

輻射防護簡訊 109

中華民國100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、
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

▲100 年核安第 17 號演習兵棋推演第二階段&複合式中央災害應變中心開設演練 (原能會訊)

本(100)年度核安第 17 號演習規劃主要是汲取 311 東日本大地震經驗，結合臺灣地理特性，假想北部海域發生遠距強震及海嘯，引發核子事故，造成複合式重大災難為想定基礎，設計各種狀況，演習區分「兵棋推演」與「實兵演練」兩階段實施，以整合中央、地方及民眾人物力，強化總體災害防救能力。

兵棋推演第一階重要議題探討已於 5 月 9 日(星期一)假原能會實施，由行政院副院長陳冲擔任統裁官，並由原能會主委蔡春鴻擔任主推官，召集各部會就複合式災害防救，涉及跨部會之應變指揮機制運作、有關政策及法規與民眾關切之重要議題實施研討，建立各部會共識，以奠定兵棋推演第二階段演練基礎。

實兵演練已於 5 月 17 日(星期二)假核能二廠、5 月 18 日(星期三)假新北市八里區台北港舉行，以日本福島事故之情境為藍本，實兵示範演練核能電廠事故評估與搶救、廠外環境輻射污染監控、交通管制、警報發放、大規模民眾防護行動，包含掩蔽、疏散、除污及收容安置等作業流程。

因應東日本大地震引發海嘯導致嚴重核子事故之案例，本次及未來核安演習之規劃設計必須重新出發，針對複合式巨災造成核電廠安全之重大威脅，勇於突破以往既定之核子事故緊急應變之作業範疇與方式，以符合現實需求及民眾期待。5 月 24 日核安演習首次在大坪林中央災害應變中心擴大舉辦兵棋推演，將核子事故緊急應變體系與災防及全民防衛動員準備體系以假編成方式整合，變更以往演習之時序式劇本推演方式，改採圖上訓練議題式推演(tabletop exercise)，集合中央部會、臺北市、新北市、基隆市共同深入探討在各種臨時發布之狀況下，如何整合中央及縣市指揮體系、警消軍資源，以執行核電廠事故評估、設備搶修、斷然處置程序、放射性物質外釋廠外、輻射監測以及廠外輻射

影響評估、大範圍之掩蔽、碘片服用、疏散及收容等民眾防護救災行動。實兵演練部分則跳脫既定之核子事故緊急應變計畫，以日本福島核災為想定藍本，5月17日由台電公司、新北市消防局共同演練核能二廠發生超出設計基準之嚴重核子事故時，反應爐喪失冷卻水之灌水降溫、設備與電力之搶修、事故消息傳遞與民眾資訊公開等，5月18日由新北市結合原能會輻射監測中心、軍方支援中心於台北港實兵示範演練擴大範圍(由核電廠半徑5公里擴大至10公里)之民眾集結、疏散(包括公路、鐵路及水運)、收容安置、人車輻射偵檢除污，輻傷醫療與傷患後送、道路搶修、環境輻射偵測等作業。

核安演習主要目的

1. 驗證中央災害應變中心編組與運作模式，期能熟悉應變決策流程、驗證標準作業程序、找出潛在問題。
2. 因應日本災害案例，核安演習之設計將全面加強重新出發，強調以跨機制、跨機構、跨層級之協調整合，並結合災害防救及全民防衛動員準備體系共同運作。
3. 測試如何整合中央及縣市指揮體系、警消軍資源，以維護社會秩序以及執行救災行動。
4. 以核安演習為主軸加強民眾參與及溝通，建立正確防災觀念。

本次演習規劃特色

1. 本次演習是以日本福島事故為藍本，訂出演練議題主軸，以符民眾關切與期待。
2. 以議題探討方式演練複合式災害應變指揮機制之整合及運作能力，強調跨機制、跨機構、跨層級協調整合，並結合災害防救及全民防衛動員準備體系共同演練。
3. 藉由中央及地方政府應變功能角色之扮演與複合式災害因應議題探討，擴大實兵救災操演之範圍與規模。
4. 檢討現行核災害應變機制與標準作業程序，發掘潛在問題缺失，並據以研處改善，進而達到確保民眾健康與安全之目標。

兵棋推演第二階段中央災害應變中心開設演練，已於5月24日(星期二)假新店大坪林中央災害應變中心，請行政院副院長陳冲擔任統裁官，以「複合式災害功能編組」設計地震、海嘯、核子事故等狀況實施推演，以整合中央、地方及民眾人物力，強化總體災害防救及狀況處置能力。

