

- 出版單位：財團法人中華民國輻射防護協會
- 地 址：新竹市光復路二段295號15樓之1 ■ 電話：(03)5722224 電傳：(03)5722521
- 編輯委員：王昭平、尹學禮、何 偉、李四海、施建樑、
張寶樹、董傳中、趙君行、鄧希平、蘇獻章 (依筆劃順序)
- 發行人：鄧希平 ■ 主 編：劉代欽 ■ 編 輯：李孝華
- 印 刷 所：大洋實業社 地址：新竹市建功一路95號
行政院新聞局出版事業登記證局版北市誌字第柒伍零號

□輻防消息報導

▲使用碘片——你必須知道的事

輻射防護協會訓練組長 劉代欽

放射性碘從哪裡來

此次日本福島核電廠事故，大家關注的放射性碘(碘-131)是鈾燃料與中子進行核分裂反應後的產物之一。因其半衰期僅 8 天，所以放射性碘只會出現於運轉中或剛停機不久的核反應器中，對於用過後移出反應爐外的核燃料棒中，幾乎沒有放射性碘。當然放射性碘也可以從加速器裝置中產生，例如許多醫療檢查所用的碘-125。

放射性碘對人體的危害

人體受放射性碘過量曝露肯定有害！碘 131，它是 β 衰變核種，伴隨釋出 γ 射線，所以不管是接近放射性碘或是放射性碘侵入人體，人體都會受到 β 射線與 γ 射線的照射。所以，如果侵入人體的放射性碘被甲狀腺所吸收而集中存留於甲狀腺中，此人所受到輻射劑量將遠高於僅吸收放射性碘藉由身體代謝作用(如尿液)自然排出的方式。對兒童與青少年而言，這會提高受曝露者甲狀腺癌的機會，也會讓成年人甲狀腺功能受損。

所以碘片的正確使用時間與方式，在對於避免放射性碘被甲狀腺所吸收與移除，非常重要。

碘片

碘片的主要成分是碘化鉀(KI)，化學組成類似我們日常所用食鹽氯化鈉(NaCl)。以對成年人一天(24 小時)所需要的碘來說，碘片 130 毫克(一錠)即已足夠，請大家注意的是嬰幼兒、兒童與青少年的所需的劑量比成年人少，約為一天 16~65 毫克的碘化鉀($\frac{1}{8} \sim \frac{1}{2}$ 錠)即可。

碘片使用時機

甲狀腺運作需要的碘，可以從血液中得到，而平常我們可從食物中補充。甲狀腺無法分辨所吸收的是有放射性的碘-131，或是沒有放射性的碘-127。依據最近幾十年的研究，成年人甲狀腺一天所需要的碘，可由服用 130 毫克碘化鉀就足夠。所以若能在放射性碘(如碘-131)，進入人體藉由血液被甲狀腺吸收前，先提供足夠劑量的碘化鉀(成分為沒放射性的碘-127)，那就可以先讓甲狀腺吸收足夠的碘，產生最好的效果，以”阻斷”放射性碘被甲狀腺所吸收。而進入人體的放射性碘就容易隨著尿液排出體外，不會造成甲狀腺吸收放射性碘，以致殘留於甲狀腺中。

碘片是核意外的神奇藥丸嗎？

絕對不是。只對”阻斷”放射性碘被甲狀腺的吸收有效。嚴重的核意外會導致許多放射性核種被外釋到環境中，例如車諾比事件，放射性碘只是這些放射性的核種其中之一。所以在適當的時機，服用適當劑量的碘片，可以避免甲狀腺吸收放射性碘。但對其他放射性核種，或對甲狀腺外其他的身體器官，都沒有輻射防護的幫助。

碘片適合用於恐怖分子的髒彈攻擊嗎？

不適合!因為髒彈不會用放射性碘來攻擊，所以碘片沒用。

服用碘片會有副作用嗎？

過量服用會有！雖然在車諾比事件中提供服用碘片的經驗發現，僅有少數人對於碘片有輕微的副作用，但是對碘過敏者以及腎臟疾病的患者必須留意，另外也會對高血壓患者有不利的影響。因此請注意，何時要服用碘片？請民眾務必依政府所發布的訊息通知服用，而不是自行決定服用的量與時間。

