

■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、
翁寶山、張寶樹、董傳中、趙君行、蘇獻章 (依筆劃順序)
■發行人：翁寶山 ■主 編：劉代欽 ■文 編：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

▲ 核研所輻射照射在花卉的研究

(原能會訊)

推廣原子能和平用途，是行政院原子能委員會核能研究所（以下簡稱核研所）眾多的研發項目之一。原子能和平用途項下，包含了輻射照射農業應用研發工作，核研所歷年來利用加馬照射對花卉改良進行相當多的研究工作，成果也很豐富。

花卉照射的研發，主要分為：

1. 花卉改質增艷照射

數百年來，中國人用水仙花當作春節期間的應景花卉，經常水栽該花卉來點綴室內，增添生活情趣。在台灣，春節期間放置在溫暖客廳內的水仙花，在光線經常不足的情況下，葉片及花莖肯定發生徒長，於是在開花盛期前就會倒伏，降低了觀賞價值，十分可惜。有鑒於此，桃園區農業改良場與核研所合作研究，利用加馬射線照射來矮化水仙花株高，防止倒伏以增進其觀賞價值。經過三年研究，

認為加馬射線照射矮化中國水仙花可以落實，具有商業潛力。民國 82 年元月，曾在桃園區農業改良場舉辦照射矮化水仙花觀摩會，並在台北市建國花市展示，引起參觀者及水仙花業界的興趣。翌年，就有五家業者與核研所連繫，運送鱗莖 5 萬個來所，開始了中國水仙花收費照射工作。從此以後，每年約在春節前一個月，核研所應業者的要求，照射水仙花鱗莖至今。

近年來國人對鬱金香相當喜歡，但鬱金香屬溫帶花卉，在國內開花雖然以春節前後為主，但台灣氣溫還是偏高，時常造成花卉長高變形而失去美感，核研所以對水仙花矮化之經驗，對鬱金香球莖進行照射，經栽培後亦有矮化效果，故鬱金香花卉在國內若經過照射則可以確保其不受溫度影響產生徒長的現象，而增加其觀賞價值。

2. 花卉誘變育種照射

輻射照射會引起作物遺傳上的突變，利用所誘致的有利的突變改良作物品種就叫誘變育種。

核研所在誘變育種上，歷年接受國內各學校、研究所、農改場及農民為誘變育種研發工作的委託照射，作物種類包括食用、特用、蔬菜、果樹、花卉等作物，曾經照射過各種作物的種子、幼苗、插穗、接穗及組織培養的瓶苗。台中農業改良場利用核研所加馬射線照射，對菊花進行育種工作，已有很好的成績，另外核研所和桃園農業改良場合作進行本土聖誕紅的育種工作，目前已經進行相當多年，今年將完成最後的田間測試，預計明年正式對外發表，建立第一個本土聖誕紅品種，以增進國內農民的利益。

3. 花卉的檢疫照射

花卉外銷對花農來說為一相當重要的產業，例如中南部的菊花外銷美日諸國可為農民帶來不少的收益，然而花卉外銷時常夾帶一些害蟲，造成病蟲害的傳播。各國海關對花卉、農產品之輸入皆採很嚴厲的檢疫措施，輻射照射若對花卉進行照射，可以有效的殺滅其夾帶的病蟲害，確保輸入國農業的安全，聯合國農糧組織國際植物保護公約秘書室，於 2004 年 4 月出版第 18 號出版物「國際植物檢疫措施標準，輻射用作植物，植物檢疫措施準則」統一國際在檢疫照射的標準，國內花卉外銷界若能以此標準進行輻射處理，則可以擴展國內花卉或水果的外銷，同時可以確保國外花卉、水果銷售至國內時的衛生及檢疫。

核研所最先研發的輻射照射為農業應用，花卉矮化尤其是水仙花，已

經對國內提供例行的照射服務。誘變育種，經多年來的努力推動，在各育種專家的努力下，多種作物已有眉目，數年之後應有豐碩成果。而檢疫照射，在國內推廣也很有潛能，希望將來也能服務農民，增進農民的利益。

