



財團法人 中華民國輻射防護協會

輻射防護簡訊

第 151 期

出刊日期 108 年 6 月 15 日

本期內容

CONTENT

專題報導 - 輻射在農業上的應用

1

全球人口的急遽增長與地球的氣候區域劣化，如何在既有耕地面積上更有效率地產出糧食儼然已成為全球不可忽視的挑戰。輻射在農業上除了有抑制蟲害、檢疫、滅菌等應用，現在更可幫助非洲國家加強其控制土壤侵蝕的能力與監測土壤濕度新應用。

台灣熱門航線的飛航劑量

4

宇宙射線會對航空人員造成高於一般民眾的劑量，本文針對台灣的熱門航線，探討同一條航線於不同次飛行時，飛航路線的變異性對於劑量的影響。

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

原子能科技的應用—獅子山共和國追蹤病毒蹤跡

12

歷經了 2014 年災難性的伊波拉病毒爆發後，獅子山共和國的獸醫科學家協助培訓其他非洲的獸醫科學家捕捉、採樣與診斷那些潛在成為病毒傳播媒介的蝙蝠，他們借助了原子能科技的衍伸技術來完成分析作業。

我國天然放射性物質管制淺介

15

自從地球被創造出來後，地球的萬物眾生便生長在充滿輻射的環境之中，相較於人類用技術製造出來的輻射源，這類的輻射稱之為天然輻射。另外一種天然輻射來源是地球本身的放射性物質，這類物質在地球誕生時便跟著被製造出來。

輻射在農業上的新應用

作者 賴柏倫 博士

輻射防護協會助理研究員

人類文明在歷經農業革命與工業革命後，生活品質顯著提升，促成低死亡率與高新生兒存活率，造就全球人口的急速增長。但是，文明進步的結果伴隨而來的是全球暖化效應，這使得地球的氣候趨於劣化。水災、颶風、乾旱等災害的發生頻率增加都是氣候劣化的體現，這改變了降雨模式或者水資源的分布。降雨模式的丕變最直接的影響就是糧食產量，這一現象危及許多地區的農業發展，尤其是以農業為主要經濟來源的國家。

一直以來農業是大多數的非洲國家的重要經濟來源，以埃及為例，農業在國內的生產總值占比約 12%，在塞內加爾，這個比例為 17%。在這些國家中，低投入農業是其重要的組成，也就是說農業產值主要是來自家庭經營模式的農場。在全國的就業比例中，以這類型的就業機會為主，並為自給農民及其家庭提供生計。

在大多數的非洲國家，耕地類型多半為具有農業潛力的乾旱或半乾旱的土地，家庭經營模式的農場則通常分布在旱地和山區，這些區域的耕地特別容易遭受到土壤侵蝕進而導致土地退化。根據研究顯示，位於埃及東北部尼羅河三角洲的大部分耕地的生產力在過去的 35 年中減少的幅度超過 45%。土壤退化是若干因素的綜合結果，包括土地的過度開發或持續的農業

活動以及極端的天氣事件。其中，極端的天氣事件在過去幾十年中發生的更為頻繁。人類活動和環境因素導致土壤侵蝕進而造成土地退化，肥沃的表土完全消失，使耕地不再適合農業生產。為此，基於糧食安全，國際原子能總署 (International Atomic Energy Agency) 與聯合國糧食及農業組織 (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 合作，利用輻射協助各國進行耕地以及水資源的管理。

對抗土壤侵蝕

使用放射性元素銫 137 ($Cs-137$) 作為示蹤劑，進行土壤侵蝕的評估已被廣泛應用。由於 50、60 年代世界強權國家競相發展核子武器，高空原子彈試爆造成這種人工放射性元素瀰漫於大氣中，經由降雨落至地球表面後，累積在土壤的最上層。在土壤遭受侵蝕的時候，表層的土壤被雨水沖刷帶

走，這意味著表土中的放射性元素含量降低了。同時，沖刷帶走的土壤沉積的地方，其放射性元素的含量則會增加。科學家透過這個現象評估耕地的土壤侵蝕狀況以及確定侵蝕的空間分佈，以及土壤再分配的狀況。

聯合國糧食及農業組織/國際原子能總署糧食和農業核技術聯合司的土壤科學家的 Emil Fulajtar 表示「與傳統的土壤侵蝕評估方法相比，使用放射性元素進行侵蝕評估具有許多優勢。例如，這項技術可以提供傳統方法無法給予的長期平均侵蝕率。」因此，使用這項技術即可藉由單次的取樣活動獲知土壤侵蝕的空間分佈及其再分配的狀況，進而規劃土壤保持計劃以確保耕地的持續發展及糧食安全。

聯合國糧食及農業組織/國際原子能總署聯合司提供加馬光譜儀進行 $Cs-137$ 測量，以幫助非洲國家加強其控制土壤侵蝕的能力。其中，已經交付三個

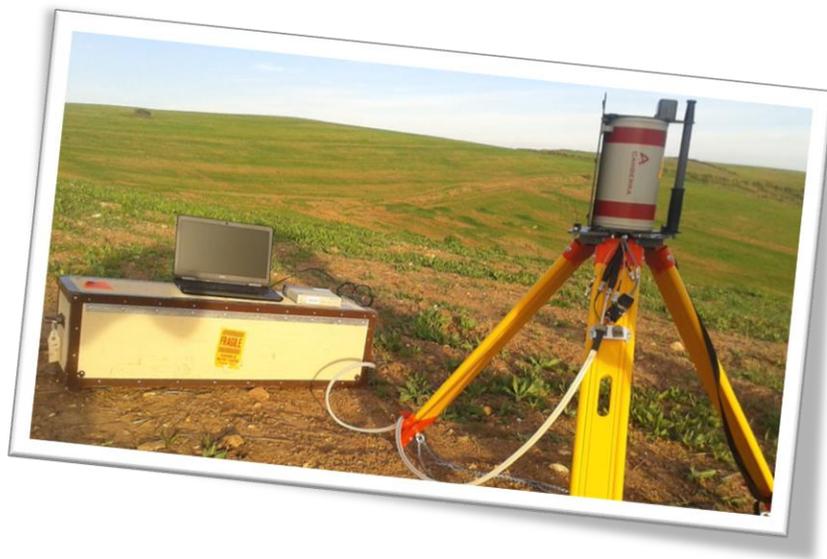


圖 1 提供給摩洛哥國家能源、科學與核子科技中心(CNESTEN)之可攜式加馬偵測器
(圖片來源：[IAEA](#))

桌上型加馬光譜儀給馬達加斯加、阿爾及利亞和津巴布韋，三個便攜式加馬光譜儀給摩洛哥、突尼斯和馬達加斯加使用。除此之外，該機構亦包括培訓科學家使用 Cs-137 方法和建立整個非洲大陸的加馬光譜能力。埃及原子能管理局的核研究中心的 Mohamed Kassab 表示「我們將使用加馬光譜儀進行尼羅河沉積的'指紋識別'，以追蹤不同來源的污染源，例如位於河岸的工業和農業機構的排水，我們還計劃幫助非洲其他國家建立加馬測量和分析服務的能力。」

土壤中的含水量測量

傳統量測土壤中含水量的方法是先進行數個土壤採樣，在烤箱中乾燥 48 小時，藉由前後的重量差了解土壤中的含水量。這個方法僅能獲得取樣區域

的資訊，使得大範圍調查既耗時又費力。與傳統方法相比，透過中子感應器檢測土壤中和土壤上方空氣中快速移動的中子輻射來測量含水量，可以讓大範圍的偵測更快速、更容易。舉例來說，若要了解腹地面積為 20 公頃的土壤水位資訊，透過新的方法可以立即得到結果而不會干擾土壤以及和土壤相互關聯的生態結構。中子感應器是這項方法的關鍵，而中子感應器是如何運作呢？簡單來說，科學家們發展一種能偵測中子輻射的感應器，以檢測並計算土壤中和土壤正上方空氣中的中子數，並利用這些信息來確定土壤中的含水量。

