

輻射防護簡訊 73

中華民國94年6月1日

■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

▲鋼鐵廠門框偵檢器攔截廢輻射源 (原能會訊)

近日國內南部某鋼鐵廠自國外進口的廢鐵中檢測出輻射異常物，該公司立即依「放射性污染建築物事件防範及處理辦法」第26條規定，通報原能會處理，經原能會輻射偵測中心派員前往偵測及分析，檢測出該輻射異常物為一枚廢射源，核種為Cs-137，現該輻射異常物已由核能研究所收回貯存。

依「游離輻射防護法」第23條規定：為防止建築材料遭受放射性污染…得要求相關廠商實施原料及產品的輻射檢查、偵測；原能會積極輔導國內19家設有熔煉爐的鋼鐵廠依規定裝設門框式偵檢器，實施原料及產品的輻射檢查。經由此案件更可印證此項作業規定確實是正面、積極及有效的，再配合本會的上、中、下游的防範鋼筋污染管制體系，已有效的防止放射性污染事件發生，提供國際防

範無主輻射源具體貢獻。

▲94年5月起進行登記備查類輻射源 之輻射安全檢查 (原能會訊)

配合游離輻射防護法實施，對登記備查類輻射源的證照核發，係執行書面資料的審查，為保障輻射作業場所人員及環境的輻射安全、查驗有關機構或輻射防護偵測業者的作業品質，本會預訂自94年5月迄12月期間抽查登記備查類輻射源的輻射安全(檢查)。

本年度抽查延續往年方式係以本會列管登記備查類輻射源的證照總數抽查一定比例；抽查期間請有關機構注意下列事項，如有疑問請電：(02)2232-2183 原能會輻射防護處第五科陳志成技士洽詢：

- 一、本項抽查的檢查不收取任何費用。
- 二、本年度抽查的檢查將委請本會核能研究所執行，檢查人員應配戴核能研究所識別證。

三、確實檢查日期本會核能研究所將主動與有關機構聯繫，屆時請指派機構輻射防護管理人員配合執行。

▲ 愛達荷國家工程及環境實驗室主導毀滅性武器劇本，以訓練國家防衛隊

(核研所 施建樑)

911 事件後，美國成立國土安全部負責統籌全國資源，以打擊恐怖份子活動，並在各州成立這些事件發生後的應變專責單位。按美國的分類，核生化屬毀滅性武器攻擊事件，而輻射彈攻擊雖不致有重大傷亡，但也可能造成民眾的恐慌，故亦納入考量。二年前，愛達荷國家工程及環境實驗室開始承接放射性攻擊事件後，專責國家防衛隊成員的輻射防護及應變處理訓練；主要是利用實驗室現成的場地及環境，以學堂專業課程搭配實兵演習，達成基本應變知識與能力養成的效果。核子新聞(Nuclear News)2004年 10 月，有一篇介紹該項業務的專文，茲摘錄如下，可做為國內相關單位的參考。

當髒彈在愛達荷州某一淺藍色貨車爆炸時，困惑接踵而來；立即傳出已有人受傷，但同樣受到關切的，為由於可能的放射性散布，對一般民眾所造成的恐慌。

地方的消防及警察單位，在爆炸後的應變為，指定一位消防主管為事件指揮官，並設立一指揮所。而一愛達荷國家防衛隊的特別單位，被通知

前往評估可能的污染狀況。那個單位就是 101 毀滅性武器(Weapons of Mass Destruction, WMD)民防隊(Civil Support Team, CST)，他駐在玻伊斯(Boise)的高文(Gowen)營區，有 22 位全職人員負責提供快速的爆炸後擴散至環境的放射性污染偵測。

這裡所描述的事件，當然為演習劇本的一部分；沒有真的髒彈爆炸，沒人受傷，更沒有放射性物質擴散。整個演習由能源部的愛達荷國家工程及環境實驗室 (Idaho National Engineering and Environmental Laboratory, INEEL) 所主導，以協助訓練軍隊及民防隊的第一線應變人員，這些小組將會被通知前來評估及幫忙穩住一意外或極端危險狀況。