面對核意外，除了服用碘片外，還有其他的選擇嗎？

最佳的輻射防護就是避免不必要的輻射曝露。所以，除了放射性碘的曝露外，其他放射性核種的曝露也應該留意。因此，在發生核意外的時候，民眾切勿慌張，應該要遵循政府發佈的指示，先選擇適當的掩蔽場所，配合管制措施，有秩序的撤離可能有輻射曝露的區域，過程中再加上碘片的服用，這樣就可以在面對核意外的時候，將輻射的傷害減至最低。所以，碘片的服用，是核意外中民眾緊急應變的一環而已，而不是服用碘片就萬事 OK，這是民眾要注意的。

關於碘片受潮是否影響藥效一事，原能會說明如下

1. 碘片本身均有防潮之外包裝，在正常的情況下並不會有受潮的情形發生。

2. 若因特殊原因，如包裝破損造成藥物有受潮的情形，請民眾仍需保留不要丟棄，因即使藥物受潮仍可保有一定的效能。
3. 也請民眾將碘片在陰涼處，妥善保存。

▲發展機動式即時監測站-提供區域性輻射污染事故即時資訊

(原能會訊)

國際間不斷傳聞恐怖組織可能發展散布放射性物質的爆裂裝置(Radiological Dispersal Device)，這類裝置雖不至於造成大規模的房舍建築或人員損傷，但是輻射污染的議題便足以影響都市的社會經濟次序，達成恐怖威脅的心理作用。因此，各國國土安全相關機構均投入相當的資源研擬應對策略，我國亦不例外。

原子能委員會每年進行一次輻射彈緊急應變演練，讓應變相關工作人員能夠熟悉作業流程與正確運作方式，並且於每次演練過後加以檢討改進，以確保民眾安全。

即時透明的公開資訊是面對恐怖攻擊與輻射污染事故時，安定民眾心理、穩定社會秩序重要的一環。為了能夠達到此目的，原子能委員會輻射偵測中心應用現有無線網路與小型電腦模組之技術發展，將原有設立於核電廠周圍與人口密集都會地區的固定型即時監測站，配合衛星定位系統(GPS)建構成「機動式環境輻射自動監測器」。發生緊急應變時，可機動快速地於現場設置，包含簡易型氣象裝置、輻射劑量率偵測系統與小型攝影機等所測得數據資訊，網路傳輸至輻射偵測中心伺服器，利用如 Google earth 視覺化的地理資訊工具，可線上隨時掌握各輻射監測儀監測資訊及地理資訊，提高緊急應變能力。

所得結果資訊也可開放於網路上供民眾瀏覽，以了解實地的汙染狀況，讓民眾不會因此造成心理恐慌。如真的發生事故原子能委員會也將本專業立場盡速進行後續處理與清除作業，讓民眾能安心恢復正常生活。

【新聞小提示】

當你突然聽到在附近有巨大爆裂聲響時，如果有一段距離建議盡速離開，如果很近且是輻射彈時那可能造成你的傷亡，建議你：

- 一、壓低身體，確認是否受傷。並找附近強固建築物(非鐵皮屋)進入屋內，避免吸入灰塵，如果有地下室應進入地下室，如果是高樓建議在 3~8 樓不宜至頂樓。設法使用隨身可得的工具如口紅或簽字筆在門口留下屋內有人的指示，以方便人員搜救。
- 二、如果在車內，數分鐘後應離開並進入附近強固建築物，車體無法完全阻擋輻射。
- 三、在屋內設法找到飲水及糧食，並設法增厚牆壁或盡量位於中間位置，遠離外牆窗戶。由於輻射彈的輻射強度在數小時到 3 天內就會因擴散而大幅降低，在這段時間先不要出來，但保持電視或收音機等接收資訊，聽候指示行動。

如果發現你已沾到輻射塵也不需恐慌，輻射不會瞬間造成死亡，但仍有些注意事項建議：

1. 進屋內後先不要進入中央，脫下沾塵外衣，小心用塑膠袋裝包起來避免汙染擴散，將其放置離人遠的地方。通常這樣做就可移除多達 90%的汙染。
2. 如果可以則進行淋浴，使用肥皂及洗髮精清洗頭髮身體。不要用力刮皮膚，造成傷口可能引起感染與汙染滲入等問題。也不要用潤濕精以避免其他化學反應刺激。
3. 使用濕布置於鼻孔呼氣、擦拭眼睛周圍、睫毛與擦拭耳朵。
4. 如果無法淋浴，用紙巾或乾淨濕布擦拭未被外衣遮蓋的部份。
5. 換上乾淨衣物等待救援。

