

國家通訊傳播委員會
新世代寬頻視訊平台匯流技術
發展之研究委託研究案
期末報告

工業技術研究院

中華民國 98 年 5 月

目 錄

圖 目 錄.....	v
表 目 錄.....	ix
壹、計畫簡介.....	1
1-1、計畫摘要.....	1
1-2、計畫目標.....	1
1-3、報告內容範圍.....	2
1-4、結論摘要.....	3
1-5、報告章節安排.....	4
貳、Digital Convergence 數位匯流.....	6
2-1、Convergence 定義.....	6
2-2、Digital Convergence 之具體實現.....	11
參、我國無線寬頻接取業務（WBA）建置成果分析比較.....	20
3-1、WiMAX 技術介紹.....	20
3-2、無線寬頻接取業務摘要說明.....	24
3-3、台灣 WiMAX 建置狀況.....	26
3-4、結論.....	39
肆、新世代寬頻視訊平台：NGN 及 LTE 行動通信系統國際技術 標準及最新發展趨勢.....	42
4-1、新世代寬頻視訊平台系統架構.....	42
4-2、LTE 國際技術標準與發展趨勢.....	51
4-3、結論.....	56
伍、NGN 匯流技術分析.....	58
5-1、FTTx 系統架構與應用發展.....	59
5-2、被動式光纖網路之標準與技術.....	61
5-3、Next Generation SDH NG（SDH）之標準與技術發展.....	63

5-4、General Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) 之技術架構.....	66
5-5、DWDM 光纖網路技術.....	67
5-6、Soft Switch 軟交換機之商用化設備.....	68
5-7、結論.....	69
陸、LTE 行動通信系統與 NGN 使用之終端設備、接取設備、核心 網路設備等商用化系統設備規格.....	70
6-1、LTE/SAE 網路架構.....	70
6-2、LTE/SAE 商用系統.....	70
6-3、LTE/SAE 系統效能研究.....	74
6-4、NGN 商用化設備介紹.....	85
6-5、結論.....	100
柒、臺灣 LTE 通道測試研究.....	102
7-1、研究目標.....	102
7-2、通道測試項目.....	102
7-3、通道測試方法.....	106
7-4、通道測試所需的機儀器設備.....	130
7-5、結論.....	131
捌、國際 LTE 頻譜及業務開放規劃之調查及研析.....	133
8-1、各國頻譜規劃與業務開放（英國、美國、歐盟、日本、ITU）.....	133
8-2、結論.....	153
玖、臺灣 LTE 頻譜及業務開放之監理規範與法規政策建議方案	156
9-1、前言.....	156
9-2、LTE 頻譜及業務開放之監理規範建議方案.....	157
9-3、LTE 法制政策建議方案.....	165
9-4、結論.....	167

拾、新世代寬頻視訊平台 NGN 及 LTE 行動通信系統之技術規範建議方案.....	168
10-1、NGN 技術規範建議方案.....	168
10-2、LTE 無線電基地臺射頻設備技術規範草案.....	178
10-3、LTE 無線電行動臺技術規範草案.....	184
拾壹、總結.....	191
期中報告委員審查意見回覆.....	193
參考資料.....	196
中英文對照.....	202

圖 目 錄

圖 2-1、DVB 1.0.....	7
圖 2-2、DVB 2.0.....	7
圖 2-3、DVB 3.0.....	8
圖 2-4、IP Convergence 示意圖.....	10
圖 2-5、下世代網路基本架構階層圖（ Basic Next-Generation Network Layered Architecture）	10
圖 2-6、ITU-T IPTV 標準架構.....	11
圖 2-7、NGN Non-IMS IPTV Architecture.....	12
圖 2-8、NGN IMS IPTV Architecture.....	13
圖 2-9、CBMS 系統參考模型.....	14
圖 2-10、DVB-CBMS 系統架構圖.....	14
圖 2-11、OMA BCAST 系統架構圖.....	15
圖 2-12、WiMAX IPTV 系統示意圖.....	16
圖 2-13、MBMS 系統示意圖.....	16
圖 2-14、IMS 與 MBMS 整合系統示意圖.....	17
圖 2-15、DVB/ITU-T IPTV/DVB-CBMS/OMA BCAST/WiMAX IPTV/LTE IPTV 之異同.....	18
圖 3-1、WiMAX 網路架構.....	20
圖 3-2、IEEE802.16j Multi-hop Relay.....	21
圖 3-3、WiMAX Evolution 演進時程.....	22
圖 3-4、WiMAX Evolution 混用 Multi-hop Relay 接取網路架構.....	22
圖 3-5、WiMAX Evolution 網路架構.....	24
圖 3-6、大眾電信無線寬頻接取業務發展優勢.....	28
圖 3-7、遠傳電信無線寬頻接取服務策略平台.....	29
圖 3-8、全球一動無線寬頻接取服務平台既策略夥伴.....	30
圖 3-9、大同電信無線寬頻接取平台概念服務.....	32
圖 3-10、威邁思電信無線寬頻接取服務推動時程.....	34
圖 3-11、威達有線電視無線寬頻接取服務應用平台概念.....	35

圖 4-1、IPTV 系統架構.....	43
圖 4-2、NGN Overview.....	44
圖 4-3、TISPAN NGN overall architecture.....	46
圖 4-4、TISPAN IMS and its environment.....	47
圖 4-5、NGN IMS overview.....	48
圖 4-6、IPTV 服務功能架構圖（Functional architecture for IPTV services）..	51
圖 4-7、3GPP 第 5 版 R5 到第 8 版 R8 演進時程.....	52
圖 4-8、LTE 系統架構.....	53
圖 4-9、MBMS 架構圖.....	55
圖 4-10、MBMS1、MBMS2 與其他元件架構圖.....	55
圖 5-1、以 xDSL 建構 NGN 之系統架構圖.....	59
圖 5-2、FTTx 之光纖佈建示意圖.....	60
圖 5-3、PON Architecture.....	62
圖 5-4、NG SDH 系統示意圖.....	64
圖 5-5、GFP 資料處理流程.....	64
圖 5-6、SONET/SDH 中的兩種連結技術.....	66
圖 5-7、DWDM Components.....	67
圖 5-8、Softswitch Architecture.....	68
圖 6-1、LTE/ SAE 系統之邏輯演進架構.....	70
圖 6-2、LSTI 進度與時程表.....	72
圖 6-3、一般化的用戶封包話務吞吐量之累加分佈函數 CDF 範例.....	78
圖 6-4、發射開啟期間、發射關閉期間與發射器瞬變電流期間之關聯.....	82
圖 6-5、7510 Media Gateway 功能.....	86
圖 6-6、7450 ESS 搭配 7750 SR 之網路架構圖.....	87
圖 6-7、1300 CMC 架構示意圖.....	89
圖 6-8、Alcatel-Lucent 5060 ICS 網路架構.....	90
圖 6-9、5450 ISC 和 5450 IRC 網路架構.....	91
圖 6-10、Juniper NGN Network Solution.....	92
圖 6-11、SDX 與 SRC 網路架構.....	94

圖 6-12、Service Exchange Framework.....	96
圖 6-13、Digital Voice Solutions.....	97
圖 6-14、Cisco uBR10012 Universal Broadband Router.....	98
圖 6-15、Cisco MGX 8880 Media Gateway.....	98
圖 6-16、Cisco AS5400HPX Universal Gateway.....	98
圖 6-17、Media Gateway 3600.....	100
圖 7-1、3 扇向細胞天線樣本.....	110
圖 7-2、3 扇向細胞正角指向.....	110
圖 7-3、6 扇向細胞天線樣本.....	111
圖 7-4、6 扇向細胞正角指向.....	111
圖 7-5、行動台抵達方向角度.....	113
圖 7-6、行動台傳播方向.....	113
圖 7-7、通道模型模擬流程.....	114
圖 7-8、基地台與行動台角度參數.....	115
圖 7-9、市區與郊區時間可解析路徑可能性.....	118
圖 7-10、各種理想值模擬延遲擴散.....	118
圖 7-11、各種理想值模擬基地台角度擴散 (AS)	119
圖 7-12、通道模型動態範圍 (dB)	119
圖 7-13、所有路徑功率累積分佈 (Cumulative Distribution Function, CDF)	120
圖 7-14、SCM 行動台角度擴散累積分佈 (CDF)	120
圖 7-15、通道實體化路徑功率動態範圍, NLOS.....	121
圖 7-16、基地台合併 AS.....	122
圖 7-17、行動台合併 AS.....	123
圖 7-18、微細胞延遲擴散.....	124
圖 7-19 不同距離微細胞式路徑損耗.....	124
圖 7-20、功率延遲概觀 (PDP)、頻率相關函數 (FCF)	125
圖 7-21、資料段錯誤率 (coded Block Error Rate, BLER)	126
圖 7-22、WINNER 方案通道建模程序.....	127
圖 7-23、IMT-Advanced Channel Model.....	128

圖 7-24、MIMO 通道.....	129
圖 7-25、通道測試環境.....	131
圖 8-1、美國上半部頻段 (Upper 700 MHz Band)使用計畫及各頻段區塊之說明.....	141
圖 8-2、美國下半部頻段 (Lower 700 MHz Band)使用計畫及各頻段區塊之說明.....	142
圖 8-3、美國經濟區域集合 (EAG) 說明.....	143
圖 8-4、FCC 蜂巢式系統市場區域 (CMA)說明.....	144
圖 8-5、日本 ITS 和通訊系統頻段規劃.....	150
圖 10-1、SIP-ISDN 互通性測試架構.....	171
圖 10-2、SIP-PSTN 互通性測試架構.....	171
圖 10-3、Profile Scope for SIP Inter-working with BICC/ISUP with a Type 1 Gateway.....	172
圖 10-4、Profile Scope for SIP Inter-working with BICC/ISUP with a Type 2 Gateway.....	172
圖 10-5、IMS 架構圖.....	173
圖 10-6、Session Control Subsystem 效能評估架構圖.....	176
圖 10-7、P-CSCF Subsystem 效能評估架構圖.....	177
圖 10-8、S/I-CSCF Subsystem 效能評估架構圖.....	177
圖 10-9、IMS NNI 架構圖.....	178
圖 10-10、混附波輻射波罩圖.....	181
圖 10-11、鄰頻道洩漏功率比示意圖.....	183
圖 10-12、混附波輻射波罩圖.....	186
圖 10-13、射頻頻譜圖.....	187
圖 10-14、鄰頻道洩漏功率比示意圖.....	188

表 目 錄

表 2-1、DVB1.0~3.0 的比較.....	9
表 2-2、DVB/ITU-T IPTV/DVB-CBMS/OMA BCAST/WiMAX IPTV/LTE IPTV 之異同.....	18
表 3-1、「無線寬頻接取業務」釋照時間表.....	25
表 3-2、「無線寬頻接取業務」6 家得標廠商名單.....	26
表 3-3、台灣 WiMAX 營運商籌設進度(截至 2009/04).....	36
表 3-4、台灣 6 家「無線寬頻接取業務」業者比較表.....	37
表 3-5、台灣 6 家「無線寬頻接取業務」業者營運模式分析.....	39
表 4-1、3GPP R5 到 R8 演進的上行、下行傳輸率.....	52
表 5-1、SONET/SDH 頻寬對應表.....	63
表 6-1、頻寬配置與子載波數量對應.....	77
表 6-2、下行鏈路峰值數據傳輸率.....	77
表 6-3、上行鏈路峰值數據傳輸率.....	78
表 6-4、E-UTRA 基地台之 RE 功率控制動態範圍.....	80
表 6-5、E-UTRA 基地台之 RE 總功率控制動態範圍.....	81
表 6-6、E-UTRA 基地台之 RE 發射功率開閉範圍.....	82
表 6-7、成對頻譜之基地台 ACLR.....	83
表 6-8、非成對同步頻譜之基地台 ACLR.....	84
表 6-9、發射器交互調變要求之干擾信號與必要信號.....	85
表 6-10、Juniper T-series 規格.....	93
表 6-11、使用 JUNOS 可節省之時間統計.....	95
表 7-1、發射機測試項目.....	103
表 7-2、接收機測試項目.....	104
表 7-3、空間通道模型鏈路等級參數.....	109
表 7-4、環境設定參數.....	116
表 7-5、SCM 模擬輸出參數摘要.....	117
表 7-6、特性比較.....	130
表 7-7、參數比較.....	130

表 8-1、歐規頻道與對應頻率的關係.....	134
表 8-2、FCC 所規範 700 MHz 頻道說明.....	139
表 8-3、日本 VHF/UHF 頻段無線電波使用方案.....	150
表 9-1 國內各家 2G GSM 業者擁有之頻段—900 MHz.....	163
表 9-2 國內各家 2G GSM 業者擁有之頻段—1800 MHz.....	164
表 10-1、NGN 相關測試項目與測試方法.....	169
表 10-2、IMS 效能評估之測試參數表.....	174
表 10-3、IMS 效能評估指標表.....	175
表 10-4、IMS/NGN 子系統效能評估表.....	176
表 10-5、E-UTRA 工作頻帶範圍.....	179
表 10-6、LTE 無線電基地臺射頻設備測試項目	180
表 10-7、混附波幅射規範值(類別 A).....	182
表 10-8、混附波幅射規範值(類別 B).....	182
表 10-9、成對頻譜中的基地台鄰頻道洩漏功率比.....	183
表 10-10、非成對頻譜中的基地台鄰頻道洩漏功率比(同步操作).....	184
表 10-11、LTE 無線電行動臺測試項目	185
表 10-12、混附波幅射規範值.....	186
表 10-13、頻譜輻射波罩規範值.....	188
表 10-14、鄰頻道洩漏功率比規範值.....	189
表 10-15、非成對頻譜中的基地台鄰頻道洩漏功率比(同步操作).....	190

壹、計畫簡介

1-1、計畫摘要

隨著資訊通訊技術（Information and Communication Technologies）的快速進步、數位多媒體影音娛樂服務（Digital Multimedia Audiovisual Services）的多樣化、寬頻網路連結基礎建設（Broadband Network Access）的廣泛佈建、無線行動網路（Wireless Mobile Access Networks）的迅速開展、整合型智慧系統晶片（System on Chip）的技術演進，使得提供給消費者（Consumer）或使用者（User）多重且多樣、無遠弗屆、根據個人喜好與需求的服務內容變得可能。同時具不同面向的多媒體內容的產生與製作亦隨著資通訊技術的進步而變得無所不在。消費者或使用者很容易的就能產生各式的數位內容，也能很輕易的透過各樣的連結網路將內容與他人分享。現在就是一個數位生活的環境，是一個 service anytime anywhere with personal preference 的生活環境。如此，是需要一個結合各種的資通訊技術的**新世代寬頻視訊平台**以提供給消費者或使用者與以往相異的影音多媒體服務環境。

由於現今或未來的連結網路（不論是有線或無線甚至行動）皆利用 IP Protocol 來傳輸所搭載之服務，因此，此新世代寬頻視訊平台須具有 IP 服務匯流的功能。廣義來說，此新世代寬頻視訊平台可視為是一種 IPTV 的平台。

而政府刻正大力推廣數位匯流及寬頻網路建設，目前我國 IP 技術之應用，從過去單純之資料傳輸，已發展到包括語音、視訊及資料之多層次應用，藉助高速光纖網路之成長，使個人可用之頻寬越來越多，使用者將可以使用各種更多元化之服務。在各種關鍵應用中，新世代寬頻視訊服務是最具商業發展潛力之一，對營運商而言是嶄新的營運商機。

有鑑於此，基於 Digital Convergence 數位匯流的觀念，本計畫將針對新世代網路關於 IPTV 的系統架構（Next Generation Networks IMS-based IPTV System Architecture）以及可應用之寬頻行動通訊網路，如 3GPP 組織所提之 LTE（Long Term Evolution，長期演進）的相關技術規範，進行研析，以提出建議草案，利於推動我國數位視訊及新興行動通信技術產業之發展。

本計畫係屬於國家通訊傳播委員會所研擬「數位視訊平臺傳輸發展方案」之子項計畫。

1-2、計畫目標

本計畫之基本目的是針對新世代網路關於 IPTV 的系統架構（Next Generation Networks IMS-based IPTV System Architecture）以及可應用之寬頻行動通訊網路，如 3GPP LTE（Long Term Evolution）的相關技術規範，進行研析。

國際標準組織 ETSI TISPAN (European Telecommunications Standards Institute ; Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking) 提出 Next Generation Network (NGN) 架構，並與 3GPP (3rd Generation Partnership Project) 共同制定 IP Multimedia Subsystem (IMS)，成為 IMS based IPTV 系統的技術標準。ETSI TISPAN 所制定的 NGN 通訊網路技術標準，係一基於封包傳輸的網路架構，除了既有電信語音服務之外，並可以提供具有增值應用服務與寬頻接取的特性，以及 QoS 的傳輸技術。無論是無線網路或是固定網路，各種多媒體資料流皆可透過 NGN 網路，達到匯流的功效。

繼 GSM、UMTS/HSPA 之後，LTE 成為 3GPP 所制定的新一代行動寬頻通訊系統的標準技術。2004 年在加拿大多倫多市所舉行的第三代行動通訊系統暨無線電接取網路研討會，由電信營運商、系統製造商與相關研究機構等超過 40 個組織或機構，針對 UTRAN 的演進提出各項技術演進之建議，並規劃 LTE 系統的推展。

此外，本計畫團隊將蒐集終端設備、接取設備、核心網路設備等商用化系統設備規格等資料，進行研究與分析，以商用化系統設備的發展情形，以期提出適合國內電信業者及廣播電視業者採用的技術規範草案及 LTE 頻譜與業務開放等具體可行方案。

基於以上所描述，整體之計畫目標如下：

- 1、 蒐集與分析 NGN 之 IMS (IP Multimedia Subsystem ; IP 多媒體子系統) 所支援的新世代寬頻視訊平臺之架構、功能及技術規格。
- 2、 蒐集及分析市場上可供 NGN 及 LTE 行動通信系統使用之終端設備、接取設備、核心網路設備等商用化系統設備規格資料。
- 3、 我國無線寬頻接取業務 (WBA) 建置成果分析比較，及臺灣地區之 LTE 通道測試研究。
- 4、 調查及研析國際佈署 LTE 頻譜及業務開放之規劃。
- 5、 研擬及建議適合我國發展新世代寬頻視訊平臺包括 NGN 網路及 LTE 行動通信系統之技術規範草案，包括測試項目、測試方法、測試標準及建議測試之儀器。

1-3、報告內容範圍

本計畫根據計畫目標之產出物如下：

1. 期初報告：內容包含對新技術之現況及競爭提出分析以及後續研究方向概述。

2. 期中報告：內容包含

- 我國無線寬頻接取業務（WBA）建置成果分析比較。
- 蒐集與分析新世代寬頻視訊平台包括 NGN 及 LTE 行動通信系統之國際技術標準及最新發展趨勢。
- 蒐集與分析 NGN 之匯流技術，包括 Soft Switch、IMS、DWDM（Dense Wave Length Division Multiplexing；高密度分波多工器）、MSTP（Multi-service transport platform；多業務傳送平台）、NGSDH（Network Generation Synchronous Digital Hierarchy；新世代同步光纖傳輸）、GMPLS（Generalized Multiprotocol Label Switching；通用多協議標記交換）等之架構、功能及技術規格，研提適合我國發展之 NGN 系統與應用。
- 蒐集及分析市場上可供 NGN 及 LTE 行動通信系統使用之終端設備、接取設備、核心網路設備等商用化系統設備規格資料。
- 臺灣地區之 LTE 通道測試研究。
- 調查及研析國際佈署 LTE 頻譜及業務開放之規劃，研提適用於我國 LTE 頻譜及業務開放等之方案。

3. 期末報告：以期中報告之研究項目修正後之基礎範圍，並包括下列各項

- 研擬適用於我國 LTE 頻譜及業務開放等具體可行方案。
- 研擬與建議適合我國發展新世代寬頻視訊平臺包括 NGN 及 LTE 行動通信系統之技術規範草案，包括測試項目、測試方法、測試標準及建議測試之儀器（含現行法規之修正建議）。

此三份報告內容可涵蓋本計畫之整體目標，並能清楚說明本計畫的研究成果。

1-4、結論摘要

本研究計畫目標涵蓋範圍廣泛，在於討論新世代寬頻視訊平台匯流技術之發展與相關的議題，從技術發展至政策與法規建議方案皆有完整的說明。然而，技術發展的腳步是不會停歇的，但是，相關政策與法規的制定卻不能隨著技術的進步而隨時作調整，因此，現行政策與法規的研擬與制定須能預留技術發展的空間並保有前瞻性，以因應時刻在改變的科技技術。

有鑑於此，在討論本研究案的議題之前，須完整描述何謂「**數位匯流 Digital Convergence**」，而其定義與願景須能為後續技術研討議題作規範。雖然，數位匯流的定義從各個領域的專業人士的角度皆為不同，但是，在本研究中是以使用

者為中心來描述其內涵。

所謂匯流（**Convergence**）的定義為：在**任何環境**之下，**使用者**可以根據其**需求**，經由其選擇的**任何網路**，來使用其想要的**任何服務**。

進一步闡述上述的定義：

- 任何環境：如固定或行動傳輸網路環境；有線或無線傳輸網路環境；廣播（broadcast）或群播（multicast）或單點傳播（unicast）的傳輸網路；或各式傳輸接取網路的任意組合（如下傳是用行動電視廣播網路，上傳是用 3G 電信網路）。
- 任何網路：目前所有可用的傳輸接取網路技術，如：有線之光纖及 xDSL 傳輸網路；無線之 WiFi、WiMAX 網路；行動電信網路 2G/3G/4G 網路；數位電視廣播網路 DVB-H/T/T2/C/S/S2 等。
- 任何服務：多媒體影音娛樂服務、資訊服務、通訊服務等。
- 使用者需求：使用者決定何時、何地、以及其所需的服務，自由的選擇並使用。

根據此基本內涵所衍伸出的政策與法規制定能預留技術發展的空間並保有前瞻性，意即，**服務的傳遞**將由 **IP Protocol** 來傳輸將應用服務層、IP 層、實體網路接取層區分開來，法規可作水平化的管理，如此可具有彈性以因應未來多樣化及個人化的服務產生，亦可因應未來新的網路傳輸技術的發展，對法規政策制定者而言，僅需依**服務形式及內容**來制定管理法規或政策，不需因為新技術的發展，導致必須隨時修改法規及政策。

基於 **Digital Convergence 數位匯流**的觀念，用來施行或傳遞服務的技術的選擇即可多樣化，在本計畫中著重於 NGN IMS-based 的系統架構與無線通訊技術 LTE 的技術作為新世代寬頻視訊平台匯流技術討論的主軸，在後續章節中皆有詳細描述。

1-5、報告章節安排

本報告為國家通訊傳播委員會「新世代寬頻視訊平台匯流技術發展之研究」委託研究案之期末報告，其內容根據上述之規劃進行撰寫，章節安排如下：

第貳章在說明 Digital Convergence 定義與概念，並說明與本研究計畫目的的關聯。第參章敘述我國無線寬頻接取業務（WBA）建置成果之分析比較。第肆章描述新世代寬頻視訊平台：NGN 及 LTE 行動通信系統國際技術標準及最新發展趨勢。第伍章暨第陸章分別說明 NGN 匯流技術分析與 LTE 行動通信系統使用之終端設備、接取設備、核心網路設備等商用化系統設備規格。第柒章描述臺灣 LTE

通道測試研究。第捌章為國際 LTE 頻譜及業務開放規劃之調查及研析。第玖章提出台灣 LTE 頻譜及業務開放之建議方案。第拾章說明 NGN 及 LTE 之技術規範建議方案。第拾壹章為本期末報告總結。

備註：本研究報告不必然代表國家通訊傳播委員會意見。

研究團隊

本研究團隊為工業技術研究院與電信技術中心共同組成。

貳、Digital Convergence 數位匯流

2-1、Convergence 定義

所謂匯流（Convergence）的定義為：在任何環境之下，使用者可以根據其需求，經由其選擇的任何網路，來使用其想要的任何服務。

進一步闡述上述的定義：

- 任何環境：如固定或行動傳輸網路環境；有線或無線傳輸網路環境；廣播（broadcast）或群播（multicast）或單點傳播（unicast）的傳輸網路；或各式傳輸接取網路的任意組合（如下傳是用行動電視廣播網路 DVB-H，上傳是用 3G 電信網路）。
- 任何網路：目前所有可用的傳輸接取網路技術，如：有線之光纖及 xDSL 傳輸網路；無線之 WiFi、WiMAX 網路；行動電信網路 2G/3G/4G 網路；數位電視廣播網路 DVB-H/T/T2/C/S/S2 等。
- 任何服務：多媒體影音娛樂服務、資訊服務、通訊服務等。
- 使用者需求：使用者決定何時、何地、以及其所需的服務，自由的選擇並使用。

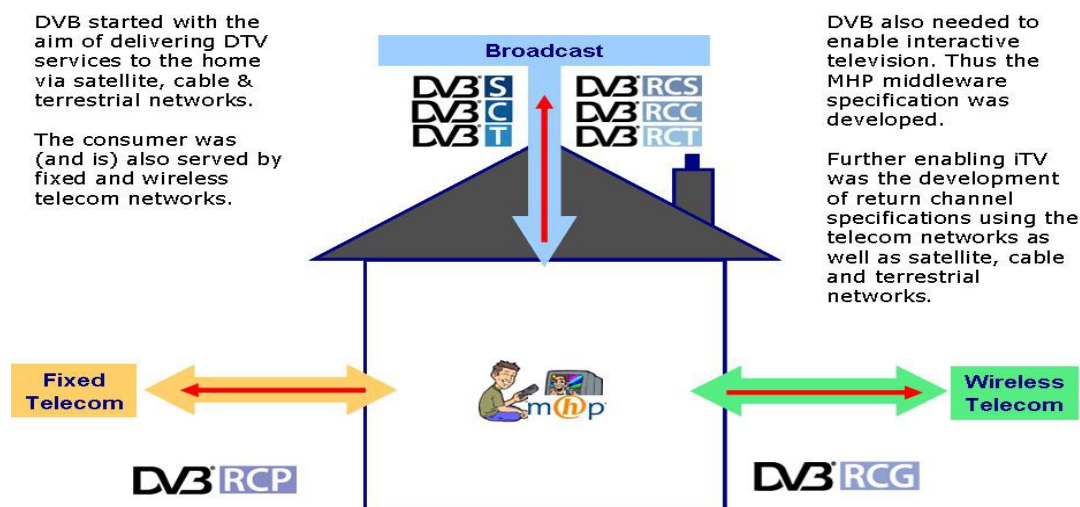
因此，為具體實現上述匯流定義在技術上需制定統一的標準。為此目的，必先得釐清上述匯流所發生的層次，才能制定單一的標準來規範。

我們以 DVB（Digital Video Broadcasting）制定標準的策略方向來說明匯流發生之處。DVB 國際標準制定組織，總部位於瑞士日內瓦，其主要工作在於制定多媒體數位視訊服務標準，包含：數位電視地面廣播（DVB-T, T2）、有線傳輸（DVB-C）、衛星傳輸標準（DVB-S, S2）、行動視訊廣播標準（DVB-H），多媒體互動平台及服務標準（MHP）等，而 DVB 也是歐盟多媒體相關產業政策的重要制定者。台灣所採用之數位電視相關標準為 DVB 標準，包含傳輸（DVB-T、C、S）及互動平台（MHP）。

DVB 制定標準是以市場導向及需求為最高指導原則，CM（Commercial Module）根據市場導向及需求制定 Commercial Requirements，TM（Technical Module）根據 Commercial Requirements 制定具體技術標準，如此導致 DVB 所定之標準被採用的機會大增。

如圖 2-1、2-2、2-3 所示，DVB 一開始是著重在傳輸網路的數位化，所以發展了 DVB-T/C/S 的傳輸標準，為執行多樣化的多媒體互動服務，制定了中介軟體標準 MHP 及 Return Channel 標準（DVB-RCP；PSTN，DVB-RCG；

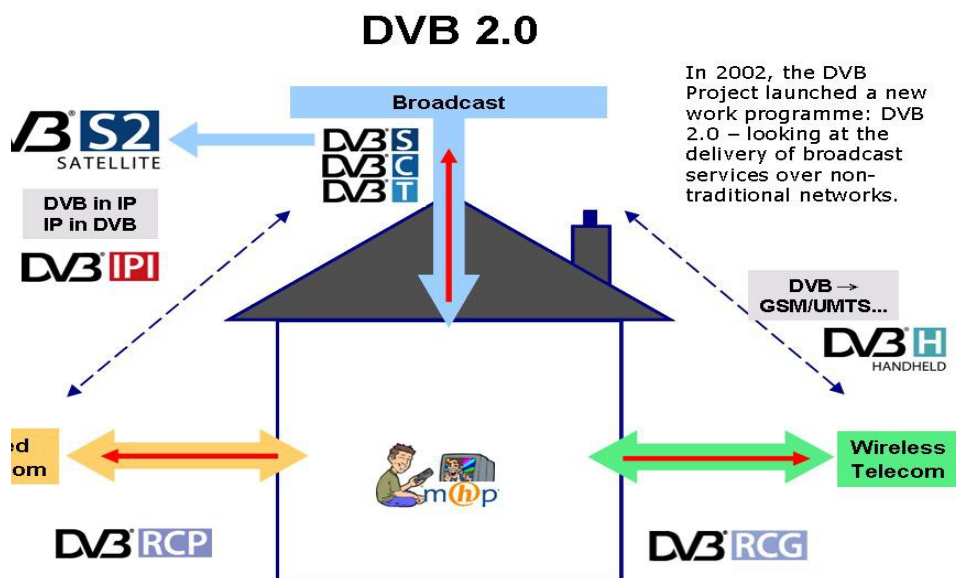
GPRS/GSM)。



資料來源:DVB

圖 2-1、DVB 1.0

DVB 2.0 開始制定如何在 IP 網路上傳輸 DVB 服務 (DVB-IPI; IP Infrastructure)，同時開始著重行動接收市場，制定 DVB-H; Handheld 標準。MHP 依然是接收機之核心軟體。

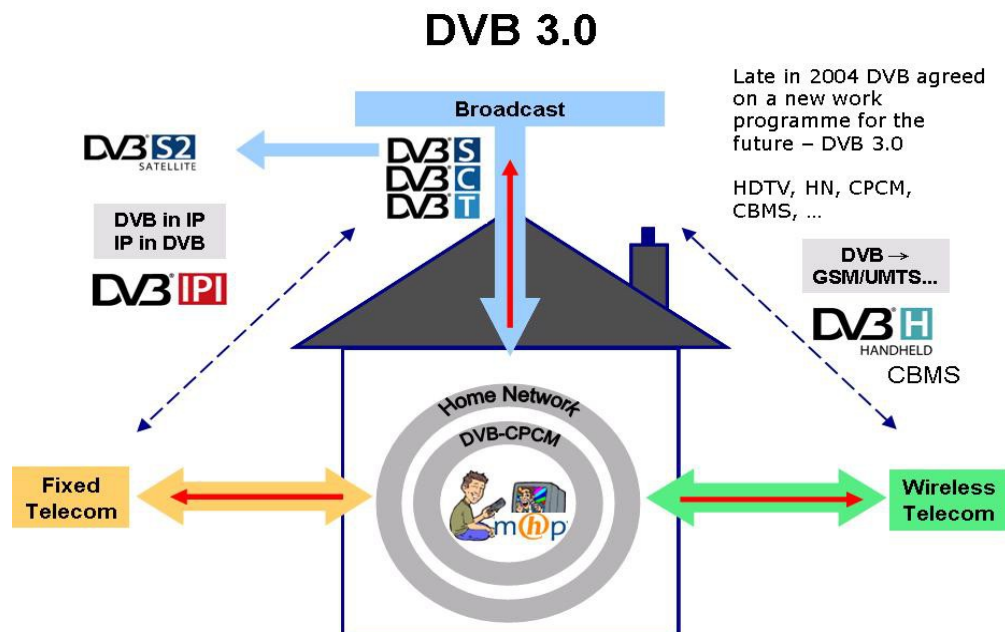


資料來源:DVB

圖 2-2、DVB 2.0

DVB 3.0 開始注重服務匯流與 DRM (Digital Rights Management)，所以制定了

DVB-CBMS (Convergence of Broadcasting and Mobile Services) 與 CPCM (Content Protection and Copy Management) 與 DVB-IPDC (IP Datacasting) 標準，此外，為服務匯流，其實在 DVB 2.0 時，已開始制定如何以 IP 協定在 DVB 的系統中進行資訊傳輸服務 (DVB-IPI)。



資料來源:DVB

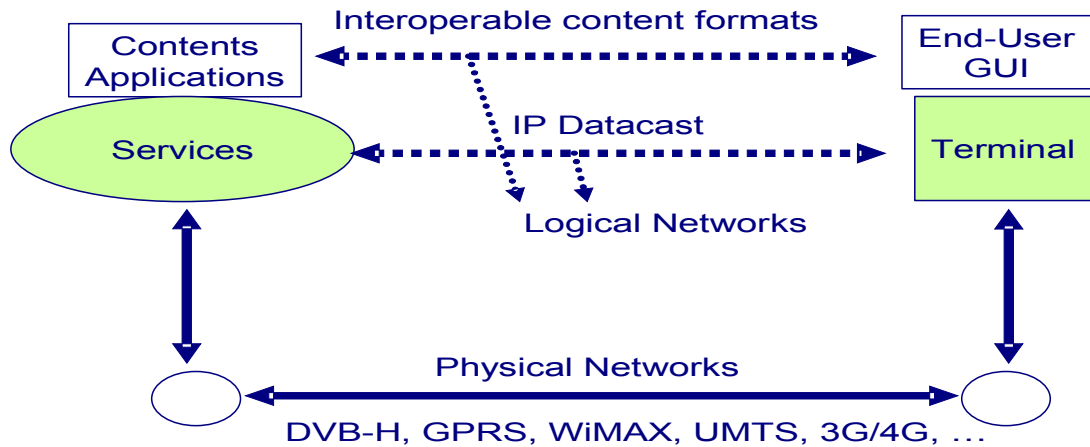
圖 2-3、DVB 3.0

從 DVB 的標準制定策略，可以很明顯的看出來，服務匯流 (DVB-CBMS、DVB-IPI、DVB-IPDC) 是未來發展的重點。廣義來說，IPTV 的服務就是 DVB 的發展重點。IPTV 不侷限於在傳統的 IP 網路傳輸多媒體服務，DVB 的想法是：在所有的傳輸媒介的傳輸網路，皆可用 IP Packet 來傳送多媒體服務，如此，服務匯流將有統一的標準。表 2-1 說明 DVB1.0~3.0 的異同處。

表 2-1、DVB1.0~3.0 的比較

標準 制定重點	DVB 1.0	DVB 2.0	DVB 3.0	備註
傳輸	DVB-S/C/T	+DVB-S2 +DVB-IPI +DVB-H	+DVB-CBMS/IPDC +DVB-T2 +DVB-C2 +DVB-IPTV +DVB-NGH	1. +: 表示新增 2. 此比較表為主要差異列表，非所有 DVB 標準列表 3. S2/T2/C2: Second Generation for Satellite/Terrestrial/Cable 4. NGH: Next Generation Handheld 5. MIS: Middleware for Interactive Service 6. HN: Home Networks 7. CBMS: Convergence of Broadcast & Mobile Services 8. IPI: IP Infrastructure 9. CPCM: Content Protection & Copy Management 10. RCP/G: Return Channel over PSTN/GSM/GPRS 11. MHP: Multimedia Home Platform
回傳	DVB-RCG DVB-RCP DVB-RCS/C/T			
中介軟體	MHP		+MIS; +CPCM	
家庭網路			+DVB-HN	

而本計畫之新世代寬頻視訊平台可視為是一種 IPTV 的平台。因此，匯流將發生在以 IP Protocol 來傳輸影音多媒體或其他服務上。如此，可符合我們對匯流 Convergence 的基本定義：在任何環境之下，使用者可以根據其需求，經由其選擇的任何網路，來使用其想要的任何服務。因為，現在及未來所有的傳輸網路技術基本上是以 IP Protocol 來傳輸及載送其服務，而不論其實體網路層是採用何種通訊與資訊技術（如圖 2-4 所示）。

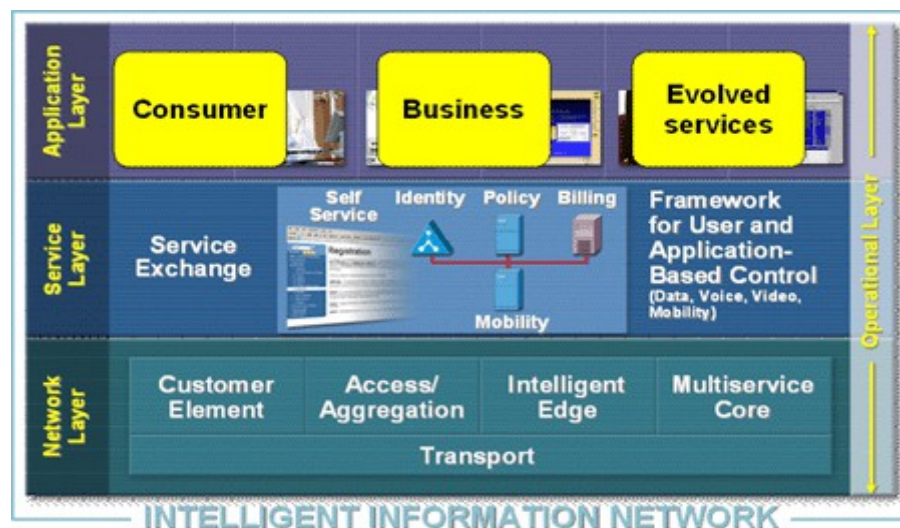


資料來源:ITRI 整理

圖 2-4、IP Convergence 示意圖

除 DVB 之外，ETSI（European Telecommunications Standard Institute）的 TISPAN（Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks, TISPAN）與 DVB 從數位電視廣播加網際網路的匯流觀點的不同角度，從電信網路加網際網路的匯流觀點出發來討論 Convergence。

TISPAN 成立於 2003 年，主要工作在制定電信網路與網際網路匯流技術標準。其對於下世代網路基本架構階層如圖 2-5 所示。



資料來源:TISPAN

圖 2-5、下世代網路基本架構階層圖（Basic Next-Generation Network Layered Architecture）

從圖 2-5 可知，其對於底層實際所使用的接取網路亦不作特定規範，只要是以

IP Protocol 來傳輸及載送其服務即可。

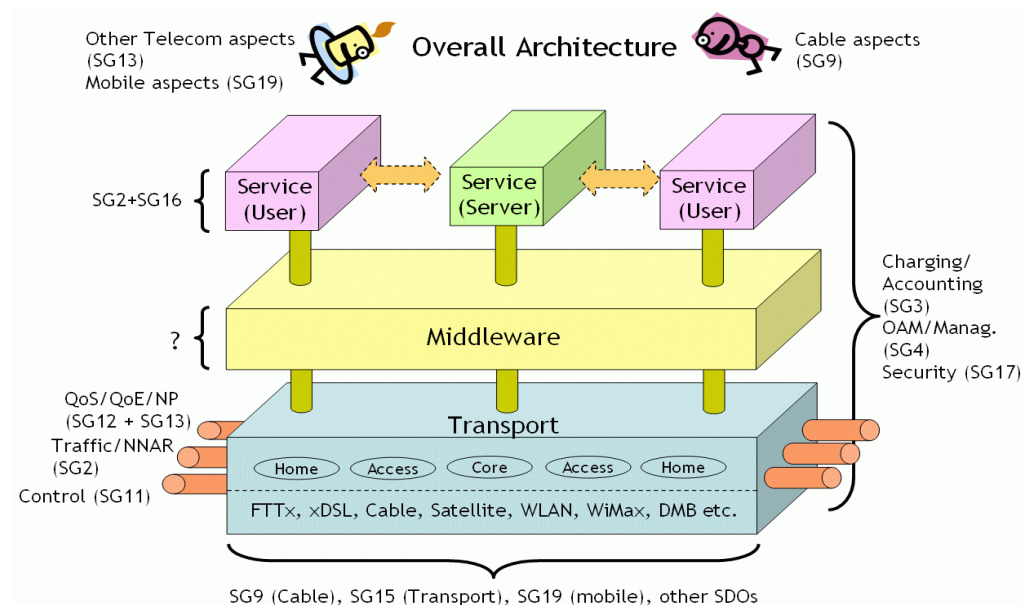
所以，服務的傳遞將由 IP Protocol 來傳輸。這樣將應用服務層、IP 層、實體網路接取層區分開來的 Convergence 的觀念，可具有彈性以因應未來多樣化及個人化的服務產生，亦可因應未來新的網路傳輸技術的發展。同時，對法規政策制定者而言，僅需依服務形式及內容來制定管理法規或政策，不需因為新技術的發展，導致需隨時修改法規及政策。

2-2、Digital Convergence 之具體實現

以下將說明數個從不同角度與觀點來實現數位匯流 Digital Convergence 概念的具體實例。

2-2-1. ITU-T IPTV

ITU-T 從近幾年已開始著手制定 IPTV 的相關標準，從圖 2-6 可了解其標準制定亦以水平分層的觀念進行標準制定：Service/Application、Middleware、Transport。關於傳輸所用之技術並無特別限制，只要其可符合或支援 ITU-T IPTV 所定的規範及功能即可。



