

■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406號2樓 ■電話：(03)5722224 電傳：(03)5722521
■編輯委員：李四海、林友明、邱賜聰、翁寶山、許文林、陳為立
董傳中、劉仁賢、蘇明峰 (依筆劃順序)
■發行人：曾德霖 ■主 編：游澄清 ■文 編：李孝華、蔡親賢
■印刷所：大洋實業社 地址：新竹市光復路二段376之9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

▲輻協會願充當溝通橋樑

(輻協 翁寶山)

本協會顧問李四海教授於本(86)年6月29日至7月3日趁赴美國德州聖安東尼市參加保健物理學會第42屆年會之便，特安排與本協會海外諮詢委員餐敘。李教授稱：委員們均願盡力協助國內輻射防護的業務推展。各界如需要他們協助，請經由本協會聯繫該會召集人吳全富先生。

▲原能會執行七十一年至七十三年完工建物輻射普查概況

(原能會)

原能會為執行「清除輻射污染建築物維護公共安全推動方案」，將於86年9月底前，全面偵測七十一至七十三年完工建築物約39萬戶。為儘早確認有無潛在輻射建築物，對於曾發現輻射污染建物之北區四縣市(包括台北市、台北縣、基隆市、桃園縣)及彰化市，以人員偵測為主，如有必要再以TLD(熱發光劑量計)偵測為輔。高雄市及省轄市(包括新竹市、台中市、台南市、嘉義市)等人口集中都會區，由於建築物比較密集，亦以人員偵測為主。其餘縣市由於幅員遼闊，七十一至七十三年間建築物數量較少，規劃以TLD偵測為主。

偵測現況：自四月中旬從台北市開始執行人員偵測，依據建物清冊(尚未

接受檢測者)逐戶進行輻射偵測，目前已完成台北市六萬六千餘戶及基隆市八千餘戶之普查。又委託原能會認可之民間偵測業者執行，已簽約一萬五千戶(包括台北市、桃園縣、台中市部分建物)，另委託學術單位、財團法人、社團法人執行約十六萬戶之人員偵測。TLD偵測部分，自五月中旬在南投縣開始發放，依據建物清冊請村里幹事協助，目前已將南投縣、新竹縣、嘉義縣、台南縣、苗栗縣、雲林縣、花蓮

縣、彰化縣及澎湖縣等約四萬餘份順利轉交村里幹事，分發給各住戶。

原能會籲請民眾儘量配合此次普查計畫，以人員到府偵測地區之住戶，請民眾接獲通知後，配合預定偵測時間在家等候，偵測人員將配帶原能會識別證並持原能會證明書免費到各住戶偵測。以TLD偵測部分，原能會將請村里幹事協助TLD之分送及回收，民眾依TLD袋內使用說明黏貼期滿後交村里幹事收回。

接受輻射檢測之住戶，原能會都將於完成普查後發給相關證明，污染戶依據「輻射污染建築物事件防範及處理辦法」進行善後。無輻射異常者，不但住得安心，且於日後房屋出租或買賣時，可出示檢測證明。又原能會在短期內無法進行既定行程以外的檢測，請民眾把握良機，務必配合此次免費普查作業。

歡迎利用免費電話：080-076678查詢聯繫！

▲ 台電公司申請低放射性廢料輸出至北韓處置案原能會之安全管制說明

(原能會)

台電公司與北韓相關單位簽訂合約，進行一項低放射性廢料區域合作處置計畫，預定未來兩年內先運送六萬桶低放射性廢料至北韓。台電公司將於近日內正式向原能會提出申請，原能會站在核能安全監督的立場，將依法執行本案的安全審查工作。

對於境外處置的安全管理，原能會已有明確的基本管理原則，即必須符合國際規範並確保廢料運貯作業之安全。此外，原能會也已訂定明確的管制規範及審查標準，並已邀請學者專家成立審查小組，即將展開審查工作，審查委員共十五人，其中九人為國內學者專家。審查期間，原能會也將派員到北韓實地勘查，以確認北韓是否具備處理低放射性廢料的技術能力、管理規範及管理組織。原能會的審查工作沒有預設時間表，只要符合安全規定就通過，不符合規定就不通過。

為落實資訊公開化及行政透明化的理念，原能會將主動、定期對外說明本案的審查概況，並在原能會物管局網際網路上對外公開相關資訊，內容包括：北韓核能和平應用概況、北韓處置場概況、國際規範、原能會審查動態。(原能會物管局網址為：<http://www.fcma.aec.gov.tw/>)。

▲ 物管局核能網路有獎徵答活動之說明

(原能會)

原子能委員會放射性物料管理局為落實放射性廢料管理資訊公開化，已於民國八十五年十月建構完成網際網路，在網路上對外公開相關管理資訊。

物管局核能網路之內容計有物管局簡介、法規彙編、管制動態、安全管理及熱門話題等五項。另外，物管局已新增眾所關心的「台電公司低放射性廢料送往北韓處置案」之資訊於網路上。

物管局為落實資訊公開化及行政透明化的理念，增進放射性廢料管理之宣導溝通，提昇核能網路之資訊流通，即日起舉辦「核能網際網路有獎徵答活動」。有獎徵答活動的辦法已登載於物管局核能網路上，為鼓勵民眾踴躍上網查詢，物管局備有精美獎品兩百餘份，預定於七月十五日活動結束後擇期公開抽獎。物管局網址為：<http://www.fcma.aec.gov.tw>，歡迎有興趣之民眾踴躍參加。

▲ 高雄市展開71~73年建物輻射普查

(高醫 張寶樹)

高雄醫學院(高醫)接受原子能委員會(原能會)之委託，自7月11日起至9月30日止，全面展開高雄市71~73年建築物的輻射普查工作。此次高醫計調訓50位醫技系放射技術組的學生，在取得原能會核發鋼筋建材輻射偵測人員訓練結業證明後，共分為25小組，展開高雄市37,000戶71~73年建築物的輻射偵測普查工作。高醫預計在偵測結束後，檢討比較這次全面偵測與2年前的抽樣偵測的結果，以供原能會爾後建築物的輻射普查工作的依據。此次高醫執行的高雄市建築物的輻射偵測普查工作，除採用反應靈敏的DG5輻射快速偵檢器外，亦採用多部環境輻射偵測級的NaI(Tl)偵檢器。高醫呼籲高雄市37,000戶71~73年建築物的住戶能配合此次的輻射偵測普查作業，倘有任何問題可以逕洽(02)3634180原能會輻射鋼筋處理小組、(07)3819206原能會輻射偵測中心偵技組或(07)3208237高醫醫技系放射組張寶樹老師。

