



財團法人 中華民國輻射防護協會

# 輻射防護簡訊

第 145 期

發行人  
鄧希平

主編  
張似璟

編輯委員  
尹學禮 江祥輝  
劉代欽 蔡惠予 魯經邦

出版單位  
財團法人中華民國輻射防護協會

地址  
30017 新竹市  
光復路二段 295 號 15 樓之 1

03-5722224 電話  
03-5722521 傳真  
01486683 統編

rpa.newsletter@gmail.com 電郵  
[www.rpa.org.tw](http://www.rpa.org.tw) 網站

行政院新聞局 出版事業登記證  
局版北市誌字 第柒伍零號

## 協會報導

第 3 頁

### 淺談輻射源的分類與管理

「游離輻射」普遍應用在醫療、工業及民生用品等方面，「游離輻射防護法」將「輻射源」依其風險的高低分為「豁免管制」、「登記備查類」、「許可類」及「高強度輻射設施」四類輻射源。

## 訓練班公告

第 7 頁

公告本會各項訓練班開課時間。

## 新聞廣場

第 9 頁

各項證照考試資訊、國內產官學界最新消息、以及近日全球輻防新聞。

## 新書介紹

第 11 頁

### ICRP Publication 122

#### 長壽命固體放射性廢棄物地質處置的輻射防護

ICRP122 號報告「長壽命固體放射性廢棄物地質處置的輻射防護」說明如何將 ICRP 103 號刊物內的輻射防護系統，應用在長壽命固體放射性廢棄物的地質處置部分，也整理所應注意的事項。

## 輻說 – 廖彥朋專欄

第 13 頁

### 放射線診療是治癌還是致癌？

與其擔心醫療輻射的危害，不如花點精力保養自己的身體，讓醫師的專業幫助你選擇適當的檢查，別讓恐輻成了救命的絆腳石。

## 專題報導

第 16 頁

### 簡介我國低放射性廢棄物的歷史及發展

《電業法》在今年初已完成全部修正程序，其中一個重點就是「非核家園」正式入法，這代表除了既有的放射性廢棄物外，未來核能電廠除役過程將產生大量放射性廢棄物，我國放射性廢棄物的營運將面臨重大挑戰。



低放射性廢棄物(圖片來源：台電公司)

## 我國低放射性廢棄物的歷史及發展

主編 張如琛

蔡英文總統於 105 年 8 月代表政府向原住民族道歉時表示，將要求相關部門針對核廢料貯存於蘭嶼之相關決策過程，提出真相調查報告，作為與雅美（達悟）族人和解的素材和補償的參考，並向各界公布真相，成為臺灣歷史的一部分。在調查報告出爐之前，為了讓讀者們對我國低階核廢料處理的過去及未來先有個粗略的認識，本期核廢料系列專題報導特別介紹了我國低放射性廢棄物的歷史及發展，由蘭嶼貯存場出發，談及低放射性廢棄物的處理概念，請各位慢慢品嚐。

近年來隨著核電廠的使用年限即將到期，電廠除役及核廢料最終處置在台灣已成為顯學，本協會特別邀請李境和教授為我們翻譯 ICRP 第 122 號報告長壽命固體放射性廢棄物地質處置的輻射防護。長壽命放射性廢棄物中核種半化期短則百、千年，長則百、千萬年，因此是最終處置時的關鍵核種，在劑量高峰階段成為貢獻輻射劑量的主角。目前世界公認最安全的方式是進行地質處置，並採用「多層障蔽」防止核種的釋出。讀者們若想進一步了解長壽命固體放射性廢棄物地質處置的輻射防護，非常歡迎您洽詢本協會訂書專線:03-5722224 分機 313~5。

本期的協會報導與輻說專欄報導了輻射源的分類與管理以及放射線診療議題，相信都是大家關心的議題，也希望能解答您心中的疑惑。

歡迎賜稿，稿件請寄：

輻防協會編輯組

300 新竹市光復路二段 295 號

15 樓之 1 或

傳真 (03)572-2521 或

電郵 rpa.newsletter@gmail.com

來稿一經刊登，略奉薄酬；

政令宣導文章，恕無稿酬。

## 淺談輻射源的分類與管理



---

「游離輻射」普遍應用在醫療、工業及民生用品等方面，「游離輻射防護法」將「輻射源」依其風險的高低分為「豁免管制」、「登記備查類」、「許可類」及「高強度輻射設施」四類輻射源。

---

「游離輻射」普遍應用在醫療、工業及民生用品等方面，但一般民眾或輻射工作人員對於「輻射源」的分類、管制或操作人員的資格等相關規定並不太清楚，筆者經常接到相關詢問的電話，藉此簡單說明如下。

### 輻射源的分類

所謂「輻射源」指可產生游離輻射之來源，依其產生輻射機制的不同，又分為放射性物質、可發生游離輻射設備及核子反應器。放射性物質指可經由自發性核變化釋出游離輻射之物質，如銫-137、鈷-60、鐳-226 及碘-131 等；可發生游離輻射設備指利用電磁場產生游離輻射之設備，如 X 光機及加速器等設備；核子反應器指裝填有核子燃料，而能發生可控制之原子核分裂自續連鎖反應之裝置，如核能電廠之核子反應爐等，但核子反應器之性質特殊且複雜，另有「核子反應器設施管制法」作為管制，故不在本文介紹之列。

作者

簡文彬

輻射防護協會 劑量組組長

放射性物質依其形態之不同，分為「密封」與「非密封」二大類，若將放射性物質置於密閉容器內，在正常使用情形下，足以與外界隔離，只利用其外釋的輻射，稱為「密封放射性物質」，若放射性物質會直接與周圍環境的介質接觸，造成周圍環境被放射性物質污染的可能，則稱為「非密封放射性物質」。

可發生游離輻射設備依其形態之不同，亦可分為「櫃型」與「非櫃型」二大類，若原設計或製造型式之可發生游離輻射設備，裝置於有適當屏

蔽之櫃中，使用時能防止人員進入，但該櫃不為建築物之一部分，稱為「櫃型」可發生游離輻射設備，如櫃型或行李檢查 X 光機、離子佈植機、電子束焊機或靜電消除器等，若可發生游離輻射設備本身無適當屏蔽之櫃體，則可稱為「非櫃型」可發生游離輻射設備，如醫用診斷型 X 光機、牙科 X 光機及工業用照相檢驗 X 光機等。

不同形態的輻射源，其特性及危險性並不相同，所以管制的程度也有所不同。



非櫃型 X 光機



櫃型 X 光機



密封射源



非密封射源

## 輻射源的分類管制

「游離輻射」的應用、管制與輻射防護的最高法律為民國 92 年 2 月 1 日開始施行的「游離輻射防護法」，以下簡稱輻防法，其主管機關為行政院原子能委員會，以下簡稱原能會。輻防法中將「輻射源」依其危險性（或風險）的高低分為「豁免管制」、「登記備查類」、「許可類」及「高強度輻射設施」四類輻射源。

一、豁免管制：若輻射源所產生之輻射無安全顧慮者，免依輻防法規定管制。豁免管制之放射性物質包括：

1. 活度不超過豁免管制活度（請參閱「輻射源豁免管制標準」附表一）之放射性物質，如銻-137 的豁免管制活度為  $10^4$  貝克而鈷-60

則為  $10^5$  貝克，不同核種的放射物質其豁免管制活度不一定相同。

2. 軍事用途之瞄準具、提把、瞄準標杆所含氬不超過  $4 \times 10^{11}$  貝克者。
3. 鐘錶、煙霧警報器、微波接收器保護管、航海用羅盤及其他航海用儀器、逃生用指示燈、指北針、燈泡等商品所使用之放射性物質，符合「商品輻射限量標準」之規定者。

