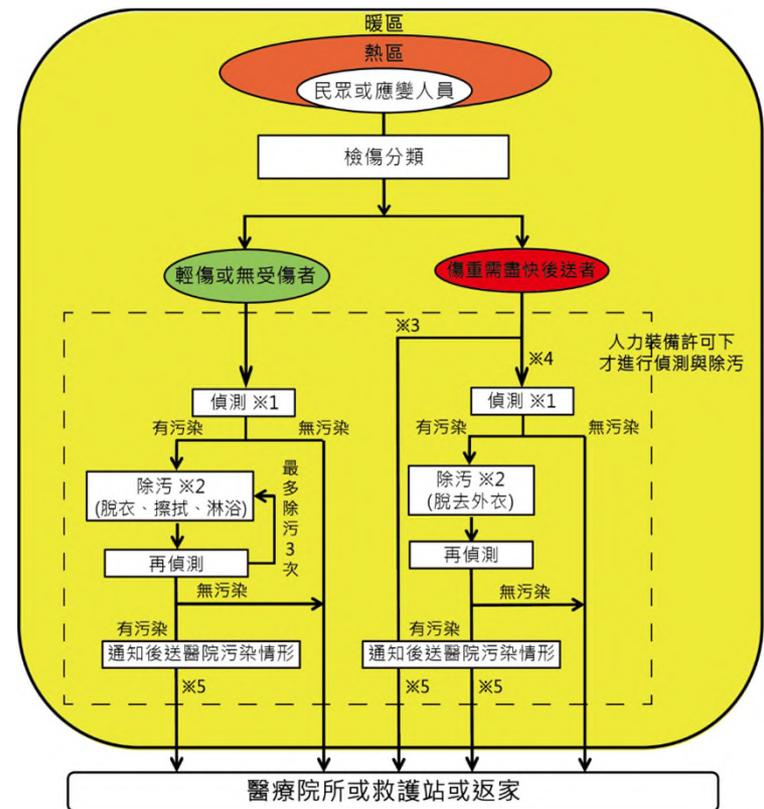
- 用以測量所在環境的即時輻射劑量率。
- 單位一般為微西弗/小時($\mu\text{Sv/h}$)
- 部分輻射劑量計具有紀錄累積環境輻射劑量功能





輻射偵測目的-1

劃分管制區(暖/熱區)，採行適當應變措施



輻射偵測目的-2

評估可停留時間&事後追溯可能接受劑量

緊急曝露劑量限度

任 務	任單一年內累積之有效劑量 盡量不要超過
生命搶救	500毫西弗 (mSv)
減少大量集體有效劑量 防止發生災難	100毫西弗 (mSv)
其他應變行動	50毫西弗 (mSv)

資料來源：游離輻射防護安全標準 (2003)



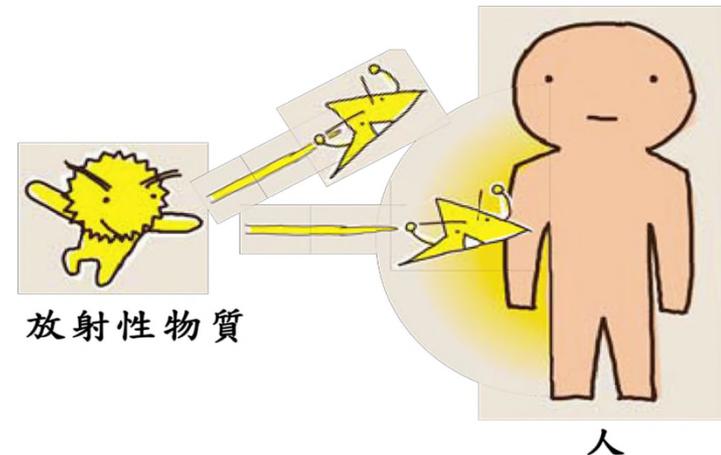
輻射的單位？

○ 活度(Activity)

- 定量核種在單位時間內放出之放射線數目。
- 貝克(Bq)/居里(Ci)

○ 劑量 (Dose)

- 物質實際吸收的輻射能量。
- 西弗 (Sv)
1 西弗 = 1,000 毫西弗 (mSv)
= 1,000,000 微西弗 (μ Sv)





西弗

西弗(Sv)：輻射劑量(dose)的單位。

每一層
都差
1,000倍

毫西弗(mSv)=千分之一西弗(1/1,000Sv)

微西弗(μ Sv)=百萬分之一西弗(1/1,000,000Sv)

奈西弗(nSv)=十億分之一西弗(1/1,000,000,000Sv)

1毫侖琴(mR)=
10微西弗(μ Sv)