中子是我們要測量的目標，那如何藉由測量中子來獲知土壤含水量呢？我們要測量的中子是由來自太陽系之外

的高能宇宙射線產生的。其中，這些高能宇宙射線又以質子為主。當帶有高能量的質子與地球大氣中的原子 – 主要是氮原子和氧原子 – 發生碰撞之後，這些大氣中的原子將分裂成帶有電荷的質子和不帶電荷的中子，這些粒子將如雨水般地在大气中下雨，並在落下時繼續與其他原子發生碰撞。這些粒子在抵達地球表面的當下，中子的移動速度依然相當地快速，我們稱這樣的中子為快中子。在歷經一段時間之後，中子的能量被環境中的原子所吸收。其中，氫原子吸收了中子大部分的能量，減緩了中子的移動速度。在陸地環境中，大部分的氫原子存在於土壤中的水裡，而科學家們藉由偵測土壤中和土壤周圍的快中子數量，得以評估存在土壤中有多少水。

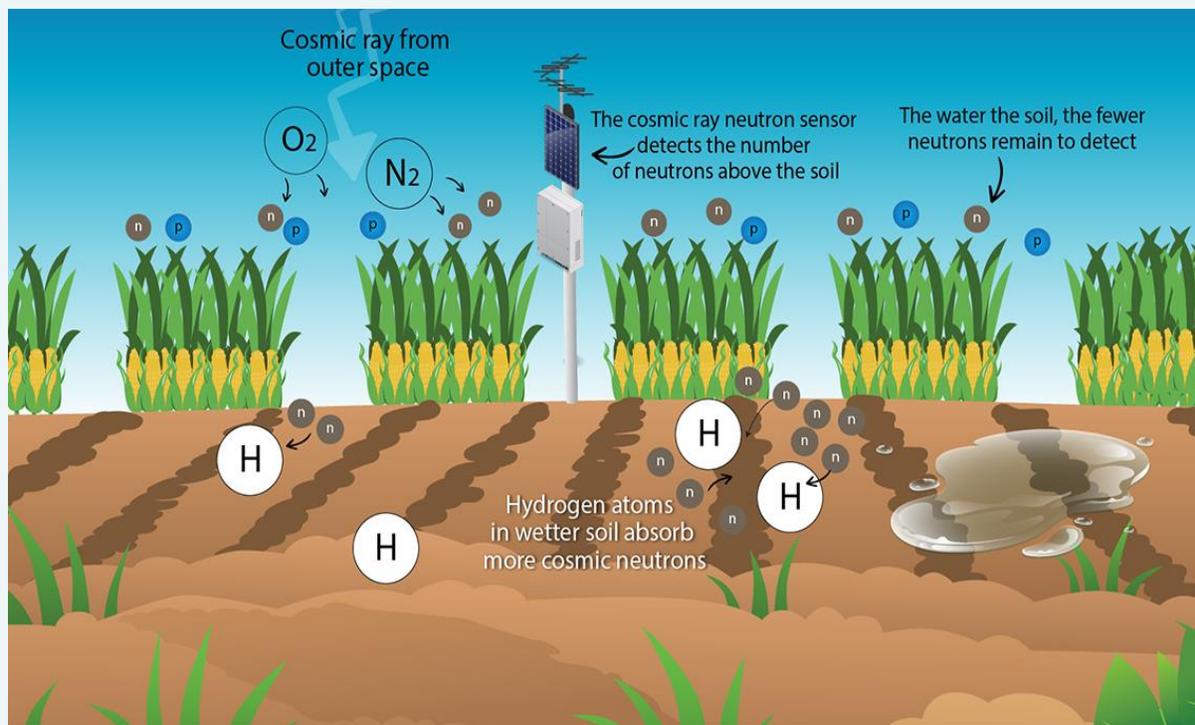


圖 2 宇宙射線中子感應器之運作方式
(資料來源：[IAEA](#))

一般來說，在較乾燥的土壤具有較多的快中子數量，而潮濕的土壤則是相反。

聯合國糧食及農業組織/國際原子能總署聯合司的土壤水科學家 Ammar Wahbi 表示「在玉米等作物的研究中，這項技術能在每季節省約 100 毫米的灌溉用水，這相當於每公頃的耕地用水量能節省約 100 萬升。」這個結果突顯這項技術在缺水地區的水資源管理的重要性，也讓農民了解何時需要灌溉，每次灌溉需要多少水，甚至可以藉此提高經濟作物的生產量。目前全世界有超過 300 名的科學家正接

受這項技術的培訓。此外，培訓的內容亦包含 AquaCrop 模擬模型的使用。AquaCrop 是一款由聯合國糧食及農業組織所開發的軟體，主要用於模擬不同情節下農作物的生長和水資源的消耗預測。伊拉克的科學和技術部的科學家 Ameerah Hanoon Atiyah 表示「在伊拉克，這些課程確實幫助科學家們確定了適合該國氣候條件的作物。」

本文內容翻譯自 IAEA News，原文出處如下：

1. Egypt and Senegal Receive Gamma Detectors to Help Combat Soil Erosion,

NOV/9/2018.

<https://www.iaea.org/newscenter/news/egypt-and-senegal-receive-gamma-detectors-to-help-combat-soil-erosion>

2. Using Cosmic Rays to Measure Moisture Levels in Soil, OCT/31/2018.

https://www.iaea.org/newscenter/news/using-cosmic-rays-to-measure-moisture-levels-in-soil?fbclid=IwAR2NUVg91P_XZU4SA7ozU-As8gekfS6Be4fG-dZL_nREKi-tM4-TC5qWJJ8



小知識

輻射照射在農業上的應用

台中區農業改良場 / 黃勝忠

輻射照射乃是利用放射性元素釋出高能量的 γ 射線進行各種物質的照射， γ 射線有如光線，只是 γ 射線的能量較高、波長較短、穿透力也較強。基本上物體經過「輻射照射」後，不會有放射線的殘留。核能研究所之照射是利用鈷 60 放射出 γ 射線，對生物體產生特定之生物化學效應，以達到殺蟲、滅菌、突變、矮化等醫學、農業應用，對非生物體物質，可利用輻射引起的物理化學效應，以達到工業應用之目的。

輻射照射在農業上的應用如下：

使用目的	使用範圍
1. 抑制發芽	馬鈴薯、甘藷、洋蔥、大蒜
2. 延長儲存期限	木瓜、芒果
3. 防治害蟲	米、煙草、紅豆、綠豆、大豆、小麥、麵粉
4. 雄不孕性	東方果實蠅、甜菜夜蛾
5. 殺蟲滅菌	淡水魚(殺滅中華肝吸蟲等)、豬肉
6. 檢疫照射	果蔬檢疫照射等
7. 動物飼料滅菌	動物飼料等
8. 品種改良	冬瓜、稻米
9. 抑制生長	水仙花

資料來源:

<http://kmweb.coa.gov.tw/Category/d.aspx?documentId=18161&fileName=Exten2603.pdf&ver=3>

台灣熱門航線的飛航劑量

作者 楊子毅

國立清華大學核子工程與科學研究所博士生

清華大學原科院輻防協會獎學金 108 年得主



宇宙射線會對航空人員造成高於一般民眾的劑量，本文針對台灣的熱門航線，探討同一條航線於不同次飛行時，飛航路線的變異性對於劑量的影響。

前言

宇宙射線的組成約為 88% 的質子、11% 的阿伐粒子和 1% 的重粒子，輻射場非常複雜且受到很多因素影響，身處地球上不同位置所接受到的宇宙射線強度也有所不同。由於地球磁場的磁力線方向為南北極，宇宙射線在接近地球時會順著磁力線而聚集到高緯度地區，造成它們的宇宙射線強度明顯高於赤道附近的區域，這也是為什麼極光只會出現在高緯度地區的原因。此現象常以垂直截止剛度(Rigidity)一詞來量化描述，垂直截止剛度主要隨著緯度變化，於高緯度地區數值較小，最低約可到 0.01 GV，赤道附近的垂直截止剛度則可能高達 17 GV，台灣(121°E 23.5°N)的垂直截止剛度約為 15.5 GV，接近全球垂直截止剛度的最大值，因此受到的宇宙射線強度相對較小。