這種訓練演習，約二年前開始由位於愛達荷瀑布 (Idaho Fall) 的 INEEL，以名為『毀滅性武器事件應變及技術訓練計畫』來執行。在計畫主持人凱文楊(Kevin Young)的主持下，目前已完成 15 個演習；最近兩次分別於今年(2004 年)6 月、10 月舉行。

對每一次演習，Young 均編撰一完全嶄新的訓練劇本。大部分演習多在 INEEL 內舉行，而有些則在其他地點。在 INEEL 的演習，將會於 Young 所稱臨界基礎測試範圍 (Critical Infrastructure Test Range Complex) 內舉行，這大約有 890 平方哩，大致為羅德島大小。他說：“演習的地點看受訓組織的需求，我們有很多開闊的場地可供使用，我們也有棄置的反應器廠房及其他相似結構物，可供作大

型室內環境，以及完整的室外場景；這都看我們如何來描繪它。”

例如，對於涉及藍色貨車的劇本，則備有建築物的室外現場就有需要；在準備演習之前，Young 就必須先前往救難船塢採買道具，以布置演習情節。我們買舊貨車，將它運到現場；並將它側面推倒以模擬爆炸後的實景。他說：“我們在規則及範圍內儘可能做到跟真實情境相同。”那包括逛舊貨場及二手貨店，以及前往舊倉庫蒐尋傢俱及附屬品，以加強每一劇本的真實性。這些劇本也包括有扮演傷患及當作死者的模特兒假人。

所有 Young 的訓練組員，包括四位負責演習前後的協調員與管制員；他們均負有雙重職責，並且扮演使演習更真實的角色，如警官、醫生、國會議員、關心的民眾、歇斯底里的旁觀者、憂慮家庭的成員或所需的電視台記者。

另一位 Young 團隊的成員，伊特李柏特(Yvette Leppert)負責 INEEL 國家防衛訓練計畫，為毀滅性武器的專家。她說：“在 INEEL 我們集中在放射性，我們大多數處理放射性污染及射源所產生的輻射場；所以，CST 能前往偵測射源並決定射源有多強，以及確定為何種同位素。”

以 101 毀滅性武器民防隊而言，係由布萊恩雪德斯(Brian Shields)少校所指揮，來到 INEEL 接受三天的有關最新設備及技術的訓練。全國共 32 支 CST 民防隊，均由六個特別小隊所組成；每一小隊需擁有一額外的專業技能與責任，以組成個別民防隊。這

些小隊包括：

- (1) 指揮(二位成員)：CST 的指揮官與副指揮官(階級為少校或中尉)。
- (2) 運轉(四位)：運轉小隊長、運轉士官(Ops Noncommissioned Officer, NCO)、助理運轉士官及危險模擬人員(Hazard Modeler)。
- (3) 聯絡(二位)：聯絡員及資訊系統作業員。
- (4) 行政/後勤(二位)：後勤員及行政士官。
- (5) 醫療(四位)：醫官、助理醫護士、核醫科學官員及醫護士官。
- (6) 偵測(八位)：偵測小組長、偵測士官、核生化小組長及其成員。

在 INEEL 訓練的第一天，係在教室內接受有關輻射、放射性安全、生物效應、傷患照護及人員除污等基本課程。

第二天，學員開始實際操作訓練，包括有使用偵測儀器。儀器包括有阿伐、貝他、加馬及 x 射線的偵檢器，加馬能譜儀，人員劑量計，蓋革計數器，離子腔及閃爍偵檢器。

第三天則參與現場毀滅性武器劇本的演練，民防隊成員來到現場，由一位事件指揮官描述發生什麼事；Shields 少校說“我們幫助事件指揮官了解他在處理什麼事情，我們也教導他如何緩和事件；最後，我們提供他所說的『終點包裹(Termination Packet)』，裡面涵蓋所有在現場教授的資料；我們的所有目的，為支持事件指揮官面對毀滅性武器事件時，能評估他所處理的事件及給予醫療處理