微西弗/小時(μ Sv/hr)：輻射劑量率

輻射劑量率 x 時間 = 輻射劑量

- 西弗(Sv)：表示人體吸收的輻射劑量。

- 依照射的輻射種類、受照射的器官組織而不同。





全國環境輻射監測

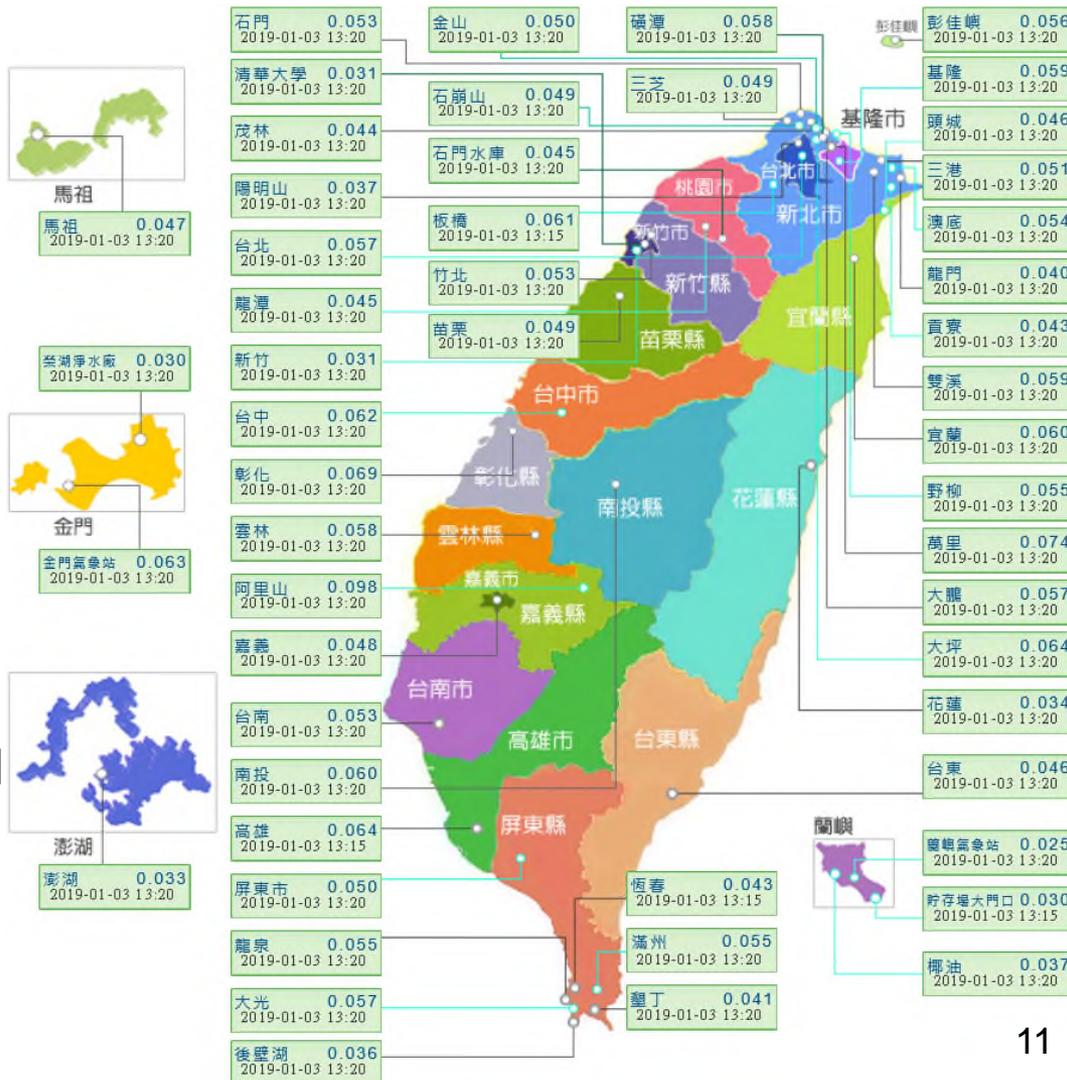
原能會於全國各地建置共**63個**環境輻射監測站。

24小時自動化監測，即時更新(5分鐘)，公開顯示，並且以顏色表示。

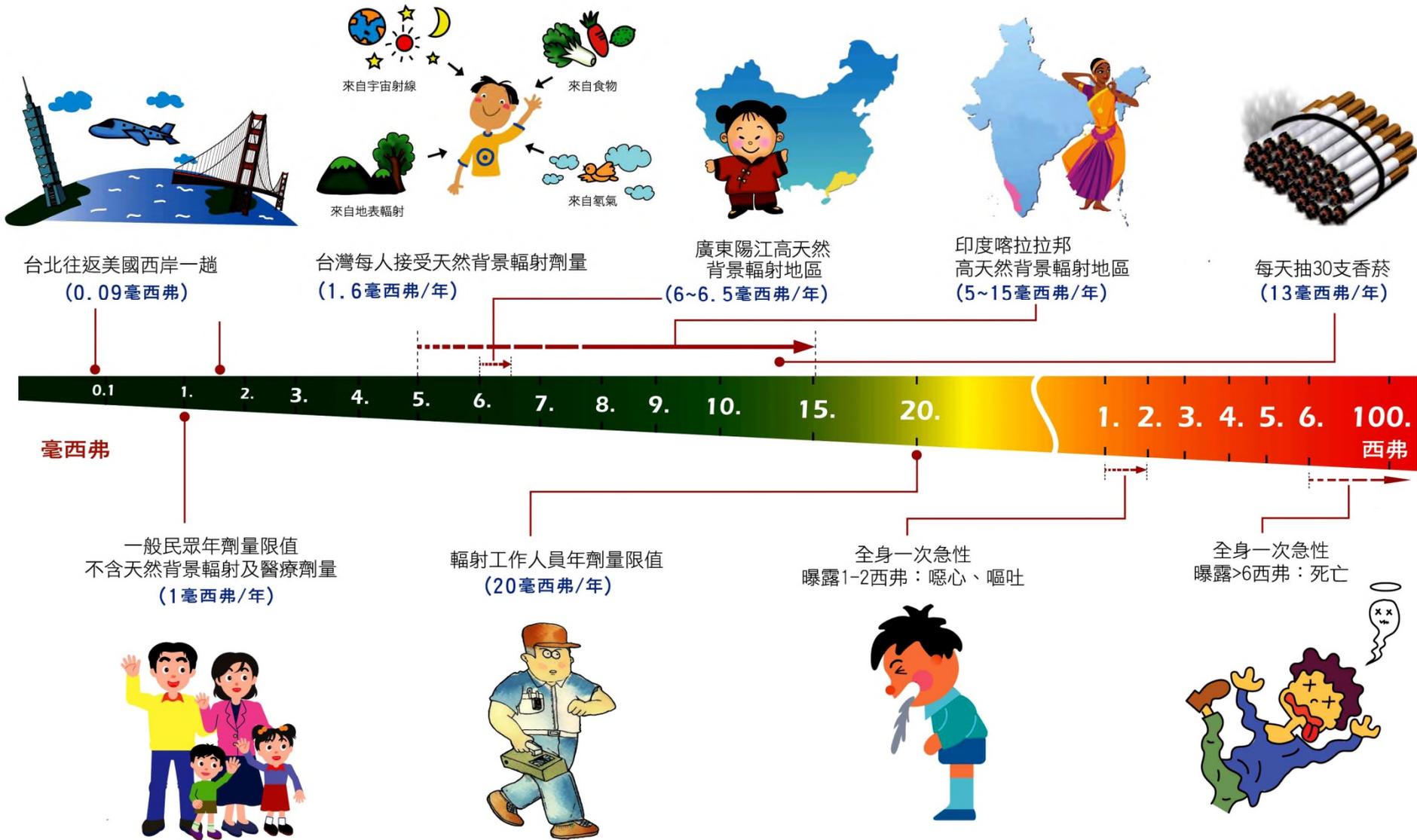
● 0.2 微西弗/時以下：一般背景輻射範圍

● 0.2 –20微西弗/時：加強輻射偵測

● 20 微西弗/時以上：執行輻射緊急偵測 (依據游離輻射防護安全基準)



一般游離輻射劑量比較圖



背景輻射



單位：毫西弗/年 (mSv/y)

全球平均：2.4

美國：3.0

英國：2.2

日本：1.48

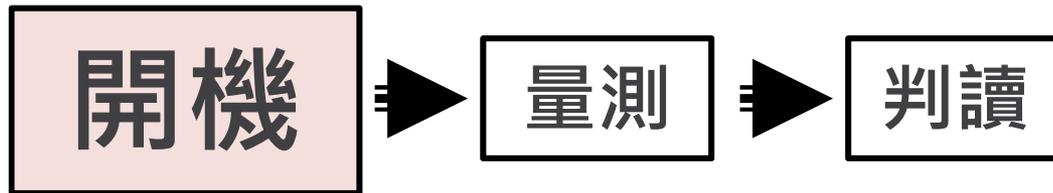
臺灣：1.62

臺灣人每年接受之天然背景輻射約為 **1.62 毫西弗** (mSv/yr)

天然輻射是背景輻射的主要來源~

2

輻射偵檢儀器操作要點



- 選擇未受異常輻射影響處。
- 開機後等待60秒：讓儀器穩定運作。
- 確認螢幕上顯示之單位。
- 紀錄背景值。

(一般背景輻射值約0.2微西弗/小時 $\mu\text{Sv/h}$)

