

赴美國參加非游離輻射對環境及人體健康 之影響計畫研習活動出國報告書

目錄·····	頁
壹、前言·····	二
貳、行程·····	三
參、研習活動紀要·····	四
一、北卡羅來納州·····	四
二、華盛頓特區·····	六
三、佛羅里達州·····	一〇
肆、研習心得與建議·····	一二
伍、附件·····	一四
陸、研習照片	

壹、前言

本案係依據奉行政院核定「中美環保技術合作協定第四號執行辦法」執行之一「非（屬原子能）游離輻射對人體健康與環境之影響」計畫辦理。

本中美計畫案已於九十年二月十二日至二月十四日，由美國環保署（USEPA）楊仁泰博士，與美國環保署及聯邦通訊委員會（FCC）參與非游離輻射議題研究之資深專家，組成工作小組至台灣參訪，並與我國專家學者於九十年二月十三日舉行研討會；會中針對此議題進行廣泛之討論，並達到學術交流之目的。

由於我國已於九十年一月十二日完成非游離輻射環境建議值之公告，未來本署勢必將因應此議題民眾所產生之疑慮，且須配合國際上之研究結果及法令訂定趨勢修訂此建議值，故藉由本次派員至美國環保署、北卡州整合系統公司（ILS）、美國國家環境衛生科學研究所（NIEHS）、美國聯邦通訊委員會、美國食品藥物管理局（FDA）及摩托羅拉公司（Motorola）等單位之總部或附屬非游離輻射實驗室研習活動，與美國非游離射研究領域資深科學家研習非游離輻射之研究現況，並收集目前國際上此議題之最新研究結果與管制方式，未來將可作為我國研修訂相關法規及推動非游離輻射相關業務時之參考。

貳、行程

日 期	地 點	工 作 內 容
九十年三月十七日（六）	台北	啟程
九十年三月十八日（日）	北卡羅來那州	抵達
九十年三月十九日（一）	北卡羅來那州	至北卡州美國環保署所屬實驗室研習與參訪。
九十年三月二十日（二）	北卡羅來那州	至美國國家環境衛生科學研究所（NIEHS）拜訪與至整合系統公司（ILS）參訪。
九十年三月二十一日（三）	北卡羅來那州－華盛頓 DC	行程
九十年三月二十二日（四）	華盛頓 DC	至美國環保署（USEPA）總署及輻射與室內空氣辦公室（ORI）參訪。
九十年三月二十三日（五）	華盛頓 DC	至美國聯邦通訊委員會（FCC）及食品藥物管理局（FDA）總部與相關實驗室研習及參訪。
九十年三月二十四日（六）	華盛頓 DC	收集資料
九十年三月二十五日（日）	華盛頓 DC－佛羅里達州	行程
九十年三月二十六日（一）	佛羅里達州	至美國摩托蘿拉總公司研習與參訪。
九十年三月二十七日（二）	佛羅里達州	至美國摩托蘿拉總公司研習與參訪。
九十年三月二十八日（三）	佛羅里達州	至美國摩托蘿拉實驗室研習與參訪。
九十年三月二十九日（四）	佛羅里達州	返程
九十年三月三十日（五）	台北	抵達

參、研習活動紀要

一、北卡羅來納州：

(一) 至北卡州美國環保署所屬 RTP(Research Triangle Park)實驗室研習與參訪：

拜訪環保署科研處的布蘭克曼博士 (Dr. Carl Blackman)，並至其實驗室實地參訪與研討；經由與布蘭克曼博士討論後得知，在 60HZ 的電磁場強度下，利用細胞中的含鈣量作為研究的基礎，他發現鈣的含量在一般電磁波情況下，沒有太大變化，但是在特殊的強度、特殊的地點，不同的周期的暴露率之下，可能對生物體會產生不同的影響。但目前這種現象還沒有一個確切的答案，也沒有合理的解釋。一些科學研究正在進行探討在這種暴露下可能發生負面的效應，可是在生物的實驗上還沒有一個固定的結果；所以根據他的實驗結果可分成下面幾點結論：第一點，有關電磁場對人體健康的影響程度依據目前結果尚不可斷然進行評斷；第二點，細胞對不同生物生化物理狀態的反應是不一致的，故必須以實際實驗的暴露情況才能作出確實的鑑定；第三點，動物實驗僅可以作為暴露實驗的參考。有關美國環保署 RTP 實驗室組織圖如附件一所示，實際實驗步驟如附件二、三所示。