【新聞小辭典】

1. 放射性物質散佈裝置(Radiological Dispersal Device):也常稱為輻射彈或髒彈(Dirty bomb)，設計理念是利用傳統爆裂裝置混合輻射物質，於爆炸後造成大範圍輻射汙染，由於其並非核彈所以爆炸威力與傳統炸藥相同，但卻足以造成社會心理恐慌。
2. 輻射劑量預警系統:對於輻射汙染的環境監測主要是進行環境樣品採樣分析作業。然而對於可能在短時間增高劑量的緊急汙染事故，為了增取應變之时效，通常會架設即時監測系統，以在汙染發生初期提出預警。

▲ 為質子治療輻射安全把關，提供民眾癌症治療新選擇——長庚質子治療中心輻射安全審查說明 (原能會訊)

歷經 18 個月專業嚴謹輻射安全審查，原能會已完成長庚質子治療中心輻射安全評估報告審查，該中心在輻射安全、屏蔽設計及相關安全設備設置規劃，均符合國內及國際輻射防護法規要求，將可確實保障工作人員、就醫民眾及環境輻射安全，為未來設施運轉提供最佳安全保障。長庚質子治療中心，為國內首度引進之最先進放射治療設備，已於民國 100 年 1 月 11 日正式動土興建，預計 3 年後服務病患，屆時民眾在癌症治療方式上，將享有與國際同步最先進醫療服務水準。

質子治療是一種先進放射治療技術，有別於傳統光子治療，可將質子能量集中於腫瘤部位殺死癌細胞，且對腫瘤周遭的正常組織損傷較小，讓醫師在治療上可施予腫瘤較高的劑量而不傷害正常組織，對癌症醫療品質提昇有莫大助益。目前國際間已有 14 個國家(美、日、韓、大陸等)設有約 30 座質子治療設施，且有多座質子治療設施正興建規劃中，顯示醫界對於質子治療技術的重視。在長庚質子治療中心輻射安全審查過程中，原能會亦邀集國內學者、專家組成審查小組，完成輻射安全評估審查，同意其設施安裝許可，未來該設施興

建完成後，原能會仍將針對其試運轉計畫、輻射防護計畫及相關輻射防護安全設備進行審查與輻射偵測後，發給其使用許可證。

【新聞小辭典】

• 質子治療(Proton Therapy)

質子治療是相當先進的放射治療技術，係運用質子的物理特性，在穿透正常組織時，只會釋放少許能量，直到要治療的腫瘤組織時，可將質子能量完全釋放於腫瘤部位殺死癌細胞，因其對腫瘤周遭的正常組織損傷小，故醫師在治療上可施予腫瘤較高的劑量而不傷害正常組織，提高癌病治療效果，降低副作用。國外研究資料顯示對於無法進行開刀、栓塞、化療等傳統治療的末期肝癌或攝護腺癌、兒癌與早期肺癌的治療效果良好。

▲低放射性廢棄物最終處置設施場址設置條例修正草案，徵詢各界意見中

(原能會訊)

選址條例自 95 年 5 月公布施行後，基於地方制度法修正與直轄市改制、行政院組織改造及選址主辦機關於選址作業過程中遭遇諸多困難等因素，原能會乃進行選址條例之修訂工作，期使低放處置選址作業得以順利推展。

原能會為求修法工作之周延，並基於資訊公開原則，將研擬完成之選址條例修正草案，於今(100)年 1 月 31 日起於原能會網站進行公告，預定公告至 2 月 18 日止，歡迎各界提供意見。選址條例修正草案除上網公告外，亦函請經濟部、內政部、法務部、行政院原住民委員會、中央選舉委員會等 7 個相關部會，就該部會權責部份提供意見。

本次選址條例修訂之重點，在於強化選址程序及實務之推動，包括地方公民投票由現行強制諮詢性公民投票規定，修正為反對式公民投票，並回歸公民投票法之規定；增加地方政府得將部分回饋金發放給地方民眾之規定，提升地方民眾對於處置設施之接受度；增加由核能發電後端營運基金提撥經費作為地方政府自願場址申請獎勵金與場址調查評估獎勵金之規定，作為各級地方政府協助推動選址作業之配套獎勵措施。此外，取消複數建議候選場址數目之規定，增加選址計畫因故中斷之回頭機制，亦為本次修法之重點。