單位？ $\mu\text{Sv/hr}$

□#1 : 0.06-0.08 $\mu\text{Sv/hr}$

□#2 : 0.08 $\mu\text{Sv/hr}$

□#3 : 0.06-0.08 $\mu\text{Sv/hr}$

□#4(G-10) : 0.11 $\mu\text{Sv/hr}$

□#5 : 0.04 $\mu\text{Sv/hr}$

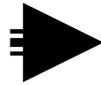
□#6 : 0.06 $\mu\text{Sv/hr}$

平均值：約0.06 $\mu\text{Sv/hr}$

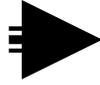
2

輻射偵檢儀器操作要點

開機

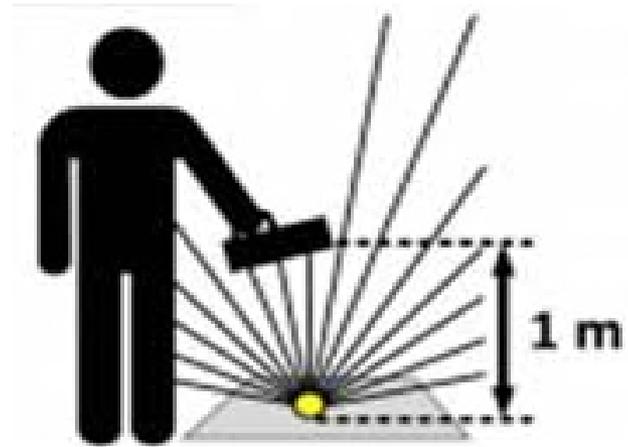


量測



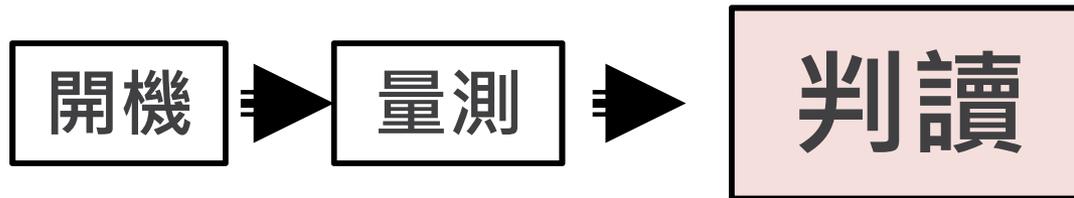
判讀

- 由遠至近。數值有無顯著變化？
- 確認單位。
- 紀錄數值。



2

輻射偵檢儀器操作要點



- 現場有無異常輻射？
- 據以調整管制區。
 - 若無→不須劃設輻射管制區。
 - 若有→依量測到的數值調整管制區範圍

2

輻射偵檢儀器操作要點

- 量測人員所接受的
體外輻射劑量
- 單位：微西弗(μSv)
毫西弗(mSv)



工作人員法定
個人劑量配章(TLD)



人員劑量警報計
(EPD)



劑量筆



防疫秘訣

勤洗手，戴口罩，
保持距離不煩惱。



注意！

任何疏忽都可以是突破點



疫情雖有趨緩
仍要持續做好自身防疫措施
多一分警覺 少一分染疫風險

3

數據解讀及案例分析-案例1

蘭嶼環境輻射偵測

- ❑ 101年9月初日本學者前往蘭嶼，事後媒體引述其偵測結果，指稱蘭嶼有輻射超標。
- ❑ 101年10月17日邀4位立委實地考察蘭嶼貯存場並量測環境輻射。均為正常變動值，未發現異常。
- ❑ 101年11月10-11日：2位日方學者、5位台灣專家學者、原能會輻射偵測中心等共同偵測。均為正常變動值，未發現異常。



低頻電磁干擾

與日方同型的儀器，受低頻電磁干擾即產生誤訊號

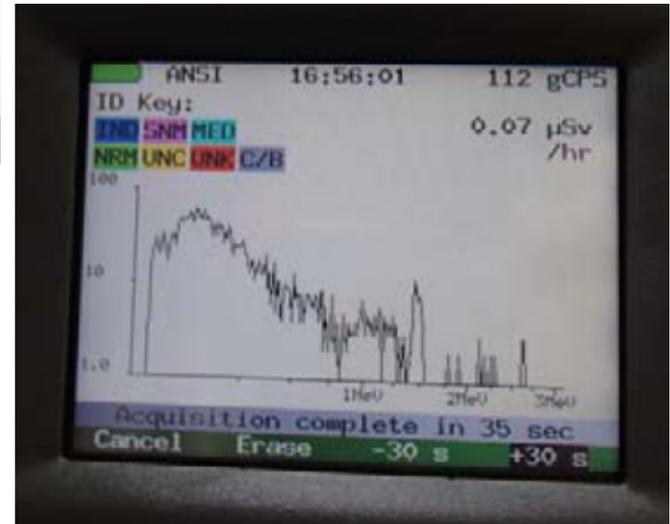
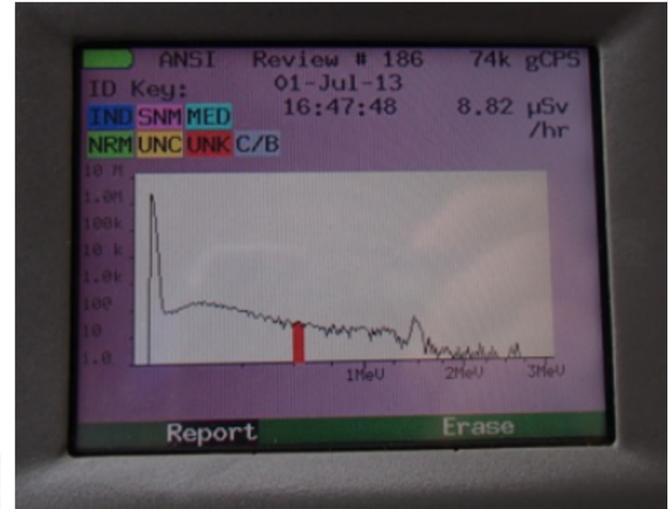
新款儀器可防電磁場干擾，顯示為正常