(24)日核安演習首次在大坪林中央災害應變中心擴大舉辦兵棋推演，將核子事故緊急應變體系與災防防救體系以假編成方式整合，變更以往演習之時序式劇本推演方式，改採圖上訓練議題式推演(tabletop exercise)，集合中央部會、臺北市、新北市、基隆市共同深入探討在各種臨時發布之狀況下，如何整合中央及縣市指揮體系、警消軍資源，以執行核電廠事故評估、設備搶修、斷然處置程序、放射性物質外釋廠外、輻射監測以及廠外輻射影響評估、大範圍之掩蔽、碘片服用、疏散及收容等民眾防護救災行動。

本次演習預期成效為實際整合核子事故緊急應變體系與災害防救體系，藉由中央及地方政府應變功能角色之扮演與複合式災害因應議題探討，檢討現行核災應變機制與標準作業程序，發掘潛在問題，並積極研處改善措施，以達確保民眾健康與安全之目標。

▲100 年第 1 次「輻射防護專業測驗」及「輻射安全證書測驗」成績統計結果
(原能會訊)

行政院原子能委員會委託元培科技大學辦理 100 年第 1 次「輻射防護專業測驗」及「輻射安全證書測驗」，業已於 100 年 5 月 7 日測驗完畢，並於 6 月 7 日於行政院原子能委員會網站（www.aec.gov.tw）公布及格人員名單及寄發成績單。

本次報考各項測驗的人數計有：輻射防護師 277 人、輻射防護員 111 人及輻射安全證書 349 人；另各項測驗的及格人數計有：輻射防護師 67 人、輻射防護員 29 人及輻射安全證書 269 人；統計本次各項測驗的及格率分別為：輻射防護師 33.8%、輻射防護員 34.5%及輻射安全證書 81%。（詳細統計資料如附表）

另預計 100 年第 2 次「輻射防護專業測驗」及「輻射安全證書測驗」，將於 100 年 10 月 8 日辦理，測驗相關最新訊息與公告，請於測驗前三個月連結行政院原子能委員會網站查詢。

100 年第 1 次「輻射防護專業測驗」及「輻射安全證書測驗」成績統計表

	報名人數	到考人數	及格人數	及格率(%) (及格人數 / 到考人數)
輻射防護師	277	198	67	33.8%
輻射防護員	111	84	29	34.5%
輻射安全證書	349	332	269	81%

▲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	36 小時許可類設備	A2-- 7 月 25 日~ 29 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		A3-- 8 月 10 日~ 17 日	(高雄) 輻射偵測中心
		A4-- 12 月 6 日~ 13 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		B10-- 6 月 8 日~ 10 日	(台中) 文化大學推廣部
		B11-- 6 月 15 日~ 17 日	(新竹) 帝國經貿大樓

18 小時 登記備 查類 設備	(B 組)	B12-- 7 月 6 日~ 8 日	(台北)建國大樓
		B13-- 7 月 20 日~ 22 日	(高雄) 輻射偵測中心
		B14-- 8 月 3 日~ 5 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		B17-- 8 月 24 日~ 26 日	(台北) 建國大樓
		B15-- 9 月 7 日~ 9 日	(台中) 文化大學推廣部
		B18-- 9 月 14 日~ 16 日	(高雄) 輻射偵測中心
		B19-- 9 月 28 日~ 30 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		B20-- 10 月 12 日~ 14 日	(台北) 建國大樓
		B21-- 11 月 9 日~ 11 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		B22-- 11 月 16 日~ 18 日	(高雄) 輻射偵測中心
		B23-- 11 月 23 日~ 25 日	(台中) 文化大學推廣部
		B24-- 12 月 14 日~ 16 日	(台北) 建國大樓
輻射防護繼續 教育訓練班		09 月 22 日(四)---3 小時	台北
		10 月 06 日(四)---3 小時	新竹
		10 月 20 日(四)---3 小時	台中
		11 月 03 日(四)---3 小時	高雄
		10 月 18 日(二)---6 小時	新竹
		11 月 30 日(三)---6 小時	高雄
射防護專業 人員訓練班	輻 防 師 (12 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) 員 20 期 第一階段— 12 月 19 日~ 23 日 第二階段— 12 月 26 日~ 30 日 第三階段— 101 年 1 月 9 日~ 13 日 第四階段— 101 年 1 月 16 日~ 19 日 進階 15 101 年 2 月 22 日~ 24 日(進階 15-1) 101 年 2 月 29 日~ 3 月 2 日(進階 15-2)	(新竹)帝國經貿大樓
		鋼鐵建材輻射 偵檢人員訓練班	鋼--12 月 15 日~ 16 日
		鋼--12 月 22 日~ 23 日	高雄