▲日本東海燃料處理廠事件報導

(台電 翁雅慧)

1. 意外發生日期
1997年3月11日
2. 意外發生地點
東海(Tokai)廢料再處理廠所屬瀝青固化廠
3. 意外發生情況

1)火災

早上10:06，瀝青固化廠的某一房間內，有一個充滿固化產物的桶子起火。這場火在10:22被內置噴水設備撲滅。由於這場火災以及排氣系統的關閉，造成廠內放射性物質的擴散與放射性濃度的提高。偵測器在排氣煙囪處測得輻射強度微量上升，但是廠外環境偵測結果並無異常。

2)爆炸

晚上08:04左右，瀝青固化廠發生爆炸。廠內的一些門窗被爆破而釋出濃煙。由於爆炸發生時廠內並無工作人員，所以沒有人員受到污染或受傷。在附近工作的42位員工輻射偵測結果並無問題。晚上11:00左右，動力反應爐與核燃料開發公司(Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, PNC)人員進入此固化廠，確定了放置主要儀器的房間沒有火也沒有煙，但廠內某些儀器已遭爆破。儘管固化廠排氣煙囪的輻射偵測有些微上升，以及在東海廠內的環境輻射偵測儀器顯示在08:50時有微量升高，但09:00以後偵測值則在正常變動範圍內。3月12日凌晨01:20確定廠房以及周圍部分區域受到污染，因此在廠房周圍設計了一暫時管制區以利輻射偵測。在此同時，環境輻射偵測儀器的測量結果顯示東海廠的輻射強度在正常變動範圍內。

3)工作人員曝露

3月13日早上09:30左右，廠內109位工作人員做全身計測，結果發現其中37人受到輕微輻射污染，從計測結果推斷個人最高曝露值低於法規值的1/2100。

4. 原因與對策

- 1) 爲了清楚掌握意外變動情況，PNC於3月11日設立了由PNC總裁主管的"意外特別總部"以及由東海廠經理主管的"防護活動總部"。
- 2) PNC人員於3月11日晚上11:00以後開始量測廠內門窗及設施的輻射量，對於遭

爆破的部分則做適當的維修。

- 3) 截至發稿爲止，造成此次意外的原因尙無法鑑定。PNC將盡一切努力在意外發生點收集更多資料，並且在意外完全終結後做詳盡的調查。

註：瀝青固化廠爲來自東海再處理廠的低階放射性液體廢料做脫水後加入瀝青的固化。

▲核研所開發核醫骨骼造影劑獲衛生署藥物登記一開始供應國內醫院臨床應用

(原能會)

行政院原子能委員會核能研究所爲推廣原子能民生應用，近年來致力於研製國內高需求之核醫藥物，在陸續推出「核研宏寶鎳腦造影劑(INER HMPAO KIT)」、「核研氯化亞鉈(鉈-201)注射劑」之後，又完成「核研甲基雙磷酸骨骼造影劑(INER MDP KIT)」之研製，並經過高雄醫學院附設中和紀念醫院完成人體臨床試驗，證實造影效果良好，於今年四月獲衛生署核發藥品許可證，現正由台北榮民總醫院等7家國內醫院核子醫學部(科)試用中，近期內將推廣進入國內核醫藥物市場，以研發成果回饋與造福社會。

核子醫學應用於人體骨骼掃描能提供洞察骨骼動態、複雜的功能性生理與病理現象；利用放射性同位素及其結合化合物，注射入人體體內，以核子醫學加馬攝影機進行掃描檢查，藉由核醫藥物在身體的分佈，可作爲人體相關病變之造影診斷。

核研所研發產品—鎳-99m標幟甲基雙磷酸(MDP)是目前國內使用量最多與最重要的骨骼造影核醫藥物，估計每年國內約有6萬檢查病例，用於骨轉移性癌、缺血性骨壞死、代謝性骨疾病等骨骼病變的診斷。以往此類核醫藥物完全由國外進口，核能研究所研製成功「核研甲基雙磷酸骨骼造影劑(INER MDP KIT)」經衛生署核准完成藥物登記，正式開始供應國內醫院臨床應用，將進一步落實核研所由科技研究邁向技術服務爲國內醫界提供本土化高品質與及時服務的產品。

▲美國Calvert Cliffs核能電廠潛水夫超曝露事件

(台電 翁雅慧)

國際核能營運協會(INPO)發送重大事件報告(SEN158)敘述美國巴的摩爾天然氣與電力公司(Baltimore Gas and Electric Company)所屬的Calvert Cliffs核能電廠於1997年4月3日2號機

(PWR,910MWe)大修期間，一名潛水夫為更換燃料傳載機具(transfer carriage)上的一個開關而執行潛水作業時，偏離了原核准的潛水區，移至近期剛釋出大量用過燃料附近地點，以致接受了過多的輻射曝露。

在潛水夫的工作中，有一項是檢視靠近燃料傳載機具區域北端的纜線(任務8)。輻射防護部門的人員沒有通報此一項目，因此工作前的檢測並不包含傳載機具區域的北端。

在執行潛水作業之前，大修部門的潛水協調員、輻防人員以及系統工程師舉行了工作前的簡報，提供相關資訊。由於簡報的疏忽，導致潛水夫誤以為涵蓋燃料傳載機具的2號機用過燃料池圍欄內的整個區域，已經檢測過，且在此區域的任何行動所受的劑量率均為可接受的。事實上，工作前的檢測僅涵蓋此區域的三分之一左右。在簡報時，輻防人員不認為傳載機具北端是在檢測範圍內，故對執行任務8提出質疑。簡報過後，系統工程師與輻防技術員檢查了檢測報告並確定任務8區域未受檢測，認為此項工作不能執行。但是，潛水夫與大修部門的潛水協調員並未被告知，均以為任務8已被授權可以執行。

