

出國報告（出國類別：專題研究）

英國「電磁波風險溝通公私協力合作 典範」之研究

服務機關： 國家通訊傳播委員會

姓名職稱： 王瑞琦 科長

派赴國家： 英國

出國期間： 102/06/14～102/09/13

報告日期： 102/12/01

摘要

數位匯流新時代隨著智慧型手機與平版電腦的普及悄悄來臨了，而數位匯流最重要的基礎建設是穩定且優質的無線寬頻基礎網路，以達成跨平台、跨地域、行動中隨時隨地接取通訊服務之需求。因此，加速第四代行動寬頻（以下簡稱 4G）頻譜的開放，以普遍建設能支援大頻寬、遠距離及高速移動需求的 4G 基地臺或接取點，已刻不容緩。基於此，NCC 已經在本(102)年 10 月底完成競拍，順利決定了新一代的電信經營者，因此預估明年起大量 4G 基地臺建設，勢將在全省各地如火如荼進行。然而歷年來，大量既有的基地臺已在全省各地密集矗立，一般國民經由媒體的負面報導產生「基地臺電磁波影響健康」之「鄰避情結」(NIMBY, Not In My Back Yard)現象，其影響程度勢將隨著更多的 4G 基地臺建設而日益嚴重。因此如何能有效化解民眾關於電磁波之疑慮，以化解建設阻礙，實攸關我國無線寬頻政策之長遠發展。

本研究主要目的即在於學習英國如何在經由國家通訊管理局(Ofcom)、電信業者協會(MOA)及英國公共衛生署 (PHE)透過學術界作健康影響研究等公私機構協力合作，有效化解基地臺鄰避情節的作為。本研究發現 1.英國國家通訊管理局的「基地臺資訊查詢系統」於網際網路設站以提供透明的基地臺設立地址、各種重要資訊給予民眾參考，能有效的祛除民眾未知恐慌心理；2.英國電信業者協會能主動參與社區風險溝通，並對於基地臺之建設提供專業諮詢報告，對於國家整體通訊政策有重要影響力；3.英國公共衛生署與世界衛生組織密切合作，爭取經費主辦或贊助學術界做出客觀的研究、實驗以確切數據提出基地臺電磁波及手機長期使用之健康風險評估報告與建議，有效消弭民眾健康疑慮。4.英國整體社會文化深度與民眾的高教育水平，使漫無根據之謠言、報導等不致形成擴散效應；而因歷史傳統孕育的尊重古蹟、重視市容的文化本質，亦使得基地臺的建設自然地考量美化、融入景觀，降低視覺衝擊，隨之抱怨亦消弭於無形。

（本專題研究承蒙 石主委及 蕭處長推薦；林專員、周專員協助及林總經理、Dr. Rowley 之引介得以成行，謹此致謝！）

目次

壹、 目的.....	8
一、 基地臺鄰避歷史.....	8
二、 無線寬頻服務需求日殷.....	9
三、 研究動機與目的.....	10
貳、 過程.....	12
一、 「手機與健康」世代研究計畫（COSMOS）.....	12
(一)、 計畫緣由.....	12
(二)、 目前進度.....	14
(三)、 相關研究案：基地臺電磁波與早發性兒童癌症之關連研究.....	16
二、 GIS 電磁波功率密度評估模型（Geomorf）.....	18
(一)、 建立數學模型之需求與相關演變歷史.....	18
(二)、 Geomorf 模型原理與結構.....	20
(三)、 模型之實證應用及其限制.....	25
三、 Ofcom 提供之基地臺資訊查詢系統.....	27
(一)、 住家附近基地臺一目了然.....	27
(二)、 區域性查詢及視線內基地臺資訊查詢.....	29
(三)、 找出偽裝或美化後之基地臺.....	30
(四)、 符合規範邊界區之調查.....	32
(五)、 大型資料庫的公開.....	34
四、 電信業者協會在基地臺建設上之積極作為.....	36
(一)、 基地臺建站 10 項承諾.....	36
(二)、 積極與社區作風險溝通.....	37
(三)、 遵循「紅綠燈模式」評估建站適切性.....	39
(四)、 政策影響評估--供政策當局參考.....	41
參、 心得及建議.....	44
一、 公私部門均應設「專責風險溝通」單位與人員.....	46
二、 督責業者重視：電磁波議題攸關永續經營.....	47
(一)、 擔負風險溝通的主要責任.....	47
(二)、 防杜媒體之渲染效應.....	48
(三)、 在地深耕：積極社區參與及回饋.....	49
三、 徵收基金作電磁波風險溝通特定用途.....	49
四、 風險管理角色分工與跨部會整合.....	50
(一)、 環保署受理環境電磁波之量測.....	50
(二)、 衛生福利部加強健康風險溝通.....	51
(三)、 跨部會整合推動天線格柵、壁掛等美化政策.....	51

圖次

圖 1 COSMOS 研究計畫所建立之參加者之資料庫查詢介面	12
圖 2 英國的徵集人口分佈.....	15
圖 3 英國參加 COSMOS 長期追蹤的使用者年齡層分佈	15
圖 4 監測個人暴露電磁波量之簡單接收記錄儀器.....	19
圖 5 天線發射之電磁波場型圖。.....	22
圖 6 在 Oxon-Gloucesters, Banbury, Bowes 及 Cheltenham 四個地區所做實測值與模組 計算值之關連分佈	25
圖 7 Sitefinder 取得住家附近的基地臺資訊.....	28
圖 8 透過查詢系統發現租屋附近的基地臺設置位置.....	28
圖 9 海德公園西南邊基地臺分佈情況。.....	29
圖 10 目視可及之基地臺從 Sitefinder 查詢系統反查.....	30
圖 11 以手機找出附近隱藏基地臺之位置.....	31
圖 12 燈柱狀之路邊基地臺.....	31
圖 13 以 SmartPhone 走動量得的最大接收強度-51dBm.....	32
圖 14 倫敦塔橋附近街道旁基地臺，天線距離住家少於 15 公尺.....	33
圖 15 共站九支 GSM1800 及 WCDMA2100 天線 (80-120 W per antenna)總和 功率所產生之 compliance boundary。.....	33
圖 16 基地臺發射功率 500W，地面量得最大功率小於 10 萬分之 1 毫瓦。.....	34
圖 17 Sitefinder 網站提供的資料庫型態之電子檔格式.....	35
圖 18 「紅綠燈模式」評量表.....	40
圖 19 限縮暴露標準後，符合規範邊界擴展到 40 公尺，很多基地臺要拆除或降 低功率。.....	41
圖 20 墨爾本市區(左)與近郊(右)實施 500 公尺限制區之後，分別有 87.5%及 27.1%區域不能建基地臺。.....	42
圖 21 公私協力合作的努力及社會文化水平的保護.....	45
圖 22 倫敦市區燈柱型美化基地臺.....	52
圖 23 市區外牆天線附掛有諸多優點(倫敦)，最下圖為筆者 98 年哈佛受訓時所 攝(波士頓).....	54

壹、目的

一、 基地臺鄰避歷史

我國自 1990 年起便引進第一代行動通信系統，當時因為全國基地臺總數最多時僅有約 1,100 台，不但未遭受到鄰近住戶之抗爭，反而是一機難求之下，民眾競相爭取門號並且歡迎基地臺所帶來的信號涵蓋。但自從行動電話業務隨著通訊科技的推進，並於 1998 年由電信總局開放民營業者加入競爭以來，我國的行動電話普及率 4 年內已破百達到 106.15%，¹使我國成為行動電話成長與普及最快的國家之一。也因為如此之高的行動電話普及率以及 2005 年起第三代行動通信新業務的陸續開始營運，各地的基地臺建設數量如雨後春筍般不斷密集的成長，截至 2013 年 8 月第二、三代行動電話（不含 PHS、WBA）更已達 2,886 萬戶，全國的基地臺執照總數已經超過 4 萬張（不含 PHS、WiMax 站臺及 WiFi 熱點），站址約 2 萬處。

技術實務上，行動通信係屬雙向交談之性質，與廣播電視的單向無線電傳播不同，其基地臺須普遍設置於人口密集之區域，以利密集而頻繁的與手機相互傳輸無線電信號。由於基地臺發射之電磁波看不到、摸不著卻能穿透建築物之特性，在一般國民普遍對其相關知識認知不足下，容易由媒體的負面報導產生「基地臺影響健康」之負面印象，²甚至以訛傳訛指稱基地臺是致癌之元兇。此一對於基地臺產生「鄰避情結」(NIMBY, Not In My Back Yard)的現象，由 NCC 去(2012)年受理之相關人民陳情案幾乎達到千件可知其嚴重性。此一沉痾多年來雖經 NCC、環保署、國民健康局及電信業者等之努力，成效仍相當有限，其直接或間接引起之民怨、業者拆拆遷遷之費用及相關政府機關處理抗爭之行政成本實難以估計！

¹ 《交通部電信總局 91 年年報》，2003，p9。另依據 2009 年 11 月 NCC 官網資料，2009 年平均行動電話普及率是每百人有 116.1 戶，即普及率 116.1%。參閱 http://www.ncc.gov.tw/chinese/files/09122/1134_13356_091223_1.xls。

² 基地台抗爭新聞報導中宣稱居民健康受基地台威脅如罹癌、死亡、生病者佔 70%，正面報導僅佔 5.4%（王毓莉：2007/11/22，NCC 舉辦行動通信基地台的挑戰與因應研討會簡報）。

二、 無線寬頻服務需求日殷

另一方面，我國政府早已民國於 99 年通過「數位匯流發展方案(2010-2015 年)」，宣示國家未來的重要政策方向，迎向數位匯流新時代。而數位匯流最重要的基礎建設是穩定且優質的寬頻基礎網路，尤以無線寬頻網路更是數位匯流達成跨平台、跨地域、行動中隨時隨地接取服務之關鍵。因此，普遍建設能支援大頻寬、高速度和移動需求的 WiMAX(3.9G)或 LTE(4G)等寬頻基地臺或接取點，才能有效提升無線寬頻服務的涵蓋率，達到上述方案所訂「民國 104 年無線寬頻網路帳號數達 1,100 萬戶」之目標。

尤其這幾年，隨著全球的資訊、通訊、媒體漸漸匯流整合的新趨勢，使得無線與寬頻的需求有增無減外，自從蘋果公司 2007 年推出了第一代 iPhone 智慧型手機之後，短短數年間風起雲湧，除了造就了新一波電子產業的競爭榮景外，也帶動風潮形成今日人手一支智慧型手機的普遍現象。然而隨之而來的就是「隨時隨地」都需上網的殷切需求，在在突顯出目前的建設供給與 3G 通訊技術，相對於寬頻上網的數據需求早已捉襟見肘。

而國內因為大量使用者向業者及政府抱怨「無線上網龜速、落後各國」的聲音與壓力不斷之情況下，通訊主管機關國家通訊傳播委員會已於今年 10 月起開始正式啟動第 4 代行動通訊寬頻頻譜競標作業，並順利於 10 月底產生 6 家得標業者。依據通訊產業樂觀之預估，目前取得乾淨頻道之業者為能早日提供服務，以滿足國內眾多消費者對於寬頻上網殷殷期盼之需求，已宣稱最早於明年初起即將啟動建設計畫，順遂的話預計 103 年下半年起即能提供第 4 代行動通訊寬頻服務。爰此，一旦新進或既有業者取得籌設許可，縱然既有業者或許利用長期演進技術（LTE）而能利用現有第三代基地臺進行升級規劃，然而隨著寬頻上網的通訊新型態日益取代 2、3 代的語音通訊型態，既有的基地臺細胞分佈、涵蓋範圍勢必無法完全挪用，預估最近幾年 4G 基地臺之大量建設需求將無法避免，因此如何能有效化解民眾上揭關於基地臺電磁波之疑慮，以免阻礙無線寬頻通訊之建設發展，實刻不容緩。

三、 研究動機與目的

筆者在基地臺相關監理工作擔任主管多年，實務上親自處理過不少的民眾抗爭，周旋於多方利害關係人之協調事務上，並實際參與「基地臺設置管理辦法」之制定工作，在閱歷國內外此一相關議題之文獻後，發現英國的國家通訊管理局 (Ofcom)、英國電信業者協會(MOA)及英國公共衛生署 (PHE)三個公私機構在基地臺電磁波議題上之協力合作，例如通訊管理局的「基地臺資訊查詢系統」於網際網路設站以提供透明的基地臺設立地址、各種重要訊息給予民眾參考，祛除民眾未知的恐慌心理；英國電信業者協會對於行動網路之建設流程中提供專業諮詢協議，並積極主動參與社區溝通審查會議；英國公共衛生署聯合學術界與世界衛生組織密切合作，以客觀的實驗數據提出基地臺電磁波及手機長期使用之健康風險評估報告與建議，從而消弭民眾因健康風險產生之抵抗，使得無線通訊發展能順利地與時俱進之作為，頗值得推崇與仿效。