度量電磁場的高斯計

低頻電磁干擾

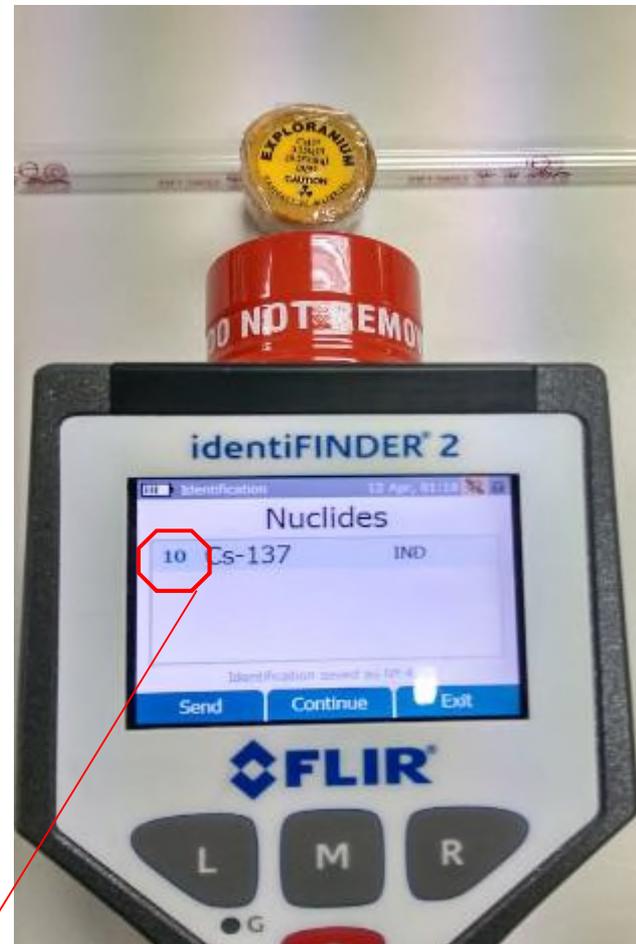
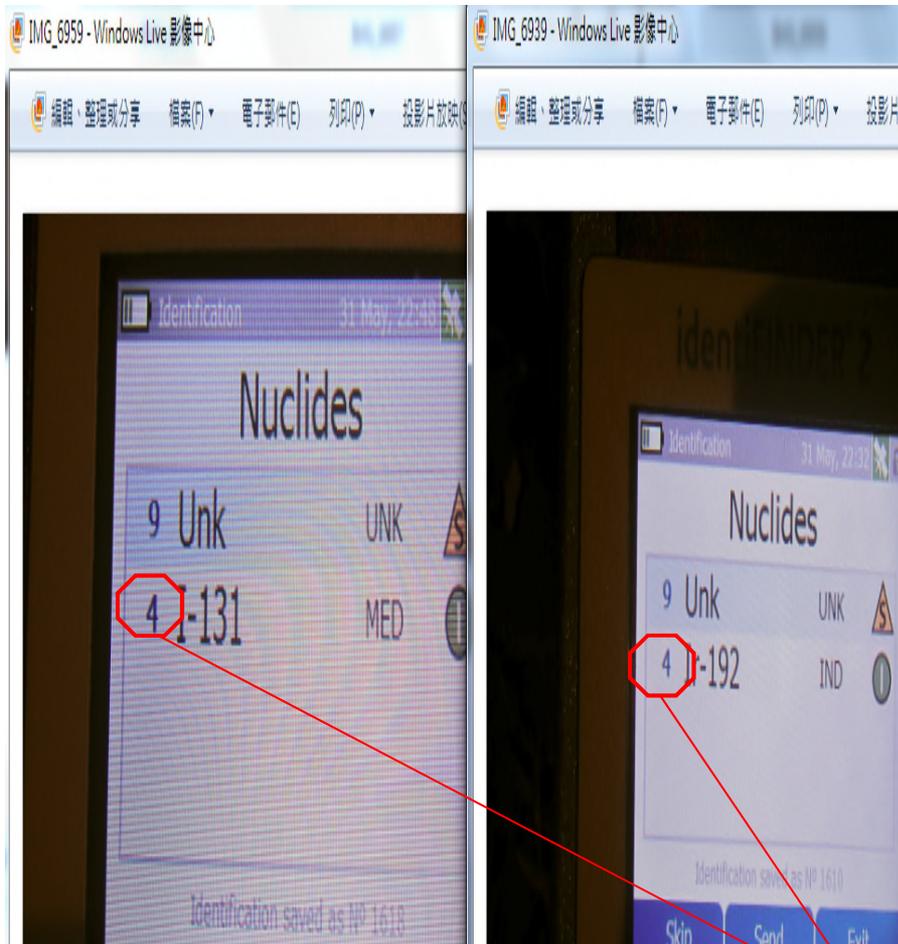
- 102年7月1-2日：4位日方專家、核能資訊中心、原能會輻射偵測中心、台電放射試驗室等共同偵測。均為正常變動值，未發現異常。



判讀方式不夠精確

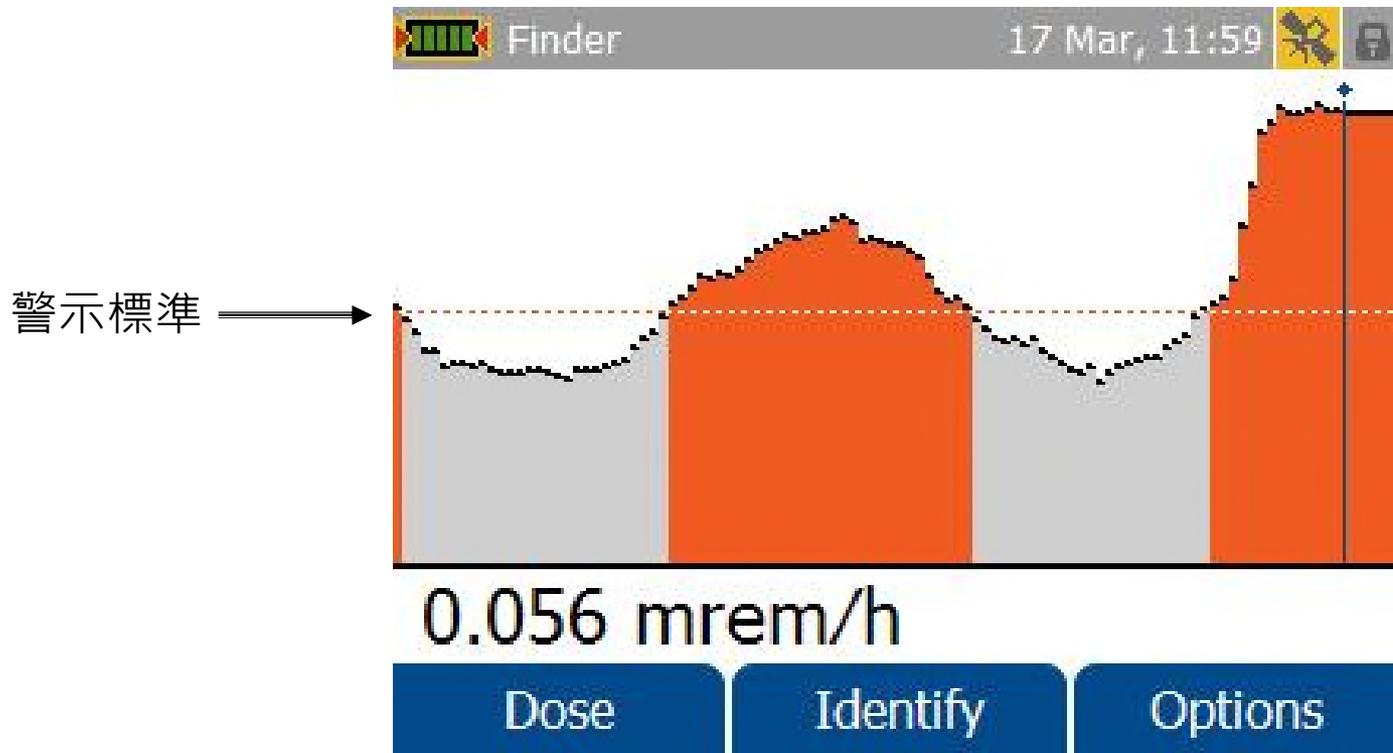
走調團網頁資料

原能會以測試射源
偵測示範



偵測信心程度(1~10)

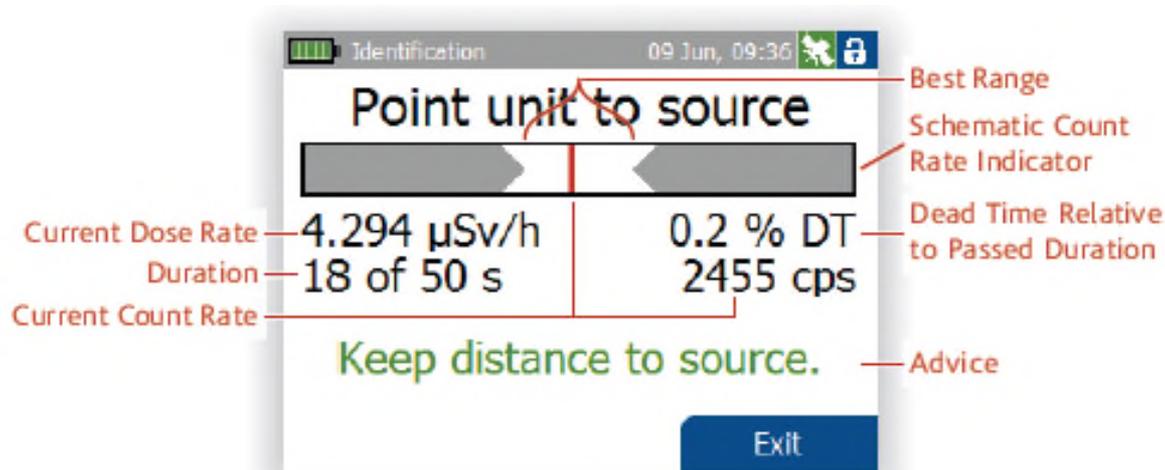
核種識別：identiFINDER 2的正確使用



- 背景輻射計測(10秒) ，並以該值+2~3 σ 作為警示標準
- 當偵測結果超過警示標準，即發出警示(紅色區塊)及聲響
- 警示標準之設定適用於特定地點，不適用於所有地點