(二) 至北卡州整合系統公司 (ILS) 研習與參訪：

由環保署科研處的布蘭克曼博士陪同至整合系統公司拜訪虎克博士 (Dr. Graham J. Hook) 並至其實驗事實地參訪與了解實驗進行現況與

研究結果。虎克博士主要致力於進行無線電科技對細胞毒性之研究計畫（Wireless Technology Research WTR），依據虎克博士於討論時所提供之資料顯示，無線電作用於以沙門桿菌（Salmonella）及大腸桿菌（E.coli）等作為研究對象時，目前所得知之結論為——無線電並不會造成此類物種之突變（mutation）或染色體之病變（chromosome aberration）及多倍化（polyploid），有關上述結論請參見附件四。

（三）至北卡州美國國家環境衛生科學研究所（NIEHS）拜訪：

藉由拜訪 NIEHS 組織內相關人員所提供之資料所得建議如下：相關研究建議大家應避免暴露於非游離輻射之環境下，並應擴大對民衆的宣傳，讓民衆了解科學領域裏已知和未知的情況，相關資訊可從 NIEHS 電力電磁場的問答題（Questions and Answers about EMF）所設立之網站 www.niehs.nih.gov/emfrapid/home.htm 上獲得相關資訊獲得，此外，亦可電洽由美國國家職業安全健康協會 NIOSH（National Institute for Occupational Safety and Health）所設立之熱線尋求解答。

二、華盛頓 DC：

(一) 拜訪美國環保署 (USEPA) 總署及輻射與空氣辦公室 (Office of Radiation and Indoor Air)：

於美國環保署總署會議室舉行會議，與會人員包括美國環保署總署楊仁泰博士與研發辦公室 (Office of Research and Development) 馬高希博士 (Dr. Robert E. McGaughy) 及輻射與空氣辦公室愛德華博士 (Dr. Jon Edwards)。馬高希博士從事非游離輻射相關議題研究已逾三十年，於會議中建議台灣應該多參加國際性的電磁波 (EMF) 議題之相關會議，以獲得更多的知識，對於處理現有之爭議將可獲得更多的瞭解與背景知識，參加不同組織的會議，也可以增加對不同組織對電磁波標準不同態度之瞭解，以有利於未來台灣制定相關非游離輻射管制標準之參考依據；有關美國環保署研發辦公室之組織圖如附件五所示。

此外，輻射與空氣辦公室之愛德華博士針對非游離輻射於美國環保署之保護方式亦提出簡報及說明，目前非游離輻射之管制係屬空氣及輻射辦公室之輻射保護部門管轄，美國環保署空氣及輻射辦公室之組織圖如附件六所示；據愛德華博士簡報結果 (簡報資料如附件七) 顯示，目前美國環保署針對游離輻射有相關法規管制，然對於非游離輻射部分則上無任何法規或條文進行管制，相關非游離輻射設備之管轄分別是：大哥大基地台之設置及通訊器材之管轄單位為美國聯邦通訊委員會 (FCC)，醫院醫療設施及安全系統檢查等相關設備之管轄單位為美國食品藥物管理局 (FDA)。美國環保署正研擬將非游離

輻射計畫納入游離輻射保護計畫中。

目前美國環保署對非游離輻射所施行之策略及政策僅限於進行科學研究、政策分析與資訊交流等項目，短期內美國環保署針對此議題將著重於教育大眾及提供充分之資訊，例如對大眾解釋，目前非游離輻射對人體健康之影響，迄今仍未有確切之研究成果，並構築相關網頁供民眾查詢，及持續進行相關研究以期得到更確定之結果，並將加強對社會大眾之教育，以減輕民眾對非游離輻射可能造成傷害之恐慌與疑慮，並教育民眾使其具有判斷媒體報導真偽之能力。