豁免管制之可發生游離輻射設備包括：公稱電壓不超過三萬伏特之可發生游離輻射設備、電子顯微鏡、電視接收機或陰極射線管，在正常操作條件下，距其任何可接近之表面十公分處之劑量率每小時不超過一微西弗者。

二、登記備查類：若輻射源不屬於豁免管制者，則應依「放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法」之指定向原能會申請許可或登記備查。

使用下列放射性物質者，應申請登記備查：

1. 該管理辦法附表一所列第四類及第五類密封放射性物質。
2. 不屬於該管理辦法附表一所列的密封放射性物質，其活度為豁免管制量一千倍以下，且在正常使用狀況下，其可接近表面五公分處劑量率為每小時五微西弗以下者。
3. 活度為豁免管制量一百倍以下的非密封放射性物質。

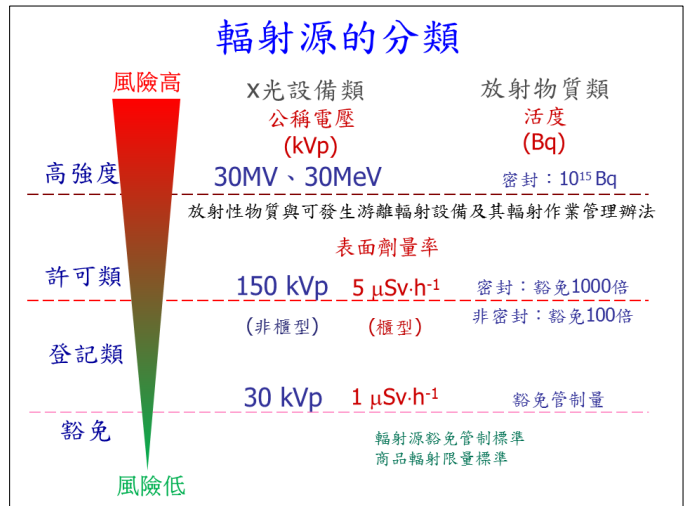
使用下列可發生游離輻射設備者，應申請登記備查：

1. 公稱電壓為十五萬伏（150kV）或粒子能量為十五萬電子伏（150keV）以下的「非櫃型」可發生游離輻射設備。
2. 「櫃型」可發生游離輻射設備在正常使用狀況下，其可接近表面五公分處劑量率為每小時五微西弗以下者。

三、許可類：非豁免管制之輻射源，若不符合登記備查之規定者，或非屬醫療用途，而對人體直接照射之可發生游離輻射設備者，則應向原能會申請許可證。

四、高強度輻射設施：

1. 可發生游離輻射設備加速電壓值大於三千萬伏（30MV）之設施。
2. 可發生游離輻射設備粒子能量大於三千萬電子伏（30MeV）之設施。
3. 使用密封放射性物質活度大於一千兆貝克（1000TBq）之設施。



(圖片來源：本協會劉代欽組長)

### 操作人員的資格

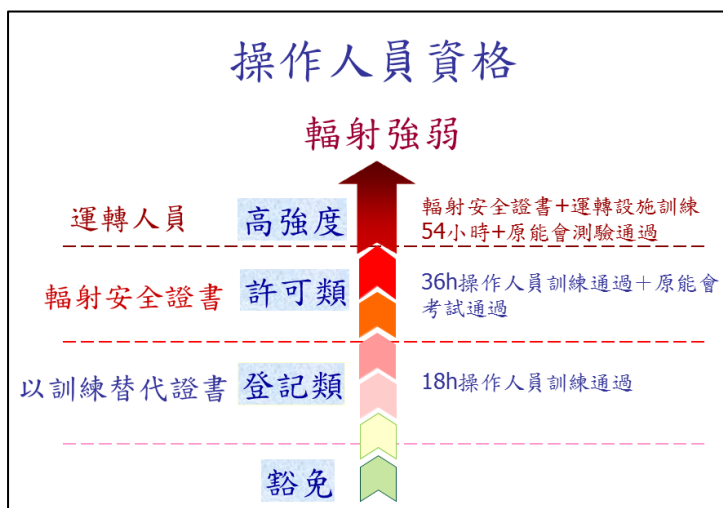
依據輻防法的規定，操作放射性物質或可發生游離輻射設備之人員（簡稱操作人員），應依輻射源類別，接受主管機關指定之訓練，並領有相關證照。

- 一、豁免管制類：操作人員不需要任何證照。
- 二、登記備查類：操作人員必須具有下列資格之一
  1. 通過主管機關指定之十八小時操作人員訓練並領有結業證書者。
  2. 取得輻射防護相關課程達二學分以上者。(輻射防護相關課程請參閱輻射防護人員管理辦法附表)
  3. 領有輻射安全證書、輻射防護人員認可證書或運轉人員證書者。
  4. 領有放射線科、核子醫學科專科醫師執業執照者。
  5. 領有醫事放射師執業執照者。

三、許可類：操作人員必須接受主管機關指定之三十六小時操作人員訓練，或取得輻射防護相關課程達四學分以上，並經主管機關測驗合格後，申領輻射安全證書者。

四、高強度輻射設施類：操作人員應領有下列證照之一，並經完成生產設施運轉訓練及運轉操作實務訓練合格後，申領運轉人員證書者。

1. 輻射安全證書。
2. 輻射防護人員認可證書。
3. 放射線科、核子醫學科專科醫師執業執照。
4. 醫事放射師執業執照。



(圖片來源：本協會劉代欽組長)

## 結語

本文僅就輻射源的分類與管制及操作人員的資格等規定作一簡介，但輻射源管制的規定相當複雜，包括其輸入、轉讓、輸出、過境、轉口，使用、安裝、改裝、持有、展示、租借、停止使用或永久停止使用等，皆必須依法向主管機關提出相關申請，不得擅自為之，另外，許可證或登記備查等也必須依法換發或異動申請，詳細的規定請參閱「放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法」等相關法規，操作人員的資格取得或證書換發等相關規定請參閱「放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員管理辦法」及「高強度輻射設施種類及運轉人員管理辦法」等相關法規。

### 注意事項 (本標籤請張貼於設備明顯位置)

1. 本設備含有輻射源，其出口、轉讓、遷移、改裝、停用及報廢等輻射作業，均應取得原子能委員會許可，始得為之。



2. 本設備應由取得合格資格之人員進行操作。

違反上述情事者，將依『游離輻射防護法』予以處分。

## 輻射防護協會

### TLD 佩章服務介紹

游離輻射（放射線）廣泛應用在工業、農業、學術與醫療等各領域，為確保其工作人員之安全健康，以達「合理抑低」輻射劑量之目的，特成立人員體外劑量測試實驗室，提供輻射劑量佩章服務，利用「熱發光劑量計」監測工作人員所接受之體外輻射劑量。

### 服務內容

- 佩章之租用：包含佩章盒、熱發光晶片及其配件。
- 佩章計讀及人員體外劑量之計算：每月評估一次。
- 劑量測試報告之定期寄送。
- 輻防相關訊息：於網頁上提供輻射防護相關之小百科、小故事或其他短文，以聚沙成塔的方式，推廣輻射防護觀念。