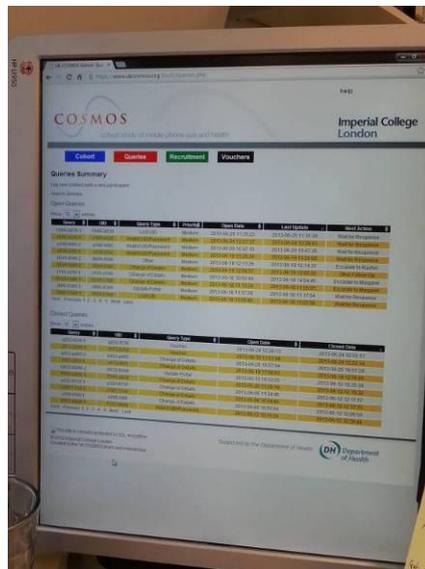
本研究承蒙倫敦帝國大學 (Imperial College London) 公共健康學院流行病及生物統計學系 MRC-HPA 環境與健康中心之資深講師 Mireille B. Toledano 博士之協助，透過她主持並刻正進行中的大型跨國研究案為窗口，希望實地了解與學習英國在此一議題之核心措施與關鍵作為，經過綜整歸納後，或許能提出適當之監理方向與政策建議，期能對於我國此一多年難解之鄰避現象之解決有所助益。

貳、過程

一、「手機與健康」世代研究計畫 (COSMOS)

(一)、計畫緣由

COSMOS (COhort Study of Mobile phOne uSe and health) 是由倫敦帝國大學公共健康學院流行病及生物統計學系-環境與健康中心所主導的一項有關於「手機之使用是否影響健康」之長期研究案，由該中心之資深講師 Mireille B. Toledano 博士所帶領的團隊預計徵集歐洲五個國家，大約 30 萬的手機使用者，作為期 20 至 30 年的長期追蹤。不論從這些志願參加研究的使用者定期或不定期的自行描述、紀錄自己的健康狀態，或是透過與醫院、健康保險機構之合作來取得該使用者之健康狀態、病歷等個人資料 (已事先徵詢同意)，這些數量龐大而且為期數十年之珍貴資料，將建立於該中心之大型資料庫裡 (樣本查詢介面如圖 1)，不但可以作為這一主題的統計研究對象，亦可供作其他相關流行病學或社會現象之研究追蹤基礎。



ID	Name	Description	Start Date	End Date	Status
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

圖 1 COSMOS 研究計畫所建立之參加者之資料庫查詢介面

英國之所以願意花費如此龐大的經費主導如此耗時的世代研究，起因於在 2000 年由英國 Independent Expert Group on Mobile Phones 所做的一份報告，也

就是通稱的「史都華報告」(Stewart report),³因為該報告對於當時社會上極為關注之議題:「有關於大量的基地臺、行動電話之使用,這些射頻設備所發射之電磁波是否影響人體健康?」有很不確定之疑慮,因此由政府主導開始探討一系列有關行動通訊電磁波與健康之研究計畫,稱為 Mobile Telecommunications and Health Research Programme (MTHR),其最新結論報告略謂:

“...短期(少於十年)暴露於手機電磁波與腦瘤、神經系統瘤之增加無關。然而,這之間仍有相當的不確定性,只能針對行動電話的使用者長期的、大量的追蹤調查研究來確認。”

同時,在世界衛生組織(the World Health Organization ,WHO)的有關「193號:電磁場與公共衛生:移動電話」的報告⁴裡亦有類似的建議:

“INTERPHONE 研究結果雖然沒能證明大腦腫瘤風險增加假設的成立,但移動電話使用增加、缺乏移動電話使用15年以上的數據說明,有必要進一步進行移動電話的使用與大腦腫瘤風險的研究,特別是近年來青少年使用移動電話大大普及,因而潛在接觸期會更長,世衛組織積極促進對這一人群的進一步研究,調查對兒童和青少年健康的潛在影響的幾項研究正在進行中。”

在2010年,WHO亦規劃了一個此相關議題的新的研究計畫期程,⁵這期程設定了有關射頻暴露的健康影響,包括手機電磁波之使用等相關的優先順序,而在流行病學研究這個面向,WHO確認了英國主導的這個COSMOS「手機與健康」世代研究計畫是這個領域裡正在進行中最重要的研究之一,且被列為需優先研究的項目,以便及早評估手機使用暴露的潛在長期影響。

基於上述兩個最主要的原因與建議,因此由英國執醫學研究界牛耳的倫敦

³ 於1999年成立之Independent Expert Group on Mobile Phones,係由William Stewart 爵士主持,主要成立目的係因應當時社會上關注因為大量的基地臺、行動電話之使用,這些射頻設備所發射之電磁波是否影響人體健康之議題,為了避免業界之經費資助而扭曲了研究之公正性,而由政府出資聘請獨立自主之各界專家組成,針對該議題作一系列研究並最終做出建議。

⁴ <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/index.html>

⁵ http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599948_eng.pdf

帝國大學⁶執行此一國際性大型研究計畫，再適切不過了。尤其主導此一計畫的該大學公共健康學院流行病及生物統計學系教授 Paul Elliott 博士及資深講師 Mireille B. Toledano 博士，之前都曾在此一領域與英國的公共健康部 PHE (Public Health of England) 合作過，對於相關的議題如基地臺附近電磁波密度量測模型、電磁波與兒童白血病等議題都有深入的研究及論文發表。此外，同樣的團隊也同步進行一個叫做 AIRWAVE Health Monitoring 的研究案，是針對英國警察、相關公務員所佩帶使用的專用無線電機系統作健康影響的長期追蹤世代研究(cohort of British police personnel and TETRA 【參考註 10】 phone use).

(二)、 目前進度

「手機與健康」世代研究計畫參加的國家包括法國、荷蘭、瑞典、丹麥及英國，目前已經徵足 290,000 的志願參加測試者，其中以英國將近 105,000 參加者為最多，其他包含瑞典 50,000 人，丹麥 30,000 人，荷蘭也已經徵集到 90,000 人而芬蘭則為 15,000 人。

從圖 2：英國的徵集人口分佈，也可以大約看出與都市、密集人口涵蓋區成正相關，例如屬英格蘭區域，大倫敦地區就是徵集密度最高的區域。

另外從圖 3，可以看出願意參加長期追蹤的年齡層最多集中在 55-64 歲之間，這倒是一個有趣的現象。依筆者個人之觀察，年紀稍長的英國人或許比較古道熱腸，認為參與有意義的研究並無傷大雅，況且這年齡層也更關切手機或基地臺電磁波的健康影響。而年輕人不太在意健康影響是其一，沒有耐性填問卷或定期登錄健康狀況或也是原因之一。不過，因為要徵集為數如此眾多的志願者參加，因此研究團隊設立有一定的誘因條件，例如提供 10 英鎊的折價券給參加者，⁷或許

⁶ 倫敦帝國理工學院附設之聖瑪莉醫院，為本次凱特王妃分娩小王子之地，黛安娜王妃也曾在這裡生下凱特的夫婿威廉和小叔哈利王子。

⁷ 2002 年為止，英國為了呼應史都華報告並響應 WHO 之研究建議，已花費了 7 百萬英鎊於行動電話與健康之議題之研究上，例如大型的 MTHR 計畫。電信業者協會 (MOA) 贊助的金額達一半以上。而 2010 年開始的 COSMOS 計畫，光是英國的優惠券花費就超過 1 百萬英鎊 (10 萬人每人 10 鎊)，推估整個計畫案超過 3 百萬英鎊，約台幣 1.5 億元。

也是年紀稍長者參加數最多之主要原因。

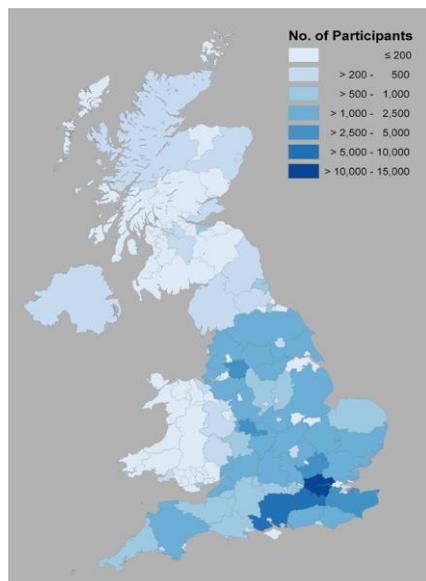


圖 2 英國的徵集人口分佈

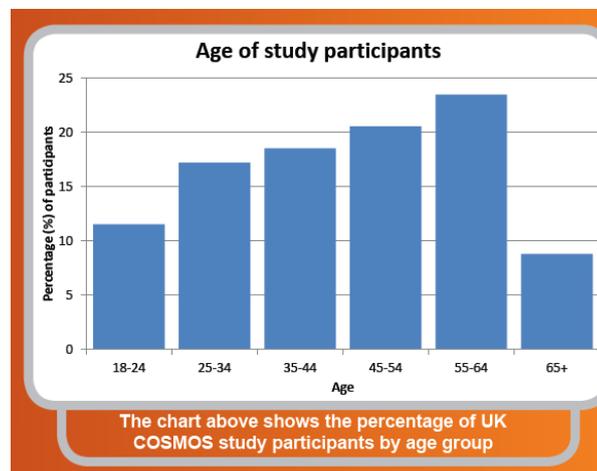


圖 3 英國參加 COSMOS 長期追蹤的使用者年齡層分佈

(圖片來源：www.ukcosmos.org)

在 2010 至 2011 年期間，雖然英國國內預計之徵集人數尚未到齊，但因為初步之調查問卷已經開始進行，透過志願參加者所自我描述之每天或每週通話時數，與從電信業者所收集之通話時間資料（此只針對書面同意此一收集行為之志願者進行調閱）相比對的結果發現，有六成的志願參加者所自我認知的時間並不正確。由這個結果也可以印證，為何過去曾有少數針對腦瘤、聽神經瘤患者所做的「是否與手機電磁波有關？」數篇研究報告，因為是事後以「回憶追溯」方法作問卷以取得患者以往使用無線電通訊設備之時間，被其他學者質疑其有「回憶性偏差」而不足以採信了。

展望此一長期研究目標，係著眼於透過適切而持續不斷的努力，累積足夠的研究樣本（人數及有意義之登錄資料），以克服過去很多研究有關樣本不足、時間追蹤不夠久遠的缺點。這研究主要的優勢即在於對數量龐大的參加者暴露於電磁波之健康影響，在疾病診斷前即能作預先評估，因為樣本數足夠的關係，能

排除少數個案特例所產生之研究偏差，而透過從與電信業者合作取得之通話記錄資料交叉比對，除了更加客觀的記錄暴露於手機電磁波之時間長短外，更透過長期追蹤參加者的綜合健康歷史、病歷等，對於將來作其他相關研究，或因科技進步而通訊形式改變時，也保留了相當的研究方法能跟隨變更之彈性。

（三）、 相關研究案：基地臺電磁波與早發性兒童癌症之關連研究⁸

英國的行動電話普及率在最近幾年也是同樣飛快的成長，從 1997 年少於 9 百萬到 2007 的 7 千 4 百萬，因此伴隨而來的有關基地臺/手機電磁波是否影響健康的關切與擔憂亦同步增長。這期間陸續有一些些相關報告指出，癌症患者似乎都離基地臺不遠。然而，這些報告卻難以科學的嚴謹去解讀，除了因為個案案例太少或者是有選擇性報導偏見等因素之外，目前也沒有已知的無線電波生物學方面的合理解釋。尤其，大眾最關切的是小兒童提早接觸行動無線電產品或如媒體所描述的「長期受到基地臺電磁波輻射的照射」，正值發育中的腦細胞或身體組織，是否比大人更容易受到潛在的影響？

本研究就是著眼於利用流行病學科學統計方法找出此大眾關切的議題進一步的印證。方法是從英國 1999~2001 年間，全國 1397 個 0~4 歲登記有案的兒童癌症（包括腦癌，中樞神經系統癌變，兒童白血病以及非霍奇金式淋巴瘤【Non-Hodgkin's Lymphoma】）患者為「案例組」，而同時取同一時期 4 倍共 5588 個登記有案的、分散全國各地出生的一般嬰兒當作「控制組」。比較這兩組兒童的成長環境在電磁波方面的差異，包括追蹤到母親在這些小孩出生前的懷孕時期，藉以判斷是否基地臺電磁波與早發性兒童癌症有所關連。

研究結果發現，1397 個兒童癌症病患裡，（包括腦癌及中樞神經系統癌變 251 個，兒童白血病以及非霍奇金式淋巴瘤患者 527 個）平均被診斷出癌症之年齡為 2 歲，出生時平均離標準戶外基地臺之距離案例組為 1107 米，控制組為 1073

⁸ 相關報告請參考：<http://www.bmj.com/content/340/bmj.c3077>。

米；700 米之內若有基地臺時其天線平均發射功率案例組為 2.89kW，控制組為 3Kw；平均暴露量(依 Geomorf 模型計算)案例組為-30.3 dBm，控制組為-29.7dBm，可以看出並無明顯差異。為考量 VHF、FM 及電視廣播電臺等強力電磁波發射源的影響，也都對於這些發射源與案例組及控制組之兒童居住地之距離列入計算，其結果也大約相同。

本研究導出之結論指出，基地臺電磁波與早發性兒童癌症之間並無關連。本研究的特色在於以全國已登記於各醫院之樣本，調整過社會經濟力及教育程度等差異，並利用現成的電信業者在同一時期之基地臺數據資料，因此有效的避開了選擇性及報導性的偏差。