核種識別：identiFINDER 2的正確使用

- ❑ 可設定儀器計測射源的時間，以辨識核種：1~999秒或Dynamic
- ❑ 當垂直條落在兩個箭頭範圍內時，將取得最佳結果



- 偵檢器為閃爍體，具高靈敏性，可執行初步快速核種分析
- 適用於較高輻射劑量之場所，不適用於環境核種分析

核種識別：identiFINDER 2的正確使用

□ 計數完成後，顯示頻譜結果

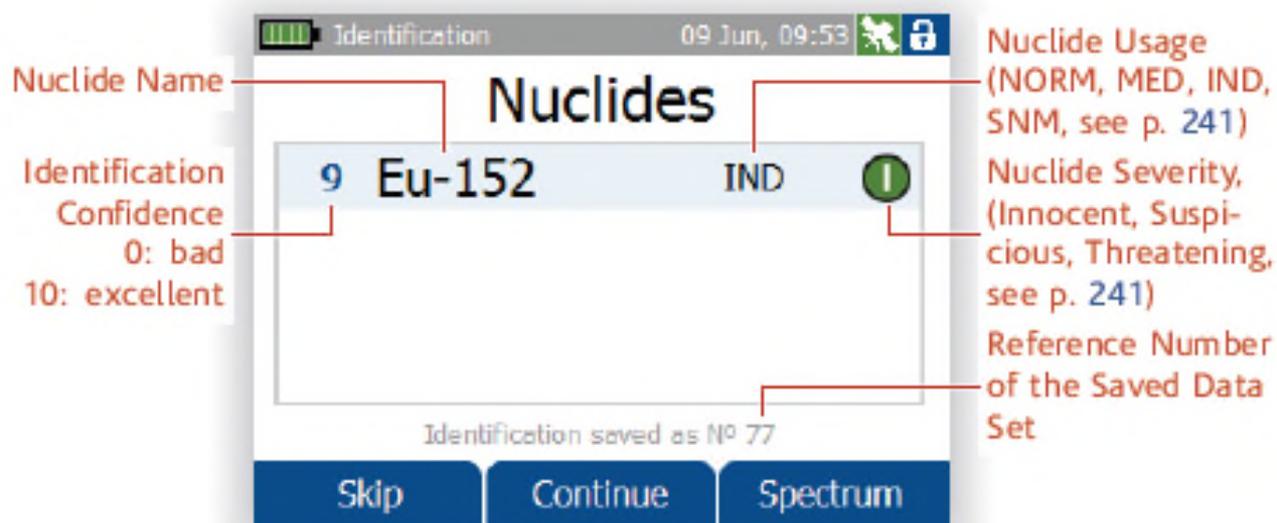


Figure 52. Identification results

當辨識核種之可信度(Identification Confidence)不高時，或者是辨識弱射源、高背景輻射區、混合射源時，可藉由增加計測時間，得到較可靠之核種鑑定。

3

數據解讀及案例分析-案例3

109年新北蘆洲發現輻射異常物體



每小時3000
微西弗($\mu\text{Sv/h}$)
疑似燃料棒



原能會核安監管
中心接到地方政
府警消通報電話

原能會
先遣同
仁到達
現場

原能會先遣同仁
與現場前進指揮
所人員共同進行
量測，確認劑量
(現場消防隊攜帶
的輻射偵檢儀器)

原能會同仁攜帶
輻射偵檢儀器與
核種辨識儀器到
達現場

媒體報導

12:09
(12:30更新)

地方政府接
獲民眾報案

10:10

10:25

11:00

11:10

11:20

新北蘆洲鬧區發現疑似燃料棒 原能會：不會危害人體

12:28 2020/05/23 | 中時 | 賴彥竹



新北市蘆洲區中山一路、永安南路口資源回收場旁，有民眾發現「疑似燃料棒」物品。(翻攝照片 / 賴彥竹新北傳真)

字級設定：小 中 大 特

新北市蘆洲區中山一路、永安南路口資源回收廠旁停車場，上午10時許有民眾發現路邊放置3條鐵棒，疑似為「燃料棒」物品，警消人員獲報後，以鐵棒為中心，封鎖鐵棒前後周圍100公尺，並通知行政院原能會派員到場處理。

原能會專家11時許到場表示，該物品為建築物廢棄物，非燃料棒，經檢測輻射劑量為3微西弗，非回收場測得之3000微西弗，會測得輻射劑量可能因該物品的製作過程中，有使用「鈾」等放射性元素，所以有微量輻射劑量，但不會危害人體，所以也無相關罰則。

現場原能會也擴大範圍搜尋，未發現其他輻射反應，同時原能會也將鐵棒帶回回收檢測。

燃料棒？

3000微西弗？
3微西弗？

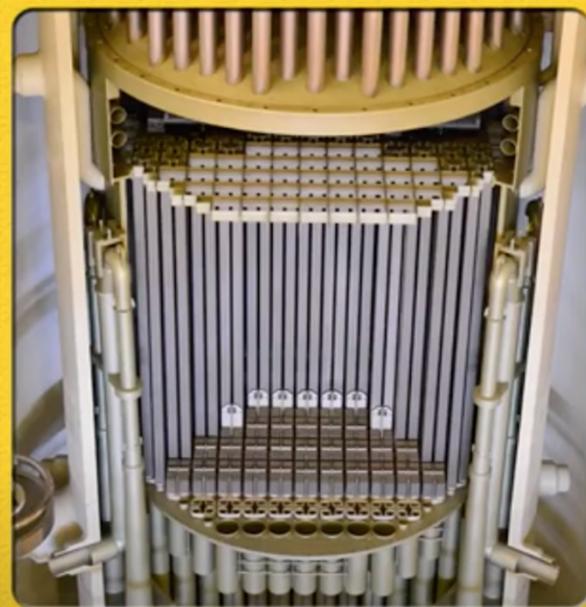
區域管制？
通報原能會？

鈾？

學習與精進處？



燃料棒



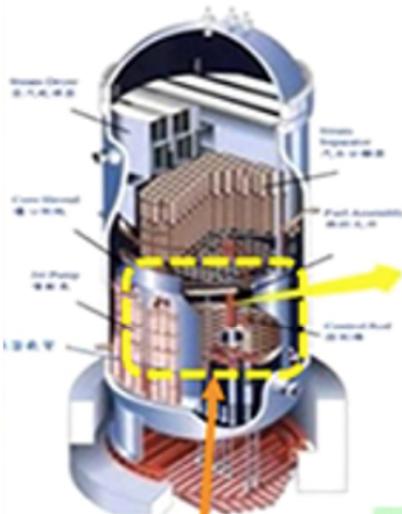
反應爐模型



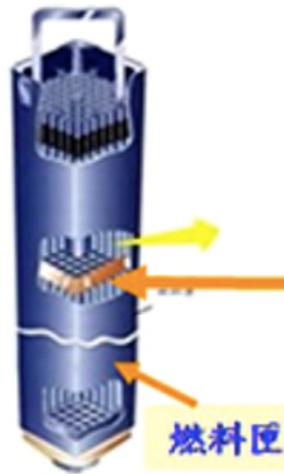
燃料元件示意圖

燃料棒

燃料棒是核電廠的保防物件



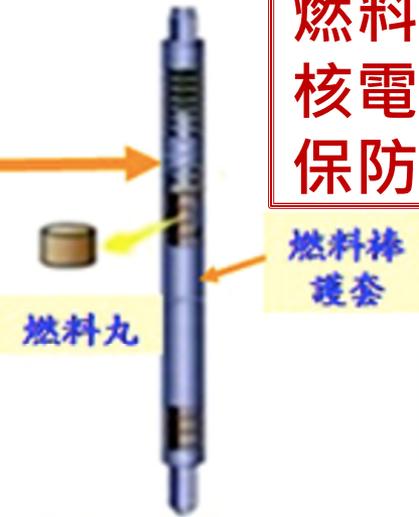
反應爐爐心
共624束燃料



燃料束
內含91支
燃料棒



未含燃料匣之燃料束照片
(摘自AREVA公司網站)