### 佩章服務諮詢專線

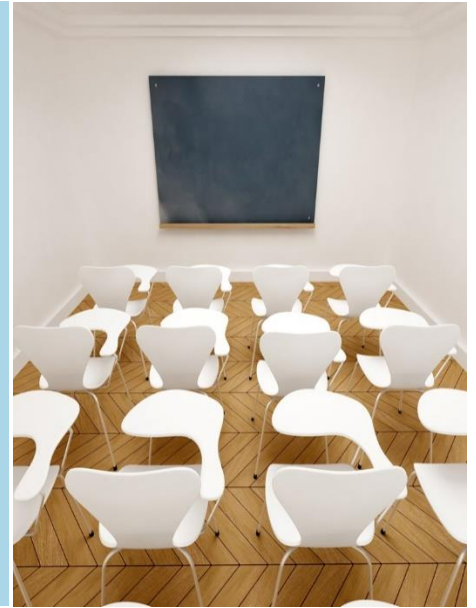
0800-022224 或

03-5722224 分機 319

劉尚艾 小姐

有興趣的朋友請蒞臨[本會網站進一步了解](#)。

## 訓練班開課時間



### 放射性物質或可發生游離輻射設備 操作人員研習班

#### A 組

36 小時許可類設備

A3	08 月 01 日 ~ 08 日	高雄 文化大學推廣部
A4	08 月 07 日 ~ 14 日	新竹 帝國經貿大樓

#### B 組

18 小時登記備查類設備

B10	06 月 07 日 ~ 09 日	台中 文化大學推廣部
B11	06 月 21 日 ~ 23 日	高雄 文化大學推廣部
B12	07 月 11 日 ~ 13 日	新竹 帝國經貿大樓
B13	07 月 18 日 ~ 20 日	台北 建國大樓
B14	08 月 15 日 ~ 17 日	台中 文化大學推廣部
B15	08 月 29 日 ~ 31 日	高雄 文化大學推廣部
B16	09 月 19 日 ~ 21 日	新竹 帝國經貿大樓
B17	09 月 26 日 ~ 28 日	台北 建國大樓
B18	10 月 25 日 ~ 27 日	高雄 文化大學推廣部
B19	11 月 08 日 ~ 10 日	台中 文化大學推廣部
B20	11 月 22 日 ~ 24 日	新竹 帝國經貿大樓
B21	11 月 28 日 ~ 30 日	台北 建國大樓

## 輻射防護專業人員訓練班

輻防師 144 小時、輻防員 108 小時

／新竹帝國經貿大樓

員 31 期	第一階段	06 月 26 日～ 30 日
	第二階段	07 月 03 日～ 07 日
	第三階段	07 月 17 日～ 21 日
	第四階段	07 月 24 日～ 27 日
進階 21 期 (原 20 期末開班)	21 - 1	08 月 16 日～ 18 日
	21 - 2	08 月 21 日～ 23 日

## 輻射防護繼續教育訓練班\*

三小時	06 月 12 日	新竹
	06 月 15 日	高雄
	08 月 25 日	台中
	09 月 06 日	台北
	09 月 15 日	高雄
六小時	10 月 06 日	新竹
	10 月 19 日	高雄
	12 月 01 日	新竹

## 鋼鐵建材輻射偵檢人員訓練班\*

鋼	10 月 26 日～ 27 日	高雄
	11 月 16 日～ 17 日	新竹 帝國經貿大樓高雄

## 上課地點

台北	建國大樓	台北市館前路 28 號
新竹	帝國經貿大樓	新竹市光復路二段 295 號 20 樓
台中	文化大學推廣部	台中市西屯區台灣大道三段 658 號
高雄	國立科學工藝博 物館-南館	高雄市三民區九如一路 797 號
	文化大學推廣部 高雄教育中心	高雄市前金區中正四路 215 號 3 樓

\* 上課地點如果僅註明區域，但是沒有詳細地點，將依照當期報名人數來決定適當地點。屆時會再通知已報名的學員。

訓練班簡章可至[本會網站查詢](#)。

課程安排問題，請聯絡本會

電話 (03) 572-2224

分機 313 李貞君（專業人員、  
鋼鐵建材、  
繼續教育）

315 邱靜宜（放射物質  
與游離輻射設備）

傳真 (03) 572-2521



## 輻防新聞廣場

這裡有您最關心的證照考試資訊、國內產官學界最新消息、以及近日全球輻防新聞



### 最新證照考試日期與榜單

#### 行政院原子能委員會 106 年第 1 次輻射防護及操作人員測驗

「106 年第 1 次輻射防護人員專業測驗及輻射安全證書測驗試題與解答」已公布於原能會網站。  
([相關連結](#))

### 國內訊息

#### 原能會審查同意台電公司核一廠 2 號機降載延時運轉案

原能會於 5 月 23 日審查同意台電公司所提核一廠 2 號機「維持 75% 功率運轉」評估報告(降載延時運轉案)，核一廠 2 號機可維持現況約 75% 功率運轉至 6 月中旬(6 月 10 日左右)。原能會對本案之管制歷程及安全評估報告等相關資訊已於原能會對外網站公開(網址 [http://www.aec.gov.tw/焦點專區/核一 2 號機降載延時運轉案 --218\\_3636.html](http://www.aec.gov.tw/焦點專區/核一2號機降載延時運轉案--218_3636.html))；後續台電公司核一廠 2 號機降載運轉期間，原能會亦將持續派員於現場查證機組降載運轉狀況和運轉參數，以確認符合運轉安全。

#### 原能會同意核二廠 1 號機護箱裝載池可啟用置放用過燃料

原能會查證核二廠 1 號機護箱裝載池改為用過燃料貯存空間設備修改案之施工與測試作業，確認台電公司已依承諾執行，其結果與設計要求一致，符合安全標準，於 5 月 19 日正式同意核二廠 1 號機之裝載池燃料貯存格架可啟用置放用過燃料。核二廠 1 號機後續尚需完成包括燃料挪移之相關大修作業後，方可依核子反應器設施停止運轉後再起動管制辦法規定提出機組再起動申請，並俟原能會審查同意，確認機組相關設備之安全運轉功能狀態符合起動要求後，機組方能起動。

#### 107 年度「原子能科技學術合作研究計畫」即日起公開徵求計畫構想書

107 年度「原子能科技學術合作研究計畫」公開徵求計畫構想書，至 106 年 6 月 13 日截止收件。[相關連結](#)

#### GE Breast Tomosynthesis 數位式乳房 X 光攝影儀輻射醫療曝露品質保證作業操作程序書及校驗紀錄表

「GE Breast Tomosynthesis 數位式乳房 X 光攝影儀輻射醫療曝露品質保證作業操作程序書及校驗紀錄表」已更新於原能會網站。[相關連結](#)

## 106 年度蘭嶼地區環境平行監測作業

原能會物管局 106 年 5 月 3~4 日辦理蘭嶼地區環境平行監測作業，邀請蘭嶼當地民眾、原住民族委員會、台東縣環保局及地方政府等共同參與，進行蘭嶼各村落環境取樣作業。

本年度分別採集六個村落的農產品、土壤、水樣及草樣等環境試樣，各試樣檢測分析工作委由通過「全國認證基金會」(TAF)認證之國立清華大學原科中心執行。另同時分樣由原能會輻射偵測中心及核能研究所計測分析，加以比對。待試樣分析完成後，將由原科中心寄交分析報告到蘭嶼鄉公所、鄉民代表會及各村辦公室，亦將於原能會網站對外公開計測分析結果，期民眾經由參與、了解，進而安心、放心。