□ 專題報導

▲ 談低能與低劑量的輻射效應(三)

— 低劑量的游離輻射 —

(清大 許俊男)

【接續 107 期】

2、Brenner 與 Doll 等的主張

- 在美國科學學術紀要上所揭示之 Brenner 與 Doll 等以「低劑量輻射的致癌危險度：以現在知識與見解作評估」為題目的論文上，指出人類致癌危險度之上升有所謂良好證據之 X 射線、 γ 射線的最低劑量，在急性曝露上為 10-50 mSv，在慢性曝露上為 50-100 mSv。再者評估低劑量危險度的最適當方法為直線外插。
- 作為低劑量急性曝露的例子，試舉原子彈爆炸生還者的調查結果，在固狀癌的死亡調查上 5-125 mSv (平均 34 mSv) 有顯著的增加。又在致癌的調查上，於 5-100 mSv (平均 29 mSv) 也被認為有顯著的增加。
- 又由 X 射線診斷所造成的胎兒曝露，於 10 mSv 可得到顯著可定量的幼兒致癌危險度。對於低劑量的慢性曝露，核能工作人員的白血病、小孩頭皮照射所致的甲狀腺癌等，舉出在統計上可見到顯著危險度上升的研究結果。

3、原子彈曝露者的調查

- 廣島、長崎的數據公布之後，對於 LNT 假說在科學界仍有諸多的爭議與批判。日人水野正一博士使用這些數據，進行了以男女區分對塊狀癌超額相對危險度 (excess relative risk, ERR) 的解析。結果知男女 ERR 的差異大。圖 3.2 為以男女區分之塊狀癌的超額相對危險度。

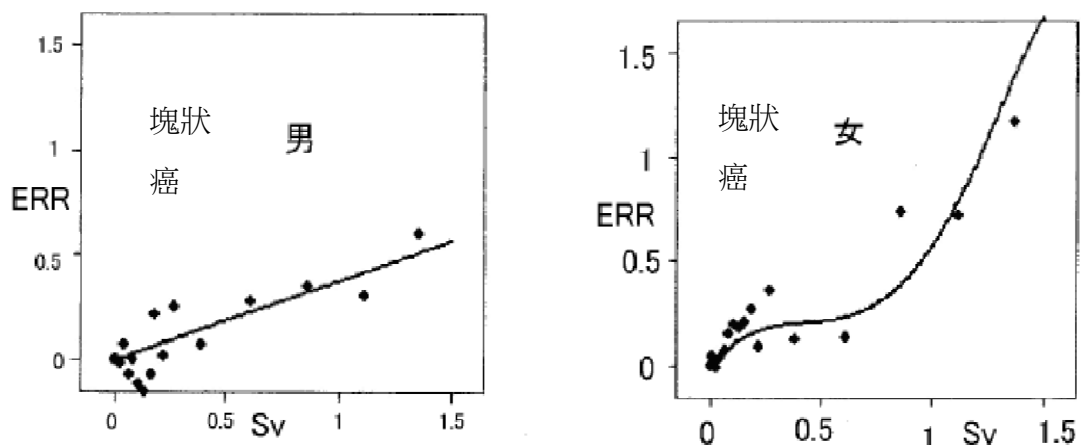


圖 3.2 塊狀癌的超額相對危險度 (以男女區分)

- 又對於劑量限定在 300 mSv 以下予以解析的結果，對於男性不認為有致癌的危險度。而對於女性，知致肺癌和乳癌的危險度大。但是關於肺癌和乳癌，因會受到吸煙或者結婚、生產等重要因子的影響，如果不考慮到這些因子曝露群的不同，是無法討論輻射的效應的。

二、可作參考的流行病學調查結果

表 3.2 為針對廣島曝露者之壽命調查 (life span study, LSS) 的研究對象群組。圖 3.3 則是流行病學方法、研究、可靠性的驗證方法。

1、OECD/NEA 專門委員會報告書

對於廣島、長崎曝露於輻射的調查，在統計上有顯著的輻射致癌危險度者，經觀察的最小劑量為 200 mSv。

2、廣島、長崎輻射曝露者的後代

在經過 40 年的調查，未見有輻射 (平均約 500 mSv) 導致「遺傳病的增加」。

3、瑞典的幼兒白血病與胎內曝露

在瑞典從 1973 年開始到 1989 年為止之間所發生被診斷為白血病之小孩 (652 例) 的病例。對照研究報告指出，在出生前由 X 射線檢查並未對白血病的危險度造成效應。(勝算比：1.11，95 % 的可信區間：0.83-1.47)

