

出國報告（出國類別：考察）

非游離輻射參訪計畫（美國加州）  
出國報告書

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：薦任技士謝仁碩

派赴國家：美國

出國期間：99年8月30日至9月4日

報告日期：99年11月30日

## 摘要

有鑑於近年來我國民眾對於非游離輻射(以下簡稱電磁場)議題極為關切，為了解國際間對於電磁場議題的處理模式及經驗，特藉本次訪美考察機會蒐集美國相關單位之最新資訊。其中美國對於極低頻電磁場長期對民眾生活之影響情形、適當之空間距離限制規範、電磁場管理計畫及預防機制方案等項目，皆有多年之研究經驗，本次考察行程深入蒐集瞭解美方電磁場的研究進展及相關問題處理經驗，並將此次參訪計畫所蒐集之相關資料，提供做為我國制定相關電磁場管理機制及政策措施的參考依據。

# 非游離輻射參訪計畫（美國加州）

## 目錄

壹、 目的

貳、 行程

參、 參訪紀要

肆、 參訪心得與建議

伍、 附錄

## 壹、目的

藉由本次參訪行程，來了解美國加州電力研究機構、州政府相關單位及相關學者對於極低頻電磁場長期對民眾生活之影響情形、適當之空間距離限制規範及電磁場管理計畫等管理實務。

另藉此機會與加州政府及專家學者接觸，深入蒐集瞭解美方非游離輻射的研究進展、相關問題處理經驗及蒐集電磁波健康效應之最新科學資料，以找尋可能適用台灣之美國現行政策、制定標準、適用台灣之最佳管理實務。

## 貳、行程

活動日期	活動內容	活動地點
99年8月30日	啓程/抵達美國	加州舊金山
99年8月31日	拜訪美國加州大學洛杉磯分校公衛系（UCLA School of Public Health）教授 Prof. Leeka Kheifets。並針對非游離輻射相關流行病學議題請益，討論議題包含極低頻磁場和孩童健康之關係。	加州舊金山
99年9月1日	前往 Palo Alto 拜會電力研究機構（Electric Power Research Institute；EPRI），拜訪電磁場流行病學研究經理 Dr. Gabor Mezei，針對電磁場和射頻對健康影響的議題進行交流。	加州舊金山

99年9月2日	拜會美國加州公共衛生部環境及職業疾病管理局部門主管 Dr. Rick Kreutzer (California Department of Public Health, Division of Environmental and Occupational Disease Control ; CDPH- DEODC), 就加州電磁場計畫和其健康效應交換意見。	加州舊金山
99年9月3日	返程	加州舊金山
99年9月4日	抵台	台灣

## 參、參訪紀要

電磁場與民眾日常生活習習相關，白話來說人所生存的環境中無時無刻皆充斥著各類型的電磁場，所以不可能有所謂的無電磁場的環境存在，而由於部份媒體針對電磁場所作的相關報導都是偏負面的新聞，這也間接造成民眾對電磁場第一個印象就是不好的，依據世界衛生組織的相關報告指出，世界上所有事物都有一定程度的風險，而現今的科學尚無法證明一樣完全無風險的事物，爰此，電磁場並沒有如此的可怕，真正可怕的是未瞭解真實現象而產生的恐懼，故我們對於這個無所不在的隱形鄰居「電磁場」，應該要積極主動的面對它、了解它、接受它並享受它所帶來的便利並與之共存共榮。

美國對於電磁場議題已進行相當多年的研究，尤其極低頻電磁場研究更投入大規模的人力及經費，然經過多年的研究仍沒有找出其與人體健康間之科學證據，所以至今美國聯邦政府仍沒有針對極低頻電磁場制定相關管制規範，但相對的也無法證明其絕對無風險，所以相關研究工作仍持續進行中，雖然美國聯邦沒有制定極低頻電磁場的規範，但部份州政府在考量為預防民眾可能遭受用電設施所產生之安全風險(如高壓電塔倒塌或電纜線斷裂等)，由各州自行制定相關空間距離限制的規範，其主要目地可能並不是針對電磁場，但適當的距離規範確實對於電

磁場的降低也達到一定的防護效果(電磁場強度與距離成反比)。

美國加州人口眾多(近 4000 萬人),在電磁場議題上加州政府相較其它州來的更為關切,為提供民眾更正確的電磁場資訊,並提供州政府研訂相關電磁場政策參考依據,美國加州公共事業委員會(California Public Utility Commission, CPUC )爰於 1993 年決議成立加州電磁場計畫(California EMF Program),並要求加州衛生部協助控管相關計畫的執行,該計畫並已於 2003 年完成結束。

有鑑於美國加州針對電磁場議題已有相當多年的執行經驗,本署爰藉本次考察行程深入蒐集瞭解美方電磁場的研究進展及相關問題處理經驗,並將此次參訪計畫所蒐集之相關資料,提供做為我國制定相關電磁場管理機制及政策措施的參考依據。本次考察行程拜訪了美國知名電磁場流行病學的專家、電力研究機構以及加州衛生部門等單位,並分別從學術、業界以及政府部門領域來瞭解美國如何面對處理電磁場議題,茲就本次拜訪之單位(人員)進行簡短介紹:

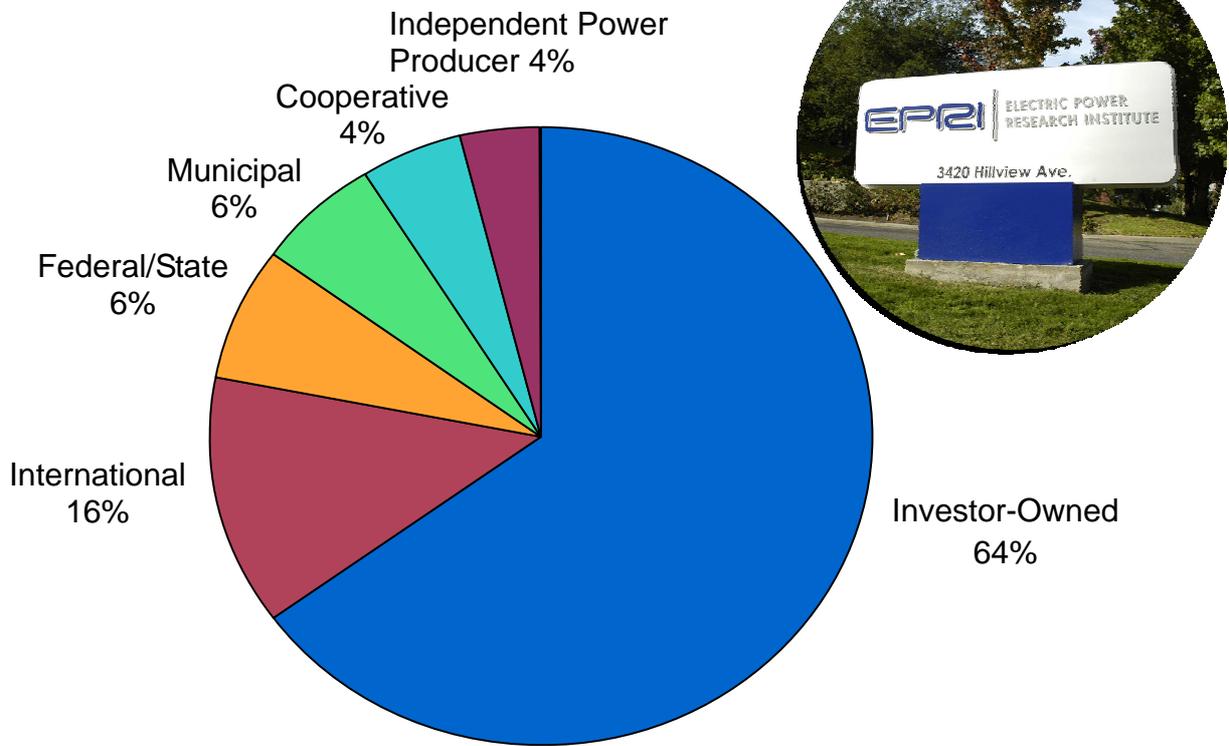
#### 一、Prof. Leeka Kheifets :

Kheifets 教授,她是 UCLA 公衛學院的流行病學教授,並在史丹佛大學醫學院任教,她曾在世界衛生組織(WHO)主持輻射研究計畫,此外並負責主導評估電磁場暴露所造成健康效應的工作小組,並於國際非游離輻射防護委員會(ICNIRP)中擔任流行病學委員會之委員,她也是多個國際組織的委員(如 IEEE、美國國家輻射防護及量測委員會、瑞典輻射防護署等單位),Kheifets 教授在環境及職業流行病學領域學有專精並於各國國際期刊發表眾多的論文及著作。她的研究領域包括癌症、心血管及神經疾病之流行病學研究,並研究風險評估及政策制訂之方法學。

#### 二、EPRI(Electric Power Research Institute) :

電力研究機構(EPRI)成立於 1973 年,主要針對電力工業領域進行相關研發工作,研究領域跨及核能發電、電力傳輸與電力市場、各類新興發電技術、相關電力環境保護議題等,其中相關電磁場議題係含括於環境保護項下,EPRI 採會員制度,全世界有超過 42 個國家的 150 個組織、1000 多個機構參與,在美國有近 90%的電力公司加入會員,其資金來源主要

來自投資者、相關國際機構及學術研究單位等（如下圖所示），但 EPRI 的研究工作是獨立的，並不受到相關單位的干擾及影響，EPRI 也會將相關研究成果提供給會員參考。



圖一 EPRI 資金來源統計圖

### 三、CDPH-DEODC(California Department of Public Health, Division of Environmental and Occupational Disease Control)：

美國加州針對電磁場涉及相關人體健康之事項，係由加州公共衛生部環境及職業疾病管制局負責相關的研究及管理，此外，美國加州公共事業委員會為就相關電磁場議題提供民眾正確資訊，爰於 1993 年決議成立加州電磁場計畫，並指定由加州公共衛生部



負責監督計畫的執行。

而本次參訪之主題大致可分為五大部份：

- 一、現今電磁場議題（極低頻及高頻）的場流行病學研究現況？
- 二、加州電磁場計畫執行現況？
- 三、對於制定相關電磁波預警值、預警措施的看法？
- 四、電磁場敏感症相關研究的可信度，是否有進一步研究之必要？
- 五、對於 BioInitiative REPORT 內容的評論？認為其內容可視為科學研究嗎？可歸屬於哪方面的參考價值？