在用過燃料池檢測區內的維修執行工作的進行並無問題。潛水夫想要去執行任務8，然而他並沒有明確的提及任務8，而是以檢查纜線提出請求准許，支援的輻防技術師以為潛水夫說的是在檢測區內傳載機具處剛更換的纜線。他們准許了請求，潛水夫便自檢測區往北移動了約20呎左右。

一位輻防技術員位於池端，藉著塑膠玻璃觀測螢幕觀察潛水夫。因受潛水夫呼吸器冒出來氣泡的影響，無法直接看到潛水夫在行進中的位置。當潛水夫從工作區域往北前進，輻防技術員仍以為他在檢測區內。此時連接在潛水夫身上的繫繩放長，然而，輻防技術員並未察覺這意味著潛水夫已離開了檢測區。

當潛水夫由檢測區向北前進時，在他上臂所佩帶的遙測劑量計突然發出警報聲，輻防技術員以為工作前的檢測漏失了一高輻射點，因此要求潛水夫以所攜帶的遙測探針，執行立即區域偵測。當潛水夫執行此項偵測時，遙測計讀計始終維持在至少每小時2侖目的劑量率。之後，此潛水夫被指示離開用過燃料池。從潛水夫離開處，輻防技術員確定其工作位置距被授

權的檢測區約20呎。

偵測結果顯示，距潛水夫停留點約5呎處，靠近用過燃料架的地方，劑量率每小時超12,000雷得。根據潛水夫佩帶的複合式劑量計顯示，其全身曝露為270毫侖目，四肢曝露為885毫侖目，此曝露劑量遠高於大修活動的限制值。

本事件的重點摘要如下：

1. 一位有經驗的潛水夫在用過燃料池附近工作，誤入極高輻射區域。這個事件有造成嚴重個人過份曝露的潛在危險。
2. 以下所列的事項，顯示適當的責任歸屬、準備工作以及工作的管制，並非有效地執行。
 - 大修潛水協調員為新手，他並不知道須對整個潛水過程負責，而以為其職責只在於潛水的工業安全。
 - 輻防技術員不知道他無法持續觀察潛水夫的位置，所以無法得知潛水夫已違反輻射防護步驟的適當性。儘管潛水夫身上的繫繩可防止其離開被授權的檢測區，輻防技術員也不知道繫繩放長的重要性。他認為他的主要工作是檢測從池子裡取出的工具。
 - 工作前的簡報與潛水間的溝通沒有做好，導致重要資訊被誤解。
3. 電廠對於潛水作業的行政管制是不正規的。對於描述潛水協調員職責的文件不是正式的電廠程序，而且關鍵人員不知道有這份文件。用過燃料池的輻射防護偵測描述於工作一般標準，而非正式的輻防程序。輻防技術員與其主管均認為工作一般標準僅為指引，在執行各種偵測時具有選擇性的使用權。
4. 在此之前的三天中，在用過燃料池及更換燃料池已有三次成功的潛水作業。這些成功的經驗使參與人員產生了遵循的意識，因而忽略了凡事須抱持慎重的態度。

▲輻射防護專業人員認可測驗結果

(原能會 陳志平)

本次輻射防護專業人員認可測驗計有293人報考初級、59人報考中級、1人報考高級，及格人數共有初級88人，中級8人，高級0人；及格率分別為30%、14%及0%，詳細統計資料如附表。

八十六年度第二次輻射防護人員認可測驗結果統計表

(86.07.16)

類 別		報考人數	應考人數	及格人數	及 格 率(%)
密 封 放 射 性 物 質	初 級	54	48	15	31
	中 級	17	13	1	8
非 密 封 放 射 性 物 質	初 級	50	46	18	39
	中 級	18	17	2	12
可發生游離 輻射設備	初 級	232	198	55	28
	中 級	29	28	4	14
核 子 反 應 器	初 級	2	1	0	0
	中 級	2	1	1	100
合 計	初 級	302	293	88	30
	中 級	60	59	8	14
	高 級	2	1	0	0

▲考試消息

(原能會)

考試類別	報名日期及方式	考試日期	考試地點	備註
操作執照	86年7月7、8日 親自或指定代理人	08月14日(一)	台北(國家考場) 高雄(正修工專)	請應考者準時參加測驗

期刊書籍報導

▲新書介紹～「原子、輻射 與輻射防護」中譯本即將出版

(輻協)

清華大學原科系朱鐵吉教授於繁忙教學研究之餘翻譯了一本保健物理教科書，名為「原子、輻射與輻射防護」，並獲美國出版商 John Wiley & Sons同意授權在台印行。

此書屬於保健物理入門之教科書，原著為美國橡嶺國家實驗室J.E.Turner博士所寫，內容包含基礎原子物理，輻射劑量學度量儀器介紹

和體內、外曝露防護方法，此外並針對保健物理使用的統計學專章介紹，該書自1986年初版發行迄今履獲佳評。該書最大特色即內容編排簡潔且例題甚多，且第二版(1996)年又增加ICRP 60 號報告最新建議，使全書能趕上時代的需要。

本書中譯本的出版，對於保健物理科學領域的莘莘學子及從業人員，無論在研習或自我進修上都是一本不可多得的好書。本書將由民全書局發行，8月中旬出版，有意購買者請洽民全書局TEL：(02)3651662。

會議訓練報導

▲八十六年度輻協各項訓練班預定時間表

(輻協)

班 別	訓 練 日 期	上 課 地 點	聯 絡 人
鋼材班	86年08月12日至13日	新竹	蔡親賢
"	86年08月26日至27日	高雄	蔡親賢
"	86年11月20日至21日	台北	蔡親賢
非醫用班	86年09月18日至25日	清華大學	李貞君
"	86年10月14日至21日	清華大學	李貞君
"	86年11月04日至11日	清華大學	李貞君
"	86年11月18日至25日	高雄	李貞君
"	86年12月16日至23日	清華大學	李貞君
輻防班	86年10月01日至10月29日	新竹聖經書院	邱靜宜