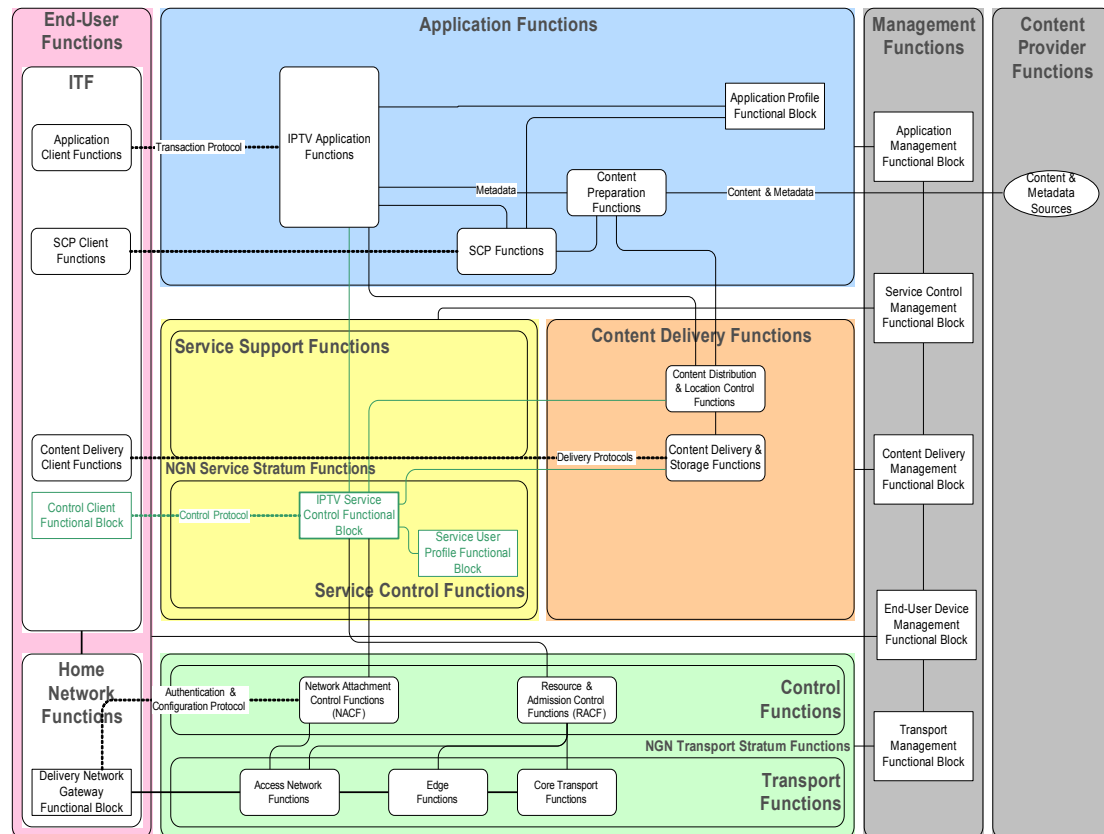
資料來源：ITU

圖 2-6、ITU-T IPTV 標準架構

而根據 NGN 概念，ITU-T 在其 IPTV 架構中，提出了使用 IMS（IP Multimedia Subsystem）平台的可能性。IMS 標準是由 3GPP 所制定，其概念是將原本性質各異的多種服務現在可以透過 IMS 整合在一起，並且以 IP 的形式讓處於不同網路環境的設備都能享有相同的服務。原先各自獨立的數種服務，各自有各自的功能元件、收費系統、QoS...等，如今可以用 IMS 平台將這些跨網域的服務整合起來，

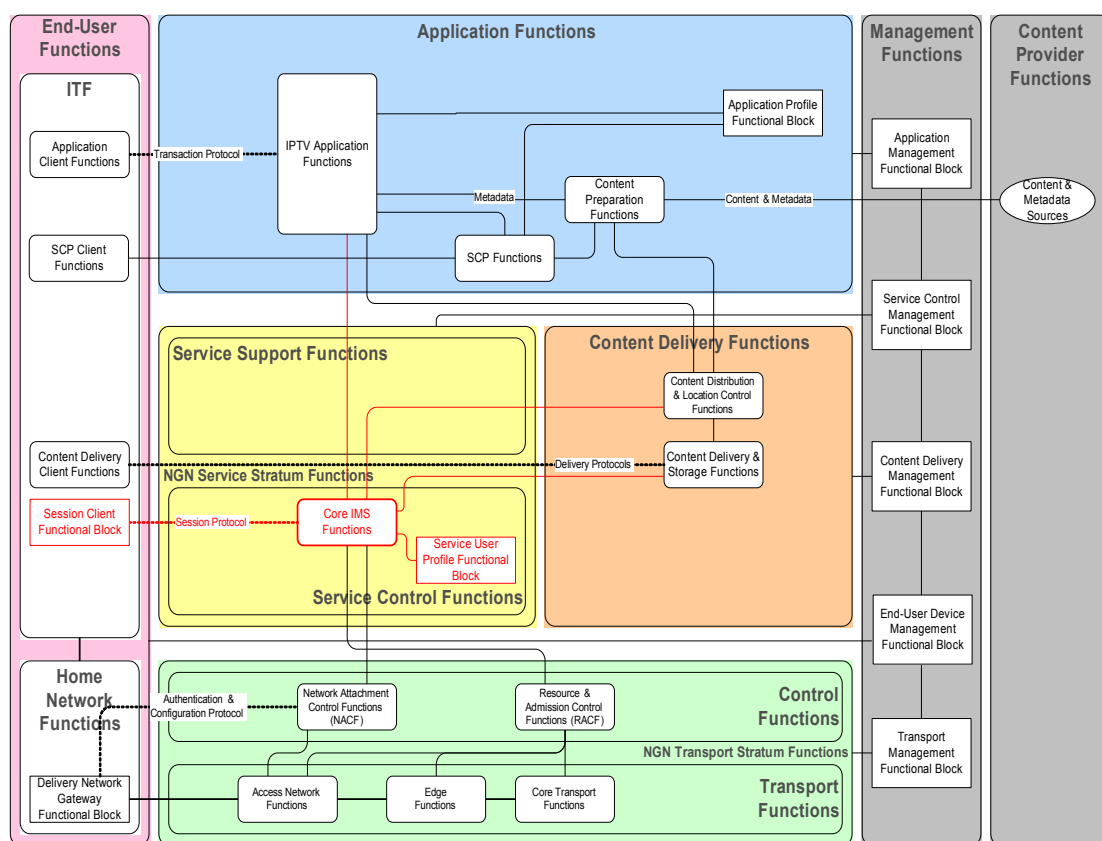
方便 IPTV 服務營運商的管理。

圖 2-7 跟圖 2-8 分別是不採用與採用 IMS 平台的 IPTV 架構圖，導入 IMS 平台僅改變” IPTV Service Control Functional Block”與跟它相關的 End-User Functions，其他的部分並無改變，這是因為 IMS 平台只是讓原本要處理連線到各個 server 的 IPTV Service Control Functional Block 有一個共通的 Header 格式，這樣可以方便整合系統，並且讓系統開發者更能專注在服務層面的設計，而不需要被 control function 到底要怎麼處理連線到各個 server 困擾。



資料來源：ITU

圖 2-7、NGN Non-IMS IPTV Architecture



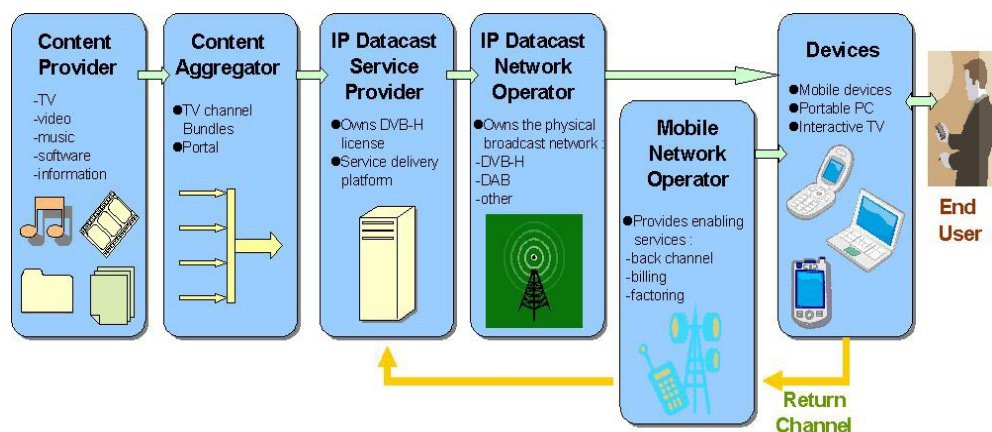
資料來源：ITU

圖 2-8、NGN IMS IPTV Architecture

2-2-2. DVB-CBMS

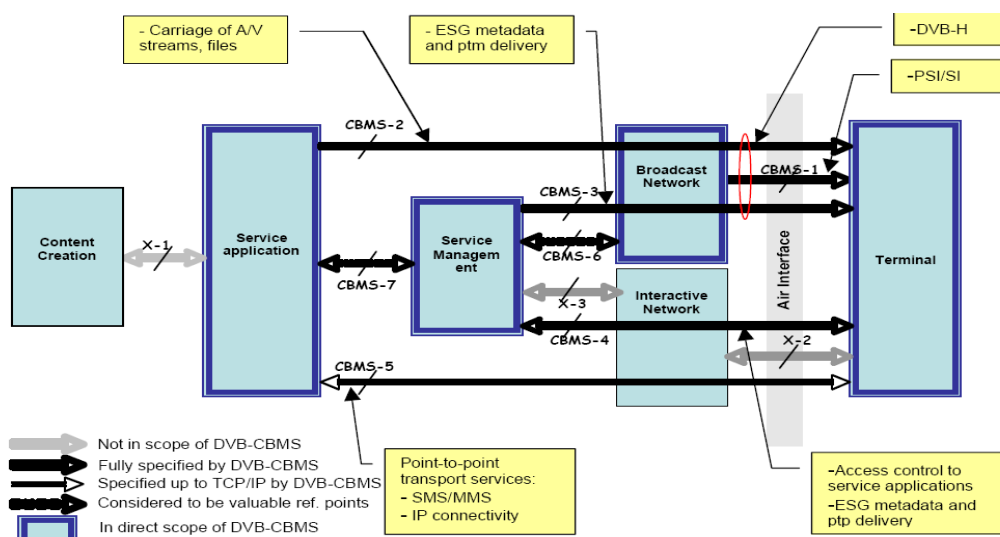
為實現所定義之 Convergence 觀念，目前 DVB 標準組織已成立工作小組 CBMS（Convergence of Broadcast and Mobile Services）先從廣播與行動服務匯流開始制定一系列的標準。DVB-CBMS 所制定的標準為 IPDC（IP Datacast）標準，其初衷就如圖 2-4 所示，將內容與服務以 IP Datagram 的方式來進行傳輸。在 DVB-IPDC 標準內之技術元件，除了 DVB-IPDC PSI/SI（Program Specific Information/Service Information）標準之外，其餘的技術元件皆為建構於 IP/UDP 通訊協定之上，與底層所採用的實體層與 MAC 層的傳送技術無關。因此 DVB-IPDC 的相關標準，也可很容易地移植於 DVB-H 以外的其他傳輸技術上，與 Convergence 定義中的**任何網路**定義符合。

圖 2-9 為 CBMS 系統參考模型，圖 2-10 為 CBMS 系統架構圖，其中單向廣播網路用來傳送大量之多媒體服務內容，而行動電信網路可用來進行雙向互動傳輸。此架構不僅可適用於現行之 DVB-H 加上行動電話的回傳網路，亦可應用於 WiMAX 與 LTE 傳輸網路上。



資料來源:ITRI 整理

圖 2-9、CBMS 系統參考模型



資料來源:DVB

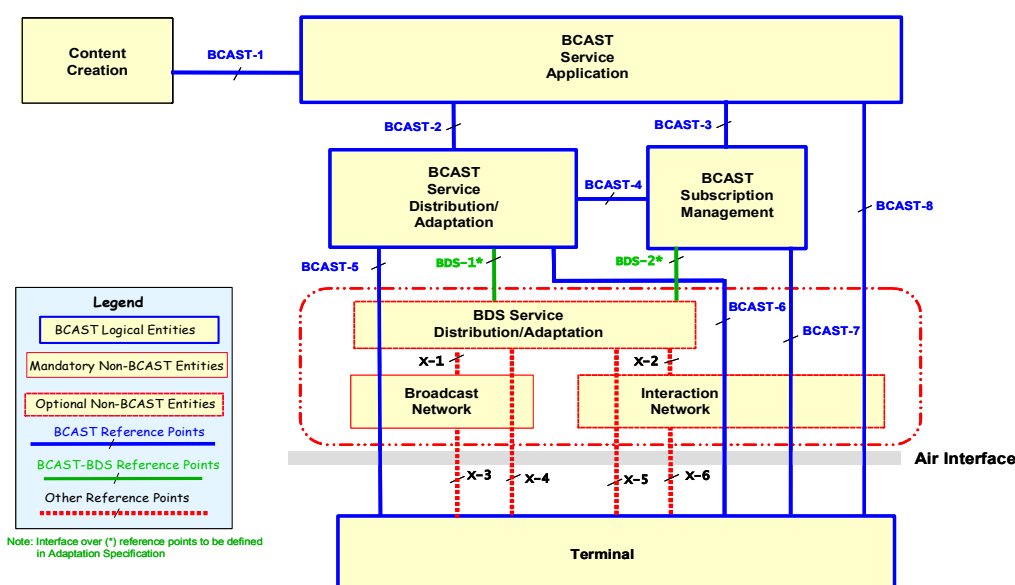
圖 2-10、DVB-CBMS 系統架構圖

因 CBMS 系統是以 IP Datagram 來傳輸資訊，僅需在服務內容格式上與相關 signaling 機制及中介軟體上訂定標準即可在任一傳輸網路上進行服務之傳送，此一運作方式符合 Convergence 的定義。因此，DVB 藉由 CBMS/IPDC 的標準制定希望在未來除 DVB-H 網路上能使用之外，亦能在任一以 IP Protocols 之傳輸網路上使用，最終真正實現 Convergence 觀念。

2-2-3. OMA BCAST

另一標準組織 OMA（Open Mobile Alliance）亦制定了 BCAST（Specification for Mobile Broadcast Services）標準，用以規範行動電視服務的系統架構。雖然，這 OMA-BCAST 與 DVB-CBMS 兩個標準從不同業者的角度出發（DVB 從

Broadcaster；OMA 從 Telecommunications Operator），但所探討的問題與所提之服務系統架構是相當類似的（如圖 2-11）。此兩大標準皆用廣播網路傳輸大量的多媒體影音資料，而利用雙向之行動通訊網路傳輸雙向互動的服務內容。如此營運業者可利用單向廣播網路與雙向行動通訊網路的優點進行多樣化服務形式的提供；使用者則可隨時隨地以不同的接取網路享受多媒體娛樂服務；行動裝置製造商更可藉由服務的流行而帶動產品銷售量。這是營運業者、消費者、製造商三贏的局面。這都符合 Convergence 的定義，OMA-BCAST 的標準亦可應用於其他的傳輸網路中。

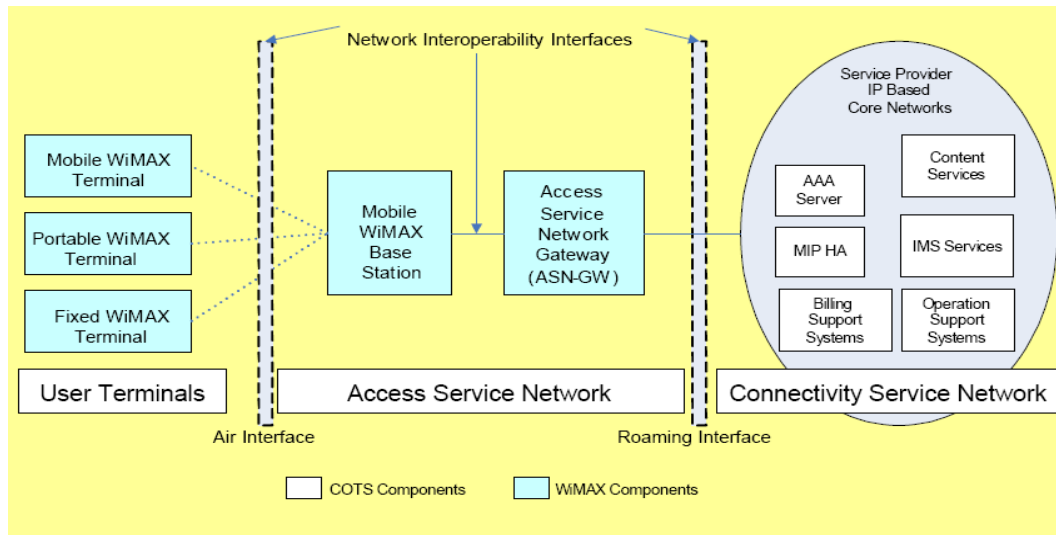


資料來源:OMA

圖 2-11、OMA BCAST 系統架構圖

2-2-4. WiMAX IPTV & LTE IPTV

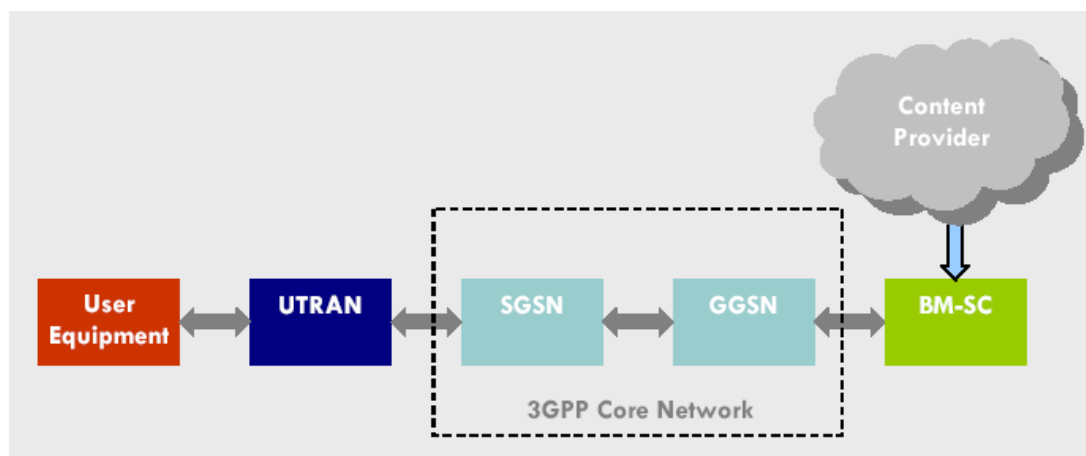
相同於 DVB-CBMS 與 OMA-BCAST 的想法亦可利用 WiMAX 的傳輸網路來達成，如圖 2-12 所示，其中 IPTV 視訊服務即可是 IMS Service 的一種。然目前所面臨的問題在於 WiMAX 廣播形式的技術仍需克服許多問題（如移動中 data rate 是否足夠、handover 機制是否能確保服務不中斷、Service Information 之 signaling mechanism 等），而相關之 Protocol 與標準仍在制定當中。雖然技術問題仍然存在，但影音多媒體服務為最易展現的服務形式，相關標準組織與國際大廠（包含工研院）目前繼續在進行技術解決方案之提出與標準制定工作。



資料來源:WiMAX Forum

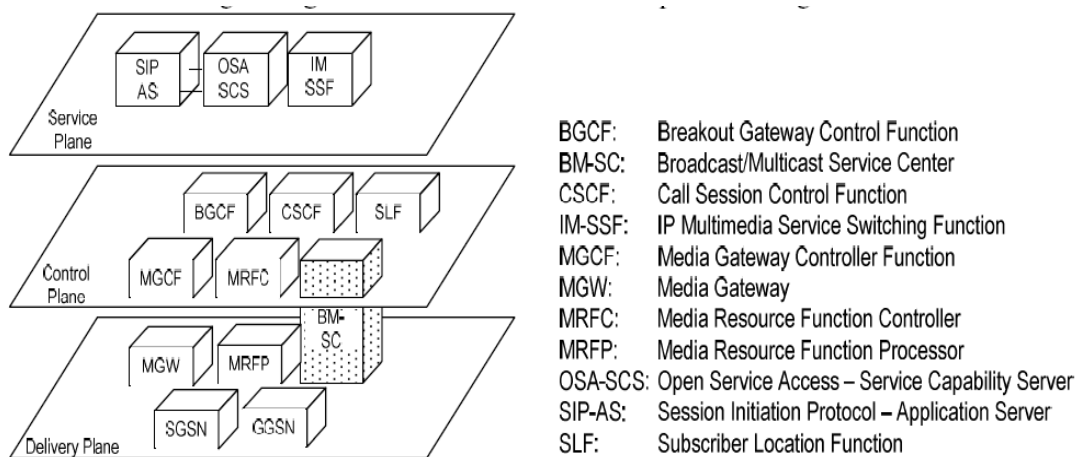
圖 2-12、WiMAX IPTV 系統示意圖

同樣的，在 3GPP 中亦正在制定服務廣播的技術標準 MBMS（Multimedia Broadcast Multicast Service），此技術標準規範如何在行動通訊網路中或未來 LTE 網路中如何進行服務廣播，如圖 2-13 所示。圖 2-14 為 IMS 與 MBMS 整合之系統架構圖，如此亦可結合 IMS-based IPTV 與 MBMS 傳輸系統來傳送視訊廣播服務。其中最為關鍵之處為 Broadcast Multicast–Service Centre（BM-SC）是用來管理服務廣播的處理單元。與 WiMAX 遇到相同的技術議題（如移動中 data rate 是否足夠、handover 機制是否能確保服務不中斷、Service Information 之 signaling mechanism 等）仍續進一步克服。



資料來源:3GPP

圖 2-13、MBMS 系統示意圖

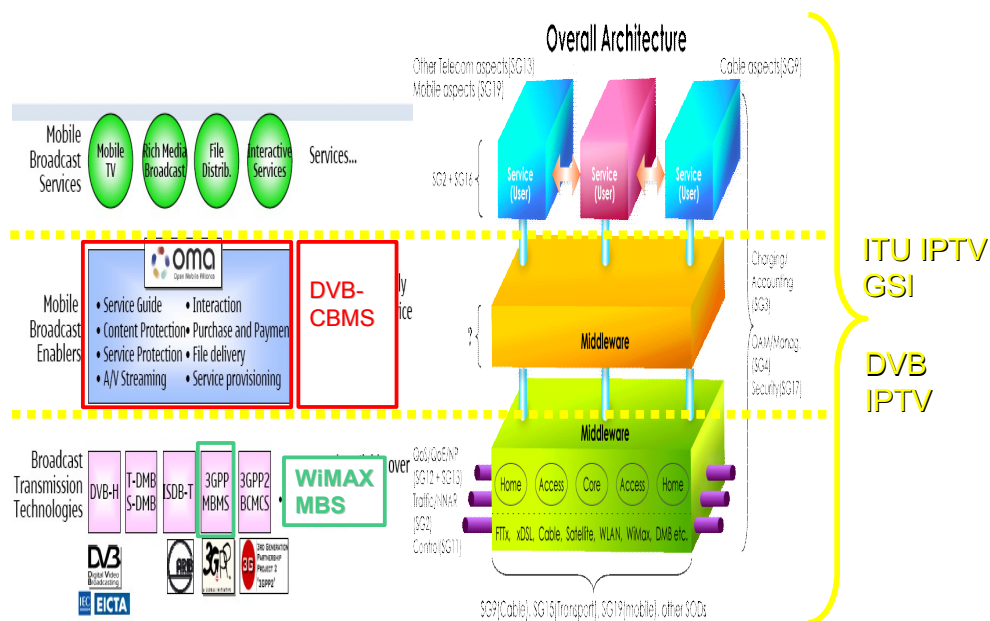


資料來源:3GPP，ITRI 整理

圖 2-14、IMS 與 MBMS 整合系統示意圖

圖 2-15 及表 2-2 說明 DVB/ITU-T IPTV/DVB-CBMS/OMA BCAST/WiMAX IPTV/LTE IPTV 之異同—以上這些 Convergence 或 IPTV 相關的標準並不能直接來比較其異同，因其為不同層次的技術標準或規範，如下說明：

- DVB-IPTV 與 ITU-T IPTV 標準制定範圍從底層傳輸至上層應用（如圖 2-15 中黃括弧處）。
- DVB-CBMS 與 OMA BCAST 標準制定範圍為中介層至 AP 層之底部（如圖 2-15 中紅框處）。
- LTE MBMS 與 WiMAX MBS 標準制定著重在底層傳輸技術（如圖 2-15 中綠框處）。因此，舉例來說，IPTV 的實現可應用 DVB-IPTV 所定的架構，但實體傳輸可應用 LTE MBMS 或 WiMAX MBS 來傳輸。



資料來源: ITRI 整理

圖 2-15 DVB/ITU-T IPTV/DVB-CBMS/OMA BCAST/WiMAX IPTV/LTE IPTV 之異同

表 2-2 DVB/ITU-T IPTV/DVB-CBMS/OMA BCAST/WiMAX IPTV/LTE IPTV 之異同

資料來源: ITRI 整理

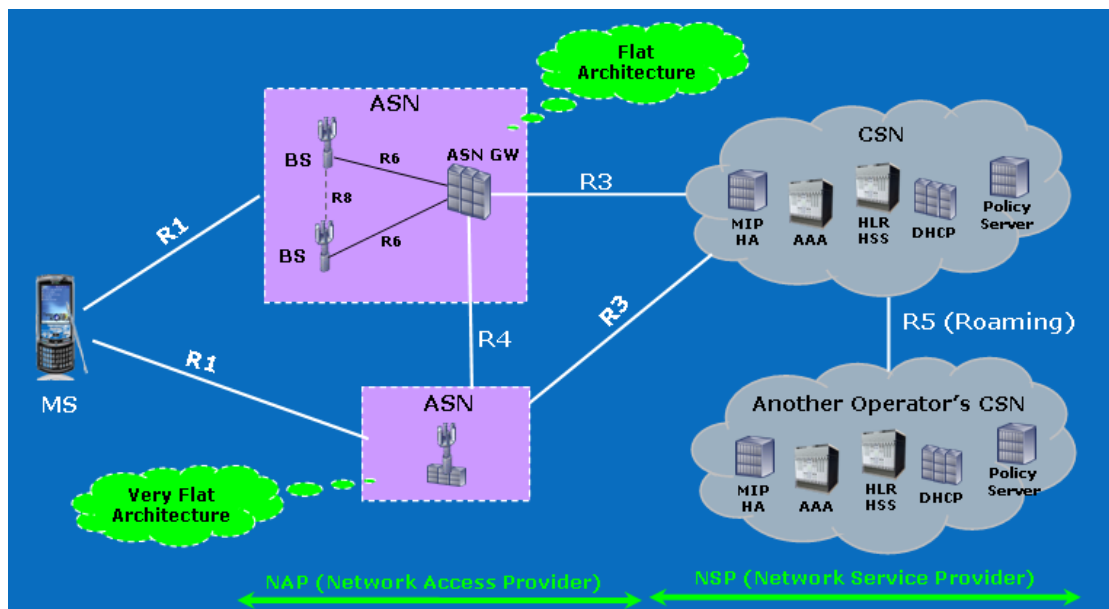
	DVB IPTV	DVB CBMS	ITU-T IPTV	OMA BCAST	WiMAX IPTV	LTE IPTV
制定機構	DVB	DVB	ITU IPTV GSI (Global Stand Initiative)	OMA	WiMAX Forum; IEEE	3GPP
標準架構	為 DVB 相關標準集合; 標準範圍從底層傳輸至上層應用	為制定服務標準, 可與傳輸網路無關	為相關標準集合; 標準範圍從底層傳輸至上層應用	為制定服務標準, 可與傳輸網路無關	著重在底層傳輸技術	著重在底層傳輸技術
標準文件	DVB-IPi DVB-HAN	DVB-IPDC 系列標準	制定中	OMA Mobile	MBS: Multicast	MBMS: Multimedia

	DVB-HLN DVB-IPTV DVB-IPDC 系列標準, etc			Broadcast Services 系 列標準	and Broadcast Service 系 列	Broadcast Multicast Service 系 列標準
--	---	--	--	--------------------------------	------------------------------------	--

參、我國無線寬頻接取業務（WBA）建置成果分析比較

3-1、WiMAX 技術介紹

WiMAX（全球互通微波接取）是 2001 年 6 月由 WiMAX 論壇提出，一種應用於無線都會區域網路（Wireless Metropolitan Area Network，WMAN）接取技術，WiMAX 是一種以全 IP Protocol 化為基礎的通訊標準，如圖 3-1，2004 年 6 月完成 Fixed WiMAX（固定式全球互通微波接取）或稱為 IEEE802.16d 接取網路技術標準制訂，應用在固網最後一哩接取網路，提供 Cable 及 xDSL 等寬頻有線網路的另一種選擇，2005 年 12 月繼而完成 Mobile WiMAX（行動式全球互通微波接取）或稱為 IEEE802.16e 接取網路技術標準制訂，使得 WiMAX 接取網路具有行動性，擴展使用者無線寬頻上網區域。



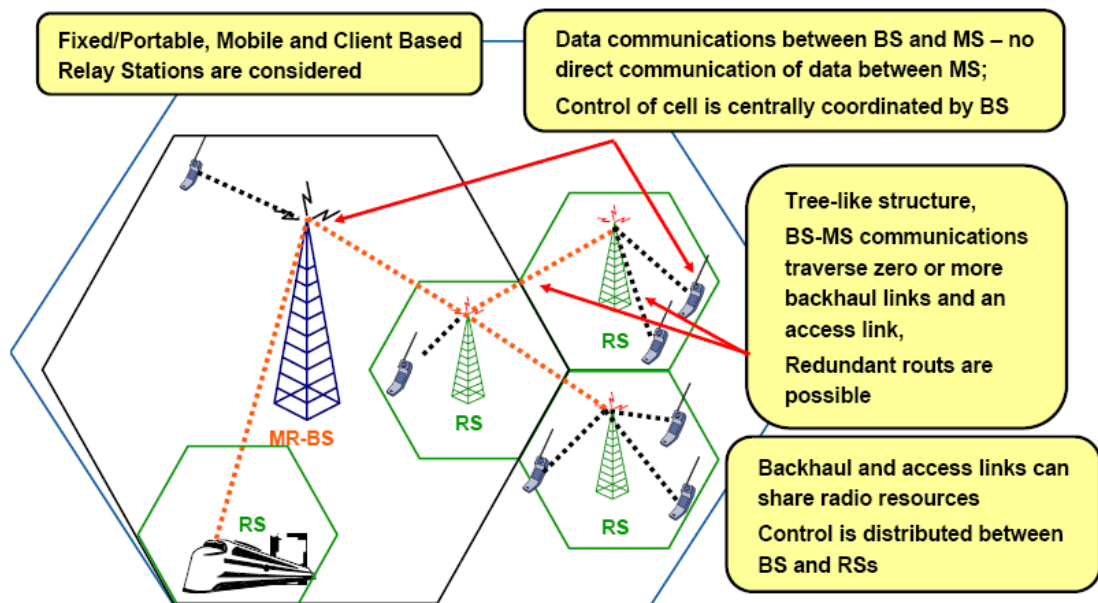
資料來源：Intel

圖 3-1、WiMAX 網路架構

3-1-1. 技術演進

Fixed WiMAX 採用 OFDM 技術，使得網路最大資料傳輸速率可達 75 Mbps，在使用 20 MHz 的頻寬時，NLOS（Non-Line-of-Sight）內約可傳遞 3 到 5 英里，採用 QPSK 調變模組下，LOS（Line-of-Sight）內約可傳遞高達 30 英里的距離。

Mobile WiMAX，是以 Fixed WiMAX 改良具有蜂巢式行動網路功能，原先只提供最後一哩寬頻接取服務的 WiMAX 網路，得以擴展至行動用戶族群， Mobile WiMAX 採用 OFDMA、MIMO、Adaptive Antenna System，提升頻譜使用效率、傳輸速度，增加通訊品質可靠度，並加入 IEEE802.16j Multi-hop Relay 技術標準，擴大信號涵蓋範圍與頻率重複使用效率，如圖 3-2。



資料來源：Intel

圖 3-2、IEEE802.16j Multi-hop Relay

3-1-2. 目前發展情況

2006 年 12 月 IEEE802.16m 任務工作小組成立，以 IEEE802.16e 為發展基礎，同時支援 FDD（Frequency Division Duplex）與 TDD（Time Division Duplex）的頻譜使用，以符合 IMT-Advanced 規範之下一代行動網路介面標準，並可向下相容既有 Mobile WiMAX 系統設備，做為 WiMAX Evolution 技術標準，如圖 3-3。

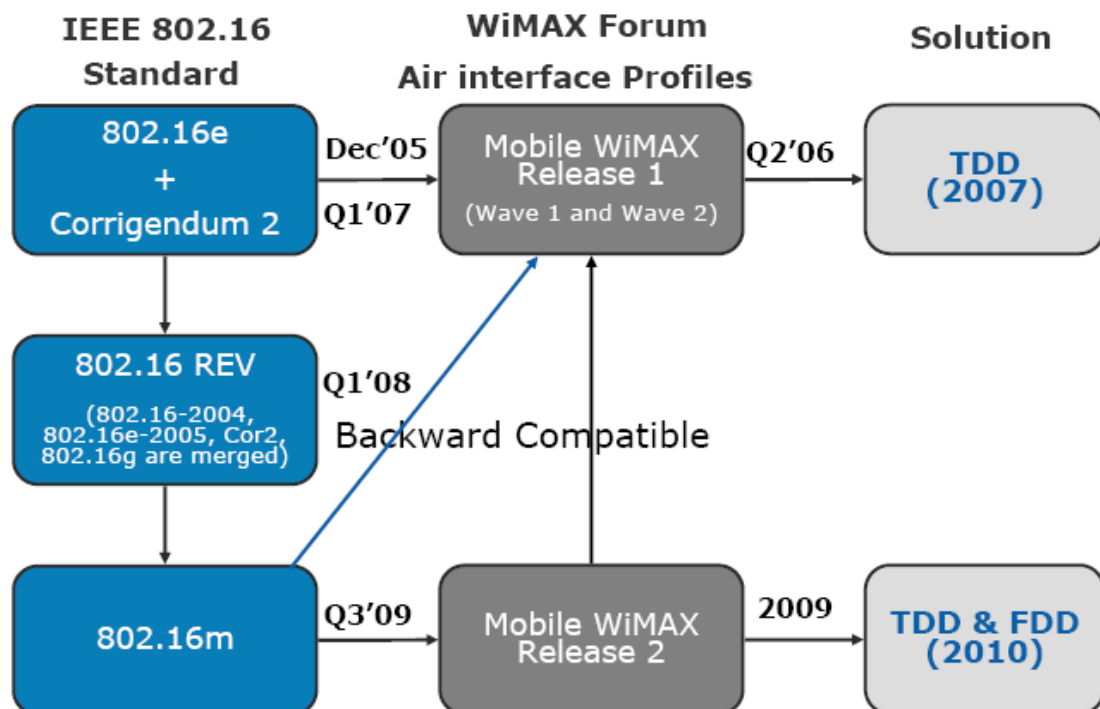


圖 3-3、WiMAX Evolution 演進時程

WiMAX Evolution 主要目標如下：

- 增進頻譜效率：同時支援 FDD 與 TDD 的頻譜、可調式頻寬 5 MHz 至 40 MHz。
- 提升資料傳輸速率：使用 20 MHz 的頻寬，下行與上行最高傳輸速率各可達到 350 Mbps 及 200 Mbps 以上。
- 降低延遲：下行與上行的最大資料延遲均為 10 毫秒，同基地台的最大「交遞；Handoff」延遲為 30 毫秒，跨基地台的最大 Handoff 延遲為 100 毫秒。
- 提升移動速度：支援最高每小時 350 公里的移動速度。
- 增加區域內「利用 IP 網路提供語音通信服務；VoIP」容量：在頻寬 20 MHz 的行動環境使用 FDD 多工模式下，可同時提供 2000 位使用者通話服務，在頻寬 20 MHz 的行動環境使用 TDD 多工模式下，可同時提供 1000 位使用者通話服務。
- 支援社會安全服務：包括緊急救難服務，例如我國的 110、119 以及法律介入，例如監聽。
- 增加涵蓋範圍：透過增強型 IEEE802.16j MR 架構，增加信號涵蓋範圍，如圖 3-4。

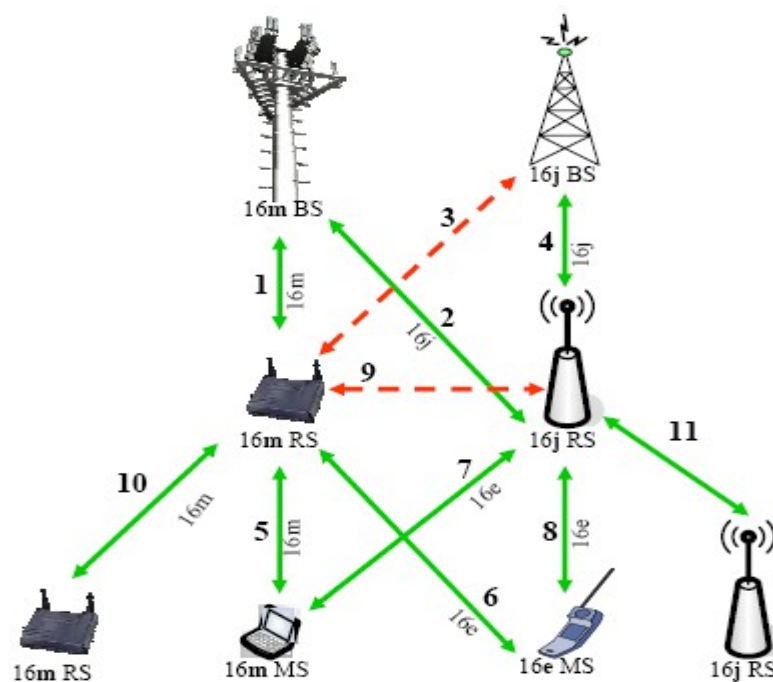


圖 3-4、WiMAX Evolution 混用 Multi-hop Relay 接取網路架構

WiMAX Evolution 是具有全 IP 化之網路（包含：用戶端設備、基地台、核心網路），無線接取網路實體層與媒體存取控制層，採用 IEEE802.16m 技術標準，做為行動台（Mobile Station，MS）與基地台（Base Station，BS）連結接取標準，搭配增強功能後的 IEEE802.16j Multi-hop Relay 架構，以達到 WiMAX Evolution 技術標準。

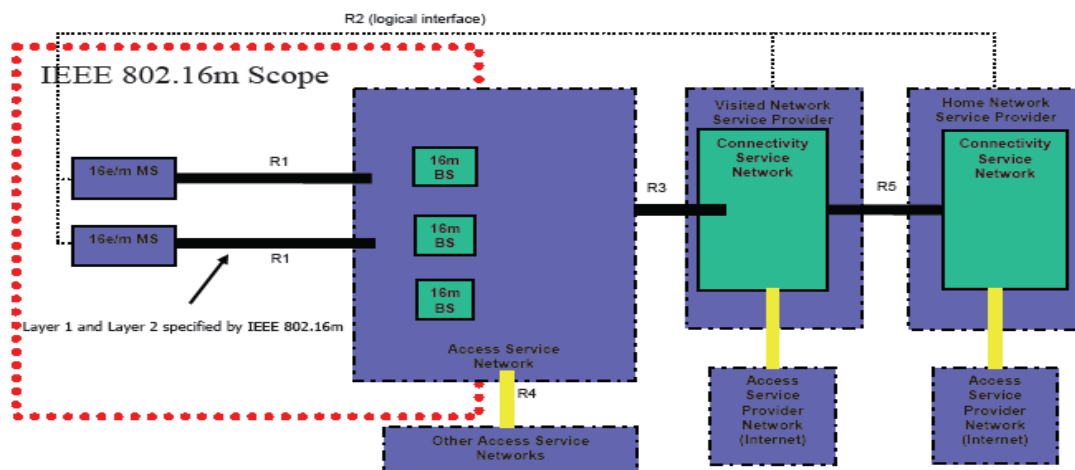
在核心網路部分以 Mobile WiMAX 第 1 版架構為基礎，延伸行動網路功能，以符合 WiMAX Evolution 規範，如圖 3-5，主要節點及功能如下：

1. 接取服務網路（Access Service Network，ASN）：由 BS 與 ASN Gateway 所組成，主要功能：

- 提供 IEEE802.16e/m 技術標準 MS 接取網路。
- 傳送 AAA（Authentication, Authorization, Accounting）資料到 H-NSP（Home Network Service Provider）進行使用者認證與授權。
- 無線資源管理。
- 提供用戶移動狀態固定 ASN。
- 提供用戶移動狀態固定 CSN（Connectivity Service Network）。
- 提供 Paging 功能。
- 支援 ASN 與 CSN 之 Tunneling 功能。

2. CSN: 由 AAA 伺服器、DHCP 伺服器、PF（Policy Function）主機、HA（Home Agent）路由器所組成，主要功能：

- 提供 AAA 主機代理或伺服器功能。
- 配置 MS 其 IP 位址。
- 依照使用者用戶設定檔控制許可策略。
- 支援 ASN 與 CSN 之 Tunneling 功能。
- 提供帳務功能，在用戶漫遊狀況時提供 CSN 與 CSN 之間 Tunneling 功能。
- 提供用戶在 ASN 與 ASN 移動性。



資料來源：IEEE

圖 3-5、WiMAX Evolution 網路架構

3-2、無線寬頻接取業務摘要說明

隨著次世代無線寬頻接取技術（Wireless Broadband Access，WBA）的萌芽發展—2007~2008 年全球 WiMAX 網路建置投資預估累計超過 48 億美金，根據 WiMAX Forum 的統計，全球至 2008 年將有超過 250 家電信業者進行 WiMAX 技術測試或商業運轉。ITU 更於 2007 年 10 月 19 日正式通過 WiMAX 納入國際電信下一代通訊網路所採用之技術標準，亦 IMT-2000 標準群組，並允許 WiMAX 在全球分配的 2.5~2.69GHz 頻段中運作，讓 WiMAX 能與 3G 技術相同，漫遊全球並大幅降低相關硬體設備。

掌握 WiMAX 新興市場趨勢，台灣製造廠商積極佈局 WiMAX 產業鏈，輔以政府通訊產業發展推動計畫與行動台灣應用計畫的推動，WiMAX 產業成長快速。2008 年台灣 WiMAX 設備出貨產值（含 BS 與 CPE）約 1,163 百萬美元，預估 2010 年出貨產值約近 2,409 百萬美元（資料來源：工研院產經中心，2009/03）。

除了加強 WiMAX 技術研發能量與產品發展之外，國家通訊傳播委員會自 2006 年中開始規劃無線寬頻接取業務的執照釋出，經過 1 年多的聽證與諮詢，2007 年 4 月公告並受理「無線寬頻接取技術，WBA」執照申請，共釋出 6 張分區執照，南北各 3 張，其中各 1 張將優先提供給新進者，以技術中立為原則。2007 年 7 月 26 日，通過第 1 階段執照審查的 8 家業者中，共 6 家業者得標，分別為大眾電信、遠傳電信、創一投資、大同電信、威邁思電信與威達有線電視。