以下分就上述五部份進行說明：

#### 一、 現今電磁場議題（極低頻及高頻）的場流行病學研究現況？

##### （一）極低頻電磁場(Extremely Low Frequency, ELF)：

Prof. Leeka Kheifets 表示美國針對電磁場流行病學研究主要以極低頻為主，高頻部分的研究相對較少，僅針對高頻對成人腦瘤部分有進行一些流行病學研究，而歐洲之研究重點則偏重於高頻對腦瘤之探討，包含相關動物實驗。依據現今相關研究成果顯示，在極低頻電磁場部分，僅小兒白血病有相對較高之風險傾向，但截至目前相關極低頻電磁場與小兒白血病之研究成果，仍未能證明其相關性，且小兒白血病是一種罕見的疾病，所以相關研究的統計數據數量都不多，爰此，國際癌症研究署(International Agency for Research on Cancer, IARC)於 2002 年將極低頻電磁場對兒童白血病之相關歸類為 2B 等級 (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>)，也就是流行病學證據有限，且動物實驗證據有限或不足，其亦與咖啡及汽油引擎廢氣同一等級（IARC 人類致癌因子分類表如表一），至於極低頻電磁場與其他癌症的關聯性則更為薄弱。所以現今美國聯邦政府針對極低頻電磁場並沒有制訂相關管制標準，但部分州政府有自行訂定規範(如暴露建議值及空間距離限制)，例如在美國針對線路配線在相關建築規範中是有考量適當距離的限制(地下 5 至 6 英尺)，但此距離限制主要是考量配線安全並不是針對電磁場問題所規範的，而一般民眾比較不喜歡輸配電線路採用地下化，所以在美國一般的輸配電線路都是採用高架

方式設置。

表一 IARC 人類致癌因子分類表

歸類級別	歸類說明	因子範例
1 級 確定為致癌因子	流行病學證據充分。	石棉、芥子氣、菸草（吸或嚼）、 $\gamma$ 射線、檳榔等 107 種。
2A 級 極有可能為致癌因子	流行病學證據有限或不足，但動物實驗證據充分。	柴油引擎廢氣、太陽燈、紫外線輻射、福馬林、高溫油炸澱粉(炸薯條)等 58 種。
2B 級 可能為致癌因子	流行病學證據有限或不足，且動物實驗證據有限或不足。	咖啡、苯乙烯、汽油引擎廢氣、電焊煙霧、極低頻電磁場對兒童白血病等 249 種。
3 級 無法歸類為致癌因子	流行病學證據不足，且動物實驗證據亦不足或無法歸類入其他類別。	極低頻電磁場對兒童白血病以外疾病、甲苯、氨比西林(盤尼西林之一種)、次氯酸鹽等 512 種。
4 級 極有可能為非致癌因子	人類及動物均欠缺致癌性或流行病學證據不足，且動物致癌性欠缺。	己內醯胺（製作尼龍之中間原料）1 種。

此外，Kheifets 教授表示所有的物質其實都有其風險存在，以現今的科學很難證明所謂的絕對無害(虛無假設、Non-Hypothesis)，所以我們並無法以絕對的論述來說明是否有風險，這是科學議題，這也是為什麼世界衛生組織在闡述相關文件時，並沒有使用絕對論述來作說明。

Kheifets 教授指出 WHO 第 322 號文件中採用 3 至 4 毫高斯 (mG) 的基準來說明小兒白血病風險程度，主要是引述相關統計研究報告中所採用之數據來闡述小兒白血病與極低頻電磁場之風險關聯，而前述相關研究所採用之電磁場背景條件剛好是 3 至 4 毫高斯，而之前提過 ELF 與小兒白血病之致癌等級只有 2B，且小兒白血病屬於罕見疾病，相關統計資料相對較少，所以 WHO 第 322 號文件中所說明之數值，只是在敘述統計分析的情形，並不是要說明 ELF 確實增加小兒白血病的風險程度，Kheifets 教授表示很多人都直接擷取 WHO 文件內容中之片段文字進行擴大解釋，這也造成一般大眾的誤解與恐慌，所以特別進行澄清說明。

EPRI 自 90 年代即長期研究電力電磁輻射的影響評估，研究項目包含健康影響如兒童白血病、流產、神經退化症以及職業暴露影響、動物行為影響等暴露

評估，結果皆無證據顯示與極低頻電磁場有關聯，另 EPRI 在 1993 年曾經針對鄰近高壓電塔之家庭進行極低頻電磁場量測工作，依據該次量測分析結果顯示，鄰近高壓電塔之家庭中所暴露之電磁場主要來源並不是高壓電塔所貢獻的，而居家內相關設施及配線不當所產生的。而由於電力供應系統、輸送的原理及技術並沒有改變，所以十多年前的量測研究成果並不會因為時代的變化而有所變動，所以 EPRI 後續並沒有再針對此議題進行相關量工作。

此外為了解極低頻電磁場長期暴露對民眾生活環境及健康的影響情形，EPRI 正著手進行一跨國性的大型流行病學研究計畫(小兒白血病與居家鄰近變電設施之研究)，該計畫選擇建築物中緊臨(上、下、左、右)變電箱之住家做為研究對象，主要係因緊鄰變電箱之住家其所受極低頻電磁場暴露量相對較大，如圖二所示，量測地點分別選擇緊鄰之住架以及其他樓層之住家進行量測，並結合癌症資料進行流行病學研究。