回顧先前不少的研究報告也曾一致的指出，近一二十年來無線電行動裝置的數量與運用之暴增，並未反映在腦瘤或聽覺神經瘤的增加，而一般的認知裡也認同一般大眾暴露於基地臺的電磁波的劑量極低，大抵是 ICNIRP 標準值的 1000 ~10000 分之一倍。這一事實在本研究中也以數據明顯的呈現。例如，在 900MHz 頻率，暴露上限值是 36.6 dBm ($4.5\text{W}/\text{m}^2$; $\text{dBm}=10*\log_{10} \text{mW}/\text{m}^2$)，而本研究在控制組平均模型化之後得到的平均功率值(距基地臺 1400 米內)為-4.9 dBm ($0.32 \text{mW}/\text{m}^2$) 只有暴露上限值 10 萬分之 7，就算最高值達 9.4 dBm ($8.6 \text{mW}/\text{m}^2$) 也只有暴露上限值 100 分之 2 不到。實務上比較淺顯易懂的數值比較，常拿距離 18 米的 100 W 白熾燈泡電磁波暴露量為-2.22 dBm ($0.6 \text{mW}/\text{m}^2$)來作參考，或是已被估算過的，在得到基地臺電磁波大約 4.2-10 dBm ($2\text{-}10 \text{mW}/\text{m}^2$)的一整天暴露量，約當等於手機靠著頭部講話 4 秒鐘，或是全身暴露於手機通話 30 分鐘的量。實務上，關切電磁波的健康影響議題焦點漸漸從基地臺轉移到貼身的手機與平板裝置，亦是眾多類似本實證報告的研究結論，造成的趨勢移轉。

二、 GIS 電磁波功率密度評估模型 (Geomorf)

公民大眾對於無線電波的健康疑慮，使得近幾年來對於健康影響評估及相關流行病學研究案也同步增加。這些研究都需要對於「電磁暴露量」有一個科學的計量評估方法。然而這困難度卻很高，因為「電磁暴露量」要建立一個科學計量模型，首先是無線電波在空中的傳輸衰減受到很多因素影響而變得複雜，其次是需要大量的受暴露人口母體作為評估對象，統計上才有足夠的樣本做出可能的潛在健康影響分析。拜科技進步之賜，利用現有的地理資訊資料庫系統 (GIS) 的地形資料，將地理因素系統性的歸類並配合無線電波傳輸理論，來建立一套實用的「電磁暴露量」科學計量模型，應是可行的方式。

Mireille B.Toledano 博士參與並在 2010 年完成，2012 年發表的研究報告「地理資訊系統-基地臺電磁波功率密度評估模型」(Geographical model of radio frequency power densities-Geomorf)便是基於此一構想而發展出來的一套應用模型。這一模型除了作為流行病學上有關基地臺電磁波暴露量對於健康影響評估之用以外，對於不論是基地臺設立前的影響評估、居民溝通說明，或事後的鄰避抗爭處理時推估基地臺設立於不同環境裡的電磁波功率密度值，都是很實用的工具，因此筆者特地從 Toledano 博士這裡學習到此一模型的結構及運用方法，茲簡介如後。

(一)、 建立數學模型之需求與相關演變歷史

如同前面所提的流行病學世代研究，這些有關電磁波對於健康影響研究主要的困難點在於其健康效應很可能都是很微小而不是立即顯現的，也隨著每個人跟基地臺或其他發射源的遠近、建築物特性及環境因素有密切關係。因此，要評量出可能的影響，必須對大量的人口數做精確的電磁波暴露量測。過去曾有研究者以個人用的監測儀器(如圖 4)作評估，量測結果雖然準確，但有規模無法擴大的缺點，無法作大規模的調查，統計學上的薄弱使得這類研究缺乏一般的普及應用與完整的代表性。從而，大規模的研究，常常運用簡單的估計方法，例如與基

地臺的直線距離作理論估算。然而，這又會面臨嚴重的估計誤差，因為無線電波在空中的傳輸比理論值複雜得多。因此，開始有一些被提出來作為估計基地臺暴露量的「量測模型」的方法，雖然是用來作為無線通信業者的網路規劃、通訊涵蓋優化之用，表面上看起來似乎可行。但因為以傳導路徑為基礎，這些模型的「輸入變數」就特別複雜，包含天線種類、型式、功率大小、無線傳輸路徑上的建築種類、構造等等，因而無可避免的，要估計暴露量就須大量的資料收集及計算。因而，這類的模型也無可避免的只適用於少數特定的基地臺之商業用途調查，尚難以用於大規模的流行病學調查研究用途。



圖 4 監測個人暴露電磁波量之簡單接收記錄儀器

基於此，比較簡單一些的路徑衰減模型也被發展出來了。這些模型以統計學公式來代表天線發射源信號隨距離衰減，並將建築物樹木及地形特性等因素納入考慮。模型的實用性通常利用特定地區的實地量測數據予以調校修整，較早期的例子有 Hata(1980)及 Walfisch and Bertoni(1988)等提出的評估公式。而 Kurner(1999) 進行的 COST-231 計畫更進一步以瑞典的實測資料為基礎而發展出類似的方法。這些模型的共通特性雖然都是比較容易套用，但是其根本的缺陷卻仍無法祛除。這是因為這些方法大都以「長距離傳輸模式」來評估衰減量，因此就舉近距離的暴露為例，無法適切的顯現出在天線近距離附近，其暴露量（及量測值）陡然上升的變化量。而這些相對上較為簡易套用的模型，也表示對於水平

方向，無法將受測者在偏離天線正前方波束中央線軸的角度，納入完整的衰減考量，這樣一來評估誤差就無可避免。

面對這些挑戰，晚近開始提出了「空間模型」的方式來評估電磁波暴露量，恰可改善上揭諸多模型的缺點，以提供運用於大量人口評估研究，例如流行病學研究之用。而結合地理資訊資料庫系統（GIS）的地形資料，將地理因素系統性的歸類並配合無線電波傳輸理論，來建立一套實用的「電磁暴露量」科學計量模型，稱之為 Geomorf (Geographical model of radio frequency power densities) 正是英國為了「基地臺與早期兒童癌症」關連研究計畫而發展出來的暴露評估模型，實際運用上已經證實有不錯的效果。

（二）、 Geomorf 模型原理與結構

實用上，任何對於大量的人口作基地臺附近電磁波輻射分佈評估研究模型，都需要滿足兩個條件：一是能利用現有所能收集的大量資料，二是能較為簡單（相對於前揭所提複雜模型）的套用。

以英國的 GSM 行動通訊網路來說，包括基地臺的涵蓋範圍、發射方式、天線型式、天線高度、天線座標、發射功率，甚至個別天線傾斜角度等，這些資料都能自電信業者得到。而雖然如前所述，地面接收者所受的電磁波暴露量的變化隨著地面的地形、土地上建物覆蓋及其他環境因素而會有所不同，可喜的是，現代的衛星資訊（例如空照圖）可以用來幫助歸類，同時現代的地理資訊系統 GIS 資料庫的詳實，也大大的增加對於空間因素系統性處理的可行性。然而，電磁波傳遞模式，尤其在現代都市建築結構的多樣化之下，仍然是錯綜複雜而無法精準的預測，從而要發展一個實用的評估模型，將一些環境因素簡化成參數，將是無可避免的替代方式。

Geomorf 模型的基礎理論，建立在所謂的「天線場型圖」-個別天線發射器所散發之電磁波在空中的軌跡直至投射至地面之空間圖形-上面。在此一基礎上，必須考慮電磁波從天線輻射出來後在空中傳輸方向以及沿途的干擾因素。以英國

的 GSM 為例，大部分的方向性天線設計上是沿著一個垂直於天線正發射面的虛擬軸，稱之為「直視軸」(boresight)的方向發射電磁波。實務上這直視軸不是水平前進，就是稍微往地面傾斜，直到一定距離後此軸與地面交會。如果在此一直視軸的功率最高（接收的電磁波最強最直接，理論上也是如此），在偏離此軸一定角度後若是功率只剩一半強度（也就是-3dB）的地方我們定義為立體錐狀的邊緣，則在橫段面看來，這場型圖不是圓形而是比較接近橢圓，而且越接近地面越平坦的拓展開來，如圖 5 所示，其形狀可以想像成一個從天線往前拓展的立體錐狀。雖然在水平的方向，此一波束相對的大約有 60 度的拓展寬度，但垂直傾斜角度一般都不會大於 10~12 度，這樣把「入射角」變小的目的是為了要在地面的涵蓋（錐狀圖在地面的交會投影面積）上能拓展到從天線腳下起算達到較廣較遠的區域。實際運用上，此一場型圖的形狀並非完美的橢圓或錐狀，很多因素會造成不同程度的影響，例如從饋電纜線或其他基地臺、天線設備洩漏的電磁波，會在天線組的後方或側邊產生波束，而建築物、地面物的反射、散射效應，甚至大氣環境如溫濕度變化等等，也都會對電磁波的真正足跡，亦即這場型圖產生扭曲影響。而阻礙在電磁波傳導路徑上的山丘、建築或濃密森林，則會對電磁波產生「遮蔽」或「剪裁」的效應。因此可以這麼說，每一支天線或基地臺組合（3~4 組天線），縱然有同樣的廠牌型號與發射功率，但卻都會隨所在地形、環境因素而有不同的場型圖，如同每個人有不同的指紋一般。

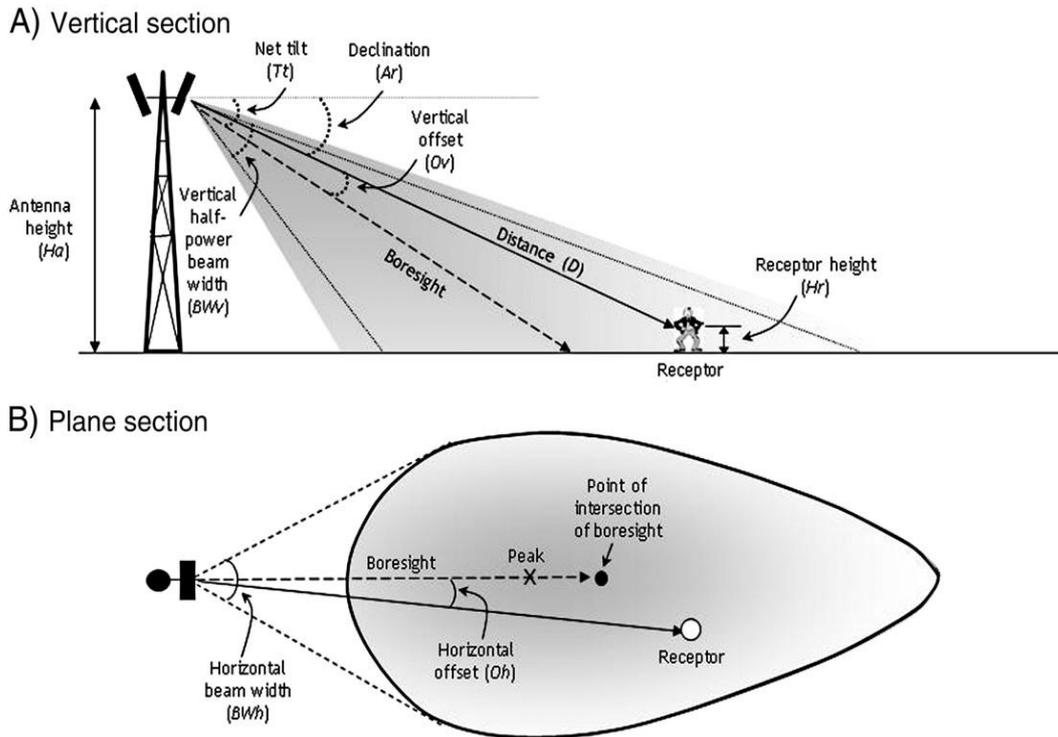


圖 5 天線發射之電磁波場型圖。

A：縱直方向剖面圖，B：橫切方向剖面圖。(圖片來源：Science of the Total Environment 426 (2012))

縱然如此，基本的法則還是不變。在地面上接收到的電磁波功率密度，如果是「沿著直視軸」，排除其他干擾因素時，最主要還是受到兩個主要參數的大小來決定，也就是從天線發射出來的功率輸出，以及波束從天線至接收者之間的距離。這就是無線電波著名的「自由空間平方反比」公式：

$$PDmWx = 1000 \frac{P}{4\pi(Dx)^2}$$

這裡 PDmWx 表示在 x 的地方所接收到的以每平方公尺毫瓦 (mW/m²) 為單位的強度，P 則是天線有效等向發射功率。Dx 表示以公尺為單位的距離。然而因為要考慮實務上受測承受多少電磁波的人或量測點並非必然在此直視軸上，為了實際應用上的需要，接收者若偏離直視軸一個角度時，因為偏離而產生的衰減必須用方程式表示出來。在立體空間上，偏離直視軸的角度我們必須從垂直剖面以及水平剖面分別考量，如圖 5 的 Ov 及 Oh。而從導出此模型所做的實際量

測資料，結合 Kishk(2009)的研究推導公式，發現到最能符合這偏離衰減量與角度的關係的是（自然對數 e）曲線方程式，其結果可以用修正後的高斯模型（Gaussian model）來描述：

- 垂直（distal）偏移：

$$L_{dij} = \exp \left\{ -0.5 \left(\frac{O_{vij}}{BW_{vij} / S_v} \right)^{P_v} \right\}$$