原子能委員會將參酌相關機關及各界意見後，做妥適的研議處理，使修法內容更為合理可行，並使選址作業得以順利推展。在選址條例修正草案未獲立法院審查通過之前，經濟部及台電公司仍應依照現行的選址條例，積極推動選址作業。

▲原能會自 78 年起迄今已舉辦過 16 次核安演習

(原能會訊)

自 1989 年開始每兩年輪流於南、北核能電廠擇一舉行 1 次，動員中央、地方政府及核子反應器經營者進行聯合演習，演習項目包括輻射偵測、劑量評

估、民眾掩蔽與疏散及收容、碘片模擬發放、除污及醫療救護等，以測試核能電廠及各項應變措施之應變能力，2001 年起核安演習改為每年一次。經過多年的摸索及經驗累積於 2003 年 12 月 24 日完成『核子事故緊急應變法』之立法，並於 2005 年 7 月 1 日開始實施，自此完成核災應變的組織體系與架構。往後之核安演習規劃將參考日本福島電廠核災應變經驗，持續驗證精進現有災害防救應變機制，並加強緊急應變計畫區內及鄰近學校參與核安演習，以確保人民生命、身體及財產之安全。

▲有關「台灣 4 座核電廠坐地震帶」之澄清說明

(原能會訊)

一、地震帶與我國核電廠之耐震設計

台灣位處環太平洋地震帶上，地震發生頻繁，這是台灣地體構造上無可改變的天性，是以我國核能電廠建廠之初均依照核能法規慎選廠址，並經由嚴謹的地質調查與研究，分析廠址附近的地震歷史紀錄，推估出核電廠址上可能發生之最大地震，作為設計核電廠安全停機地震之依據。而廠房結構體均往下挖 10 餘公尺至堅實岩盤，一旦有強震發生，根據地震反應分析的理論與實證經驗，座落於堅實岩盤的廠房結構物地震加速度反應值將可低於一般座落於土壤地層上的建築物，如此可進一步降低核能機組受地震危害之風險，這是核能電廠耐震設計理念上的保守考量，與現行台灣一般建築物耐震設計規範的設計地震基準有很大的不同。

另外，為確保核能電廠安全，行政院原子能委員會(以下簡稱原能會)在 921 集集大地震(芮氏規模 7.3)後要求台電公司於核一、二、三廠裝設強震自動急停裝置，此設備已於 96 年底完成後上線使用，未來一旦地震超過設定警戒值(約為耐震設計值的二分之一)，反應器即會自動緊急停機，降低核能電廠遭強震破壞的可能災情，確保核電廠安全。

二、活動斷層與原能會管制措施

近年來政府對於活動斷層之調查已投注相當心力，目前根據新公布的活動斷層資料，山腳斷層與恆春斷層均列為第二類活動斷層(過去 100,000 年內曾經活動過的斷層)，其中，山腳斷層北段通過核一核二廠之間，恆春斷層距離核三廠最短距離不及 1.5 公里，對於核能電廠鄰近地區有活動斷層通過，引發社會大眾對核能電廠耐震安全之疑慮，原能會為核能電廠安全管制最高主管機關，近年來已進行一系列的管制措施，澄清說明如下：

1. 96 年起，基於新公布的活動斷層新事證與 2007 年 7 月日本新潟大地震造成東京電力公司柏崎刈羽核電廠停機調查經驗回饋，本會為進一步確保核能電廠之運轉安全，要求台電公司應針對核一、二、三廠周圍區域(陸域及海域)進行地質及地震活動再確認，以了解其對核能電廠之潛在影響。
2. 前項要求原能會已於管制會議中請台電公司儘速擬訂計畫並據以執行，經多次召集會議討論後，98 年台電公司承諾將參照日本做法，對核一、核二、核

三廠鄰近海域及陸域進行地質與地震活動詳細調查。本會並新增核能電廠管制追蹤案(GA-0-9802)及(MS-0-9804)兩件，分別對核一核二廠及核三廠之地質調查與耐震安全設計列管追蹤。