表 3.2 廣島的 LSS 研究對象群組 (1958 – 1998)

劑量 (Sv) - 距離	人數	癌病例數	超額例數
> 3000 m	23,512	3,815	0
< 3000 m 和 < 0.005 Sv	12,033	1,788	3
0.005-0.1	27,789	4,406	83
0.1-0.2	5,527	968	78
0.2-0.5	5,935	1,144	185
0.5-1	3,173	688	213
1-2	1,647	460	203
2+	564	185	116
總數	80,180	13,454	880

LSS = life span study，即壽命調查。

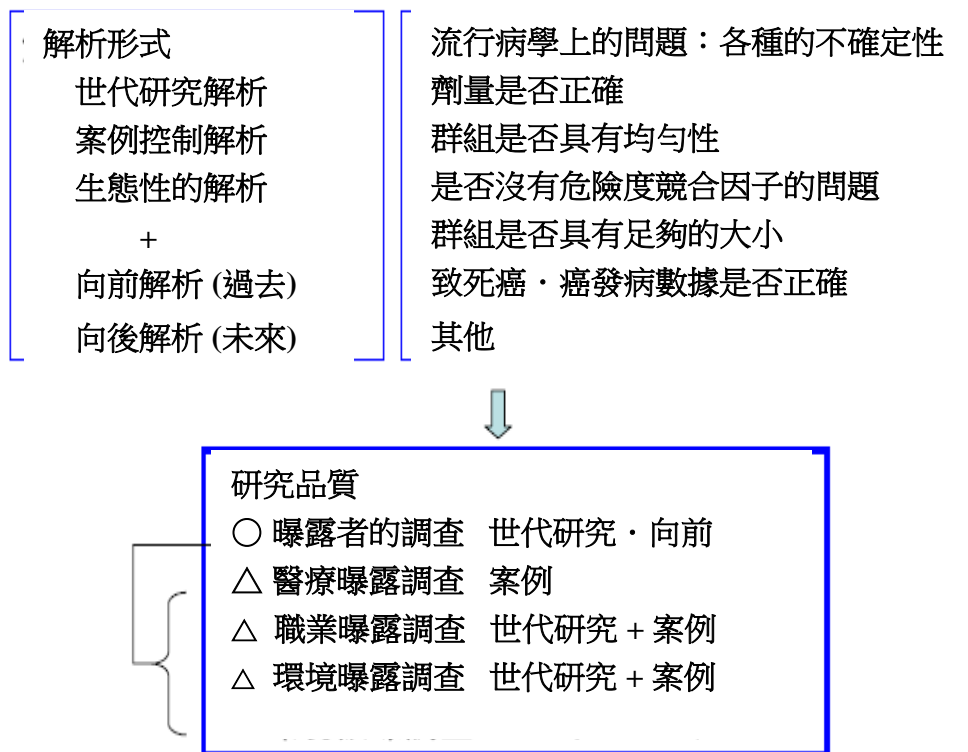


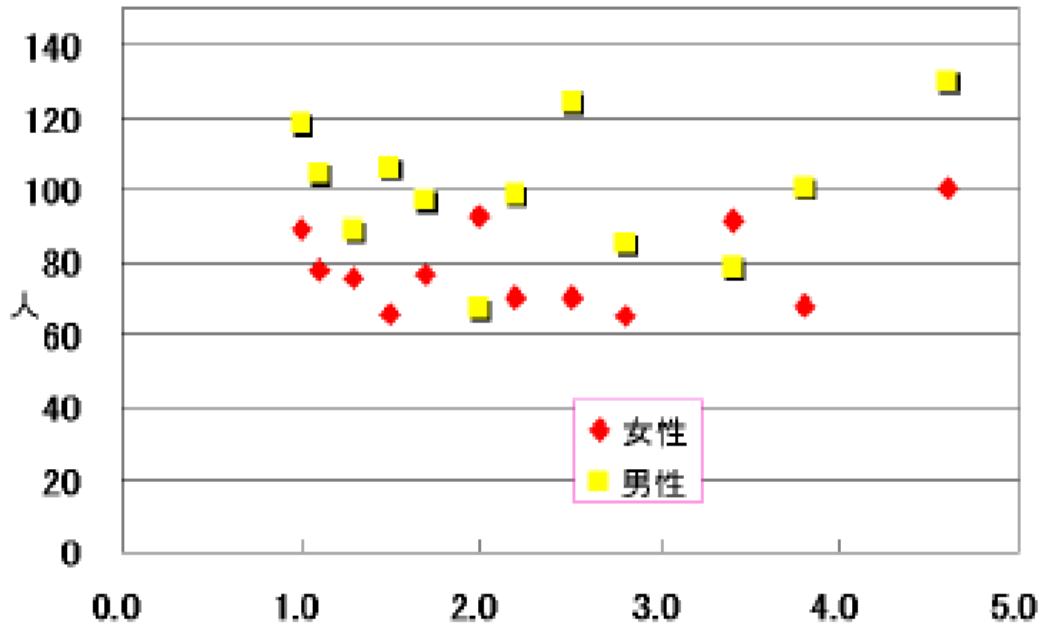
圖 3.3 流行病學方法、研究、可靠性的驗證

4、非致癌劑量

- 日本田ノ剛宏博士從其自己的動物實驗和由流行病學調查文獻求出之致癌不顯著上升的上限劑量「非致癌劑量」。在急性照射時，由低 LET 輻射照射者為 100 m Gy、由高 LET 輻射照射者為 10 mGy。而在分批照射或者部分照射時，其上限劑量遠高於這些劑量。

5、世界天然輻射源所造成的曝露