各參數意義如下：

O_{vij}: 垂直角度偏移，亦即從天線發出之直視軸（與傾斜角相關），與接收者在垂直剖面之偏移角度（單位：degree）。

BW_{vij}: 半功率強度寬度，亦即「天線場型圖」在垂直剖面的角度寬（單位：degree）。

S_v：垂直散射度的自訂參數。

P_v：垂直修正自訂參數。（與地形、建築物分佈相關之經驗調整係數）

- 水平(transverse)偏移：

$$L_{tij} = \exp \left\{ -0.5 \left(\frac{O_{hij}}{BW_{hij} / S_h} \right)^{P_h} \right\}$$

O_{hij}: 水平角度偏移，亦即從天線發出之直視軸（與傾斜角相關），與接收者在水平剖面之偏移角度（單位：degree）。

BWhij: 半功率強度寬度，亦即「天線場型圖」在水平剖面的角度寬(單位：degree)。

Sh: 水平散射度的自訂參數。

Ph: 水平修正自訂參數。(與地形、建築物分佈相關之經驗調整係數)

有了這兩個偏移量的因素以修正「自由空間平方反比」公式之外，遮蔽因素也要列入考量，在此一模型中我們訂定遮蔽參數 (Factor of Shielding) 為 0~1 的整數，0 代表完全遮蔽，電磁波完全無法穿越，1 代表無任何遮蔽，因此不影響「自由空間平方反比」公式的功率密度值。因此，整個 Geomorf 完整考量後的公式就變成：

$$E_{ij} = 10 \log_{10} \times \frac{1000 \times P_j}{4\pi \times (D_{ij})^2} \times L_{dij} \times L_{tij} \times FS_{ij}$$

在此公式裡：

Eij: 電磁波接受者 i 所受的電磁波強度，因為取了 log 對數後，更方便的以 dBm/m² 表示。⁹

Pj: 天線 j 所發射之功率。以 W 為單位。

Dij: 接受者 i 與天線 j 之直線距離，以米 (m) 為單位。

Ldij: 與直視軸之垂直 (distal) 角度偏移之衰減係數，如前公式，所得之值介於 0~1 之間。

Ltij: 與直視軸之水平(transverse) 角度偏移之衰減係數，如前公式，所得之值介於 0~1 之間。

⁹ 依據英國及我國環保署所遵循的 ICNIRP 暴露標準，GSM 900MHz 的暴露量應低於 0.45 mW/cm²，或 4.5W/m²，換算成分貝值約為 36.6 dBm/m²。

FS_{ij}：接受者 i 與天線 j 之間因為有形物阻擋所造成之遮蔽參數，以測量後之經驗值修正，介於 0~1 之間，0 代表完全遮蔽 1 代表無任何遮蔽。

(三)、 模型之實證應用及其限制

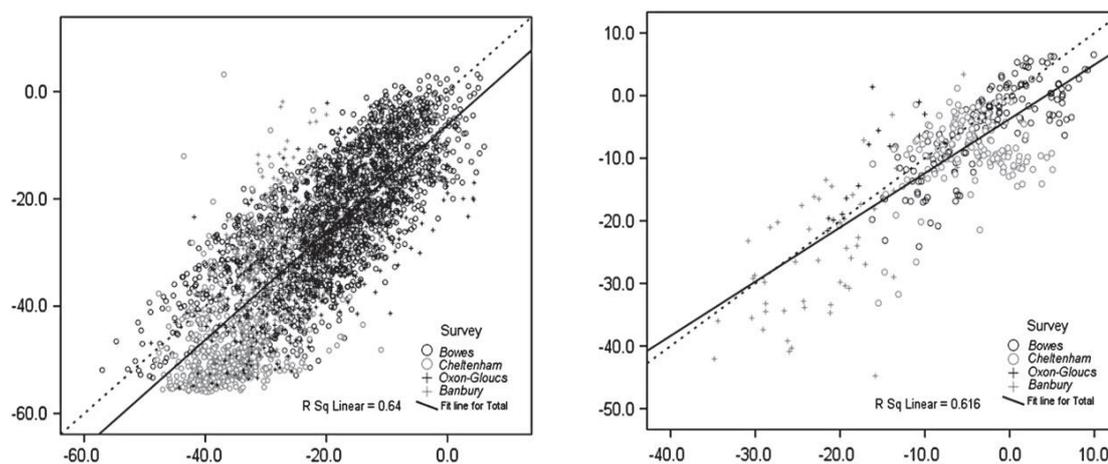


圖 6 在 Oxon-Gloucs, Banbury, Bowes 及 Cheltenham 四個地區所做實測值與模組計算值之關連分佈 (橫軸為模組量，縱軸為測量值，單位皆為 dBm/m^2)：左邊針對個別天線，右邊是整組基地臺之綜合值。圖片來源：Science of the Total Environment 426 (2012)

此一 Geomorf 模型經由理論推導後，為了取得公式裡的各調整係數、自訂參數值，因此大規模的戶外實地量測是必要且至關重要。本模型經由在英國 Durham County 的 Bowes 地方的鄉村空地型基地臺 10 支天線，包含 GSM900MHz 4 支，1800MHz 6 支，151 個量測點，(每個量測點作了 10 項各種不同天線與面向特性的測量，所以實際得到 1510 個量測值) 以及在 Gloucestershire 的 Cheltenham 小鎮內 23 個都會型基地臺，共 49 組天線，包含 GSM900MHz 31 支，1800MHz 18 支 (得到 658 組量測值) 的大量量測數值以推導取得各不同地理型態的自定參數值，並且由另外兩個類似地理形態的 Oxon-Gloucs (鄉村型)，Banbury (小鎮都會型) 的驗證測試，以求嚴謹並達到實用的準確性。圖 6 所示的就是其調校與驗證之結果，可以看出基本上都沿著線性等量軸 ($y=x$) 分佈，就實用性來說，應該是目前最準確的評估模型。

Mireille B.Toledano 博士的研究團隊甚至拿此一模型之評估資料與既有的通用模型：Hata 及 Walfisch 的 COST-231 模式相比較，印證 Geomorf 能得到更準確預測暴露功率的結論。而在前面所提「基地臺電磁波與早發性兒童癌症之關連研究」，Paul Elliott 與 Mireille B.Toledano 博士更是大量運用此一模型，評估在英國全國各地基地臺 1400 米範圍內的大量控制組與對照組兒童，及懷孕的母親其居住環境之暴露量，而導出了統計學理上「與基地臺電磁波並無關連」之結論。

不過因為如前所述的環境、建築總總複雜因素，本模型只針對於相對平坦的鄉間（相當於台灣空地型）基地臺，及平均低矮樓房構建成的的小型都會區（相當於台灣市鎮透天厝型）兩種地理樣態作良好的預測，若是相對複雜的區域如有著濃密樹林的山區、大樓眾多且錯落之大都會地區基地臺，室內型基地臺，則有待進一步的研究來取得修正參數，並進一步作印證量測以決定此一模式之可適用程度。而且無可否認的，所有的模型都碰上的最大障礙，其實大約可以歸結成兩個重點：一是建築內與室外的衰減差異，因為牽涉到大量無法取得的變數，例如建築物的牆面材料、高度、窗戶材料、大小、面向天線與否或角度等等。第二個，更困難的是「人」的問題：受暴露者的作息行為—每天花多少時間在房間內？哪個房間？因此，光是這兩個多元而變化錯綜複雜的變數無法掌握予以系統化，目前為止要求得更精確的電磁波暴露量數學或統計預估模型，遂仍有待更多更複雜的研究加以開發了。

三、 Ofcom 提供之基地臺資訊查詢系統

英國採納行動電話獨立專家組織(IEGMP, 參考註腳 3)在 2000 年做成之『史都華報告』建議, 為了增加基地臺的透明度以降低民眾的恐懼感, 讓一般民眾能隨時查詢行動電話以及基地臺的相關資訊, 由英國各電信業者(自願性)提供基地臺既有之建設資料給主管電信事業之政府單位 Ofcom, 以建立一套可供任何人隨時上網查詢基地臺相關資訊之網站資料庫系統。英國政府與業者從善如流, 基地臺站址查詢系統 Sitefinder 於是乎誕生。

此一經由網際網路之查詢系統, 提供對於整個英國包括蘇格蘭, 英格蘭, 威爾斯和北愛爾蘭地區, 查詢使用不同的頻率與技術的 GSM、TETRA¹⁰及 UMTS (3G) 行動電話基地臺, 包括室內台、室外屋頂台、融入街景如路燈桿、獨立或共構共站或附掛於電力塔、廣播塔等, 其有關位置座標、基地臺使用頻率、發射功率、天線高度及執照類別等相關資訊。為了方便民眾取得透明之資訊, 此一系統以郵遞區號或住址, 甚至直接以類似 Google 地圖平移、放大、縮小的直覺介面操作, 可以很容易的找出住家附近的基地臺。

(一)、 住家附近基地臺一目了然

以筆者在研究期間租賃之倫敦西三區 Ealing Broadway 附近為例, 縱然在室內還能有清晰的語音信號, 以及還算不錯的 3G 數據信號, 但從居住地點的街道往各方向看去, 並無任何基地臺之蹤跡。試著從 Sitefinder 鍵入郵遞區號 W5 2AL 的結果, 出現這區域附近有兩個基地臺, 點在筆者所住 Gorden Road 附近的基地臺(圖中央藍色標點)則出現了如圖 7 所示。

¹⁰ 英國警察單位或其他特定機構使用之數位無線中繼 Terrestrial Trunked Radio, 能在基地臺信號未及之地區由手機互通, 類似對講機, 因此用於警察、消防、救難用途特別合適。

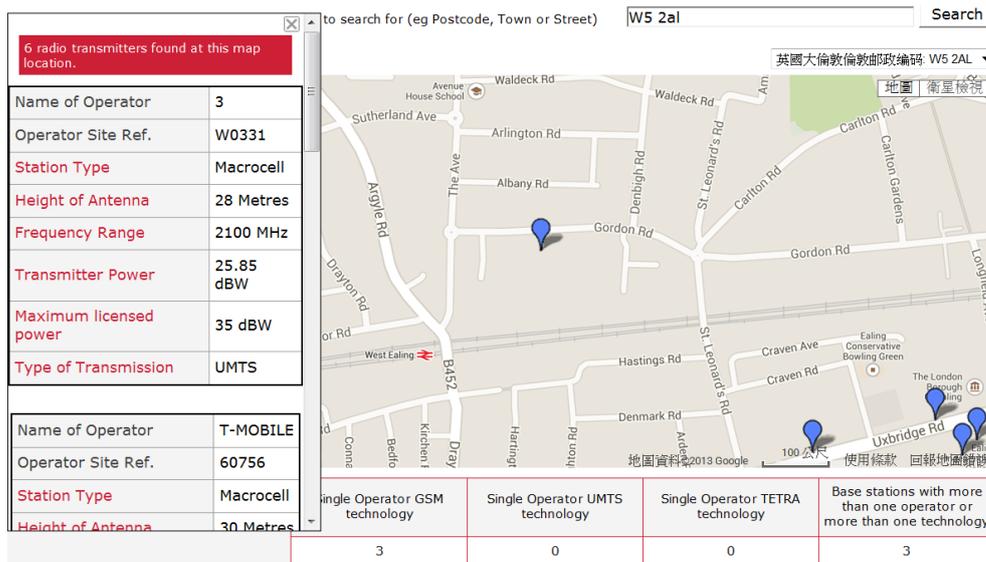


圖 7 Sitefinder 取得住家附近的基地臺資訊

螢幕左方有標示的資訊，包含此一地點係兩個電信業者「3」及「T-Mobile」共站，例如其中一家之基地臺編號 W0331，天線型式是 Macocell（標準全方位型室外天線），天線高度 28 米，使用頻率 2100MHz、發射功率 25.85dBW、執照核准之最大發射功率 35dBW（約當於 3500W！我國最高上限 500W）發射方式為 UMTS（3G）等相關資訊。

筆者循著地圖上標示之精確地點，沿者 Gorden Road 往前走 100 公尺，就在地圖標示之位置，果然正確的發現路旁建物頂端的共站基地臺，如圖 8 所示



圖 8 透過查詢系統發現租屋附近的基地臺設置位置

(二)、 區域性查詢及視線內基地臺資訊查詢

若要瞭解某一區域內的基地臺分佈情況，只要定位到附近的地圖就可一目了然，而且還有簡要的統計。例如海德公園西南正是著名的英國皇室白金漢宮與觀光客購物逛街熱門的皮卡迪利街所在地，從本系統可以看見公園內或為了美觀之需要並未核設基地臺，但週遭之一隅就有 37 座 GSM 單站，7 座 3G 單站， 27 座多業者或多技術共構或共站台，如圖 9 所示。