準則、危險物質煙羽擴散模擬等。”

而 Young 亦稱，INEEL 亦為來自其他州的民防隊辦理訓練；現有的 32 支民防隊均以州為基準，以執行國土安全事宜。他們均應接受國防部的認證；加州為惟一擁有兩支民防隊的，其餘 30 支則以每州不超過一支分布全國；這意謂著目前仍有 19 州沒有民防隊；但據 Young 的說法，到了 2007 年，每州均將擁有自己的民防隊。在那之前，沒有民防隊的州在毀滅性武器事件真的發生時，將依靠外州協助處理。

在這全世界恐怖事件盛行的年代，Leppert 指出：“髒彈將被視為毀滅性武器；而一毀滅性武器意指：即使恐怖份子將核生化射源放在某位置，雖沒有導致人員生病，但因而引起恐慌就屬之。”她亦稱：“由於輻射仍不為大多數一般民眾所了解，故這一類毀滅性武器爆炸顯然會引起恐慌。”

在一整天長的現場演練開始之前，Young 的 INEEL 隊員在現場，藏匿一真的低水平未受管制的射源。民防隊成員不但需要指出放射性物質的地點，且需要“以輻射術語告訴我們放射性活度有多熱或多少”，Leppert 說：“他們準備取得 cpm 或 mrem/h 型式的讀數；接著準備去確定同位素。這都是在支持事件指揮官。”

事件指揮官接著將相關資訊傳給如聯邦緊急管理署(Federal Emergency Management Agency, FEMA)、聯邦調查局(FBI)、疾病管制中心(Centers for Disease Control, CDC)及其他涉及危機

處理的機關。

假如演習是在 INEEL 以外地區舉行，但使用 INEEL 的移動式訓練單元，則通常會有來自鄰近地區的實際作業人員參與，例如地方消防主管，他將扮演事件指揮官；Young 說：“讓民防隊成員與來自他們同一地區的第一線應變人員一起訓練是好的；假如演習在 INEEL 舉行，則事件指揮官通常是來自 INEEL 或愛達荷瀑布的消防部門。”

在所有的演習案例中，INEEL 的輻射專家與民防隊成員工作在一起，並提供如何將工作做得更有效率的方法。且訓練沒有所謂及格/不及格，而只強調學習；Leppert 說：“我們注意的是觀看他們如何處理輻射，他們是否進行偵測？他們是否確定同位素？他們是否有採取時間、距離及屏蔽等防護措施？假如在課程中，我們看到了任何他們所做的好或壞，例如偵測或除污的技巧，我們將會在當場給他們做立即回應。”

據 Leppert 稱：那就是為什麼民防隊被設定的目標之一，維持他們雙重(redundancy)的用具；她又說：“對於民防隊成員最重要的事為，能了解他們的設備，不只是如何去使用它，而且應了解所得資訊的意義。”

而民防隊所不做的是，解除未爆彈，因為他們沒有接受過防爆小組(bomb squad)訓練；Young 說：“假如有一裝置在象限 A 爆炸，而另一個則在象限 B 滴答計時中，則在民防隊進入之前，將有一炸彈拆除小組(Explosive Ordnance Disposal, EOD 或

bomb squad team)已在那兒。”