▲臺灣地區民生消費食品及飲用水放射性含量檢測結果

(原能會訊)

行政院原子能委員會輻射偵測中心（以下簡稱偵測中心）主管全國民生消費食品之放射性含量調查與檢測，每年定期在台北、台中、高雄等都會區採取米、麵粉、蔬菜、水果、肉類、蛋、鮮奶等 10 種國人主要食品，此外，亦在新竹、彰化、嘉義、高雄等產地採取魚、貝、藻類等試樣進行放射性分析。民國 93 年各項食品的檢測結果，皆無輻射安全顧慮。

另外，偵測中心定期採取臺灣省自來水公司各管理區 23 個給水廠及台北市自來水事業處 11 個給水站之飲用水，進行放射性含量檢測，分析結果皆無輻射安全顧慮。

蘇俄車諾比爾核電廠意外事故後，為避免受污染的進口食品進入國內，由經濟部標準檢驗局加強對進口的冷凍肉類、奶粉等食品進行抽樣，送至偵測中心進行放射性檢測。在民國 93 年 1 月至 12 月共計抽樣 132 件奶粉的檢測結果均符合進口食品的管制標準，這段期間偵測中心亦派員至消費市場採購進口海產食品、新鮮蔬

果、乾果食品、乳製品、嬰兒食品、飲料類等 6 大種主要進口食品 240 件進行檢測，其結果亦無輻射安全顧慮。

今後有關國人所關切的食物及飲用水的放射性含量檢測，偵測中心將持續不斷地進行，以確保國人飲食的輻射安全。

▲恐怖份子的新武器—輻射髒彈 (核研所 楊雍穆)

輻射源廣泛的被應用在工業、科學研究與醫學的民生領域上，其非常容易取得並且有潛在可能被製作成為放射性散佈裝置 (Radiological Dispersal Device, RDD) 或是一般所謂的髒彈 (按廣義的髒彈原料則包括生物、化學毒劑等)，進而造成健康上的影響。恐怖份子可以利用髒彈來攻擊市區，並且利用爆炸將放射性物質散佈。如此的炸彈可以污染工業中心、轉運中心與住宅區，甚而影響到國家的經濟。使用髒彈是可以造成死傷與民眾的輻射曝露，但總體而言，使用髒彈的主要目的在於製造人群的恐慌和社會的混亂；然而，直接的影響如環境污染與人員傷害，反倒是次要目的。

由 911 事件得到的教訓認為，規模較小的區域性組織的行動能力能夠造成更大的破壞。因此，過去對於恐怖組織的一些老舊觀念必須全盤翻新。在此前提之下，利用放射性物質製作的髒彈，被拿來做惡意使用的潛在機會也大為提高。RDD 攻擊的目標

包括人們易聚集處、飲水、食物、農田、大廈公寓、工廠、交通設施、公共場所等。而發動方式則有傳統火藥爆炸、燃燒、液體形態擴散、水中稀釋或直接安置於公共場所，而造成人員直接曝露等。

雖然目前尚未有大範圍的輻射攻擊事件發生，但例如 1995 年車臣反抗軍即以一台廢棄的銫 (Cs-137) 治療機，在莫斯科製造一場恐慌。而 1987 年巴西 Goiânia 的 Cs-137 洩漏事件，雖然不是惡意的攻擊，但也造成 250 個人的曝露 (4 人死亡、8 人罹患輻射傷害)、85 個家庭的破碎，以及堆積如山的污染物。而且由過去除污的經驗可知，對於類似的事件，社會必須付出相當大的成本；美國曾做過統計，處理一次除污事件，包含除污過程、廢棄物處置、人員劑量監測與工廠停工等，平均要花費 1000 萬美元，有的事件甚至高達 2300 萬美元。因此，儘管髒彈的破壞性無法與核子武器相比，但仍可造成大範圍的恐慌、輻射疾病與經濟的瓦解。美國聯邦科學家曾做過研究，若在曼哈頓區，利用髒彈散佈 3,500 居里的 Cs-137，將會使 20 個街區內的居民，在 30 年內的致癌率提升 50 %。而四處散佈的輻射塵會穿過街道和建築物表面的裂縫，甚至與混凝土、玻璃等產生化學結合，使得約 100 個街區內的居民和商店必須遷居，將造成數千億的財產和商業損失。除此之外，對於社會大眾心理層面的影響更是無法估計。