圖二 EPRI 小兒白血病與居家鄰近變電設施研究量測點

另 EPRI 亦曾就如何防護電磁場進行相關研究，針對既設變電所由於電力電纜與設備搬運或改裝相當困難，若有必要降低週遭磁場時，建議使用屏蔽架構

方式，若要有較好的屏蔽效果，屏蔽架構的大小相對於磁場源電纜排列面要越大越好，且屏蔽架構要盡量靠近磁場源，或盡量靠近欲屏蔽之民宅，若磁場源範圍較大且距離民宅較遠時，基於成本與效果的考量，使用屏蔽架構來降低磁場並不適當，另由於鋁板、矽鋼片、超低碳鋼、Amumetal 四種屏蔽材料對於磁場的屏蔽效果差別並不大，因此基於經濟與屏蔽效果的考量，屏蔽材料應選用較易取得的導電材料「鋁板」及導磁材料「矽鋼片」，若屏蔽架構施工的環境許可，鋁板接縫應以氬焊連接，在氬焊施工有困難之處，應使用雙層鋁板以磚型堆疊排列，但必須要完整隔絕，不能有空隙或裂痕。若是使用於戶外如電纜涵道的屏蔽時，建議施工前可於屏蔽金屬板表面塗上適量的防水膠，以達到防銹之目的。

## (二) 高頻電磁場 (Radio Frequency, RF) :

Prof. Leeka Kheifets 表示美國在高頻電磁場部份，係由美國聯邦通信委員會 (Federal Communications Commission, FCC) 負責，FCC 近年來持續針對高頻部分進行相關基礎研究，FCC 並針對高頻電磁場制定暴露限值，該標準比 ICNIRP 之標準寬鬆一些。此外，近年來由於美國陸續有相關手機基地台的法律訴訟案件，所以近來美國亦開始針對手機電磁波議題進行相關流行病學的研究。

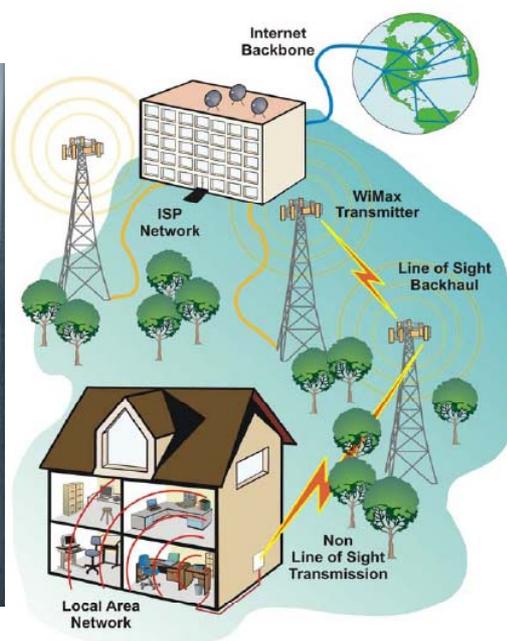
現今使用最為頻繁之手機及其基地台，其發射頻率屬於高頻(RF)，但由於手機廣泛使用之時間僅約 10 多年不超過 15 年，而相關癌症產生之機轉通常需要 15 年以上，這也是為什麼現今手機基地台所產生之高頻電磁波對人體影響之相關研究仍無顯著結果，但也有一些研究結果顯示手機電磁波對腦瘤有較高的風險，而 ICNIRP 於最近已完成手機與腦瘤之流行病學回顧工作，IARC 預計於 2011 年或 2012 年針對高頻電磁場與癌症之關聯性進行分類，後續世界衛生組織也將發表更進一步的論述資訊。

此外，近年來最大型之國際性(結合 13 國研究團隊)研究 Interphone，係針對手機對人體腦瘤之影響進行大規模研究，並於 2010 年 5 月份發表成果，依據該研究顯示對於一般大眾正常使用手機條件下，並沒證據顯示會有負面影響之

風險增加，但對於重度手機使用者（一天使用 12 小時以上且持續使用多年的條件下），才有增加風險之情形，但實際上一般人不可能有上述的使用習慣。爰此，由於現今仍欠缺長期手機使用的研究資料(15 年以上)，故 Interphone 建議仍需繼續進行長期性資料蒐集研究。

另外，針對手機對人體之影響一般認為可能對小孩的影響會較成年人為大，所以國際間現正有兩個大計畫正針對手機對小孩之健康影響進行相關研究，其中一個是由丹麥、挪威、瑞典及紐西蘭所組成之 CEFALO 研究計畫（An International Case-Control Study of Brain Tumors in Children and Adolescents and Mobile Phone Use），另一個是由英國所進行之 MOBIL-KIDS 研究計畫，上述兩計畫預定於未來兩年內會有相關成果發表。

以往 EPRI 研究的重點是放在極低頻電磁場上，但近年來美國加州為減少人工抄電錶所產生之相關人事開銷，並加速電子化，爰開始推行無線電錶(Smart Meter)，由於無線電錶並不經由線路傳輸資料(如圖三)，而是採高頻無線技術傳送資料，所以部分民眾開始質疑無線電錶所產生之電磁波是否會對居家生活產生影響。此外，電力業者考量基地台設置地點及設置成本等因素，近年來與電力業者合作，將手機基地台設置於高壓電塔上(如圖四)，所以電力業者於維修高壓電塔時，可能會近距離接觸基地台發射設施，故 EPRI 近年來開始針對高頻電磁場進行相關研究，以化解民眾之相關疑慮。



