



RRPG92060088 (230.P)

計畫編號：MOTC-DGT-92-004

B3G (Beyond 3G) 之無線電頻譜管理新課題、技術與方法之研究

期末報告

委託單位：交通部電信總局

研究單位：國立交通大學

中華民國九十二年十二月

本報告為研究案並不代表交通部電信總局意見

B3G (Beyond 3G) 之無線電頻譜管理 新課題、技術與方法之研究

The Issues, Technologies and Methodologies in Radio Spectrum Management beyond 3G

計畫主持人：虞孝成、唐震寰

協同主持人：劉孔中、詹鎮榮

研究助理：王逸材、張又心、陳嘉汶、楊偉森

中 華 民 國 九 十 二 年 十 二 月

目 錄

中文摘要	III
ABSTRACT.....	4
第 1 章 緒論	5
1.1 研究背景與目的	5
1.2 研究方法	6
1.2.1 問卷調查法	6
1.2.2 個別深度訪談法	6
1.2.3 標竿法 (Benchmark 法)	6
1.3 研究流程與步驟.....	6
1.3.1 研究流程	6
1.3.2 世界無線電通信大會之研究步驟	8
1.3.3 探討無線電技術發展之新趨勢	8
1.3.4 2G 演進至 3G 之法規及管理辦法之研究步驟	8
1.3.5 軍用頻譜之管理架構及與非軍用頻譜在協調管理上機 制之研究步驟	8
1.3.6 頻譜運用與管理的新技術與方法-動態頻譜之研究步驟	8
1.4 預期成果	9
1.4.1 預期完成的工作項目	9
1.4.2 預期成果、效益及其應用	10
第 2 章 世界無線電通信大會	11
2.1 WRC 大會的組織及運作方式	11
2.1.1 ITU Council	11
2.1.2 CPM 之宗旨與任務	12
2.1.3 各議題協調人之責任	12
2.2 WRC2000 涉及 IMT2000 議題的進展和思考	13
2.3 WRC2000 的重要進展與影響	15
2.4 美國 FCC 針對 WRC2003 所做的準備	17
2.5 WRC2003 的具體成果和影響	18
2.5.1 無線區域網路支配新頻譜	19
2.5.2 IMT2000 與 B3G 的頻譜規劃	19
2.5.3 公眾安全與災難救助的頻譜	20
2.5.4 高空平台頻譜	21
2.5.5 太空觀測服務頻譜	21
2.5.6 高密度固定衛星應用頻譜	21

2.5.7	機/船上地球站頻譜	22
2.5.8	業餘無線電頻譜	22
2.5.9	無線電天文頻譜	22
2.5.10	衛星聲音廣播頻譜	23
2.5.11	衛星無線電導航頻譜	23
2.5.12	固定衛星服務頻譜	23
第 3 章	無線電通訊技術之新發展	24
3.1	蜂巢式行動通訊系統 (Global System for Mobile Communication, GSM)	24
3.2	無線非同步傳輸模式 (Wireless Asynchronous Transfer Mode, WATM)	24
3.3	低速短距無線技術 ZigBee	25
3.4	無線區域網路 (Wireless Local Area Network, WLAN)	26
3.5	非管制使用頻譜的管理趨勢	27
3.5.1	不需執照設備的定義	27
3.5.2	不可干擾的要求 (non-interference requirement) :	27
3.5.3	非管制無線電設備的應用	28
3.5.4	美國開放的非管制頻譜	28
3.5.5	非管制頻譜的管理議題	28
3.5.6	針對非管制頻譜的管理建議	30
3.6	Beyond 3G	31
3.7	小結	31
第 4 章	2G 演進至 3G 之法規與管理辦法	33
4.1	取得特許執照的方式	33
4.2	業者間漫遊之規範	33
4.3	從 2G 升級至 3G 之相關規範	34
4.4	歐盟檢討發展 3G 遭遇的困難及未來努力方向	34
4.5	法規環境的議題	35
4.6	財務環境的議題	36
4.7	新市場需要經驗的議題	37
4.8	尚待解決的技術議題	37
4.9	歐盟調整政策目標	38
4.10	歐盟將採取的行動	38
4.10.1	制訂革新的法規架構	38
4.10.2	提昇研發及歐洲電子化俾利未來數位無線服務	39
4.10.3	加速 3G 網路建置、協助解決問題	40
4.11	結論	41

第 5 章	頻譜運用與管理的新技術	42
5.1	動態頻譜分配 (Dynamic Spectrum Allocation, DSA)	42
5.2	多維信號處理與電磁相容分析及多維頻率共用	44
5.3	智慧型天線	44
5.3.1	智慧型天線的理想目標	44
5.3.2	智慧型天線的原理	45
5.3.3	「波束開關」 (Beam Switching)	47
5.3.4	雞尾酒會效應	49
5.3.5	運用近況	53
5.4	軟體無線電	54
5.5	現代編碼／調製技術	54
5.6	自適應信號處理及統計檢測	54
5.7	多媒體綜合業務傳送的多層綜合有效工作平臺	55
5.8	無線應用協定 (WAP) 與藍芽 (Bluetooth) 技術的推廣應用	55
5.9	確立 IMT2000 營運許可的管理規則及加強頻譜有償使用管理力度	55
5.10	專用短距通訊技術 (DSRC) 與 CALM 標準協定	56
第 6 章	頻譜運用與管理新法規	58
6.1	美國頻譜管理策略--2002	58
6.2	愛爾蘭頻譜管理之策略--2002	59
6.3	英國頻譜管理政策--2002	63
6.3.1	無線電頻譜管理的重要	63
6.3.2	英國頻譜政策如何制訂	64
6.3.3	頻譜管理的關鍵性議題	68
6.3.4	無線電通訊的發展	71
6.4	加拿大頻譜管理政策--2002	80
6.4.1	引言	80
6.4.2	加拿大無線電頻譜政策	81
6.4.3	環境變遷的挑戰	82
6.4.4	頻譜政策架構的核心目標	83
6.4.5	頻譜政策架構的指導方針	84
6.5	新加坡行動通信服務的頻譜管理政策	91
6.5.1	行動通信服務介紹	91
6.5.2	頻譜分配及頻帶規劃	92
6.5.3	執照發放與申請	93
6.5.4	頻譜收費機制	93

6.6	香港頻譜管理政策--2002	95
6.6.1	指配 800-900MHz & 1700-1900MHz 頻帶未使用部份予 2G 行動通信網路業者	95
6.6.2	針對電信頻譜執照合併或收購的管制辦法	96
6.7	韓國頻譜管理政策--2002	99
6.7.1	韓國 4G 技術發展與頻譜規劃之動向	99
6.7.2	韓國 Beyond IMT2000 的頻譜政策主要課題	100
6.8	紐西蘭頻譜管理政策--2001	101
6.8.1	地面行動通訊服務	101
6.8.2	航海行動通訊服務	102
6.8.3	行動電話服務	102
6.8.4	低功率無線通訊	104
6.8.5	太空無線電通訊服務	104
6.8.6	廣播服務	107
6.8.7	電視服務	110
6.8.8	協同服務	112
6.8.9	無線電測定	113
第 7 章	軍用頻譜之管理政策	118
7.1	英國軍用頻譜管理政策--2002.....	118
7.1.1	軍用頻譜需求改變	118
7.1.2	非軍用與軍用頻譜需求的平衡	119
7.1.3	國際軍用頻譜協調組織	119
7.2	法國軍用/非軍用頻譜協調管理機制.....	120
7.3	瑞典軍用/非軍用頻譜協商管理機制.....	121
7.4	德國軍用/非軍用頻譜協商管理機制.....	121
7.5	以色列軍用/非軍用頻譜協商管理機制.....	122
7.6	英國軍用頻譜的使用情況與政策	122
7.6.1	極低頻 (Very Low Frequency, VLF) 頻段.....	122
7.6.2	低頻 (Low Frequency, LF) 頻段.....	122
7.6.3	中頻 (Medium Frequency, MF) 頻帶	123
7.6.4	高頻 (High Frequency, HF) 頻帶	123
7.6.5	特高頻 (Very High Frequency, VHF) 頻帶	124
7.6.6	超高頻 (Ultra High Frequency, UHF) 頻帶	124
7.6.7	極高頻 (Super High Frequency, SHF) 頻帶	129
7.6.8	超極高頻 (Extra High Frequency, EHF) 頻帶上	131
第 8 章	結論與建議.....	132
8.1	參考 WRC2003 針對頻譜支配的決議，作為調整我國頻譜	

分配的準則	132
8.2 參考美國的規範，儘速分配我國非管制頻譜，使產學界可 以即早研發	133
8.3 鼓勵不受管制設備動態使用受管制的頻譜	133
8.4 建議非管制運用高頻帶頻譜	134
8.5 軍用/非軍用頻譜協調管理機制	134
8.6 韓國的 B3G 策略與對我國的啟示	135
8.7 總結/建議	136
參考文獻	138
附錄 A. 智慧型運輸系統之 (ITS) 之專用短距通訊技術	141
A.1 ITS 系統通訊平台整體規劃	141
A.1.1 典型 ITS 實體架構	141
A.1.2 ITS 資訊與通訊平台之整體規劃	144
A.2 專用短距通訊技術與標準化之介紹	148
A.2.1 DSRC 簡介	148
A.2.2 專用短距通訊標準	148
A.2.3 DSRC 的系統架構	151
A.2.4 各國微波 DSRC 系統	157
A.2.5 DSRC 與異質網路的互連	178
A.3 DSRC 未來的展望	193
附錄 B ITS 通訊平台標準協定與架構之探討	195
B.1 NTCIP 簡介	195
B.2 以 ISO 主導所制訂之 ITS 通訊平台架構與標準協定	202
附錄 C 出國考察報告—參加第八屆 COST 273 會議	212
C.1 COST 273 簡介	212
C.2. COST 273 8th 會議概述與心得摘要	214
C.2.1 COST 273 8th 會議概述	214
C.2.2 交通大學技術文件重點摘要	214
C.2.3 Tutorial 心得摘要	215
C.2.3.1 MIMO 技術簡介	215
C.2.3.2 MIMO 通道模型建構方法	216
C.2.3.3 無線通信標準之 MIMO 通道模型	219
C.2.4 技術文件心得摘要	221
C.3 總結與建議	223

表目錄

表 6.3.1 不同頻譜需求下各別情境間之差異性	67
表 6.5-1 擁有通訊設備的電信服務業者及提供的服務	91
表 6.5-2 新加坡行動通信業者的頻率指配	92
表 6.5-3 行動傳呼服務的頻率指配	92
表 6.5-4 行動資料傳輸服務的頻率指配	92
表 6.5-5 中繼式行動電話的頻率指配	93
表 6.5-6 申請使用頻率的手續費	94
表 6.5-7 使用頻率的年度管理費	94
表 6.5-8 使用頻率的短期收費方式	95
表 6.7-1 韓國建議之 4G 規格目標	99
表 8.1-1 WRC2003 有關頻譜支配的決議	132

圖目錄

圖 1.3-1 研究流程圖	7
圖 5.1-1 固定頻譜分配與動態頻譜分配之比較圖	42
圖 5.3-1 全向天線的電波場型	46
圖 5.3-2 兩根天線間隔半波長的電波場型	47
圖 5.3-3 六根天線間隔半波長的電波場型	47
圖 5.3-4 多天線陣列產生之電波束涵蓋整體基地台範圍	49
圖 5.3-5 使用相同頻率的使用者在不同波束中的干擾	49
圖 5.3-6 可調整陣列天線訊號相加	50
圖 5.3-7 可調整陣列天線訊號相減	52
圖 5.3-8 各根天線產生不干擾的電波場型	53
圖 5.10-1 CALM M5 與各國 5GHz 相關標準之頻段比較	57

中文摘要

近年來無線通訊科技快速進步，且與網際網路密切結合，加速促進無線資訊服務蓬勃發展，對於無線通訊頻譜之需求日益增加。由於頻譜資源有限，本研究探討如何善加管理及運用頻譜資源，協助業者於提供 3G 及後 3G 服務時均能公平獲得頻譜資源，達到促進我國電信產業進步、增進消費者權益與方便性的目標。

第三代行動通訊 (International Mobile Telephone 2000, IMT2000) 標準能提供 2Mbps 的傳輸速率以因應語音、數據與影像傳遞之需求。然而，目前所分配的頻寬對未來各種寬頻多媒體服務來說，仍有不足之虞。因此，WRC 正討論如何在國際上達成支配新無線電頻譜供 B3G 之用。新一代寬頻無線通訊技術的研發一直不斷地在世界各地進行著，隨著無線通訊技術的演進，新的無線電通訊頻譜管理技術也必須配合新的頻譜使用方式，諸如動態頻譜分配 (Dynamic Spectrum Allocation)，以及頻譜協調共用 (Frequency Coordinated Sharing)。此外，新頻譜法規之制訂也是刻不容緩的議題。

本研究探討五大主題：1. 分析世界無線電通信大會 (World Radio-communication Conference, WRC) 之任務組織、功能以及各參與機構之角色和權利、2. 探討無線電技術發展之新趨勢，包括蜂巢式無線系統、WLAN 系統、WATM 系統、UWB (Ultra Wideband) 及 B3G 系統之頻譜需求與管理規範、3. 分析各國 2G 業者演進至 3G 之法規及管理規範、4. 頻譜運用與管理的新技術與方法，包括動態頻譜分配、5. 分析先進國家軍用頻譜之管理架構及與非軍用頻譜在協調管理上之機制。

從 WRC2003 對頻譜支配的決議發現，目前頻譜規劃重點除包括配合 B3G 技術之發展 (無線產業之發展) 如 WLAN 及 HAPS 頻率之指定，並指定公眾安全與災難救助的頻率，這是我們應及早因應。

ABSTRACT

The Issues, Technologies and Methodologies in Radio Spectrum Management beyond 3G

The rapid growth and popularity of mobile communications services make radio spectrum a precious and scarce resource. It is anticipated that the current spectrum allotment for 3G is not sufficient, let alone even higher demand of B3G services.

This study kept close monitor of new issues and trends of spectrum allotment discussed in WRC2003; the latest technologies and spectrum requirements of mobile services such as WLAN, WATM, UWB, and B3G etc.; the latest Dynamic Spectrum Allocation and Frequency Coordinated Sharing technologies etc.; and the latest spectrum management regulations such as 3G and B3G regulations, as well as military-use and non-military-use regulations and management frameworks.

From the WRC2003 Spectrum allotment, we found that it is important for us to planned allocate proper spectrum as soon as possible for public safety and emergency rescuer.

The current spectrum allotment for IMT2000 is expected to be insufficient for future broadband mobile communication services. Taiwan DGT shall keep a close look at the development in WRCs in order to reserve spectrum for B3G needs. Emerging new radio telecommunications technologies have been advancing rapidly. New technologies or mechanisms to share use of spectrum such as Dynamic Spectrum Allocation and Frequency Coordinated Sharing are also becoming realistic. Taiwan DGT has to be on top of such trend and modify radio regulations accordingly.

Keywords: B3G, WRC, Spectrum Management, WLAN

第1章 緒論

1.1 研究背景與目的

所謂 B3G 的研發與規劃，其概念已不再是研發人員各自提出在速度上足以超越 3G 通訊系統 384Kbps 速率限制的新一代無線傳輸技術而已，現行的 B3G 一詞，乃是由無線全球研究論壇（Wireless World Research Forum; WWRF）成員們所嚴謹定義的通用名詞，在國際電訊聯盟（International Telecommunication Union, ITU）中則被稱為「IMT2000 and System Beyond」。

在概念上，B3G 研發及架構同時涉及網路（Core Network）、無線電接取介面（Radio Interface）、網路服務及應用、相關的關鍵元件、以及運作所需的頻譜與標準的制訂。當時之所以選定「3G and Beyond」這個名詞，而非「4G」，乃是考慮了其未來系統特色及標準，一方面必須繼續仰賴 3G 標準組織（UMTS）已發展的多項新定標準加以延伸，如 All-IP Core Network、OSA（Open Service Architecture）及 Ipv6；而在另一方面，其規劃又必須滿足整體系統架構足以由 3G 系統演進到未來系統的架構需求。

近年來無線通訊科技快速進步，且與網際網路密切結合，加速促進無線資訊服務蓬勃發展，對於無線通訊頻譜之需求日益增加。由於頻譜資源有限，如何善加管理及運用頻譜資源，協助業者於提供 3G 及後 3G 服務時均能公平獲得頻譜資源，達到促進我國電信產業進步、增進消費者權益與方便性為重大議題。

第三代行動通訊 IMT2000 標準能提供 2Mbps 的傳輸速率以因應語音、數據與影像傳遞之需求。然而，目前所分配的頻寬對未來各種寬頻多媒體服務來說，仍有不足之虞。因此，WRC 正討論如何在國際上達成支配新無線電頻譜供 B3G 之用。新一代寬頻無線通訊技術的研發一直不斷地在世界各地進行著，隨著無線通訊技術的演進，新的無線電通訊頻譜管理技術也必須配合新的頻譜使用方式，諸如動態頻譜分配（Dynamic Spectrum Allocation），以及頻譜協調共用（Frequency Coordinated Sharing）。此外，新頻譜法規之制訂也是刻不容緩的議題。

本研究探討五大主題：1.分析世界無線電通信大會（WRC）之任務組織、功能以及各參與機構之角色和權利、2.探討無線電技術發展之新趨勢，包括蜂巢式無線系統、WLAN 系統、WATM 系統、UWB（Ultra

Wideband) 及 B3G 系統之頻譜需求與管理規範、3.分析各國 2G 業者演進至 3G 之法規及管理規範、4.頻譜運用與管理的新技術與方法，包括動態頻譜分配、5.分析先進國家軍用頻譜之管理架構及與非軍用頻譜在協調管理上之機制。

1.2 研究方法

1.2.1 問卷調查法

資料蒐集部份主要以問卷調查法及個別深度訪談法為主，問卷調查的意義問卷調查法是根據母群體所選取的樣本，透過問卷來蒐集樣本資料，以從事探討研究變項的發生、分配及其彼此相互關係的一種研究法，其目的在探討主題對象的現況，做為解決問題、規劃未來的依據；問卷調查是指將設計好的問卷或調查表郵寄（面交）給受訪者，或將受訪者集；合起來填寫問卷，此法可運用於市場調查或消費態度測量；問卷調查可蒐集大量資料，以了解現況，但對於填答的真實性難以控制。

1.2.2 個別深度訪談法

本研究資料蒐集部份以深度訪談（In-depth Interviews）技巧來分析現行 3G 業者實務運作情形。本研究以無線電技術之發展、頻譜需求與管理規範作為主要研究對象，採用個案研究方式較容易掌握過程或歷史性的動態現象，同時藉由實際訪廠考察，易於取得接近事實的資料，以洞察其因果關係。本研究以資料蒐集作為研究之基礎觀點，採用個案研究法配合廠商深度訪談的方式進行調查。

1.2.3 標竿法（Benchmark 法）

標竿法是一種參考過去經驗作為目標，或他人已經實現之理想作為目標的比較模式。本研究主在用參考已實施動態頻譜機制、3G 法規及管理方法或已有軍用頻譜管理的國家之作法及經驗，作為本研究分析及參考的榜樣與學習的指標。

1.3 研究流程與步驟

1.3.1 研究流程

本研究首先依據研究背景、動機及電信總局期望的成果，產生本計畫的研究目的，進而蒐集相關文獻及各國電信部門發表的資料，包括國外已提供 WRC、無線電技術、2G 演進至 3G 之法規及管理辦法、動態頻譜

分析、及軍用與非軍用頻譜之協調管理之報告；其後再建立分析研究模型，包括我國內無線電通訊業者深度訪談及問卷調查分析模型、我國B3G、2G演進至3G法規、動態頻譜分析、及軍用與非軍用頻譜協調管理之可行方案；經由實證分析後，進行研究結果討論及修正；最後撰寫研究結果及建議。

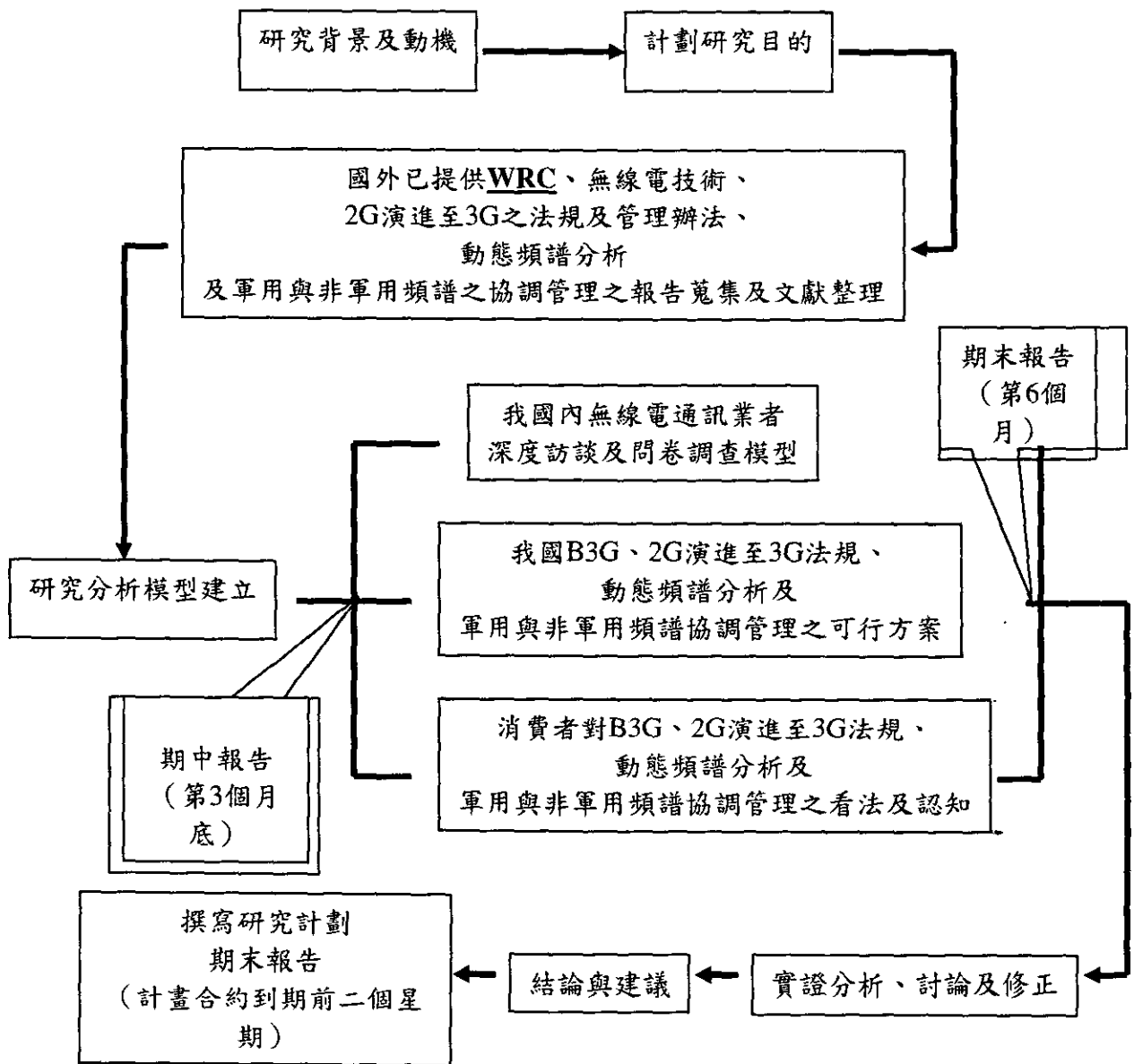


圖 1.3-1 研究流程圖

1.3.2 世界無線電通信大會之研究步驟

- 搜集世界無線電通訊大會之章程及相關文獻，分析其任務組織、功能以及各參與機構之角色和權利義務。
- 分析今年舉行 WRC2003 的會議內容，以了解其對我國無線電通訊可能產生的影響。

1.3.3 探討無線電技術發展之新趨勢

- 搜集無線電通訊技術：GSM、WATM 及 WLAN 的國內外相關文獻與相關研究，並針對三者的頻譜問題進行探討。
- 行動通信業者的意見對於我國規劃 B3G 未來頻譜需求、可能提供之功能、時程與預期之品質水準，都將有重要之關連。因此各業者之意見，值得本研究團隊彙整歸納作為建議之基礎。

本研究團隊也將拜訪行動通訊網路系統設備廠商，例如：易利信、西門子、Alcatel 等之文獻，瞭解他們為第三代行動通訊開發的設備與功能。整合各家系統的功能，以及對 B3G 之規劃。

1.3.4 2G 演進至 3G 之法規及管理辦法之研究步驟

作為我國 2G 演進至 3G 甚至 B3G 之頻譜需求規劃與管理機制。

1.3.5 軍用頻譜之管理架構及與非軍用頻譜在協調管理上機制之研究步驟

蒐集世界各國電信主管機關針對軍用頻譜之管理架構及與非軍用頻譜協調管理所制訂的管理辦法與機制，加上我國目前的政府組織管理架構，以及未來技術與服務的演進趨勢，綜合以上各方面的考量，提出我國軍用頻譜的管理機制與辦法。

1.3.6 頻譜運用與管理的新技術與方法-動態頻譜之研究步驟

頻譜是有限的自然資源，鑑於行動通信對我國民生與經濟的重要性與日遽增。因此頻譜資源應妥善管理，才不至於引起浪費或不公平的運用。

本研究將查詢通訊廠商是否已有動態頻譜分配管理之工具？以及是否已有可以動態運用頻譜之設備？

本研究將分析國外電信主管機關與電信領域專家對於動態頻譜分配之研究，作為我國實施動態頻譜分配成果之參考基礎。

1.4 預期成果

1.4.1 預期完成的工作項目

(一)世界無線電通訊大會

1. 了解 WRC 任務組織、功能以及各參與角色和權利義務。
2. 說明 WRC2003 的會議之重大決議。
3. 分析 WRC2003 對我國可能之影響並提供建議方案。

(二)探討無線電技術發展之新趨勢，包括蜂巢式無線系統、WLAN 系統、WATM 系統及 B3G 之頻譜需求與管理規範

1. 了解各主要無線電通訊技術之趨勢。
2. 說明各主要無線電技術之頻譜需求與管理規範。

(三)2G 演進至 3G 之法規及管理辦法

1. 瞭解各主要國家推行第三代行動通信之法規與沿革。
2. 參考國外之經驗，提出對「第三代行動通信業務管理規則」之修改。

(四)軍用頻譜之管理架構及與非軍用頻譜在協調管理上機制

1. 瞭解我國軍用頻譜管理架構。
2. 瞭解各主要國家軍用頻譜管理架構。
3. 說明各國軍用與其他頻譜分配之管理與協商機制。
4. 建議我國軍用與非軍用頻譜資源分配之協商機制。

(五)頻譜運用與管理的新技術與方法-動態頻譜

1. 了解動態頻譜之技術發展趨勢與現況。
2. 參考先進國家動態頻譜分配之實施準備。
3. 評估動態頻譜分配之管理機制。

1.4.2 預期成果、效益及其應用

(一)世界無線電通訊大會

1. 提出我國因應 WRC2003 會議決議之行動方案建議。
2. 整理 WRC 任務、組織架構、功能。

(二)探討無線電技術發展之新趨勢，包括蜂巢式無線系統、WLAN 系統、WATM 系統及 B3G 之頻譜需求與管理規範

1. 提出無線電技術發展之現況與趨勢。
2. 提出我國因應新無線電通訊技術之頻譜需求。
3. 提出我國針對新無線電技術之管理機制。

(三)2G 演進至 3G 之法規及管理辦法

瞭解各主要國家第三代行動通信之相關法規，藉以提出建議，截長補短使我國「第三代行動通信業務管理規則」更臻完善，並且使業者不會因為法規的轉變而無所適從，產生業者經營更順暢、民眾享受更佳的通信品質與服務的雙贏局面。

(四)軍用頻譜之管理架構及與非軍用頻譜在協調管理上機制

建議我國軍用頻譜與非軍用頻譜的分配軍用協調機制，產生國防安全、民眾享受更佳的通信品質與服務的雙贏局面。

(五)頻譜運用與管理的新技術與方法-動態頻譜

1. 瞭解動態頻譜分配之技術發展現況與趨勢，作為未來我國實施動態頻譜分配之參考，使我國在頻譜的運用上能更有效率，並且民眾能享受更佳的通信品質與服務。
2. 完成英、美、紐西蘭、新加坡、香港、韓國最新之頻譜管理法規之探討。

第2章 世界無線電通信大會

2.1 WRC 大會的組織及運作方式

世界無線電通信大會 (WRC) 是在國際電信聯盟 (ITU) 機構之下專司支配、規劃及管理無線電頻率、以及衛星軌道資源的的全球性會議。它一般兩至三年舉行一次大會。上一次 WRC 大會是於 2000 年 5 月 8 日至 6 月 2 日於土耳其伊斯坦堡召開, 報名參加的國家一共有 156 個, 包括 ITU 工作人員在內的全部與會人員共計約 2800 人, 區域組織共十多個。

WRC 會議的宗旨是解決國際間無線電通訊的相關事宜, 以確保在各區域各國家能夠合理地、公平地、有效率地, 以及符合經濟原則地運用無線電頻譜。無線電頻譜是有限的資源, 必須有無線電頻譜才能建構地區性、區域性及跨國性的通訊網路, WRC 會議的決議對政府主管機構、通訊產業以及消費者都會造成深遠的影響。

WRC2003 會繼續追求促進無線電頻譜管理的效率、創新、促進競爭, 以及無線電通訊網路的建設與技術研發。WRC2003 除了會針對各頻段之頻譜調整利用進行廣泛討論之外, 特別會針對 IMT2000 的頻譜需求以及地面無線互動多媒體運用的頻譜需求, 提出各國的看法。此外, 也會針對網路使用者的隱私以及安全進行討論, 針對無線電主管機構的頻譜管理趨勢以及管理法規, 也會有所討論。這些決議都將會影響我國無線電頻譜管理的重大趨勢, 對我國將有重要的參考價值, 此外我國頻譜管理要能夠與世界同步, 也必須及早針對國際上的發展趨勢進行配合修法。

2.1.1 ITU Council

每一次 WRC 的會議都會建議下一次 WRC 會議將探討的議題, 因此這些議題都需於四、五年前就被提出, 在 WRC 會議的二、三年以前經過各國更詳細的討論, 提出作為下一屆 WRC 會議的討論主題, 也必需經過 ITU 指導委員會 (ITU Council) 通過。ITU Council 有下列的職權:

1. 可以修訂無線電管理法規以及修改頻譜指配或支配;
2. 針對無線電通訊引起國際上重視的議題進行討論, 並提出主張;
3. 指導無線電法規董事會 (Radio Regulations Board), 以及無線電通訊局 (Radio Communication Bureau) 任務的執行並考核其任務達成率;
4. 向無線電大會 (Radio Communication Assembly) 提出值得研究的課題, 並指導工作小組進行重要議題的研究工作, 以作為無線電

大會討論的參考。

ITU 行政指導委員會必須包括至多所有會員國四分之一的會員，會員產生由大會選舉產生，會員的組成也必須考量各地區代表的公平性，包括依照美洲、西歐、東歐、非洲、亞洲與澳洲成比例的代表數，目前 ITU Council 是由 46 個會員國代表所組成，ITU Council 的目的地是確保 ITU 注意到目前快速變化的通訊科技與環境，以及確保 ITU 的政策與策略都能符合當前環境的需要。ITU Council 定期撰寫 ITU 的策略規劃與政策的報告，此外 ITU Council 負責 ITU 日常運作的行政事務，ITU Council 確保所有的活動都符合 ITU 的憲章、慣例、行政的規範，包括國際通訊規範、無線電規範、過去 ITU 會議的決議、以及其它會議的決議。WRC2003 將於日內瓦舉行，期間自六月九日至七月四日，由 WRC 會議籌備會（Conference Preparatory Meeting, CPM）負責。

2.1.2 CPM 之宗旨與任務

1. 準備 WRC 議程；
2. 總結技術與執行小組之報告，並包括相關的 ITU-R 建議（Recommendations）；
3. 分析研究小組提出之結果，考量是否適於解決議程中之問題；
4. 建議解決 WRC 議程中問題的方法，以及評估各方法之優缺點；
5. 提出法規與步驟上的考量與建議。

2.1.3 各議題協調人之責任

1. 代表 CPM 主席確保各議題的形式與結構以及所提供之文件符合 CPM 的指導原則；
2. 確保過去工作小組（Working Party）、任務小組（Task Group），以及聯合協調人小組（Joint Rapporteur Group）之結果能被整合至 CPM 之報告。CPM 的主席、副主席、議題的協調人、以及 CPM 執行秘書統稱為 CPM 管理團隊（CPM Management Team）；
3. CPM 工作步驟。WRC 中的每個議程都會指定一個工作小組進行討論，此工作小組應提出對此議題的解決建議。針對某項議題的意見並不直接彙整到 CPM，而是等到負責該項議題的工作小組，針對這個議題感興趣的機構可以向負責該項議題的工作小組提供意見。

WRC2003 針對行動通信服務有決議 737（GT PLEEN-2/2），這個決議的目的是要 ITU-R 研究小組討論關於地面無線互動多媒體運用的技術

與法規議題，此議題的目標是希望能夠早日達成世界各國有一致的標準。此外也有 WRC2000 的第 228 號決議，是將討論 ITU-R 研究小組關於 IMT2000 未來發展的議題。

2.2 WRC2000 涉及 IMT2000 議題的進展和思考

1992 年 WRC 大會為 IMT2000 的前身 FPLMTS 確定了其運用頻帶於 1885~2025 及 2110~2200MHz 共 230MHz，成為目前 IMT2000 的核心頻帶 (Core Bands)，包括 2x30MHz 供 MSS 運用的頻帶 1980~2010 及 2170~2200MHz。

隨著行動通信及行動網際網路的快速發展，此 230MHz 頻譜已不能滿足 IMT2000 對頻譜之需求，經 ITU-RTG8/1 任務組研究表明，除現用的第一、二代行動通信頻帶可直接向 IMT2000 自動演進延伸外，至 2010 年 IMT2000 業務還需要增加 160MHz 頻譜，其衛星業務運用也需增加 2X67MHz 頻譜。以地面業務為例，各國在一定參數條件下應盡量支援 ITU-R 的 160MHz 附加頻譜的需求，但在另一些可能實際運行參數條件下，此附加頻譜需求可能增達 210MHz 左右。

ITU CPM99 會議提出了 8 段 IMT2000 地面業務附加頻帶和 3 對 IMT2000 衛星業務附加頻帶，即 470~805MHz、806~960MHz、1429~1501MHz、1710~1885MHz、2290~2300MHz、2300~2400MHz、2520~2670MHz、2700~2900MHz 為地面業務候選頻帶，3000~3400MHz 需進一步研究的頻帶；1525~1559MHz / 1626.5~1660.5MHz，1610~1626.5MHz / 2483.5~2500MHz 以及 2500~2520MHz / 2670~2690MHz 衛星業務候選頻帶，提交 WRC2000 大會審議確定。在 1~3GHz 頻段各國均有大量現有業務，美國 1.9GHz 拍賣給 PCS 業務後，即缺乏此 IMT2000 之核心頻段。各國國家利益、業務利益和技術利益的複雜考慮下，最後達成了如下幾點共識：

1. 包括涉及 HAPS 作 3G 基站應用在內，圍繞 IMT2000 附加頻帶共建立四個新註腳 (S5.AAA、S5.XXX、S5.SSS 及 S5.BBB) 及四個新決議 (Res. C0M5 / 24)、C0M5 / 25)、[C0M5 / 26]、[C0M5 / 13] (WRC2000)，對原註腳 S5.388 進行了擴充修訂，使之包括對新決議 [C0M5 / 24] (WRC2000) 的引證；這些新註腳均已反映入相關新頻率劃分表中。此四個新決議名稱：

- (1) Res. [C0M5 / 24] (WRC2000)：對 IMT2000 認同的附加頻帶”及其附件 1“要求 ITU-R 進行的研究；

- (2) Res. [COM5/25] (WRC2000): 低於 1GHz 的 IMT2000 地面應用部分的頻帶；
 - (3) Res. [COM5/26] (WRC2000): 對 IMT2000 衛星應用部分的附加頻帶；
 - (4) Res. [COM5/13] (WRC2000): 在 1、3 區的 1885~1980MHz、2010~2026MHz 及 2110~2170MHz 和 2 區的 1885~1980MHz 及 2110~2160MHz 頻帶利用 HAPS (High Altitude Platform Stations) 提供 IMT2000 應用。
2. 對 1~3GHz 頻段，根據 S5.AAA 及 Res. [COM5/24] (WRC2000)，1750~1885MHz 及 2500~2690MHz 整個頻帶或其一部分，為各國主管部門所認同可作 IMT2000 地面應用；同時在 (WRC2000) 中確認一些國家主管部門（主要指中國）計劃將 2300~2400MHz 頻帶用於地面 IMT2000；並請 ITU-R 研究這些頻帶的 IMT2000 應用的統一頻率配置與實施問題。
 3. 對 <1GHz 頻段，根據 S5.XXX 及 Res.[COM5/25] (WRC2000)，目前廣泛 第一代及第二代移動通信運用的頻帶 806~960MHz，可根據國家情況進行演進，規劃和實施其 IMT2000 地面應用。
 4. 根據 S5.SSS 及 Res.[COM5/26] (WRC2000)，1525~1544、1545~1559、1610~1629.5、1646.5~1660.5 以及 2483.5~2500MHz 頻帶可根據各國願望作 IMT2000 衛星應用，但是亦確認這些頻帶或其部分 一些國家廣泛應用於其他業務，而 ITU-R 對此的共用研究尚未結束，要求 ITU-R 進一步研究其對其他業務的共用及協調問題，包括對無線電測定衛星業務之影響。
 5. 根據 S5.BBB 及 Res.[COM5/13] (WRC2000)，在 1 區及 3 區，對 1885~1980、2010~2025 及 2110~2170MHz 頻帶；在 2 區，對 1885~1980、2110~2160MHz 頻帶可用 HAPS 作 IMT2000 的基站應用，但這不應影響這些頻帶既有分配業務的應用，需進行其共用研究，也不具備優先權。在 Res. [COM5/13] (WRC2000) 中還決議設定一系列對 HAPS 的同波道功率對鄰國的幅射通量密度限制與對相應頻帶的帶外輻射限制要求，以對相應無線電臺站進行保護。
 6. 確認全球性無線電控制通道，促進多模終端操作及 IMT2000 的全球漫遊問題，大會一致通過決定沒有必要定義全球性 IMT2000 控制通道。從而這亦間接確認可由空中介面與核心網間採用交叉橋接適配 (Hooks and Extension) 方式利用多頻/多模終端實施 IMT2000 全球漫遊。

上述 IMT2000 附加頻帶的註腳與決議的文件中充滿了爭論後的諸多折衷調和，給各國演進至 IMT2000 有足夠靈活性，例如，在 Res.[COM5/24] (WRC2000) 中指出 S5.388、S5.AAA、S5.XXX 條款不妨礙各國主管部門在此 IMT2000 應用確定的頻帶內可根據國家需求選擇實施其他技術等等，但是，不管如何，圍繞 IMT2000 附加頻帶的這些新進展將對 IMT2000 系統的統一標準製造與全球應用推進有深展的意義。

2.3 WRC2000 的重要進展與影響

(一)對未來寬帶多媒體全球移動通信標準化與技術發展的影響

在 WRC2000 大會上針對 IMT2000 附加頻帶位置及發展先進通信系統與技術的必要性與靈活性曾有劇烈討論。另一方面，以美國為代表的少數國家之所以要一再強調發展所謂先進通信系統的必要性，反映出在目前的 3G RTT 空中介面五種全球標準六種實施方案已成定局前提下，美國希望以 cdma One 演進至 cdma2000 以適應無線互聯網未來發展的技術途徑，例如由 cdma2000-1X 出發形成提高傳輸速率的“1X PLUS”、“HDR”、“1X TREME”（或 1XEV/DO 及 DV）及 cdma2000-MC 等，可以適應不同場合需求的各類技術途徑，用以抗衡 GSM, GPRS, EDGE, WCDMA 的歐洲 3G 市場發展的軌跡。在一些地面移動通信發展較慢的國家，包括俄羅斯、印尼等，多強調希望可由其現有系統自然演進至 IMT2000，認沒有必要過早為 IMT2000 發展預留較多的全球頻譜需求。大會最終還是反映出在 IMT2000 核心頻譜安排及附加頻譜安排上有所進展。包括 2300~2400MHz 作為附加頻譜。

(二)我國相應對策考慮

面對 WRC2000 大會對頻譜的支配，我國應加速 IMT2000 可用頻帶的細節頻率規劃，落實 2G 至 3G 演進方案步驟的實施計劃，重視 IMT2000 的 TDD、FDD 選擇及先進通信技術的開發，確立 IMT2000 營運許可的管理規則，及加強頻譜有償使用管理目標。

1. 加速 IMT2000 可用頻帶的細節頻率規劃

充分利用 WRC2000 大會已獲得的 IMT2000 可用核心頻帶、附加頻帶的結論，頻率規劃部門應進行由 2G 至 2.5G 及 3G 過渡的各段頻帶的細節頻率規劃工作。

進行以 IMT2000 為主體的市場需求預測與體制目標的選擇工作，包括預測我國五年、十年和十五年內 IMT2000 各類業務的頻譜

需求與各營運部門的客觀預測需求，及研究 IMT2000 中 FDD、TDD 及衛星 MSS 三類系統的網路結構、空中介面、協定規範、系統特性及技術裝備等，綜合我國營運、生產及科研部門的需求與產業發展的可能與需要，開發適合我國國情的第三代行動通信系統技術。

同時研究對 IMT2000 中 FDD、TDD、MSS 這三類系統的頻譜需求，頻率分配、指配方案、所需帶寬、保護帶寬及電磁相容性能，針對上述 ITU 的 IMT2000 的核心頻帶，積極考慮與處理目前 FDD WLL、Cellular II 及 TDD WLL 的過渡轉移對策及補充頻帶如何擴充的論證選擇，研究其與現有微波，無線電定位、廣播等業務的相互干擾及解決辦法，特別是對 2300~2400MHz 及 2500~2690MHz 頻帶，應研究其過渡方案及頻率配置方案，並配合 ITU-R 研究的相關研究。與此同時，密切跟蹤 ITU WRC2000 會議後 ITU、3GPP 及 3GPP2 等各相關標準化會議的主要進展。

2. 落實 2G 至 3G 演進方案步驟的實施計劃

IMT2000 業務的開展必然是按漸進演變方式進行的，尤其是涉及 806~960MHz 及 1710~1885MHz 頻帶部分，各操作營運部門應該向頻率規劃部門儘早提供其演進的具體方案與步驟，以便結合整體市場需求使 IMT2000 各頻帶的細節頻率規劃更科學合理。而且，通盤考慮前後向相容及市場實際需求確定演進對策尤為重要，作為參考，應特別注意目前已經出現的各類過渡演進技術的比較，包括是否跳越 cdma IS-95B (64 kbit/s) 至 cdma 20001X (144 kbit/s)，或者選擇更高速率的其他方案，如 1X-PLUS (1.6Mbit/s)、HDR (2Mbit/s)、1X-TREME (5.2Mbit/s) 等方案，以及如何決定 cdma2000-1X/3X/.../12X 等多載波方案的適時投入等。

3. 重視 IMT2000 的 TDD、FDD 選擇及先進通信技術開發

有關實施 IMT2000 的 FDD、TDD 選擇及先進通信技術開發等科技創新問題，各業者及製造商必須給以徹底的重視。一般說來，由於 TDD 方式在靈活安排資料業務，特別是不對稱資料業務及有利於進行靈活的頻率規劃等方面有其長處，而 FDD 則對話音及寬頻多媒體的綜合業務發展、蜂巢網路結構易於對稱處理、及有利於控制收發干擾、及實施高速移動等方面有其優越性，從其頻譜佔有及未來匯流的對稱型綜合業務傳送來看，通常 FDD 被認為是一種主流技術。

涉及先進通信技術開發問題在此次 WRC2000 大會上美國代表團尤為鼓吹與強調，但是可以瞭解上述以北美 cdma IS-95A/95B 為

線索發展出來的一系列較新穎的上述高碼速方案，即其先進通信技術的第一招，而這些新技術方案的實質無非是引入了一定程度的多狀態調製、自適應信號處理及相應傳送協定的改進。美國根本目標在於瞄準從 GSM 到 WCDMA 的演進方案展開有效的競爭，獲取更多的 3G 市場，在 4G 發展中再決勝負。我們應積極跟蹤和關注幾個領域中將對頻譜／軌道有效利用和無線通信業務更新換代發展生重要影響的一些新技術。

2.4 美國 FCC 針對 WRC2003 所做的準備

美國 FCC 在 2001 年 1 月成立美國參加 WRC2003 指導委員會，其目的是彙整美國國內各界針對 WRC2003 年會的意見，以便形成美國之立場。WRC2003 即將舉行之際，美國 FCC 已於 2002 年 6 月將美國參加 WRC2003 會議議題的立場整理完畢，並尋求全國各界反應之意見，以便彙整成為美國在 WRC2003 的官方立場。美國參加 WRC2003 指導委員會針對 WRC2003 將討論的議題提出立場，除了針對 WAC/113 與 WAC/115 提出意見之外，美國政府使用無線電管理機構 NTIA 也針對 WRC2003 有具體的提案與建議。美國參加 WRC2003 指導委員會所提出的初步立場可以至 FCC 關於 WRC2003 的網站下載，其網址為 www.fcc.gov/WRC2003。WRC2000 之 736 決議，是在 WRC2003 繼續討論在 GHz 頻段行動服務所需頻譜的議題，包括無線接續系統（Wireless Access Systems, WAS）、無線區域網路（Wireless Local Area Networks, WLAN），以及固定無線接續（Fixed Wireless Access, FWA）在各區域之運用。

近年來行動通訊朝向寬頻接續方向發展，亦有無線接續系統達到寬頻接續的功能，受惠於 WLAN 科技的發展。運用低功率於近距離，使用者可以低成本地無線通訊。未來無線電科技發展到可以普遍建設無線網路達到廣泛提供區域無線服務，包括商業的、教育的、健康的運用，甚至於無線寬頻接續提供到住家，尤其在北美與歐洲這種設備都已經存在，電信主管機關瞭解 WLAN 設備的頻率需求，以及使用者投資此類設備經濟上的效益。

在美國以及有些無線電主管機構已經將 5GHz 頻段保留作無線寬頻接續服務之用，可預期 5GHz WLAN 將在近期內造成無線寬頻接續服務成本降低。美國目前的法規允許使用 5150-5350 以及 5725-5825MHz 頻段作為 WLAN 以及 FWA 的用途，並不需要獲得各別執照，也不特別保護任何使用者。只要使用時不干擾到其它的使用者。使用這些頻段的設備，受到最高發射功率以及天線增益的限制，以確保已經存在的服務不至於受到干擾，使用這頻段的設備不可以要求保護，也不可以造成既有服務的干

擾。因此在美國任何 WLAN 系統滿足以上條件限制即可使用，在澳洲有把此頻段作為共同應用，必須有一些技術上的配套限制以確保目前的主要應用不致受到干擾。但是全球尚沒有一致的標準，WRC2000 736 決議期望統一標準將能夠促進此科技在全球廣泛地運用，對社會將有更大的便利，可以全球漫遊，降低終端機的成本與使用者的負擔，主管機構在法規管理規範上也可以有跨國界但一致的規範，使得企業若欲提供此項服務可以有比較明確的財務估計。在 5GHz 之無線接續系統，包括 WLAN 必須與既有主要服務分享頻段，因此利用此頻段之終端設備必須要能與其它服務共存，必須有頻率分享的能力。ITU 研究中之新科技諸如動態頻率選擇 (Dynamic Frequency Selection, DFS)，即能達到與其它業務共享頻段的目的。

因此美國除了主張各國政府將 5GHz 頻段分配作為無線接續之用，也要求所採用之技術必須能夠與其它主要服務共享此頻段。5GHz 頻段用於無線接續將有助於無線寬頻服務在全球普遍提供，其成功關鍵因素之一是電信服務業者容易在全球提供這種寬頻無線接續服務而不需要到各個國家逐一申請執照，以及各國都能夠一致地將此頻段作此用途之分配。

利用此頻段作行動服務僅限於無線接續系統，包括 WLAN，參見 ITU-Recommendation M.1450，其他形式的行動服務應不被允許使用此頻段。為了確保運用此頻段不致於造成其它既有使用受到干擾，因此各頻率主管機關除了必須要求頻率共用之外，亦應規範發送功率限制 (Transmit Power Control)。WRC2003 將於 2003 年 6 月於瑞典召開，與會會員討論的重心將會放在如何增加新頻譜供 B3G 之用、無線電頻譜管理的新技術和新方法、以及如何增加無線電和通信發展的競爭性、創新性及有效性。這次的會議會對全球電信產業產生何等的影響？對我國的電信事業又會有何衝擊？這都是值得研究的課題。

2.5 WRC2003 的具體成果和影響

WRC2003 自 6 月 9 日於日內瓦召開，至 7 月 4 日正式結束。下一屆 WRC 將於 2007 年召開。WRC 是一個轄屬於 ITU 的國際性會議，所有的 ITU 會員國聚起來開會協商並更新各國 (Ratify) 簽署認可的合約 (International Treaty)，即為無線電法規 (Radio Regulations)。這份國際公約主要針對 40 多個無線電服務所需要的頻率分配 (Frequency Allocations) 議題進行討論，以期獲得各國的共識。其中包括目前在全球最熱門的行動通信服務所需要的頻譜。由於行動通信服務的應用與市場遍佈全球，因此行動通信服務所需的無線電頻譜必須在國際上一致才能達到在國際漫遊的效果。WRC2003 此次破例有高達 48 項議題，總共有 2300

位會員國的代表出席，針對這 48 項討論的主題總共提出 2500 份意見書，足見無線電頻譜之重要性，以及全球迅速成長的資訊與通訊服務對頻譜產生的迫切需求。WRC2003 年的目標是持續追求 ITU 的宗旨，為了達到一個造福地球上各地人民能夠便利通訊的環境，因而針對無線電通訊技術、網路運作、以及法規管理的規範進行協商，朝向達到世界各國都一致遵循的目的。以下介紹 WRC2003 的主要成果內容：

2.5.1 無線區域網路支配新頻譜

WRC2003 在 5 GHz 頻段達成共識針對 Wireless LAN 進行新頻譜支配，5.150-5.350 GHz 以及 5.470-5.725 GHz 正式支配作為 Wireless LAN 之用，這些頻率讓使用者的設備不需要獲得政府的執照許可即可自由使用，這些 5GHz 的頻段可以用來建立住家、辦公室或學校等地區的無線寬頻網路，可以讓公眾在諸如飛機場、咖啡館、旅館、車站、會議場所等地高速接取網際網路。支配供 Wireless LAN 用的頻譜中，100 MHz (5.150-5.250 GHz) 限制只准在室內使用。此外，使用這些頻率的設備必須具備減緩干擾的機制 (Interference Mitigation Mechanisms)，以及必須受到發射功率的限制，以避免干擾運用鄰近頻段的其他無線電服務。WRC2003 針對 WLAN 在 5 GHz 頻帶支配頻率是 Wireless LAN 未來蓬勃發展的有利保證。

2.5.2 IMT2000 與 B3G 的頻譜規劃

全球各地逐漸開始針對 IMT2000 以及 B3G 的規劃建立 IMT2000 的網路系統，因此，對於各種行動通訊網路之間密切地溝通與允許使用者自由漫遊是迫切需要解決的議題。未來 B3G 的系統必然包括各種通訊系統：諸如 3G 系統以及未來其延伸的系統、WLAN 系統、短距離無線電連線系統，以及數位廣播系統等，這些都是 B3G 時代中必將存在的許多既有或新產生的系統，也是 B3G 必須整合的挑戰。

WRC2003 針對 3G 與 B3G 的共識如下：ITU 將持續深入研究如何支配 B3G 時代所需要的頻譜，以追求全球一致的理想。持續開發更先進於 IMT2000 遠景，為達到此目標，ITU 將執行許多研究工作以便提出法規與全球協議的建議。ITU 會分析技術上與營運上的許多議題，針對在發展中的 IMT2000 系統以及 B3G 系統需要研究的議題包括以下數項：

1. 使用者需求的演變，包括針對 IMT2000 各項服務需求的成長預測；
2. 基於通訊科技的持續成長與進步，探討 IMT2000 之前的先期系統、IMT2000 系統、以及 B3G 系統的演進；

3. 分析目前支配給IMT2000使用頻段的使用狀況；
4. 分析未來不同時期對於頻譜的需求狀況；
5. 探討從既有系統演進到未來系統的時機與狀況；
6. 探討ITU支配給IMT2000頻段以下的頻率被使用的狀況。

在進行這些分析的時候，也必須考慮到開發中國家的特殊需求，包括這些國家為了建立 IMT2000 而必須運用衛星所需要的頻率。衛星有比較廣闊的涵蓋範圍，可以讓開發中國家的人民早日享受 IMT2000 所帶來的便利與福祉。

2.5.3 公眾安全與災難救助的頻譜

目前全球公眾安全與災難救助（Public Protection & Disaster Relief, PPDR）服務僅限於窄頻的語音與低速率數據通訊。在 WRC2003 獲致一個決議，未來將開發寬頻的技術以供公眾安全與災難救助之用，預期未來在這些領域的運用會需要較高的資訊傳輸速率，至少需要 384-500Kbit/s，寬頻的應用則傳輸速率需要 1-100Mbit/s。目前各國應與鄰近國家頻率主管及公眾安全與災難救助的機構協調，利用 ITU-R 的相關建議來規範頻譜的運用，及採用新科技，來滿足公眾安全的需要，儘量在目前已經支配的頻譜發揮最大的效用。各國應儘量朝向運用協調一致的頻譜，其優點包括設備可以互相溝通、廠商生產在這些頻段的設備可有較大的市場、產量增加所產生的規模經濟效益可以降低設備的成本、擴大災難救助設備的普及、以及更有效率的頻譜運用與管理。設備製造者在 WRC2003 協議的指導之下，設計未來災難救助新產品。

WRC2003 決議希望各國排除公眾安全與災難救助設備跨越國界的任何行政方面的限制，以便救災能夠更迅速。目前國際上用於 PPDR 的頻段如下：

1. REGION 1（非洲與歐洲）：多半在 380-470MHz 的頻段中。其中 380-385MHz 以及 390-395MHz 是許多國家都協議採用的主要急救頻段。
2. REGION 2（美洲）：PPDR 頻段包括 746-806MHz，806-869MHz，以及 4940-4990MHz。
3. REGION 3（亞洲與澳大利亞）：用到的頻段包括 406.1-430MHz，440-470MHz，806-824/851-869MHz，4940-4990MHz 以及 5850-5925MHz。有些在 REGION 3 的國家也使用 380-400MHz 以及 746-806MHz 作為 PPDR 的用途。

2.5.4 高空平台頻譜

高空平台 (High Altitude Platform Stations, HAPS) 在 WRC2003 會議上受到熱烈討論，雖然 HAPS 的觀念並不新，但是陸續有新的計劃在進行，是運用類似汽球的設備在高空作訊號轉接傳遞的服務，提供在大範圍內固定無線通訊服務。

HAPS 目前已進入開發的成熟階段，有些國家通知 ITU 說明其 HAPS 系統在 47.2-47.5GHz 以及 47.9-48.2GHz 的頻段中運作。雖然要採用 HAPS 可以只是國內的決策行動，然而這種高空平台可能會影響鄰近的國家，尤其是國土面積較小的國家，因此 WRC2003 討論可能允許 HAPS 運用 27.5-28.35GHz 以及 31-31.3GHz 供 HAPS 使用。ITU 一些技術分析指出讓 HAPS 與其它地面通訊服務共用此頻段需要考量減緩干擾的技術，因此 ITU 決定繼續深入作技術以及法規上的探討，也將分析讓 HAPS 與無線電天文服務共用頻帶的可能。WRC2003 在這方面獲得的共識讓 HAPS 的設備製造者與有意提供 HAPS 服務者增加信心。

2.5.5 太空觀測服務頻譜

太空觀測服務 (Aeronautical Services) 以及廣播服務針對所使用的頻率產生爭論。太空觀測服務系統正轉換為數位化，提供太空導航以及監控服務，這些服務必須在目前已經指配的頻譜中運用。WRC2003 已經批准讓太空導航使用 108-117.975MHz 頻段，因為與會的委員承認必須提供額外的頻段才能滿足導航、領航以及航行中需要收發 E-mail 與上網的需求，同時也考慮到廣播界需要利用此頻段提供數位地面聲音廣播服務。WRC2003 決議支配 108-117.975MHz 頻段提供給太空行動無線導航服務作為主要運用，這必須符合國際航行標準的領航資訊傳輸，以支援空中航運及監督的目的。監督的功能包括監視飛行物的位置、速度以及天候氣象資訊，提供給飛航管制與飛航安全相關的各項資訊。允許支配 108-117.795MHz 供航空服務，是否會造成廣播界干擾將是 ITU 必須進一步探討的議題。

2.5.6 高密度固定衛星應用頻譜

類似高密度固定衛星應用 (High-Density Applications Through The Fixed-Satellite Service, HDFSS) 的服務近來在全球穩定成長，固定衛星提供寬頻通訊的服務受到 INTERNET 需求的刺激而持續成長，HDFSS 具有非常靈活以及可以迅速佈建的特點，在廣闊的地區可以迅速建設大數量的小型衛星天線，WRC2003 批准在好幾個頻段中實施 HDFSS 的指導原則，

這個指導原則能夠幫助 HDFSS 在全球發展，有助於在全球普及，其規模經濟效益應能對 HDFSS 產生正面的影響。

2.5.7 機/船上地球站頻譜

機/船上地球站 (Earth Stations on Board Vessels, ESV) 應該歸屬於固定衛星服務或行動衛星服務在 WRC2003 引起廣泛討論。在航行的船隻上提供全球寬頻衛星通訊的需求日益增加，如今固定衛星服務 (Fixed-Satellite Service, FSS) 的技術進步使得在航行中的船艦上能夠提供寬頻服務，例如接取網際網路資訊已成為可能，除了一些技術上以及目前法規上需要修改的地方，WRC2003 已經決議允許 ESVs 使用 5.925-6.425MHz 以及 14-14.5GHz 的頻段，雖然仍然必須符合相關技術規範。WRC2003 亦同意 14-14.5GHz 頻段供飛行器上的發射接收站與固定衛星通訊。

2.5.8 業餘無線電頻譜

國際業餘無線電 (International Amateur Radio Union)，在 WRC2003 達成協議讓業餘無線電能夠獲得 100KHz 額外頻寬。在 ITU REGION 1 和 3，廣播業界必須騰讓 7100-7200KHz 提供給業餘無線電使用；在 ITU REGION 2，目前支配給業餘無線電的頻寬為 7000-7300KHz，維持供業餘無線電使用。至於廣播業在 ITU REGION 1 和 3 被遷移至 7200-7450kHz，在 ITU REGION 2 廣播頻帶則為 7300-7400kHz。以上廣播頻段必須遷移讓業餘無線電頻段可以開始使用的日期是 2009 年 3 月 29 日，在無線電通訊的歷史上從沒有過廣播使用的頻段被要求遷移來滿足業餘無線電的需要，這是業餘無線電使用者的一大福音。

2.5.9 無線電天文頻譜

無線電天文 (Radio Astronomy) 觀測多半在高山，所以其所使用的頻率並不會對於其它無線電的使用造成干擾，然而無線電天文觀測卻愈來愈受到其它人為產生的無線電頻率所干擾，這些干擾有些來自地面、有些來自太空，由於無線電頻譜運用愈來愈擁擠，比較嚴重的干擾來自衛星下鏈的洩漏干擾。WRC2003 得到一個共識就是建議針對衛星訂立超出許可範圍 (Unwanted Emissions) 的門檻限制，如果超過這個門檻就必須經由正式協商的管道以尋求解決。

2.5.10 衛星聲音廣播頻譜

在 REGION 3，日本與南韓提出要求支配 2.5 GHz 頻譜供衛星聲音廣播（Broadcasting-Satellite Service, BSS Sound）服務所用，然而 2630-2655MHz 是未來預留給 IMT2000 行動通訊之用，如何避免 BSS 與 IMT2000 在此頻段附近產生干擾是討論的重點，BSS 可能是經由地球固定衛星或非固定衛星所提供。

2.5.11 衛星無線電導航頻譜

今日提供服務的全球衛星導航系統（Global Navigation Satellite System, GNSS）包括美國 GPS 系統以及蘇俄的 GLONASS 系統，在 WRC2000 歐洲要求支配頻譜以供歐洲版的 GALILEO 計劃所用，目前 GPS 以及 GLONASS 都希望獲支配額外頻譜以便昇級入第二代的系統，因此針對 WRC2003 要求建立技術上以及法規上的管理條件，一方面管理這些系統的運作以及保護既有的使用者不至於受到干擾。WRC2003 會議確定在使用衛星無線電導航（Radio Navigation-Satellite Systems Service, RNSS）頻段時必須遵守的技術規範。

2.5.12 固定衛星服務頻譜

目前 13.75-14GHz 頻段是由無線電定位、無線電導航、太空研究、以及 FSS 所共用，然而小型衛星地面站（Very Small Aperture Terminals, VSAT）也使用同一頻段獲得固定衛星服務（FSS），目前的技術規範要求 FSS 的地球站與固定衛星網路溝通要以 4.5 米的天線接收，未來將朝向允許較小的天線，因此 WRC2003 將制訂技術條件確保小型天線不至於對其它共用此頻段之其它服務造成干擾。

第3章 無線電通訊技術之新發展

消費者已經不能滿足僅有語音的通訊，而更進一步地要求語音、數據和圖像的多媒體通信服務。而各種因應此需求的無線電通訊技術也相應而生，其中以蜂巢式行動通訊系統、無線區域網路和無線非同步傳輸模式最具潛力，且均為 Beyond 3G 無線電通訊的重要發展方向。如何演進現有無線電通訊技術，進行 B3G 的服務是全球關心的熱門課題。

3.1 蜂巢式行動通訊系統 (Global System for Mobile Communication, GSM)

隨著第二代行動通訊在全球蓬勃地發展，第三代行動通訊系統的技術規範也不停地在演進與完成。第三代行動通訊目標要求整合多種系統，提供全球漫遊 (Global Roaming)、多媒體手機、封包交換式服務。為了配合網際網路的發展，達到行動網際網路的理想，因此第三代行動通訊系統以及未來的 B3G 標準都將網際網路服務、IPv6、甚至將網路語音通信 (VoIP) 納入規範之中。目前第三代行動通訊系統標準包含 GPRS (General Packet Radio Service)、3GPP、以及 3GPP2。

3GPP 延續 GSM 的架構，採用寬頻分碼 (Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA) 作為其無線電接取網路的技術，其中核心網路沿用 GSM MAP 通信規約的規範以及 GPRS 中的部分設計。3GPP2 則為延續美規 IS-95 系統而制訂，無線電接取網路採用與 IS-95 相同的 CDMA 技術，稱為 cdma2000，為與原先 IS-95 的功能相容，3GPP2 在 cdma2000 採用了多種速率的選擇，在頻帶與頻的使用上更具靈活彈性。3GPP2 也針對網際網路服務訂定規範，定義簡單 IP 與行動 IP 兩種服務，簡單 IP 服務可以視作遠端撥入連線的服務，提供手機動態的 IP，以存取外部網路資訊。行動 IP 是可以經由動態指定或是固定的 IP。未來 VoIP 因其通訊成本低廉以及是以 IP 為基礎的高度開放特質，將成為第三代行動通訊系統的重要服務項目。

3.2 無線非同步傳輸模式 (Wireless Asynchronous Transfer Mode, WATM)

非同步傳輸模式 (Asynchronous Transfer Mode, ATM) 是 B-ISDN 所定義的標準，已廣泛地應用在各國的 頻網路基礎建設上。最新的趨勢是將無線電通訊技術和 ATM 技術整合，新一代 頻無線通訊系統的研發，將無線非同步傳輸模式視為一項關鍵的技術。

WATM 網路的設計目標是建立能提供整合服務 (Integrated Services) 的無線網路，以無縫隙 (Seamless) 且有效率的方式，將現有的 ATM 網路延伸到無線用戶端。意即 WATM 必須保有 ATM 網路原有的特性，包括提供相似位元速率和服務品質等級 (QoS levels)。由於無線媒體會受到干擾的先天限制，WATM 的服務範圍會受到影響，所以除了既有的行動網路與 ATM 網路架構等協定需修改外，無線系統軟硬體技術上的突破、以及開發新應用服務亦為引人注目的課題。

3.3 低速短距無線技術 ZigBee

ZigBee 如同 PURLnet、RF-Lite、Firefly、HomeRF Lite 等短距離無線通訊技術，強調低成本、低功耗、雙向傳輸等特色，ZigBee Alliance 是由 Honeywell 所發起，主要的成員：Invensys、Mitsubishi Electric、Motorola、以及 Philips Semiconductor。此外還有 20 多家 IC 設計製造與系統廠商參與包括 Adcon RF Technology BV, AlfaPlus Semiconductor, Inc., Analog Devices, Atmel Corporation, Cambridge Consultants, Chipcon, CompXs, CSEM SA, Eaton Corporation, Ember Corporation, Figure 8 Wireless, LLC, France Telecom, Helicomm, Inc., Honeywell, Intel Corporation, Integration Associates, Leviton Mfg. Company, Inc., Microchip Technology, Micro Linear, National Technical Systems, NTRU Cryptosystems, Inc., RF Micro Devices, Uniband Electronic Corporation, Xanboo Inc., Xemics, ZMD AG。IEEE 已將 ZigBee 收納為 IEEE 802.15.4 的標準。

ZigBee 的接續方式採直接序列展頻 (Direct Sequence Spread Spectrum) 技術。網路架構採星形聯繫，支援主從式或點對點方式運作，最多可同時維繫 255 個裝置的鏈結 (Master×1, client nodes×254)。可使用的頻段有三個，分別是 2.4GHz 的 ISM 頻段、歐洲的 868MHz 頻段，以及美國的 915MHz 頻段，而不同頻段可使用的通道分別是 16、1、及 10 個。

ZigBee 的傳輸速率介於 20kbps~250kbps 之間，傳輸速率與距離呈反此，例如：發射功率在 1mW 的 ZigBee 產品在 10 公尺的距離內，其傳輸速率可達 250kbps，將傳輸距離延長至 20 公尺，則傳輸速率降為 30kbps。藉著提高發射功率，ZigBee 的傳輸距離可達 100 公尺。由於具備高鏈結數與低功耗的特性，ZigBee 用於感應式網路 (Sensor Network) 具有優勢，例如：在工廠內溫度量測、水電瓦斯度數的記錄、保全防護的監控，業者不需經常更換電池或佈建供電網路，而且只需極少的人力與設備，即可透過無線傳輸取得所需的資訊。

在標準制定的分工上，由 ZigBee Alliance 與 IEEE 802.15.4 的任務小

組共同制定，其中實體層、MAC 層、資料鏈結層，以及傳輸過程中的資料加密機制等發展由 IEEE 所主導，並共同針對 ZigBee Protocol Stack 的發展進行研議，而未來還能依系統客戶的需求，針對不同應用修正應用介面。

ZigBee 能夠發展成容易佈建、低成本的無線網路，其低耗電性將使此產品的電池能維持 6 個月到數年的時間。在產品發展的初期，以工業或企業市場的感應式網路為主，提供感應辨識、燈光與安全遙控等功能，之後，逐漸將市場擴展至家庭用戶。ZigBee 在住家環境可能的應用包括：

- 空調系統的溫度控制器
- 燈光、窗簾的自動控制
- 老年人與行動不便者的緊急呼叫器
- 電視與音響的萬用遙控器
- 無線鍵盤、滑鼠、搖桿
- 煙霧偵測器
- 智慧型標籤讀取
- 玩具遙控

3.4 無線區域網路 (Wireless Local Area Network, WLAN)

為提供用戶隨時隨地均可上網的環境，以彌補有線網路之不足。WLAN 除了能給予企業用戶行動辦公室環境外，許多的大專院校也架設無線網路供學生使用，還有機場、飯店等公共區域場所也都為 WLAN 的應用範圍。根據 Cahners In-start 預測，到 2004 年全球 WLAN 設備市場總值將為 22 億美元。

無線區域網路的技術有兩大分類：利用無線電波與光傳導，無線電波技術有窄頻微波、直接序列展頻、跳頻展頻、Home RF、Hyper LAN 以及藍芽技術；光傳導技術有紅外線與雷射光。就應用層面來講，無線區域網路 (WLAN) 與有線區域網路 (LAN) 的用途完全相似，兩者之間最大不同在於傳輸資料的媒介不同，就是利用無線電波 (Radio Frequency, RF)、紅外線 (Infrared) 與雷射光 (Laser) 來作為資料傳輸的載波 (Carrier)。

除此之外，正因是「無線」，因此無論是在硬體架設或使用機動性均比有線區域網路要來得方便許多。簡單的說，無線區域網路就是以無線基地台 (Access Point, AP) 連上一通往乙太網路的集線器或伺服器，經由無線電波在一定的區域內將資料訊號傳遞到各個終端機或 PC。無線區域網路並不是完全沒有線，所以 WLAN 有一個前提是無線區域網路的骨幹網

