

- 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 ■ 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

### ▲癌症診療用核醫藥物研發--原子能委員會核能研究所關注國人健康

(原能會訊)

隨著高齡化社會的到來，惡性腫瘤已是連續第 25 年蟬聯國人死因的榜首，乳癌為目前世界女性癌症發生率最高者，95 年台灣女性乳癌亦高居癌症死亡第四位，而大腸直腸癌為世界主要癌症流行人數居第三位。為因應早期診斷、早期治療的疾病防治措施及預防醫學的發展，行政院原子能委員會核能研究所(簡稱：核研所)近年來積極進行腫瘤的診斷與治療藥物研發，以協助國人健康保健為願景，期為建立國內核醫的技術與扶植國內核醫製藥產業而努力。

隨著癌症分子生物學及基因體醫學的進展，癌症的診斷及治療都有許多新的發現，而如何能直接阻斷腫瘤細胞的生長繁殖，不傷害或破壞正常細胞，已是癌症治療的新趨勢。而標靶療法是常見的方法之一，它是直接針對標的物(癌細胞)進行破壞，藉由單株抗體與癌細胞表面有過度表現及具有特殊表面抗原的特殊親和力，使單株抗體進入體內與此等特殊抗原結合，激發免疫系統，進而殲滅癌細胞，達到治療的目的。

目前核研所針對國內需求殷切的乳癌及大腸直腸癌等癌症進行放射免疫製劑應用研究。以乳癌為例，該研究係在結合單株抗體及治療用同位素特性的<sup>188</sup>Re-SOCTA/HYNIC -Herceptin，經動物試驗顯示本藥在腫瘤有明顯蓄積，而<sup>188</sup>Re 所釋放出來的加馬與貝他射線，則可兼具診斷與治療惡性腫瘤的功能，本藥物為國際上最新的放射免疫製劑，可為乳癌患者提供診療的新契機；另外核研所也完成大腸直腸癌診療用核醫藥物 <sup>188</sup>Re-BMEDA/ Liposome 的動物生物體分佈，基於前述原理，經確認頗具診療的潛力，未來可為國內大腸直腸癌提供早期診斷與及早期治療的新契機。

核研所積極戮力於輻射生物醫學研發與推廣應用，針對國內重大疾病的診斷和治療用核醫藥物的開發研究，並與國內外醫研專業機構建立合作，期能掌

握目前國際的核醫藥物研發動向與醫療需求，提供國內醫院診斷與治療需求，提升醫療水準，造福國人。

### ▲蘭嶼貯存場銹蝕廢棄物桶檢整重裝作業管制說明

(原能會訊)

蘭嶼貯存場自民國 71 年 1 月開始接收固化廢棄物桶，至 85 年 5 月停止接收止，共接收了 97,672 桶，其中大部分係核能電廠產生者，也有約 12%係來自醫、農、工及研究單位。蘭嶼地區因天候高溫、潮濕且多鹽分，經 20 餘年貯放後，部分廢棄物桶有銹蝕情形，也有部分發生膨脹變形，但所有固化廢棄物仍密封於貯存壕溝內，並無發生放射性物質外釋，環境輻射監測結果亦顯示蘭嶼地區周遭環境並未受到影響。

行政院原子能委員會為增進蘭嶼貯存場貯存安全及督促台電公司解決廢棄物桶銹蝕問題，已實施相關安全管制措施，包括：

1. 要求各核能設施自 84 年 7 月 1 日起，一律改用「熱浸鍍鋅鋼桶」盛裝廢棄物，以提昇廢棄物桶的耐蝕性及使用年限。
2. 要求台電公司進行銹蝕廢棄物桶檢整重裝作業，台電公司已根據要求於 95 年底先行完成 8,684 桶的檢整試行作業，發現有 286 桶發生嚴重破損(約佔 3.3%)。台電公司的正式檢整作業已於 96 年 12 月展開，並先選定預估有較多銹蝕桶的貯存壕溝進行檢整，至 97 年 2 月 20 日止已共取出 696 桶進行檢整，發現其中須除銹補漆者 85 桶，輕微破損者 577 桶，嚴重破損者 34 桶(約 5%)。嚴重破損桶將進行粉碎重裝，其體積會增加約一倍，輕微破損者則置入 3(桶)×4(桶)重裝容器後，回貯至另一貯存壕溝。
3. 加強安全檢查與環境輻射偵測，確實掌握環境品質狀況，並落實資訊透明化，以確保蘭嶼地區環境輻射安全。