圖三 無線電錶示意圖(Smart Meter)



圖四 高壓電塔與行動電話基地台共構圖

綜合來說，有關極低頻及高頻電磁場短期效應，截至目前為止相關參訪單位皆不認為與人體健康有關聯性，然長期效應部分相關研究資訊仍有限，現在國際間正進行三、四十年電磁場長期暴露與各種疾病關聯性的研究中，故美方建議仍需繼續進行相關研究以協助民眾釐清電磁場長期的影響情形。

## 二、 加州電磁場計畫執行現況？

加州電磁場計畫係於 1993 年由加州公共事業委員會（California Public Utility Commission, CPUC）決議成立的，其經費來源由加州相關民營電力公司共同出資 700 萬美元，並由 CPUC 指定加州公共衛生部負責監督計畫的執行，並邀請相關利益團體(包括關心此一議題的公民、電力工人工會、公用事實公司以及各公眾利益團體)派代表組成顧問小組參與並提供相關建議，由利益相關者請求衛生部以特定方式從事風險評估，以便



幫助在不確定實際狀況的情形下制訂相關政策，此外，由不涉及利益衝突或對電磁場問題沒有特定偏見的科學家組成一個科學諮詢小組，對風險評估提出相關意見。該計畫主要進行電力輸送系統、學校暴露防範措施與健康效應風險評估管理及相關電磁場知識推廣活動。

依據該計畫針對電磁場政策分析所進行的相關研究顯示，在採取何種非自願環境暴露限制措施上，利益相關者主要採用四種不同的政策架構運作：

(一) 功利主義(utilitarian)架構：

主張以最低成本，造福最大多數人的最大利益，該架構認為風險管理應符合成本效益，經濟學家和政府決策單位通常採取此種架構，但功利主義模式若執行不當也會帶來負面的效果。

(二) 社會正義(social justice)架構：

主張不惜成本保護弱勢群體，針對電磁場議題認為應當「在證明無罪前假定有罪」，社區民眾通常採用此種架構，他們認為即使僅有少數懷疑存在的微小風險，但由於該風險違反了一小群人的利益，也應當制定代價很高的避免暴露政策。

(三) 實證主義(virtual-certainty-required)架構：

部份民眾則主張要求完全查證問題之後再採取措施，針對電磁場議題認為應當「在被證明有罪前假定無罪」。

(四) 自由主義(non-interventionist)架構：

主張採用自願的非管制方法排除環境風險，鼓吹行動自由者會要求知的權力，但是反對政府干預個人自由，認為應採自願的個人保護措施。

依據加州電磁場計畫針對前述政策所進行的分析，其中「社會正義」、「自由主義」和「實證主義」架構的採取基準是比較簡單的強制性原則，所以該計畫並不沒有再深入進行探討。由於政府單位針對相關政策是否執行，因涉及現實預算經費因素，故實際上是必須考量成本問題的，所以該計畫針對「功利主義」架構部份進行較多的探討。

舉例來說，加州針對電力公司電纜線所可能產生之健康危害問題，嘗試透過

功利主義架構進行成本分析，他們發現與其耗費高額經費在改善社區電力輸送系統，不如以高價收購居民所使用的老舊電毯並回贈暴露量較小的產品或羽毛棉被，這樣的方案不但可達到完全相同的效果而且僅需極低的成本支出，然實際上社區居民完無法接受此種政策，由於政府機關所採行之專業成本分析策略相當複雜，在實際執行上很難與民眾進行溝通並達成共識，結果反變成「民眾抗爭社區電纜線電塔，政府反以羽毛毯回應」的奇特新聞題材，反而引發更大的爭議。

由於截至目前為止，相關科學及流行病學研究仍尚未證實電磁場與人體健康之間的相關性，故現今國際間仍有大量的研究正進行中，在獲得更多證據及資訊前，加州電磁場計畫建議先採取適當的措施來協助大眾化解對於相關電磁場所可能產生之健康影響疑慮，所謂適當的措施係指「無成本和低成本策略」(no and low cost avoidance)，也就是在合理的改善成本下採取可行適切之改善措施，藉以減緩電磁場暴露的程度。美國加州公用事業管理委員會在考量民意需求以及針對相關可能產生潛在性之未確定風險，在相關科學事實能證明前，CPUC 指示民營的電力公司在興建或更新相關輸電和配電線路等相關設施，需要遵循「無成本和低成本」的避免電磁場政策，並允許電力公司在總成本 4%的範圍內採取適當合理之抑低措施來減輕電磁場暴露風險，但前提是相關的抑低措施必須是成本可行的，並且至少要能減少 15%的暴露強度才符合規定。其中 no-cost 策略必須套用在所有的公共建設上，而 low-cost 策略則必須優先套用在學校、安養中心、醫院、住宅等建設上。

此外，CPUC 還要求加州各電力公司每年在某一個月的電費帳單中須提供關於電磁場研究的最新資訊，並且向用戶提供免費的電磁場測量服務。

美國加州教育部因應電磁場計畫針對學校暴露防範所進行之相關研究建議，制定了高壓電纜線及地下電纜之空間距離限制建議指引 (Power Line Setback Exemption Guidance, California Department of Education, May 2006.)，該指引建議新設置之學校於選址時應與高壓電纜線及地下電纜保持一定之距離，該空間距離建議指引之制定基礎並不是考量電磁場所產生可能之生物效應影響，而是考量電磁場隨距離增加衰減至背景值所需之距離。