表 3-1、「無線寬頻接取業務」釋照時間表

時間	項目	說明
95/06/15	國家通訊傳播委員會無線寬頻接取及應用工作小組召開第一次諮詢會	國家通訊傳播委員會預計推動無線寬頻接取與應用之規劃及具體作為，可於今年底前定案。
95/08/02	「推動無線寬頻接取與運用」政策規劃方案公開意見徵詢	網站上雖然指出有四次的會議，以及包含中華電信、威寶電信、Intel、北電等 10 餘家業者得回應，但詳細內容無法從網路上取得 ¹ 。
96/02/14	公告就「無線寬頻接取業務管理規則草案」召開聽證會	
96/03/30	公布「無線寬頻接取業務管理規則」	
96/04/11	公告受理申請經營無線寬頻接取業務有關事項	
96/05/17	無線寬頻接取業務第 1 次競價流程說明會	
96/07/26	無線寬頻接取業務競價作業	
96/09/05	公告訂定「無線寬頻接取基地臺射頻設備技術規範」、「無線寬頻接取行動臺技術規範」、「無線寬頻接取基地臺審驗技術規範」及「無線寬頻接取系統審驗技術規範」，並自即日生效	

¹http://www.ncc.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=54&is_history=0&pages=0&sn_f=1102

表 3-2、「無線寬頻接取業務」6 家得標廠商名單

執照頻段	得標者
執照 A1：北區； 30MHz(2565~2595MHz)	大眾電信股份有限公司
執照 A2：南區； 30MHz(2565~2595MHz)	遠傳電信股份有限公司
執照 B1：北區； 30MHz(2595~2625MHz)	創一投資股份有限公司
執照 B2：南區； 30MHz(2595~2625MHz)	大同電信股份有限公司
執照 C1：北區； 30MHz(2660~2690MHz)	威邁思電信股份有限公司
執照 C2：南區； 30MHz(2660~2690MHz)	威達有線電視事業股份有限公司

我國在次世代無線寬頻接取技術與服務方面，積極展開發展，以期創造新的產業價值與多元的娛樂資訊，由上述得知，台灣在全球 WiMAX 市場已逐步成為發展重鎮。目前除了美國 Clearwire 電信營運商於 2008 年 9 月推出 XOHM 無線寬頻接取服務、俄羅斯 Scartel 電信業者於 2008 年 9 月在莫斯科與聖彼得堡推出 Yota 無線寬頻服務商用測試之外，我國的大同電信於 2008 年 11 月率先獲得開台執照，目前在澎湖已可以體驗無線寬頻高速上網的服務，配合行動台灣計畫的應用服務先期測試的成功，台灣在無線寬頻接取服務的商業模式與運作，可以說相當具有指標性。待其他 5 家佈建基礎網路建設與終端產品的成熟與認證完善之後，台灣將在 2008 年第 4 季與 2009 年相繼開台進入商業運轉的時代。

以下分別就大眾電信、遠傳電信、創一投資、大同電信、威邁思電信與威達有線電視目前的發展狀況進行說明。

3-3、台灣 WiMAX 建置狀況

3-3-1. 大眾電信

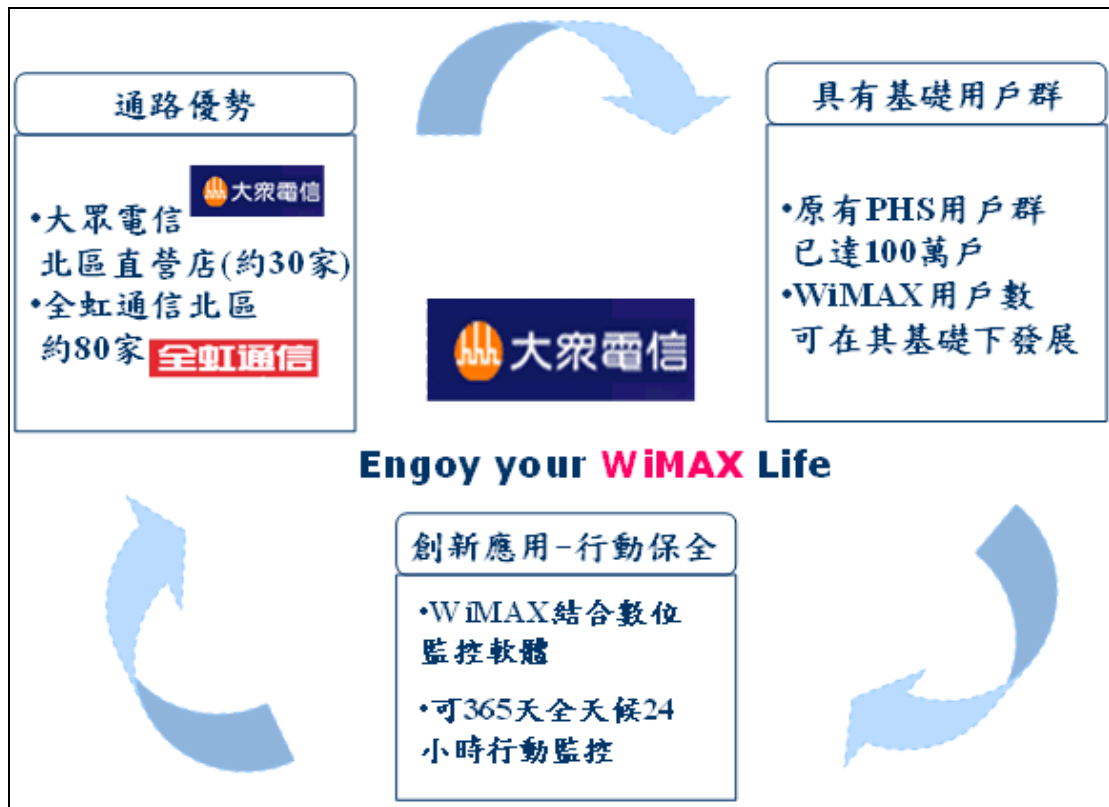
大眾電信是國內唯一的 PHS（Personal Handy-phone System）行動通訊公司，經過增資之後總資本額為 45 億元（WiMAX 事業為 11 億元），目前主要股東除了原股東新光集團、中興保全，在此次 WiMAX 的增資案後，也增加了包括聯電 UMC、智原 Faraday、英華達 IAC 與啟基 WNC 等股東。

在拿下北區無線寬頻接取業務執照之後，大眾電信採取分階段性的在北區提供 WiMAX 服務以因應 [WiMAX](#) 前端技術發展和終端產品時期，預計規劃 2009 年第 1 季正式開台，第一階段於台北市建置 52 座基站，之後在北區建置超過 1,200 座基站，並整合 PHS 語音服務進行網路優化。未來北區涵蓋範圍包括台北縣、台北市、基隆市、桃園縣、新竹縣、新竹市、苗栗縣、宜蘭縣。未來或許透過 PHS/WiMAX 雙模手機與現在的電腦與行動電話通路，銷售 WiMAX 服務，資費方案預計採月費吃到飽的方案，初步定價為每月約 800 元新台幣。

大眾電信所規劃的 WiMAX 服務共有 5 大項目：高速網路接取服務。透過 WiMAX 寬頻無線網路的建置，提供低價高速的網路接取服務，讓用戶隨時隨地能行動上網；VoIP。整合現有的 PHS 與新建的 WiMAX 網路平台，原有的 PHS 用戶與新的 WiMAX 用戶可以免費網內互打，並享有優惠的月租費用；行動娛樂 Mobile Entertainment。未來將提供多元高附加價值的資訊娛樂服務，用戶不論透過行動網路或無線網路，都能享有精采的應用內容；行動財務 Mobile Finance。提供最新的財經消息、生活資訊、線上購物或進行個人財務管理等。

大眾電信近期財務危機頻傳，一方面申請重整案，一方面積極尋求資金挹注，目前於 2009 年 3 月獲准重整大眾。為避免 WiMAX 業務加重財務負擔，目前擬向國家通訊傳播委員會申請分割業務。儘管總經理許峻源表示目前持續進行增資計畫，並希望能透過延展行動台灣應用推動計畫來發展商轉 WiMAX 服務，不會放棄經營 WiMAX 服務的規劃。然而由於 WiMAX 開台期限為 2009 年 3 月，加上大眾以第一高標，標下 WiMAX 北區營運執照，承諾營業額 12.89% 的回饋金，可能成為大眾未來的財務負擔，許峻源表示，WiMAX 開台期限是明年 3 月，使得大眾電信即使順利開台，開台後 1、2 年要達到損益平衡難度也很高。

實際上大眾電信若順利開台，以原有的 PHS 用戶數評估應有超過 100 萬，因此在加入 WiMAX 市場之後，勢必會以原有 PHS 的顧客群為基礎積極推廣。透過原來就擁有的服務據點，大眾電信直營店未來必定會支援 WiMAX 服務。以北區大眾電信直營店來說，共有將近 30 家，再加上全虹通訊門市每區約有將進 80 家的服務據點，因此北區大眾電信將近有 110 家的 WiMAX 服務門市，可提供 WiMAX 銷售業務。大眾電信相較其他無相關電信經驗的 WiMAX 電信業者而言，在通路上確實較有其利基點。（資料來源：拓璞產業研究所，2008/07）



資料來源：拓璞產業研究所

圖 3-6、大眾電信無線寬頻接取業務發展優勢

3-3-2. 遠傳電信

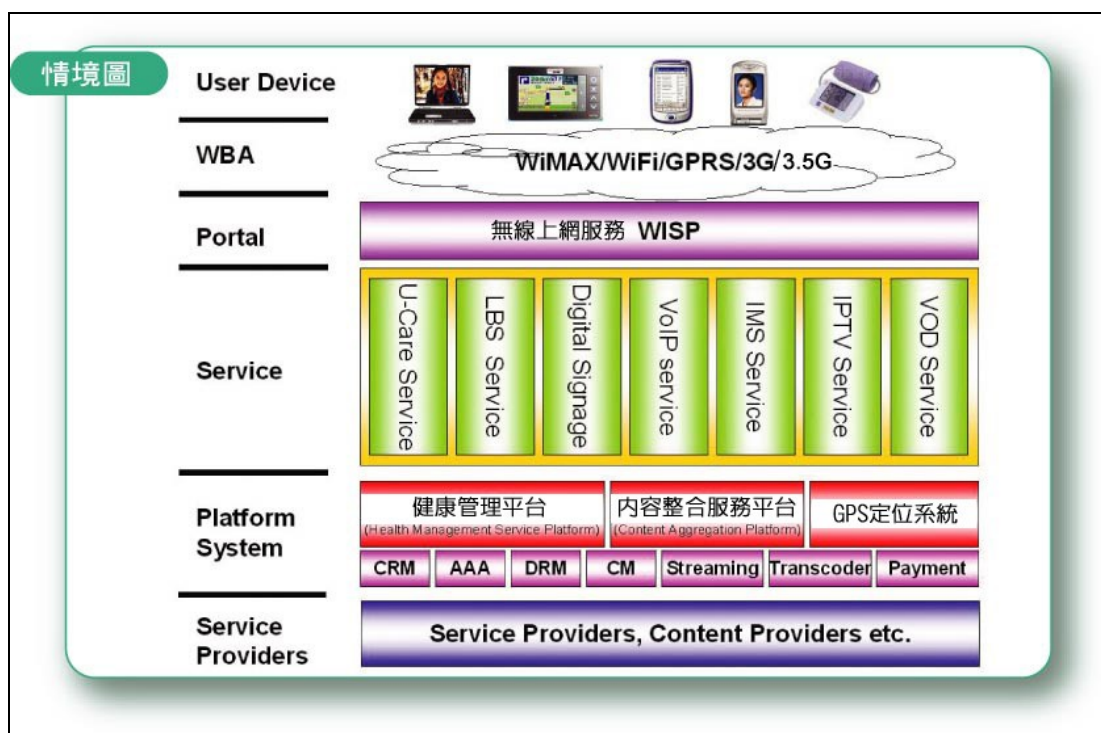
在同時具有 2G、3G 與 3.5G 執照的電信三雄之中，遠傳電信是唯一拿下無線寬頻接取業務經營服務權的電信業者。其主要的股東包括數位聯合、速博、安源通訊、遠東銀行、NTT DOCOMO 等。由於遠傳電信既有的電信與網路服務成長穩健，擁有龐大的營運資金，加上以 4.18% 最低乘數的特許費用繳回較低的營運費用，減低建置 WiMAX 成本的同時又能發揮整合各類電信服務的綜效。

為了有效投資這項新興事業，遠傳與大同電信於 2008 年 6 月宣布將合作共建 WiMAX 網路，由遠傳負責台中至台南的網路建設，大同則負責台南到高雄，雙方再以縣市漫遊的方式達成南區網路覆蓋，這使得兩家公司的投資成本由 100 億元縮小至約 50 億元新台幣。由於電信服務基地台的用地取得不易，這一項策略不但避免資源浪費，而且能加速完成網路建設以儘早開台，促動其他 4 家業者共建網路的可能性。

遠傳電信在行動台灣應用推動計畫便是以台中為最初的服務據點，因此遠傳首要推動 WiMAX 服務的城市即為台中縣市，再逐步擴展。遠傳電信楊麟昇認為電信服務的重點在於提供用戶便捷的行動生活，將整合既有的通訊網路，提供全面的行動服務，未來遠傳用戶不論使用 GSM、固網、WiFi 或是 WiMAX，都能享

用語音、數據傳輸與多媒體娛樂內容。

遠傳於2009年4月10日取得WiMAX架設許可，首先佈建的城市為台中縣市，預計2009年底完成商轉準備動作。相較於大同電信與威邁思電信的積極佈局，遠傳並未有較大的動作，其因可能遠傳既有的業務已相當穩固，在已有強大的客戶群之下，新興事業的投資較為小心，採取市場觀察者的策略前進。不論如何WiMAX的應用結合3G/3.5G的雙網服務，勢必可讓遠傳搶得一席之地。



資料來源：行動台灣應用推動計畫辦公室網站

圖 3-7、遠傳電信無線寬頻接取服務策略平台

3-3-3. 全球一動

2001年成立的創一投資公司，著眼於全球無線寬頻的趨勢，於2007年投入WiMAX事業，在取得國內無線寬頻接取業務北區執照之後，更名為全球一動股份有限公司，主要的股東包括首席電子商務、友訊科技、緯來電視網、矽統科技、年代多媒體與智冠科技等。由於全球一動的資本結構除了製造與零售業者之外，還包括了多媒體內容業者，這使得全球一動的WiMAX服務內容特別豐富，目前總共有25家內容業者提供獨特的影音節目、線上遊戲、KTV、購物、部落格等，藉由高速寬頻行動網路，以服務內容與整合平台為主打，希望能一舉搶攻WiMAX市場。

全球一動主要定位在於「無線寬頻系統服務業者」與「數位多媒體內容整合業者」的創新，針對其定位所推出的策略便是建立互動式的平台「Gofone 夠瘋網」，提

供各項語音、生活、娛樂、資訊傳輸服務。Gofone 夠瘋網的重點訴求在於以「單一介面，多重裝置」的設計，橫跨手機、電腦、PDA 與車機，就能進行「聊、看、玩、賺」，也就是使用全球一動的服務，就能連結到各個互動或影音網站，享受最多最有趣的個人化娛樂內容。

全球一動為爭取北區首航，將先在北區人口密集及熱鬧商圈開台，讓用戶體驗 WiMAX 高速飆網的多元服務。主要針對商務人士推出行動網路加值應用服務包括無線上網、網路語音應用 VoIP、影音串流。同時積極爭取國家通訊傳播委員會開放的 Location Based Service 應用服務，透過無線寬頻接取技術，不論在速度上、品質上及覆蓋率上，都將大幅提高服務品質。目前全球一動公司現正積極進行無線寬頻基地台相關系統設備選商，預計今年 10 月底完成公開招標，年底前後正式公告合作業者，未來總投入採購金額將近新台幣 30 億元，首期投入金額約 4~5 億元，待相關招標、建置、測試程序陸續完成後，將正式開台營運。同時，全球一動已取得通訊監察同意書，正申請系統架設許可。並已選定系統設備商，預計 4 月底在新竹進行 WiMAX 服務商轉。

除了以數位內容為主要推動策略之外，全球一動也積極與國外 WiMAX 業者洽談合作，簽訂技術與服務合作協議，包括日本 Open Wireless Network、越南 Vietnam Mulimeida Corporation 以及 NextWave Wireless Inc.，進軍國際市場。



資料來源：全球一動網站

圖 3-8、全球一動無線寬頻接取服務平台既策略夥伴

3-3-4. 大同電信

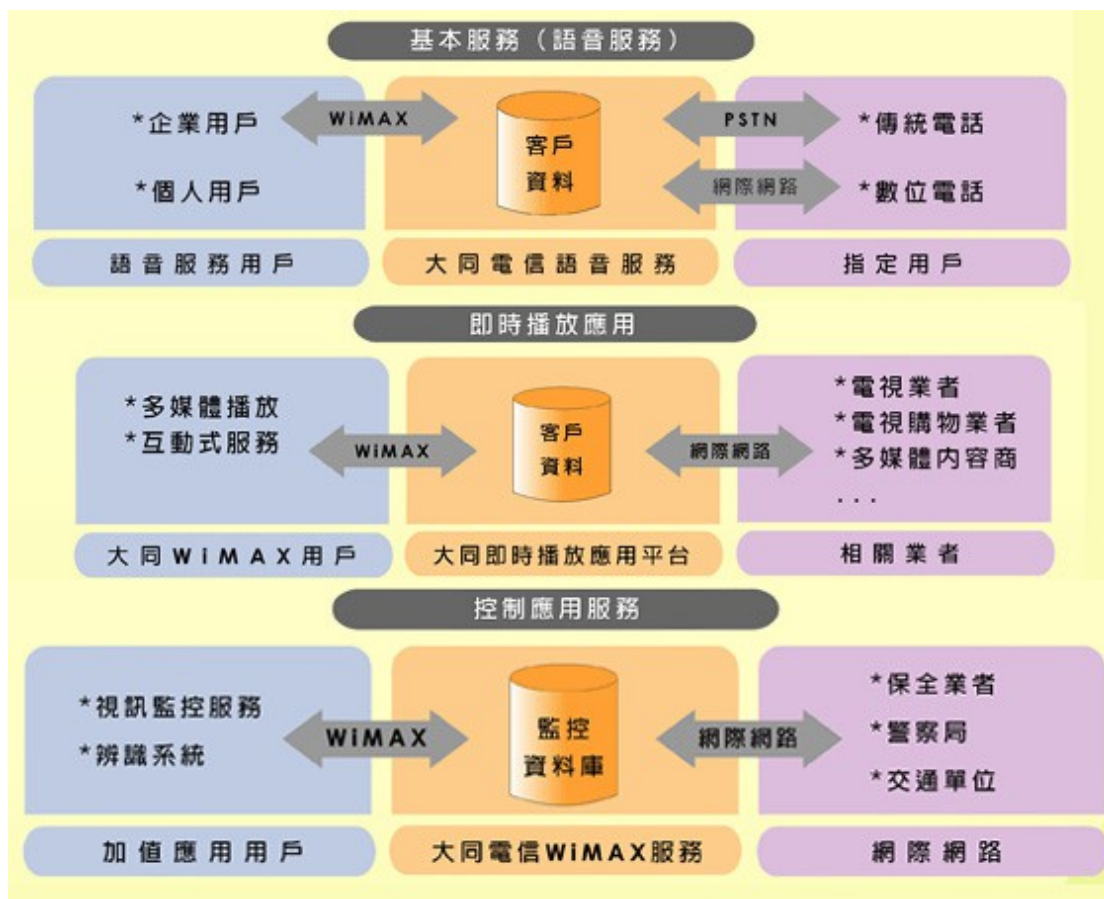
大同電信前身為大同股份有限公司 WiMAX 事業群，於 2006 年執行行動台灣應

用推動計畫，於花蓮縣、高雄縣與屏東縣建置 WiMAX 服務。2007 年 7 月取得無線寬頻接取業務南區執照之後，不但將總部遷往高雄，更積極在澎湖佈建 WiMAX 網路，2008 年 11 月成為首家獲得營運執照的業者，並於 2009 年 4 月 27 日宣布正式在澎湖縣開台，成為台灣第一家 WiMAX 商用化服務業務。接下來將在高雄縣市佈建 WiMAX 網路。

大同電信的股東由大同股份有限公司獨資，資本額共約 11 億元。為朝全區營運的目標前進，將與北區業者合作，並進行增資計畫，以擁有技術背景的業者為優先考量，以補助身為電信新進競爭者的不足。

根據目前大同電信所提供的費率方案，在個人與家庭行動上網方面，月租費為新台幣 1,680 元，企業用戶固定式無線寬頻上網資費，則區分為無線網路月租費與上網月租費，合計 1M/256kbps 服務月租費為 750 元，2M/512kbps 月租費為 1,000 元，8M/1Mbps 則為 2,200 元。未來隨著內部討論的定價策略與促銷方案的推出，可望推出月租費 1,000 元以下的方案。至於提供的服務主要包括固網通信、行動通信與數據通信三大領域，提供個人語音服務、多媒體、行動上網、電子商務線上交易、企業整合服務等，初期將以行動上網數據傳輸服務為主，同時已經採購一定數量的 WiMAX 網卡，據了解主要採購對象為達威電子及鈺程科技。另一方面，大同電信以執行行動台灣應用推動計畫的資源，結合 WiMAX、VoIP 與 Video Phone 技術，提供遠距健康關懷服務，利用 WiMAX 高速移動上網的特性，開發潛在的特定族群如銀髮族、慢性病患者與獨居老人。像是主動視訊關懷服務、生理資訊搜集、慢性病用藥提醒、健康品質詢問、簡易生活服務如派車接送等，開發全新概念的應用服務以擴張市場佔有率。

整體而言，大同電信在沒有傳統電信經營思維的包袱之下，希望將其服務定義為中介的營運平台，讓用戶的生活能與各種資訊服務提供業者輕易的串連起來，並且以大同集團的家電服務據點，結合終端設備展示與銷售，或許能走出不一樣的營運模式與推動策略。



資料來源：大同電信網站

圖 3-9、大同電信無線寬頻接取平台概念服務

3-3-5. 威邁思電信

威邁思電信由東訊、威寶與東元三大股東組合而成。2007 年 7 月取得台灣北區 WiMAX 無線寬頻籌設許可，為提供全區服務，於 2007 年 8 月與威達有線電視成立「台灣 WiMAX 服務策略聯盟」，2008 年 10 月英特爾更宣布投注新台幣 3 億 8,600 萬元。由於東訊為國內外知名的 WiMAX 設備大廠，3G 電信服務商威寶電信，擁有近 80 萬的用戶數以及完整的門市通路，東元更是機電產業與終端設備的龍頭，再加上 WiMAX 幕後推手英特爾在技術與資金上面的支持，使得威邁思電信在發展 WiMAX 上不但具有完整的產業價值鏈，前景也十分看好，經由多方的資源整合，以達到最快速度提供最佳的 WiMAX 服務。

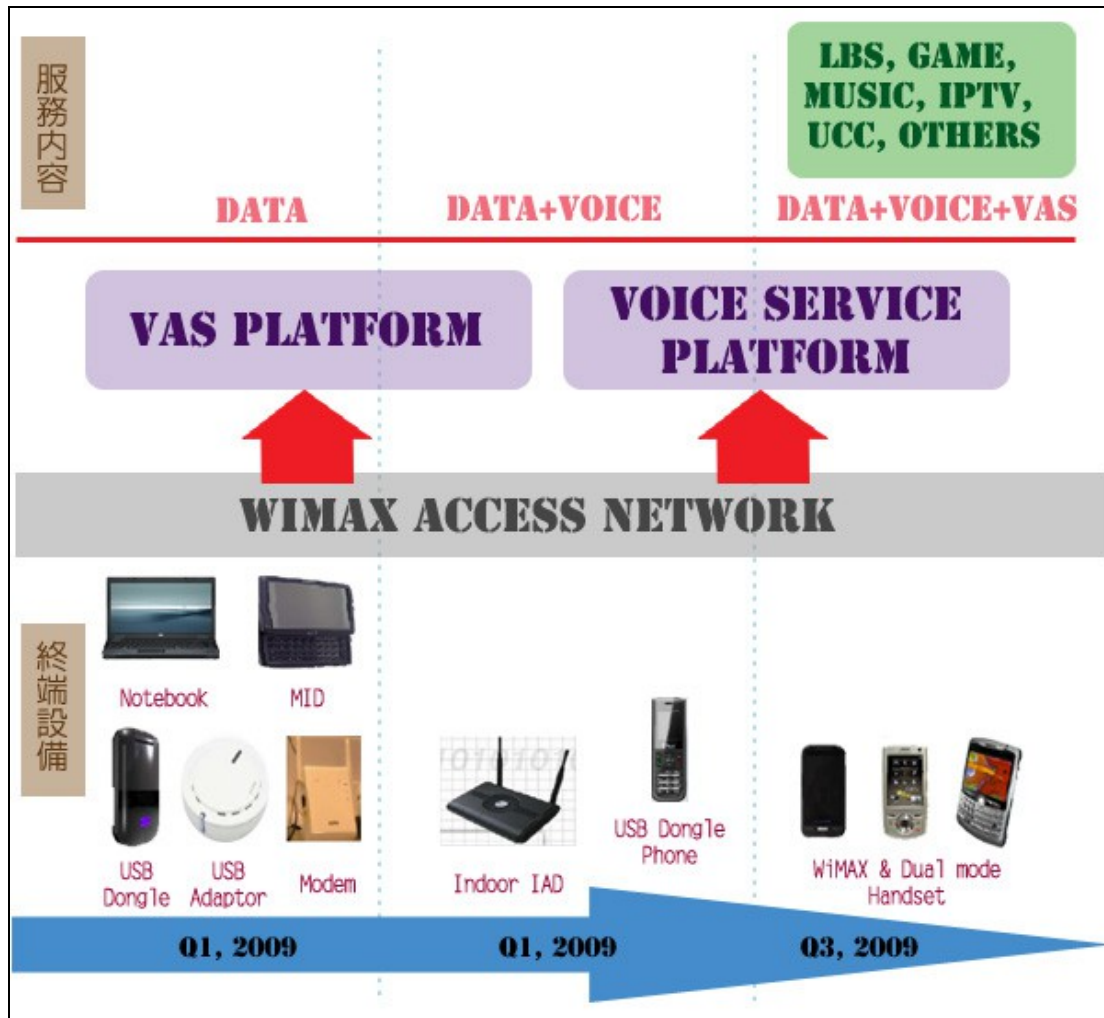
威邁思電信目前所設定的目標為 2009 年第 2 季完成大台北地區的佈建，並開始提供高速無線寬頻的商業服務(>10Mbps)，可望成為 WiMAX 北區第一家開台的營運商。2009 年 2 月申請系統架設許可獲准，基地台的選商作業已經完成，預定在台北縣市建設 1,000~1,200 個基地台。在用戶端設備部分，威邁思電信也分別與東訊、ASUS、D-Link 等業者在進行合作評估，並就個別產品展開互通性測試，也開始進一步與其他 WiMAX 業者展開互通互連服務的合作討論。總經理黃特林

表示，威寶 4,000 多個 3 G 基地台對於威邁思佈建 WiMAX 網路很有幫助，包括網路規劃、網管與基站建置等，都能共建共站。根據業務成長與地區特性，以重點式的方式逐步建置基地台，希望 5 年內能達成 50 萬用戶數的目標。

在提供服務策略方面，採取定點提供 WiMAX 服務的概念，讓消費者能先體驗 WiMAX 的優點，再進一步訂定收費方案，除了需要比目前的 3G/3.5G 費率便宜之外，會以市場區隔提供不同的價格層級。未來除了語音服務之外，將著重在寬頻數據服務，以經濟實惠的頻寬提供目前所沒有或無法進行的應用如安全監控、VoIP 網路互連，也積極與中視、雅虎等內容業者洽談合作，以求服務內容豐富化。

整體而言，威邁思電信的推動策略主要包括：與威達有線電視形成策略聯盟，提供全國 WiMAX 服務；一開始鎖定固定通信寬頻服務，以分佔 DSL 市場；結合威寶電信的網路與服務佈點；與科技公司成立經營團隊成為領導台灣 WiMAX 服務提供者；與固定網路業者 Fixed Network Operator 密切合作，建置熱點後端網路 Backhaul。

威邁思電信不論是 2 大集團股東或是既有團隊，都具有實際經營電信網路服務業的經驗，而東元集團與金仁寶集團旗下公司豐沛的通訊終端設備生產能力，也可能成為威邁思未來推出 WiMAX 服務搭配客製化終端裝置的利基優勢，屆時將推出怎樣的創新 WiMAX 應用服務，不但是產業目光的焦點，也將影響其他後續開台營運 WiMAX 業者的佈局。



資料來源：工研院資通所整理

圖 3-10、威邁思電信無線寬頻接取服務推動時程

3-3-6. 威達有線電視

威達有線電視於 1997 年 3 月 5 日成立，為台灣第一家取得 ISO 9001 認證之有線電視營運商。2003 年 10 月，威達有線電視完成全區雙向寬頻網路建，並於 2007 年先後取得固網市話經營核可證及籌設許可證。為達數位匯流之理念，提供無縫隙的接續服務，於同年 7 月爭取獲得 WiMAX 無線寬頻接取業務執照，並於 2008 年正式更名為威達超舜電信多媒體(股)公司，正式邁向四網合一的新媒體時代。

威達有線電視公司的主要股東為午陽集團，總資本額為 18.8 億元新台幣。威達有線電視公司的主要平台為「Vee TV」，VeeTV 以結合「數位電視 IPTV、寬頻上網、VoIP」，提供三合一的數位平台。威達有線電視公司以超舜多媒體公司為其重要股東之一，因此威達有線電視以原本就具有的豐富影音內容，結合原有光纖服務與 WiMAX 的通訊技術，可為客戶在同一開放的平台下，快速導入多元化的服務內容。

威達有線電視計畫推出視訊電話、行動寬頻上網、影音多媒體、行動定位服務，並透過 WiMAX 終端設備隨時隨地選擇喜好的歌曲、影片、節目與頻道觀賞，以及提供使用者隨時上傳影片、記錄個人精采生活。威達預備將原本藉由光纖網路在電視上呈現的節目、影片、音樂，透過 WiMAX 進行傳輸，讓用戶享受行動影音多媒體的便利性與樂趣。未來重點服務將在影音串流服務，以固網加行動的捆綁式方案，用戶多加一點錢，就可以享受 WiMAX 服務。

運用現有的光纖基礎建設與有線電視客戶群，是威達有線電視發展 WiMAX 最重要的利基。因此第一階段以建置台中地區為主，待成功經營之後，再以同樣的營運模式往其他縣市擴展。南區的推動策略會以未收視有線電視的族群為主，也會持續申請小固網執照或與獨立系統台合作，以達合縱連橫的產業效益。

威達有線電視預定 2009 年第二季或第三季開台，開台希望能達成 5 年 50 萬的用戶數成長目標。目前也已申請到架設許可，並完成系統設備選商，第一階段將購入約 600 台左右的基地台。



資料來源：拓璞產業研究所

圖 3-11、威達有線電視無線寬頻接取服務應用平台概念

表 3-3、台灣 WiMAX 營運商籌設進度(截至 2009/04)

資料來源：工研院資通所整理(2009/4)

	監察通訊許可	架設許可	營運許可	開台時間
大眾電信				申請重整並擬分割 WiMAX 業務
遠傳電信	○	○		預計 2009 年第 4 季開台
全球一動	○			預計 2009 年下半年開台
大同電信	○	○	○	於 2009/4/27 在澎湖開台
威邁思電信	○	○		預計 2009 年第 2 季開台
威達有線電視	○	○		預計 2009 年第 2 季或第 3 季開台

表 3-4、台灣 6 家「無線寬頻接取業務」業者比較表

資料來源：工研院資通所整理(2009/4)

執照分區	北區	南區
	(台北縣市，基隆市、桃園縣、新竹縣市、	(台中縣市、南投縣、彰化縣、雲林縣、嘉

	苗栗縣、宜蘭縣、連江縣)			義縣市、台南縣市、高雄縣市、屏東縣、花蓮縣、台東縣、澎湖縣、金門縣與其他離島與外島)		
營運業者	大眾電信	全球一動	威邁思電信	遠傳電信	大同電信	威達有線電視
原經營事業	PHS 行動電信	無	3G 電信、設備製造商	行動電信、市話、WiFi	電機家電製造商	有線電視、光纖、市話
股東結構	新光集團、中興保全、英華達等	首席電子商務、矽統科技、年代、緯來等	威寶電信、東訊、東元電機	數位聯合、遠東銀行、速博、安源通訊等	大同股份有限公司	午陽集團
得標乘數	12.89%	6.19%	5.2%	4.18%	7.25%	8.69%
使用頻段	A1 30MHz(2565~2595)	B1 30MHz(2565~2595)	C1 30MHz(2660~2690)	A2 30MHz(2565~2595)	B2 30MHz(2565~2595)	C2 30MHz(2660~2690)
預計開台時間	2009 年第 1 季	2009 年下半年	2009 年第 1 季	2009 年第 4 季	2008 年第 4 季(已開台)	2009 年第 1 季或第 2 季
預計用戶數目標	2009 年 6 月達到 4 萬用戶	涵蓋台北市 30~40%上網人口	5 年內 50 萬戶	未公佈	未公佈	5 年內 50 萬戶
初期重點規劃服務內容	行動個人化服務	多媒體服務	寬頻數據	IPTV	遠距醫療	影音串流服務

綜合以上所述，國內 6 家無線寬頻接取業務營運商各有其優勢，所採取的策略同中求異。大眾電信面臨產業轉型與 4G 的市場熱潮，仍不放棄 WiMAX 經營的可能性。一但開台成功，大眾電信既有的用戶通路與 PHS 網路是一大利基，能迅速擴展新興無線寬頻市場；遠傳電信擁有多個電信營運業務包括 2G、3G、3.5G、WiFi 與固網等，龐大的客戶群與知名品牌度，再加上 WiMAX 4G 業務，能提供用戶最縝密的網路服務。推動 WiMAX 服務目前採市場觀察者的立場，待時機成熟再一舉攻佔市場；全球一動在推動 WiMAX 方面特別強調內容的重要性，因此與多家數位內容業者合作，以內容平台的概念提供消費者最多

元豐富的娛樂資訊服務- 只要透過全球一動設計的互動平台，就能享用全部的應用。除此之外，也積極與國外相關營運業者與技術公司合作，以期進軍國際市場。大同電信是 6 家業者當中最積極佈局 WiMAX 服務，更是目前最早開台的營運業者。由於大同電信為市場新進者，沒有傳統電信思維的包袱，加上原有的家電市場，或許會有不同與以往的營運模式，相當值得期待。另一方面，大同電信也特別強調 WiMAX 與 3G/3.5G 市場的區隔性，針對特殊族群提供專門的服務；威邁思電信擁有家電通路、技術製造與電信營運的完成產業價值鏈，加上獲得英特爾的投資，發展 WiMAX 的前景看好，同時與威達有線電視形成策略聯盟，提供全區的服務，不論在建置成本或發展效益上都相當有利；不同於其他 5 家以電信為出發點，威達有線電視以媒體起家，除了有線電視的經營經驗與光纖建設之外，豐富的影音節目是最大的優勢。推動策略將先專注投入台中區域以建立成功模式，再推展到南區其他縣市，以減少新興市場的不確定感。

表 3-5、台灣 6 家「無線寬頻接取業務」業者營運模式分析

資料來源：工研院資通所整理

	大眾電信	遠傳電信	全球一動	大同電信	威邁思電信	威達有線電視
營運模式重點	電信業務轉型，推出寬	市場觀察者	多媒體內容平台	搶佔市場先機，結合既	建立完整產業價值鏈	媒體經營思維，結合固

	大眾電信	遠傳電信	全球一動	大同電信	威邁思電信	威達有線電視
	頻服務			有家電通路		網與光纖
優勢	具有大眾電信用戶基礎與實體通路	電信三雄之一，高知名度	豐富的數位內容與互動服務	大同家電通路與終設備支援	包括電信、設備與家電通路，英特爾資金投入	有線電視既有用戶，結合固定通信網路與豐富的影音內容
劣勢		3.5G 基地台與服務尚在建置推廣	新進業者，無已既定的電信市場	新進業者，無已既定的電信市場		WiMAX 基地台站位須重頭洽談

3-4、結論

預見無線寬頻網路的發展趨勢，政府投注大量資源推動行動台灣應用計畫，以 WiMAX 技術為主要發展方向，不論在硬體設備、商用營運與應用服務各方面，政府與業者皆共同投入 WiMAX 產業的發展。資策會 MIC 預估，五年內全球 WiMAX 產業商機可望達到 250 億美元，拓璞產業研究所則預測 2011 年全球將有 3,000 萬的 WiMAX 用戶，在未來這龐大的電信市場中，台灣是否能在國際通往 4G 服務的道路上，藉助過去 WiFi 設備研發外銷的成功經驗，並仰賴年底國內行動式 WiMAX 服務商業化的營運經驗，把台灣的發展經驗推向國際舞台，將有賴 WiMAX 產業全體業者的共同努力。但在發展 WiMAX 的同時仍有諸如網路佈建、資金來源與應用服務市場區隔等許多的問題待業者一一克服，面對明年 WiMAX 服務的推行，業者將帶給消費者什麼樣的無線寬頻世界，值得大家一同期待。

1. 2009 與 2010 年為 WiMAX 發展關鍵年，無線寬頻接取業務營運業者積極佈建網路

儘管全球已有數百家營運商投入 WiMAX 測試與商用服務，由於新興市場的不確定性，消費者使用與滿足程度有待時間考驗，加上營運模式尚在摸索，WiMAX 是否能跨越關鍵大眾的門檻，為市場接受還未成定數。因此明年開台後的市場情形備受注目，是台灣發展 WiMAX 能否成功的重要關鍵年。

2. 營運業者朝合縱連橫與策略聯盟的發展態勢

台灣地狹人稠，加上電信為自然獨佔事業，發放 6 張執照對市場來說或許競爭會過於激烈。從各家目前的發展現況來看，均有尋求策略夥伴、建立上下游產業價值鏈，甚至彼此合作共同發展 WiMAX 服務。如此不但能降低投資的風險，減少初期建置成本，建立完整的系統通路，更能進一步串連南北無線寬頻接取網路與服務，擴大市場佔有率。

3. 未來無線寬頻接取服務必須具有市場區隔性，推出全新的應用內容

目前台灣語音市場已趨近飽和，價格戰無法帶來長遠的發展，儘管 WiMAX 首先推出市場的價格勢必要比 3G/3.5G 來得低廉以吸引消費者購買，但殺手級的應用服務才能建立用戶的消費習慣與忠誠度，甚至刺激新的市場出現，以增加 ARPU 的收入。因為對消費者來說，重點不在於使用什麼樣的技術，而在於業者能提供什麼樣的服務，如果無法與現有的電信服務差異化，無法善用 WiMAX 技術的優勢來進行市場區隔，是無法佔有市場一席之地。為了與 3.5G 行動寬頻服務形成市場區隔，WiMAX 業者在推動服務商業化的同時已規劃多種無線寬頻應用服務的使用情境，各業者在 M-Taiwan 計畫的經費補助下嘗試開發出遠距醫療、行動影音、客運無線上網與保全監控等應用服務，作為正式商業化前的示範性應用，從中積極尋求可行的應用模式。應用內容的供應方面將影響應用服務的多元性，WiMAX 業者不乏與內容業者結盟，以保證未來內容的取得得以無慮，例如全球一動則邀集華視、中視、台北之音、民視、青禾動畫、東森電視、非凡傳播、智冠科技等台灣多家數位內容廠商組成 WiMAX 數位內容聯盟，並表達未來將以朝體育、戲劇、資訊財經、遊戲為主要內容發展方向，加速國內 WiMAX 內容應用發展的速度。六家業者也分別提出多媒體影音、行動電視、行動部落格、線上遊戲、遠距監控、遠距醫療照護、視訊會議、電視購物、現場即時視訊等應用，期望在大眾市場與特定族群之小眾市場中皆能滿足消費者的使用需求（資料來源：資策會 MID，2008/05）。

4. 運用既有產業優勢，發展市場策略

從 6 家業者的發展策略來看，均善用原本經營事業的基礎與優勢以補其劣勢。以威邁思電信為例，威寶電信的 3G 用戶通路與網路建設、東元電機的家電通路與服務據點、東訊的技術研發團隊，再加上英特爾的資金與技術支援，具有雄厚的發展背景來因應新興市場的高成本與高風險。

5. 網路基礎建設佈建成本與 WiMAX 技術尚未成熟，為業者首要面臨的問題

由於佈建全新與完整的無線寬頻接取網路，除了需要龐大的資金之外，所投入的工程測試與人力支援也是相當龐大。加上 WiMAX 是新興技術，在建置時會遇到什麼樣的問題難以預測如高樓大廈干擾，室內玻璃能否穿透等，如何以最少的基地台涵蓋最大的訊號範圍是相當大的難題。另一方面，包括 Interoperability Testing 互通測試與 WiMAX 後端系統 ASN 之間的連結問題仍尚待克服，以及民

眾對 WiMAX 技術了解性如電磁波強度等，都會影響業者在佈建網路時所耗費的成本。

肆、新世代寬頻視訊平台：NGN 及 LTE 行動通信系統國際技術標準及最新發展趨勢

4-1、新世代寬頻視訊平台系統架構

4-1-1. IPTV 之定義與系統參與者

IPTV (Internet Protocol TV) 是指一種可以經由網路基礎建設 (Network Infrastructure) 與利用網際網路協定 (Internet Protocol) 向使用者提供的服務 (Service) , 通常IPTV營運業者會經由寬頻網路連結 (Broadband Connection) 向使用者提供IPTV服務。

在此定義中須注意三個基本元素：網際網路協定 (Internet Protocol) 、服務 (Service) 、與寬頻網路連結 (Broadband Connection) 。

網際網路協定 (Internet Protocol)：基本上服務是以IP封包 (IP Packet) 來傳遞。此外，根據不同的服務需求 (如：即時實況廣播 Real-Time Broadcast、資訊下載 Data and Information Download、互動廣告購物 Interactive Advertisement and Shopping 等)，其他在一般Internet上所可能用到的通訊協定也會使用到，如 RTP (Real-time Transport Protocol)、RTSP (Real Time Streaming Protocol)、IGMP (Internet Group Management Protocol) 等。