燃料棒
燃料丸置於鈾金屬
護套管內



3000微西弗
3微西弗

輻射偵檢儀器正確使用、判讀

- 量測環境劑量與量測污染(輻射塵)的方式不同



數值要跟單位一起看
小數點不要看成千分位

用正確的測量方式
(背蓋蓋好、選擇正確模式)

新北市

金屬棒輻射量爆表? 虛驚! 檢測儀未校正



儀器要定期校正



結語

輻射偵測三部曲



Si
Selection

Do

Re

Detection

Reading

S : 選用適當儀器

D : 依程序偵測

R : 正確判讀



相信每個不一樣，一起成就大力量
別讓你的心有障礙



身心障礙者權利公約 公平參與 機會平等 權益保障



CRPD為21世紀第一個人權公約，為聯合國促進、保護及確保身心障礙者完全及平等地享有所有人權及基本自由。
2014年6月20日，我國公布CRPD施行法，並於同年12月03日正式施行，
以期與國際接軌，共同落實障礙者之平等。



衛生福利部社會及家庭署
Social and Family Affairs Administration, Ministry of Health and Welfare

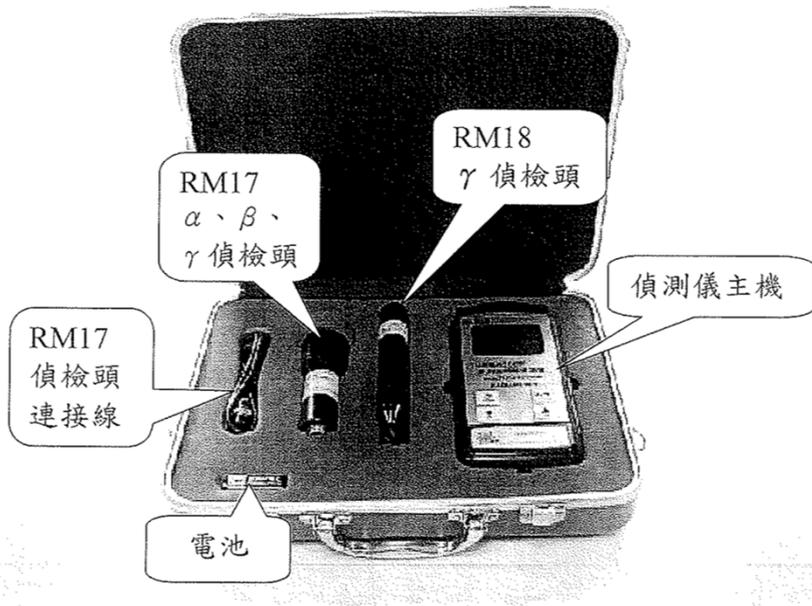
廣告



補充資料-1

輻射偵檢器補充介紹

手持式輻射偵檢器 (INER-9200)



- 蓋格偵檢器。
- 可顯示單位：
 - 劑量率：mSv/h、Sv/h
 - 累積劑量：mSv、Sv
 - 計數率：cps、cpm
- 適用輻射(需更換偵檢頭)：
 - γ 射線(較常用)
 - α 粒子、 β 粒子





手持式輻射警報器

- 蓋格偵檢器
- 可即時測量並顯示劑量率



校正報告

105/11/01

國立清華大學原子科學技術發展中心

輕便型輻射偵檢儀校正實驗室



Calibration Laboratory
C304

共 1 頁 第 1 頁

新竹市光復路二段101號

FAX: (03) 5722660

TEL: (03) 5745157

單位名稱 : 高雄市政府消防局
 單位地址 : 高雄市前鎮區凱旋四路119號
 單位代號 : 7870 報告編號 : 105-7870-001-0 校正日期 : 105/10/31
 儀器廠牌 : Canberra 儀器型號 : Ultra Radiac Plus 儀器序號 : 140365164
 偵檢器 : 蓋格管 偵檢器型號 : — 偵檢器序號 : —
 環境溫度 : 20.6 °C 大氣壓力 : 101.2 kPa 相對濕度 : 49.7 %RH
 校正射源 : ¹³⁷Cs 參考值單位 : μSv/h 器示值單位 : μSv/h
 校正射源活度 : 111 GBq, 18.5 GBq, 1850 MBq (July 1, 1996)

校正劑度	參考值 μSv/h	平均器示值 μSv/h	實驗平均值 相對不確定度	校正因子	相對 擴充不確定度
x1	10	10.42	1.2%	0.96	5.5%
x1	80	76.6	2.4%	1.04	7.0%
x1	200	194.	1.4%	1.03	5.7%
x1	800	755.	0.66%	1.06	5.2%





多功能輻射偵檢器(污染、空間劑量率)

- 多功能輻射偵檢器之偵檢頭有窗戶設計。
- 開窗時，可量測 α 、 β 射線，當作污染偵檢器使用，儀器之單位切換為cpm或cps。
- 關窗時，可量測 γ 或X射線，當作空間輻射劑量偵檢器使用，儀器之單位切換為 $\mu\text{Sv/h}$ 、 mR/h 或 mrem/h 。



手持式輻射偵檢器 (Automess-6150AD)



- 蓋格偵檢器。
- 可顯示單位：
 - 劑量率：mSv/h、Sv/h
 - 累積劑量：mSv、Sv
- 適用輻射：**γ射線**
- 可依用途搭載不同偵檢頭



人員劑量計(DOSEPEN-2000)

- 個人劑量偵測
- 單位：
 - 劑量率：mSv/Hr、Sv/Hr
 - 累積劑量：mSv、Sv
- 適用輻射： **γ 射線**
- 警報方式：每秒快速嗶10聲
- 警報設定：
 - **第一階段：預警(Alert)：**
劑量率達**0.05** mSv/h，或累積劑量達**5** mSv
 - **第二階段：警報(Alarm)：**
劑量率達**0.25** mSv/h，或累積劑量達**20** mSv