除了地理位置外，高度也是影響宇宙射線強度很重要的因素。當宇宙射線進入大氣層，它的強度會隨著穿透的大氣層而衰減，因此對於地表民眾造成的劑量並不多，然而對於機師、空服員或頻繁搭乘飛機的乘客，因長時間處於較高的高度，受到大氣層的保護較少，因此會曝露在相對於一般民眾較高的輻射環境下。根據美國國家輻射防護與度量委員會(NCRP)的報告¹，在 2006 年美國的輻射職業曝露中，飛航類別所受到劑量約為每年 3.07 mSv，此數值為全部類別中最高的，甚至高於核能產業的 1.87 mSv 和醫院醫療輻射工作人員的 0.75 mSv，而國際放射防護委員會(ICRP)從 1996 年便建議飛航人員應被納入輻射工作人員²，歐盟也針對飛航人員加強了宇宙射線所造成之劑量評估需求³，可見對於某些國家，可靠的飛航劑量評估不僅是關乎到公共利益，同時也是具有法律意義與根據的，因此需要能夠準確評估宇宙射線造成之飛航劑量的方法。現存和飛航劑量評估有關的文章有很多，但大部分都僅挑選某幾次的航班為代表做評估計算，且分析的航線都是集中在中高緯度的城市，並不包含

任何和台灣有關的內容，台灣的地理位置接近赤道，受到宇宙射線影響的現象不可直接套用歐美等國之經驗，故本文目的為使用自行開發的 NTHU 飛航劑量評估程式⁴，來提供與台灣有關的飛航路線劑量評估，並針對每條飛航路線間的變異性做深入探討。

航線選用

本文選用了 11 條代表性的台灣直飛航線，包含飛往阿姆斯特丹、紐約、法蘭克福、洛杉磯、雪梨、杜拜、新加坡、東京、北京、香港、及金門，這些航線涵蓋的距離從 400 公里到 14000 公里，飛行時間從小於 1 小時到超過 14 小時，由於實際飛航路線會因為飛行日期或天氣的不同、甚至是不同航空業者的飛行計劃差異而有所不同，因此本文採取更為實際的做法，收集並分析每條航線從 2017 年 6 月到 9 月間，共 100 次的實際飛行資料來評估路線變異性效應，挑選時以本國的中華航空(CAL)及長榮航空(EVA)為優先，輔以其他航空公司來湊足 100 次的飛行，航線資料取自 FlightAware 網站⁵。

航線劑量計算結果

表 1 (p.7) 為 11 條台北直飛航線的航線劑量計算結果，由表中可知平均有效劑量最高的為阿姆斯特丹國際線-70.03 μSv ，最低的為金門國內線-0.13 μSv ，其中紐約航線雖然飛行距離及時間最長，但劑量最高的卻是阿姆斯特丹，原因將在後續篇幅討論，若排除阿姆斯特丹，平均劑量會隨著飛行距離及時間的增長而增加，值得注意的是表 1 所呈現的平均值即便包含了統計標準差仍無法提供詳盡的資訊，接下來將針對紐約、杜拜、阿姆斯特丹、及東京共 4 條航線做詳細的討論。

台北往紐約航線

圖 1 呈現了由台灣飛往紐約的 EVA32 航班自 2017 年 6 到 9 月共 100 次實際飛航路線的計算結果，圖 1(a)為有效劑量分佈與理想高斯分佈，平均值為 69.29 μSv ，標準差約 6% (3.99 μSv ， 1σ)，這誤差大小是可預期的，它源自於各飛航路線的飛行高度及垂直截止剛度的變動，如圖 1 (b) 和 (c) 所示，較高的飛行高度會接受到較強的宇宙射線，而較大的垂直截止剛度可屏蔽掉較多的宇宙射線進而讓劑量率降低，考慮了這兩個主要的影響因子後，劑量率($\mu\text{Sv/h}$)的變化趨勢呈現如圖 1(d)，在曲線下的面積即為累積劑量，圖 1(a)為 100 條航線的累積劑量分佈直方圖，而圖 1(e)則於地圖上繪出了 2017 年 7 月 22 日台北飛往紐約的飛航路線，挑選這條航線當做代表是因為它的飛行距離、時間和累積有效劑量與平均值接近。

台北往杜拜航線

圖 2 呈現了由台灣飛往杜拜的 UAE367 航班自 2017 年 6 到 9 月共 100 次實際飛航路線的計算結果，這 100 次飛往杜拜的路線根據它們垂直截止剛度的不同，可明顯區分為 A、B、C 共 3 種飛航路線趨勢，它們分別有著 13、74、13 條的航班數目，在圖 2(c)中以不同顏色表示，圖 2(a)為 3 種飛航路線有效劑量分佈與平均值為 16.38 μSv 標準差約 4% (0.60 μSv)的理想高斯分佈。圖 2(e)則從 3 種飛航路線趨勢中各挑選了一條呈現於地圖上，然而從它們的劑量平均值與標準差來看並沒有明顯的差異，這是因為在 8 小時的飛行中垂直截止剛度的絕對值變化不大(約 14.5 到 17.5 GV)，這對劑量造成的差異幾乎可以忽略的，其中路線 A 的飛行距離和時間最長，故有效劑量會略高於另外兩者。

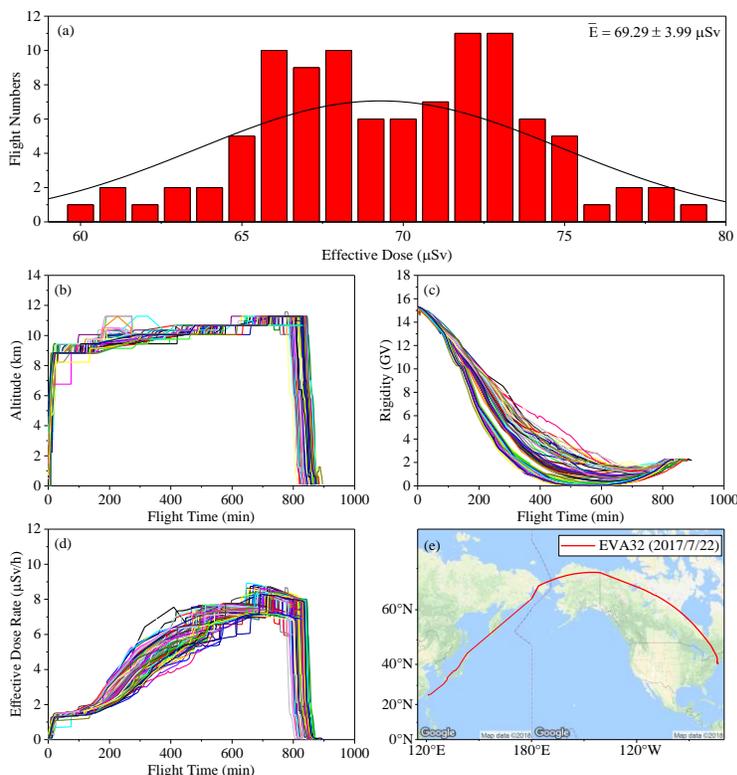


圖 1 2017 年 6 到 9 月從台北飛往紐約的 EVA32 航班共 100 次的實際飛航路線資訊及有效劑量(a)劑量分佈、(b)高度、(c)垂直截止剛度、(d)有效劑量率隨時間變化和(e)代表性的飛航路線展。

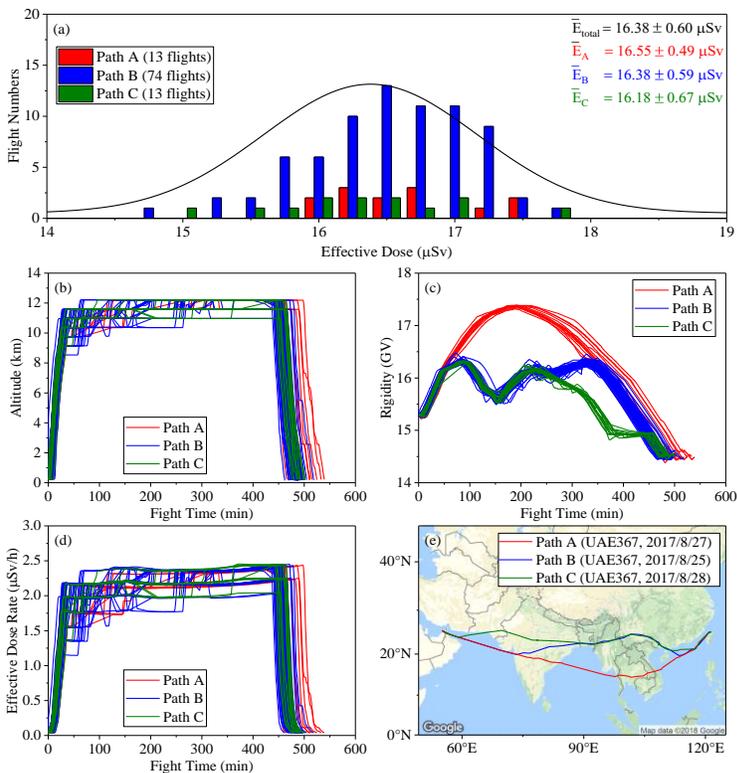


圖 2 2017 年 6 到 9 月從台北飛往杜拜的 UAE367 航班共 100 次的實際飛航路線資訊及有效劑量(a)劑量分佈、(b)高度、(c)垂直截止剛度、(d)有效劑量率隨時間變化和(e)三條代表性的飛航路線展示。

