

財團法人 中華民國輻射防護協會

# 輻射防護簡訊

第 169 期

出刊日期 111 年 6 月 15 日

## 本期內容

## CONTENT

### 放射治療設備介紹 - 電腦刀系統 1

1994 年美國食品藥物管理局核准電腦刀應用於頭顱內部位治療，而後在 2001 年核准通過治療全身腫瘤。本文介紹對體積較小的腫瘤以單次高劑量的方式，提高生物等效劑量 (Biological effective BED)，達到對病灶細胞的摧毀，而搭配影像導引技術 (Image Guided Radiotherapy)，進行治療位置確認，使射束能準確治療病灶，精準性可以在一毫米以內。

### 日本福島核廢水氚排放 Q&A(III)-對環境影響調查 5

福島事故當時排放大量放射核種，包含有約 300 兆貝克氚進入海洋，作者以 Q&A 的方式，說明福島核廢水排放可能對台灣水域造成的影響，協助關心此議題的民眾，有進一步的了解。

### 訓練班課程 8

公告本會各項訓練班開課時間

### 輻協新聞廣場 9

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 全球輻防新聞

### 日本福島核廢水氚排放 Q&A(IV)-管制與結論 13

福島氚廢水排放對台灣水域造成的影響，作者從國內外規範、過往的經驗與歷年對氚在環境中的監測結果，有信心預判此次日本含氚廢水的排放，對我國所造成的風險幾乎趨近零，國人可安心。

### 消費性產品輻射安全-正當性的討論 15

作者對含有微量放射性核種或會產生微量游離輻射的消費性產品說明，這種消費性產品是否可提供民眾使用？在正當性原則下，應先確認該消費性產品提供民眾使用具有正當性，且其正當性必須先獲得管制機關的認可。

# 放射治療設備介紹

## —電腦刀系統

作者 鄭梅君

臺中榮民總醫院放射腫瘤部 醫學物理師

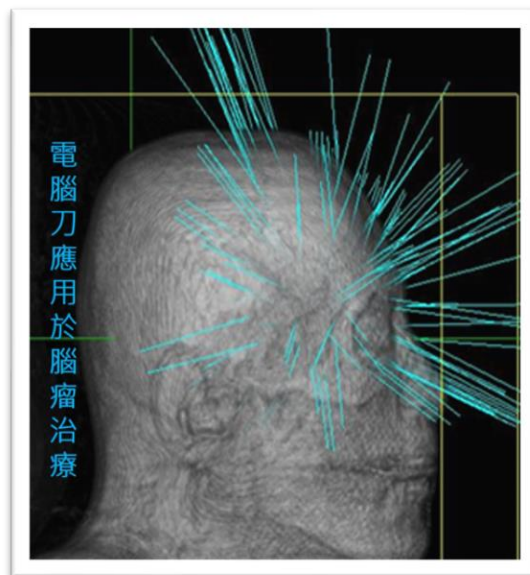
### 一、簡介

放射治療應用於腫瘤治療已有超過一世紀以上的時間，近來的放射治療技術及放射治療儀器設備的進步，對於癌症控制率與減少副作用機率能得到很好的改善。傳統放射治療利用分次

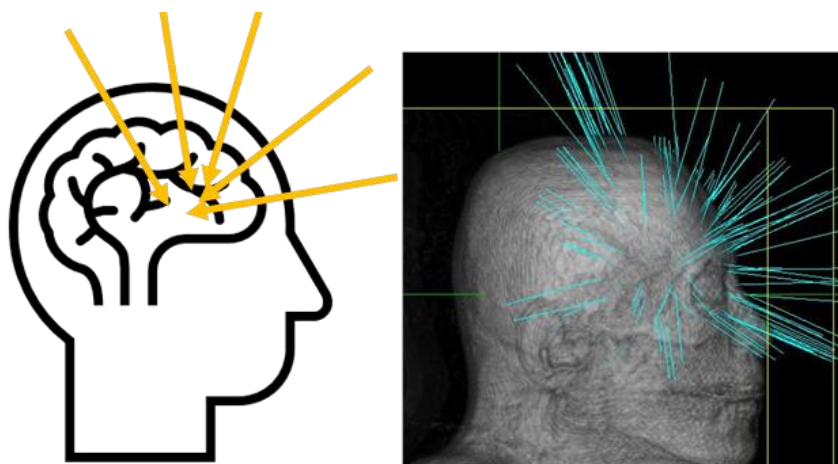
照射方式，以每天治療的方式通常需二到八週的治療療程。這次介紹的立體定位放射治療 (Stereotactic Radiotherapy) 則是針對體積較小的腫瘤以單次高劑量的治療方式，一般治療次數採用三到五次的治療次數。立

體定位放射治療與傳統放射治療最大不同在於利用單次高劑量方式得到提高生物等效劑量 (Biological effective BED)，以單次高劑量摧毀病灶細胞。立體定位放射治療以影像導引技術 (Image Guided Radiotherapy)，擷取治療前放射影像，與治療計劃之影像作影像對位，進行治療位置確認，使治療射束能準確治療病灶，治療位置的精準性可以在一毫米以內。

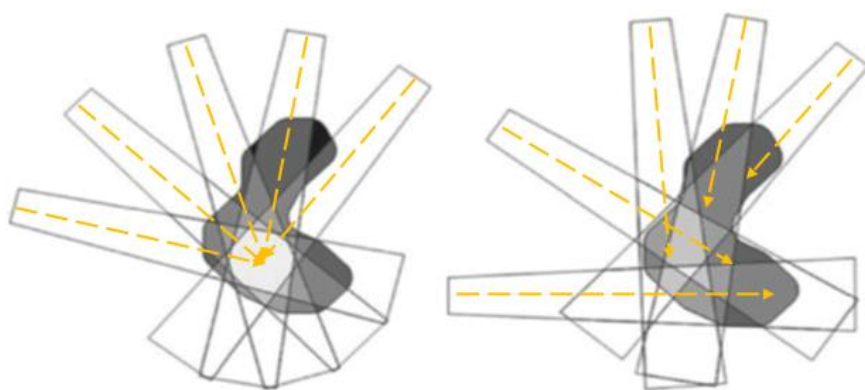
1992 年由美國史丹佛大學 John Alder 教授及其團隊研發設計電腦刀，如圖一，它將能量 6MV (六百萬伏特) X 射線輕型直線加速器結合於機器手臂上，具有 1560 個射束選擇，使高劑量集中於腫瘤，腫瘤旁劑量陡降，因此周圍正常組織劑量能限制很低，更安全。另外，搭配影像追蹤系統，可於每次治療期間擷取影像，即時修正治療位置，治療位置精準性可在毫米以內。1994 年電腦刀美國食品藥物管理局 (FDA) 核准應用於頭顱內部位治療。



圖一 電腦刀系統，輕型直線加速器可產生 X 光射線，它裝置於機器手臂上，機械手臂前端可移動到 130 個以上的定位點，每一定位點可調教 12 個角度，共可產生 1560 條以上射束的選擇。最後選擇近百個或數百個最佳射束，已非共平面及多中心的安排方式，並以強度調控放射治療 (IMRT) 技術，創造出腫瘤高順形的劑量分布，並藉由劑量梯度陡降的特色，集中腫瘤標靶範圍，可減少正常組織傷害。



圖二 黃色箭頭為非共平面射束示意圖



圖三 圖中深灰色為病灶區域，左圖為五個射束之等中心射束技術，右圖為五個射束之多中心技術。

在 2001 年通過美國 FDA 核可成為正式之全身腫瘤立體定位放射治療機器，所以不僅僅應用於腦部也能應用於身體部位。

## 二、電腦刀系統

電腦刀 M6 系統，硬體設備延續電腦刀六個關節的機器手臂，電腦刀 M6 系統提高射束劑量率，前一代劑量率為每分鐘 600 監測單位 (Monitor Unit)，這一代提升為每分鐘 1000 監測單位，使治療時間已能較前代的大大縮減小。電腦刀 M6 系統除了傳統

固定式準直儀、還有虹膜式準直儀 (IRIS)，及多葉式準直儀 (InCise2 Multileaf collimator, InCise2 MLC) 的選擇，因此可以依據腫瘤部位、位置、病灶形狀、大小，選擇適合的準直儀，製作最佳的放射治療計劃。此外，使用多葉式準直儀的治療時間可更為省時。電腦刀採用非共平面射束，能降低鄰近的重要器官的劑量，如圖二。此外，它射束除了等中心點的技術更有多中心技術，如圖三，多中心技術使治療病灶區域能達到均勻的劑量分布。