閃爍體偵檢器



車輛偵檢器
RTM-910



FH40G-L外接閃爍偵檢頭
NBR



門框偵檢器GAMA-60



Inspector 1000核種分析儀

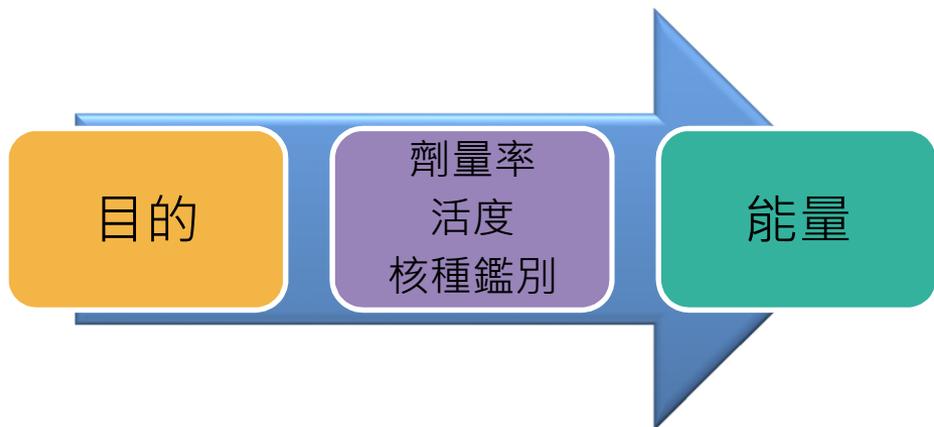


FH40G-L外接閃爍偵檢頭
FHZ742



補充資料-2

輻射偵檢器的 選擇及應用時機



各式各樣的輻射場
偵檢器的特性



你要量什麼？

□ 劑量率偵測

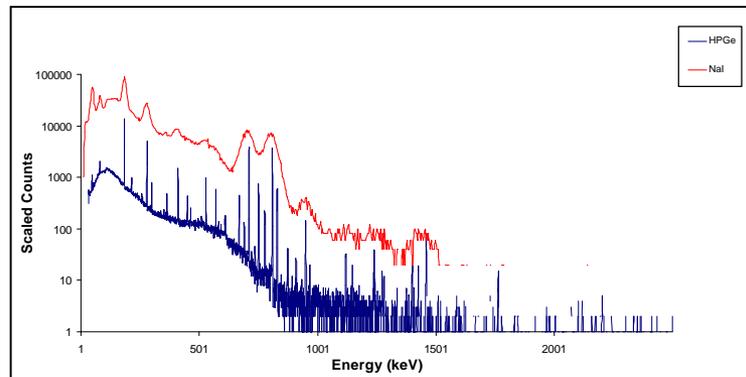
- $\mu\text{Sv/hr}$ 、 mSv/hr

□ 放射性污染偵測

- 計數率 (cps、cpm、counts)

□ 放射性核種鑑別

- 能譜分析，判斷是什麼核種





各式各樣的輻射場

□ 醫療用途

- 診斷X光機、CT：低能量範圍
- 非密封射源(I-131治療、非密封核醫藥物、實驗室)：輻射污染
- 放射治療(Co-60、Ir-192)：低中能量範圍
- 高能加速器：注意其可能的活化產物、量測中子劑量

□ 非醫療用途

- 透視檢查X光機：其能譜較低。
- 靜電消除器：其能譜非常低，屬游離輻射最低能譜範圍。
- 同步輻射加速器、中子源(Am-241/Be、Cf-252)：注意其可能的活化產物、量測中子劑量。



輻射偵檢器有哪些要注意的（特性）

項目	說明
(1) 偵測效率	效率高低主要取決於偵測探頭的材質與大小，一般而言，固態偵測器效率高於氣態偵測器。
(2) 準確度	儀器讀值與標準值的比值。可藉由將儀器送往標準實驗室校正以取得修正參數，來改善儀器準確度的問題。
(3) 讀數變異性	多次量測讀值的標準差。讀數變異性小的儀器通常偵測效率也較高，較能獲得穩定的量測結果。
(4) 能量依持性	在相同輻射劑量強度，不同輻射粒子能量的情況下，儀器準確度間的差異表現稱為能量依持性。
(5) 角度依持性	在相同輻射劑量強度下，因輻射偵測儀器偵測探頭方向與輻射線入射方向角度不同造成的讀數差異。
(6) 低計數率情況下的統計差異	低劑量率或是使用低偵測效率儀器的情況下，因機率統計效應造成儀器讀數的變動將相當顯著。
(7) 能量解析度	指能峰高度1/2時的能峰寬度，寬度越窄的能峰其解析度愈佳



偵檢器特性(1)-能量依持性

同一地點、時間，不同偵檢器，測量數值???





能量依持性(例1)

Ludlum Model 44-2



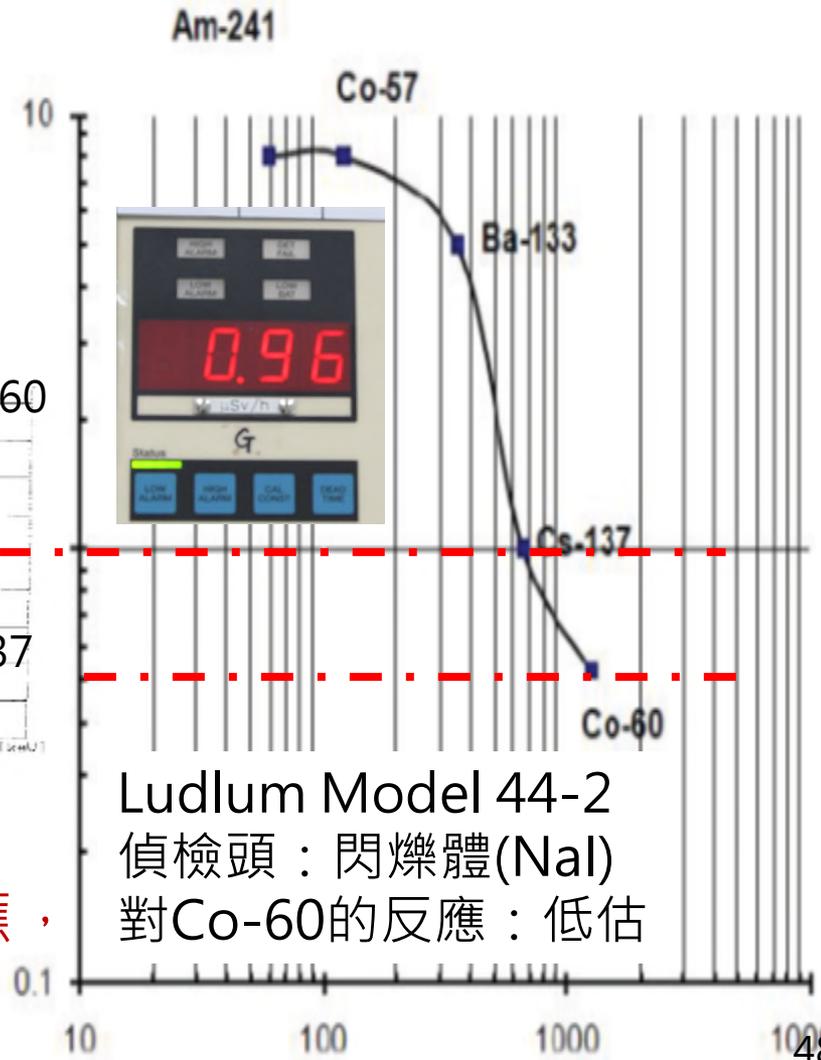
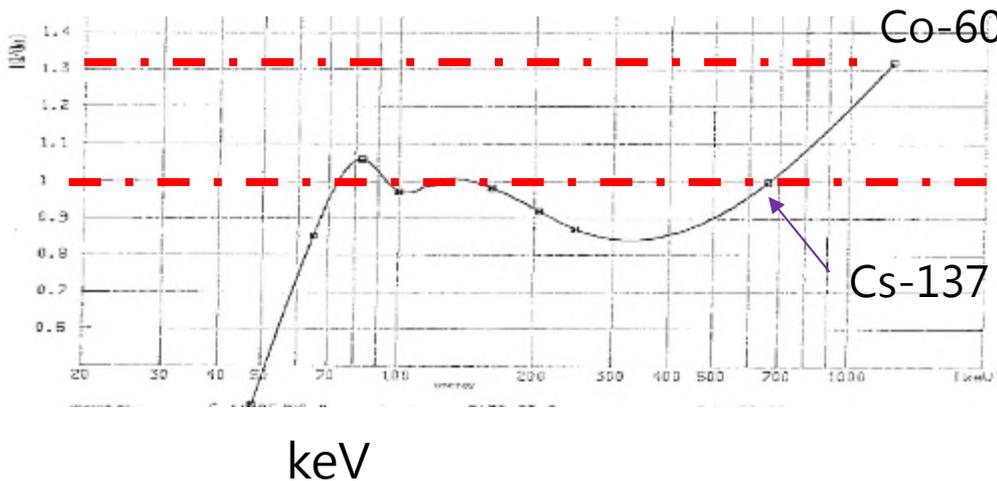
$$2.91 / 0.96 = 3 \text{ 倍}$$