台北往阿姆斯特丹航線

圖 3 呈現了由台灣飛往阿姆斯特丹的分析結果，由於中華航空負責此航線的 CAL73 航班排程是一周四次，為了在 2017 年 6 到 9 月間湊足 100 次的飛行，故有一半共 50 條的航線是取自荷蘭航空 KLM808 航班的資料，而它們的累積劑量分佈直方圖比起前面的案例有很大的不同，從圖 3(a)中可明顯看到兩個明顯的高峰，中間值約落在 49.09 μSv 和 90.97 μSv ，經由仔細的分析後發現兩家航空公司有著截然不同的飛行計劃，CAL73 航班採取了飛行時間較長、距離較遠的偏北路線，如圖 3(b)、3(c)、3(e)所示，這些因素造成了 CAL73 航班較高的有效劑量率，呈現如圖 3(d)，累積劑量 $90.97 \pm 3.36 \mu\text{Sv}$ 幾乎是 KLM808 航班 $49.09 \pm 4.56 \mu\text{Sv}$ 的兩倍，這也是為何表 1 的阿姆斯特丹會有超過 30%統計誤差的原因，也再次說明表 1 內的平均值 $70.03 \mu\text{Sv}$ 並無法真實的反映實際的航線變異性情況。

台北往東京航線

台北飛東京是全球最忙碌的航線之一，為了控管繁忙的交通，往東飛行的航班皆被強迫在奇數層飛行(如 31000 英尺、33000 英尺、35000 英尺)，而往西飛行的航班則飛行在偶數層(如 32000 英尺、34000 英尺、36000 英尺)，圖 4 呈現了由台灣飛往東京的 CAL106 航班自 2017 年 6 到 9 月共 100 次實際飛航路線的計算結果，圖 4(a)中的高斯分佈中心為 $4.99 \mu\text{Sv}$ ，標準差 $0.53 \mu\text{Sv}$ ，由於台北飛往東京為東行航線(如圖 4(e))，故須遵從奇數層的飛行規定，經由詳細的分類後可發現 100 條的飛航路線可被區分成 6 種飛行高度，如圖 4(b)所示，從 31000 英尺到 41000 英尺以每 2000 英尺為間格，在 100 條航班中有八成的航班都集中在 37000 英尺和 39000 英尺的高度，而垂直截止剛度的變化隨著時間而緩慢下降，一路從台灣的 15 GV 下降到東京的 11 GV，但整體都分佈在合理的變動範圍內，若結合高度與垂直截止剛度的影響，劑量率隨時間的變化呈現在圖 4(d)，大致上會遵從 6 種飛行高度變化，圖 4(a)包含了全部及在各高度下的平均值和標準差結果，一如預期的較高的飛行高度會造成較高的有效劑量，而最高的飛行高度 41000 英尺有著約 $5.81 \mu\text{Sv}$ 的劑量，最低的 31000 英尺則僅有 $3.48 \mu\text{Sv}$ ，由此可見若僅隨機挑選一條或少數幾條飛航路線當作代表來評估劑量是不恰當的。

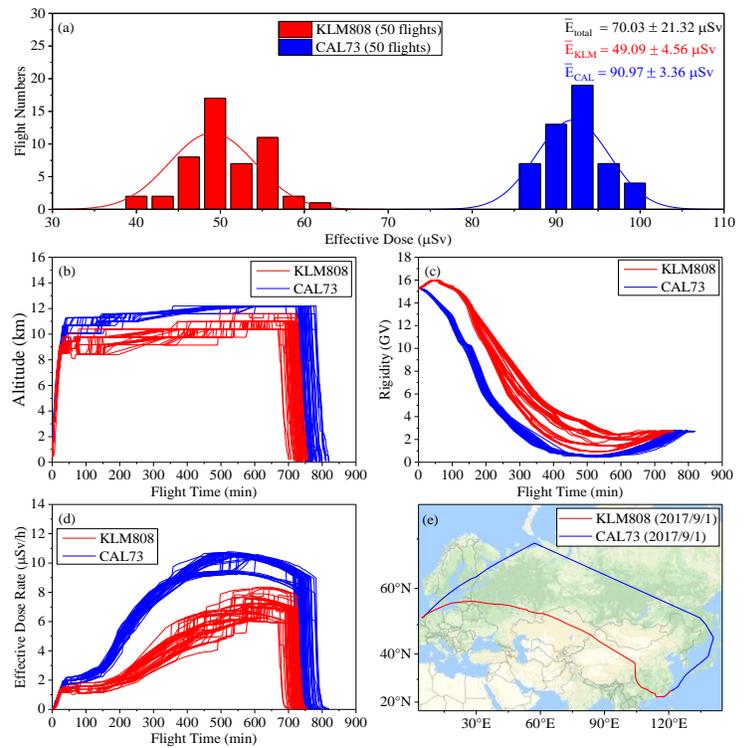


圖 3 2017 年 6 到 9 月從台北飛往阿姆斯特丹的 KLM808 及 CAL73 航班共 100 次的實際飛航路線資訊及有效劑量(a)劑量分佈、(b)高度、(c)垂直截止剛度、(d)有效劑量率隨時間變化和(e)兩條代表性的飛航路線展示。

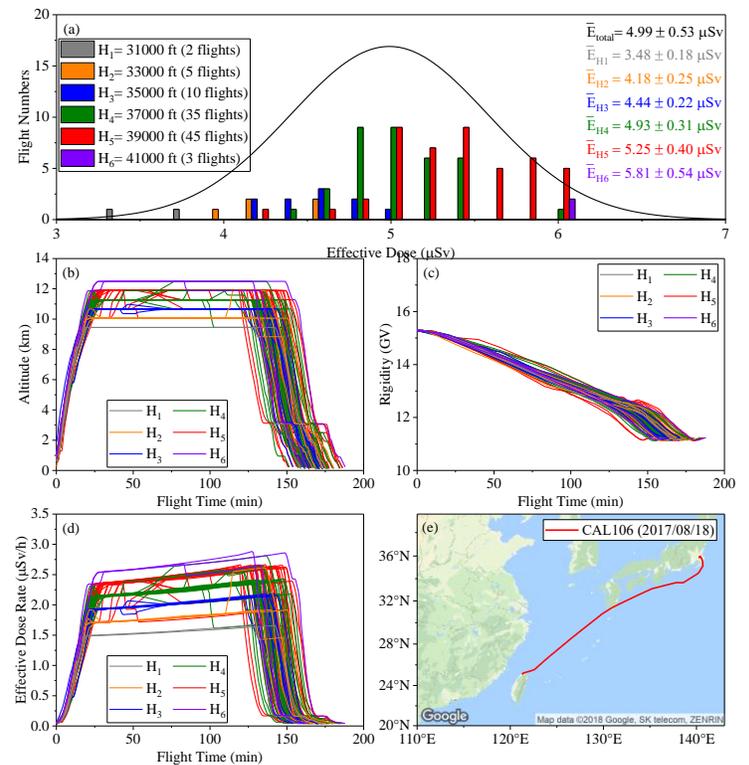


圖 4 2017 年 6 到 9 月從台北飛往東京的 CAL106 航班共 100 次的實際飛航路線資訊及有效劑量(a)劑量分佈、(b)高度、(c)垂直截止剛度、(d)有效劑量率隨時間變化和(e)代表性的飛航路線展示。