行政院原子能委員會職司國內各核能設施營運的安全，對核能設施附近民眾的健康及環境安全向來極為重視。因此仍將持續嚴密執行蘭嶼貯存場檢整重裝作業的管制及其環境監測工作，並隨時將其檢整重裝作業管制資訊及環測結果，公告於原能會的網站，以達成讓民眾安心、放心的目標。

### ▲NRC 尋求更好的 I-131 使用管制—因未符合法規書面指引要求導致數名病患接受過高或是不正確劑量

(輻協訊)

美國核能管制委員會(Nuclear Regulatory Commission, NRC)發布訊息通知(Information Notice)，在沒有合法的強制力下，不得不針對持照人完成此項特別行動。這項通知在 2007 年 7 月 19 日針對所有核子醫學科持照人，在大量的事件報告後，NRC 及各州開始覺醒，其中涉及不正確的碘化鈉劑量，其中碘含有

放射性核種 I-131，尤其必須提醒持照人有必要依據法規規定的責任。特別地，NRC 受到的壓力最重要是來自每當醫囑或用藥 NaI-131 的劑量超過 1.11MBq (30mCi) 的時候，使用的簽名書面指引。

通知 2007-25 也傳達來自 NRC 醫用放射性同位素諮詢委員會 (Advisory Committee on the Medical Uses of Isotope, ACMUI) 建議，需要強化符合法規的書面指引(10CFR35.40)及監督(10CFR35.27)。ACMUI 審查發生在 2004 年 2 月至 2005 年 5 月間 11 件醫療事件，涉及使用的 NaI-131 活度，需由授權醫院中可以使用放射性物質的使用單位，其領有執照的個人簽署註明日期的書面指引。NRC 的通知中也提到，在這 11 事件範圍時間內，有 8 件甚至更多發生在使用 NaI-131 上。有證據顯示，這一連續疏失，將導致醫療事件。

ACMUI 審查的 11 件案例中，有 8 件是未發給書面指引，另外 3 件則是有核發書面指引，但未適當的遵循。前一組的案例中，有 2 件是將 mCi 及  $\mu$ Ci 符號弄錯了，沒有任何書面指引足以證實何者為正確。這一組中亦有藥房調製錯誤劑量，用藥應為 I-131 病人卻接受到 I-123 以及病人應接受某一劑量治療，但卻接受到不同劑量治療之三件案例，造成這三個不同病人的醫療疏失，歸咎於粗心而未仔細填寫書面指引、未遵循程序及弄錯劑量。

ACMUI 在 2006 年發表報告，並提出四項建議，NRC 將其放在通知中：

1. 持照人必須對其人員再次強調，10CFR35.40 及 10CFR35.27 要求，當 NaI-131 劑量超過 30mCi 以上時的書寫程序，並且注意即使是那些口頭上指示可以接受的案例，仍必須遵循書面指引。
2. 雖然法規上沒有要求，但單位劑量(unit dose)在使用前，應由劑量校正器直接測量，ACMUI 相信劑量校正器測量所有治療劑量，是一項優良的標準習性。ACMUI 亦建議在決定劑量時可立即將書面指引，事先予管理者以便確認劑量，並可進一步確認其指引。
3. 持照人必須評估其對應的確認程序，以避免服用了不正確的劑量，ACMUI 更進一步建議，在施藥前確同一病人要有兩種不同方法，確認病人的身分的過程就如同需要在輸血前的步驟。
4. 持照人必須強化授權單位及領有執照個人之間溝通，因為他們是直接給予病人劑量的人。授權單位必與審查執行技術人員治療計畫。持照人亦應培養技術人員文化，激勵他們詢問授權單位有關書面指引的問題。

【本文摘譯自 Nuclear News 2007 年 9 月】

### ▲抽測市售磁磚建材放射性分析結果符合輻射安全規定

(原能會訊)

原能會於近期蒐集高雄地區市售磁磚(包括西班牙、馬來西亞、印尼、義大利、越南、台灣等產地)進行取樣分析，分析結果均小於天然放射性物質核種活度濃度基準值(鉀-40、鈾系列核種、釷系列核種分別為 10 貝克/克、1 貝克/克、1 貝克/克)。另其平均表面劑量率在 0.054~0.097 微西弗/小時之間(含背景)。調查結果低於原能會公告的天然放射性物質管理辦法的規定，並無輻射安全顧慮。

我國於民國 96 年 3 月 8 日以會輻字第 0960006301 號令發布施行天然放射性物質管理辦法。原能會為避免花崗石、磁磚等建材含天然放射性核種造成公眾輻射安全的疑慮，不定期蒐集國內市售國產及進口建材進行放射性取樣分析，以確保民眾安全。