路，還是以有線區域網路為基礎。有線區域網路可在加上無線區域網路後，使使用者更為靈活的在基地台電波覆蓋的範圍下自由地活動。

WLAN 在各國管理機制上，因不同國情而有所差異。例如：英國採取嚴謹態度面對；而美國則相信市場機制。而 WLAN 的技術還在發展中，將來在通訊的定位、室內室外使用規範和如何加強公眾無線區域網路的安全性，皆為值得探討的話題。

3.5 非管制使用頻譜的管理趨勢

美國 FCC 頻譜政策工作小組 (Spectrum Policy Task Force) 於 2002 年 11 月 15 日發表針對不需執照使用頻譜的設備 (Unlicensed Devices) 進行徹底的檢討與分析。此份報告分析目前這類設備的狀況、所使用不需管制的頻譜、這些設備可能造成的干擾與影響、以及這些設備的應用與目前相關法規的管理狀況。頻譜政策小組的目的是希望促進更有效率地使用不需管制的頻譜，以及促進創新的應用與技術的改進。

3.5.1 不需執照設備的定義

不需執照使用頻譜的設備包含三類：

1. 刻意地輻射電波者 (Intentional Radiators)：這些設備刻意地產生以及輻射 RF 能量，例如：家用無線電話、遙控器、以及其他產生低輻射功率的發射器。
2. 非刻意地輻射電波者 (Unintentional Radiators)：這些設備產生及運用 RF 能量在其設備之內，但是並不刻意發射 RF 能源，包括：個人電腦、列表機、磁碟機，以及任何含有內部震盪器的設備；諸如：電視接收器、AM/FM 接收器，這些都是非刻意的無線電能量發射者。
3. 偶而輻射無線電能量者 (Incidental Radiators)：這些設備會產生 RF 但是並不是刻意設計為此目的，例如：馬達或機械的電燈開關，在這份研究報告中，主要是探討刻意輻射無線電能量的設備

3.5.2 不可干擾的要求 (Non-Interference Requirement)：

針對不需管制的設備的一個基本條件是這些設備不可以干擾其它需執照的設備，且這些非執照設備若受到需執照設備干擾的話，並無權要求保護。

3.5.3 非管制無線電設備的應用

不需執照無線電設備應用非常廣泛，無線電話、遙控器、嬰兒監視器以及商業應用諸如：保全系統、存貨控制系統、生產控制系統及無線區域網路。

目前有無線區域網路 802.11b 標準，工作在 2.4GHz，可以達到 11Mbps，通訊距離有 150 英尺；802.11a 標準工作在 5GHz，可以達到 54Mbps；802.11g 標準是工作於 2.4GHz，可以達到 54Mbps。另四個不需執照的無線網路是 HomeRF、Bluetooth、ZigBee、以及 UWB (Ultra Wide Band)，前二者可稱之為個人無線網路 (Wireless Personal Area Network, WPAN)。其通訊距離約在十米以內，工作在 2.4GHz。無線區域網路成長快速，預計至 2004 年，4 千 5 百萬可攜型電腦將使用 WLAN 上網，到 2007 年，預計會有 9 千萬可上網的設備；至於 ZigBee 則使用 2.4GHz 頻段，以及歐洲 868MHz 頻段，與美國 915MHz 頻段，802.15.4 標準；而 UWB 則採用 802.15 標準。美國開放的非管制頻譜

美國 FCC 是在 1985 年准許不需執照運用展頻技術於 902-928MHz，2400-2483.5 MHz 以及 5725-5850MHz 頻段，其設備不可發射功率超過 1W。這些頻帶可供短距離、非常高速數據傳輸的寬頻應用，諸如：無線電腦對電腦的通訊。由於頻率非常高，所以電波傳播距離很短，減少干擾其他無線電設備的機會。此外，設備必然用聚焦的點對點天線，這也減少干擾的機會。FCC 於 1995 年開放 59-64GHz 頻帶供不需執照的設備使用。

FCC 於 1999 年又再度基於國家資訊基礎建設 (UnLicensed National Information Infrastructure, U-NII) 往寬頻方向發展的需要，開放 5150-5350MHz 及 5725-5825MHz 兩頻段作為 ISM 頻段。

FCC 在 2001 年又再度開放 57 到 59GHz 的頻段。在 5GHz 的頻段，歐洲 ISM 頻段與美國不太相同，在低頻段，歐洲開放 5150-5250MHz，然而，在高頻段，歐洲開放 5470-5725MHz，在歐洲叫做 HiperLAN2 頻段。

3.5.5 非管制頻譜的管理議題

(一)增加 ISM 頻譜

ISM 頻段確實為人們帶來了很大的方便，提升了生產力，然而也有它的隱憂，就是當不需管制的設備越來越多時，就會造成過度干擾、過度擁擠，造成 ISM 頻段的功效無法發揮。因此，主管機關應時時分配更多 ISM 頻譜，使其能不因過於擁擠而無法使用。

(二)制定使用 ISM 頻帶的通訊規約

除了要求擴張 ISM 頻段之外，對於既有的 ISM 頻段，也應制定使用者共用截取 ISM 頻段的規約（protocols/etiquettes）譬如：一個簡單的規約是當一個設備想要發射的時候，應該要先聆聽一段時間，以確保頻譜並未被使用。此外，任何一設備使用 ISM 頻譜也應該限定在一小段時間內，才不至於佔據頻譜過久，而讓其他設備無法使用。這些都是美國 FCC 要求不需執照的 PCS 系統必需遵守的條件。IEEE 802.15.2 就是在制定使用者合作協力使用 Wi-Fi 或是 Bluetooth 設備所應共同遵守的規約。

(三)環境干擾程度 (Noise Floor)

到目前為止，並無可靠方法去量測環境中的無線電波干擾，也沒有辦法証實有多少輻射能量是由不需執照的設備所發射出來的。

(四)Millimeterwave 頻段

非管制無線電設備所使用頻段越來越高，例如：PCS 無線電話工作於 2GHz，直播衛星接收系統工作於 12 GHz，這些都是消費者花一兩百塊美金就能買到的設備。現在企業界要求使用 40 GHz、77 GHz 甚至有要求使用 95 GHz。頻率在 30 GHz 以上叫做 Millimeterwave，在這個頻段無線電波傳輸衰減非常迅速，由於波長非常短，天線也可讓傳輸的能源非常集中，天線的體積也可以很小。

由於高頻無線電的物理特性，所以在高頻的頻段應不需要由政府來管制使用，這是與電波管理機構管理低頻頻譜不同的態度。

(五)無線 ISP 與點對點應用 ISM

無線 ISP (Internet Service Provider) 多半應用 802.11b 的設備將使用者的 Wi-Fi 訊號連接至 ISP 服務提供者的基地台。此外，非管制設備也被用來提供點對點的微波。有些行動通訊基地台就利用非管制的頻譜連接各個基地台至其網路。從政府主管機關的觀點來看待非管制設備，非管制設備的發射器及天線應視為一整體，這樣此一整體才不至於對其他設備產生干擾。有些無線 ISP 業者或者點對點的微波使用者希望政府允許其使用較高的功率。當他們在偏遠地區運作時，也希望能運用特殊的天線能達到更佳的廣播效果。將發射器與天線視為一個電波主管機關的角度來看，消費者使用的非管制設備，從整體系統來看是恰當的。然而，對於商業應用或者是服務提供者運用非管制設備就應該考慮其特殊的需求。例如：允許使用較高功率，如此便可有較大的覆蓋區域，對於在偏遠地區提供寬頻上網

服務極有助益。從頻譜管理的目的看來，這是值得鼓勵的。

3.5.6 針對非管制頻譜的管理建議

美國 FCC 針對以上討論的議題，提出建議如下：

針對擴充不管制頻譜有三種可能的做法，第一種就是允許不受管制的設備動態地使用既有受管制的頻譜；第二，在基本干擾標準（Noise Temperature Concept）之下，允許不管制設備在管制頻譜中以低功率發射；第三，開放新的 ISM 頻段。針對第一種方法可以透過使用頻譜的規約（protocols）來確保不管制設備不至於對有執照的設備造成干擾，或者是由「頻譜管理者」（Band Manager）來調度頻譜的使用。

要使通訊規約可行，非管制設備可能必須具備衛星定位系統及相關軟體，能夠在發射之前，向一個資料庫確認其所在位置無其他管制使用者在使用某一段頻率。這種視機會而暫時使用的頻譜可能包括電視頻段。如果某電視頻道在某時段沒有廣播的話，確實可以讓非管制設備短暫使用。

擁有執照的使用者，可能願意讓一個「頻譜管理者」來調度其未使用的頻譜，讓非管制使用者付費使用，這樣也可增加執照使用者的收入。

上面所談的第二種方法就是在不干擾執照使用者的功率之下，非管制設備發射低功率。雖然正確的干擾偵測並不容易，但是可以計算出最壞情況下的最大可容忍程度。這樣非管制設備所發射出的功率就不會造成干擾。

第三種方法涉及開放新的不管制頻段，多半會牽涉到必須遷移目前某些頻帶中的其他的使用者。

要讓非管制的設備能有秩序地使用管制的頻段，一個新的「頻譜管理者」的角色必需形成，可以透過競標的方式來產生這種「頻譜管理者」。「頻譜管理者」可制訂規則，管制使用的授權，以及認證生產這類非管制設備的廠商，這些都是其任務。「頻譜管理者」可由其業務中獲得收入，可利用其收入去研究最佳的管理方式，以及非管制設備所需的功能與所需的條件。

要知道非管制設備產生干擾的情形，必需長期監控環境中的電波干擾情況，也就是去量測基本干擾值（Noise Floors）。美國 FCC 建議建立一個量測環境中電波干擾的標準方法與程序，以及長期監控的一個作業計劃，這樣才能夠知道每一個地區中噪音的強弱，如此才能制訂更理想的頻

譜共用方式，既確保現有使用者不會受到非管制使用者的干擾，非管制使用者也能有更大的空間去分享其他受管制的頻譜。

基於高頻的特殊物理特性，美國 FCC 建議未來管理高頻應該不要延續採用低頻的頻譜管理方式，應該要考慮管制的優點及必須付出的成本。在這種務實的考量之下，很可能結論會是不必受到執照限制，而應鼓勵非管制去運用這些高頻帶的頻譜。

針對無線 ISP 及點對點應用非管制的頻譜，FCC 規劃小組建議應給予此類應用較大的彈性，在不干擾其他使用者的情況下，可允許其發射較高的功率和運用特殊的天線，只要使用者能証實最終的電波輻射強度是在合理的範圍之內。

3.6 Beyond 3G

雖然到目前為止第三代行動通訊系統只有少量的商業運行，但許多專家學者已經開始針對第三代行動通訊之後的系統技術進行研究，目前的研究方向大概可以分成兩個方向，第一種是研究新的傳輸技術，目的是要能提供高傳輸速率、高移動能力與低功率的系統；另一個研究方向是多系統的整合技術，其目的是希望能提供隨時隨地上網且高傳輸速率的服務，如蜂巢式網路、無線非同步傳輸模式和無線區域網路的整合技術。

發展 Beyond 3G (或 B3G) 以支援無線網際網路服務為刻不容緩的任務。一般而言，從現有系統到 B3G 行動通訊的基本服務觀點是相連貫的。然而，服務傳送機制以及使用者端設備屬性 (attribute) 和介面會隨著 B3G 行動通訊的發展而快速的進步。B3G 行動通訊技術之發展可針對五個層次考慮。1.無線接取網路 (Radio Access Networks)、2.行動核心網路 (Mobile Core Networks)、3.網路應用與服務 (Network Applications and Services)、4.元件技術開發 (B3G Related Components)、5.標準活動 (B3G Standard Activities)。

3.7 小結

不論是 GSM、WATM 和 WLAN，這三者的主要目的皆是要提供大

眾能隨時隨地使用無線傳輸的功能，享受語音、數據和影像的整合服務。而其各自有各自的優缺點，而這三個共同都有安全性、缺乏殺手級應用和開展新服務的問題。如何去解決之，就成為重要的議題。

在國際標準制訂上，除少數學術研究活動以既有國際標準當為研究之對象，一向是極少接觸。其中更少數研究學者有興趣於提出標準草案，而能為標準組織所採納更是稀少。惟 B3G 是一個嶄新領域，目前還在問題定義與目標訂定的階段，整個領域充滿機會與挑戰。學術界可以將累積多年的實力，與力爭上游的產業界結合，在選定的重要議題上組成聯盟，加上政府機關在資源上的支援，並配合我國 B3G 產業策略性利益，積極參與 B3G 標準的制訂。

第4章 2G 演進至 3G 之法規與管理辦法

第三代行動通信（3G）可以提供多樣化的加值服務，如多媒體訊息服務、無縫隙通信服務、定位服務及企業行動商業交易服務等，所以 3G 服務對通信產業和整體經濟活動均有著重大影響。以市場經濟的角度來看，3G 是屬於供給導向型的知識及內容分享的傳輸平台，它能夠為各個產業創造出經濟效益，隨著我國「第三代行動通信業務管理規則」於民國 90 年 10 月 15 日發布，3G 成為潛力無窮的行動通信技術。

由於第三代行動通信是一項新的業務許可，超越以往規範涵蓋範圍。因此在 2G 演進至 3G 時難免會存在許多問題與困難，在此就取得特許執照的方式、2G 和 3G 業者間漫遊之規範、2G 業者和 3G 業者並存及升級等規範問題，進行分析比較如下：

4.1 取得特許執照的方式

隨著電信自由化的推動及電信業務的開放，頻譜資源需求暴增，各國紛紛思考如何建立一個公平、公開，並可反映市場經濟價值的方式來釋出頻率資源。3G 執照首先由英國開始採行競標，而此一風潮漸漸形成西歐以競標方式來決定競爭者中誰能取得頻譜資源之機制。「第三代行動通信業務管理規則」第五條規範，3G 執照發放程序採形式審查及競價拍賣二階段方式，結果台灣大哥大、遠致、亞太、中華電信、聯邦五家電信業者得標，得標金總額高達 488.9 億新台幣。競標的執照發放方式是否會造成業者財務狀況的負擔已引起研究討論。以歐盟為例，截至民國 90 年 3 月為止，歐盟的十五個會員國已有十一個國家發放了 3G 執照，其中英、德、比、荷、奧等五個國家採用競標制，西、葡、法、芬蘭、瑞典等五國則採用評審制，義大利採用評審與競標混合制。英、德兩國由於其市場規模大，在歐市的重要性高，且競標當時的網路通訊類股市正熱絡，因此雙雙拍出天價（總標金各為 385 億歐元及 508 億歐元）；然而取得執照的電信業者其後皆因付出的代價過大，而陷入進退兩難之窘境。另一方面，法國雖採取評審制，但將執照費用訂得甚高（每張 49 億歐元），以致要發四張執照最後卻只有兩家業者遞標申請。凡此種種不利狀況，導致歐盟委員會持續著手進行檢討 3G 開放產生的問題，並不斷地修正其法規管理架構之指令。

4.2 業者間漫遊之規範

依照 GSM 聯盟統計資料顯示，歐規的 GSM 行動電話系統已囊括全球 70% 的無線通信網路市場，估計全球有 5 億個用戶。GSM 行動電話系

統之成功，究其原因除了網路性能、系統技術優良之外，具有全球漫遊功能亦為主要因素之一。因具漫遊功能，使得 GSM 網路得以在國際間快速地成長，形成今天這個局面，其成功與網際網路發展有異曲同工之妙。3G 時代所標榜的理想，是一隻手機行遍天下且享有無縫隙之標準服務。另一方面，現有行動電話業者在其本業及網路建設已投入許多心血，奠下不錯的根基，為避免將來新/舊業者間發生不等同地位的競爭態勢，且為讓新進 3G 業者能夠快速地提供服務給國內消費者，因此「第三代行動通信業務管理規則」第六十九條中規範，現有的經營者有義務與新進業者簽訂漫遊協定，使新進業者能夠在營運初期利用現有行動通信業者的 2G 通信網路來彌補他們在初期網路涵蓋的不足，使消費者可以由日益增加的競爭與較好的服務上獲得利益。但是漫遊協議的條件必須確保同為 2G 和 3G 的業者不會對新進 3G 業者作出差別待遇，是應重視的議題。

4.3 從 2G 升級至 3G 之相關規範

第二代行動通信網路，可採用 GPRS 或 EDGE 技術來傳送數據，提升 2G 資訊服務項目。而 W-CDMA 及 cdma20001x 屬 3G 技術，將利用新獲得之 3G 頻譜來提供服務，2G 頻譜可採用 GPRS 或 EDGE 技術提供服務，依目前法規應不可改變為採用 WCDMA 等 3G 技術來服務。但目前 2G 頻段之業務繁忙，且獲利良好，2G 業者應無理由放手既有 2G 營收而改為經營 3G 服務。只是數年之後若 3G 業務蓬勃發展而 2G 業務落後，屆時 2G 業者才會有轉而經營 3G 業務之願望。2G 在通信速度上雖與 3G 有差距，但就其已能提供數據通信服務之觀點來看則是與 3G 服務類似的。因此，在處理『2G 業者之網路升級以提供 3G 服務』之問題時，必須先思考如何使 2G 及 3G 業者間維持公平性。政府施政如何兼顧一致性又不阻擋科技的發展即為值得探討之處。

4.4 歐盟檢討發展 3G 遭遇的困難及未來努力方向

歐盟的十五個國家已有十一個國家核發 3G 營運執照，且第一個 3G 網路也已於英國開始營運，以下從四個層面來探討歐洲 3G 的進展，以及未來數年影響 3G 服務成功發展的關鍵：

1. 法規環境的議題；
2. 財務狀況的議題；
3. 新市場需要經驗的議題；
4. 尚待解決的技術議題。

歐盟重申對 3G 市場發展遠景的信心，以及制訂 3G 政策的目標：建

立資訊化社會，奠基於 2G 產業成功的經驗，創造就業機會，維持和擴大歐盟在行動通訊領域中技術發展、競爭力、以及服務開發之領導地位。為克服可能發生的困難，歐盟發展出一系列方案俾易將 2G 成功經驗轉換成 3G，這些方案包括改善法規環境、處理未解決技術問題、支持創新的無線通信服務與資訊內容的開發、以及促進歐盟持續進行研究發展。

公元 2001 年初，歐盟 (EU) 居民中有 63% 擁有行動電話，其中大部分 (約 2.35 億人) 係採用 GSM 服務系統；EU 之電信服務市場現值超過 2000 億歐元，並以 12.5% 年成長率成長。行動通信服務 2000 年成長超 38%，占 EU 整體電信服務產業總收入之 30%，也使 EU 成為全球行動通訊產業之世界領導者，其設備生產者及服務營運者也是歐洲最創新與成長最快的企業。

在歐洲，行動通訊系統是依據 GSM 系統發展而來，亦稱 2G，現在第三代行動通訊系統 (3G) 已出現，結合無線行動通訊技術與高速資料傳輸能力，使 3G 系統能無線傳輸影像，甚至寬頻多媒體訊息。網際網路與行動通訊是近年兩個最主要的技術發展趨勢，此亦成為 EU 社會與經濟發展的重要基礎。

GSM 的成功促使 EU 朝向第三代行動網路與服務的方向發展，包括規範技術平台 (UMTS 係 ITU 通過 IMT2000 標準之一)，分配無線電頻譜，和制訂管理的法規環境等。至今，EU 已擁有成功發展 3G 必要的製造技術及設備，也已促使大型泛歐洲網路與服務營運者熱烈參與 3G 市場。

本文將討論 EU 引進行動資料服務對社會的影響、對使用者的保護、相關法律議題，並討論 EU 成功發展 3G 之某些法規及技術議題，最後本文將針對這些議題提出若干建議方案。

4.5 法規環境的議題

歐盟各國引進 3G 行動通信系統之管理辦法是基於各國既有執照管理的相關法規。歐盟為了促進 3G 能早日普及於歐洲特別通過一項議決，界定新 3G 服務的功能，要求各國和諧地使用無線電頻譜，並要求各會員國於 2000 年 1 月 1 日前公開其 3G 執照授權機制。這些市場的措施有助於電信業者知所遵循如何進入 3G 市場。

在歐盟建議的法規架構下，每一會員國決定其核發 3G 執照的機制，以及核發執照的條件。會員國需遵守 EU 針對發放 3G 執照的規定，以公開、無歧視、透明的程序，依據事先公告的客觀評量標準核發執照。

十一個會員國已核發了 3G 執照給 48 個網路業者，這些國家即已包涵了 90% 的 2G (SGM) 市場。各會員國核發執照的條件各異，其評選程序亦不相同，包括競標方式、選美方式、或混合上述兩種型式。每個會員國核發的執照數從四到六張，執照取得費用依每個國家人口數計算，金額為 0~650 歐元/人之間。執照期間的長短不同，起始計算的時期也有所不同。網路涵蓋範圍的要求以及網路共享條件也有不同考量。每一營運者獲得的頻寬範圍也不一致，要求 2G 行動網路提供漫遊的條款也不相同。各國不同的條款，對歐洲發展 3G 網路及服務將不免會有影響，每個國家 3G 市場的發展也將受其本國執照核發條件所影響，取得某國執照的成本與時間亦將影響泛歐電信經營者進入該國 3G 市場的決定。

4.6 財務環境的議題

歐盟各國收取 3G 執照費用總額已超過 1300 億歐元，獲得 3G 執照的業者仍需投資近於此數的金額去建設新的 3G 網路與推廣新的 3G 服務，因此歐洲電信產業正承受著沈重的前置投資 (front-end) 成本負擔。

3G 業者為了取得所需的資金 (包括在全球進行產業整合與併構的資金)，必須求助於金融市場。大部分歐洲電信業者因為需要資金導至鉅額債務，因此業者被降低信用評等，必須付出的利息則因此增加。如此循環更加重信用之惡化，業者信用評等被降連帶影響公司的股價以及公司公開籌資能力。3G 市場不僅只面對這些困難，又遭逢全球電信、媒體、及科技類 (TMT) 股票市場崩潰。自從大量使用網際網路，有效且易於使用的圖形化瀏覽軟體出現，網際網路相關企業的股價快速地膨脹，並在 2000 年春天達到最高峰。此後，這類科技產業股票至今仍持續在谷底徘徊。

自 2000 年夏天以後，金融證券界逐漸降低對於 3G 執照經濟效益的評估，既有業者及潛在的新業者均重新評估 3G 產業可能的風險，例如法國採 3G 執照審理制發放四張執照僅吸引到兩家業者，同樣在比利時發放四張執照僅三家業者申請。自從英國及德國採用競標方式後，3G 執照的商業價值 (即業者願意支付的平均每人口競標金數額) 已大幅減少。

尚未建立網路者及未有既有電信市場補貼的新業者有特別沈重的財務負擔與存活風險，重新調整後的 3G 產業財務展望對於促進 3G 市場有相當大的影響。同樣地，沈重的前置成本負擔對新 3G 服務成長亦有負面的影響。

4.7 新市場需要經驗的議題

雖然行動資料服務有可能快速創造強烈的市場需求，但新 3G 服務市場仍待考驗。樂觀的期待是基於日本無線資訊服務市場極為成功，以及歐洲 SMS 訊息傳輸（已占某些 2G 業者 10% 的收入）迅速成長。然而從無線資訊服務中獲取經驗，對設備製造業者、網路業者、服務提供業者及消費者均甚為重要。歐洲 GSM 業者及行動資訊服務提供者已運用 WAP 嘗試提供創新的服務，雖然早先的 WAP 服務並不能滿足各方面的期望，但提供了電信產業界有用的消費者需求及付費意願，可作為制訂行銷策略、以及創造與設計新服務之參考。

在邁向 2.5G 服務的過程中，預期會增加 EU 中採用創新無線資訊服務的使用者。許多業者已提昇其 GSM 網路開始提供 GPRS 服務，優點之一是收發資訊隨時保持在開機狀態（封包轉接型式），其傳輸速率介於現行 GSM 網路與未來 3G 網路之間，其他 3G 之前的改革也在醞釀中，例如 EDGE 將可提供比 GPRS 更快速的資料傳輸速率。推出 2.5G 的服務可視為是邁向未來 3G 服務的重要步驟，經由對既有 GSM 網路作有限的投資即可以階段性地嘗試行動資訊市場發展的模式，對未來開發 3G 服務可達到預先測試應用的效果，此外這是對未來 3G 服務進行市場調查，以及預先為 3G 服務培養習慣於行動中收發資訊的消費群眾。

4.8 尚待解決的技術議題

2.5G 及 3G 手機能即早上市極為重要。早期 GPRS 手機上市延遲，造成 2.5G 服務也延遲。3G 手機產品的開發進展有限，而提供這些手機服務之 3G 網路設備也未成熟。為了允許 3G 漫遊至 2G 服務地區而必須同時具備 2G 與 3G 的多模手機仍在設計與測試的階段。業者為取得 3G 執照已投入高額資金，在利息負擔的壓力下有可能會希望快速建置 3G 網路，早日提供 3G 服務來產生獲利。若同時有多個網路業者採購相關 3G 網路設備，一來供應商可能供應不及，二來也可能導致 3G 設備價格昂貴。基於 GSM 網路技術，建造 3G 手機及網路設備的第一代技術標準規範已完成（3GPP 版本 99），但有些網路經營者偏好採購與 Internet 完全相容的網路設備，以便未來適用所有的多媒體服務。

現行的網際網路協定 (Ipv4)，長期而言會限制 3G 服務功能的發揮，IPv6 即可克服上述的限制且有其他功效，諸如保證服務品質及提昇安全性。採用 IPv6 的行動網路可允許機器對機器無線交換資訊，將可擴大 3G 的用途。推遲導入 IPv6 網路，將阻礙未來 3G 服務進一步的發展。

4.9 歐盟調整政策目標

在歐洲 3G 是否能夠成功的主要責任在通信產業本身，3G 和無線網際網路成功與否主要看民眾是否覺得價格合理而樂於使用 3G 服務，因此確保行動服務成功是歐盟責無旁貸的電信政策目標。

歐盟的重要政策目標之一是提昇上網率以引領所有歐洲人即早進入資訊化社會。在歐盟範圍行動通信使用率已達 63%，然而固線式網際網路中僅 28% 家庭使用。快速演進至 3G 服務將可加速達到歐盟的目標。迴路分租 (Loop Inbundling) 法規及其他技術 (如互動數位電視與固定衛星服務) 對增加歐洲網際網路使用率也會有貢獻，然而 3G 卻是提供網際網路資訊服務最重要的技術，因為可適合於各種環境下使用特別是行動中，且適合提供位置相關資訊及有時效性的資訊。

3G 對在歐盟中創造工作機會也有重要影響。自一九九六年起，GSM 在歐洲已創造了 44 萬 5 千個工作機會，GSM 的累計投資額已超過 700 億歐元，而 3G 服務可增加的工作機會更不只是在行動通信產業，還擴及網路內容提供、行動商務、電子銀行、以及網路金融服務等領域。今日全球無線通信有機會使用一致的頻率與科技。日本於二〇〇一年五月開始 3G 服務，對既有 2G 業者並未收取執照費。美國政府則致力於選擇及拍賣 3G 頻譜以順應國際標準，其他國家也致力於建置 3G 系統。歐盟各國如能快速開始 3G 服務可強化歐洲的競爭力與在行動通信領域的領導能力，也有助於歐盟以外國家採用相同的行動通信系統。

4.10 歐盟將採取的行動

在歐洲取得 3G 執照的方法及條件不一致對未來 3G 執照核發與 3G 發展不利，歐洲行動通信服務在歐盟應形成單一市場的目標未能達成，因此歐盟高層必須採取行動。首先，無線通信服務未來是否能成功雖是私人業者的工作，歐盟的職責則在制訂適當的法規條件足以應付未來的需求。第二、在現行歐盟的政策下即能支持合作研發創新的無線行動通信方案及歐洲電子化行動等。第三、如果不即時採取行動，在各國現有的法規下，執照發放的方式會愈來愈不一致。

4.10.1 制訂革新的法規架構

歐盟委員會於 2000 年 7 月草擬一份指令，作為所有電子通信服務發照的新法規架構，指令之一即是要求各國主管機關於核發執照前彼此先行諮商，以確保在歐盟單一市場中業者提供行動通信服務能有一致的執照核

發方式及條款。根據建議的法規指令架構，一會員國授與無線頻率執照的方案，應先與其他會員國之主管機關及歐盟委員會進行諮商。若會員國所提釋照方案如與指令所要求之政策目標有所抵觸時，歐盟委員會有權要求會員國修改或是撤回。新的指令也將允許無線頻率交易，俾對有限資源增加其運用的靈活彈性。

此外，歐盟委員會亦對無線電頻率政策之法規架構草擬決議文，此決議文建議委員會層級制訂政策以解決使用無線電頻率產生之議題，也公告歐洲非軍事用途（如電子通訊、運輸、廣播、及研究用途）使用無線電頻率之分配、指配及條件的機制。會員國與委員會可以在有架構及組織的方式下討論各種議題，包括不同執照核發方式（拍賣或選美程序）及條件之優缺點。此決議文涵蓋歐盟內所有涉及使用無線電頻率的政策。歐盟委員會有信心這些方案將可降低會員國核發執照之程序及條件所面臨不一致之困難，俾避免歐盟內電信市場分歧之現象。

最後，除核發執照方面之建議外，草案尚包括未來無線通信服務得以成功的其他重要因素，包括避免過多法規約束，例如由於行動通信業者投資金額甚鉅，故不宜加諸費率的控制；提昇法規干涉的門檻及增加促進公平競爭法的角色，皆有助於創造有利的電信投資環境。

4.10.2 提昇研發及歐洲電子化俾利未來數位無線服務

企業界、會員國政府及歐盟都應該持續研發無線通訊科技，以確保持續發展後 3G 的技術。至於研發預算，歐盟所支持的研發項目比起國家及企業的研發經費相對較少，但前者對資訊科技之合作研究及企業競爭前之先導研究提供重要的平台。歐盟委員會強調行動及無線通訊科技研發之重要性。

3G 提供使用者之資訊服務是其成功與否的重要因素，行動網際網路服務將提供使用者所在位置的相關資訊，客製化服務及增加使用者操作簡便性。為個人使用者及企業使用者發展多種語言及文化特色的歐洲資訊內容十分重要。同樣地，雖然開發數位資訊內容應屬民間企業的工作，但是歐盟也應鼓勵創造多種語言及歐洲特色的資訊內容。政府所擁有的資料（如地理資料、交通資料）皆是創造資訊加值服務珍貴的資源。政府應降低企業利用上述資料的困難度。此外，讓民眾可以利用行動終端機獲得政府部門提供的即時服務，是 3G 可提供之重要服務項目。2002 年歐洲電子化行動方案已為歐洲議會所通過，以及資訊內容電子化方案均將成立跨歐盟之平台，以促進歐洲數位化資訊內容之開發與運用。除非引進新型網際網路通訊規約 IPv6，3G 服務的功能與潛力才能發揮。要成就真正的無線

網際網路，每一個行動終端機皆必須擁有自己的網址，因此需要龐大的網址字元，已超過現行 IPv4 所能提供。因此如歐盟不立即採取合作行動，則可能會面臨網址用罄之局面。歐盟委員會已成立特別委員會邀請各會員國與產業界共同合作提出演進至 Ipv6 的建議方案，歐盟委員會將透過其 IST 及 TEN 電信組織加強對 Ipv6 之測試。

4.10.3 加速 3G 網路建置、協助解決問題

目前歐洲各國 3G 執照之發放係依歐盟及各國現行法令為之，只要執照是符合歐盟法令取得，委員會無意質疑這些執照的有效性。此外，歐盟將繼續制定及鼓勵各國行動通信主管部門採用促進競爭之法規。然而，現行各會員國核發 3G 執照之方式，已逐漸造成電信業者沈重的財務負擔。這些問題各會員國都面臨，其國內管理當局必須面對解決，除非能建立共同的歐盟電信法規環境，歐盟電信市場的分歧將是一大隱憂。歐盟委員會希望就法規事項儘速與會員國、業者、通訊設備製造者進行會商提出具體辦法，以協助 3G 網路及服務能儘早建置與推動，針對以下情形提出以法律解決之建議方案：

1. 3G 業者延遲當初答應建置 3G 網路之時程和涵蓋義務、3G 執照期間之計算方式，及若干會員國同時要求業者開始提供 3G 服務對業者造成的時程壓力；
2. 由於可增加 3G 網路之潛在經濟利益，委員會原則上贊成分享網路基礎建設，只要能遵守競爭規則及其他歐盟相關法令規定
3. 3G 執照業者應有權彈性選擇技術平台提供無線通信服務
4. 第一次競標核發 3G 執照後，尚餘之無線頻譜應如何處置，以及如何處理後續執照發放之相關事宜
5. 基地台架設規範及基地台用地取得，遷涉的環保及電磁輻射等問題之解決建議方案。

此項努力不僅可協助 3G 服務業快速找到解決方法，且可協助制訂未來執照核發模式，以降低未來歐洲電信市場分歧的負面影響，及建議未來發執照的相關事宜。最後，應加速制訂 3GPP 內容中針對 3G 技術的規範，特別是針對多媒體行動資訊傳輸之技術規範，一旦技術規範確定，為使新服務能儘快上市，應立即資助測試此新技術之先導計畫。

4.11 結論

歐盟委員會強調未來無線行動服務會對經濟與社會造成重大之影響。儘管目前 3G 市場狀況尚不明朗，但不應忽略 3G 是建立在堅強的技術基礎上，在可預見的未來將是最實際的共同平台可以提供所有的寬頻行動網路服務。3G 提供使用者新品質的無線服務，包括國際漫遊、個人化的服務、行動資訊傳輸、行動商務交易服務、以及位置相關的服務。因此，所有相關各方應共同合作去解決問題，尤其是歐洲各國在引入無線資訊服務必須共同協力去克服的困難。

歐盟必需持續訂定各項條款促使未來數位行動服務成功。歐盟機構的主要任務是訂定妥當的法規環境俾使歐洲各國的電信管理與電信市場達到一致性，以及確保各會員國的電信法規讓業者得以順利經營 3G 業務。爰此，歐盟委員會建議新的電信管理法規架構及無線電頻譜管理政策的法規指令，各會員國應儘速採用並付諸實施。

第5章 頻譜運用與管理的新技術

5.1 動態頻譜分配 (Dynamic Spectrum Allocation, DSA)

目前在指配頻率給不同的無線電系統時，均是以固定頻率指配方式執行。即無線電頻率的分配是以特定的無線電運用為對象，頻率區段固定，且僅為授權者所單獨使用。這種頻率指配的方法可避免不同系統間受到電波的干擾，但頻率運用的效率較低。

一般通訊網路都是針對最大需求流量（尖峰小時）而設計，即在尖峰小時，通訊網路才較可能完全用到所分配到的頻寬，這也就代表在其他時刻網路並沒有完全使用到其所獲分配的頻寬。事實上所有無線通訊服務，如語音、影音、數據或其他應用皆在同時段發生尖峰。不同網路、不同服務、在不同時段對頻的需求並不相同。硬性指配一段固定的頻給特定的服務，稀有無線頻譜資源常會造成閒置。所以頻譜管理的新趨勢是推動頻譜使用使其更有效率與彈性，即動態頻譜分配。

DriVE (Dynamic Radio for IP-service in Vehicular Environment) 主要在探討如何能夠藉由新發展的動態頻譜整合方案與新的流量控制方法，在不同性質與多重無線電的環境中，使頻譜的使用具有更高的效率與達到更大的系統容量。(圖 5.1-1) 為目前有固定頻譜分配與未來動態頻譜分配之比較圖。

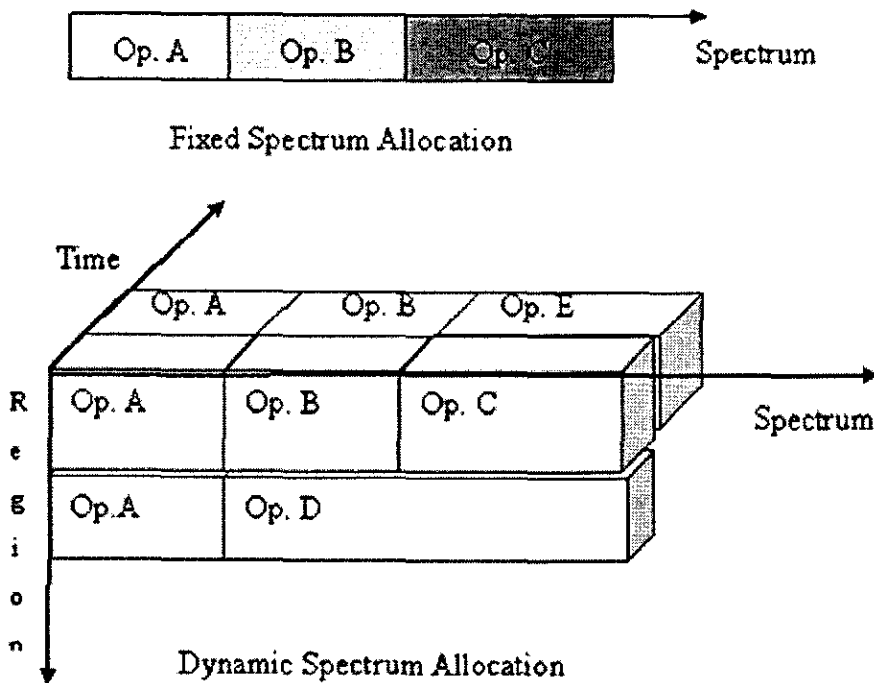


圖 5.1-1 固定頻譜分配與動態頻譜分配之比較圖

在動態頻譜分配方面，Temporal DSA 為以時間為區隔的動態頻譜分配方法，而 Spatial DSA Scheme 為以地區為區隔的動態頻譜分配方法。到底是以時間來區隔，或是以地區來區隔，又或以兩者綜合的方式，皆涉及到新的頻率運用技術、管理法規和無線網路基地站台之經營管理權責的課題。理想的行動通訊希望達到以下的目標：

1. 高頻寬；
2. 上行下行不對稱；
3. 互動服務；
4. 能夠獲得位置相關的資訊與特殊服務。

要在行動中獲得這些服務，在最後一哩必然必須仰賴無線電通訊，目前無線電通訊已經有非常具體的進展，包括數位聲音廣播（DAB）以及數位電視廣播（DVBT），此外行動通訊網路（GSM, 3G）也將在全球普及，WLAN 更具有提供寬頻服務的最大潛力。為了達到以上的目標需要非常多的無線電頻譜，然而目前世界各國尚沒有討論出一致的頻譜分配計劃，以及免費可供使用的頻譜。有些分析建議在 2005 年要滿足寬頻行動通訊的需求，必須有約 400MHz 的頻寬，到 2010 年頻寬需求將增加至約 600MHz，頻寬需求增加是來自多媒體訊息與高互動性的影像多媒體訊息交流，但是到那裡獲得這 400MHz 或甚至 600MHz 的頻譜呢？一個可能的解決辦法是讓需要頻譜的運用能夠動態地互相調度頻譜，當甲類運用需求頻譜多而乙類運用需求少的時候，將頻譜調度給甲運用，而當乙運用需求頻譜多的時候則將頻譜調度供乙運用，這樣就能夠達到頻譜的最大運用效率，也就是動態頻譜分配（Dynamic Spectrum Allocation, DSA）的目標。可以針對不同區域所需要的頻譜而將其動態地調度運用，也可以針對同區域內不同運用所需要的頻譜而動態調度，這也能夠公平地共用某一段頻譜給不同的無線電系統去運用，必須要基於使用者會遵循公平使用的機制去進行動態頻譜分配。這個理想就是朝向未來 DAB 用的頻譜、DVB 用的頻譜、及行動通信用的頻譜可以動態地互相調度運用。過去一向是指配給每一個業者一個固定的頻譜，可是在動態頻譜分配的技術之下，每一個業者使用的頻譜可以因時、因地而不同，當甲業者的使用者比較多的時候頻譜可以多讓甲業者使用，其它的時間乙業者的客戶比較多的時候也可以將較多的頻譜供乙業者使用，每一個電信業者都有機會獲得比過去刻板的指配方式更靈活的頻譜運用。此外，過去將頻譜刻板地分配給某項運用，未來也可以使不同的運用獲得頻譜調度運用的彈性。

為了達到頻譜能夠動態地調度運用，未來可能會有一個新的業者角色：無線電接續業者。專門處理無線電收發設備的營運與管理，以及頻譜的動態調度運用頻譜給不同的業者及不同的業務使用。目前各業者自行操作其自己的基地台，將無法達到頻譜動態運用的效果。

5.2 多維信號處理與電磁相容分析及多維頻率共用

信號設計的多維化或高維化可以獲得更大處理自由度，從而可以獲得額外功率／頻譜／軌道處理增益，對此，多維編碼調製及目前熱烈討論的第三代移動通信中的所謂空間、時間聯合處理等均 明顯事例。

因此，頻譜管理與無線電監測應用亦可將頻率域、時間域、空間域、信號域，網路域及顯示域綜合在一起進行多維聯合處理及電磁相容分析，以進一步提高無線電頻譜／軌道資源的綜合利用效率及進行綜合有效的無線電科學管理，相應在頻率共用方面亦可從多維含義上努力探討各種基於頻率域、時間域、空間域、信號域及網路域的頻譜共用的新技術與方法。當然，對每一維含義本身，即可探索其相應功率／頻譜／軌道的有效利用。例如正交多碼、多址連接，編碼正交頻分複用，頻率／極化／空間正交極化運行，聯合多址連接運行，小區結構系列化（HCS）設計及 LEO／MEO／GEO 衛星平臺聯合運行等均 其典型示例。

5.3 智慧型天線

在目前熱烈討論的第三代移動通信空中介面技術方面，無論對 TDD 及 FDD 方式，智慧型天線均被認 是一種改進系統性能的重要手段，特別是 TDD 模式窄帶運行，容易實現雙向智慧天線運行，與盲均衡演算法的卓越作用相類似，在嚴重碼間干擾及同波道干擾相干檢測環境下，有效開發利用多用戶盲估值智慧型天線控制演算法值得注意。智慧天線與下述軟體無線電技術配合可實現更有效的空間隔離與空分多址，可以提高小區頻率重複使用。

5.3.1 智慧型天線的理想目標

如今可調整天線陣列（Adaptive Antenna Array）技術進步到可調節無線電波使其僅投射於個人蜂巢（Personal Cell）。智慧型天線知道目前在其電波涵蓋範圍內各個使用者的方向及位置，因此只將無線電波投射於有使用者的地區，在沒有使用者的地區即不發射無線電波，由於可以如此精確地調整電波的波束，因此可以達到在同一個天線的涵蓋範圍內可能有數個通訊者同時用同一個頻率在與基地台通訊。因此無線電波的使用效率能夠倍數增加，可以服務的行動使用者的數目也可以大幅增加。

在我們所處的環境中有各種頻率的無線電波在空中，有些是行動通訊的電波，有些是廣播和電視的電波，有的是各種電子設備產生的干擾電波，無意義的電波被稱之為干擾電波。由於這些電波不傳送任何有意義的

訊息，一來對有意義的訊息造成干擾，二來也是無線電能量的浪費，對於行動通訊基地台發射的無線電波而言，如果沒有行動通訊使用者利用此無線電波進行通訊，則發射出的無線電波一方面會造成其它通訊者的干擾，也變成是無線電波能量的浪費，所以智慧型天線所想要達到的理想就是無線電波儘量只傳送到需要通訊的使用者，任何地區沒有行動通訊使用者則不發射無線電波，使得無線電波的能量都是傳播給有需要的使用者。一來節約無線電波的能量，二來不致於造成對需要使用無線電波者的干擾，三來讓無線電波的使用效率能發揮到最大。

由於目前無線電波沒有受到最佳的規劃與運用，所以空中充斥著各種電波，因此行動通訊就必須發射更高功率的電波，才不致於被週遭的干擾電波所埋沒。這種趨勢使得每一種無線電設施都必須加大發射功率，才能在干擾無線電波擁擠的環境中達到通訊的目的。這種惡性循環使得空中無線電波的污染愈來愈嚴重，因此集中發射無線電波僅給需要的使用者是減少空中無線電波污染的最好解決方案。

5.3.2 智慧型天線的原理

智慧型天線不再是全方向性地廣播無線電波（如圖 5.3-1），其創意是可以追蹤、定位在其涵蓋範圍內的行動通訊使用者，調整天線使得發射出的電波僅傳送到需要用的使用者身邊，由於每一位行動通訊使用者都能夠經由無線電波直接與天線溝通，好像天線與各個行動通訊者之間形成虛擬的線路（Virtual Wire）。可調整天線陣列於 1990 年初期開始研發，塔台上天線原本只有一個全方向型天線，可調整天線陣列將一根固定的天線擴增為十數根可調整的天線陣列，控制這些可調整天線陣列需要一個智慧型的處理器，用來混合處理各根天線進來與出去的無線電訊號。早期開發可調整天線陣列的公司包括朗訊、北方電訊以及加州訊矽谷 Array Comm 公司。一旦天線可以集中無線電波只傳播給有需要的使用者，獲得無線電波資源的使用者因此可以獲得較高的電波功率，也即可以使用較寬的頻寬來傳送大量的數據。

(一)天線的處理

由於無線電天線是將變壓器傳來的電流和電壓轉換成電磁波幅射到大氣層中，當天線接收大氣層中的電磁波也會將其轉換成微量的電流與電壓，這些微小的訊號可被接收器（Receiver）接收，而後將訊號放大。

同樣功率的發射器如果利用全向型的天線功率可傳播 360 度的每一個方向，因此在任何一個方向可以獲得的能量就會比較少；如果天線能夠

將能量集中傳播僅給少數地區，在這些地區就可以獲得比較大的能量，因此天線電波可能涵蓋的範圍就可以更遠。

反射器 (Reflector) 雖然可以達到將無線電波波束集中的效果，但是不經濟。將天線依陣列排列亦可以達到相似的效果。例如將二根天線並排，而此二根天線間的距離正好是發射電波波長的一半，如果從天空往下看，則此二根天線所發射出的電波涵蓋範圍形狀會像 8 字形 (如圖 5.3-2)。在此二根天線連線中間的垂直方向即是 8 的兩頭，在此兩方向無線電波可以傳送到最遠，這是因為在這兩個方向的接收器可以同時接收到由此二根天線發射出來的訊號，這些訊號到達接收器時相位是相同的 (In Phase)，當無線電波訊號相位相同則功率是加乘的。在此二根天線的連線方向，由於接收到甲天線來的訊號會與接收自乙天線來的訊號相位差 180 度。即是當甲天線訊號處於波峰的位置時，而乙天線訊號正好處於波谷；或是甲天線訊號處於波谷時，正好乙天線訊號處於波峰，這二訊號功率相抵銷。於是乎產生無線電波能量等於零的情形。

如果天線數由二根增加到六根，則與天線連線垂直之方向會得到六根天線產生電磁波的加乘效果，因此功率會更強，電波涵蓋距離可以更遠，使得天線產生的電波圖形更狹長、更集中，如圖 5.3-3。增加天線數的時候，除了在天線間垂直方向的電波變得更狹長之外，在天線的連線方向會形成數個小的電波涵蓋區域範圍，稱為 (LOBES)。

因為存在這些小的 LOBES 電波涵蓋區域，在此區域之內的使用者就會收到無線電波，而在這些小 LOBES 區域之外的使用者就收不到電波。因此適時調整天線陣列的相對位置即可調整天線涵蓋波的形狀以及各個小 LOBES 的數目和形狀，使其正好配合不同位置的行動通訊使用者，這就是可調整天線陣列的理論基礎。

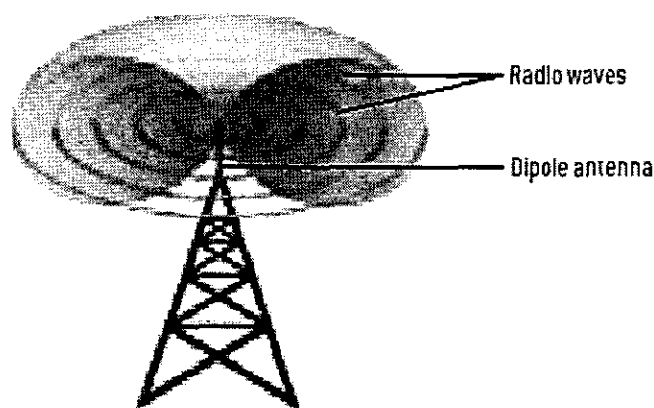


圖 5.3-1 全向天線的電波場型

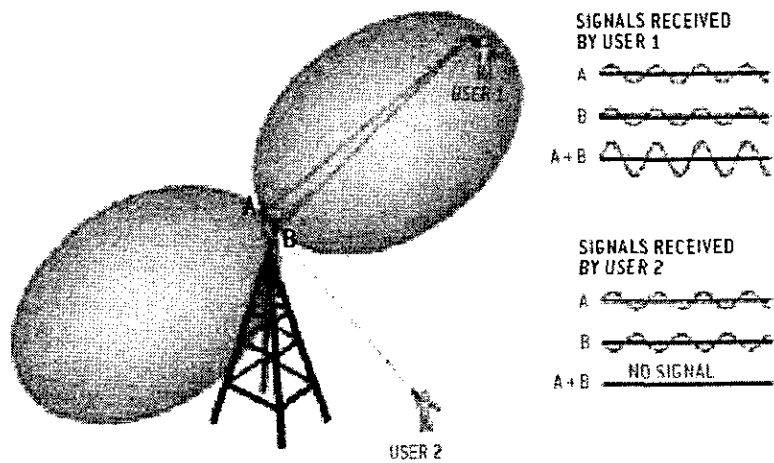


圖 5.3-2 兩根天線間隔半波長的電波場型

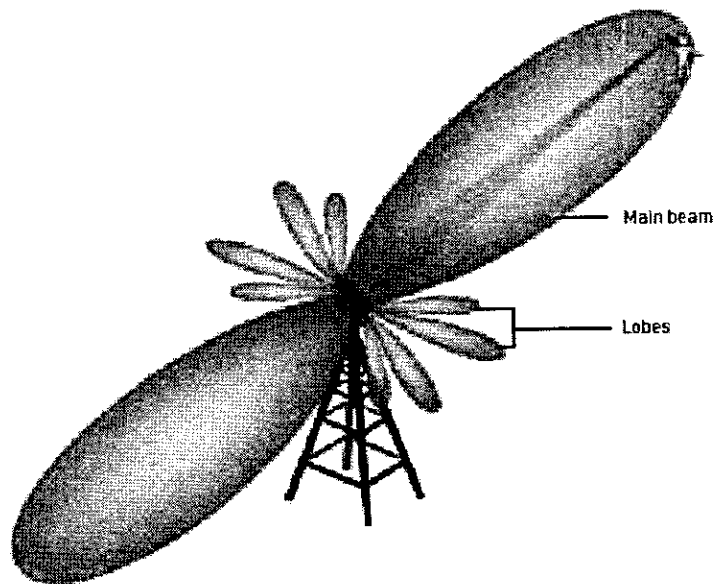


圖 5.3-3 六根天線間隔半波長的電波場型

5.3.3 「波束開關」(Beam Switching)

在 LOBES 涵蓋區域內如果其訊號大於單一天線，則發射的功率稱為增益 (Gain)，如果小於單一天線發射的功率則稱為排斥 (Rejection)。調整各個天線的位置即可以改變電波涵蓋範圍的場型，但是利用機械方式去移動天線非但不容易做到而且花費昂貴，尤其最大的問題是不能夠移動得非常迅速，達到迅速變化電波場形去滿足行動使用者位置迅速變化的目的。機械的辦法移動天線既然不可行，理想的辦法就是用電子的辦法去調整無線電波的場形。方法之一：「波束開關」(Beam Switching)。由許多天線陣列發射出許多電波束，由於這些電波束重疊而能夠涵蓋整個基地台希望涵蓋的範圍 (如圖 5.3-4)。當在基地台整個涵蓋範圍之內某些地

區有行動通訊使用者的時候，僅將傳播至那些地區的電波波束保留，而將沒有使用者地區的電波關閉，這即是電波開關的原理。實際的操作情形如下：

當基地台收到行動通訊使用者傳來要求通訊的訊號，天線的無線電接收器偵測每一根天線接收到訊號的強弱決定哪個波束可以提供最強的訊號給此行動通訊使用者，就用此波束與此行動通訊使用者溝通，當此行動通訊使用者走出目前的波束則無線電控制系統就要決定一個新的波束作為與此行動通訊使用者溝通的波束。

「波束開關」在現實的無線通訊環境也有其執行的困難，如圖 5.3-5 所示。因為當一個波束適合讓使用者 1 使用，使用者 1 必須處於此波束的中間，如果當使用者 1 走到此波束的邊緣則訊號衰減會非常迅速，以至於造成通訊品質不良。如果有另一個使用者 3 處於此主波束旁的次要波束，然而此使用者 3 處於次要波束的中間，使用者 3 獲得的訊號可能要比使用者 1 獲得的訊號強，如使用者 3 為了使用相同頻率，即可能會阻斷或干擾使用者 1 所獲得的訊號。另一個「波束開關」的困難是在現實社會中行動通訊使用者所接收到的電波訊號並不都是直接從基地台發射而來，經常可能透過自然物或人為設施反射，如受到房舍、山、汽車、樹等反射而達到使用者，困難的是由於行動通訊使用者是在行進中，因此在不同位置或時刻電磁波常是由不同的物體反射而來，使得電磁波難以掌握，這叫「多重路徑反射」。

多重路徑傳輸所造成的困擾包括以下的例子，如果使用者在一個電波涵蓋的區域的邊緣，經由多重路徑傳輸可能會反射到鄰近的電波涵蓋範圍，而進入天線接收器，因此天線接收器會誤以為此使用者是處於另一個電波涵蓋範圍，因此此使用者可能會完全接收不到來自天線的訊號，以上這些都是電波涵蓋區域「波束開關」系統（Beam-Switching System）的困難。

天線要有足夠的智慧能將無線電波束直接發送到行動使用者附近，而不是選擇一個較接近的理想智慧天線也必須能夠動態地調整其電波涵蓋場形，這樣才能夠減少也是利用相同頻率的其它使用者可能遭受到的干擾。

這類天線必須能夠非常快速地調整，才能適合行動通訊使用者位置的改變，以及環境中反射電波隨時在變的情況，這也就是為什麼必須要有可調整的陣列天線的理由。

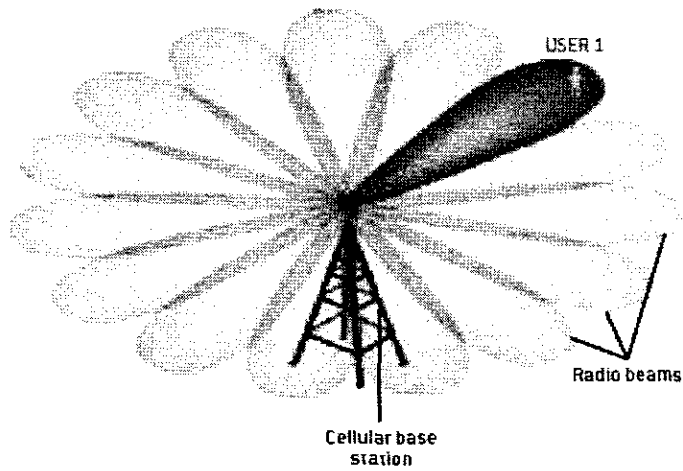


圖 5.3-4 多天線陣列產生之電波束涵蓋整體基地台範圍

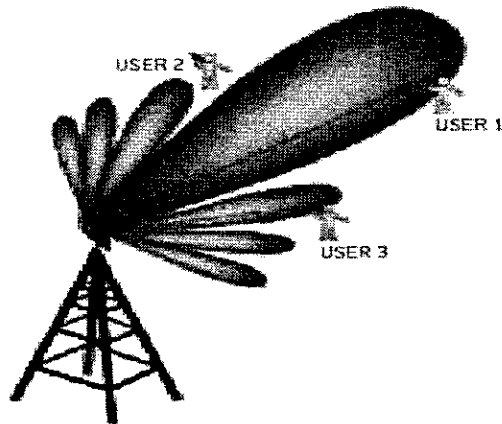


圖 5.3-5 使用相同頻率的使用者在不同波束中的干擾

5.3.4 雞尾酒會效應

為了讓陣列天線能夠依情況作出調整，重要的關鍵就是陣列天線要能夠隨時處理天線中所接收到的訊息而作出反映。

陣列天線要能夠辨別發射源的方向及位置，所需要的功能相似於我們的耳朵可以辨別聲音來源的方向。我們耳朵外耳的構造使得聲波進到耳腔會經由外耳產生不同的共振，基於不同方向的音源產生的聲波進入我們耳朵的角度不同會產生不同的共振，除非聲音是直接從我們頭的正前方或正後方或正上方或正下方發出，則聲音會同時到達我們的雙耳，除此之外任何其他方位傳來的聲音到達雙耳會有時間差異，我們的大腦就會基於這個訊息而能迅速地計算出聲源的方位。

此外，我們一般正常的聽力可以在嘈雜的環境中仍然能夠聽到特殊的細微聲音，例如在宴會中也能夠聽到別人有趣的對話，這種現象叫做雞尾

酒效應 (Cocktail Party Effect)。研究人員發現這種能夠在嘈雜的背景中聽到細微聲音的能力，是基於我們能夠辨別聲音方位的能力，因此我們的大腦集中收訊來自我們想要接收方位的聲音。實驗證實這個理論就是讓受測的人只用一個耳朵去聆聽嘈雜環境中的某些細微訊號，結果效果卻是不如用兩個耳朵去聆聽能夠接收到更多的細微聲音。這證明我們的大腦能夠集中接收來自某個方向的聲音，而降低注意力去聽來自其它方向的聲音，利用這種原理一個可調整的天線陣列必須具備辨認無線電訊號方位的能力，因而可選擇性地放大來自這些方位的訊號，同時把來自其它方位的訊號儘量消除。

陣列天線的辨別功能存在於一個數位訊號處理器，用來差別對待各根天線接收到的不同訊息。一般可調整陣列天線包含四到十二根天線，我們為說明方便只考慮兩根天線的陣列。此兩根天線的距離等於所接收無線電訊號波長的一半。一般不可調整陣列天線所接收到的訊息就是來自此二根天線訊號的總和，當然會受到訊號相位差異的影響。可調整的陣列天線具有一個數位訊號處理器，可以針對來自各個天線的訊號進行各種數學運算，來加強某些訊號以及刪除其它訊號，如圖 5.3-6 所示。

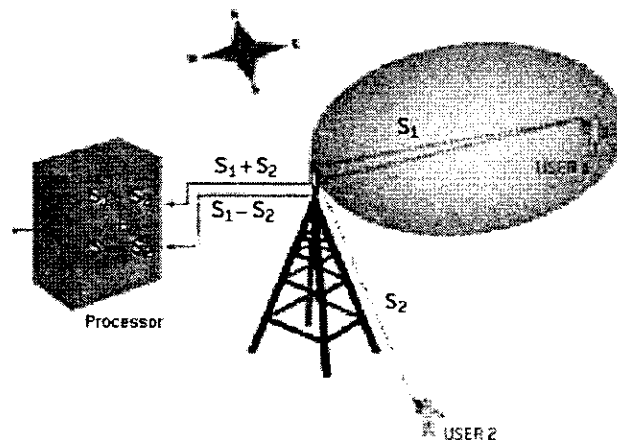


圖 5.3-6 可調整陣列天線訊號相加

假如這二根天線是南北方向，行動通訊使用者 1 從正東的方向發出訊號，訊號處理器可以迅速決定出訊號來源的方位，因為二根天線同時接收到來自訊號源的無線電波，因此訊號必定是來自此二根天線連線的垂直方向。為了加強收訊的效果，訊號處理器就將此二接收訊號相加，其電波訊號強度因此加倍，當要回復訊號給此行動通訊使用者，訊號處理器將指示此兩根天線發射相同的功率。假設使用者 2 在此陣列天線的正南方發射訊號，如圖 5.3-7。由於此兩天線的距離是電波的半個波長，所以此兩天線接收到的訊號相位差 180 度，對於使用者 1 而言，訊號處理器將此四個訊

號加起來，就會使得使用者 2 的訊號互相抵銷，而得到二倍的使用者 1 的訊號；當處理使用者 2 的訊號時，數位訊號處理器讓一根天線所收到的訊號與另一根天線所收到的訊號兩者相減，就會刪除使用者 1 的訊號，而將使用者 2 的訊號加倍。如此，就能夠取出使用者 1 與使用者 2 各別的訊號，當天線要發射訊號給使用者 2 的時候，即會送給此二根天線相位差 180 度的訊號，這樣就可以產生南北方向的電波場形。在這個例子中，使用者 1 與使用者 2 發出的訊號可以在天線下方的數位處理器中明確讀出，因此使用者 1 與使用者 2 在這個情況之下可以同時使用相同的頻率發射訊號，彼此毫無影響。

更複雜的可調整陣列天線的數位處理器可以透過更複雜的數學運算，來處理多方向的訊號，以及動態地產生不同形狀的電波場形。讓陣列天線能選擇性的發射與接收，必須去解一系列的聯立方程式，以達到將系統中使用者所能接收到的訊號最佳化。天線的智慧要隨時不斷地依據行動使用者的位置、訊號的強弱、相位的差異即時作出最佳化的數學運算。

增加更多支天線形成的可調整天線陣列能夠增加辨識訊號源的準確度，以及增加特定訊號的強度。例如二根天線增加訊號強度是二倍，更多天線加乘的效果將會更增加。圖 5.3-8 顯示四到十二根天線的陣列其數位處理器可即時運算出給使用者 1 的電波涵蓋場形是與給使用者 2 的完全並不重疊，因此使用者 1 與使用者 2 可以同時使用相同的頻率與基地台溝通，而完全不會受到對方的干擾。由於如今電腦處理器的運算速度極快，可以在一秒之內重覆多次計算大型聯立方程式求得最佳解，可調整陣列天線可以不停地變換電波場形來滿足行動通訊使用者位置的移動。陣列系統的設計已考慮到不穩定的反射訊號可能來自汽車或建築或房屋，並不會針對各種干擾即迅速作出調節反應，因為瞭解這些只是干擾而已，必須是使用者位置確實移動，才會針對新的位置進行最佳化的計算，並調整電波的涵蓋場形。

聰明的智慧型天線可以依據使用者過去的位置資訊會與其行經的路徑而預測此使用者未來可能的行徑方向與速度，因此可以排除大量的干擾訊息，或是瞬間較強的反射電波，而能夠集中主要的電波與此行動使用者溝通。此外先進的可調整天線陣列甚至可以利用多重路徑傳輸的現象，而更加強有效無線電波的訊號強度。也就是不把廢物當廢物，反而將廢物加以利用變成有用的東西，就是轉化多重路徑波為有益的電波訊號。

智慧型天線同時採用多個運算處理器，其功能已經變得非常強大，可以即時計算從行動通訊使用者至天線之間多重路徑的電波。在數學運算中考慮多重路徑反射電波可以更清楚地計算出使用者的位置與訊號的方

向，並能夠加強使用者接收訊號的強度。在都市高樓林立的環境有非常多的反射波，先進的智慧型天線可以掌握這些反射波的特性，能夠發射電波到此行動電話所在位置的附近，並且可以形成個人的電波涵蓋區(Personal Cell)，而此個人訊號涵蓋區只有幾公分的直徑，此外由於通訊者是在移動中，這個個人通訊涵蓋區必須跟著使用者移動，可調整天線陣列比起傳統行動通訊使用的基地台天線增加以下許多優點：

1. 因為集中電波的能量所以天線涵蓋的範圍可以擴大，因此在一個區域內所需要建設的塔台數可以減少，雖然可調整天線陣列的成本必然較為昂貴，但能夠降低基地台的數目就可以減少建置以及營運無線電網路的成本。此外由於近來民眾抗議建設無線電塔台，因此能夠減少無線電塔台業者考量的重點之一。
2. 無線電頻率可以運用地更有效率。由於目前各個行動通信服務公司都感到頻率不足、以及使用量增加的壓力，採用智慧型天線可以在不增加頻道的情況之下，服務更多的行動通訊使用者。一般估計採用智慧型天線服務使用者的容量會增加，對於語音通訊可以增加服務六倍的顧客，對於數據通訊容量更增加到四十倍以上。提供使用者更好的服務品質、更少的雜訊、更少的斷訊、更少的干擾，同時也可以減少電能消耗，以及空中無線電波的污染。

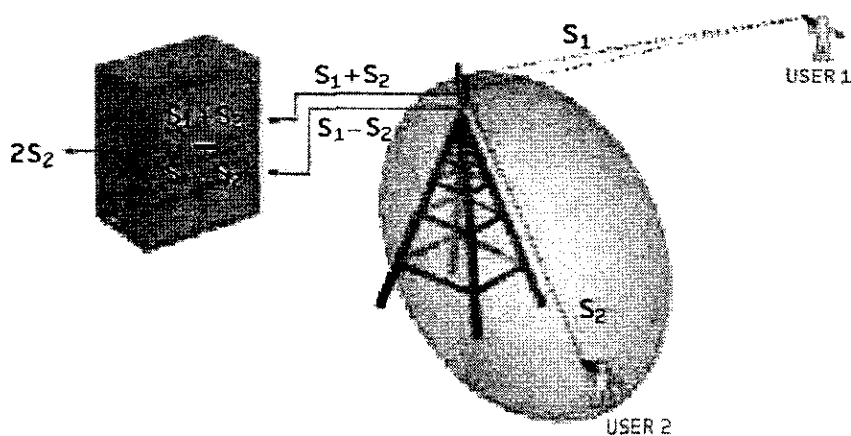


圖 5.3-7 可調整陣列天線訊號相減

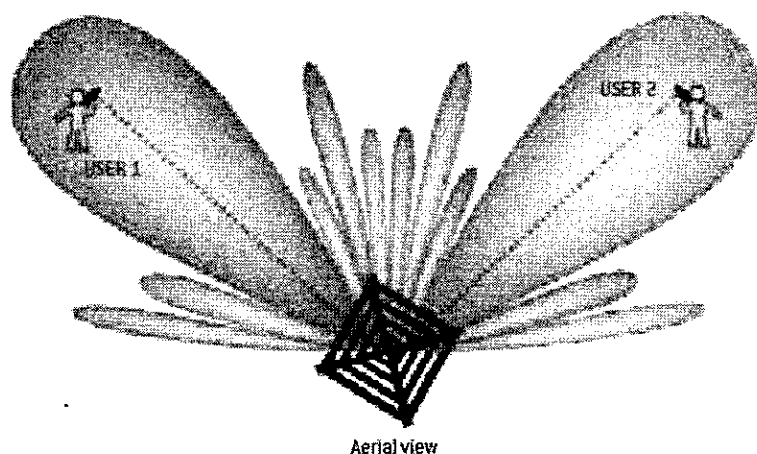


圖 5.3-8 各根天線產生不干擾的電波場型

5.3.5 運用近況

智慧型天線已經有商用的實力，Array Comm 公司已經在日本、中國、泰國以及其它亞洲和非洲國家建設超過 15 萬套行動通訊基地台，所服務的用戶數已經超過 1,500 萬人，可是在美國及歐洲採用的卻比較少，原因是自 2000 年通訊股崩盤之後，電訊設備公司巨幅減少通訊設備的投資，使得智慧型天線的建設延遲。美國有一家行動通訊基地台製造商 Airnet 已經採用 Array Comm 的智慧型天線搭配其基地台。英國行動通信公司 Marconi 也計劃採用智慧型天線供其基地台使用。在無線數據網路智慧型天線也非常受歡迎，由於這種天線對於訊號有低干擾的優點，因此在既有獲指配之頻寬可以傳送、接收更大量的數據資訊。具備智慧型天線的基地台可以同時傳輸 1Mb 給 40 個使用者，這是 20 倍於今日數據網路的容量。這是由於數據傳輸的使用者並不是同時需要頻寬，這種數據的突發特性更可以突顯智慧型天線的特殊功能，目前世界上針對智慧型天線的運用已經愈來愈多，3G 的基地台也開始採用，智慧型天線可以同時用於 2G 或 3G 的基地台，不受任何限制。採用 Array Comm 的智慧型天線數據網路在澳洲雪梨已經營運，相似的網路也將在南韓與美國開通。採用 Mavini Networks 可調整天線陣列的無線電通訊系統也被行動通信服務業者在測試中，大型的通訊設備製造廠商也將智慧型天線作為其未來主要的產品目標。

行動通信服務業者都希望擴大獲指配的頻寬，如今採用智慧型天線在很少的成本的情況之下就可以擴大非常多的行動通訊容量，其經濟效益與影響必然非常深遠。

5.4 軟體無線電

軟體無線電 (SR) 基於相同硬體環境下由軟體操作實施系統升級、擴展和 (或) 多模式擴展自適應運行。這些技術將成 IMT2000 系統的基本技術。預計本世紀初, 中頻處理的軟體無線電技術將成 可行。

5.5 現代編碼/調製技術

編碼技術包括各類語音、圖像的數位壓縮技術。諸如各類單路、低時延、低比特速率的語音壓縮編碼技術; 圖像數位壓縮技術有基於 MPEG1、MPEG2、H.261-H.263、H.264、MPEG4 至 MPEG7 演算法甚至高質量數位圖像壓縮。

另一方面, 將通道 (甚至與信號源編碼相結合) 編碼與調製技術有機結合的編碼調製技術, 除通常所知的 TCM、BCM、SPORT 編碼調製、恒包絡編碼調製、部份回應編碼調製, 實用型編碼調製外, 應更進一步特別注意適應移動通信衰落環境、非線性通道及多重圖像解析度要求等情況下的多重編碼調製、多符號間隔恒包絡編碼調製、多解析度編碼調製, 以及可大幅度提高其功率處理能力的 R-S 外碼串接的級聯編碼調製, Turbo 型並聯級聯編碼調製, 通用多層並聯級聯編碼調製及串聯加並聯型級編碼調製等, 以取得適應不同傳輸環境的功率/頻譜有效利用與性能/價格比的綜合最佳折衷。