在美國加州也有一些新設高壓電線路改道的案例，如圖五所示，因為新設置高壓電線之路線將經過既有學校周界，經過當地民眾提出訴訟，電力公司爰考量「無成本和低成本」的策略，在經費條件許可下選擇避開學校區域進行路線改道做為防護措施。當然美國各地也還是有相關抗議高壓變電所設置及高壓電塔設置的情形(如圖六所示)，但美國政府的立場是非常明確的，為保障民眾使用穩定電力的需求，在科學尚未證實電磁場之影響前並不會因為抗議而變更相關設置計畫或工程。

#### Klein School 345 kV Litigation- Reroute



圖五 美國高壓電纜線改道案例



圖六 美國抗議高壓電塔案例



圖六 美國抗議高壓電塔案例

綜合來說，依據加州電磁場計畫的研究說明，由於電力無所不在，僅管風險評估顯示絕大多數個人不會受到電磁場影響，如果在學校中或電力輸送系統附近地區和住宅中要採取強制性的避免措施，是可能引起民眾的擔憂及恐慌，而擔憂本身也會影響健康，所以該計畫建議應針對並改變電器、商業、公共建築、電力傳輸和工作環境中相關電磁場設計的標準，也就是從源頭進行管制。

此外，該計畫亦指出，依據以往的經驗，只要對個人沒有益處，並且屬於非自願暴露，即使風險很小，人們總是會採取儘量安全以免將來後悔的態度，但是，如果對消除暴露要付出代價或忍受暴露是有好處的人們常常願意承受風險，而不會太急於解決問題，因此，該計畫指出，有必要向大眾提供資訊，使利益相關者針對如何處理電磁場暴露問題達成一致的共識。

該計畫至 2003 年結束，結束後相關人員亦陸續退休，加州衛生部表示由於電磁場研究結果並不會隨時間而有所變化，故電磁場議題並無急迫性，自 2003 年至今並沒有再執行相關計畫，此外，加州之所以沒有再執行電磁場相關計畫，一部份的原因係加州於 2000 年底開始出現電力供應危機，供電問題已較其他議題更為民眾所關切，另加州預算赤字逐年惡化導致相關經費被排擠，所以電磁場議題已被其他議題所取代。

### 三、 對於制定相關電磁波預警值、預警措施的看法？

Kheifets 教授指出所謂的預警原則是一種風險管理的政策措施，主要係就一些具有高度科學上不確定性、且在科學研究還沒有結論前的情境，在保護民眾免於遭受可能嚴重影響安全的風險前提下，設定一個預防的措施提醒民眾注意。歐洲議會曾針對極低頻或高頻電磁場議題是否適用預警原則進行討論，結論是不贊同將電磁場套用在預警原則上，其主要原因是至今科學上電磁場對人體的影響仍未證實，故僅需採用 ICNIRP 所制定之暴露限值，就已經足夠有效保護民眾安全，所以並不贊同以預警原則來隨意降低 ICNIRP 之標準或制定相關較嚴格之預警值，這是完全沒有科學依據的。此外依據過往經驗，如義大利係因為政治考量才制定預警值，而且在採用預警原則制定預警值後，民眾反而對電磁場更為恐慌，認為電磁場一定有嚴重之影響才需要預警，所以制定電磁場預警值後不但沒有達到預警的效果，反而產生更多的恐慌，也造成相當多不必要的改善投資經費支出，對於整體國家的發展並無好處。

Kheifets 教授更進一步表示，若真的要依據預警原則針對電磁場議題採取相關管制時，教授建議不要針對數值（環境建議值）去作調降（預警值），Kheifets 教授表示可參考世界衛生組織相關文件中所提到之預防措施，並建議採用聰明的預警措施(Smart Precautionary)進行相關預防性的防護，政府單位或許可以提出一些建議減低暴露的方法或方式提供民眾參考，若民眾認為有需要則可自行參考使用。此外，如美國加州政府所推行之「無成本和低成本策略」(no and low cost avoidance)，也就是在合理的改善成本下採取可行適切之改善措施，來減緩電磁場暴露的程度，加州教育部針對新設立之學校，在經費許可條件下，可以使用總經費之 4%來進行相關抑低措施，也是一種同時考量經濟可行性的預防措施。

EPRI 則認為依據現行 ICNIRP 及 IEEE 所提出之電磁場暴露建議值，係以科學研究為基礎並同時考量避免危害人體健康因素，擇對人體健康產生效應之電磁場暴露量再乘以 1/50 的安全係數作為制定該建議值的依據，所以該暴露建議值已經足夠保護民眾安全，並不需要額外再制定預警值或相關預警措施，此外，法國政府近年亦針對是否制定預警值進行研擬，然預警值尚在討論階段法國民眾就