服務 (Service)：基本上IPTV提供影音多媒體的服務 (Audiovisual Multimedia Services)，如依節目表播放的電視廣播服務 TV Broadcasting Services、互動電視服務 Interactive TV Services、由使用者決定播放時程的隨選多媒體服務 On-Demand Multimedia Services 等。此外，有些IPTV服務提供業者亦提供使通訊服務 Communication Services (VoIP、Video Conference) 或網際網路資訊瀏覽與下載服務。

寬頻網路連結 (Broadband Connection)：在此，IPTV 的定義並不特別指明是何種傳輸網路，因為只要能提供寬頻連結之傳輸網路皆可經由其上提供IPTV服務。目前IPTV寬頻網路雖以 xDSL、Optical Fiber 有線連結的傳輸網路為主，但隨著技術的發展，如無線寬頻傳輸網路 (如 WiMAX)、3G/4G 行動網路、行動電視網路 DVB-H/MediaFlo、甚至衛星通訊網路等，亦可提供使用者寬頻網路連結。此不同傳輸網路的類型亦會影響到IPTV營運的相關管理法規與營運執照的發放。

IPTV 之基本系統架構可由圖 4-1 來表示，包括內容提供者 (Content Provider)、服務提供者 (Service Provider)、傳輸網路提供者 (Network Provider) 與消費者或使用者 (Customer/User)。

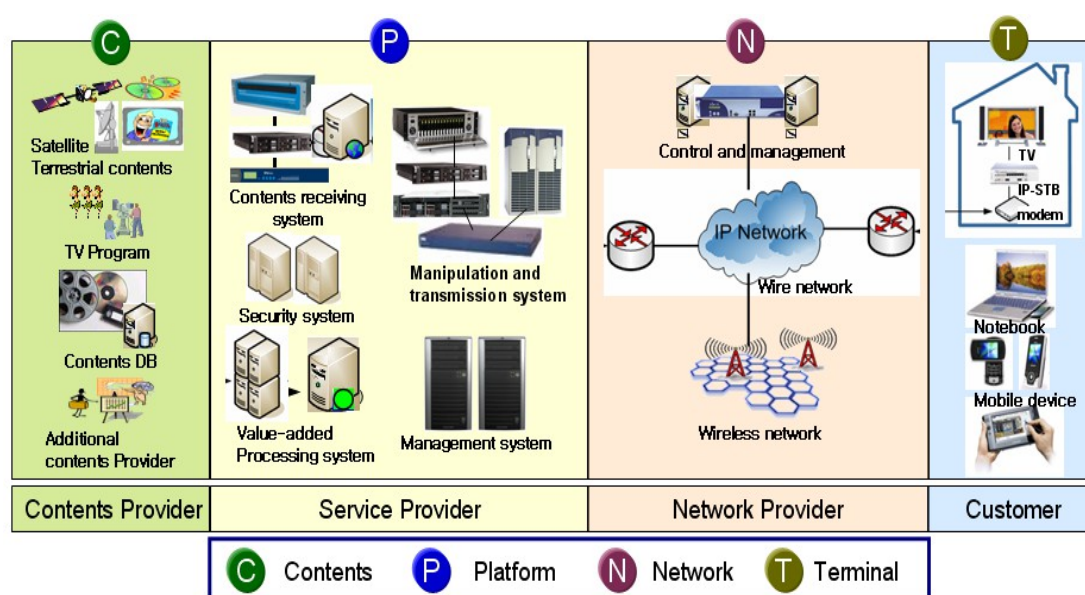
內容提供者 (Content Provider)：主要是負責節目內容之製作與供應，如節目製作公司、影片商、股票資訊中心等。

服務提供者 (Service Provider)：主要負責內容與服務整合之工作，將數位內容進行後製加工與影像壓縮，並增加額外資訊與加值服務。同時，

進行頻道與節目播放權的簽約、協商及管理，建立整合標準界面的IPTV平台，進行服務認證、廣告插入、計費、內容壓縮與儲存、網路傳輸及監控管理、內容的DRM管理，以及各種應用服務管理。如：中華電信MOD。

傳輸網路提供者（Network Provider）：根據QoS需求提供實體寬頻連結網路。如：中華電信Hinet、台灣固網ADSL、甚至是3G行動網路業者。

消費者或使用者（Customer/User）：消費者或使用者可使用各式具有寬頻網路連結功能的用戶終端設備，經由傳輸網路提供者提供的寬頻連結網路，實際使用或接收由服務提供者提供之各式服務。使用者所使用的寬頻網路連結功能的用戶終端設備類型亦會影響到IPTV營運的相關管理法規，如：是否須使用特定之IPTV STB才能接收某特定IPTV服務提供者所提供之服務，或一般具寬頻網路連結功能的設備即可接收。



資料來源：ITU

圖 4-1、IPTV 系統架構

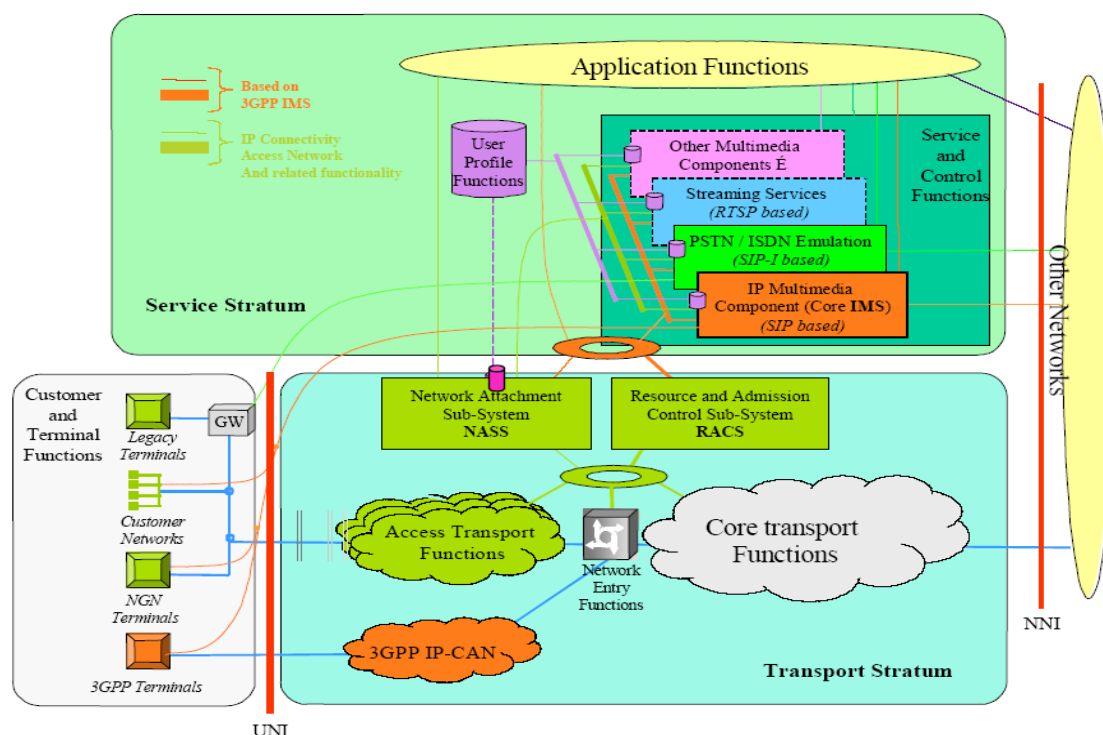
如在第貳章所述，ITU 已明確定義 IPTV 的系統架構，並提出以 NGN 與 IMS 架構之寬頻視訊平台，以下會再詳細敘述之。

4-1-2. NGN 國際技術標準與發展趨勢

1. NGN 簡介

NGN 的基本概念是以網際網路通訊協定（Internet Protocol，IP）技術為基礎所發展的綜合開放性網路架構，可提供語音、數據、以及多媒體等各式各樣多項化的服務。NGN 主要是一種匯流（Convergence）的概念，所有的通訊行為都可以在單一整合的網路平台上進行，而不像現在行動與固網寬頻各成一個網路；尤其重要的是，NGN 架構是整合傳統電信網路（PSTN）、數據網路（Internet）、以及無線行動網路所提供的各類服務，讓使用者透過任何終端、在任何地方、任何時刻，都可以得到相同的服務或內容。

NGN 的相關標準制定工作主要是由 ETSI 的 TISPAN (Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks) 與 3GPP 在進行。成立於 2003 年 9 月，TISPAN 是由 ETSI 原本的固網研究小組 SPAN 與 VoIP 研究小組 TIPHON 合併而成，組織內設有 8 個工作小組，分別負責服務需求與架構、通訊協定、定址與繞送機制、Home Networks、測試、安全性、網路管理之技術研究與標準制定，並且已於 2005 年完成第一版的制定，圖 4-2 為 NGN Overview，以應用、服務、傳輸三者互相獨立運作作為實現 NGN 之核心概念，TISPAN 中的 IMS (IP Multimedia Subsystem, IP 多媒體子系統) 是以 3GPP IMS 規格為基礎加以修改，而第一版的主要內容即是整合 3GPP IMS 規格中支援以 SIP 為基礎傳輸協定之服務之功能，同時新增支援並非以 SIP 為傳輸協定之功能單元，目的是為了使之更加適用於固網寬頻網路之整合，並且試圖取代傳統電信網路 PSTN。

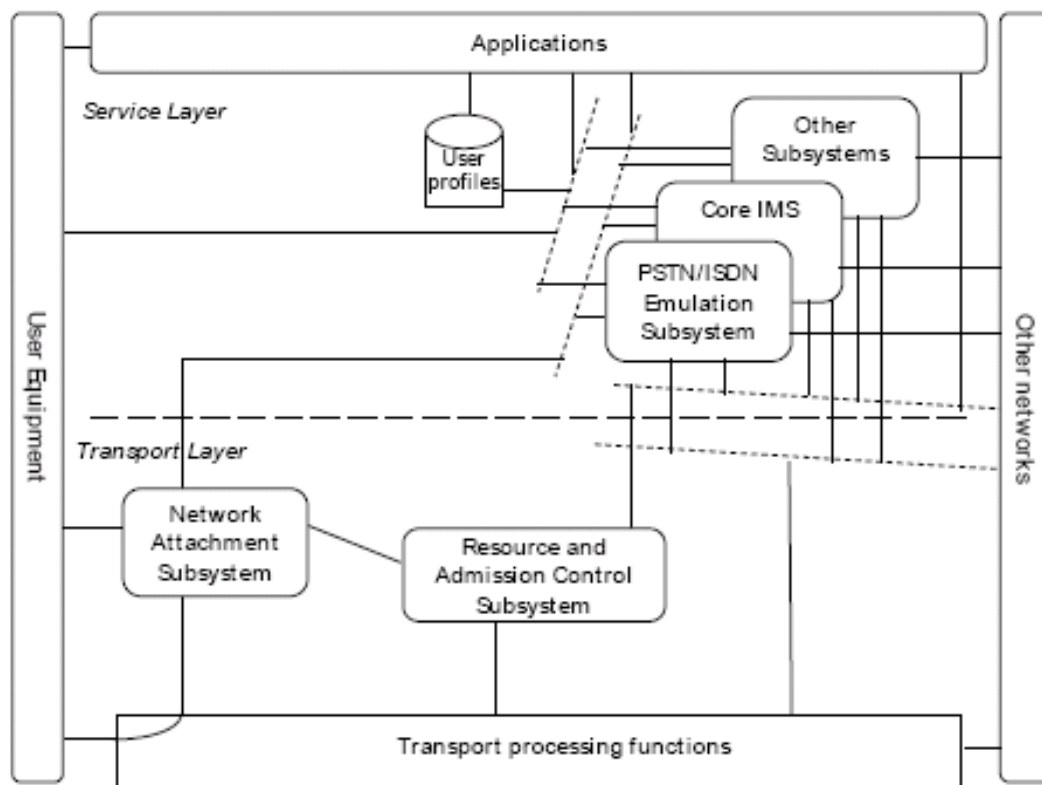


資料來源:TISPAN

圖 4-2、NGN Overview

在完成第一版的制定之後，TISPAN 開始致力於研究如何在此 NGN 架構上提供 IPTV 服務以及各種網路開道器以及終端裝置與 NGN 網路之間的連接介面，希望能提高其標準的可行性來加速 NGN 的推展，並且也已經於 2008 年初完成第二版的制定，圖 4-3 為完整之系統架構圖，以 subsystem 作為架構的設計準則，整個系統能更有彈性的針對要支援的應用服務加入新的 subsystem，同時也能夠支援不同組織所提供的解決方案，如圖中所示第二版標準中的服務層主要包含了四個子系統：

- Core IP Multimedia Subsystem：NGN 標準中的 core IMS 子系統，主要功能是支援以 SIP 為基礎傳輸協定的多媒體服務，此外 TISpan 亦制定出以 IMS 為基礎之 PSTN/ISDN Emulation 系統，提供傳統電信網路既有的服務。
- PSTN/ISDN Emulation Subsystem；PES：不以 IMS 為基礎，獨立定義出 PSTN/ISDN Emulation 子系統的整體需求，主要包含了 PES 的相關功能、介面以及與其他子系統之間溝通的介面。
- Other multimedia subsystems and applications：因應應用服務而衍生出的子系統，如標準中所制定之 IPTV 子系統，以及以 IMS 為基礎之 IPTV 子系統。
- Common component：除了子系統之外，系統中有一些具共用性的功能元件，可被任何子系統使用。可能的功能有使用者資料管理、付費機制、應用服務管理、以及安全性管理等。



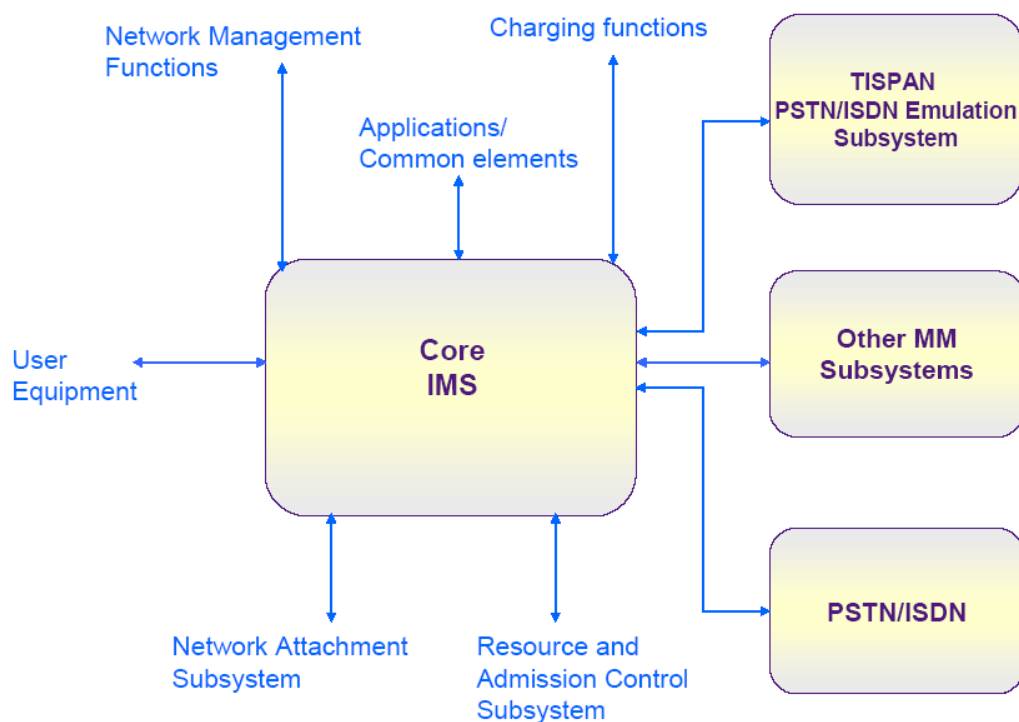
資料來源:TISpan

圖 4-3、TISpan NGN overall architecture

2. IMS 簡介

做為發展固網與行動融合（Fixed-Mobile Convergence，FMC）的一個具體手段，3GPP 所制定的 IMS 最早是出現在 3GPP R5 中，用來提供 GSM 用戶使用 Internet 服務的功能，亦稱之為 GPRS 或 2.5G。爾後，隨著 NGN 的發展，由 3GPP，3GPP2，TISPAN 共同合作將 wireless LAN、CDMA2000，以及各種現行的固網寬頻系統涵蓋進來，修訂為適用於連接各種網路的泛用型 IMS 系統。為了使 IP 的整合更加容易與可行，IMS 系統中的協定選擇盡量是以 IETF 所制定的通訊協定為主，如「會議初始化協定；Session Initiation Protocol，SIP」。3GPP IMS 的目的是在於制定出一套方法，使的有線或是無線網路終端用戶都可以很方便的存取語音、影音等多媒體資料，而並非是要制定出一個新的應用服務。

NGN IMS 也就是 NGN 系統架構中的 Core IMS，圖 4-4 是 IMS 在整個 NGN 架構中的位置關係圖，圖中描述出 NGN 中所有與 IMS 有所介接的其他子系統，TISPAN 即是基於這樣的環境，規劃出 NGN IMS 應該具備的功能元件及其介面。



資料來源:TISPAN

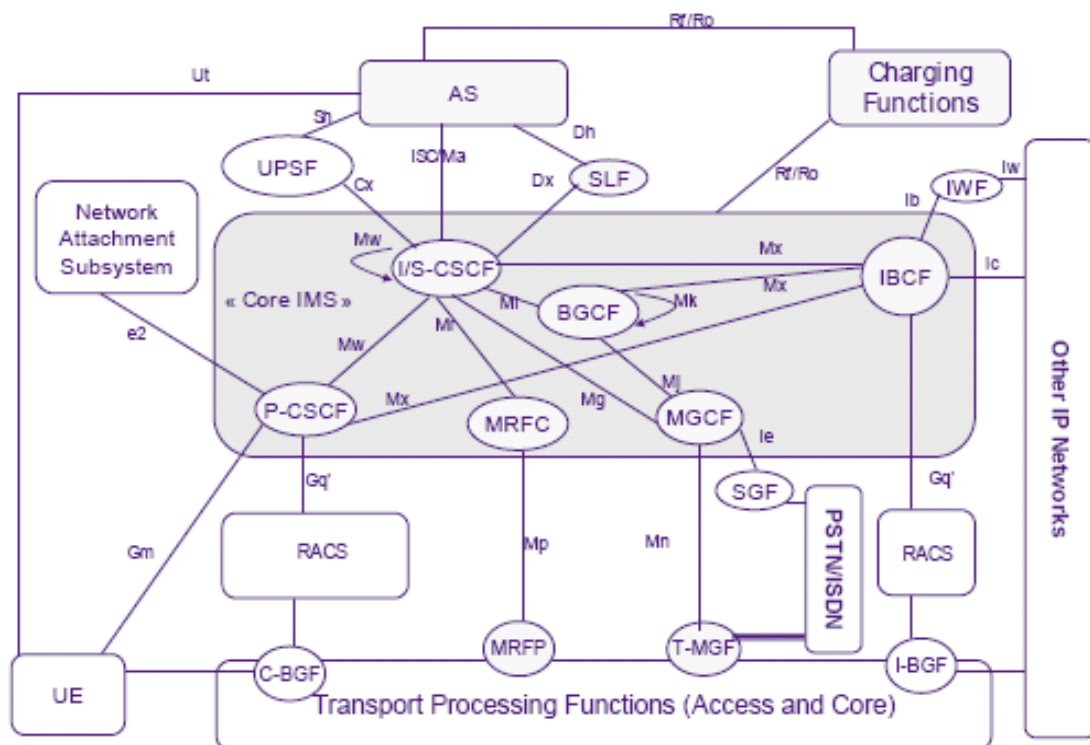
圖 4-4、TISPAN IMS and its environment

圖 4-5 描述出 NGN IMS 的細部功能元件以及與 NGN 中其他功能元件之間的介面，主要的功能元件有 5 個：

- Call Session Control Function；CSCF：負責多媒體連線的建立、監看、與釋放，同時也是使用者與 IMS 連接的入口，分成 Proxy CSCF、Serving CSCF、Interrogating CSCF 三個部分，其中 P-CSCF 是進入 Core IMS 會碰到的第一

個元件，負責接收所有從用戶端傳送進來的 SIP 訊號並轉送到 IMS 的核心做處理；S-CSCF 即是整個 IMS 的核心，實際掌控整個 IMS 的多媒體連線狀態，與服務端的平台交互作用；I-CSCF 則是負責處理 Core IMS 的內部網路連線機制，維護與底層傳輸層平台的連線資料。

- Media Gateway Control Function；MGCF：提供控制傳輸層中 trunking media gateway function；T-MGF 的功能，主要是包含對多媒體閘道的配置與釋放，與 CSCF、BGCF、以及電路交換網路相連，MGCF 負責 ISUP 與 SIP 兩種通訊協定的轉換，並支援 SIP 與 SS7 訊號的互通。
- Multimedia Resource Function Controller；MRFC：透過 S-CSCF 取得應用服務的相關資訊，處理各用戶之間的資源分配問題，同時也負責各種轉碼 transcoding 的工作。
- Breakout Gateway Control Function；BGCF：BGCF 負責依據連線的資訊來決定 SIP 訊號的下一個節點。對 PSTN 而言即是選擇要連結的 PSTN 節點，對 Core IMS 則是選擇要連接的 MGCF。
- Interconnection Border Control Function；IBCF：IBCF 提供相關的功能來處理有關不同營運商之間的互通，包含有 IPv6 與 IPv4 的互通、網路拓撲的隱藏、傳輸層控制相關功能、賬單資料的生成等。



資料來源:TISPAN

圖 4-5、NGN IMS overview

3. IMS 如何應用在 IPTV 之系統架構

本計畫之新世代寬頻視訊平台可視為是一種 IPTV 的平台。且根據我們對匯流 Convergence 的基本定義：在任何環境之下，使用者可以根據其需求，經由其選擇的任何網路，來使用其想要的任何服務。同時，現在及未來所有的傳輸網路技術基本上是以 IP Protocol 來傳輸及載送其服務，而不論其實體網路層是採用何種通訊與資訊技術。所以，本計畫可先將能營運的服務 services 與所能用來實現這些服務的技術區隔開來，意即是以水平化而非垂直化的觀念來描述整體系統架構。由於 NGN IMS-based IPTV 架構與實體之傳輸接取技術較無關，其與中介層 middleware 較為相關，可視為是應用服務之標準。

IMS 藉由 Session Initiation Protocol，SIP 這種簡單的信號協定的特性，以便支援各式各樣的服務。而 IPTV 服務則利用 IMS 核心網路建立 session 來完成使用者認證手續、與其他服務的互動、使用者與 IPTV 各種服務之間的訊息傳遞等工作。

IMS based IPTV 的系統架構如圖 4-6 所示。主要由六個部份所組成，分別為 User equipment、Application functions & IPTV service functions、User Profiles、Core IMS、Transport Functions、Media Delivery, Distribution and Storage。

下面將簡略各部份功能

User equipment：

使用者裝置接收 IPTV 服務送出的控制與多媒體訊號並且顯示所得到的資訊給使用者，使用者便可利用這些裝置進行選台、導覽、隨機視訊等一些服務。

Application functions & IPTV service functions：

在這裡提供了應用程式所需要的功能，其中也包含了 IPTV 服務所提供的功能。對於 IPTV 而言，提供了三種服務。

- Content on Demand (CoD)：CoD 為 IPTV 中隨機視訊的服務，以 CoD-SCF、CoD-MCF、CoD-MDF 三個部份建構這項服務。使用者透過 IMS 傳送請求/回應訊息給 CoD-SCF，再跟 CoD-MCF 交換多媒體控制訊息（選擇了哪一項節目），最後再由 CoD-MDF 傳送多媒體資料給使用者。
- Broadcast (BC)：BC 為廣播 IPTV 節目的服務，以 BC-SCF、BC-MCF、BC-MDF 三個部份建構這項服務。使用者透過 IMS 傳送請求/回應訊息給 BC-SCF，再由 BC-MDF 傳送多媒體資料給使用者。
- Network Personal Video Recorder (N-PVR)：N-PVR 為 IPTV 中線上錄影的服務，以 N-PVR-SCF、N-PVR-MCF、N-PVR-MDF 三個部份建構這項服

務。使用者透過 IMS 傳送請求/回應訊息給 N-PVR-SCF，再跟 N-PVR-MCF 交換多媒體控制訊息（錄哪一段、錄多久），最後再由 N-PVR-MDF 傳送多媒體資料給使用者。

由於 IPTV 服務是個別存在的，若是使用者想要收看電視或是使用其他的服務，得需要某種功能讓使用者有選擇的權利。然而 SDF 和 SSF 就是負責提供必要的資訊能讓使用者選擇 IPTV 的服務。

- Service Discovery Function (SDF)：製造並且提供每項服務相關的資訊（通常包含 SFF 的位址，以 URIs 的形式表示），並且根據使用者訂閱的內容不同，提供個人專屬的服務列表和相關資訊。
- Service Selection Function (SSF)：以列表的方式提供可選擇服務的資訊，以利於使用者瀏覽並選擇。由於在整個架構中是以 unicast mode 傳輸的，因此在服務的資訊方面根據使用者訂閱的內容不同，配合 SDF 來顯示出個人化可選擇服務的資訊。

User Profiles：

包含了訂閱 IPTV 服務的使用者相關資料。

Core IMS：

提供了認證 授權 提供服務或是內容傳輸前跟使用者需建立的 session。負責將使用者送出的訊號（signaling）送到相對應 UPSF 所管理的應用程式伺服器（application server）並且執行。

Transport functions：

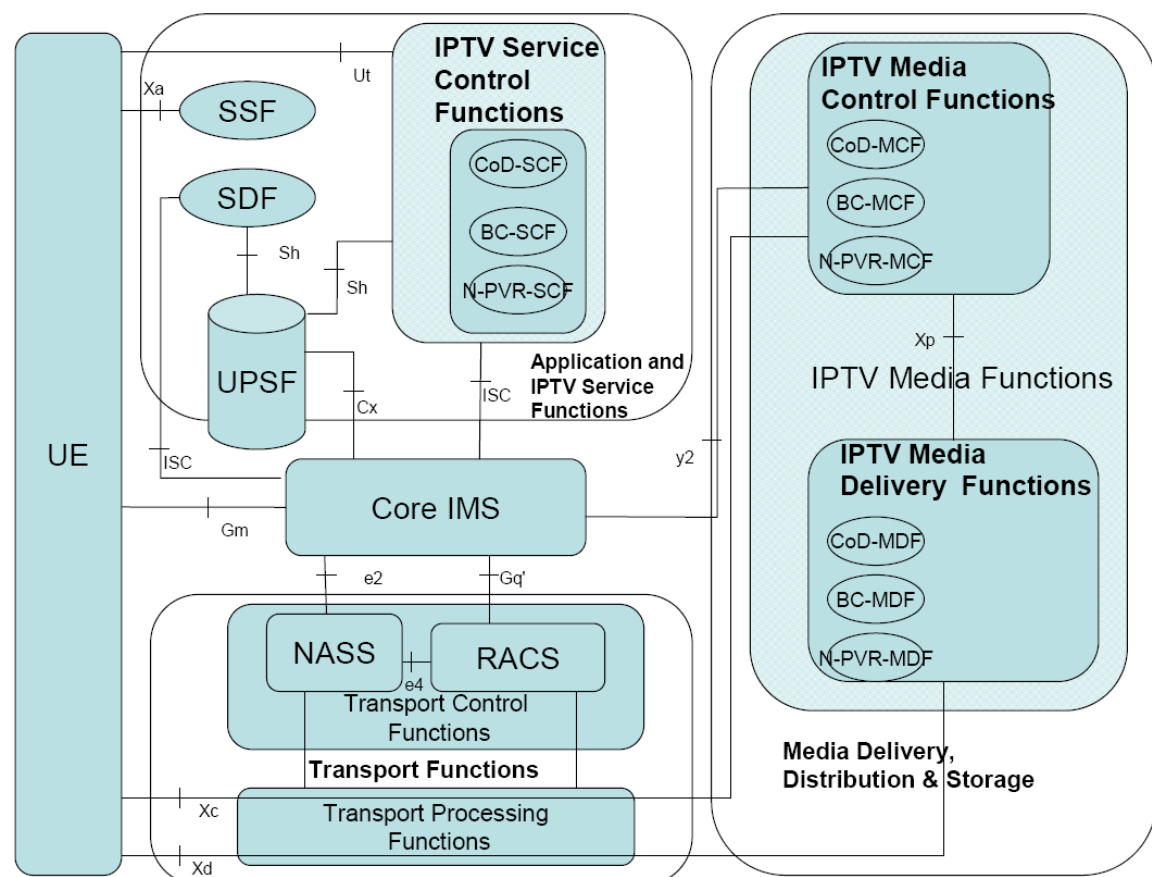
- Transport control：以網路附著（NASS）及資源控制與接納（RACS）子系統所組成。前者提供使用者登入時 IP 位址的分配、位址的管理、授權與認證、根據使用者進入的存取網路（access network）做資源分配。後者負責存取網路以及核心網路資源的保留並做 QoS 控制。
- Transport processing functions：提供封包的轉送及繞送。

Media delivery, distribution and storage：

這部分主要負責媒體流的處理，其中包含轉譯、儲存和傳送。其中的 IPTV 媒體功能主要負責控制以及向使用者傳送媒體流，由媒體控制功能（MCF）和媒體傳送功能（MDF）所組成。MCF 除了監控及管理 MDF 的媒體傳送狀態、在一個 MCF 能選擇多個 MDF 情況下可選擇了一個 MDF（e.g. for CoD）外，也負責管理與使用者以及處理與 SCF 之間的互動。舉例來說，當選到一個 media function 時，會將選擇的結果回傳給 SCF 並且將與使用者連接的 session 轉送到所選擇的

media function 中（e.g. 產生計費訊息）。而 MDF 則是負責媒體流的傳遞和儲存，若是有需要，還會將儲存的媒體進行編碼或是轉碼，依照不同規格成為不同的媒體格式、內容保護、對廣播服務而言，MDF 扮演廣播流的源頭、可收集 QoE 報告等功能。

由於 TISPAN 和 3GPP 大力推動下，IMS 系統架構已經成為次世代網路 NGN 核心的網路架構其中一種。其服務模式和 QoS 解決方案都有專門組織進行分析以及技術支持。IMS based IPTV 除了可以傳送服務在 IMS 特定的存取網路中，在未來的次世代網路的架構中，也可以提供各種不同類型的使用者 IPTV 服務。



資料來源:TISPAN

圖 4-6、IPTV 服務功能架構圖 (Functional architecture for IPTV services)

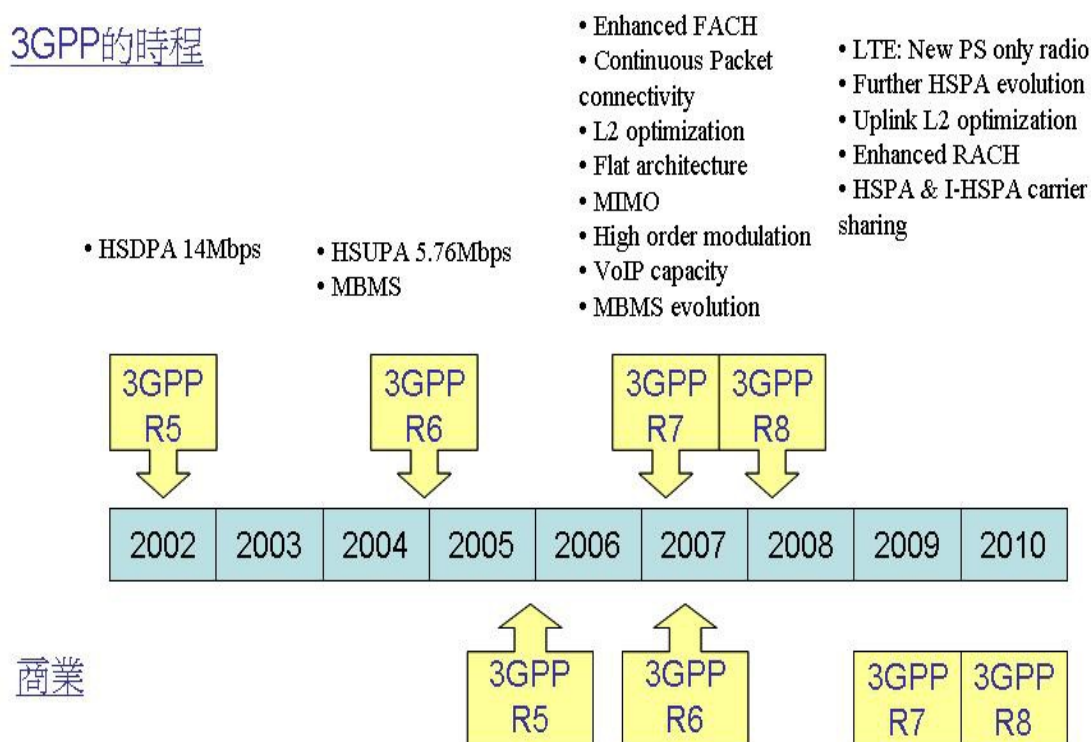
4-2、LTE 國際技術標準與發展趨勢

4-2-1. 目前標準的制定狀況及未來制定方向

LTE 是由 3GPP 針對行動電信網路未來發展提出的演進技術標準，演進的方向 GSM（泛歐數位式行動電話系統）◇ GPRS（整合式封包無線電服務）◇ WCDMA（寬頻分碼多路進接）◇ HSDPA（高速下行分組接入無線網路）◇ HSUPA（高速上行分組接入無線網路）◇ HSPA+（高速分組接入無線網路演

進) 4G LTE (長期演進技術)，其中 WCDMA 是 3G， HSDPA 是 3.5G， LTE 是 3.9G。圖 4-7 指出從 3GPP 第 5 版 R5 到第 8 版 R8 演進時程及其增加項目。

3GPP 的時程



資料來源:電信技術中心整理

圖 4-7、3GPP 第 5 版 R5 到第 8 版 R8 演進時程

表 4-1 列出從 3GPP 第 5 版 R5 到第 8 版 R8 演進的上行、下行傳輸率。

表 4-1、3GPP R5 到 R8 演進的上行、下行傳輸率

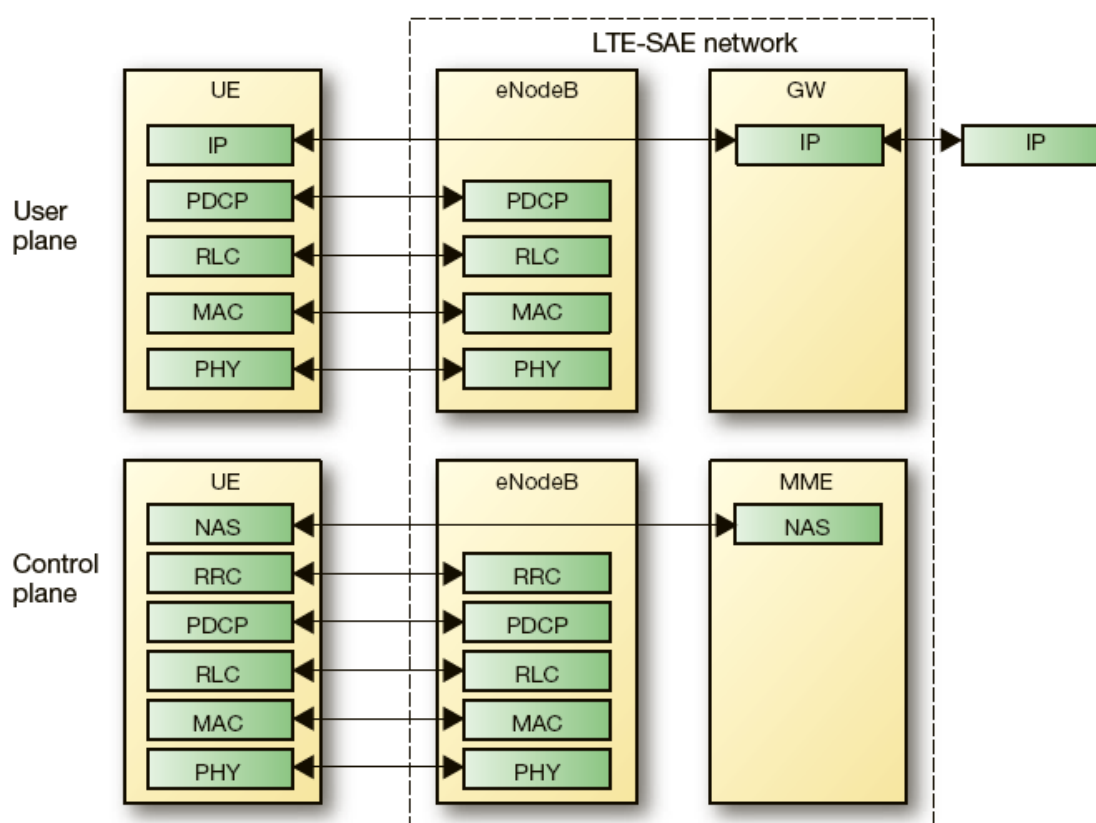
資料來源:電信技術中心整理

系統版本	下行傳輸速率(最高值)	上行傳輸速率(最高值)
3GPP R5: HSDPA	14Mbps	384kbps
3GPP R6: HSUPA	14Mbps	5.76Mbps
3GPP R7: HSPA+，使用 MIMO (Multi-input Multi-output) 天線技術	42Mbps	11.5Mbps
3GPP R8): LTE，MIMO 天線技術	326Mbps	86Mbps

LTE 是 3GPP 為確保現有 3G 行動通訊技術的未來競爭優勢，於 3GPP R8 中制訂的新一代行動通訊技術標準。LTE 可由頻譜配置方案 (1.25 MHz~20 MHz) 來提升網路效率和單一基地台效率，還可採用公共無線資源管理控制基地台來簡化系統結構，減少網路節點，從而更加有效地提供服務，也可以大幅度降低用戶使用流量的成本，如在瀏覽網頁、線上遊戲、音樂下載、視訊的服務。使用 20(MHz 頻寬，下行速率 100 Mbps 與上行速率 50 Mbps，Radio Access

Network，RAN 延遲減少至 10 毫秒，可與現有 3G 系統和非 3GPP 特定系統(例如: CDMA 2000、WiMAX、WLAN)的互通支援。

LTE 的 SAE (System Architecture Evolution) /EPC (Evolved Packet Core) 系統架構中，定義了 2 個元件取代 GSM 及 UMTS 系統架構，如圖所示，包括: evolved NodeB，eNodeB 和 Mobile Management Entity，MME/SAE Gateway，S-GW。Radio Network Controller，RNC 和 Base Transceiver Station，BTS 等無線電功能，整合至 eNodeB 中，而 RNC 中的行動性管理和服務 Serving GPRS Support Node，SGSN 等核心網路功能則被移至 MME。此外，當進行數據傳送、轉發和路由切換等功能與其他網路互連時，S-GW 將扮演 Gateway GPRS Support Node，GGSN 功能。



資料來源:Ericsson

圖 4-8、LTE 系統架構

- 1、下行傳輸使用 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access)，搭配不同調變模組 (QPSK、16 QAM、64QAM)，增加資料承載量，提高傳輸速率。上行傳輸使用 Single Carrier Frequency Division Multiple Access，SC-FDMA，搭配不同的調變方式 (BPSK、QPSK、8PSK、16 QAM)，可有效對抗多重路徑衰減改善了涵蓋範圍與蜂巢邊緣效應。
- 2、使用 MIMO 技術在不需佔用額外無線電頻譜的條件下，利用多重路徑傳輸方式，提供更高的數據吞吐量，並配合波束成形 (beam forming) 技術可增加覆蓋範圍和可靠性。

3、扁平化的網路架構：LTE 的核心系統網路，採一個 2 層式扁平化網路架構，可進一步壓縮時間延遲，讓用戶單向目標時間延遲小於 10 毫秒，控制面時間延遲小於 100 毫秒。這樣的特性自然有助於即時資料服務的開展，營運商可以提供如線上遊戲、網際網路瀏覽等更多進階服務，允許用戶在任何時間、任何地點參與線上遊戲。LTE 的扁平化架構使得網路部署更為簡單，減少網路節點與須要維護的設備數目減少，都有效降低營運商的建設網路成本和營運成本。

3GPP 規範的 SAE，是全 IP 化架構，所有的服務皆透過 Packet Switching 網路，能將網路流量的傳送路徑最佳化，並將 Quality of Service (QoS) 機制簡化，對 IP 服務來說具有極佳的延展性。

ITU 已定義下世代行動通訊系統 (IMT-Advanced，並被認為可能成為 4G 標準) 的目標是：在高速移動中最高傳輸率能達到 100 Mbps，在低速移動或靜止時最高傳輸率能達到 10Gbps。其網路所定義的部分要求如下：

- 在 Radio Access Network 中，下傳的峰值傳輸速率超過 100 Mbps，且雙向時延 (Roundtrip Time) 小於 10ms。
- 支援劃頻雙工或劃時雙工的網路佈建
- 支援與現有行動網路做交遞 (Handoff) 及漫遊，進而提供無所不在 (ubiquitous) 的網路涵蓋。
- 彈性支援不同的載波頻寬 (Carrier Bandwidth)，範圍從小於 5 兆赫的頻寬，到大至 20 兆赫的頻寬

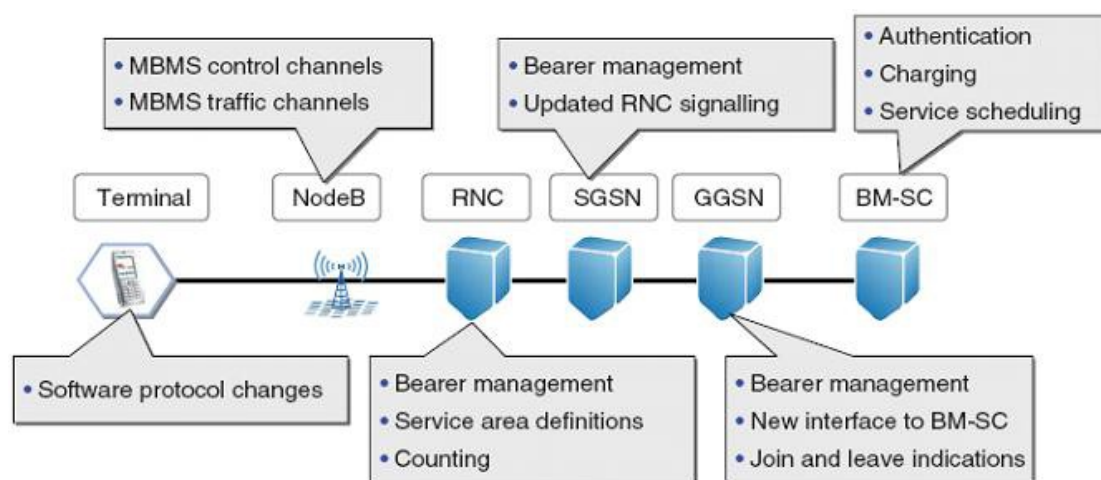
3GPP 是朝 4G 方向前進的，其 LTE 技術目前已針對 4G 提出了進一步演進 LTE-Advanced，其部分系統性能會超出 4G 指標，針對新頻譜、新頻寬、新應用場景的優化會成為一個主要的研究方向。