一整天的演習在事後檢討後結束，檢討過程參加人員聚一起討論學習得到的課程，並觀看所發生事件的錄影帶。

INEEL 的毀滅性武器訓練計畫與猶他州杜威試驗廣場 (Dougway Proving Grounds)有合作，據 Leppert 稱杜威有一『非常成熟、建立完善的生化計畫。』大多數民防隊在來到 INEEL 之前，會先在杜威接受訓練。事實上，那就是 INEEL 的計畫如何開始的；Young 與 Leppert 幾年前，於 INEEL 在杜威的技術展示會場碰上，在那兒，剛好有人提議由 INEEL 主辦輻射演習，以補足杜威的生化部分。Leppert 說：“就是因為那個主意，使我們發展這一計畫；而國家防衛隊表示需要一他們所欠缺的有價值的放射性訓練，由於我們已經具備有為符合能源部標準的輻射訓練組織，我們只要將已存在的計畫轉移到民防隊即可。”

由 Shields 少校領導的大規模毀滅性武器民防隊，每年大約參加有 15 個結合了核生化毀滅性武器劇本的演習，每一劇本則提供了不同的經驗，並給予一些新的事務可學習，少許如何處理事物的技巧，或一擲向我們以前從未遇上的曲球。

雖然大規模毀滅性武器民防隊從未被通知去執行一真正的毀滅性武器事件處理，但曾於 2002 年在猶他州鹽湖市舉行的冬季奧運會，以及兩年前在玻伊斯舉行的全國州長會議中戒備著。戒備意指讓民防隊進駐現場，

以防範萬一真的有毀滅性武器爆炸。

對於 INEEL 部分，Young 及 Leppert 均希望看到有更多的民防隊接受訓練；Leppert 說：“現階段民防隊均為國家防衛隊，屬州層級，下一步為與國家(聯邦)防衛署一起合作，以使他們採用我們的計畫並站在我們後面支持。在不足的情況下，我們的目標為每月至少一次；而我們最期待的為平均每年有 20 次演習。”

【摘自“INEEL hosts WMD scenarios to train National Guard”, Nuclear News, Oct. 2004, pp 23-27.】

▲居里夫婦與輻射防護

(輻協 翁寶山)

一、前言

1898 年 7 月 18 日居里夫婦(Pierre and Marie Curie)聯名宣布發現鈾(Po)以後，他們的收入和生活狀況略有改善。居里每天仍奔波於「實驗棚」和 PCN 課堂。所謂 PCN 是當時醫學院學生必修的物理、化學及自然科學。居里夫人回憶：繁重的教學課程使他身心俱疲，時常生病，但他仍努力支撐，結果身體越來越差。

1903 年 6 月，英國皇家研究所邀請居里夫婦前往他們的「周五夜間研討會」演講，夫婦倆一同到倫敦。這時候，居里先生的健康情形相當壞，赴會當晚無法自己穿著衣服。參加研討會的人員都注意到居里先生病情非常嚴重。

二、輻射的影響

居里夫人當時沒有想到，居里先生的病痛和放射性物質有關。居里夫

人在攻讀博士學位時所進行的實驗過程中，整整瘦了 9 公斤，夫婦兩人的手指也因為處理鐳而受到傷害。

居里曾經研究鐳的生物效應。當時已有兩位德國科學家提出放射性物質對人體有不良的影響。居里以他自己的身體做實驗，使手臂曝露於鐳數小時，然後宣稱輻射能殺死病變的細胞，並可以用鐳放出的輻射治癌和皮膚病。居里夫婦可以說是放射治療的先驅，但在毫無防護的狀況下進行實驗，身體健康都受到影響。

三、居里的警告

1903 年居里夫婦榮獲諾貝爾物理學獎。居里在受獎的演說中提出嚴重的警告：「如果放射性物質落入惡人的手中，將成為殘害世人的工具。人類獲知這項大自然的奧祕，將受惠或傷害自己，端視自己的抉擇。」在 90 多年以前，居里已料到放射性物質可用於「髒彈」而造成恐怖，威脅世人。居里最後語重心長地說：「我和瑞典的諾貝爾 (Alfred Bernhard Nobel, 1833-1896) 先生一樣地相信，新知識帶給人類的福祉，將遠超過它帶來的禍害。」