結論

本文呈現了宇宙射線對 11 條台灣常見直飛航線造成劑量的深度分析，並量化了路線變異性效應，選擇的航線包含了 10 條飛往亞洲、澳洲、中東、美國及西歐的國際航線，和 1 條飛往金門的國內航線，對於每條研究的航線皆挑選了自 2017 年 6 到 9 月共 100 條的實際航線，使用這些航線的劑量分佈比起僅用某條航線所得到的劑量能夠更充分的代表任意兩機場間的劑量值，同時也能體現路線變異性可能對劑量帶來的影響程度，相信透過本文的分析結果及從中得到的經驗，能有益於有興趣的讀者，且對於台灣一

般民眾或航空業者在飛航劑量評估與管理上能提供不少幫助，更詳盡的內容請參考發表於 Radiation Protection Dosimetry 期刊之原文⁶。

參考文獻

1. NCRP, Ionizing radiation exposure of the population of the United States. NCRP Report No. 160 (2009).
2. ICRP, Radiological protection from cosmic radiation in aviation. ICRP Publication 132 (2016).
3. Council of the European Union, Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996, laying down basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers arising from ionizing radiation. Official Journal European Communities No. L 159 39, 1-28 (1996).
4. Li, A. L., Pan, W. F. and Sheu, R. J. Development, validation and demonstration of the NTHU flight dose calculator. Radiat. Prot. Dosim. 180, 134-137 (2018).
5. FlightAware - Flight Tracker / Flight Status / Flight Tracking. Available at: <https://flightaware.com>.
6. Z. Y. Yang and R. J. Sheu, "Effects of flight route variation and great-circle approximation on aviation dose assessment for popular flights from Taiwan," Radiat. Prot. Dosim., DOI:10.1093/rpd/ncy186, 2018.

表 1 11 條台灣直飛航線的飛行距離、時間及有效劑量的分析比較
(每條航線計算了自 2017 年 6 到 9 月共 100 次實際飛航路線平均值)

目的地	距離 (km)	時間 (min)	有效劑量 (μSv)
阿姆斯特丹	10983.2 ± 4.11%	756.0 ± 3.41%	70.03 ± 30.44%
紐約	13951.5 ± 3.57%	855.5 ± 2.18%	69.29 ± 5.76%
法蘭克福	11461.1 ± 2.75%	785.2 ± 2.32%	65.75 ± 4.87%
洛杉磯	11234.5 ± 1.85%	697.1 ± 3.67%	42.57 ± 7.31%
雪梨	7760.7 ± 2.33%	525.7 ± 2.09%	20.34 ± 6.83%
杜拜	7509.4 ± 3.12%	489.1 ± 2.52%	16.38 ± 3.66%
新加坡	3385.2 ± 4.07%	239.9 ± 2.60%	7.09 ± 7.90%
東京	2349.5 ± 1.72%	168.9 ± 4.85%	4.99 ± 10.63%
北京	2091.6 ± 3.35%	160.0 ± 4.47%	3.66 ± 12.30%
香港	924.0 ± 4.13%	76.8 ± 9.45%	1.22 ± 13.95%
金門	394.2 ± 5.46%	55.3 ± 6.55%	0.13 ± 23.26%



訓練班課程(108 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 16 日~7 月 23 日

A4 高雄 帝國經貿大樓

8 月 6 日~8 月 13 日

B 組 18 小時-登記類

B8 高雄 文化大學推廣部

5 月 8 日~5 月 10 日

B9 新竹 帝國經貿大樓

5 月 15 日~5 月 17 日

B10 台北 建國大樓

6 月 4 日~6 月 6 日

B11 台中 文化大學推廣部

6 月 26 日~6 月 28 日

B12 高雄 文化大學推廣部

7 月 3 日~7 月 5 日

B13 新竹 帝國經貿大樓

7 月 24 日~7 月 26 日

B14 台北 建國大樓

8 月 13 日~8 月 15 日

B15 台中 文化大學推廣部

8 月 27 日~8 月 29 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 35 期

新竹 帝國經貿大樓

第一階段

7 月 1 日~5 日

第二階段

7 月 8 日~12 日

第三階段

7 月 29 日~8 月 2 日

第四階段

8 月 5 日~8 月 8 日

進階 22

新竹 帝國經貿大樓

第一階段

8 月 14 日~8 月 16 日

第二階段

8 月 19 日~8 月 21 日

輻射防護繼續教育訓練班
(3/6 小時)

台北 建國大樓

5 月 24 日(上午&下午)

高雄 科學工藝博物館南館

6 月 14 日(上午&下午)

新竹 清華大學

6 月 21 日(上午&下午)

台中 文化大學推廣部

7 月 19 日(上午&下午)

台北 建國大樓

8 月 23 日(上午&下午)

新竹 清華大學

8 月 30 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

4 月 17~4 月 18 日

鋼 3 新竹 帝國經貿大樓

9 月 10~9 月 11 日

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

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 林珽汶 (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「108 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](#)

「108 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。

附檔下載(1)：[108 年第 1 次輻射防護專業測驗及格人員名單](#)

附檔下載(2)：[108 年第 1 次操作人員輻射安全證書測驗及格人員名單](#)

(發布日期 108 年 5 月 27 日)

國內新聞

- 行政院原子能委員會發布原能會發布有關 108 年 4 月 15 日洪慈庸委員召開記者會「游離輻射不設防，別人小孩死不完?!」之回應說明。[訊息連結](#)

針對今(15)日洪慈庸委員召開記者會，重視與關切放射線照相檢驗業輻射工作人員安全的議題，原能會敬表感謝。謹就委員所提出討論事項，包括：非破壞檢測公司防護配備不足，導致員工罹患癌症、第一線輻射工作人員輻射風險長期被忽略、對違規情事無法確實掌握，推動修法以保障從業人員等情事，簡要回應說明如下：

一、針對本案發生勞工罹癌原因，原能會和勞動部職安署正積極合作調查中。就目前對本案進行調查與訪談初步結果，該公司員工表示，作業時公司均提供防護裝備及劑量佩章，且未要求不要配戴劑量佩章，也都依規定每年接受健康檢查、輻射劑量紀錄也符合法規規定。未來如發現違法新事證，將依法嚴辦。

二、原能會每年均會針對高風險輻射作業，進行專案檢查與不定期抽查，檢查業者是否依照法規及原核定輻防計畫內容落實執行輻安管制，除了書面查核外，原能會也會派員至輻射作業現場，進行輻射劑量率量測。就委員關切之該公司及其他違規業者，係屬原能會列管之高風險輻射作業，原能會每年都會進行稽查，並無所謂「往後十年卻再也沒有後續管制追蹤」之情事。

三、核電廠游離輻射作業承攬商部分，核電廠均有要求該承攬商，必須至勞動部認可醫療機構接受健檢，其結果為 1、2 級管理者，才能進廠工作。經原能會清查 105 至 107 年核電廠游離輻射作業承攬商健檢管理情形，確認均依規定完成健檢。就委員所提 108 年第一季該承攬商 116 家廠商中，尚有 79 家無健檢部分，是因為依法令該健檢作業應於「年度」內完成，故部分尚未辦理，原能會將要求台電公司督促承攬商依規定完成健檢作業。

四、在強化法規保障從業人員職安部分，原能會將採行各種措施，嚴格要求業者依法規執行各項輻射防護工作。此外原能會已擬訂「從事放射線照相檢驗之輻射之聘僱契約應約定及不得約定事項」草案，函請勞動部協助審視中，以要求業者據以納入勞動契約。就處罰部份，原能會將訂定相關裁罰基準，視違規情節輕重

加重處罰金額，嚴重者則廢止許可證。

五、有關委員所提訴求，原能會已與勞動部進行跨機關合作，辦理聯合稽查，並增加不預警突擊檢查頻次，也透過業管資料介接機制的建置，讓健康管理資料勾稽更臻完善。透過跨機關合作建構緊密輻防管制網，讓從業人員安全更有保障。

(發布日期 108 年 4 月 15 日)

- ➔ 行政院原子能委員會發布有關 108 年 5 月 1 日媒體報導「11 工會醫護抗議遊行 批護病比入法跨科支援」，內容提及醫護人員輻射防護訴求之回應說明。

[訊息連結](#)