尤其是卷積型及分組型 Turbo 碼及相應 Turbo 碼編碼調製, 對第三代移動通信、WLAN、WLL、衛星資料直播、多媒體多解析度圖像通信、LMDS 寬帶無線接入、資料記錄存儲、微波資料傳輸、低速率數位語音壓縮 Internet、數位衛星通信等各方面均有廣泛的應用。

5.6 自適應信號處理及統計檢測

短波或高速數位微波傳輸應用中的不少自適應信號處理與統計檢測技術原理可推廣運用於現代窄帶/寬帶地面移動通信及衛星通信中。諸如, 動態通道分配及基於干擾概率方法的統計頻譜有效利用; 自適應發信功率控制及干擾抵消/抑制技術; 自適應慢速及快速可變調製狀態 (例如 1/4 速率 QPSK、半速率 QPSK、全速率 QPSK、16QAM 及 64QAM 等調製狀態自適應可變) 並組合通道自適應均衡及多重分集接收的信號處理等。

此外, 衛星上多載波解調一去複用及 ATM 自適應定址以及嚴重衰落

環境下的自適應通道估值、多用戶聯合檢測及降低檢測狀態數與複雜性的軟判決最佳／次最佳序列檢測等高級信號檢測與處理技術，均極受重視。

5.7 多媒體綜合業務傳送的多層綜合有效工作平臺

這包括以 SDH／ATM／IP 技術支撐下的自適應速率可變、業務類型可變及 QoS 要求不同時組合不同頻段和（或）不同分層蜂窩小區結構的統一工作平臺；也包括優化星座結構的 LEO／MEO／GEO 多重衛星系統協同工作的綜合平臺以及同一軌道位置設置多顆衛星聯合運行（Co-Location）與所謂虛擬衛星系統概念的應用等。

5.8 無線應用協定（WAP）與藍芽（Bluetooth）技術的推廣應用

一方面注意其對各類無線應用的普遍性與重要性，並注意其性能改進、競爭能力與可操作性，亦應審議其對管理規則的適應能力。

5.9 確立 IMT2000 營運許可的管理規則及加強頻譜有償使用管理力度

適應在中國展開正規的 IMT2000 的相應技術試驗與商用試驗工作，確立 3G 核心頻段的營運許可管理規則與發放相應經營許可證已成當務之急。根據歐洲、亞太地區 3G 核心頻段的營運許可管理情況來看，對 3G 核心頻段確定的許可營運的業者數目大都 3~5 個。

而且考慮到 IMT2000 基本操作頻譜塊 5MHz，核心頻段的最大可能 FDD 操作帶寬 2x60MHz。一般認為，由兼顧 3G 營運業務各種類別的覆蓋要求等因素考慮，一個較大的操作營運商經營 3G 業務的最小最佳帶寬以取 2x15MHz、FDD+1x5MHz、TDD 適宜。與此相應的另一個問題是 3G 頻譜的有償使用管理辦法問題，從歐洲情況看，已確定發放 3G 經營許可證的 17 個歐洲國家的頻譜有償使用管理辦法取“拍賣”的有 7 家，取“選美”的有 5 家，待定的尚有 5 家。拍賣總價很高，例如英國達 385 億歐元，德國達 600 億歐元；即使用選美方式，比如法國，亦達 192 億美元之巨，非常可觀。

每種方式各有利弊，並可有不同操作方式，亦可有其他修正方式，如香港即取兩者折衷修正，稱之所謂 Reverse Auction 方式。中國目前依然採用頻率指配與收取頻費的方法，相對頻占費很低，頻譜有償使用影響很小，造成業者都想多占頻譜，或申請到一大塊頻譜後卻不有效利用，從而

對目前進行的全面頻率規劃及引入新業務進行新頻譜塊細規劃帶來諸多困難，因此也開始考慮如何引入適當的頻譜有償使用方法。

5.10 專用短距通訊技術 (DSRC) 與 CALM 標準協定

近年來，世界各國相繼推動智慧型運輸系統 (Intelligent Transportation System, ITS) 之建設，其目的在節省能源使用、改善交通擁塞問題、加強運輸效率、增進經濟生產力、減少交通事故，並且以改善交通運輸的安全性和效率為其首要目標。針對 ITS 系統之資料通訊需求，除了核心網路之有線固定式網路技術外，最重要的莫過於行動設備與 ITS 基礎設施連接之無線接取網路系統 (Wireless Access Network)；現階段所規劃之 ITS 無線接取網路系統主要包括數位廣播 (如 DAB、DVB-T)、廣域行動通訊系統 (如 GSM/GPRS、3G Cellular)、以及專用短距通訊系統 (DSRC) 等，尤其 DSRC 能夠在足夠的行動性條件下提供傳輸速度快、頻寬高的通訊效能，實為提供多元化 ITS 應用服務的良好解決方案。DSRC 特別適用於行車輔助資訊提供、電子收付費、旅行者資訊服務、以及車間通訊等服務，因此目前國外內在發展 ITS 相關應用服務時，亦特別重視 DSRC 的技術研發與應用模式之規劃。總括而言，DSRC 的研發與應用是發展 ITS 系統時不可或缺的重要課題。

根據 DSRC 所使用的通訊媒介，可區分為無線電技術與紅外線技術，尤其在無線電技術的部分，主要包括 900MHz、5.8GHz、以及 60GHz 等，而在移動性與傳輸頻寬的的雙重考量下，目前以 5.8GHz 的技術研發較為成熟；另外在與路測設施的通訊模式方面來區分，有可分為主動式、半主動式、被動式等，使用主動式與被動式的 DSRC 系統各有其缺點，可以依不同的需要選擇適當的通訊模式，近幾年來由於 ITS 應用服務的規劃日趨多元化，各國亦逐漸採用無線區域網路技術 (如 IEEE 802.11a) 等作為 DSRC 系統的解決方案。關於各國 (包括美國、歐洲、日本等) 目前 DSRC 的技術現況與 DSRC 的標準規劃之探討等，請參考本報告附錄 A，有更詳細之說明。

事實上，ITS 通訊平台需要一個具備整體性的標準與規範，用以整合專用短距通訊系統、蜂巢式行動通訊系統、數位廣播等技術，美國對於 ITS 系統整體的標準化，提出了 NCTIP (National Transportation Communications for ITS Protocol) 標準，其中在無線接取系統方面保留了相當大的彈性，使得專用短距通訊技術能夠應用於其上；另一方面 ISO (International Organization for Standardization) 針對 ITS 通訊平台所提出的標準架構為 CALM (Continuous Air-interface for Long and Medium distance)，由於考慮專用短距通訊技術在 ITS 應用上的重要，CALM 協定

著重於專用短距通訊系統相關技術的標準制訂，包括 5GHz、60GHz、以及紅外線通訊等，特別是 5GHz 通訊系統的部分 (CALM M5)，將採用現行常見的無線區域網路技術 (IEEE 802.11a) 以及參考美國對於專用短距通訊系統的技術與應用規範等；如圖 5-10-1 所示，CALM 的標準規劃特別考慮了與目前各國 DSRC 標準的相容性，選擇適當的無線電頻段，並規劃保留 5.85~5.925GHz 作為專為行車安全輔助之用，以避免使用公用頻段所容易產生的訊息干擾問題。

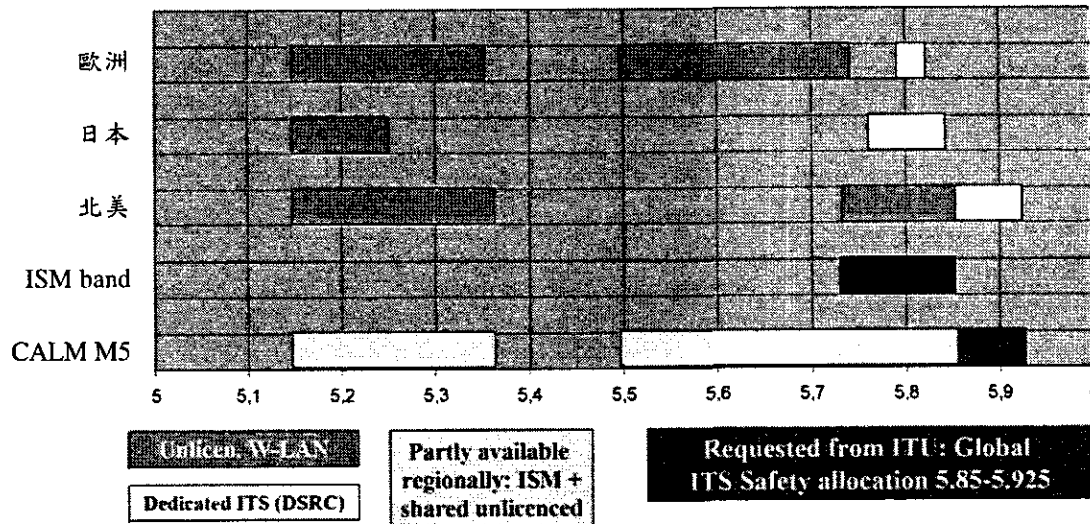


圖 5.10-1 CALM M5 與各國 5GHz 相關標準之頻段比較

CALM 的標準規劃同時考慮了異質性網路的整合課題，規劃使用網路管理技術與相關協定的制訂，在網路層與應用層達成異質性網路的整合，這使得在 ITS 系統中專用短距通訊系統與其他相關的無線接取網路互用的可能性大增。關於 NTCIP 與 CALM 等標準的探討，將詳述於附錄 B。

第6章 頻譜運用與管理新法規

6.1 美國頻譜管理策略—2002

美國聯邦通訊委員會（FCC）主席 Michael Powell 於 2002 年六月設立的頻譜政策工作小組，對 FCC 現行的頻譜政策進行全盤的檢討及充分聽取各界意見之後，提出了下列幾項主要的發現與建議：

（一）主要的發現

1. 使用（Access）方面

經過 FCC 及工作小組方面初步的研究，目前在頻譜的使用狀況方面，某些頻段被密集高度地使用，但也有許多頻段並沒有在所有的地區位置被使用，或只有在某段時間內才被利用，因此，對需要頻譜的服務或設備而言，將有機會利用白色空間（White Spaces）進行營運，這些白色空間包括了由於頻譜使用者操作上的時間因素及因地理位置隔離的部分。

2. 科技（Technology）方面

當科技方面的進展持續的增加使用者對於頻譜應用的多樣性及更多的消費者需求時，數位科技的增加使用及以軟體定義的無線電通訊（Software-Defined Radios）替現行頻譜政策面臨的挑戰提供了可能的答案。科技的進展使得頻譜權利由現行只考慮頻率及地理位置兩變數的情形，多加入了『時間』的變量，同時，科技的進展也使得系統對於干擾的容忍程度更佳。

3. 權利與責任（Rights and Responsibilities）方面

持有頻譜的權利與責任在現行制度下並未被清楚的定義，業者需要更多的確定性。除此之外，持有頻譜的權利與責任的相關規定應能對市場基礎的模型及政策有較佳的反應。

（二）相關的重要建議

1. 朝更具彈性及消費者導向的政策前進

工作小組建議 FCC 應採取更具彈性及以消費者為導向的頻譜政策，以提供業者誘因從事科技創新，促進頻譜的有效使用。具體的建

議包括：

- (1) 經由彈性的規範及次級市場的漸次形成，提供具有執照或不具執照的業者誘因增進頻譜的有效使用。這將可使業者將消費者需求、科技進步及競爭情形納入考慮，從基礎改變業者對頻譜的使用規劃。
- (2) 徹底定義頻譜使用者的權利與責任。
- (3) 研究可在鄉村或較不擁擠地區增加功率限制的彈性。

2. 採取量化標準-干擾溫度 (Interference Temperature) -提供干擾保護:

工作小組建議建立可接受干擾的量化標準，以對頻譜擁有者提供更大的確定性，及使不具執照的業者對並未被使用的頻段有更佳的使用。

3. 經由時間變量改善頻譜使用

工作小組發現現今的科技進展使得 FCC 可以在頻段、功率、空間等變數之外，將時間納入頻譜政策的考慮之中，此增加的面向將可使頻譜權利的核配與指配具動態性。更可使多位使用者對未使用或已使用的頻譜進行時間分享，促進頻譜資源的更有效使用。

4. 由『命令-控制』模型轉換至『例外-廣泛』模型

工作小組建議 FCC 應基於三種頻譜權利模型的平衡，即例外使用、廣泛使用、命令-控制等三種模型的平衡構建其頻譜政策。由於現今美國頻譜政策仍以命令-控制模型為主體，工作小組建議應在頻譜政策方面增加例外使用及廣泛模型的使用，而只對與公共安全及利益有關的頻譜採取命令-控制的方式。透過 FCC 的研究可以了解頻譜使用尚有許多可以改進之處與可供解決之道，國內的頻譜資源使用仍有許多閒置的頻段，因此，基於頻譜資源的有限與珍貴，分析各主要國家軍用頻譜管理與非軍用頻譜在協調管理上之機制，為國內當局所必須面對與思考的迫切課題。

6.2 愛爾蘭頻譜管理之策略--2002

愛爾蘭電信主管機關針對未來無線電頻譜管理新方向提出其策略規劃。說明頻譜管理的重要性，著重其對經濟與電信市場發展的影響。介紹全球、歐盟的頻譜管理架構，包括 E U 的指令、通訊設備標準如何達到、頻率使用合諧 (Frequency Usage Harmonization)、如何確保相容

(compliance) 與如何執行。並分析無線通訊科技的發展、以及特定頻段頻譜管理的特定目標。

1. 三個趨使頻譜管理架構演進發展的動力

- (1) 運用無線電頻譜會對社會與經濟產生正面的影響，故需要制訂一個明確、平衡的策略，將效益極大化。
- (2) 確保頻譜管理策略透明而有彈性，在業者推廣無線電服務或佈網擴增覆蓋率時主管機關能迅速作出決策。
- (3) 頻譜管理策略需考慮人民的需要及產業的發展，並符合國家管理的目標。

2. 頻譜管理的策略目標

- (1) 提升並支持無線通訊系統及服務的營運發展，確保業者提供良好的服務品質與合理的價格，能夠吸引企業投資、有助於經濟成長。
- (2) 擴大頻譜資源的使用效益，符合本國與國際的相關法令。
- (3) 增進無線電系統的使用，以減少電信基礎建設的赤字。
- (4) 使電信資源分配最佳化，採用先進的頻譜分配 (Advanced Spectrum Allocation) 技術。
- (5) 與其他國家、團體合作譜率使用時要保護國家利益。
- (6) 反映技術進步速度與市場需求因素，確保獲得無線頻譜的彈性及方便性。
- (7) 支持創新與研發新的無線通訊技術、服務與應用。
- (8) 參與國際組織發展相關頻譜管理政策與計畫。

3. 頻譜管理的策略準則

- (1) 為了提升頻譜的效用，有計畫地分配有限的無線電頻率資源。
- (2) 使頻譜分配能符合使用者的需求、有利於開發創新的服務。
- (3) 有效率地使用頻率。
- (4) 在需求殷切的頻段，鼓勵有效率地共用頻率。
- (5) 保留無線電頻率供公共安全與緊急救護服務。
- (6) 評估將執照持有期限延長使與投資回收期相當。
- (7) 必須告知消費者在某些情況下無線電服務與系統可能必須改變頻道，但不會經常發生。
- (8) 持續授權頻譜給無線通訊系統商，若其提供的應用是可行的。
- (9) 明確遵守頻率用途與技術標準的國際協議，可確保系統合諧

運作、有效頻譜管理、頻譜效用極大化、達到相容性、促進競爭及避免產生干擾。

- (10) 為使頻率使用有效率，政府在制訂收費標準（Administrative Pricing）時，頻譜的供給與需求都要考慮。
- (11) 持續諮詢各方面的意見，使決策能保障消費者的權益。

4. 頻譜指配（Spectrum Assignment）

指配頻段時通常有下列準則：

- (1) 若在某些頻段的營運不會干擾其他使用者，如在短距離內通訊的設備（short range devices），則頻率使用可以免執照（on a license exempt basis）。
- (2) 在指配頻率時是以”先到先發放”為基礎（first come first served）。
- (3) 若頻譜的需求大於供給，可採用比較選取程序（comparative selection procedures）作為指配頻率給特殊用戶的依據。
- (4) 當某些頻段需求增加，可以向頻率使用者收費。

5. 頻譜收費（Administrative Pricing）

民眾對頻譜的需求持續增加，使得某些頻段的使用人數過多，使得各國主管機關必須制訂出有彈性的頻譜管理程序，因此發展出頻譜管理的收費方法，讓經濟準則（economic criteria）作為制定執照費用的依據，形成國際上頻譜管理的政策趨勢。經濟準則可與傳統的頻譜管理工具一起使用，以追求頻譜管理的效率及使用者的福利。

收費的目標在於希望用戶能有效率地使用頻譜，使需求與供給能達到平衡。藉由收費鼓勵用戶安裝節約使用頻譜的設備，即可歸還不需要的頻段；收費亦能促使頻率使用者自動遷移到較少人使用，因而收費較低廉的頻段。這種收費措施是否不考量因頻率使用而產生的營業額（revenue neutral）要視情況而定。

6. 發放執照的其他規定

若要限制獲得執照者的數目，採用的競爭方式必須要遵照國家與EU的法令。支持國家產業發展目標的最好方法就是使用比較選取程序（comparative selection procedures），執照擁有者若想出賣其事業，必須符合執照移轉的規則，以確保買方有能力有效地接管，並能維持競爭力。若已指配的頻段逾期仍未使用，將依照執照約定收回，然後再

重新指配。

7. 頻譜管理的目標

針對公眾無線行動通信服務 (Public Cellular Services)：

- (1) 衡量網路業者提供服務的品質 (Quality of Service, QoS)，以確保符合執照的要求。
- (2) 有效運用 GSM 與 IMT2000 所分配的頻段，在現有技術水準上達到最佳效率。
- (3) 保護並提升行動用戶的效益。
- (4) 針對第三代行動通信服務持續與鄰近國家發展技術與頻率分配合作協議。
- (5) 注意 3G 標準的演進，IMT2000 系列的發展與其他標準相容並存的可能。
- (6) 主動參與國際行動系統發展論壇。

針對短距離無線電傳輸設備 (Short Range Device)：

- (1) 允許低功率申請者使用短距離無線電傳輸設備 (Short Range Device, SRD)。
- (2) 注意市場對 SRD 發展的興趣。
- (3) 配合 CEPT 一致分配低功率應用所需的頻段。

針對廣播 (Broadcasting)

- (1) 注意數位調變技術的發展 (Digital Modulation Technique)，因為未來必然會取代類比廣播服務。
- (2) 保障已授權的服務使免於受到不法頻率使用者的干擾。

針對衛星服務 (Satellite Services)

- (1) 在國際場合，保護國家固定衛星通訊服務 (FSS) 以及衛星廣播服務 (BSS) 終端用戶的權益。
- (2) 響應 CEPT 提倡的“一站購足” (One Stop Shopping) 的建議，推行頻率執照發放的電子化。
- (3) 為新興衛星服務發展適合的頻率及營運管理規則。

6.3 英國頻譜管理政策--2002

6.3.1 無線電頻譜管理的重要

(一)頻譜需求與日俱增

隨著無線廣播需求不斷地增加，對頻譜的需求也無可避免地提昇。以商用無線電廣播電台為例，從 1990 至今，英國境內所架設之廣播電台已超過 250 家。再加上現代人旅遊以及通勤的時間增加，為充份利用時間，行動通信的需求也大幅提高，英國行動通信使用者從 1995 年的四百萬增加到 2002 年的四千三百萬，短短 8 年之間成長了 10 倍。由此可知，為滿足現代人於對資訊流通過程中質與量兩者並重的要求（例如：大量的交易資料、視訊會議、高速上網），勢必需要更多的頻譜才能滿足。

(二)頻譜管理所面臨的挑戰：

1. 電信服務遽增

英國頻譜管理政策向來簡單明確，因為有足夠的頻譜可供使用，大部份電信服務證照的核發多採先申請先核發的方式，即使某些電信服務需要之頻譜不敷使用，也可透過重新分配來調節。然而由於新服務激增，國際上 275GHz 以下的頻譜已沒有可供使用的部份，而英國 60GHz 以上的頻譜皆已佔用，因此，想要提供頻譜給新的電信服務使用更形困難，重新分配頻譜的複雜度也頗高。

2. 新應用商業化時程不確定

由於新的電信服務通常需要一段市場引介期，因此，早在推出服務之前即應具有完善的頻譜規劃，然而新的服務具體成形之時程難以掌控，造成頻譜管理的一大挑戰，例如：3G 行動通信服務的全球配置，以及未來公眾行動電信系統（Future Public Land Mobile Telecommunications System, FPLMTS），早在 1992 年的 WRC 即已訂定（距離現今約 11 年後才進入商業化階段），更不用說 ETSI、CEPT 以及 ITU 在更早之前就開始著手進行上述電信服務的籌備了。

3. 技術整合導致頻譜種類過多

由於通訊技術整合造成不同服務間疆界模糊化（如廣播以及通訊），導致頻譜配置種類過多，使得頻譜管理更加困難。除此之外，短脈衝無線電寬頻通訊（頻率範圍需要 7GHz 寬）技術，將形成極大的

頻譜配置壓力，而其他的非無線電通信技術（如 DSL、Powerline Technology），因為會發生接收無線電訊號的干擾，亦加深了頻譜管理的衝擊。

4. 必須符合技術發展、市場導向以及社會需求

頻譜管理必須符合技術發展、市場導向以及社會需求（如健康以及環境保護意識抬頭）等多方面目標，在管理上饒富挑戰性。另外，由於無線電服務乃是以全球為市場，頻譜管理更應順應國際潮流。

6.3.2 英國頻譜政策如何制訂

(一)徵詢使用者的意見

無線通信局（Radiocommunications Agency, RA）認為制訂頻譜管理政策的主要目的乃反應使用者的需求，因此諮詢使用者的意見有助於訂定適切的政策。當頻譜管理需要改變時，無線通信局通常透過發佈諮詢公文或邀請提案來蒐集民眾的意見（詳細內容將放在無線通信局網站供民眾參閱）。另一種方式則是透過每年的公眾巡迴推廣來告知使用者最近的電信發展趨勢並徵詢其觀點（舉例而言，2001年秋季的巡迴推廣的主題之一即為頻譜管理政策）。

無線通信局透過一些常設的諮詢委員會（例如：Mobile Services Committee, Fixed Links Consultative Committee, Satellite Consultative Committee）以及 Regional Customer Panels 定期徵詢產業界的意見；此外，與產業界進行長期性的合作計劃也是方式之一，舉例而言，Private business Systems Unit 最近和 Federation of Communication Services 計劃合作發展公共行動無線電話（Public Mobile Radiotelephone, PMR）的產業政策。

(二)進行國際性研究

在頻譜管理方面，宜分析世界各國之相關政策作為參考依據，藉由吸收先進國家之經驗以制訂更完善的政策，其中歐洲已經漸漸成為主要的學習指標，而許多國際組織也為訂定適當的頻譜管理政策而努力，例如：世界無線電通信大會（WRC）、國際電訊聯盟（ITU）以及 CEPT 時常探討如何才能符合某些行動通訊新技術或服務的頻譜需求。因此，參與國際性研究有助於跟上世界各國的腳步，找出既符合國際標準又適用於國內的頻譜管理政策。

(三) 頻譜管理諮詢顧問

頻譜管理諮詢顧問(The Spectrum Management Advisory Group, SMAG)也是英國頻譜管理政策制訂的主要成員之一。成立於1998年，為一非政府部門之民間團體，專門提供無線通信局無線電頻譜管理之相關意見，它的成員包含所有與無線電頻譜相關的人員(服務提供業者、通訊設備製造商、使用者)。針對某些特定議題，SMAG可能會委託其他機構進行獨立的研究；或者邀請業界代表共同參與協商；甚至舉行公聽會(例如5GHz頻帶)。SMAG同時也從事未來頻譜使用需求的分析，例如：公共行動、固定連接以及衛星。

(四) 政府部門間的協調合作

英國的頻譜管理是透過政府部門間的協調合作才得以運行順暢，例如：無線通信局負責大眾無線電頻譜的管理；國防部負責軍事用途頻譜之管理，尚其他的政府部門、公共團體、以及協調管理部門等共同合作。

(五) 頻譜需求之研究

因為頻譜資源有限，如何平衡需求更顯得重要，因此，無線通信局的研究時常針對特定服務來分析其頻譜需求，而此研究乃是從政治及總體經濟的角度來進行探討，衡量的標的如下：

- 符合某項服務所需達到的經濟規模條件下，其無線電頻譜需求；
- 傳送上述服務所應具備之頻譜數量；
- 所有無線電服務目前與未來需要的頻譜數量，以及特定服務所需要的頻譜配置

(六) 監督

無線電通信局負責英國所有無線電頻段的監督工作，因此已投入大量的資金建立自動監控系統，此系統可提供無線電通信局所需之相關資訊以利管理頻譜的任務指配，使用狀況、擁塞程度等，將系統所擷取之資訊加以分析、歸納及彙整後，可做為日後頻譜分配、核照、以及訂價程序一個客觀的參考基準與依據。

(七) 情境分析

頻譜需求研究是制訂頻譜政策的重要參考指標，是以「最有可能產生的結果」作為基準。在不確定性低、可管理的情況下具有良好的成效。然

而，通訊環境具有變化快速且不可預期的特性，長期而言預測的不確定必然很高。因此，考量政治、經濟、社會...技術等因素的各種可能性是必要的，也因此無線電通信局開始採用「情境規劃」來補充需求研究的成果。

1999年，無線電通信局委託顧問公司預測四個未來可能的情境，以作為擬定未來十年頻譜規劃與管理之參考。此四個情境是結合通信產業、政府部門、學術界於2000年1月所舉行之為期兩天的研討會、以及訪問企業與其他關鍵業者所得到的結論。此四個可能的情境如下：

1. 網際網路應用整合

通訊、運算、娛樂、資訊...等皆依靠網際網路傳遞，是民眾日常生活不可或缺的要害之一，網際網路需要大量的頻寬，透過網際網路整合所有的生活資源將重新改組企業的價值鏈，而消費者將享受更豐富多樣化的選擇與客製化的服務。

2. 數位島

僅限於在封閉的特定社群之中提供多樣性選擇。消費者已厭倦網路上過多的選擇，取而代之開始注重網路上消費的安全性與便利性。因此，預測的結果將是，安全性更高的入口網站以及互動式數位電視的誕生與普及。

3. 全面行動化

消費者視便利與個人化的行動通訊為生活與工作的基礎，行動電話成為民眾上網的主要媒介，使用頻率大過於電腦。為因應全面行動化時代的來臨，需要各式各樣的資訊服務提供業者，其中有些業者甚至是虛擬的。

4. 有線寬頻革命

有線線路的高速傳輸能力導致寬頻通訊與娛樂的革命，光纖能符合人們對寬頻通信與娛樂（例如：虛擬實境與線上遊戲）的要求，基於民眾對輻射可能影響健康意識的抬頭，限制了手機上網的發展，將刺激家庭寬頻上網需求的提昇。

2001年1月，無線通信局重新舉行研討會來檢視這四個情境的發展情況，討論結果如下：

- 說服顧客支付個人化的內容服務乃企業獲利的關鍵，網際網路

的聚合以及手機服務將成為趨勢，手機服務內容提供者的智慧財產權以及顧客付費系統將成為手機服務能否持續成長的挑戰。

- 今日網際網路缺乏安全性與隱密性、服務品質不佳、欠缺人性化操作介面...等問題，需要納入考量，在未來一併克服。
- 市場無法自行建立“數位分享”的橋梁，而依靠政府來建設基礎設施也有困難。
- 頒佈規則促進符合國際公開標準對提高競爭力以及管理頻譜能力有很大的幫助。
- 網際網路新應用服務能否獲利成為企業與投資者更注重的議題。另外，數位聚合的情境將比預期花費更久的時間才能達成。

總體而言，與會人員對於新服務能否被消費者接納仍持樂觀的態度，並相信以上這四種情境將於 2010 年前發生。

這四種情境並非相互排斥的，因此無線通信局無需擇一來發展，他們不僅共存也會依據不同階段中相對優勢的改變下以動態的方式互動，每一個情境代表不同的頻譜需求情況，如下表所示：

表 6.3.1 不同頻譜需求下各別情境間之差異性

	情境 A 網際網路 應用整合	情境 B 數位島	情境 C 全面行動化	情境 D 有線寬頻革命
額外需要的頻譜：				
● Wide-area mobile	++	+	+++	+
● Short-range radio	++	+	++	+++
● Fixed wireless access	+	++	+++	++
● Digital video broadcasting	+	++	0	-
廣播／通信整合的速度	適中	慢	適中	快
固定／行動整合的速度	慢	慢	快	快

註：-：頻譜需求減少；0：頻譜需求不變；+：頻譜需求稍微增加；++：頻譜需求增加適度；+++：頻譜需求增加很多

資料來源：UK Spectrum Strategy 2002

6.3.3 頻譜管理的關鍵性議題

在頻譜需求不斷成長以及頻譜使用技術進步的壓力下，如何分配頻譜以滿足不同需求，對管理者而言形成一大難題，以下即針對幾個與頻譜配置相關之重要性議題說明之：

(一)商業類與非商業類之頻譜分配

商業類以及非商業類（政府以及國防使用）頻譜如何配置是目前急待解決的問題。商業類頻譜具有經濟價值，3G 證照拍賣政府獲得巨額收入充份顯示出商業類頻譜可以產生龐大的經濟利益，特別是結合行動通訊與高頻寬服務的頻譜。

然而，非商業類頻譜雖然無法提供經濟上的貢獻，卻是整個國家運作與國防安全不可或缺的要素，例如：軍事無線電服務用以保護國家安全；警察、消防、救護用之行動無線電保障人民生命與財產安全...等，在在說明了非商業類頻譜的重要性。過去政府用頻譜特別是軍用頻譜佔用了大部份的頻段（例如：目前商業類服務 GSM 行動網路所使用的頻譜過去即用於國防安全）。然而，隨著商業化服務需求與日俱增，商業類與非商業類頻譜的分配與管理的確有重新考量的必要。

關於上述的問題，政府的對策是深入分析軍用與非軍用頻譜的需求，同時參考國際作法以作為頻譜重新分配與提高共享的基準。目前已有許多軍用頻譜轉予民間使用（例如：過去軍事用的 900MHz 頻帶現在已開放給大眾行動通信使用）。不過，前提是一旦遇到國防緊急事件時，軍方仍擁有優先使用該頻譜的權利。

另外，為了更有效率地使用非商業類頻譜，政府即要求採用更先進的技術，舉例而言，警察、消防、救護服務所使用的 380~400MHz 頻帶，即採用最新的數位 TETRA 技術，如此一來，不儘能提供更佳的服務品質與更豐富多元的功能，而且是再利用原本為類比行動廣播使用的頻段，提高其附加價值。

(二)頻譜共享與獨立使用

某些服務需要獨立使用的頻譜，例如：大眾行動通信服務，因為業務遍及全國各地，需要維持一定的服務品質，頻譜獨立使用可以更集中地使用該頻段，以達到頻譜使用最佳化的目標。而其他的服務則可透過頻譜共享來增加效率，例如：有些服務因為技術與操作上的特性，在同一頻段上不會互相干擾；有些服務因為地理特性不同可以共享頻段，例如：某些在

偏遠地區使用的軍用頻譜，可允許其他地區共用該頻譜。

無線通信局的工作即為建立頻譜共享的相關技術參數，特別是針對新應用間以及新應用與現存服務間的互動情況，而 CEPT 頻譜工程作業小組的主要工作也是建立、分析不同服務間頻譜共享的可能性。

(三) 衛星與地面頻譜分配

衛星服務具有可提供全球範圍、區域範圍（包含特殊地形）與各式各樣不同種類的服務（包含寬頻服務），比起類似的地面系統可更快回收資本，對某些需要涵蓋全球的服務（如：航空／航海）而言，更具有獨特的優勢。

然而，從另一個角度來看，衛星服務也有投入成本高、國際頻率協調程序冗長、以及頻率重複使用受限的缺點。此外，行動通訊也無法透過衛星傳送，再加上衛星服務與地面服務具替代性而非互補性，衛星網路的商業化充滿了不確定性。

在英國推出衛星網路服務前，無線通信局將建立明確的基準以符合國際電信聯盟的程序，對於時程延遲的問題也會盡力改善。由於新的衛星頻譜分配或改變現有的頻譜配置將不可避免地影響到地面系統，英國採取謹慎的方法並給予地面服務優先使用權以保護地面服務。

欲提供新的頻譜給衛星服務使用具有相當程度的困難性，英國政府考慮採用頻譜共享的方法來解決，例如：固定衛星與固定地面服務的頻譜共享，而其著眼點即在提高彈性與公平。

(四) 發照與豁免發照服務之頻譜配置

豁免發照對業者而言是一大福音，不但可以節省申請執照的時間成本，也能夠節省申請授權使用頻譜之繁複手續，尤其是供個人（家用）或小公司（辦公用途）使用的頻譜，無線通信局將儘可能提供其免執照使用。

使用豁免發照之頻段未經政府協調，所以使用者使用頻譜的品質沒有保障，很容易產生同頻道干擾，而功率的強弱也會影響使用的品質，例如：short range 低功率的設備，其接收效率即受到限制。由於 short range 無線應用服務增加，相對地干擾也會提高，發展新技術以降低干擾是必要的。

另外，從頻譜管理的角度來看，取消一個頻帶的管制需要考量很多因素，因為使用該頻帶將沒有任何記錄，而且產生干擾時，也無法要求使用

者中斷使用該頻帶。

豁免發照的頻譜目前僅限於個人應用。對於在何種條件之下，商用大眾無線電系統可以允許使用豁免發照的頻譜，乃是無線通信局目前關切的議題。在現存的「豁免條款」對 public access 服務放行前，必須要針對技術、經濟、以及競爭性等議題深入探討以瞭解其可行性。

(五)頻譜配置具優先權的服務

透過與產業界、國際上的意見交流、以及情境規劃的結論，無線通信局列出三個預期至 2010 年頻譜需求將快速成長的服務，說明如下：

1. 行動通訊服務 (Mobile Services)

在英國 1980 年代中葉開始提供大眾行動服務，距今不逾二十年，但是根據最新調查，英國手機用戶約有 4.3 億 (佔人口的 70% 左右)，再加上高頻寬的 3G 頻譜可以提供業者積極開發手機服務的附加功能。所以，預期未來行動服務的需求將日益提高，也因此無線通信局將持續提供頻譜予大眾行動通信服務使用。

第一代類比服務演化為 GSM 數位服務已經完成，預期 GSM、GPRS 服務的需求在未來將十分熱烈，政府雖然無法提供更多的頻譜供 GSM 服務使用，但 GSM 頻譜有機會繼續使用超過五年，甚至更久。

所有的情境皆顯示到了 2010 年至少需要 2 段 240MHz 的地面頻譜才足夠行動通訊服務使用，所以無線通信局已經開始規劃提供額外的頻譜給 3G 服務使用 (從現有的頻譜共享著手)，但是目前仍沒有明確的時程表，具體的頻譜分配情形要等 3G 服務開始運作之後才能了解其實際的需求。

另一個重要的議題是目前類比與數位電視廣播所使用的超高頻頻帶，到了類比電視完全轉換為數位電視時應如何使用？2001 年 10 月 12 日公佈的數位電視行動草案已建立一時間表，透過 DTI 與 DCMS 針對 "Digital Television; The Principles for Spectrum Planning" 議題蒐集各方意見，以作為數位電視頻譜需求的參考基準。

2. 固定微波系統 (Fixed Link) 與固定無線存取 (Fixed Wireless Access)

無線通信局相信固定連結的需求將維續，而固定無線接續 (包含寬頻固定無線接續服務) 的需求量至 2010 年間將有更進一步的成長。

固定連結的高需求量與行動服務的成長相關，因為要建立行動網路（包含 3G 網路）的基礎設施需要固定微波，固定微波連結已有增加的趨勢，特別是在 23、25 以及 38GHz 等較高頻的頻段，一旦 3G 網路開始運作，此趨勢將更加明顯。

相同地，無線通信局也預期固定無線接續（FWA）服務將增加，因為寬頻通訊應用情境認為未來十年固定網路所提供的商業及娛樂應用之社會需求會顯著增加。

3. Short Range 短距離無線電連結

過去幾年來由於無線區域網路蓬勃發展，提供了不同種類行動終端設備間的通訊，無線區域網路目前使用的頻譜為 2.4GHz 以及 5GHz，2.4GHz 頻帶乃用於豁免發照 short range 設備（包含 WLAN），而 5GHz 更具備提供高資料傳輸能力，這些服務都是建構在豁免發照的基礎上以方便業者使用。因此，無線通信局希望能夠制定最適切的頻譜管理政策，以促進其使用效率。

6.3.4 無線電通訊的發展

(一) 電視廣播（Television Broadcasting）

頻譜目前軍方使用情況：

類比廣播電視有 46 個頻道，每個頻道佔用 8MHz 頻段（470-854MHz），4 種主要的服務透過 1100 個發射站來傳送，可涵蓋全英國 99.4% 的人口。數位電視與類比電視共用該頻譜。

未來策略：

1999 年 9 月英國政府提出類比電視轉換到數位電視的準則，說明如下：

- 每個目前能接收主要的免費（free-to-air）類比訊號的民眾，必須能夠透過數位平台接收到原本的節目。
- 大多數人能負擔轉換到數位電視所須支付的費用。
- “大多數的人”定義為 95% 的人口轉換到數位電視。

英國類比轉換為數位開始於 2006 年，預計於 2010 年完成轉換。

根據”The consultation document : Digital Television : the Principles for Spectrum Planning“，類比轉換為數位後，應該訂定頻率計劃來空出 12-20

個頻道以供其他服務再利用，並可透過 DTT 計劃來插入多餘的頻道。以頻譜管理的角度來看，這些頻道最好是用於鄰近的區域，因為如此一來能更有效率地配置予其他的服務使用。

(二)固定無線接續 (Fixed Wireless Access including broadband, FWA)

E-minister 和 E-Envoy 提出報告 the broadband future，提出英國政府未來將使英國寬頻網路的範圍更加擴大，提供更快、更便宜、更穩定的傳輸服務。此一政策將增加寬頻業者間的競爭力，促使諸如視訊會訊、電子交易等新服務出現，並減少企業間的交易成本。

固定無線接續 (FWA) 是此政策中的一大重點。透過 FWA，在電話及網路連接最後一哩 (last mile) 及區域迴路 (local loop) 的問題可獲得適當的解決。目標市場為隨時有上網需求並追求快速上網的消費者，諸如：中小企業、SOHO、大學等。

為促進 FWA 的發展所採行的第一步為了解市場對 FWA 的需求程度。目標找出 FWA 的競爭利基點，區分出 FWA 與其他相關技術的不同並減少相鄰頻譜的干擾。之後再促使企業從窄頻、寬頻 (384kbps-2Mbps) 及超寬頻 (超過 2Mbps) 的 FWA 服務演進。

1. 固定無線接續--11GHz 以下

(1) 2 GHz (2025-2110 MHz paired with 2200-2290 MHz)

在英國 Zipcom 是窄頻 FWA 服務的提供者，主要服務地區為英國的農業地區。由於英國政府對寬頻服務的重視及至 2005 年需達成的政策目標，政府機構決定討論此頻帶的相關限制和義務。同時也將討論 2070-2108.5MHz 及 2245-2283.5MHz 的 FWA 執照在大都會地區如：Scotland、Wales 等地發放的可能性。以促使寬頻接續服務的發展。

(2) 2.4 GHz (2400 MHz-2483.5 MHz)

Atlantic Telecommunications Ltd (ATL) 過去曾提供大眾 FWA 服務，現在 Scotland 和 England 的部份地區約有 12,000-13,000 個註冊用戶。但可惜的是 ATL 已停止營業。現對此頻帶的討論重心為商業用途。

(3) 3.4 GHz (3425-3442 MHz paired with 3476-3493 MHz)

此一頻帶由英國國防部 (MoD) 所管理，英國政府正與其交涉轉移為 FWA 用途的相關事宜。在 2000 年 12 月英國政府曾發表 3.4GHz 及 10GHz 頻帶的 FWA 執照諮詢文件。從那時起，英國政府即忙於相關頻譜的重整，以提供 FWA 及相關用戶能做最佳的利用。2002 年 4 月發佈在同年 9 月將發放 3.4GHz 頻帶的 FWA 執照的諮詢文件。

(4) 3.6-4.2 GHz (3605-3689 MHz paired with 3925-4009 MHz)

在此頻帶中的 2x36MHz 已設定為供 FWA 服務使用，但仍受限於固定衛星使用者的配合。現此頻帶的使用者為 Tele-2，英國政府已發展一套工具 (POMCO) 以管理此一頻帶，目前對此頻帶的執照並無新的規劃。

(5) 5 GHz BAND

在 5150MHz-5875MHz 頻率範圍中將有免執照的應用如：R-LANS。然而，此一範圍也是 FWA 服務的考量範圍。

(6) 10 GHz (10.125 GHz-10.225 GHz paired with 10.475-10.575 GHz)

1996 年 7 月，兩張此頻帶的 FWA 執照已發放出去，但現皆已被讓渡出來。英國政府現正研擬在 2x60MHz 中允許新 FWA 服務應用的可能性。並與產業界及相關機構討論在 10GHz 頻帶發放執照的相關事宜。

2. 寬頻固定無線接續--27.5-29.5 GHz

寬頻固定無線接續 (Broadband Fixed Wireless Access, BFWA) 為一種提供終端用戶寬頻服務的方法。部分 27.5-29.5 GHz 頻帶 (28.0525-28.4445 GHz 與 29.0605-29.4525 GHz) 已分配供 BFWA 使用。地區執照也已在 2000 年 11 月所舉行的拍賣會中拍賣完畢。其餘尚未拍賣出的執照也已在 2001 年 10 月發放。執照的發放採”先到先服務制”，但特定地區執照採拍賣方式。

英國政府將會監管此頻帶中寬頻服務的發展，特別是在執照剛發放的前幾年。此 15 年期的執照包含若不使用則需繳回 (Use it or lose it)

的特別條款。要求執照獲得者在執照發放後 18 個月內開始提供服務給該地區至少 10% 的用戶。

3. 多媒體無線系統--40.5-43.5GHZ

40GHz 被分配供高效能寬頻服務使用，特別是多媒體無線系統 (Multimedia Wireless System, MWS)。ERC 定義 MWS 為陸上一點至多點系統 (terrestrial multipoint system)，可以 FWA 方式提供多媒體服務給終端用戶，此為 BFWA 概念的延伸。

在 40GHz 頻帶的相關服務發展上，KPMG 顧問公司的市場分析指出當下企業尚未做好次世代服務商業化的準備。依此分析書的內容，英國政府將與廠商合作探索未來發展的可能性，及審核此頻帶執照發放的相關機制，以達 UK online 針對 the broadband future 中所訂立的政策目標。

為支持此目標，無線通信局將檢視 MWS 在此頻帶與其他服務共用頻率的可能性。WRC2000 同意使 40.5-43.5GHz 頻帶成為全球高密度固網應用服務 (High Density Applications in the Fixed Service, HDFS) 的專用頻帶，但 WRC2000 也將衛星對地廣播 (Space to Earth) 擴展到 40.5-42.5GHz 頻帶。無線通信局將注意在 WRC2003 中相關議題的發展。同時，無線通信局也從事在英國境內射電天文站 (Radio Astronomy Sites) 周圍，建構適合 BFWA 營運環境的相關研究，以協調在 42.5-23.5 頻帶中射電天文站與 HDFS 站台間的衝突。

(三)公眾網路 (Public Networks)

1. GSM

頻譜現在使用情形：

- E-GSM: 880-890 / 925-935 MHz (2 x 10 MHz)
- GSM900: 890-915 / 935-960 MHz (2 x 25 MHz)
- GSM-1800: 1710-1785 / 1805-1880 MHz (2 x 75 MHz)

現在發展情形：

在英國 GSM 的註冊用戶數約有 4 千 6 百萬，佔英國總人口數的 78%。年新增註冊用戶約 8 百萬戶，成長呈穩定狀況。雖然 2001 年高科技產業的表現不佳，但預期行動通訊的成長仍保持強勢，預計在 3-5

年後行動通信服務普及率可成長到 90%。

技術議題：

根據 ETSI 對 2.5G 發展所作的規劃，2001 年英國業者開始提供 GPRS 服務給英國用戶。GPRS 能以較大頻寬傳輸資料，應能刺激用戶接受行動上網或收發電子郵件等服務，特別是對企業用戶而言。

規範議題：

880-890/925-935MHz 頻帶早先已配置作類比行動通訊系統（Extended Total Access Communications System, ETACS）使用。執照所有者逐漸演進作數位系統，將頻譜改供 E-GSM 使用。此計劃在 1999 年 10 月完成，在 2001 年 6 月順利結束。

872-880 / 917-925 MHz 也規劃為作 ETACS 使用。2001 年 6 月系統已結束作業，並將頻譜使用權歸還。876-880 / 921-925 MHz 現改作 GSM-R 用途，以協助鐵路追縱系統。872-876 / 917-921 MHz 改作為 TETRA-中繼式數位 PMR 系統使用，符合 ERC (96) 04 的決定。

WRC2000 認定 GSM900 及 GSM1800 為 3G 及 IMT2000 的延伸頻譜。詳情說明於 IMT2000 的相關議題討論。

未來規劃：

在歐洲，廠商與通信業者均致力於 3G 服務的發展，然而到目前為止，GSM 的進階系統如：EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) 在英國的應用成果仍不顯著。

因為 3G 網路開始發展，GSM 的頻譜使用勢必有所限縮。不過，GSM 網路的基本設施對手機仍有其重要性。尤其在 2G-3G 過渡時期語音傳輸仍會經由 2G 網路傳輸，偏遠地區也仍以使用 2G 網路為主。

900 MHz and 1.8 GHz 被國際認定為 3G 服務的延伸應用範圍。但此頻帶是否作為 3G 服務的使用仍視大眾對 3G 服務的需求而定。唯一能肯定的是 2G 到 3G 尚需一段長時間的努力。

2. IMT2000/3G

頻譜現在使用情形：

- 1900-1980 / 2110-2170 MHz (2 x 60 MHz + 20 MHz)
- 2010-2025 MHz (15 MHz licence exempt)

現在發展情形：

英國在 2000 年初 3G 執照競標之後，業者逐漸致力於 3G 網路的建構。現試用系統已架構完成，在試用系統中執行的結果將有助於未來營運網路的建構。預計在 2003 年將推出 3G 的商業服務。

技術議題：

業者正根據 IMT2000 提出的 3G 標準，致力建構基地台及網路基本設施。分頻雙工 (Frequency Division Duplex, FDD) 設備正穩定發展，預計能提供足夠的設備供 3G 商業服務。分時雙工 (Time Division Duplex, TDD) 的發展不如 FDD 快速。

規範議題：

2000 年初是英國首先以競標方式發放 3G 執照。得標者為 4 家既有 2G 業者和一新進入者。執照有效期間至 2021 年 12 月 31 日，約 20 年時間。

WRC2000 新訂 190MHz 額外頻譜作為 IMT2000 之用，並規定 2G 目前使用的頻帶將支援 3G 服務的進展，新 IMT2000 頻帶為：

- a. 806-960 MHz (includes the GSM900 allocation)
- b. 1710-1885 MHz (includes the GSM-1800 allocation)
- c. 2500-2690 MHz

額外被認定的頻帶為 2520-2670MHz 作為地面服務的一部；2500-2520/2670-2690MHz 作為衛星服務的一部，但地面服務也可使用此頻帶。

未來規劃：

3G 技術的研發應用對於能否在行動通訊科技中保持領先地位有舉足輕重的影響。不僅如此，無線上網及行動多媒體等能促使電子商

務和行動商務發展的關鍵因素，也皆需 3G 技術來推行。

根據 Total Mobility scenario，到 2010 年，至少共有 2x240MHz 的對稱地面頻譜可用來從事 3G 的應用。此與 UMTS Forum 的預測一致。前提假設為高度非對稱服務如隨選視訊（video on demand）是經由其他方法傳輸如 DTV。

3G 服務仍處在萌芽期。一套穩定的管理方式將有利於業者規劃和建置網路。由於未來不確定性因素仍多，在 2007 年以前將不考慮增加額外頻譜供 3G 服務使用。

英國政府將審慎考慮 900MHz 和 1.8GHz 的長期使用方式，包括 3G 重整及未來 2.5GHz 供 3G 應用的計劃。2.5GHz 現由實況轉播及電子信息顯示系統所使用，此頻帶功能移轉的相關研究計劃正陸續展開。預期在 2008 年對現有用戶提出重新配置公告。ITU-R WP8F 及 CEPT ECC PT1 從事有關於頻帶規劃選擇權的研究也相當重要。英國政府計畫在 3G 服務於 2003 年間開始之後，舉行科技和執照政策的研討會，重新檢討使用者需求、競爭程度、2G 及 3G 業者的定位、與國際及歐洲的發展形勢。

准許業者間執照交易可促進創新和競爭，執照交易對未來 3G 額外頻譜需求的刺激具有舉足輕重的影響力。

3. 共用基地台（Common Base Station）

共用基地台（Common Base Station, CBS）或稱社區增幅器（Community Repeater）係由業者所架設用以提供高行動通訊服務品質之用。一區域內，可能有一個基地台或最多三個連線基地台。當區域內連線基地台數目超過 3 個以上，進而形成網路時，稱此網路為共用調度集群行動通信網（Public Access Mobile Radio, PAMR）。

頻譜現在使用情形：

● Band 1	54-68 MHz
● Low band	68-70.5 MHz
● mid band	157-165 MHz
● High band	165-174 MHz
● band III	174-217 MHz
● UHF1	425-448 MHz

現存議題：

雖然 CBS 能提供低成本的無線通訊服務，但被分配在 CBS 用途的頻譜卻不多。原因為人口擁擠地區的頻譜不足，以及手機與 PAMR 的競爭。

策略：

現新增 band III 的頻譜替代 band1，以減少在大都會區域其他 CBS 頻帶的使用擁擠程度及需求。

無線通訊局同時也保留此頻帶的頻道，讓受到地形干擾或無法獲得額外頻道的 UHF1 CBS 有轉移的空間。為讓 UHF1 的重配置對 410-430MHz CEPT 頻道計劃正向影響及減少對 MoD 無線電服務的干擾，UHF1 此頻帶對新 CBS 配置具重要影響。

4. 共用調度集群行動通信網 (Public Access Mobile Radio)

共用調度集群行動通信網 (Public Access Mobile Radio, PAMR) 提供廣域低密度中繼式行動通訊服務。PAMR 業者提供類比及數位兩種通訊方式，多半以語音傳輸為主。服務項目包含點對點及點對多點的語音傳輸，各用戶彼此之間也可直接連接。在英國數位式 PAMR 是採用 TETRA 技術，ETSI 正發展能提升 TETRA 標準的技術，新式 TETRA 預計能有 130 kbit/s 資料傳輸率。

頻譜現在使用情形：

- Analogue: 174-217.2 MHz
- Digital: 410-430 MHz

現存議題：

目前類比式 PAMR 所使用的頻譜仍能滿足未來發展的需求。預計類比式 PAMR 在 2002 年會達到最高峰，在 2007 年時，將僅達目前頻譜使用量的一半。

Tetralink Telecommunications Limited 及 National Band Three Limited 原為數位式 PAMR 服務的提供者，在 1997 年兩者合併為 Dolphin Telecommunications plc (Dolphin)。Dolphin 現正受監管，為了找尋 Dolphin 共用 PAMR 業務的買主。

5. 公用行動數據服務 (Public Mobile Data)

行動資訊傳輸網路提供雙向傳送非語音資料或信息。資料通常以封包 (packet) 的形式傳送，有效增加頻譜的使用效率。

頻譜現在使用情形：

- | | |
|---------------------|-------------|
| ● Mid band | 157-165 MHz |
| ● Band III | 174-217 MHz |
| ● UHF1 | 425-448 MHz |
| ● UHF2 | 450-470 MHz |
| ● (within CT2 band) | 866-868 MHz |

策略：

2002 年共用行動資料傳輸網路業者並未有新的頻譜需求。Transcomm 已獲准從原 25 瓦特 ERP 最大值擴大至 100 瓦特，以測試 RTCG。預計頻譜需求將在未來五年有所提高。

Quiktrak Ltd 提供貨物追蹤服務 (asset tracking service)，為英國第五家行動資料傳輸服務業者。於 2000 年獲得執照，在 2002 年開始營運。

6. 傳呼服務 (Public Paging)

頻譜現在使用情形：

- 137-138 MHz
- 138-141.9 MHz
- 153-153.5 MHz
- 169.3938 MHz-169.8188 MHz
- 169.8188MHz-169.8438 MHz
- 450-470 MHz

現存議題：

英國的行動傳呼業者提供服務的內容大都以文字為主，諸如：電傳通知和財務資訊。最近行動傳呼產業重整，及歐洲對無線訊息傳輸的需求。

POCSAG(最大值 2400 buad)、FLEX(最大值 6400 baud)及 ERMES 為現今三種主要的單向程式碼技術 (one-way code technology)。由於

廣域行動傳輸準同步 (quasi synchronous) 的特性，使得要發展比現有技術更快的方式將會很困難及花費龐大。英國傳呼業者大多以使用 POCSAG 及 FLEX 技術為主。根據 ERC Decision (94) 02 與 Council Directive 90/544/EC 會議的決議，仍應保留頻譜供 ERMES 使用。

使用 RE-FLEX 的雙向傳呼 (Two Way Paging, TWP) 現正在東歐、美國及亞洲部分地區 (以中國大陸為主) 佈點。在 2000 年 2 月，英國透過公開競爭的方式發放 TWP 執照，以因應手機短訊服務所帶來的衝擊。在 2000 年五月已發放一張執照，但仍尚未有服務推出。

策略：

英國對尚未有相關服務推出感到失望。決定檢討是否應撤銷 ERMES 及 TWP 的頻譜使用權的相關研討會，並研究其他新行動通訊服務的可行性。

6.4 加拿大頻譜管理政策--2002

6.4.1 引言

(一)目的

加拿大 DGTP-004-02 文件的目的是為了反映目前的頻譜政策與實施現況，進而更新 1992 年發佈的 Spectrum Policy Framework for Canada (Framework)。1992 Framework 的修改包含透過競標授予無線電執照的方法。為使 1992 Framework 的更新或未來的改版與修正更加完整，加拿大工業部 Industry Canada 歡迎公眾提供意見。

(二)背景

1992 年 9 月頒布的 Framework 遵循兩階段的公眾諮詢。加拿大工業部參考公眾諮詢意見做了相當大的努力，發展而形成目前的頻譜目標與政策指導方針。

然而，自從 1992 Framework 發佈以來，電信環境已經有巨幅的改變。在這期間，全世界已經進入強調個人可輕便隨身攜帶之行動通信裝置，以便連接網際網路。無線電新技術與新產品造成重大影響，因而也影響對無線電頻譜的需求。舉例來說，大量的無線行動裝置能形成長距離通訊聯繫，廣泛的光纖網路已經取代不少無線電微波的使用。

就全世界整體看來，政府的電信規章已經有基本上的改變，根據 1992 年 2 月世界貿易組織（WTO）在電信服務上的多邊協定，加拿大已經開放國內固定衛星服務市場、行動通信服務市場、連同國際通信市場予國外競爭者。

自 1992 年起，加拿大無線電視暨電信委員會（CRTC）在政府政策引導下提高與電信的競爭。政府政策讓電話與有線電視業者進入彼此的核心市場，希望提高競爭力、網路連接與創新服務。此政策使過去提供予消費者的服務種類難以區別。

為了回應自 1992 年加拿大頻譜政策方向以及電信產業的改變，加拿大工業部調整了一些頻譜政策與管理的方式。一個具體的例子就是採用競標方式作為決定執照許可的機制。

因此，加拿大工業部藉由更新 1992 Framework 來反映無線電頻譜的使用現況以及政府政策方向。

(三) 架構與文件範圍

本文件保留 1992 Framework 的架構。前三節介紹無線電頻譜使用概要，作為說明立法、頻譜政策與電信環境變遷的基礎，第四節討論 Framework 的核心目標，第五節討論 Framework 的政策指導方針。

1992 Framework 中大多數的核心目標與政策指導方針在經過修改後仍具有效力。

6.4.2 加拿大無線電頻譜政策

(一) 頻譜資源

加拿大仰賴無線電頻譜維持主權與安全，也據此保護人民。無線電頻譜包括私用與公用的廣大商業、個人、產業、科學、醫學、研究與文化活動等範疇。此外，無線電頻譜也影響每個人民每天的生活。由於加拿大地緣廣闊、人口稀少，無線電通信服務尤其重要。

加拿大人民使用蜂巢式行動系統和個人通訊服務的比例越來越高，衛星與無線傳輸系統擴展地面的光纖系統。在雷達、無線航海與其他無線電系統方面的資金投資也十分龐大。電信產業對加拿大經濟的影響超越產業本身的各項收入。電信（包括無線通信服務等）為知識經濟的基礎與其他經濟面提供關鍵性的架構，對經濟的發展有龐大的影響。

無線電頻譜為有限的資源，快速的演進與新型態無線電技術的應用，再加上越來越多的競爭與對新產品的需求，頻譜變得越來越擁塞與稀少。

(二) 頻譜政策與管理

1. 政府命令

加拿大工業部依照 Industry Act、Radiocommunication Act 與 Telecommunication Act 擔負起制定國家頻譜政策與頻譜資源目標，為公眾利益推動普及的無線電通信服務，有效率的無線電頻譜管理，並使加拿大與國際通訊能循序漸進地接軌發展與運作。

管理的任務為促進世界級通訊基礎設施，提昇加拿大競爭力、經濟成長、與加拿大人民的生活品質。

確保無線電頻譜資源能彈性且有效率地使用，維持及時的、公正的、高品質的與負擔得起的通訊系統與服務，以及促進加拿大通訊設施產品出口、創新與投資來提昇產業發展。

2. 頻譜政策

參與國際經濟與社會活動非常重要。由於無線電頻譜沒有國家疆界，為全球共有的資源，頻譜政策與管理只能透過有意義地雙邊協定、與鄰近國家或與多邊組織如 Inter-American Telecommunications Commission (CITEL) 與國際電信聯盟 (ITU) 合作而制定。

每個國家有權彈性決定特定的無線電服務以滿足其國內需求，唯需考慮減輕對鄰近國家的干擾。為了滿足國內通訊需要，加拿大工業部重新探討且定期重新分配頻譜，並遵循國際電信聯盟 (ITU) 轄下的「世界無線電會議」的決議。這些國家的頻譜分配公佈在 Canadian Table of Frequency Allcation 中。

在加拿大的通訊環境範圍內，無線電頻譜管理以頻譜的經濟效用最大化與讓使用者受到影響最小化為原則，來設計頻譜與執照認可的政策、法規、無線電系統、條例、程序以及實施作業。

6.4.3 環境變遷的挑戰

1992 年頒佈的 Framework 追求通訊技術迅速發展與頻譜管理與全球一致的目標。當時，加拿大工業部評估頻譜管理的功能可以滿足這些挑戰。

然而，近來必須需要考量改變過去頻譜管理的方式。

影響頻譜政策的一個方向是電信與廣播傳送服務的整合。加拿大工業部在 1996 年時頒佈政策允許電信業者進入廣播業，廣播業者與有線電視業者也得以進入電信產業，不但促進產業競爭，網路的連結與服務的創新也更為蓬勃發展。在這樣的政策配合之下，新的無線電網路系統可以順利建設，頻譜可以有效利用，使加拿大所有行政區域都能享受創新的通訊傳送服務。

另一方面，經濟已趨向全球化，尤其是貿易。為了滿足 1997 年 2 月的 WTO 多邊協定，加拿大開放通信市場讓外國業者競爭。國家的頻譜分配、頻率計劃與技術標準需要有別於過去僅考慮本國與地區的觀點，這也鼓勵和其他國家的標準與設備認可程序進行調和。

科技持續進步，自原始的 Framework 修正以來，已經可看到城市內光纖通訊系統取代無線電分程傳遞。然而，無線電在其他方面的應用也逐漸增加，例如個人和衛星通訊和區域無線網路分佈。

近年來最大的改變是網際網路的普及使用。未來 Framework 的修正必須確保原則與指導方針能容納未來的需求改變。

6.4.4 頻譜政策架構的核心目標

無線電頻譜成為策略性的國家資源，Framework 的目標是有關頻譜的分配、規劃、使用與管理，目的在提供一個基本原則，以確保無線電頻譜資源能夠在明智而審慎的態度下進行規劃與管理。

2002 年修正的核心目標：

- 為了促進與維持無線電通訊系統與服務循序漸進地發展與有效率地運作，提供加拿大經濟、社會與文化利益，與滿足加拿大主權與安全需要。加拿大工業部將尊重政府規章政策，保證任何聯邦政府的干預是正當的訂定的，法規必須是最佳的選擇方案，而且應將對經濟有害的影響降至最低，
- 透過持續複審與頻譜管理過程的改進，來規劃與管理符合法規、公共政策目標、與國際協定的頻譜資源運用，
- 採用以運作需要、技術與經濟可行性為準則之先進頻譜分配、管理技術與執照認可過程，來提高效率與達到最理想的頻譜資源運用，
- 保證迅速回應技術發展、經濟、社會與市場因素的彈性、適應性和頻譜資源取得的容易性，
- 確保加拿大民眾的利益能夠在和其他國家、區域與國際組織進行頻

- 譜政策與頻譜使用協調時被保護，
- 維持與促進無線電通訊技術與頻譜服務及應用的創新、研究與發展，
 - 廣泛地與所有有興趣的團體與民眾進行諮詢，來調和與制定國家頻譜與無線電通信政策。

6.4.5 頻譜政策架構的指導方針

(一) 頻譜資源原則

Framework 包含一系列頻譜資源管理原則，目的在滿足公眾的需求，鼓勵循序漸進與有效率的發展，促進無線電通訊的使用，與保證有效的規劃與管理。

修正後的原則應該持續保證頻譜政策與管理能協助無線電通訊得以循序漸進且有效率的發展，而經濟利益與社會利益可以因為使用頻譜而達到最大。

1. 無線電頻寬的分配

在加拿大，無線電頻寬分配給與無線通訊系統相容的無線電服務，讓大多數的使用者可以同時共存。這些國家的分配通常是依據國際頻率劃分 (International Frequency Allocation)，加拿大工業部將會充分發揮彈性進行適當的應用。

2. 使用頻譜的彈性

為了聚集有相似特性的系統以促進有效率且最理想的利用，頻譜的分配考慮使用而不依照形式為準則。加拿大工業部將使得經許可而獲得執照的業者在改變其服務內容時可有更多彈性，以滿足頻譜分配與指定的需求。

3. 干擾減輕且頻率一致

電波干擾的影響必須降低至可管理的範圍內，領有執照的業者必須彼此協調，例如提供服務予鄰近地區的使用者。加拿大工業部鼓勵同一地區的業者彼此授權，互相配合。

4. 標準與頻率規劃一致

頻率規劃必須符合國際標準，為了保證循序漸進的發展，同時也為

了避免對國內或國外市場有害的干擾，並促進無線電系統操作上的相容性，在特定頻寬下實施多種標準共存。

5. 適當的頻譜使用

適當使用頻寬可以達成資源利用最大化。

6. 適時的頻譜釋放

加拿大工業部儘量適時地開放頻譜，讓所有人民因為頻譜開放而獲益。加拿大工業部將持續預報何時、在何種情況下會釋出額外的頻譜與衛星軌道位置。

7. 有條理的無線通訊成長

規劃的頻譜運用必須與加拿大民眾使用頻譜目標一致。

8. 培養新的技術與新的創新

鼓勵可以提昇頻譜資源使用效率的新興科技與創新服務。

9. 經濟原則的應用

自 1992 Framework 頒佈以來，加拿大工業部持續將越來越多的經濟原則與市場力量納入頻譜的管理。頻譜管理者將努力使最合適的經濟原則、政策、規章、技術與操作原則發生效用，透過頻譜資源的使用使社會利益最大化。管理頻譜維持公平競爭，運用市場力量取得頻譜資源，收取使用費支付頻譜管理成本。

為了完善地規劃與管理無線電頻譜，加拿大工業部將運用這些基本原則作為頻譜資源管理的最高指導。這些原則將能滿足頻譜需求成長的需要。

(二) 頻譜分配

無線電頻譜為國家公共資源，為了達成公共政策目標，無線電頻率應被有效率地分配與規劃，以保證公部門與私部門運用無線電頻譜能夠達到平衡，使全國人民受益。

(三) 頻譜使用優先權

牽涉到國家安全與國家主權的頻譜使用權等級最高，其次為火災與救護

車等生命安全和財產安全相關者。就成本效用、效率與適合度安排而論，加拿大工業部將保證商業服務的頻譜供應不會不足。無線電通訊系統對國家主權與國家安全極為重要，國防部、執法、公共安全與緊急狀況將被賦予無線電頻譜的優先使用權。

(四) 社會-經濟因子

社會-經濟因子已經成為公眾利益和頻譜分配與利用過程的關鍵決定因素。為了能適當地評估頻譜分配與利用的不同選擇，社會-經濟因子和公眾利益必須加以考量，尤其必須符合 Radiocommunication Act 的政策目標。

(五) 非使用頻譜的替代方案

過去，無線電頻譜申請人會被要求尋求非無線電的解決方案，無線電頻譜應優先留給沒有其他選擇的無線電應用。

(六) 頻譜效率

藉由市場力量來保證法規與政策規劃有效能且有效率。效率是頻譜分配與使用政策的重要考量因素。

加拿大工業部運用先進的規劃工具來授與頻譜使用執照，使各種商業服務都能順利使用頻譜。有時基於國家利益考量，為了使既有服務得以獲利生存，必須延緩特定頻寬或某些新服務的開放。保留頻譜必須考量目前與未來頻譜使用者的需要。避免創造人為的無線電頻譜分配缺失，有助於立法目標的達成。在進行頻譜政策規劃時，合適的考量將能產生有效率的頻譜使用以及方便頻譜管理執行，尤其當市場力量與公眾利益不相符時。

(七) 頻譜分享

特定的頻譜在特定地理區域，可以讓不同服務分享頻譜，能增加頻譜的使用效率。兩個或更多相異頻譜使用者，在某種程度上可以在頻譜空間內共存，而不會衍生實質上的干擾妨礙。技術特徵應被考量，如電波強度、天線場形範圍。這是固定衛星服務與固定陸地無線電傳輸共享頻譜的例子。此兩種服務的特徵在於兩者皆使用指向性的天線。

頻譜分享的第二種形式涉及頻譜資源的時間分享。傳統的技术由使用率較低的行動無線電使用者一起分享同樣頻段中的頻道，而更有效率的技术則是讓更多的使用者一起使用更多的頻道資源。這種新技术有助於增加分享的效率。

這是為新興服務獲得分配適當頻率的國際發展趨勢。這種促使不同的服務分享同一頻率之分配方案，常常能造成新服務的產生，讓兩種服務皆能順利運作。

為了滿足無線電頻譜資源成長的需求，各式各樣的服務與使用者之間的頻譜分享必須視情況適當定義。在推動頻譜分享時，必須考慮頻譜的使用效率與提供服務所需要的條件。

（八） 頻譜的轉讓、遷移

頻譜使用者在進行未來規劃時，必須考量政府擁有頻譜重新分配權，因此，現任持有者的頻寬有可能遭到遷移。

對獲批准無線電頻率者而言，並不等於被賦予頻率的獨佔所有權，也不代表被授與頻率的獨佔使用權。在與公眾諮詢新服務的實施之後，加拿大工業部可能會重新分配已指派的頻譜。如果重新分配真的發生，應給予遷移者一段合理的時間去籌備重新安置設備。

加拿大工業部只在當有強烈需求要這麼做時才會重新分配頻譜，且會預先通知使用者任何會導致服務或系統變更的情況或事實。

加拿大政府沒有責任或義務對頻譜遭到遷移的使用者提供財務上的補償。

（九） 許可執照

1. 許可過程

加拿大傳統的無線電頻譜分配是先將頻寬分配給特定的無線電服務或應用，然後授與執照給各個服務種類中的申請者。

為了回應通訊環境競爭與使用者需要，無線電通訊的發照政策可能改變。先到先服務（First-Come, First-Served；FCFS）的方法是用於有足夠的預留頻寬可滿足預期需求的方式。

當無線電頻譜的需求大於供給，或追求某種通信政策目標時，可能採用競標作為執照批准的過程。

當利用市場力量可選出與公共利益一致的執照獲得者時，會採用競標方式。但是若只依賴市場力量不足以達成政策目標，則可考慮其他政策方式，為了追求公眾利益、促進競爭與普及通信服務。

2. 申請頻譜

在被選舉資格與參與競爭執照過程方面，政府將以 Radiocommunication Act 與 Radiocommunication Regulation 為指導方針，在發授執照的過程中廣為採納各界諮詢。

3. 許可政策

許可政策之目標：

- (1) 滿足基本的立法、政策、經濟、規章、科技、經營上與社會的目標；
- (2) 使各個獲得執照的地區都能符合公平性與政策一致性；
- (3) 儘可能讓大部分使用者在不受到干擾情況下達成和解；
- (4) 要求處理申請的行政效率；
- (5) 刪除對使用者不合理要求的規章；
- (6) 當市場或科技改變時能彈性回應。