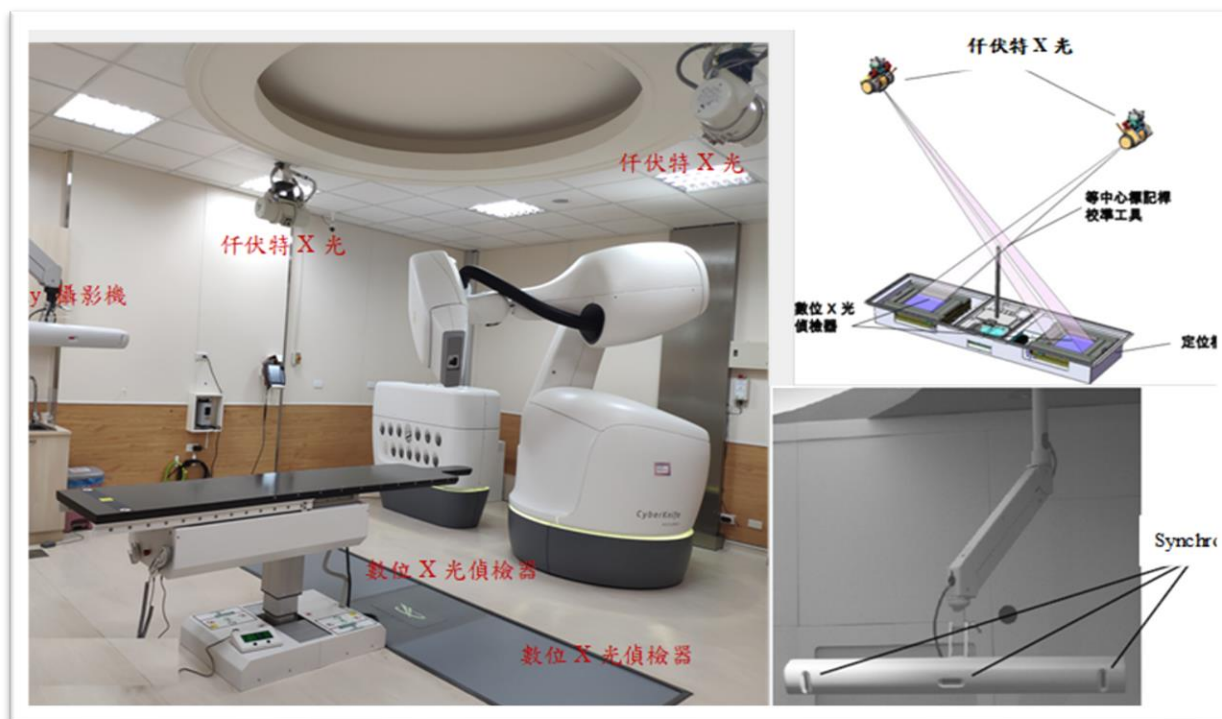
## 三、影像追蹤系統

電腦刀治療室具備影像追蹤系統，利用兩組千伏特 X 光射源 (KV X-ray) 與數位 X 光偵檢器，如圖四，呈現治療位置的影像，藉由即時影像與治療計劃影像對位，即時修正射束位置。傳統影像導航系統，是利用取得影像作為治療前位置驗證，並無驗證當次治療期間的位移。電腦刀影像追蹤系統可設定取像週期，於治療間取得即時影像，即時修正治療射束位置。例如應用在胸腹部病灶，腫瘤會隨呼吸移動，若射束位置能隨呼吸週期修正，就能準確照射腫瘤。

電腦刀專利的靜態與動態追蹤模式，可依治療部位，選擇適合的追蹤模式作到即時追蹤，追蹤模式可分為兩大類，分別為靜態追蹤以及動態追蹤。(1) 靜態追蹤模式：靜態追蹤模式有六維頭顱追蹤技術及脊椎追蹤技術，分別適用於顱內腫瘤、頭頸腫瘤及脊椎腫瘤 (或臨近脊椎之腫瘤)，如圖五。(2) 動態追蹤模式：動態追蹤模式有同步呼吸追蹤技術及優化肺部追蹤技術，此兩種模式可用於呼吸同步的定位治療，追蹤呼吸型態造成的腫瘤移動。同步呼吸追蹤技術，需要先植入標記物，利用標記物追蹤系統搭配呼吸同步的定位治療，特別適用於會隨呼吸移動的腫瘤，例如：胸腹部腫瘤。優化肺部追蹤技術適用於直徑大於 1.5 公分肺部腫瘤且不需要額外植入標記物，如圖六。

## 四、臨床應用範圍

電腦刀可應用於顱內、肺癌、局部乳癌放射治療、肝癌、攝護腺癌，脊柱轉移性腫瘤等癌症。

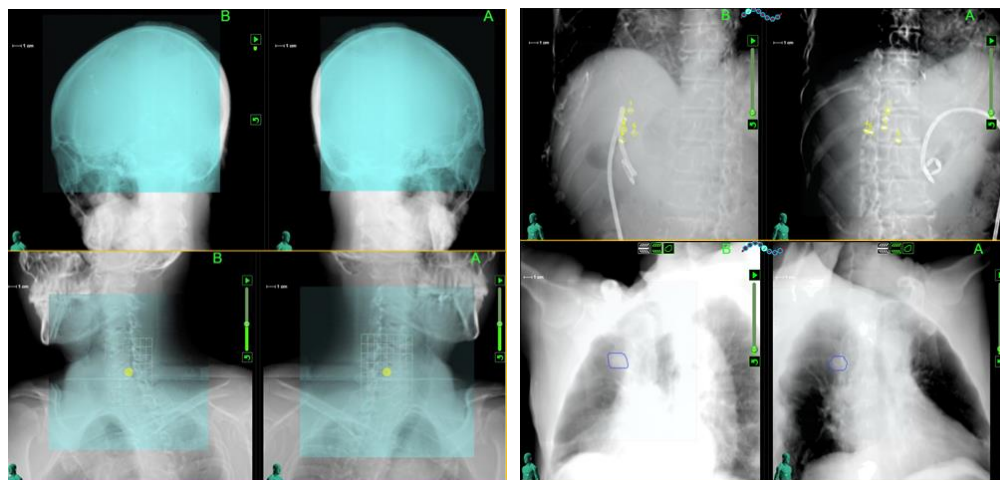


圖四 2 組千伏特 X 光射源，分別安裝在治療床兩側的頭頂位置以及地板上的數位 X 光偵檢器，可擷取正交的成對 X 光影像，影像經過數位處理再與患者電腦斷層影像所合成的參考數位重建放射影像(DRR)相比較，計算出治療目標的位置相關資訊。Synchrony 攝影機用於動態追蹤模式時，追蹤患者身上貼上的 LED 標記因呼吸移動時位置變動，決定呼吸波形，用於建立呼吸週期時腫瘤位移模型。

目前健保針對腦部病灶直徑小於三點五公分或容積二十立方公分，病灶數目小於或等於三處之動靜脈畸型（含腦膜動靜脈瘻管）、聽神經瘤、腦膜瘤、腦下垂體瘤、顱咽管瘤、轉移性腦瘤或其他腫瘤(應附相關療效文獻佐證)，惟轉移性腎臟細胞瘤及黑色素瘤不受病灶數目限制。原發性早期肺部惡性腫瘤直徑小於五公分及原發性肝膽單一病灶直徑小於五公分，有開放健保給付，可諮詢放射腫瘤科醫師是否符合條件，若符合可申請健保給付，否則需自費。

### 五、放射治療流程

放射腫瘤科醫師會依據病患期別評估是否適合做電腦刀治療技術，若符合則醫療團隊會安排電腦斷層模擬定位時間與治療時間。電腦斷層模擬定位



圖五 上圖為六維頭顱追蹤技術適用於顱內腫瘤、頭頸腫瘤，下圖為脊椎追蹤技術適用於脊椎腫瘤(或鄰近脊椎之腫瘤)。

時會依據治療部位先製作專屬固定模具，頭部微熱塑面具搭配頭枕，若為身體部位則會製作塑型模具固定，接著取得高影像品質的電腦斷層影像，

圖六 上圖為同步呼吸追蹤技術，黃色區塊為植入之標記點。下圖為肺部追蹤技術，適用於直徑大於 1.5 公分肺部腫瘤。

醫師可藉由電腦斷層影像圈選腫瘤及正常組織位置。電腦斷層模擬定位時間約 30 分鐘。醫師以及醫學物理師設計最佳治療計畫，使腫瘤包覆足夠的

劑量，降低正常組織劑量。醫師確認計畫符合要求後，病患即依約定治療時間前來治療。治療時請病患依電腦模擬時模型姿勢擺好，醫師及放射師經由影像追蹤系統取得影像，即時影像與計畫影像比對後，算出三軸位移量及旋轉角度，治療床則會進行修正，治療床位至修正會盡量調到 1 毫