◎以上各項訓練班簡章備索，電話：(03)5722224

□ 專題報導

▲ 台灣海域的宇宙射線中子成分—補齊了宇宙輻射的數據—

(輻協 翁寶山)

一、前言

宇宙輻射佔天然輻射相當重要的部分，過去國內曾先後用熱發光劑量計、游離腔、以及電腦程式模擬，但所獲得的數據均屬於所謂游離成分。中子成分的量測起步較晚。同步輻射研究中心在數年前開始在其附近量測宇宙中子(簡稱)，惟大規模的量測則由清大原科系鍾堅教授所領導的研究群開始，由博士班研究生陳健懿負責實驗的執行，輔以海關及海空軍機艦的配合，完成了宇宙中子量測的壯舉。

二、南中國海量測路徑

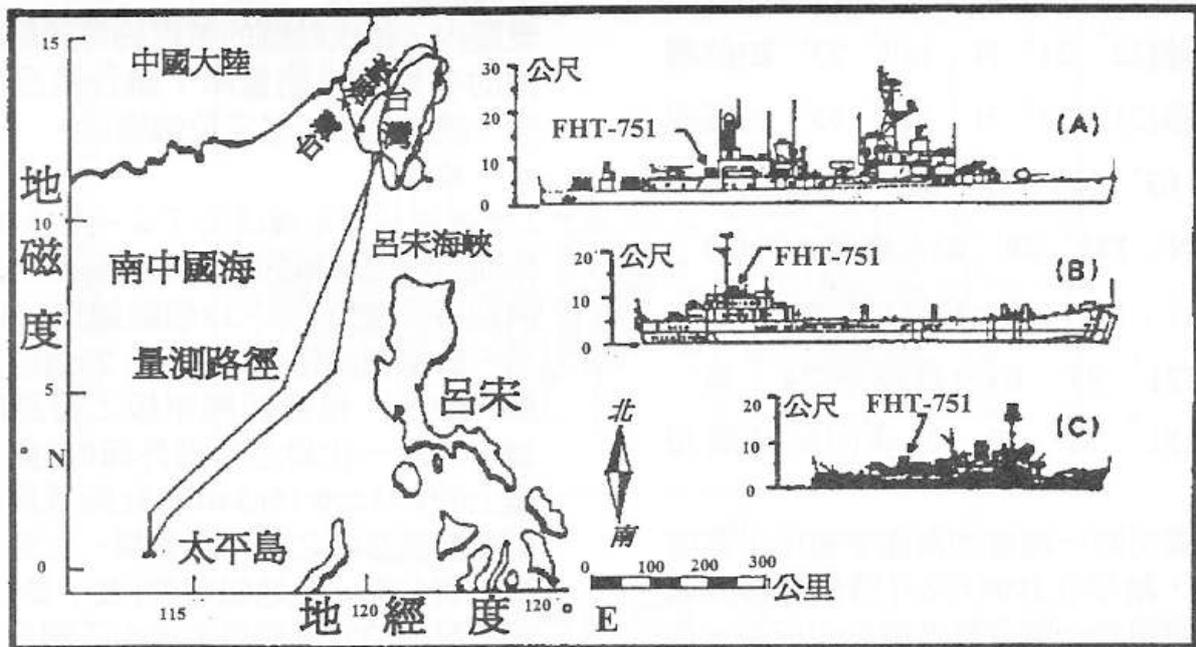


圖1.台灣海域至南海中子量測路徑，FHT-751偵檢器置於：(A)海軍124艦隊所屬飛彈驅逐艦(DDG-923)瀋陽艦尾直昇機飛行甲板上，距水線8公尺；(B)海軍151艦隊所屬戰車登艦(LST-223)中富號艦長專用甲板上，距水線10公尺；(C)財政部關稅總局緝私艦(WPF-A6)運星艦的上甲板，距水線5公尺。

三、海上量測

海面量測的兩年期間，共計執行7航次海面中子度量任務，FHT-751偵檢器便載於中華民國海軍艦隊司令部所屬戰艦及財政部海關緝私艦(圖1)，全部的航程總計出海1,040小時，航程5,100浬。其中在1995年5月台灣近海的中子環測，則由基隆港(25°08' N, 121°04' E)出海往返彭佳嶼(25°37' N, 122°03' E)，再經台灣北方海域(淡水外)。進入台灣海峽沿著海岸

全球最強地磁垂直截止剛性(即穿透強度)的區域，即為最弱宇宙中子場的地方；這些區域位於印度洋、南海及西太平洋赤道以北的區域。海面宇宙中子的量測，均在船艦甲板上進行，而不在海洋表面度量，主要係反映海上生活的輻射劑量；漁民、水手與搭載乘員的海上活動，均在船艦內，而不在海水面上。圖1為進行台灣海域到南海的宇宙中子環境背景偵測航行路徑，自1993年12月到1995年12月間，由台灣左營港(22°42' N, 120°10' E)開始，經巴士海峽及呂宋海峽，通過呂宋島旁的中沙群島民主礁，再繞經南沙群島鄭和群礁錨泊地(10°21' N, 114°21' E)後返航。全程航經全球海面宇宙中子強度最低的海域，包括台海及南海，橫跨地磁度0至15度北；垂直截止剛性值自17.5 GV至16 GV，則為全球最強之處。

線外5至20浬航行靠泊台中港(24°19' N, 120°29' E)測量港內旁靠碼頭(海水與陸地介面)的背景中子輻射。由台中港啓航航行到澎湖海域(23°33' N, 119°39' E)，並量測各離島海面的中子輻射；運星艦順著台澎水道抵達高雄港，停泊海關碼頭(22°36' N, 120°17' E)，進行長達17萬秒的計測以評估港內海陸交界環境中子輻射。由高港啓航經小琉球(22°21' N, 120°

23° E)航經鵝鑾鼻(21° 55' N, 120° 55' E)蘭嶼(22° 03' N, 121° 29' E)綠島(22° 22' N, 121° 28' E)台東成功港(23° 04' N, 121° 22' E)花蓮港(23° 59' N, 121° 23' E)及蘇澳港(24° 36' N, 121° 51' E)，最後回到基隆母港。