可能製成髒彈的放射性物料分兩

大分類，一為絕大部分在數量有限的廠址中嚴格管制的物料（例如：核武原料，核能電廠相關原料）；另一種為存放在管制有限的多數地點的放射性物料（例如：工業、醫療或其他用途的射源）。這兩種在活度等級及造成輻射劑量傷害的潛能相差很大，而第一種物料通常有較好的保全與管制措施，不易取得。以特性來說，會用來製成髒彈的原料有三種特性的考量：偵測性、散佈性與除污性。較不易被偵測、散佈性較高及較不容易除污，就是較理想的輻射髒彈原料。

輻射髒彈所使用的放射性物質，因其化學物理性質不同所造成的民眾輻射傷害，是不一樣的。放射性物質會造成的民眾輻射傷害，因其會放射阿伐、貝他、加馬及中子輻射，並隨者放射性物質的活度較大及半衰期較長，所造成的輻射傷害也較大。

放射性物質所造成髒彈，會造成的民眾輻射傷害的模式，為體內曝露及體外曝露兩種。體內曝露為民眾直接吸入髒彈爆炸所產生的放射性物質煙塵，及由煙塵沉積地面再懸浮而上的煙塵，或因煙塵直接、間接污染的民眾手部及水和食物，直接食入而產生體內曝露；體外曝露則為，直接受放射性物質照射，沉浸於髒彈爆炸所產生的放射性物質煙塵，及煙塵沉積地面所造成的地面散射，由這三種曝露途徑所造成的。

因此，髒彈使用的放射性物質所造成的民眾輻射傷害，依以下幾點而定：

1. 放射性物質是否為粉末或氣體可造

成放射性空氣污染。

2. 粉末或氣體可造成放射性空氣污染的性質是否易由民眾身體吸入。
3. 吸入的放射性空氣污染或直接曝露的放射性物質半衰期是否夠長。
4. 髒彈使用的放射性物質是否足夠量大。
5. 髒彈所放置地點或爆炸的地點是否為民眾常聚集的地方。
6. 髒彈所使用的放射性物質可能還有部分屏蔽包封，即包封部分破損，其造成的輻射安全影響是可減低的。
7. 髒彈使用的放射性物質若為金屬等固體物質不易形成粉末，假使其被使用為合適的固態形式，則不易傷害民眾。

輻射源從以前開始便被各個領域廣泛地使用，例如放射治療機組、食品加工、農業改良、非破壞性檢測。僅美國國內而言，就有兩百萬個以上的射源。和受到嚴格管制的可分裂材料不同，輻射源在日常生活中隨處可見，幾乎每個國家都能大量的進出口。因此，如何做好射源的管制與保全，便成為一件極為困難的挑戰。

放射性物質安全在於控制和防止物質損失。損失可能是控管上的疏忽或故意而造成的。需要面對故意損失這個問題，先由假設評估那些放射性物質是恐怖攻擊者中意的目標？要如何取得？進而加以防止。第一件可做的事是防止射源材料被有惡意目的購買，防止的方法可以由延遲承購的合法程序所需的時間，再從中確認是否會有放射性物質損失的問題；假設輻

射源被取得了，可能被做為那些用途？必須設法使任何不正當的用途，減到最小的後果。

放射性物質的取得包含合法購買、黑市購買和偷竊。為防止重大放射性物質輕易由恐怖分子合法所購買，需採取的一些措施，如執照背景檢查、詢問用途、增加行政控制譬如料帳追蹤控管等。