米及 1 度左右，剩下的誤差再交由機器手臂去修正，以達到精準治療。第一次治療需要找出最佳及適合的影像參數會稍微耗時些，治療所需的時間與治療劑量有關，一般治療時間約在 20 分鐘至 60 分鐘左右，治療期間可透過監視系統看到聽到病患情形，若病患有任何需求可透過監視系統告

知，可中斷治療等狀況排除後可繼續治療。治療期間機器手臂會在病患身旁來回移動，它是在依照治療計畫安排停留在指定節點，到達指定射束角度後，再進行照射，病患躺著休息即可。



## 參考文獻

1. Benedict SH, Yenice KM, Followill D, et al. Stereotactic body radiation therapy: the report of AAPM Task Group 101. *Med Phys.* (37),4078–4101, 2010.
2. Halperin, EC., Brady, LW., Wazer, DE., & Perez, CA. Chapter 16: Stereotactic Radiosurgery and Radiotherapy. Perez & Brady's principles and practice of radiation oncology. Lippincott Williams & Wilkins, 2013.
3. Khan FM., Gibbons JP. Chapter 21: Stereotactic Radiosurgery, Khan's the physics of radiation therapy. Lippincott Williams & Wilkins, 2014.
4. 謝志明 · 放射腫瘤新利器 CyberKnife · 電腦刀介紹台灣應用輻射與同位素雜誌, 2(1), 69-75, 2006.
5. 張立平 · 最新第六代電腦刀 治療癌症的經驗聲洋防癌之聲(155), 22-26, 2017.

# 日本福島核廢水氙排放 Q&A(III)

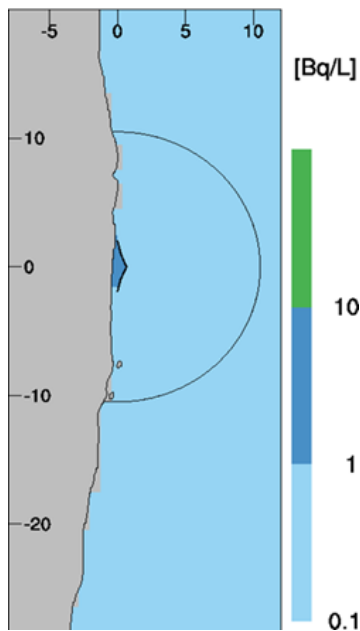
## 一對環境影響調查

作者 陳清江

義守大學醫學影像暨放射科學系 兼任副教授

### 前言

福島事故當時排放大量放射核種，包含約 300 兆貝克氙進入海洋，但對台灣附近海域並沒有造成影響，分析結果皆小於最低可測活度(AMDA,約 2 貝克/升)，法定 AMDA 為 10 貝克/升，太平洋西北方表面海水氙活度約在 0.2 貝克/升，遠低於我國環測規範的調查



圖一 日本假設每年海洋排放 22 兆貝克氙的海洋擴散模擬。

基準值 1100 貝克/升。銫 137 和銫 134 活度皆低於 0.03 貝克/升，遠低於海水中鉀 40 平均活度 13 貝克/升。

作者以 Q&A 的方式，說明一些重要概念，協助關心此議題的民眾，對福島核廢水排放可能對台灣水域造成的影響有進一步的了解。本期就是故後續影響的調查結果說明。

Q1:福島核廢水氙排放有進行海洋排放擴散模擬嗎？

A:有，假設每年排放 22 兆貝克的氙，海水氙濃度超過背景輻射水平 1 貝克/升的海域，將僅限於排放口南北側 1.5 公里，離岸 0.7 公里的範圍內。每年所造成的輻射劑量將低於日本人從自然環境中接收的輻射劑量 2.1 毫西弗/年的十萬分之一，極其微量。

Q2: 福島核事故後所排之大量放射核種對北太平洋西部的影響如何？

A: 根據 2018 年發表的一篇國際合作的調查論文顯示，福島事故後北太平洋西部，沿東經 148 度附近，由赤道到亞北極圈(南緯 4 度至北緯 41 度)水體



中氙、碳 14、銫 137 和銫 134 調查結果顯示，其濃度皆很低，調查位置與結果詳如下列表一與圖二。

目前太平洋西北部表面海水氙活度約在 0.2 貝克/升左右，遠低於我國環測的查驗值 1100 貝克/升，對海域生態沒有影響。

調查結果顯示銫 137 和銫 134 活度皆低於 0.03 貝克/升，遠低於海水中鉀 40 平均活度 13 貝克/升。靠近福島核一廠事故污染物排放的溫帶地區氙最高 0.24 貝克/升(2TU)，銫 137(0.025 貝克/升)。

不同深度海水中放射核種調查結果，氙多在表面，銫已經沉降至 200 米深。

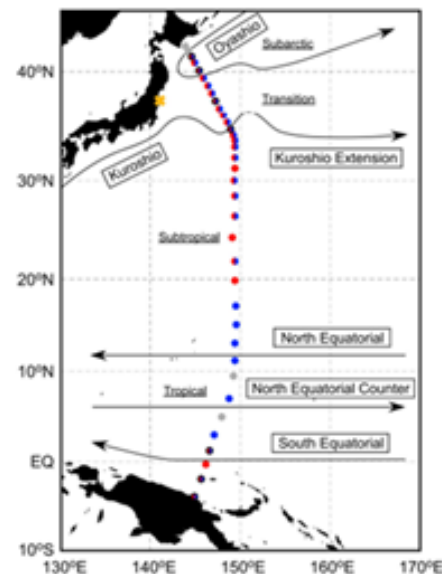
[https://www.researchgate.net/publication/298795888Impact\\_of\\_the\\_Fukushima\\_accident\\_on\\_tritium\\_radiocarbon\\_and\\_radiocesium\\_levels\\_in\\_seawater\\_of\\_the\\_western\\_North\\_Pacific\\_Ocean\\_A\\_comparison\\_with\\_pre-Fukushima\\_situation](https://www.researchgate.net/publication/298795888Impact_of_the_Fukushima_accident_on_tritium_radiocarbon_and_radiocesium_levels_in_seawater_of_the_western_North_Pacific_Ocean_A_comparison_with_pre-Fukushima_situation)

表一 南緯 4 度至北緯 41 度水體中氚、碳 14、銫 137 和銫 134 調查結果。

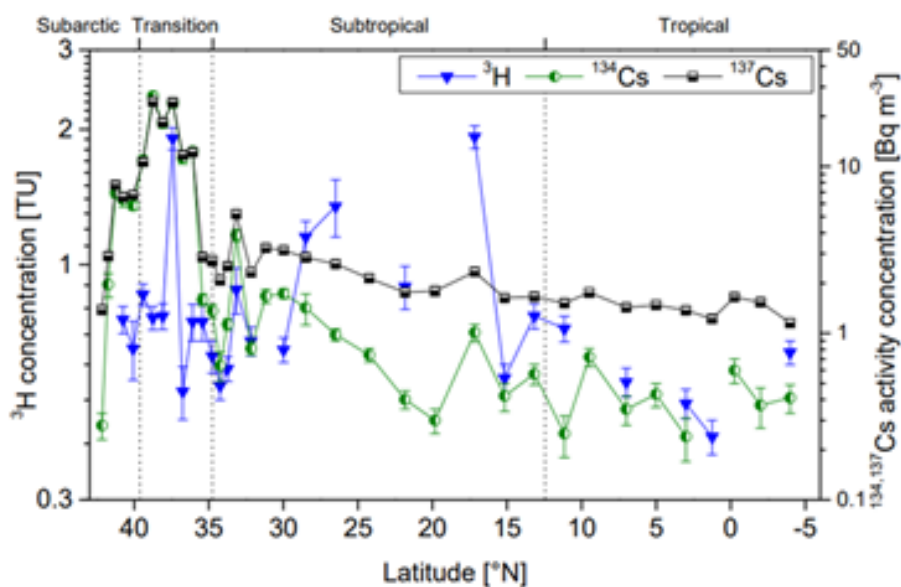
**Table** Water column inventories of radiocesium and tritium (0-800 m) in the western North Pacific Ocean in winter 2012.