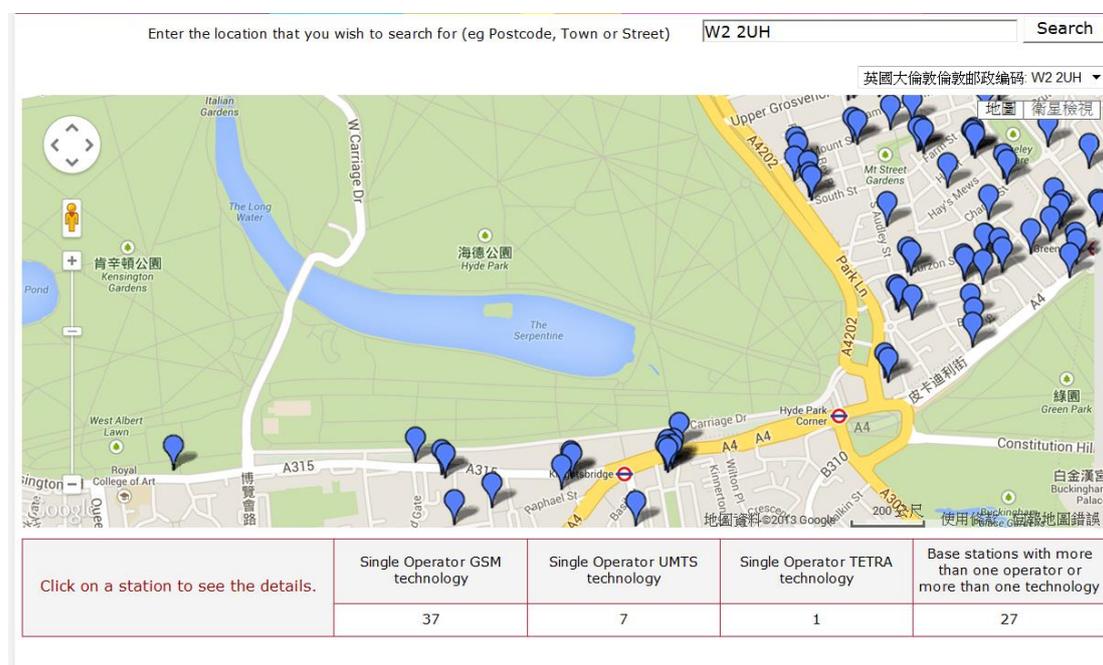


圖 9 海德公園西南邊基地臺分佈情況。

另外，若是發現基地臺而欲瞭解到底是哪家設置的，及其他相關資訊，可利用手機或平版進入 Sitefinder 而得到，例如海得公園旁有一棟建築頂上有不少行動電話發射天線，查詢結果發現至少有 6 個系統，如圖 10 所示。

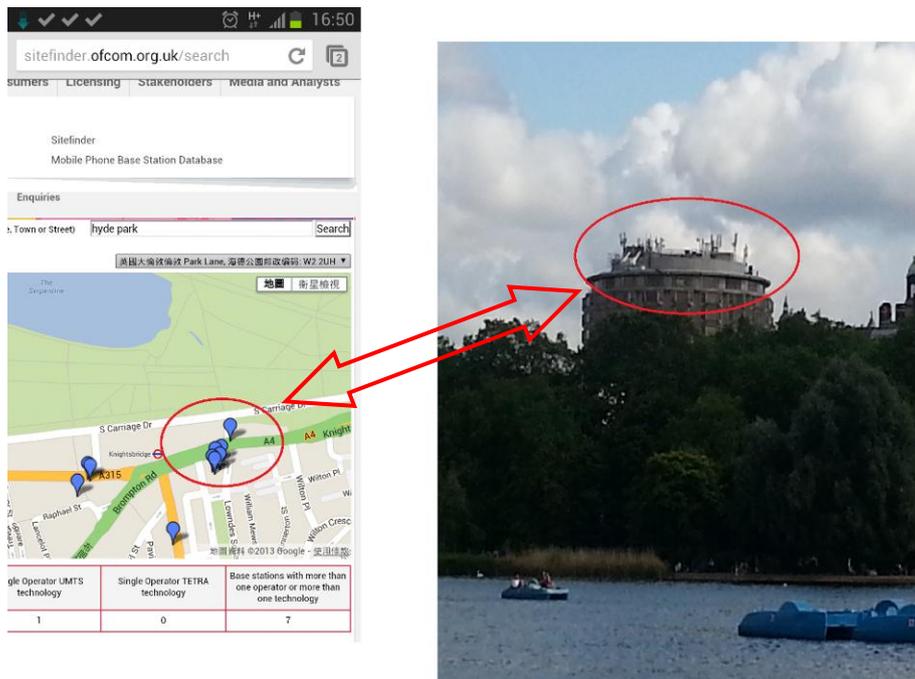


圖 10 目視可及之基地臺從 Sitefinder 查詢系統反查

(三)、 找出偽裝或美化後之基地臺

先進國家的基地臺常常配合景觀需要加以隱藏或偽裝，一時還不容易發現。筆者在 6 月 23 日於租屋附近的公園，雖然四處眺望看不到任何基地臺之蹤影，但卻發現手機的信號在滿格狀態。於是利用手機登入此系統，如圖 11 所示，發現原來基地臺模擬成燈柱形狀而立於路旁，因此公園整體景觀並未受到影響，如圖 12 所示。在 Sitefinder 查到了 O2 公司這座其 3G 信號基地臺發射功率達 26.89dBW(約 450W，我國行動通訊管理規則規定之發射上限為 57dBm 即 27dBW，500W)，因此為了瞭解這一座在我國應屬於大功率發射之電台，其附近最大人體暴露量為何，進一步以 G-Mon 軟體¹¹量測信號強度，在靠近基地臺附近 0-60 公尺內量到最大信號有-51dBm(如圖 13 以 SmartPhone 走動量得的最大接收強度 -51dBm 所示，約 10 萬分之 1mW)，因為 ICNIRP、英國及我國公眾暴露標準在

¹¹ 在 Android 系統上之監測收訊參數之 App.

2100MHz 都是 1mW，所以附近的最強電磁波也不過標準值的 10 萬分之 1，證明了即使大功率電台近在身邊，因為高度及距離急遽衰減的緣故，附近的活動都是安全無虞的。

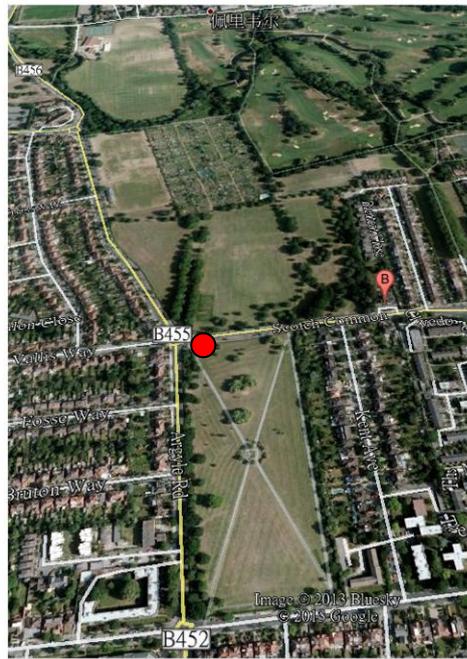


圖 11 以手機找出附近隱藏基地臺之位置



圖 12 燈柱狀之路邊基地臺

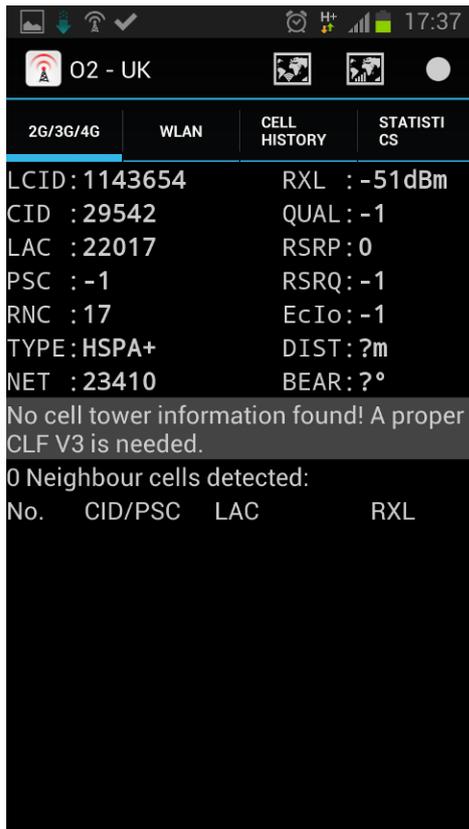


圖 13 以 SmartPhone 走動量得的最大接收強度-51dBm

(四)、 符合規範邊界區之調查

因為我國基地臺設置管理辦法規定，基地臺天線不得設於正前方 15 公尺內有合法建築物/人員活動之處，而且地區監理處在查核架設許可時對此也以更加嚴謹的態度審查，幾乎在 30 公尺內的個案都會要求業者挪移或另覓地點建設。筆者特地想瞭解是否英國對此有任何相關規範，經查英國政府為了規範電信相關設備與基地臺架設等而頒布所謂的「規劃政策指導方針 8」(Planning Policy Guidance 8, PPG8)，而且雖然此一指導方針係由聯邦政府所提供，但並未有強制約束力，地方政府的土地管理局(local land-use authorities)對於地區的發展計劃仍保有相當權限，因此在不妨害電信業發展的同時，也能夠依地方特性以保護地方環境。依政策指導方針 8 的指引，超過 15 公尺的獨立基地臺的建置或在某些地區如公園等，需要一個完整的規劃申請，並由地方規劃局評估決定。然而，類似我國「天線正前方 15 公尺內不得有建物」並無明文之規定。對此，筆者在倫

敦街頭尋覓，終於發現有一柱狀基地臺，其天線正前方離對街之住屋幾乎在 15 公尺之範圍，如圖 14 所示。衡諸英國基地臺架設之規範與實務，發現其實是以「符合規範邊界」(compliance boundary) 的觀念規範個別的基地臺與住家之距離，如圖 15 所示，而非如我國硬性規定 15 公尺而缺乏彈性。



圖 14 倫敦塔橋附近街道旁基地臺，天線距離住家少於 15 公尺

筆者進一步量測，並進入 Sitefinder 查詢，得知基地臺發射功率 500W，地面量得最大功率小於 10 萬分之 1 毫瓦，也剛好是 ICNIRP 規範的安全暴露值的 10 萬分之 1，如圖 16 所示，因此對於大功率基地臺旁的住家，其實也非常安全。



圖 15 共站九支 GSM1800 及 WCDMA2100 天線 (80-120 W per antenna)總和功率所產生之 compliance boundary。

(圖片來源：MMF-Mobile Manufacture Forum , 8 March 2013)

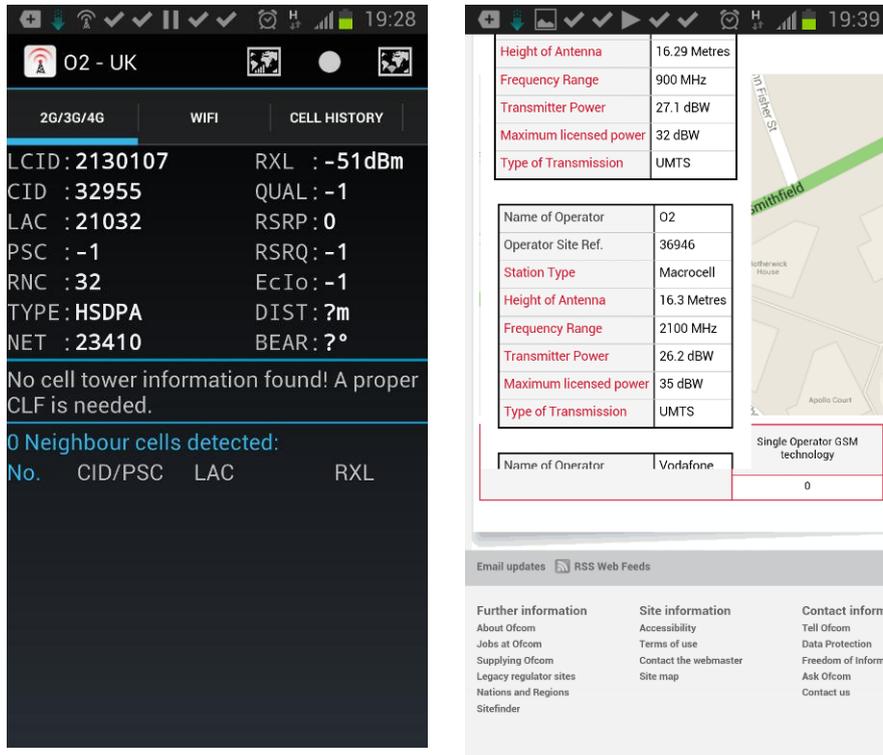


圖 16 基地臺發射功率 500W，地面量得最大功率小於 10 萬分之 1 毫瓦。

(五)、 大型資料庫的公開

既然大部分的站台資訊都是公開透明的，Sitefinder 網站更進一步提供完整的資料庫型態的電子檔以供下載，也因此類似本報告前揭之類的流行病學研究¹²或其他相關學術研究與統計，均能非常方便的取得資料，此點恐怕我國政府、業者與民眾都需加油。其格式如圖 17 所示。