採行先到先服務 (FCFS) 的許可發放方式將使一般頻譜需求能夠適當地滿足。但特殊的頻譜需求則必須採用有競爭性的執照發放方式，如比較選擇法或競標法。

(十) 執照費用

加拿大財政部的成本回收與訂價政策 (Cost Recovery and Charging Policy) 可上 http://www.tbs-sct.gc.ca/Pubs_pol/oepubs/TB_H/CRP_e.html 網站瀏覽。價格應該反映銷售、租賃或公共財產特許執照與頻譜使用權利 (事實上屬於使用者的商業投入) 的市場價格。此舉的目的在於保證稀少資源有效使用，以及與一般大眾公平分享經濟利潤。

執照費用將以資源租費不存在時的頻譜管理成本為基礎。當資源出租費用存在時，除了能夠回收頻譜管理成本之外，還可以保證讓公眾獲得合理的經濟利潤。

(十一) 以市場為考量

1992 Framework 的政策指導方針 11 中有關「市場導向方法」隨著政策指導方針 8 在「執照批准過程」方面的修正一併刪除。

（十二）無線通訊之研究與發展

無線電通訊科技是通訊系統的重要構成要素。加拿大工業部對加拿大衛星與通訊產業的研究與發展以及頻譜技術同樣重視。

R&D 是促進無線電通訊產業成長的主要機制，透過新技術、新產品與新服務的發展來滿足國內與國際無線電市場的需求。R&D 應該提昇無線電通訊的技術，並促進更有效率的頻譜資源使用，造福人民，同時也能促進更繁榮的經濟。加拿大工業部將持續支持無線電通訊 R&D。這些需要將會在發予執照之前與產業界商議後展開。

（十三）無線通訊標準

每個使用者均符合標準，才能不干擾無線電通訊系統的運作。一致的標準也能使不同服務間的分享達到最大化，達成有效率的頻譜管理。

在全球市場中，設備符合國際的標準對維持創新的無線科技與服務的確很重要。這些標準的訂定應該與製造業者、服務提供者與使用者共同商議，並且應該盡可能追求在全球最大範圍的一致性。但也必須考量國家防禦、安全設施與國際義務。政府應該對因為標準的考量而受到影響的競爭行為或消費者利益採取適當的措施。

符合標準與一致的評估程序有助於軟硬體在多種品牌機器上相容，因此能進行有意義的溝通，達到避免干擾與促進頻譜有效率的管理與使用。

（十四）頻譜資源規劃

加拿大工業部部長負責頻譜分配與頻譜使用規劃的職責。加拿大工業部必須收集資訊，包括統計頻譜的使用與效率，以及在各地方的有效性等，還有評估引進新技術的影響以及市場需求的趨勢。

自從 1992 Framework 頒佈以來，加拿大工業部已經在為新服務所需要的頻譜進行重新分配頻譜的規劃。除了規劃過程公開之外，公開資訊對於現有的執照業者與新申請者在競爭執照的過程中都是不可少的。目前相關資訊可從「執照認可過程與頻譜釋放計劃指導方針」(the Guidelines on the Licensing Process and Spectrum Release Plan) 的網站上取得 (<http://strategis.gc/SSG/sf05598e.html>)。

為了讓各式各樣現有的以及新型態的服務都能獲得需要的頻譜，加拿大工業部將定期頒佈頻譜資源預報，並整理出尚可分配的頻譜和衛星軌道位

置讓所有民眾知曉。

加拿大工業部代表國家進行國際間的規劃與諮詢，以明智而審慎地的態度規劃頻譜資源。

(十五) 公眾諮詢

加拿大工業部不斷地與社會大眾、有興趣的人、組織機構和利害關係人對頻譜政策、標準和程序的各種政策議題進行商議，其目的在使社會大眾獲得最大利益。

過去幾年，加拿大工業部開始大量以網路作為主要宣告以及傳播與收集資訊的工具。這也使大眾能即時地獲得資訊，同時加速獲得公眾意見的反應。

為了制定健全的頻譜政策，加拿大工業部使用有系統的複審程序，包括公眾諮詢機制。在這些過程中與各方面討論國內與國際的無線電通訊政策，尤其是有關頻譜分配與執照許可的程序與標準。此外，為了與主要的通訊行業公會及使用者團體之間建立良好的關係，加拿大成立政府/產業技術委員會。

加拿大工業部將持續使用最先進的網路工具散播和收集資訊，保證資訊對稱的機制能正常運作，讓有興趣的人對頻譜問題可以有一個訊息暢通的管道。

(十六) 國際性組織

加拿大政府、產業與其他相關機構就頻譜問題參加國際性與地區性組織，代表加拿大人的利益。國際上，國際電信聯盟 (ITU) 建立頻譜使用項目的頻率分配表，並規定頻率分配協調的程序。ITU 也探討無線電系統的技術特性與頻譜使用的建議。CITEL 處理美洲國家的頻譜與標準議題。加拿大工業部也代表加拿大參與其他有關頻譜管理的會議。加拿大必須超越國家與行政地區的疆界來考量全球市場、頻譜規劃與頻譜管理技術的發展。

(十七) 新的頻譜管理方法

自 1997 Framework 頒佈以來，加拿大工業部在頻譜政策與頻譜管理上不斷謹慎思考新方法與新技術，而且也接納一些改變。例如利用網際網路為大眾傳輸服務，同時也使接收與傳遞資訊變得更容易且更快速。加拿大工業部已經與其他國家建立特定的優先「相互承認機制」(Mutual

Recognition Arrangements, MRAs)，以加速檢定設備批准的過程。以市場需求為導向，如透過競標來反映「合理的市場價值」(Fair Market Value)，這就是無線電執照許可的新方法。加拿大工業部鼓勵各界提供任何有關頻譜政策與頻譜管理的新方法。

6.5 新加坡行動通信服務的頻譜管理政策

6.5.1 行動通信服務介紹

行動通訊系統 (Mobile Communications Systems)，包括：基地台 (base stations)、行動交換中心 (mobile switching center) 等。行動通信服務，包括：蜂巢式行動電話 (cellular telephony)、行動傳呼服務 (paging)、行動資訊傳輸 (mobile data services) 及中繼式行動電話 (trunked radio) 等。

蜂巢式行動電話方面，M1、SingTel Mobile 和 StarHub 三家提供 GSM 服務的業者在 2001 年九月得到 1800MHz 頻譜執照。此外，這三家業者在 2001 年四月也向 IDA 提出額外頻譜執照申請，以提供 3G 服務。

新加坡行動傳呼服務業者-M1、SingTel Paging 及 ST Sunpage 及行動資料傳輸服務業者-SingTel Paging 及 ST Mobile Data 目前的營運情形不佳。係因蜂巢式行動電話提供的服務內容包括了行動傳呼服務及行動資訊傳輸服務的特性，使之無法作出與蜂巢式行動電話有效的區隔。

然而，中繼式行動電話仍能與蜂巢式行動電話產生差異性。因中繼式行動電話能提供一對多的電話廣播傳送。目前新加坡市場中只有 DNA Comm 仍提供中繼式行動電話服務。

表 6.5-1 擁有通訊設備的電信服務業者及提供的服務

業者	提供的服務
DNA Comm	Trunked Radio
M1	Paging & Cellular (GSM900 & 1800)
SingTel Mobile	Cellular (GSM800 & 1800)
SingTel Paging	Paging & Mobile Data
ST Mobile Data	Mobile Data
ST SunPage	Paging

資料來源：spectrum management handbook, www.ida.gov.sg

6.5.2 頻譜分配及頻帶規劃

為了使各通訊系統能調和互動，新加坡各業者的頻譜指配狀況如下：

(一)蜂巢式行動電話頻率分配

表 6.5-2 新加坡行動通信業者的頻率指配

System	Frequency Range	Total Bandwidth	Operators
Digital Cellular Systems	824-842.5MHz/869-887.5MHz	18.5MHz	Not assigned
GSM 900	890-915MHz/935-960 MHz	25 MHz*2	M1 and SingTel Mobile
PDC	1444-1452MHz/1492-1500 MHz	8 MHz*2	Not assigned
GSM18000	1710-1785MHz/1805-1880 MHz	75 MHz*2	M1, SingTel Mobile and StarHub Mobile
Cordless System/3G Cellular Mobile Services (TDD)	1885-1900 MHz	15 MHz	Unlicensed cordless systems
3G Cellular Mobile Services (TDD)	1900-1920MHz	20 MHz	M1, SingTel Mobile and StarHub Mobile
3G Cellular Mobile Services (TDD)	2010-2025 MHz	15 MHz	Not assigned
3G Cellular Mobile Services (TDD)	1920-1980MHz/2110-2170 MHz	60 MHz*2	M1, SingTel Mobile and StarHub Mobile

資料來源：spectrum management handbook, www.ida.gov.sg

(二)行動傳呼服務的頻率指配

表 6.5-3 行動傳呼服務的頻率指配

Frequency Range	Existing/Planned Services	Main User
150-168MHz	1-way paging	SingTel Paging
279-280MHz	1-way paging	M1, SingTel Paging and ST SunPage
279-280MHz/917-921MHz	2-way paging	SingTel Paging
279-280MHz/917-923MHz	2-way paging	SingTel Paging

資料來源：spectrum management handbook, www.ida.gov.sg

(三)行動資料傳輸服務的頻率指配

表 6.5-4 行動資料傳輸服務的頻率指配

Frequency Range	Existing Systems	Main User
415-417MHz/425-427MHz	Mobitex	ST Mobile Data
818-821MHz/863-866MHz	Data Tac	SingTel Paging

資料來源：spectrum management handbook, www.ida.gov.sg

(四)中繼式行動電話的頻率指配

表 6.5-5 中繼式行動電話的頻率指配

Frequency Range	Existing/Planned Services	Main User
407-412MHz	MPT1327	DNA Comm
806-816MHz/851-861MHz	IDEN trunked radio	DNA Comm

資料來源：spectrum management handbook, www.ida.gov.sg

6.5.3 執照發放與申請

傳統上，頻譜的分配依照業者的計劃案來決定分配情形。然而，隨著市場對頻譜需求的日益增加，IDA 決定採用市場導向的頻譜分配方式（如：拍賣）。首先在 2G 及 3G 服務的頻譜分配上實行，其他如：行動傳呼、行動資訊傳輸及中繼式行動電話尚保持傳統分配方式。IDA 並決定在 2006 年以前不發放超過 4 個 3G 執照。

6.5.4 頻譜收費機制

在傳統頻譜分配機制上，IDA 根據使用頻譜時間的長短決定收費的多寡。

(一) 長期使用收費方式

此收費方式多半用於無線通信網路的營運者，分為兩個部分：手續費及頻譜管理費：

1. 申請手續費：在頻譜執照申請時收取，包括開始使用頻譜時所需的費用，每一次參數變更視為一次新申請。請參考表 6.5-6。
2. 頻譜管理費：每年收取一次，包括頻譜的維持費用。請參考表 6.5-7。

表 6.5-6 申請使用頻率的手續費

Category	Fee payable per frequency
Commonly Assigned Frequencies (for temporary or occasional use)	\$100
All Other Frequencies-	
(1) bandwidth of 25kHz or less	\$290
(2) bandwidth of more than 25kHz but less than 500kHz	\$450
(3) bandwidth of 500kHz or more but less than 1 MHz	
(4) bandwidth of 1MHz or more but less than 20MHz	\$1,350
(5) bandwidth of 20MHz or more	\$2,700
	\$4,650
Satellite Downlink Frequencies	\$750 per band

資料來源：spectrum management handbook, www.ida.gov.sg

表 6.5-7 使用頻率的年度管理費

Radio Frequency Spectrum	Fee payable per frequency per annum	
Frequencies for Networks and System		
(1) exclusive use-		
a. bandwidth of less than 1MHz	\$300 per 25kHz of occupied bandwidth or part thereof	
b. bandwidth of 1MHz or more	\$12,000 for the first MHz of occupied bandwidth, and \$300 per subsequent MHz of occupied bandwidth or part thereof	
(2) share use-		
a. bandwidth of less than 300kHz	\$300 per 25 kHz of occupied bandwidth or part thereof	
b. bandwidth of 300kHz or more but less than 20MHz	\$3,500	
c. bandwidth of 20MHz or more	\$6,200	
Satellite Downlink Frequencies	\$600 per band	
Common Frequencies for In-building or On-site Wireless Systems-	ISM Band	Non ISM Band
(1) bandwidth of 20 MHz or less	\$50	\$100
(2) bandwidth of more than 20MHz but not exceeding 50MHz	\$100	\$200
(3) bandwidth of more than 50 MHz	\$150	\$300
Block of Assigned Frequencies for Multi-channel Radio Communication Networks and Systems	\$15	

資料來源：spectrum management handbook, www.ida.gov.sg

(二) 短期使用收費方式

短期使用的定義為使用時間在幾小時、幾天，最長時間不超過 90 天，通常為展覽、產品展示會或測試設備時所使用。不同的使用時間、頻、頻帶之收費方式不同，茲分述如表 6.5-8：

表 6.5-8 使用頻率的短期收費方式

Bandwidth	Fee	
	10 days or less*	11-90 days
$x \leq 25kHz$	\$100	\$175
$25 \leq x \leq 500kHz$	\$150	\$275
$500kHz \leq x \leq 1MHz$	\$450	\$825
$1MHz \leq x \leq 20MHz$	\$900	\$1,625
$x \geq 20MHz$	\$1,550	\$2,800

*: Unless otherwise determined by the Authority, a fee of \$100 is payable for the use of any of the above radio frequencies if the period of usage or cumulative period of usage is less than 24 hour.

資料來源：spectrum management handbook, www.ida.gov.sg

6.6 香港頻譜管理政策--2002

6.6.1 指配 800-900MHz & 1700-1900MHz 頻帶未使用部份予 2G 行動通信網路業者

6.6.1.1 背景

香港2G行動通信服務業者（包括公眾行動無線電話服務和個人通信服務）要求香港電訊局開放未使用的2G頻譜。業者表示已經用盡獲指配的頻譜，難以再發揮重複使用的效率。目前的網路容量將無法支援高速數據服務所增加的通訊量，會影響服務品質。因此，香港電訊局長同意指配未使用的2G頻譜予2G服務業者。

無線電頻譜是公眾的資源，電訊局長有法定責任促進有效分配和使用無線電頻譜。目前，香港行動通訊有限公司、和記電話有限公司及數碼通電訊有限公司分別獲指配2段7.5MHz GSM標準的公眾行動無線電話服務頻譜，及2段10MHz個人通訊服務頻譜，而匯亞通訊有限公司（Sunday）、新世界流動電話有限公司及萬眾電話有限公司則各獲指配2段10MHz個人通訊服務頻譜。

由於行動話音及數據資訊（如短訊服務）的使用量日增，以及2.5G行動服務的出現，令現有的2G服務業者遭遇網路頻 不足的問題，因而影響

服務品質。如指配未使用的2G頻譜予2G服務業者，可使業者提供顧客更優質的服務，並為日漸增加的數據及多媒體應用建立基礎。可惠及消費者，同時亦可促進香港行動通信服務及應用服務產業的發展。

6.6.1.2 指配方式

在未使用的2G頻譜中，部分在800-900MHz的頻譜適用於GSM標準的公眾行動無線電話服務；部分在1800-1900MHz的頻譜則適用於個人通訊服務。由於目前在此頻段的頻譜極為分散且無法形成組塊，這些未使用的頻譜除現有2G服務業者外，並不適合其他使用者。現有2G服務執照均於2005/2006年屆滿。香港電訊局認為在2004/2005年將目前未使用的2G頻譜指配予現有的2G服務業者為適當的短期措施。

為促進頻譜有效分配及使用，以及確保以公平公正的方式指配未使用的頻譜，香港電訊局決定：

1. 把800-900MHz頻帶中未使用的頻譜，分為三個0.8MHz×2的成對頻段，以抽籤方式給三家GSM網路業者。
2. 把1700-1900MHz頻帶中未動用的頻譜，分為六個1.6MHz×2的成對頻段，指配給六家個人通訊服務網路業者。由於各業者已就屬意的頻段達成共識，這些未使用的頻譜將按其選擇進行指配。
3. 為確保有效使用頻譜，個人通信服務業者必須符合現有網路最低使用量的準則，才會額外獲指配1700-1900MHz頻帶中未使用的頻譜。
4. 由於額外指配未使用的頻譜的主要用途是紓緩目前2G網路的通訊負荷量，因此指配的新增頻譜不得用作提供3G行動通信服務。

6.6.2 針對電信頻譜執照合併或收購的管制辦法

(一)管制的理由

香港在2002年4月30日，提出2002年電信（修訂）條例草案，針對電信市場內合併或收購活動訂定管制辦法。

香港的電信政策包括促進通信市場公平和有效競爭，使消費者受惠。因此，必須維持市場競爭的水平。

目前的政策是按個別行業採取適當的管制措施以鼓勵競爭。現時有關電信市場內的收購或合併活動，均由香港電訊管理局局長（下稱電訊局長）依據相關的牌照發放條件進行管制。然而，根據現行的牌照發放條件，電訊局長只有權管理涉及電信服務營運執照轉讓或持照公司股權轉讓的活

動。由於現今的合併和收購活動可在控股公司的層面進行，因此有關活動大都不涉及上述的轉讓。由此可見，香港管理電訊市場內合併和收購活動的法規架構並不完整。

有些持照公司為求謹慎，無論交易額多少均會先行徵詢電訊局長的意見才進行合併和收購。事實上，銀行、會計師或律師都會建議投資者和持照公司先向主管機關徵詢意見，以確保交易符合法條規定和執照規定。不明確的管理制度令正常的合併和收購活動添加不明確的因素。

合併和收購是正常商業活動的一部分，可為社會帶來經濟利益。本法令的目標是為電訊局長提供有效的管理工具。在當認為有管理必要時，即當合併可能會大幅減少電訊市場內的競爭，因此必須進行管制。

(二)政策目標

本法令希望為電信業務的合併和收購訂定完備和清晰的管理架構。可以達到以下的政策目標：

1. 促進公平和有效的競爭，保障消費者的權益；
2. 為合併和收購活動提供透明和有效率的管理制度；
3. 當業界進行合併與收購時，主管機關應在掌握足夠資訊之後才作出決定；並在不違背其他法規政策的前提下，加快批核程序。

主要的建議內容如下：

1. 若電訊局長認為持有電信執照公司所有權或控制權的改變可能會大幅降低電信市場內的競爭，便必須實行必需的措施，以消除不利競爭的因素。
2. 電訊局長可向持有電信執照公司發出指令，要求其擁有權或控制權。
3. 持照公司若不採取上述措施，主管機關可向持照公司進行行政制裁（包括警告、罰款、暫時吊銷或取消執照）。
4. 在擁有權或控制權改變之前，持照公司可自行決定是否就改變事項先徵求電訊局長的同意。這項安排給予持照公司一個選擇，如不徵求同意，一旦被裁定反競爭時可能面臨受罰的風險。如事先徵求電訊局長同意，電訊局長可能同意，也可能拒絕給予同意，或在給予同意時附帶條件，以消除不利競爭的因素。
5. 電訊局長同意或否決持照公司擁有權或控制權改變，考慮會否有反競爭的效果應訂立一套準則，必須先行作出適當的諮詢。考慮

的事宜可包括：電信市場上是否有其他代替品？新進業者進入市場的障礙？市場壟斷的情況？電信市場內不同競爭力量的強弱？促使電信市場持續發展的因素，包括市場增長、技術創新和產品差異？哪些活動能令市場有效率？市場主導者消失的可能性？以及市場以垂直結合方式運作的性質及程度。

6. 政府主管機關只會在認為有需要時才管制某些特定範疇的合併和收購活動。
7. 「通訊上訴委員會」有權處理業者不滿電訊局長所作出的決定而提出上訴。

(三)反應意見

以上之建議曾諮詢公眾和業界的意見。在諮詢期間，共接獲17份意見書。一般來說，電訊用戶及消費者委員會均支持此份建議。他們認為本建議可加強現行的管理程序，以便電訊局長評估可能會影響電訊市場競爭的合併和收購活動，令香港的用戶和商界得益。

業界的大部分意見書也支持以上建議的政策目標。他們認為促進公平競爭，以及為業界提供指引，以便業界在掌握足夠資訊的情況下才作出合併和收購決定，是很重要的事宜。他們特別指出政府應盡量少作干預，以使執照所有者必須遵行的額外規定減至最少。

也有部分意見書反對以上的建議。他們認為如要制定合併和收購的管理法例，應適用於所有行業，不應單單針對通信行業，並且應由一個主管競爭事宜的機關來執行。此外，亦有些意見書認為任何合併和收購法規應屬併購後才管理的性質，即應在合併和收購活動完成後依據違反競爭的事實才進行管理檢討，而不是在併購之前就進行限制規範，造成業界不必要的負擔。

鑑於電信事業市場結構的特徵，包括市場高度集中、高昂建設成本所引致的進入市場障礙、無線電頻譜的稀少性和市場多以垂直結合方式運作，因此需要對電信事業制訂合併和收購的管理架構，以防止市場力量過度集中在少數業者手中，而造成壟斷經營的局面。

有些國家如加拿大、歐盟、新加坡和美國採取併購前規範的制度；而其他國家如澳洲和英國則採取併購後規範的制度。香港採取併購後規範的制度，持有電信執照公司自行決定是否要於合併或收購活動之前徵詢電訊局長的意見。這樣既可達到管制的政策目標，也可盡量減少業者必須遵守的額外規定。

6.7 韓國頻譜管理政策--2002

6.7.1 韓國 4G 技術發展與頻譜規劃之動向

4G 行動通訊技術在 2005 年以前由各國各自獨立進行技術開發，到 2006 年透過 WRC 開始進行 4G 技術標準與頻率支配議題的討論。韓國電子與通訊研究院 (Electronics and Telecommunications Research Institute; ETRI) 制訂之 4G 規格，如表 6.7-1。

表 6.7-1 韓國建議之 4G 規格目標

區分	HMM
雙工方法 (Duplex)	FDD
多重擷取方法 (Multiple-Access Scheme)	OFDMA
最大傳送速度	100 Mbps@60km/h
最大頻率之效率	5bps/Hz (100Mbps/20MHz)
服務型態	Packet-Centric, Cellular
HOM/AMC	QPSK/16-QAM/64-QAM, LDPC
多重天線	MIMO/STC
ARQ	QoS-directed ARQ

依據 ITU-R 所安排的時程，4G 行動通訊系統的標準要等到 2006 年以後才能具體化。4G 系統標準化之前必須先開發系統以及商用化，基於這樣的目標，以及期望掌握全球標準的主導權，韓國認為先形成產業通行的標準 (De Facto Standard) 為其發展策略。

目前 4G 技術 (System beyond IMT2000) or B3G 技術研發，韓國國內以情報通訊部和韓國情報通訊技術協會 (TTA) 為中心積極地進行 4G 技術研發。

韓國已成立 4G 行動通訊願景研究委員會。ITU 預定 4G 商用化時間為 2010 年，並在 2007 年進行頻率分配。但是韓國計劃發展 4G 的腳步領先 ITU 所規劃的時程，所以韓國從 2003 年開始便領先研究相關頻率和核心技術，接著在 2004 年開發系統。

韓國情報通訊部在第一階段 (2001-2005) 的目標：到 2005 年要開發出核心原創技術，以主動推動國際 4G 標準，確保在國際行動通訊市場中的技術領導地位。為此，情報通訊部在此階段共投入 1354 億韓元 (政府補助 1104 億韓元) 開發經費在「超高速封包無線傳送技術」、「次世代行動通訊技術」以及「Mobile Soft Network 技術」。其中在「超高速封包無線傳送技術」方

面，目標是要在全國各地區均能提供 15Mbps 傳輸速率，在有限的地區能夠提供 100Mbps 的傳輸速度，為此共投資 560 億韓元（政府 500 億元）。而在「次世代無線通訊技術」方面，至 2005 年計劃共投資 240 億韓元（政府 160 億）。

在第二階段（2006-2007）目標：從第一階段產生的 4G 原創技術跟產業界共同進行開發商用化的系統，為了先佔 4G 行動通信服務的市場，迅速地推動商用化來確保核心基礎技術，以及追求主導 4G 行動通訊的國際標準。

6.7.2 韓國 Beyond IMT2000 的頻譜政策主要課題

韓國根據 WRC 於 2003 年額外支配的頻段（室內 5.150-5.250GHz；室外 5.250-5.350GHz 以及 5.470-5.725GHz），進行階段性的頻率分配。

為了能夠滿足 Home Network 的需要，隨時能夠穩定地進行廣播影視（Broadcasting Contents）的無線傳輸，60GHz 頻段的頻率不需經過無線局的允許即可使用。到 2007 年再檢討這項頻譜管理政策。

ETRI 在 5GHz 頻段已開發出 500Mbps 傳輸速率的 WLAN，以及在 60GHz 頻段開發出 1Gbps 傳輸速率的 WLAN 核心技術，以 2005 年作為提供服務的目標，並制訂頻率的分配政策。為了反應高速上網需求的增加，將開放檢討 IMT2000 TDD 頻寬（50MHz）作為高速上網之用。2005 年韓國將成為世界首位提供高速無線上網商用服務的國家。

ETRI 已經成功開發並測試完成能夠傳送 20Mbps 資料的行動通訊系統，這是 4G 的開發目標之一。ETRI 計劃於 2005 年構築完成此商用系統，到 2007 年計畫構築能夠傳送 100Mbps 的系統。

假如考慮 ITU 所展望到 2010 年能有 480MHz 的行動通信頻，韓國到 2010 年還需要增加 200MHz 的頻。因此考慮既有服務的延續性以及確保新舊服務使用頻率的相容性，所以建議以 IMT2000 的追加頻寬（1710-1885MHz，2500-2690MHz）以及週邊頻寬像 WRC2007 提案爭取作為 4G 行動通訊之頻譜。為了發展 4G 行動通訊的技術，未來韓國行動通信的頻譜將轉換成計價分配方式，來提供 4G 行動通訊服務。

6.8 紐西蘭頻譜管理政策--2001

無線電通訊服務、廣播服務、以及無線電測定服務未來頻譜的需求整理如下：

6.8.1 地面行動通訊服務

(一) 2006-2011 年之需求：

1. 緊急服務頻段：使用於公眾服務的頻譜將改為緊急服務，全國緊急服務均將採用數位發射技術。
2. VHF/UHF A, C, D, E, F Bands：將積極採用數位發射技術，以提供新功能。
3. 集群服務：將積極採用數位發射技術，但不會額外增加新的頻譜。

(二) 現況與趨勢：

1. 緊急服務頻段：約十年前，為提供頻譜予公眾安全服務使用，公眾安全無線電頻率管理團隊（The Public Safety Radio Frequency Management Group, PSRFMG）於焉成立。70-900 MHz 已規劃用於高品質的公眾服務無線網路，頻譜的數量與頻率的範圍應可滿足未來十年窄頻緊急服務系統的需求。

ESA 頻段 75.2-76.3 MHz & 78.1-79.2 MHz

ESB 頻段 138-144MHz

ESC 頻段 412 - 414 MHz & 422 - 424 MHz

ESD 頻段 813 - 813 MHz & 857 - 858 MHz

計劃要採用 ESC 頻段（412-414 & 422-424 MHz）提供泛歐中繼式無線電（Trans-European Trunked Radio; TETRA）及數碼集群行動通訊系統（Terrestrial Trunked Radio, TETRA）服務。

紐西蘭使用者對寬頻行動通信的需求與日俱增，但是寬頻系統目前尚未建立，公眾安全與頻譜協調仍在進行。

2. VHF/UHF 頻率的運作（A, C, D, E, F Bands）：紐西蘭地理環境高低不平，完善的地面行動通訊設施是不可或缺的，故高架中繼站遍佈全國。12.5 kHz 頻道有超過 2,550 個中繼站；25 kHz 頻道則有 1,830 個中繼站，此兩個頻段總共提供給 100,000 個行動通訊基地台使用。
3. 集群服務：透過集群運作可以自動進入某些頻道，集群運作非常有

效率，而且可以用於任何地面行動頻段。此服務內含兩個頻段：400 MHz 頻段乃按照英國 MPT1325 標準運作之公營系統，共有 1,360 個中繼站；而在 800 MHz 頻段中，民營系統乃依照 RFS32 標準營運，共有 260 個中繼站。在 400 MHz 頻段中，頻譜的使用較擁塞，未來應轉為使用數位系統。

6.8.2 航海行動通訊服務

(一) 2001-2006 年之需求：

高頻無線電服務將逐漸轉換成提供行動衛星服務，行動衛星服務為滿足與日俱增的需求，希冀能夠透過 2003 年世界無線電通訊大會之提案與討論獲得更多頻譜。

(二) 2006-2011 年之需求：

由於行動衛星服務的需求持續成長，使得由中央控管之高頻無線電服務將可能終止，而民營之高頻無線電事業可能持續使用數年。

(三) 現況與趨勢：

航海所需之無線電服務通常由 HF、VHF、部份的 UHF、以及衛星通訊...等技術所提供，而行動電話在區域通訊以及災難通訊的角色也逐漸受到重視。

目前大多數的小型船隻一般採用 VHF 無線電，而其餘的 4,000 艘船隻則採用 HF 無線電來彌補 VHF 無線電無法涵蓋的範圍。

由於衛星服務成本相對較高，導致行動衛星服務的成長受到限制。因此仍有許多採用 HF 無線電服務。

行動衛星服務迫切需要更多的頻譜，特別是提供使用於主要航域船隻所需。

6.8.3 行動電話服務

(一) 2001-2006 年之需求：

行動電話服務在此階段不需要新增頻譜。第一代行動通信將完全進展至第二代行動通信，而第二代與二.五行動通信服務將提供更為先進的功能，至於第三代行動通信服務之規劃預計將於 2006 年進行。

(二) 2006-2011 年之需求：

預期將於此階段後期進行第四代行動通信技術之規劃。可能發展 HAPS 技術以擴大行動網路。

(三) 現況與趨勢：

1. 蜂巢式行動通信網路提供無縫隙的通信服務，其貢獻如下：

- 涵蓋範圍可依需求調整。
- 整個涵蓋範圍內的功率密度相當平均。
- 基地台與行動電話的平均操作功率最小。
- 提供大容量的電信傳輸量。

行動電話需求成長來自於使用者要求方便的行動通信服務、隨時隨地能溝通的聯繫方式、以及 IP 相關服務的需要。市場的滲透程度取決於手機的成本與連結網路所需的成本。紐西蘭現有手機使用者近 220 萬人。

2. 影響行動通信服務未來發展的因素：

推行第三代行動通信技術的必要元素如下：

- 全球一致的頻譜分配與世界各國接受之技術標準、運作方式、以及相關的頻譜參數。
- 充足的頻譜配置。
- 新的多媒體應用，如：高速資料、IP 封包、以及行動無線電通訊等。
- 全球漫遊無障礙。

第三代行動通訊服務應在 2001~2003 年完成 800,900,1800,1900 以及 2000 MHz 頻譜分配。

2.5 GHz 頻段目前分配供電視廣播之用，此頻段想在 2001-2011 年期間騰讓有其困難性。

其他國際間應提出因應方案的議題如下：

- 軟體無線電 (SDR)。
- 無線系統之 IP 應用。
- 地面無線多媒體互動系統 (Terrestrial Wireless Interactive Multi-media Systems, TWIMS)。

然而，上述的議題無關於頻譜配置。

估計HAPS技術在未來的五年內尚無法普及，然而此技術非常適用於低人口密度的區域，例如：郊區，且成本較衛星平台低，預計可能在2006-2011年間開始實施。

6.8.4 低功率無線通訊

(一) 2001-2006 年之需求：

低功率無線通訊服務應用預期將大幅成長。因此，在此階段後期有可能產生干擾。

(二) 2006-2011 年之需求：

將產生新的全球應用服務，如果頻段問題不解決的話，將阻礙技術與服務之進展，並會導致問題叢生。

(三) 現況與趨勢：

低功率無線通訊設備已開始被廣泛採用，包括公眾無線區域網路、藍芽與其他高頻低功率技術。個人電腦在任何地點都希望能無線上網，以及數位電視與家庭影音娛樂系統的無線連接均將成為趨勢。由於所需要的資料傳輸速率高於 IR 技術所能提供的速度，因此，預期低功率無線通訊技術將快速成長。若全球公眾無線區域網路服務一致採用 5GHz 頻段，短期內該服務將可能產生大量設備需求。

6.8.5 太空無線電通訊服務

地球與太空之間的通訊通常是透過固定衛星服務 (FSS) 與行動衛星服務 (MSS)。FSS與MSS可以在同步衛星軌道 (Geostationary-Satellite Orbit, GSO) 上運作，使得衛星能夠在赤道上方與地球保持固定不動的關係。FSS與MSS亦可在各種非同步衛星軌道 (Non-Geostationary Orbits, N-GSO) 上運作，此時衛星會繞著地球旋轉。

6.8.5.1 同步固定衛星服務

近年來人造衛星數目成長趨緩，預期新資訊與通訊服務將可使用現有的人造衛星。

(一) 2001-2006 年之需求：

FSS 無法滿足社會大眾對新資訊與通訊服務的需求，特別是 Ku 頻段。然而，想要採用較高頻段，必須等到非同步衛星軌道部署完成。

(二) 2006-2011 年之需求：

大眾需求殷切，但需求的滿足與否，取決於能否及時提供非同步衛星寬頻服務。

(三) 現況與趨勢：

紐西蘭目前有九個衛星通訊站，由國外的衛星網路業者（包括：Intelsat & Optus）運作。C（6/4 GHz）頻段衛星早期提供通訊服務，擴展至目前提供電視與部份電信服務。服務持續與否的關鍵是考慮光纖電纜的替代性，光纖電纜比起衛星服務更具經濟效率且容量極大。

Ku（14/11 GHz）頻段，12.2-12.5 GHz，僅供四個小型衛星地面站網路（VSAT）使用，其中 12.2-12.375 GHz 受地面廣播與固定衛星服務競爭，使得大都市的固定衛星服務對該頻段不感興趣。

Ka（30/20 GHz）頻段，亦可使用於同步衛星軌道上運作，雖有衰減快的缺點，但是比起 C 與 Ku 頻段有頻寬大的優點。工作於 Ka 頻段的通訊系統將陸續在 2001~2006 年間開辦。一旦這些服務普及化後，將會影響 18 GHz 的固定服務，此乃肇因於在同一區域，固定服務與固定衛星服務會產生互相干擾的情況。

6.8.5.2 非同步固定衛星服務

新一代的服務正在發展中，而且可能適時成為資訊與通訊技術之主要提供者。

(一) 2001-2006 年之需求：

衛星服務系統正在發展中，並有一些試驗性的嘗試。

(二) 2006-2011 年之需求：

是否能滿足大眾的需求端視寬頻衛星網路能否完成。

(三) 現況與趨勢：

主要用於寬頻通訊的頻段為 Ka，目前尚沒有可供商業化的服務，但是某些網路業者如：Teledesic 和 Skybridge 預計在 2002~2004 年間開辦該項服務。

6.8.5.3 同步行動衛星服務

現有的網路通訊容量幾乎已全部耗盡，因此，只要有新的頻譜即會建立新的網路架構。

(一) 2001-2006 年之需求：

全球與區域性網路的需求遭抑制，僅能依靠更進一步的頻譜配置才能滿足大眾的需求。同步行動衛星服務目前用於支援國際海空運輸。

(二) 2006-2011 年之需求：

可能出現競爭的網路，而導致使用費率下降。

(三) 現況與趨勢：

目前主要的行動衛星服務由同步衛星軌道之衛星提供，運作頻段為 1.5 GHz，服務的範圍為陸地與航海之行動通訊。航海行動服務（使用 Inmarsat 系列衛星）主要提供聲音與低速資料傳輸（上限 64 kb/s）。從發照資料庫數據得知，在紐西蘭大約有 50 艘船隻使用 Inmarsat 的行動航海服務，雖然懷疑亦有行動衛星服務使用於地面，但是無法從發照資料庫得到證實。IMT2000 之 1980–2010 MHz & 2170–2200 MHz 頻段，雖已配置供行動衛星服務使用，但目前尚未開辦。

6.8.5.4 非同步行動衛星服務

(一) 2001-2006 年之需求：

需求極微。

(二) 2006-2011 年之需求：

預期將有部份 IMT2000 漫遊需求產生，而使用 VHF/UHF 頻譜之機艦追蹤技術亦可能產生少量的需求。

(三) 現況與趨勢：

Globalstar 衛星服務可能在紐西蘭開辦，但是目前尚未核准。該服務使用 1610–1625.5 MHz 上鏈與 2483.5–2500 MHz 下鏈頻段。其他的系統如鈹計畫與 ICO 亦有可能在紐西蘭開辦以滿足民眾需求。總體而言，行動衛星服務的頻譜應不虞匱乏。

6.8.6 廣播服務

國際電信聯盟將廣播定義為傳輸訊息且直接由社會大眾接收的無線電傳輸服務，服務內容包含：聲音傳輸、電視傳輸、以及其他型態的傳輸。廣播服務可以利用地面或衛星系統來運作。

廣播服務有兩種主要的類型：聲音廣播與電視廣播。另外，新服務包括固定、一對多點傳輸、以及直接衛星廣播（Direct To Home, DTH）傳輸。

聲音廣播目前主要的三個傳輸機制為 AM、FM、以及短波廣播，數位廣播平台則尚未完成建置。AM 從 1920 年代啟用，使用的頻段為 521-1612 kHz；FM 則使用 88-108 MHz 頻段；而短波廣播發展於 70 年代末期，在 5-30 MHz 頻段中以 AM 為基礎。

過去十年來無線電廣播服務以驚人的速度成長，紐西蘭成為全世界商業區無線電廣播節目數量最多的國家，目前在 AM 的 521-1612 kHz 頻段的中有 173 張執照，而在 89-100 MHz 頻段則有 515 張執照。另外，高功率短波發射臺使用一組頻率，發射範圍可涵蓋南太平洋地區，而中功率短波則使用於國內。

6.8.6.1 AM 廣播（MF 521-1612 kHz）

隨著發射臺數目減少，發射臺所需的頻率逐漸減少。

(一) 2001-2006 年之需求：

部份現有 AM 服務可能轉移使用 FM 廣播，且對更大涵蓋範圍的廣播系統需求與日俱增。

(二) 2006-2011 年之需求：

在這個時期可能有數位廣播的引入（以測試市場反應與發展為目的）。

(三) 現況與趨勢：

紐西蘭的 AM 廣播頻譜使用量非常大，但是獲分配新頻率的可能性很低。當現有廣播網路開始使用如定向天線技術時，預期發射臺的數目將維持相同或減少。

AM 訊號很容易受到高壓電纜的干擾，但是不會受到其他調頻 FM 發射臺的影響，AM 廣播非常適合談話性與音樂性之廣播服務。

由於 AM 訊號有可能造成涵蓋數千公里的夜間干擾，MF AM 廣播頻段受國際合約所管轄，這代表任何國家不能單方面決定 MF 頻段的使用。

雖然數位傳輸的技術標準化正著手進行中，但是國際電信聯盟並不急於召開會議來制訂 MF 頻段之新數位格式，因為現有的接收器數目眾多，將導致未來技術改變時的複雜度，而且新技術與現有技術無法相容，因此需要更長的時間來改變或同時播放類比與數位訊號。

由於現有 AM 頻段已滿，尋求更多的頻寬具迫切性。紐西蘭可能會跟隨美國、菲律賓、以及斯里蘭卡，額外提供 1612-1705 kHz 頻段供廣播服務之用。

6.8.6.2 FM 廣播 (VHF 88-108 MHz)

(一) 2001-2006 年之需求：

需求量很大，預期政府將針對新網路制訂政策以滿足需求（可能額外分配頻段--100-108 MHz）。

(二) 2006-2011 年之需求：

在這個時期可能會大規模地調整與重新分配現有證照，人口稠密區對 FM 頻率的需求仍高。

(三) 現況與趨勢：

當接收器與發射臺沒有對準時，FM 傳輸很容易產生多途徑失真的情況。在同樣的涵蓋範圍內架構 FM 之成本比 AM 低很多。

89-100 MHz 頻段受到控管，不過，業者通常擁有長期的使用所有權；100-108 MHz 頻段已移除原有的二個地面行動頻率，故此頻段現在可重新分配。原本使用 100-101 MHz 以從事低功率服務之頻段將轉為使用 107.6-108

MHz 頻段。預期紐西蘭政府將在 2001~2006 年間制訂 100-108 MHz 頻段之重分配政策。

紐西蘭有高達近 500 萬廣播聽眾，任何技術的變革都需要多方面考量民眾的接受程度和轉換的速度。因此預期未來十年仍舊必須維持類比廣播服務。

某些增值服務如 SCA，可能用於修正全球定位系統或提供低傳輸速率的數據應用。

6.8.6.3 短波廣播 (HF 5-30 MHz)

(一) 2001-2006 & 2006-2011 年之需求：

預期數位短波傳輸會有試驗性的進展，但是改變不會很大。

(二) 現況與趨勢：

在紐西蘭，高功率發射臺提供的涵蓋範圍可達太平洋；中功率發射臺涵蓋範圍為 Print Disabled 的無線電廣播，而這些服務的需求與日俱增。雖然已經完成數位短波服務之標準制訂，但是目前尚未發展其他相關之應用服務。

國際電信聯盟 WRC2003 待議事項 1.2 乃審查短波頻段的運作狀況，以供未來技術改革以及過渡方法之方向。目前可以看出技術將逐漸朝數位發展。

南太平洋衛星服務快速發展，該地區將逐漸降低對短波服務的需求，短波服務預計至 2011 年完全中止。紐西蘭無線電廣播事業解除對外國企業的限制，允許他國企業提供服務，相對地必須面對周遭國家提供之 21 項非管制性服務的擴展。Print Disabled 無線電所提供之服務仍需使用 4~7MHz 頻段的短波服務。

6.8.6.4 數位廣播服務

(一) 2001-2006 年之需求：

1. 30 MHz 以下：主要為學術上的研究，但預期有部份實驗成果。
2. 1.4 GHz 數位音訊廣播：預期將開始傳送少數的服務。

(二) 2006-2011 年之需求：

1. **30 MHz 以下：**預期將發展高頻數位授權管理 (Digital Rights Management, DRM) 系統以提供獨立地區服務。
2. **1.4 GHz 數位音訊廣播：**使用數位音訊廣播以輔助民眾防禦 (civilian based defense, CBD) 需求，但需視國際發展的情況與是否有廉價接收器而定。

(三) 現況與趨勢：

1. 30 MHz 以下之頻段：

自 1985 年以來中頻率與高頻率頻段已開始用輔助資料系統以提供服務，但是近來上述的頻段開始用於數位授權管理系統 (Digital Rights Management, DRM)。

數位授權管理技術已臻成熟，於 2000 年世界無線電大會上展示其成果，(發射臺位於葡萄牙，接收器位於伊斯坦堡)，結果顯示接收品質非常良好。

數位授權管理技術或其他相關技術可望在第一階段(2001-2006 年)發展完成，故預期第二階段 (2006-2011 年) 將在紐西蘭測試。

2. 30 MHz 以上之頻段：

某些國家已經完成在特高頻以及 1.4 GHz 之數位音訊廣播服務。歐洲的數位音訊廣播服務使用 223-230 MHz 頻段，但在紐西蘭該頻段用於類比電視，故無法使用。加拿大在 1.4GHz 數位音訊廣播服務上發展超前，而紐西蘭對此類服務該使用何種管道引入市場的規劃已經完成。國際上對於此種服務的發展顯得相當遲緩，故預期數位音訊廣播服務必須等到較具經濟效益的接收器存在之後才可能會有大量的需求。

3. 數位音訊廣播衛星服務：

數位音訊廣播衛星服務透過 Worldspace 衛星網路運作，但是紐西蘭對於採用衛星技術來傳送數位廣播服務不感興趣。

6.8.7 電視服務

過去十年來，紐西蘭的電視服務透過衛星與電纜從3個免費的電視頻道，演進至今日擁有20個以上的頻道，未來十年預期仍會有技術革新。

雖然增加了許多新頻道，但是大多數的人僅觀賞有限的頻道，沒有安裝有線電視。因此，未來必須以觀眾的興趣為出發點來制訂政策。

透過衛星技術有可能傳送電視頻道供紐西蘭全國人民觀賞，但是安裝碟型天線與解碼器所費不貲，而且如要同時在臥室、廚房、以及工作場所都能收看電視，需要再安裝設備才能接收到衛星的訊號。因此，建議仍採地面廣播技術，但此技術不包含現有的VHF網路，而且仍然需要其他的接收設備。所以，當有新世代的服務產生時，業者可以考慮提供容易接收、使用現有VHF頻段的免費服務。

6.8.7.1 類比電視

(一) 2001-2006 年之需求：

現有服務將持續提供，僅有小部份改變。由於頻段已非常擁擠，故預期僅有小部份新類比服務產生。另外，如果接收器經濟可行，新服務可能會改為數位的形式。

(二) 2006-2011 年之需求：

在這個時期某些類比電視服務可能開始轉為數位電視廣播服務。

(三) 現況與趨勢：

未來十年紐西蘭逐漸地從類比電視轉為數位電視。目前紐西蘭擁有 10 個涵蓋全國的地面廣播電視網、部份區域電視台與民營非商業類電視台。此外，另一 Maori 電視網路很快地也將開始運作。

紐西蘭以 UHF 與 VHF 電視頻率作為類比技術演進至數位技術之用。根據國際上的經驗，數位接收器的市場滲透率很慢，預期紐西蘭也不例外。儘管如此，預期紐西蘭的新數位平台開始運作之後，待數位接收器廣為市場接受，屆時將停止現有的類比服務。

6.8.7.2 衛星電視廣播服務

(一) 2001-2006 年之需求：

在同樣的衛星平台中，可能有兩個主要的數位電視業者。衛星與電纜仍是多頻道電視主要的傳送機制。

(二) 2006-2011 年之需求：

透過衛星傳送數位電視頻道仍將持續，同時將增加資訊與通訊技術服務。無線寬頻區域多點迴路系統（Local Multipoint Distribution System, LMDS）以及 12 GHz 一對多點服務也有可能提高競爭程度。

(三) 現況與趨勢：

衛星系統可以提供涵蓋全國的服務，因此，不需要安裝或維護許多電視轉播台。雖然衛星系統符合全國性節目的需求，但是無法有效地滿足區域性市場的需要，故會有提供區域市場節目競爭困難的問題。因為無線寬頻區域多點迴路系統除了可提供多種節目播送之外，亦可提供區域性的節目內容。

預期到了第二階段，大量的地面基礎建設將完成，取代部份區域對衛星電視的需求。此時面臨繼續使用衛星連結是否符合經濟效益的問題。儘管如此，在此二階段，衛星仍是紐西蘭電視節目傳送的主要方法。

6.8.7.3 數位地面電視廣播服務

(一) 2001-2006 年之需求：

數位地面電視廣播服務（Digital Terrestrial Television, DTT）預期將在此階段發生，但是因為民眾早已開始採購衛星數位平台，因此不免降低對 DTT 的需求。

(二) 2006-2011 年之需求：

預期在此階段末期可以完成在主要城市提供數位地面廣播電視服務。

(三) 現況與趨勢：

世界各國採用的 DTT 系統包括兩種主要的規格，紐西蘭採取歐洲 DVB 系列的規格，並已開始試播。另一種為美國的 ATSC 規格。比起類比技術，DTT 使用的功率較低，而且訊號傳輸品質更佳。有些國家 DTT 所使用的頻道為類比服務禁用的鄰近頻道。

6.8.8 協同服務

廣播與電信服務能夠透過數位流同時提供，故多服務平台有可能成為未來傳輸的選擇之一。因此未來將不僅只提供廣播服務。

全球目前有廣大的觀眾透過非廣播頻道來接收電視服務，包括 1. 一點對多點微波網路，如：MMDA、LMDS...等，2. 直接到府的衛星直播。預計紐西蘭未來可能使用這些技術，而網路的普及則是促使電視、無線電、聲音節目需求增加的因素之一。

6.8.8.1 固定一點對多點服務

(一) 2001-2006 年之需求：

此服務是否發展或使用何種頻譜尚未確定。

(二) 2006-2011 年之需求：

預期將透過 LMDS 平台來提供小城市之商務中心區服務。

(三) 現況與趨勢：

上述服務是否會進行仍是未知數，但網際網路與其他商業活動對頻寬的需求卻是顯而易見的。比起提供廣播服務，網際網路與商業需求更可能是固定一點對多點服務的催化劑。

6.8.8.2 直接到府衛星直播服務

(一) 2001-2006 年之需求：

直接衛星廣播 (DTH) 服務將大幅增加。

(二) 2006-2011 年之需求：

DTH 服務可能更進一步的增加。

(三) 現況與趨勢：

目前衛星直播服務業者有二個，一個已開始提供衛星直播，而另一個則仍在規劃的階段。因為缺乏提供衛星廣播服務的能力，故必須使用 DTH 服務，國際電信聯盟 2003 年世界無線電通信大會亦討論固定衛星服務應用於廣播的相關議題。

6.8.9 無線電測定

無線電測定服務包含無線電航行服務與無線電定位服務，其功能由國際無線電規章 (International Radio Regulations, IRR) 定義如下：

S1.9 無線電測定：透過無線電波來測量一物體之位置、速率、或其他特性之相關資訊。

S1.10 無線電導航：專用於航行的無線電測定，包含障礙警告。

S1.11 無線電定位：除了航行之外的無線電測定位置。

6.8.9.1 無線電航空服務

(一) 2001-2006 年之需求：

無線電航空衛星服務的系統效用將提高，這表示現有的無線電航空地面服務將停留在提供地面導航的階段。預計將發展改善機場飛機運轉之無線電導航系統。

(二) 2006-2011 年之需求：

透過發展新 RNSS 全球定位服務（Galileo 與 GBAS 的強化全球定位系統），對原有的地面導航系統之需求，如無線電全方位發射台（Omnidirectional Radio Range Transmitters, VOR）將減少。

(三) 現況與趨勢：

今日之無線電航空服務乃由特高頻之無線電全方位發射臺、非方向性燈塔（Non-directional Beacons, NDBs）、著陸設備系統（Instrument Landing Systems, ILS）、以及測距設備（Distance Measuring Equipment, DME）所組成。

透過 NDB，可以給予飛行員方向感，但較不精確。其涵蓋範圍為全國性的。

NDBs 在紐西蘭有 54 個，53 個使用 200–410 kHz 頻段，而 1 個則採用 1630 kHz 頻段。其中在 200 – 405 kHz 頻段有 10 個頻道尚未使用，應可滿足未來之需求。

VOR 也扮演類似塔臺之導航角色，通常使用於連接高度航路圖或終端 DMEs。112 – 118 MHz 頻段提供了 18 個 VORs，另有三個頻率核發予全紐西蘭使用。VORs 的使用情況與 NDBs 類似，透過遍佈全國的塔臺網路來滿足 46 架飛機對高度航路圖與終端 DMEs 的需求。VOR 有許多尚未使用的頻道可供未來擴展之用。

ILS 由左右定位臺(使用 108–112 MHz 頻段)、Glidepath(使用 325–405 MHz 頻段)、以及塔臺電波探測器(使用 75 MHz 頻段)所組成。全國有 5 個機場有 ILSs，每個跑道各有其 ILS 頻率。

DME 乃由地面詢答機、空中傳播發射臺/接受器所組成，使用 960–1215 MHz 頻段，由於有 43 個 DMEs、足夠的閒置頻段，未來之供應將不虞匱乏。

6.8.9.2 無線電航海服務

(一) 2001-2006 年之需求：

除了發展一些新的全球定位系統之外，預期將沒有太大改變。但透過船艦追蹤系統的引入將提高全球定位系統的效用。預期將持續透過無線電通訊來從事定位報導。

(二) 2006-2011 年之需求：

透過發展新衛星無線電導航系統(如：Galileo 與 GBAS 的強化全球定位系統)，有可能完成定位報導的自動化。

(三) 現況與趨勢：

在國際上，供航海使用的 NDBs 頻段為 285–325 kHz。紐西蘭全部的航海 NDBs 在 1989 年廢除。無線電航海的需求大多由衛星全球定位系統提供，而航海群聚則將透過特高頻所提供自動發射之船艦定位來達成。

6.8.9.3 無線電衛星航行服務

(一) 2001-2006 年之需求：

全球定位系統乃提供 RNSS 網路的主要管道。預期將有新的擴展系統產生。

(二) 2006-2011 年之需求：

預期將發展新 RNSS 網路(如 Galileo)以及全球定位系統。

(三) 現況與趨勢：

現有的 GPS 以及 GLONASS 兩個網路可以滿足大部份的航海需求。GPS

與 GLONASS 整合系統可以提供飛機非常精確的導航服務。而新 Galileo 網路則可改進之。

因為不同的修正資料變得更容易取得，預計將增加無線電衛星航行服務的使用。

結合手機技術與全球定位系統的新應用正在發展中，新道路導航服務以及長途自動駕駛系統亦然。在 20 年之內有可能產生自動控制行事的高速公路。有可能在 2011 年前完成上述系統的測試。

6.8.9.4 無線電定位系統

(一) 2001-2006 年之需求：

高功率無線電定位服務會微幅成長。雖然預期防撞雷達將快速發展，對現有的基地台的需求將不會有大幅度的變化。

(二) 2006-2011 年之需求：

部份現有之高功率地面系統將被其他技術所取代，而使用高頻微波頻段之低功率新應用可能快速發展。

6.8.9.5 地面雷達

地面雷達設備可提供航空、航海、以及氣象服務。在 Auckland、Ohakea、Wellington 以及 Christchurch (1240-1400 MHz) 有 4 個主要航空監控雷達，與 6 個次要監控雷達。

紐西蘭五個航海地面雷達使用 9.3-9.5 GHz 頻段，遍佈於全國各個不同的港口。

氣象雷達遍佈全國，使用 5.47-5.65 GHz 與 9.3-9.5 GHz 頻段，在 Christchurch 地區，將進行 wind profiling 雷達可行性之試驗 (42.5 MHz)，但在未來十年內不可能有任何顯著地進展。

6.8.9.6 航海雷達

一般非軍用之航海雷達使用 8.5-9.6 GHz 頻段，而政府用的航海雷達則使用 1.3 - 1.4 GHz、2.9 - 3.6 GHz、5.4 - 5.8 GHz、8.5 - 9.6 GHz、13.4 - 14.4 GHz 以及 15 - 17 GHz 頻段。

6.8.9.7 航空雷達

航空雷達高度計使用 4.2 – 4.4 GHz 頻段，而氣象雷達則使用 8.5 – 9.6 GHz 頻段，地面接近警告系統將整合雷達高度計以提供更完善的服務。

6.8.9.8 防撞雷達

短距離 (Short Range) 防撞雷達使用 76-81 GHz 無線電頻段，目前歐洲部份國家已採用，在不久的未來將引入紐西蘭。

第7章 軍用頻譜之管理政策

無線電頻譜限於技術發展能力與電子元件的特性，真正能使用的頻段數目相當有限，乃極珍貴且有限的國家資源。由於近年來通訊科技快速發展，新產品不斷推陳出新，使得頻譜資源隨著使用者的增加及各項服務項目的快速成長已發生不足的窘境。隨著「電信自由化」腳步加快，形成軍用與非軍用頻譜的「排擠效應」。因此，如何以更合理、有效率的方式分配、使用頻譜資源，一方面確保國防演訓及作戰任務之「指、管、通、電、情、監、偵」工作遂行，另一方面增進非軍用頻譜的使用效益為值得深入探討之議題。

7.1 英國軍用頻譜管理政策--2002

英國國防部制訂的軍用頻譜政策目的在於保障軍事任務所需無線電頻譜的使用權，在國家處於和平狀態時，頻譜僅做為訓練與戰術任務使用。英國國防部瞭解頻譜所能提供的商業價值，因此軍用頻譜亦應有效率地運用與管理。

國防部的軍用頻譜管理機構（The Defence Spectrum Management Organization, DSM）專門負責軍用頻譜的有效運作，並確保國防各部門成員能夠徹底瞭解軍用頻譜的使用範圍。

7.1.1 軍用頻譜需求改變

現代軍事行動與後勤支援等任務皆需要大量使用聲音、資訊、影像作為溝通的工具。因此，快速、有效的通訊品質就顯得格外地重要。而軍事上聲音、資訊、影像之傳輸大多透過無線電及衛星連結。同樣地，使用雷達技術以及無線電導航來搜尋、監視目標，在軍事行動中亦扮演著非常重要的角色。軍事通訊、感應器及導航設備若有合適的頻譜配置，將能提高戰鬥力，使我方的戰力倍增。因此，廣泛地使用無線電頻譜乃是軍事運作勝利成功的必備要件。

由於軍事行動趨於彈性化與機動化，前線以及總部對精確而即時的資訊需求快速提昇，因此，對頻寬及頻譜的需求，亦呈指數成長。軍用頻譜的需求預期未來仍會持續成長，因此如何發揮軍用頻譜的功能並進行有效管理，是軍用頻譜管理不可忽視的一個重要課題。

7.1.2 非軍用與軍用頻譜需求的平衡

國防部與無線電通信局目前所遭遇到的最主要挑戰，在於如何協調與分配非軍用與軍用頻譜，以滿足英國種類繁多的頻譜需求。無線電通信局與 DSM 致力於頻譜共享技術之發展，其目的在於解決不同使用者間使用上的衝突。大體上，軍用頻譜仍應由國防部管理，但是透過適當的頻譜共享策略，將可使頻譜使用更有效率。因此，任何軍用與非軍用頻譜共享的限制應清楚地載明。

由於國防部頻譜需求的改變，某些頻譜可以回歸無線通信局重新分配予非軍事用途，例如:410~430 MHz。

7.1.3 國際軍用頻譜協調組織

軍隊因各種原因，時常有機會派赴到世界各國（通常是盟國）部署，因此，符合國際標準的頻譜管理與配置是必須的。DSM 所參與的兩個主要聯盟為 NATO 與 CCEB（Combined Communications-Electronic Board）。

NATO 的 FMSC（Frequency Management Sub-Committee）每二到三年在 NATO 的總部布魯塞爾舉行會議，NATO 的會員包含軍方與民間代表。FMSC 所做的決定由 NATO C3 理事會與軍事委員會共同背書，這代表軍方的立場。民間會員參與的最大用意在於使會議的決定能夠符合民間的需求，當然，民間代表也同意儘可能支持軍方代表所達成的決議。參與 FMSC 的國家不僅有波蘭、匈牙利、以及捷克共和國，在某些特定的會議中，甚至包括東歐國家。

FMSC 將聯盟間有關頻譜管理的所有事項向上提報予 NATO C3 理事會，並準備 NATO 每年參與 WRC（世界無線電大會）的事務。NATO 授權 FMSC 掌管日常使用的頻譜（例如:225-400 MHz 頻帶）；同時維護 NATO 會員間協調軍事頻率與設備的資料庫。FMSC 下設有一群通訊技術專家。1982 年通過的 NATO 共同頻率協定（NATO Joint Frequency Agreement, NJFA），列出 NATO 協調各國供軍事使用的頻段，這些頻段是在 NATO 以及 CEPT 的會議中在民間的監督下通過供軍方使用。

每年澳洲、加拿大、紐西蘭、英國、美國、以及 CCEB 的主要軍事通訊主管都會舉行會議討論通訊問題。開會六個星期前，各與會國的頻率規劃者將過去一年中的重要發展作成頻譜管理報告。這些會議的主要的議程項目通常是為了即將來臨的世界無線通訊大會作準備。

CEPT 每年也會在 WG-FM 的贊助下舉行會議，邀請軍方與民間代表與

會，該會議可以就軍事、航行、甚至廣播...等議題作深入的探討。這個會議所做成的結論雖然不具約束力，但是議題或結論會被 CEPT 納入考量。

7.2 法國軍用/非軍用頻譜協調管理機制

法國於 1997 年 7 月 1 日成立電信法規主管機關 (Telecommunications Regulatory Authority, ART)，以及國家頻率管理機構 (National Frequencies Agency, ANFR)。針對電信事業成立了 (Directorate General of Industry, Information and Technologies, DiGITIP)。DiGITIP 隸屬於經濟、財務與產業部 (Ministry of Economy、Finance、and Industry)，DiGITIP 的任務包括授與公眾電信網路的營運執照，制定電信管理的法規架構，監督政府提供電信領域的管理措施，代表法國對外進行電信協議與談判，主管國家頻率管理機構 (ANFR) 的行政事務，以及管理法國電信公司及法國郵政部門。

法國-管理無線電頻率的專職機構叫做國家無線電管理辦公室 (ANFR)，主要任務是進行頻譜分配 (Frequency Allocation)，ANFR 將頻譜依據使用的業務與使用的單位明確劃分，並公佈法國頻率分配表，獲得頻譜分配的業務主管機構才有權指配頻率給其主管下的使用者，有權指配無線電頻率的機構包括國防部等九個政府主管機關。

ANFR 主管法國在全球各屬地以及國內無線電頻譜管理工作 (Managing Radio Spectrum)，ANFR 負責制定法國頻率分配表 (French National Table of Frequency Band Allocation)，在法國頻率分配表中界定各頻段分配給各個政府主管機關，以及規定各頻段可用的業務，包括專用頻段以及共用頻段，為了執行頻率管理任務，必須針對目前無線電頻譜運用狀況進行普查，並建立頻率運用的電腦資料庫，以確保頻率的最佳運用。ANFR 負責建立國家頻率指配電腦資料庫 (National Frequency File)，為國內各頻譜使用機關與鄰近國家進行頻率協商，。

ANFR 最高的決策部門為議事會，共有 18 名委員，每一季開會一次，除了有權獲得頻段指配的九個部門各有一名代表之外，外加行政部門主管、法國本土以外屬地的主管部門、外交部、財政門以及製造業與服務業的業界代表組成，議事會主管整個 ANFR 的業務方針，對於國際協商頻譜分配、頻譜遷移以及軍用/非軍用頻譜協調等重大決策作最後的裁奪。

ANFR 除了 18 名議事會委員與執行的各部門之外，視需要形成許多諮詢委員會，其目的提供給 ANFR 諮詢的意見，除了頻率使用的相關政府部門之外，也包括製造業與服務業的業界代表，提供 ANFR 專業的諮詢建議。包括有專門針對頻率長期規劃的委員會。

7.3 瑞典軍用/非軍用頻譜協商管理機制

瑞典頻譜管理執行單位為 NPTA，NPTA 將整個頻譜運用劃分為三類：第一類為非軍用頻段（Civil Use），包含非國防政府機構；第二類為軍用頻段（Military Use）；第三類為非軍用與軍用共用的頻段（Shared Use）。

劃分為軍用的頻段由軍方管理與使用，但是如果軍方還需要已經劃分為軍用頻段以外頻段必須向 NPTA 提出申請；NPTA 如果希望軍方騰讓部份頻帶作為民間使用，也可以與軍方訂定頻譜騰讓的協定，NPTA 與軍方協議頻率騰讓時先經由雙方的部長協商，如果協商不成才由法庭作裁決。

非軍用與軍用頻率騰讓協商時考慮是否要軍方整個頻段騰讓（Whole Band），或僅需要騰讓部份頻段（Part of the Band），必須要考慮讓軍方遷移到什麼新的頻段？以及必須騰讓的地理區域、騰讓的時間，例如大都會區先騰讓。NPTA 不會給予軍方任何騰讓頻率的費用。

瑞典並不收頻率使用費，但是對於無線電的使用者是每年收取執照費，對於軍方也免除其支付執照費，但是 NPTA 為軍方所作的任何頻率協調相關工作，或是人員所花的時間與費用就要求軍方按實際情況分攤。瑞典的憲法精神是首相對所有的政府行政負責，其部會組織很小，實際執行法案要求的事務在通訊與郵電方面是在 NPTA 執行，部長不可以干涉 NPTA 針對郵政與電信方面的專業事務，NPTA 負責執行有關於郵政與電信方面的法令。

7.4 德國軍用/非軍用頻譜協商管理機制

德國於 1998 年 1 月 1 日成立電信與郵政管理機構（Regulatory Authority for Telecommunications and Posts，Reg TP）。Reg TP 是設立於德國聯邦經濟部（Federal Ministry of Economics）之下。頻譜管理依據國家頻譜分配表、負責對頻率使用之規劃、以及頻率之指配。

Reg TP 組織之總裁為最高行政業務代表，有一個決策小組（Ruling Chambers）以及一個諮詢委員會（Advisory Council），協助總裁處理諸如軍用/非軍用頻譜協商等重大決策。

7.5 以色列軍用/非軍用頻譜協商管理機制

以色列頻譜管理的功能屬於以色列的通信部（Ministry of Communication），是由頻譜管理與監測局（Spectrum Management & Monitoring Division）負責執行。

以色列在處理國防用與非國防用頻譜分配的議題時，由「國家頻率委員會」來進行研擬，委員會僅有6位代表，其中2位代表來自國防部，2位代表來自通信部，1位代表來自警政署，1位代表來自運輸部。這6人委員會即具有協調軍用與非軍用頻譜分配的決策權力，雖然此委員會採多數決的方式作為議題決議的方式，但是一般仍希望經由理性的討論而獲得全體委員一致的共識為其達成決議的基礎。

7.6 英國軍用頻譜的使用情況與政策

7.6.1 極低頻（Very Low Frequency, VLF）頻段—3~30 kHz

目前軍方使用情況：

VLF 頻段適用於航海中水面的長距離傳播，包括軍艦的通訊。所有協調使用的請求都必須經國防部批准。

非軍用低功率設備也使用部份 VLF 頻段，由於其使用不受保護，因此很可能在軍方傳輸時受到干擾。

低功率傳輸可用於保護生命安全（safety-of-life），例如：偵測電纜是否有洩露。此乃與設備製造商及民間使用者協商運用而達成的協議。

未來政策：

由於 VLF 頻段所提供長距離電磁傳導性能，使得此頻段可用於長距航海廣播，未來軍方對此頻段的需求將持續。國防部會監督 VLF 頻段低功率的使用情況與發展，並適時提出意見。

7.6.2 低頻（Low Frequency, LF）頻段—30~300 kHz

目前軍方使用情況：

LF 頻段用於協助船艦、飛機與塔台間通訊，軍艦與飛機依要求使用遠程無線電導航系統。此頻段也使用於長程航海廣播通訊。

未來政策：

由於全球定位系統普及，降低了水面導航系統（surface navigational systems）的重要性，但是直到宣佈此系統淘汰前，仍然會繼續使用 LF 頻段。未來 LF 頻段將持續用於長程航海與航空廣播通訊，而國防部必須確認頻譜的分配符合航行與通訊的需求，且其分配細節必須保密。

7.6.3 中頻（Medium Frequency, MF）頻帶—300~3000 kHz

目前軍方使用情況：

海軍與空軍使用 MF 頻段以協助非方向性（non-directional）的航行運作。

ADSL（Asymmetrical Digital Subscriber Lines）、VDSL（Very High Speed Digital Subscriber Lines）、以及 PLT（Power Line Technology）的普及間接造成 MF 與 HF 使用者的潛在干擾，這些家庭或企業所使用的技術會導致 1.5~30 MHz 頻帶產生干擾。國防部將追蹤此一發展趨勢，並告知中頻使用者可能受到的影響。

未來政策：

國防部將延用此頻帶直到衛星或其他系統取代現在的系統。必要的話國防部將要求立法控制 ADSL 可能產生的影響。

7.6.4 高頻（High Frequency, HF）頻帶—3~30 MHz

目前軍方使用情況：

HF 頻段透過電離層折射電波可以長途傳輸。國防部利用 2.5-30 MHz 頻帶作長程策略與短程戰術的通訊。某些航空頻帶專門用於軍事用途，而其他的 HF 頻帶則以“first come, first served”的方式與其他民間使用者共享。

HF 之通訊技術藉由先進的訊號處理技術與微處理頻道控制的引入而有了很大的改善。

未來政策：

國防部將協助參與世界無線電通訊大會所需準備的軍事相關資料，並藉由追蹤國際上使用 HF 的情況來分析英國 HF 可能存在的運作限制。

國防部將追蹤新頻譜以及軟體無線電的導入情況，同時鼓勵將新技術實際應用於軍方 HF 頻譜的利用。另外，國防部將測試並監控 ADSL 可能產生的影響。

7.6.5 特高頻（Very High Frequency, VHF）頻帶—30~300 MHz

目前軍方使用情況：

VHF 乃陸軍用於操練指揮與控制，不過，由於頻譜分配無效率且不符合戰術訓練的需求，而導致管理上的問題叢生。另外，此頻段也用於支援固網、少數的飛航頻道、以及許多區域性無線電管理網。

未來政策：

國防部將區域性非戰術無線電管理網從 VHF 頻道遷移至超高頻頻帶。

7.6.6 超高頻（Ultra High Frequency, UHF）頻帶—300~3000 MHz

(一) 225~400 MHz

目前軍方使用情況：

225~400 MHz 是目前 NATO 指揮與控制最主要的頻段，用於 NATO 諸國之間軍事作戰與行動通訊。此頻段由 NATO 管理，能容納各種通訊系統，使用範圍包括 A-G-A（Air-Ground-Air）派遣、行動衛星通訊、總部與分部的溝通連結、軍事衛星與作戰無線電轉播...等。由於此頻段需求的增加，NATO 將重新檢討此頻段頻率的使用情形。

作戰無線電轉播使用大部份的頻段，以提供陸地無線電轉播網的連結，而所有的軍事無線電轉播設備必須適用於各種不同頻段的頻率，這是作戰的需求。新的作戰無線電轉播設備具有傳輸大量資訊的能力，導致目前的頻寬（500kHz~2 MHz）不敷使用。當國家處於安定期時，無線電轉播訓練也是很重要的活動，但通常會刻意遠離人口稠密區來進行訓練。