Region	Station		<sup>134</sup> Cs (kBq m <sup>-3</sup> ) <sup>a</sup>	<sup>137</sup> Cs (kBq m <sup>-3</sup> ) <sup>a</sup>	<sup>3</sup> H (kBq m <sup>-3</sup> )
	Latitude	Longitude			
Subarctic	41.25°N	144.51°E	1.23 ± 0.06	1.58 ± 0.01	50.10 ± 1.43
	40.08°N	145.37°E	0.75 ± 0.05	1.30 ± 0.06	45.16 ± 2.54
Transition	37.42°N	147.19°E	5.0 ± 0.3	5.87 ± 0.23	34.80 ± 2.94
Subtropical	34.77°N	148.87°E	1.48 ± 0.08	2.61 ± 0.11	47.17 ± 3.80
Tropical	1.25°N	146.50°E		0.48 ± 0.02	69 ± 10
	2.00°S	145.57°E		0.47 ± 0.02	
	3.98°S	144.83°E		0.50 ± 0.02	28.54 ± 1.87

<sup>a</sup>calculated from data of Kumamoto et al., 2015



圖二 表二的調查位置。



圖三 氚、碳 14、銫 137 和銫 134 調查比較。

Q3: 福島核事故後排放之大量放射核種對台灣海域的影響如何?

A: 由 311 事故後十年來台灣的環測結果顯示，當時液態排放大量放射核種並沒有漂到台灣海域。詳參閱

1. " 福島核電廠事故對台灣環境輻射造成之影響"

<https://www.airtilibrary.com/Publication/alDetailedMesh1?DocID=U0074-080820141328350>

2. 原能會輻射偵測中心台灣海陸域環境輻射調查計畫 109 年度執行報告

[https://www.aec.gov.tw/webpage/UploadFiles/trmc/project/2021390916552653\\_1.pdf](https://www.aec.gov.tw/webpage/UploadFiles/trmc/project/2021390916552653_1.pdf)

在 106~109 年度台灣海域環境放射性核種含量背景資料結果，確認台灣臨近海域目前並無輻射異常之現象。海水加馬能譜分析結果，銫-134 於皆小於最低可測活度，而水深 200 至 400 公尺銫-137 活度較其他水層稍高，最高值為 0.0022 貝克/升，遠低於「環境輻射監測規範」銫-137 紀錄基準值 0.4 貝克/升及調查基準值 2 貝克/升。環測結果證明，福島核一廠事故後排放之大量放射核種對台灣海域可說沒有影響。

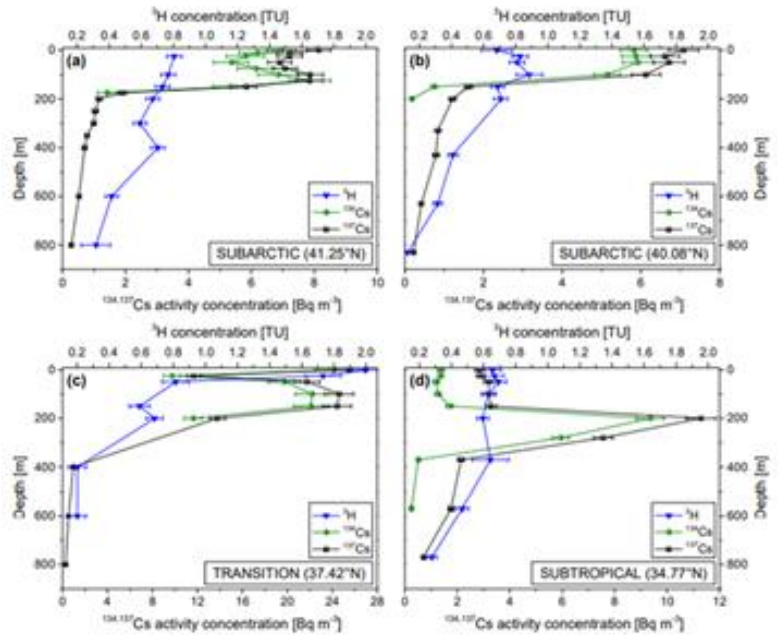
Q4: 我國核三廠所排放的氣、液態氬，會對環境與居民健康造成影響嗎?

A: 不會，核三廠為加強溫排水的擴散效果，特將出水口設計導流堤在離岸 200 公尺外排放，而台電公司和原能會在出水口岸邊取樣測量結果氬也多低於 100 貝克/升，其它環測海水取樣點則多降至 20 貝克/升以下。遠低於核設施「環境輻射監測規範」的調查基準 1100 Bq/L。

核三廠歷年環境空氣中氚的監測結果也多低於 30 Bq/L。311 事故當時氣態外釋氚 1,840 兆貝克，事故前、後核三廠空中水氣氚活度監測結果，也顯示未受影響。

原能會輻射偵測中心年報顯示，民國 109 年度完成海水氚分析樣品共 115 件，結果顯示臺灣鄰近海域與沿岸海水之氚活度皆低於最低可測活度 2 貝克/升，遠低於「環境輻射監測規範」紀錄基準值 10 Bq/L 及調查基準 1100 Bq/L。

[https://www.aec.gov.tw/webpage/UploadFiles/trmc/envdevice/2021900108514856\\_1.pdf](https://www.aec.gov.tw/webpage/UploadFiles/trmc/envdevice/2021900108514856_1.pdf)

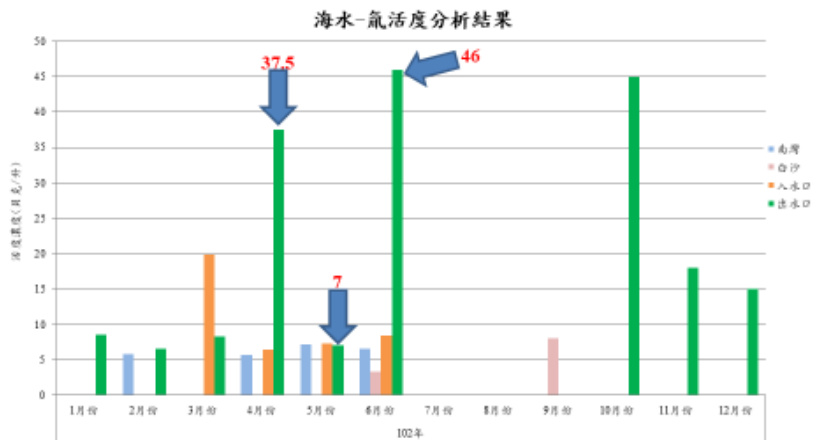


圖四 不同深度海水中氚、碳 14、銫 137 和銫 134 調查結果。

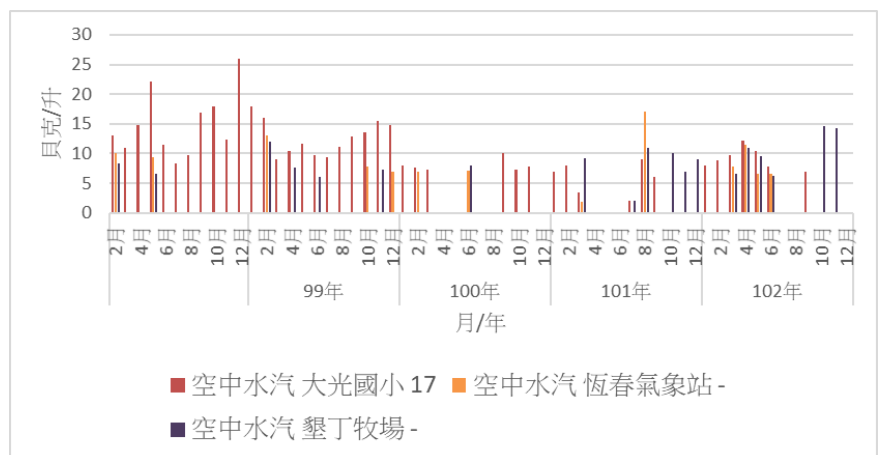
Q5: 遠洋捕獲的魚類會受到氚排放的影響嗎？

A: 不會。魚類等海生物體內與水中氚活度很容易達到平衡，氚在魚體內的生物半衰期小於 2 天，在魚體內沒有生物濃縮作用，因此若水中氚活度很低，魚類就不會受到氚排放的影響。