有關 108 年 5 月 1 日媒體報導，原能會對於台灣基層護理產業工會提出保障醫護人員輻射防護的建言，表達感謝並予高度重視，並就輻射安全主管機關職責，就相關報導內容回應說明如下：

一、針對訴求所提多名護理同仁未配戴劑量佩章與來不及穿戴防護衣乙事，原能會自謝主委上任以來，一直秉持全民原能會的施政理念，對於第一線執行醫療輻射作業同仁職安風險特別重視與關切，原能會均嚴格要求醫療院所，應依據輻射防護法對於從事輻射醫療的工作人員，雇主應提供個人輻射劑量監測、適當之防護裝備及定期的教育訓練，雇主並必須負責督導員工落實執行，目的就是要確保工作人員的輻射安全。對於報導所提到的情事，原能會除將進一步了解外，並將要求各相關醫療院所確實依法規辦理上述人員防護事項。

二、原能會針對醫療院所輻射安全管制，會進行專案檢查與不定期抽查，檢查重點在於醫療院所是否依照法規及核定輻防計畫內容落實執行輻安管制，包含射源帳料管理、操作人員資格、教育訓練紀錄、健檢報告及輻射劑量紀錄管理之查核，並會派員至輻射作業現場，針對管制區內工作人員與管制區外一般民眾活動區域，進行輻射劑量率量測，以確保工作人員與民眾、環境輻射安全。後續也會加強查核，醫院是否確實要求輻射工作人員配戴劑量佩章，以保障工作人員健康權益。

(發布日期 108 年 5 月 1 日)

- ➔ 行政院原子能委員會發布 1 對 5 月 25 日媒體報導「原能會為何不回應核四廠址內斷層問題？」之回應說明。[訊息連結](#)

對 5 月 25 日媒體報導「原能會為何不回應核四廠址內斷層問題？」乙文，原能會感謝作者長期對國內核能電廠安全的關心，謹就核能安全主管機關的立場，回應說明如下：

一、有關核四廠地質議題，台電公司曾依據經濟部「核四地質調查檢核評議小組」，於 102 年對核四廠地質狀況檢核結果之意見，以及本會專家小組要求，規劃進行汽機廠房 S 斷層槽溝開挖，進一步確認其活動性，以及進行相關海域線型構造特性等調查工作。相關開挖工作因核四廠進入封存資產維護管理狀態而暫停執行，然若核四廠重啟，台電公司應依要求，完成相關調查與評估工作，並經確認符合安全要求。

二、國內核能電廠原類比儀控系統是否改用數位儀控系統，為台電公司依電廠儀控系統狀況與營運考量而決定，惟須符合相關安全要求。目前核一、二、三廠的儀控系統大部分為傳統的類比系統，確有部分已更新為數位系統。國際間部分早期興建的核電廠也會局部進行數位化更新，亦有進行大規模更新的案例。

三、針對文中質疑為何原能會未通知中選會，就「您是否同意核四啟封商轉發電？」公投案中，所述「核一二三廠原始儀控為類比系統，都可以抽胎換骨為數位儀控」，以及對核四廠 S 斷層是否無法確認非屬美國核能法規定義之能動斷層，表達看法乙情。由於該公投案主題為核四廠啟封，故原能會係以核安管制機

關之角度，說明若核四廠重啟，台電公司須先提出完整之規劃與現況盤點(亦即包括核四廠地質議題等)，以確認後續規劃符合管制要求之立場。至於核一、二、三廠數位儀控部分，與公投議題無涉，故未就此提出說明。

四、再次感謝作者對核能安全的關心，原能會作為核能安全監督機關，一定會恪遵守護全民核能安全的最高原則，嚴格執行安全管制監督作業，以為民眾安全把關。

(發布日期 108 年 5 月 25 日)

- ➔ 行政院原子能委員會發布 1 對 5 月 25 日媒體報導「原能會為何不回應核四廠址內斷層問題？」之回應說明。[訊息連結](#)

對 6 月 12 日媒體報導「核二燃料池又改建 燃料棒竟得暫放『高處』 添核安風險」乙文，謹就核能安全主管機關的立場，回應說明如下：

一、台電公司基於電廠持續運轉考量，並參考國際案例於 105 年提出「核二廠燃料廠房三樓裝載池設備修改及安裝工作」申請案，將裝載池改裝成儲存用過燃料，該申請案並已包含後續裝載池之復原規劃。針對該申請案，本會亦由會內外專家組成專案審查小組，進行嚴格審查，在確認符合各相關安全要求後同意該申請案。

二、核二廠未來除役須將用過燃料裝入護箱後移至乾貯場貯存，而用過燃料裝入護箱之作業須於裝載池進行，故原改裝為儲存燃料之裝載池須予以復原。裝載池復原作業確需先將現儲存於裝載池之用過燃料先移至上燃料池，惟該項作業進行時，除機組已處於停機狀態，且暫時移至上燃料池之用過燃料束，係為已貯放於用過燃料池冷卻數十年之早期用過燃料外，核二廠上燃料池本身即符合耐震、冷卻等用過燃料池之設計安全要求，且平常若機組於大修停機填換燃料時，其即可供置放用過燃料，故將該批用過燃料先移至核二廠上燃料池貯放並無所謂核安風險大大提高之疑慮。

三、原能會對用過燃料無論其儲存在任何處所，均會嚴格監督管制，以確認能符合各項安全要求。原能會作為核能安全監督機關，一定會恪遵守護全民核能安全的最高原則，嚴格執行安全管制監督作業，以為民眾安全把關。

(發布日期 108 年 6 月 13 日)

即時訊息與新知分享

- ➔ 放射性物質或可發生游離輻射設備銷售服務業者名單。[訊息連結](#)。

「放射性物質或可發生游離輻射設備銷售服務業者名單」已公布於本會網站，請點選下方(相關連結)即可下載瀏覽。

相關連結：[放射性物質或可發生游離輻射設備銷售服務業者名單](#) (發布日期 108 年 5 月 1 日)

- ➔ 行政院原子能委員會公布合格輻射防護偵測業務業者名單。[訊息連結](#)

「合格輻射防護偵測業務業者名單」已公布於本會網站，請點選下方(相關連結)即可下載瀏覽。

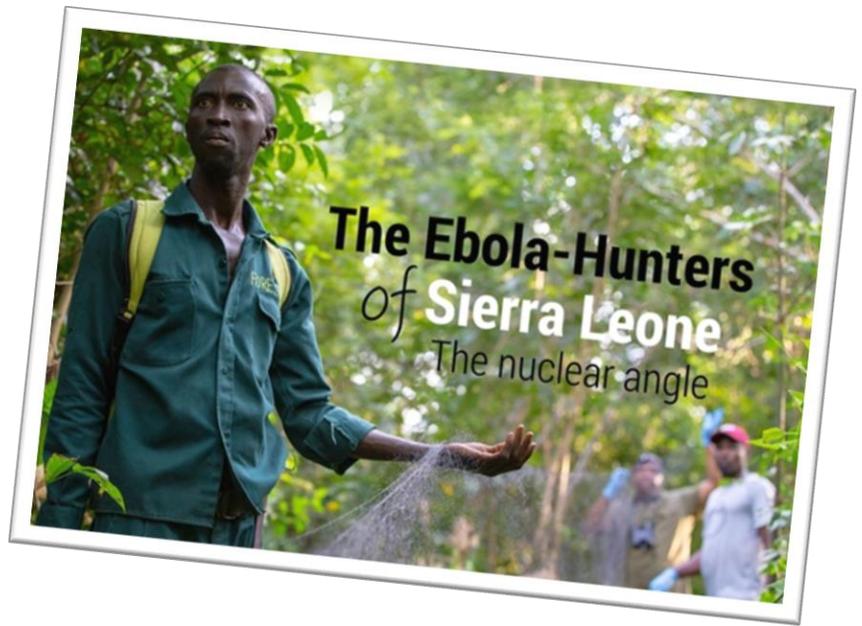
相關連結：[合格輻射防護偵測業務業者名單](#) (發布日期 108 年 4 月 15 日)

- ➔ 2018 年度 IAEA 十大最受歡迎書籍 - IAEA Safety Standard on Radiation Protection in Medicine (資料來源：[IAEA](#))