### ▲第二代生質能源 - 纖維酒精

(原能會訊)

利用穀物及蔗糖等糧食作物為原料生產的燃料級酒精稱為第一代生質酒精，而以農產廢棄物如稻稈、蔗渣、玉米稈或自然界中量豐易植的木質纖維生質物為原料生產的燃料級酒精(或稱纖維酒精)稱為第二代生質酒精，因其充分利用農業廢棄物及非糧食的能源作物，乃成為目前各國主要研發方向。美國布希總統於 2007 年 12 月 18 日簽署的 2007 年能源自主及安全法中要求增加生質燃料的產量，即以纖維酒精為主。我國經濟部能源局亦規劃自 2011 年起國內全面供應 E3 汽油(即汽油中混合 3%的生質酒精)，預估使用量為每年 10 萬公乘(1 公乘=1000 公升)。

原子能委員會核能研究所(以下簡稱核研所)利用早期建立的化工程序技術及系統整合能力，結合國內相關生化專業研究機構，自 2005 年開始進行纖維酒精生產技術的開發，於 2007 年完成每批次進料 10 公斤的纖維轉化酒精單元程序測試系統建置，為國內首座纖維轉化酒精的程序研發系統，並已展開運轉與測試，可提供作為國內纖維轉化酒精技術發展的平台。

核研所初期以國內農業廢棄稻稈為主要原料，木質纖維生質物如稻稈係由纖維素、半纖維素及木質素所組成，其中纖維素中含有六碳糖成分如葡萄糖、半纖維素中含有五碳糖成分如木糖，為可發酵轉化為酒精的糖類。一般木質纖維生質物所含可發酵糖類約佔乾重的 60~70%，生產燃料酒精首先需將其所含的纖維素與半纖維素由生質纖維中取出轉化成可發酵的糖，再將糖類發酵成為酒精，所得酒精經純化與脫水後可得燃料級酒精。較之以糖類及澱粉生產酒精，纖維酒精的技術門檻較高，目前國際上尚未見商業化生產。

纖維轉化酒精單元程序測試系統主要包括前處理、水解、蒸餾、酒精脫水等分系統，目前測試結果顯示，前處理五碳糖的水解率可達 70~80%，六碳糖轉化成葡萄糖的水解效率亦達 70%，五碳糖發酵的酒精產率可達 77%，六碳糖發酵的酒精產率達到 95%，所得產品的酒精純度達 99.5%以上，符合國家標準 CNS15109"變性燃料乙醇(含生質酒精)－供汽油摻配作為汽車火花點火引擎燃料"的規範，每 10 公斤的稻稈進料可得約 2 公升生質酒精。

核研所為加速建立我國纖維酒精的量產技術，利用 10 公斤級纖維轉化酒精程序研發系統的運轉經驗及程序參數為基礎，已計劃於 2010 年完成日進料一噸的量產測試系統的建置，展開量產技術的示範運轉。未來商業運轉的設計規劃可以此測試系統的建廠及營運經驗為基礎。核研所建立的纖維酒精量產技術未來將移轉給國內業界，以期建立我國的纖維酒精產業，並降低污染物與溫室氣體排放、增加就業機會。

## □會議訓練報導

### ▲97 年度各項訓練班開課時間表

(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 許可類 設備	A3--06 月 11 日~18 日	(高雄)輻射偵測中心
		A4--06 月 23 日~27 日	(新竹)帝國經貿大樓
		A5--08 月 20 日~27 日	(高雄)輻射偵測中心
		A6--08 月 25 日~29 日	(新竹)帝國經貿大樓
	(B 組) 18 小時 登記備 查類 設備	B7--04 月 09 日~11 日	(高雄)輻射偵測中心
		B8--04 月 22 日~24 日	(新竹)帝國經貿大樓
		B9--05 月 28 日~30 日	(台北)建國大樓
		B10--06 月 04 日~06 日	(高雄)輻射偵測中心
		B11--06 月 18 日~20 日	(新竹)帝國經貿大樓
		B12--07 月 09 日~11 日	(台北)建國大樓
		B13--08 月 06 日~08 日	(高雄)輻射偵測中心
		B14--08 月 13 日~15 日	(新竹)帝國經貿大樓
		B15--09 月 03 日~05 日	(台北)建國大樓