3. 98 年 9 月台電公司函報「核能電廠耐震安全評估精進作業」規劃案，經原能會專業審查後要求將精進作業分成「海域、陸域地質調查」、「地震危害度分析與設計地震檢討」、「核電廠各安全相關結構、系統及組件(SSCs)耐震餘裕檢討及適當補強作為」等子項目，分階段規劃各項完成日期，且各階段作業完成後，執行結果皆須送原能會審查。
4. 99 年 2 月與 4 月原能會再分別召開「核能電廠耐震安全再評估精進作業」之海域、陸域地質調查先期規劃第一次與第二次討論會，審查台電公司所提送之營運中核能電廠附近陸域、海域地質調查工作規劃，並函發各項審查意見。台電公司修正「海域、陸域地質調查細部規劃」後，已於同年完成對外發包作業。
5. 今年起（100 年）台電公司已正式展開核能電廠鄰近海域、陸域地質調查工作，根據規劃，預計 101 年 8 月完成「營運中核能電廠補充地質調查」工作，102 年 4 月完成「營運中核能電廠地質穩定性及地震危害度再評估」並於 102 年 8 月完成安全系統組件(SSCs)耐震餘裕度檢討，本會將以最專業的態度，持續管制與追蹤整個精進作業的推動，以有效釐清地震風險，確保運轉中核能電廠的耐震安全性能。
6. 針對近期日本福島電廠核災事故，原能會除積極透過各種管道隨時掌握日本福島核災發展情勢與資訊，並進行資訊整合與研判，屆時也將經驗回饋「核能電廠耐震安全評估精進作業」，適時檢討並擬定適當對策，確實管制並督導台電公司落實各項改進措施，達成核能安全之設計目標。

▲3 月 27 日針對日本福島核能電廠事故相關因應說明

(原能會訊)

原能會設置於松山機場、桃園機場及小港機場之輻射門框偵檢器，截至 3 月 27 日早上 11:00 止累計共檢測 56879 人次，其中檢測超過儀器設定值之人數共有 40 人，最近 5 日均未測得超過儀器設定值人員。

原能會針對日本進口食品檢測部分，目前已檢測包括乳品、酒、水果、飲料、海產品、魚類、咖哩、山藥、調味粉、糖果、蠶豆、麵類等食品 506 件，均符合規定。

原能會輻射偵測中心設置全國的 30 處即時輻射偵測站，目前功能正常，每 5 分鐘更新偵測數據，且數據顯示均於正常變動範圍，請民眾安心。

▲100 年度各項訓練班開課時間

(輻協訊)

班別	組別	期別及日期	地點
----	----	-------	----

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	100年A2--7月25日~29日	(新竹)帝國經貿大樓
		100年A3--8月10日~17日	(高雄)輻射偵測中心
	(B組) 18小時 登記備 查類 設備	100年B7--4月20日~22日	(新竹)帝國經貿大樓
		100年B8--5月4日~6日	(台北)建國大樓
		100年B9--5月25日~27日	(高雄)輻射偵測中心
		100年B10--6月8日~10日	(台中)文化大學推廣部
		100年B11--6月15日~17日	(新竹)帝國經貿大樓
		100年B12--7月6日~8日	(台北)建國大樓
		100年B13--7月20日~22日	(高雄)輻射偵測中心
		100年B14--8月3日~5日	(新竹)帝國經貿大樓
100年B15--9月7日~9日	(台中)文化大學推廣部		
輻射防護繼續教育訓練班		4月08日(五)---3小時	台中
		4月21日(四)---3小時	高雄
		4月15日(五)---6小時	新竹
		4月28日(四)---6小時	高雄
射防護專業人員訓練班	輻防師(16小時) 輻防員(108小時)	員19期 第一階段—7月11日~15日 第二階段—7月18日~22日 第三階段—8月08日~12日 第四階段—8月15日~18日 進階14 8月22日~24日(進階14-1) 8月29日~31日(進階14-2)	(新竹)帝國經貿大樓
鋼鐵建材輻射偵檢人員訓練班		鋼--6月21日~22日	(新竹)帝國經貿大樓
		鋼--6月28日~29日	高雄

□ 專題報導

▲ 日本保健物理學會探討 ICRP 新的建議

(核研所保物組 葉俊賢)

日本現任保健物理學會會長金子正人博士，受邀來台參加輻防協會主辦的2010RDAS 會議演講，因故未能成行，筆者藉機收集金子會長 2009 年發表於

“保健物理”期刊的序言“放射線の安全新しいパラダイム”及 2010 年末於京都舉行的“保物セミナー”研討會演講“保健物理に必要な放射線影響研究”的二篇內容翻譯及整理敘述如下。