## 新書推薦 - 原子能 XYZ 繪本

原能會最新編印完成的「原子能 XYZ」繪本出版囉!這是繼「原子能 ABC」繪本後，再次將英文單字與原子能知識連結，以簡單易懂的文字故事與插畫發想創作，透過繪本輕鬆傳達深奧的科學知識，是學習生活中的原子能知識最簡便又快速的方式，也是親子共讀最佳的書籍。

## 106 年 3、4 月輻安預警自動監測日平均劑量率變動圖

106 年 3、4 月輻安預警自動監測日平均劑量率，均在背景變動範圍（0.2 $\mu$ Sv/hr）內。（[3月](#)、[4月](#)）

## 近期會議

### 美洲保健物理學會臺灣總會第五屆第四次會員大會暨專題演講

日期：106 年 6 月 22 日（星期四）13:00~17:00

地點：行政院原子能委員會三樓大禮堂(新北市永和區成功路一段 80 號)

聯絡資訊：(03)572-2224 轉 316 李孝華小姐

### 美洲保健物理學會臺灣總會第五屆第四次會員大會暨專題演講

#### 會議議程

時間	議程主題
13:00 ~ 13:20	會員報到
13:20 ~ 13:25	鄧希平理事長致詞
13:25 ~ 13:30	會務及財務報告
13:30 ~ 13:40	議案討論及臨時動議
13:40 ~ 13:50	Break
13:50 ~ 15:10	專題演講一 魯經邦組長 低劑量下輻射曝露線性無低限(LNT)理論的爭議探討與省思
15:10 ~ 15:35	Tea break
15:35 ~ 16:55	專題演講二 朱亦丹技正 台灣核電廠除役之輻防審查與管制規劃
16:55 ~ 17:00	鄧希平理事長致詞

# ICRP

Publication 122

## 長壽命固體放射性廢棄物地質處置的輻射防護

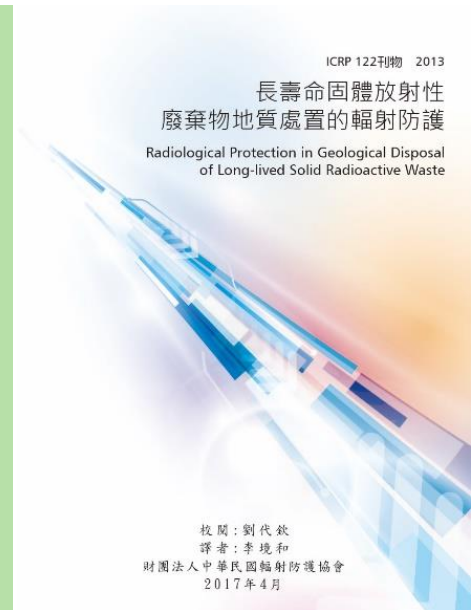
### Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radiation Waste

ICRP122 號報告「長壽命固體放射性廢棄物地質處置的輻射防護」說明如何將 ICRP 103 號刊物內的輻射防護系統，應用在長壽命固體放射性廢棄物的地質處置部分，也整理所應注意的事項。

### 內容簡介

放射性廢棄物最終處置是游離輻射應用後端須解決的問題，核能發電與其他如醫農工商的應用都會產出且須面對。最終處置是放射性廢棄物管理的終點，功能上要求在長期貯放過程中，其所釋出至生物圈的核種量，須在可接受的範圍內，以能對未來的世代提供足夠的輻射防護。

地質處置是放射性廢棄物最終處置的可行方案，也是國際原子能總署認可的方式。但是在放射性廢棄物中，有些核種的半化期長達百、千年，甚至達到數萬年，所以在採行地質處置時，需要考慮處置設施在長期過程中，不同運作階段的輻射防護上的重要因子，而在 ICRP 輻射防護架構上，從輻射作業 (practices) 與干預 (interventions) 的過程，演進到規劃(planned)、緊急(emergency)與存在 (existing)三種曝露情況的設計，另外也發展一架構來展示環境有關的輻射防護。這些都是本報告中有關長壽命放射性廢棄物地質處置非常值得參考的重要內容。



譯者: 李境和

校閱: 劉代欽

財團法人中華民國輻射防護協會

2017年4月出版

## 本書序

中華核能學會放射性廢棄物管理學術委員會  
召集人 黃慶村

本書譯自國際輻射防護委員會(ICRP)第 122 號刊物，係融彙與補充 ICRP 第 103 號刊物，專門針對長壽命放射性固體廢棄物地質處置所提出的輻射防護建議，照例會成為世界各國制定相關法規的依據。

放射性廢棄物是人類利用核能的必然產物，為避免人類與環境受到輻射傷害，放射性廢棄物產生後，從收集、處理、運輸、貯存以迄最終處置等一系列的管理過程，都必須進行輻射防護，可以說：放射性廢棄物的管理其實就是一系列輻射防護的過程！

長壽命放射性廢棄物是指含有高於痕量(trace amount)長半化期核種的廢棄物，這類廢棄物中的長半化期核種壽命短則百、千年，長則百、千萬年，因此是最終處置時的關鍵核種，在劑量高峰階段成為貢獻輻射劑量的主角。

長壽命放射性廢棄物的最後歸宿是進行地質處置，並採用「多層障蔽」防止核種的釋出，其安全性已被世界所公認。「多層障蔽」的第一層是將廢棄物製作成高安定性的固體，以拘限核種的釋出；採用耐腐蝕的容器盛裝廢物體是為第二層障蔽；以足夠厚度的銅或耐蝕材料作為廢料體容器的外包裝，是為第三層障蔽；外包裝的四周以緩衝材料與回填材料圍繞密封是為第四層障蔽；第五層障蔽就是地質障蔽，包括處置母岩與周圍的地質岩層。以上第一至第四層為工程障蔽，第五層為天然障蔽。

天然的地質障蔽除了提供穩定與封閉的功能外，當核種突破重重阻礙往人類生活圈移動時，處置場與人類生活圈之間的地質圈，就會發揮阻絕、稀釋與延時的效果，使核種移動到人類生活圈時，放射性強度已衰變到可接受的程度，因此廢棄物中的核種壽命愈長，處置的地層就需要愈深。

有人以「工程障蔽不可能永遠不漏水，放射性不可能不跑出來」，認為最終處置的安全性難以確定，這是對處置安全概念的誤解。「多層障蔽」本來就是以核種必然會跑出來為基本設想，在核種會衰變的特性下，讓核種跑到生物圈時，輻射劑量已衰變到許可範圍。當然要成功實現這一安全概念，除了需要良好的障蔽，還需要不間斷地進行環境偵測取樣、分析與研判，而這恰恰就是輻射防護的工作；輻射防護對地質處置之重要已不言而喻。

本書出版者輻射防護協會是我國輻射防護學術研究與人才培育的重鎮，貢獻卓著眾所公認。譯著者李境和教授是中華核能學會放射性廢棄物管理學術委員會委員，是學理精深、實務經驗豐富的資深輻射防護專家，李教授此一譯作，對我國開展中的放射性廢棄物最終處置工作將有宏大助益，本人忝為從事放射性廢棄物管理工作之老兵，樂為之序！