- 在印度、巴西和伊朗等年劑量也有超過 10 mSv 的地區，並沒有證據顯示這些劑量對居民的健康造成影響。圖 3.4 所示為 1990-1996 年在印度 Kerala 省 Karunagappally 地區之罹癌率 (每 10 萬人) 與室內外平均年劑量之平均值的關係。



屋內外平均年劑量的中間值 (mGy/年)

圖 3.4 印度 Kerala 州 Karunagappally 地區的罹癌率

6、在日本核能設施之輻射工作人員的調查

- 於 2006 年 2 月所公布的第 3 期 (2000-2004) 的報告，和從 1990 年開始的調查到目前為止的結果，知在低劑量範圍的輻射，並未見有對新生物之惡性死亡率有影響的明顯證據。

7、對英國放射科醫師的流行病學調查

- 在及於 100 年間的死亡調查，於 1954 年以有登錄放射科醫師的癌致死率，並沒有上升的證據，其與一般臨床醫師相比較反而變低。又對於在 20 世紀初所登錄的放射科醫師，也沒有對癌以外的其他疾病有輻射效應的證據。
- 如以推算年劑量與標準化死亡比 (SMR, standardized mortality ratios) 的關係來表示，則如果是 1 年 30 mSv 以下的話，則即使繼續 20 年的曝露，也未顯示死亡率有增加。就如圖 3.5 所顯示之英國放射科醫師與一般臨床醫師之比較所得的標準化死亡比 (SMR) 一樣。