自 2011 年起原能會協助農委會漁業署針對我國洄游性魚類及北太平洋公海捕撈返臺的秋刀魚進行魚體檢測銫-137，目前為止共檢測逾 2,200 件，都符合規定。海水中的氚輻射含量都在最低可測活度範圍內 <MDA (2 貝克/升)。結果證明，福島核一廠事故後排放之大量放射核種對我國遠洋漁獲沒有安全疑慮。



圖五 311 事件後核三廠附近海水中氚活度。



圖六 核三廠環境空氣中水氣氚活度。





## 訓練班課程(111 年度)

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

**A3 新竹** 帝國經貿大樓

7 月 12 日~7 月 19 日

**A4 高雄** 文化大學推廣部

8 月 16 日~8 月 23 日

### B 組 18 小時-登記類

**B11 高雄** 文化大學推廣部

6 月 8 日~6 月 10 日

**B12 新竹** 帝國經貿大樓

6 月 22 日~6 月 24 日

**B13 台北** 進出口同業公會

7 月 5 日~7 月 7 日

**B14 高雄** 文化大學推廣部

7 月 20 日~7 月 22 日

**B15 台中** 文化大學推廣部

7 月 26 日~7 月 28 日

**B16 台北** 進出口同業公會

8 月 10 日~8 月 12 日

**B17 新竹** 帝國經貿大樓

8 月 24 日~8 月 26 日

輻射防護專業人員訓練班：  
輻防員(108 小時) / 輻防師  
(144 小時)

### 員 39 期

新竹 帝國經貿大樓

第一階段

6 月 27 日~7 月 1 日

第二階段

7 月 4 日~7 月 8 日

第三階段

7 月 25 日~7 月 29 日

第四階段

8 月 1 日~8 月 4 日

### 進階 25 期

新竹 帝國經貿大樓

第一階段

8 月 10 日~8 月 12 日

第二階段

8 月 15 日~8 月 17 日

輻射防護繼續教育訓練班  
(3/6 小時)

新竹 經濟部專研中心

6 月 15 日(上午&下午)

台中 文化大學推廣部

6 月 21 日(上午&下午)

台北 進出口同業公會

7 月 14 日(上午&下午)

高雄 科學工藝博物館南館

9 月 6 日(上午&下午)

鋼鐵建材輻射偵檢人員訓練班

鋼 2 新竹 帝國經貿大樓

9 月 15 日~9 月 16 日

### 上課地點

#### 台北

建國大樓：台北市館前路  
28 號

進出口同業公會：台北市中  
山區松江路 350 號

#### 新竹

經濟部專研中心：新竹市光  
復路二段 3 號

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

課程安排問題，請聯絡本會，電話 (03) 572-2224

分機 313 李貞君 (繼續教育)；

314 林珣汶 (專業人員)；

315 邱靜宜 (鋼鐵建材、放射物質與游離輻射設備)

傳真 (03) 572-2521315



## 輻防新聞廣場

### 最新證照考試日期與榜單

- ➔ 行政院原子能委員會「111年第1次輻射防護專業測驗與輻射安全證書測驗及格人員名單」。 [訊息連結](#)

「111年第1次輻射防護專業測驗與輻射安全證書測驗及格人員名單」已公布於本會網站，請點選下方(附檔下載)即可下載瀏覽。

相關連結：[相關連結](#) (發布日期 111年6月6日)

[附檔下載\(1\): 111年第1次輻射防護專業測驗及格人員名單 \(PDF 檔案\)](#)

[附檔下載\(2\): 111年第1次操作人員輻射安全證書測驗及格人員名單 \(PDF 檔案\)](#)

### 國內新聞

- ➔ 經濟日報報導「車諾比核災 36週年 綠盟籲不應以核能設施做要脅」。 [訊息連結](#)

綠色公民行動聯盟今天晚間發布「車諾比核災 36週年聲明」，由於俄烏戰爭持續，綠盟呼籲不應以核子武器、核能設施作為要脅手段，此外，更不應該使用任何核子武器。

綠盟表示，今年4月26日是車諾比 (Chernobyl) 核災屆滿36週年。1986年震驚全球的车諾比核災，使得大約40%的歐洲領土遭到污染，約4億人可能受到波及，當時蘇聯政府讓不知情的消防員在未穿著任何輻射防護裝備下救災，核災發生後3個月內，至少有31名消防員因輻射曝露而殉職；36年後，某些地區各種食品中的輻射值仍然高出法定容許量。

綠盟指出，今年2月24日俄羅斯入侵烏克蘭繼而於佔領車諾比核電廠後，普丁政府不僅漠視士兵性命，讓俄羅斯裝甲車士兵在毫無輻射防護下行駛於車諾比隔離區的「紅森林」，此舉還揚起放射性塵土，使得當地監測到的輻射值增加；這番隱瞞輻射對環境、人體危害的立場，與1986年時，蘇聯政府隱瞞大規模輻射外洩的作法如出一轍。

讓全球關注並持續感到心驚的是，俄羅斯軍隊佔領車諾比核電廠後，再於3月4日佔領全歐洲裝置容量最大、高達5700MW的札波羅熱核電廠 (the Zaporizhzhia Nuclear Power Plant) 並持續控制此核子設施至今。

綠盟認為，核能與放射性廢棄物本就具有危險性，因武裝衝突讓危險更為增加，引發全球憂慮輻射污染擴散，核電廠若因為遭受攻擊而發生核子事故，在戰爭中將無法控制損害，災情可能遠超過車諾比與福島核災，不只有烏克蘭國土，相鄰歐洲各國與俄羅斯土地都將受到污染。

綠盟也批評，支持核能派無視此一巨大危機與威脅，仍以戰爭、國防、能源需求為名發展核能，誤導大眾核電在戰爭中仍能保持安全。

在車諾比核災 36 週年之際，現今的「核子設施在戰爭中成為軍事攻擊目標」此一事實不僅提醒世人，車諾比核災從未結束；最終的困境與災難並不僅只是核武強國的殺戮與破壞，而是對此一事實無動於衷，甚至刻意隱瞞。

綠盟呼籲，36 年前的車諾比核災給世人留下的災難至今仍在，不該再讓歷史重演，更不該因敵對國家、團體的戰爭與武裝衝突導致災難再度發生；我們責無旁貸應讓這一代與下一代都有享受生命、免於核災及核戰恐懼的權利。（發布日期 111 年 4 月 26 日）

- ➔ 中央通訊社報導「福島核廢水排放 原能會：東電最快 6 月施工」。 [訊息連結](#)

外界關注日本福島核電廠核廢水排放進度，原能會今天表示，日本核安管制機關（NRA）4 月中旬已大致認可東京電力公司去年 12 月提報的含氚廢水海洋排放實施計畫，東電最快 6 月進行相關設施工程施工。

東電於去年 12 月 21 日提報含氚廢水海洋排放實施計畫，最快明年春天排放。

原能會今天舉行日本福島第一核電廠核災含氚廢水排放跨部會因應會議第 10 次會議，討論台灣因應日本福島核災含氚廢水排放的涉外事務動態、觀察團赴日工作紀要、海域輻射監測與國家海域整備計畫執行成果和規劃。

原能會表示，NRA 已針對東電去年 12 月底提出的排放計畫進行審查，並在 15 日審查會議中大致認可這項計畫，最快在 5 月彙整出合格審查書；東電通過 NRA 審查後，最快在 6 月可進行相關設施工程施工。日本環境省也在 3 月底公布強化版的海域監測計畫。

另外，國際原子能總署（IAEA）調查團在 2 月中旬及 3 月下旬赴日，分別就排放的安全驗證與管制作為等方面進行審查工作，IAEA 調查團 2 月 15 至 16 日赴福島第一核電廠實地查訪。原能會表示，前述兩次 IAEA 赴日任務的初步報告，預計分別於 4 月底和 5 月底公布。

台灣因無法加入 IAEA 調查團而自行籌組的「專家觀察團」在 3 月 23 至 27 日赴日，原能會說明，24 日前往電力中央研究所進行技術交流，25 日進入電廠實地考察相關設施，包含多核種除去設備（ALPS）、貯放 ALPS 處理水的 K4 桶槽區、港灣稀釋排放區；原能會將於 4 月底提出出國報告，作為因應措施的參據。