而黑市非法買賣的射源主要也是出於原本經由管理控制的放射性物質。故應加強追蹤被使用的射源及核材料、監視射源出現地點，以及設法干擾恐怖分子的資金來源，均將可防止黑市購買。而射源偷竊最容易發生的地點，如安全性低的醫院和大學，也需加強此方面的管理。

降低輻射髒彈威脅可由放射性物料（或廢棄物）的管制來著手，目前管制上的隱憂為距離與屏蔽。目前全球將近 90% 的貨運利用貨櫃運送，且絕大多數貨櫃是堆放在大貨輪上，在貨櫃堆中藏置放射性物料可以達到屏蔽的效果，造成偵檢上困擾。而以美國為例，每年將近有一半（46%）的進口貿易是靠船運，且大多數為海運貨櫃，與陸地上偵檢器通常都保有相當的距離；因此，也會是偵檢上的一個盲點。由於每年有 20 億的貨櫃在全球各地的港口轉運，為建構全球貿易的關鍵角色；然而，貨櫃管制措施的訂定所影響範圍，將波及全球經貿體系。

目前可行的管制與應變方法為：(1)偵測，在港口或邊界設置門框式偵檢器，以偵測輻射的存在與否；(2)定

位，偵測到異常輻射讀值，可利用手持式偵檢器偵測輻射物質位置；(3)識別，利用同位素識別裝置分析射源種類。

其實對輻射不足且錯誤的觀念，才是造成輻射彈攻擊恐懼的主要原因，若要減少對攻擊的恐懼，必須要能正確看待與了解目前輻射防護標準過於保守。

讓我們回顧一下劑量限度的演變，二十世紀初由於在醫院裡一些使用射源人員發生了輻射傷害；因此，國際放射學會參考訂定每年 36 R（侖琴）的劑量限值（1920 年代）；後來由於二次大戰末期發展原子彈之故，國際放射防護委員會則修改訂定了每年 15 侖目的年劑量限值；二次大戰後又由於使用核子潛艇及核能發電之故，國際放射防護委員會又再將年劑量限值降為 5 侖目。雖然一再降低標準，但事實證明，至今沒有任何證據可以顯示每年 36 R（侖琴）造成的輻射傷害確有存在過。另兩個輻防界使用的過於保守假設是直線假設及集體劑量，這兩個理論事實上容易誤導人們；以集體劑量為例，例如一個人口 15000 人小鎮，每人每年接受 1/3 侖目，則集體劑量為 $15,000 \times 1/3 = 5,000$ 人侖目，如果我們認為 2,000 人侖目會造成一個人因得癌症而死亡，那該小鎮每年應有 2.5 人會因輻射而導致癌症死亡（ $5000/2000=2.5$ ）。這個例子讓人們誤以為無論輻射劑量有多低，都一定會造成傷害。而事實上，輻射傷害的特性應和化學傷害一樣，至少要接受一定劑量以上才會造成傷

害。要記得，任何程度的輻射都有傷害的概念來自「假設」，而且這假設至今仍維持為假設。

在自然界中有很多高自然背景的地方，經過調查研究發現這些地方的死亡率並未特別增加，事實上由於輻射攻擊所造成健康環境影響是極輕微的；而相反的，由無知恐慌進一步造成傷害則更大。因此，輻射髒彈攻擊不論事前或事後，大眾看待此事的態度，才是決定輻射髒彈攻擊對社會文化影響的程度。比方說，任何一個人如感覺輻射是絕對有害的，那輻射髒彈攻擊即成功達到傷害的目的。由於大眾已有任何輻射是有害的深刻印象，我們應該確實了解輻防觀念的由來與演變，一方面可以減少對現存周圍背景輻射的恐懼，另一方面對輻射攻擊的恐懼也能大大解除。

因此，不論平時或發生攻擊事件時，政府都應和民眾就輻射議題作溝通，溝通的目的不是在於說服接收者而是在增加接收者的理解。最佳的方法是藉對話的方式瞭解接受者的需要。如臨時遭遇恐怖份子攻擊，人們更需要即時資訊。最佳狀態是在事先就應建立一具可信度且能與公眾溝通的第一線反應機制，例如應選定少數具知名度的技術發言人，在一旦遭受恐怖攻擊後，便對公共安全、風險和適當的應變行動，向民眾提供準確和實用的資訊。且溝通機構在進行溝通時，不應提出超出他們知道範圍的訊息。風險溝通的研究表示，人們有不同的價值，必須藉由溝通來瞭解。人們不喜歡風險等級此類不明的消息，