NATO 允許 225-230 MHz 可以供民間使用；英國國防部亦同意共享該頻段以供地面數位聲音廣播（DAB）；NATO 亦准許共享 380-385 MHz 與 390-395 MHz，以供民間緊急通訊使用；英國內政部亦建立 PSRCS（Public Safety Radio Communications System）來滿足警政與其他安全服務的需求。

未來政策：

此頻段的管理策略乃提供頻率以作為軍艦、陸/空防禦、空中交通控管、搜救、與行動衛星連結之用。此外，國防部將：

- 與 NATO 合作，持續促進此頻段在國際上一致的運用與管理。
- 繼續提供作戰所需的無線電頻譜，並發展寬頻傳輸的計劃。
- 監督 T-DAB 地面數位廣播系統（此系統遍布歐洲，接近 NATO 的軍事航空危難頻道（243 MHz），與偵察飛機的頻道（230 MHz）對各軍事單位可能產生的干擾。
- 支持 NATO 重新分配 225-400 MHz 頻帶，以達到降低閒置頻道及發展新技術（占用較少頻寬）之用。
- 支援 PSRCS 在 380-385 MHz & 390-395 MHz 頻段可能的軍方需要。
- 支援給 Skynet 5 分配頻率。

(二) 400~450 MHz

目前軍方使用情況：

此頻段用於氣象服務、地面行動服務及地面雷達。此頻段有部份與業餘無線電(Amateur services)共用。任何干擾問題是由英國無線電公會(Radio Society of Great Britain)解決。

400.15-406 MHz 頻段乃用於太空火箭、衛星、遙測技術、與資料連結等系統作為預測氣象之用。

420-450 MHz 頻段是用於長程雷達監控警報系統，此系統是經過許多國家政府同意才建立，在可預見的未來仍會持續存在。

406-450 MHz 用於管理無線電及地面行動網，如：安全、空難與火災網、後勤支援...等。部份頻帶將與民間無線電行動系統共享。

未來政策：

頻譜協調程序的改變都需要透過無線電通信局方能正式生效，國防部會與英國無線電公會（Radio Society of Great Britain）保持緊密的聯繫。

國防部同意將 410-430 MHz 開放予民間使用，而軍方則使用重新分配的 406~410 或 430-450 MHz。亦將持續與無線電通信局合作進一步釋放頻

譜。

國防部將持續保留 401-406 MHz 頻段執行氣象任務之需要。

國防部將尋找適用於 406-410 與 430-450 MHz 頻帶的技術與設備。

(三) 5.6.3 590~598 MHz

目前軍方使用情況：

國防部將此頻段開放與民航局 (Civil Aeronautics Authority, CAA) 共享，用於航空無線電雷達系統之用。

(四) 5.6.4 856~ 860 MHz/870~888/915~933 MHz

目前軍方使用情況：

856-860 MHz 頻段可以容納一些 500 kHz 的作戰訓練無線電轉播頻道。

870-888 MHz 與 915-933 MHz 用於軍事通訊訓練。另外，戰術無線電廣播系統需要 NATO 協調 10 MHz 的頻譜，以作為橫越 NATO 諸國邊境使用。

國防部曾同意將 870-888 & 915-933 MHz 頻段開放供商用類比蜂巢式系統 (analogue cellular systems) 共享，前提是軍方需要時能夠將此頻段的使用權歸還予國防部。由於類比蜂巢系統現在已經不用了，故此頻段經國防部與無線通訊局協調後將開放給新的數位蜂巢系統、TETRA、鐵路通訊系統共用。

未來政策：

國防部將支援英國境內的軍隊與 NATO 軍隊之間無線電戰術轉播訓練，並支持 NATO 要求各國皆配置 10 MHz 頻譜，以便戰術無線電廣播系統能跨越 NATO 諸國邊境。

國防部將尋求與手機、TETRA、以及鐵路通訊系統共享頻譜的最適配置點，以利軍事通訊訓練的持續執行，同時監督此頻段 TETRA 技術的發展，以滿足地區性軍事管理的需求。

(五) 5.6.5 960~ 1215 MHz

目前軍方使用情況：

此頻段用於全球航空無線電系統（aeronautic radio navigation systems），目前由 CAA 掌管。CAA 管理 DME (Distance Measuring Equipment Systems) 以及 TCAS (Traffic Collision Avoidance Systems) 兩大系統頻譜的使用情況。軍方使用 960-1215 MHz 中的部份頻段作為航空作戰系統之使用（tactical navigation system, TACAN），而該頻段乃透過 CAA 與 NATO 協調之後分配，包含兩個頻道 1030 & 1090 MHz，供目前的 IFF (Interrogation Friend or Foe) 與 SSR 使用。另外，JTIDS (Joint Tactical Information Distribution System) 系統使用 969 - 1206 MHz 頻段。

軍隊在操作 JTIDS 系統時必須避免干擾民航設施，The CAA-MoD-JTIDS Agreement 即載明 JTIDS 在運作上應避免干擾到大眾 DMEs 的可能性。

未來政策：

TACAN 系統、DME 系統、JTIDS 系統，乃進行軍事活動不可或缺的無線電通訊系統，在不干擾民航頻率的限制下，國防部將繼續支援上述系統的頻譜需求。

(六) 5.6.6 1215~ 1350 MHz

目前軍方使用情況：

此頻段適用於海空防禦的長程雷達監控，民航也有類似的頻譜需求。此頻段亦包含國際電訊聯盟規定的軍用全球定位系統之頻段（1227.6 MHz）。

未來政策：

國防部將確保長程雷達與全球定位系統所需要的頻譜不虞匱乏。

(七) 5.6.7 1375~ 1400 MHz & 1427~1452 MHz

目前軍方使用情況：

此頻段主要用於戰術訓練之無線電轉播設備，亦可使用於無線電寬頻設備，以提供安全監控、影像與資料的傳輸和軍事測驗與發展，是航空遙

測所需之頻譜。

未來政策：

國防部將保障無線電天文學使用之 1400-1427 MHz 頻段，確保戰術訓練的無線電轉播、現有的空運、及固定遙測技術連結能繼續使用此頻段。航空運遙測技術將不再採用此頻段，計劃改用 2310 – 2400 MHz 頻段。

(八) 5.6.8 1559~ 2450 MHz

目前軍方使用情況：

1559-1610 MHz 頻段分配予無線電航空服務使用，其中 1575.42 MHz 專門用於全球定位系統的下鏈 (Down Link)。

氣象局的氣象探測火箭與軍隊砲兵單位運作的頻段為 1670-1690 MHz；而 1670.5 & 1671.5 MHz 頻段則供地面飛航電話系統 (Terrestrial Flight Telephone System) 與氣象衛星傳送系統 (Meteorological Satellites Transmitting) 使用；1690-1710 MHz 供氣象衛星系統使用。

SKYNET 衛星透過 1760~1840 MHz 頻段提供衛星通訊、遙測與控制以及指揮/命令的上鏈；而 2200 - 2290 MHz 則用於遙測技術的下鏈。

在 2025-2110 MHz & 2220-2290 MHz 頻段中，2 倍的 45 MHz 頻帶已由 CEPT 指定為無線電作戰轉播使用，未來在 1350 – 2690 MHz 頻帶中，NATO 諸國將協調使用相同的無線電轉播設備。

2310-2450 MHz 頻帶用於軍事上固定、遙測、以及行動方面的服務，並與內政部共享。長程的航空遙測鏈更受到特別保護。在歐洲，各種低功率設備乃透過 2400-2483.5MHz 頻段來運作，軍方對低功率無線電技術極有興趣。

未來政策：

國防部將確保上述技術、系統所需運用之 1559-1610 MHz、1670-1690 MHz、1690-1710 MHz、1350-2690 MHz、2025-2110 MHz & 2220-2290 MHz 頻段的供應無虞，並選擇次頻帶 2400-2483.5 MHz 作為低於 100mWatts 的低功率發射器使用，以增加未來低功率設備的彈性。新的航空遙測裝置將鎖定於 2310 – 2400 MHz 頻段。

(九) 5.6.9 2700~3600 MHz

目前軍方使用情況：

無線電航行所使用的 2700-3100 MHz 頻帶乃用於監控軍用與非軍用的船舶與飛機。2700-2900 MHz 頻段用於非軍用與軍用飛機場的監控與雷達交通控制；2900-3100 MHz 頻段則用於民間航海/航空交通控制以及航海的雷達系統上。

3100-3400 MHz 頻段多使用於大功率的陸海空雷達，且其使用之地理涵蓋範圍極為廣大，包括短程的海空防禦系統、長程的空中防禦以及空降雷達。在國家處於和平時期實施的電子戰演習與對策，需要大量的頻寬與各式各樣的頻率與頻帶，因為高功率、不同雷達需要各自專門的調整技術、以及接收器非常敏感...等因素，使得此頻帶無法與其他服務共用。

3400-3600 MHz 頻帶用於海空雷達系統。國防部同意開放與民間的行動電視廣播及無線固定連結共享此頻段。

未來政策：

國防部將持續維持未來海軍雷達系統與設備所使用之 2700-3100 MHz & 3100 - 3400 MHz 等頻段，並且支持世界無線電通訊大會所提出之升級主要無線電配置的建議，以支援使用 2900 MHz~3100 MHz 頻段的海軍雷達系統。

7.6.7 極高頻 (Super High Frequency, SHF) 頻帶—3GHZ~30 GHZ

目前軍方使用情況：

國防部將 4200-4400 MHz 頻段開放與民航共享，此頻段用於飛航精密雷達測高儀與鄰近地面警報系統。

4400-5000 MHz 乃用於軍事固定與行動服務，此頻段已經過 NATO 諸國協調同意用於軍事行動。此頻段包括許多寬頻頻道供戰地通訊系統作為“down-the-hill”連結用。此頻帶的前段與無線電天文學系統共用。國防部將採取方法來保護此共用頻段免受干擾。

5000-5150 MHz 用於無線電航行系統，此頻段規劃用於微波登陸系統 (Microwave Landing System, MLS)。

軍事作戰雷達系統使用 5250-5850 MHz 頻段，以作為短程到中程的偵

測。與廣播、氣象局氣象雷達、距離追蹤、車輛運輸位置、以及雷達的研究與發展等系統共用此頻帶。

7250-7750 MHz 用於英國 SKYNET 固定衛星下鏈，上鏈使用的頻段為 7900-8400 MHz；7250-7300 MHz 用於行動衛星服務下鏈，上鏈使用的頻段為 7900-7950 MHz，此乃連繫英國駐海外軍隊最主要的管道。衛星的頻譜配置乃經過 NATO 協調，此外，數個 NATO 會員國亦採用類似的衛星系統；SKYNET 固定衛星上鏈頻段也經過協調確保衛星地面接收站能免於干擾。7300-7750 MHz 開放與民眾固定連結系統共享。上述的頻譜配置乃國防部與無線通訊局協調後的結果。國防部透過無線電通訊局的協助參與國際衛星協調會議。

無線電航行系統使用的頻段為 9300-9500 MHz，而無線電定位則使用 8500-10125 MHz 頻段。8500-10125 MHz 頻段廣泛被使用於軍事防禦雷達系統，包括：戰地雷達系統、監控雷達系統、供機場／軍艦追蹤與控制的導彈距離精密度測量雷達系統。

高度解析的雷達系統之需求與日俱增，英國國防部分配 10.125-10.5 GHz 頻段供高度解析雷達系統使用，以作為空中資料連結使用。國防部已允許此頻段與民間共享，以協助固定無線接續系統導入市場，至於共用的範圍目前尚在研議中。

13.25-14 GHz 乃用於無線電航行與定位系統（Aeronautical Radio Navigation and Radiolocation），可以作為低層次的領空防禦、監控與航行雷達使用。

經 NATO 協調，14.62-15.23 GHz 乃用於固定/行動通訊、空運資料連結、以及短程無線電轉播與固定連結等系統。

15.7-17.3 GHz 用於各種的寬頻資料、指揮連繫、測試雷達、探勘、測量距離、以及民航空行動控制雷達設備等使用，其中 15.7-17.1 GHz 已由 NATO 協調供軍事防禦使用。

經 NATO 協調的 20.2-21.2 GHz 頻段，規劃用於軍事行動衛星下鏈系統，另外上鏈系統則採用 43.5-45.5 GHz 頻帶。美國空軍也使用此頻段，但同意將此頻段與民間衛星系統分享使用，這對英國國防部造成極大的壓力。

經 NATO 協調的 26.5-27.5 GHz 頻帶乃供固定與行動系統使用。此頻段乃分配予需要 1GHz 以上頻寬的寬頻系統使用。此頻段中的一部份與鄰近頻段有可能用於寬頻互動服務，而這些服務的技術發展亦可用於軍事防禦上。

未來政策：

國防部將持續監督 SHF 頻段的使用情況並適時給予建議，由於頻寬需求的增加，國防部必須確保有足夠的頻譜可用。

國防部已指定 4400-5000 MHz 頻段作為未來對流散布系統（Tropospheric Scatter Systems）之用，此系統可提供寬頻與超過 300 公里的長程通訊連結。

7.6.8 超極高頻（Extra High Frequency, EHF）頻帶—30GHz 以上

目前軍方使用情況：

30-31 GHz 此一經 NATO 協調過的頻段目前尚未使用，未來規劃與 20.2-21.2 GHz 頻段一同使用於 NATO 諸國的軍事行動衛星系統。

33.4-36.0 GHz 頻段經 NATO 協調，用於 NATO 諸國的海陸空追蹤系統。

36-37 GHz 此一經 NATO 協調過的頻段目前尚未使用，未來規劃用於 NATO 諸國的軍事固定與行動服務上。

39.5-40.5 GHz 此一經 NATO 協調過的頻段目前尚未使用，未來規劃與 50.4-51.4 GHz 頻段一同使用於 NATO 諸國的衛星系統。

59-61 GHz 此一經 NATO 協調過的頻段目前尚未使用，未來規劃使用於 NATO 諸國的雷達、固定與行動系統；在英國 59-64 GHz 頻帶乃使用於固定、行動、與無線電定位服務。由於此頻段無線電功率衰減極快，預期不同服務共用此頻譜的可行性很高。

以下的頻段，並非專門供軍事防禦使用：

- 71-74 GHz：用於固定與固定衛星、行動與行動衛星服務。
- 77-81 GHz：用於無線電定位服務，目前正在試驗中。
- 81-84 GHz：用於固定與固定衛星、行動與行動衛星服務。
- 92-95 GHz：用於固定、固定衛星、行動、以及無線電定位服務，目前正在試驗中。
- 95-100 GHz：用於行動、行動衛星、無線電航行衛星、短程無線定位服務。

第8章 結論與建議

8.1 參考 WRC2003 針對頻譜支配的決議，作為調整我國頻譜分配的準則

參考 WRC2003 針對頻譜支配的決議（表 8.1-1），作為調整我國頻譜分配的準則。

表 8.1-1 WRC2003 有關頻譜支配的決議

應用/服務	WRC2003 決議
Wireless LAN	<ul style="list-style-type: none"> ● 5.150-5.350GHz以及5.470-5.725 GHz作為Wireless LAN使用。 ● 供Wireless LAN用的頻譜中，100 MHz（5.150-5.250 GHz）限制只准在室內使用。
公眾安全與災難救助的頻譜	<ul style="list-style-type: none"> ● WRC2003獲致一個決議，將開發寬頻的技術以供公眾安全與災難救助之用，預期未來在這些領域的運用會需要較高的資訊傳輸速率，至少需要384-500Kbit/s，寬頻的應用則傳輸速率需要1-100Mbit/s。在WRC2003協議的指導之下，設計未來災難救助新產品。 ● 目前國際上用於PPDR的頻段如下： REGION 3（亞洲與澳大利亞）：用到的頻段包括 406.1-430MHz，440-470MHz，806-824/851-869MHz，4940-4990MHz 以及 5850-5925MHz。有些在 REGION 3 的國家也使用 380-400MHz 以及 746-806MHz 作為 PPDR 的用途。
高空平台頻譜	<ul style="list-style-type: none"> ● HAPS目前已進入開發的成熟階段，有些國家通知ITU說明其HAPS系統在47.2-47.5GHz以及47.9-48.2GHz的頻段中運作。 ● WRC2003討論可能允許HAPS運用27.5-28.35GHz以及31-31.3GHz 供HAPS使用。
太空觀測服務頻譜	<ul style="list-style-type: none"> ● WRC2003批准讓太空導航使用108-117.975MHz頻段。 ● WRC2003決議支配108-117.975MHz頻段供太空行動無線導航服務運用，須符合國際航行標準的領航資訊傳輸。
機/船上地球站頻譜	<ul style="list-style-type: none"> ● WRC2003決議支配使用5.925-6.425MHz以及14-14.5GHz的頻段供ESVs。WRC2003亦同意14-14.5GHz頻段供飛行器上的發射接收站與固定衛星通訊。
業餘無線電頻譜	<ul style="list-style-type: none"> ● WRC2003要求，在REGION 1和3，廣播業界須讓出7100-7200kHz 供業餘無線電使用。 ● 廣播業在ITU REGION 1和3被遷移至7200-7450kHz，在ITU REGION 2廣播頻帶則為7300-7400kHz。 ● 以上廣播頻段必須於2009年3月29日遷移完畢。
衛星聲音廣播頻譜	<ul style="list-style-type: none"> ● 在REGION 3，南韓提出要求支配2.5 GHz頻譜供衛星聲音廣播（Broadcasting-Satellite Service, BSS Sound）服務所用，然而2630-2655MHz是未來預留給IMT2000行動通訊之用，如何避免BSS與IMT2000在此頻段附近產生干擾是討論的重點。

8.2 參考美國的規範，儘速分配我國非管制頻譜，使產學界可以即早研發

美國 FCC 是在 1985 年准許不需執照運用展頻技術於 902-928MHz，2400-2483.5 MHz 以及 5725-5850MHz 頻段，其設備不可發射功率超過 1W。這些頻帶可供短距離、非常高速數據傳輸的寬頻應用，諸如：無線電腦對電腦的通訊。由於頻率非常高，所以電波傳播距離很短，減少干擾其他無線電設備的機會。此外，設備必然用聚焦的點對點天線，這也減少干擾的機會。FCC 於 1995 年開放 59-64GHz 頻帶供不需執照的設備使用。

FCC 於 1999 年又再度基於國家資訊基礎建設 (U-NII) 往寬頻方向發展的需要，開放 5150-5350MHz 及 5725-5825MHz 兩頻段作為 ISM 頻段。

FCC 在 2001 年又再度開放 57 到 59GHz 的頻段。在 5GHz 的頻段，歐洲 ISM 頻段與美國不太相同，在低頻段，歐洲開放 5150-5250MHz，然而，在高頻段，歐洲開放 5470-5725MHz，在歐洲稱為 HiperLAN2 頻段。

非管制無線電設備所使用頻段越來越高，例如：PCS 無線電話工作於 2GHz，直播衛星接收系統工作於 12 GHz，這些都是消費者花一兩百塊美金就能買到的設備。現在企業界要求使用 40 GHz、77 GHz 甚至有要求使用 95 GHz。頻率在 30 GHz 以上稱為 millimeterwave，在這個頻段無線電波傳輸衰減非常迅速，由於波長非常短，天線也可讓傳輸的能源非常集中，天線的體積也可以很小。

由於高頻無線電的物理特性，所以在高頻的頻段應不需要由政府來管制使用，這與電波管理機構管理低頻頻譜態度不同。

8.3 鼓勵不受管制設備動態使用受管制的頻譜

可以透過使用頻譜的規約 (protocols) 來確保不管制設備不至於對現有執照的設備造成干擾，或者是由「頻譜管理者」(band manager) 來調度頻譜的使用。擁有執照的使用者，可能願意讓一個「頻譜管理者」來調度其未使用的頻譜，讓非管制使用者付費使用，這樣也可增加執照使用者的收入。

經由彈性的規範及次級市場的漸次形成，提供具有執照或不具執照業者誘因以增進頻譜的有效使用。這將可使業者將消費者需求、科技進步及競爭情形納入考慮，從基礎改變業者對頻譜的使用規劃。另外，在鄉村或較不擁擠地區增加功率限制的彈性。

現今的科技進展使得可以在頻段、功率、空間等變數之外，將時間納入頻譜政策的考慮之中，此增加的彈性將可使頻譜權利的核配與使用更具動態性更可使未使用或已使用的頻譜供多位使用者進行時間分享，促進頻譜資源的更有效使用。

要讓非管制的設備能有序地使用管制的頻段，一個新的「頻譜管理者」的角色必須形成，可以透過競標的方式來產生這種「頻譜管理者」。頻譜管理者可制訂規則，管制使用的授權，以及認證生產這類非管制設備的廠商。「頻譜管理者」可由其業務中獲得收入，可利用其收入去研究最佳的管理方式，以及非管制設備所需的功能與條件。建議國內開始研究「頻譜管理者」的角色、定位和運作模式。

8.4 建議非管制運用高頻帶頻譜

基於高頻的特殊物理特性，建議未來管理高頻應該不要延續採用低頻的頻譜管理方式，應該要考慮管制的優點及必須付出的成本。建議採用不管制的方式去運用 30GHz 以上高頻帶的頻譜。

8.5 軍用/非軍用頻譜協調管理機制

法國管理無線電頻率的專職機構叫做國家無線電管理辦公室 (ANFR)。ANFR 將頻譜依據使用的業務與單位明確劃分。獲得頻譜分配之業務主管機構負責指配頻率予其管制下的使用者。

ANFR 最高的決策部門為議事會，共有 18 名委員。除了有權獲得頻段指配的九個部門各有一名代表之外，外加行政部門主管、法國本土以外屬地的主管部門、外交部、財政部門以及製造業與服務業之業界代表組成。議事會對於軍用/非軍用頻譜協調等重大決策作最後的裁奪。

瑞典頻譜管理執行單位為 NPTA。NPTA 將整個頻譜運用劃分為三類：

1. 第一類為非軍用頻段 (Civil Use)，包含非國防政府機構；
2. 第二類為軍用頻段 (Military Use)；
3. 第三類為非軍用與軍用共用的頻段 (Shared Use)。

劃分為軍用的頻段由軍方管理與使用，但是如果軍方還需要已經劃分為軍用外之頻段必須向 NPTA 提出申請。如果希望軍方騰讓部份頻帶作為民間使用，也可以與軍方訂定頻譜騰讓的協定。

NPTA 與軍方協議頻率騰讓時先經由雙方的部長協商，如果協商不成

才由法庭作裁決。

德國電信與郵政管理機構 Reg TP 依據國家頻譜分配表、負責對頻率使用之規劃、以及頻率之指配。Reg TP 組織之總裁為最高行政業務代表。其下為一個決策小組 (Ruling Chambers) 以及一個諮詢委員會 (Advisory Council)，主要任務為協助總裁處理諸如軍用/非軍用頻譜協商等重大決策。

以色列頻譜管理的功能屬於以色列的通信部 (Ministry of Communication)，是由頻譜管理與監測局 (Spectrum Management & Monitoring Division) 負責執行。以色列在處理軍用與非軍用頻譜分配的議題時，由「國家頻率委員會」來進行研擬。委員會僅有 6 位代表：2 位代表來自國防部；2 位代表來自通信部；1 位代表來自警政署；1 位代表來自運輸部。這 6 人委員會即具有協調軍用與非軍用頻譜分配的決策權力。此委員會採多數決的方式作為議題決議的方式，但是多致力於經由理性的討論而獲得全體委員一致的共識為其達成決議的基礎。

由以上各國軍用/非軍用頻譜協商的機制，大多數國家均是由頻譜主管機關與軍用頻譜的使用主管機關國防部協商，除了有專業的技術考量，亦需考量國際軍用頻率協調組織建議的規範。在協商沒有進展時，可委請由各部會代表所組成的「頻率分配委員會」來裁決，或由社會上具有公信力與專業知識的學者專家來提供客觀的意見。在我國建議最後可由行政院長來對爭議進行裁決。在國外則可能由法院來進行判決。

8.6 韓國的 B3G 策略與對我國的啟示

韓國情報通訊部和韓國情報通訊技術協會 (TTA) 積極地進行 4G 技術研發。ITU 預定 4G 商用化時間為 2010 年，在 2007 年進行頻率分配。然而，韓國從 2003 年便領先研究相關頻率和核心技術，接著在 2004 年開發系統。韓國的 4G 研發策略：

(一) 第一階段 (2001-2005) 的目標：

至 2005 年要開發出核心原創技術，以主動推動國際 4G 標準。情報通訊部在此階段共投入 1354 億韓元 (政府補助 1104 億韓元) 開發經費，主要開發項目為：

1. 超高速封包無線傳送技術；
2. 次世代無線通訊技術；
3. Mobile Soft Network 技術。

(二) 第二階段 (2006-2007) 目標：

從第一階段產生的 4G 原創技術跟產業界共同進行開發商用化的系統。韓國根據 WRC2003 年決議的額外頻段 (室內 5.150-5.250GHz；室外 5.250-5.350GHz 以及 5.470-5.725GHz)，進行階段性的頻率分配。60GHz 頻段的頻率不需經過無線局的允許即可使用。

ETRI 在 5GHz 頻段已開發出 500Mbps 傳輸速率的 WLAN。60GHz 頻段開發出 1Gbps 傳輸速率的 WLAN 核心技術。開放 IMT2000 TDD 頻寬 (50MHz) 作為高速上網之用。2005 年韓國將成為世界首位提供高速無線上網商用服務的國家。韓國將建議以 IMT2000 的追加頻寬 (1710-1885MHz, 2500-2690MHz) 以及週邊頻寬向 WRC2007 提案爭取作為 4G 行動通訊之頻譜。

韓國在無線通訊科技領域的研發非常積極，且政府的政策亦能全力配合。例如明確開放 IMT2000 TDD 頻寬 (50MHz) 作為高速上網之用。我國亦應立即作同樣的宣示。

IMT2000 的追加頻寬及週邊頻寬極有可能成為 B3G 技術的主要運用頻段。我國應早日針對該頻譜進行騰讓遷移之準備，並開放供產學界早日進行研發與測試之用。

8.7 總結/建議

綜上所述，本研究對未來我國制訂 B3G 無線電頻譜管理之政策或指導方針，提出以下的建議：

1. 參考 WRC2003 針對頻譜支配的決議，作為更新調整我國頻譜分配表的準則。
2. 儘速分配我國各頻段的非管制頻譜，使產學界可以儘早開始研發測試。
3. 各國軍用/非軍用頻譜協商的機制，大多數國家均是由頻譜主管機關與軍用頻譜的使用主管機關 (國防部) 協商。除了有專業的技術考量，亦需考量國際軍用頻譜協調組織建議的規範。
4. 建議擴大目前之「頻率諮詢委員會」組織，邀請需要使用頻譜的部會派代表參加。在電信總局與國防部協商沒有進展時，可委請「頻率諮詢委員會」來裁決，或由社會上具有公信力與專業知識的學者專家來提供客觀的意見。建議在我國最後可由行政院長來對爭議進行裁決，在國外則可能由法院來進行裁決。

5. 現今的科技進展使得可以在頻段、功率、空間等變數之外，將時間納入頻譜政策的考慮之中，此增加的彈性將可使頻譜所有權的核配與使用權的調度更具動態性，如：可使未使用或已使用的頻譜供多位使用者進行時間分享，促進頻譜資源更有效運用。
6. 要讓非管制的設備能有序地使用管制的頻段，一個新的「頻譜管理者」的角色必須形成。可能透過競標的方式來產生這種「頻譜管理者」。頻譜管理者可制定頻譜共用的規則，管制使用的授權，以及認證生產這類非管制設備的廠商，並從中獲得收入，可利用其收入去研究最佳的管理方式，以及非管制設備必須具備的功能與條件。建議國內開始研究「頻譜管理者」的角色、定位與運作模式。
7. 基於高頻無線電的物理特性，建議未來管理高頻段頻譜之運用不要延續採用低頻的頻譜管理方式，應考慮管制的優點及必須付出的成本。
8. 韓國在無線通訊科技領域的研發非常積極，政府的政策亦能全力配合。已明確開放 IMT2000 TDD 頻寬 (50MHz) 作為高速上網之用。建議我國亦應立即作同樣的宣示。
9. IMT2000 的追加頻譜及週邊頻寬極有可能成為 B3G 技術的主要運用頻段。我國應早日針對該頻譜進行騰讓遷移的準備，並開放供產學界早日進行研發與測試之用。

參考文獻

本研究已廣泛蒐集先進國家針對本研究探討議題所進行的研究成果和報告，作為我國參考的基礎。蒐集分析的國家包括美國、英國、紐西蘭、愛爾蘭、香港、新加坡、韓國等國，以及歐盟的指令。本研究已蒐集到的相關文獻彙整如下：

1. Agenda for the World Radiocommunication Conference (WRC2003) , Geneva, 9 June – 4 July 2003, pp. 01-06
2. A Spectrum Policy Framework for Canada (2002 Revised Edition) , Spectrum Management and Telecommunications Sector of Industry Canada, Jun.2002
3. A Proposal for a Rapid Transition to Market Allocation of Spectrum, Federal Communications Commission, Nov.2002
4. Cooper, M., "Antennas Get Smart " SCIENTIFIC AMERICAN, July 2003, pp.47-55
5. Draft CEPT Positions for WRC2003, Asia-Pacific Telecommunity, May 7.2002
6. ERO Information Document on GSM Frequency Utilisation within Europe, European Radiocommunication Office, Feb.2001
7. Frequency Usage to Facilitate a Co-ordinated Implementation in the Community of Third Generation Mobile and Wireless Communication Systems Operating in Additional Frequency Bands as Identified by the WRC2000 for IMT2000 Systems", the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, Nov.2002
8. Future Spectrum Usage, A Forcast of Technical Issue for the Periods of 2001-2006 and 2006-2011, New Zealand, Aug., 2001
9. Global needs, global solution, <http://www.itu.int/newsroom/wrc03/PressReport.html>, July 25, 2003
10. IMT2000, maritime and aeronautical issues, International Telecommunication Union, Jun. 1999
11. International Telecommunication Union, http://www.itu.int/newsroom/press_releases/2003/19.html, July 15, 2003
12. New Zealand Delegates' Report RA-2000 WRC2000, Ministry of Economic Development of New Zealand, Sep.27 2000
13. Proposed Revisions to the Canadian Table of Frequency Allocations Consequential to the 2000 World Radiocommunication Conference Decisions, Spectrum Management and Telecommunications Sector of Industry Canada, Apr.2002
14. Pulfer, J K, Other agenda items of concern to the IARU at WRC2003, <http://www.iaru-r1.org/wrc-4.html>, July 5, 2003

15. Radio Spectrum Master Plan”, Info-communicationn Development Authority of Singapore, Nov.2001
16. Report of the Spectrum Efficiency Working Group, Federal Communications Commission, Nov.15 2002
17. Report of the Unlicensed Devices and Experimental Licenses Working Group, Federal Communications Commission, Nov.15 2002
18. Spectrum Management Handbook”, Info-communicationn Development Authority of Singapore, Dec.2002
19. Spectrum Study of the 2500-2690 MHz Band The Potential for Accommodating Third Generation Mobile Systems”, Federal Communications Commission,Mar.30 2001
20. Strategic Management of the Radio Spectrum in Ireland , ODTR 02/43, 02 May, 2002
21. Future Spectrum Usage: A Forecast of Technological Issues for the Periods 2001-2006 2006-2011, Ministry of Economic Development of New Zealand, 2001
22. B3G 規劃書 , http://www.ntpo.org.tw/B3G/B3G_1.htm
23. P. Leaves, S. Ghaheri-Niri, R. Tafazolli, J. Huschke, J. Salter, M. EK, “Performance Evaluation of Dynamic Spectrum Allocation for Multi-Radio Enviroment”
24. S. Ghaheri-Niri, P. Leaves, P. Benkö, J. Huschke, W. Stahl, “Traffic Control and Dynamic Spectrum Allocation in DriVE”
25. Sumner D., IARU WRC2003 Final Report from Geneva, IARU WRC2003 Team, July 3, 2003, pp. 01-04
26. Unlicensed Devices and Experimental Licenses Working Group, Federal Communications Commission Spectrum Policy Task Force, November 15, 2002, pp. 01-24
27. Wireless World Research Forum, “Radio Resource Management and Flexible Spectrum Allocation for Re-configurable SDR Terminals”
28. 于岱民(2001),「GPRS 系統第一層技術」,電腦與通訊,第 98 期,pp.4-10
29. 交通部電信總局 (2000),「中華民國無線電頻率分配表」
30. 何瑞光 (2000),「邁向第三代行動通訊的關鍵-GPRS」,通訊雜誌, pp.80-85
31. 吳繼祖、吳俊穎,「新興市場主流系統-WLAN」,電工,六月號,2002, pp.6-17
32. 李珠串、陳錦洲、林正芳、嚴劍琴 (1999),「無線非同步傳輸模式技術之介紹」,電信研究雙月刊,第 29 卷第 2 期, pp.157-172
33. 李珠串、陳錦洲、嚴劍琴,「寬頻行動通信網路之發展-無線非同步傳送模式 (WATM)」,電工, pp.30-36
34. 施伊恭、張泛歐,「數位蜂巢式行動電話 (GSM) 通訊系統之發展趨勢」,中華技術,第二十四期, pp.33-40

35. 洪敏雄，「邁向多元化的行動通訊之路-GPRS 的發展動向探討」，*Micro-Electronics*，Sep.，pp.242-245
36. 高凱聲（2002），「無線區域網路管理機制探討」，*通訊雜誌*，4 月號，pp.4-13.
37. 曹孝櫟、林嘉慶（2000），「VoIP 在第三代行動通訊之技術與現況」，*電腦與通訊*，pp.46-91
38. 梁昇凱（2001），「無線區域網路技術、產品、市場發展現況與趨勢(下)」，*通訊與網路*，6 月號，pp.2-12
39. 梁昇凱（2001），「無線區域網路技術、產品、市場發展現況與趨勢(上)」，*通訊與網路*，5 月號，pp.2-13
40. 梁昇凱（2002），「無線區域網路市場發展趨勢」，*通訊雜誌*，4 月號，pp.16-20.
41. 黃南盛（2001），「SDR 軟體無線電技術」，*電腦與通訊*，第 96 期，pp.8-17.
42. 黃家齊，「行動通訊-蜂巢式行動電話系統技術之發展」，*通訊雜誌*，pp.91-93
42. 蔡志宏（2002），「無線區域網路政策決定產業走向」，*通訊雜誌*，4 月號，pp.12-13.
43. 鄭瑞光（1999），「GSM 的分封數據服務-GPRS」，*電腦與通訊*，第 76 期，pp.48-57.
44. 賴玉玟（1999），「Wireless ATM 媒體進接控制技術之研究」，*電信研究雙月刊*，第 29 卷第 1 期，p.p.95-110

附錄 A. 智慧型運輸系統之 (ITS) 之專用短距通訊技術

本附錄首先介紹 ITS 整體系統架構，以及各次系統與通訊系統（包含無線接取系統）之間的關係；ITS 通訊平台與其整體架構的規劃在發展 ITS 系統中扮演著重要的角色，尤其是無線接取系統的部分，根據 ITS 系統的需求，多半需要整合具有不同資料傳輸率、行動性、涵蓋範圍等特性之無線通訊技術，而 ITS 通訊平台必須能夠滿足這些需要，並期望能夠進行不同通訊系統間的整合。在瞭解無線接取系統在 ITS 系統中的定位後，本附錄更進一步介紹 ITS 中專用短距通訊系統 (DSRC) 的國內外發展現況與相關技術核心等；專用短距通訊系統提供行動單元如行動車機系統、旅行人手持設備等具有高傳輸速率的無線通訊媒介，適用於迅速的資料交換與大量資料的下載等，目前常見的應用包括電子收付費系統、車間通訊系統等，都相當適合利用專用短距通訊系統來達成。

A.1 ITS 系統通訊平台整體規劃

根據國內外相關研究指出，ITS 資訊與通訊平台之規劃需滿足以下服務或技術要求：

1. 提供行動台（如行動用路人或車上單元）適時適所且不中斷之無線網路連接服務
2. 能夠有效率且可靠地傳輸數據
3. 依需要提供非對稱式通訊服務：上鏈通訊資料量少，下鏈通訊資料量大
4. 整合異質性 (Heterogeneous) 無線網路，提供不中斷之通訊服務

為達到以上之服務與技術需求，並提供使用者在不同 ITS 服務應用服務下，有效率地擷取其所需之相關資訊，需有健全的資訊與通訊平台來輔助之。根據典型 ITS 實體架構，本研究提出較為完善之 ITS 資訊與通訊平台整體架構，其目的在於透過該資訊與通訊平台整體架構，滿足絕大部分的 ITS 應用服務需求。

A.1.1 典型 ITS 實體架構

實體架構係指 ITS 系統之實體面，其用以表示系統所提供需求功能的實體內容，實體架構確認了邏輯架構所有的功能處理項目，並將它們匯集到實體單元內（即所謂的次系統）。而連接次系統間關係的資料（或資訊流）群則組成所謂的架構流 (Architecture Flow)，如圖 A-1 所示。換言之，一個架構流將包含數個資訊流，而這些架構流以及它們通訊需求則被定義

為次系統間所需的介面 (Interface)，這些單元都將成為 ITS 系統架構中標準化工作的基礎及重點。

在國家級的 ITS 系統架構中，實體架構可分為兩個層面進行分析：即運輸層面與通訊層面；而在組織層面部份，其雖不包含在實體架構內，但卻是 ITS 系統架構推動的必要條件之一，故分別就各層面說明如下：

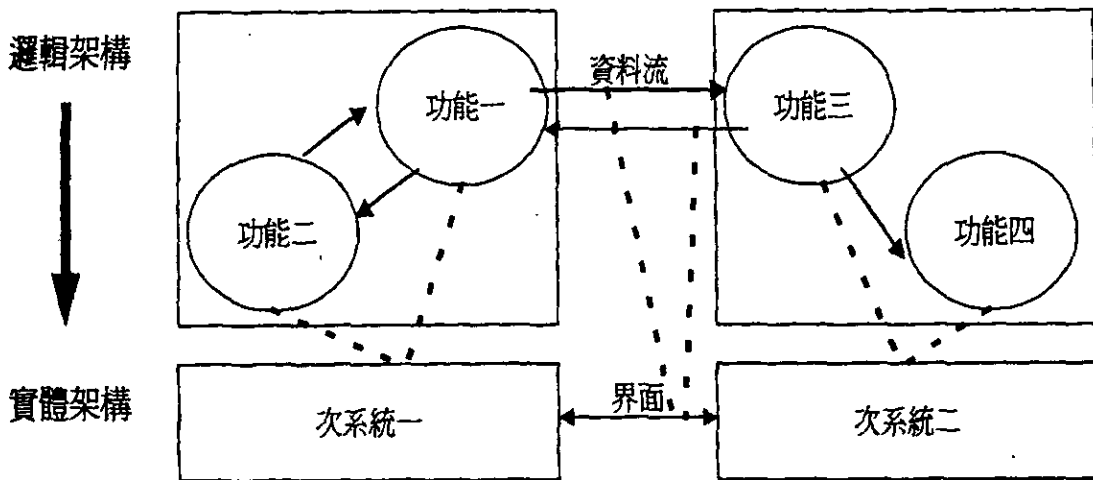


圖 A-1 邏輯與實體架構關係說明

1. 運輸層面

實體架構的運輸層面係用以表示運輸管理相關元素 (Elements) 間的關係，它是由旅行者、車輛、運輸管理中心以及路側設備等單元的次系統與外部系統 (terminators) 所組成，茲以先進大眾運輸系統為例，其各項單元可能涵蓋之次系統或設備包括：

1. 旅行者單元：交通資訊站、個人數位助理。
2. 車輛單元：大眾運輸車輛。
3. 中心單元：大眾運輸管理中心。
4. 路側單元：智慧化站台。

根據我國交通部運輸研究所所公布之『台灣地區發展智慧型運輸系統系統架構之研究 I & II』，已針對我國之 ITS 應用服務項目進行規劃，並提出運輸層面的邏輯與實體架構；相關詳細內容請參照該研究計劃報告書，在此並不加以贅述。

2. 通訊層面

實體架構中的通訊層面功能，係提供通訊的服務以連接運輸層面中各個單位或次系統。此層面可以表示運輸單元 (或次系統)、旅行者資訊提

供者 (ISP)、緊急救援服務提供者以及其它服務提供者 (如拖吊與救援) 間所有資訊與資料傳輸的通訊需求，而通訊層面清楚地確認各系統間的界面以及所使用的國家標準與通訊協定。

本研究所規劃之系統架構即以通訊層面的規劃為核心，規劃整體 ITS 資訊與通訊平台之整體架構與技術組合建議，並建置適當的實驗平台與應用服務驗證這些技術組合的可行性。

3.組織間的關係

圖 A-2 為 ITS 系統架構中十九個運輸次系統與四種一般性通訊方式間的關係圖，用以表示實體架構中運輸層面與通訊層面最高階的關係，其中次系統表示運輸管理系統的實體設施，可歸納成中心、路側、車輛與旅行者等四個單位，而通訊方式的功能則是作為次系統間資訊交換之用。

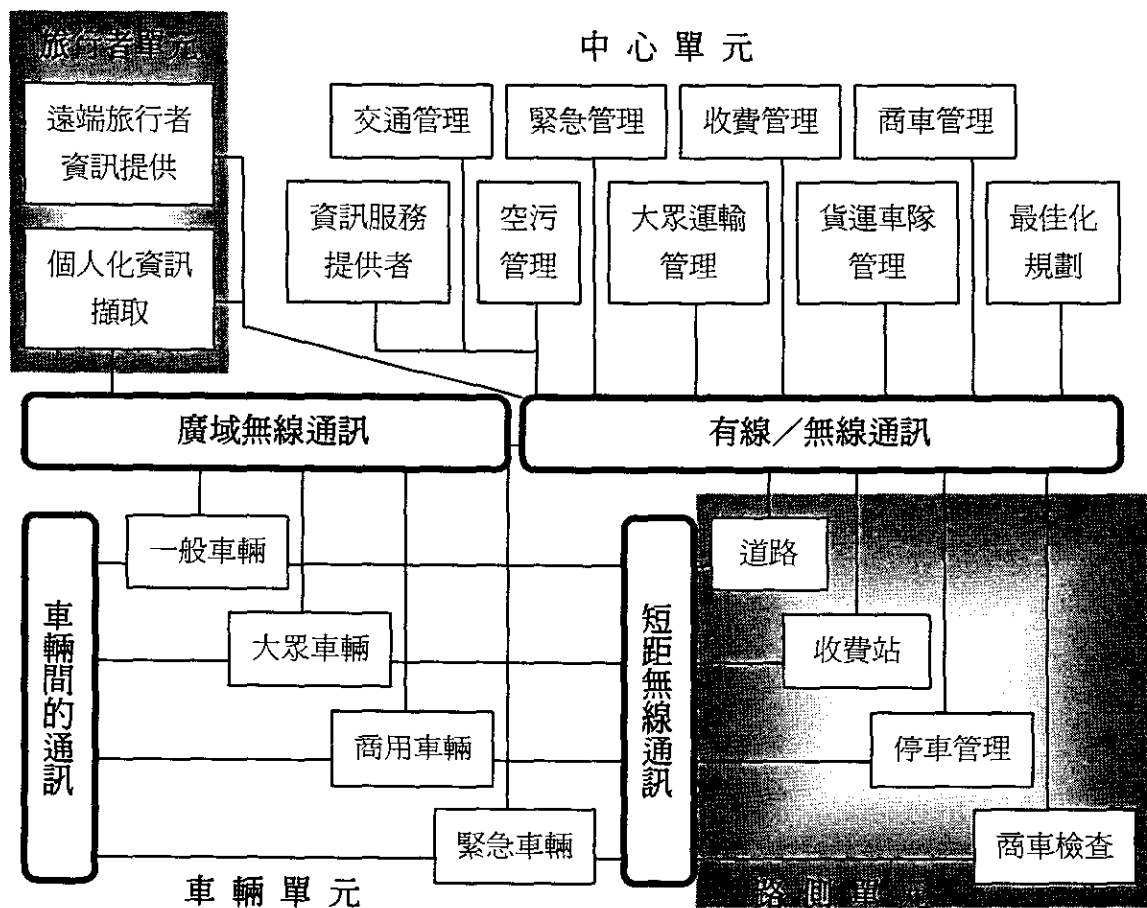


圖 A-2 ITS 系統架構中次系統與通訊系統之關係

以交通號誌控制系統為例，其所需的機能包含在交通管理與道路等兩個次系統之內，如圖 A-2 所示。此二次系統透過所需的通訊方式進行交通控制與偵測等資訊的交換，並提供下列四項與交通號誌控制系統有關的功

能，即：

1. 可進行區域性號誌連鎖；
2. 掌握幹道路網交通狀況；
3. 決定適應性號誌控制策略的執行範圍；
4. 可與高速公路管理、事故與緊急救援管理以及大眾運輸管理策略整合。

組織層面實際上並不屬於實體架構的一部分，因為實體架構無法完整地定義某一個特定區域之 ITS 架構。當進行 ITS 的規劃與執行計劃時，因為各行政部門間的管轄與責任關係，導致無法提供一個完整的實體架構加以說明。但透過這些組織的溝通與協調，將可釐清誰與誰通訊，什麼樣的資訊必須在運輸與通訊層面傳輸，以凸顯某一地區獨有的需求與特性。組織間的關係多半與運輸層面與通訊層面的架構同時相關，尤其在進行系統成本評估或產業發展策略的考量時，釐清組織間的關係將是重要的課題，亦是產、官、研、學所應共同合作來完成。

A.1.2 ITS 資訊與通訊平台之整體規劃

為了描述 ITS 資訊與通訊平台網路與實體架構之間介面的關係，本研究規劃一個完整的 ITS 資訊與通訊平台整體架構，如圖 4-3 所示，該架構考量了典型的 ITS 邏輯架構與實體架構，包括中心單元、路側單元、車輛單元與旅行者單元。另一方面，本研究參考日本 TAO 的資訊與通訊網路架構，包括骨幹網路、接取網路與資料與應用中心。此外，本研究將典型的 ITS 實體架構中「廣域無線通訊平台」與「有線（點對點）通訊平台」統稱為『通訊平台群組』，此平台單元包含許多提供資訊與通訊平台的營運商（operator），各營運商擁有各自的核心網路（Core Network）提供 ITS 相關資料的高速傳遞，該營運商可能是 GSM/GPRS 的電信業廠商、廣播業者、第三代行動通訊業者或提供固網服務之廠商，因此此通訊平台群組可提供路側單元、車輛單元與旅行者單元有線與無線資訊與通訊的傳遞媒介。通訊平台群組所提供之通訊技術皆具備各自的接取網路，若是發生需要與 ITS 服務中心溝通的情況，傳輸訊息透過所謂的通訊閘（gateway）來負責將接取網路的訊息格式轉換成 ITS 網路的通訊協定格式，以 NTCIP 的規範而言，即是 TCP/IP 協定；其他像是蜂巢式行動數據網路的無線通訊技術已具備與 Internet 溝通的考量，因此該接取網路可能透過所謂的交換器（switch）將 ITS 傳輸訊息與 Internet 傳輸訊息分流處理，而這些交換器本身就應具備如同通訊閘的訊息格式轉換功能。

另外，為整合異質性網路，讓終端設備達到垂直換手目的，本研究於整體平台中加入『多無線電服務提供者 (multi-radio service provider)』，採用外部共同節點 (external common node) 的方式來結合不同的系統，該提供者控制終端設備的移動性 (mobility)、決定資料流向與提供加值服務。當終端設備需要垂直換手時，終端設備經由某通訊平台核心網路 (CN) 來告知該提供者，由該提供者決定新的接取網路，並由新的接取網路來服務該終端設備。根據第四章所探討的異質性網路層的垂直換手，圖 A-3 中多無線電服務提供者的配置屬於靜態系統整合，而在未來仍可採用進階的彈性與動態系統之整合方案。

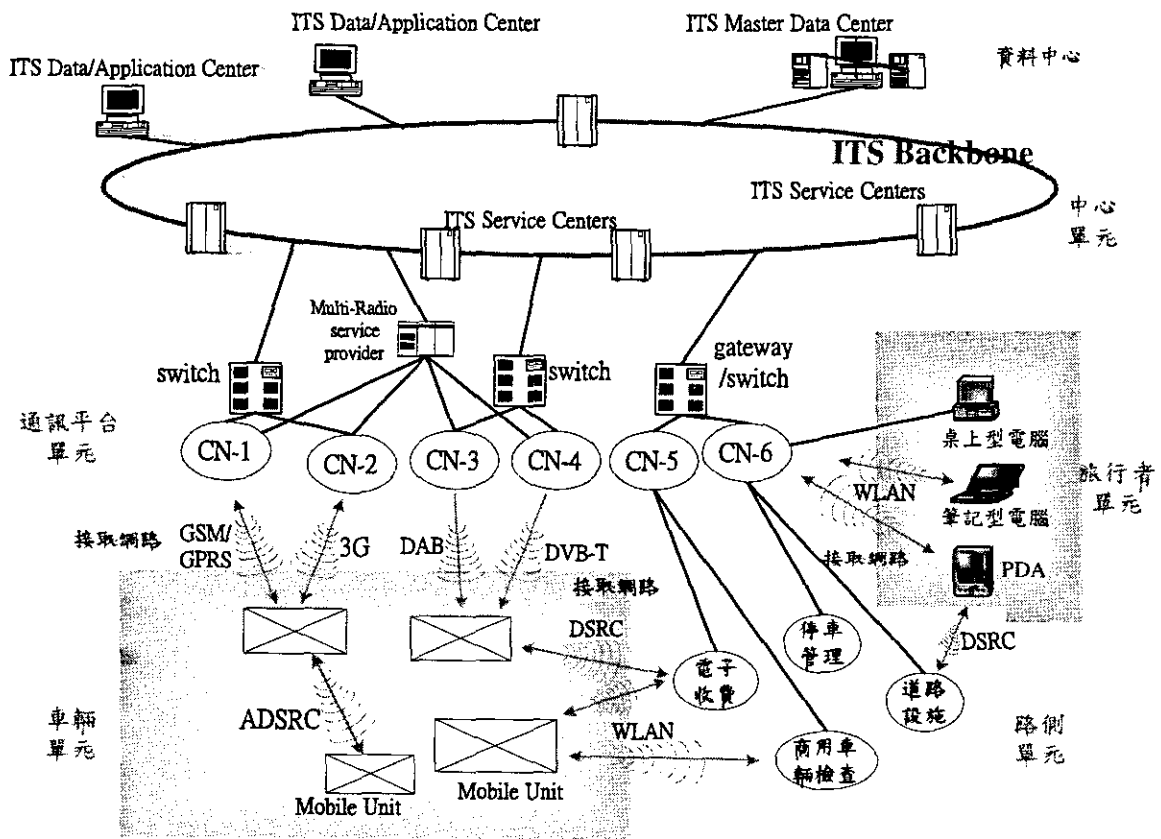


圖 A-3 ITS 資訊與通訊平台整體架構

以下就分別就 ITS 資訊與通訊平台項目：中心單元、路側單元、通訊平台群組、車輛單元與旅行者單元描述如下：

A. 中心單元

以前交通控制中心的發展往往偏向於 ATMS 方面，例如：號誌的控管、路況的監視、交通資料的蒐集等。然而在整體的 ITS 系統架構中，以往交通控制中心將無法滿足需求，因此中心單元不僅應具備 ATMS 的功能外，仍須囊括 ITS 其他各子系統 (ATMS、ATIS、CVO、ETC...) 之服務，因

此在中心單元中包括許多 ITS 服務/管理中心，各 ITS 服務/管理中心負責處理由路側單元、車輛單元與旅行者單元所傳回的資訊，經過通訊平台群組中各營運商核心網路傳遞資料，由各個核心網路之交換器 (switch) 或通訊閘 (gateway) 將資料送達 ITS 骨幹網路中，最後分散至各服務/管理中心分析與處理。各服務/管理中心間乃採分散式架構，不僅考量專業分工外，亦可向其他服務/管理中心獲得所需之相關資訊，達到快速反應與分散風險的目的。

B. 路側單元

路側單元即為接受 ITS 服務/管理中心控管的道路旁與路側之設施，包含了高速公路上之電子收費收/付費單元、商用車輛檢查、停車管理、道路設施 (號誌控制、動態訊息標誌、路況監視攝影機等)、信號柱、智慧公車站牌等。路側單元負責蒐集相關交通資訊，包括車流量、路況、緊急事故、車輛單元電子收/付費辨識資料、商用車輛檢查資料等，利用有線/無線接取網路，經由通訊平台群組中的營運商 (固網業者或其他電信業者)，將蒐集之資料傳送到 ITS 服務/管理中心，經過彙整與分析後，再透過通訊平台群組將交通控管策略送至各路側單元，進行交通控管 (包括停車管理、號誌時制管理等)，或經由通訊平台群組將車輛單元/旅行者單元所需資訊送達該用戶端。

C. 車輛單元

車輛單元實質內涵為車載電腦，其所扮演的角色為使用者與通訊平台群組/路側單元溝通之介面，因此車載電腦要有其所需之接取技術，可以是蜂巢式無線通訊、廣播系統與短距離通訊 (DSRC、WLAN) 等技術，且車載電腦亦可擁有衛星定位系統、地理資訊系統、自動導航系統等功能。另外，車輛單元中車輛與車輛之間的通訊亦可使用先進專用短距通訊 (Advance DSRC)。

D. 旅行者單元

根據典型 ITS 實體架構中，旅行者單元包括個人化資訊擷取及遠端旅行者資料提供，然而在本研究所規劃的資訊與通訊平台架構上著重於旅行者可接取 ITS 服務之途徑，因此旅行者單元可由個人數位助理 (PDA)、筆記型電腦與個人電腦，旅行者單元可利用該接取設備，透過有線/無線的接取技術獲得相關資訊。另外，旅行者單元內各接取設備間，亦可透過短距通訊技術彼此連結。

E. 通訊平台群組

通訊平台群組由許多提供通訊與通訊接取網路平台的核心網路所構成，各核心網路可由各不同的營運商建置，營運商的角色僅為提供 ITS 所需資訊與通訊資料高速傳輸的媒介，資料的提供者仍由 ITS 服務/管理中心。通訊平台群組中各個核心網路與路側單元/車輛單元/旅行者單元之間的介面可以採用各種不同的接取技術，包括蜂巢式無線通訊、廣播系統、無線區域網路與有線網路，例如 GSM/GPRS 系統之核心網路，基地台及網路信令部分已由業者建構，因此車輛單元/旅行者單元可使用行動電話提出 ITS 服務之要求 (request)，則 GSM/GPRS 系統業者僅需將此要求經由該核心網路之交換機傳輸至 ITS 服務/管理中心，經過分析後選擇最適當之通訊平台群組與接取網路，下傳給該用戶端；又例如固網之核心網路，業者僅需提供高速且非對稱數據傳輸，並經由該固網之通訊閘傳送到 ITS 服務/管理中心。

F. 接取網路

接取網路泛指所有能讓車輛單元/旅行者單元之用戶與 ITS 通訊平台群組完成接取之通訊技術，這些通訊技術在無線部分包括 GSM/GPRS、DAB/DVB-T、WAP、傳呼系統、行動數據、副載波廣播系統 (FM Subcarrier broadcast)、衛星通訊、藍芽 (Bluetooth)、紅外線等；有線部分包括光纖通訊、纜線數據機、xDSL 等目前既存之接取網路，且已有國際標準可循。其中高速之短距離接取網路技術包括 DSRC 與 IEEE 802.11，亦是本研究規劃深入探討的技術。

G. 骨幹網路

目前在 ITS 的骨幹網路所需使用的通訊協定僅有美國的 National Transportation Communications for ITS Protocol (NTCIP) 規範。NTCIP 將 Internet 既有的數項標準協定加以整合，並根據 ITS 的需求進行調整與最佳化的通訊協定，因此 ITS 的資訊流可以經由公眾網路傳輸，因為 NTCIP 所使用的各項標準大都符合業界與 Internet 既有的標準；另外亦可透過專屬網路進行通訊，因為 NTCIP 也針對運輸界的需求進行最佳化的調整。在 NTCIP 中應用層對於 Center-to-Center (C2C) 的數項標準規範中，定義骨幹網路中不同 ITS 服務/管理中心間彼此資料交換之項目、格式。

H. 資料中心

交通資訊的蒐集為智慧型運輸系統提供整體且完善服務的一個重要關鍵，而各個系統間其所需要傳輸之資訊種類差異頗大，為使資料與資訊可在不同的 ITS 功能系統(ATMS、APTS...等)順利地被交換(interchange)，因此 IEEE 建立一套資料辭典(data dictionary)標準(IEEE std 1489-1999)，該標準中依據不同的特定應用(application-specific)、實體或事件特質(attribute)來定義各類型資料的描述語義(semantics)、語法(syntax)、資料登記(data registry)與值域等格式，藉以達到各 ITS 資料與應用中心之間的資料可交換性。

A.2 專用短距通訊技術與標準化之介紹

A.2.1 DSRC 簡介

近年來，世界各國相繼推動智慧型運輸系統(ITS)之建設，其目的在節省能源使用、改善交通擁塞問題、加強運輸效率、增進經濟生產力、減少交通事故，並且以改善交通運輸的安全性和效率為其首要目標。一般而言，智慧型運輸系統可分為先進旅行者資訊系統(ATIS)、先進交通管理系統(ATMS)、商用車輛營運(CVO)、大眾運輸系統(APTS)、先進車輛控制及安全系統(AVCSS)、及自動公路系統(AHS)等子系統。為達成這些子系統所提供的廣泛功能，必須適當建立車與路間的無線通路平台。雖然根據不同的應用範圍，其通訊需求不同，所選用的無線通路平台亦不同，然而專用短距通訊(Dedicated Short Range Communication, DSRC)卻是可以達成許多不同子系統需求的單一無線通訊系統。目前世界各先進國家均已投入大量人力、物力於 DSRC 系統的相關應用之上，其中最具代表性的莫過於電子收費系統(Electronic Toll Collection, 簡稱 ETC)。本文將廣泛討論其所使用的通訊標準及架構，並比較歐、美、日等國的標準差異。

A.2.2 專用短距通訊標準

專用短距通訊協定為針對固定於車道或路側的路側單元與裝載於移動車輛上之車上單元之間通訊介面的規範。其主要特徵為為主僕式架構，以路側單元為主，車上單元為僕，也就是說路側單元擁有通訊的主控權，路側單元可以主動下傳資料，然而車上單元必須聽從路側單元的指揮才能上傳資料。專用短距通訊協定層的基礎是參照 OSI 通信協定之第一、二、七層架構，分別包括第一層實體層、第二層資料鏈路層及第七層應用層(如圖 A-4 所示)。

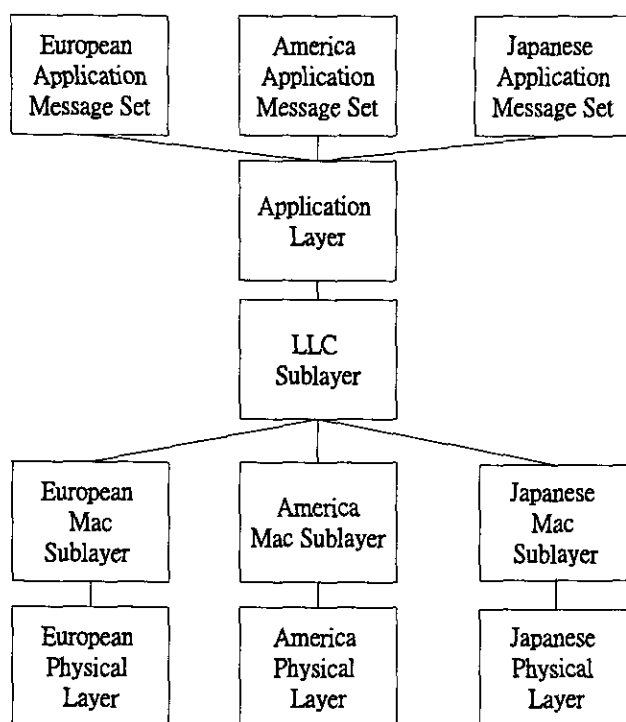


圖 A-4 各國標準差異

實體層協定規範無線通訊使用的傳輸媒體及上行與下行鏈路傳輸媒體之物理特性參數；資料鏈路層規定通訊訊框格式、訊框包裝 (frame wrapper) 方式、媒體接取控制 (Medium Access Control, MAC) 程序、邏輯鏈路控制 (Logical Link Control, LLC) 程序等；應用層規定應用服務資料的切段與重組 (fragmentation and defragmentation) 以及提供一系列的服務基元 (primitive) 給各種不同的應用以實現通訊過程的各式操作。

目前國際上已形成以歐洲 CEN/TC278/WG9，美國 ASTM/IEEE，日本 ISO/TC204/WG15 以及日本國內的 ARIB 為核心的標準化體系。其中日本國內的 DSRC 系統採用 ARIB STD-T55 的標準，而 ISO/TC204/WG15 為日本為了拓展國外的市場而成立的標準機構。歐洲 CEN/TC278/WG9 和日本 ISO/TC204/WG15 已公開發表其 DSRC 標準。美國則仍對 ASTM/IEEE 提出的 DSRC 標準草案持保留的態度。ISO 究竟會以哪一標準為基準，還得假以時日。

1. 歐洲 DSRC 標準化進展

1994 年，CEN/TC278/WG9 開始了 DSRC 標準的起草工作，於 95 年 2 月完成 ENV12253 “5.8GHz DSRC 實體層” 和 ENV12795 “DSRC 資料鏈路層” 草案的編制工作，該草案於 1997 年 7 月最終獲得各成員國通過，

ENV12834 “DSRC 應用層” 標準也於 1997 年 9 月投票通過，這三份文件，除了基本規定外，每層都有許多參數是可選的或是可設定的，對這些參數並不硬性規定明確數值，雖然如此做法使得 CEN 的 DSRC 標準保有最大彈性，但另一方面，由於內容有許多地方敘述不清楚，無法構成一嚴謹的標準，因而導致各家製造商對此標準解讀不同，而無法依此標準製造彼此可互相運作的設備，因此衍生如 Combitech、Bosch、Alcatel 等廠家聯合一起，另外制定稱為 GSS（Global Specification for Short Range Communication）的規格，GSS 針對電子收費系統（Tolling System）的應用，以 CEN-DSRC 為基礎並且將含糊不清及可選的或是可設定的參數明確化，以做為彼此系統互聯的共同平台。後來，CEN 另外制定了補充文件 ENV13372（DSRC Profiles for RTTT Applications），來明確規定各協定層參數，並對每種參數集合用唯一的設定檔（profile）編號來代表。

2. 美國 DSRC 標準化進展

北美地區自 1996 年開始 DSRC 的標準化工作，由 ASTM（American Society of Testing and Materials）負責第一、二層的標準制定，IEEE 則負責第七層標準的制定，目前已公布的文件為：

第一層實體層：PS-111（ASTM，採用 902~928MHz 微波）

第二層資料鏈路層：PS-105（ASTM）

第七層應用層：STD-1455（IEEE）

北美 DSRC 第一層目前已公佈的文件 PS-111 採用 902~928MHz 微波，並且同時考慮 active 與 passive 系統以及 TDMA 通信技術，然而不幸的示該方案遭到了 Amtech、TI、MFS 等公司的反對，他們建議採用 CEN 標準作為允許使用 915MHz 系統的補充，但是於 1997 年二月舉辦的 DSRC 圓桌會議確立未來之標準將移至 5.8GHz 頻帶（目前尚未有標準文件）。北美第二層標準主要是參考自 CEN 與日本，但第二層訊框結構及 MAC 層與 CEN、日本皆不相同，可說是 CEN 與日本的綜合體。自第二層 LLC sublayer 及第七層也是引用 CEN 的標準，但在第七層應用層，STD-1455 另外增添了 resource manager、ITS 各式應用訊息..等等規定，使應用層的規定更加清楚明確，以彌補 CEN 應用層中有許多含糊不清的地方的缺失。

3. 日本 DSRC 標準化進展

日本 DSRC 標準由 ARIB（Association of Radio Industries and Businesses）負責制定，並且以自己國內實際情況出發，建設省和道路公會於 1994 年 11 月邀請過內 10 家公司和集團聯合進行了 ETC 收費系統的野外

試驗，歷時 5 個月，並同時進行了全國的電磁場測試，為 DSRC 頻率的選定提供了依據。1997 年 1 月，日本 ARIB 委員會完成了 DSRC 標準制定工作，並提交給建設省待批。而目前已公布的文件為 ARIB STD-T55，並提交至 ISO/TC204/WG15，此文件包含了 DSRC 第一層、第二層和第七層標準的內容。

日本 DSRC 第一層採用 5.8GHz 微波，和 CEN 採用的微波頻段相同，但日本考慮的是主動式 (active) 系統而歐洲則是被動式 (passive) 系統，所以雖然採用相同微波頻段，但實際上兩者的物理特性有很大差異（如載波頻率、發射功率、資料編碼、傳輸速度..等均不相同），而第二層訊框結構及 MAC 層與 CEN 也不相同，自 LLC 層以上則是引用 CEN 的標準。此外與 CEN 相較，日本 DSRC 標準對第一層與第二層之 MAC sublayer 的規定很明確，不像 CEN 有許多含糊不清的地方。

日本也對 ISO 提出他的看法，認為在考量不同地區或國家對道路交通資訊系統有其各自的需求，實在沒有制定統一標準之必要，而是應由各地區根據他們的環境自由選擇合適的標準，因而 1998 年四月於多倫多的 ISO 會議決定只以第七層和第二層的 LLC sublayer 為 ISO-DSRC 標準化的對象。

4.ISO 之 DSRC 標準化進展

ISO 關於 DSRC 標準之爭集中在世採用歐洲、美國、日本中的哪一種標準還是允許許多種標準存在。根據 ISO 與 CEN 簽訂的維也納協議，CEN 和 ISO 工作組進行相同項目研究時。其研究成果互相交換。在 1997 年 10 月 ITS 柏林世界大會上，歐盟代表 Carl Herbert Rokitansk 博士提議以 CEN/TC278 標準作為 ISO 標準時，遭到美日代表的反對。有關人士預測，若歐美仍爭執不下，ISO 將在實體層允許多種頻率的存在，甚至不規定頻率，而採用世界統一的應用層協議。

A.2.3 DSRC 的系統架構

本節將概述 DSRC 整體的架構，從最上游的 Service Center → Gateway Server → Base Station → User，分別描述這四個元件的功能，並解釋他們之間的相互關係。

表 A-1 DSRC 網路特性 vs. Cellular 網路特性

	DSRC 網路 (ARIB STD T-55)	Cellular 網路 (PDC: Personal Digital Cellular)
服務特性	狹窄的區域覆蓋, 資料溝通服務為單點區域	寬廣的區域覆蓋, 資料和聲音服務為連續區域
通訊模式	支援一對一和一對多傳輸	只支援一對一傳輸
資料速度	1024kbps	電路交換=14.4kbps 分封交換=28.8kbps
頻率	5.8GHz	800MHz, 1.5GHz

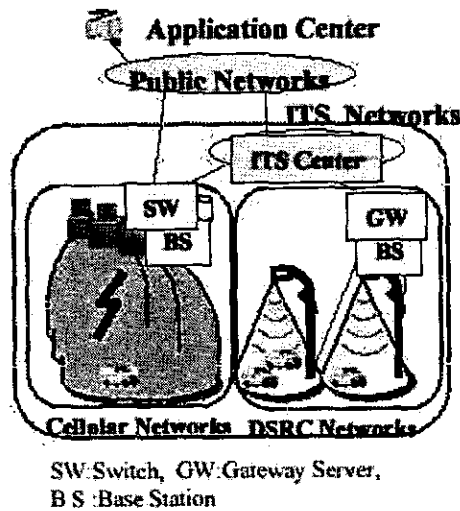


圖 A-5 使用 Cellular 網路與 DSRC 網路之 ITS 通訊平台

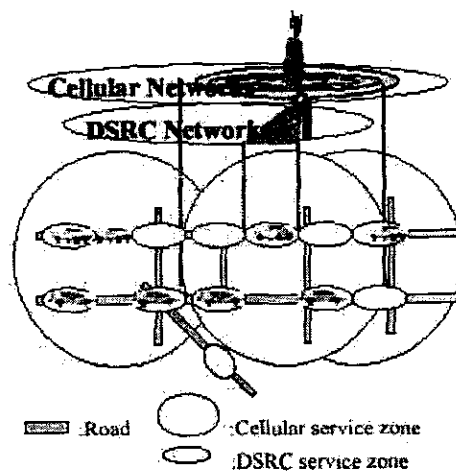


圖 A-6 DSRC 網路與 Cellular 服務範圍之比較

圖 A-5、圖 A-6 和表 A-1 分別對 DSRC 網路架構和行動網路架構做了一個比較，DSRC 可以使用非常高速的傳輸速率來傳送資料並且也可以提供廣播的服務，此外 DSRC 系統還有以下的特徵：

1. 在傳輸區域內可以很有效率的使用頻率。
2. 對移動中的車輛提供大容量及高傳輸速度的資料。
3. 透過微波來達到電子收費及定位的服務。
4. 提供網際網路服務。