四、戰爭中的小居里

第一次世界大戰終於 1914 年 8 月 4 日爆發。居里先生已於 1906 年在巴黎因車禍身故，家中只有居里夫人和兩位女兒伊雷娜 (Irene) 和艾芙 (Eve)。

1914 年 8 月底，法國鐳研究所終於設立完成，更名為居里研究所。但就在這個月初，即 1914 年 8 月 4 日，第一次世界大戰正式爆發。

1914 年 9 月 2 日，德軍飛機飛抵巴黎上空，投下 3 枚炸彈，法國總統決定暫時將首都遷移至波爾多

(Bordeaux)。居里夫人原本不願意離開實驗室，但法國政府當局非常重視她實驗室中貯存的 1 公克鐳。於是居里夫人帶著 20 公斤重的鉛盒，盒內裝著鐳，搭上擠滿政府官員的疏散火車。將珍貴的 1 公克鐳放入波爾多的銀行保險箱以後，居里夫人立刻搭一列軍用火車返回巴黎。居里夫人說：「國家面臨如此空前的危難，每一個國民都責無旁貸... 每一個人都必須貢獻一己之力，我也積極尋找幫助國家度過危難的方法。」

時年 47 歲的居里夫人很快地發現，她可以提供 x 光技術給軍醫院運用。居里夫人雖然沒有實際操作 x 光的經驗，但她在索邦 (Sorbonne) 大學每年都用數堂課講授 x 光原理。她認為這場戰爭並非短期內可結束，將有許多士兵受傷，而 x 光可協助軍醫找出嵌進體內的子彈、砲彈碎片，並了解骨骼受傷的情形。

當時僅有少數公立醫院運用 x 光治療技術，軍醫院則完全沒有這項設施。居里夫人說服政府提供她相關設備，並爭取到紅十字會放射學服務團 (Red Cross Radiology Service) 團長的頭銜，以方便推展工作。

1914 年 8 月和 9 月，居里夫人忙著裝備需要的器材。她認為 x 光設備必須具有機動性，才能服務戰場上的官兵。於是她鼓起勇氣，向熟識的富翁募捐金錢和車輛，央請工廠將汽車改裝如救護車的箱型式樣。此外，她向實驗室募集相關器材，向工廠老闆們請求義務協助。就這樣東拼西湊，法國阿兵哥稱為「小居里」 (petites Curie) 的機動 x 光車終於成軍。

1914 年 10 月，小居里正式運

作，共有 200 個定點 x 光站，以及 20 輛機動 x 光車，箱型車兩側漆上大型紅十字會標誌。戰爭期間，數以百萬計的負傷法國官兵曾接受 x 光檢驗。

居里夫人的第一位 x 光助理就是她的女兒伊雷娜，母女倆一起在前線工作。1914 年 10 月至 11 月，母女倆和一名軍醫，開著小居里到達最前線。車上配備發電機、手提式 x 光機照相器材和電線。作業時，汽車駕駛負責操作發電機，電線將電流連通至 x 光機。x 光機放在房間中，窗戶用窗簾布遮住。母女倆幫助傷兵躺在作業位置上。

居里夫人母女倆幫傷兵躺在病床上，雖然帶著手套也配有幾片金屬板，但在實際照射過程中，兩人幾乎沒有任何防護。

五、戰後研究鐳蓬勃

隨著第一次世界大戰的結束，鐳研究所的工作便生氣勃勃地開展起來。居里夫人的身邊聚集了一大群來自世界各地的青年物理學家。他們不分國籍，不分膚色，共同攜手攀登在崎嶇的科學路上。居里夫人既是他們的導師，又是他們的朋友。她審核著每個人的研究計畫，指導他們進行各項實驗，為他們籌集研究經費。她還要親自參加研究，撰寫學術著作。