此份安全導則乃為了確保病人、工作人員、醫護人員、生物醫學研究志願者與公眾等之輻射防護與醫用游離輻射源的安全性能滿足國際原子能總署安全要求報告 No. GSR Part 3 提供建議與指引。內容包含它涵蓋放射診斷程序(包括牙科)、圖像引導介入程序、核子醫學和放射治療。[網站連結](#)

原子能科技的應用— 獅子山共和國追蹤病 毒蹤跡

編譯者 黃偉倫



在獅子山共和國的恩加拉(Njala)·甚麼東西睡覺時會上下顛倒、甦醒在夜幕降臨後·甚至攜帶著伊波拉病毒?牠·就是蝙蝠。歷經了 2014 年災難性的伊波拉病毒爆發後·獅子山共和國的獸醫科學家協助培訓其他非洲的獸醫科學家捕捉、採樣與診斷那些潛在成為病毒傳播媒介的蝙蝠·他們借助了原子能科技的衍伸技術來完成分析作業。

「很不幸的·我們確實經歷了災難般的疫情·但往好的方面想·我們現在有了更多相關技術和寶貴經驗可以分享出去。」獅子山共和國的獸醫科學家 Dickson Kargbo 說道·為了採樣·他與一群獸醫們在黃昏時撥開叢生的樹枝步入叢林的深處。

參與培訓的獸醫科學家和野生動物專家來自布吉納法索、蒲隆地、喀麥隆、中非共和國的迦納、賴比瑞亞、奈及利亞及多哥共和國等七個非洲國家。

此次培訓目的是為了監控疾病·在國際原子能總署(IAEA)與聯合國糧食及農業

組織(FAO)的幫助下·藉由親自動手實驗·學習如何靠著正確的科學知識完成捕捉和研究而不會傷害蝙蝠·讓蝙蝠能夠重回野外。經過兩週的訓練課程·學員們在恩加拉的叢林內捕捉了超過 30 隻的蝙蝠·用於實驗室分析。

回到實驗室後·首先確定蝙蝠品種·並抽取該蝙蝠的血液、糞便和口腔樣本·分析其中是否含有能感染人類或動物的數百種病毒·當然致命的伊波拉病毒也包括在內。為了檢驗病毒的存在與否·使用的是由 IAEA 技術合作計畫提供的設備與原子能科技的衍伸技術。

面對新的伊波拉危機和進一步蔓延的風險·希望藉著不斷的培養當地相關人員獲得相關技術·累積足夠的人力進行疾病監控和預測·以及防止區域性的疫情爆發。

為了達到嚴密的疾病監控·科學家們研究物種的天性與習性·這意味著他們的手將不再乾淨·不管字面或暗喻都是。

Unger 說:「為了分析與分類出病毒種類·首先須取得高品質的樣本·處理得宜後盡速將之運送至實驗室·這可非容易之事·為了捕捉一隻蝙蝠·一組至少六人組成的小隊必須在破曉之時進入叢林·設置桿子和網子建立陷阱·靜待到首隻的蝙蝠出現在夜幕降臨時。」



科學家正學習從野外、自然棲息地、實驗室研究物種·並在實驗室使用原子能科技診斷潛在病毒。(圖片來源:[L. Gil/IAEA](http://L.Gil/IAEA))

蝙蝠是夜行性哺乳類動物，為了盡可能的不要破壞牠們的生態系統，病毒獵人們必須依循著這些動物的習性在夜晚工作，一旦捕捉到蝙蝠，牠們將被小心的放入一個特製的袋子裡運送回實驗室進行取樣與分析。

以下連結可以得知更多關於蝙蝠捕捉的過程：[The Ebola-Hunters of Sierra Leone — The Nuclear Angle](#)

儘管蝙蝠總是圍繞著污名，但牠們卻是生態系運作的關鍵，來自奈及利亞的課程講師 Temidayo Adeyanju 是位野生動物研究員，他說：「蝙蝠出現在夜晚，所以我們必須在那時候去捕捉，我們捕捉牠們並將牠們野放。蝙蝠是很特別的生物，在晚上生活，以昆蟲或水果為食，

而且人類畏懼著牠們，但如果你將蝙蝠從生態系移除，這將會影響到其他的物種，因為牠們在生態系中扮演關鍵的角色。」

身為生態系中重要份子的蝙蝠，卻也不斷地給人類帶來危機，每年在蝙蝠身上約有十種的新病毒會被發現，在這些病毒中，像伊波拉這樣的病毒，可透過近距離的接觸蝙蝠血液、排泄物或其他液體等途徑傳染給人類。

Hawa Walker 這位來自賴比瑞亞(鄰近獅子山共和國，2014 年也發生疫情爆發)的物種保護專家補充：「對於伊波拉的恐懼，促使人們像著了魔般的清洗雙手、刷洗家園，但在許多戶人家中，蝙蝠仍然是牠們的食物，是牠們維持生

命的源頭，因為他們沒得選擇。」

在此同時，當地的科學家們也繼續研究 2018 年七月首次發現於獅子山共和國的新品種伊波拉病毒 — Bombali，目前除了知道牠具有感染人類細胞的能力外，對他的致命性並不了解。

IAEA 負責培訓營的專案經理 Michel Warnau 說：「2014 到 2015 年間由於缺乏準備，導致西非爆發了伊波拉病毒的疫情，我們希望在疫情爆發之前建立分析與研究家畜中可感染人類的疾病的能力，來預測人類可能面臨的危機。」



每一年，在蝙蝠身上可以發現約 10 種新型病毒，包含伊波拉病毒。

(圖片來源：[L. Gil/IAEA](#))

診斷動物疾病的原子能科技衍伸技術

酵素結合免疫吸附分析法 (The enzyme-linked immunosorbent assay · ELISA) 和聚合酶連鎖反應 (Polymerase chain reaction · PCR) 是二種常用於診斷疾病的原子科學衍伸技術，也是用於檢測伊波拉病毒的方法。

ELISA 以易於架設與使用為特點，適用於任何動物實驗室，科學家會在預先準備的固體乘載物(已固著已知抗原)上注入經過稀釋的動物血清，經過些處理後注入檢測液，如果樣本含可疑的疾病抗體，檢測液內的酶將會改變液體顏色，藉此檢測疾病的存無，之後可透過 ELISA reader 對呈色的深淺進行定量分析。由於 ELISA 檢測的靈敏度受限，具特異性和無法用於分類病毒種類等，

此檢測方式常用於初步檢測。

PCR 技術相較 ELISA 涉及到更複雜的檢測設備與步驟，但他的高靈敏度和準確性，適合用於辨別病毒和細菌的種類，此技術利用酶去裁剪和放大特定片段的 DNA，PCR 儀可精確調控反應管維持各反應所需的溫度，只需約 30 分鐘的時間就可將病原體的 DNA 放大十億倍，科學家可透過附著在特定基因序列上的放射性同位素或螢光分子，進行 DNA 放大反應的偵測和監控，甚至辨別病毒種類。

PCR 和 ELISA 最初的作用原理與放射性同位素有關，如今結合酶的相關反應與應用，有助於 IAEA 改進和精簡病毒篩檢的過程。

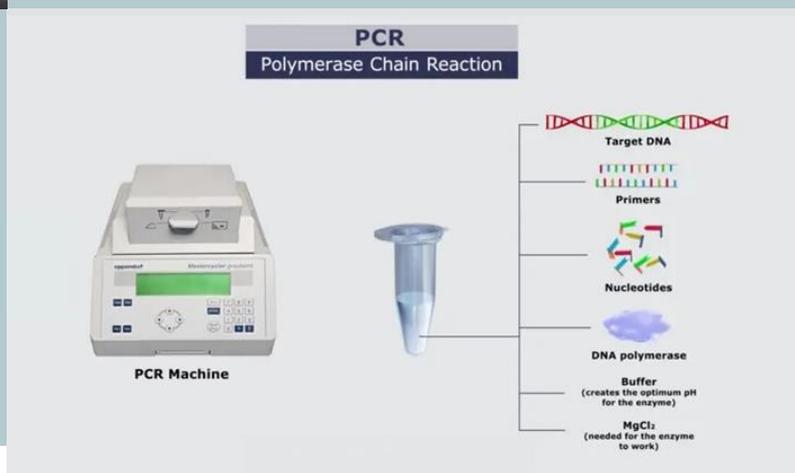
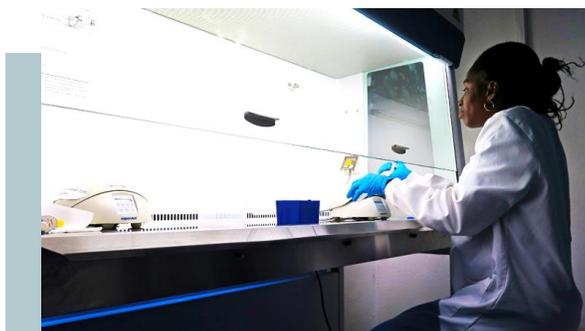
本文內容翻譯自 IAEA News，原文出處如下：