已經恐慌起來，故截至目前法國也未制定相關預警值，所以 EPRI 對於是否應就電磁場制定預警值及預警措施係持反對立場。

EPRI 另表示，美國電信業者近年來爲了減緩手機基地台對環境景觀的影響，以及降低基地台對民眾視覺的衝擊，電信業者開始採取相關親民的預防措施；「手機基地台進行美化工程」（如圖七），藉由將週遭環境特色納入基地台型式之設計中，讓基地台融入環境中來改變民眾對基地台刻板醜陋的印象，並可減緩基地台所造成的負面心理影響，故透過適當的環境設計裝扮措施，即可達到另類的預防成效。



圖七 美國基地台美化示意圖

加州衛生部指出，以往美國民眾都非常相信科學證據，凡是都以科學為依歸，但近幾年來美國民眾的自主意識逐漸抬頭，對於相關議題已不再如以往只單方面以科學論述為唯一的抉擇依據，民眾開始多方面思考問題。舉個例子，如現今美國最流行的選秀節目 American Idol，幾年前選秀節目的決賽名次都是由製作單位所邀請的專業評審委員來票選決定，但曾幾何時，現在只有初選部分還是由專業評審來淘汰，至於最後的決賽現在都是由民眾自己票選決定。所以在美國加州民眾抗議電磁波的現象其實跟台灣一樣，差別只在於台灣人口密度太高，所以相關問題的複雜度相對較為嚴重，在加州面對民眾抗議事件，也都是透過溝通方式來解決相關問題，所以電磁波問題除了溝通還是溝通，雖然電磁波議題在某種程度來說，已經不僅屬於科學層面的議題，部分民眾深信電磁波有害的立場已經到達哲學甚至神學的層面，但是政府單位還是必須秉持維護大多數民眾福祉的立場來處理相關問題。

#### 四、 電磁場敏感症相關研究的可信度，是否有進一步研究之必要？

Kheifets 教授表示，由於現今國際間針對電磁場敏感症所進行之相關研究，是針對短期暴露所產生之影響進行相關分析探討，依據研究成果顯示，電磁場並無證據顯示會對人產生相關敏感症狀，且現在相關研究所了解之電磁場敏感症之相關症狀，其實與其他所謂之化學性過敏症狀較為相似，此外，相關電磁場敏感症之研究，仍存在太多的實驗限制(Bias Limit)，故依據相關研究成果判斷，電磁場敏感症應可歸類為精神層面的問題，所以 Kheifets 教授並不建議台灣環保署再針對電磁場敏感症議題繼續做相關研究。

然由於自稱有電磁場敏感症狀之民眾，他們確實有身體上之相關病痛症狀存在，所以政府單位仍需予以妥善處理，但不應侷限在電磁波議題上，並由衛生主管機關協助這些民眾針對生理及心理層面進行全面的診斷，以有效解決民眾所面臨之病痛問題。

EPRI 認為電磁場敏感症並沒有明確的醫學診斷指標，也沒有科學證據顯示電磁場暴露會產生相關電磁場敏感症狀，而且所謂的電磁場敏感症狀也因人而

異，並無特定一致的症狀，所以電磁場敏感症並不屬於特定醫學診斷症狀，應該算是一個單一的醫學問題，但不論如何，自稱有電磁場敏感症的民眾確實是有相關生理或心理上的症狀，所以政府機關應該提供適當的醫療諮詢或心理諮商，來協助民眾解決病痛。

此外，加州衛生部指出，所謂電磁場敏感症的相關症狀（如起紅疹、刺痛、燒灼感等），並沒有特殊性(non-specific symptoms)，且其症狀與化學敏感症之症狀一樣，所以加州衛生部認為電磁場敏感症不是一醫學上的診斷，僅是單一醫學上的問題，此外，依據美國衛生單位的研究調查，美國加州約有 14%的民眾有化學敏感症狀，所以加州衛生部認為化學敏感症的議題更為重要，但自稱有電磁場敏感症的民眾，確實其身心上有所病痛，加州衛生部認為醫療體系仍需給予適當的協助，但並不應以電磁場做為診斷的依循。

## 五、 對於 **BioInitiative REPORT** 內容的評論？認為其內容可視為科學研究嗎？可歸屬於哪方面的參考價值？

Kheifets 教授指出 BioInitiative Report 是由加州一家顧問公司負責人邀集特定的學者組成一團隊，並針對電磁波議題進行文獻回顧與論述，雖然該團隊中有一些不錯的學者參予，但由於這份文件所闡述之相關議題是屬於較為極端之文獻回顧與論述，且該文件並未經過國際公認之相關公正學術機構或期刊完整的審驗程序，所以該份文件並不適合作為政府單位制定相關標準之參考準則，如果台灣有需要參考國際相關文獻，在 2010 年 5 月份由十多個國家共同研究發表之 Interphone 文件則是很好的參考資料。

此外 EPRI 認為 BioInitiative Report 並不是一份國際公認的參考資料，並不適合政府單位拿來作為制定相關電磁場管制措施的參考依據，加州衛生部則不予置評。

**BioInitiative Report:**  
A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for  
Electromagnetic Fields (ELF and RF)



If you have questions or comments regarding this site, please contact:  
[info@bioinitiative.org](mailto:info@bioinitiative.org)  
© 2006 - 2007 BioInitiative Report / All Rights Reserved  
This site last updated September 8, 2007.