4-2-2. LTE 行動通訊系統之系統架構與 IPTV 的關聯

行動通訊進入 3G 時代，為了有效地利用行動網路資源，3GPP R6 定義 MBMS (Multimedia Broadcast Multicast Service)，在行動通訊網路中提供手機電視的寬頻多媒體服務。不同於傳統廣播使用者只能接收方式，MBMS 有廣播與群播二種傳輸模式，實現網路資源共享，提升網路資源的利用率，尤其是無線界面資源。MBMS 不僅能實現純文字低速率的簡訊群播和廣播，也能實現高速多媒體服務的群播和廣播，這無疑順應了未來行動數據發展的趨勢。

圖 4-9 是 3GPP MBMS 在已存在的 UMTS Terrestrial Radio Access Network，UTRAN 網路架構圖。網路節點如 User Equipment、Radio Network Controller、SGSN 及 GGSN 等現有分封交換網路節點進行，其中 Broadcast Multicast Service Centre (BM-SC) 是新增加的單元，主要負責提供和傳送 MBMS 節目資料的服務。BM-SC 是 MBMS 中內容傳送服務的輸入點，負責建立及控制核心網路中 MBMS 的傳輸承載，也負責 MBMS 傳輸的調度和傳送。BM-SC 還向終端設備提供服務通知，此通知包括終端手機想加入 MBMS 服務的所有必要訊息 (例如 IP 群播位址、傳輸時間、媒體描述、服務品質等)。BM-SC 還負責管理群播模式下的安全性問題。GGSN 是接收 MBMS 節目資料的入口點，將 MBMS 之內容傳送到需要繞送 MBMS 的 SGSN。SGSN 執行相關 MBMS 承載服

務（MBMS Bearer Service）之控制功能，負責正確地傳送封包到使用者所在之無線電網路。RNC 有效地利用無線電資源將其傳送至使用者。

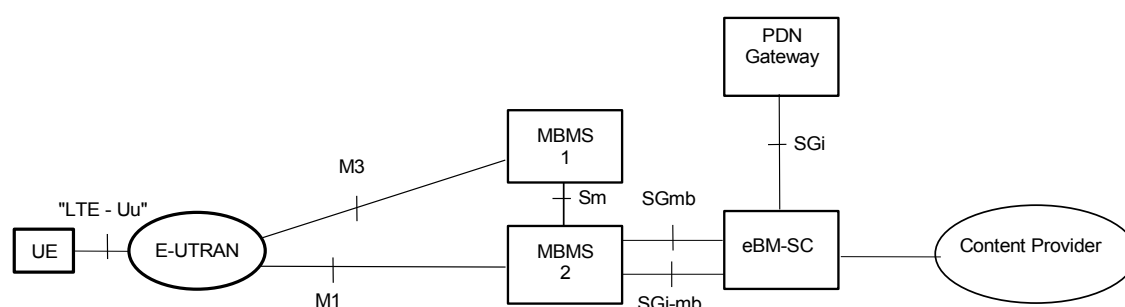


資料來源: WCDMA for UMTS-HSPA Evolution and LTE

圖 4-9、MBMS 架構圖

MBMS 的手機終端設備仍可繼承了已有的 3GPP 標準，在手機耗電、儲存、多媒體處理、顯示等技術得到改善的同時，僅僅是原有基本功能的增強。因此，承載寬頻多媒體服務的 MBMS 手機與現有的具良好的統一性。MBMS 可以最大使用 256kbps 的速率進行下載和串流媒體的傳送，僅需 128kbps 就可以支援每秒 15 張的 QCIF 176*144 圖片和 12.2kbps 語音組合的電視節目的收看需求。MBMS 本身沒有定義特別的上行通道，但可以利用已有上行控制通道進行服務訂閱、服務加入等服務控制流程，同時利用上行服務通道實現與下行廣播群播配合的一些互動性服務的實現。

LTE 的無線電接取已經簡化成單一的 E-UTRAN（Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network），為了能與 MBMS 連接，MBMS 分成 MBMS1 與 MBMS2 兩個元件，來處理 MBMS 的控制面及使用者面，如圖 4-10 所示，eBM-SC（Evolved BM-SC）是演進的 BM-SC。Sm 介面，是 MBMS1 與 MBMS2 之間的控制面。SGi-mb 是 eBM-SC 與 MBMS2 之間的使用者面。SGmb 是 eBM-SC 與 MBMS2 之間的控制面。



資料來源:3GPP

圖 4-10、MBMS1、MBMS2 與其他元件架構圖

MBMS1 的功能：

- 是 MBMS 承載到 E-UTRAN 的會談控制。
- 傳送會談控制訊息到多個 eNB。
- 經過 Sm 介面從 MBMS2 接收 MBMS 的服務控制訊息和 IP 群播位址。

MBMS2 的功能：

- 提供到 eMB-SC 的 SGi-mb 介面（使用者面）及 SGmb 介面（控制面）。
- MBMS 使用者面數據的 IP 群播分佈到多個 eNB。
- MBMS 單頻網的內容同步及資料的表頭壓縮。
- 指派 IP 群播位址給 eNB，IP 群播位址由 MBMS1 提供。

隨著全 IP 化的寬頻行動接取網路逐漸成形，IPTV 應用服務將由目前固定式接取網路（xDSL、FTTH、Cable）延伸至行動接取網路（UMTS、WiMAX、DVB-H、LTE、WiMAX），行動用戶可隨時隨地的收看高品質多媒體影音服務，促進數位匯流產業發展市場。

MBMS 可由現有 HSPA 網路，播送給多媒體影音服務多個接收使用者，只需佔用一個通信頻道，如此可有效使用的頻寬有限資源。LTE 傳輸速率的提升將使 MBMS 可以提供更多元化的應用服務，未來標準制定方向 E-MBMS 將增加更多元件改進和提升 MBMS 功能，期望能以更低的成本來支援高品質的串流式多媒體和即時性廣播群播服務。

4-3、結論

從以上所述，可了解目前 NGN、LTE 相關技術與 IPTV 或寬頻視訊平台的關聯性。亦即我們可使用上述技術系統架構實際實現新世代之寬頻視訊平台，然而，為真正實現 IP Convergence 的願景「在任何環境之下，使用者可以根據其需求，經由其選擇的任何網路，來使用其想要的任何服務」仍有許多技術議題需要克服：

- **Service 服務架構與服務描述方式，以及服務資訊 Service Information 與 Signaling 的描述方式需制定標準：**由於目前相關之 IPTV 標準所使用的內容及服務描述方式並無相同標準，因此，若要橫跨各傳輸網路而能存取相同服務時，則會出現相容性與共通性的問題。所以需要制定相同的服務架構以及服務資訊與 Signaling 的描述方式。
- **中介軟體需制定標準之 Application Programming Interface：**因為要在不同之接收平台執行相同之服務，因此，接收系統中的中介軟體需有統一之 Application Programming Interface 以利服務之順利執行。而目前此一中介軟體在不同傳輸技術系統中仍未有統一之標準。
- **數位權利管理 Digital Rights Management 機制需標準化：**內容的權利管理在 IPTV 服務中是需要被重視的，也是能確保營運業者與消費者雙方的權利的機制。然而目前所採用之 DRM 架構未有統一的系統介面與架構，如此，會造成在不同傳輸暨接收平台間的相容問題，因此，為達 IP Convergence

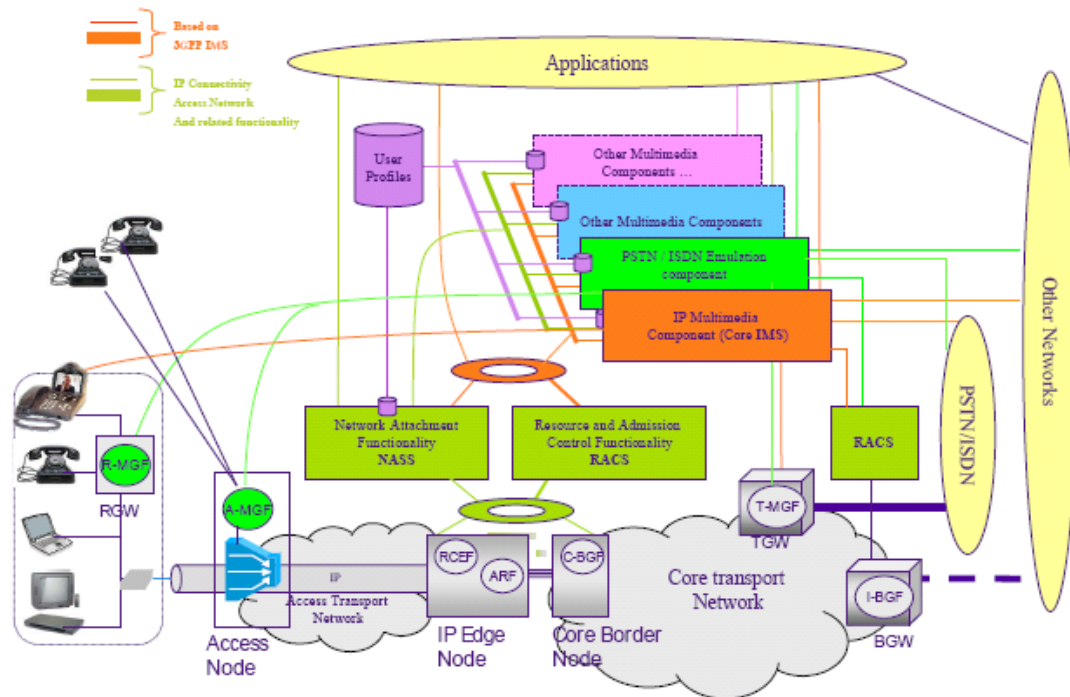
的願景，需制定標準化的 DRM 系統架構與介面以利內容與服務的共同操作性 Interoperability。

除此之外，在觀察制訂 LTE 技術標準組織（3GPP）及製造商 Ericsson、Nokia，發展 LTE 技術標準發展時程並未受金融風暴影響，但是電信業者擔憂金融風暴可能造成消費市場緊縮影響，紛紛轉向朝原有系統升級至 HSPA/HSPA+，以提供消費者高頻寬傳輸服務，藉以延長過渡至 LTE 或 IMT-Advanced 之時程。但是仍有少數業者會進行 LTE 系統的佈建投資，預估 NTT DOCOMO 將在 2009 底進行 LTE 的商轉，而 Verizon 預估在 2010 時進行 LTE 的商轉。而全球大規模佈建 LTE 時程預估將延至 2015 年。

伍、NGN 匯流技術分析

根據 ETSI 與 ITU-T 的定義，NGN 意指一種以封包為基礎的傳輸網路，能夠支援各種不同寬頻網路技術，並且具有保障服務品質的功能（Quality of Service, QoS），以下為 NGN 網路應具有之特性：

- 以封包為基礎的傳輸：傳統上 ATM、TDM 網路是針對語音服務而設計之網路系統，在資料的傳輸上是以 FRAME Relay 的方式進行（如 ATM 的 Cell），因為不需要等候網路層處理路由的工作所以能有很好的傳輸的效率，但為了因應應用服務的多元化發展，NGN 以建構出更適於傳輸封包類型資料的網路為目標，並且預期 IP 將會是網路層所通用的通訊協定。
- 控制功能與底層傳輸技術分離：將提供服務的功能與網路分開，並提供公開的介面，使服務相關的功能與底層傳輸技術無關。
- 提供多樣化的服務與應用，包含即時服務、影音串流服務、非即時服務以及各種多媒體種類：以提供多元服務為目標，NGN 初步的規劃就是要將傳統 PSTN/ISDN 服務涵蓋進來，也因此 NGN release1 中設計出 PSTN/ISDN emulation 以及 PSTN/ISDN simulation，分別用來支援傳統 PSTN/ISDN 終端裝置以及新一代網路終端裝置在使用像傳統 PSTN/ISDN 服務時所需的機能，在通話的部份則是以 3GPP 所制定的 IMS 為核心。
- 提供寬頻並且保障服務品質：NGN 提供了一套標準的介面來連接各種寬頻接取網路，如 xDSL、cable 以及 3GPP UTRAN，圖 5-1 即是用 xDSL 來建構 NGN 之系統架構圖。為了保障服務的品質 QoS，NGN 包含了一個 RACS 元件用來處理接取網路與核心網路之間的連線控制（admission control），以及接取網路中對資源的預約機制（resource reservation）。
- 固網以及行動類型用戶之整合：以 FMC（Fixed and Mobile IP Convergence）為發展方向，3GPP R6 中所制定的 IMS 即是一套整合的機能架構，NGN 以此為基礎加以修改，使 IP-CAN 以外的網路使用者亦能享受各種服務。



資料來源：ETSI

圖 5-1、以 xDSL 建構 NGN 之系統架構圖

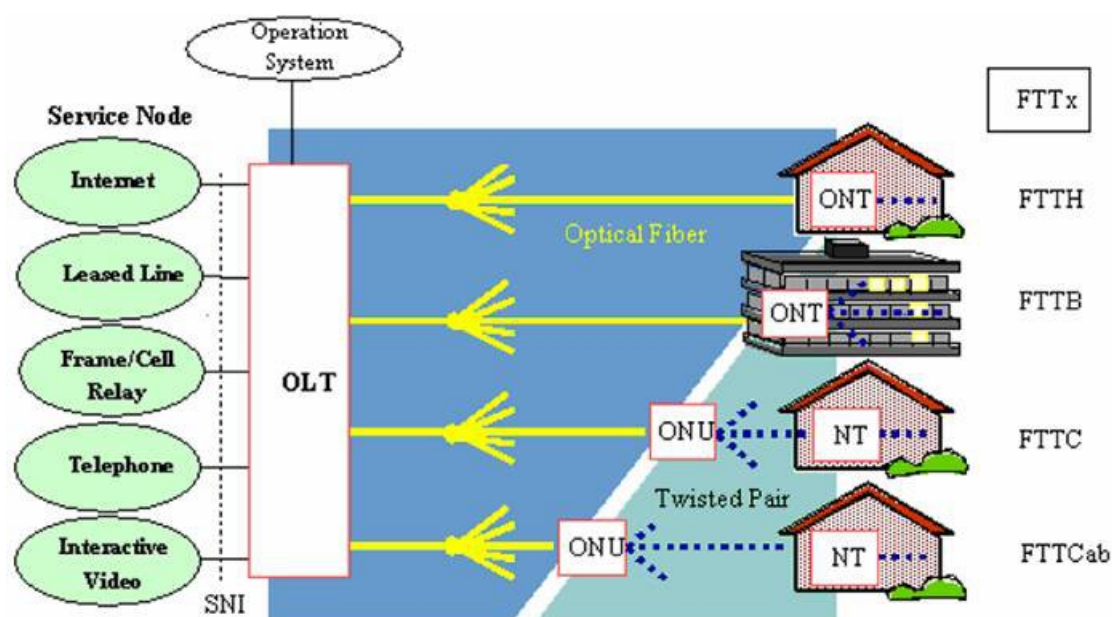
- 提供一般需求，如：緊急通訊、安全性/隱私性、合法的竊聽等功能：幾乎各種類型的應用服務都需要安全通訊與攔截終端不希望接收到的訊號的功能，NGN 沿用 3GPP TS 133 206 所制定的證明與授權機制。

就實際的網路技術而言，現行網路的發展其實就是朝向下次代網路 NGN 的方向前進，採用全光化做為提供大量頻寬之解決策略，期望以最符合成本效益的方式來建構最貼近使用者的高頻寬接取網路，以促進各種應用服務的推展，因此，新世代之寬頻視訊平台是可用 NGN 架構來發展的。以下將介紹光纖接取網路之主要技術，這些相關技術可看成是用來實現 NGN 網路架構的具體技術。

5-1、FTTx 系統架構與應用發展

隨著 IPTV、OLG 等各種應用服務的發展，使用者以及服務營運商對於頻寬的需求不斷的上升，也使的光纖在現在網路的架構中扮演起相當重要的腳色，並且有急劇增加的趨勢。然而，因應使用者所處之地域、環境以及需求的不同，遂發展出各種不同的光纖接取技術。除了光纖本身，在光纖網路架構中包含有三種元件：光線路終端（Optical Line Terminal，OLT）、光網路單元（Optical Network Unit，ONU）、光網路單元（Optical Network Terminal，ONT），其中 OLT 屬於端設備，ONU 與 ONT 則都屬於用戶端設備。如圖 5-2 所示、以 ONU 所設置的地方來區分，光纖之佈建策略可簡單區分為 FTTC、FTTB、FTTH 以及 FTTCab 等四種，此外還有 FTTO 以及 FTTP 等不同之策略，而 FTTx 則是泛指各種不同的光

纖佈建策略，以下簡介數種不同策略下的光纖接取技術：



資料來源：FTTx 產業交流會

圖 5-2、FTTx 之光纖佈建示意圖

5-1-1. FTTC 方案：NG SDH/EOS

將光纖佈建至路邊既有之電纜或是電箱，用戶端則是以同軸電纜或是電話來傳送服務資料，主要是用來服務住宅的用戶，是目前主要的光纖服務模式之一。在已經鋪設大量 SDH 網路的環境下，下一代同步數位階層（Next Generation Synchronous Digital Hierarchy，NG SDH）是一種讓不同類型的網路資料都能有效率的在 SDH 網路上傳輸的技術，以 NG SDH 作為使用者接取網路與骨幹網路 SDH 的连接點，將接取網路中廣泛使用的 Ethernet 資料封裝成 SDH 網路中傳輸的單位，也可以稱之為 Ethernet over SDH（EOS）。

類似於 FTTC，FTTCab（Cabinet）意指設置一個小櫥櫃來安置 ONU，相較於 FTTC 而言，這裡的 ONU 通常會距離終端用戶較遠一些，主要是應用於較偏遠分散的使用環境。

5-1-2. FTTB 方案：Giga Ethernet Switch (GESW) + VDSL Switch

廣為使用的乙太網路，在搭配上光纖傳輸之後也能夠達到 GB 以上的傳輸速率。利用 GESW 技術將光纖線路拉到使用者所處的建築物，並且透過數位用戶接取多工機（Digital Subscriber Line Access Multiplexer，DSLAM）將線路分接到每個用戶家中，在用戶端則是使用 VDSL 技術做連接，是一種光纖到樓的佈建方式。這也是目前中華電信 MOD 所使用的方案。

5-1-3. FTTB/C 方案：IP DSLAM + ADSL2

延伸自己已經被廣泛使用的 ADSL，ADSL2 可提供更高的上下行頻寬以及更遠的傳輸距離，用戶透過 ADSL2 連上位於大樓或是路邊的 IP DSLAM 也是一種 FTTB 或 FTTC 的佈建模式。

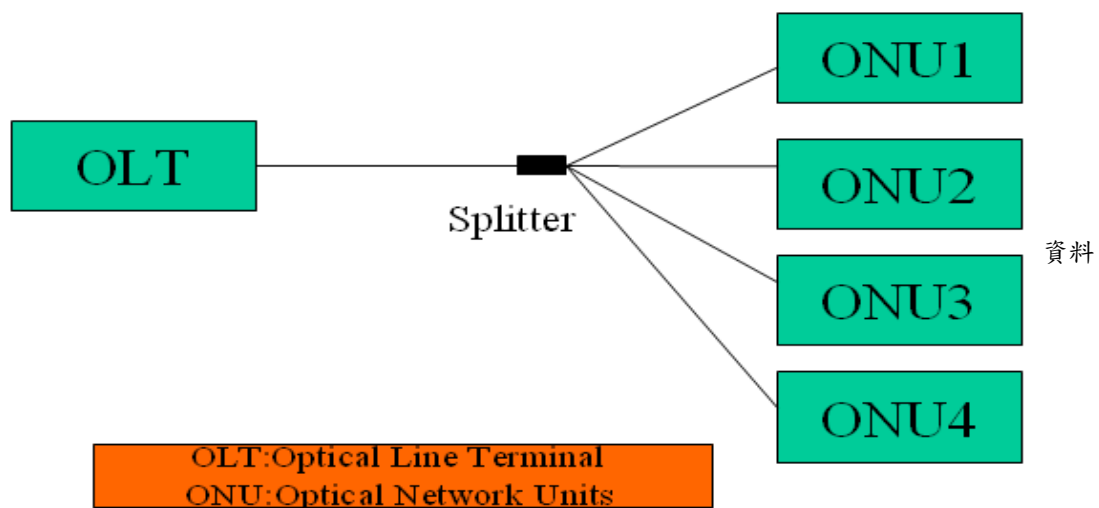
5-1-4. FTTH 方案：Ethernet + Media Converter

從機房將光纖直接拉到使用者的家中，用戶端須要一個媒介轉換器（Media Converter，MC），用來處理光電訊號的轉換，並提供 RJ45 介面，可連接用戶的乙太網路卡。以 ITU-T 的定義，MC 到用戶的終端電腦距離不超過 100 公尺的情況下才算是 FTTH。

5-2、被動式光纖網路之標準與技術

電信網路大概可以分成核心網路（core network）以及接取網路（access network）兩種。核心網路由長程或是中程的光纜線所組成，具有較充足的頻寬容量。但由於接取網路大部分仍然是由電纜傳輸，這對核心網路連接到接取網路而言，會有相當的頻寬瓶頸。再加上近年來建立光纖傳輸的成本不再是那麼的高因此光纖化對需要一個大容量頻寬且高速的接取網路而言，無疑是最有效的方法。

建構光纖網路時需要的節點元件主要分有「主動式」和「被動式」，所謂的「被動式」元件意即不需要電力便可完成訊號處理。而被動式光纖網路（Passive Optical Network；PON）意指除了終端設備需要用到電之外，中間的節點則是由這些被動式元件所組成。如圖 5-3 所示，被動式光纖網路由 OLT 傳送出來的光訊號，透過光纖經過被動元件（splitter），再將光訊號廣播給各個 ONU。藉由點對多點 Point to Multipoint，P2MP 的方式傳輸，大幅降低了線路的使用成本。此外由於被動式元件不需電力，減少了故障率，也大大的降低了營運商的維護成本。況且光纖網路還能提供高頻寬傳輸，因此被動式光纖網路對於接取網而言將是較好的網路架構。



來源：工研院整理

圖 5-3、PON Architecture

根據時代的演進，被動式光纖網路因為傳輸的架構以及標準規格的不同，演化成三種被動式光纖網路。

5-2-1. APON 傳輸技術

在 1998 年，由 ITU-T 底下的 FSAN（Full Service Access Network）Forum 成員共同研究之下，以 155Mbps ATM 技術為基礎，發展出以 ATM 為傳輸協定的被動式接取網路標準 G983.1，簡稱為 APON（ATM PON）。因為提出的時間較早，在北美、日本、歐洲都有 APON 產品的相關應用。由於 ATM 具有專屬線路並可要求傳輸速率的特性，因此具有 QoS、提供完備的 OAM、光纖頻寬專屬的優點。正也因為如此，光纖使用量以及投資的成本上都相對的較高。除此之外，目前大部分數據流都是在 IP/乙太網內傳輸，若是用 APON 傳送資料時還需在 IP 和 ATM 封包間做轉換，技術複雜且不具有效益。再者，在國內 ATM 網路受到了推廣受阻的影響，所以 APON 在我國幾乎沒有應用。在 2001 年時 FSAN 將 APON 標準經過改進，增加了新的特點。速度可支援到 622Mbps，也將名稱改為 BPON（Broadband PON）。

5-2-2. EPON 傳輸技術

由於近年來 Ethernet 網路的快速崛起，IEEE 802.3 在 2000 年時提出了 EPON（Ethernet PON）的概念。並在 12 月的時候成立了第一英里乙太網路聯盟 Ethernet in the First Mile Alliance; EFMA，針對 APON 過於複雜、成本過高、效率不好等缺點，致力於研究 EPON 的標準。在 2001 年 7 月開始制定 EFM 標準，並在 2003 年 9 月完成標準制訂。EPON 架構內傳送數據使用 IEEE 802.3 協議的 Ethernet frame，在一般網路中，不需要額外的格式轉換，效率也將提高。也因為

乙太網路是目前最廣泛的網路技術，建置的價格跟 APON 比起來也相對的較低，成為較主流的被動式光纖網路架構。

5-2-3. GPON 傳輸技術

在 2001 年 EFMA 提出 EPON 的概念之時，FSAN 組織針對 1Gbps 以上的傳輸速率的 PON 進行研究，對於 APON 傳輸效率低以及 EPON 無法提供良好的品質服務保證之下，希望發展出一種傳輸速率更快、被動元件可分歧的數量更多、更長的傳輸距離、支援多項服務（ATM、Ethernet、WDM...）並且能改善 APON 及 EPON 的缺點的網路架構，於是在 2002 年 9 月時提出 GPON（Gigabit-capable PON）的概念，ITU-T 於 2003 年 3 月完成了 G.984.1 和 G.984.2 標準的製定，並在 2004 年 2 月和 6 月完成了 G.984.3 的標準化。由於 GPON 提供高速傳輸與良好的 QoS 並且支援不同網路封包進行轉換，將是解決在接取網中各種服務存取的最好方式。

5-3、Next Generation SDH NG（SDH）之標準與技術發展

因應光纖通訊技術大量的發展，1986 年 AT&T 提出了光纖同步網路（Synchronous Optical Network，SONET）系統，之後 ITU-T 於 1988 年採用了 SONET 的概念，並加以修改成為適用於除了光纖之外的微波、衛星等不同的傳輸媒介，改稱之為同步數位階層系統（Synchronous Digital Hierarchy，SDH），是一套適用於不同傳輸技術的通用性標準，使的不同網路設備製造商所製造的產品能具備互通性。SONET/SDH 系統中所提供之頻寬以一條光纖 51.84Mbit/s 為單位，稱為 OC-1，並藉由同步傳輸之特性來結合多條光纖以提升頻寬，表 5-1 為 SONET/SDH 之頻寬資料與相對應之名稱，一般而言 STS 為 SONET 所使用之線路名稱，STM 則為 SDH 所使用。目前除了北美地區使用 SONET 系統之外，SDH 已經成為全球廣泛使用的網路傳輸系統，具有以下特徵：

- 以電路交換作為傳輸的基礎方式
- 採用 TDM 通訊協定
- 提供專屬的網路連接
- 不處理封包模式的通訊協定
- 屬於實體層通訊協定

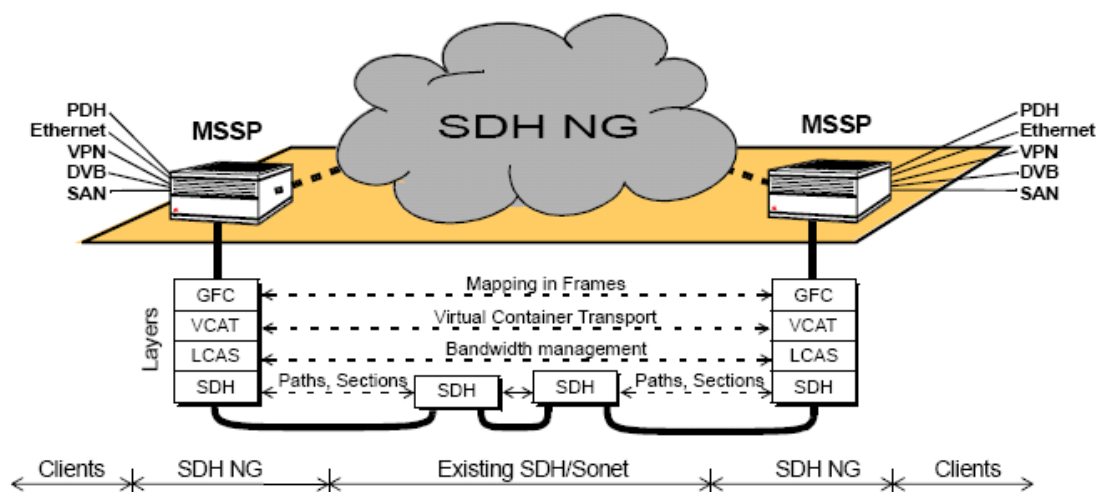
表 5-1、SONET/SDH 頻寬對應表

資料來源：工研院整理

SONET signals	Bit rates	Equivalent SDH signal
---------------	-----------	-----------------------

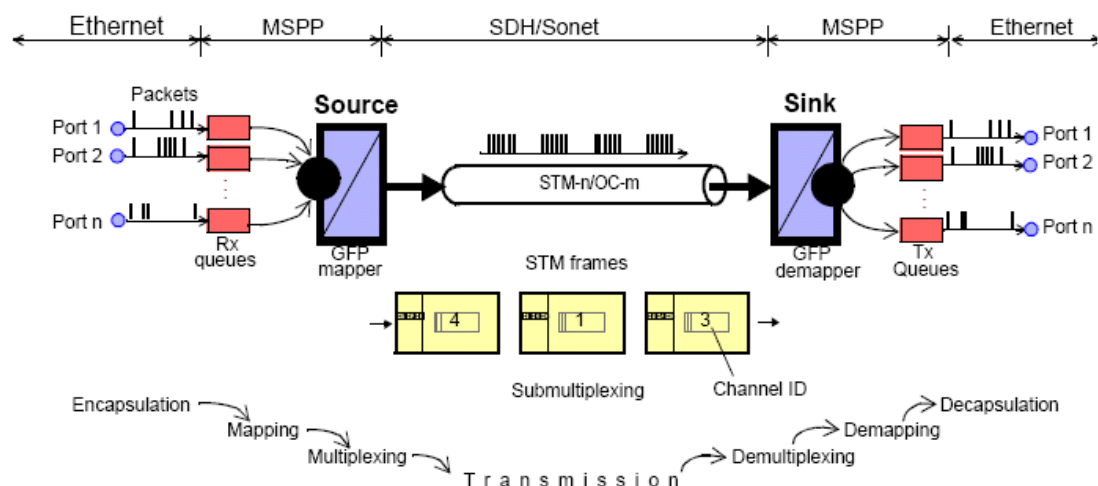
STS-1	OC-1	51.84 Mbit/s	STM-0
STS-3	OC-3	155.52 Mbit/s	STM-1
STS-9	OC-9	466.56 Mbit/s	
STS-12	OC-12	622.08 Mbit/s	STM-4
STS-18	OC-18	933.12 Mbit/s	
STS-36	OC-36	1244.16 Mbit/s	
STS-48	OC-48	2488.32 Mbit/s	STM-16
STS-192	OC-192	9953.28 Mbit/s	STM-64

SDH 是為了語音通訊所設計的標準，在資料的傳遞上是採用預先設定好之路線來傳輸統一格式之訊框的方式（即 Frame Relay），適用於對穩定性有高度需求的通話服務。但是，隨著 IP 網路的蓬勃發展，相關應用服務日漸增加，除了造成頻寬的需求上升之外，SDH 系統不善於處理封包資料的問題也就逐漸浮現。因此，為了要因應多元化的網路服務、提供更具彈性的頻寬使用，同時又不讓過往對 SDH 的投資付諸流水，於是就衍生出多業務傳送平台 Multi-service transport platform，MSTP 的概念，目的即是要建構出一個更具彈性的網路，而實際上則是透過新增的 MSSP 節點來處理相關的工作，如圖 5-4 所示，新增的 MSSP 節點位於原本 SDH 網路的邊界，主要的功能除了能夠連結許多不同類型的網路，同時也負責將頻寬做有效率的使用，以下介紹其中關鍵的技術。



資料來源：Trend Communications

圖 5-4、NG SDH 系統示意圖



資料來源：Trend Communications

圖 5-5、GFP 資料處理流程

Generic Framing Protocol (GFP)

定義於 ITU-T G.7041，GFP 是一種用來映射不同類型通訊協定的一套機制，與其他訊框映射方法相比，GFP 的特色是較有效率。如圖 5-5 所示，在 MSPP 上會有一個用來存放接收到之封包的佇列，負責將要送往 SDH 網路的封包暫存起來，而所謂的映射即是指將這些不同協定的封包資料，用有效率的方式包裝成 SDH 網路所使用之 STM 訊框。

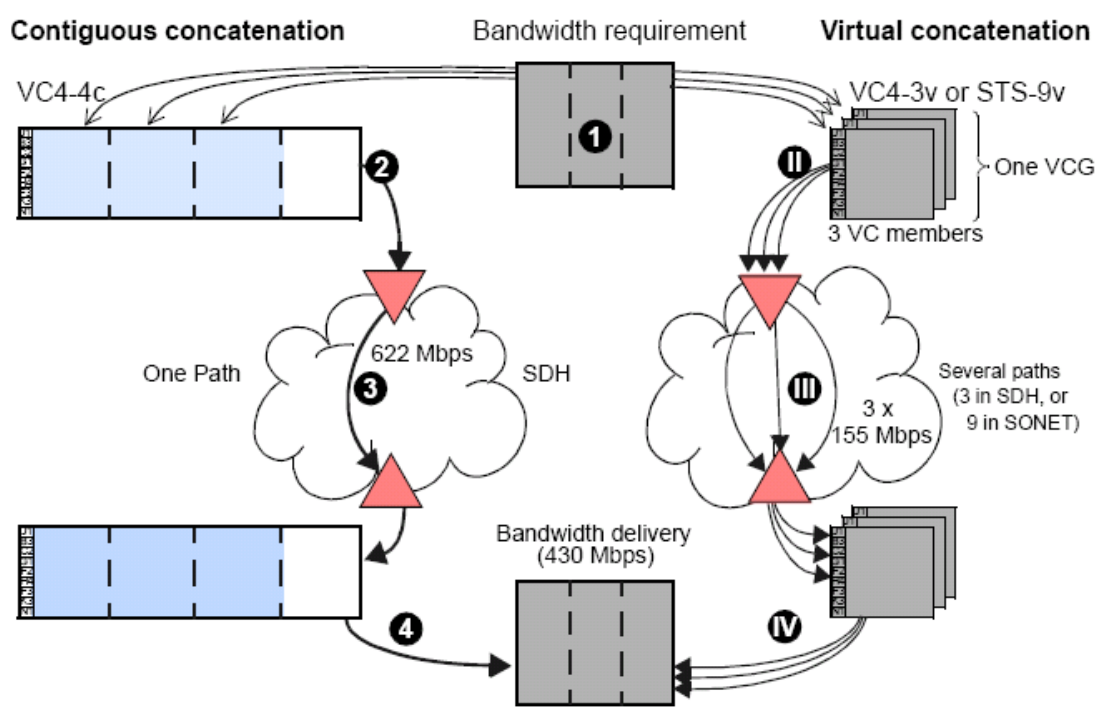
目前，訊框的映射有兩種模式：

1. Frame-Mapped GFP：GFP-F 能夠處理不同大小的封包資料，屬於網路中第二層的封裝。其方式是將一個完整的封包對應到一個 STM 訊框之中，並且捨棄沒有意義的空白封包，適於像是 Ethernet、PPP/IP 等較注重效率與彈性的傳輸協定，在進行映射之前必須接收到完整的封包，也因此可能會造成一些額外的延遲。GFP-F 的映射方式會根據不同的通訊協定而有所不同。
2. Transport GFP：屬於第一層封裝，GFP-T 適合用來映射等速率傳輸的資料，像是透過光纖、ESCON、1000BASE-T 等。其方法是不管上層的通訊協定為何，都直接將接收到的資料包裝成既定的 GFP 訊框格式然後送出，適用於對延遲忍受度低的應用。但是相對的缺點則是，不論是否有接收到封包資料，MSPP 都會持續的送出 GFP 訊框，而傳輸空白資料可能會被視為是浪費頻寬的行為。

Virtual Concatenation (VCAT)

連結 Concatenation 是在網路上傳輸資料時常常被用來提升傳輸效率的技術手段，透過把原本獨自傳送的資料連接起來，可以達到節省表頭與降低處理時間的功

效，在 SDH 網路上，當資料連結後對頻寬的需求超過某一層級的上限時，就必須使用更高一層的規格來傳送，就如連結後需要 420Mbit/s 頻寬的資料因為超過 STM-1 所能傳輸的量，而必須使用 STM-4 來傳送，顯然地，對於能提供 622Mbit/s 頻寬的 STM-4 而言，大概浪費了 200Mbit/s 的頻寬。虛擬連結(Virtual Concatenation, VCAT)就是一種為了提升 SONET/SDH 網路上頻寬使用效率而提出的連結方法。如圖 5-6 所示，左邊為連續連結 (Contiguous Concatenation) 方式，右邊則是 VCAT，相較於傳統的方法，VCAT 只是將資料作邏輯上的連結，形成一個虛擬連結群組(Virtual Concatenation Group, VCG)，而屬於相同 VCG 的資料成員在實際的傳輸上其實是互相獨立的，也因此雖然連結後的總頻寬需求是 430Mbit/s 卻可以使用多條較低層級的連線分別傳送 (STS-3 或是 STM-1)。



資料來源：Trend Communications

圖 5-6、SONET/SDH 中的兩種連結技術

5-4、General Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) 之技術架構

傳統 ATM 網路以固定長度之細胞做為資料傳輸的基本單元，並利用交換機上預先建立的輸入與輸出埠 Port 對應表來建立 ATM 網路，也就是說連上 ATM 網路之工作站在傳遞資料前並不需要先建立連線，並且享有專用的頻寬，具有簡單、快速、穩定的特性，但是當頻寬需求增加時就只能透過新增實體裝置來解決。在網路發展初期 ATM 技術很快的就被採納，但是當網際網路有了爆炸性的發展之後，頻寬的需求竟有了指數性的成長，使得 ATM 網路也逐漸不敷使用，而相較

於 ATM 網路，以 IP 為基礎的多樣化通訊協定，能夠提供不同應用服務所需要的功能，並且 IP Routing 也使的整個網路更具彈性。

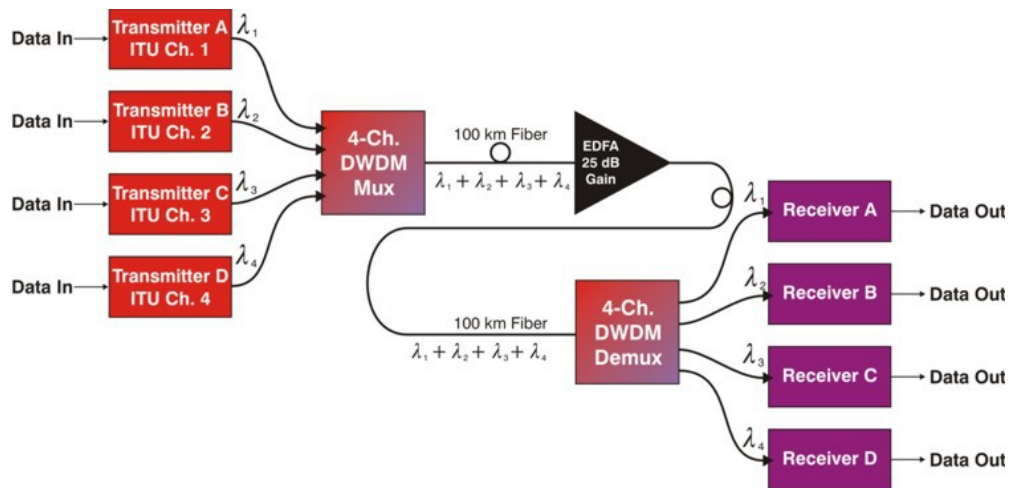
多重協定標籤交換技術（Multi-Protocol Label Switching，MPLS）則是一種新的網路交換技術，以 IP 封包作為資料傳送單元，並且將 IP 路由技術與標籤交換架構加以整合，除了能夠建立更適於傳送 IP 資料的網路，同時亦可實現 IP over ATM 架構。簡言之，MPLS 網路會將進入 MPLS 網路的封包加以分類並加上標籤，之後標籤交換機（Label Switch Router，LSR）便根據此一標籤資料進行交換。

通用多重協定標籤交換（General Multi-Protocol Label Switching，GMPLS）則是指以 MPLS 為基礎的協定組，以 IP 協定為基礎加以擴充，能夠支援多種形式的交換，如時槽交換、波長交換、光纖交換，只要是形式相似的 LSR 之間都可以建立標籤交換路徑（Label Switch Path），內容主要是涵蓋了信息交換以及路由機制兩大類控制功能。

5-5、DWDM 光纖網路技術

在光通訊中，波長多工分器（Wavelength-Division Multiplexing；WDM）是一種藉由不同雷射光的波長搭載不同的光訊號在同一條光纖上的技術。其原理來自於彩虹分合光波原理，當一束白光經過不同介質後會產生折射，將光分成不同顏色的波長。便可利用不同顏色的波長來放置光訊號，藉以增加光纖內傳輸的速度。而高密度波長多工分器（Dense WDM；DWDM）則是在一條光纖底下同時傳送更多的波長訊號，每個波長間隔小於 1nm 的技術。在 DWDM 的系統下，大致可以分成兩個部份。一為 DWDM 分波時所需要的元件，另一則是架構 DWDM 系統所需要的元件。

光纖網路透過 DWDM 傳送不同波長的訊號，如圖 5-7 所示，左邊的多工器 Multiplexer 就是將不同波長的訊號匯集成同一種訊號的元件；當訊號傳至目的地時，右邊的解多工器 DeMultiplexer 則是將光訊號分開成不同波長的元件。但在傳輸途中光訊號時常會因為距離的關係散射或衰減導致訊號衰弱，因此需要放大器來增強訊號強度。早期傳統放大器需要先做光電轉換才能放大訊號的功率限制住傳輸速度和頻寬，而在 DWDM 系統中使用摻鉕光纖放大器（EDFA）。可直接放大其訊號功率、高傳輸功率、低雜訊的優點也成為最普遍的光放大器元件。