¹² 兒童癌症及 COSMOS 研究尚須從業者取得更精確的如座標、天線數量、發射方位、傾斜角等資料。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
5	Operator	Operator Ref	Site NGR	Antenna heigh	Type	Band	Antenna Type	Power	Max Licensed Powe	Max Licensed Power
43423	Orange	NYK0052	NZ7489019220	30	GSM	1800	SECTOR	27.3	32	
43424	Orange	NYK0053	NZ8905011300	20	GSM	1800	SECTOR	29.1	32	
43425	Orange	NYK0053	NZ8905011300	20	UMTS	2100	SECTOR	28.9		65
43426	Orange	NYK0054	SD6860074900	15	GSM	1800	SECTOR	29.2	32	
43427	Orange	NYK0055	SD7467066500	14	GSM	1800	SECTOR	28	32	
43428	Orange	NYK0056	SD8375057200	15	GSM	1800	SECTOR	27.5	32	
43429	Orange	NYK0057	SD9375052950	15	GSM	1800	SECTOR	27.4	32	
43430	Orange	NYK0058	NZ1040008700	15	GSM	1800	SECTOR	25.6	32	
43431	Orange	NYK0059	SD7930060850	15	GSM	1800	SECTOR	28.1	32	
43432	Orange	NYK0060	SE7945084100	15	GSM	1800	OMNI	23.5	32	
43433	Orange	NYK0061	SE6880086800	15	GSM	1800	SECTOR	27	32	
43434	Orange	NYK0063	SE5190084400	35	GSM	1800	OMNI	28.9	32	
43435	Orange	NYK0064	SE6380084800	25	GSM	1800	SECTOR	29.3	32	
43436	Orange	NYK0065	TA1140080720	15	GSM	1800	SECTOR	27.3	32	
43437	Orange	NYK0065	TA1140080720	15	UMTS	2100	SECTOR	30.1		65
43438	Orange	NYK0066	SE5590022700	25	GSM	1800	SECTOR	26.6	32	
43439	Orange	NYK0066	SE5590022700	25	UMTS	2100	SECTOR	27		65
43440	Orange	NYK0067	SE6150055300	16	GSM	1800	SECTOR	25.4	32	
43441	Orange	NYK0067	SE6150055300	16	UMTS	2100	SECTOR	27.7		65
43442	Orange	NYK0068	SE6120052550	29	GSM	1800	SECTOR	25.9	32	

圖 17 Sitefinder 網站提供的資料庫型態之電子檔格式

四、 電信業者協會在基地臺建設上之積極作為

在基地臺架設的程序與規範上，英國政府頒布所謂的「規劃政策指導方針 8」(Planning Policy Guidance 8, PPG8)作為上位的原則，然而此一指導方針雖由聯邦政府所頒佈，但並未有強制約束力，地方政府的土地管理局(local land-use authorities) 對於地區的發展計劃仍保有相當權限，在實際審核的地方規劃局 (Local Planning Authorities, LPA) 更有直接否准的權利。為了在不妨害電信業發展的同時，也能夠依各地方特性以保護地方環境，並在基地臺的建站上取得一致的原則，因此由官方的 the Department for Communities and Local Government、the Department for Culture Media and Sport、Food and Rural Affairs、English Heritage、National Parks England、the Planning Officers Society 以及代表業者的 MOA 及 Arqiva，組成工作小組依據規劃政策指導方針，共同制訂在基地臺建站上的實施細則稱之為「行動電話網路發展最佳應用守則」(Code of Best Practice on Mobile Network Development in England,¹³ 最新版本在 2013 年 7 月修訂公布)以作為各業者佈建、各地方審核參考。此 MOA 即英國行動電話業者協會(Mobile Operators Association)，係由 3、O2、Orange、T-Mobile 及 Vodafone 等五家英國的行動電信業者所組成。

(一)、 基地臺建站 10 項承諾

MOA 這五家行動電信業者為了善意的呼應 2000 年史都華報告建議的預警原則，在 2001 年志願性的實施基地臺建站 10 項承諾，以保證行動通信網路建設的過程透明化，並提供更詳盡的建站資訊給予公眾及地方規劃者，提升地方社區的參與角色，以消除一般大眾對基地臺無線電的健康風險顧慮。所謂基地臺建站 10 項承諾，包括如下：

¹³ 全文參閱

http://www.mobilemastinfo.com/images/stories/2013_Code_of_best_practice/Code_of_Best_Practice_on_Mobile_Network_Development_-_Published_24-07-2013.pdf

- (1). **與社區溝通**：主動與利害關係人共同研商出明確的標準及建站流程，以提供給社區(審查時)進一步的諮詢建議。
- (2). **詳細提供諮詢予規劃者**：義務性自願參與地方規劃局（Local Planning Authorities，LPA 具審核權）就基地臺申請前置規劃之討論作業。
- (3). **儘量共構共站**：利用現成結構與既有業者的站台分享設施，共構共站以減少新站址的需求。
- (4). **成立電信技術工作坊**：提供電信技術專業工作坊給予地方審查官員及委員參加，以隨時跟進最新技術。
- (5). **提供制式文件**：完整透明的提供基地臺建站前後相關文件。
- (6). **持續追蹤**：監督與追蹤業者的各方面表現與進度，是否符合社區大眾及審核規劃者之要求。
- (7). **資訊公開**：提供基地站臺相關資訊給予政府公開。(即 Sitefinder)
- (8). **保證符合國際暴露規範**：依循行動電話獨立專家組織(IEGMP)所做的建議，基地臺皆須符合國際非游離輻射防護委員會(ICNIRP)所制定的公眾曝露規範值。
- (9). **專人回應**：提供專人處理有關基地臺之申訴及查詢事宜。
- (10). **贊助健康研究**：呼應 WHO 的研究期程，以及英國政府的「行動通訊與健康研究計畫」(Mobile Telecommunications and Health Research programme, MTHR)，持續贊助經費以供獨立單位就行動通訊與健康之議題做相關研究。

14

(二)、 積極與社區作風險溝通

為實現這基地臺建站 10 項承諾，尤其是第 1 及第 2 社區溝通部份，MOA 在 2004 年所出版印製的「Working with community」¹⁵ 風險溝通手冊，主要便是

¹⁴ 參考註 7：電信業者協會（MOA）贊助研究的金額達一半以上。

¹⁵ 全文請參考

http://www.mobilemastinfo.com/images/stories/documents/planning_and_development/Risk_Communication_Handbookv2.pdf

以積極與社區作風險溝通的為目標的標準實務準則，包括建站前溝通必須完成的事項列表、溝通要領及關鍵指導原則，以及利用「紅綠燈模式」評估建站之適切性等，僅摘錄其重點如下：

- (1). **風險溝通目標**：開宗明義最大目標即在於建立信任，而非只是資訊的宣傳教導。尤其電磁波議題長久以來在社會上是屬於高關切-低信任之議題。人們只聽信他們能信任的人的話或文字，因此，第一步是建立民眾或社區、利害關係人對於業者的信任，再來才是有關基地臺或電磁波方面知識之傳遞。
- (2). **以庶民語言對談**：太專業的術語、名詞或顯露出技術專家的優越感，只會使民眾愈疏離。對某一些居民的情緒性反應，切忌以技術性資料或法律術語做回應。
- (3). **同理心而不是一直強調符合標準**：舉例來說，最常見的抱怨是
「你們的基地臺正在傷害我們下一代的健康！你們根本不知道也不在意我們的感受！」
通常直覺性的回答是：
「我們這站台都符合 ICNIRP 的國際標準，電磁波功率密度遠低於 1mW 平方公分！」
但是要達到信任的第一步，應該這樣回答：
「我們知道而且很抱歉讓你們感覺這麼不安，其實安全及孩童們的健康也是我們最在意的最優先考量。我們希望以公開、適切的方式共同來找出解決之道，並且保證國家安全標準的方法與步驟都會正確的遵行！」
- (4). **準備充足的資訊**：強調這基地臺「鄰避現象」不是只有英國獨有，其實各國都有類似情況，但是國際衛生組織已經注意到了，而且做出有關這方面之注意事項（手邊要有 WHO 403 號有關基地臺的及 193 號有關手機電磁波的總結報告），而我們政府與業者都遵循這樣的規範去作架設評估。針對比較敏感的區域，例如幼稚園、醫院、或公園必須在景觀上不突兀的，也都會事先取得各方的協調同意。
- (5). **確定有哪些利害關係人以及所代表之立場**：包括當地居民、審查委員：地

方官員及選出之代表、教區委員會及宗教領袖、出租站址房東、地區商會或發展協會、緊急救援機構、環保團體及地區媒體等等，事先評估各方所持立場以及所代表之利益，求取有共識的突破點。

- (6). **利用中立第三方的立場引導**：事先努力讓地區意見領袖瞭解建站的必要，尤其是遵守「行動電話網路發展最佳應用守則」對於學校、醫院等較敏感地區之建站評估，透過地區醫生或健康諮詢團體來做溝通諮詢，以及更縝密的電磁波量測評估報告，提高說服力。

(三)、 遵循「紅綠燈模式」評估建站適切性

MOA 在與各界共同制訂的「行動電話網路發展最佳應用守則」裡明確揭示一個站台建站的可行性，應以「紅綠燈模式」評量得分，以決定站台在公眾溝通上的風險屬性，再根據所屬燈號區做適當的協議諮詢程序。「紅綠燈模式」評量分為水平軸與垂直軸，結合主客觀之因素評分，水平軸屬於『規劃及環境議題』，包括敏感區土地用途、選址與外觀、規劃等，垂直軸屬於『社區議題』，包括社區的態度與看法、社會政治、媒體關注等議題進行評估。最後根據兩軸的評量分數加總，將欲設站台得分多寡套入綠、黃、紅顏色圖形中，如圖 18 所示。

TRAFFIC LIGHT RATING MODEL FOR PUBLIC CONSULTATION

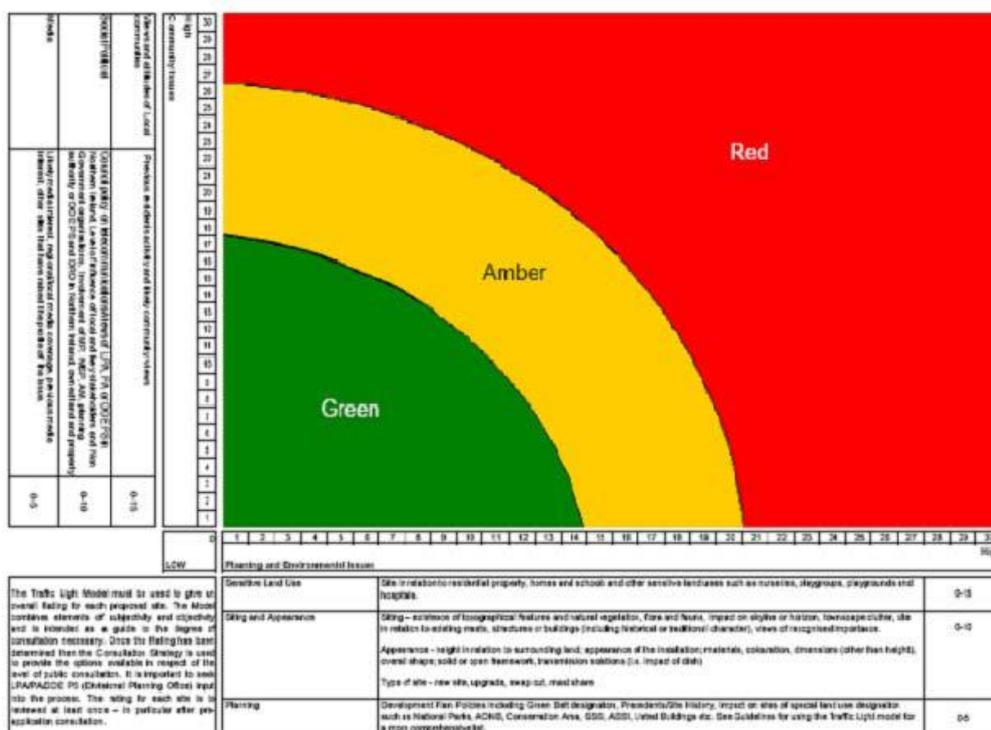


圖 18 「紅綠燈模式」評量表

(圖片來源：http://www.mobilemastinfo.com/images/stories/documents/planning_and_development/Risk_Communication_Handbookv2.pdf)

評估分數若落於紅燈區勢必無法通過建站許可，然而落於紅燈區並非代表這個建站會產生健康風險，而是對於各低分項目，仍有相當大的認知或溝通落差存在，必需檢視原因並評估是否有解決之道或替代方案。

但是就算是綠燈區，申請者必須保持戒心，各方利害關係人都可能隨時改變心態，因此建站前後持續的溝通與關注是必需的。而位於黃燈區的站台，也隨時有可能進入綠燈區或紅燈區，端看主事者是否用心去瞭解包括有哪些地方性的議題、誰是利害關係人等等，以預先得知可能升高的關切，未雨綢繆防範未然，甚至更進一步努力化解低分項目，順利進入綠燈區域。

(四)、 政策影響評估--供政策當局參考

MOA 與歐洲 GSM 行動通訊標準的國際協會組織 GSMA(Groupe Speciale Mobile Association,總部設在倫敦)有密切之聯繫,在最近的一份研究報告顯示,因為印度當局屈服於環保及其他有目的之團體之壓力,宣布要調整了原先所依循的國際 ICNIRP 標準,由原先在 1800 MHz 的約 9W 限縮到 0.9 W/m^2 ,為原來的 10 分之 1,卻因為印度某些市區建築物又特別密集,以致於在基地臺與人口密集之處,造成大量既設基地臺發射功率超標而必須強制降低功率,從而產生很多涵蓋不足區域,使得行動通訊惡化乃至瀕臨於無法負荷之地步。其範例如圖 19 所示,從天線起算「符合規範邊界」由原先如之前圖 15 所示只有 3-10 公尺(視單站或共構共站而定),拓展至 40 公尺外(此圖以 9 支 1800~2100MHz 之 20~100W 天線為例)侵犯到民宅。