如曝露量或每年曝露量對他們而言不意味什麼。他們想要知道如果他們(或他們的孩子)接受這樣輻射曝露，是否安全或將來會得到癌症？

溝通機構應該協調努力避免有多種不同的聲音及矛盾的消息。關於輻射作用，由於輻射不易被瞭解，它是無形的且當接受曝露時不能感覺，導致人們對輻射造成恐懼。再經由相關核子反應爐和放射性廢棄物等討論中，可看到人們對輻射產生不好或誇大的誤解。以"髒彈"情節而言，在專業的會議中能被瞭解，但公眾卻由於不能了解而造成恐懼。所以，應該保證第一線應變者有充分的瞭解，以避免造成不必要的慌亂。

民眾已被教導為考量任何程度的游離輻射均具有傷害；這種認知必須改變，來使民眾有更真實的見解。只不過得到這些觀念是由那兒來，以及它們是如何及為何發展出來的，將是驅散週遭有低放射性活度水平時不當恐懼的好開始。如此一來，恐怖份子使用 RDD 引起恐懼的能力，將大大的消失，而能使我們一起免除對輻射髒彈的威脅。

【“摘自 Sessions on Radiological Terrorism 2002, American Nuclear Society Winter Meeting : Washington DC, November 18-20, 2002 論文集”】

□ 會議訓練報導

▲九十四年度輻射防護教育訓練公告 (協會訊)

依據「游離輻射防護法」第14條規定，雇主對在職之輻射工作人員需定期教育訓練，每人每年講習時數不得少於三小時。另外，具有輻射安全證書的操作人員以及輻射防護人員，必須在證書有效期限內取得足夠點數或積分證明。因此為推廣輻射防護知識及提供輻射從業人員在職進修管道，特舉辦輻射防護教育訓練。

此次講題為：輻射安全與管理。

【內容簡介】3小時課程為：輻射應用與安全防護注意事項的介紹，包括輻防法施行二年來違反相關法令規定事件整理，以及完全落實ICRP60報告的新版游離輻射防護安全標準與現行版本的異同，另外對於在今年（94）

二月時，主管機關對部分作業管理辦法進行修訂的部分，也包括在此次課程中。

參加對象：上午時段：限曾參加本協會93年度18小時之操作人員輻射安全訓練班結訓之學員。下午時段：其他非上午時段資格者。開課日期：分別於4月22日(台北)、5月6日(新竹)、5月19日(台中)、6月3日(高雄)。歡迎報名參加。洽詢電話：(03) 5722224分機 314 李孝華小姐或上網查詢，網址為 www.rpa.org.tw。

▲九十四年度各項訓練班預定開課時間表

(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	A5--5 月 9 日~ 13 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		A6--6 月 8 日~ 15 日	(高雄) 輻射偵測中心
		A7--6 月 27 日~ 7 月 1 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		A8--8 月 8 日~ 12 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		A9--8 月 17 日~ 24 日	(高雄) 輻射偵測中心
	(B 組) 18 小時	B5--4 月 27 日~ 29 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		B6--5 月 25 日~ 27 日	(高雄) 輻射偵測中心
		B7--6 月 15 日~ 17 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		B8--7 月 20 日~ 22 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		B9--7 月 27 日~ 29 日	(高雄) 輻射偵測中心
輻射防護專業 人員訓練班	輻 防 師 (三 小 時)	員 6 期& 師 5 期 第一階段--07 月 04 日~ 08 日 第二階段--07 月 25 日~ 29 日 第三階段--08 月 15 日~ 19 日 第四階段--08 月 29 日~ 9 月 2 日	(新竹) 帝國經貿大樓
鋼鐵建材輻射		第 1 期--6 月 23 日~24 日	(新竹) 帝國經貿大樓

◎ 以上各項訓練班簡章備索詳細內容網址為 www.rpa.org.tw，電話：(03)5722224。

□ 專題報導

▲ ICRP 2005 輻射防護系統新建議發展現況簡介

(台電第二核能發電廠 魯經邦)

【接續 71 期】

註解

¹Summary excerpted from the draft ICRP Recommendations that will be subjected to public consultation from June 2004.