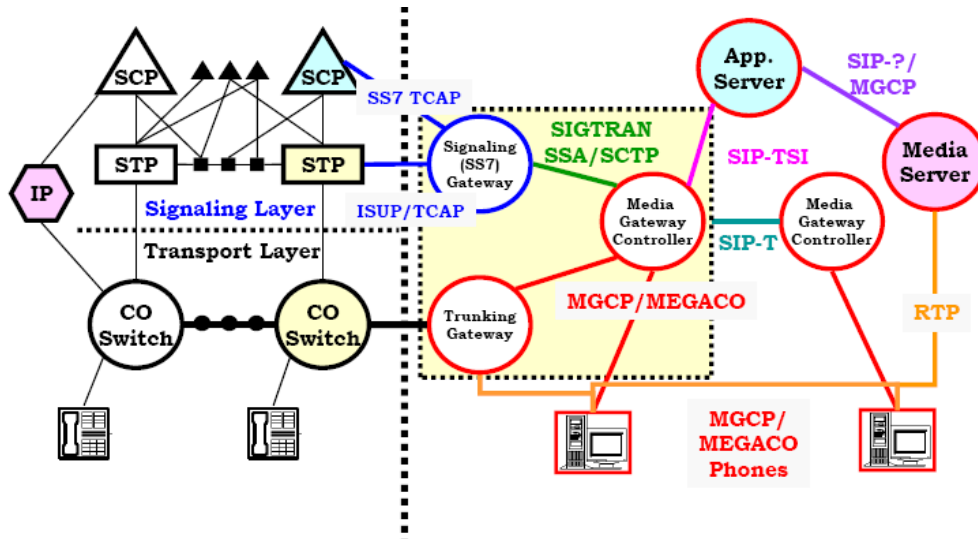
資料來源：Fiber-Optics.info

圖 5-7、DWDM Components

為了達成全光纖網路架構，光交換技術的發展佔了非常重要的比重。都會網路的重要匯接點處，光交換器（Optical Cross Connects；OXC）負責提供了路由的功能。透過光交換器的調度和路由下，將可更順利的優化光纖網路。並且在光交換器中引入光波長轉換的技術，當不同的波長匯集時，再將各訊號以適當的波長路由至適當的光纖內；而在光纖網路的各個節點處，則是靠光塞取多工器（Optical Add/Drop Multiplexer；OADM）元件處理光訊號。對於早期的 WDM 而言並沒有光塞取多工器的元件來說，將光訊號取出或加入都必須做一次的光電轉換的處理。除了必須額外使用轉換的元件外，在轉換的過程中耗費的時間更是讓降低整體的速度。而光塞取多工器可不需光電轉換便可直接加入或取出不同波長的光訊號到適當的位置。藉此實現全光纖網路。

5-6、Soft Switch 軟交換機之商用化設備

過去傳統電信網路（Public Switched Telephone Network；PSTN）使用專用的線路來提供連結，讓使用者藉此達到語音的交談。但隨著網際網路的快速崛起，數位化的處理衍生出新的產品。VoIP 透過 IP 整合了語音和資料的傳輸，使用者可在網路上便達到語音的交談。所謂軟交換機就是負責處理現今的網路電信與傳統電信網路之間的整合，並且提供網路管理和相關的應用服務。由於是將路由的功能藉由軟體的方式達成來取代硬體，為開放式的分層架構。因此在軟硬體擴充或是服務升級時都具有相當的彈性以及模組化的功能。圖 5-8 為軟交換機（圖右側）與傳統電信網路（圖左側）的架構示意圖：



資料來源：中正大學江為國教授

圖 5-8、Softswitch Architecture

軟交換機提供了語音與訊號分離的概念，在 PSTN 中語音透過局部交換機（CO switch）送至負責處理傳統電信語音與網路之間的轉換介面-媒體閘道器（Media Gateway），但依據所處的位置與處理的訊號不同轉換介面也就不同，在這裡使用的是幹線閘道器（Trunking Gateway）。在此架構中，媒體閘道控制器（Media Gateway Controller；MGC）透過 MGCP/MEGACO 溝通標準來控制不同的媒體閘道器，將語音或影像轉換過後的 RTP 格式透過網路傳送給使用者。而控制訊號則是根據判斷為一般通話或是智慧型服務的不同透過 SS7 網路送出不同的訊號，分別經由訊號轉送點 STP 或是服務控制點 SCP 送至訊號閘道器 Signaling Gateway 做處理，格式轉換後再交由 MGC。MGC 負責提供通話控制、訊號處理並產生通話紀錄 Call Detail Records；CDR。MGC 與訊號閘道器之間的傳輸不是使用普遍的傳輸控制協定 TCP，由於傳統電信發出的訊號通常都是急迫的，這對於 TCP 具有重送機制而言是不相符合的；再者 TCP 容易受到攻擊而導致當機，為了安全性考量，則是用較可靠的資料流傳輸控制協定 SCTP。為了能達到某種程度上的相容，相對於傳統電信提供服務的元件而言，在網際網路電信中也有相似的元件對應。媒體伺服器 Media Server 負責提供語音以及服務相關的資源，而應用伺服器 Application Server 則是負責運行和管理所提供的服務應用。

對於傳統電信而言，傳統的交換機是將服務以及相對應的呼叫控制合在一起傳輸。而軟交換機則實現了呼叫控制與媒體分開傳輸的想法。也由於是以軟體的方式來實現，因此軟交換器的概念便可使的次世代網路 NGN 語音服務功能與傳統電信的交換機功能相容，也確保以 IP 語音技術可以替換 PSTN 網路中的交換機。除此之外，軟交換機還包含了一項特點，就是應用分離。這對於應用提供服務商而言，除了針對傳統電信所提供的服務做銜接外，對於 IP 化的新型交換網路，

更能提供新穎、豐富的服務種類給使用者。

由於軟交換機設備必須提供不同網路的互通性、支援多種應用服務的能力、網路管理，製作門檻高，幾家國際電信大廠都有再做相關的生產以及研發。如 Alcatel-Lucent 的 5020 Element Manager、Clarent NGN Softswitch、Nortel 的 Communication Server 1500 等都是市面上軟交換機的產品。

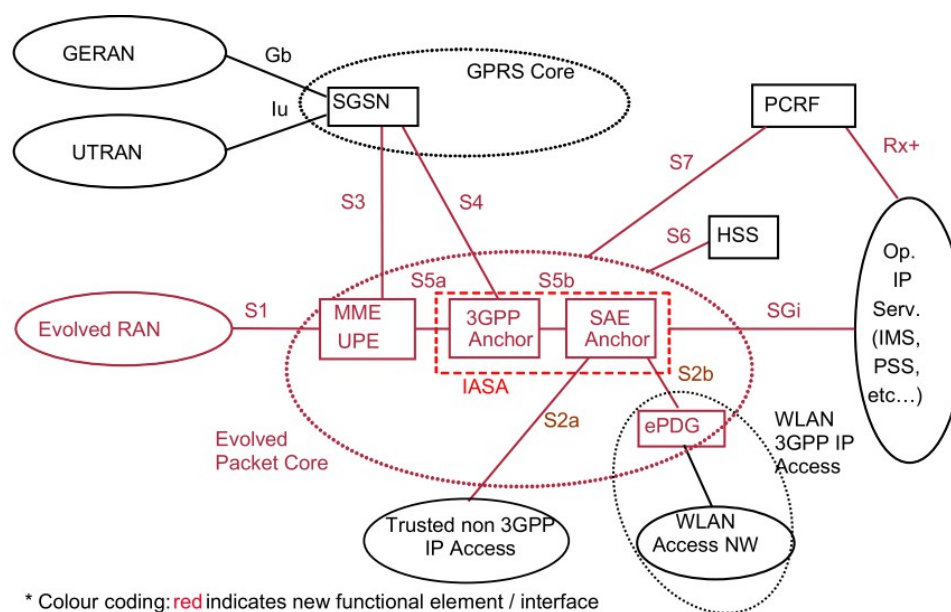
5-7、結論

以上簡介實體傳輸網路技術，為能具體實現 NGN IMS-based IPTV 架構，除在硬體網路架構上需作整合外，相對應之軟體架構與通訊協定亦需根據國際標準來整合。

陸、LTE 行動通信系統與 NGN 使用之終端設備、接取設備、核心網路設備等商用化系統設備規格

6-1、LTE/SAE 網路架構

在 3GPP TR 23.882 技術文件中，對於新一代的 LTE/SAE 的邏輯架構的描述如圖 6-1 所示。LTE 是一個全新的無線電接取架構，是為了延續 HSPA 行動通訊服務，但在多重接取技術上不是使用 WCDMA。第三代行動通訊系統 UMTS 無線電網路稱為 UTRAN 地面無線電接取網路，如圖 6-1 所示，包含 UMTS Terrestrial Radio Access 與 UTRAN 二部份。UTRA 指的是以 WCDMA 多重接取技術為主的無線電系統，UTRAN 則為無線電接取網路，包含用戶裝置 UE、基地台 Node B 與 RNC。在 LTE 的架構中無線電接取網路稱為 Evolved Radio Access Network (Evolved RAN)，如圖 6-1 所示，包含 Evolution UMTS Terrestrial Radio Access，E-UTRA 與 E-UTRAN 二個部份。E-UTRA 是無線電接取技術，為 UTRA 接取技術的演進，上行鏈路採用 SC-FDMA 多重接取技術，下行鏈路採用 OFDMA 多重接取技術。E-UTRAN 則包含用戶裝置與基地台 eNode B。



資料來源：3GPP

圖 6-1、LTE/ SAE 系統之邏輯演進架構

6-2、LTE/SAE 商用系統

在過去的十多年來，3GSM 系列的技術/WCDMA/HSPA，在數據傳輸速率上增長了 1,000 倍，並同時兼顧了與早期行動電話的完整向下相容性。3GPP 技術在不久的將來，將會有能達到 42Mbps 下載傳輸速率的 HSPA 演進。LTE 技術則被定位為在此一演進路程中，能在近期內提供超過 100 Mbps 下載傳輸速率的技術，

並在持續進展的下一步驟，將能提供超過 300 Mbps 下載傳輸速率。隨著市場的成長，行動寬頻用戶的增加數量已經超過固接式寬頻用戶。全球行動網路的數據網路流量預計到了 2010 年將會超越語音網路流量，這個現象已經在 HSPA 的網路上發生了。預計到了 2012 年，在 18 億的寬頻用戶中，超過三分之二將是行動寬頻用戶。分析師預測，到了 2011 年每年將會有將近 2 億台筆記型電腦的出貨，而易利信相信其中至少一半將有內建的 HSPA 行動寬頻模組。

根據 3GPP 的規劃，分成下列幾個階段：

- 研究階段：2005 年 3 月到 2006 年 6 月完成可行性研究報告。
- 工作階段：2006 年 6 月到 2007 年 6 月完成核心技術的規範工作。
- 標準制訂階段：在 2007 年中期完成 LTE 相關標準制訂 3GPP Release 8。
- 商用化階段：在 2008 年或 2009 年正式商用化。

為了增強 3GPP 系統能力以對抗快速的 IP 資料量的成長，運用在第三代行動通訊網路之分封交換技術必須更進一步的演進。持續演進與系統之最佳化皆有其必要性，用以維持其效能與成本之競爭優勢。LTE 之重要性還包括減少延遲、高資料傳輸率、增加系統容量與涵蓋率，以及降低營運上的成本。續 HSPA 之後，3GPP 已經發佈 Release 8 的標準規範，稱為 LTE。

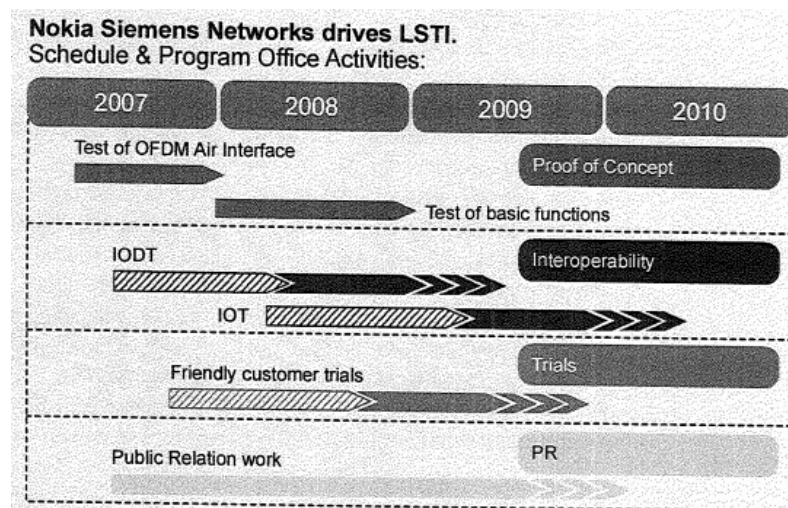
2007 年 5 月首次在 LTE 演進版本的試驗中，成功證實行動電話無線電接取技術可以提供更高的無線數據速率，而這項報告是由 LTE/SAE 測試聯盟 LTS/SAE Trial Initiative，LSTI 所發佈的。LSTI 是由全球電信領導業者與廠商所成立的，這些領導廠商有 Alcatel-Lucent、Ericsson、法國電信/Orange、Nokia Siemens Networks、Nortel、T-Mobile 與 Vodafone，以及最近新加入的中國移動、華為、LG、NTT DoCoMo、Samsung、義大利電信與 ZTE。

本次試驗證實 LTE 技術的確可以針對固定裝置與行動裝置提供高速的數據傳輸率，以及 LTE 實體層的效能可以達到固定與移動時峰值數據傳輸率的目標，而這些的證實是經過一連串符合性的測試程序與分析方法。LSTI 主要分成三個階段：觀念的證明、互通性與試驗。這樣的試驗將會持續至 2009 年年底，並且計畫在 2010 年建置首套 LTE 系統。

從上述所發佈的報告，首套 LTE 商用系統將在 2010 年以後建置，在此之前，各家設備廠商所提供的 LTE 設備仍未明；甚至由於市場競爭，各家設備廠商的 LTE 商用系統設備是處於保密的狀態。根據 3GPP 對於 LTE/SAE 的計畫時程，在 2008 年底前完成首版的技術規範，2009 年完成 LTE 系統的試驗，並且在 2010 年初展示第一套 LTE 商用系統。

6-2-1. Nokia Siemens Networks

Nokia Siemens Networks 於 2007 年 12 月在德國柏林市中心展示其 LTE/SAE 多使用者試驗，使用 2×2 MIMO 天線系統，下行鏈路峰值數據傳輸率達 173Mbps，以超過 100Mbps 的速率在距離數百公尺的範圍內傳輸。這次的試驗證明了在現行的基地台可以實現 LTE/SAE 技術。Nokia Siemens Networks 發展 LTE/SAE 技術的時程如圖 6-2 所示。



資料來源：Nokia

圖 6-2、LSTI 進度與時程表

為使 LTE/SAE 演進的過程順利，Nokia Siemens Networks 針對其 LTE/SAE 演進的時程擬定了一系列的安裝基準與策略：

- 3G 電信業者已建置 Internet-HSPA 系統者，其網路架構已具備類似 LTE/SAE 的平坦式架構，因此導入 LTE/SAE 時具有較高的成本效益。
- 3G 電信業者已建置 WCDMA/HSPA 系統者，可直接將 WCDMA/HSPA 升級至 LTE/SAE。
- 2G 電信業者已建置 GSM/GPRS 系統者，可直接導入 LTE/SAE，或是經過 WCDMA/HSPA 階段後再升級至 LTE/SAE，視電信業者推出行動寬頻服務的時程與其擁有的有效頻段。
- 已建置 CDMA 系統的電信業者可直接導入 LTE/SAE，或選擇上述其中一個策略。
- 已建置 Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access (TD-SCDMA) 系統的電信業者，比較適合導入 TDD 之 LTE 系統。

6-2-2. Ericsson

Ericsson 技術長 Håkan Eriksson 指出：2008 年，易利信會將 64QAM 及 2×2 MIMO 功能整合到產品，並放到下一版的商業軟體昇版中。澳洲的 Telstra 已經宣佈今年將升級它既有的網路，使其具有易利信 64QAM 的功能，讓澳洲多數地區的 21 Mbps 網路速度成為可能。64QAM 技術的使用，使得下載速度有增加 50% 的可能。另外，2×2 MIMO 利用多重發射和多重接收的傳輸通道和天線，使下載數據傳輸速度倍增，加強了網路的性能。透過結合 64QAM 和 2×2 MIMO，最高達 42 Mbps 的下載數據傳輸速度在 HSPA 網路上將成為可能。同時，在 HSPA 上傳網路內，透過 16QAM 調變技術的引進，將可提供最高 12 Mbps 的數據傳輸速度。除此之外，多載波的運用更，更可以將速度提升至 160 Mbps。如同射頻界面的持續地改進，CN（Core Network）也不斷地增強並且優化。迎合 HSPA 技術，3GPP 也提出了利用「One Tunnel Solution」所強化的網路參考架構，來優化 CN 對行動無線寬頻服務的傳送。

2008 年易利信將在 2.6 GHz 頻段上提供 HSPA 與 LTE 技術，以支援在瑞典 2.6 GHz 頻譜拍賣中取得該段頻譜的電信業者可以快速建置先進的行動通訊網路。歐洲國家如奧地利、荷蘭、義大利與英國也將陸續在 2008 年進行 2.6 GHz 頻譜拍賣。易利信所提供的基地台方案以 RBS 3000 與 RBS 6000 二個射頻網路產品為主，RBS 3000 同時支援 WCDMA/HSPA/LTE 接取技術，而 RBS 6000 則同時支援 GSM/EDGE/WCDMA/HSPA/LTE 接取技術。支援成對與非成對的頻寬配置，可實現目前與未來對於無線寬頻頻譜的高效能利用。對於簡化 LTE 網路的建置與管理，射頻網路產品也支援了即插即用（Plug-and-Play）、自我組態設定（Self-configuration）與自我優化（Self-optimization）等功能，能夠有效地降低 LTE 射頻網路建置與維運成本。另外，在用戶裝置 UE 部份，易利信將於其首批商用 LTE 終端設備提供高達 150 Mbps 的下行鏈路數據傳輸率。

LTE 提供能滿足未來對支援多重頻寬大容量系統需求，極為清楚的演進時程。在提供現有 2G/3G 系統能夠順利升級演進的同時，LTE 也會利用到未來將指配給行動通信使用的其他射頻頻寬（包括了類比電視正在使用的頻寬）在 LTE 規範中明定了下行鏈路至少 100 Mbps 的數據傳輸速度，以及在射頻接取網路內少於 10ms 的雙向延遲。實際上，LTE 技術有可能達到下行鏈路 300Mbps 的數據傳輸速度，甚至更高，易利信已經成功展示了 160Mbps 的 LTE 數據傳輸速度。易利信在 2008 年 2 月巴塞隆納全球大會上，發布了新一代的基地台產品「多標準的基地台」，實現了多種標準在同一平台上的支持。在現有 2G/3G 網路中部署此基地台，日後可以非常方便地升級為 Long Term Evolution-Frequency Division Duplex，LTE-FDD 或者 Long Term Evolution-Time Division Duplex，LTE-TDD 系統，節省大量建置網路成本。

在既有網路的建置上，易利信在基地台與 CN 的產品組合，可升級至 LTE/SAE，對於新網的建置，易利信亦正發展各式的 LTE 基地台。除此之外，易利信的 LTE 行動平台，將能適用於不同形式的終端設備，包括了寬頻模組，固

定式的無線終端，以及各種移動式的終端等。這樣的組合，將使得行動寬頻服務無所不在。

在 CN 部份，作為網路架構演進的下一步，與 LTE 同時被 3GPP 所規範的 SAE，是具有雙節點的平坦化網路架構。SAE 能將網路流量的傳送路徑最佳化，並將 QoS 機制簡化，對全 IP 化的服務來說具有極佳的可延展性與經濟部署成本。而且，對於從 GSM/WCDMA/HSPA 逐步升級到 LTE/SAE 的電信業者而言，這種方法將能充分保持對舊有網路的向下相容性。SAE 也能容納像 CDMA/CDMA 2000 等 3GPP2 和 諸如 WLAN 等非 3GPP 的接取技術，讓採用 GSM/HSPA，CDMA 和 TD-SCDMA 接取技術的系統業者，都能同樣順利地執行技術演進，同時代表了 LTE 可以利用全 IP 化的基礎、簡化且容易建造的核心與運輸網路，引進並維運新的服務，而跟現有的網路平行部署，並且有效地共存。既有 HSPA、CDMA 和 TD-SCDMA 接取技術的電信業者，能利用 LTE 增加網路容量和效能，而新進的電信業者則能直接部署 LTE/SAE。雖然易利信相信大部分的網路將先演進至 HSPA，並且受益於 HSPA 經濟規模所帶來的好處，但理論上，GSM 電信業者還是能直接演進至 LTE/SAE 網路。

3GPP 第八版的 LTE 會是下一個無線行動通訊的重要里程碑。它將會帶給使用者超乎想像的使用經驗，並且支援對網路效能要求更高的應用服務，諸如互動式的電視服務 Interactive TV、上傳用戶自製的影音、遊戲、或是一些專業的服務等。LTE 是使用 Orthogonal Frequency Division Multiplexing，OFDM 的射頻接取技術，搭配先進的天線技術。3GPP 第八版亦制定了扁平化、以全 IP 化為基礎的 CN 架構 SAE。LTE/SAE 這樣的系統架構概念，主要是為了實現能夠支援目前已廣泛被市場所採用的，以全 IP 化為基礎的服務的目標。此一 LTE/SAE 的架構是由現有 GSM/WCDMA 的 CN 演化而來，希望能簡化維運的成本，並且能以最經濟的成本順利建置。

6-3、LTE/SAE 系統效能研究

在 3GPP Technical Specification Groups 之 RAN1#48 中，LTE 基本的系統效能與 HSPA 效能比較的效能增益研究項目已於 2007 年結束，為了確定最後 LTE 系統能夠實現這些效能增益，許多電信業者要求在完成階段三的工作之前，執行效能工作項目的確定。在 LTE 研究項目結束前，效能的確定對於了解 LTE 系統設計是否能符合要求是必要的工作，並且確定是否有其他工作能夠提升系統效能以符合未來效能目標。這些研究項目包含：研究腳本、效能指標與模擬假設。

假設效能評估事例與相關的指標就電信業者的角度而言具有其相關性，大部份的現有的效能指標直接與需求相關，其他為了 LTE 全效能評估的實例與指標則與電信業者需求相關。

6-3-1. 頻譜使用效能分析

LTE 使用最高至 20MHz 的頻寬配置、高序的 64QAM 調變技術與 MIMO 天線傳輸技術以提供高的峰值數據傳輸率。在調變技術上，QPSK 的調變技術每一個符元可以攜帶 2 個位元，16QAM 的調變技術每一個符元可以攜帶 4 個位元，64QAM 的調變技術每一個符元可以攜帶 6 個位元。天線傳輸技術上，4×4 的 MIMO 天線陣列可以提供約二倍的峰值數據傳輸率。因此，QPSK 調變技術具有 1/2 編碼率，頻譜效益（spectral efficiency，bps/Hz）為 1 bps/Hz；64QAM 調變技術沒有任何編碼，使用 2×2 的 MIMO 天線陣列，頻譜效益為 12 bps/Hz。

依據不同的頻譜配置，E-UTRA 對於瞬間的峰值數據傳輸率（peak data rate）具有明顯的增強。峰值數據傳輸率必須視用戶裝置 UE 端發射與接收天線的數量而定，因此對於 UE 的發射與接收天線的設定依據如下的參考設定：

(1) 下行鏈路：二支接收天線。

(2) 上行鏈路：一支發射天線。

E-UTRA 應能重大提升頻譜使用效能，以及增加細胞邊緣之位元傳輸率來維持現行相同之站台位置。頻譜使用效能重大提升必須如以下所述：

下行鏈路

在一具有負載之網路，頻譜使用效能指標（bits/sec/Hz/site）為 Release 6 HSDPA 的 3 至 4 倍。頻譜使用效能指標能達成之假設條件為相關之 Release 6 參考效能，係根據 Node B 為單一傳送天線且 UE 具有增強效能 Type 1 接收天線；而在 E-UTRA 之上 Node B 可能具備最多二支傳送天線，而 UE 可能具備最多二支接收天線。

根據以上 UE 的天線設定，使用 20MHz 的頻寬配置下，E-UTRA 系統可以支援下行鏈路瞬間之峰值數據傳輸率為 100Mbps，每 Hz 的位元率為 5bps/Hz。通常峰值數據傳輸率與配置的頻寬大小有線性比例關係。在下行鏈路的頻寬配置處於分享的情況下，E-UTRA 系統不必支援上所述瞬間的峰值數據傳輸率效能。

上行鏈路

在一具有負載之網路，頻譜使用效能指標（bits/sec/Hz/site）為 Release 6 HSDPA 的 2 至 3 倍。頻譜使用效能指標應能藉由在 E-UTRA 環境中，UE 配置單一傳送天線與 Node B 配置二支接收天線來達成。

在上行鏈路部份，使用 20MHz 的頻寬配置下，E-UTRA 系統可以支援上行鏈路瞬間之峰值數據傳輸率為 50Mbps，每 Hz 的位元率為 2.5bps/Hz。通常峰值數據傳輸率與配置的頻寬大小有線性比例關係。在上行鏈路的頻寬配置處於分享的情況下，E-UTRA 系統不必支援上所述瞬間的峰值數據傳輸率效能。

頻譜彈性配置

支援不同頻寬大小的頻譜配置：

- E-UTRA 之頻譜配置應能運作在不同大小的頻寬，上行鏈路與下行鏈路皆支援包含 1.4MHz、1.6MHz、2.5MHz、5MHz、10MHz、15MHz 與 20MHz 的頻譜配置，並支援成對與非成對的頻譜配置。
- E-UTRA 應能同時在”僅下行鏈路”與”下行鏈路與上行鏈路”二種模式下彈性支援廣播傳輸，允許有效頻譜之最佳化使用。
- E-UTRA 應能根據特定的需求或電信業者政策，彈性修改廣播傳輸之無線電資源指派。
- 非必要的成對與非成對頻段分裂操作應避免。

支援分集頻譜配置：

- 系統應能支援內容傳遞在資源聚合之上，包含相同與不同頻段、上行鏈路與下行鏈路，以及鄰近與非鄰近通道配置之無線電頻段資源（如功率與調適性排程等）。
- 根據 UE 與網路的複雜度與成本情況下，支援上述之需求等級。
- 當電信業者之所有頻譜為有效時，才能定義無線電頻段資源。

頻譜部署

E-UTRA 被要求處理以下的頻譜部署：

- 相同地理位置之共存與 GERAN（GSM EDGE Radio Access Network）/3G 鄰近通道之共站。
- 相同地理位置之共存與電信業者間鄰近通道之共站。
- 重疊共存與/或郊區邊界鄰頻共存。
- E-UTRA 應能獨立運作。
- 所有頻段應能順應後續的 3GPP 版本，並與頻段原理無關。

6-3-2. Throughput 效能分析

以下所列之指標皆為重要，而以細胞邊緣（cell edge）指標為最重要，係因其影響網路規劃。考量平均的吞吐量與頻譜效能，MIMO 勢必能帶來明顯的效益，但不見得對細胞邊緣指標有所幫助。然而，細胞邊緣指標比平均吞吐量與頻譜使用效能更具有挑戰性。頻寬配置的大小與子載波的指派有關，如表 6-1 所列。

表 6-1、頻寬配置與子載波數量對應

資料來源：電信技術中心整理

頻寬配置	1.4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	20 MHz
子載波數量	72	180	300	600	1,200

假設每一個 1ms 的子訊框有 13 個資訊符元，下行鏈路可到達的峰值數據傳輸率如表 6-2 所列。理論上最高的數據傳輸率約為 170 Mbps，如果使用 4×4 的 MIMO 天線陣列，理論上最高的數據傳輸率增加一倍，約為 340 Mbps。

表 6-2、下行鏈路峰值數據傳輸率

資料來源：John Wiley & Sons Ltd

Modulation coding		Peak bit rate per sub-carrier/bandwidth combination				
		72/1.4 MHz	180/3.0 MHz	300/5.0 MHz	600/10 MHz	1200/20 MHz
QPSK 1/2	Single stream	0.9	2.2	3.6	7.2	14.4
16QAM 1/2	Single stream	1.7	4.3	7.2	14.4	28.8
16QAM 3/4	Single stream	2.6	6.5	10.8	21.6	43.2
64QAM 3/4	Single stream	3.9	9.7	16.2	32.4	64.8
64QAM 4/4	Single stream	5.2	13.0	21.6	43.2	86.4
64QAM 3/4	2 × 2 MIMO	7.8	19.4	32.4	64.8	129.6
64QAM 4/4	2 × 2 MIMO	10.4	25.9	43.2	86.4	172.8

舉例而言，假設每一個 1 ms 的子訊框有 13 個資訊符元，使用無編碼率的 64QAM 調變技術，天線陣列為 2×2 MIMO，具有 1,200 個子載波的 20MHz 通道頻寬，如以下公式之下行鏈路峰值數據傳輸率等式，峰值數據傳輸率為 172.8 Mbps。

$$\text{Peak bit rate [Mbps]} = \frac{\text{bps}}{\text{Hz}} \times (\text{Number of sub - carriers}) \times \frac{\text{Number of symbols per subframe}}{1 \text{ ms}}$$

上行鏈路峰值數據傳輸率表 6-3 所列，使用 64QAM 調變技術，上行鏈路峰值數據傳輸率最高可以 86 Mbps；使用 16QAM 調變技術，上行鏈路峰值數據傳輸率最高可以 57 Mbps。上行鏈路的峰值數據傳輸率比下行鏈路的峰值數據傳輸率低的原因是因為上行鏈路沒有使用 SU-MIMO（Single User MIMO）天線陣列，如果上行鏈路使用 MIMO 天線陣列，會有更高的峰值數據傳輸率。

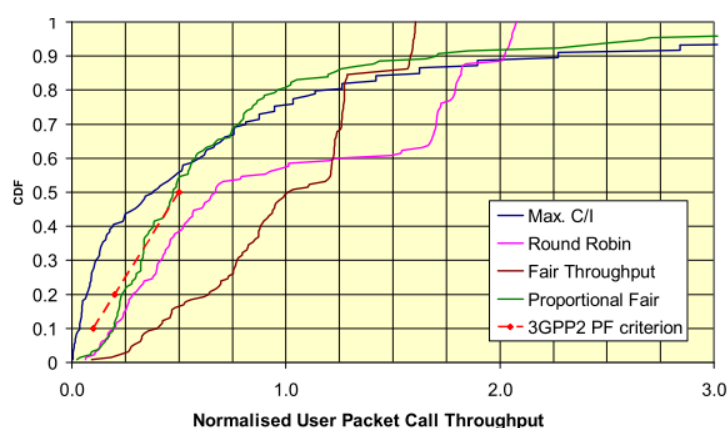
表 6-3、上行鏈路峰值數據傳輸率

資料來源：John Wiley & Sons Ltd

Modulation coding		Peak bit rate per sub-carrier/bandwidth combination				
		72/1.4 MHz	180/3.0 MHz	300/5.0 MHz	600/10 MHz	1200/20 MHz
QPSK 1/2	Single stream	0.9	2.2	3.6	7.2	14.4
16QAM 1/2	Single stream	1.7	4.3	7.2	14.4	28.8
16QAM 3/4	Single stream	2.6	6.5	10.8	21.6	43.2
16QAM 4/4	Single stream	3.5	8.6	14.4	28.8	57.6
64QAM 3/4	Single stream	3.9	9.7	16.2	32.4	64.8
64QAM 4/4	Single stream	5.2	13.0	21.6	43.2	86.4

下行鏈路

- user throughput per MHz 指標在 5% 的累加分佈函數（Cumulative Distribution Function，CDF），如圖 6-3 所示為 3GPP Release 6 HSDPA 的 2 至 3 倍。



資料來源：NGMN

圖 6-3、一般化的用戶封包話務吞吐量之累加分佈函數 CDF 範例

- averaged user throughput per MHz 指標為 3GPP Release 6 HSDPA 的 3 至 4 倍。
- 上述指標能達成之假設條件為相關之 3GPP Release 6 參考效能，係根據 Node B 為單一傳送天線且 UE 具有增強效能 type 1 接收天線；而在 E-UTRA 之上 Node B 可能具備最多二支傳送天線，而 UE 可能具備最多二支接收天線。
- user throughput 應能根據頻寬來動態調整。

上行鏈路

- user throughput per MHz 指標在 5% 的 CDF 點為 Release 6 增強式 uplink 的 2 至 3 倍。（UE 配置單一傳送天線，Node B 配置二支接收天線）。
- averaged user throughput per MHz 指標為 3GPP Release 6 增強式 uplink 的 2 至 3 倍。（UE 配置單一傳送天線，Node B 配置二支接收天線）。

- 上述之指標應能藉由在 E-UTRA 環境中，UE 配置單一傳送天線與 Node B 配置二支接收天線來達成。更大的 user throughput 應能藉由 UE 配置多重傳送天線來達成。
- user throughput 應能根據頻寬而調整，而最大的傳輸功率亦可調整。

6-3-3. 交遞特性與移動性分析

UTRAN LTE 除了在傳輸速率達到接近 4G 的技術標準，在移動時還能提供一穩定與快速之交遞 Handover。所謂交遞，即是 UE 從服務中的細胞 serving cell 移到其他的細胞，如目的地細胞 target cell 之行為。為了支援蜂巢式行動網路之移動特性，以及達到穩定且快速之交遞，3GPP 針對 E-UTRAN 的移動性之要求如下：

- UE 每小時 0~15 公里之低速移動：達到移動特性之最佳化。
- UE 每小時 15~120 公里之高速移動：達到移動特性之高性能表現。
- UE 每小時 120~350 公里之超高速移動：維持其移動特性。E-UTRAN 實體層的參數應能在時速每小時 350 公里的情況下仍然能保持連線，或是每小時 500 公里的情況下使用不同的頻段來實現。
- 在 3GPP Release 6 標準規範中，所有不同移動速率之電路式交換領域（Circuit Switched domain，CS domain）之服務，如語音或其他即時服務等，皆須保有其在 UTRAN 中相同之服務品質。
- 跨不同 E-UTRA（intra E-UTRA）時，其交遞所造成品質上的影響須小於或等於在 GERAN 電路式交換領域所能提供的交遞品質之影響。
- E-UTRAN 應能在跨系統交遞（intra-system handover）時，具備技術能力與機制以支援最佳化的延遲與封包遺失。

6-3-4. 涵蓋率效能分析

E-UTRA 應有足夠的彈性以支援各種不同涵蓋範圍的場景，以達到效能的目的，重覆使用已存在的 UTRAN 站點與載波頻率，特別是 cell edge 效能必須考量在有限 C/I（Carrier-to-Interference Ratio）的假設情況之下。然而，如何達到預期的 C/I 效能，在 3GPP Release 6 HSDPA/Enhanced Uplink 中並不是那麼的重要。

就最大細胞涵蓋範圍 E-UTRA 應支援以下的需求：

- 涵蓋範圍最大至 5 公里：效能目標應達到上述之吞吐量、頻譜效益與移動性要求。
- 涵蓋範圍最大至 30 公里：就吞吐量方面所能達到的效能目標則允許輕微的下降，頻譜效益方面的效能目標明顯下降是可被允許的，然而在移動性方面的效能目標應符合移動性需求。
- 涵蓋範圍最大至 100 公里：不應被排除在技術規範之外。

6-3-5. 發射功率密度與干擾效能分析

基地台輸出功率

基地台輸出功率 P_{out} ，為一個載波傳遞至一個負載之平均功率，負載的阻抗相等於發射器的阻抗。基地台最大輸出功率 P_{max} ，為發射器在特定參考條件下的發射期間，於天線連接器量測到的每一個載波的平均功率等級。在一般的條件下，最小要求之基地台最大輸出功率應保持在製造商制定的輸出功率+2 dB 與-2 dB 之間。在極端的條件下，基地台最大的輸出功率應保持在製造商制定的輸出功率+2 dB 與-2 dB 之間。

- RE (Resource-element) 功率控制動態範圍：RE (Resource-element) 功率控制動態範圍在特定的參考條件下基地台最大輸出功率不同於 RE (Resource-element) 功率與平均 RE (Resource-element) 功率。非必要的放射與發射調變品質應維持在全部的功率控制動態範圍。最小要求之 RE (Resource-element) 功率控制動態範圍如表 6-4 所列。

表 6-4、E-UTRA 基地台之 RE 功率控制動態範圍

資料來源：電信技術中心整理

RE 的調變方法	RE 功率控制動態範圍 [dB]	
	(down)	(up)
QPSK (PDCCH)	-6	+4
QPSK (PDSCH)	-6	+3
16QAM	-3	+3
64QAM	0	0

- 總功率動態範圍：特定的參考條件下總功率動態範圍不同於 OFDM 符元之最大與最小功率。最小要求之下行鏈路總功率動態範圍應大於表 6-5 所列之等級。

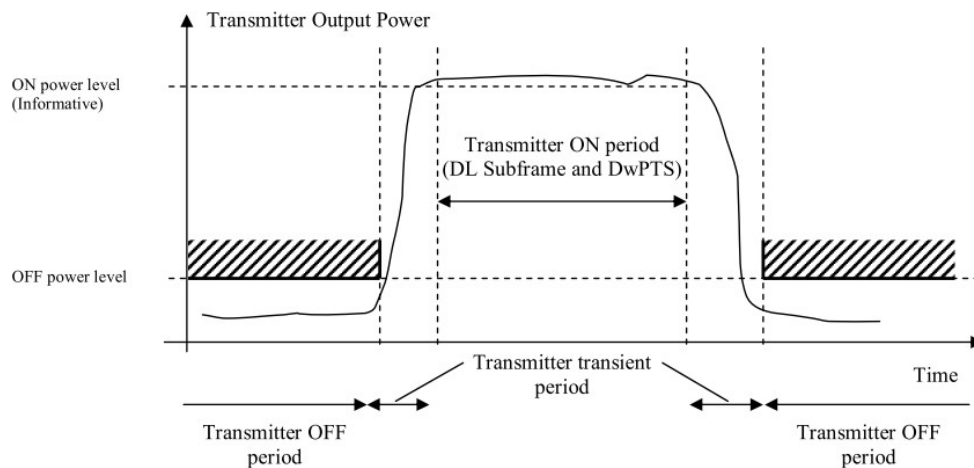
表 6-5、E-UTRA 基地台之 RE 總功率控制動態範圍

資料來源：電信技術中心整理

E-UTRA 通道頻寬 [MHz]	總功率動態範圍 [dB]
1.4	8
3	12
5	14
10	17
15	19
20	20

發射開啟/關閉功率要求僅適用於 E-UTRA TDD 基地台。

- 發射關閉功率：發射關閉功率定義為量測超過 $70\mu\text{s}$ ，以頻寬等同於基地台指定中心頻率設定之傳輸頻寬，在發射關閉期間以方形濾波器過濾之平均功率。最小要求之發射關閉功率頻譜密度應低於 -85dBm/MHz 。
- 發射器瞬變電流期間：發射器瞬變電流期間為發射器從關閉期間改變至開啟期間，或開啟期間改變至關閉期間之時間區間。發射器瞬變電流期間如圖 6-4 所示。最小要求之發射器瞬變電流期間應短於如表 6-6 所列。



資料來源：3GPP

圖 6-4、發射開啟期間、發射關閉期間與發射器瞬變電流期間之關聯

表 6-6、E-UTRA 基地台之 RE 發射功率開閉範圍

資料來源：電信技術中心整理

轉換狀態	最大瞬變電流期間長度 $[\mu\text{s}]$
關閉至開啟	17
開啟至關閉	17

發射信號品質

發射信號品質的要求適用於當發射器處於開啟期間。

- 頻率錯誤：頻率錯誤是量測實際基地台發射頻率與指定頻率間的差異，相同的來源端之射頻頻率與資料應使用時鐘產生。最小要求之基地台被調變載波頻率應精確至 $\pm 0.05\text{ ppm}$ ，觀察超過一個子訊框。
- Error Vector Magnitude (EVM)：錯誤向量強度是量測在等化之後，理想符元與量測符元間的差異。錯誤向量強度的差異稱為錯誤向量 (Error

Vector) 。EVM 的結果被定義為平均向量功率對平均參考功率比值 (以百分比表示) 之均方根。

在所有的頻寬中，EVM 量測的執行應量測所有配置的 RB (Resource Block) 與訊框中的子訊框，然後以量測值的均方根計算。

在發射分集與空間多工，信號從一支或多支天線發射，這些信號應做時間調準。在發射分集與空間多工傳輸的時間調準錯誤被指定為從天線埠的二支天線信號間之延遲。最小要求之發射分集與空間多工的時間調準錯誤，在任何可能的二支發射天線設定應不超過 65ns。

下行鏈路 RS (Reference Signal) 功率為下行鏈路 RS 之 RE (Resource-element) 功率。絕對的下行鏈路 RS 功率表示在 Broadcast Channel (BCH)，絕對精確度定義為表示在 BCH 之下行鏈路 RS 功率與在基地台天線連接器之下行鏈路 RS 功率量測間的誤差。最小要求之下行鏈路 RS 功率應在 BCH 所指示的下行鏈路 RS 功率 $\pm 2.1\text{dB}$ 以內。

非必要的放射包含頻帶外的放射與偽冒放射。頻帶外的放射為通道頻寬外，因調變程序與發射器的非線性所造成的放射，但不包含偽冒放射。偽冒放射是由非必要的發射器效應如諧波、寄生放射、交互調變乘積與頻率轉換乘積所引起的，但不包含頻帶外放射。

基地台發射器對於頻帶外放射指定為 Adjacent Channel Leakage power Ratio (ACLR) 與操作頻帶之非必要放射。操作頻帶之非必要放射定義為發射器操作頻帶加上頻率 10MHz 以上與 10MHz 以下之範圍內所有非必要的放射。超過這個頻率範圍的非必要放射則由偽冒放射要求所限制。另一項要求則為佔用頻寬

佔用頻寬

佔用頻寬為一頻率頻段的寬度限制，對於較低頻率以下與較高頻率以上的限制，平均功率等於總平均發射功率之特定比例 $\beta/2$ ， $\beta/2$ 的值應為 0.5%。佔用頻寬要求適用於發射器在開啟期間。最小要求之佔用頻寬應低於通道頻寬如表 6-5 所列。

ACLR (相鄰通道洩波功率比)

ACLR 為指定通道頻率中間的平均功率對鄰近通道頻率中間的平均功率之比值。ACLR 的要求應適用於各種發射器種類 (單載波或多重載波)，適用所有製造商未來規格的傳輸模式。多重載波的 ACLR 適用於每一種支援多重載波傳輸設定之鄰近通道頻率，鄰近通道頻率為位於基地台所發射的最低載波頻率之下與基地台所發射的最高載波頻率之上之頻率。ACLR 要求適用於發射器在開啟期間。最小要求之 ACLR 的定義伴隨一頻寬之方形濾波器，相等於指定通道頻率中間的發射信號 BW_{Config} 之傳輸頻寬設定，與根據表 6-7 與表 6-8 所列之鄰近通道頻率。

表 6-7、成對頻譜之基地台 ACLR

資料來源：3GPP

E-UTRA transmitted signal channel bandwidth BW_{Channel} [MHz]	BS adjacent channel centre frequency offset below the first or above the last carrier centre frequency used	Assumed adjacent channel carrier (informative)	Filter on the adjacent channel frequency and corresponding filter bandwidth	ACLR limit
1.4, 3.0, 5, 10, 15, 20	BW_{Channel}	E-UTRA of same BW	Square (BW_{Config})	45 dB
	$2 \times BW_{\text{Channel}}$	E-UTRA of same BW	Square (BW_{Config})	45 dB
	$BW_{\text{Channel}}/2 + 2.5 \text{ MHz}$	3.84 Mcps UTRA	RRC (3.84 Mcps)	45 dB
	$BW_{\text{Channel}}/2 + 7.5 \text{ MHz}$	3.84 Mcps UTRA	RRC (3.84 Mcps)	45 dB

表 6-8、非成對同步頻譜之基地台 ACLR

資料來源：3GPP

E-UTRA transmitted signal channel bandwidth BW_{Channel} [MHz]	BS adjacent channel centre frequency offset below the first or above the last carrier centre frequency used	Assumed adjacent channel carrier (informative)	Filter on the adjacent channel frequency and corresponding filter bandwidth	ACLR limit
1.4, 3	BW_{Channel}	E-UTRA of same BW	Square (BW_{Config})	45 dB
	$2 \times BW_{\text{Channel}}$	E-UTRA of same BW	Square (BW_{Config})	45 dB
	$BW_{\text{Channel}}/2 + 0.8 \text{ MHz}$	1.28 Mcps UTRA	RRC (1.28 Mcps)	45 dB
	$BW_{\text{Channel}}/2 + 2.4 \text{ MHz}$	1.28 Mcps UTRA	RRC (1.28 Mcps)	45 dB
5, 10, 15, 20	BW_{Channel}	E-UTRA of same BW	Square (BW_{Config})	45 dB
	$2 \times BW_{\text{Channel}}$	E-UTRA of same BW	Square (BW_{Config})	45 dB
	$BW_{\text{Channel}}/2 + 0.8 \text{ MHz}$	1.28 Mcps UTRA	RRC (1.28 Mcps)	45 dB
	$BW_{\text{Channel}}/2 + 2.4 \text{ MHz}$	1.28 Mcps UTRA	RRC (1.28 Mcps)	45 dB
	$BW_{\text{Channel}}/2 + 2.5 \text{ MHz}$	3.84 Mcps UTRA	RRC (3.84 Mcps)	45 dB
	$BW_{\text{Channel}}/2 + 7.5 \text{ MHz}$	3.84 Mcps UTRA	RRC (3.84 Mcps)	45 dB
	$BW_{\text{Channel}}/2 + 5 \text{ MHz}$	7.68 Mcps UTRA	RRC (7.68 Mcps)	45 dB
	$BW_{\text{Channel}}/2 + 15 \text{ MHz}$	7.68 Mcps UTRA	RRC (7.68 Mcps)	45 dB

操作頻帶之非必要放射

操作頻帶之非必要放射的限制在從基地台發射之操作頻帶 10MHz 以下至基地台發射之操作頻帶 10MHz 以上。操作頻帶之非必要放射的要求應適用於各種發射器種類（單載波或多重載波），適用所有製造商未來規格的傳輸模式。

發射器偽冒放射

發射器偽冒放射適用於從 9 KHz 至 12.75 GHz，不包含頻率範圍從基地台發射器操作頻帶之最低頻率 10MHz 以下至基地台發射器操作頻帶之最低頻率 10MHz 以上。發射器偽冒放射的要求應適用於各種發射器種類（單載波或多重載波），適用所有製造商未來規格的傳輸模式。除非其他情況，所有的要求以平均功率量測。

發射器交互調變

發射器交互調變要求為量測發射器功能以限制非線性元件產生的信號，非線性元件產生的信號的引起是由於信號經由天線到達發射器存在本身發射信號與干擾信號。發射器交互調變的要求適用於發射器開啟期間與發射器瞬變電流期間。當干擾信號射入天線的連接器時，最小要求之發射器交互調變等級為交互調變乘積之功率。必要信號通道頻寬 BW_{Channel} 應為基地台支援之最大頻寬。從必要信號而來的干擾信號偏移量如表 6-9 所列。發射器交互調變等級應不超過非必要放射信號。

表 6-9、發射器交互調變要求之干擾信號與必要信號

資料來源：3GPP

Parameter	Value
Wanted signal	E-UTRA signal of maximum channel bandwidth BW_{Channel}
Interfering signal type	E-UTRA signal of channel bandwidth 5 MHz
Interfering signal level	Mean power level 30 dB below the mean power of the wanted signal
Interfering signal centre frequency offset from wanted signal carrier centre frequency	$-BW_{\text{Channel}}/2 - 12.5 \text{ MHz}$ $-BW_{\text{Channel}}/2 - 7.5 \text{ MHz}$ $-BW_{\text{Channel}}/2 - 2.5 \text{ MHz}$ $BW_{\text{Channel}}/2 + 2.5 \text{ MHz}$ $BW_{\text{Channel}}/2 + 7.5 \text{ MHz}$ $BW_{\text{Channel}}/2 + 12.5 \text{ MHz}$
NOTE: Interfering signal positions that are partially or completely outside of the operating frequency band of the base station are excluded from the requirement.	