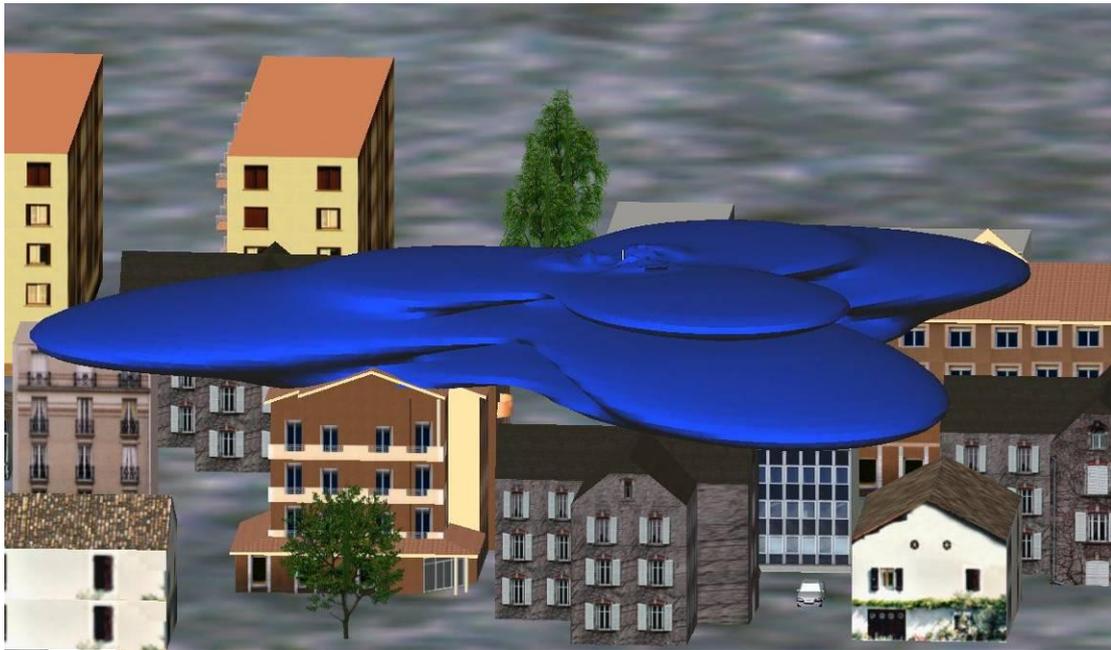


圖 19 限縮暴露標準後,符合規範邊界擴展到 40 公尺,很多基地臺要拆除或降低功率。
(圖片來源:MMF-Mobile Manufacture Forum, 8 March 2013)

2013 年 3 月 25 日 GSMA 資深通訊安全專家 Jack Rowley 博士來台參加通訊年會,在拜訪 NCC 及年會論壇(PIERS 2013 Taipei, Progress In Electromagnetics

Research Symposium, March 25–28, 2013) 發表專文時，亦提示一份有關政策模擬評估之研究報告，此報告係假設澳洲政府在墨爾本市區限制幼稚園、學校、醫院週遭 500 公尺內不得設立基地臺，利用現有的地圖資訊系統運算結果，如圖 20 所示，分別有 87.5% (市區) 及 27.1% (郊區) 區域不能有基地臺之存在，因此市區通訊幾乎癱瘓，郊區或許仍有通訊之存在，但是緊急通訊網例如警用及醫療無線電也納入限制的話，不但影響重大，更因為根據統計澳洲之緊急求救有 64% 來自行動電話，因此其衝擊層面不可小覷。

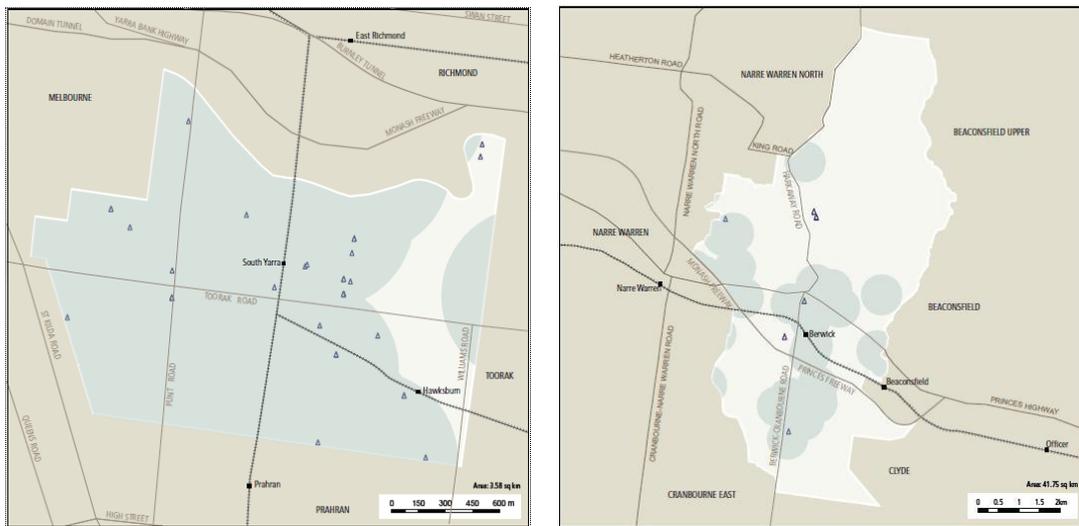


圖 20 墨爾本市區(左)與近郊(右)實施500公尺限制區之後，分別有87.5%及27.1%區域不能建基地臺。

參、心得及建議

目前 NCC 面臨的最大民怨之二都跟行動電話議題有關，一是上揭基地臺到處林立引起的鄰避情結與抗爭；一是廣大行動上網族群抱怨上網塞車、龜速。很不幸的是，此兩大民怨是互相矛盾的——廣設基地臺以解決上網塞車民怨，勢必引起另外一群鄰近非志願使用住民之抗議。然而如前所述，政府及 NCC 為促進國家整體資訊通信科技發展、迎合趕上全球數位匯流浪潮，以力挽經濟衰退之狂瀾，全力推展 4G 行動通訊已是箭在弦上，不可一日稍歇！目前得標業者取得頻率並獲得籌設許可後，可預期大量 4G 基地臺在全國各地展開密集的覓點建設，以期於明年下半年取得執照開台營運。爰此，化解此兩大民怨之矛盾已是刻不容緩之任務，如何在大力推展無線電通訊涵蓋、普設基地臺之同時，不但在消極的面向考量鄰近住民觀感、兼顧民眾之權益、化解電磁波之疑慮，甚至在積極面上進而藉由基地臺之景觀融入以美化社區、業者以敦親睦鄰精神與社區居民形成伙伴、善盡企業責任而贏得住民掌聲等，均有賴最主要的通信日的事業主管機關 NCC 的政策帶領，周旋協調環保署、國建局、各地方縣市政府等公部門與電信業者、環保團體、民意代表等各方不同利害關係人達成共存共榮之多贏局面。

筆者有幸獲得此專題研究機會，雖因（完全自行）準備與聯繫之過程倉促，奉命研究之期程又正逢學校暑假及歐洲人所重視之休假期間，然而幸蒙倫敦帝國大學資深講師 Mireille B.Toledano 博士之協助，透過她的指導及牽線，也取得不少寶貴資源並拓展到相關議題之學習。綜合歸納此行之發現與心得，臚列如下：

- (1). 英國政府當局與業者能體會民眾對於知的權利需求，以公開透明為上策，尊重立場保守的第三者 IEGMP 之史都華報告結論並順應其建議，於國際網路設立友善的 Sitefinder 查詢站以提供透明的基地臺設立地址、各種重要資訊給予民眾參考，證明是有效祛除民眾未知恐慌心理的良方。
- (2). 英國電信業者協會能密切配合地方當局權限，主動參與社區風險溝通，並對於基地臺之建設遵行標準的、公開的建站評估如紅綠燈模式等，提

供專業諮詢報告，有效化解多方利害關係人之疑慮並凝聚共識，對於業者本身之佈建及國家整體通訊發展有重要助益。

- (3). 英國公共衛生署從民眾健康立場切入此議題，與世界衛生組織密切合作，爭取經費主辦或贊助學術界做獨立客觀的研究，因為與業界無直接之關聯且大多以生物醫學、流行病學之方式統計或實驗取得數據，對於基地臺電磁波及手機長期使用之健康風險所提出之評估報告與建議，其公信力較能被廣泛有效地接納，有效消弭民眾健康疑慮。
- (4). 英國整體社會文化深度與民眾的高教育水平，使漫無根據之謠言、報導等不致形成擴散效應；而因歷史傳統孕育的尊重古蹟、重視市容及維護自然景觀的文化本質，亦使得基地臺的建設自然地在美化、融入景觀上與網路需求、涵蓋規劃上取得平衡，降低視覺衝擊，因此相關之衝突與抱怨似乎並不多見。

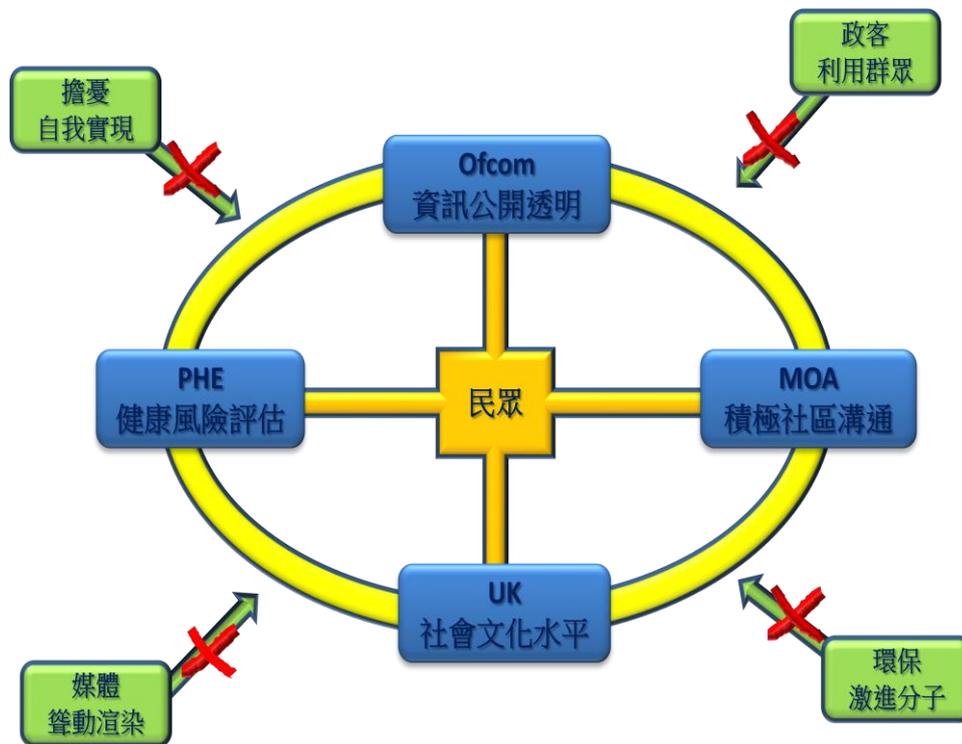


圖 21 公私協力合作的努力及社會文化水平的保護
(圖片來源：筆者自繪)

基於上述 4 個主要因素，整體上使得民眾能有理性之認知，獨立之判斷，不易受他人左右，英國在這議題上遂有著優異的成果，如圖 21 所示。茲僅就以上研習心得及停留於英國期間相關之觀察提出個人建議，希望對 NCC 及其他機關之相關行政作為或政策制訂有所助益。

一、公私部門均應設「專責風險溝通」單位與人員

國內曾有公共政策學者一針見血的指出，「**風險溝通不是科學而是藝術！**」依筆者之觀察，目前無論 NCC 或電信業者均習於以「技術專家途徑」式的單向風險溝通，除了行政官僚體系的依法行政慣性與業者想低調躲避責任之外，風險處理人員的學術背景與性格傾向也是不可忽視之因素。目前兩者在第一線處理基地臺鄰避陳情或抗議事件者，均由原擔任基地臺發照與查驗工作之技士、技正或工程師擔任，不但有球員兼裁判的角色問題，更因為這些人員以理工科學背景為主，本於職能專長在操作電腦與儀器設備方面均能游刃有餘，但對於民眾、民意代表、利益業者等等利害關係人，在各種溝通協調會的場合，各為了彼此的立場與意見糾葛不清甚至怒言相向時，這些技術背景為主，不善交際應對的公務員，夾在人群中間簡直不知所措，唯一能解釋的只有儀器上的數據、國家標準...等等「技術專家途徑」不討好而又無助於溝通之言詞！英國 MOA 之所以在社區溝通手冊特別強調勿用冰冷的科技術語或法令詞句，其道理是相通的。