(二) 至美國聯邦通訊委員會 (FCC) 總部與相關實驗室研習及參訪：

於美國聯邦通訊委員會總部及其實驗室舉行會議及參訪；美國聯邦通訊委員會總部位於華盛頓 DC，其實驗室則位於馬里蘭州哥倫比亞區內，兩地相隔車程約一小時。

於美國聯邦通訊委員會總部會議時，據 FCC 克里夫蘭博士 (Dr. Robert F. Cleveland) 及馬丁波利博士 (Dr. Edwin Mantiplay) 表示，目前美國所有相關非游離輻射如廣播電台等相關通訊設施之設置，皆必須符合 1996 年美國聯邦通訊委員會設定非軍用電臺的射輻 (RF) 標準，所有民用設施之設置必須向 FCC 申請執照，FCC 將於針對該設施實際量測，且於測值合乎射輻標準後核發使用執照。此標準是以 1986 國家輻射防護及量測委員會 (NCRP) 及 1992 年電機電子工程協會 (IEEE) 公佈之標準為基準。美國環保署亦同

意 FCC 的標準，可以保護人體健康，此項 FCC 公佈的規章可在聯想法規第 47 集、第一部、1307 部分中查獲，美國聯邦通訊委員會亦將本冊聯想法規贈送本署參考。

美國聯邦通訊委員會針對非游離輻射設置如下之網址供全球民眾查詢

www.fcc.gov/oet/rfsafety，民眾亦可透過熱線電話：1-202-418-2464 查詢；其餘於美國境內有關手機及無線電通訊器材之生產，亦必須符合 FCC 公佈的 SAR（比吸收率）的標準，FCC 公佈的 SAR 標準是根據 IEEE 及 NCRP 的放射標準制定，其規定手機之 SAR，係為每克身體組織的輻射量平均為 1.6W/kg。

於馬里蘭州哥倫比亞區美國聯邦通訊委員會實驗室會議時，由其實驗室主任尼可斯（Kenneth R. Nichols, Chief）進行簡報（簡報資料如附件八），目前該實驗室主要分為三大部門：一、設備認證；二、量測及校正；三、技術研發；該實驗室於 1941 年始於此處設立，從事技術性研究之目的主要係為建立新的管制政策；該實驗室除有相當完整之儀器設備外，針對射輻暴露量 SAR 值亦使用人體模型及模擬體液進行實驗，以檢測手機等相關電子產品對人體健康之實際影響。

(三) 至美國聯邦食品藥物管理局 (FDA) 總部與相關實驗室研習及參訪：

美國聯邦食品藥物管理局 (FDA) 總部與相關實驗室皆位於華盛頓 DC，FDA 主要係針對食品及藥物與相關醫療設備進行管制，如微波爐電磁波之標準設定、醫院相關醫療設備如輪椅等與手機輻射之關係探討，與有關機場及相關大樓之電子安全檢查相關設施之檢測等與標準之訂定亦由該單位負責，據與 FDA 歐溫博士 (Dr. Russell D. Owen) 及班森博士 (Dr. Howard I. Bassen) 討論結果，目前於美國境內約有一億又八百萬民眾使用無線電話，每天更增加四萬六千名新使用者，有關手機輻射對人類健康之影響尚無定論，雖然某些使用轉殖基因之老鼠 (transgenic mice) 進行實驗所得之結果顯示，當其暴露於手機射輻照射下，產生淋巴病變之比例比未暴露於射輻照射者之兩倍，但仍無法直接判定其與人體健康有直接之關係。為解開此謎題，因此 FDA 正朝以下述方向努力以尋求解答：

- 1 於實驗室內進行針對 RF 刺激酵素活性實驗，並利用試管內 (in vitro) 及試管外活體試驗 (in vivo) 進行相互比較。
- 2 與通訊業者及網際網路相關組織研議開發一合作研發與通訊協定 (Cooperative Research and Development Agreement CRADA)。
- 3 參與世界衛生組織 (WHO) 國際非游離輻射研究計畫。
- 4 參加相關準則研擬與開發團體，如 ICNIRP, IEEE SCC-28 及 SCC-34。

5 參與有關射輻研究之跨聯邦組織。

FDA 實驗室中主要進行電子安檢相關設備之檢測，於無響室中檢測非游離輻射相關設備所發出之電磁波對輪椅及心電圖等相關儀器之影響。

三、佛羅里達州：至美國摩托蘿拉總公司及實驗室研習與參訪

美國摩托蘿拉總公司及實驗室皆位於佛羅里達州勞德岱堡室，本次主要拜訪對象包括愛德華博士（Dr. Joe A Elder）、周重光博士（Dr. C. K. Chou）、史魏克博士（Dr. Mays L. Swicord）及摩托蘿拉公司創辦人波然諾博士（Dr. Quirino Bolzono）；其實驗室中除針對手機之發射強度等進行檢測外，亦利用老鼠進行活體實驗及人體模型與模擬體液偵測人體對手機射頻 SAR 之影響，此部份實驗於 FCC 與 FDA 實驗室中皆可見相似之實驗儀器設備。