由圖 A-7 可以很清楚的看出 ITS Center、Gateway Server、Base Station、User 之間的關係，若現在 User 想要足球場正在比賽的資訊，而另一個使用者需要地圖的導覽，此時這兩位使用者同時送出了 request 的要求給 BS，在 BS 這個區段做好了資料的封裝及錯誤偵測後，再繼續將資料傳給 GW Server，而 GW Server 會依照內部的一個尋徑表 (Routing Table) 做尋徑的工作，找出一個最有效率的路徑能最快將封包的 request 資料傳送到 ITS Center 完成了請求的動作。而 ITS Center 在收到請求之後，會將使用者請求的資訊解讀後，再將使用者需要的資料回傳給 GW Server，GW Server 繼續做 Routing 的動作，把資料傳給 BS，Bs 再根據不同使用者的 IP 位址將資料傳給需要的 User。

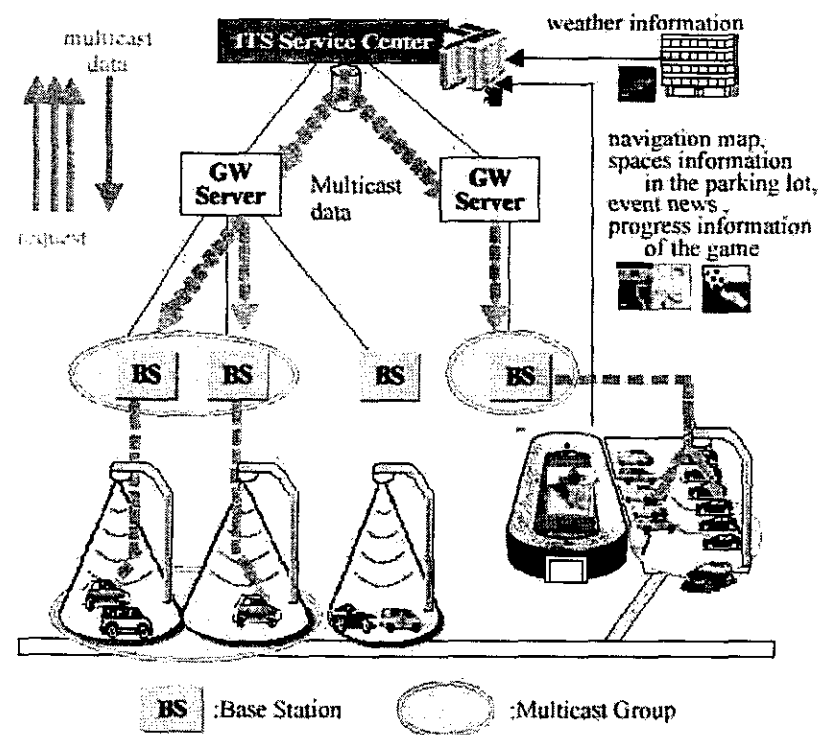


圖 A-7 利用 DSRC 技術進行多點傳播 (multicast) 服務之案例

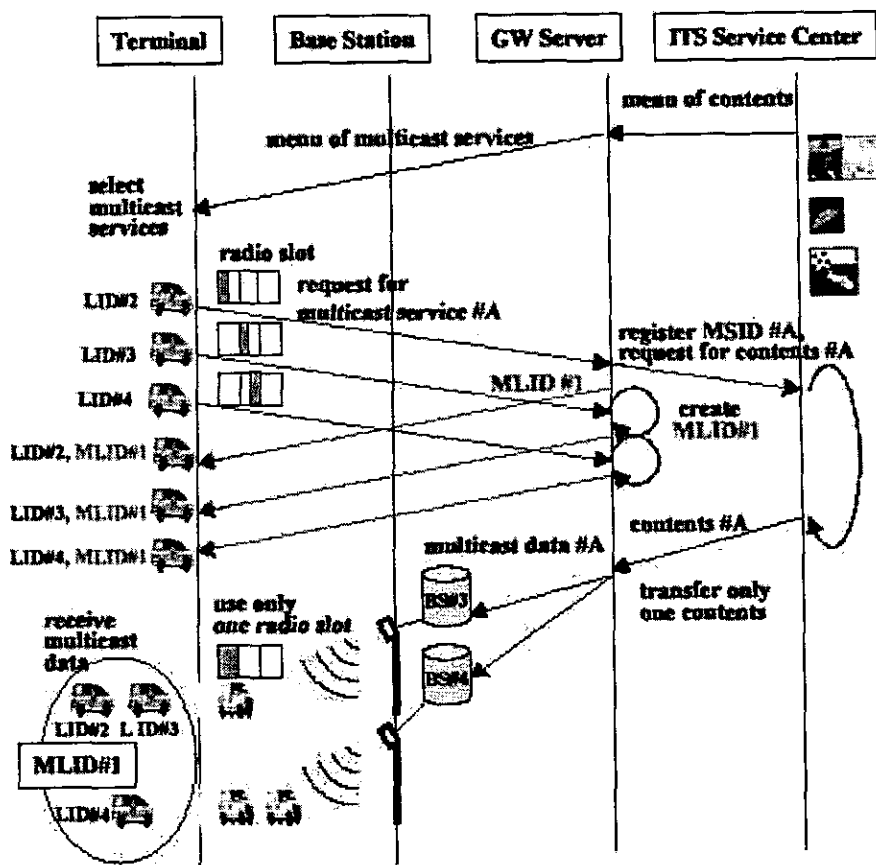


圖 A-8 DSRC 多點傳播服務訊息交換運作模式

圖 A-8 則更清楚說明這四個元件彼此的關係，User 的 request 會在不同的 time slot 中向上傳給 BS，BS 再繼續傳給 GW server，GW Server 在收到 request 後會向 Center 註冊一個 multicast service ID (MSID)，並向 Center 要求服務的內容，同時 GW Server 會給在同一個 group 中不同的使用者相同的一個 multicast LID (MLID)，接著 BS 再根據不同使用者分別的 LID 傳送 User 所需的資料。

為了更清楚說明 DSRC 整體的架構，將再舉另一個例子加以說明。為了能將 DSRC 在大眾傳輸使用的更普及，所以未來將會把 DSRC 使用於公車系統上，稱為 Bus information service (BIS)，這系統可以提供乘客相當方便的資訊，例如可以從公車上的 LCD 銀幕得知抵達下一站還會經過多少時間；等車時，可以由路旁的 RSU 知道下一班公車還要多久才會抵達；或是目前公車正位於哪一個位置等等，可說是相當的人性化的設計。而公車公司也可以藉由著 DSRC 更能監控公車的所在位置，更彈性的調整公車間隔時間，達成資源的最佳利用。

圖 A-9 清楚的說明了整個 BIS 的系統架構，圖中的 Network Server 就相當於 Gateway Server 的角色，從事尋徑的工作；而 BIS Center 就相當於

ITS Center 的角色，負責提供 user 服務，而且 BIS Center 中有個關於交通流量的資料庫，在做完交通資料的分析之後，BIS 會把資料透過 internet 傳給最上游的 operator；而 RSU 就相當於 Base Station 的角色。

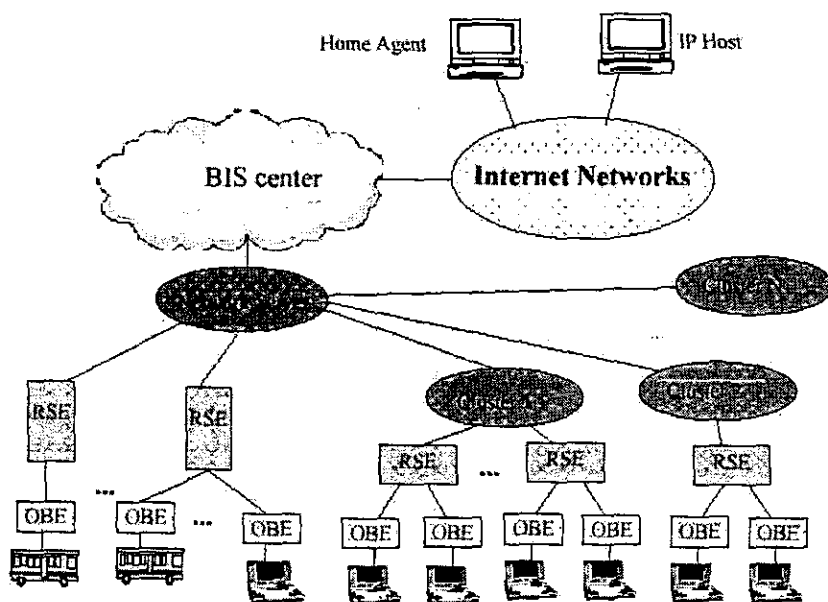


圖 A-9 BIS 系統架構圖

在 BIS 系統中，資訊可以從 OBE 收集並配送到 BIS 中心或者是從 BIS 中心透過 RSU 到 OBE。在路旁的 RSU 可以顯示下一班公車的到達時間或者其他的資訊，像是天氣狀況、交通狀況、廣告等等，整個資訊的流程就是一個反覆的反饋 (feedback) 與資料更新。在這系統中存在三個很典型的資訊像是公車位置、抵達時間、以及行程的通過時間 (passage time)，系統會透過 OBE 來收集交通狀況的資訊交給資訊中心，接著 BIS 資訊中心會執行一連串的处理和統計分析，和平均時間做比較再把這些資訊分配給路旁的 RSU。這些資訊將會交由不同的 user 來使用，例如公車司機知道了前一班公車的位置後就可以調整開車的速度，這樣才可以讓乘客平均分配於每班公車。

而這個 DSRC 系統的網路架構可以很彈性的將應用服務以及 RSU 的應用層 (Layer7) 連結起來，在這個 BIS 的例子使用 TCP/IP，DSRC 系統的應用層 (L7) 透過乙太網路來提供應用服務，在 BIS 中使用 V.90 (serial modem) 或是 PPP (point-to-point protocol)；而 DSRC 應用層則是以序列連接埠 RS-232C 連接應用服務。

基本上 DSRC 系統可以分成兩個子系統，一個是 RSE (Roadside Equipment) 另一個是 OBE (On Board Equipment)，RSE 子系統是由 Center 的 Server (提供應用服務) 和 Socket Server (負責網路連結) 以及路旁的設

備所組成；而 OBE 則是由單一的機器所組成，因為 OBE 裡頭裝設了 BIS 服務的應用程式，同時 OBE 也可以提供其他裝置的連結，像是筆記型電腦、PDA 等等，BIS 中心提供的應用服務透過乙太網路和 Socket Server 連結，接著 Socket Server 也透過乙太網路和 DSRC 系統的 L7 連結，BIS 中心所扮演的角色就是收集、處理、分析、配送交通資訊或其他資訊，Socket Server 的角色就是維護 BIS 應用和 RSE 的連線以及傳送資料的任務。圖 A-10 則更清楚的說明 DSRC-BIS 系統架構。

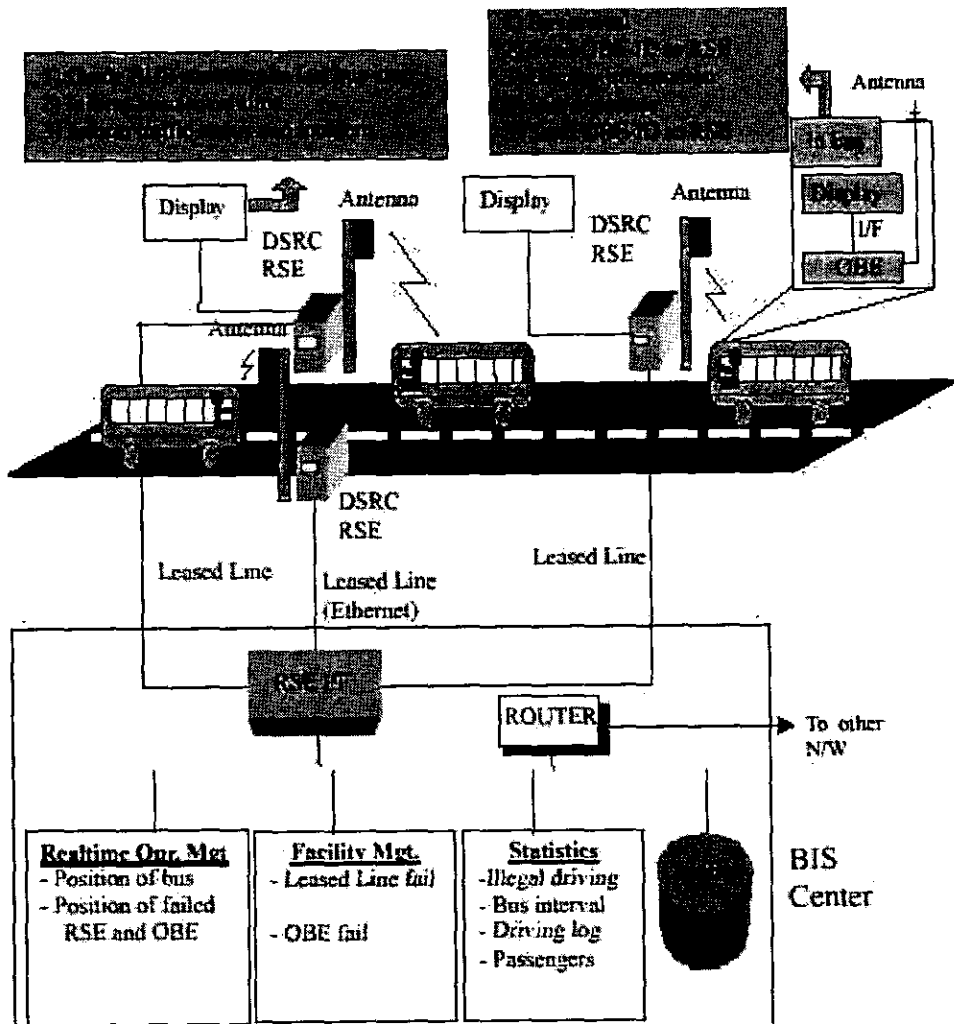


圖 A-10 以 DSRC 技術為基礎之 BIS 系統架構

A.2.4 各國微波 DSRC 系統

(一) 主動式與被動式系統之差異

由於微波 DSRC 系統具有較高的可靠度、正確性、通訊效率，較快的資料傳輸速度，成本較低，及不受天候影響，並且可以準確地定位於很小的區域等優點。此外，加上其可以配置於所有之 ITS 應用上，故現今世界上有許多地區例如歐洲、日本、北美等國都花費了不少成本於微波 DSRC 系統之研究、配置、及整合上面。而至目前為止，微波的系統也就分成三派，即先前提到：(1) 主動式系統、(2) 半主動式系統、(3) 被動式系統，而後兩者結構類似，有時合併稱為散射回波系統 (Backscatter)。

至於這三種系統的載波頻率，皆為 5.8GHz 左右。其中美國剛開始配置 DSRC 系統曾經使用 902~928MHz 的載波頻率，然而發現到 900MHz 系統有不少缺點，包括：(i) 此頻帶 (902~928MHz) 之分配太窄太小，以致於無法支援許多 DSRC 應用，同時其全國共用性較差，無法廣泛地配置、(ii) 此頻帶無法提供足夠的頻譜頻寬支援即將普及的 ITS 建設、(iii) 有些 ITS 服務中，個人和公眾安全很重要，所以系統之防干擾必須有較高之要求，而此頻帶無法達成。另外，5.8GHz 頻帶擁有了許多優點，包括：(i) 在空氣介質中，對於操作於惡劣天候 (如大雨、下雪、冰雹) 下，5.8GHz 系統能夠達到最小衰減的情況、(ii) 在 5.8GHz 頻帶其頻譜夠寬，可以支援所有之 ITS 應用、(iii) 在製造和配置 DSRC 系統之花費成本，市場已驗證於 5.8GHz 頻帶將能最符合經濟效益。因此，目前各國之 DSRC 系統也都以 5.8GHz 頻帶為主，儘管歐洲、亞洲、和北美系統彼此不相同，但它們載波的頻率，卻都是在 5.8GHz 附近，此頻帶將來也必定為系統之標準。

此外，尚有紅外線 DSRC，該系統的通訊涵蓋範圍較微波 DSRC 範圍小，且傳輸時容易受到下雨、下雪、及霧氣影響，這是歐、日、美各先進國家採用微波 DSRC 的主要原因。在 ETC 應用中，由於通訊量很小，又屬於專用通訊，因此兩者的通訊範圍雖有不同，然就通訊需求而言，都能滿足 ETC 的需要。另外，若使用紅外線 DSRC 技術，為避免下雨等天候因素的影響，在通訊區應有遮雨設施，以增加通訊可靠度，減少交易失誤。

現在，將此三種系分為兩大類— (1) Active 系統、(2) Backscatter 系統，下面就分別介紹此兩種系統之架構、差異、及其優缺點。先前已說明它們最明顯的特徵即為 Active 系統其車上答詢器裡有振盪器，而其答詢器會傳送一個回覆的信號；至於 Backscatter 系統其車上答詢器則只有將路側系統發送之信號調變和反射而已，其答詢器之電路結構較簡單。接下來分別以方塊圖 (Block diagram) 來說明此兩種系統：

1.Active 系統：

在圖 A-11 中，Active 系統之答詢器 (tag) 於左上方之天線接收由路側系統 (RSU) 傳送之微波信號。而此接收的信號經過各功能的方塊，並且經由微處理單元 (MPU) 處理成為接收資料 (reception data)。至於 tag 傳送回 reader 的電磁波信號，則是將傳送資料 (transmission data) 調變並且以振盪器 (OSC) 產生一頻率為 5.8GHz 之載波；此回覆波則是由左下方之天線發送出去。

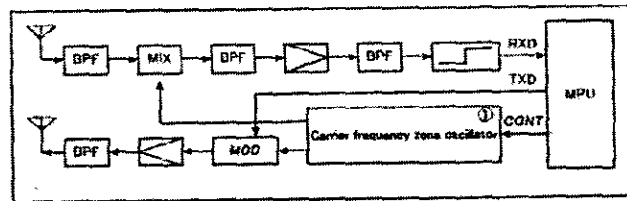


圖 A-11 主動式系統架構

2.Backscatter 系統：

在圖 A-12 中，Backscatter 系統其下載 (downlink) 部份和 Active 系統相同，而接收到之信號同樣地經過各功能方塊，並也經由 MPU 處理成為接收資料。其與 Active 系統不同之處是在於 tag 傳送的回覆信號，Backscatter 系統之 tag 內並沒有微波振盪器可產生載波。而事實上，當車上 tag 傳送信號的同時，路側 reader 必須連續地發射一未調變之載波，經過路徑 2 後輸入至 tag 的傳送電路，成為 tag 發送信號之載波。至於 MPU 將所收到之資料處理後成為傳送資料，再將其調變，並經由次載波 (sub-carrier) 輸出；通常此次載波頻率在 1~3MHz 之間。最後，將此次載波信號與之前路徑 2 之微波載波作混頻 (得到：載波頻率 \pm 次載波頻率)，再由圖中左下方之天線傳送出去。

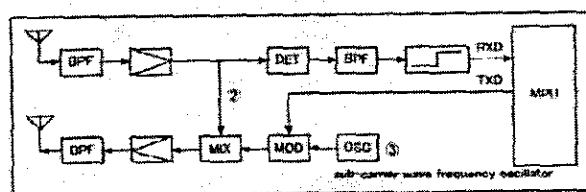
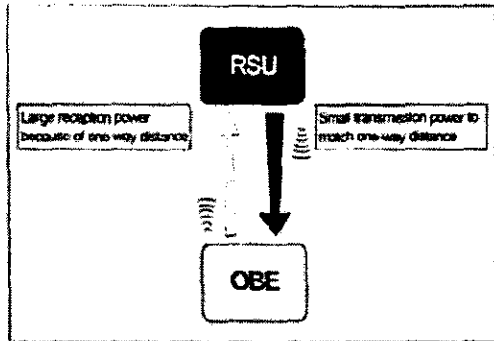


圖 A-12 反射式系統架構

接下來將要探討 Active 和 Backscatter 系統之優缺點。Active 之優點為其有較長之通訊距離、抗干擾能力較佳，即可靠度較好、其 reader 可發送功率較低之信號、且 reader 接收信號之靈敏度不需太好、頻率重複使用距離 (reuse distance) 較短、其使用全雙功 (Full-duplex) 運作較簡單。至於

Backscatter 優點為其 tag 使用之 power 較少、tag 電路較簡單不需微波振盪器，故價格便宜、其可反射不同頻率之信號，故其可以一個較低之成本達到較佳之共同性 (interoperability)、另外，其也較容易將通訊區限制在一個小範圍內，支援某些應用之需求。

主動式系統示意圖



回射式系統示意圖

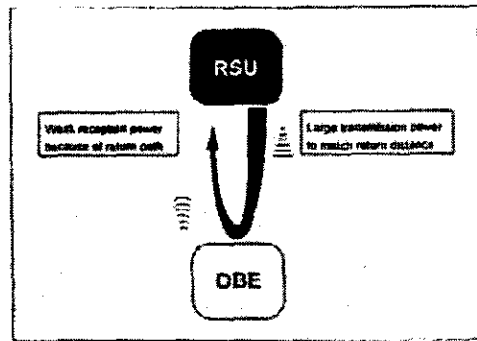


圖 A-13 主動式與回射式系統其 tag 傳送回覆信號之差異

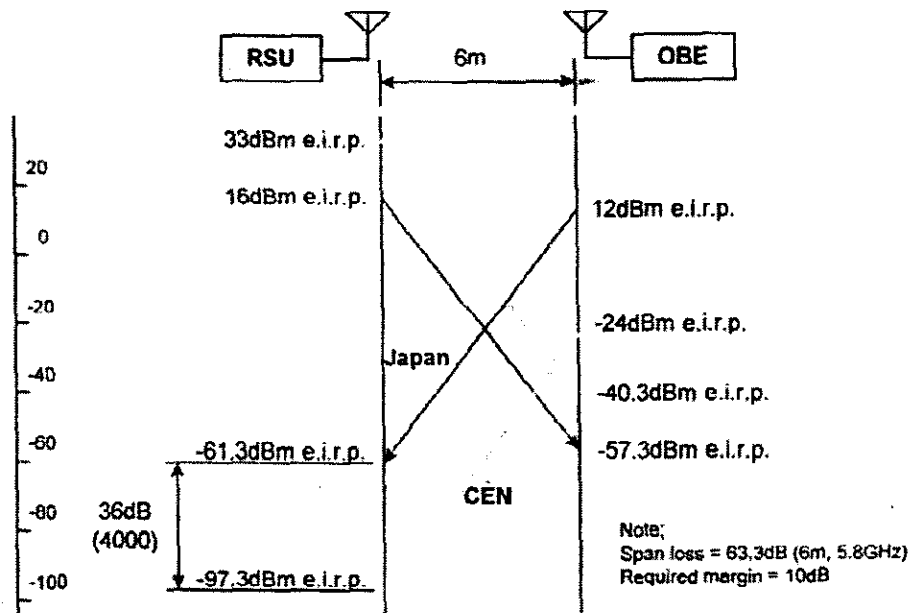


圖 A-14 日本 Active 與歐洲 Backscatter 系統信號強度水平圖

由圖 A-14 可知，Backscatter 系統其路側統發射功率必須較大，才能提供車上裝置返回信號之能量，而其路側系統之靈敏度也必須較高，才能順利地接收由 tag 反射回來較弱之信號。在此，將 Active 系統與 Backscatter 系統之表較分析整理於表 A-2：

表 A-2 主動式與回射式系統之比較

比較項目	Active 系統 (以下簡稱 A)	Backscatter 系統 (以下簡稱 B)	備註
路側系統之接收信號	接收信號之能量較系統 B 高 (能量衰減正比於距離之平方)	接收信號之能量較系統 A 低 (能量衰減正比於距離之平方)	系統 B 之路側系統需有較高之靈敏度
路側系統接收能量之變動	與系統 B 比較只有一半之變動, 因為單向路徑 (10dB)	較多之能量變動, 因為來回路徑 (20dB)	見圖 4-16
頻率重複使用之距離	路側系統輸出能量較低, 故其在相同頻率下, 重複使用距離較短	路側系統輸出能量較高, 故其在相同頻率下, 重複使用距離較長	系統 A 較佳
車上裝置之成本	其內電路中有微波振盪器, 故其所需之成本較高	其沒有振盪器, 而電路較簡單, 所需成本也較低, 適合於廣泛地配置	系統 A 較大缺點 (由於車輛數目眾多, 任何會增加車上裝置成本之元件需詳加評估。)
路側系統之成本	電路較簡單, 成本較便宜	因需有較高之靈敏度故其電路較複雜, 所需之成本較高	路側系統之數目遠較車輛少, 故其影響較小
通訊區域限制	視天線特性而定, 或許利用可調主束天線加以控制協定	天線特性: 對準目標較系統 A 簡單	系統 B 較佳 (因為其可掌控車道)
車道操作	可藉由控制協定, 而適用於處理多車道 (適合於較大之通訊範圍)	也可處理多車道 (適合於較小之通訊範圍)	
可共用性	單一 tag 其可共用性較差	單一 tag 其可以較低之成本達成可共用性	系統 B 之 tag 可反射不同之頻率
抗干擾能力	其可承受之干擾較大, 可靠度較高	抗干擾較差	系統 A 較佳
車上裝置電池壽命	較短 (因為有主動元作)	較長	系統 B 約五年, 假設車輛每天 2 次 transaction

DSRC 在歐洲、亞洲和北美洲所制定之標準有所不同, 在歐洲為被動式、在日本為主動式、而在美國為半主動式, 現將世界目前三套系統之特性與參數整理於下頁表 A-3:

表 A-3 DSRC 之系統規格整理

Parameters (特性參數)	Europe (CEN) (歐洲)	North American (北美地區)	Japan (日本)
Communication System (通訊系統)	被動式 (Passive)	主動式, 回射式或是兩者都有	主動式
Carrier Frequency (載波頻率)	5.8 GHz	5.8 GHz	5.8 GHz
Channel Spacing (通道頻率間隔)			10 MHz
Channel BW (通道頻寬)	5 MHz	6 MHz	少於 8 MHz
Communication Zones (通訊區域)		100 ft	3~30m
Duplex (雙工)	半雙工	半雙工/全雙工	半雙工/全雙工
Downlink Data Rate (下載資料速率)	500kbps (optional: 31.25, 62.5, 125, 250, and 1000 kbps)	600kbps (optional: 31.25, 62.5, 125, 250, and 1000 kbps)	1,024kbps
Uplink Data Rate (上載資料速率)	250kbps (optional: 31.25, 62.5, 125, 250, and 750 kbps)	600kbps (optional: 31.25, 62.5, 125, 250, and 750 kbps)	1,024kbps
Encoding Rule (編碼規則)	Downlink: FM0 (optional: NRZI) Uplink: NRZI	[Active] Manchester [Semi-active] Downlink: Manchester Uplink: NRZI	Manchester
Modulation (調變方式)	Downlink: 2-level AM Uplink: M-PSK	[Active] ASK [Semi-active] Downlink:	ASK

	(M=2 is default)	2-level AM Uplink: M-PSK (M=2 is default)	
Access System (存取方式)	Slotted ALOHA	Slotted ALOHA	Slotted ALOHA
Frame length (框架長度)	Variable length	Variable length	Variable length
Data frame length (Slot length) (資料框長度)	Variable length (max. 512bits)	Variable length (max. 512bits)	Fixed length (800bits)
Tx Power (傳輸功率)	+33dBm EIRP	+33dBm EIRP	+16dBm EIRP
BER (錯碼率)	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}
Error detection (錯碼更正)	CCITT's CRC-16		
Protocol (通訊協定)	HDLC		
Polarization (天線極化)	LHCP		

以上則是主動式和被動是系統的差別，主動式和被動是只局限於整個 DSRC 系統的實體層，接下來將討論這三個區域在其他兩層的差別。

(二) 各國資料鏈路層 (Layer2) 之差異

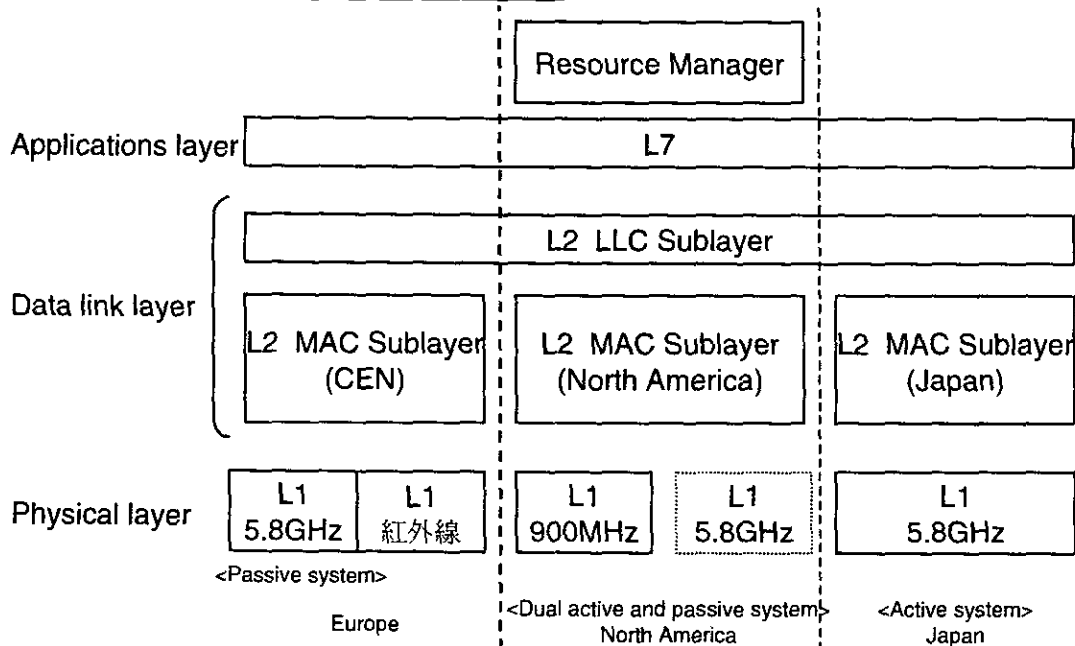


圖 A-15 歐、美、日 DSRC 標準協定之層級架構

由圖 A-15 可知這三個區域的 DSRC 系統的差別，在第貳節層曾提到美國方面尚未提出 5.8GHz 實體層的相關文件，所以在第二層 (Data Link Layer) 只探討日本和歐洲的差別，不考慮美國的情形。為了讓讀者對於 Layer2 的運作更了解所以又加了圖 A-16 來加強 Layer2 的說明，首先 DSRC 資料鏈路層 (Layer2) 規範的範圍，包括：

1. 資料鏈路層所定義的規格能適用於任何選用的實體層媒體。
2. 本建議書定義的 DSRC 資料鏈路層只應用於車道的路側單元與車輛上的車上單元間的通訊，不適用於車輛與車輛間的通訊，或不同路側

單元間的通訊。

3. 在 DSRC 的架構中，由路側單元控制傳輸媒體，及配置媒體的使用權給在通訊區的车上單元。支援單向的與半雙工的傳輸模式，可與被動式或主動式的车上單元通訊。
4. 支援路側單元與一個或多個移動的车上單元通訊的組態。但是，不定義通訊區的組態和佈設方法。
5. 不定義在相鄰區域的路側單元間可能必須相互同步運作的組態。
6. 定義路側單元與车上單元在協商程序 (negotiation procedure) 中所使用的參數。

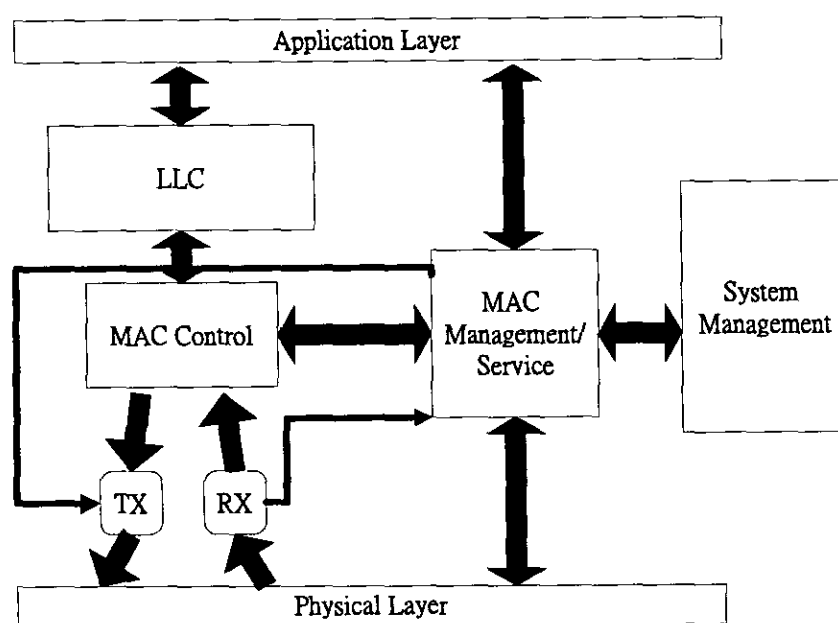


圖 A-16 資料鏈路層架構

資料鏈路層可分為媒體接取控制 (Medium Access Control, MAC) 副層與邏輯鏈路控制 (Logical Link Control, LLC) 副層，規範的內容包含：

1. 分享實體層媒體的媒體接取控制程序
2. 定址的法則與規約
3. 資料流量控制程序
4. 確認程序
5. 錯誤控制程序
6. 提供給資料鏈路使用者之服務

在日本和歐洲在資料鏈路層方面：在邏輯鏈路控制副層（LLC）方面的內容是相同的，但是在媒體接取控制副層（MAC）方面則有很大的差異，其間的差異分述如下（以下所描述的資訊框格式和內容定義作者不加以描述只著重在相異之處）：

訊框格式不同：

歐洲 CEN DSRC 訊框格式為

Flag	Link Address	MAC Control Field	LLC Control Field	LLC Status Field	LPDU Info Field	Frame Check Sequence	Flag
------	--------------	-------------------	-------------------	------------------	-----------------	----------------------	------

日本 ARIB STD T-55 支援半雙工與全雙工的訊框格式：

半雙工的訊框格式為：

FCMS	MDS(1)	MDS(2)	...	MDS(n1) /WCNS	ACTS(1)	ACTS(2)	ACTS(3) k1=3
------	--------	--------	-----	------------------	---------	---------	-----------------

全雙工的訊框格式為：

Down Link

FCMS	MDS(1)	MDS(2)	MDS(3)	MDS(n2)
------	--------	--------	--------	---------

Up Link

MDS(1)	MDS(2) /WCNS	MDS(3) /ACTS(1)	MDS(n2) /ACTS(k2)
--------	-----------------	--------------------	----------------------

MAC 控制欄內含不同的欄位值：

CEN DSRC 的 MAC 控制欄：

Downlink

L	D (0)	A	C/R	S	X	X	X
L	D (1)	R	C/R	X	X	X	X

1 octet

Uplink

1 octet

ARIB STD T-55 的 MAC 控制欄 (2 octets)：

1st octet

1	2	3	4	5	6	7	8
FRG	C/L	0	C/R	Sequence number			

2nd octet

LPDU data length	0
------------------	---

ARIB STD T-55 的媒體接取控制副層提供聯結服務（association）與簡單的加解密功能，CEN DSRC 第二層則無提供這兩種功能。在應用層方面 CEN DSRC 對於第一、第二與第七層之間的管理層並未詳細完整的加以規範，日本 ARIB STD-T55 除了增加 Profile Number 4-7 之外，並在第七層加入了應用層管理與系統管理，其 Primitive 如下：

功能管理層	應用層管理	系統管理
提供之 primitive	ALME-GET ALME-SET	SME-EVENTREPORT SME-GET SME-SET SME-RESET

(三) 資料鏈路層 (Layer2) 名詞定義

為了能讓讀者在讀本篇時，能對系統更加了解所以在此定義一些專有名詞：

1. 信標服務表 (Beacon Service Table, BST)：表示路側單元通訊所支援的參數集合，包含應用服務種類及相關參數選用資訊 (以 profile 表示)，相關參數包含傳輸媒體的特性、訊框的長度、訊框間間隔的長度、上傳視窗的大小、計時的值、計數的值等。BST 由路側單元的應用層維護。
2. 車輛服務表 (Vehicle Service Table, VST)：表示車上單元通訊所支援的參數集合，包含應用服務種類及相關參數選用資訊 (以 profile 表示)，相關參數包含傳輸媒體的特性、訊框的長度、訊框間間隔的長度、上傳視窗的大小、計時的值、計數的值等。VST 由車上單元的應用層維護。
3. 設定檔 (profile)：以唯一的設定檔編號表示選用的參數集合，相關參數包含第一層傳輸媒體的特性，第二層訊框的長度、訊框間間隔的長度、上傳視窗的大小、計時的值、計數的值等，以及第七層應用功能特性。
4. 路側單元 (Road Side Unit, RSU)：在車道端的固定通訊設備，它擁有單一下傳鏈路通道與一個或多個上傳鏈路通道。
5. 車上單元 (On Board Unit, OBU)：裝置於移動車輛上的通訊設備，具有能力從路側單元接收資料或傳送資料給路側單元。
6. 鏈路位址 (Link Address)：服務接取點的位址，是接收 PDU 與發送 PDU 的識別碼。
7. 廣播鏈路位址 (Broadcast Link Address)：一個特定的服務接取點位址，所有車上單元都可以利用此位址傳送或接收資料。

8. 群播位址 (Multicast Address)：安排給一群服務接取點的位址。
9. 資料鏈路 (Data Link)：根據特殊的方法使相連的終端設備能依此方法彼此交換訊息。
10. 資料鏈路層 (Data Link Layer)：在 OSI (Open System Interconnection) 模式的第二層，提供可靠的傳送服務給上層協定使用，負責鏈路位址/控制欄的解釋、媒體通道的接取、與命令/回應協定資料單元 (Protocol Data Unit, PDU) 的產生、傳遞與解釋。
11. 下傳鏈路 (Downlink)：路側單元傳送其訊息的通訊通道。
12. 上傳鏈路 (Uplink)：車上單元傳送其訊息的通訊通道。
13. 視窗 (Window)：實體層媒體被配備用以傳送資料的時間期間。
14. 下傳鏈路視窗 (Downlink Window)：路側單元傳送資料時所佔用的時間期間。
15. 上傳鏈路視窗 (Uplink Window)：車上單元傳送資料時所佔用的時間期間。
16. 專用上傳鏈路視窗 (Private Uplink Window)：路側單元配置給車上單元用以傳送資料的某一上傳鏈路時間期間。
17. 公用上傳鏈路視窗 (Public Uplink Window)：車上單元根據某些規則與其他的車上單元以競爭的方式選擇一個公用上傳鏈路，並在此視窗傳送資料的時間期間。
18. 邏輯鏈路控制 (Logical Link Control, LLC)：LLC 產生欲傳送的 PDU 命令和解釋收到的 PDU 命令與 PDU 回應，它負責：控制訊號交換的初始化 (Initiation Of Control Signal Interchange)、資料流的組成 (Organization Of Data Flow)、解釋收到的 LPDU 命令與產生適當的 LPDU 回應 (Interpretation of received command LPDUs and generation of appropriate response LPDUs)、執行相關的錯誤控制與錯誤復原 (actions regarding error control and error recovery functions)。
19. LLC 控制欄 (LLC control field)：LPDU 的第一個欄位，用以表示一些特定功能的命令或回應。
20. 鏈路轉回時間 (Link Turn Around Time)：兩個連續的實體層位元串，在相反方向 (由傳送模式變為接收模式或由接收模式變為傳送模式) 間傳送的時間間隔。
21. 邏輯鏈路協定資料單元 (Logical Link Protocol Data Unit, LPDU)：

從 MAC 接收或傳送給 MAC 的資料單元。

22. 媒體接取控制 (Medium Access Control, MAC)：在 LLC 層的下方，負責實體層媒體使用權的控制、建構訊框與提供 LLC 層服務。
23. MAC 控制欄 (MAC control field)：包含與 MAC 相關的控制訊息。
24. 位元組 (octet)：由 8 個連續位元組成。
25. 命令 (command)：在資料通訊中的指令，表示於 PDU 的控制欄中，並由 LLC 副層傳送，用以執行特定的資料鏈路控制功能。
26. 回應 (response)：在資料通訊中的指令，表示於 PDU 的控制欄中，並由 LLC 副層傳送，回應為命令執行結果的回覆
27. 服務 (service)：某一協定層提供給該協定層使用者的能力與功能特色。

應用層規定應用服務資料的切段與重組 (Fragmentation And Defragmentation) 以及提供一系列的服務基元 (Primitive) 給各種不同的應用，以實現通訊過程的各式操作。

(四) 各國應用層 (Layer7) 之差異

應用層之目的是提供應用工具給不同應用的使用者。應用工具主要是一系列的服務基元，用來規定應用資料的型態與資料結構，這些是以 ASN.1 (Abstract Syntax Notation One) 的語法表示，並且使用 ASN.1 的 PER (Packeted Encoding Rules) 編碼規則中的 UNALIGNED 規則 (簡稱 PER-UNALIGNED) 來加以編碼，至於使用服務基元的程序及資料內容的詳細意義是由使用者依應用需要自由決定。因此，應用層只是規範應用的資料結構，並不表示遵循此規範的通訊雙方就能理解對方的訊息。若通訊雙方要理解對方的訊息，則必須經由製造商相互協商或由相關組織再針對使用程序及資料內容格式訂定統一的規定。應用層之範圍包括下列項目：

- 應用層架構與運作流程
- 提供資料傳輸與遠端操作之服務
- 應用層多工程序
- 切段程序
- 串接程序
- 使用共同的編碼規則來編解資料，使用的語法均是 ASN.1 語法
- 通訊協商 (negotiation) 與起始程序

- 廣播服務支援
- 連結控制的程序
- 對 DSRC 設定檔 (profile) 的管理

但大致上日本的 Layer7 標準和歐洲的 CEN 其實是非常相似的，所以以下將只探討歐洲 CEN 和美國 IEEE 在 Layer7 的差異之處。由圖 A-15 可知美國在 Layer7 上加了一個 RM (Resource Manager)，而除了在 RM 方面不一樣，另外在 T-KE 方面也有很大的差別。以下的說明將針對歐洲和美國的 Layer7 的差別。圖 A-16 可以很清楚的看出 Layer7 的架構。在此先概述 Layer7 各個 Block Diagram 的功能。

B-KE (廣播核心元素) :

藉由在車上單元 (RSU) 與路側單元 (OBU) 中的廣播資料池 (BP) 來收集、廣播與散佈不同應用之資訊。

I-KE (起始核心元素) :

負責車上單元 (RSU) 與路側單元 (OBU) 建立通訊的初始化。初始化程序為交換車上單元與路側單元的 BST 與 VST。I-KE 必須通知車上單元是否它已進入具有同等應用服務功能的路側單元通訊區內。

T-KE (傳送核心元素) :

- 在通訊傳輸之雙方負責資訊傳送之工作
- B-KE、I-KE 和其他應用服務元素的資料都必須透過 T-KE 收送
- 利用 GET、SET、ACTION、EVENT-REPORT、INITIALIZATION 等服務基元 (Service Primitive) 來提供服務
- 藉由 ASN.1 定義的應用協定資料單元 (T-APDU) 來傳送資料
- 利用 ASN.1 的 PER-UNALIGNED 所定義之編碼規則來編碼應用資料

而應用層資料框的流程如下所示

- 3.1.1.3.5 應用將 ASDU 轉換成 APDU
- 將 APDU 編碼 (encoding)
- 資料切段 (fragmentation)
- 位元組調正 (octet alignment)，填補 0 位元

- 多工、串接與 LLC 之接取
- 解多工
- 重組資料
- APDU 之解碼、解串接與移除填補位元
- 將 APDU 轉換為 ASDU

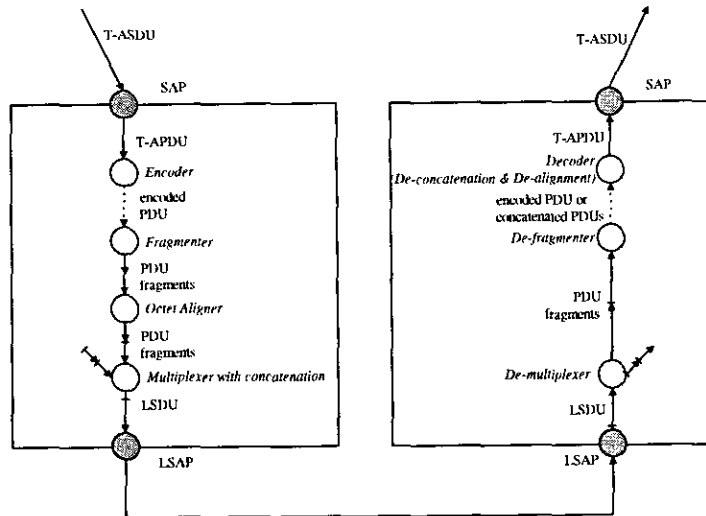


圖 A-17 T-KE 之傳輸協定與功能

T-KE 根據所定義的 ASN.1 資料結構將服務資料單元轉換為 T-APDU，圖 A-18 所示為使用 SET.request 服務基元的範例。

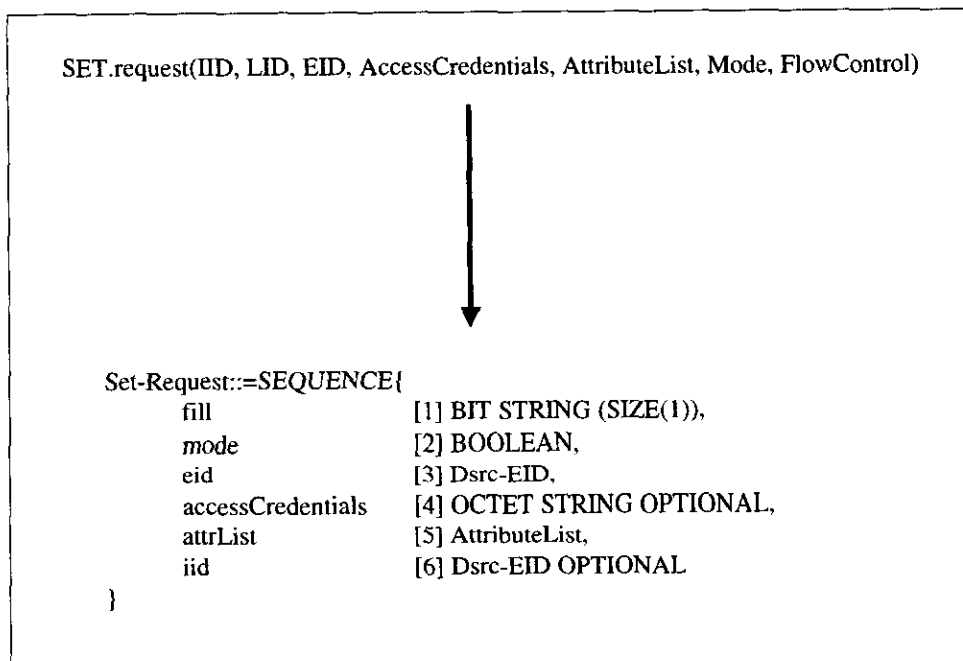


圖 A-18 T-KE 中轉換 ASDU 至 APDU

T-KE 根據 ASN.1 的 PER- UNALIGNED 編碼規則，將 ASN.1 資料結構型態的 T-APDU 予以編碼。

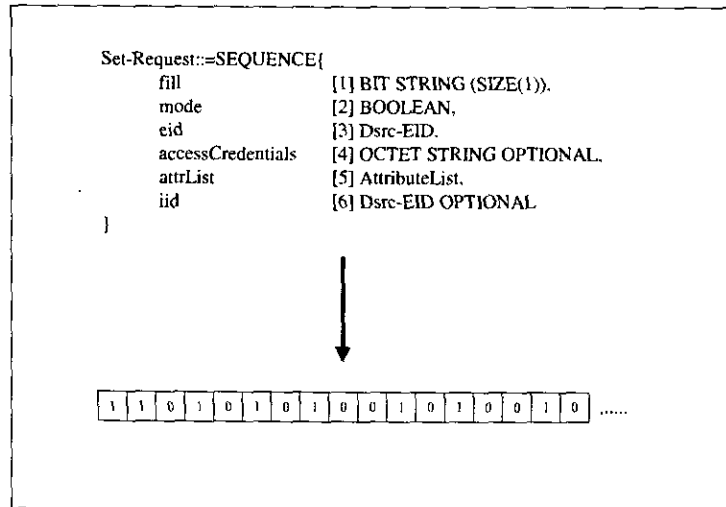


圖 A-19 T-KE 之編碼

T-KE 將編碼過之 APDU 予以分解成 T-APDU 片段，每一個片段均有標頭 (header)。每一個切段標頭之長度至少為 1 個位元組，至多為 3 個位元組。T-APDU 之片段長度不可以超過 LLC 封包之最大長度，並且除了最後一個片段外，所有片段之長度均應相同。此外，每個片段的長度除了最後一個片段外，都必須是 8 位元之整數倍。如圖 A-20 所示，為標頭之內容：

	8	7	6	5	4	3	2	1	bit no
Fragmentation Indicator	PDU number				Fragment Counter		Extension Indicator		位元組 1
	Fragment Counter (extended)						Extension Indicator		位元組 2
	Fragment Counter (extended)						Extension Indicator		位元組 3

圖 A-20 T-KE 中資料片段的標頭

切段標示 (Fragmentation Indicator) 在切段標頭之最高位元 (第 8 位元)。此標示若為二進位之 1 時，表示在此片段是 APDU 的最後一個片段，若為二進位的 0 時，表示此片段不是最後一個片段。

PDU 號碼以標頭之第 7 位元至第 4 位元表示，此號碼是獨立且唯一的，用來區別不同的 T-APDU 服務要求如 GET.request、SET.request..等，在相對應的服務回應如 GET-response、SET-response..等的 T-APDU 之 PDU 號碼必須與服務要求的 PDU 號碼一樣。如果一個 T-APDU 被切成好幾個片段，則每個片段的 PDU 號碼必須一樣。此外，二進位 0000 或 0001 的 PDU 號碼只能由 B-KE 所傳送，T-KE 不能使用這兩個 PDU 號碼。延伸標示

(extension indicator) 在切段標頭之最低位元 (第 1 位元)，此位元為 0 表示下個位元組仍是標頭，若為 1 表示此位元組為標頭的最後的位元組。若一個編碼過後之 PDU 經過切段的片段數目為 0 至 3 個時，則其切段標頭只有一個位元組。片段計數器 (第 3 與第 2 個位元) 用來標明第 0 至第 3 個片段之編號，其中第 3 個位元為 MSB，而標頭的延伸標示位元為二進位的 1，用以表示標頭結束。

若一個編碼過後之 PDU 經過切段的片段數目為 4 至 511 個片段時，每個片段就需要兩個位元組的標頭。在標頭第 1 個位元組的延伸標示為二進位之 0，而第 2 個位元組之延伸標示為二進位的 1。片段計數器是由標頭第 1 個位元組之第 3 與第 2 位元和第 2 個位元組之第 8 至第 2 個位元所組成共 9 個位元，其中第 1 個位元組之第 3 個位元為 MSB，第 2 個位元組之第 2 個位元為 LSB。

若一個編碼過後之 PDU 經過切段的片段數目為 512 至 65535 個片段時，就需要 3 個位元組的標頭，在標頭第 1 個與第 2 個位元組的延伸標示為二進位之 0，而第 3 個位元組之延伸標示為二進位的 1。片段計數器是由標頭第 1 個位元組之第 3 與第 2 位元和第 2 個位元組之第 8 至第 2 個位元和第 3 個位元組之第 8 至第 2 個位元所組成共 16 個位元，其中第 1 個位元組之第 3 個位元為 MSB，第 3 個位元組之第 2 個位元為 LSB。圖 A-21 為切段的示意圖。

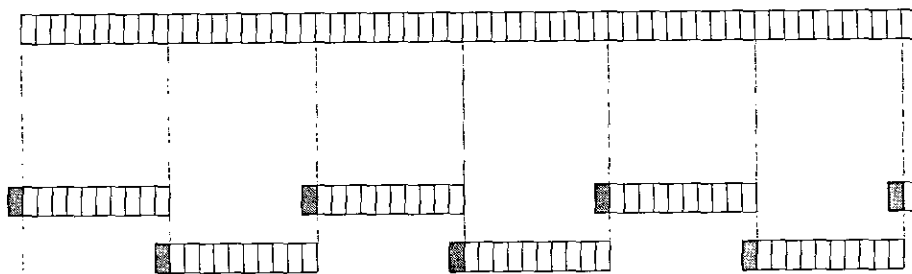


圖 A-21 T-KE 之切段

T-KE 將編碼後的 T-APDU 切段之後，若最後一個片段不是位元組的整數倍，則要在資料的尾端填補 0 位元使成為位元組的整數倍。圖 4-24 為位元組調正的示意圖。

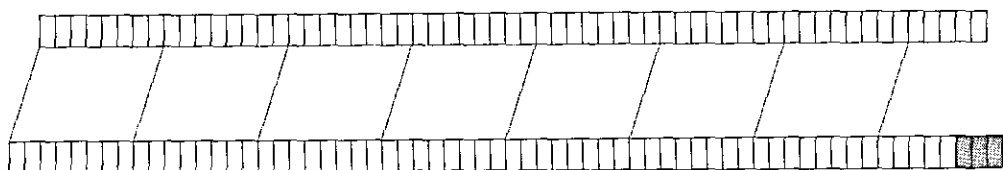


圖 A-22 T-KE 之位元組調正

T-KE 將不同的 T-APDU 片段以先到先服務 (first-come-first-serve) 方式，多工成串列排列的片段資料，而同一個 PDU 編號的 T-APDU 片段必須連續排列，圖 A-23 為多工處理示意圖。

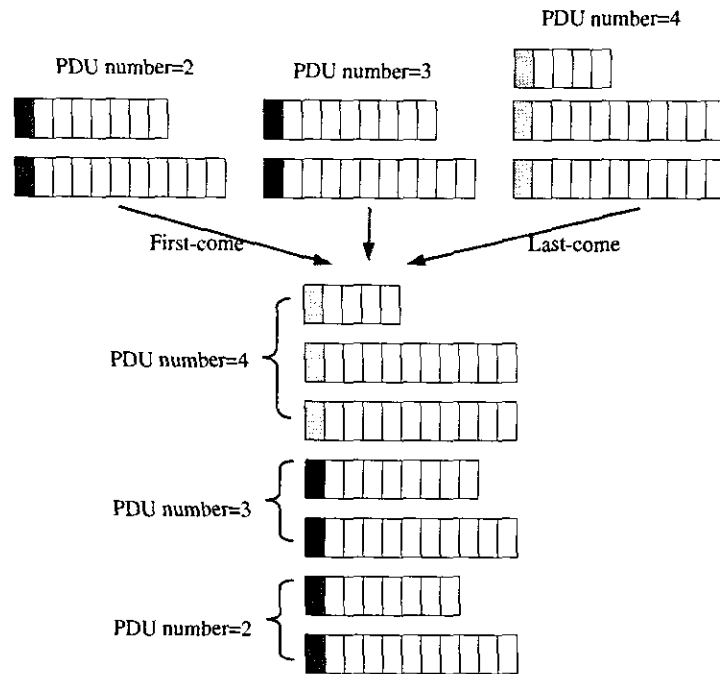


圖 A-23 T-KE 之多工

T-KE 根據 T-ASDU 的 flow control 參數來使用資料鏈路層的 LLC 服務，以傳送 T-APDU 片段。圖 A-24 為使用 LLC 層的 DL-UNIDATA.request 服務來傳送一個 T-APDU 片段的圖示。

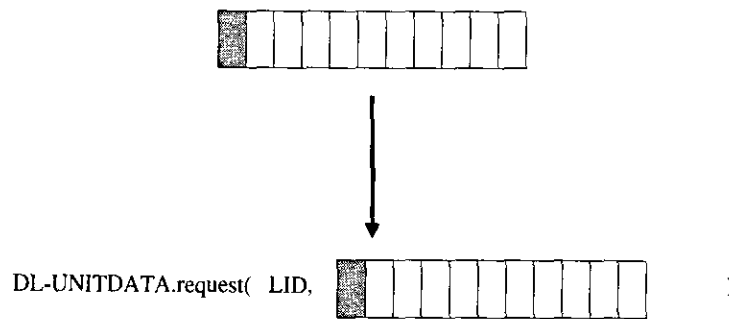


圖 A-24 T-KE 之 LLC 連結

如果多個不同的 T-APDU 片段是屬於同一個 LID，並且這些 T-APDU 片段串接後總長度不超過 LLC 封包允許之最大長度，則可以將這些片段結合在同一個 LLC 封包中傳送，這種情況稱為串接。圖 4-27 為連鎖的圖示。

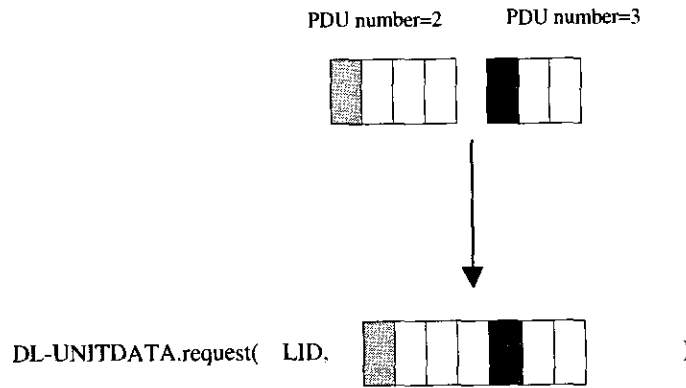


圖 A-25 T-KE 之串接

T-KE 從 LLC 層陸續收到 T-APDU 片段，並根據 PDU 號碼區分出不同之 T-APDU 服務資料。圖 A-26 為解多工的圖示。

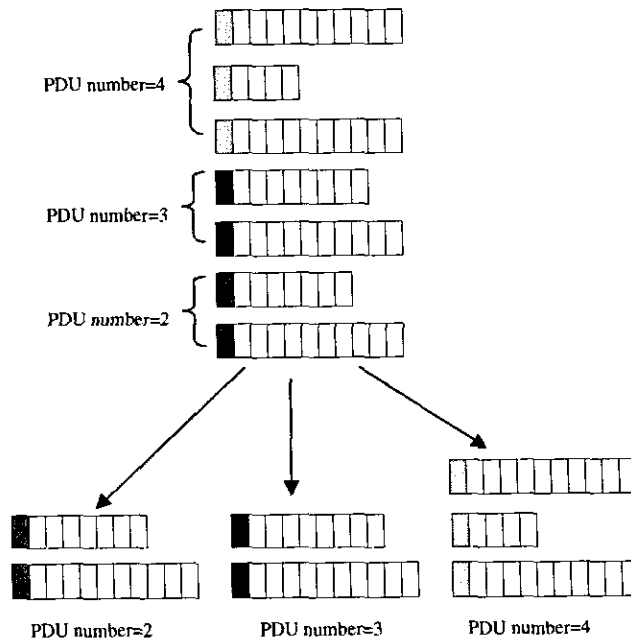


圖 A-26 T-KE 解多工

T-KE 將屬於同一個 T-APDU 之 T-APDU 片段予以去除標頭，並根據標頭中的片段計數器的順序，連接片段成 T-APDU。圖 A-27 為片段重組的圖示。

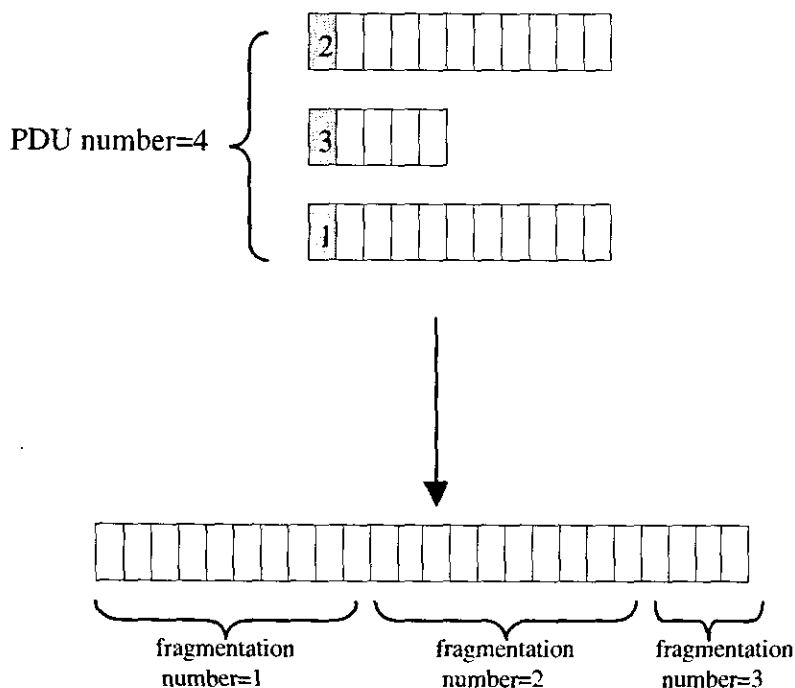


圖 A-27 T-KE 之重組

T-KE 根據 ASN.1 的 PER-UNALIGNED 之規則，將重組後的 T-APDU 解碼成 ASN.1 資料結構型態。在最後之位元組中，可能包含因位元組調正所填補的 0 位元，解碼時這些 0 位元必須要移除。圖 A-28 為解碼的圖示。

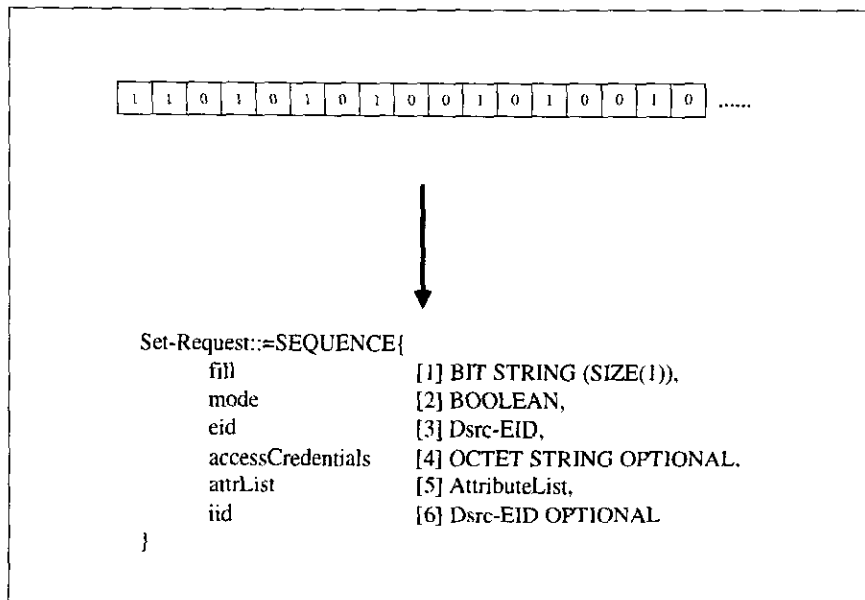


圖 A-28 T-KE 解碼

T-KE 根據下列規則將解碼過後之 T-APDU 轉換成 T-ASDU：

- service.request 的 T-APDU 被轉換成 service.indication 的 T-ASDU
- service.response 的 T-APDU 被轉換成 service.confirm 的 T-ASDU

然後 T-KE 根據 T-ASDU 中的 EID 將 T-ASDU 轉送給指定的 element。如果收到的 T-ASDU 為 INITIALIZATION.indication 則轉送給 I-KE。此外，必須告知管理層此 ASDU 之 LID。圖 A-29 為將 SET.request 之 T-APDU 轉換成 SET.indication 之 T-ASDU 的圖示。

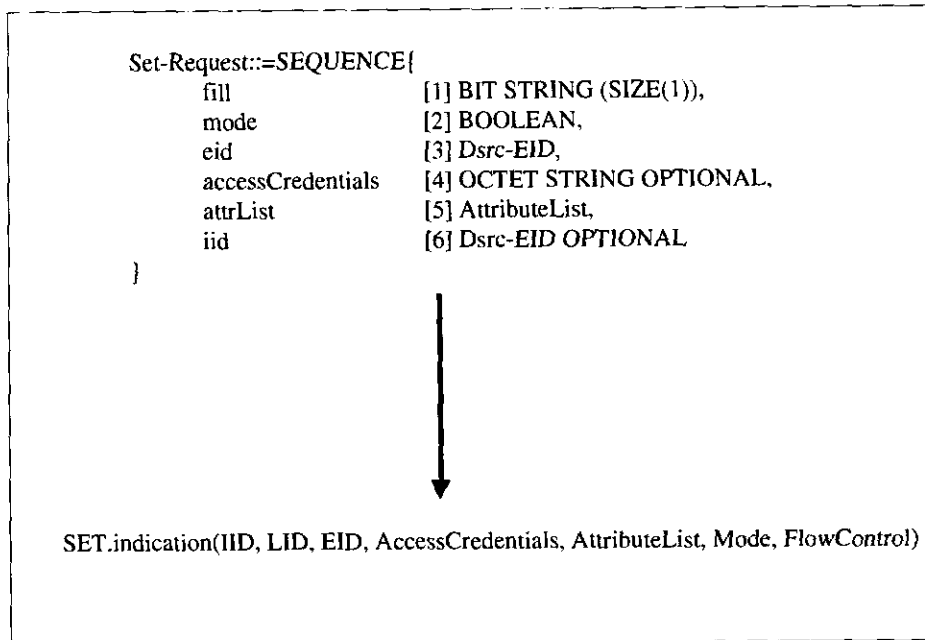


圖 A-29 T-KE 中轉換 APDU 為 ASDU

(五) 應用層 (Layer7) 名詞定義

- 應用個體 (Application Entity)：某種 DSRC 相關應用處理之統稱。
- 應用層 (Application Layer)：提供應用資料傳輸及遠端應用相關運作的服務。定義了空中介面通訊資料的型態及應用層多工、切段與串接的程序，也提供特定短距通訊之管理。
- 應用處理 (Application Process)：在與道路交通運輸應用相關的特定短距通訊系統中處理資訊之過程。
- 應用層核心 (Application Layer Kernel)：是應用個體的一部份，包含數個應用層核心元素，而且能並行提供各個核心元素實現之基本服務，以支援各式道路交通運輸應用。實現服務的方式包括建立由起始核心元素 (I-KE) 提供的對話協商、廣播核心元素 (B-KE) 提供的廣播服務與傳送核心元素 (T-KE) 所提供之特定短距通訊結構化資料之傳送。
- 應用服務元素 (Application Service Element)：是應用個體的一部份，提供某一種特定應用以 DSRC 通訊之能力。應用服務元素利用已定義之服務基元來描述應用資料之結構。

- 元素 (Element)：元素是用來描述某種資料處理與資料通訊之資源。元素代表通訊系統中用來建立或使用應用層功能的部分。為能實現應用層之功能，每一個元素必須要有可區別的名稱。如果此元素是用在 DSRC 通訊時，就需要以元素識別符來辨別。
- 應用層核心元素 (Application Layer Kernel Element)：於應用層核心中，提供最基本服務之元素。應用層核心元素能傳送特定短距通訊的結構化資料，與系統實際執行的應用種類無關。核心元素是特定短距通訊應用層之靜態元件，而且是配置在應用處理範圍之外。
- 廣播核心元素 (Broadcast Kernel Element)：主要目的是收集、廣播以及擷取多種應用或多個車上單元的資料。
- 起始核心元素 (Initialization Kernel Element)：負責在應用層通訊之起始化。
- 傳送核心元素 (Transfer Kernel Element)：負責傳送應用協定資料單元到對等應用個體。
- 特定短距通訊系統 (DSRC System)：由一台或多台電腦、相關之軟硬體、週邊、資料處理及傳送方法等所組成，可以自動化執行資料處理或資料傳送的程序，並且符合特定短距通訊協定的需求。
- 管理 (Management)：管理為應用層的一部份，用以支援特定短距通訊系統之管理。管理包含提供應用層、資料鏈路層與實體層等通訊參數之數值，以及其他用來控制特定短距通訊系統的資料收集與傳送。
- 應用資料單元 (Application Data Unit)：在兩個應用個體之間傳遞的資料單元。
- 應用協定資料單元 (Application Protocol Data Unit)：在對等兩端應用服務元素間交換之資料單元。
- 應用服務資料單元 (Application Service Data Unit)：在應用服務元素中與服務基元相關的資料單元。
- 邏輯鏈路控制協定資料單元 (LLC Protocol Data Unit)：在兩個邏輯鏈路控制層之間傳送的資料單元。
- 邏輯鏈路控制服務資料單元 (LLC Service Data Unit)：在應用層與邏輯鏈路控制層之間垂直地傳送的資料單元。
- 服務基元 (Service Primitive)：在服務使用者與服務提供者雙方交談而必須個別實施的基本服務。