		加開 05 月 20 日~22 日	(台中)文化大學推廣教育部
		加開 07 月 23 日~25 日	(台中)文化大學推廣教育部
輻射防護專業 人員訓練班	輻 防 師 ( 本 小 時 ) 輻 防 員 ( 108 小 時 )	<b>師級 8 第五階段 &amp; 進階 8</b> 3 月 28 日 (進階 8-1) 4 月 25 日 (進階 8-2) 5 月 23 日 (進階 8-3) 6 月 4 日~6 日 (進階 8-4) <b>員 13 期 &amp; 師 9 期</b> 第一階段—7 月 7 日~11 日 第二階段—7 月 14 日~18 日 第三階段—7 月 28 日~8 月 1 日 第四階段—8 月 4 日~8 日	(新竹) 帝國經貿大樓
鋼鐵建材輻射 偵檢人員訓練班		鋼 1--06 月 12 日~13 日	高雄
		鋼 2--07 月 02 日~3 日	(新竹) 帝國經貿大樓
九十七年度 輻射防護教育訓練		4 月 18 日 (五) 6 小時	台北(月涵堂)
		5 月 22 日 (四) 6 小時	新竹(帝國經貿大樓)
		5 月 30 日 (五) 6 小時	高雄(偵測中心)
		6 月 13 日 (五) 3 小時	台北(月涵堂)
		6 月 20 日 (五) 3 小時	高雄(偵測中心)
		7 月 04 日 (五) 3 小時	新竹(帝國經貿大樓)
		8 月 15 日 (五) 6 小時	台北(月涵堂)
		8 月 29 日 (五) 6 小時	高雄(偵測中心)
		9 月 11 日 (四) 6 小時	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](http://www.rpa.org.tw)，電話：(03)5722224。◎

## □ 專題報導

### ▲ 為提高公眾對放射性廢棄物管理的信任度把脈——利害關係者的信心論壇——

(劉東山)

隨著世界原油價格居高不下，及國際上要求各國減少二氧化碳排放的力道越來越強，核能發電最近有復甦的跡象。但核能廢棄物的處置計畫迄今無法有效推動，卻也是核能發電推廣上的一大隱憂。如何確保放射性廢棄物不致變成核能發展上的爭議性弱點，為核能界近年來重要的課題。事實上，根據法國一項民調顯示，一旦放射性廢棄物可妥善獲得處置，民眾對核能發電支持度立即提高將近 10%。

目前國際上對於高放射性廢棄物(或用過核燃料)的處置仍止於研究或示範

階段，少數核能使用國家(如中華民國、瑞士、加拿大或荷蘭)甚至連低放射性廢棄物的處置場都沒有著落。有鑑於此，目前經濟合作與開發組織(OECD)所屬的核能署(NEA)應會員國要求，於其放射性廢棄物管理委員會下，特成立利害關係者信心論壇(Form of Stakeholder Confidence, FSC)，希望將長期在核廢圈工作的各國相關人員(業者、管制者、學者專家等)集合起來，分享核廢棄物管理推動上所碰到的諸多社會面相關問題及經驗，希望找出與大眾有效的對話方式，並將之設計到決策制定過程，以提高大眾對廢棄物管理推動的信心及配合度。

FSC 每年召集一次兩天的年會，針對有興趣的特定議題加以討論，每年亦輪流至不同國家舉辦一次兩日的研討會，邀請當地與核廢有利害關係的人士參加，並與 FSC 成員舉行面對面座談，提出其疑慮，並分享切身感受。會後並安排 FSC 成員訪問當地社區，深入了解民眾的想法與廢棄物業者的做法。FSC 自 2000 年成立以來，已分別至芬蘭(2001 年)、加拿大(2002 年)、比利時(2003 年)、德國(2004 年)、西班牙(2005 年)、匈牙利(2006 年)、西班牙(2007 年)舉辦過研討會，明年預計移師至瑞典舉辦。通常均由地主國的放射廢棄物營運機構配合辦理。經由意見交流、經驗回饋及理論與實務驗證，FSC 已經出版相關系列報告如下：

- 1.放射性廢棄物管理過程中管制者的角色演進及形象 (2003)
- 2.放射性廢棄物管理的公眾資訊、諮詢及參與 (2003)
- 3.利害關係者的參與技術：短期指引及相關文獻註解 (2004)
- 4.長程放射性廢棄物管理決策的制定須按部就班 (2004)
- 5.針對放射性廢棄物管理的社會需求及早進行學習與調適 (2004)
- 6.在除役核能設施時利害關係者的關切議題與參與 (2007)
- 7.放射性廢棄物營運組織的文化及結構改變——心得分享 (2007)
- 8.廢棄物管理設施如何與設置地方社區培養出可長可久的友好關係(2007)