## 本書目錄

- 摘要
- 前言
- 範圍
- 為保護未來世代的基本  
值、原則與策略
- 地質處置設施壽命期間  
ICRP 保護系統的應用
- 最後注意事項
- 結論

書籍訂購資訊可於[輻射防護協會網站查詢](#)；親至本協會購買另享 95 折優待。

訂書專線：  
03-5722224 分機 313 ~5。

## 放射線診療是治癌還是致癌？

與其擔心醫療輻射的危害，不如花點精力保養自己的身體，讓醫師的專業幫助你選擇適當的檢查，別讓恐輻成了救命的絆腳石。

前陣子我到某大學演講，一位聽眾朋友告訴我說：「我婆婆前陣子去做核子醫學檢查，她現在都不敢來看孫子，怕影響到孫子的發育。」這又讓我回想起多年前在醫院工作時聽到的都市傳說，就是說某位婦女在福島事故後到東京旅遊，回來之後發現懷孕因而去醫院做檢查，結果醫生說不僅僅要墮胎，還要五年內不可以懷孕，到今天為止我都還搞不懂「五年」這個數字到底是從何而來的。一般民眾對於輻射的知識多半來自於媒體，再不然就是來自網路訊息，在本刊目前閱覽量依舊如此稀疏的現實之下，我們在生活中有機會就應該多雞婆兩句，幫助大家解除不必要的疑慮。

我們都知道醫療輻射是所有非背景輻射中最大宗的輻射曝露來源，依據美國 NCRP 2006 年的調查，全美國醫療曝露的人均劑量約與背景輻射相當（約 3mSv），可以說是佔了總年均曝露的一半，其中的「大戶」：電腦斷層又佔這一半中的一半，讓人不禁在腦海中浮現充滿問號的黑人哥照片，因為平常我們也很少去醫院做檢查，到底是哪些人做了那麼多檢查幫我們把平均拉高的？

# 福說

廖彥朋 專欄



作者

廖彥朋

《台灣網民》專頁原作者，網友暱稱為「養殖戶」，自稱「周魚民的老闆」。大學念的是放射科學，發現自己沒有這方面才華，碩士轉讀醫學物理，又發現這行沒有前途，在醫院工作三年半之後帶著兩把吉他逃到日本，在京都大學醫學研究科當醫學專攻博士生。

- ✓ 長庚大學醫學物理暨影像科學碩士
- ✓ 雙和醫院醫學物理師
- ✓ 中華民國醫學物理學會醫學物理師認證
- ✓ 日本京都大學醫學研究科醫學博士生(ing)

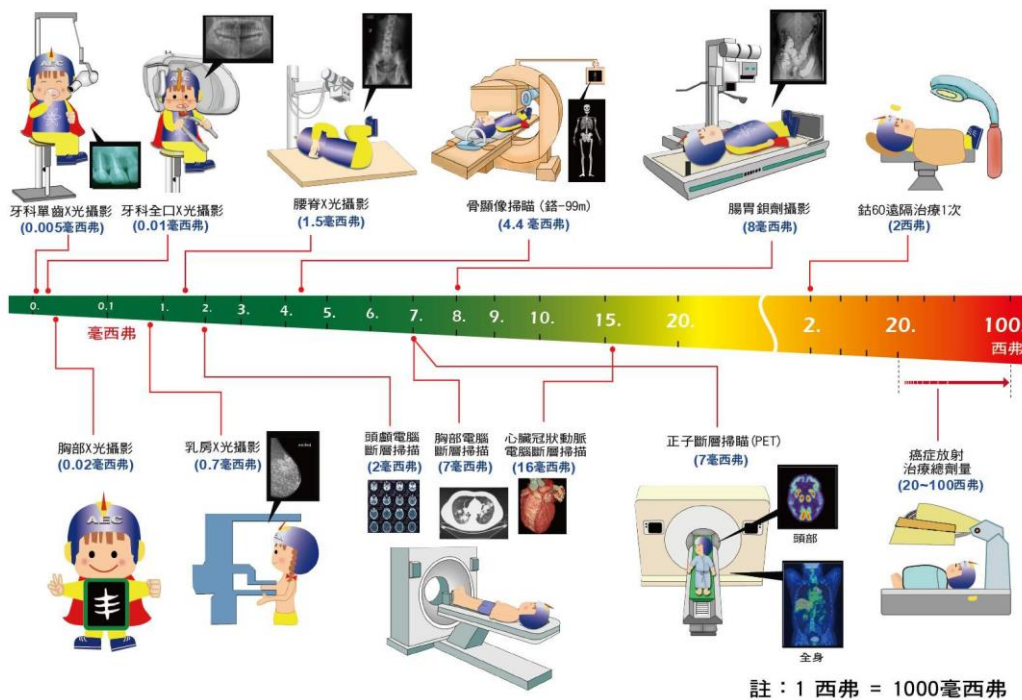
造成這個結果的理由當然有很多，像是所謂的「防禦性醫療」，也就是醫師為了避免醫療糾紛所進行的「名義上合理」的篩檢；或是民眾健康意識抬頭而熱衷的各種套餐式、旗艦型、尊榮享受的健康檢查；更甚者是藉著醫療保險的便利，病人主動要求醫院做檢查。這些類型的檢查中，絕大部分都包含電腦斷層檢查，在一些高階健檢中還提供正子攝影，這些類型的放射性檢查所貢獻的劑量可以達到一般 X 光攝影的數十倍至數百倍，有些民眾可能就會有個很大的疑問：「所以說我們今天是來治癌還是致癌的？」

一般而言，對放射線診療有顧慮的民眾，多半是身體健康的類型（至少主觀上是沒有什麼病痛），一個健康的人擔心自己做了某個檢查之後反而生病，這是很正常的邏輯。但是這種擔心如果過度延伸到真正的病人身上時就很討厭了，我真的曾經在醫院遇過因為擔心輻射會致癌而不願

做檢查的病人，不要笑，在許多良心團體的努力之下，民眾恐輻完全是天經地義的事情，問題是不做檢查就不能診斷，不能診斷就不能治療，如果錯失診療的契機明天就斷了氣，不知道這些良心團體打算要包多少錢給這些間接受害者？廢話，當然是零元，這就是為什麼我們需要不遺餘力的向一般民眾宣導正確輻射觀念的原因。

關於醫療輻射，我們還是要不厭其煩的講：「醫療輻射沒有使用上限」，當然後面那句也很重要，那就是「必須依照醫療需求實施」，也就是我們常說的「利大於弊」。事實上一般而言，除了透視攝影以外的絕大部分單次常規檢查（包括名嘴最愛拿出來說嘴的電腦斷層及正子攝影）能貢獻的劑量都不算太高，所以說，如果只是偶爾進行一兩次常規檢查，原則是沒有任何需要感到恐懼的空間的。但是如果一個病人需要在短時間內進行反覆性的檢查或是長時間的透視攝影，這

醫療游離輻射劑量比較圖



行政院原子能委員會 製作

圖片來源：原子能委員會

意味著他的病情已經相當嚴重了，更別說進行放射治療所使用的高劑量是絕對會產生確定效應（所以才能殺死癌細胞）也 100%增加癌症風險，為什麼還要做？因為今天不做明天可能就不需要做了，換言之，即便存在潛在的致癌風險，我們還是得正視病人當下的病情來做臨床決策。

依照這樣的邏輯，現實生活中就有一個極端模糊的地帶，叫做健康檢查。理論上我們所說的醫療輻射的使用前提叫做「有臨床需求」，一般而言，我們所說的臨床需求是指「確認與鑑別病灶」的需求，但是作為一個外觀看起來身強體壯、行動自如的健康人而言，在沒有任何的症狀之前，能不能算是有臨床需求？這個問題就進入了哲學的境界了。更進一步而言，我們過去所談的醫療輻射都是基於臨床醫師的專業判斷而實施的，健檢當然是受檢者自願參與檢查的，受檢者有能力判斷有沒有臨床需求嗎？即便如此，在現行的架構下，我們依舊將健檢的輻射歸類於醫療輻射，作為一個醫學物理工作者，我們的任務就是確保健檢時所使用的輻射是在合理安全的範圍內了。