每當一個學生的論文通過了，或是得了文憑，或是被認為具有領受某種獎金的資格，居里夫人總是感到由衷的喜悅，並為這個學生舉行一次「實驗室茶會」。

對居里夫人來說，有兩次茶會具有特殊意義：一次是慶祝她的女兒伊雷娜的博士論文，一次是慶祝她的女婿約里奧-居里 (Frederic Joliot-

Curie,1900-1958)的博士論文。這對青年夫婦完全繼承了他們父母的事業，並且獲得了輝煌的成就。1934 年，他們透過對原子遷變現象的研究，發現了人工放射現象：用放射性元素自發的射線撞擊某些物質，例如鋁，能由人工製造出新的放射性元素，例如放射性磷。這一成果使他們獲得了 1935 年的諾貝爾化學獎。居里夫人雖然未能見到諾貝爾獎第三次來到居里家中，卻目睹了這對青年的迅速成長，心中感到無限快慰。

六、氡療法

氡(Rn)是鐳的子核，鐳釋出氡的量相當穩定。居里夫人使用電動泵，採用愛爾蘭都柏林地質學家裘利(John Joly,1857-1933)收集氡的方法，每 48 小時將氡收集在 1 公分長的小玻璃管中，然後送至各醫院。居里夫人描述氡療法的優點：「操作鐳是一項非常危險的工作。每次操作完畢，我都覺得很疲倦。但是使用氡時，可以使醫護人員免於受放射性污染。」居里夫人收集氡時，一向是單獨操作，自己承擔吸入氡的危險。

七、發生白內障

自 1920 年開始，居里夫人的兩眼發生白內障，可能是長期曝露於輻射所引起的。此外，她也發生耳鳴現象。先後經過 4 次的手術，視力才恢復正常。

一位曾在鐳研究所任職的研究員，於 1925 年死於貧血症，很可能受到輻射的影響。不久，一位曾擔任居里夫人的研究助理(化學)，也死於白血病。居里夫人下令調查這兩件死亡案例，是否與輻射和放射性物質有關。她親自在調查報告的結論中批

注，這兩位科學家的死因是屬於個人因素，因為他們工作過度，缺乏足夠的運動，未能呼吸新鮮的空氣。

鐳研究所對於新進人員，從未提出任何警告或工作時應注意事項。進行實驗時工作人員僅以金屬板屏蔽直接的照射。依規定研究所全體員工必須定期驗血，居里夫人自己卻經常迴避。

後來確定，居里夫人在工作中受到頗高劑量的輻射照射，甚至誤吞不少的放射性物質。她的女婿約里奧-居里(伊雷娜的夫婿)曾經檢查過她使用過的實驗記事本，發現全部受到嚴重的放射性污染。有一本居里夫人的烹飪書，50年後還殘留著放射性物質。她的長女伊雷娜(1987-1956)也因罹患惡性貧血而病逝。

八、後語

1934年7月3日居里夫人在桑塞羅謀(Sancellemoz)療養院感到神情恍惚，那枯瘦的手嘴唇啾嚙著：「那本書各章的分段，都應該是一樣的...我

一直在想這個出版物...。」第二天，一個偉大的生命終於安詳地結束了。直到她逝世之後，人們才推測鐳是居里夫人的病因。

1934年7月6日，她的親人、朋友和學生將她的遺體護送到居里先生的老家梭鎮(Sceaux)。她的棺木被放在居里先生的棺木上面，同時，灑上了一把從波蘭帶來的泥土...