## 肆、參訪心得與建議

- 一、 本次赴美國加州針對電磁場議題進行考察，期間分別從學者角度、業界研究領域及政府機關等三種面向，來了解美國對於電磁場議題的看法，美國對於電磁場議題認為應該以科學研究為基礎進行相關政策研擬，然由於截至目前相關科學研究結果仍無法證明電磁場與人體健康間之相關性，所以美國聯邦政府並沒有針對極低頻電磁場制定相關管制標準。但加州政府針對電磁場議題所採取的立場相對更為積極，他們參採世界衛生組織所建議的預防措施精神，提出「無成本和低成本策略」(no and low cost avoidance)，並請相關電力設施工程應提撥一定經費進行電磁場抑低工作，此種作法是值得我國效法。
- 二、 此外，本署並藉由此次考察機會，以簡報方式就我國如何面對及處理電磁場議題與美方進行交流（簡報資料如附錄），美方對於我國處理電磁場議題之相關措施表示贊同，另美方對於我國將實際電磁場監測資料結合地理資訊系統建置非游離輻射查詢系統並放置於本署網站上提供民眾查詢服務乙項印象深刻，並表示將研擬參採我國經驗。
- 三、 至於如何與民眾溝通電磁場議題，美方認為事先的溝通與教育是很重要的，讓民眾對於電磁場有正確之認識，相關政府單位應持續提供民眾正確的電磁場資訊，並經由教育管道建立正確的電磁場觀念，防杜未然是上上策，當抗議發生後再進行相關風險溝通通常效果都極為有限。而本署在國內非游離輻射的管制上，多年來持續辦理非游離輻射監測及宣導工作，而今非游離輻射的議題已受到社會大眾的重視與關切，為有效提升非游離輻射相關管理成效，降低民眾對非游離輻射的不安感，故仍有必要持續辦理相關非游離輻射管理及監測工作，並建立與民眾溝通之服務管道。
- 四、 由於以往國際間針對電磁場議題所進行之相關研究大多侷限於短期暴露，近年來國際間已朝向電磁場長期暴露影響部分進行深入研究，故美方建議我國可朝向電磁場長期影響進行相關研究，其中第一步可先搜集

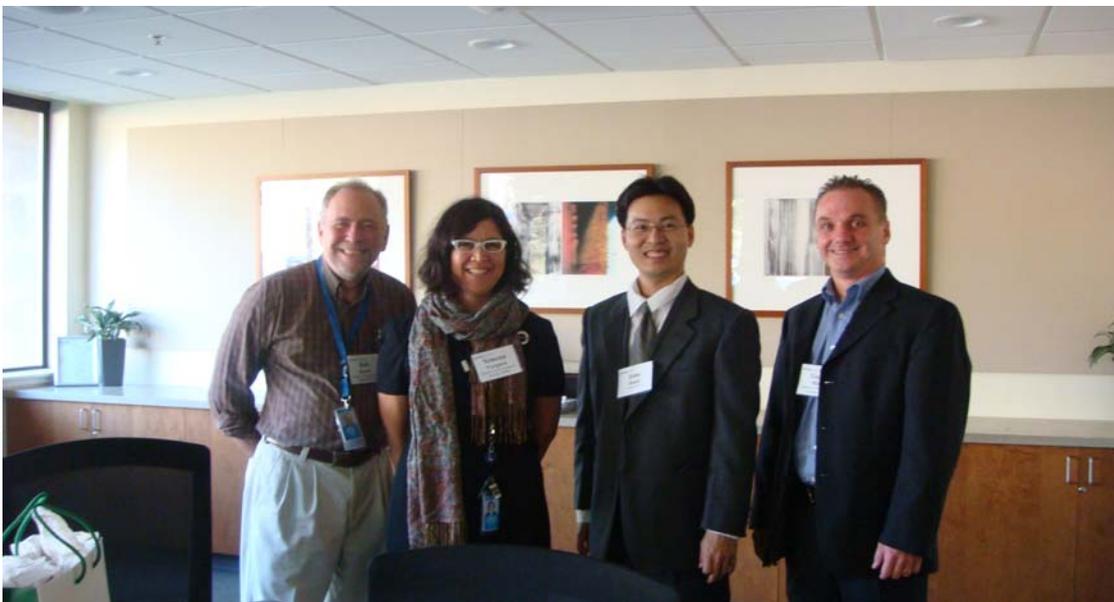
監測本土之長期電磁場暴露現況，再將相關長期量測分析資料提供衛生單位進行相關深入之流行病學研究，以期了解台灣地區電磁場長期分布影響情形。

- 五、 美國加州近年來開始針對基地台進行美化工程，藉由將基地台融入週遭環境中減少基地台所產生之視覺衝擊影響，此種採取降低環境衝擊的作法亦值得我國做為借鏡。
- 六、 雖然截至目前相關國際研究結果仍未證實電磁場與人體健康之關聯，但世界衛生組織仍建議各國應持續進行相關研究，故此次美國參訪行程，美方亦建議我國應持續蒐集最新國際相關資訊及研究成果，以作為本署政策擬定之參考方向，並將相關訊息提供民眾了解，未來若有相關交流議題美方亦會聯繫本署加強互動交流，以利瞭解國際上非游離輻射相關研究之發展。

## 伍、附錄



與 Prof. Leeka Kheifets 合影



與 EPRI 電磁場研究團隊合影



與加州公共衛生部環境及職業疾病管制局負責電磁場業務相關人員合影



與加州公共衛生部環境及職業疾病管制局電磁場部門主管 Dr. Rick Kreutzer 合影