很多人問我一個問題：「既然常規檢查那麼安全，那為什麼不每個人入院都掃描一下？」接著就搬出傳說中的「輻射沒有安全劑量」，企圖藉由「連醫院都很擔心輻射不敢讓病人隨便做」打臉我常說的 100mSv 線，事實上這兩件事情毫無關聯性。首先，我前面提過了，臨床上何時該用 X 光檢查跟你的臨床症狀有關，X 光不是萬能的，如果照了也是白照為何要去浪費醫療資源？其次，不隨便亂照是因為你不知道何時是真正需要照的時候。日本幾年前有個經典案例，某位病人在兩週內做了四次電腦斷層與兩次血管攝影，導致頭部環狀掉髮。我們當然不能說這位病人不該做這些檢查，但短時間內累積超過閾值劑量的曝露導致確定效應的事情，在現實生活中也是可能會發生的，我常說：「你永遠不知道什麼時候會真的需要。」在那之前，不要把自己的 quota 給用光光了。

與其擔心醫療輻射對你的危害，不如花點精力保養自己的身體健康還比較實在，只要身體健康就不需要進醫院，不進醫院就不用做 X 光檢查，這世界上還有什麼比不用做 X 光檢查還要更 ALARA 的選項嗎？如果真的不幸進了醫院，就讓醫師的專業幫助你選擇適當的檢查吧，別讓恐輻成了救命的絆腳石了。

## 簡介我國低放射性廢棄物的歷史及發展

經過 2016 年下半年的熱烈討論，《電業法》在今年初已完成全部修正程序，其中一個重點就是「非核家園」正式入法，這代表除了既有的放射性廢棄物(俗稱核廢料)，未來核能電廠除役過程也將產生大量放射性廢棄物，放射性廢棄物的營運將面臨重大挑戰。

### 放射性廢棄物不只核電廠會有

在「非核家園」政策確立後，我們馬上面對 2 個現實的問題：

- (1) 核電廠除役過程產生的低放射性廢棄物(簡稱低放)數量將超過既有低放數量。
- (2) 沒有核電廠後，低放仍然會繼續產生。

也就是說，「核電廠存在」和「放射性廢棄物產生」並無絕對因果關係，不管你在便利商店買的泡麵或牛奶、醫院做的檢查或治療、室內用的煙霧偵檢器，其中都有輻射的應用，也會產生數量不等的低放。相對於有人將放射性廢棄物視為浮士德的魔鬼契約，筆者比較傾向把它視為現代公民在享受科技便利之後應盡的責任和義務。



低放射性廢棄物(圖片來源：台電公司)

### 作者

蔡旻誠

- ✓ 台電公司核能溝通小組
- ✓ 台電公司核能後端營運處
- ✓ 清華大學工程與系統科學系



## 蘭嶼罐頭工廠純屬謠言

如果放射性廢棄物的歷史有考試的話，「蘭嶼」一定是必考題。很多人疑惑為什麼低放會放在蘭嶼，也有傳言說當時台電欺騙蘭嶼居民說是要蓋魚罐頭工廠，也有人說是鳳梨罐頭工廠，結果運送過去的是低放。

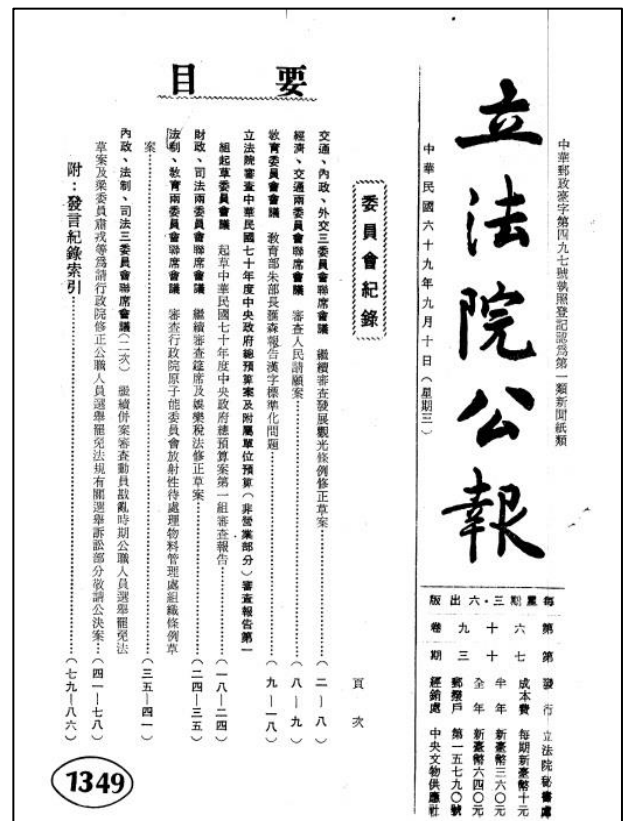
傳言的說法有很多可以探討的地方，首先鳳梨根本不是蘭嶼的名產，芋頭和飛魚才是，而飛魚主要的加工保存方式是製成魚乾，而非罐頭。另一個有趣的事情是，在民國 60 年代，負責放射性廢棄物貯存規劃的單位是行政院原子能委員會(簡稱原能會)，因此蘭嶼的低放貯存設施－蘭嶼貯存場，場址是由原能員會選定，直到民國 79 年才轉由台電管理，並且從民國 85 年就再也沒有運送低放到蘭嶼，所以在蘭嶼貯存場規劃興建的時候，台電自然沒有(而且也不適合)向蘭嶼居民說明蘭嶼貯存場的設施用途。

如果從歷史檔案來看，民國 69 年 9 月 10 日的《立法院公報》也記錄當時的原能會秘書長鄭振華在民國 69 年 5 月 3 日出席立法院法制、教育兩委員會的聯席會議中，針對放射性廢棄物(當時稱為放射性待處理物料)的發言提到「…經本會多次討論，則海貯(投海)涉及國際問題，乃決定暫採陸貯方式，並建議以臺東縣蘭嶼島龍門地區為陸貯場所…」。

而在會議第二天，也就是民國 69 年 5 月 4 日的《聯合報》第三版也以「放射性待處理物料將送蘭嶼貯存」為標題報導當時的聯席會議情形。結果傳言在坊間流傳後與真實狀況越差越遠，就像近日的網路傳言「沙威瑪的生長與養殖」一樣，讓人感嘆資訊傳遞過程中，思辨的重要性。



蘭嶼貯存場位置圖(圖片來源：蔡旻誠)