原子序數 96 的元素錒(curium,Cm)係記念居里夫婦而命名。活度(activity)的舊單位居里(curie,Ci)亦然。註：居里的希臘文為 Curium。

參考文獻

1. Naomi Pasachoff(褚耐安譯)，**居里夫人**，世潮出版有限公司 臺北縣新店市(2004)
2. 翁寶山，**原子的世界**，國立清華大學出版社(已審畢將付印)，新竹市(2005)

□ 會議訓練報導

▲ 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	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	B11--6 月 22 日~ 24 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	輻射防護師(12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
鋼鐵建材輻射偵檢人員訓練班		第 1 期--6 月 23 日~24 日(延期) 第 2 期--6 月 28 日~29 日	(新竹) 帝國經貿大樓 (高雄) 輻射偵測中心
九十四年度輻射防護教育訓練		07 月 15 日(五) 08 月 02 日(二) 08 月 18 日(四) 09 月 02 日(五)	(台北)清大月涵堂 (新竹) 帝國經貿大樓 (台中)榮民總醫院 (高雄) 輻射偵測中心

◎ 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 72 期】

四、討論與結論

在前面我們已將 ICRP 2005 新建議可能的輪廓作了概述，雖然正式的建議內容尚未公開，也還在徵詢意見中，或許仍會有所修正，但因已經過了五、六年全世界輻射防護界普遍的討論，整體的架構應以大致底定。

ICRP 在初期對輻射防護新系統規劃的內容與現行輻射防護系統的差距更大，在輻射防護界引起許多正反意見的討論，目前的內容已是經過某種程度折衷的結果。值得肯定的是，早期 ICRP 文獻或建議的形成，是由 ICRP 蒐集各方研究成果後，主要在內部整合討論，到成熟的階段始公開，會外的參與雖然不是沒有，但層面並不廣泛。而本次輻射防護系統的修正，早自 1998 年 ICRP 就對外釋放訊息，並透過各種不同的管道如期刊、研討會、國際相關論壇等方式與全世界相關的組織、團體、專家及關切這個議題的人溝通、對話。所以這套即將出爐的新建議，某種程度上可謂是一種國際共識的產物。

ICRP 把這次輻射防護系統的修正定位為 ICRP-60 的自然進化及其輻射防護原則的進一步闡釋。一旦輻射源被管制機關視為是正當的，其輻射防護原則即可被表示為：

一、約束：對每一射源而言，基本的防護標準適用於受曝露程度最高者，也使社會受到保護。³

二、最適化：僅管如此，在可行及實際的前提下，吾人仍有責任進一步抑

低劑量，以達成更高的防護水準。⁴

雖然ICRP把這次輻射防護系統的修正定位為ICRP-60的自然進化及其輻射防護原則的進一步闡釋，但看來新的防護系統顯然有很大的變化，謹任意舉數例說明其對我國輻射防護法規及實務之影響（如表10所示），衝擊的範圍不只是游離輻射防護法規，也可能包括了核子反應器設施管制、放射性物料管理及核子事故緊急應變法規中與輻射防護有關的部分。不論主管機關、學術界或輻射作業的設施經營人及輻射防護從業人員，宜密切注意後續發展，以便及早因應。

表 10 2005 輻射防護系統對輻射防護法規及實務可能的影響

議題	影響探討	備註
環境保護	現行的輻射防護系統雖然也對環境輻射防護標準有所著墨，但現行環境輻射防護標準是以人的防護為本位的，也是由人的劑量限度推導而得。未來系統所謂的環境保護，不再以人的防護為本位，環境及生態本身就是防護的標的。因此現行輻射防護法規及實務與環境輻射防護有關的事務，在未來面對新的系統時恐將有重大修正。	
輻射作業與干預	現行法規明確區分輻射作業與干預概念，未來則將干預吸收在劑量約束的範疇，輻射作業與干預的相對關係模糊化，法規於實務都將大幅調整。	
天然射源	現行法規原則排除對天然射源的管制，異常時以干預方式管制。未來只要是屬於可控制射源，均須納入管制，這是與過去法規精神差異甚大之，有許多思維必須調整，困難必須克服。天然射源管制的困難在於通常難以藉法規管制的手段降低其影響，且除技術增強之天然射源（TENORM）外，難以有義務人或負責人。	
最適化原則與集體劑量	最適化原則內涵，以及集體劑量概念形式的大幅變動，未來也必須反映在法規與實務上。對採用了數十年以集體劑量作為營運績效指標的核能界，所要做的	