以上報告是 20 多人數年來的心血結晶，值得核能界人士參考。普遍的共識是，地方溝通並沒有放諸四海皆準的一套秘方，必須因時、地、人而斟酌調整；而且過去認為放射性廢棄物管理只是幾十年時程的工作，但以現狀看來，根本就是數十年、百年、甚至千萬年的大計，核能界必須有長期抗戰的心理準備。

我國的放射性廢棄物管理，在處理(減容)方面已有不錯的成果，但在處置工作推動上則進展有限。在世界核廢計畫推動上，其他國家不論成功或失敗的經驗不少，已充分紀錄在 FSC 的報告中，詳[www.nea.org.fr/html/rwm/fsc.html](http://www.nea.org.fr/html/rwm/fsc.html)，值得國人參考與借鏡。(作者目前為原能會派駐 OECD 核能署聯絡官)

## ▲輻射色染劑量計簡介

(清華大學原科中心 許彬杰)

### 【接續 88 期】

型號 FWT-100 與型號 FWT-200 光密度計測儀所量測光密度值的可靠度與穩定度，均可藉由遠西技術公司所提供經光密度標定驗證，編號 FWT-160 S/N 1181 的三片高(編號 1181C)、中(編號 1181B)、低(編號 1181A)光密度值的光密度參考標準膠片加以驗證，如圖 7 (a)所示。型號 FWT-92 光密度計測儀，其所量測的光密度值可靠度與穩定度，則藉由遠西技術公司所提供，經光密度標定驗證編號 FWT-82C S/N 139 的高(藍色標示)、中(綠色標示)、低(黃色標示)三片不同光密度值的光密度參考標準膠片，加以驗證，如圖 7 (b)所示。



(a)



(b)

圖 7. 不同型號 RDF 劑量計計測系統用，光密度參考標準膠片。

(a)型號 FWT-100 與型號 FWT-200 光密度計測儀用

(b)型號 FWT-92 光密度計測儀用

編號 FWT-160 S/N 1181 的三片高(編號 1181C)、中(編號 1181B)、低(編號 1181A)光密度值的光密度參考標準膠片，於型號 FWT-100 光密度計測儀所顯示的計測值，隨計測光波長的變化而改變並不顯著，如圖 8(a)所示。但在型號 FWT-200 光密度計測儀所顯示的計測值，隨計測光波長的增長而降低，且隨其光密度值增加變化越顯著，如圖 8(b)所示。