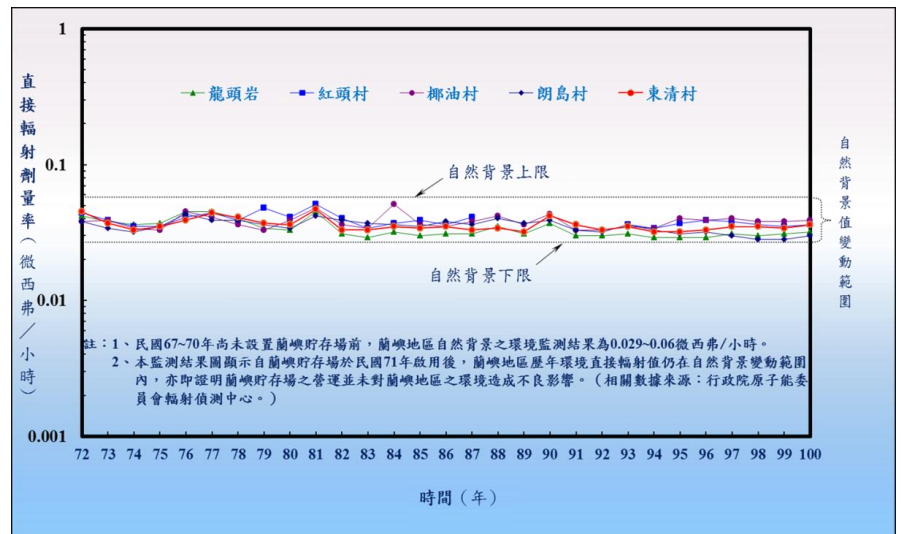


民國 69 年 9 月 10 日《立法院公報》

(圖片來源：立法院)

## 蘭嶼的輻射監測

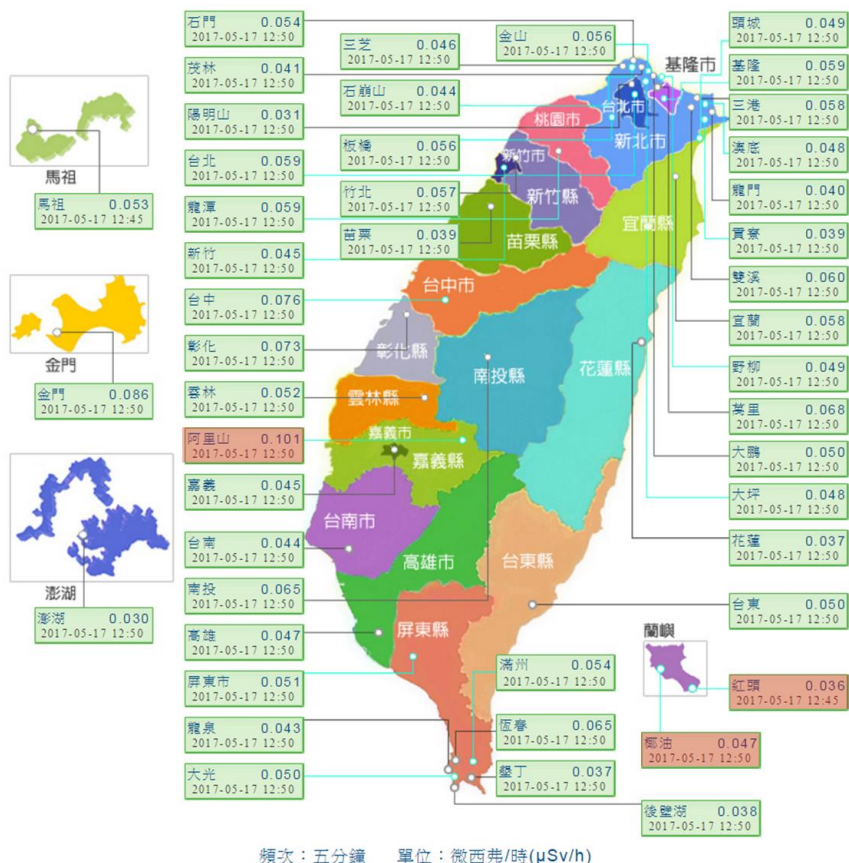
蘭嶼低放的議題，相較於歷史沿革，其實更重要的是輻射的影響。因此，原能會在低放運送到蘭嶼的數年前就開始蒐集蘭嶼的環境輻射資料，並將它與低放運送到蘭嶼後的環境輻射資料比對，結果運送前後的數據至今仍維持在每小時 0.029-0.060 微西弗( $\mu\text{Sv}$ )，也就是說，從監測數據觀察不到運送前後的差異。



蘭嶼貯存場設置前後的輻射劑量率(圖片來源：台電公司)

如果運送前後的數據沒有差異的話，那蘭嶼跟其他地方比起來又是如何？這一點可能突破很多人的刻板印象，蘭嶼島上 2 個監測站的數據在所有監測站裡面是偏低的，排名最高的是位在嘉義縣的「阿里山監測站」，原因是它的海拔高度比其他監測站高很多，接受的宇宙射線也較多。

換句話說，一個地方的環境輻射高低，跟當地的地理環境、地質條件有密切關係，當地是否存在放射性廢棄物反而不見得是主要因素。這時候你可能會想起一個網路說法「阿里山的輻射是天然無害的，跟核廢料的人造輻射不一樣」，如果「天然\尚好」這個說法成立的話，那是不是「森林大火是天然無害的，跟瓦斯爐的人造火不一樣」的說法也可以成立？事實上，火和輻射對人體的影響非常相似，取決於多少能量傳遞到人體哪個部位，跟天然或人造的毫無關聯。



2017年5月17日12:50環境輻射即時監測  
(圖片來源：原子能委員會)

## 廢棄物存在對蘭嶼居民的主要影響在心理層面

這代表低放的存在對蘭嶼沒有影響嗎？以筆者在蘭嶼貯存場的工作經驗，對蘭嶼貯存場的工作人員來說，最大的影響並非輻射，而是生活機能。畢竟蘭嶼貯存場地處偏遠，距離島上較近的聚落也有 5 公里左右的距離，食衣住行育樂難免有不方便的地方，這也讓筆者體會在求學時期的玩笑話，「殺一個大學生不需要凶器，拔他網路線就可以了」。

那蘭嶼的居民呢？就筆者觀察，放射性廢棄物的存在對於居民的主要影響不在生理，而是心理，其中又分為兩種情況：第一種是對於放射性廢棄物的恐懼，擔心輻射對他們的健康有負面作用；第二種是因為廢棄物而產生的不平等心態。確實有蘭嶼居民清楚了解為什麼蘭嶼島上有放射性廢棄物，也明白對他們健康沒有顯著影響，但是同時也覺得自己生活的地區被放置「別人不要的東西」，心中多少會有「為什麼是我？」的地區不平等想法。因此，筆者也認同蘭嶼居民移除島內低放的要求，但是也認為以「危害健康」作為移除的訴求並不合適，除了因為從過去的醫學調查及統計並沒有相關案例外，相信沒有任何一個地區的居民有如此高的道德勇氣去接受另一個地區「宣稱危險」的廢棄物。

## 低放射性廢棄物的處理概念

如果蘭嶼的低放是像立法院文件說的「暫時貯存」，那之後會在哪裡用什麼方式處理呢？其實各種產業廢棄物的最終處理方式不外乎兩種：排放、掩埋。而放射性廢棄物是以掩埋為主，也就是深埋在地底的最終處置。

一般人對於放射性廢棄物的恐懼來源莫過於它的輻射，擔心輻射會影響他們的健康，但是輻射影響健康必須要有 3 個前提：輻射源在人旁邊、輻射源的輻射能夠傳到人體、輻射的劑量足夠影響健康。3 個前提有它的先後順序，在放射性廢棄物的處理原則裡面，最重要的當屬第 1 項，也就是希望降低「輻射源在人旁邊」的可能性，並且建立第 2、3 項的防禦機制。

## 將廢棄物侷限在特定空間

那要如何降低「輻射源在人旁邊」的可能性呢？今年 4 月 17 日立法院教育及文化委員會召集委員許智傑質詢原能會主委謝曉星時有一個貼切的比喻：「核廢料就像老虎，但是老虎被關起來後，人就不會怕他了」。放射性廢棄物的處理也是用類似的概念，用堅固的材料把放射性廢棄物侷限在特定空間。