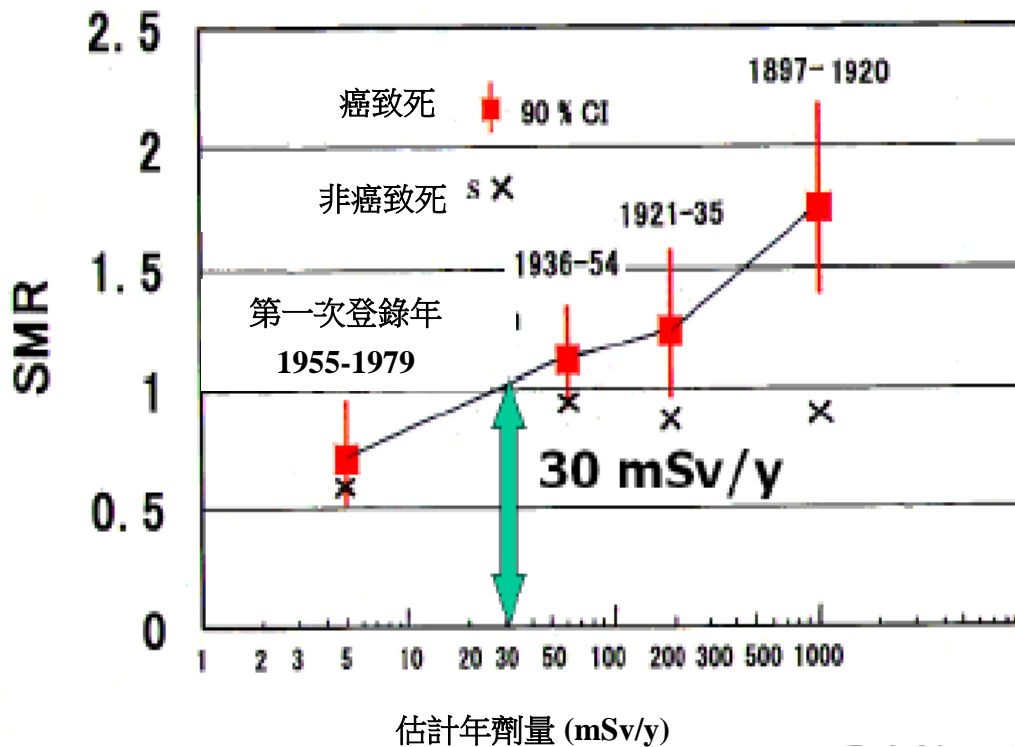


圖 3.5 英國放射科醫師與一般臨床醫師的比較所得的標準化死亡比 (SMR)

8、美國核能造船廠工作人員的流行病學調查

- 美國能源部委託 John Hopkins 大學執行，從 1957 年開始到 1981 年之間，執行在原子動力船艦大修的美國兩家民間造船廠及 6 處海軍造船廠工作的，以大約 6 萬人男性作業人員為對象的調查。其結果就如圖 3.6 美國核能造船廠維修人員對一般美國人的 SMR 所示的。
- 輻射工作人員的死亡率，在接受 5 mSv 以下的高劑量群，與未滿 5 mSv 的低劑量群，均比執行同樣作業但未受到劑量的非輻射作業人員 (死亡率與一般標準的美國白人男性並沒有改變) 顯著為低。
- 從總死因的 SMR 觀之，高劑量群比低劑量群還低，如與一般的美國人相比，低了 24 % 之多。

9、對美英加核能工作人員的共同解析

- 國際癌症研究組織 (International Agency for Research on Cancer, IARC) 就美、英、加 3 國核能設施從業人員 95,673 人的流行病學調查數據共同解析的結果，並不認為有總癌的超額死亡危險度 (危險度因數為負)。
- 對於白血病，雖在統計上顯示有劑量·效應上的顯著關係，但認為係基於曝露在化學物質的再處理設施少數工作者具有 400 mSv 以上的累積劑量所致。