- 信標服務表 (Beacon Service Table)：在路側單元的起始核心元素收集通訊時會使用之應用識別符、起始資料與協定層參數來形成一個信標服務表。信標服務表是由路側單元反覆地傳送，而車上單元收到信標服務表表示車輛與路側單元間通訊與交換資料的開始。車上單元之起始核心元素分析收到的信標服務表，並傳給負責的應用服務元素。
- 廣播資料池 (Broadcast Pool)：由路側單元反覆地傳送到車上單元的檔案。
- 編碼 (Encoding)：由傳送核心元素所提供之功能，而對等之傳送核心元素將收到的資料解碼。編碼方式是根據 ISO 8825-2 標準中 ASN.1 的 PER-UNALIGNED 編碼規則。
- 串接 (Concatenation)：此功能由傳送核心元素將多個不同的應用層協定資料單元串連成為一個邏輯鏈路層服務資料單元。
- 切段 (Fragmentation)：由傳輸核心元素將一個應用層協定資料單元切成多個邏輯鏈路層服務資料單元。
- 多工 (Multiplexing)：由一個邏輯鏈路控制服務接取點的傳輸服務提供者提供支援多個傳輸服務使用者。
- 設定檔 (Profile)：表示在特定短距通訊各協定層的能力與設定值。設定檔的資料型式為 ASN.1 整數 (ASN.1 INTEGER)。
- 時間 (Time)：自 1970 年一月一日零時零分開始計算到目前之秒數，即 UNIX time。
- 傳送 (Transfer)：由傳送核心元素所提供之動作。
- 車輛服務表 (Vehicle Service Table)：車輛服務表是車上單元回應信標服務表之用，它包含了所有信標服務表中的應用識別符、在車上單元的註冊資訊與更進一步通訊的基本資料。
- 動作 (Action)：由接收服務使用者所表現出來之動作。
- 屬性 (Attributes)：每一個元素均有屬性。屬性針對一個資料結構有一個對應的數值，而屬性之數值是明確的，是可以決定或反應每一個元素的行為。屬性之數值可以藉由發送一個要求訊號給某一個元素來做讀取或修改的動作，而屬性之動作是由包含該屬性之元素來決定的，不是直接由屬性決定。每一個元素可以強制設限屬性的數值以維持內部之一致性。
- 屬性識別符 (Attribute Identifier)：用來辨別所有屬性中之某一個元素

之屬性。

- 行為 (Behavior)：為元素定義的一部份，用來定義元素與元素之間的屬性、通知與動作的交互作用。行為可以定義下列項目：
 - 屬性、動作與通知的語意；
 - 元素執行動作之回應；
 - 發出通知的情況；
 - 特定屬性數值之間的關聯性；
 - 相關元素相互間的影響；
 - 屬性一致性的限制；
 - 辨別何時操作與通知具有正確意義之條件；
 - 辨別產生操作結果或發出通知的條件；
 - 元素操作正確之情況與元素整體生命週期影響之情況；
 - 元素同步之特性；
- 可區別之名稱 (Distinguished Name)：元素的名稱，其用意是為了使每一個設備之間不會混淆不清。不過明確之名稱在意義上與元素識別符不一樣。
- 元素識別符 (Element Identifier)：具有明確內容之應用層元素的註冊識別符。元素識別符即是 DSRC-EID，並以 ASN.1 表示。
- 建立 (Instantiation)：根據元素等級之定義去產生一個元素的程序。一個可區別的名稱被用來明確對每一個元素命名。如果此元素使用應用層核心的服務，則元素識別符就會被用來辨別每一個不同之元素。
- 通知 (Notification)：當內部或外部事件發生時，元素可以被定義去發出通知。通知的資訊內容是元素定義的一部份。但是，發出的通知是否屬於需確認或不需確認的事件報告，不是元素定義的一部份，而是由通訊系統之需求或策略所決定。
- 操作 (Operation)：去擷取元素的功能或資訊，或者改變其狀態的方法。操作的執行是由元素所控制。
- 參數 (Parameter)：在通訊協定中所攜帶之某種資料型態的數值。

(六) 小結

專用短距離通訊 (DSRC)，其擁有之許多優點是其他系統較欠缺的，例如：非常高之資料傳輸率、很好之可靠度、可定位於很小之通訊範圍、在特定之車道上精準偵測車流參數等等。然而在尚未達成標準化之前，其設備之製造成本、及系統建構成本會過高，以致於在全國普及化有相當的困難。一旦標準化之工作完成，在顧客利用方面、系統管理方面、及廠商製造方面將能夠更加符合經濟效益。而標準化努力之步驟，首先需從不同廠商之 tag 可支援相同之應用開始，再來則是將所有之應用整合為用一個相同之答詢器 (tag) 便可支援。此外，由於 DSRC 之高資料傳輸率使其能夠支援現階段所有 ITS 之應用，故其有相當之遠景值得詳加評估。

A.2.5 DSRC 與異質網路的互連

智慧型運輸系統 (Intelligent Transport Systems, ITS) 的系統架構是由好幾個先進的資訊網路、道路、和車子所組成，這個系統架構對於解決交通擁塞以及事故方面有很大的幫助，而且隨著車輛的增多，在不久的未來負載於 ITS 網路的資訊流量會持續向上成長；根據日本 TTC (Telecommunications Technology Council) 預估 ITS 資料通訊的市場將會在 2015 年達到 570 兆美元，而在其他應用方面，TTC 更進一步的預測在 2003 年底，日本裝配汽車導航系統的車輛將會達到 5 百萬輛，而 VICS (Vehicle Information and Communication System 汽車資訊溝通系統) 將會大規模的被使用在汽車與路側系統間及時資訊的傳輸。

而目前 ITS 的通訊應用又以電子收費系統 (Electronic Toll Collection System, ETC) 最為成熟；目前正快速的在日本鋪設 ETC 的路側系統和車上單元的安裝；ETC 系統是採用 DSRC 的技術，其頻段是在 5.8GHz，在日本是採用主動式的系統。

在各國用 DSRC 來架構 ETC 的應用是最為普遍的，但是在這個網際網路的時代，為了要讓 DSRC 成為一個可以和其他 ITS 異質網路互通的平台，以 TCP/IP 架構在 DSRC 平台上是一個較為可行的做法，底下將探討 DSRC 如何和網際網路互聯和車對車之間如何用 DSRC 來達成通訊的目的，在前面提過 DSRC 的架構，DSRC 的架構大致上可以分為三層，這三層分別是第七層 應用層、第二層網路連結層、以及第一層實體層 (其中第二層又可細分為 LLC—Logical Link Control 子層和 MAC—Medium Access Control 子層)，由圖 4-32 所示，DSRC standard 中的 OBE (On Board Equipment) 和 RSU (Road Side Unit) 之間的資料傳輸只有透過一、二、七這三層的功能來進行溝通 (在此先概述一下這三層的功能，第七層最主要的功能是決定

傳輸時的變數，因為 DSRC 的標準中有很多的變數是具有彈性的，是可以隨著環境的不同而決定不同的變數，看製造的廠商要如何決定，另外第七層還有隨著不同的應用而定義不同的 profile，像是 broadcasting 時的 profile，一對一傳輸時的 profile 等等；而第二層主要做的事，大概就是 1. Qos (Quality of service) 的控制---讓 user 可以有一個很穩定安全的環境進行資料的傳輸，2. 流量的控制---為了避免一次有大量的 packet 同時丟進來而造成系統的當掉，3. 媒體接取 (medium access) 的控制---在同一時間內可能有好幾個 user 需要傳輸資料，而 RSU 會以某種媒體接取的機制讓這些 user 得以使用 time slot 進行資料的傳輸，4. 錯誤的控制---像是回 ACK 確認收到資料，NAK 表示重新傳一次等等，而第一層實體層所作的事就是把上層傳下來的資料轉換成事先定義的編碼方式透過無線的界面傳送出去，而資料走到了 RSU 或是 OBE 後面的實體線路才會利用到 TCP/IP 層的功能，也就是連上了 Internet。

(一) IP over DSRC

目前有多種的方式可以架構 IP over DSRC，例如 IP 封包 (encapsulation) 和代理伺服器 (proxy)。這種方式可將 DSRC 的封包重新包成 IP 封包使其連上網際網路，這種方式稱為 IP gateway，透過這種方式，任何在目前 PC 上執行的網際網路應用程式幾乎都可以使用在 DSRC 的系統。然而這種方式有一種潛在的問題，我們都知道 TCP/IP protocol 為了確保 Qos (Quality of Service)，在 protocol 的設計上，傳輸的雙方在資料傳輸的過程中，需要對每一筆資料封包回 ACK 或是 NAK，這種機制會增加在傳輸時的遞延時間，接著將探討 IP gateway 這種方式在應用上的問題。(圖 A-30 為 IP gateway 的示意圖)

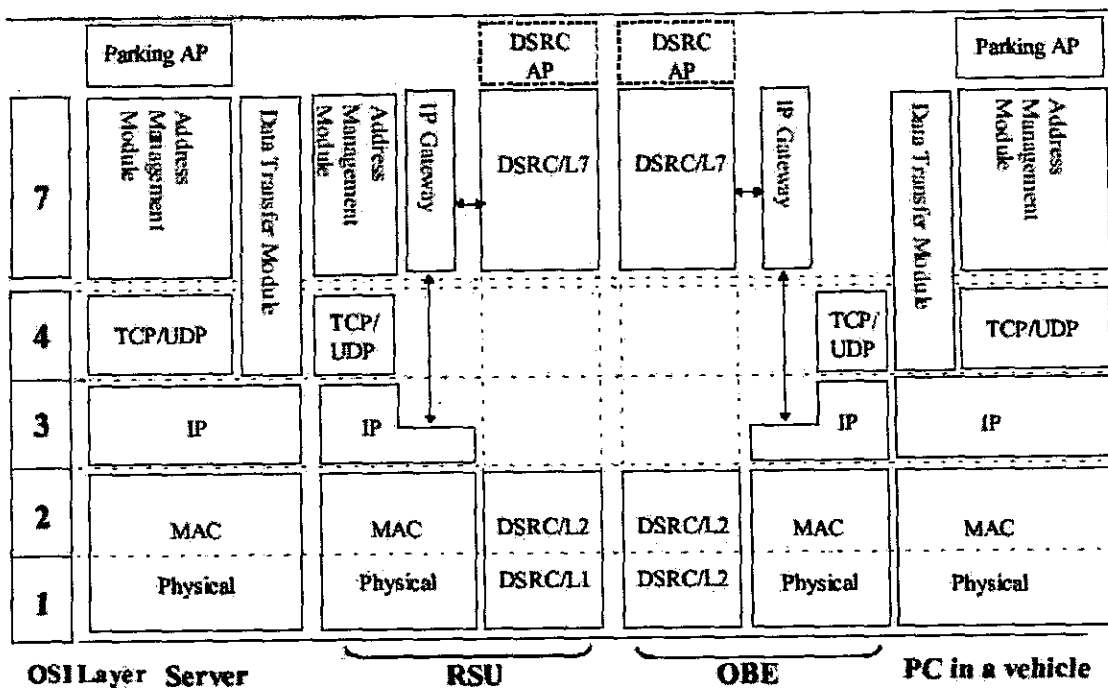


圖 A-30 IP over DSRC 開道器系統之通訊標準架構

DSRC 是有限的距離採用微波的方式進行通訊，當車上單元要和路側系統進行通訊時，車子在快速的移動下且在傳輸資料量大的時候，車子往往在單一路側單元的覆蓋範圍內沒有辦法傳輸完成，為了解決這個問題，在日本採用了一種 agent program 的方式稱作 Data transfer module 如圖 A-30 所示，這個 module 可以在沒有中斷的前提下，負責管理資料的傳輸，並且在 TCP Layer 只有很少數量的重傳發生，在此舉個例子加以說明 TCP/IP 是如何應用在 DSRC，假設現在 OBE 想要連到 yahoo 的網站，OBE 和 RSU 兩者的第七層會先做初始化的動作（先把雙方的變數都定義好），接著 OBE 送出了要連到 yahoo 的 request 資料，這個 request 的資料是由 DSRC standard 所定義的 packet 所組成的，packet 裡頭會包含 yahoo 的網址（www.yahoo.com），RSU 在收到 packet 之後會把 packet 繼續往後面實體佈線的 gateway 傳送，但此時 RSU 會在把 DSRC packet 重新切割成 Ethernet 的 packet 格式再經由 10/100base LAN 往 gateway 送，gateway 收到 packet 之後會判斷這個 IP 位址是在哪一個埠，並會透會此埠連到 yahoo 的 server 去 download 資料。

當一個行動車輛端從一個路側單元的通訊區域（A）移至下一個路側單元的通訊區域（B）時，系統會偵測到 TCP 連結的失敗，並會試著去重新建立連結，然而即使此時路側和車輛連結建立不起來，TCP/IP module 會視連結仍然存在，因此當行動車輛在 B 區域重新建立了連結，行動車輛的用戶會以為連結是在 A 區域所建立的，這個觀念就有點類似行動電話基地台的 handover。

而有時會有連接失敗的發生，假如發送端偵測到連結的失敗，並且 TCP/IP 的重傳時間結束，則資料傳送寫入接收端功能的失敗的訊息就會傳回發送端，同時接收端讀入的功能也會傳回一個連結失敗的訊息，這種變數的變換在傳輸過程中會很有效率。

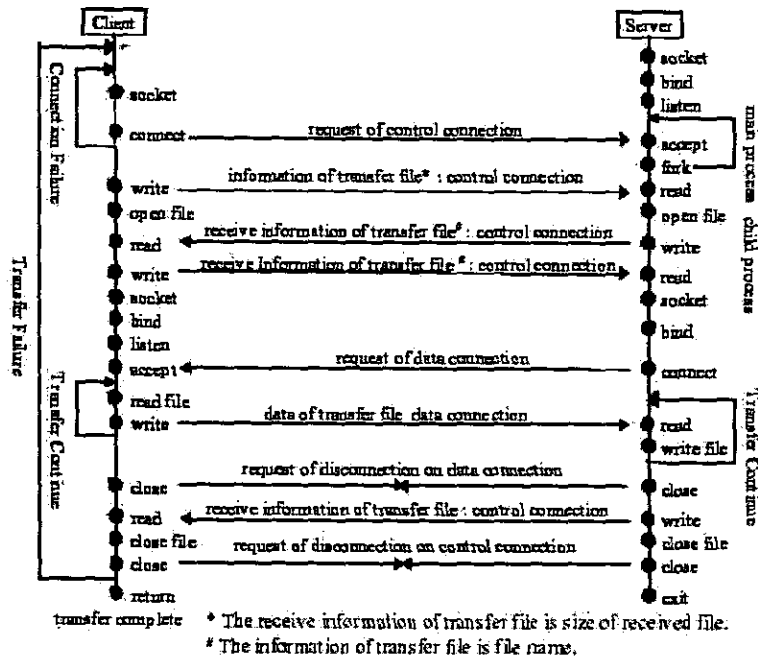


圖 A-31 IP over DSRC 資料傳輸流程

由圖 A-31 可以清楚的看到資料傳輸的流程，首先發送端先傳遞檔案名稱，接收端會傳回所接收到的檔案大小，接著發送端會開始傳送實際的資料，在傳完之後，接收端會傳回實際收到的檔案大小以供發送端確認，當寫入的功能被啟動，發送端會得知資料已經被傳輸，而當讀入的功能被啟動，接收端會得知資料已經被接收，當發送端傳送資料到自己的 TCP protocol 就代表寫入完成，而當接收端接收資料到自己的 TCP protocol 就代表讀入完成。因此在這之間會有一個時間遞延 (time lag) 發生在傳送和接收端之間，這個過程是必要的，因為資料發送端在資料接收端傳回檔案大小的 ACK 之前，並不知道最後一個資料封包是否已經正確傳送到接收端，而且發送端在收到檔案大小的 ACK 後又可以開始進行資料傳輸的動作。

當資料傳送到自己的 TCP protocol 完成之前，資料發送端不可以結束資料的傳輸，如果接收端離開了路側單元的通訊區域，在發送端傳送最後的資料後，資料接收端不可以立刻接收最後的資料，在從接收端收到最後資料的大小後，發送端會結束資料的傳輸。

IP over DSRC 要求每一個 OBE (On Board Equipment) 都要有一個 IP 位址，因為每一個 DSRC 的應用都需要一個獨立的網路區段，讓使用者可

以獲得不同 DSRC 應用的服務，而在目前的有線網路，個人電腦要進入網際網路時，所需要的 IP 位址，都透過 DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) 來完成 IP 位址的分配，但是在 DSRC 中，在汽車的高速移動下，DHCP 的反應時間太久，所以我們需要一個更快速的動態 IP 位址的分配和控制，因此簡化了 DHCP 的傳輸流程並稱這種簡化過的方式為 AMM (Address Management Module) (如圖 4-32 所示)，而這個方式可以具備以下功能：

1. IP 位址的分配和再分配給行動車輛
2. IP 位址的宣佈和 OBE 身分的辨認 (OBE-ID)

這個方式有點類似伺服器的 ARP 功能，因此在 IP 位址的分配上，所有的路側單元都會有一個 table，裡面記載了 OBE (On Board Equipment) 的 ID 和 IP 位址。

這個新的位址分配的順序和一般有線網路的位址分配的順序如圖 A-32 和圖 A-33 所示；當路側系統和車上單元的通訊完成後，路側系統會從他自己的 table 中找到車上單元的 IP 位址和 OBE-ID，在這個例子中，若一個 OBE-ID 沒有 IP 位址，路側系統會把 OBE-ID 送回給 server，server 在收到後，會重新分配一個 IP 位址連帶 OBE-ID 發給每個路側單元，而在這個例子中，若一個 OBE-ID 擁有一個 IP 位址，路側單元一樣會把 OBE-ID 送給 server，接著 server 會把 OBE-ID 填入 table 中。

而 IP 位址的再分配的功能，當 OBE 離開了網際網路，路側單元會把 OBE-ID 傳回給 server，接著 server 就會做 update table 的動作，IP 位址的再分配的動作就算完成，當然這個 IP 位址必須從 table 中移除。

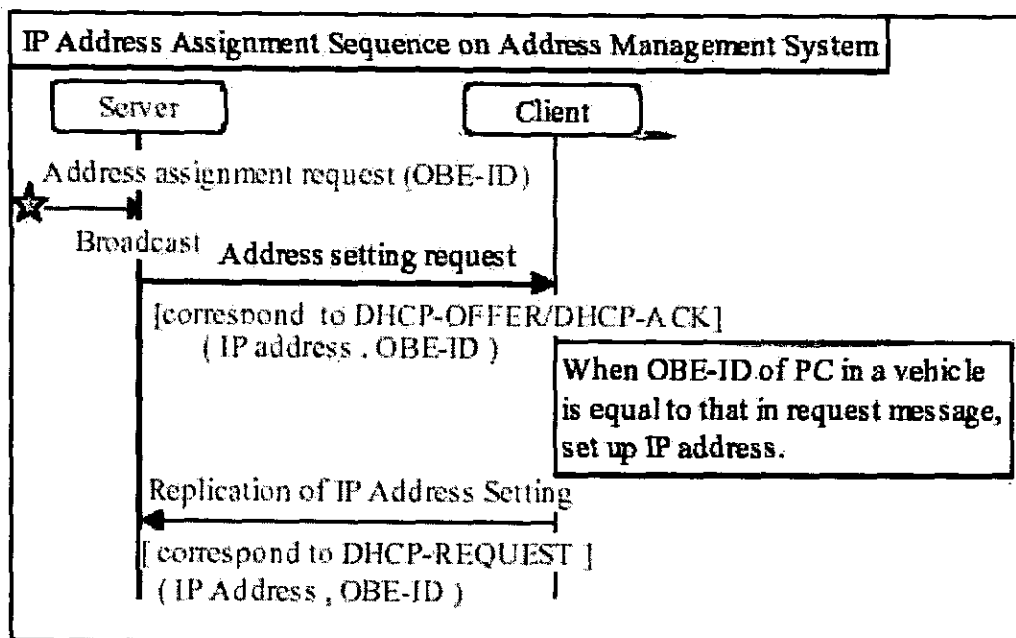


圖 A-32 應用於 DSRC 系統之 DHCP 運作模式

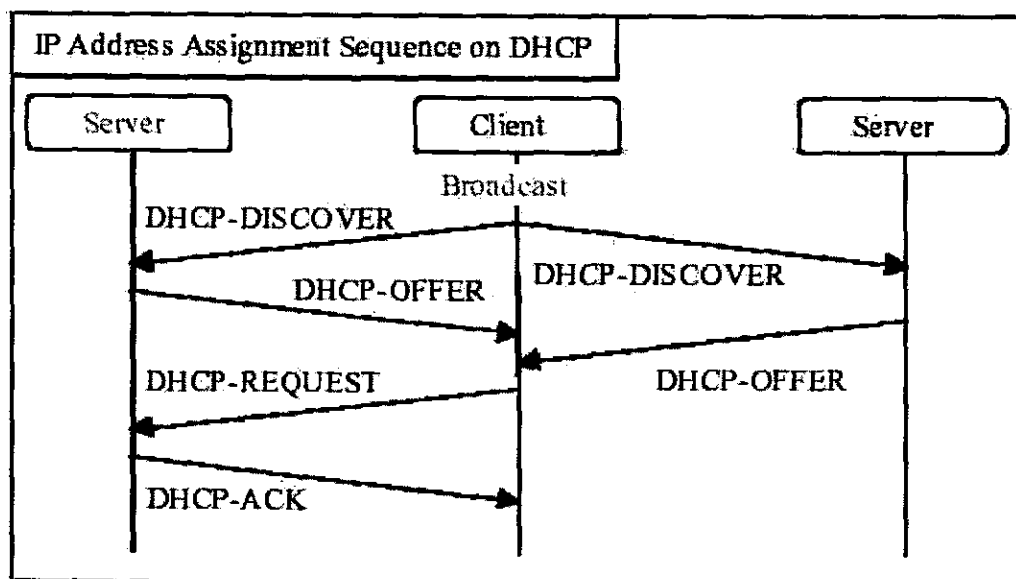


圖 A-33 DHCP 訊息交換模式

(二) 車輛通訊辨識管理技術

當 OBE 和 RSU (RoadSide Unit) 建立了無線的連接後，CCSD (Connect and Disconnect Control Scheme for DSRC) 會透過區域網路通知提供應用服務的伺服器，說明一個 OBE 正在靠近 RSU，接著應用伺服器會根據位置提供服務給行動車輛，如果 RSU 在預先設定的時間內沒有從 OBE 收到訊號，CCSD 會指示 time out 並會通知應用伺服器行動車輛已經離開了路側的通訊區，應用伺服器就會停止提供服務給行動車輛。

而為了要應付在傳輸時反射的訊號，選擇一個適當的遞延時間是一件

很重要的事；RMCP (Real-time Message Communication Protocol) 是 OSI 架構中第七層的 Protocol，是負責控制及時的應用服務，RMCP 的一個最大的特色就是可以在預定的時間內重新傳送封包，而不是依據需要重傳的次數，最大的重傳間隔可以透過一個應用程式界面來修改，所以 RMCP 對於 DSRC 非常的適用。

(三) 多重廣播技術

在 ITS 的網路架構中，行動車輛常常都要從一個位置移動到另一個位置，如果一些事故突然發生，這個區域的交通狀況會立刻陷入庸塞的情形，交通庸塞的情況代表了一種行動車輛不均勻分配，現在先稱此種狀況為 dense-mode，因此處在 dense-mode 的使用者希望他們可以和別的異質網路產生溝通的行為，大部分車內的使用者此時最希望獲得的資訊不外乎就是前方交通的資訊、天氣的狀況、以及和開車有關的訊息。

ITS 的網路架構是由骨幹網路 (backbone network) 和接取網路 (access network) 所組成的，在這個模型中，有兩種無線的通訊架構存在於接取網路，其中一個就是 DSRC 系統，另一個就是行動通訊系統，每一個接取網路都是一個由控制中心、基地台和終端用戶所組成的層級網路架構，基地台依在當地的鄰近性組成了一個群體，而一個通訊閘 (gateway) 位於這個群體的上層，行動車輛透過這些基地台和控制中心取得所需要的服務，在接下來的討論，我們將探討以 DSRC 為基礎的 ITS 網路。

Indirect Multicast Architecture：間接多重傳播架構 (Indirect Multicast Architecture) 的主要用途是為了要提供一個無縫的、有效率的、和可靠度高的多重傳播訊息溝通的基礎建設，間接多重傳播架構主要是有兩種多重傳播的方式構成，一種是點對多點傳輸 (Point-to-Multicast communication) 另一種是 IP 多重傳播的通訊協定 (IP multicasting protocol)，在這種架構中，點對多點傳輸在 DSRC 的第二層就可以提供這樣的功能，而 IP 多重傳播協定 (像是 RMTP—Reliable Multicast Transport Protocol) 則提供了另一種方式。

在 ITS 的網路中，有好幾種的資料適合使用在點對多點傳輸，公開的資料像是交通天氣資訊、某個展覽的時間等等，這類型的資訊內容可能同時在不同的地方被很多人所存取，點對點的傳輸在存取個人所需要的資料時是不可少的，然而若同時有好幾個的行動車輛進入了某個路側系統的通訊區時，此時有限的通訊頻寬是不容許每個行動車輛都對路側系統進行個人的存取資料，所以多重傳播可以在一個有限的頻寬中提供一個很有效率的資料傳輸。

目前在 DSRC 的標準中有三種傳輸類型被定義，這三種分別是點對點、點對多點、以及廣播，在電子收費系統中，每一個行通車輛都會有一個個別的 ID 成為 LID (Link ID)，並且透過這個 LID 和路側系統溝通，點對點的傳輸可以用來辨認個別行動車輛的資訊，像是車牌號碼、車型、抵達終點的剩餘時間等，但對於同時有多輛車的情形又是如何呢？接下來我們將討論這種情形。

在固定網路中 IP 多重廣播的基礎架構

IP 多重傳播在逐漸成長的網際網路使用人口中變得越來越普遍，IP 多重傳播是在 1980 年代首先在網路社群中被定義的，但是 IP 多重傳播直到 1992 年行動網路 (Mobile Bone) 的出現都還不是很普遍；行動網路提供了 IP 多重傳播一個網路應用的測試平台，IP 多重傳播定義了兩種 Protocol，這兩種分別是群體管理 Protocol，而另一個則是尋徑管理 Protocol，為了在一個子網路中從發送端到接收端維持一個群體的多重傳播，並且創造一個適當的多重傳播尋徑的方式，上面提到的兩種 Protocol 在骨幹網路中提供了一個有效率的資料傳輸方式。

在間接多重廣播架構中的 Proxy Nodes

ITS 網路是由一個固定的骨幹網路和好幾個無線接取網路 (像是 DSRC、cellular/IMT2000) 以及數位衛星傳播所組成的，在這個環境中，最後一段傳輸 (Last Link) 常常有這幾項缺點--可靠度不高、傳輸速度慢、成本比固定網路高，而目前在不同的異質網路中，最後一段傳輸至行動用戶往往是傳輸資料的問題發生區，因為行動用戶的移動，所以大部分的資料封包遺失都發生在這個區域，封包遺失會增加行動用戶要求重傳的機率，並會增加伺服器到用戶的遞延時間，導致頻寬的浪費，為了要減少用戶資料重傳的要求，在當地的區域執行封包復原的動作是一項可行的做法，遞延時間也可以透過此法而獲得加以改善。

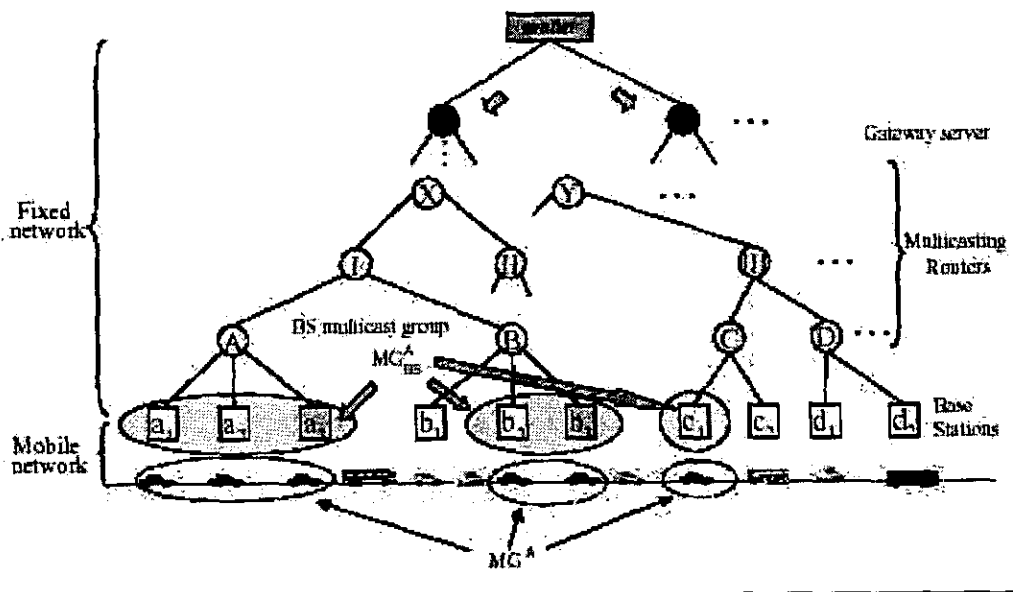
若以路側基地台為一個代理伺服器的點對應到一個多重傳播的群體裡的一群行動用戶，使路側基地台透過 DSRC 無線網路負責從發送端接收多重傳播封包，並轉送封包到基地台通訊範圍內的一個群體。

基地台多重廣播群組 (Multicast Group) 的管理

透過一個代理伺服器的點對應一個群體之管理，在車子移動時，這可以降低路側基地台和車輛之間的資料封包遺失機率，並可減少群體管理訊息的流量，並在收到從車輛發出第一個加入群體的封包之後，改善迴轉時

間 (Turn Around Time) , BS Multicast Group 是一組代理伺服器的點 , 在一個子網路中負責對路由器提出一個加入群體的請求封包。(如圖 A-34 所示)

行動用戶期望他們可以隨著位置的移動持續的收到一個多重傳播的訊息 , 像這樣的要求在多重傳播傳播中稱為用戶的行動性 , 如果路側基地台可以根據車輛的移動來預測下一個基地台的位置 , 他們可以要求路由器事先依據位址而讓行動用戶加入一個群體 , 此外根據屬於不同的多重傳播群體的行動用戶來控制加入群體的要求是非常有必要性的。



multicast group A : $MG^A = \{ \text{members of a multicast group} \}$

BS multicast group : $MG_{BS}^A = \{ \text{Base stations which communicate with } \text{members of } MG^A, \text{ where } \text{members of } MG^A \in MG^A \}$

圖 A-34 基地台多重傳播群體

在 ITS 的網路模型中 , 我們可以把資料存取的格式分為兩種形式 :

1. 資料並不以行動車輛的位置為依據

新聞、軟體、和數位地圖等資料都和行動車輛目前的位置沒有多大的關係 , 行動車輛可以透過任何的路側基地台存取這些資料。

2. 資料須以行動車輛的位置為依據

在擁擠的區域中 , 像是塞車的情況下 , 大部分的車輛都會要求一些共同的資訊 , 像是前方交通狀況以及一些駕駛人相關的資訊等 , 此時行動車輛就要透過當地的基地台來存取當地及時的資訊。

根據在 DSRC-based ITS 網路中的資料存取格式的特性，可以歸納出兩種 BS Multicast Groups：

1. 接收端啟動的 BS Multicast Groups

成員會依不同的多重傳播位址而被加入群體或從群體中被刪除，

2. 傳送端啟動的 BS Multicast Groups

在 ITS 網路中，在一些特定的區域中，因為資料的當地性，所以有些種類的資訊是正確的，像是交通事件的資訊或者一些交通狀況的詳細資料等，在這個例子中，多重傳播資料的目的地會被限制在一些當地的基地台，基地台依地理的位置會被包含在一個區域並形成一個 BS Multicast Group。

以上的兩種方式都需要根據 BS Multicast Groups 成員的位置而加以管理。

IGMP (Internet Group Management Protocol) 是被使用在多重傳播的路由器上，在路由器直接連結的子網路中要知道多重傳播的群體成員的位置，路側基地台有要依行動車輛的位置向路由器通知加入請求的責任，當基地台在從行動車輛 (圖 A-35-step a) 收到一個加入的請求 (圖 A-35-step b)，他會把這個加入請求傳給路由器，在這個子網路的路由器會把這台車加入自己的多重傳播路由樹中 (圖 A-35-step c)，當一個代表基地台 (Designated Base Station) 收到一個位置的註冊請求時 (圖 A-35-step f)，基地台會去預測下一個新的基地台，並會製造一個 advanced -pseudo join 的請求 (圖 A-35-step g) 給在同一個子網路的代表基地台，這個新的代表基地台也會製造出一個事先加入的請求 (圖 A-35-step h) 給路由器，如果這個代表基地台加入了這個正在進行的動作，他會要求資料重傳給傳送端，為了要去獲得其他的資料，在相同子網路資料重傳的請求在代表基地台中會被復原，這個事先加入的機制，可以有效的在交換封包時降低或消除封包遺失，並且對群體的成員提供一個可靠的資料傳輸。

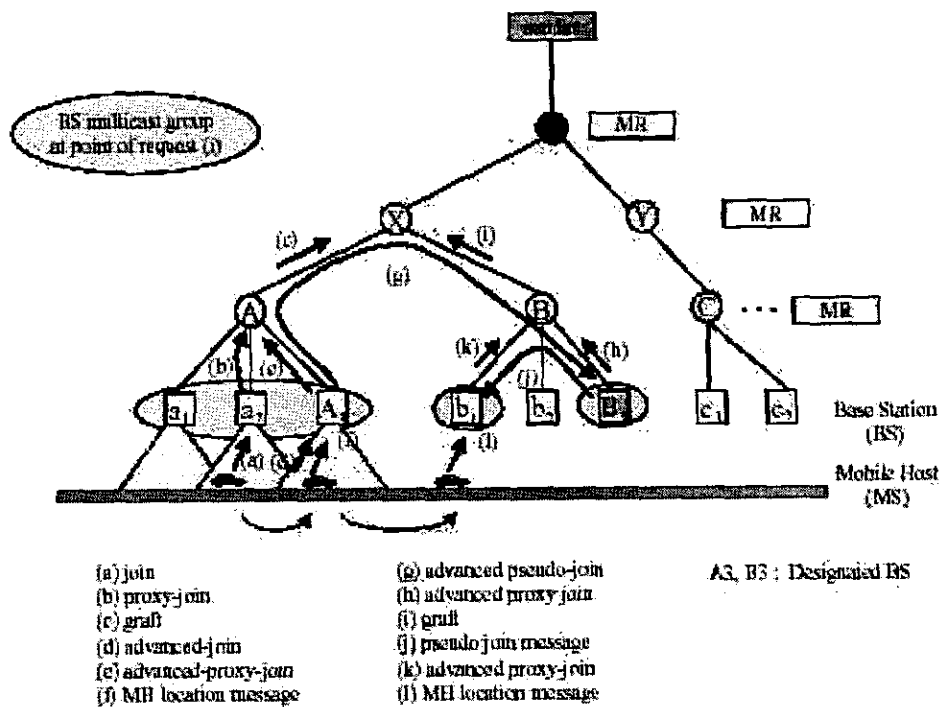


圖 A-35 IGMP 協定中 Advanced-Join request 的處理

基地台配置請見下圖 (圖 A-36)

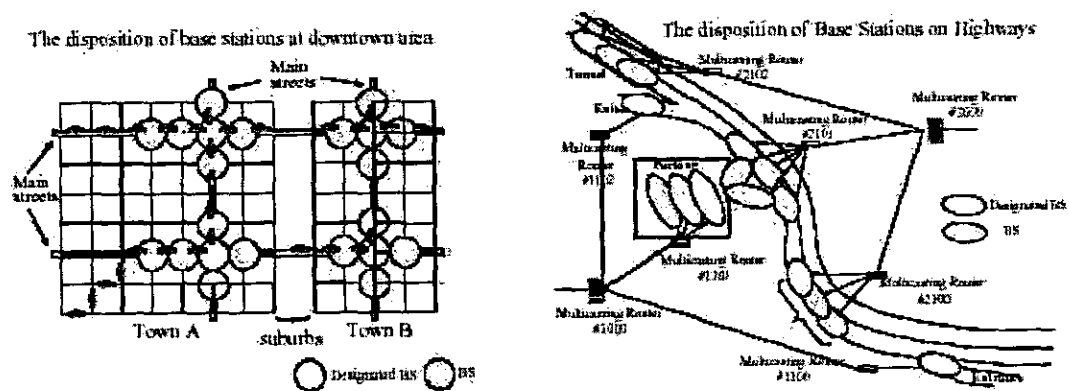


圖 A-36 基地台的配置

如果多重傳播群體中的成員進入了基地台的通訊區域，基地台會送一個加入要求的訊息給在他子網路中的多重傳播路由器，在成員們繼續在基地台的通訊範圍內時，基地台會持續送更新註冊的訊息給路由器，只要有一台成員在通訊範圍內，基地台就會持續的送更新註冊的訊息，基地台會把群體中的成員所送出的要求保留一段時間並結合成為一個 combined join request 再送出給路由器，這個要求也稱為 grouped join request。

從另一方面來看，當行動車輛離開了基地台的通訊範圍，基地台就會停止傳送要求給路由器，當車子要離開時，基地台應該要去判斷群體中成

員車輛離開通訊範圍的時間，透過將相同群體成員的訊息結合，可以降低訊息的流量。

而圖 A-37 描述了一個在高速公路上，有限的區域範圍內交通資訊傳播的例子，關於停留在雍塞車陣中的行動車輛，而基地台#101 是最接近事件發生地的基地台，此時車陣中的行動車輛沒有辦法做任何事，他們只能等到事件排除後才能繼續移動，而位於基地台#100 通訊範圍內的車輛，他們可以選擇是否要繼續前進或是改道到停車場中休息，停車場的狀態資訊此時對在基地台#100 通訊範圍中的車輛就很有用，此外位於遠端的行動車輛，他們還來得及選擇離開高速公路。

對於在高速公路上的車輛高速他們事件發生的地點以及透過廣播高速他們一些共同的資訊是必要的，然而為了要提供這些詳細的且和位置相關的資訊給在不同位置地點的使用者，雙向和有效率的傳輸是不可無的，所以多重傳播通訊是一種可以用來根據使用者的需求和當地的特性來傳給使用者適合的資訊。

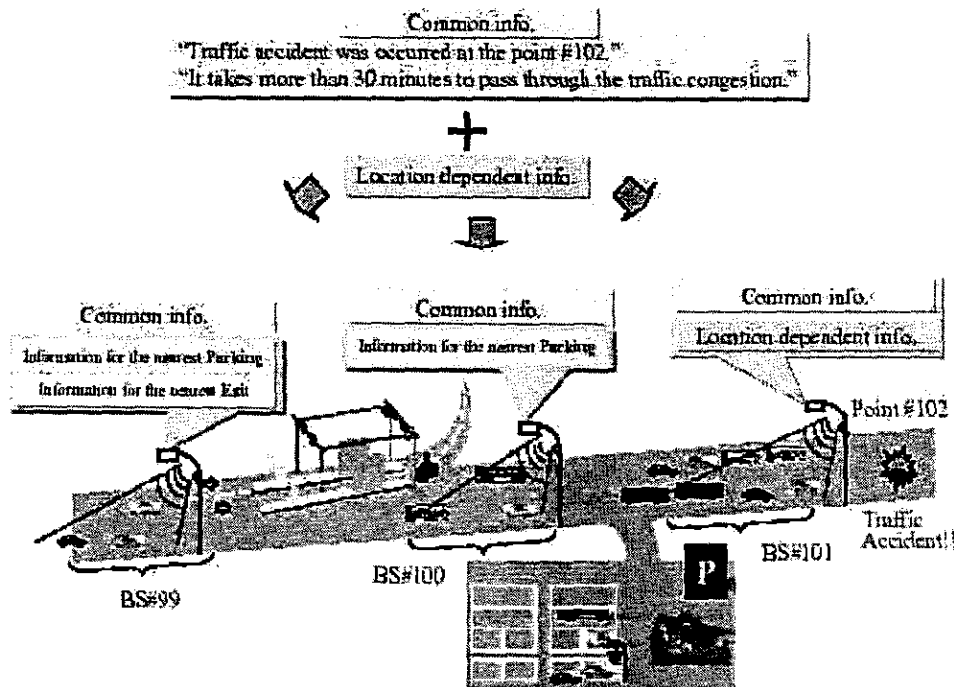


圖 A-37 DSRC 系統多重傳播案例

(四) 車間通訊 (Inter-Vehicle Communications)

在 ITS 的網路架構中，車間通訊扮演了一個很重要的角色，車間通訊的功能被用來使用在協助安全駕駛 (Assisting Safe Driving)，並且支援高速公路自動駕駛，像是 AHS (Assisting Highway System)，對於車間通訊系統來說，使用微波的方式會有很大的優勢，舉例像是不同的車子可以被

此分享對方的資訊、節省頻寬的使用等等，但是車間通訊有一個很大的困難，就是在通訊時存在的都卜勒效應以及反射波的多重路徑衰減等，都會造成訊號強度的衰減。

IVC 所使用的微波通訊技術在 ITS 中是屬一種新型的應用模式，IVC 系統中，車輛之間的通訊訊息的載波頻率可望未來會提升到 60GHz，因為若將載波的頻率設在此處，可以避免其他頻率的干擾，並且對於陽光以及下雨或是下雪等天候狀況，都可以有較佳的通訊品質，而且頻寬也會隨著頻率的提高而加大，傳輸速率也會更加的快速。

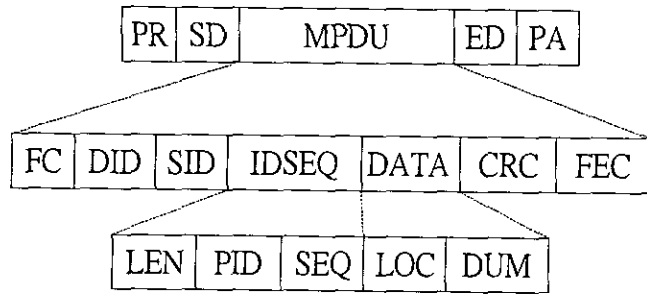
而日本在 60GHz 的車間通訊做了滿多的實驗和研究，接下來將討論車間通訊的目前概況；為了要了解使用高頻的車間通訊，Medium Access Control (MAC) 方式的發展是除了實體層之外最重要的部份，底下是 IVC 系統的特性：

- 1.鄰近車輛間的 ad-hoc 子網路和自主化的網路架構
- 2.行進間的車輛之間彼此的資訊交換，透過品質高、及時的資料傳輸

現在從 ad-hoc 的觀點和自主化的網路架構來看，載波多重存取 (Carrier Sense Multiple Access, CSMA) 使用展頻的方式被提出使用在 IVC 系統中，並且以 CSMA 為基礎的 MAC Protocol 也被相關機構提出，這個 MAC Protocol 的名稱叫做 DOLPHIN (Dedicated Omni-purpose inter-vehicle Communication Linkage Protocol for Highway Automation)，為了讓 IVC 系統的實現，發展一個具有高速和及時能力的 MAC Protocol 和自主性的網路是非常具有必要性的。

CSMA

CSMA 被歸類成兩種方式，分別是非持續性的 CSMA 和持續性的 CSMA，這兩種方式的選擇是在人機界面中所選取的，圖 A-38 表示了 IVC 系統中的封包格式。



PR: Preamble
 SD: Start Delimiter
 MPDU: MAC Layer Protocol Data Uni
 PA: Postamble
 ED: End Delimiter
 DID: Destination ID
 SID: Source ID
 IDSEQ: ID Sequence

圖 A-38 CDMA 封包格式

SS-CSMA

SS-CSMA 的封包格式和 CSMA 是一樣的,封包在傳遞時會先以一個共同的 PN Code 展頻展開,在 SS-CSMA 的方式中,傳送端每傳送一個封包,接收端就會回一個 ACK 封包以表示確認收到,而 ACK 封包會每台車的一個特定的 PN Code 展頻展開,而這個 PN Code 的分配資訊就擺在 MPDU 的 IDSEQ 的框中。

IVC 系統是由 RF/IF 區塊和資料連結層的區塊構成的,如圖 A-39 所示,而相關參數如表 A-4 所示

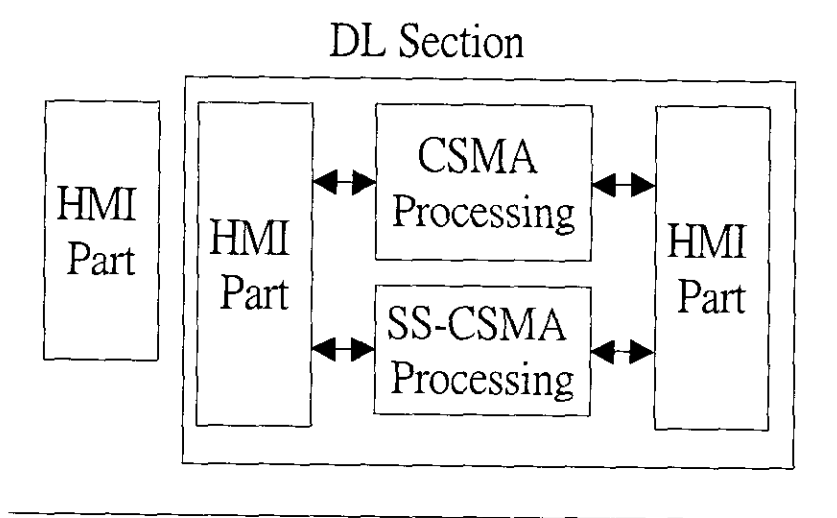


圖 A-39 車間通訊系統區塊圖

表 A-4 系統變數

RF Frequency	59.1GHz (FDD)
Modulation	DFSK
Data rate	10Mbps (CSMA) 10Mbps (SS-CSMA)
Chip rate	10Mcps
PN code Length	63

資料連結層的區塊是由 MAC 的區塊和人機界面所構成的，在 MAC 的區塊中封包的產生是以 DOLPHIN 的框架格式為準，並以 CSMA 或是 SS-CSMA 的過程傳送出去，CSMA 的傳送速率是 10Mbps 而 SS-CSMA 的 Chip rate 是 10Mbps，並且 SS-CSMA 的 PN code 的長度是 63 個 chips，傳輸速率是 10Mbps/63。在這個系統中，MAC 方式的不同變數（像是傳輸的速度、時間間隔、封包長度等）都可以被設定，而人機界面也可以達到資料的接收和及時的監控。

在 RF/IF 的區塊中，RF 的中央頻率是 59.1GHz 而 IF 的頻率是 140MHz 並且以 DFSK 的方式調變。

圖 A-40 表示了資料鏈結層的區塊示意圖，會了要改變 MAC 的方式並且設定他的變數，MAC 方式的程式流程會被從 HMI Part 下載，HMI Part 是以 PC 為主的視窗方式，透過 USB 界面和 MAC Part 溝通，MAC Part 有數個界面例如 TX_D 是用來和 RF/IF 溝通、傳送 Clock 的 TX_C 界面、接收資料的 RX_D 界面、接收 Clock 的 RX_C 界面、傳送起始訊號的 TX_E 界面和 RSSI 界面。

首先 HMI 界面會先從 FPGA 和 Firmware 下載程式到 CSMA 以及 SS-CSMA 的 ROM 中，根據 HMI Part 的變數選擇和設定，這些變數會被下載到 FPGA 和 Firmware 區塊中，FPGA 會對封包作一些處理的動作，Firmware 則負責產生 MPDU 並做 CRC Check 和 BER、PLR (Packet Loss Rate) 的計算。

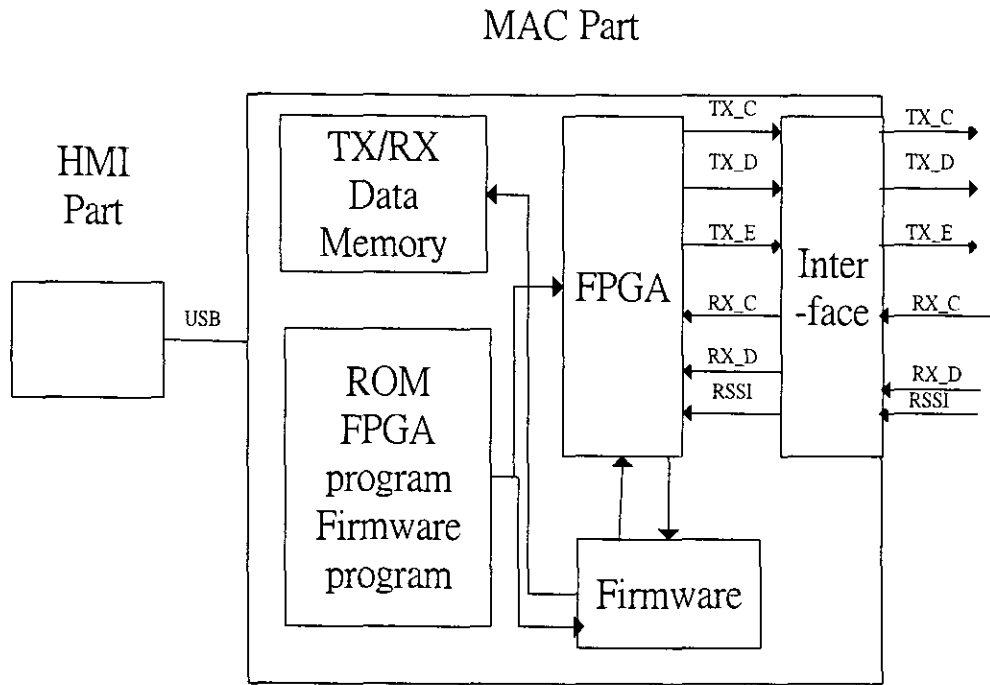


圖 A-40 車間通訊系統資料鏈結層區塊圖

A.3 DSRC 未來的展望

DSRC 未來為了增加更多應用〔像是自動高速公路系統 (Assistant Highway System, AHS)、定位服務、電子自動收費、連上網際網路進行各種不同的資料查詢及消費下載資料等〕，勢必會結合各種不同的無線平台〔第三代行動通訊系統、無線區域網路、藍芽無線傳輸等〕提供車輛駕駛更方便的行車環境，更安全的道路狀況。

同時為了讓上述的應用實現，主動式的 DSRC 系統比被動式系統具備了更多的優勢，傳輸速度也較符合實際上的應用，而且主動式系統也比較可能讓車間通訊實現；車對車的通訊是 DSRC 系統中一個極有優勢的特色，但目前侷限在頻率範圍尚未制定〔目前定為 5.9GHz 但未來為了能提供更多的應用，頻寬勢必加大，所以頻率會往更高頻，甚至到 60GHz〕，相關的通訊協定仍在制定中，類似的測試也都還在進行中，相對於目前已定的 5.8GHz 的系統技術較為不成熟，不過預計不久的未來將可以實現車間的通訊。

但主動式系統的成本較被動式系統來的高〔因為車上還要另外加裝一個發射器〕，一般的車輛駕駛是否願意接受這個價格加裝發射器都還是個問題，所以在主動式系統的成本尚未降至使用者可以接受的範圍內時，可先採用被動式系統結合 3G 或是 WLAN 來提供相關的應用，目前 WLAN IEEE802.11 的規範，也已被美國納入 DSRC 考慮的規範之一。

根據 ITS 系統的需要，僅使用專用短距通訊系統並不能滿足 ITS 系統所有的需求，然而專用短距通訊系統所提供的效能有許多 ITS 應用服務中能夠扮演相當重要的角色。事實上，ITS 通訊平台需要一個具備整體性的標準與規範，用以整合專用短距通訊系統、蜂巢式行動通訊系統、數位廣播等技術，美國對於 ITS 系統整體的標準化，提出了 NCTIP 標準，其中在無線接取系統方面保留了相當大的彈性，使得專用短距通訊技術能夠應用於其上。ISO 組織同時進行 ITS 系統的標準化工作，由於 ISO 的起步較晚，目前大部分的標準上處於討論與制訂當中；ISO 針對 ITS 通訊平台所提出的標準架構為 CALM，由於考慮專用短距通訊技術在 ITS 應用上的重要，CALM 協定著重於專用短距通訊系統相關技術的標準制訂，包括 5GHz、60GHz、以及紅外線通訊等，特別是 5GHz 通訊系統的部分，將採用現行常見的無線區域網路技術（IEEE 802.11a）以及參考美國對於專用短距通訊系統的技術與應用規範等；CALM 同時考慮了異質性網路的整合課題，規劃使用網路管理技術與相關協定的制訂，在網路層與應用層達成異質性網路的整合，這使得在 ITS 系統中專用短距通訊系統與其他相關的無線接取網路互用的可能性大增。關於 NCTIP 與 CALM 等標準的探討，將詳述於附錄 B。

附錄 B ITS 通訊平台標準協定與架構之探討

本章的目的在於對 ITS 系統中，行動單元之間或與服務中心間通訊平台標準協定的探討。在 ITS 系統的發展領域中，多半仍處於研發或實驗階段，針對如此龐大整合工作的解決方案，也需要一個為世界上所公認的標準。為了制定 ITS 系統的整合方案，我們可以參考其它整合通訊技術與資訊系統的解決方案，像是一家專門針對資訊與通訊技術整合的公司所提出的 TINA (Telecommunication Information Network Architecture) 架構，TINA 的目的在於整合所有電信與資訊技術的元件，並提出若干系統整合時的設計與分析理論，以及所使用的分析模式。

若是專為 ITS 系統所設定的標準協定，最完整的莫過於由美國所提出的 NTCIP 協定；NTCIP 的制訂單位召集數個相關的組織，包括美國國家電子製造協會 (National Electronics Manufacturers Association, NEMA)、美國洲際公路與運輸辦公室 (American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO)、以及美國運輸研究所 (Institute of Transportation Engineers, ITE) 等，在聯邦高速公路管理局 (Federal Highway Administration, FHWA) 的支持下，規範全美具整體性的 ITS 資訊與通訊標準。NTCIP 將 Internet 既有的數項標準協定加以整合，並根據 ITS 的需求進行調整與最佳化的通訊協定 (communications protocol)。另一方面，由於全世界各國越來越重視 ITS 系統的建置，在功能與商業的考量下，期望提出世界性的標準，因此國際標準組織 (International Organization of Standardization, ISO) 已成立專責的技術小組 ISO TC204 進行 ITS 系統中相關標準項目的規劃與制訂，雖然 ISO 的標準制訂工作尚未完成，但針對 ITS 通訊平台的規劃與標準化方面已有若干成果。本章首先針對 NCTIP 的內容進行整體性的探討，然後再介紹 ISO 對於 ITS 通訊平台標準協定的制訂現況進行介紹。

B.1 NTCIP 簡介

NTCIP 是一個日益受到重視的通訊協定，它是一組用來協調 ITS 架構中各種子系統與使用者服務的通訊協定與資料定義，主要應用在處理兩種情況：一是服務/管理中心與實地設備之間的通訊；一是服務/管理中心之間的通訊。前者的應用包括服務/管理中心傳輸命令與組態設定的資料給實地設備，包括交通號誌控制器、動態訊息號誌、環境感測儀等等；後者指的是多個服務/管理中心之間彼此互相傳遞訊息。

長期以來，運輸系統一直需要一種機制來提供各種傳輸系統元件的可交換性 (interchangeability) 與相容性 (interoperability)，正因如此，NTCIP

才會受到如此的重視。可交換性（Interchangeability）的意思是指能夠針對同一類型的設備（例如信號控制器）進行替代與換用，但卻不必更動軟體的能力。而相容性（Interoperability）指的是讓不同製造商所生產的設備（甚至不同類型，例如訊號控制器與動態訊息號誌）彼此能夠藉由共同的通訊通道相容運作的能力。

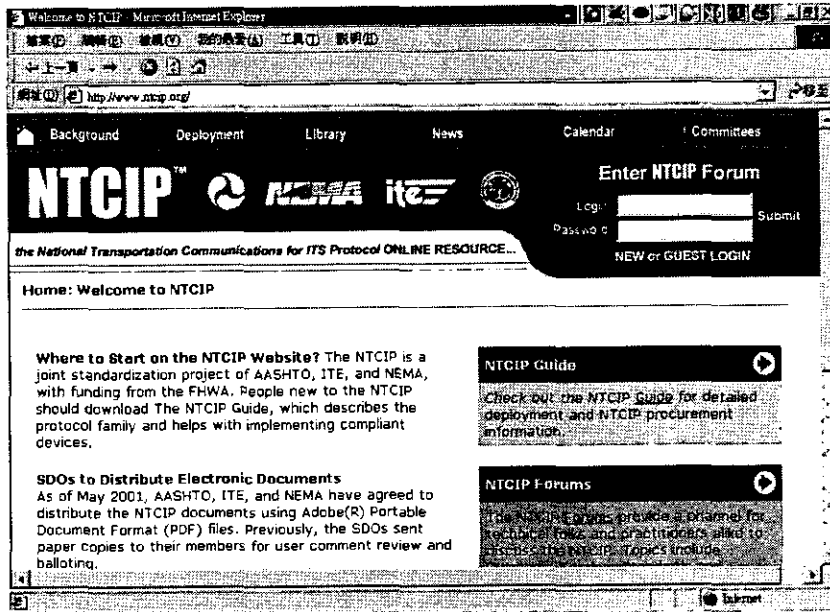


圖 B-1 NTCIP 官方網站

以往微電腦控制設備與管理系統軟體的供應商都慣於採用獨家的通訊協定，這時就必須仰賴龐雜的整合專案將各家的軟硬體設備結合成單一的系統。NTCIP 提供了一種通用的協定標準，讓所有的供應商與系統開發者能夠克服這些差異與不相容的問題。NTCIP 指的是一組資料在 ITS 控制設備之間通訊的標準集合，例如在市政府設置一台監控的主電腦，配合道路旁的微電腦控制器來進行交通號誌控制的系統，像這樣的架構就是 ITS 的一種。這樣的系統能夠根據交通狀況來調整號誌變換的時間，當然也可以接收來自微電腦控制器的交通流量報告。

舉例來說，運輸管理系統可以交換車輛位置即時資訊，如果有某一台車輛嚴重落後而無法即時到達目的地時，系統就能夠立刻知道，當然旅客也會自動收到通知，而當地的交通管理中心就能夠透過號誌的控制來提供較高的運輸效能，讓已經誤點的車輛能夠加速到達。

NTCIP 可以運用在所有運輸環境的管理系統中，包括高速公路、交通號誌、大眾運輸系統、緊急管理、旅遊資訊與資料建檔等等。NTCIP 可以用在不同的電腦系統、不同的管理中心，以及不同的道路設備上。不過目前 NTCIP 還沒有打算運用在個別旅行者的設備上，因為已經有其他的標準

正朝這個方向努力。NTCIP 針對兩種不同類型的 ITS 通訊方式提供了標準，一是介於管理中心與多個附屬的監控設備之間的通訊，例如：

1. 交通號誌管理系統與十字路口的號誌控制器之間的通訊。
2. 運輸管理系統與運輸車輛（運輸站）上的監控設備之間的通訊。
3. 高速公路管理系統與公路上的偵測儀之間的通訊。
4. 交通管理系統控制馬路上的 CCTV 攝影機、動態訊息號誌、無線電收發器、環境感測儀...等所需的通訊。

因為這類的應用都需要一台管理中心的電腦負責與各種道路設備（或是車輛）進行通訊，所以這種類型的應用也稱為「Center-to-Field」。在這種類型的應用中，中央管理站會透過 NTCIP 對各個實地設備進行輪詢（poll）的動作，屬於一對多的非平衡式網路（an unbalanced, one-to-many network）。

第二類是介於管理系統與管理系統之間的通訊。例如：

1. 兩個（以上）交通號誌管理系統之間的資訊交換，以便互相協調合作，讓某一中心的管理人員也能夠監控另一個控制中心所管理的號誌狀態。
2. 運輸系統將意外狀況通知資訊亭（kiosk）、客戶資訊系統與地區性的旅遊資訊系統，同時也要求交通號誌管理系統指揮號誌，讓誤點的車輛擁有較高的運輸權限。
3. 緊急管理系統回報意外狀況給高速公路管理系統、交通號誌管理系統、運輸管理系統或是旅遊資訊系統。
4. 高速公路管理系統藉由動態訊息號誌的指示通知緊急管理系統發生了意外。

這一類的通訊稱為「Center-to-Center」。它牽涉到系統之間的點對點（peer-to-peer）通訊，這種類型又稱為平衡式的多對多網路（a balanced, many-to-many network）。這一類的通訊類似 Internet，網路上的任何一點都可以要求或提供資訊給其他的中心，甚至還能夠讓實地設備之間彼此也可以互相傳遞資訊。

NTCIP 定義了一系列的通訊協定來支援各種電腦系統與設備，NTCIP 在 ITS 架構中所扮演的角色如圖 B-2 所示。

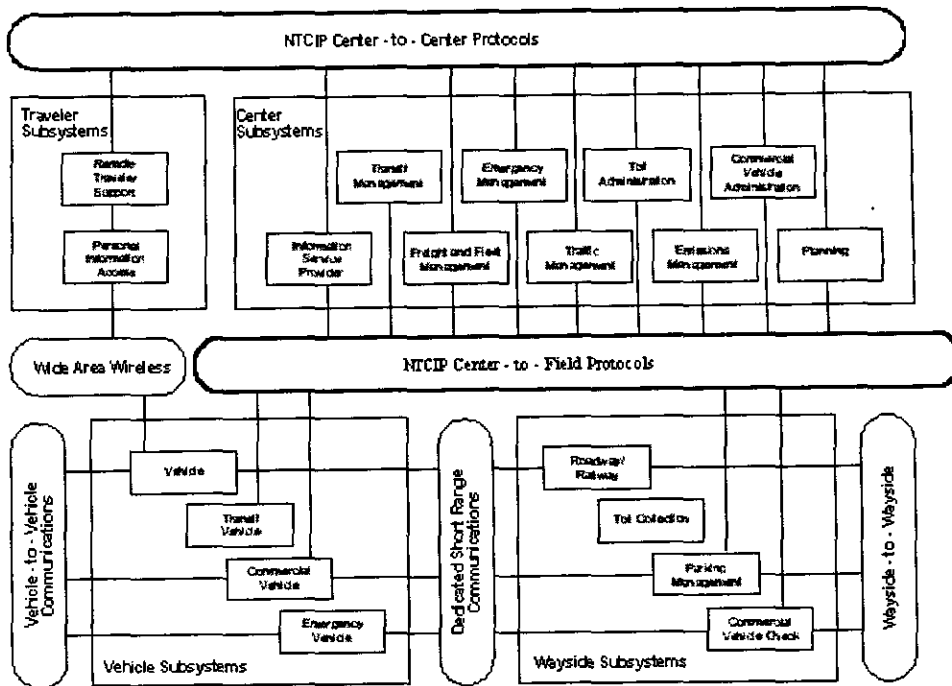


圖 B-2 NTCIP 與 ITS 架構

某些 ITS 的資料傳輸具有特殊的需求，而這個部份則是屬於其他標準努力的目標，NTCIP 在這些功能上並沒有提供直接的支援：

1. 道路設備對於車輛電子標籤 (tag) 的讀寫動作：這些動作必須透過無線設備在數毫秒內以非常快速且經過壓縮的方式傳送給近距離 (數公尺) 的車輛。而 NTCIP 的用途只是幫助道路標籤讀取機與中央電腦溝通而已。
2. 由道路攝影機傳送完整的動態影音資料：這需要一種特殊的通訊協定來協助傳輸大量的影音資料串流，不過這類的協定大都已經存在。NTCIP 的用途則是將影音資料與控制訊號分離至不同的通訊頻道上來傳輸。
3. 傳送旅遊資訊給私人車輛：這也必須仰賴某一種特殊的協定，例如連接 FM 無線電傳輸或是行動電話的相關協定。至於 NTCIP 則是負責將來自各地的資料傳送到資訊服務中心。
4. 金融交易的通訊：這必須透過某種具有安全性的協定來達成，而 NTCIP 目前還不支援。
5. 車輛本身內部的通訊傳輸：例如行進監控、車輛控制與安全等。必須藉由特殊的協定來提供同一車輛內各種設備之間高速且安全的通訊方式。
6. 道路設備箱 (cabinet) 內各種設備之間的通訊：這樣的協定必須具有在短距離以非常高速進行傳輸的能力。

支援上述這類特殊需求的通訊協定都是已經存在或已開發中。NTCIP 使用一種階層式（模組化）的方式來闡述其通訊協定，類似 Internet 或 ISO 的分層概念。一般來說，資料通訊通常包含了以下幾個主要的層級，NTCIP 使用「等級（levels）」來表示，避免與 ISO 和 Internet 的「層級（Layer）」混淆，但是概念上卻是一樣的。

資訊層（Information Level）：提供資料元件、物件與訊息傳輸的標準（例如 TCIP、TS3.5、MS/ETMCC 等等）。

應用層（Application Level）：提供資料封包結構與會談（session）管理的標準（例如 SNMP、STMP、DATEX、CORBA、FTP 等等）。

傳輸層（Transport Level）：提供資料封包分割（subdivision）、重組（reassembly）與路由（routing）的必要標準（例如 TCP、UDP、IP）。

子網路層（Subnetwork Level）：提供實體界面的標準（例如數據機、網路卡、CSU/DSU 等等），以及資料封包傳輸的方法（例如 HDLC、PPP、Ethernet、ATM 等等）。

設備層（Plant Level）：包含通訊的實體傳輸媒介（銅線、同軸電纜、光纖、無線傳輸）。

ITS 所用的資訊層標準在運輸業中是獨一無二的，ITS 架構和許多進行中的 ITS 相關標準都專注於將必要的資料元件識別（identification）以及編譯結果訂為 ITS 中不同領域與功能的標準物件或是訊息集合（例如交通、運輸、旅遊資訊、緊急管理等等）。至於子網路與傳輸層，ITS 可以直接採用既有的標準，NTCIP 不需要在這些領域另創新標準（例如 Internet 的標準就是一個受歡迎的選擇），而且還可以擁有其他的標準作為選擇。

應用層是 NTCIP 的重點所在，雖然某些既有的標準也可以派上用場，不過因為 ITS 具有特別的需求與用途，因此必須延伸既有的標準或是另定新標準。這些 ITS 的特殊通訊需求指的是：

1. 在多對多的多重單位（multi-agency）網路上交換大量連續、自動、安全且即時的資料封包。
2. 往來於道路設備或車輛設備的大量即時資料必須共享相同的低速資料通道，而且必須要求低延遲。
3. 藉由這種既有通訊協定加上部份新的特殊協定的分層式組合，NTCIP 就能夠提供一系列滿足 ITS 需求的通訊協定。

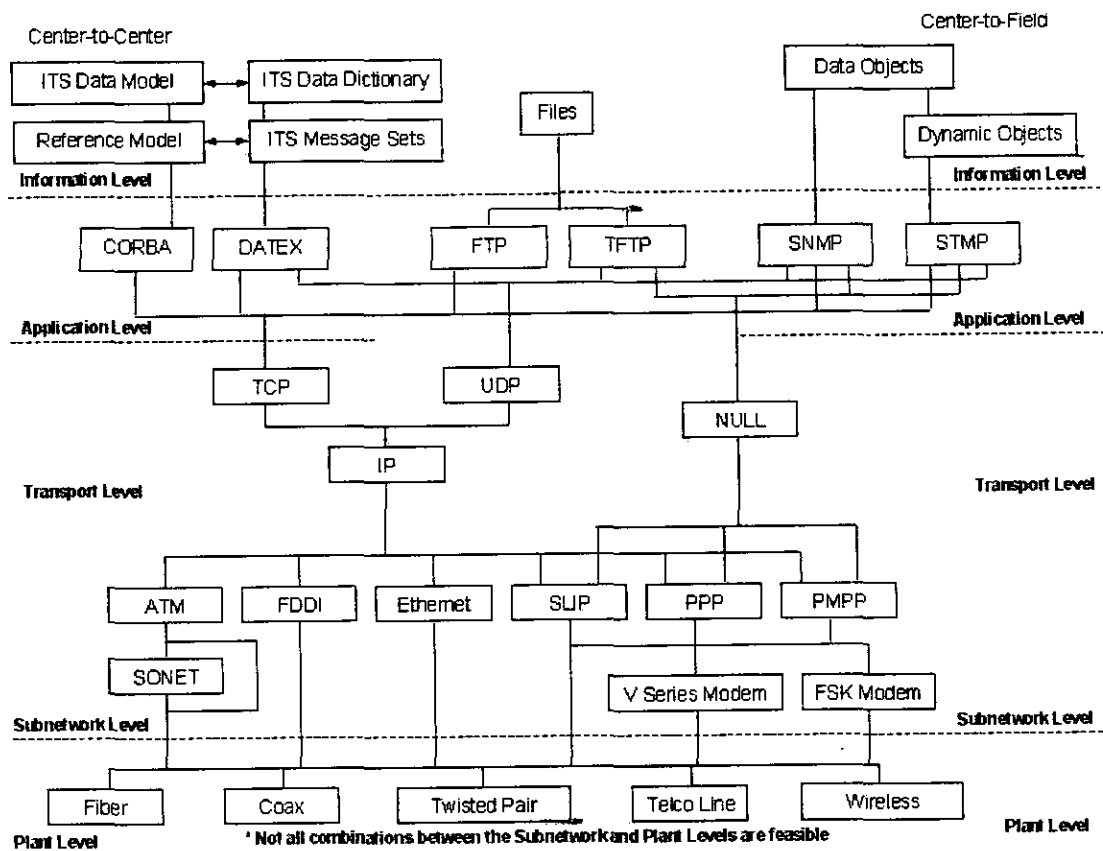


圖 B-3 NTCIP 架構圖

圖 B-3 是 NTCIP 的架構 (framework)，它和 ISO 的 OSI 網路分層架構有些類似，但內容不盡相同，它說明了每一層能夠選用的各種標準，也指出哪些是相容的標準。當訊息要進行傳輸時，它最多只能在每一層 (子層) 選用一種標準，而這一連串的標準集合就稱為「堆疊」，或是「通訊堆疊」。NTCIP 允許設備之間的訊息交換可以使用不同的堆疊，通常這些堆疊只有某一兩個層級會不一樣。圖 B-3 中每一層可以選擇的標準都以黑線串連起來，任何串連的直線都可以形成一個通訊堆疊。