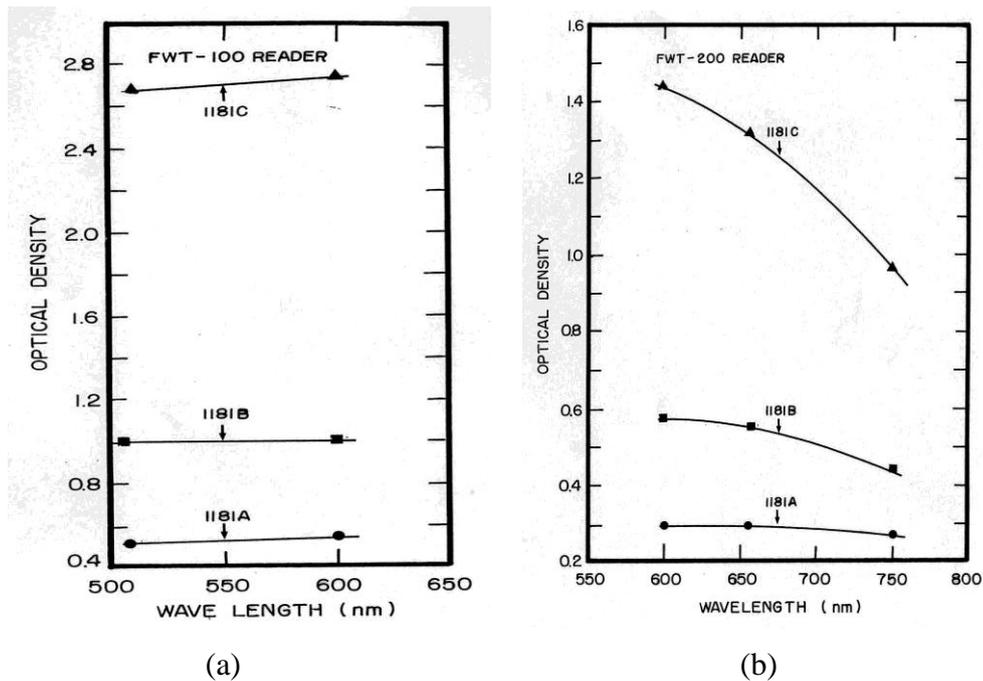


圖 8. 編號 FWT-160 S/N 1181 光密度參考標準膠片，於不同型號 RDF 劑量計計測值變化反應

編號 FWT-82C S/N 139 的高(藍色標示)、中(綠色標示)、低(黃色標示) 三片不同光密度值的光密度參考標準膠片，於型號 FWT-92 光密度計測儀所顯示的計測值，隨計測光波長的變化而改變並不顯著，如同編號 FWT-160 S/N 1181 光密度參考標準膠片，於型號 FWT-100 光密度計測儀所顯示的反應。

### RDF 劑量計對輻射劑量反應

RDF 劑量計對輻射劑量的度量與其線性反應範圍，視其所度量的輻射類別、能量、照射的劑量率與 RDF 劑量計本身的結構及所含三氨基苯乙晴有機染料的多寡，有顯著的依恃關係。

對鈷 60 加馬劑量反應而言，型號 FWT-60 RDF 劑量計對鈷 60 加馬劑量度量範圍，介於 0.5 ~ 300 kGy，其線性劑量最低反應限值為 1 千戈雷(1 kGy)，如圖 9 所示。對型號 FWT-70-40(M) RDF 劑量計而言，其對鈷 60 加馬劑量度量範圍，介於 0.01~1 kGy，線性劑量最低反應限值約為 20 Gy。對型號 FWT-70-83(M) RDF 劑量計而言，其對鈷 60 加馬劑量度量範圍，則介於 0.1~ 20 kGy，線性劑量最低反應限值約為 25 Gy。

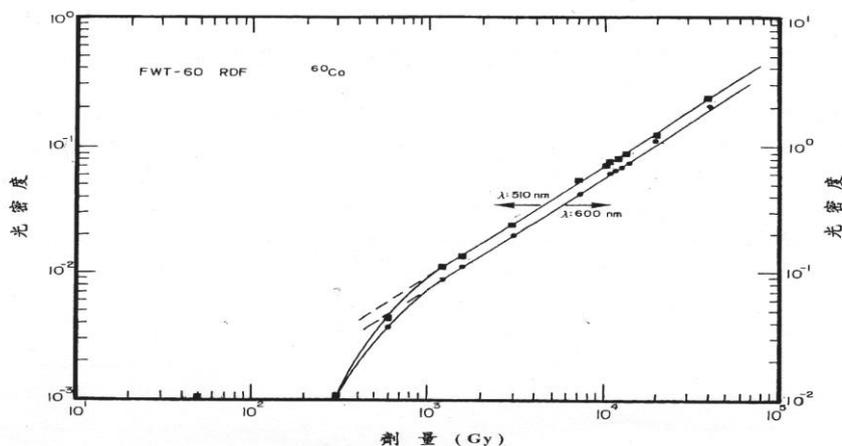


圖 9 型號 FWT-60 RDF 劑量計對鈷 60 加馬劑量的線性反應。

對電子射束劑量反應而言，型號 FWT-60RDF 劑量計對能量 3.2 MeV 電子射束反應而言，在高達 30 Gy 的劑量照射下，並未產生任何反應。對型號 FWT-70-40(M) RDF 劑量計而言，其對電子射束的線性低限劑量反應值約為 8 Gy，如圖 10 曲線 a 所示。對型號 FWT-70-83(M) RDF 劑量計而言，其線性低限劑量反應值則約為 20 Gy，如圖 10 曲線 b 所示。