核能不會放出碳化物及硫酸化物等，可以取代石化燃料危險式的發電方法，亦可以說是唯一具有安全、經濟及實用性的替代石化燃料發電的方案。人類已知道微量的輻射對健康會有實際的影響；但是不需要懷著恐怖的觀念，而是更近一步的去享受輻射對醫療應用方面帶來的實惠。10 年前(1999 年)的保健物理期刊金子博士所發表的「探索新的輻射防護體系」中，曾論述假設直線性低限值(LNT)的利與弊。在 20 世紀的後半時期，國際間採用劑量限值即作業人員為 50 mSv/年及一般民眾為 5 mSv/年，這種輻射劑量經由醫學上的調查等，亦不能證明有害人體健康。但是在這個「實際的低限值」以下亦不能當作是“安全”且有益的。使用已經行之多年的科學數據及輻射安全的管理經驗，探索新的輻射防護體系的架構，追求為了保持健康 (Health) 的事物道理 (Physics) 是未來我與讀者們的共同課題。

國際輻射防護委員會 (ICRP) 於 2007 年發表新的建議 ICRP-103 號，堅持輻射防護“正當化”、“最適化(ALARA)”及“劑量限值”等三個原則。在新的建議中承認例外即為了輻射防護的目的，在未滿 100 mSv/年的低劑量範圍，假設會發生致癌及遺傳的影響，可以增加器官及組織的等價劑量的比率；而聯合國科學委員會的報告 (UNSCEAR, 2000)、美國輻射防護計測審查會的報告 (NCRP, 2001) 及美國科學協會報告 (NAS/NRC, 2006) 亦認同這個意見，法國科學醫學協會報告(2005 年)則主張對輻射的致癌風險有實際的低限值。另外，新的建議中認為低劑量對健康的影響是不正確的，在極長時間內對許多人接受極小劑量的計算結果，其假設致癌與遺傳的病患案例數並不適當。ICRP 建議的修訂，依照前委員長 R.Clark 發表“低劑量輻射曝露的管理：隨時間而改變”中的意見是以容易的單純的瞭解為目的，他提案表示「正確的輻射曝露對個人健康有害的風險」的想法，若是資料引用得不夠正確，使用這些許多人的曝露數據資料亦將不能夠代表全體的風險，堅持使用無意義的「集體劑量」會喪失假設直線性低限值(LNT)的原則。

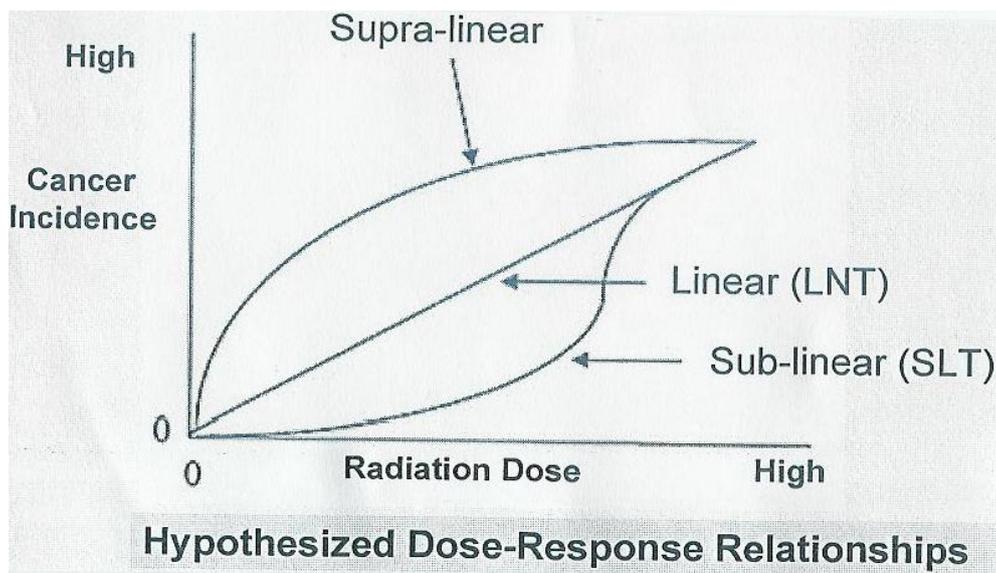
日本保健物理學會整合輻射曝露以外的各種風險管理的案例，檢討日本輻射安全相關的新的規範，因此在 2008 年中設置「輻射安全新的建議專案檢討研究會」，並在該年末發表「輻射對社會的生物影響的實況評估」的以下提示。