為了達到這個目的，從放射性廢棄物產生的時候就開始規劃：包括建立帳料管理系統，記錄廢棄物產生來源、產生時間、地理位置、輻射狀況，除了避免遺漏任何一個廢棄物，也可以視廢



106 年 4 月 17 日立法委員許智傑質詢畫面

(圖片來源：立法院)

很多人常常會把「法規限值」和「管理限值」混淆，在這邊提到的 0.25 毫西弗是「法規限值」。但是就設施管理者的角度來說，一定不想超過它，於是設施管理者會訂定一個「管理限值」作為管理準則，避免有超過「法規限值」的機會，如同高速公路車速限制是每小時 100 公里，駕駛者的車速就會保持在每小時 95 甚至 90 公里，避免超過速限。以核能電廠的乾式貯存設施為例，它的「法規限值」一樣是每人每年不得超過 0.25 毫西弗，但是「管理限值」是 0.05 毫西弗，相差 5 倍。

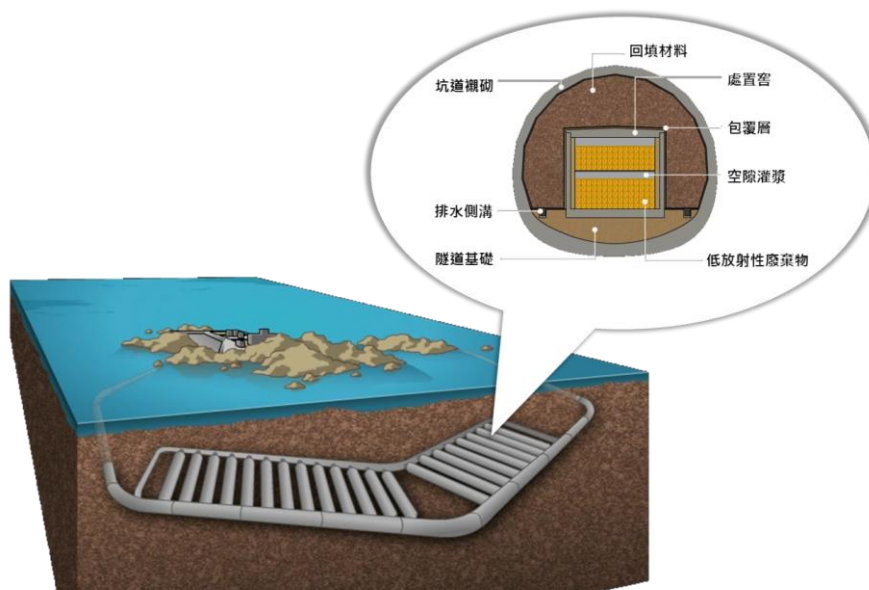
同樣的概念也可以引申到「法規限值」和「輻射生物效應」，輻射對於生物體造成的效應可以分為兩種：機率效應、確定效應，這兩種效應的差別在於是否存在確切的輻射劑量門檻。這種以門檻值區分不同機制的情況，在我們生活中也可以看到，那就是百貨公司常用的促銷手法：抽獎禮(機率效應)、滿額禮(確定效應)，雖然這兩件事情在本質上有很大的差異(抽到獎很開心，受輻射影響不太可能會高興)，但是在機制上幾乎雷同：在百貨公司常針對小額消費提供抽獎機會，例如滿 100 元

有一次抽獎機會、滿 200 元有兩次抽獎機會…，但不一定會中獎；在輻射生物效應就是滿 100 毫西弗增加 0.5% 致癌風險、滿 200 毫西弗增加 1% 致癌風險…，但不一定會發生。另外，百貨公司也會針對單筆大額消費提供滿額贈品，例如單筆滿 5,000 元就送電鍋、單筆滿 10,000 就送咖啡機；在輻射生物效應就是全身一次劑量滿 1,000-2,000 就噁心嘔吐、劑量滿 2,000-4,000 就脫髮虛弱。

不過現在的科學研究還無法證實輻射劑量低於 100 毫西弗是否會增加致癌風險，但是我們也可以從「輻射生物效應」100 毫西弗、「法規限值」0.25 毫西弗、「管理限值」0.05 毫西弗之間的差距感受到放射性廢棄物管理的保守程度。

## 廢棄物要集中還是分散管理？

如果有「低放射性廢棄物要放哪裡？」的 i-Voting，「總統府」的得票率想必不會太低，在討論類似議題的時候，常常在最後聽到「如果真的像你講的那麼好，那怎麼不放在 □」的結論，而□在



處置設施結構示意圖 (圖片來源：蔡旻誠)

眾多名詞中，「總統府」的出現頻率似乎比其他名詞高很多。類似論述除了想要政府保證其安全性外，多少也反映出「不患寡而患不均」的想法，因此有時候我們也會聽到「按照使用比例分配到每個縣市」的提案。

上面論述聽起來好像很公平，但是我們可以先看看其他例子：早期家電尚未普及的時候，一般家庭煮飯都是用木柴或煤球，所以吃飯前常看到裊裊炊煙。這時候，燃燒產生的物質不受限制地排放到環境。近年電鍋普及後已經看不到這種情況，但是還是有「燃燒」的動作，只是燃燒的地點從家家戶戶集中到火力電廠，然後電廠再將燃燒產生的電力送到各個家戶。因為燃燒的動作已經從各個家戶集中到電廠管理，所以管理的措施、資源就可以集中到電廠，污染防治的執行和效果自然可以提升很多。

所以「分散」的方式雖然看起來比較公平，但是如果是以整體社會及環境考量的時候，「集中」的方式顯然也有其長處。類似的例子其實在我們生活中處處可見，就像清潔隊、掩埋場、車站、水庫、醫院、殯葬…，很多公共設施都有同樣的狀況，只是社會大眾對於不同公共設施的觀感和接受度不同。至於「集中」、「分散」孰優孰劣？端看我們的價值觀是以何者為優先。

## 結語

從人類開始產生放射性廢棄物以來，營運和管制方式不斷的強化，不管是固體狀態、帳料管理、評估方式、輻射管制我們都可以感覺到其中的嚴謹保守，採取「料敵從寬、禦敵從嚴」的方式，但是嚴謹保守的防禦措施如果沒有搭配適當的資訊揭露，反而會增加大眾的恐慌心理，因為大眾會「以防禦的程度判斷事物的危害度」而適得其反。

對比其他類型的廢棄物，似乎少有像放射性廢棄物如此全程監測和追蹤的組織系統，當了解放射性廢棄物的營運過程之後反而會開始反思：如同世界各國及國際組織為了避免戰爭衝突，都會嚴格管制武器貿易和運送，尤其是飛彈、飛機、坦克等引人注目的重型武器。但是操作簡單、運送方便的小型武器如步槍、機槍、手榴彈等雖然不引人注目，但是卻屢屢助長區域衝突、破壞和平。會不會真正影響我們健康與環境的，反而是其他的廢棄物呢？

## 延伸閱讀

### 蘭嶼貯存場安全管制議題

- [台電公司蘭嶼貯存場遷場規劃報告\(106.01.03\)](#)
- [原能會對「蘭嶼貯存場遷場規劃報告」及「低放處置計畫替代應變方案的具體實施方案」的初步說明](#)
- [原能會對「蘭嶼貯存場遷場規劃報告之審查報告」審查報告\(106.02.15\)](#)
- [蘭嶼貯存場遷場規劃報告常見問答](#)
- [蘭嶼貯存場遷場計畫懶人包](#)