6-4、NGN 商用化設備介紹

以下將介紹數種 NGN 商用化設備。

6-4-1. 阿爾卡特-朗訊 (Alcatel-Lucent)

透過不斷提升通訊技術來豐富人們生活品質，阿爾卡特-朗訊 (Alcatel-Lucent) 提供了多樣的解決方案來支援語音、資料、視訊等多媒體通訊服務，其業務範圍涵蓋了固網、行動、整合性寬頻網路、IP 技術及各種應用程式與服務，目前除了有

class 4 與 class 5 兩種類型的次世代網路解決方案，同時也提供了完整的產品來支援次世代網路的建置，以下將就其所提供之網路多媒體閘道器、IP/MPLS 路由器、乙太網路交換器、IMS 相關伺服器等設備簡要介紹之。

1. 多媒體閘道器（Media Gateway）：

要實現全 IP 網路的目標並同時保有對既有網路的投資，多媒體閘道器是一種被廣泛利用的解決方案，被放置在傳輸網路的邊緣，多媒體閘道器將負責支援異質網路之間的互通，阿爾卡特-朗訊提供了 7500 一系列的多媒體閘道器，根據應用的不同而有數種不同型號，可以完成任何異質網路之間的連接，除了可以達到 TDM、ATM、IP 等網路與傳統 PSTN 的連接之外，同時也可以提供無線網路如 GSM 和 UMTS 等系統的接取。

阿爾卡特提出了多款閘道器可供選擇，有 7506/7510/7515/7520/7549 Media Gateway，以及 7540 Wireless Media Gateway 等多種型號，分別應用在不同的解決方案中。以下則僅針對 7510 詳加介紹。

Alcatel-Lucent 7510 Media Gateway 是一種高容量的多媒體閘道器，支援 TDM to TDM、IP to IP、IP to TDM 介接，可應用於 VoIP 服務，並具有以下特徵：

- Multiservice

7510 是一個提供多樣化服務的整合性平台，可用於 VoIP 中繼以及連線邊界應用。同時扮演了 IMS 系統中多媒體閘道器的中繼閘道器（Trunking Gateway，T-MGF）以及邊界接閘道器（Interconnection border gateway，I-BGF）兩種腳色。

- Highest scalability

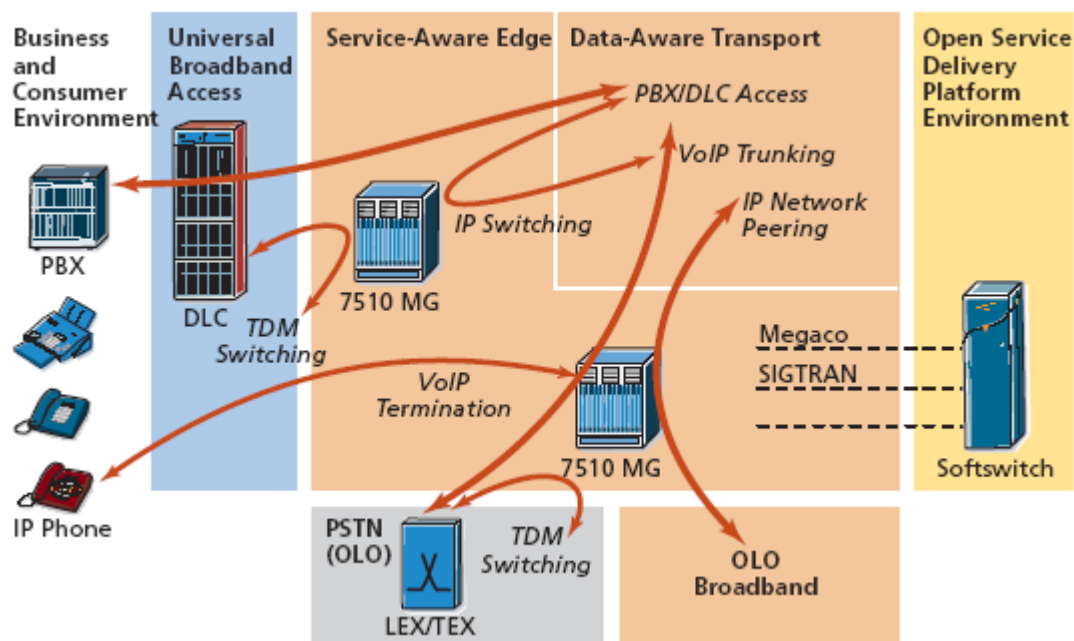
高容量的特性，每一層有 20 個插槽，可提供 270 以上的 CAPS（calls per second），作為 VoIP 中繼則每層可提供 32256 OC-3 或者 31248 STM-1 或者 9920 E1。

- Multivendor networking

支援多種網路連接以及通訊協定，如 Megaco/H.248 以及 SIGTRAN。

- Carrier grade

支援多種聲音的編碼與壓縮技術，能夠以最有效益的方式提供遠距音質（toll-quality）的聲音服務。



資料來源：Alcatel-Lucent

圖 6-5、7510 Media Gateway 功能

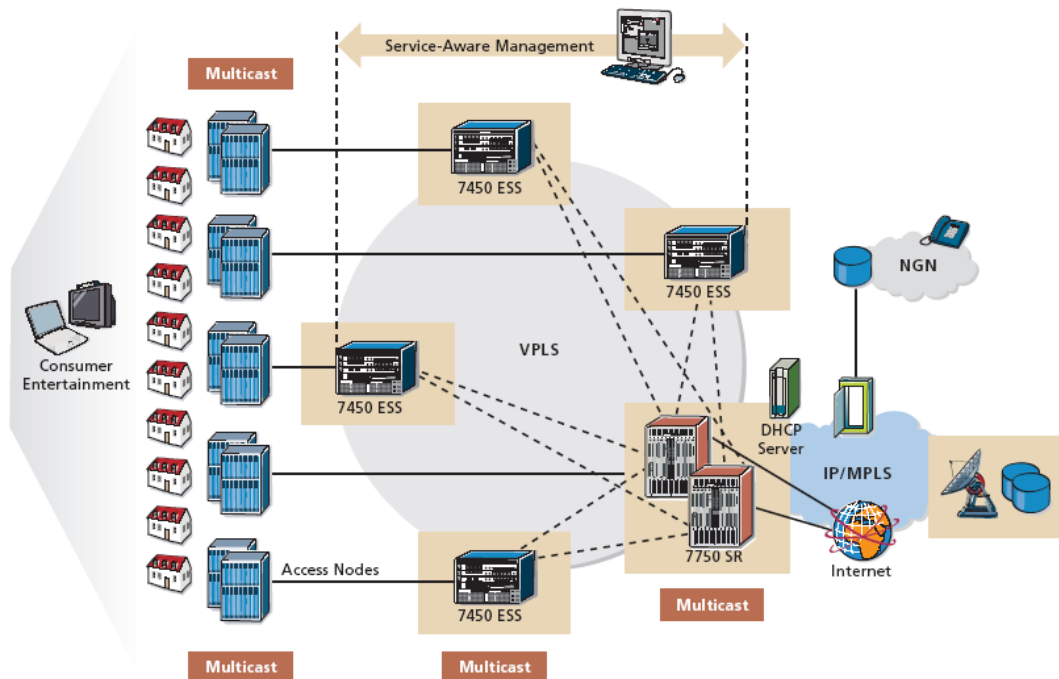
圖 6-5 以圖示的方式描述了阿爾卡特 7510 閘道器的功能，圖中顯示出其可以連接傳統 PSTN、TDM、IP 三種網路，同時亦支援 Megaco 與 SIGTRAN 兩種協定，可與 Softswitch 溝通。

2. IP/MPLS Router

雖然 IP 已被認定為次世代網路發展的方向，但是對於要建立一個龐大的整合性網路而言乙太網路仍有其不足之處，MPLS 通訊協定解決了乙太網路在本質上無法被大規模擴充的問題，並且提供了服務品質 QoS 保證的能力，因此成為次世代網路的核心基礎。要建構一個以 MPLS 協定為基礎的核心網路，除了必須建立核心網路中以 MPLS 封包為基礎的傳遞功能之外，在核心網路的邊緣節點更必須提供其他種類網路進入 MPLS 核心網路的介面。於此，阿爾卡特也提出了系列產品來支援 MPLS 核心網路的建置，包含有 Alcatel-Lucent 7670 Routing Switch Platform、Alcatel-Lucent 7705 Service Aggregation Router、Alcatel-Lucent 7710 Service Router、Alcatel-Lucent 7750 Service Router、Alcatel-Lucent Service Router Operating System 等。其中 7750SR 是其中較新的產品，能夠同時提供許多種類的傳輸網路介面以及通訊協定，而 Service Router Operating System 則是一套應用於 7750SR 與 7710SR 的整合性元件，可以提供高效率的資料、聲音、影像等傳輸服務。7750SR 更有 SR-1、SR-7 以及 SR-12 三種不同等級的產品可以彈性

的應用在需求不同的環境。

此外，一個更新的產品是 Alcatel-Lucent 7450 Ethernet Service Switch，如圖 6-6 所示，7450 ESS 可以設置在 MPLS 核心網路的邊緣，用來連接數位用戶迴路（DSL）以作為資料進入 MPLS 核心網路前的匯集點。



資料來源：Alcatel-Lucent

圖 6-6、7450 ESS 搭配 7750 SR 之網路架構圖

3. Convergence/IMS

除了傳輸層的整合之外，阿爾卡特也提供了所多符合 NGN IMS 標準中所定義之功能的產品，用來實現次世代網路中必須具備的服務、應用以及網路管理等功能。阿爾卡特將此類產品區分為網路管理、服務與應用、連線管理與控制三種類型：

- Network Management & Operations

Alcatel-Lucent 1300 Convergent Network Management Center 是阿爾卡特用來實現網路管理的一個重要產品，圖 6-7 是 1300 CMC 的架構示意圖，可以看出透過 1300 CMC 可以提供管理 PSTN、Fixed NGN 以及 IMS 網路的功能，且其可以管理的相關產品包括有：

Alcatel-Lucent 5020 Media Gateway Controller (MGC)

Alcatel-Lucent 5020 Call Session Controller (CSC)

Alcatel-Lucent 8690 Open Services Platform (OSP)

Alcatel-Lucent 5350 IMS Application Server (IAS)

third-party products from companies such as Sylantro, ACME and Convedia

Alcatel-Lucent 7510/7515 Media Gateway (MG)

Alcatel-Lucent 1540 Litespan Multiservice Access Gateway (1540 Litespan)

Alcatel-Lucent 7302 Intelligent Services Access Manager (ISAM)

Alcatel-Lucent 1430 IP Multimedia-Home Subscriber Server (IM-HSS)

Alcatel-Lucent 5070 Signaling Server Global (SSG)

Alcatel-Lucent 1000 S12 switches

Alcatel-Lucent 5020 Call Management Server (CMS)

Alcatel-Lucent 5750 Subscriber Service Controller (SSC)

Alcatel-Lucent 5430 Session Resource Broker (SRB)

Alcatel-Lucent 7720 Intelligent Gateway GPRS Support Node (iGGSN)

Alcatel-Lucent 8688 Media Resource Function (MRF)

Alcatel-Lucent 8693 Personalized Ring Back Tone (PRBT)

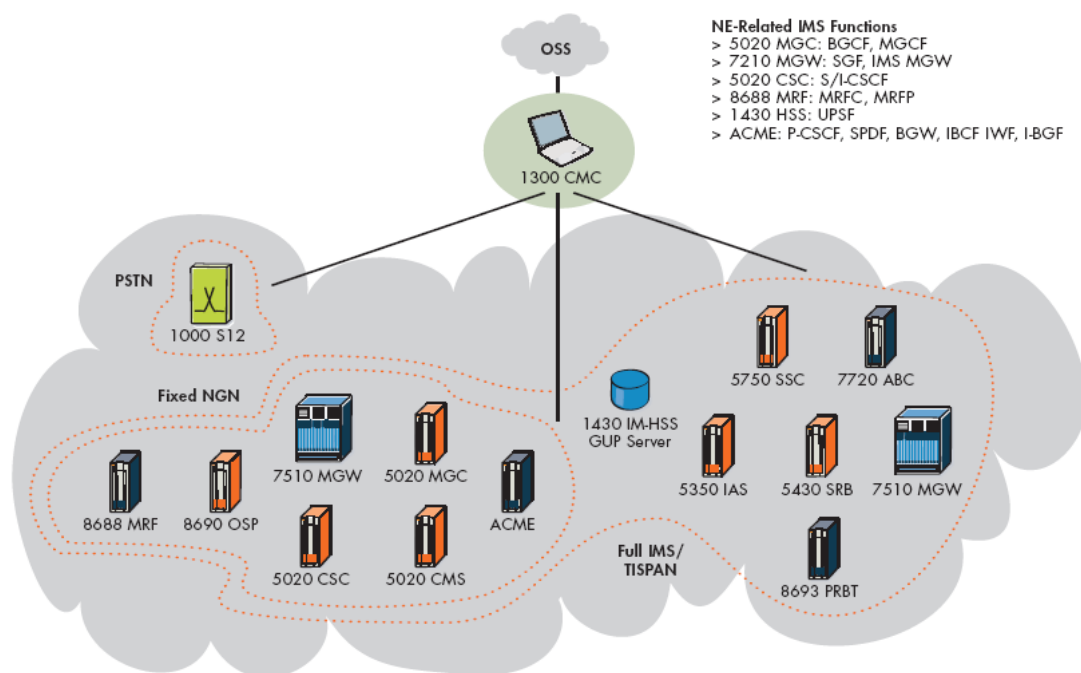


圖 6-7、1300 CMC 架構示意圖

除此之外，阿爾卡特還有 Alcatel-Lucent 5020 Element Manager、Alcatel-Lucent 5529 Statistics and Data Collector、Alcatel-Lucent 5530 Network Analyzer 等產品可提供更多其他類型的網路管理相關功能。

● Services and Applications

在服務與應用方面，阿爾卡特也提供了多樣產品可供企業選擇，除了提供相關的服務伺服器可供企業使用之外，更採用開放的服務平台來負責管理服務的啟動以及與使用者的互動，並且包含有 Alcatel-Lucent 1430 Unified Home Subscriber Service for IM-HSS、Alcatel-Lucent 5340 Enterprise Communication at Network、Alcatel-Lucent 5420 Converged Telephony Server、Alcatel-Lucent 5450 Access Gateway Control Function 等元件。以下則特別介紹用於建構 class 5 方案的 Alcatel-Lucent 5060 IP Call Server。

5060 ICS 提供了 IMS 中所制定的通訊話務控制功能 CSCF 以及邊界閘道器控制功能 BGCF，可提供 POTs、xDSL、FTTx、WiFi、CDMA、WiMAX 等多樣網路連接，主要可應用於小型或是中型的市場，可服務 40 萬到 100 萬以上的用戶。圖 6-8 即是 5060 ICS 的網路架構圖，藍色框框則是其可提供之 IMS 相關功能。

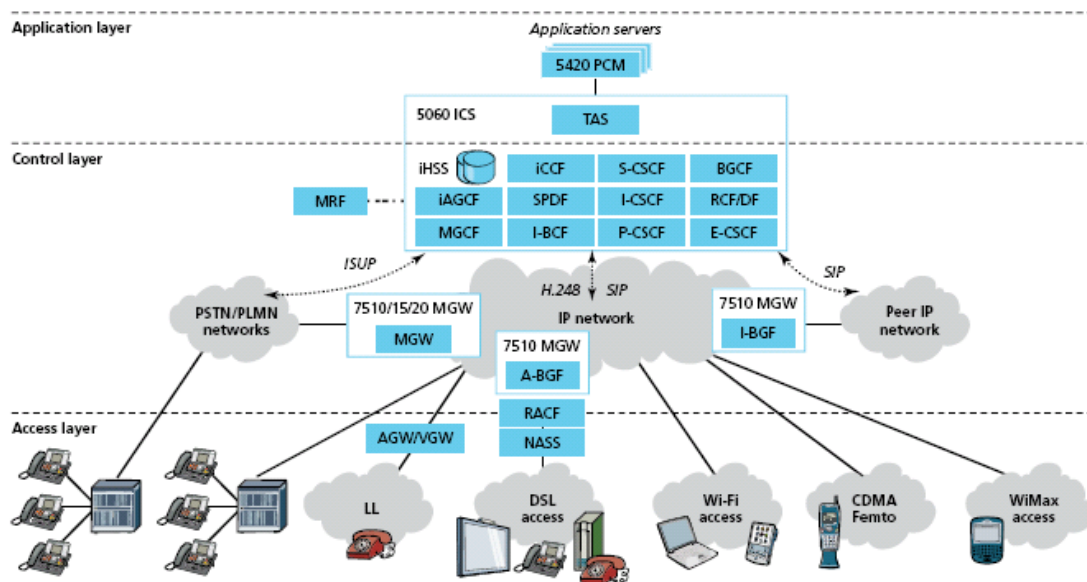


圖 6-8、Alcatel-Lucent 5060 ICS 網路架構

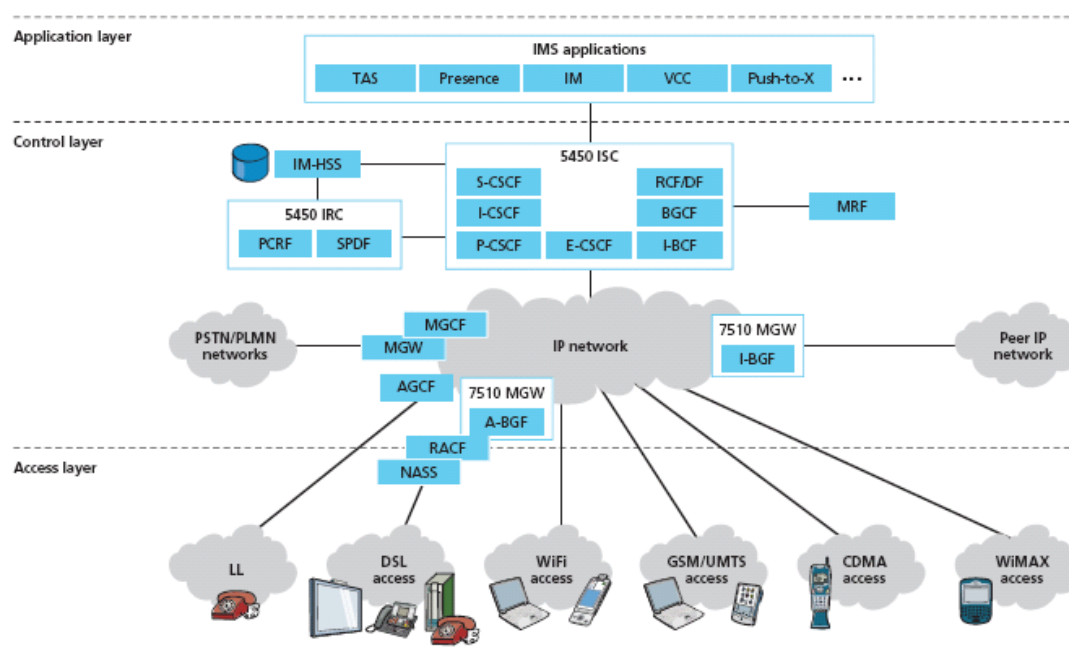
● Session Management and Control

在連線的管理與控制方面，阿爾卡特提供了 Alcatel-Lucent 5020 Media Gateway Controller-12、Alcatel-Lucent 5020 Media Gateway Controller-8、Alcatel-Lucent 5060 Media Gateway Controller-10、Alcatel-Lucent 5060 Wireless Call Server

等多媒體閘道控制器，可用來控制中繼多媒體閘道器（Trunking media gateway），相當於是 IMS 系統中的 MGCF 元件，負責控制多媒體閘道器的資源配置，並且能夠與 CSCF、BGCF 以及電路交換網路溝通，進行 ISUP 與 IP 以及 SIP 與 SS7 協定的轉換。

同時，阿爾卡特還有 Alcatel-Lucent 5450 IP Resource Controller、Alcatel-Lucent 5450 IP Session Controller、Alcatel-Lucent 5750 Subscriber Services Controller 等設備可以用來實現 NGN 中的網路連接子系統（NASS）以及資源與接入控制子系統（RACS）。

圖 6-9 描述出 5450 IP Session Controller 與 5450 IP Resource Controller 在 NGN 網路中的位置以及其所提供的功能，其中 5450 ISC 主要是用來控制以 SIP 為傳輸協定的服務，而 5450 IRC 則是負責處理資源管理的工作。



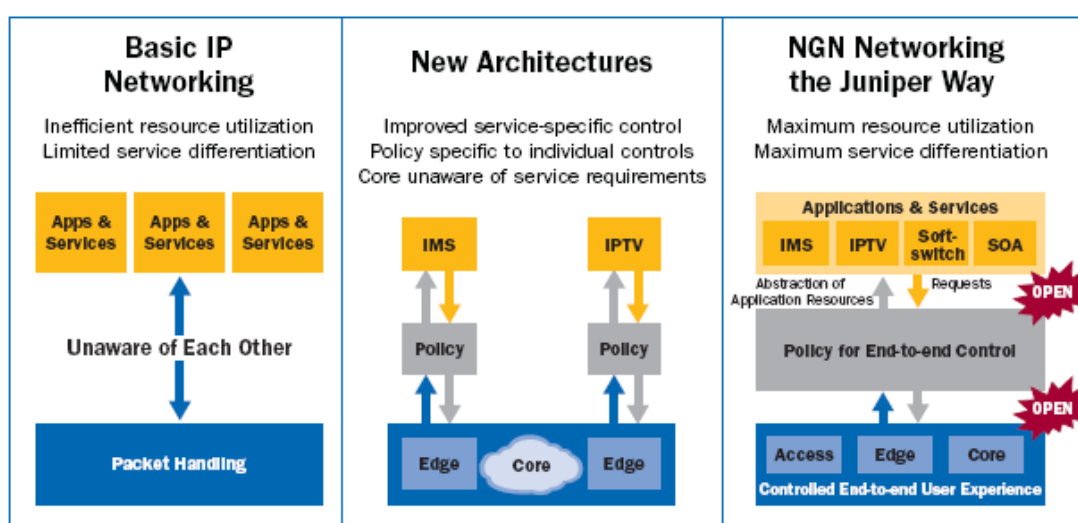
資料來源：Alcatel-Lucent

圖 6-9、5450 ISC 和 5450 IRC 網路架構

6-4-2. 瞻博（Juniper）

圖 6-10 描述出瞻博網路由基本 IP 網路演進成下一代網路所採用的策略，並且以三種網路架構示意圖來顯示其策略價值。首先，在圖中左邊描述的是基本的 IP 網路，各種服務皆獨立運作而無法互相溝通，這樣的架構除了會限制服務的多

元化發展與缺乏對整體網路的有效管理，最大的問題是會造成網路資源的使用效益低落；圖中間則是較新一代的網路架構，各項服務本身雖然仍然互相獨立，但是透過一具備整合性功能的核心網路來連接不同服務的傳輸網路，並且加入策略(Policy)的管理概念，透過策略的設定核心網路可對不同服務類型採取不同的傳輸策略，達到提升核心網路的資源使用效益的目的；最右邊則是瞻博網路所提出的下一代核心網路架構圖，採用 3GPP IMS、ETSI TISPAN 所提出之分層概念，將網路分成服務、策略、封包處理三層，並且使用開放的介面來互相連結，如此，透過一個整合性的核心網路來支援各種類型的應用服務，並且依照服務類型的不同來制定傳輸策略，可提供服務品質 QoS 保障的功能，將網路資源做最有效率的分配與利用。



資料來源：Juniper

圖 6-10、Juniper NGN Network Solution

依據此策略來建構次世代網路系統，瞻博網路所提出的解決方案包含了 T-series Routers、M-series Routers、JUNOS Operation System、Session Resource Controllers 等元件，以下分別介紹之。

1. T-series Routers

T 系列路由器主要用來建構大型網路路由平台，包含有 T320、T640、T1600 與 TX Matrix 等型號，各產品的詳細規格如表 1，最新一代的 T1600 最大輸出可達到 1.6 Tbps（100 Gbps/slot），目前提供的介面包含有 16 OC-768c/STM-256 或者 64 10-Gbps，同時也可提供較低速的傳輸介面以供彈性應用。由於 T 系列路由器皆支援推疊，未來將可因應需求來提供更高頻寬的產品，目前的 TX Matrix 就是將 4 台 T640 連結成一台可達到 2.5 Tbps 的單一路由器。而使用 T 系列路由器最大的優點則是能夠在提供服務的同時進行升級的工作，且其過程相當的迅速，

以 T640 升級至 T1600 為例，大約只需要 90 分鐘的時間。

表 6-10、Juniper T-series 規格

資料來源：Juniper

Platform	Throughput	Maximum Forwarding Rate	Rack Space (19")	Maximum PICs	Fully Redundant Hardware	Multi-chassis Capable
T320	320 Gbps	385 Mpps	1/3 rack	16	Yes	No
T640	640 Gbps	770 Mpps	1/2 rack	32	Yes	Yes
T1600	1.6 Tbps	1.92 Billion pps	1/2 rack	32	Yes	Yes
TX Matrix + (4 x T640)	2.5 Tbps	3 Billion pps	3 racks	128	Yes	Yes

2. M-series Routers

適合佈建於小型或是中型規模核心網路、服務邊緣節點，M 系列路由器最大的特色是將控制層、傳輸層、服務層完全區隔，可以在單一平台支援任何 Layer 2 和 Layer 3 服務，提供大規模的 IP/MPLS 路由服務，可支援 ATM、Frame Relay、Ethernet、SONET/SDH、TDM 等不同傳輸技術，主要應用於中小型服務網路節點與服務邊緣節點，以下列出各種 M 系列路由器以及瞻博對該產品的簡單描述：

- **M7i**

M7i 路由器可支援硬體加速 NAT、IPSec、狀態偵測防火牆，以及 J-Flow 計費功能，適合部署於小型服務節點，或者作為 Internet 開道器或訊務匯集點，可支援 7+Gbps 的傳輸速率。同時 M7i 也是 M 系列產品中體積最小的路由平台。

- **M10i**

M10i 是 M 系列中最輕巧、經濟的邊緣路由器，設計上強調通用的硬體備用元件，包含路由引擎、轉送引擎板、風扇盤，與電源供應。

- **M40e**

主要用於中大型服務節點中提供邊緣網路專屬存取聚合與各式服務，可容納 8 個插槽最多 32 片 PIC 卡，因此最高傳輸速率可提升為 OC-48c/STM-16。

- **M120**

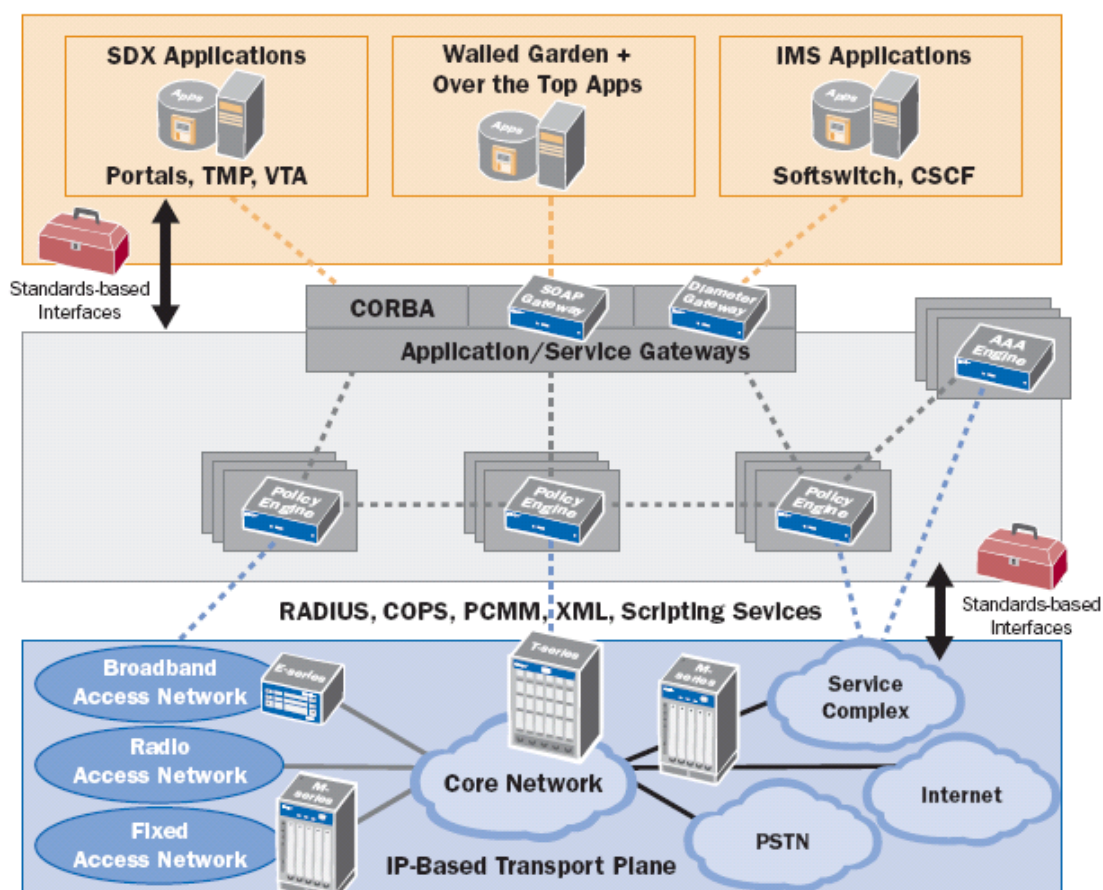
M120 多重服務邊緣路由器是 M 系列最新款的產品，體積更小且價格更划算，可支援 128 個 Gigabit Ethernet 用戶連接，並提供 10 Gigabit Ethernet 或 OC-192 上傳功能。M120 還可在 Layer 2 和 Layer3 上支援 MPLS 服務，使用高頻寬乙太網路傳送 Frame Relay 和 ATM 訊務。

- **M320**

M320 是一個具備高效能與分散式架構的邊緣路由器，可支援 10 Gbps 傳輸速率。適用於具備多元特色之基礎設施及要求可預期效能的中型骨幹核心網路。此外，此平台也適用於需要光纖交換及備用路由引擎之網路。

3. Session and Resource Controllers

服務供應商目前除了發展以封包為基礎的傳輸網路之外，同時也積極投資於建立 3GPP IMS 與 ETSI TISPAN 所制定的網路管理功能，其中關鍵的功能包含有策略管理、用戶管理、頻寬管理、網路資源控管，以及 AAA，作為瞻博次世代網路中策略與控制層的解決方案，Session Resource Controller 是由許多軟體模組搭配上 C-series 產品與 SDX 300 Service Deployment System 所組成，可以提供上述關鍵功能，如圖 6-11 所示，控制層的 SRC 系統透過開放式的介面與服務應用層以及用戶溝通，進而根據策略來管理服務以及網路頻寬的使用。



資料來源：Juniper

圖 6-11、SDX 與 SRC 網路架構

4. JUNOS

JUNOS 是瞻博所提出的網路作業系統，用來建立整合性的網路架構，此系統在瞻博的各種產品上執行，同時也整合了 SRC 來完成以策略為導向的網路支援管理。不同於市面上其他網路作業系統，JUNOS 是遵循 1-1-1 架構而發展的模組化作業系統：

- 單一作業系統

使用單一程式庫來發展 JUNOS，除了可避免重複發展類似的功能介面，更可以加速管理人員學習使用 JUNOS 的速度。

- 單一軟體版本

從 2004 年開始以幾乎固定的速度每年推出一種新的版本，相較於一次推出多種版本而言，JUNOS 的用戶可以節省掉許多維護的人力，只要一年進行一次更新的動作，確保具備最新的功能即可。

- 單一模組化架構

模組化架構是 JUNOS 最大的特色，由一組工程師發展 JUNOS 中的各個模組，而發展出多個不同軟體，任何版本的更新則是透過修改或是新增模組來完成。

表 6-11 為 2007 年 Lake Partners 所作的產業調查，可以看出 JUNOS 確實可以替業者省下不少時間成本。

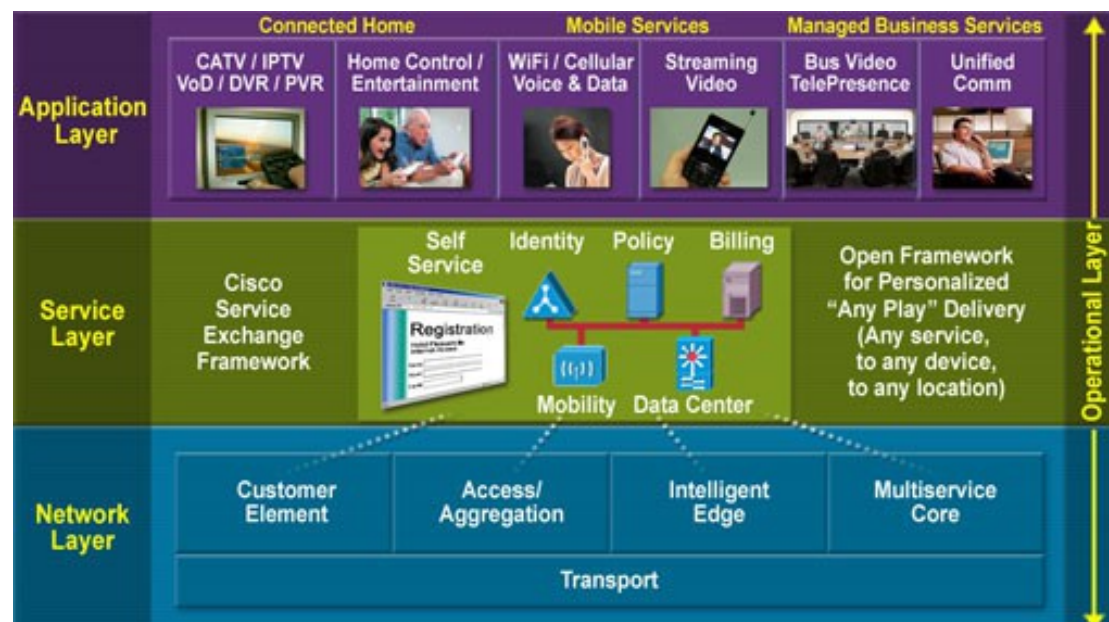
表 6-11、使用 JUNOS 可節省之時間統計

資料來源：JUNOS

對 122 家企業網路部門的調查	
重大網路作業	使用 JUNOS 軟體後平均節省的時間
故障排除與無預警的事件	54%
監視與最佳化	24%
升級與維運	23%
增加基礎設施	29%
其它網路作業	25%

6-4-3. 思科 (Cisco)

Cisco 提供自行開發 Cisco IP NGN solution，將應用、服務、網路整合，以一個開放標準式的解決方案降低成本，獲取較高的利益。根據圖 6-12 的分層架構，再細項討論：



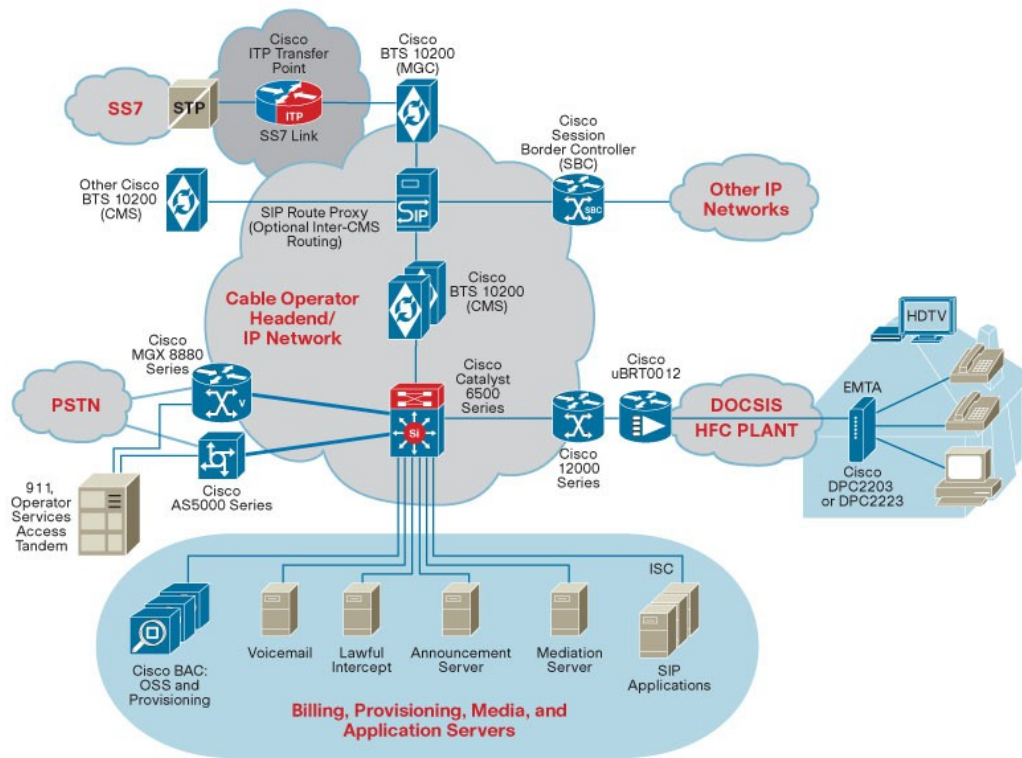
資料來源：Cisco

圖 6-12、Service Exchange Framework

就應用層而言，提供一個平台讓服務供應商（Cable、Mobile、Wireline）將各式不同種類的應用移植到 NGN network 並能更快而有效率的傳送到不同的裝置的