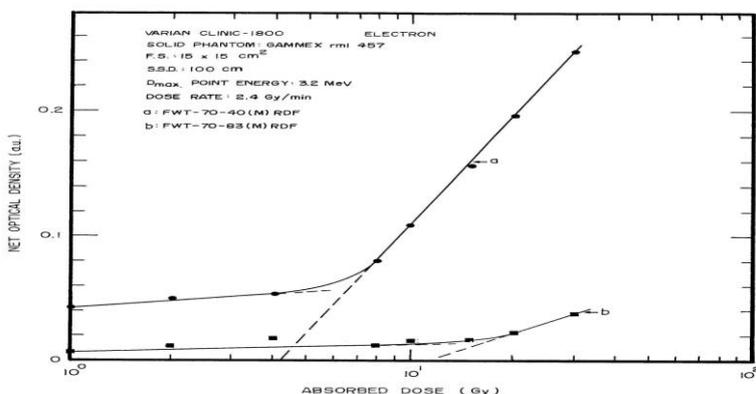


圖 10. FWT-70 系列的 RDF 劑量計，對能量 3.2 MeV 電子射束的劑量反應。

型號 FWT-70-40(M) RDF 劑量計對電子射束的敏度反應為 0.0099 OD/Gy; 型號 FWT-70-83(M) RDF 劑量計對電子射束的敏度反應為 0.0015 OD/Gy。顯示型號 FWT-70-40(M) RDF 劑量計對電子射束的敏度反應，約 6.5 倍於型號 FWT-70-83(M) RDF 劑量計對電子射束的敏度反應。

### RDF 劑量計對輻射能量的敏度反應

RDF 劑量計對加馬射束敏度反應是否會受到加馬射束能量變動影響，由於射源活度與劑量(率)因素的限制，目前並無相關實驗數據可加以驗證。但 RDF

劑量計對電子射束敏度反應確會受到電子射束能量變動影響，對 FWT - 70 系列 RDF 劑量計而言，其對不同能量電子射束的敏度反應與電子射束能量，呈現不同程度的依恃性反應，且隨電子射束能量增高而增加，如圖 11 所示。對型號 FWT-70-40(M) RDF 劑量計而言，其對能量介於 3.2 ~ 12.6 MeV 電子射束的敏度反應變動達 30 %，如圖 11 曲線 a 所示。但對型號 FWT-70-83(M) RDF 劑量計而言，其變動僅約 3 %，如圖 11 曲線 b 所示。顯示，型號 FWT-70-40(M) RDF 劑量計對電子射束的敏度反應，受電子射束能量變動的影響程度，高於型號 FWT-70-83(M) RDF 劑量計對電子射束的敏度反應，受電子射束能量變動的影響程度。