針對國內檢測量能，原能會指出，核研所目前已初步建立生物氚檢測技術，並搭配國海院的沿岸生態採樣樣本，進行背景基線數據分析及檢測標準流程的建立，將持續精進技術發展，依時程建立專業檢測實驗室，並在技術面確保儀器、人力等量能安排，皆可符合排放後預期的大量生物氚檢測需求。（發布日期 111 年 4 月 27 日）

- ➔ TechNews 科技新報報導「北榮重粒子癌症治療中心，協助太空中心進行輻射驗測」。 [訊息連結](#)

國研院太空中心 2020 年與業界攜手成立「台灣太空輻射環境驗測聯盟」，今日再與台北榮民總醫院簽署合作備忘錄，未來將利用台北榮總重粒子癌症治療中心的治療空檔，為衛星元件進行重粒子輻射驗測。

台灣積極發展太空產業，目標是在 2023 年底，自主研發的電子元件可以超過 60%，但太空環境險峻，衛星在太空環境容易遭輻射攻擊而造成系統功能失常，輕者需重新開機以恢復正常運作，嚴重時可能造成電子元件損壞，使衛星無法執行任務，因此透過驗測挑選出具有抗輻射能力的電子元件，才能保證衛星可在太空中正確執行任務。

國研院太空中心 2020 年攜手林口長庚紀念醫院、長庚大學、行政院原子能委員會核能研究所、宜特科技、中央研究院物理研究所、清大原子科學技術發展中心，共同組成「台灣太空輻射環境驗測聯盟」，協助產學研團隊進行電子元件伽瑪射線與質子輻射測試，提升研發抗輻射電子元件能力。

太空輻射主要包含伽瑪射線、電子、質子與重粒子，以低地球軌道而言，是以質子為主，大約占 95%，而台灣目前仍缺乏模擬外太空環境中電子與重粒子高能輻射照射的設備，過去廠商需前往歐美等先進國家進行測試。

經由這次雙方簽訂合作備忘錄，台北榮總重粒子癌症治療中心所提供的重粒子驗測，可測試重粒子對電子零組件/元件的各種影響，不但可協助廠商發展抗輻射電子元件，也將共同推動跨領域太空科學研究。

國研院太空中心吳宗信主任表示，未來國內產學研界所發展的太空級電子元件，可利用台北榮總重粒子癌症治療中心的重粒子照射平台進行抗輻射驗證與篩選，不再需要遠送國外測試，可將半年以上的驗測時間縮短到一週，大幅節省國產太空元件開發時間與成本，同時強化本土太空輻射環境測試能量，帶動國內太空產業發展。台北榮總院長陳威明指出，很高興可以用台灣目前能量最高的加速器，為國家做事，測試太空零組件的穩定性，而因應政府推動太空產業的發展，這次合作將有助於國內廠商發展抗輻射電子產品，搶占國際市場，讓世界看到更多台灣的重要貢獻。(發布日期 111 年 5 月 23 日)

共同網報導「東電認為福島一核 1 號機組堆積物含有燃料碎片」。 [訊息連結](#)

東京電力公司 26 日表示，在福島第一核電站 1 號機組反應堆安全殼底部發現的堆積物中，檢測到了數值較高的中子射線。核燃料所含的鈾和鈾發生核裂變時，會釋放這種射線。東電負責人說：“推測是來自熔落核燃料（燃料碎片）。認為堆積物中含有燃料碎片是很自然的。”

取出燃料碎片是福島一核反應堆報廢的最大課題。今後，東電將對檢測到中子射線的地點附近堆積物的厚度、以及堆積物所含放射性物質的種類展開重點調查。

據東電透露，20 日和 21 日使用水下機器人，調查了安全殼底部的 4 處地點，全都檢測到了中子射線。據稱，在被認為是燃料碎片流出源頭的壓力容器底座開口處附近 3 處地點的數值尤其高。

東電負責人說明稱“數值比預想的高”，認為迄今在安全殼內廣泛發現的堆積物中也很有可能含有燃料碎片。該人表示，壓力容器底座的一部分混凝土缺失、鋼筋暴露在外的原因“很可能是熔落的高溫燃料碎片熔化了混凝土”。

(發布日期 111 年 5 月 27 日)

- 中央廣播電臺報導「福島核災 11 年 日本首度解除部分地區居住限制」。 [訊息連結](#)

日本福島核子事故發生 11 年 3 個月後，原本因輻射量超標受管制、日前已完成除污的部分地區今(12 日)起正式「解封」。不過，當年離家民眾已長居他地，有意返家者可能僅剩個位數。

日本朝日新聞報導，2011 年東京電力公司福島第一核電廠發生核子事故後，被日本政府指定為「返家困難區域」的福島縣葛尾村，今天部分地區解除避難指示，這是 11 年多來居民能居住地區首度被解除避難指示。

被解除避難指示的是福島第一核電廠以西約 20 公里的葛尾村野行地區。日本政府原子力災害現地對策本部今天上午 8 時起撤除原本設置在該地區的管制柵門。

葛尾村長篠木弘說，距核子事故已過了 11 年多，「終於能站在重建的起跑線上」。

葛尾村方面表示，在解除避難指示的地區內，目前共有 30 個家戶共 82 人設籍，其中馬上會返家的居民有 2 家戶共 4 人；如果加上接下來預定返家者，未來可能總計僅有 4 家戶共 8 人在此地生活。

日本政府環境省雖然對住宅地等進行除污，讓此地輻射量符合解除避難指示標準，但如果相較於核子事故前，則仍然高出 4 倍到 5 倍，也讓不少居民對此感到不安。

讀賣新聞報導，葛尾村部分地區避難指示今天上午 8 時解除，這是日本政府過去因輻射量高、長期管制民眾進入的「返家困難區域」中，首度解除住宅區避難指示。

「解封」地區是葛尾村東北部的野行地區(面積約 16 平方公里)中，被指定為「特定復興再生據點區域」(面積約 0.95 平方公里)的地區。截至今年 6 月 1 日止，有 30 個家戶共 82 人設籍此區。

推動居民返家已成課題，此區域居民許多都長居避難地，葛尾村 2020 年秋天進行過調查，當時表達有意返家的只有 4 家戶共 8 人。

日本經濟新聞報導，日本政府在福島核子事故後，將福島縣內輻射量高的約 337 平方公里地區，指定為限制居住的「返家困難區域」。

2020 年 3 月，日本政府配合 JR 常磐線復駛，僅解除車站站體與鐵軌等約 0.53 平方公里的避難指示。葛尾村今天「解封」後，預估福島縣大熊町與雙葉町近期也將以「特定復興再生據點區域」解除避難指示。(發布日期 111 年 6 月 12 日)

# 日本福島核廢水氙排放 Q&A(IV)

## 管制規定與結論

作者 陳清江

義守大學醫學影像暨放射科學系 兼任副教授

我國三座核電廠在運轉期間也有排放氙，包括氣態與液態型式，表一整理了我國核能電廠近十年所排放的氣、液態氙活度量。以核三廠每年排放的氙活度量為例，近十年平均每年排放氙約 46 兆貝克，這活度量比日本擬排放福島含氙廢水每年 22 兆貝克的量為高。

我國對於氙的排放依不同對象有設定幾種限制，例如對象為一般人時的放射性排放管限制度，氙水排在一般環境水中限制值為  $5.07 \times 10^4$  貝克/公升，若是有機鍵結氙則濃度限制為  $2.17 \times 10^4$

貝克/公升(游離輻射防護安全標準，附表四之二)，而國際上其他國家或是機構對氙水的幾種管制值，也收集一些資料比較如下。

Q1: 我國與國際上對飲用水中氙活度限值為何呢?

A: 我國對飲用水氙活度的上限是 740 貝克/升，這管制值與美國相同，相較國際上是比較嚴格的。例如加拿大為 7,000 貝克/升，世界衛生機構 WHO 以及瑞士的限制為 10,000 貝克/升(預估所造成的約定有效劑量約 0.1 mSv/y)，澳洲設定值達 76,103 貝克/升。相較我



國的標準是很嚴格的，約相當於 0.01 毫西弗/年的約定有效劑量，僅為一般人年劑量限值的 1/100。

Q2: 目前國際上有有特別對海水中的氙活度設有管制限值嗎?