晚近新公共服務與治理風潮鼓勵公部門仿效企業機構，把人民當成客戶而加強注重服務民眾，爰建議 NCC 及更具合理立場之環保署，應有專門處理陳情案件與職司風險溝通之單位或團隊，業者亦應成立特別處理基地臺相關議題的公關部門，妥善處理基地臺鄰近居民與社區關係。這些專責部門首要任務就是徹底改變以往「技術專家途徑」式的單向風險溝通，訓練專職人員作妥協疏導工作，改變在以往風險溝通上一味強調安全標準數據、以依法行政為原則的僵化回應與行政慣性，把民眾當成永續的客戶來經營，從傾聽社區居民的聲音，注重風險承受

者的權益來建立信任；藉由心理的、社會的、政治層面的溝通技巧而非數據的、科學的、技術的單向宣達，來化解政府、業者與民眾在此議題上的意見隔閡與歧異立場。

政府機構的此一專責部門，就如同私人企業的公關部門一樣，必須與媒體建立良好的關係與聯繫管道，避免媒體的專業上不足或報導利益等關係，對於風險訊息之傳遞可能失之偏頗，不利長期風險溝通的努力。而在實際疏導民眾認識基地臺相關電磁波風險的實作方面，要注意傾聽、理解並尊重民眾的訴求，先取得信任之後才有進一步教育正確知識之機會。例如若是因為擔心電磁波的危害，公務員願意隨時配合安排第三公正團體替他量測，並親自派員以民眾瞭解的、淺顯的語言加以解釋結論報告及代表之意義；若是基地臺天線景觀上礙眼的因素引起不滿，也可以尊重民眾的看法與建議，督導業者作各種美化型態變更處理等等…。在某種程度上，這就是一種民眾參與的方式，讓大眾不滿的聲音被聽到、建議被採納，將利害關係人權益，納入決策參考並具有一定的影響力，亦即以雙向風險溝通的互動模式，從根本上降低或消弭鄰避情結。

二、 督責業者重視：電磁波議題攸關永續經營

單從英國 MOA 在風險溝通上包括提供透明資訊、參與基地臺架設前地區溝通評估、主動協調多方利害關係人、提撥基金予政府做相關研究等的種種積極作為相對照，國內的電信協會（MOU）實在應該汗顏！

（一）、 擔負風險溝通的主要責任

從 Ofcom 所扮演的角色我們發現政府在基地臺的管理上理應位於制高點，訂定最高指導原則並營造業者間良性競爭之環境，立場上更應該位於民眾與業者中間點上，做一個平衡的管理者而不是親自處理基地臺抗爭，以免與發照角色混

淆，自失立場而被視為是業者的利益共同體。而業者在政府扶植產業所建立之優勢法規與行政環境下，享受營業利潤之餘，亦應自行承擔基地臺議題處理的成本，負起與民眾溝通之責任與義務，如 MOA 主動積極之作為。從而，主管機關與電信業者方能各司其職，使國家整體通訊產業達到和諧的運作狀態。

或許我國國情尚難以完全仿效英國，要能在建站之前取得居民之共識與同意後方能繼續進行，此一理想尚待各方社會條件之配合。但至少 NCC 現階段可以訂定遊戲規則，強力督促業者善盡社會溝通之責，其實施方式例如：對業者發生抗爭的個案處理經過、配合基地臺美化之推動數量或成果、業者預防鄰避之績效（例如事先訪查、事後回饋鄉里之作法）等列入評比，甚至針對正面作為的項目開放社區民眾參與考核，讓人民感受到 NCC 重視民意的一面，而 NCC 也相對地對於績優業者給予適當營運上之鼓勵，例如開放更多基地臺設備進口及建設配額等。

（二）、 防杜媒體之渲染效應

MOA 在社區溝通手冊中，特別針對媒體專篇提出應對原則，極為重視不正確之資訊或偏頗的報導引起的漣漪效應。此一情形在國內更為嚴重，雖跟整體媒體素質低落，加上有限的市場生態，傾向於以聳動標題引發關注外，國內 MOU 及業者未能在第一時間及時回應，平時也疏於與媒體建立此一議題之溝通管道，因此諸如手機爆米花、基地臺使得硬幣黏在牆上等荒謬的報導亦能流傳開來，其引起的長期負面效應常在之後的基地臺抗爭場面，民眾的憂慮陳述中展露無遺。因此在此建議主管機關 NCC，除了督責業者在此議題之危機管理上需加把勁以外，也必需跨部會取得衛生福利部、環保署之配合，由適當之公部門及時澄清，防杜不實的報導渲染擴大，遺害無窮。

（三）、 在地深耕：積極社區參與及回饋

環境污染型之鄰避設施由業者設置回饋機制，已是常態。而回饋並不一定要以金錢直接給予鄰近住民的方式提供，間接的補助社區建設、贊助社區活動及親自參與各種能增進與社區住民互動、拉近距離的方式都是很好的作法。尤其在台灣，非都市型的地區很講究人情味，業者要利用當地的員工與人脈用心經營，日久之後基於情誼與信任，非理性的抗爭自然而然消彌於無形。

另外，以坦然態度面對基地臺的人體影響的敏感問題，則提供健康檢查是可行又具說服力之方式，並可藉由與特定社區醫院合作，長期觀察紀錄住在基地臺附近居民的身體變化情形—以專業醫生第三者的檢驗結果告訴居民電磁波是否有影響，比任何政府機關或業者的廣告、宣導更具說服力，同時又可用行動證明電信業者的關切，拉近彼此隔閡，必能有助於長期基地臺議題的良性循環。

三、 徵收基金作電磁波風險溝通特定用途

針對此議題而由業者提供資金給予政府統籌運用，先進各國都在進行，在英國的例子從前面章節可以看到例如 MTHR、COSMOS、Geomorf 及兒童癌症流行病學調查等，或配合 WHO 所做的 InterPhone Study，這些透過政府資助的大型研究案上，業者透過 MOA 提撥的金額超過一半以上（參註 7）。國內類似像空污基金或目前廣播電視基金、電信普及服務基金的徵收與運用方式，應可以仿效。甚至，以目前因非法架設基地臺之業者其受「行政處分次數」作為權重之基數徵收，藉以有效課予業者重視社會責任，同時此專門用途之基金亦可以處理整體的基地臺風險溝通問題，或以獎勵的方式補助地方政府協助 NCC 處理基地臺相關事務，增加其處理鄰避之意願。

在相關健康風險研究上，仿效英國大量資助學術界的作法，因為是由國家以徵收稅捐的概念成立，透過這類基金由獨立的第三者發展相關研究，其立場不容環保激進份子之質疑，其結論相對的容易被社會大眾接受。附帶一提，我國在 NCC 回應基地臺之陳情例稿上¹⁶所揭示之電磁波量測普查，係電信總局時代於 90 年 4 月配合環保署所做，年代久遠而且十幾年來基地臺新增數量頗為可觀，說服力早被質疑，應有透過學術界或第三者重新普查之必要，以昭公信。

四、 風險管理角色分工與跨部會整合

我國憲法裡有關「電政」之條文早已不合時宜，理應修正與時俱進，以化解中央與地方在電信管理權限爭議及風險管理之僵局。而 NCC 作為電信政策之主管機關，政策上有鼓勵通訊傳播新技術及服務發展之使命，短期內更需營造合理之市場環境，排除設立基地臺之非理性障礙，協助已取得 4G 頻譜之業者能加速建設以早日營運。本研究建議在政府機關方面，至少在以下三方面重新分工與整合，方能妥善處理基地臺議題。

(一)、 環保署受理環境電磁波之量測

環保署發佈「非游離輻射環境建議值」，如就如同其所發佈的「各項空氣污染物之空氣品質標準規定」一樣，由其機關隨時監測空氣品質並即時發佈「空氣污染指標」，長期以來已取得一定程度的公信力。基地臺議題則因為審核發給基地臺執照的是 NCC 的地方監理處，核准項目包括電磁波發射特性如頻率、功率

¹⁶內容略摘錄如下：「...電信總局復於 90 年 4 月起配合行政院環保署於大臺北、大臺中、大高雄地區及東部地區進行行動電話基地台電磁波量測，其結果顯示四個區域環境中電磁波最大值分別為該署所公布「環境建議值」之 1/1639、1/335、1/7480 及 1/36689(1800MHz 系統)，以及 1/3734、1/332、1/3906 及 1/21000(900MHz 系統)；而平均值分別為〈環境建議值〉之 1/51150、1/39232、1/156300 及 1/221565(1800MHz 系統)，以及 1/77935、1/36028、1/99337 及 1/342205(900MHz 系統) ...」

等數值，但是當民眾懷疑這些有關發射電磁波強度的數據，是否超過範圍、有無偷偷加大功率時，卻又由 NCC 受理並安排量測，基本的角色立場前提就受到質疑，無論量得的結果如何，總難讓民眾釋懷，甚至懷疑 NCC 有串通業者之嫌。而目前各縣市的環保局處，實際上也都受有相關電磁波量測的訓練，若人力之問題能設法解決，應由環保署受理民眾對電磁波疑慮的量測，較為符合民眾之期待。

（二）、 衛生福利部加強健康風險溝通

WHO 及電磁波安全議題之專家漸漸形成的共識是，目前幾乎大部分人口多少都受到行動電話基地臺長期、低劑量的暴露，而手機的暴露則是高劑量、短期、間歇性的暴露，對於健康危害的顧慮，來自於基地臺暴露的可能性較小，來自手機暴露，尤其是腦部的危險顧慮較高。但因為基地臺的暴露屬於非自願性，各國民眾對於電磁波的顧慮幾乎都還是針對基地臺的暴露為主。

基於 NCC 角色定位，民眾對於 NCC 的電磁波宣導有「老王賣瓜、自賣自誇」之譏，甚至在 2010 年 NCC 因主委參與電信產業發展協會拍攝電磁波安全宣導短片，被立法委員嚴詞指責，甚至揚言刪減年度預算。¹⁷爰建議仿效英國之作法，只要是牽涉「人體健康」之疑慮，正本清源應由衛生福利部負責有關電磁波（包含手機）是否對人體產生影響之研究、正確知識之傳導，除了利用前所建議成立之風險溝通基金贊助大型之獨立研究以昭公信外，並應隨時注意 WHO 或其他先進國家最新報告，以站在捍衛國民健康的角度與中立立場傳達電磁波健康風險訊息，效果必優於由 NCC 或業者之宣傳，增進社會大眾之信任。

（三）、 跨部會整合推動天線格柵、壁掛等美化政策

國內各處常見到基地臺因天線叢集而產生礙眼、不協調的外觀，在基地臺鄰避原因裡佔有非常重要的因素，也是嚴重或大型抗爭的焦點。國內業者的對策，

¹⁷ 2010 年 5 月 20 日，立法院交通委員會。

包括水塔、冷氣機、招牌等偽裝，然而往往在曝光後招致更嚴峻的批評。英國對於此類偽裝立場卻大方得多，在基地臺建站上的實施細則「行動電話網路發展最佳應用守則」(Code of Best Practice on Mobile Network Development in England，參註 13)裡對基地臺的 mast 定義就毫不避諱的把「偽裝」認為是新興基地臺的一種型態，

*“...New slimmer versions of masts are now available which can be painted to blend in with their surroundings, **disguised** as trees or telegraph poles or used in conjunction with street lighting and CCTV cameras.”*

但「偽裝」這字眼在我國卻是禁忌，遑論列入法規了--民眾普遍認為業者基地臺「若沒傷害何需偽裝」？在倫敦地區生活三個月期間，發現市區話務量繁重區域雖然在 Sitefinder 裡查詢到不少基地臺，但從街頭眺望，舉目所及的大型天線並不多見，推知大部分的天線都隱藏得不錯，如圖 22 所示。此外，微型天線 (Microcell) 的比例也不少，減少了很多的視覺衝擊。因此，筆者建議 NCC 以更積極的法規管理如：鼓勵多設微型天線、強制共用避雷針、限制某固定平方米內天線組數量、符合一定美化樣態規範者才發給架設許可、實施各業者美化評比積分作為基地臺總量管制參考等等，以政策引導業者更強烈的重視天線美化。



圖 22 倫敦市區燈柱型美化基地臺

政府的協助面觀之，雖然 NCC 也認知到天線美化的重要，然而最重要的政策卻因為地方自治因素推展不開，例如格柵式將基地臺天線從外圍包裝起來，大多數縣市政府視之為雜項設備或廣告設施必需申請核准，不但增加業者之成本，也常畏於後續民眾之抗爭多予駁回。NCC 多年來與內政部協商，希望格柵列為基地臺附屬設備，免去地方政府審核程序，但似乎仍有待突破。

而國外常見將天線壁掛於建築物外牆，不再另設醜陋的鐵條支架、分叉的避雷針，又同時有分散、整齊、融入景觀之效，¹⁸如圖 23 所示，國內也在不同縣市政府有不同解釋，動輒觸法面臨拆除命運，因此這類天線國內少見，卻是筆者認為除了格柵之外最有效的美化方式。爰呼籲行政院高層應積極促成跨單位

（NCC、內政部營建署、各縣市政府）的溝通整合，以修改不合時宜之相關法規限制，例如格柵及外牆附掛之合法化等，讓台灣多家、多系統、地狹人稠、亟需寬頻通訊涵蓋的特殊環境，多年來的基地臺鄰避沈痾，或能日漸舒解！

¹⁸ 請參考拙著 2009/11 月 NCC News “我見我思—波士頓地區的基地臺天線”



圖 23 市區外牆天線附掛有諸多優點（倫敦），最下圖為筆者 98 年哈佛受訓時所攝（波士頓）。