1. 建議的概念已改變。
2. 在 100 mSv/年以下的劑量不適用一般的 LNT 模式。
3. LNT 模式的科學不夠嚴謹，僅是當作防護工具的說辭。
4. 日本的各縣別癌症死亡率的區域變動率大於 10%，因此各國別的變動率將更大。
5. 無法採取科學方法分析的風險，社會上將如何因應風險評估。
6. 社會需要轉移接受新的建議的風險，則必需採取較大的風險。

目前的輻射防護體系是假設沒有直線低限值(LNT)為基礎，提供職業工作者及群眾將接受輻射劑量最小化。而假設 LNT 模式是表示輻射對即使很小的曝露劑量也會有害，而助長了人類的“輻射恐懼症”。目前生物的防疫系統對 DNA 修護及輻射的傷害及恢復適應，有更進一步的認識等理由，因此並不認為 LNT 模式是具有科學的。需要將實際的安全劑量的概念導入新的輻射防護體系，實際的低限值的定義為可以偵檢出實際的低限值以下的可能致癌及不會發生遺傳影響的劑量水平。除了由於醫療目的的照射外，若是作業者及民眾因為遭受曝露而沒有獲得直接的利益，這些輻射曝露應該尚未達到實際的低限值。而目前的劑量限值尚未達到實際的低限值，若是考慮輻射傷害除非超過劑量限值，不需要去討論“正當化”及“最適化”(ALARA)。因此為了社會的利益而容許個人的輻射傷害，可以解決“正當化”的倫理問題；另外使用健康與安全來交換經濟的獲益，亦可以解決“最適化”的倫理問題。

目前導入“實際的低限值”概念的方法，原則是將輻射防護以個人哲學為基礎來滿足平等主義的倫理，如果不能偵檢出輻射致癌及遺傳影響，需要提供科學的資料佐證來設定“實際的低限值”。由於輻射對人類有害處的因素，因此保健物理期望研究輻射造成作業者及民眾防護上的影響的科學與技術。近年來，歐美的科學家發表輻射致癌關係的調查結果，在 NCRP(2008)低劑量(率)輻射的影響與模式的輻防計畫審議會中討論，大多數國家相信沒有低限值的直線關係(LNT)的有 20 % 比率，而多數的科學家亦認為在低劑量範圍的致癌風險，為較直線外插至更低且有低限值。另外、在 2007 風險分析學刊(Risk Analysis)的美國聯邦核能研究所及反核團體聯盟的學者(UCS)共約 870 名發表的分析結果，認為低限模式(LNT)是正確的比率研究所為 70%，UCS 則為 48%；而認為應訂定適當安全基準的假設直線性低限值(LNT)模式的比率研究所為 43%，UCS 則為 36%，亦即認為有低限值模式的約佔半數以上，在設定基準相關的方面認為沒有低限值模式的 21%、假設直線性低限值(LNT)模式為 25%；在低劑量範圍選擇由直線外插的風險大的 Superliner 模式為 10%。這些調查結果難以依循當作促成或反對核能的立場，因此科學家普遍傾向採取預防原則。另外，金子會長在 2010RDAS 會議書面資料中，引用 2009 年美國 Oklahoma 大學科學家發表於 Health Physics 期刊的輻射劑量與致癌風險相關的三種劑量低限模式假設關係圖，即沒有低限值的直線關係(LNT)、較直線關係低且有低限值(SLT)及較直線關係高且有低限值；以及國際間各國對三種低限模式假設學說調查的認同比率，美國及歐盟各國的認同比率相似，即六成以上比率認同 SLT 模式，而認同 LNT 模式者次之；與上述 NCRP 輻防計畫審議會的調查結果亦相似。

劑量低限 假設模式	美國 %	英國 %	法國 %	德國 %	歐盟他國 %
線性延伸(LNT)	19.2	20.9	17.6	22.5	23.2
線性下方(SLT)	75.0	70.6	69.7	64.2	68.6
線性上方	5.8	8.5	12.6	13.4	8.1



▲太陽風暴降低環境宇宙輻射劑量

(原子能委員會輻射偵測中心 劉祺章，黃富祈，洪明崎，黃景鐘)

隨著 2012 末日預言的話題與電影媒體的運作，許多民眾認為這兩年將會因太陽進入活動高峰期，而使得我們環境宇宙輻射劑量增加。因此每當有太陽風暴發生時，除了新聞媒體會警告大家高緯度區域可能出現極光、衛星及無線通訊可能受影響、電力系統可能有突波等警告外，少數關心此議題之民眾也會詢問輻射劑量是否增加。實際的結果可能讓人覺得奇怪，因為由各觀測結果顯示，高空與高緯度區域[1]宇宙輻射劑量實際是下降的，低緯度的地表如台灣地區各地量測結果包括阿里山都沒有顯著的變化。