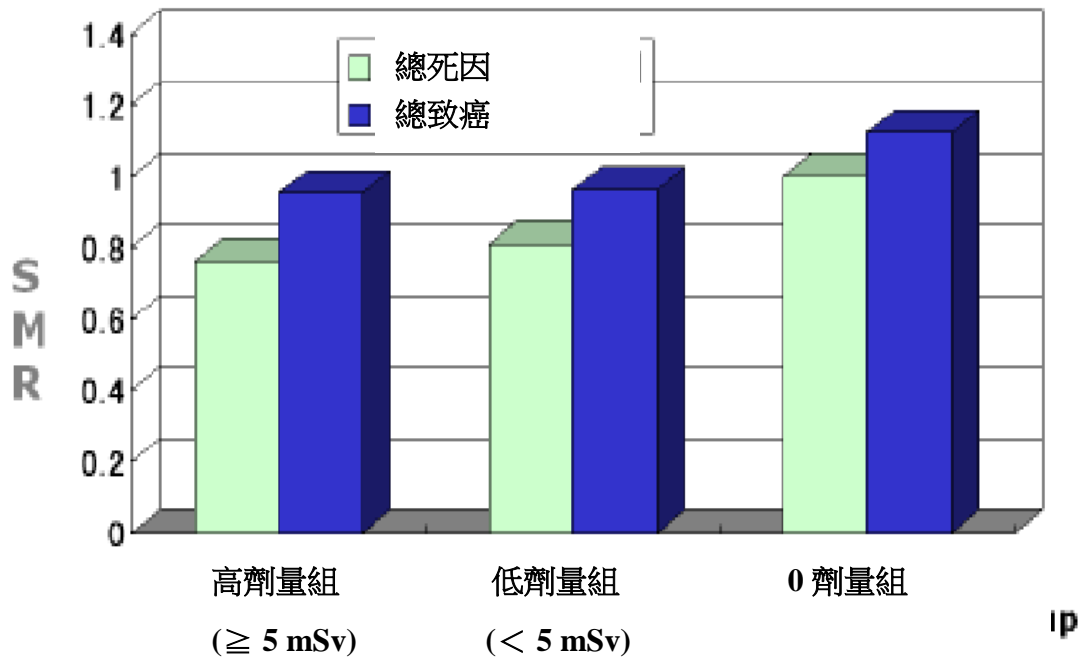


圖 3.6 美國核能造船廠維修人員對一般美國人的 SMR

10、核能工作人員的 15 國調查

- 在 2005 年 6 月 29 日發表於英國的醫學雜誌 BMJ 電子版的 15 國核能設施工作人員的流行病學調查結果 (短文)，雖偵檢出超額癌危險度。但是以這可能為中子所曝露和體內曝露等作為理由，而將 20 萬人以上接受較高劑量者刻意排除之後，作為總世代解析而造成可信度極低的結果。
- 如圖 3.7 所示的為 15 國研究與 3 國研究以及原子彈爆炸曝露生存者研究的比較。左欄雖顯示 100 人以上有致死癌的世代超額相對危險度，但如排除加拿大，則總癌的超額相對危險度在統計上的顯著性便會消失。

三、輻射的低限值問題

一聽到「輻射」，心裡就會浮現「危險」、「有害」、「不安」的字眼，就連想到所謂「癌」、「白血病」、「畸形」、「禍及子孫」等的調查結果。並有不少人將「輻射」、「放射性」當作危險、有害的代名詞。尤其近年來有「即使接受低劑量也會致癌」、「如果接受國際許可上限 (5 年 100 mSv)，則癌致死率會增加 10 %」等的報導。誠然，在高劑量時，輻射會引起各種的傷害，並升高致癌的危險度。但是在低劑量時到底如何呢？本文試就低劑量的輻射危險度作一探討。試先從高劑量的效應談起。

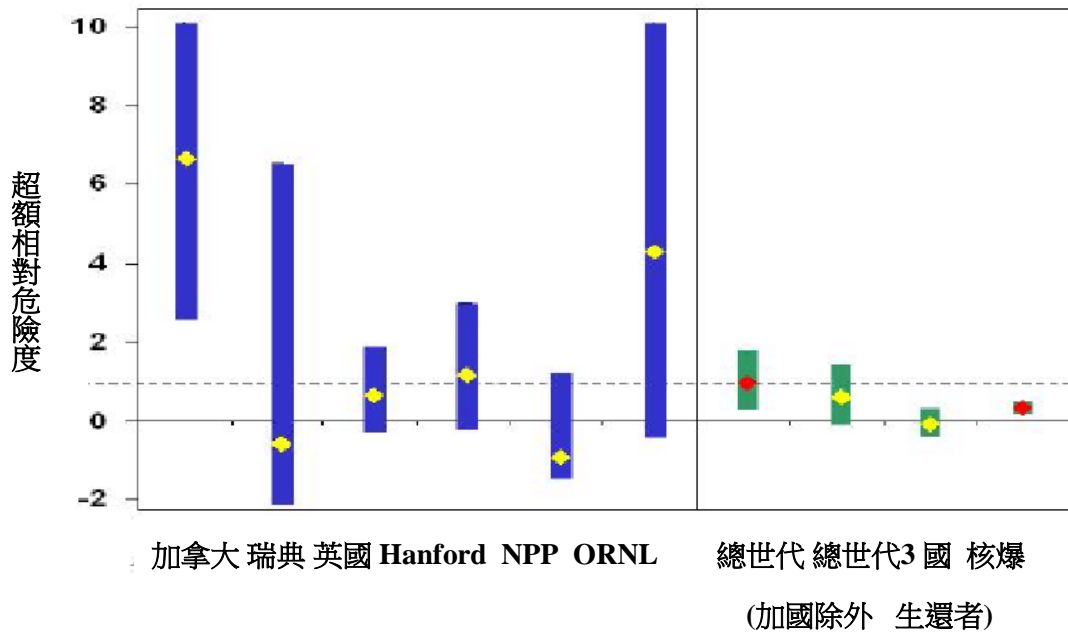


圖 3.7 每 1 Sv 總癌之超額相對危險度 (3 國研究的比較)

1、高劑量輻射的傷害

人類清楚認識輻射的存在，是在 1895 年倫琴發現 X 射線開始。因發現其具有很強的穿透作用而受到矚目。因為研究人員不知其傷害性而在無防備的情況下接觸，並在初期的階段觀察到有脫毛和皮膚出現紅斑等現象。因為 X 射線具有透視骨骼的特性，在醫療領域成為強而有力的診斷利器。但因對輻射的效應認識不足，疏於屏蔽而有放射技師和醫師出現潰瘍和皮膚癌等病例的報告。