automess 6150 AD-4



能量依持性(例1)

automess 6150 AD4
偵檢頭：蓋格管
對Co-60的反應：高估

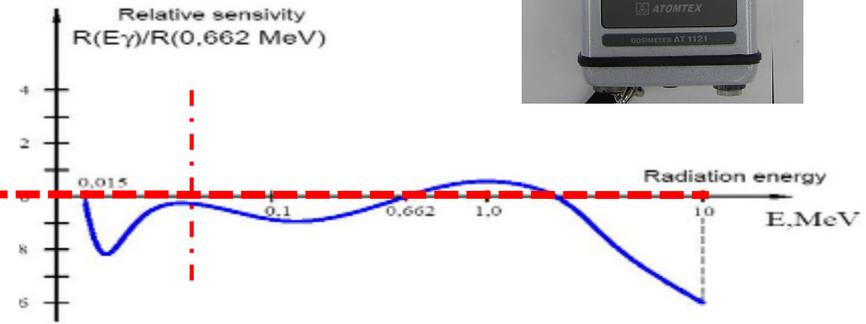
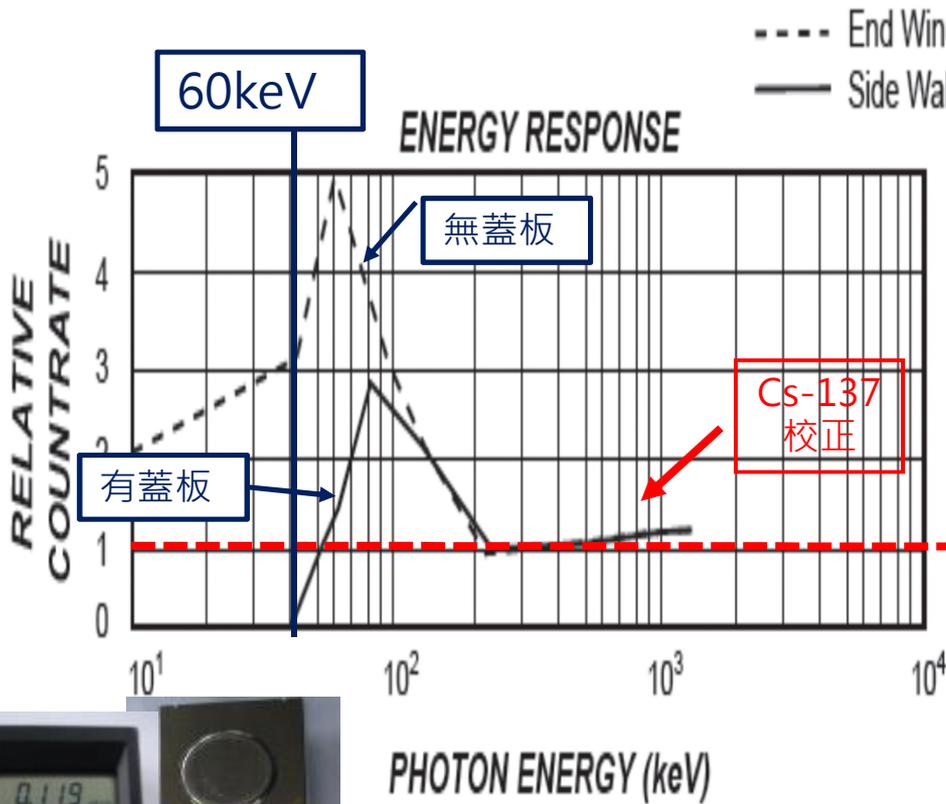


Ludlum Model 44-2
偵檢頭：閃爍體(NaI)
對Co-60的反應：低估

兩個偵檢器，對於Co-60的偵測反應，
相差： $1.3 / 0.5 = 2.6$ 倍



能量依持性(例2)



ATOMTEX
AT1121



Inspector



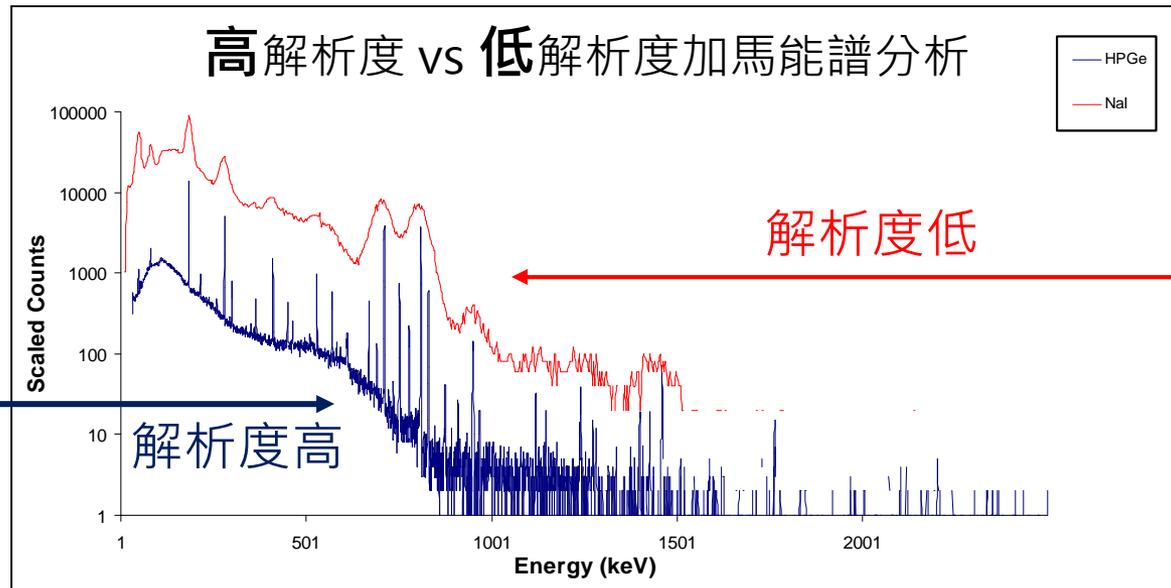
偵檢器特性(2)-能量解析度

“能量解析度” 是分辨鄰近伽馬能峰的能力

→ 解析度不好的儀器，可能有誤判之情形



HPGe



NaI

碘化鈉(NaI) 偵檢器用來做為 “篩選”
高純鍺(HPGe) 偵檢器用來做為 “辨識”