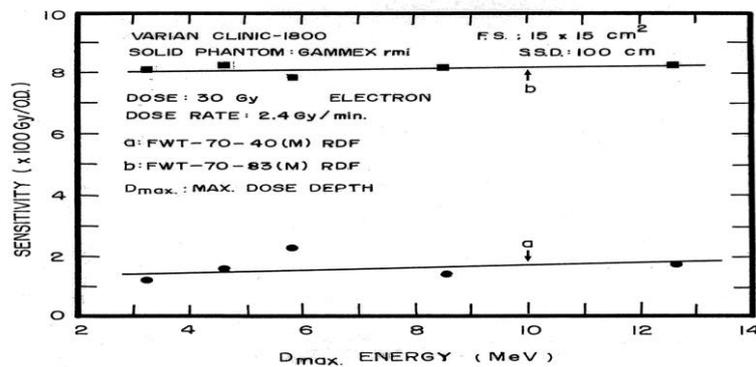


圖 11. FWT - 70 系列的 RDF 劑量計，對不同能量的電子射束敏度反應。

### RDF 劑量計對照射劑量率的敏度反應

型號 FWT - 60 RDF 劑量計對加馬敏度反應，受照射劑量率變動影響並不顯著，如圖 12 所示。

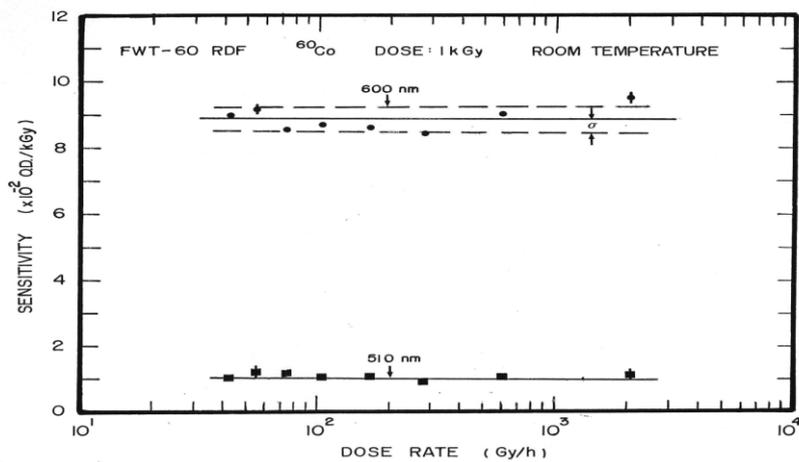


圖 12. FWT-60 RDF 劑量計，對不同劑量率照射的加馬敏度反應。

FWT - 70 系列 RDF 劑量計對不同照射劑量率的電子射束敏度反應，以能

量 3.2 MeV 電子射束為例，其對電子射束的敏度反應與照射劑量率均呈現依恃性反應關係，且隨照射劑量率的增高而降低，如圖 13 所示。在每分鐘 0.8 Gy 至 4.0 Gy 劑量率照射下，型號 FWT-70-40(M) RDF 劑量計對不同劑量率照射的電子射束敏度反應變化相當顯著，敏度反應變動高達 200 %，如圖 13 曲線 a 所示。型號 FWT-70-83(M) RDF 劑量計對不同劑量率照射的電子射束敏度反應變化雖亦顯著，但敏度反應變動僅約 60 %，如圖 13 曲線 b 所示。

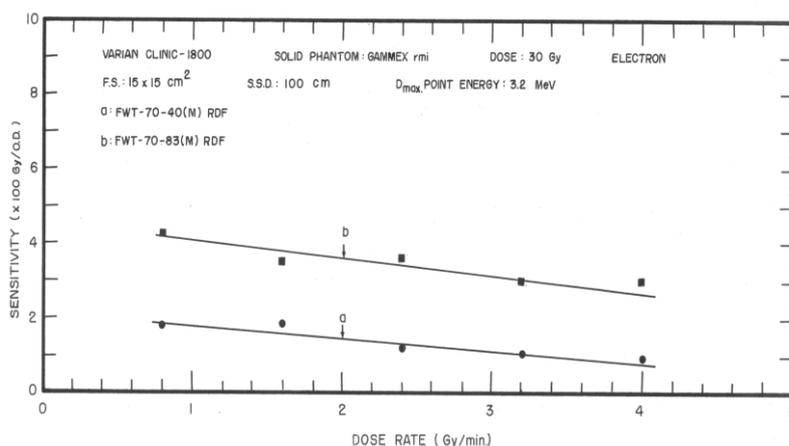


圖 13. FWT-70 系列的 RDF 劑量計，對不同劑量率照射的電子射束敏度反應。

## 結論

型號 FWT - 60 RDF 劑量計對鈷 60 加馬的線性劑量反應最低限值為 1 千戈雷(1 kGy)，但其對高能量電子射束敏度反應甚低，即使在高達 30 Gy 劑量照射下，亦無產生有意義的反應。因此，型號 FWT - 60 RDF 劑量計僅適用於度量高劑量和高劑量率的高能量光子劑量度量，如鈷 60 輻射照射與用過核燃料劑量度量的劑量計，但並不適用於作為醫用遠隔放射治療電子射束劑量度量的劑量計。

型號 FWT - 70 - 40 (M) 與型號 FWT - 70 - 83(M)的 FWT-70 系列 RDF 劑量計，對高能量光子與電子射束均具有很好的敏度與線性劑量最低反應限值，顯示，FWT-70 系列 RDF 劑量計，除可應用於度量高劑量(率)的高能量光子劑量外，亦可應用於高能量、高劑量(率)電子射束輻射場的劑量度量。因此，FWT-70 系列 RDF 劑量計可供作為醫用遠隔放射治療機電子射束劑量輸出度量的劑量計，一如游離腔劑量儀與固體熱發光劑量計，用於遠隔放射治療機劑量輸出度量，以確保醫用遠隔放射治療電子射束劑量輸出的輻射醫療曝露品質。

## 參考文獻

- (1) Barrett JH, Glover KM, McLaughlin WL, Sharpe PH, Watts MF, Whittaker B:A high-dose intercomparison study involving red 4034 perspex and FET-60-00

radiochromic dye films. Radiat. Phys. Chem. 1990; 36: 505 –507.

(2) Humpherys KC, Kantz AD:Radiachromic: a radiation monitoring system. Far West Technology Inc. Goleta, California;1993.

(3) 許彬杰 翁寶山：游離輻射防護與偵檢. 合記圖書出版社 台北市 2006: 233–235

(4) 張富東,許彬杰,蔡文祺,劉鴻鳴,王昭平,江祥輝:探討 FWT- 60 RDF 輻射色染劑量計對鈷 60 加馬輻射敏度反應. 工程月刊 2006; 79: 118 – 134.

(5) 許彬杰,黃逢裕,陳炳茂,鄭秀成,曾鑠鑠,翁寶山: 探討 FWT-70 系列輻射色染劑量計對能量 3.2~12.6 MeV 電子射束的敏度反應. 放射治療與腫瘤學 2007; 14:(出版中)

【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。