圖 B-4 是一個 Center-to-Field 通訊堆疊的範例，所謂的堆疊其實就是整個 NTCIP 架構中的某些子集合～某個由上到下穿越各層的路徑。某些堆疊在同一層級同時包含了兩種標準，這通常表示兩種都能夠使用。NTCIP 堆疊通常會在某些標準中提供更多的選擇 (未顯示於圖中)。這些標準中子選項的例子包括要支援哪些訊息，或是實體界面的位元率。

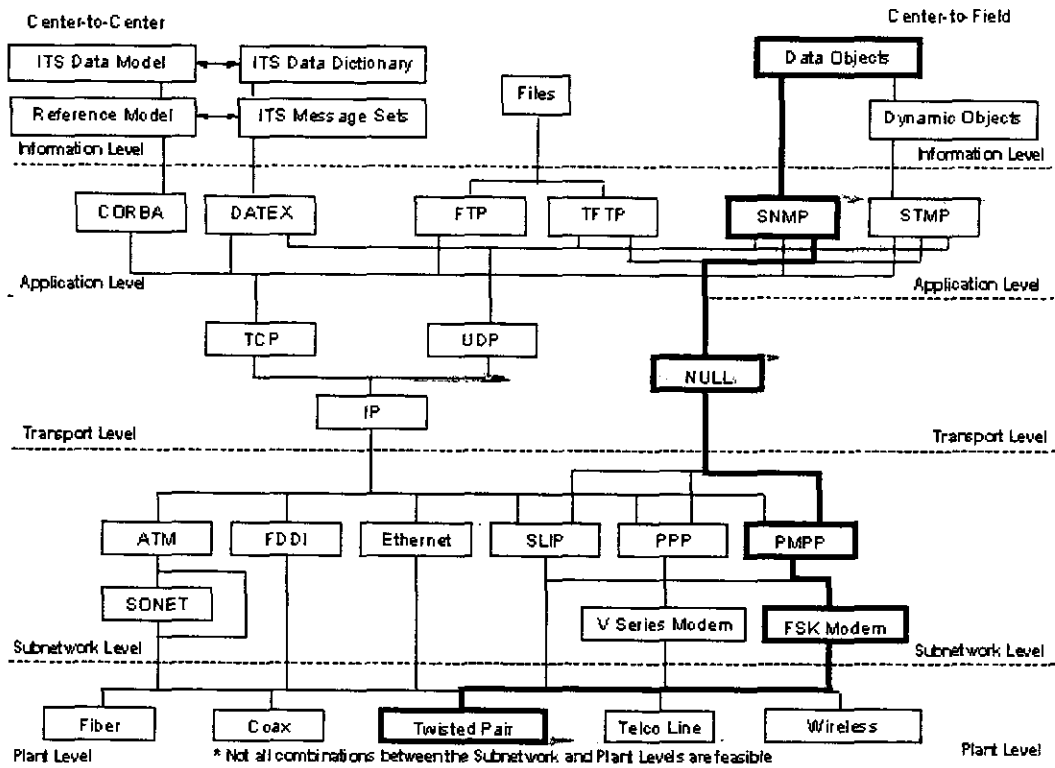


圖 B-4 Center-to-Field 堆疊範例

如前文所述，大部分較低層級的標準都是電信業既有的標準，而且也不是由 NTCIP 發展的。ITS 獨有的標準都位在圖 B-3 與 B-4 最上方的兩層中（資訊與應用層），每一種 NTCIP 通訊堆疊都是由上層的 NTCIP 專有標準加上底層數種既有的標準所混合而成的。

因為 NTCIP 實際上只是將 Internet 既有的數項標準協定加以整合與調整，所以 ITS 的資訊流可以經由公眾網路傳輸。本章在 ITS 骨幹 Service Center 之間的溝通將著重於應用層標準的探討與比較，主要可分為三個方向：

資料交換：包括 NTCIP 中使用的 FTP、TFTP、DATEX，以及 NTCIP 中未提及，但業界普遍使用的 SMTP 等通訊協定。

物件式開發環境：即 Common Object Request Broker Architecture (CORBA)，一般性的 Center-to-Center 通訊協定，對於物件導向的系統而言，它提供了某些 DATEX 不支援的高階整合服務，但不太適合近端的即時應用與耦合鬆散 (loosely coupled) 的系統。

網路管理：即 Simple Network Management Protocol (SNMP)，SNMP 建構的堆疊提供了一個簡單，但卻較為耗費頻寬的

Center-to-Field 協定，它只適用於具有高頻寬與少量訊息的網路。在傳輸層可以選擇使用 IP 來負責訊息的路由。

除此之外，ITS 也可以透過專屬網路進行通訊，因為 NTCIP 也針對運輸界的需求進行最佳化的調整，例如 PMPP (Point-to-MultiPoint Protocol)、STMP (Simple Transportation Management Protocol) 等。

B.2 以 ISO 主導所制訂之 ITS 通訊平台架構與標準協定

國際標準組織 (International Organization for Standardization, ISO) 根據 ITS 系統未來的標準化需求，成立了 TC204 技術規劃小組 (Technical Programme) 專職於對 ITS 相關系統與資訊、通訊標準的制訂；由於過去在 ITS 標準化的進程方面，多半侷限於區域性的標準：如美國以州為規模的標準、歐洲各國標準、以及日本等，然而為了各國 ITS 應用服務的互通性以及相關產業的發展考量，制訂國際性的 ITS 標準為必然的趨勢。ISO TC204 基於 ITS 國際標準化的需求，針對交通運輸中資訊、通訊、控制系統等，以及如旅行者資訊系統、交通管理系統、公眾運輸、商用運輸、緊急事故處理等 ITS 應用服務，建立不同的工作群 (working group) 來討論並制訂其中所需要的標準。ISO TC204 主要的負責項目在於提出具整體性的 ITS 標準項目與文件，並期望以現有的技術與 ISO 相關標準進行整合互用，增進 ITS 標準化與實用上的效率。

在廣域通訊平台與標準協定方面，TC204 建立專責的 WG16 工作小組進行標準的制訂；WG16 所制訂的 ITS 通訊架構與標準稱為 CALM (Continuous Air-interface for Long and Medium distance)，CALM 的目標在於提供無線介面協定之標準組合，這些無線介面包括中距離與長距離的無線通訊等，另外還包括運用多種媒介以提供高速資料傳輸通道、不同傳輸媒介中的多接取點與網路連通等課題，以及運用應用層協定在資料傳輸進行時不同傳輸媒介之間的轉換等。總括而言，利用 CALM 標準所提供的傳輸服務包括下列數種模式：

車間通訊 (Vehicle-Vehicle)：

提供低延遲的點對點無線通訊網路，以提供如車輛避碰等交通安全資訊的傳輸通道。其中提供多輛車機間的 ad-hoc 車間通訊網路亦包括在內。

車機與基礎建設間通訊 (Vehicle-Infrastructure)

提供行動車機與路側 ITS 基礎設施的通訊，如何在多個無線接取點之間自動協商所要使用的通訊相關參數與模式為其主要重點。

基礎建設之間通訊 (Infrastructure -Infrastructure)

建立基礎建設間固定式網路的傳輸模式與協定等。

根據國內外過去對 ITS 通訊平台的標準化規劃與探討，CALM 所提供的通訊模式大致可滿足各國的 ITS 需求，事實上 CALM 的制訂即是經由各國相關的組織與產業所共同制訂，如設備代工廠（如 DaimlerChrysler）、電子設備製造商、軟體工業（如 Microsoft）、ITS 相關產業、政府當局（如 US DoT）等。除此之外，相關的組織與計畫同時影響 WG16 的標準化制訂，重要的包括 VSCC（Vehicle Safety Communication Consortium）、發展北美 5.9GHz 通訊系統的 ASTM、IEEE 802.11a 等。就現階段的狀況而言，CALM 已定義了數項標準協定與通訊技術進行探討，包括所使用的傳輸媒體、網路層協定、以及相關的管理服務等，茲列述於下：

傳輸媒體 (media)

2/2.5G 蜂巢式行動通訊系統，如 GSM/GPRS

3G 行動通訊系統，如 UMTS

紅外線通訊系統

以 IEEE 802.11a 之 5GHz 無線區域網路系統

60GHz 短距無線通訊系統

網路層協定 (network layer)

使用 IPv6 做為核心網路協定

納入 Mobile IPv6 的功能以提供換手 (handover) 機制之需要

提供與網際網路的連接服務

提供行動 ad-hoc 網路的連接與路由

提出具一般性的服務存取點 (Service Access Point, SAP)

管理服務 (management services)

提供近似無中斷、長途、短程等通訊服務

車輛中同時使用不同終端設備與傳輸媒體之管理

在所有規範的傳輸媒體中於 MAC layer 支援多點傳輸與換手功能

在應用層支援不同傳輸媒體間連線轉換或續傳等功能

提供媒體與使用者端設備的初始化與註冊

提供不同區域之頻段限制管理

提供不同傳輸媒體與應用之傳輸品質服務管理

提供高階傳輸指令轉換為不同傳輸媒體適用動作的功能

其他如衛星定位 (Global Positioning Systems, GPS)、數位廣播 (Digital Audio Broadcasting, DAB) 等標準化工作，亦在將來的規劃當中，整個 WG16

的工作內容便以 CALM 標準為主體，並分成四個子項目 (Sub-Working Group, SWG) 進行不同領域的討論，其組織架構如圖 B-5 所示：

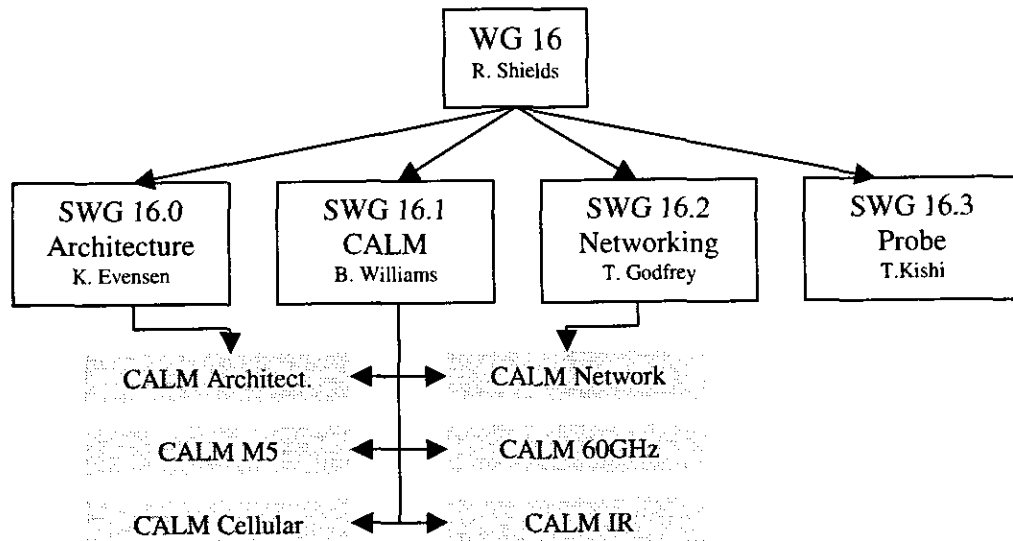


圖 B-5 ISO TC204 之組織架構

由圖 B-2-1 可知，CALM 目前所規範的項目主要包括整體的系統架構、網路層的標準（以 IPv6 為核心）、以及對多種無線傳輸媒體的規範，包括蜂巢式行動通訊系統、紅外線（Infrared, IR）、以及 5GHz 與 60GHz 等無線通訊技術，預期在 2005 年左右完成各項標準草案的建立。茲將與 CALM 相關標準項目的現況列示於下：

16.0 CALM-Architecture 已提出若干標準草案

16.1 CALM-Cellular 主要參考 ETSI (the European Telecommunications Standards Institute) 所規範之現有標準

16.1 CALM-IR 已提出第一份標準草案

16.1 CALM-M5 以 IEEE 802.11a 與 US ASTM 等標準為基礎，提出基本的文件

16.1 CALM-60 主要以日本相關技術為主體，正進行標準的制訂

16.2 CALM-Network 的會議召集人為 Microsoft，主要以 mobile IPv6 為核心建立其標準協定，目前主要的規範內容著重於協定堆疊的管理 (stack management)，並與 IETF (Internet Engineering Task Force) 與 IPv6 Forum 進行聯繫。

根據 ISO TC204 WG16 對 CALM 標準的規劃，CALM 整體架構主要包括網路層標準 (ISO 21210)、無線通訊技術的標準 (ISO 21212~21216)、以及其他不在 CALM 規範內的標準等，其整體標準架構如圖 B-6 所示：

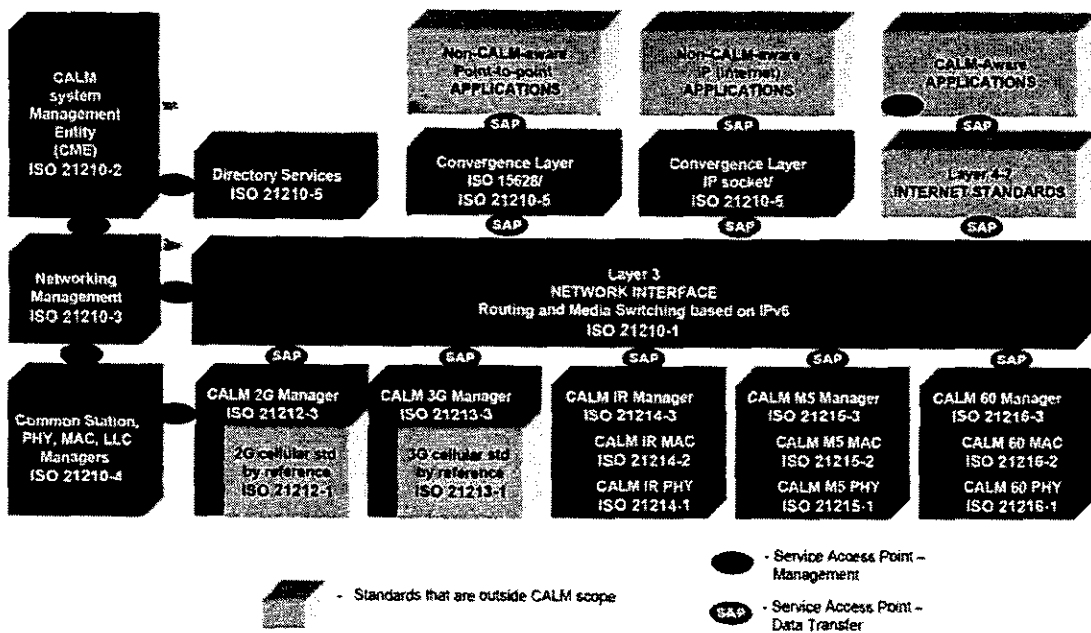


圖 B-6 CALM 標準之整體架構規劃

在 CALM 的整體架構規範中，應用服務資料傳輸乃是透過數個服務接取點（如圖 B-6 白色 SAP 字樣所示），其傳輸途徑多半為縱向，由上層的 CALM 或非 CALM 之 Internet 或點對點應用服務等，透過核心之 IPv6 網路以及適當的無線通訊接取點達成；在系統管理的通訊方面，主要是透過橫向的服務接取點（如圖 B-6 黑色 SAP 字樣所示），且主要應用的傳輸媒介為固定式的通訊技術。為了提供多種傳輸媒介間的轉換，以達成無中斷的無線接取網路，CALM 利用 IPv6 核心網路為主要網路傳輸介面，並透過網路管理的機制，為每一種傳輸媒介建立網路管理的標準；透過這些傳輸媒介的網路管理者以及核心網路的網路管理機制（ISO 21210-3）、網路設備管理（ISO 21210-2）等，理論上在 ITS 通訊平台中關於異質性網路整合的課題得以解決。值得一提的是，CALM 已規劃針對 5GHz、60GHz、IR 等制訂適用於 ITS 系統的標準，多半是對現有技術的修改或整合，但對蜂巢式行動通訊系統則沿用現行的標準，而不納入 CALM 的標準規範之中。

CALM 架構主要提供網路層以下的網路傳輸服務，由圖 B-6 可知在網路層以上至應用層等並不屬於 CALM 標準的規範項目之中。除了利用 CALM 進行行動設備與 ITS 服務或基礎設施的通訊外，行動車輛內部的系統亦可透過 CALM 架構進行整合；如圖 B-7 所示，車上單元的相關設備（On-board Equipment, OBE）如提供 ITS 服務與網際網路服務的設備，均可透過車輛內專用的連結層、實體層協定等建立之車內網路（In-Vehicle Network, IVN），與車機中心處理單元（CALM OBU）進行資料交換，車機中心處理單元可專司無線傳輸通道的建立，或與其他現存的無線通訊模組整合（本例為蜂巢式行動通訊技術），作為車機系統的無線接取設備；

對於其他車上非以 CALM 為基礎的設備如感知器與控制設備等，可透過設備管理單元與專屬的閘道器（gateway）的溝通，達到這些專屬設備與車機中心處理單元的資料交換需求。

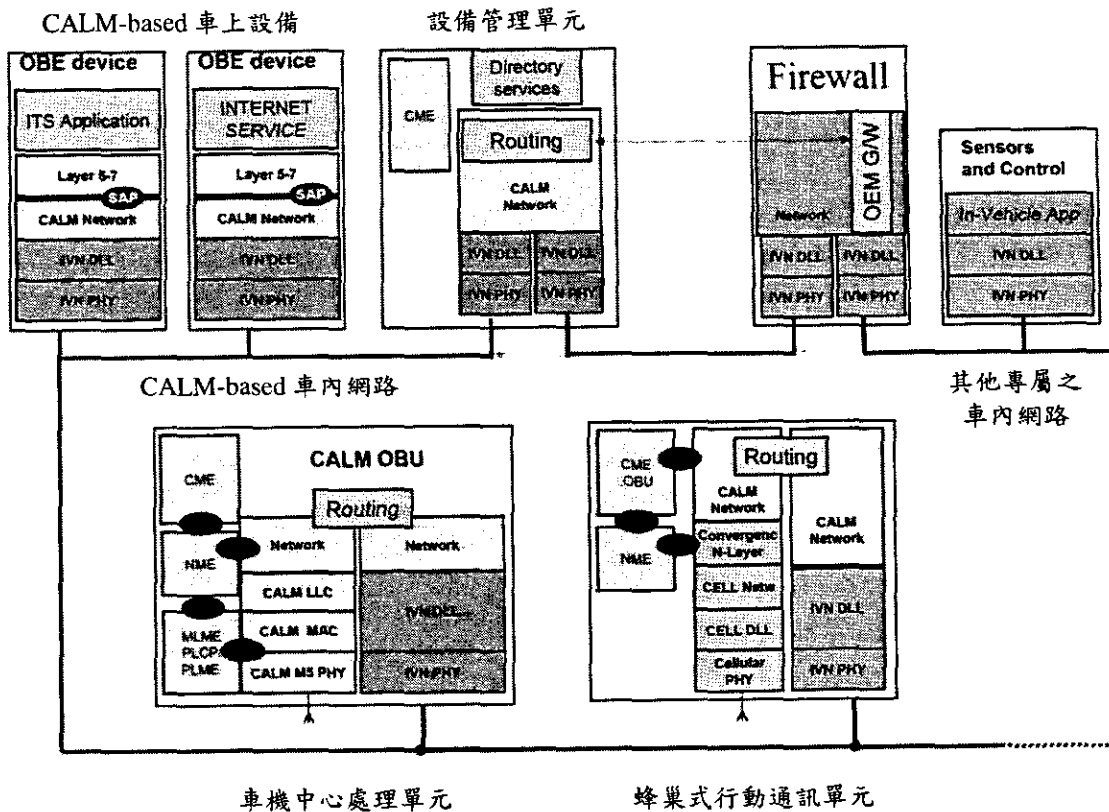


圖 B-7 以 CALM 架構為基礎之車內網路

如前所述，CALM 架構的通訊模式包括三大類，並可用來建立車內網路系統，然而 CALM 主要的應用還是著重於兩個部分，一為行動車上單元與基地台、基礎設施間（Vehicle-Infrastructure）的通訊，如圖 B-8 所示，無線通訊介面為支援 CALM 協定之 OBU 與基地台進行通訊，車用電腦透過車內網路與 OBU 進行資料交換，而 ITS 服務中心等透過固定式的核心網路與基地台進行通訊；與網路管理相關的 control 與協商過程等，僅發生在 OBU 與基地台之間，而車用電腦與 ITS 服務中心並不需要進行額外的網路管理等動作；這樣的設計在動態的 ITS 系統通訊環境之中尤其重要，車用電腦與 ITS 服務中心可專注於使用者服務的提供，而 OBU 與基地台之間負責合作建立穩定的傳輸通道，這即是 CALM 協定所要達成的主要目標。

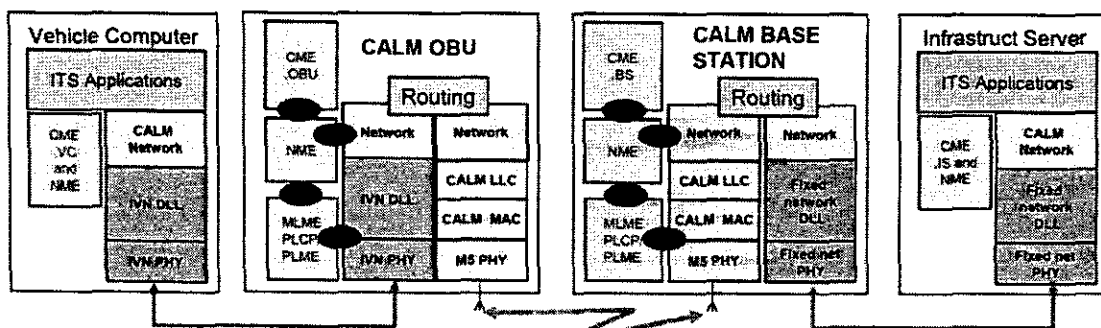


圖 B-8 以 CALM 為基礎之行動車機與 ITS 基礎設施間通訊

在車間通訊方面，建議的系統運作模式仍然以分離車用電腦與車機中心處理單元（CALM OBU）為主，這樣的設計除了讓不同的系統單元各司其職外，亦增加了車機系統的彈性，讓不同的系統單元都能透過車內網路與 OBU 進行無線傳輸。如圖 B-9 所示，OBU 必須建置網路層相關機制，理論上，在車間通訊的應用方面，OBU 內建的路由機制（routing）可擴充其功能，使得如 CALM M5 等通訊技術能夠進行行動式的 ad-hoc 網路傳輸。

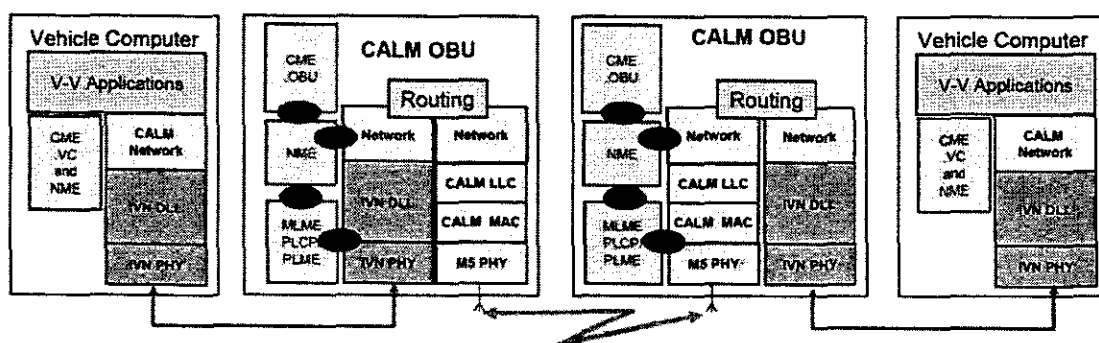


圖 B-9 以 CALM 為基礎之車間通訊

除了 CALM 架構目前所規範的通訊技術外，許多 ITS 應用服務常見的通訊技術亦可整合於車機系統之中：如圖 B-10 所示，CALM OBU 利用網路層整合現有的無線通訊技術，包括 GPS、DSRC、GPRS、以及 CALM 所規範的 M5 等，並利用車內網路與車用電腦連接；同樣地，車用電腦支援 CALM 的網路層功能外，其上層的應用可以整合不同的協定與服務，而這些不同的服務與通訊技術藉由設備管理（CME）、網路管理（NME）等系統實體進行控管。

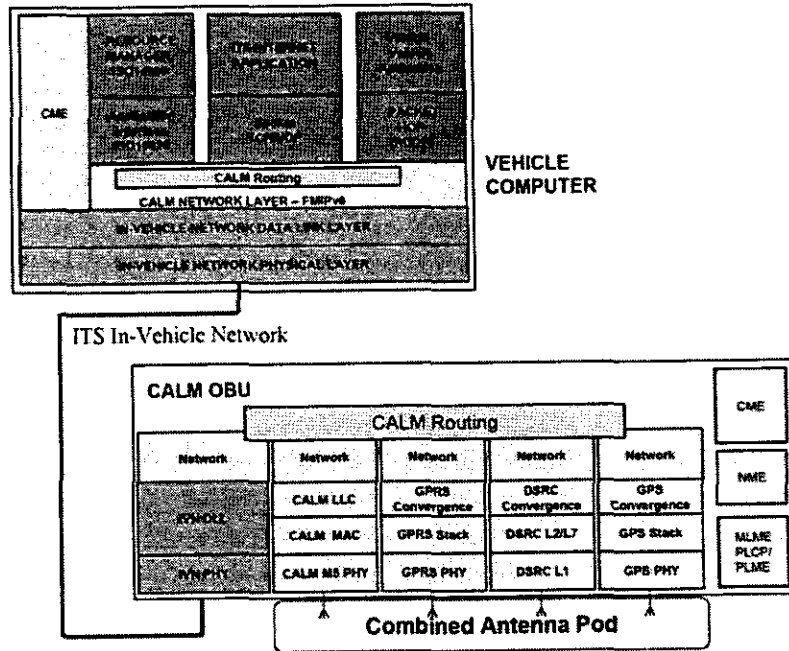


圖 B-10 以 CALM 為基礎並整合其他通訊技術之車機系統

總括來說，使用 CALM 架構與相關標準協定來建構車機系統與 ITS 通訊平台具有下面數項優點：

1. CALM 整合數種已公開或接受各方討論與制訂的無線通訊技術
2. CALM 隸屬於國際性標準，具有以下優點
 - 開放性：CALM 標準可被所有人取得
 - 穩定性：CALM 標準有正規的單位組織負責制訂與維護
 - 由於 CALM 標準為公眾討論所制訂，因此能夠根據實際上的需求建立出下一個版本的標準
3. CALM 使用 IPv6 為核心網路協定，表示其可相容於網際網路服務，並不受限於現行 IPv4 協定 IP 位置短缺的問題
4. 可透過 IPv6 與相關管理協定擴充多種無線通訊媒體（如圖 B-10 所示）
5. CALM 主要以現有的通訊技術為基礎，因此具有以下特性
 - 產業策略風險較低
 - 系統實作效率較高且成本較低
 - 可利用現行的基礎建設與服務
 - 易於引進新的傳輸媒介
6. CALM 協定同時規範頻段保護項目，如 5GHz 等通訊技術目前常應用於行車安全系統的通訊服務，該服務需要被保護其通訊不受干擾

7. 運用 DSRC 技術以達成高速且長距離的服務
8. 與 ISO ITS 其他工作群 (working groups) 合作
9. 與 ITU-R 和 ETSI 等電信相關標準制訂組織合作
10. 與目前廣為人知的 ITS America 組織合作

目前 CALM 的標準制訂主要由歐洲主導，整個 CALM 計畫的召集人為歐洲，並且在 7 個規劃中的標準有 5 個是由歐洲組織主導；然而其他國家相關技術與標準對 CALM 的影響也很大，包括北美對於 5GHz 通訊技術的解決方案，日本、大陸、韓國則提供毫米波通訊相關技術，而在紅外線技術方面則有印度、馬來西亞、日本等負責規劃。相較於 CALM 其他無線通訊技術的規範，以 5GHz 無線通訊技術為基礎的 CALM M5 尤為重要；CALM M5 的目標在於利用 5GHz 頻段進行車間通訊以及行動車機與路測單元間的通訊，同時必須不影響現行使用鄰近頻段的 DSRC 系統（如 CEN DSRC 等）；CALM M5 以 IEEE 802.11a 無線區域網路技術為基礎，提供 54 Mbit/s 之傳輸速率，並具有 1000 公尺左右的傳輸距離，並滿足行動車機至少 200 km/h 的行動性，同時所允許的傳輸延遲必須在數個毫秒的等級；CALM M5 過去主要的工作著力於整合北美 US ASTM 5.9GHz 之標準，以利如行車安全輔助、電子收付費等系統的進行。茲將 CALM M5 所規劃使用之頻段與其他各國相關標準比較於圖 B-11：

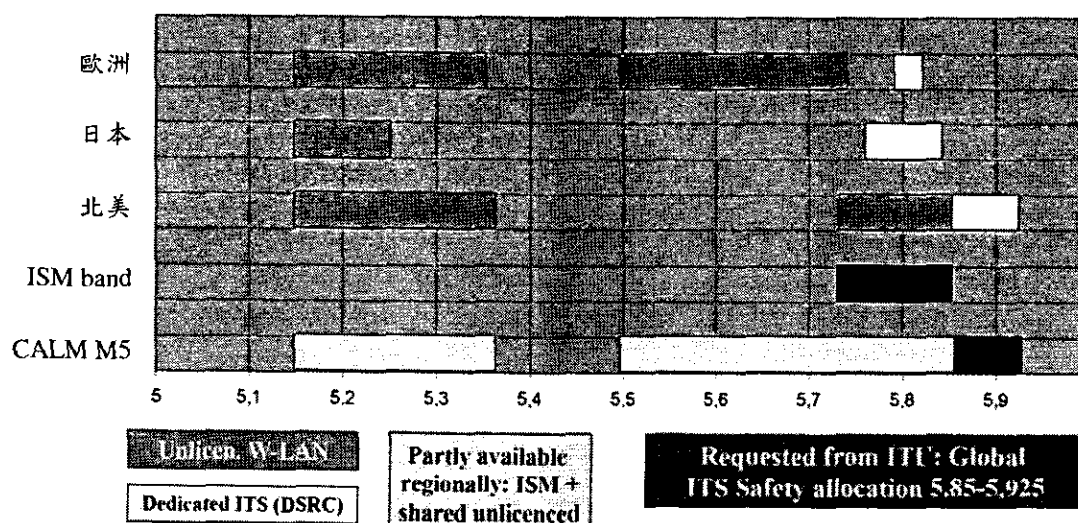


圖 B-11 CALM M5 與各國 5GHz 相關標準之頻段比較

使用 5GHz 之頻段具有許多優點，首先是這樣的設計符合目前北美的規範，由於北美具有許多國際性的汽車大廠，將使得車輛內建 5GHz 通訊系統之車機進行 ITS 服務格外順利；利用 IEEE 802.11a 標準也使得建置 5GHz 通訊系統的成本下降，此乃導因於 IEEE 802.11a 為現行產業支持的標準，不但在市場策略的風險度降低，在市場競爭下必然發生設備成本下降的結果；最重要的是 5GHz 無線通訊技術已被證實能夠提供 6-54 Mbit/s 的資料

傳輸率，並能進行 80-1000 公尺的無線傳輸，更能有效解決直線傳輸途徑受阻擋的問題。如圖 B-12 所示，即使傳輸路徑中受到圍牆的阻擋，搭配 5GHz 通訊技術的車機系統可以直接跟未來預期家中常見的 WLAN 進行連接。

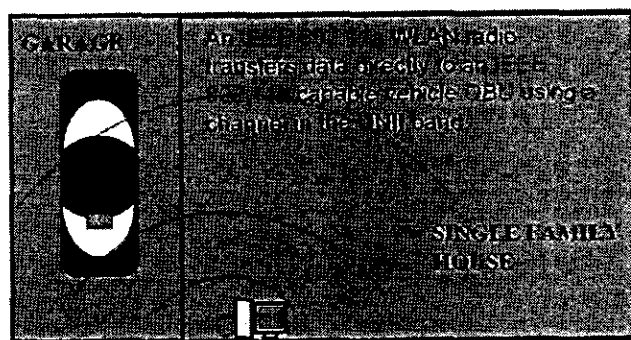


圖 B-12 使用 IEEE 802.11a 之車機系統能夠與家中無線網路連接

CALM M5 同時提出了整合方向性天線進行無線傳輸的可能性；在該標準的規範下，車機系統可以同時控制不同區間或方向之天線，並可以同時處理來自不同方向的資料傳輸通道，如圖 B-13 所示。這種能力對於行車安全輔助方面的應用如車輛避碰等格外重要；CALM M5 標準規範的制訂同時受到 VSCC (Vehicle Safety Communication Consortium) 的影響，VSCC 針對路測單元到車上單元 (RSU to OBU)、車上單元到路測單元 (OBU to RSU)、以及車間通訊 (OBU to OBU) 等運用模式提出許多重要的行車安全服務 (如表 B-1 所示)，因此在 CALM M5 標準中，均考量相關行車安全應用服務的需求，並規劃特定的頻段作為行車安全輔助系統之用。

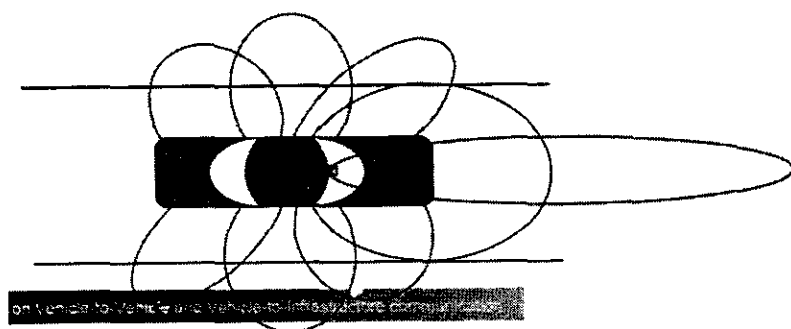


圖 B-13 整合多方向性天線之 CALM M5 無線通訊運作模式

表 B-1 VSCC 所規範之行車安全輔助應用服務項目

RSU->OBU	OBU->RSU	OBU->OBU
Adaptive Drivetrain Management	Blind Merge Warning	Approaching Emergency Vehicle Warning
Adaptive Headlight Aiming	Emergency Vehicle Signal Preemption	Blind Merge Warning
Blind Merge Warning	Infrastructure-Based Traffic Management	Blind Spot Warning
Cooperative Adaptive Cruise Control	Intelligent On-Ramp Metering	Cooperative Adaptive Cruise Control
Cooperative Vehicle-Highway Automation System	Intelligent Traffic Lights	Cooperative Collision Warning
Curve Speed Warning	Intersection Collision Collision - Infrastructure-based Warning	Cooperative Glare Reduction
Enhanced Route Guidance and Navigation	Intersection Collision - Vehicle-based Warning	Cooperative Vehicle-Highway Automation System
GPS Correction	Just-In-Time Repair Notification	Electronic Brake Lights
Highway Merge Assistant	Non-Stop Tolling	Highway Merge Assistant
Highway/Rail Collision Warning	Post-Crash Warning	Highway/Rail Collision Warning
Intersection Collision - Infrastructure-based Warning	SOS Services	Instant Messaging
Intersection Collision - Vehicle-based Warning	Stop Sign Movement Assistance	Intersection Collision - Vehicle-based Warning
In-Vehicle Signage		Lane Change Assistant
Just-In-Time Repair Notification		Left Turn Assistant
Left Turn Assistant		Post-Crash Warning
Low Bridge Warning		Pre-Crash Sensing
Low Parking Structure Warning		SOS Services
Map Downloads and Updates		Stop Sign Movement Assistance
Non-Stop Tolling		Vehicle-Based Road Condition Warning
Pedestrian Crossing Information at Designated Intersections		Vehicle-to-Vehicle Road Feature Notification
Point of Interest Notification		Visibility Enhancer
Road Condition Warning		Wrong-Way Driver Warning
Safety Recall Notice		
Stop Sign Movement Assistance		
Stop Sign Violation Warning		
Traffic Signal Violation Warning		
Work Zone Warning		

附錄 C 出國考察報告—參加第八屆 COST 273 會議

COST 273 “Towards Mobile Broadband Multimedia Networks”為一以歐盟國家為主體的跨國計畫，主要研究目標為研發 4G 行動通信系統無線介面技術。交通大學於 2004 年起參與該計畫，藉由定期參加 COST 273 會議並發表研究成果，掌握下一代寬頻行動多媒體無線技術與系統發展趨勢。

本屆 (8th) 會議於 9 月 24~26 日在布拉格的捷克科技大學 (Czech Technical University) 舉行，交通大學與會者有唐震寰教授、虞孝成教授與張維儒博士生，於會中發表技術論文一篇 “A Novel Method to Estimate Time-of-Arrival of Broadband Signal Propagation in Outdoor Environment”。

本次會議安排有一 “MIMO Channel Modeling” Tutorial 與約 50 篇之技術論文發表。由本次發表論文探討之主題可知，為符合未來無線通信系統往高容量、高速率傳輸及行動多媒體資訊服務發展的趨勢，使用多天線架構之 MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) 技術與超寬頻之 UWB (Ultra-Wideband) 技術將為未來無線通信之關鍵技術，其電波傳播特性之掌握與通道模型之建構為下一代無線通信發展之初的首要課題。

C.1 COST 273 簡介

“歐洲科技計畫” (European Co-operation in the Field of Scientific and Technical Research)，簡稱 COST，為歐盟一跨國性研發組織，成立於 1971 年，研究範圍包含通訊等 17 個領域。COST 組織目前擁有 34 個會員國 (歐洲國家)，其他地區國家之研發單位或跨國性之非政府組織亦可申請參與特定之 COST Action (如 COST 273、COST 275 等)，享有與會員國相同之權利義務，唯不具管理階層之投票權利。

COST 組織之研發工作以 “Action” 為主體，針對特定議題與技術進行研究，自 COST 組織成立後，每年進行之 Action 數逐漸增加 (如圖 1-1)，目前進行之 Action 將近 200 個。通常一個 Action 研究時程約為 4 年，每年舉行 3 次 Meeting (參與單位至少每年須參加一次會議)，並與同領域之相關 Actions 共同舉辦一次 Workshop，當 Action 結束後，將彙集研究成果以書本型式發行 Final Report。部份研究成果會 Contribute 到相關標準制定組織。

目前 COST 組織之 17 個研究領域中，研究計畫最多之領域為通訊與資訊領域 “COST-TIST” (如圖 1-2)，而 COST 273 “Towards Mobile Broadband

Multimedia Networks”即屬於此領域其中之一個 Action，主要研究目標為研發 4G 行動通信系統無線介面技術。COST 273 啟始於 2001 年 5 月，預計為期 4 年，目前參與之會員國（歐洲國家）有 24 個（歐洲以外之國家包含有加拿大、美國、日本及台灣之研究單位），連同非會員國之參與單位達 105 個。交通大學於 2003 年初起參與 COST 273 Action。

COST 273 延續先前相同性質之 Action，包含 COST 207、COST 231 與 COST 259。其中 COST 207 主要針對 GSM 系統之發展，COST 231 之研究範圍則包括 GSM 系統佈建、DECT 與 HIPERLAN1 及 UMTS 系統之發展，COST 259 於 2002 年四月結束，對於 UMTS 及 HIPERLAN2 之發展有重要貢獻。其相關研究成果 Contribute 到 ETSI 與 ITU-R 等標準組織。

COST 273 目前設有 3 個 Working Groups（WG 1: Radio System Aspects, WG 2: Propagation and Antennas, WG 3: Radio Network Aspects）及 4 個 Sub-Working Groups（SWG 2.1: MIMO Systems, SWG 2.2: Handset Antennas, SWG 2.3: Channel Measurements, SWG 3.1: Mobile Radio Networks Reference Scenarios）。交通大學主要參與 WG 2、SWG 2.1 及 SWG 2.3，進行無線通道特性與 MIMO 系統技術之研究。

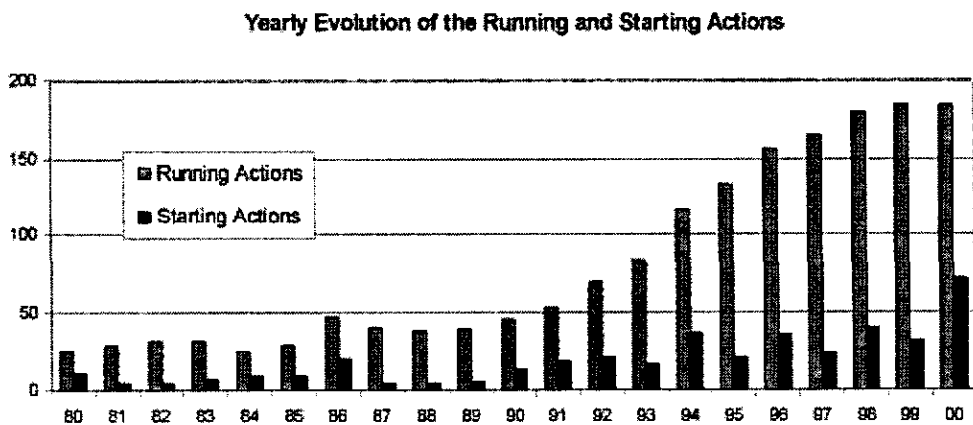


圖 1-1 COST 組織歷年起始與進行中之 Action 數目統計圖

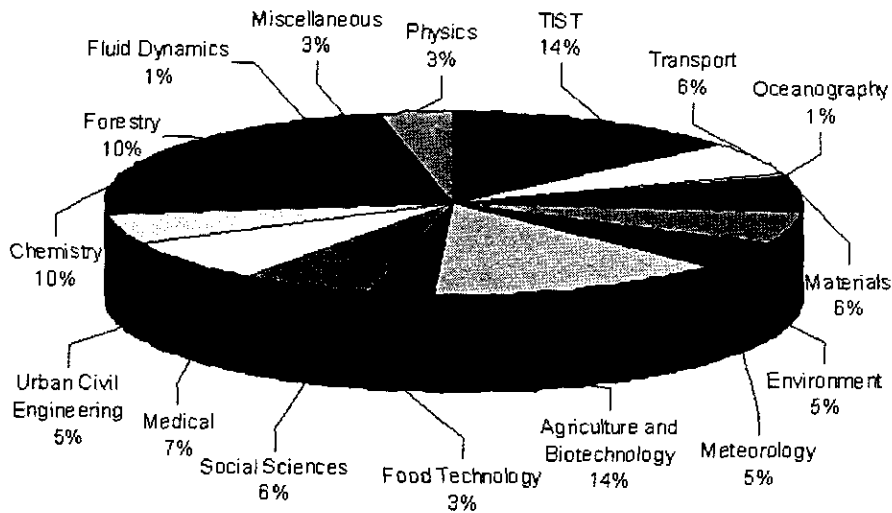


圖 1-2 COST 組織各領域之 Action 數目比例圖

C.2.COST 273 8th 會議概述與心得摘要

C.2.1 COST 273 8th 會議概述

COST 273 8th 會議於 9 月 24~26 日在布拉格的捷克科技大學 (Czech Technical University) 舉行，會議議程安排如下：

9/24 上午：Tutorial - “MIMO Channel Modeling”

9/24 下午：WG1, WG2 技術文件發表、WG3 議題討論

9/25 上午：WG1, WG2, WG3 技術文件發表、SWG2.1 議題討論

9/25 下午：WG2, SWG2.3 技術文件發表、WG1, SWG3.1 議題討論

9/26 上午：WG1, WG2, WG3 技術文件發表、SWG2.2 技術文件發表與
議題討論

9/26 下午：全體會員大會

C.2.2 交通大學技術文件重點摘要

交通大學於本次會議發表一技術文件 “A Novel Method to Estimate Time-of-Arrival of Broadband Signal Propagation in Outdoor Environment”。

有鑑於無線通信之寬頻高速率數據傳輸發展趨勢，寬頻無線傳播特性之掌握與通道模型之建立為下一代無線通信發展之初的首要課題。因通信系統之接收機時間解析度 (Time-Resolution) 隨頻寬之增加而更為精細，故對寬頻無線通信系統而言，多重路徑傳播之延遲擴散 (Delay Spread) 效應

將造成接收信號之碼際干擾 (ISI; Inter-Symbol Interference) 問題。因此對寬頻無線通道而言，多路徑信號延遲時間為最重要之無線通道特徵參數。

吾人於該文中利用 Δ -K 模型來描述多重路徑之相對延遲時間，探討當無線頻寬變化時，如何有效預估描述同一傳播環境之 Δ -K 模型參數。利用此方法，吾人即可由窄頻之無線通道量測數據有效推估寬頻通道之多路徑延遲時間模型；另外吾人亦發現寬頻通信因具精細之接收機時間解析度，可解析出較多之多路徑數目，致多重路徑群集 (Multipath Clustering) 現象愈顯著。

C.2.3 Tutorial 心得摘要

本次會議安排有 Tutorial 介紹 MIMO Channel Modeling，重點摘要如下。

C.2.3.1 MIMO 技術簡介

MIMO 技術於發射與接收端皆使用多天線，一般而言多天線架構搭配不同之系統傳收技術可得不同之系統增益，包含：

1. Diversity Gain：如接收分集技術，可抗拒多路徑傳播之振幅衰落現象。
2. Array Gain：如智慧型天線技術，可有效提升接收信號之訊雜比。
3. Multiplexing Gain：利用多天線同時傳送不同之訊息，提升傳輸速率。

其中 Multiplexing Gain 可使無線通信系統達到以相同頻寬傳送更多訊息之目的，有效提升通道容量，因此目前除第三代行動通信系統已將其納入技術演進標準外 (如 3GPP Release 6)，IEEE 802.11n 無線區域網路系統標準也擬利用此技術提升數據傳輸速率。

如圖 2-1，將高速率之傳送資料串列分切成 M 路低速率資料 $X=[x_1, x_2, \dots, x_M]^T$ ，以同一頻率於同時間分別於 M 支發射天線傳送，接收端則以 N ($N \geq M$) 支天線同時接收信號，此時接收信號 $Y=[y_1, y_2, \dots, y_N]^T$ 能否經由信號處理還原出發射機所傳送之高速率資料串列，須視 MIMO 通道矩陣 H 各元素之相關性，而其相關性則與傳播通道特性及天線陣列有關。

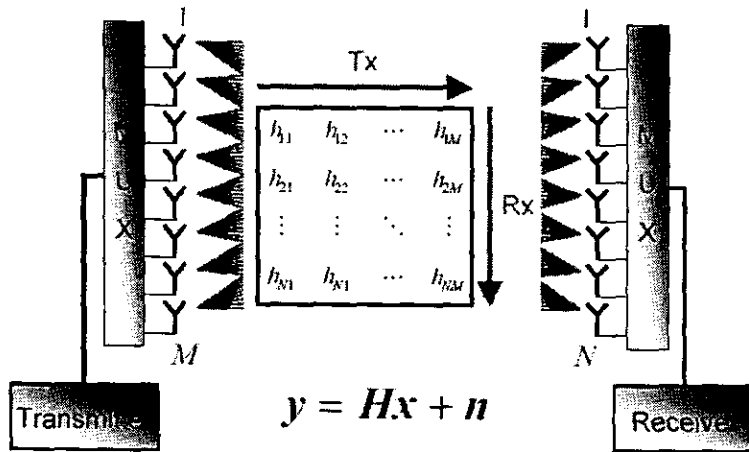


圖 2-1 MIMO 無線通信傳收架構示意圖

一般而言，多路徑愈多之傳播環境其天線間信號相關性愈低，MIMO 通道容量愈高。因此一般將 MIMO 通道依相關性概分為不相關 (Uncorrelated)、部分相關 (Semi-Correlated) 與全相關 (Fully-Correlated) 三類，如圖 2-2 所示。當收發天線附近皆存在大量散射體致多路徑數目高時，此環境適合使用 MIMO 架構提升通道容量，若僅單端天線附近存在大量散射體，則利用 MIMO 架構所得之通道容量增益不高，但可得高分集 (Diversity) 增益，至於散射體數目少之單純傳播環境，因空間相關性高，並無法由多天線架構來提升通道容量或分集增益。

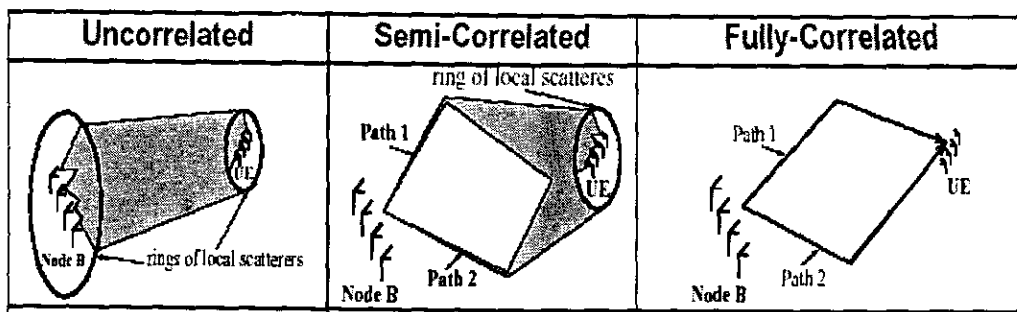


圖 2-2 MIMO 通道分類

C.2.3.2 MIMO 通道模型建構方法

如前所述，MIMO 技術性能與無線傳播環境、多天線架構及信號傳收技術有關，為評估各種 MIMO 傳收技術於無線通信系統之性能表現，各無線通信標準組織皆會制定標準之天線架構及通道模型，以便進行各種 MIMO 傳收技術之性能模擬比較，如圖 2-3 所示。

圖 2-4 顯示無線通道模型隨著系統的演進，由早期窄頻通信僅考慮通道隨時間變化 (因都卜勒效應) 之響應 $h(t)$ ，描述寬頻通信多路徑頻率選擇衰

落之 $h(t, \tau)$ ，至智慧型天線應用需考慮多路徑入射角之 $h(t, \tau, \phi_R, \theta_R)$ ，未來 MIMO 架構則為一雙向傳播通道，其通道模型 $h(t, \tau, \phi_R, \theta_R, \phi_T, \theta_T)$ 需完整考慮時間變化、多路徑延遲、多路徑入射角擴散及多路徑發射角擴散。

一般而言，MIMO 通道模型建構方法可概分 Physical Models 與 Stochastic Models。

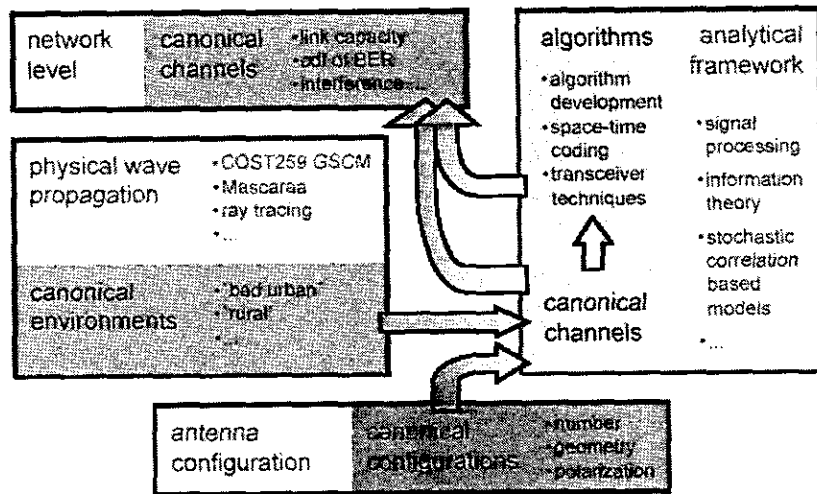


圖 2-3 MIMO 傳收技術應用於無線通信系統之性能分析流程示意圖

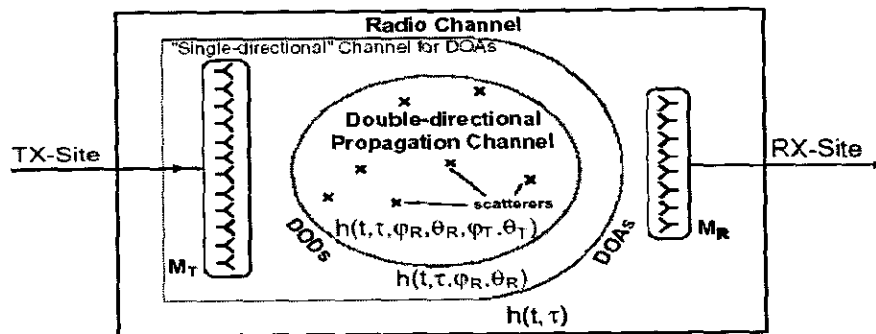


圖 2-4 無線通道模型演進

Physical Models

Physical Models 乃藉由實體散射與反射物之建構，並配合電磁理論模擬多重路徑之電磁波，進而產生 MIMO 通道矩陣。其中依實體散射與反射物之建構方式，此類模型建構方法可分為幾何統計方法-GSCM (Geometry-based Stochastic Channel Model) 與環境適應方法-Ray Tracing。

- (1) GSCM：依傳播環境之通道特性特徵參數值（如延遲擴散、角度擴散），以統計方式模擬產生散射體，再以幾何理論與電磁波散射理論

產生多重路徑之電磁波，如圖 2-5 (a)。

(2) Ray Tracing：建構實體傳播環境，以射線追蹤方法模擬產生多重路徑之電磁波，如圖 2-5 (b)。

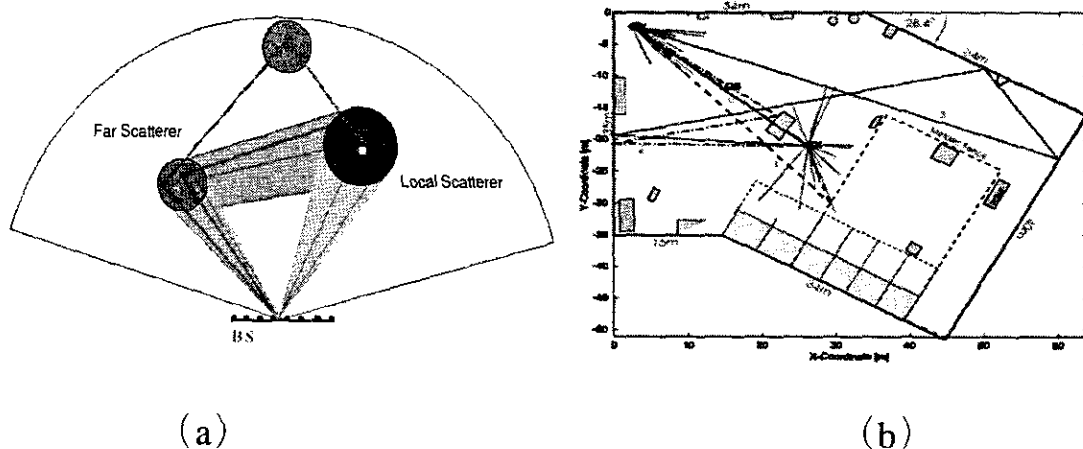


圖 2-5 (a) 幾何統計方法-GSCM； (b) 環境適應方法-Ray Tracing

Stochastic Models

如圖 2-6，Stochastic Models 以統計方式模擬通道特徵參數分佈，包含多路徑功率-角度波譜 (Power-Azimuth Spectrum) 與多路徑衰落 (Multi-path Fading)。利用多路徑功率-角度波譜及多天線架構可得空間相關函數，再結合多路徑衰落之時域特性，即可進行時變之 MIMO 通道矩陣估算。

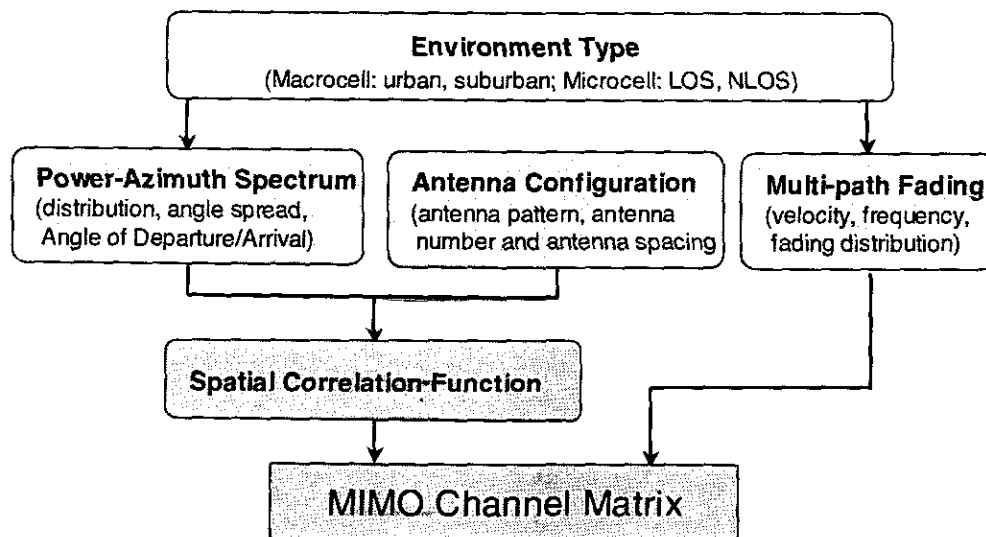


圖 2-6 Stochastic Models 模擬流程示意圖

而在估算得 MIMO 通道矩陣 H 後，配合後續之各種 MIMO 傳收信號處理方法與通道容量之估算，MIMO 通道矩陣 H 可進行如下(圖 2-7)之處理。

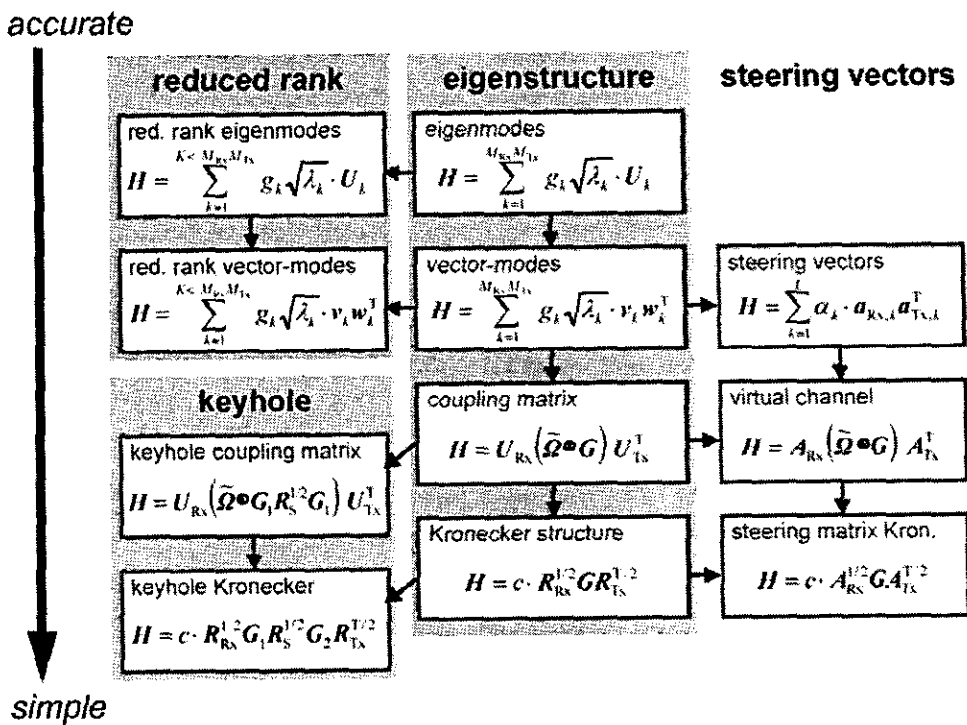


圖 2-7 MIMO 通道矩陣 H

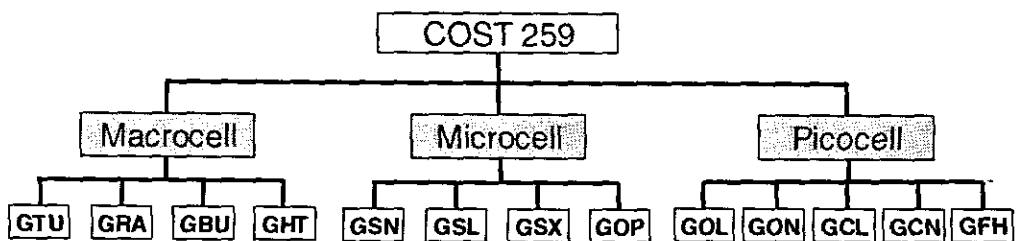
C.2.3.3 無線通信標準之 MIMO 通道模型

COST 259 Directional Channel Model

COST 259 之 Sub-Working Group 2.1 於 2002 年完成可用以描述 MIMO 通道之 Directional Channel Model。該模型將傳播環境分為 13 類，如圖 2-8 所示，考量多路徑群集生成/消失現象、延遲擴散與角度擴散間之相關性。

3GPP/3GPP2 Spatial Channel Model

3GPP 與 3GPP2 於 2002 年 4 月共組 Spatial Channel Model (SCM) Group，共同發展並訂定 MIMO 通道模型。如圖 2-9，將傳播環境概分為 Suburban- macro、Urban-macro 及 Urban-micro 三類，分別訂定不同環境之通道特徵參數分佈（包含角度擴散、遮蔽衰落、延遲擴散、路徑損失）。



- GTU: Generalized Typical Urban
- GRA: Generalized Rural Area
- GBU: Generalized Bad Urban
- GHT: Generalized Hilly Terrain
- GSN: Generalized Street NLOS
- GSL: Generalized Street Canyon LOS
- GSX: Generalized Street Crossing
- GOP: Generalized Open Place
- GOL: Generalized Office LOS
- GON: Generalized Office NLOS
- GCL: Generalized Corridor LOS
- GCN: Generalized Corridor NLOS
- GFH: Generalized Factory Hall

圖 2-8 COST 259 Directional Channel Model 之傳播環境分類

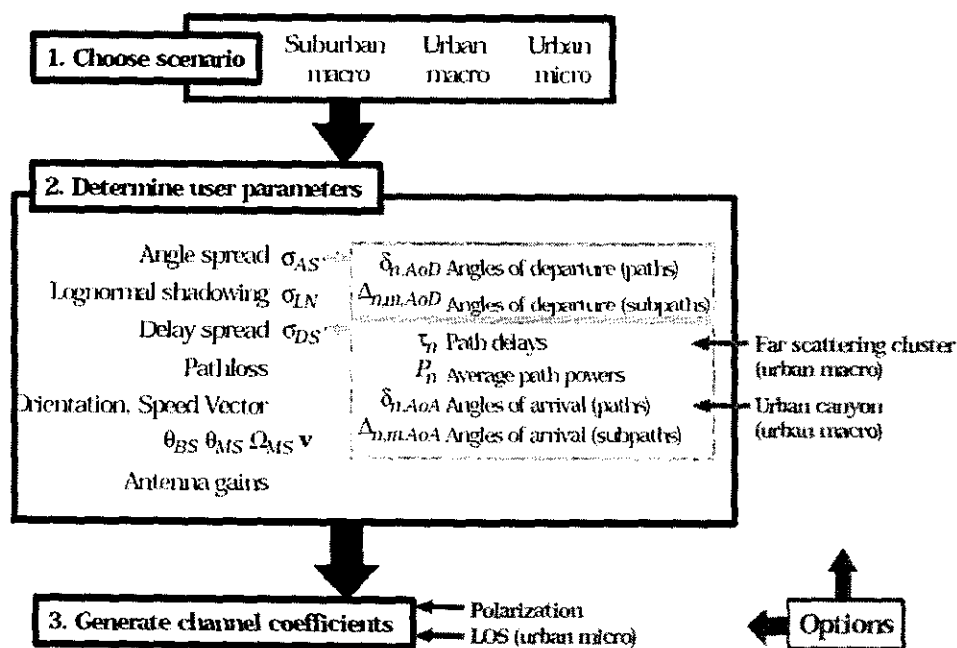


圖 2-9 3GPP/3GPP2 MIMO 通道模型模擬流程示意圖

C.2.4 技術文件心得摘要

本次會議共計約有 50 篇技術論文發表，以下將就所參與之技術專題（UMTS、MIMO、UWB）場次所發表之技術論文摘要說明：

(1) “Adaptive Propagation Models for Automatic Planning of UMTS Radio Networks”

作者：Thomas Kurner, Technical University of Braunschweig,
Germany

本篇論文作者提出一適應性（Adaptive）UMTS 通道模型建構方法，除熟知之 Macro、Micro 及 Indoor 環境之通道模型外，也提出不同環境轉換交界處之通道模型，可使 UMTS 網路規劃更為準確。

(2) “Radio Wave Propagation into Buildings at 1.8 GHz Empirical Characterisation and Its Importance to UMTS Radio Planning”

作者：E.F.T. Martijn, and M.H.A.J. Herben, Eindhoven Univ. of
Technology, Netherlands

本篇論文作者於不同辦公高樓之不同樓層量測 1.8 GHz GSM 電磁波強度，分析電磁波穿透損失與樓層高度之關係。量測數據顯示不論在 LOS 或 NLOS 情形下，電磁波穿透損失之衰落變化劇烈，此現象於 UMTS 站台規劃時應考量之。

(3) “Multi-environment Radio Predictions Involving an In-building WLAN Network and Outdoor UMTS Base Station”

作者：Y. Corre, Y. Lostanlen, and S. Aubin, Siradel S.A.S., Rennes,
France

本篇論文作者提供一同時適用於 Outdoor 與 Indoor 環境之通道預估軟體，而其中關鍵即在於地形與建物電子地圖之建構。此通道預估軟體將可適用於 UMTS and WLAN Interworking 之規劃分析。

(4) “Performance of Various Transmission Methods over Measured MIMO Channels”

作者：B. Badic, M. Herdin, G. Gritsch, M. Rupp, and H.
Weinrichter, Vienna University of Technology, Austria

本篇論文作者利用實測之 4x4 MIMO 通道量測數據，比較不同 MIMO 傳收技術（包含 uncoded blind、Tx-prefiltering、EA coded with/without feedback）之性能表現。由作者模擬分析結果顯示 EA

(Extended Alamouti) coded with feedback 方法最佳。

(5) “Experimental Study of Clusters in Urban Macrocell Environments”

作者：L. Vuokko, P. Vainikainen, and J. Takada, Helsinki Univ. of Technology and, Tokyo Institute of Technology

本篇論文作者於 Helsinki 進行寬頻通道量測，由量測數據分析傳播環境主要之 Clusters，結果顯示主要之 Cluster 來自於建物屋頂之繞射波與兩旁有高建物街道之多次反射波。

(6) “COST 259 Channel Model Implementation for Real-Time Simulation”

作者：G. Humer, R. Kloibhofer, G. Pfeiffer and G. Steinboeck, ARC Seibersdorf Research GmbH, Austria

本篇論文作者分析如何設計一可即時模擬 COST 259 MIMO 通道模型之通道模擬器。據作者分析該通道模擬器需結合 Flexible DSP-algorithms 與 Parallel DSP-boards (up to 80000 MIPs)，且關鍵為如何將所需之信號處理運算工作適當切割由軟體或硬體負責。

(7) “An Ultra-Wideband Space-Variant Multipath Indoor Channel Model”

作者：Jurgen Kunisch and Jorg Pamp, IMST GmbH, Germany

本篇技術論文提出一適用於室內環境短距離之超寬頻多路徑傳播通道模型。該模型為一 Hybrid Model，其中因個別傳播環境而異之主要反射波以 Quasi-Deterministic 方式產生，其餘之次要散射波與多次反射波則以 Statistical 方式模擬產生。

(8) “An Application of SAGE Algorithm for UWB Propagation Channel Estimation”

作者：Katsuyuki Haneda, Jun-ichi Takada, Tokyo Institute of Tech., Japan

本篇論文作者修正傳統適用於寬頻通道之 SAGE (Space Alternating Generalized Expectation Maximization) 法則，使之可用於解析 UWB 通道之多路徑延遲、角度、振幅與相位，稱之為 UWB-SAGE 法則。

(9) “Ultra-Wideband Real-Time Channel Sounder Design and Application”

作者：R. Zetik, R. Thoma, and J. Sachs, Ilmenau Technical Univ.,
Germany

本篇論文作者提供一新型 UWB 即時 (real-time) 通道量測系統架構，可測頻寬將近 5 GHz，此系統同時可支援 MIMO 通道量測。

C.3 總結與建議

由本次發表論文探討之主題可知，為符合未來無線通信系統往高容量、高速率傳輸及行動多媒體資訊服務發展的趨勢，使用多天線架構之 MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) 技術與超寬頻之 UWB (Ultra-Wideband) 技術將為未來無線通信之關鍵技術，其電波傳播特性之掌握與通道模型之建構為下一代無線通信發展之初的首要課題。

歐盟跨國性科學技術研發計畫已進入第六個階段 FP6 (Sixth Framework Programme)，以國家資源整合產學研界進行未來科技研發，豐碩的成果使其具主導科技發展方向之能量。另綜觀亞洲鄰近國家也仿此模式早已投入第四代無線通信之研發，如南韓 4G Vision Study Committee、日本 mITF (Mobile Information Technology Forum) 及中國大陸 FuTURE (Future Technologies for Universal Radio Environment) 計畫，皆由政府主導致力於第四代無線通信技術研發並推動標準制定，此模式已使該國家在無線通信標準制定上具舉足輕重地位，更成功帶動國內無線通信產業發展，此成功模式值得我國借鏡。