隨著時代的向前推移，由廣島、長崎原子彈的爆炸、車諾比的核反應器事故、和日本 JCO 核燃料加工設施的臨界事故等高劑量的輻射所造成的傷害有目共睹。從原子彈爆炸的調查結果，顯示致癌增加、造成身體畸形和精神遲滯等現象。但是有必要強調這是由高劑量的輻射效應所致。又原子彈爆炸時，大半由熱和爆風所傷害，但報導照片則給人的印象卻為輻射傷害，於是「輻射是恐怖」的印象在我們的記憶裡揮之不去。

2、確定性效應和機率性效應

在考慮輻射的健康效應與劑量間的關係時，將健康效應分成二類來思考。

(1) 細胞損失所引起的效應 (確定性效應)

構成體內各種組織、器官的諸多細胞當中，即使有少許損失，也會因周圍細胞的增殖補回而不成問題。劑量變高而不能補回損失的細胞時，機能或形態喪失而呈現傷害。如圖 3.8 所示的是因為組織具有恢復能力而產生「低限值」的結構。一旦超過此值，則傷害的頻率便急劇地增加。超出組織恢復能力而開始呈現傷害的劑量，我們稱為「低限值」或「低限劑量」。如圖 3.1 所示的右邊曲線部分。也可以說低於低限值的劑量不會呈現傷害。從長年的經驗，已可

知各種傷害的低限值。例如脫毛為 3000 mGy，不孕男為 3500-6000 mGy、女為 2500-6000 mGy，白內障為 5000 mGy，500 mGy 會使造血機能下降。對於胎兒也有低限值，但隨其發育的階段而有很大的差異。2-8 周產生畸形兒為 100-200 mGy。

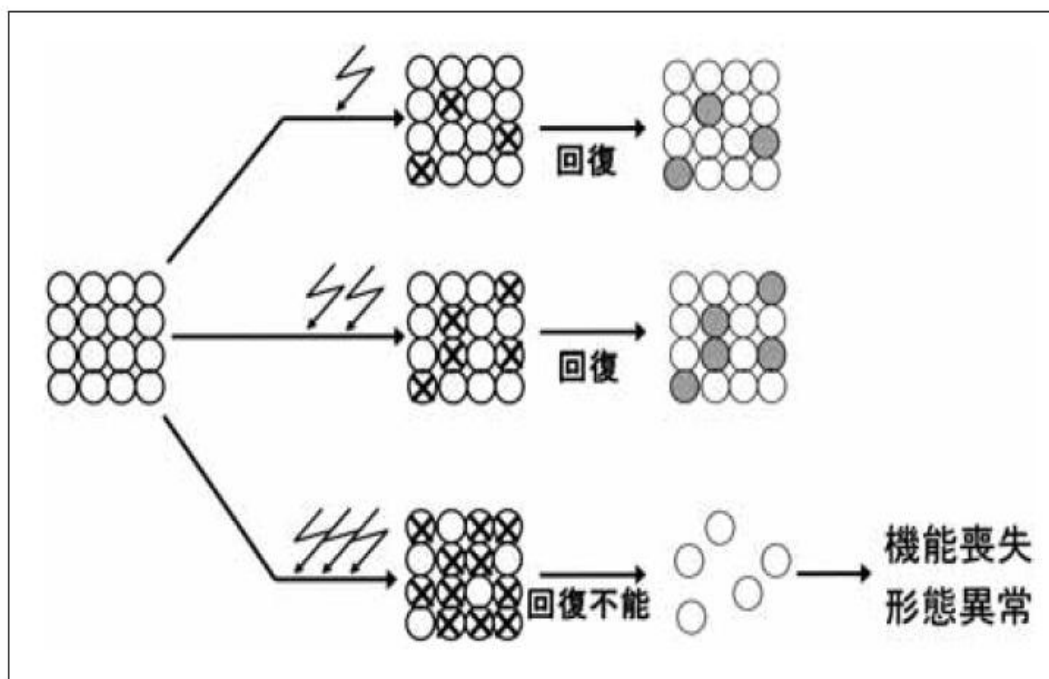


圖 3.8 因組織具有恢復能力而產生「低限值」結構

(2) 細胞突變所引起的效應 (機率性效應)

相對於多數的細胞損失造成傷害的確定性效應，我們稱只有單 1 細胞發生變化所引起的效應為機率性效應。遺傳和致癌上的效應即屬於此分類。

遺傳上的效應是指曝露人員生殖細胞的基因 (DNA) 發生變化的結果所呈現在小孩的效應。雖然屢被誤解，但對於胎兒的效應，在胎內其「本人」曝露所造成的效應並不歸類為遺傳效應 (而稱為軀體效應)。

【下期待續】

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 字以內為佳。