Hunting for Viruses in Sierra Leone with the Help of Nuclear Technology, DEC/24/2018,

<https://www.iaea.org/newscenter/news/hunting-for-viruses-in-sierra-leone-with-the-help-of-nuclear-technology>

參考資料

1. <https://www.iaea.org/newscenter/multimedia/photoessays/the-ebola-hunters-of-sierra-leone-the-nuclear-angle>
2. <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%85%B6%E8%81%94%E5%85%8D%E7%96%AB%E5%90%B8%E9%99%84%E8%AF%95%E9%AA%8C>
3. <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%81%9A%E5%90%88%E9%85%B6%E9%93%BE%E5%BC%8F%E5%8F%8D%E5%BA%94>



科學家在研究室裡利用原子科技尋找蝙蝠身上可能傳染給動物或人類的病毒，聚合酶連鎖反應正是其中一種應用科技。

(圖片來源：[IAEA Imagebank "The virus-hunters of Sierra Leone"](#))



北投溫泉博物館陳列的北投石

我國天然放射性物質管制淺介

作者 王祥恩

中華民國輻射防護協會 技術組組長

天然放射性物質來源

自從地球被創造出來後，地球的萬物眾生便生長在充滿輻射的環境之中，相較於人類用技術製造出來的輻射源，這類的輻射稱之為天然輻射。天然輻射的來源可分為來自外太空及來自地球本身，來自外太空的輻射稱為宇宙射線，來源可追溯自宇宙生成時的大爆炸以及一些星系或星球毀滅時產生的高能輻射。另外一種宇宙射線的來源離我們地球近多了，就是白天時我們抬頭看到的太陽。太陽是由一群高溫的電漿組成，當表面產生風暴，就會向外噴發出俗稱的太陽風，太陽風即是由一群高能量的帶電粒子組成，當它吹向地球方向時，便會對地球產生影響。

另外一種天然輻射來源是地球本身的放射性物質，例如地表的礦石、土壤、空氣、水，甚至是動植物等等，都充滿著天然放射性物質。這類放射性物質在地球誕生時便跟著被製造出來，早期的地球環境充滿著極強的輻射線，但地球隨著時間的流逝，一些短半化期核種衰變殆盡，其豐度變得稀少，剩下較多的都是那些半化期長達數億年以上的放射性物質。這類的放射性物質主要為鈾-

232 系列、鈾-238 系列及鉀-40。當然其他的元素均伴隨著極少量的同位素家族，例如氧的家族裡面，也可以發現氧-18 這種天然放射性物質，只是因為數量實在是太少了，造成的輻射劑量可以忽略不計。

長久以來，各國對輻射源的管制都是著眼於人造輻射，對於天然放射性物質並未干涉，畢竟這些自然界裡的天然輻射跟人類共存幾十萬年了，人類已經能夠適應它們的影響，除了人為製造的核子原料及核子燃料，或是用來作為工業用射源的天然放射性物質，如 Ra-226。然而隨著科技不斷進步，那些因人類作業而改變其天然狀態的天然輻射，已經廣泛出現在我們生活之中，各國遂開始重視這個現象並著手進行規範及管制。

國內常見天然放射性物質製品介紹及其管制

國內涉及天然放射性物質的常見製品有磁磚、石材建材及負離子產品等，前二項製品因取材自天然礦石，製品中無可避免會含天然放射性物質。負離子產品是利用天然放射性物質游離空氣達到製造負離子的效果。這類產品常見有電氣石磁球、電氣石原料、負離子粉、人工

溫泉石、能量礦石粉、遠紅外線粉等，雖然是使用富含鈾及鈾的礦石作為原料，但行政院原子能委員會已經公告這類製品並不適用「放射性物料管理法」中的原料及製品項目。不過消費者不用擔心，因為「天然放射性物質管理辦法」及「消費者保護法」均針對這類商品進行規範，一旦商品有危害消費者安全與健康之虞時，商品之製造者、經銷者、販賣者應回收、改善、廢棄或為其他處理。這裡的安全與健康之虞是指製品的年劑量超過游離輻射防護安全標準對一般人員之年劑量限度 1mSv 者。近來市面上的某些使用負離子的寢具、面膜等發現輻射超標的情形，主管機關已經下令廠商限期回收處理，將含有輻射成分的原料取出運送至核能研究所處置。

至於磁磚及石材建材之規範則依照「天然放射性物質管理辦法」辦理，當建材表面 10cm 處之輻射劑量率如低於 0.2 $\mu\text{Sv/h}$ 時，其使用的地點不受任何限制，亦即建材可以使用在室內及室外。若超過 0.2 $\mu\text{Sv/h}$ 時，須分析其放射性物質的活度濃度，如超過規定者，則採個案審查方式報經主管機關核准後使用。根據輻協多年檢測經驗，國內製造的磁

磚並未發現過有超標案件，消費者可安心使用。

國內常見天然放射性物質及其衍生廢棄物介紹及其管制

前面討論的產品均是本身含有天然放射性物質，但是有時物品本身沒有問題，而是在作業過程中遭受天然放射性物質附着而帶有放射性，這類被輻射污染的物品被歸類為天然放射性物質衍生廢棄物，一般而言，輻射劑量並不會太強。

台灣曾發生過比較重大的相關事件是中金公司的廠房輻射污染事件。位於新北市金山區的工廠將進口鈦鐵礦，以硫酸法製造二氧化鈦，產品廣泛應用於油漆、塗料、造紙、油墨、塑膠、橡膠及陶瓷等工業。中金公司金山廠使用的鈦礦因為含有天然放射性物質，在經過技術加工後，放射性濃度增強，這些天然放射性物質附着在沉降槽、溶解槽及管件

，造成輻射污染，表面最高輻射劑量率接近 $4\mu\text{Sv/h}$ ，屬輕微輻射異常。中金公司金山廠已於民國 88 年停工，廠房呈現閒置狀態。目前這些受污染的金屬物件均封存在現場，不得移出廠區，主管機關定期前往查核。

另外一種衍生廢棄物則是鋼鐵廠買進的廢五金中經常出現的輻射異常物，這類異常物主要是油管/水管及其組件。由於管路內部長年沉積雜質而形成管垢，管垢中含有高濃縮的鈾、鈾系列天然放射性物質，造成管路有輻射劑量。現今主管機關針對這類異常物的處理原則是，如果是國內製造，則送往核能研究所(以下簡稱核研所)處置；進口的廢五金則優先退回國外原廠，要是原廠拒絕接收的話，再運至核能研究所處置。

由於核研所存放放射性物質的空間其實非常有限，僅有數棟庫房而已，這些庫房

最主要是用來放置國內業者永久停用的廢射源，因此這些天然輻射異常物對核研所造成很大的困擾。目前國內尚未找到合適的永久處置場址，因而核研所庫存的廢射源數量不斷增加。將這些有限的寶貴空間用來存放這類低強度的天然放射性物質衍生廢棄物，確實是不智之舉。其實這些廢棄物僅是附著在物件外部的沉積物，多數屬於表面非固著性污染，其性質與射源並不一樣，只需經過適當處理便可去除這些污染，而經過除污的管子及組件甚至可以再回收利用。有鑑於此，主管機關行政院原子能委員會已經著手研擬相關的除污作業程序，將這類屬於低污染的廢棄物做最大限度的減量，只需將除污產生的輻射管垢當作廢棄物送至核研所處置。如此一來，不但核研所需處置的數量可大幅度減少，而且也符合放射性廢棄物的處理精神。



負離子手環



主管機關盤點回收的
負離子床墊



中金公司金山廠
廢棄設備



含天然放射性物質的
輸油管路及其組件

發行人
張似璵

執行編輯
陳 璋

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