縱向同一經度的海面宇宙中子強度量測，稍早在1994年5月將偵檢器裝載於台電電光一號貨輪並置於甲板距水線7公尺處，從台電核能二廠明光碼頭(25° 12' N, 121° 40' E)往返蘭嶼核廢料專用港(22° 00' N, 121° 35' E)，度量南北向的海面宇宙中子強度。電光一號上的核低階廢料，中子釋出率遠小於 10^{-7} n/cm²s，不致干擾宇宙中子的度量。橫向同一緯度區的宇宙中子強度，則於1994年9月將偵檢器裝載於金門快輪並置於甲板距水線15公尺處，從高雄港登陸碼頭(22° 42' N, 120° 10' E)往返金門料羅港(24° 24' N, 118° 22' E)，度量台灣海峽當中的宇宙中子強度。上述所經過的海域，均是平日國民海上交通、近海及遠洋漁船作業之處，正可順道探求海面中子輻射對國民的影響。

由於FHT-751中子偵檢器置放於大海環繞的船艦甲板上，而甲板周圍均由高張力鋼板及枕木組成，自天而降的宇宙中子到達海面時，受到鋼板、枕木及大海的阻擋、減速、反射後，最終與中子偵檢器產生核反應。

全程海上宇宙中子量測時，船艦上的電源經過不斷電系統轉換，可得2000伏特穩定高壓供給防水處理袋套裝固定後的FHT-751中子偵檢器。航行中每12小時計測乙次，數據自動記錄於筆記型電腦內。每次計測的航程約等於航行60哩的平均中子劑量率；航力量測的位置，統由全球衛星定位儀標定。

四、結果

1.台灣海域至南海海面宇宙中子量測

南海至台灣海域的中子劑量值總共計有84個計測點，其中39個數據得於DDG上、23個數據得於LST上、22個數據得於WPF上。每艘船艦甲板上得到的數值，均規一化於左營港外海6哩處WPF艦上的 1.21 ± 0.16 nSv/h；此海域為各種船艦量測必經之處，所有規一化數據均繪於圖2內。從地磁零度(太平島)旁的鄭和群礁泊地量測得宇宙中子劑量率為 1.13 ± 0.12 nSv/h，地磁16度北(彭佳嶼近海)的海面中子劑量率為 1.22 ± 0.16 nSv/h。在0-16度磁北的大片海域內，宇宙中子場的變動不甚明顯，宇宙中子劑量率對地磁度的關係，理應愈北愈高。圖內數據的跳動高達28% (± 0.34 nSv/h)，主因是海上偵測時大氣壓的改變；7次的海上航行偵測中，氣壓由995百帕改變至1016百帕(pascal)，威信低氣壓使得大氣層變得更薄，會容許更多的宇宙中子由平流層穿透至海面。南海海象由萬里晴空至風雨交加，變化莫測，大氣壓變動範圍為 1005 ± 10 百帕，正等比於颱風中測得宇宙中子額外劑量率 $(2.17-0.54)$ nSv/h $\times (\pm 10/\pm 48)$ 百帕/百帕 = 0.34 nSv/h的誤差範圍。

2.海陸介面對宇宙中子強度的影響

為了評估相同地磁區宇宙中子在空氣、海洋、陸地各交界介面碰撞反應的差異，本研究也比較台灣地區的內陸、港口及海面的宇宙中子劑量率。這些數據表示於圖3中，陸地上數據是由距岸4-50公里的內陸海拔在100公尺以下的海岸平原測得，地點為恒春鎮、鳳山市、高市左營區、台南市、嘉義市、馬公市，平均的中子劑量率為 0.62 ± 0.03 nSv/h。台灣主要的11大港口碼頭海陸介面處，港口的平均值為 1.09 ± 0.12 nSv/h。而由環島近岸海面(地磁度11° N至16° N)在艦上甲板處量測宇宙中子劑量率，平均為 1.22 ± 0.06 nSv/h。內陸的劑量率是海面艦上的51%，而碼頭(海面及內陸的交界)是海面艦上的89%；明顯地泥土、岩石頭、岸沙比海水更會吸收宇宙中子。