A: 目前沒有。福島核一廠擬排放到海洋中的氙活度將稀釋到低於每公升 1,500 貝克，如果與 WHO 飲用水中氙活度限值比較，僅為其限制的 1/7，民眾應該可以無需擔憂。

Q3: 食物中對氙活度的限值如何?

A: 2021 年 9 月 WHO 針對核意外事故後國際貿易的食品有機鍵結氙(OBT)活度制定限值，嬰兒食品為 1000 貝克/公斤，其它食品為 10,000 貝克/公斤，這數值與 2011 年 5 月 2 日針對核、輻射意外事故後制定的食品汙染限值維持相同數值。

### 結論

福島核事故所排放之放射核種主要有哪些呢?事故釋放大氣層和海洋中的主要放射核種為碘-131 和銻-137，總量如表三所示(單位：兆貝克)。

表一 我國核能電廠近十年排放氣態與液態氙活度量(TBq/年)

年度	核一氣	核一液	核二氣	核二液	核三氣	核三液
2011	1.24	0.068	0.964	0.2506	11.6	37.6
2012	0.762	0.067	0.677	0.094	10.9	37.4
2013	0.581	0.021	0.598	0.069	9.35	37.9
2014	0.516	0.045	0.833	0.08	8.56	39.3
2015	0.411	0.058	0.989	0.097	9.38	35.3
2016	0.345	0.1	0.728	0.126	9.64	36.9
2017	0.279	0.149	0.305	0.351	10.3	32.1
2018	0.203	0.069	0.772	0.052	9.67	33.6
2019	0.156	0.015	0.858	0.054	9.68	35.3
2020	0.126	0.012	0.878	0.064	9.81	32.2
平均	0.46	0.06	0.76	0.12	9.89	35.8

[https://www.taipower.com.tw/upload/203/203\\_06/%E6%A0%B8%E4%B8%89%E5%BB%A0109%E5%B9%B4%E6%94%BE%E5%B0%84%E6%80%A7%E7%89%A9%E8%B3%AA%E6%8E%92%E6%94%BE%E5%B9%B4%E5%A0%B1.pdf](https://www.taipower.com.tw/upload/203/203_06/%E6%A0%B8%E4%B8%89%E5%BB%A0109%E5%B9%B4%E6%94%BE%E5%B0%84%E6%80%A7%E7%89%A9%E8%B3%AA%E6%8E%92%E6%94%BE%E5%B9%B4%E5%A0%B1.pdf)

日本在事故後估計，事故發生當時採行的緊急液態排放的氬活度估計約 300 兆貝克(TBq)，這活度量與表三主要放射性核種相比，明顯少許多，而日本擬在 2023 年排放福島氬廢水的活度量每年 22 兆貝克，這與事故當時的氬緊急排放相比，或是與表三主要放射性核種比，活度量也都遠低於其值。

因此，在此我們可以歸納幾點結論如下：

1. 福島事故當時所排放大量放射核種，包含約 300 兆貝克氬進入海洋，對台灣附近海域的影響所進行的採樣分析，分析結果皆小於最低可測活度(AMDA，約 2 貝克/升)，法定 AMDA 為 10 貝克/升，太平洋

西北方表面海水氬活度約在 0.2 貝克/升，也遠低於我國對氬核種的環測規範調查基準值 1100 貝克/升。

2. 福島當地的洋流為親潮，由北向南流至日本水戶市附近混和黑潮後向東橫過太平洋流至美、加西部，對於日本採取海洋排放方式，美國和加拿大並未反對，而 IAEA 也認同此排放方式。

3. 福島核一廠含氬廢水在排放前會先稀釋至 1500 貝克/升以下，且延伸至 1 公里外以涵管分批在當年間排放，以此排放方式估計，距離排放口 1.5 公里處就會降至 1 貝克/升以下。

4. 未來日本擬排放含氬廢水 22 兆貝克/年是台灣核三廠每年排放氣、液態氬的

1/2，核三廠附近環境也難得測到氬，遑論遠在 2200 公里外處的排放，我國不必擔憂。

5. 估計東亞地區，中、日、台、韓的核設施(核電廠)每年排放約一千兆貝克以上的氬進入海洋中，而北太平洋西部水體中所監測的氬活度仍維持在 0.2 貝克/升以下，仍屬天然背景值變動範圍，也遠低於我們的例行環測的偵測低限值 10 貝克/升，這是重要的參考經驗。

從過往的經驗與歷年對氬在環境中的監測結果，作者有信心可以預判未來福島含氬廢水的排放對我國所造成的風險幾乎趨近於零，不論遠洋漁類或近海漁獲民眾皆可安心食用。

表二 核意外事故的食品有機鍵結氬限值

Product name	Representative radionuclides	Guideline level (Bq/kg)
Infant foods*	<sup>238</sup> Pu, <sup>239</sup> Pu, <sup>240</sup> Pu, <sup>241</sup> Am	1
	<sup>90</sup> Sr, <sup>106</sup> Ru, <sup>129</sup> I, <sup>131</sup> I, <sup>235</sup> U	100
	<sup>55</sup> Ga, <sup>60</sup> Co, <sup>89</sup> Sr, <sup>103</sup> Ru, <sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs, <sup>144</sup> Ce, <sup>152</sup> Ir	1 000
	<sup>3</sup> H***, <sup>14</sup> C, <sup>99</sup> Tc	1 000
Foods other than infant foods	<sup>238</sup> Pu, <sup>239</sup> Pu, <sup>240</sup> Pu, <sup>241</sup> Am	10
	<sup>90</sup> Sr, <sup>106</sup> Ru, <sup>129</sup> I, <sup>131</sup> I, <sup>235</sup> U	100
	<sup>55</sup> Ga, <sup>60</sup> Co, <sup>89</sup> Sr, <sup>103</sup> Ru, <sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs, <sup>144</sup> Ce, <sup>152</sup> Ir	1 000
	<sup>3</sup> H***, <sup>14</sup> C, <sup>99</sup> Tc	10 000

\* When intended for use as such.  
 \*\* Represents the value for organically bound sulphur.  
 \*\*\* Represents the value for organically bound tritium.

表三福島核事故外釋主要放射性核種(單位:TBq)

輻射源項	對象	期間	核種(單位:TBq)	
			碘-131	銫-137
初期外釋	大氣層	3/12~5/1	2.0×10 <sup>5</sup>	1.3×10 <sup>4</sup>
	海洋	3/26~6/30	1.1×10 <sup>4</sup>	3.5×10 <sup>3</sup>
沉積	陸地		7.4×10 <sup>4</sup>	5.8×10 <sup>3</sup>
	海洋		9.9×10 <sup>4</sup>	7.6×10 <sup>3</sup>
北太平洋總量 (Gross supply to the North Pacific)			1.1×10 <sup>5</sup>	1.1×10 <sup>4</sup>

(T. Kobayashi et al., 2013)

# 消費性產品輻射安全

## — 正當性的討論

作者 李境和

義守大學助理教授(退休)

### 消費性產品

本文的消費性產品不是泛指一般的消費性產品，而是國際原子能總署 (International Atomic Energy Agency, IAEA) 定義的消費性產品。在 2014 年 IAEA 發布「輻射源的輻射防護與安全：國際基本安全標準」(IAEA 安全標準叢書編號 GSR 第 3 部分) 中消費性產品的定義為「有意在產品中摻入或藉活化產生放射性核種，或產品會產生游離輻射，且在售後無需特別監督或法規管制即可出售或提供給民眾之設備或製品。這包括故意加入放射性核種的煙霧偵測器和發光刻度盤及離子產生管等物品。但不包括建築材料、瓷磚、溫泉水、礦物和食品，也不包括安裝在公共場所的產品和器具(例如出口標誌)」。

[1]

因此消費性產品可分為三種類別：(1) 為了特殊功能或其物理化學性質，而添加了少量放射性核種的產品；(2) 會產生游離輻射的設備；(3) 故意曝露於輻射產生活化物的產品 [2]。