議題	影響探討	備註
	調適及影響是很大的。	
公眾曝露的劑量限度	在 ICRP-60 中公眾劑量限度為射源關聯之量，在新的系統變成為個人關聯之量，雖然值不變但法規的精神卻有重大修正，其影響值得觀察。	公眾曝露劑量的限度為射源關聯之量，責任很明確地歸屬於射源的經營者，但若為個人關聯之量，如何釐清責任及技術上如何管制，則將是對主管機關的一項重大考驗。
關鍵群體（個人）	關鍵群體的內涵考慮年齡加權，也影響到劑量評估的方法。	
豁免、排除與解除管制	在傳統的輻射防護系統中對於那些射源或曝露不納入法規管制的決策過程，區分為排除、豁免及解除管制（clearance）等三個範疇，未來的系統不再區分，簡化為「排除」一種概念，亦即只要不列管一律以「排除」定位。以往豁免、排除在實務推動上均無困擾；但長久以來，放射性廢棄物即使其放射性物質含量或污染遠遠低於豁免管制標準，其也符合解除管制的法定要件，仍遭遇來自社會的強大阻力。這樣的阻力，顯然與專業判斷無關，即使將解除管制併入排除的概念，這些困難並不會因此消除，會不會因而干擾原來運作順暢的「豁免」，值得注意。	解除管制（clearance level）在國內亦有譯為清潔標準者。

五、主要參考文獻

1. Summary excerpted from the draft ICRP Recommendations that will be subjected to public consultation from June 2004.
2. IRPA 11, Daily Newsletter, 25th of May 2004.
3. The Future Policy for the Radiological Protection Workshop Proceedings, OECD/NEA, Lanzarote, Spain, 2-4 April, 2003
4. ICRP Publication 91, A framework for assessing the impact of ionising

radiation on non-human species , Annals of the ICRP Volume 33, Issue 3, Pergamon Press, Oxford,UK,2003 .

5. 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, Oxford, UK, 2003
6. 2005 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. (Draft for Consultation) , 21 June 2004.
7. 魯經邦，〈國際放射防護委員會（ICRP）游離輻射防護標準建議發展的新趨勢—「可控制劑量」概念之探討〉，台電核能月刊 228 期，2001 年 12 月。

六、致謝詞

本文蒙財團法人中華民國輻射防護協會 翁董事長寶山指導始得以順利完成，並採用刊載於協會之簡訊，另蒙核能研究所 黃副組長文松不吝寄贈 陳副組長英鑒及 逢筱芳小姐兩位先進赴西班牙參加 IRPA 11 所攜回相關資料（Summary excerpted from the draft ICRP Recommendations that will be subjected to public consultation from June 2004.），俾得以在完稿前依最新資料修正原稿。另註解中有關「stakeholder」的詮釋，在 2001 年曾蒙國立台灣大學法律學系 葉教授俊榮賜教。特此向以上諸位先進致謝！

註解

¹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.20 , 前三欄為 Dr. Clarke 原文摘譯，第四欄為筆者補充說明。

²「nominal」一詞，原意為「existing, etc, in name or word only, not in fact」，即「有名無實」之謂，換言之就是因為低劑量的危害發生機率，低至觀察不到，但為輻射防護目的（如選定劑量限度）需要，因而創設了標稱危險度（機率係數），這套危險度係數不能代表實際的風險。往往有學者將其用來評估每單位劑量的致癌機率或發生率，就是一種典型的曲解或誤用。

³這個原則的意義是指，對於一射源而言，若個人受到充分的保護，則整個社會亦受到保護。

⁴‘However’是對已存在的 constraints 而言。ICRP 認為，劑量約束或基本防護標準由 ICRP 提出建議並為國際所接受，最適化的落實是國家主管機關及營運者的責任。

【全文完】

- 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。