2011 年 2 月 18 日是西洋的情人節，新聞上卻出現太陽風暴的警告。所謂太陽風暴通常是指太陽表面出現耀斑(Solar flare)，釋出大量電磁的(加馬射線和 X 射線)、充能粒子(質子和電子)輻射，並觀測到日冕物質拋射(coronal mass ejections) 將大量離子體從太陽表面日冕層向星際空間的噴發[2]。由於地磁可以散射垂直射入之帶電物質，因此只有北極附近這些帶電粒子可進入大氣層，當與空氣作用後就有可能產生極光，並在空氣中游離產生二次粒子並引發電離層的突然變化，進而影響無線通訊。然而宇宙射線輻射劑量主要來源，是來自太陽系外包括銀河系與銀河系外的區域，這些來自太陽系外的宇宙輻射可能為過去大爆炸後殘留的產物，粒子通量穩定且能量範圍由 MeV 到達 10GeV。反觀太陽噴出物質的能量超過 GeV 以上的次數並不多。

太陽風暴的噴出物質在大氣的屏障下對於地表活動的人類並不會造成劑量增加的狀況，但是對於高空飛航或在太空站的太空人則有可能造成偏高的劑量。美國國家海洋與大氣管理局(NOAA, USA)評估結果顯示，過去大型太陽風暴的評估結果顯示，可能對在太空站外太空人造成劑量增加最保守估計約 0.5 毫西弗，比作一次電腦斷層的劑量還低，在太空站內因有屏蔽設計所以幾乎不

會受影響[3,4]。至於高空飛航的民眾與機組人員因高度的關係所受的劑量更低。

由於太陽風暴的帶電物質也會阻擋來自太陽系外的銀河宇宙射線，所以在太陽風暴期間宇宙射線劑量會急遽下降，稱為福布希效應(Forbush Effect)，為美國物理學家 Scott E. Forbush 於 1930~1940 年代研究宇宙線時提出的。在高緯度各地監測站都可量測到此現象[1]，以 2011 年 2 月 18 日為例，高緯度的監測站約降低 3%~5%。低緯度區域如台灣下降幅度遠比高緯度區域小，因此推估下降幅度低於 2%，以目前本中心所使用的儀器而言，這樣的差異在誤差範圍內無法測得。

當太陽活動高峰期間太陽所釋出低能量的離子體數量(又稱為太陽風)就會比平靜期間來的高。這些離子體能量不高但也能阻擋銀河系的宇宙射線，所以會有長期間的劑量減少，雖然偶而發生的日冕物質拋射事件而增加劑量，但是總體而言輻射宇宙輻射劑量還是減少的。雖然有科學家提出警告，2012 到 2013 年間可能發生超級太陽風暴對人類造成巨大影響[5]，然而就環境輻射劑量的角度來看，這段期間的宇宙輻射劑量都是較低的。至於對生活與氣候的影響則仍有待相關專家的評估方能釐清[6,7]。

參考資料

1. <http://neutronm.bartol.udel.edu/~pyle/RTPlots.html>
2. <http://www.solarstorms.org/>
3. <http://hps.org/publicinformation/ate/faqs/solarflare.html>
4. HERMANN J. SCHAEFER, Extra-Atmospheric Cosmic Ray Dosage during the Large Solar Flare of 23 February 1956, **Science** 24, 1958.
5. <http://udn.com/NEWS/WORLD/WOR4/6169757.shtml>
6. Svensmark, H., Bondo, T., & Svensmark, J., Cosmic ray decreases affect atmospheric aerosols and clouds, **Geophysical Research Letters** 36,2009.
7. Calogovic, J.; Albert, C.; Arnold, F.; Beer, J.; Desorgher, L.; Flueckiger, E. O. Sudden cosmic ray decreases: No change of global cloud cover, **Geophysical Research Letters** 37,2010

歡迎賜稿，稿件請寄新竹市光復路二段 295 號 15 樓之 1 或電傳(03)5722521 或 email 輻防協會編輯組李孝華小姐收 TEL：(03)5722224 轉 314。來稿一經刊登，略致薄酬(政令宣導文章，恕不給稿酬)。

如蒙賜稿，新聞類每則請控制在 500 字以內，專題類每篇以 2000 字內為佳。