添加少量放射性核種的產品，目前已被多數人廣泛使用，且在世界各地上架和銷售。這些包括：(1) 游離腔煙霧偵檢器 (Ionization chamber smoke detectors)，現代的游離腔煙霧偵檢器，僅使用放射性核種  $^{241}\text{Am}$ ，如圖 1。雖然某些舊的游離腔煙霧偵檢器含有  $^{85}\text{Kr}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{238}\text{Pu}$  或  $^{239}\text{Pu}$ ，可能仍在使用；(2) 使用發光塗料或含有氣態氬光源的放射發光物品，如鐘錶(如圖 2)、導航儀器、手電筒、釣魚浮標和新奇物品(如鑰匙圈)、武器瞄準具等。少量低活度氣態氬光源的使用，正擴大在消費性產品中。(3) 使用鈾、 $^{85}\text{Kr}$  和氬作為高強度燈內的氣體(如圖 3) 或老式熒光燈的啟動器。(4) 鈾鎢焊條 (Thoriated tungsten welding electrodes) (如圖 4) 用在鎢惰性氣體焊接技術中。

會產生游離輻射的設備，如老式電視機和電腦顯示器中使用的陰極射線管能夠產生 X 射線，並且按照國際標準建造，以確保外部 X 射線可以忽略不計。近年來，陰極射線管已被使用液晶顯示器、



發光二極體和電漿技術的屏幕所取代，而 X 射線發生設備現在一般不可供民眾購買。

故意曝露於輻射產生活化物的產品，包括：(1) 寶石的輻射照射，寶石的顏色可能會因輻射照射而加深或改變，從而增加它們的商業價值。輻射照射寶石有三種不同的方法：加馬照射、直線加速器的電子束照射和在核(研究)反應器內的中子照射。電子束照射及中子照射，可以在寶石結構內產生放射性的活化產物。這些活化產物放射性核種的半化期通常是短的，可能達到數週，但有些活化產物的半化期較長。(2) 矽晶元的中子照射產生摻雜劑，藉  $^{30}\text{Si}$  的熱中子捕獲，轉化成不穩定的放射性同位素  $^{31}\text{Si}$ ，隨後藉  $\beta$  蛻變成為同位素  $^{31}\text{P}$ ，具有半化期為 2.62 小時。熱中子還會與  $^{31}\text{P}$  作用產生  $^{32}\text{P}$ ，蛻變成為  $^{32}\text{S}$ ，半化期為 14 天。摻雜矽的年世界產量約為 150 噸的數量級。摻雜矽被用於各種電子組件，例如電晶體、二極體和積體電路晶片。鎂、鎳和硒的中子轉化摻雜也被執行，但較少廣泛使用。





圖 1 游離腔煙霧偵檢器外觀



圖 2 含氚光源的手錶

圖 3 含  $^{85}\text{Kr}$  氣體的高強度燈

圖 4 不同粗細的鈦鎢焊條

運送前被要求先貯存，以允許衰變降低放射性。摻雜的矽通常不會直接給民眾，但它用在電子產品內供民眾使用。

### 消費性產品輻射安全的一般考量

消費性產品可能會以三種方式生產：(1) 涉及添加放射性核種的消費性產品製造，它是一種計畫曝露情節 (planned exposure scenario)，這可能需要管制機關的核准。在某些情況下，消費性產品的維修和保養也可能需要核准。其作業係屬於輻射作業，應符合輻射作業三項基本原則要求：(a) 利益須超過其代價，即正當性 (justification)；(b) 考慮經濟及社會因素後，一切曝露應合理抑低，即輻射防

護和安全的最佳化及遵守劑量限值的要求。消費性產品造成民眾的曝露低微，不易達到法規規定的劑量限值，在此先就正當性敘述如下：

### 消費性產品輻射安全的正當性

含有放射性核種的新型消費性產品，在開始製造和提供給民眾之前，製造商或進口商應將其意圖通知管制機關，並應就擬議措施的利弊得失，加以評估其正當性，提供安全評估的詳細資料，供管制機關審查與尋求管制機關的核准。

政府或管制機關應適當地確保對任何類型消費性產品的正當性及必要時對正當性之審查做出決定，並應確保只有具正當性的消費性產品才會被核准。

正當性的程序應考慮措施的所有方面，包括製造、組裝、運送、供應、民眾使用和處置。因此，在公布特定消費性產品的正當性時，不應將措施的個別階段分開考慮。例如，決定特定消費性產品的製造是具正當性，然後在稍後階段決定提供給民眾無正當性，這是沒有意義的。如果認為特定消費性產品的使用是無正當性的，那麼其他階段 - 製造、進口、運送等 - 也應是無正當性的。首先要關注消費性產品的預期用途及從該用途中獲得的利益。

護和安全的最佳化 (optimization)；(c) 個人劑量不得超過劑量之規定限值，即劑量限值 (limitation of doses)。劑量限值用於參與製造過程工人的職業曝露，及可能用於設施的作業或核准排造成民眾的曝露。(2) 會產生游離輻射的設備，如 X 射線、中子、電子或其他帶電粒子的輻射產生器或電子管之製造，也應符合輻射防護要求的計畫曝露情節。(3) 故意曝露於輻射產生活化物的消費性產品，目前主要的是寶石的照射，可以在設施內以電子束或中子照射。該設施是專門為此目的而設計和建造的，或是具有其他應用。例如，寶石在研究反應器內照射，該反應器可能用於放射性核種的生產，用於醫學、中子

如果特定消費性產品的使用被認為是具正當性的，那麼其他階段，例如製造、進口和運送也是具正當性的。

管制機關在審查消費性產品的正當性，應考量下列事項：

(1) 應定期審查正當性的所有決定。特別是對特定措施的有效性或安全性，有新的且重要的證據可用時，應再審查並決定該特定措施的正當性。輻射使用的新技術不應成為決定該措施是否繼續具正當性的決定因素。

(2) 如果措施不再被認為具有正當性，管制機關應撤銷該消費性產品之製造和供應的核准，認定的依據應提供給所有有興趣的團體。管制機關還應決定並傳達現有問題的消費性產品在過渡期間所需採取妥善管理的步驟(包括處置)。

(3) 如果管制機關決定他們提供給民眾的這些產品是無正當性的，則管制機關應為擁有和使用此類消費性產品的人們發布有關輻射防護的建議，並考慮相關的風險。在決定收集和處置此類消費性產品的選擇時，管制機關應考慮相關的輻射風險。

(4) 對消費性產品達到相同或相似目標，可能有不涉及輻射使用的替代方法，在決定正當性時應考慮替代方法。但不應僅將替代技術的存在，就決定使用輻射的措施類型是無正當性的。因替代方法不太可能完全沒有害處，也可能無法達到完全相同的利益。

(5) 雖然應盡一切努力確保正當性評估的客觀性，但這可能不是永遠容易達到的。造成這種情況的原因之一，是利益的決定通常涉及以社會的代表做出的判斷。為克服與做出此類判斷相關的困難，管制機關應建立一種機制，從個人或團體反映出社會利益。這種機制將有助於避免僅根據管制機關的判斷為基礎做出的決定。

(6) 風險微不足道的事實本身並不能成為正當性的充分基礎。對具微不足道風險的措施，例如消費品的提供和使用，此類措施的正當性仍然被要求。如果風險確實是微不足道的，則為了證明措施是正當的，利益不需要很大。所以豁免標準應僅在那些措施被認為具有正當性才可被引用。

(7) 儘管輻射安全與防護健康的輻射風險有關，管制機關不應只考慮那些可能挽救生命或可能防止傷害或疾病的消費性產品，就是具正當性。要考慮的利益可能有許多不同的類型，不僅僅是可能挽救生命或預防傷害或疾病，還包括產品的實際利益、防止財產損失、提高安全性或改善生活的品質。

(8) 關於正當性的決定通常是針對措施的特定類型做出的。因此，例如，如果某種類型的煙霧偵檢器之製造已被認為是正當的，那麼類似的煙霧偵檢器的製造應該被自動認為是正當的。管制機關應考慮國家和國際技術標準適用於特定類型的措施，並應決定這些標準是否足以顯示所討論的措施是正當的。

(9) 各國對正當性要求時，可能會得出不同的結果。例如，各國考量替代材料和設備的可用性、可負擔性及需要性作出價值判斷，作為正當性決策的一部分。這意味著某些措施在某些國家可能被認為是正當的，而在其他國家則可能被認為不具正當性。但管制機關應盡可能相互合作，以便對消費性產品提供給民眾的正當性，採取一致的方法。



## 參考文獻

- ◆ [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, IAEA, Vienna (2014).
- ◆ [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Safety for Consumer Products, IAEA Safety Standards Series, No. SSG-36, IAEA, Vienna (2016).

發行人  
張似璵

主編  
劉代欽

執行編輯  
林珏汶

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

行政院新聞局 出版事業登記證  
局版北市誌字 第柒伍零號

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 網站