²IRPA 11 Daily Newsletter 25th of May 2004.

³本表第一、二欄資料來源為 Summary excerpted from the draft ICRP Recommendations that will be subjected to public consultation from June 2004 及 IRPA 11 Daily Newsletter 25th of May 2004，第三欄為筆者補充說明。

⁴劑量約束在 ICRP-60 輻射防護中的意義是：

指由針對指定射源及其相關輻射作業之特性造成個人曝露依最適化原則所定個人劑量之上限值，適用於對該射源及其相關輻射作業推動防護及安全最適化之約束。其要點為：

- (1) 劑量約束之目的在於限制選擇防護方案之範圍，及限制因經濟及社會因素考量下所引起之不公平。
- (2) 劑量約束並非限度，個人劑量超過劑量約束時，設施經營者應就指定射源及其相關輻射作業之防護最適化之程序再為評估，不視為違反法規之規定。
- (3) 劑量約束值係指定射源及其相關輻射作業處於最適化狀況下達到之個人劑量基準。

⁵目前建議之關切基準值及未來 2005 的標準之約束值，所依據的天然背景輻射年平均有效劑量標竿，係採用 UNSCEAR 2000 報告之值：2.4mSv/年。

⁶劑量限度在 ICRP-60 輻射防護中的意義是：

指由主管機關為輻射作業在正常情況下的人員所受之曝露規定一劑量基準。當劑量超過此一基準，對受曝露之個人造成之結果將為不可接受者。劑量限度之目的在防止確定效應，並將機率效應發生機率限制在可接受的程度，但並非安全與危險之界線。

⁷“stakeholder”，在字典中最常見的意義是指在賭局中的賭金保管人，顯非適用於本文。近來筆者蒐集到有關輻射防護法規及環境法規相關的文獻中，發現“stakeholder involvement”的概念被大量引用，尤其在歐洲，這個用語相當普遍。綜合這類文獻，簡而言之，對“stakeholder”一詞大致可以有以下的認知：“stakeholder”可解釋為 hold stake 的人，而 stake 可解讀為「利害關係」。因此，“stakeholder”在法律上指的是利害關係人，不論在立法上或管制上其權益會因此受到正面或負面影響的人，故在

立法與政策形成過程中有讓這些人在適當範圍內參與決策的必要。從事專門職業的人士、利益團體及公眾分別只是 stakeholder 中的一類。當然在實務上參與立法決策的“stakeholder”未必僅限於有利害關係者，通常也包括對決策有影響力的人團體與個人，“stakeholder”通常有下面幾類的個人或團體：中央政府（如有關部會）、主管機關、官方或半官方之研究機構、地方政府、科學家與科學社群、產業界、環保團體、利益團體、其他非政府組織（NGO's）及公眾等等。每一決策的領域中“stakeholder”包括那些成員則應依個別情況決定。在本文所探討的領域（ICRP 新建議的形成），“stakeholder”的組成顯然是以國際輻射防護協會及其相關之會員組織（包括這些組織的個人成員）或國際組織為主。利害關係人參與（The stakeholder involvement）的概念在 ICRP-82 就曾提出。

⁸ 這幾個重點，參閱 W. Weiss, *Optimisation: How to Develop Stakeholder Involvement, The Future Policy for the Radiological Protection Workshop Proceedings, OECD/NEA, Lanzarote, Spain, 2-4 April, 2003, p.21.*

⁹ 放射程序指的就是放射診斷或放射治療。

¹⁰ ICRP-91（A framework for assessing the impact of ionising radiation on non-human species, 2003），對於把環境保護及人類以外物種納入未來的輻射防護系統的發展過程有深入說明。