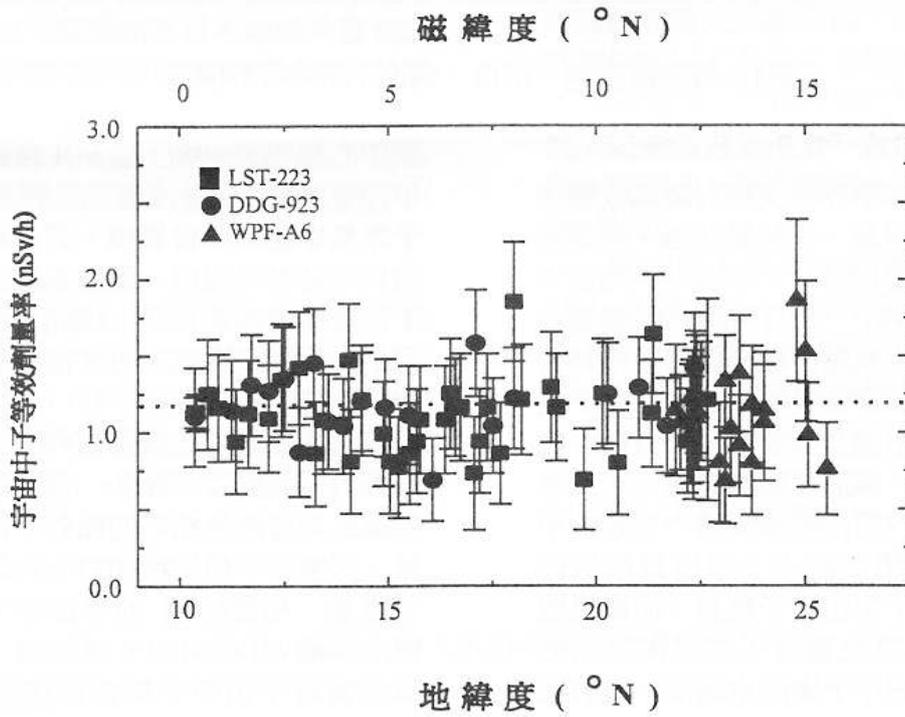


圖2 南海至台灣海域的海面宇宙中子劑量率，虛線為加權平均值

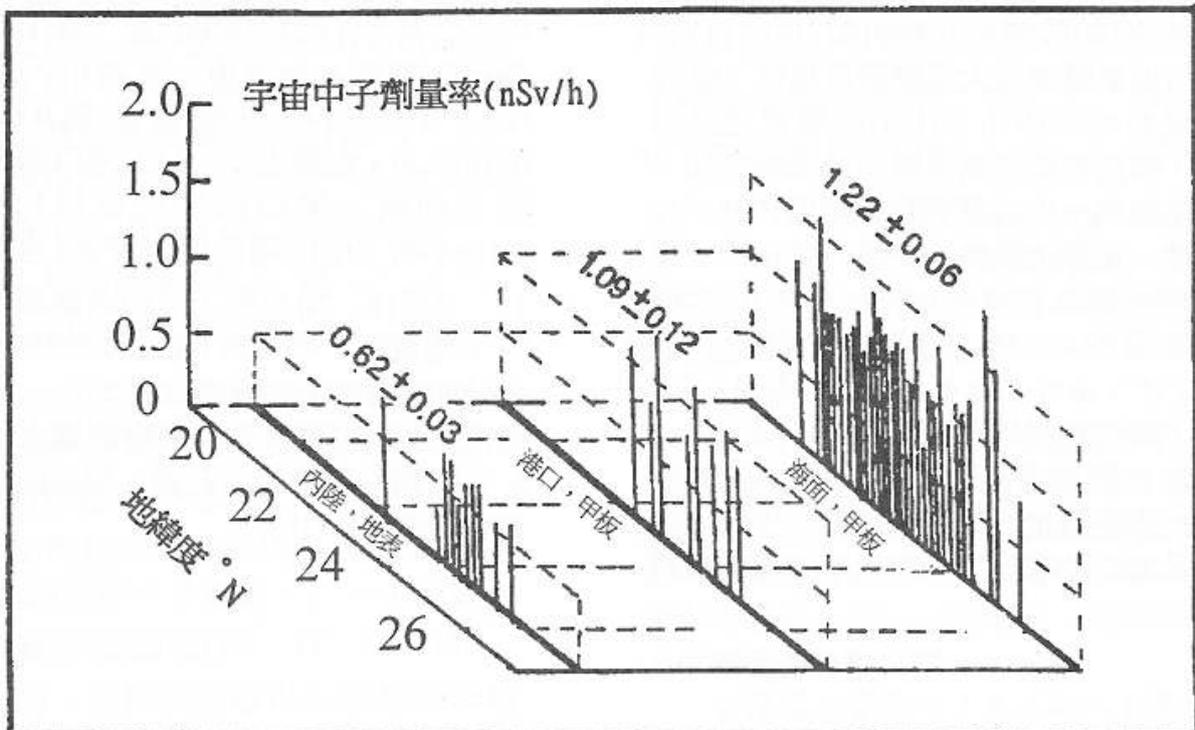


圖3台灣地區陸地、港口、海面上的中子劑量率

3.意外收穫

本研究為全球學界首次探討颱風改變宇宙中子場的現象，在無風狀態、晴朗無雲的颱風中心(眼)內，宇宙中子劑量率增至平常的4倍。主因為颱風眼範圍內氣壓偏低，大氣壓力驟減使得距地15公里高由平流層穿透至地表的宇宙中子受到較少空氣阻擋及吸收。另一方面，在颱風眼外圍，螺旋狀雲層廣達六百萬立方公里，雲內豐沛的水氣為一良好的中子減速體，將高能中子減速為較低能量，也增加了宇宙中子劑量。而颱風圈內持續的強風及暴雨，則提供負面效果，致使入射中子遭雨水遞減、散射及吸收，宇宙中子劑量率因而稍有降低。

本研究雖全程追蹤監測得到賀伯颱風侵台時宇宙中子劑量率的變化，但是賀伯並不是歷年來最強烈的颱風；依據海軍氣象中心1996年的報導，過去10年計有282個颱風於西太平洋中形成，33個曾登陸侵襲過台灣，紀錄上最低的颱風中心氣壓為895百帕，其34節的暴風半徑寬達430公里。颱風入侵時宇宙中子劑量率遠高於背景值，賀伯颱風中觀測到的結果可視為一個典型造成宇宙中子劑量率增加的實例。因此，必須重新評估異常氣象導致所有其他輻射量劇變對國民健康的影響。

因颱風累積造成的額外中子劑量，三天內一共為 $72 \pm 8 \text{ nSv}$ ；假設每一侵台的颱風均會產生相等的額外宇宙中子劑量，那麼每年粗估增加 230 nSv 的額外中子劑量，相當於5%的宇宙中子年背景值($0.54 \text{ nSv/h} \times 24 \text{ h/d} \times 365 \text{ d/y}$)。故由颱風來襲時宇宙中子劑量陡增的健康效應，將暫可以忽略不計；但從基礎研究的觀點看，仍不得不詳察。特別是颱風來襲期間雨交加中，宇宙加馬射線及輻射落塵量是否增加，因電力中斷，在台灣地區尚無人完整量測過，這些增減都是個未知數。

4.海面中子劑量率

15公斤重的FHT-751中子偵檢系統，不僅可攜帶至野外現場進行地表及機載空中量測，更可使載於中華民國海軍戰艦上進行為期兩年的連續宇宙中子背景輻射監測。雖然南沙太平島位於地磁赤道上，有最強的垂直截止剛性值，更具有最弱的宇宙中子輻射，但因位於水氣含量多、溼度改變大的熱帶海洋上，海面上水氣含量也會改變宇宙中子的強度。由1993至1995年進行7次海面中子量測時，中子偵檢器均置於戰艦距水線約8公尺的上甲板，也是水氣影響量測最小之處，這是選擇宇宙中子偵檢器放於上甲