於拜訪上述相關博士所得非游離輻射電磁波對生物之效應，結論如下：

- （一）在實驗室中，動物在高量 RF（射輻）輻射下之死亡率，係由熱效應造成。此乃因 RF 輻射造成生命不能承受的體溫極限。這在 5.7W/kg，1.5-4.0 小時的室溫下，由實驗毛猴、鼠及狗而獲得上述結論。
- （二）對生物效應的影響，以瓦/公斤（W/kg）表示之比吸收率（SAR, Specific Absorption Rate）比以能量強度毫瓦/平方公分（mW/cm²）者為優。

(三) 當周邊濕度較高時，SAR 的影響相對降低，對熱效應有影響的因素為：濕度、氣流等環境因素，皆對生物反應有影響。

(四) 在沒有熱效應時，RF 射輻對生命週期沒有顯著的負面效應。

(五) RF 射輻與癌症發生率沒有明顯關係。

上述博士亦提供如下之相關網址，可供國內人士查詢相關訊息時參考，

(一) www.mmfaai.org

(二) www.fda.gov/cdrh/ocd/mobilephone.html/

(三) www.fda.gov/cdrh/phones

(四) www.radio.fer.hr

(五) ww.fgf.de

(六) www.icnirp.de

(七) www.nrp.org.uk/backinfo.htm

(八) www.iegmp.org.uk

(九) www.who.int/peh-emf

肆、研習心得及建議：

近年來由於大哥大基地台之設置非常普遍，手機使用率大幅提高，有關非游離輻射對人體健康之影響議題亦逐漸受到重視，亦因對此議題之了解不清楚，故受報章雜誌之報導影響甚鉅，疑慮亦相當深遠。其實，要了解電磁輻射對人體之影響，必須就其頻率、強度等方面加以探討。其實一般所謂之輻射，可分為游離輻射及非游離輻射兩種，游離輻射指的是高於紫外線之輻射波，如X光、核子反應中所釋放之 α 、 β 、 γ 等射線，此游離輻射已被證實對身體有不良之影響，內含易造成細胞病變等致癌因素；而非游離輻射則指的是頻率再可見光以下之電磁波，電磁波對人體之效應可分為熱效應與非熱效應，熱效應會使組織昇溫，非熱效應則不會，但或許會與某些細胞生物效應有關。至於非游離輻射之民生應用，更是與民眾息息相關，成為不可或缺的一部份；例如在醫學界上使用之雷射應用，在工業上使用之工業切割、電腦視訊傳送、行動電話通訊及電力輸送設備等均為非游離輻射之使用範圍。近年來，有關非游離輻射的生物效應已逐漸被學術界廣加研究與探討，聯合國與許多先進國家亦紛紛著手訂定許多使用標準與相關管制法令與規範，以確保人們的健康。

目前世界上大部分之國家皆是以聯合國世界衛生組織（WHO）所認定之ICNIRP,1998之標準為其主要規範建議值；本署於九十年一月十二日公告之「我國非游離輻射環境建議值」亦是採用此標準作為我國之標準。

此次拜訪所得最大之感想為，非游離輻射對環境及人體健康之影響這個領域就像是一片大拼圖，每個研究人員或科學家就像是在完成一塊塊拼圖的成員，當此拼圖完成後，才能看出全幅成品之完整模樣，也才能解開這個謎題。

這個領域之研究正在世界上各個角落進行著，許許多多研究人員正兢兢業業的想將此謎題解開。綜觀國際上目前之研究成果，初步獲致之結論為：國際上近一、二十年絕大部分之研究結果，並無明顯之證據顯示，長期或短期暴露於電磁輻射的環境下，會與某些特定生物效應（如腫瘤）有直接關係。未來我們亦將持續留意本議題之國際研究成果與發展趨勢，以隨時修正我國已公告之建議值，並與世界潮流接軌。