¹¹ 表列資料來源：Roger H. Clarke, *The Evolution of the System of Radiological Protection: The Justification for New ICRP Recommendations, The Future Policy for the Radiological Protection Workshop Proceedings, OECD/NEA, Lanzarote, Spain, 2-4 April, 2003, p.17.*

¹² 本表資料來源：ICRP Publication 92, *Relative biological effectiveness (RBE), quality factor (Q), and radiation weighting factor (w_R)*, *Annals of the ICRP Volume 33, Issue 4*, Pergamon Press, 2003, p1. 及 Summary excerpted from the draft ICRP Recommendations that will be subjected to public consultation from June 2004.

¹³ 本圖資料來源：Summary excerpted from the draft ICRP Recommendations that will be subjected to public consultation from June 2004，中文說明為輻射防護協會翁董事長寶山所譯。

三、2005 輻射防護系統與現行輻射防護系統的比較

Clarke 於 2003 年 4 月 OECD/NEA 在西班牙的 Lanzarote 舉辦的「輻射防護未來策略（The Future Policy for the Radiological Protection）」研討會中對現行的防護系統做了回顧與檢討，並介紹未來將推出的新系統。他利用一個表將輻射防護的議題在現行與未來系統中意義的演變做了摘要性的對照。筆者擬以這個表的內容為基礎，對現行輻射防護系統與未來系統之間的關係與異同作進一步的探討（詳如下表 8）。對未來輻射防護實務要從現行系統過渡到新系統而

言，這樣的了解是非常重要的過程。

表 8 2005 輻射防護系統與現行輻射防護系統的比較¹

議題：危險度模式

現行輻射防護系統	線性無低限理論(linear no-threshold theory, LNT)
未來輻射防護系統	澄清觀念並明定適用範圍（例如：超過一年數毫西弗）。
補充說明	<p>1.發展取代 ICRP-60 的新建議主要的關鍵就在 ICRP 建議的基本假設－線性無低限理論受到高度質疑並引起爭論。</p> <p>2.但實際上，新系統的理論基礎，仍不出LNT的範圍，所謂澄清觀念似只是換一種表達的方式而已。顯然ICRP並沒有找到一個比LNT更理想的假設作為建構新系統的基礎。</p> <p>3.筆者認為，對 LNT 質疑者，並非主要來自公眾，而是輻射防護界內在的意見分歧。故新系統對 LNT 避而不談，似不能弭平爭議，未來在深究理論基礎時，仍然要面對 LNT 的爭議。</p>

議題	現行輻射防護系統	未來輻射防護系統	補充說明
有效劑量	ICRP-60採用	繼續沿用。	詳表1「有效劑量的發展」項之相關說明。 【68期-p7】
輻射加權因數	現行者為ICRP-60建議值	修正質子與中子之值。	詳表1「輻射加權因數」項之相關說明。
組織加權因數	現行者為ICRP-60建議值	新的組織加權因數將依據修正後之危險度因數及簡化後的基礎訂定。	詳表1「組織加權因數」項之相關說明。
標稱危險度係數 (nominal risk coefficients) ²	現行者為ICRP-60建議值	總致死癌症危險度與現行者接近（較ICRP-60低，如表9），但個別器官有所改變。遺傳效應引用 UNSCEAR 2001之值。	由於ICRP-60問世迄今已十餘年，期間輻射生物效應及流行病學資料累積必然增加，危險度係數有所修正是正常的現象。
劑量限度	現行劑量限度為ICRP-60所建議值，訂有公眾及工作人員之限值	納入修正之約束值。	詳表1「劑量限度」項之相關說明。
約束值	詳表3	值降低，結構更簡	詳表1「劑量約束」及