板而不置於較低的主甲板或更高的駕駛台作為量測中子劑量率的主因。

南海海平面的宇宙中子劑量率平均值為 1.21 nSv/h ，遠小於UNSCEAR 1993年報告的 3.7 nSv/h ；聯合國的公佈數據，是從地磁24度北至26度北日本地區測得。由南海海面至日本本地磁角度差26度，本研究量測值與UNSCEAR 1993值比較後，UNSCEAR 1993值是本研究海面值的3倍，所以，兩者差別主要原因是磁緯度導致宇宙射線分布的差異所引起的。

後記

本文係摘自陳健懿同學的博士論文，筆者有幸擔任口試委員之一。於民國86年7月17日舉行口試後，獲得鍾堅教授的首肯，撰寫本文介紹我國宇宙射線的中子成分，補齊了我國環境偵測的數據。

▲ 國際原子能總署對放射診斷劑量與活度的建議值

(核研所保物組 葉善宏 劉春泰 蔡源順)

依據美國的統計，醫用輻射劑量佔所有人為輻射劑量的80% ~ 85%，因此，醫用輻射劑量的抑低，對減低民眾集體劑量具有關鍵性的效用。1994年國際原子能總署(International Atomic energy Agency, IAEA)出版的報告“International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources”，提出對放射診斷、核子醫學診斷的劑量和活度的建議值，值得國內各放射醫療診斷機構與主管機關參考。國際原子能總署於該報告中，特別說明這些建議值是由大規模放射診斷與核子醫學品質調查數據推導得到的。IAEA並建議放射診斷攝影和螢光透視設備、核醫設備之性能宜依照以下各表之分類來評估。符合這些建議值，不宜視為已具有最佳的性能。這些值只適用於一般成年病人，因此，實用上，應考慮病人的身材和年齡加以修正。

我國病人所接受的劑量是否符合IAEA的建議值，仍待評估。放射醫學的進步，促使人們不但追求影像之品質，亦要求劑量的合理抑低，未來也可能發展為對放射診斷病人劑量加以設限。

以下為IAEA的建議值

表1.一般成人病人放射診斷的劑量建議值

A.放射照相

檢 查 項 目	每次照相之入射點表面劑量 (毫戈雷)	
腰 椎	前 往 後 照	10
	側 照	30
	腰 骶 關 節	40
腹、靜脈尿路照相及膽囊照相	前 往 後 照	10
骨 盤	前 往 後 照	10
臀 部 關 節	前 往 後 照	10
胸 腔	後 往 前 照	0.4
	側 照	1.5
胸 椎	前 往 後 照	7
	側 照	20
牙 齒	齒根尖週圍	7
頭 顱	前 往 後 照	5
	後 往 前 照	5
	側 照	3

B.電腦斷層攝影

檢 查 項 目	多次掃描之平均劑量(毫戈雷)
頭	50
腰椎	35
腹	25

C.乳房攝影

每次照相的腺體平均劑量
1毫戈雷(無柵)
3毫戈雷(有柵)

D.螢光透視檢查

操作模式	入射點表面劑量率(毫戈雷/分)
正常(normal)	25
高階(high level)	100

表2.一般成年病人核子醫學診斷過程之活度建議值

檢 查 項 目	放射核種	化學成份	通常每次檢查之最大活度(MBq)
骨 骨成像	^{99m}Tc	phosphonate and	600

骨成像(SPECT)	^{99m}Tc	phosphate compounds	800
骨髓成像	^{99m}Tc	phosphonate and phosphonate compounds labeled colloid	400
腦			
腦成像(靜止)	^{99m}Tc	TcO_4^-	500
	^{99m}Tc	DTPA, gluconate and glucoheptonate	500
腦成像(SPECT)	^{99m}Tc	TcO_4^-	800
	^{99m}Tc	DTPA, gluconate and glucoheptonate	800
腦部血流	^{99m}Tc	exametazime in isotonic sodium chloride solution	500
	^{133}Xe	hexamethyl propylene amine oxime(HM-PAO)	400
腦池攝影	^{99m}Tc	amine oxime(HM-PAO)	500
	^{111}In	DTPA	40
淚腺			
排洩	^{99m}Tc	TcO_4	4
	^{99m}Tc	labeled colloid	4
甲狀腺			
甲狀腺成像	^{99m}Tc	TcO_4^-	200
	^{123}I	I^-	20
甲狀腺轉移	^{131}I	I^-	400
甲狀旁腺成像	^{201}Tl	Tl^+ , chloride	80
肺			
肺換氣成像	^{81m}Kr	gas	6000
	^{99m}Tc	DTPA-aerosol	80
肺換氣研究	^{133}Xe	gas	400
	^{127}Xe	gas	200
肺灌流成像	^{81m}Kr	aqueous solution	6000
	^{99m}Tc	human albumin(macro) aggregates or microspheres	100
肺靜脈成像	^{99m}Tc	human albumin (macro aggregates or microspheres)	200
肺靜脈研究	^{133m}Xe	isotonic chlorides solution	200
肺成像(SPECT)	^{99m}Tc	MAA	200

肝和脾臟			
肝和脾成像	^{99m}Tc	labeled colloid	80
功能性膽系統成像	^{99m}Tc	iminodiacetates and equivalent agent	150
脾成像	^{99m}Tc	labeled denaturated red blood cells	100
肝成像(SPECT)	^{99m}Tc	labeled colloid	200
心血管			
首次通過血流研究	^{99m}Tc	TcO_4^-	800
	^{99m}Tc	DTPA	800
	^{99m}Tc	MAG3	400
血液鬱血成像	^{99m}Tc	human albumin complex	40
心臟和心血管成像	^{99m}Tc	human albumin complex	800
(探針研究)	^{99m}Tc	labeled normal red blood cells	800
心肌成像	^{99m}Tc	phosphonate and	600
(探針研究)		phosphate compounds	
		isonitviles	300
心肌成像	^{99m}Tc	Tl^+ chloride	100
	^{201m}Tl	phosphonate and	800
心肌成像(SPECT)	^{99m}Tc	phosphate compounds	
	^{99m}Tc	isonitviles	600
胃、腸道			
胃/唾腺成像	^{99m}Tc	TcO_4^-	40
梅克耳氏憩室成像	^{99m}Tc	TcO_4^-	400
胃腸出血	^{99m}Tc	labeled colloid	400
	^{99m}Tc	labeled normal red blood cells	400
	^{99m}Tc	labeled colloid	40
食道傳送與回流	^{99m}Tc	non absorbable compounds	40
	^{99m}Tc	non absorbable compounds	12
胃出血	^{111}In	non absorbable compounds	12
	^{113m}In	non absorbable compounds	12
腎泌尿系統和腎上腺			
腎成像	^{99m}Tc	DMSA	160
腎成像/腎攝影	^{99m}Tc	DTPA, gluconate and clucoheptonate	350
	^{99m}Tc	MAG3	100
	^{123}I	O-iodohippurate	20