議題	現行輻射防護系統	未來輻射防護系統	補充說明
	【71期-p8】	單。	「最大約束」項之相關說明。

議題：集體劑量

現行輻射防護系統	依 ICRP-60 定義		
未來輻射防護系統	分解並以加權矩陣的方式表示。		
補充說明	<p>集體劑量在傳統的輻射防護系統中屬於射源關聯的量，在實務上常用來作為落實最適化原則的指標。在未來的系統中，最適化原則的理論基礎與內涵都有重大的變化，對於一特定群體的曝露著重在群體成員個人劑量的分佈（包括時間與空間）而非其總和，並以適當的矩陣形式表達。矩陣中各元素的相對重要性與考慮的情境有關，故，基於落實最適化原則的實際需要，在決策評估時，將採用適當的加權因數以反映對個人受曝露的量及其對時間與空間的分佈。</p>		

議題	現行輻射防護系統	未來輻射防護系統	補充說明
正當性原則	依ICRP-60定義	維持,並擴大適用至對病人的防護。	病人防護的正當性原則詳表1「病人的防護」項之相關說明。
最適化	以成本－利益分析為基礎	強調利害關係人參與。	詳表1「防護最適化」項之相關說明。
豁免 (exemption)	依ICRP-60定義	以「排除」取代。	詳表1「輻射源的排除」項之相關說明。

議題：「個人」之定義

現行輻射防護系統	依 ICRP-29 定義		
未來輻射防護系統	重新考量。		
補充說明	<p>「個人 (individual)」概念改變的重點在於「關鍵群體 (critical group)」概念的延伸，這些重要的改變都與劑量評估有關，主要包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 年齡加權取向 (age-weighted approach)：增加了壽命分數 (fraction of life span)、加權年齡別劑量係數 (weighted age-specific dose coefficient)、年齡加權劑量係數 (age weighted dose coefficient)。 2. 特徵化個人 (characterising the individual)：關鍵群體中個人習性（如飲食、居所、當地資源利用等）的分佈。 3. 時間座標與空間分佈 (time frames and spatial distributions)。 		

	4.不確定性的考量。
--	------------

議題：輻射作業

現行輻射防護系統	依 ICRP-60 定義
未來輻射防護系統	繼續沿用。
補充說明	在新標準發展過程中，原來的規劃是同時將「輻射作業」、「干預」捨棄，當時有不同的意見，ICRP 曾有意適度保留，但擬將名稱變更為‘endeavour’。從目前情況看來，應該是維持現行的名稱。

議題	現行輻射防護系統	未來輻射防護系統	補充說明
干預	依 ICRP-60 定義	納入劑量約束。	詳表 1「劑量約束」及「最大約束」項之相關說明。
環境輻射防護 (含人類以外其他物種)	隱涵在人類輻射防護系統中 (ICRP-60 假設)	明確納入。	詳表 1「其他物種輻射防護的策略的發展」項之相關說明。

議題：天然輻射源

現行輻射防護系統	僅對氡-222 有建議
未來輻射防護系統	廣泛論述。
補充說明	傳統的輻射防護系統，對天然輻射源的立場是原則排除，例外情況（異常）時以干預方式處理，未來的輻射防護系統是以「可控制射源」作為是否納入管制的判斷的依據，任何天然輻射源只要符合可控制射源的條件，就將納入管制。

表 9 機率效應的標稱機率係數 (10^{-2}Sv^{-1})

受曝露群體	修正之致命癌症危險度 (Lethality adjusted cancer risk)	修正之致命遺傳效應危險度 (Lethality adjusted heritable effects)	危害	危害 (ICRP-60)
全人口	6.2 ¹	0.2	6.5	7.3
成年工作人員	4.8	0.1	4.9	5.6

¹ 此一值經查 2005 草案附錄 A 之原始數據，似應為 6.3，草案原文第四章 4.2.3 表 6 所列之值可能誤植。

【下期待續】

- 1.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 輻防協會編輯組收。來稿一經刊登，略致薄酬(政令宣導文章，恕不給稿酬)。
- 2.本刊因篇幅限制，新聞類每則請控制在 500 字以內，專題類每篇以 2000 字內為佳。
- 3.歡迎訂閱(每年六期 180 元)。請洽：李孝華小姐 TEL：(03)5722224 轉 314。