腎上腺成像	^{75}Se	selenorcholesterol	8
其他			
腫瘤或膿腫成像	^{67}Ga	citrate	300
	^{201}Tl	chloride	100
腫瘤成像	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	DMSA	400
神經外胚葉腫瘤	^{123}I	meta-iodo-benzyl guanidine(MIBG)	400
成像	^{131}I	MIBG	20
淋巴節成像	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	labeled colloid	80
膿腫成像	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	exametazine labeled white cells	400
	^{111}In	labeled white cells	20
血栓成像	^{111}In	labeled platelets	20

3. 接受治療之病人離開醫院時之最大活度

放射核種	活度(MBq)
^{131}I	1100*

*：某些國家認為400 MBq 較適當

▲ 清大研究用三萬居里鈷六十照射廠應用簡介
(清大原科中心 周鳳英)

本校原科中心同位素組三萬居里鈷六十輻射照射熱室，係依國內各研究單位使用鈷六十輻射之教學及研究需求建立，為結合校內外相關教授及研究人員的專長，以拓展國內原子能和平用途的發展領域，並進而提昇國內相關研究和技術的水準。此三萬居里鈷六十照射熱室於民國八十六年元旦起開始使用，在照射劑量率之準確性、照射物品接受劑量之均勻度及照射時之溫度、濕度控制上較國內現有其他具高強度射源、較低劑量率裝置之照射廠更能提供最完善之照射條件需求。熱室之射源包括29000 Ci及10000 Ci鈷六十射源各一支，可以分別或同時升起。射源之裝置為地上型，置於包封屏蔽容器中，照射時射源利用電動氣送系統頂出，並於設定之照射時間結束後自動歸回容器中。劑量率之調整係於熱室中距離射源之特定位置設置可調整距離之照射轉盤，利用距離調整以取得不同之輻射劑量率，並以照射轉盤之自轉使照射樣品接受均勻劑量。劑量率最高可達35kGy/h，最低為50Gy/h。熱室中具有空調系統，相對溫度為40%、溫度及臭氧含量與一般實驗室相同，熱室與操作區之間設置有鉛玻璃及機械手，熱室內並佈有反光鏡，故照射時由鉛玻璃處可以觀察熱室內之全景。照射進行中並可以機械手隨時對照射物做處理。

目前各研究單位至本組進行照射之研究項目包括：電子元件、高分子材料之輻射抗性測試、膠蛋白膜等生醫材料研發、馬鈴薯等根莖蔬菜育種、藥物輻射滅菌、微生物輻射抗性測試及蛋白質分子量測定等。本組正進行之研究包括乾燥健康食品之輻射滅菌、輻射玉石著色，目前已有數種玉石經輻射照射後色澤有明顯變化；配合玉石之小雕處理使寶石更美觀及多樣化以增進其經濟價值。在食品照射方面，正進行膠囊之輻射滅菌研究，現有市場上銷售之膠囊裝健康食品數量及種類相當多，其中膠囊及所包裝健康食品之無菌程度是決定食品之商品窗時間長短及食品是否“健康”的重要因素。

▲ 原子彈的落塵會造成死亡，但並沒有我們想像的那麼具有殺傷力

(輻協 游澄清譯)

廣島和長崎原子彈爆炸所得到的冷酷教訓中，有一個是關於醫學方面的課題：輻射按劑量殺傷人。高劑量的輻射會燒傷皮膚並且損壞小腸以及其他體內器官，造成快速而且可怕的

死亡。低劑量的輻射可能引發白血病和其他癌症，造成的死亡則緩慢很多。科學家從這些知識導出一些簡略的經驗法則，構成1945年以來所有核子安全準則的基礎，那就是：既使是最小的輻射曝露也是有害的，癌症及死亡率隨曝露量而增加。

但是，這種說法是否正確呢？最近，科學家聚集於美國首府華盛頓，以落塵醫學效應研究50年為名，召開研討會。會中出現一個非常令人吃驚的發現，那就是廣島和長崎倖存的九萬多人中，並沒有因癌症或其他輻射疾病而減少大量的人數。事實上，他們或多或少似乎比那些沒有受到輻射曝露的人還活得久。

那麼落塵是否可能對我們有益呢？大多數的科學家並沒有談到那麼遠。對於這些預期外的長壽，一個可能的解釋，是那些經歷原子彈爆炸而能從爆炸第一現場存活下來的人，他們身上可能具有一種抵抗疾病的本質，一直都在保護著他們。更可能的原因，就如一位輻射領域方面的權威專家，美國國家科學委員會的成員道波(E. Douple)所說：輻射並不如過去我們所認為的那麼有害。”大體而言，輻射是一個非常不具效力的致癌物。”在某一個非常低的劑量下，可能一點也不會造成傷害。

美國政府正密切追蹤此項發現，因為核能廢料的儲存、核能電廠的除役以及核子武器的收藏，其輻射安全標準的設定都與此有關。輻射曝露是安全或不安全，劑量分界點定在那裏，可能影響到幾百億美元的花費與否。

(摘譯自TIME, JUNE 23, 1997)

- 1.歡迎賜稿，稿件請寄新竹郵政2-33號信箱或電傳(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。