使用者。

針對服務來說，提供一種管理機制（Personalized Subscriber Management）。藉由它整合 Cisco 智慧型服務閘道器（Intelligent Services Gateway；ISG）以及服務控制引擎（Service Control Engine；SCE），方便供應商管理使用者所訂閱的各種服務。除此之外，也具備網路資源使用率的最佳化、減少供應商的支出…等優點。此外 Cisco IP NGN solution 內提供兩種服務：



資料來源：Cisco

圖 6-13、Digital Voice Solutions

■ Digital Voice：當傳送數位語音時，如圖 6-13 所示透過各種裝置啟動 VoIP 的服務。

- Cisco multiline embedded media terminal adapters (EMTAs)
- Cisco BTS 10200 Softswitch (PacketCable-qualified call management server)：提供語音的建立、維持、路由以及終結的各種呼叫控制。
- Cisco uBR10012 Universal Broadband Router：即是 DOCSIS 3.0-qualified cable modem termination system [CMTS]，可支援到 64000 個訂閱者。產品如圖 6-14 所示。



資料來源：Cisco

圖 6-14、Cisco uBR10012 Universal Broadband Router

- Cisco MGX 8880 Media Gateway (PacketCable-qualified gateway) and VISM-PR Voice Gateway Line Card：支援更廣泛的 VoIP 應用並且降低成本。產品如圖 6-15 所示。



資料來源：Cisco

圖 6-15、Cisco MGX 8880 Media Gateway

- Cisco AS5400HPX Universal Gateway：對於密集的語音或傳真的應用提供更佳的效能。產品如圖 6-16 所示。



資料來源：Cisco

圖 6-16、Cisco AS5400HPX Universal Gateway

- Cisco IP Transfer Point (signaling gateway)：在 IP 的網路中傳送 SS7 訊號

- Consumer Dual Mode Voice and Messaging：使用者想要降低電話以及簡訊的花費，而 Cisco IP NGN 系統中提供 Cisco Linksys Wireless-G Broadband Router with 2 Phone Port 則是在 WiFi 範圍提供使用者接收和建立通話以及訊息，當超出 WiFi 範圍便切換回 GSM 網路。提供這樣的無縫式聯接，網路供應商不僅可降低成本，更可提供多樣性的加值服務。

在沒有限制的情況下使用 IP 化的應用服務以及動態存取。

網路層則是提供一項平台，服務供應商將各式不同的服務透過專屬的網路集中在更有效率更彈性的 intelligent IP Multiprotocol Label Switching 架構上，藉以傳送給使用者。

6-4-4. 北電 (Nortel)

IMS 使服務供應商能夠以整合的架構提供全新的服務、降低營運成本，流程標準化並且減少營運系統。對終端使用者而言，IMS 則是提供專屬的個人化即時服務，而這些服務將不侷限於地形、網路形態以及裝置，不論是 PDA、PC、行動電話或是電視。

Nortel 提供一個可支持任一接取方式 (access-agnostic) 的 IMS 解決方案，可部署多媒體服務並提供強化的封包骨幹，跨網路連結固定網路和行動網路。IMS 架構、平台和服務可接取在 GSM、UMTS、CDMA、有線和有線電視寬頻網路等各種服務供應商。而 Nortel 以多功能服務引擎 Versatile Service Engine 作為解決方案的核心。多功能服務引擎是第二代 ATCA 平台，可滿足創新 IMS 應用的過程需求。

架設 IMS 網路架構時，必須具備下列設備及元件：

- Application Server 5200: 北電應用伺服器 5200 型號在 IMS 架構中扮演應用伺服器的角色，能無縫隙地整合語音、視訊、協同合作及上線告知等服務。並且允許提供以 SIP-base 的多媒體服務，包含了視訊電話、立即訊息、點對多點應用共享給不同顧客的概念。
- Call Session Controller: 北電 Call Session Controller 在 IMS 架構中取代了 Call Session Control Function 並且控制 IMS 網路中所有的 session，其中包含了無論語音、影音、資料、訊息、遊戲甚至到其他服務。除此之外，CSC 還和其他節點或是閘道器互相溝通提供安全、帳單資訊以及 QoS 的服務。
- Home Subscriber Server: 北電 HSS 解決方案取代今日的 GSM/UMTS Home Location Register 的元件。這樣的模組化設計將 HLR 以及 User Mobility Server

資料庫功能分離開來，方便 HSS 管理與調度。

- Media Gateway & Media Gateway Controller: 北電所提供的 Media Gateway 3600 (圖 6-17) 可對應到北電 IMS 解決方案內，負責執行 PSTN 與 VoIP 網路之間資料的轉換與傳送。而 MGC 則是將北電 Session Controller 和 Media Gateway 3600 所存在的 session 透過 CMS 網路傳送至預先存在的網路以及服務內，並在 SIP 與 ISUP 之間做訊號協定的轉換。



資料來源：Nortel

圖 6-17、Media Gateway 3600

- Policy Controller: 當一個 session 建立時，北電決策控制器負責協調這些 session 的建立與運行。

6-5、結論

為了因應大量用戶對於行動通訊的數據傳輸率需求與日俱增，3G 系統的建置使得數據傳輸進入到新的行動通訊世界。進一步，HSPA 與 HSPA+ 技術演進更明顯地提升數據傳輸效能，並增加電信業者在數據服務上的營收。從 3GPP Release 8 以後，大量的作業聚焦在新的無線電介面與系統架構，以滿足快速成長的數據傳輸服務。LTE 系統使用更高序的調變技術與持續性的封包連線，將理論的峰值數據傳輸率提升下行鏈路的 100Mbps 與上行鏈路的 50Mbps，降低系統封包傳遞上的延遲；而 SAE 系統支援 3GPP 與非 3GPP 網路的接取，並且與固定式寬頻網路整合。

全新的 LTE 接取系統技術與 SAE 系統平坦式的核心網路 CN 架構，保有對於 3GPP 系統（如 GSM 與 UMTS）與非 3GPP 系統（如 CDMA 2000）的彈性化演進，就技術而言，電信業者可以將其現有行動通訊網路系統循序漸進地升級至 4G，符合 ITU IMT-Advanced 訂定之 4G 要求。

雖然 3GPP 在 2007 年底大致完成技術規範的制定，直至本文完稿前仍未有任何一家系統廠商提供其商用 LTE/ SAE 系統，僅處於試驗階段；而電信業者沒有系統廠商供應商用 LTE/SAE 系統，談不上 LTE/ SAE 網路的佈署。商用 LTE/ SAE 系統的時程訂定在 2010 年，屆時嶄新的數據服務將可預期。

同時本章亦介紹一些目前 NGN 商用化的設備，應用這些設備，可根據服務提供者的系統需求及服務需求建構多媒體視訊服務平台，以提供使用者及消費者使用多媒體寬頻視訊服務與數位匯流之服務。

柒、臺灣 LTE 通道測試研究

7-1、研究目標

無線通訊技術發展無不致力於克服無線通道造成的衰減和干擾，LTE 在技術方面，以調變技術方面採用上行 OFDMA、下行採用 SC-FDMA（Single Carrier Frequency Division Multiple Access）等技術為主。另外 LTE 也採用的「多輸入多輸出」（Multi-In Multi-Out，MIMO）技術充分利用無線通道的空間特性，在現有的頻譜資源和發射功率下，大幅度地提升頻帶利用率、系統容量和服務的可靠性。

相較於技術的演進，如何進行通訊技術的性能評估，也是重要的研究；一般而言影響無線通訊的傳播因素非常複雜，例如外在環境的干擾或是訊號本身的衰減等等，從無線通道的表徵可適時觀察出系統在實際環境中的效能表現，提供晶片設計或是業者在佈建網路系統時重要的參考依據。LTE 通道測試不同於以往的是除了上、下鏈不同的接取調變技術等參數設定，MIMO 技術也是重要的考量之一，選擇合適的 LTE 通道環境設定進行測試對於系統中的性能也就越重要。

由於目前 LTE 技術標準尚在制定當中，國際系統大廠也僅處於試驗階段，並未有商用之產品面市，因此本研究主要目的為探討目前適用於台灣 LTE 通道的測試方法，以 3GPP 所定義的 Spatial Channel Model（SCM）為主，針對其他不同的通道模型進行分析，提供日後規劃台灣地區進行 LTE 系統佈建或是效能分析時之先期研究。

7-2、通道測試項目

3GPP TS 36.141 與 3GPP TS 36.104 針對目前發展中的 LTE 發射機與接收機規範相關測試項目，如表 7-1 與表 7-2 所示。

表 7-1、發射機測試項目

資料來源:3GPP

Subclause	Maximum Test System Uncertainty	Derivation of Test System Uncertainty
Base station output power	± 0.7 dB	
Output Power dynamics	[TBD]	[TBD]
Transmit ON/OFF power	[TBD]	[TBD]
Frequency error	± 12 Hz	
EVM	[TBD]	[TBD]
Time alignment between transmitter branches	[TBD]	[TBD]
Occupied bandwidth	1.4MHz, 3MHz Channel BW: 30kHz 5MHz, 10MHz Channel BW: 100kHz 15MHz, 20MHz: Channel BW: 300kHz	
Adjacent Channel Leakage power Ratio (ACLR)	ACLR ± 0.8 dB Absolute power ± 2.0 dB	
Operating band unwanted emissions	± 1.5 dB	
Transmitter spurious emissions, Mandatory Requirements	9 kHz < f $\leq$ 4 GHz: ± 2.0 dB 4 GHz < f $\leq$ 12.75 GHz: ± 4.0 dB	
Transmitter spurious emissions, Mandatory Requirements	9 kHz < f $\leq$ 4 GHz: ± 2.0 dB 4 GHz < f $\leq$ 12.75 GHz: ± 4.0 dB	
Transmitter spurious emissions, Protection of BS receiver	± 3.0 dB	
Transmitter spurious emissions, Co-existence	± 2.0 dB for > -60dBm ± 3.0 dB for $\leq$ -60dBm	
Transmitter spurious emissions, Co-location	± 3.0 dB	
Protection of Public Safety Operations	± 2.0 dB	
Transmitter intermodulation	[TBD]	[TBD]

表 7-2、接收機測試項目

資料來源:3GPP

Subclause	Maximum Test System Uncertainty ¹	Derivation of Test System Uncertainty
Reference sensitivity level	±0.7 dB	
Dynamic range	[TBD]	[TBD]
In-channel selectivity		
Adjacent Channel Selectivity (ACS) and narrow-band blocking	±1.4 dB	Overall system uncertainty comprises three quantities: 1. Wanted signal level error 2. Interferer signal level error 3. Additional impact of interferer ACLR Items 1 and 2 are assumed to be uncorrelated so can be root sum squared to provide the ratio error of the two signals. The interferer ACLR effect is systematic, and is added arithmetically. Test System uncertainty = [SQRT (wanted_level_error² + interferer_level_error²)] + ACLR effect. Wanted signal level ± 0.7dB Interferer signal level ± 0.7dB Impact of interferer ACLR 0.4dB. See Note 2.
Blocking requirements) (General)	<u>In-band blocking, using modulated interferer:</u> ±1.6 dB <u>Out of band blocking, using CW interferer:</u> 1MHz < f_{interferer} ≤ 3 GHz: ±1.3 dB 3 GHz < f_{interferer} ≤ 12.75 GHz: ±3.2 dB	Overall system uncertainty can have these contributions: 1. Wanted signal level error 2. Interferer signal level error 3. Interferer ACLR 4. Interferer broadband noise Items 1 and 2 are assumed to be uncorrelated so can be root sum squared to provide the ratio error of the two signals. The Interferer ACLR or Broadband noise effect is systematic, and is added arithmetically. Test System uncertainty = [SQRT (wanted_level_error² + interferer_level_error²)] + ACLR effect + Broadband noise effect. <u>In-band blocking, using modulated interferer:</u> Wanted signal level ± 0.7dB Interferer signal level: ± 1.0dB Interferer ACLR 0.4dB Broadband noise not applicable <u>Out of band blocking, using CW interferer:</u> Wanted signal level ± 0.7dB Interferer signal level: ± 1.0dB up to 3GHz

Subclause	Maximum Test System Uncertainty ¹	Derivation of Test System Uncertainty
		$\pm 3.0\text{dB}$ up to 12.75GHz Interferer ACLR not applicable Impact of interferer Broadband noise 0.1dB
Blocking (Co-location with other base stations)	<u>Co-location blocking, using CW interferer:</u> $\pm 2.5\text{ dB}$	<u>Co-location blocking, using CW interferer:</u> Wanted signal level $\pm 0.7\text{dB}$ Interferer signal level: $\pm 2.0\text{dB}$ Interferer ACLR not applicable Impact of interferer Broadband noise 0.4dB
Receiver spurious emissions	$30\text{ MHz} \leq f \leq 4\text{ GHz}$: $\pm 2.0\text{ dB}$ $4\text{ GHz} < f \leq 12.75\text{ GHz}$: $\pm 4.0\text{ dB}$	
Receiver intermodulation	$\pm 1.8\text{ dB}$	Overall system uncertainty comprises four quantities: 1. Wanted signal level error 2. CW Interferer level error 3. Modulated Interferer level error 4. Impact of interferer ACLR The effect of the closer CW signal has twice the effect. Items 1, 2 and 3 are assumed to be uncorrelated so can be root sum squared to provide the combined effect of the three signals. The interferer ACLR effect is systematic, and is added arithmetically. Test System uncertainty = $\text{SQRT} [(2 \times \text{CW_level_error})^2 + (\text{mod interferer_level_error})^2 + (\text{wanted signal_level_error})^2] + \text{ACLR effect.}$ Wanted signal level $\pm 0.7\text{dB}$ CW Interferer level $\pm 0.5\text{dB}$ Mod Interferer level $\pm 0.7\text{dB}$ Impact of interferer ACLR 0.4dB

7-3、通道測試方法

通道測試主要的方法建立在合適之通道模型基礎上，藉以模擬無線通信通道在空間和時間上的特性，例如傳播延遲、傳播延遲、天線增益、路徑損耗、干擾與環境（接收天線的高度、都會區、郊區…）等因素，選擇正確的通道模型可以確保

通道測試的準確度，目前已有許多通道模型被發展，進行通道測試時，必須根據模擬環境選擇適當的模型。

由於 LTE 採用 MIMO 技術，針對 MIMO 通道模擬研究，模擬時通常利用 3GPP 所規範的典型都會區（Typical Urban，TU）通道類比 MIMO 通道，每個 TU 通道各自獨立產生，相互獨立，即相關係數為零。近年來由於 MIMO 通道研究的發展逐漸成熟，研究中發現 MIMO 通道相關性增強，通道的容量將急劇下降。當通道存在相關性時，因此實際應用於無線通信系統中時，性能會急劇降低甚至於無法正常工作，MIMO 通道在現實環境中大都具有相關性或相關性強，因此進行通道測試時，要考慮建立接近實際通道環境的 MIMO 通道模型。

I. 「空間通道模型」（Spatial Channel Model，SCM）

(一) 基本原理

3GPP 在 TR25.996 中所規範的 SCM 通道模型，其系統是以載頻 2GHz、頻寬 5MHz 而設計，以基於隨機散射假設建立的通道模型，基本原理是利用經由統計得到的通道特性，如延遲擴展、角度擴散（Angular Spread，AS）等來得到通道係數並通過在公式中帶入天線間距得到通道之間的相關性。

SCM 通道模型屬於 MIMO 通道模型中的半確定性模型，半確定性模型具有低複雜性、符合實際環境的特性。主要有兩種實現方法，即幾何統計通道實現方法和相關矩陣法，在 3GPP LTE 中採用的即是 SCM 通道模型，只不過實現方法從原來的幾何統計法簡化為相關矩陣法。相關矩陣法可以實現空間通道之間的相關性它利用實際測量的資料或通道統計資訊得到空間通道的各種參數（路徑延遲、AoA/AoD 等），然後由這些參數推出通道空間相關矩陣。

假設 MIMO 的實際通道矩陣為 H ，那麼通道間相關矩陣為： $R=E\{HH^H\}$ ， H 表示矩陣 Hermitan 轉置。透過 R 得到引入模型的相關性矩陣 H_{corr} ，根據矩陣論相關知識可以得到： $C_{corr}=Cholesky(R)$ ，將該矩陣乘以獨立的衰減隨機變數 D 組成的列向量所得模型通道： $H_{corr}=C_{corr}D$ ，即該通道的相關矩陣為： $R_{corr}=E(C_{corr}DD^HCH_{corr})=C_{corr}IC_{corr}=R$ 。其中 I 表示單位矩陣。由上式可得知，就相關性意義上 H 與 H_{corr} 是等價的，由上式推導也可以得出相關矩陣法建立的通道模型能充分表現出良好的通道相關性。

SCM 通道模型在 3GPP TR25.996 規範中提供兩種等級的模擬方法，分別為「鏈路等級模擬」（Link level simulations）與「系統等級模擬」（System level simulations），鏈路等級僅反映通道行為概要，提供參數設定校準用參考，而「系統等級模擬」模擬可提供真實的模擬效能結果呈現，以下就兩級別之模擬進行說明。

(二) 「鏈路等級模擬」

「鏈路等級模擬」將不會被使用在與演算法比較，因為它們只會反映出通道行為概要，此外也不會考慮系統屬性，例如 Hybrid Automatic Repeat request (HARQ) 等，因為上述因素「鏈路等級模擬」並不會產生典型系統行為有關的結果，只有「系統等級模擬」才可以達到真實模擬效果。

「鏈路等級模擬」不會被使用在比較不同演算法的效能，相反的只會被使用在校準參數，表 7-3 總結「鏈路等級模擬」的實體參數。

1. 路徑空間參數

每條可解析路徑具有本身的空間通道參數特徵，包含 AS (Angle Spread)、AoD (Angle of Departure)、AoA (Angle of Arrival)、角度功率頻譜 (Power Azimuth Spectrum, PAS)，所有的路徑假設為相互獨立，這些假設適用於基地台和行動台特定的空間參數，上述假設只有在「鏈路等級模擬」通道模型生效。

2. 基地台與行動台陣列拓樸

SCM 應允許選擇任何形態的天線組態，然而特定組態細節必須與其他複製此模型的組態分享並驗證結果。

在「鏈路等級模擬」方面，校準模擬器需要一套共用的假設，包含一組特定的天線拓撲定義基準案例。在行動台方面，參考元素間距為 0.5λ ， λ 為載波頻率波長。在基地台方面，參考元素間距為 0.5λ 、 4λ 與 10λ 。

3. 基地台空間參數

(1) 基地台天線樣本

3 扇向天線樣本使用在每個扇向，反向與正向鏈路標繪在圖 7-1 並由下式給定：

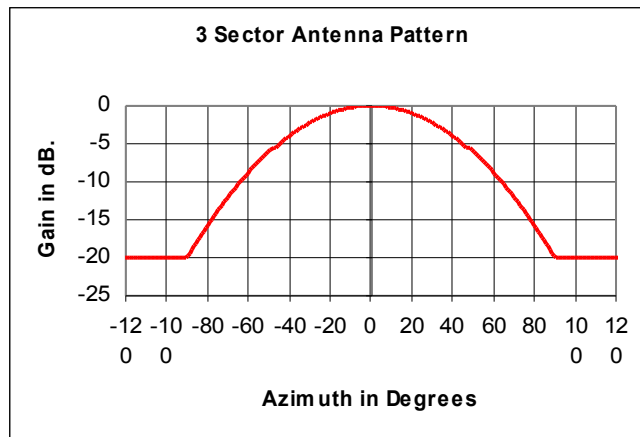
$$A(\theta) = -\min_{\theta} \frac{A_m}{\theta_{3dB}^2}, \quad \text{where } -180^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$$

θ 定義為介於關注方向和天線正向之間的角度， θ_{3dB} 是 3dB 波束寬度， A_m 為最大衰減，以 3 扇向天線而言， θ_{3dB} 為 70 度， $A_m = 20\text{dB}$ ，天線正向指向如圖 7-2 所示，以 6 扇向天線而言， θ_{3dB} 為 35 度， $A_m = 23\text{dB}$ ，樣本中的結果如圖 7-3，而且正向如圖 7-4 定義。正向定義為天線所表現的最大增益方向。3 向 70 度扇向天線的增益為 14dBi。將波束寬度減低到一半，對應的增益將是較高的 3dB，結果為 17dBi，天線樣本表示針對不同面向的執行（例如大範圍內部元素間距），對於小範圍間距的指向性波束（beamforming）應用來說，非傳統天線設計，也許會被考慮導致不同的天線樣板。

表 7-3、空間通道模型鏈路等級參數

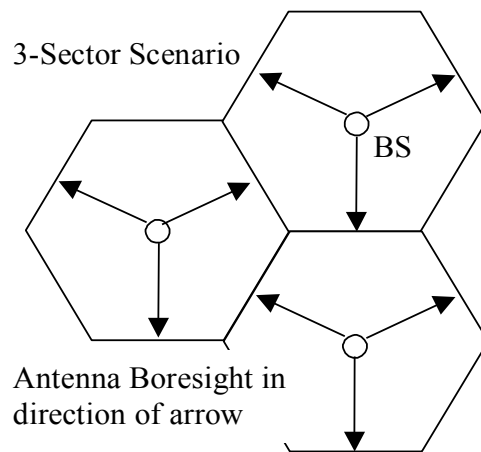
資料來源:3GPP

Model		Case I		Case II		Case III		Case IV		
Corresponding 3GPP Designator*		Case B		Case C		Case D		Case A		
Corresponding 3GPP2 Designator*		Model A, D, E		Model C		Model B		Model F		
PDP		Modified Pedestrian A		Vehicular A		Pedestrian B		Single Path		
# of Paths		1) 4+1 (LOS on, K = 6dB) 2) 4 (LOS off)		6		6		1		
Relative Path Power (dB)	Delay (ns)	1)	0.0	0	0,0	0	0.0	0	0	0
		2)	-Inf							
		1)	-6.51	0	-1.0	310	-0.9	200		
		2)	0.0							
		1)	-16.21	110	-9.0	710	-4.9	800		
		2)	-9.7							
		1)	-25.71	190	-10.0	1090	-8.0	1200		
		2)	-19.2							
1)	-29.31	410	-15.0	1730	-7.8	2300				
2)	-22.8		-20.0	2510	-23.9	3700				
Speed (km/h)		1) 3 2) 30, 120		3, 30, 120		3, 30, 120		3		
UE/Mobile Station	Topology	Reference 0.5λ		Reference 0.5λ		Reference 0.5λ		N/A		
	PAS	1) LOS on: Fixed AoA for LOS component, remaining power has 360 degree uniform PAS. 2) LOS off: PAS with a Laplacian distribution, RMS angle spread of 35 degrees per path		RMS angle spread of 35 degrees per path with a Laplacian distribution Or 360 degree uniform PAS.		RMS angle spread of 35 degrees per path with a Laplacian distribution		N/A		
	DoT (degrees)	0		22.5		-22.5		N/A		
	AoA (degrees)	22.5 (LOS component) 67.5 (all other paths)		67.5 (all paths)		22.5 (odd numbered paths), -67.5 (even numbered paths)		N/A		
Node B/ Base Station	Topology	Reference: ULA with 0.5λ-spacing or 4λ-spacing or 10λ-spacing							N/A	
	PAS	Laplacian distribution with RMS angle spread of 2 degrees or 5 degrees, per path depending on AoA/AoD							N/A	
	AoD/AoA (degrees)	50° for 2° RMS angle spread per path 20° for 5° RMS angle spread per path							N/A	
NOTE:		*Designators correspond to channel models previously proposed in 3GPP and 3GPP2 ad-hoc groups.								



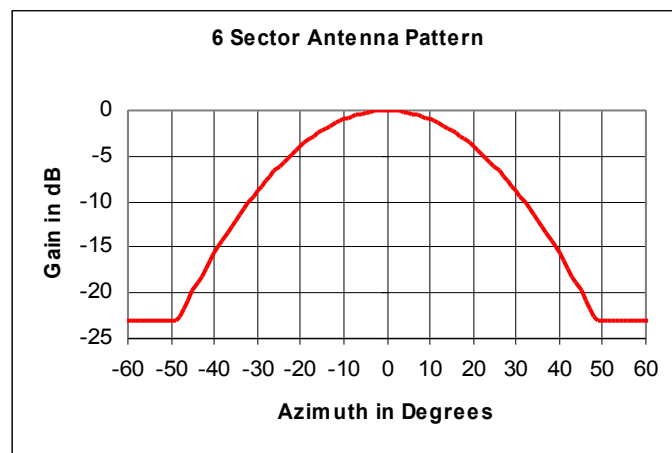
資料來源:3GPP

圖 7-1、3 扇向細胞天線樣本



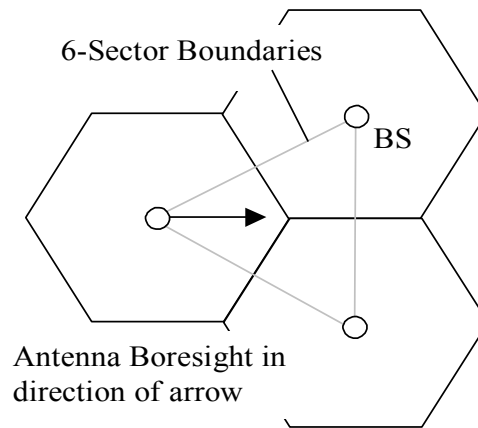
資料來源:3GPP

圖 7-2、3 扇向細胞正角指向



資料來源:3GPP

圖 7-3、6 扇向細胞天線樣本



資料來源:3GPP

圖 7-4、6 扇向細胞正角指向

(2) 基地台路徑 AS

基地台每條路徑 AS 定義為角度均方根值，符合根據基地台陣列接收的入射路徑功率，個別的路徑功率定義在表 7-3 描述的臨時通道模型，基地台 AS 值，考慮如下，與對應的平均 AoD 相關。

- AoD 為 50 度時，AS 值為 2 度。
- AoD 為 20 度時，AS 值為 5 度。

(3) 基地台路徑 AoD

AoD 定義為入射或是發射路徑功率由基地台陣列接收或傳送有關準線(boresite)方面的平均角度，兩值考慮如下：

- AoD：50 度(與 AS 之 2 度均方根值相關)。
- AoD：20 度(與 AS 之 5 度均方根值相關)。

(4) 基地台功率方位角頻譜 (Power Azimuth Spectrum, PAS)

假設基地台的入射路徑功率方位角頻譜 (Power Azimuth Spectrum, PAS) 以 Laplacian 分佈， $\text{AoD } \bar{\theta}$ 與 AS 之 σ 均方根值，每條基地台路徑的路徑功率方位角頻譜 (Power Azimuth Spectrum, PAS) 值在角度 θ 時，假設為：

$$P(\theta, \sigma, \bar{\theta}) = N_o \exp \left[\frac{-\sqrt{2} |\theta - \bar{\theta}|}{\sigma} \right] G(\theta)$$

4. 行動台空間參數

針對行動台的所有天線元素，假設天線樣本為天線增益為 -1 dBi 全向性天線。

(1) 行動台天線樣本

行動台天線元素，天線樣本將會假設為全向性（天線增益-1 dBi）。

(2) 行動台路徑 AS

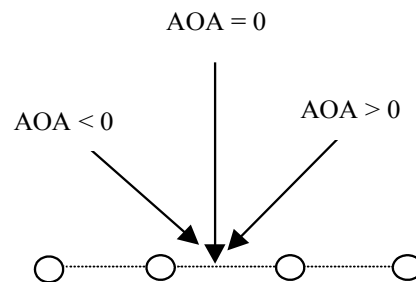
行動台路徑 AS 定義為行動台天線元素陣列伴隨路徑功率角度均方根值，兩項路徑 AS 值考慮如下：

- AS：104 度，產生自均勻涵蓋的 360 度功率方位角頻譜（PAS）。
- AS：35 度，Laplacian 功率方位角頻譜（PAS）以某路徑的特定 AoA。

(3) 行動台路徑 AoA 角度

行動台不同路徑的 AoA 值，路徑抵達角度如圖 7-5 所示。建議以非均勻分佈的功率方位角頻譜（PAS），可參考表 7-3。

- AoA：負 67.5 度，與 35 度 AS 均方根值相關。
- AoA：正 67.5 度，與 35 度 AS 均方根值相關。
- AoA：正 22.5 度，與 35 度 AS 均方根值相關。



資料來源:3GPP

圖 7-5、行動台抵達方向角度

(4) 行動台路徑功率方位角頻譜（PAS）

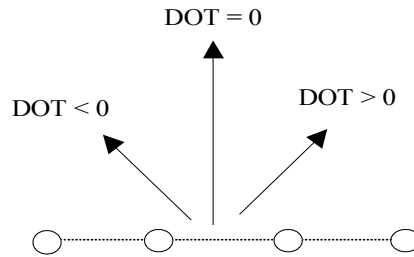
Laplacian 分佈與均勻分佈使用在建立行動台路徑功率方位角頻譜（PAS）模型。

行動台入射路徑的功率方位角頻譜（PAS）以 Laplacian 分佈或是均勻分佈在 360 度的方式建立模型，因為假設以全向性的行動台天線增益，接收的路徑功率方位角頻譜（PAS）將屬於 Laplacian 分佈或是均勻分佈 AoA 為 $\bar{\theta}$ ，AS 均方根值 σ ，在角度為 θ 時，行動台路徑 Laplacian 功率方位角頻譜（PAS）值由下式給定：

$$P(\theta, \sigma, \bar{\theta}) = N_o \exp \left[\frac{-\sqrt{2} |\theta - \bar{\theta}|}{\sigma} \right]$$

(5) 行動台 AoD 角度

行動台傳播方向如圖 7-6。



資料來源:3GPP

圖 7-6、行動台傳播方向

(6) 路徑 Doppler 頻譜

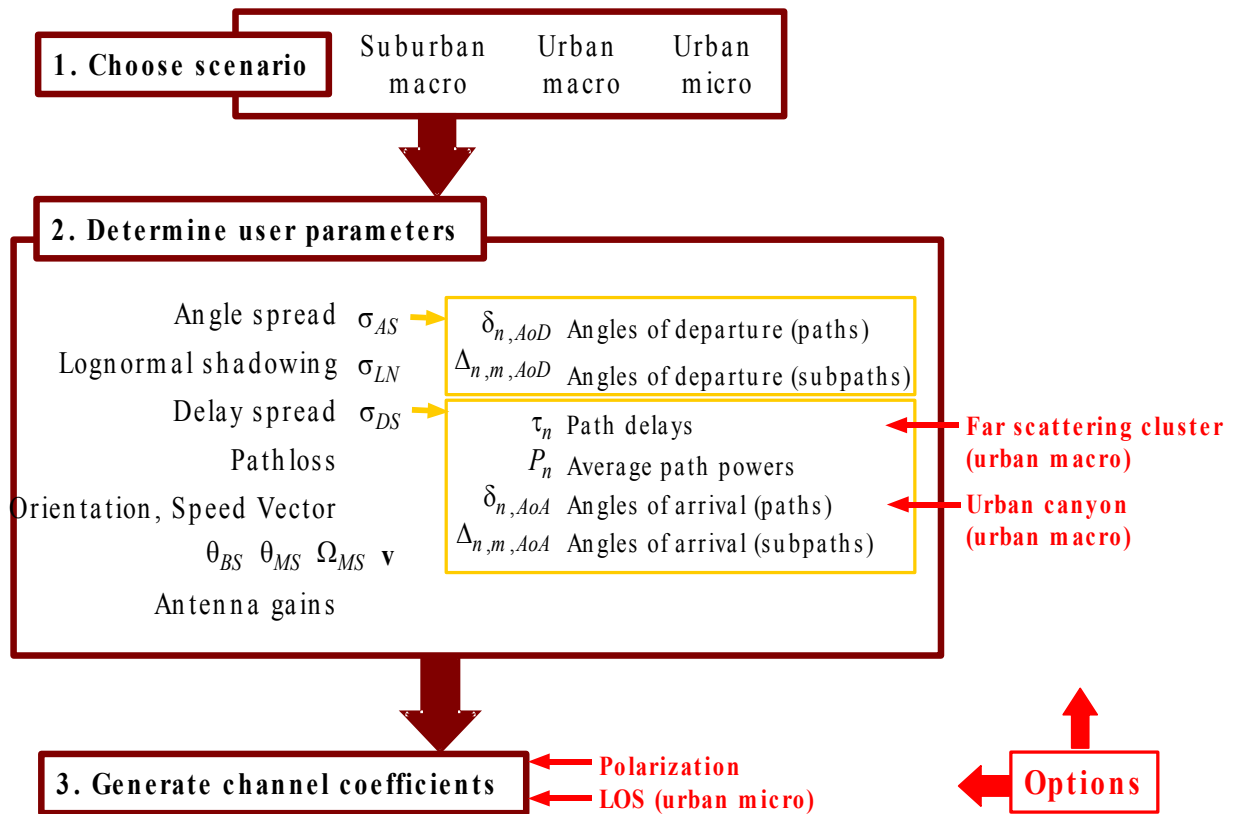
每條路徑其 Doppler 頻譜定義為行動台上散播與路徑功率方位角頻譜（PAS）及 AoA 的指向功能，相當於介於基於相關性或是基於放射方式的路徑損耗。

(三) 「系統等級模擬」空間通道模型模擬

「系統等級模擬」對於只考慮單一的基地台發射到單一的行動台而言，「系統等級模擬」由多個細胞/扇向、基地台和行動台所組成，效能指標有「產出」（throughput）與「延遲」（Delay）（ D 「丢失」(drops)集合），「丢失」定義在一定數量的細胞/扇向、基地台和行動台上特定數量訊框的模擬執行，在丢失期間，通道所承受的快速衰減取決於行動台的移動，通道狀態資訊由行動台到基地台回饋，並且基地台使用排程器決定使用者的發射。一般來說結束一組 D 丢失，細胞分佈和基地台位置是固定的，但是行動台位置在每次丢失開始時隨機改變。為了簡化模擬，當剩下的基地台假設以全功率傳送，只有一組基地台子集合會進行實際模擬。

以下將定義方法和參數，提供產生空間和臨時通道係數介於使用在「系統等級模擬」給定的基礎和移動性之間，假設 S 為基地台陣列， U 為行動台陣列，通道係數為 N 多路徑元件之一，由 S -by- U 合成「振幅矩陣」（Matrix of Complex Amplitudes）給定，我們假設通道矩陣 $\mathbf{H}_n(t)$ 為 n 階多路徑元件 ($n = 1, \dots, N$)，它為時間 t 的作用，因為合成振幅矩陣受到行動台移動的影響而經歷快速衰落，圖 7-7 為產生通道係數的說明，產生通道指標程序分為三項基本步驟：

- (1) 選定環境：「大型郊區」（suburban macro），「大型都會區」（urban macro）、「小型都會區」（urban micro）。
- (2) 取得環境相關模擬參數。
- (3) 基於參數產生通道係數。



資料來源:3GPP

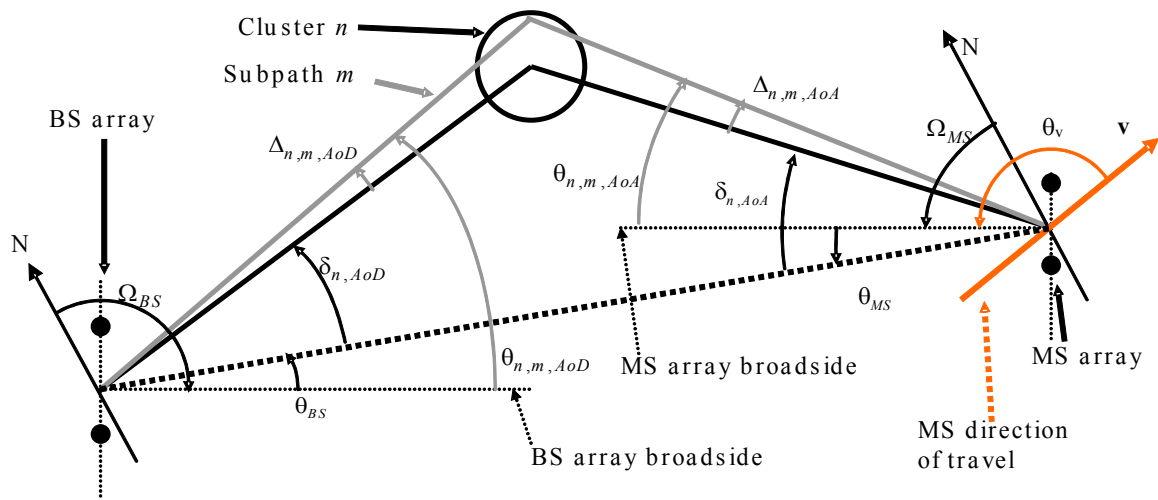
圖 7-7、通道模型模擬流程

1. 角度參數設定

行動台接收信令由發射信令的 N 延遲多路徑複製所組成， N 路徑功率與延遲所定義並且根據通道產生程序隨機選出，每條路徑由 M 子路徑所組成。圖 7-8 顯示使用在模型中的角度參數，以下的定義會被使用，BS 表示基地台，MS 表示行動台：

- Ω_{BS} BS 天線陣列定位。
- θ_{BS} BS 和 MS 間 LOS AoD 方向。
- $\delta_{n,AoD}$ n 路徑($n = 1 \dots N$) AoD 與 LOS AoD θ_0 相關。
- $\Delta_{n,m,AoD}$ n 路徑的 m 子路徑($m = 1 \dots M$)補償與 $\delta_{n,AoD}$ 相關。
- Ω_{MS} MS 天線陣列定位。
- θ_{MS} BS-MS LOS 與 MS 側邊的角度。
- $\delta_{n,AoA}$ n 路徑($n = 1 \dots N$) AoA 與 LOS AoA $\theta_{0,MS}$ 相關。
- $\Delta_{n,m,AoA}$ n 路徑的 m 子路徑($m = 1 \dots M$)補償與 $\delta_{n,AoA}$ 相關

- v MS 速度向量。
- θ_v 有關 MS 側邊 $\theta_v = \arg(v)$ 速度向量的角度。



資料來源:3GPP

圖 7-8、基地台與行動台角度參數

2. 環境參數設定

可以設定下列三種環境：

- (1) 「大型郊區」：BS-BS 間大約 3 公里。
- (2) 「都會區大型細胞」：BS-BS 間大約 3 公里。
- (3) 「都會區微型細胞」：BS-BS 間小於 1 公里。

大型細胞基地台環境的特性，假設基地台天線一般屋頂高度以上；都會區微型細胞基地台環境，假設基地台天線在一般屋頂高度；表 7-4 表示每種環境所使用的參數。

表 7-4、環境設定參數

資料來源:3GPP

Channel Scenario	Suburban Macro	Urban Macro	Urban Micro
Number of paths (N)	6	6	6
Number of sub-paths (M) per-path	20	20	20
Mean AS at BS AS at BS as a lognormal RV $\sigma_{AS} = 10^{\epsilon_{AS}x + \mu_{AS}}$, $x \sim \eta(0,1)$	$E(\sigma_{AS})=5^0$ $\mu_{AS} = 0.69$ $\epsilon_{AS} = 0.13$	$E(\sigma_{AS})=8^0, 15^0$ $8^0 \mu_{AS} = 0.810$ $\epsilon_{AS} = 0.34$ $15^0 \mu_{AS} = 1.18$ $\epsilon_{AS} = 0.210$	NLOS: $E(\sigma_{AS})=19^0$ N/A
$r_{AS} = \sigma_{AoD} / \sigma_{AS}$	1.2	1.3	N/A
Per-path AS at BS (Fixed)	2 deg	2 deg	5 deg (LOS and NLOS)
BS per-path AoD Distribution standard distribution	$\eta(0, \sigma_{AoD}^2)$ where $\sigma_{AoD} = r_{AS} \sigma_{AS}$	$\eta(0, \sigma_{AoD}^2)$ where $\sigma_{AoD} = r_{AS} \sigma_{AS}$	U(-40deg, 40deg)
Mean AS at MS	$E(\sigma_{AS,MS})=68^0$	$E(\sigma_{AS,MS})=68^0$	$E(\sigma_{AS,MS})=68^0$
Per-path AS at MS (fixed)	35^0	35^0	35^0
MS Per-path AoA Distribution	$\eta(0, \sigma_{AoA}^2 (\text{Pr}))$	$\eta(0, \sigma_{AoA}^2 (\text{Pr}))$	$\eta(0, \sigma_{AoA}^2 (\text{Pr}))$
Delay spread as a lognormal RV $\sigma_{DS} = 10^{\epsilon_{DS}x + \mu_{DS}}$, $x \sim \eta(0,1)$	$\mu_{DS} = -6.80$ $\epsilon_{DS} = 0.288$	$\mu_{DS} = -6.18$ $\epsilon_{DS} = 0.18$	N/A
Mean total RMS Delay Spread	$E(\sigma_{DS})=0.17 \mu\text{s}$	$E(\sigma_{DS})=0.65 \mu\text{s}$	$E(\sigma_{DS})=0.251 \mu\text{s}$ (output)
$r_{DS} = \sigma_{delays} / \sigma_{DS}$	1.4	1.7	N/A
Distribution for path delays			U(0, 1.2 μs)
Lognormal shadowing standard deviation, σ_{SF}	8dB	8dB	NLOS: 10dB LOS: 4dB
Pathloss model (dB), d is in meters	$31.5 + 35\log_{10}(d)$	$34.5 + 35\log_{10}(d)$	NLOS: $34.53 + 38\log_{10}(d)$ LOS: $30.18 + 26*\log_{10}(d)$

3. 系統等級標準

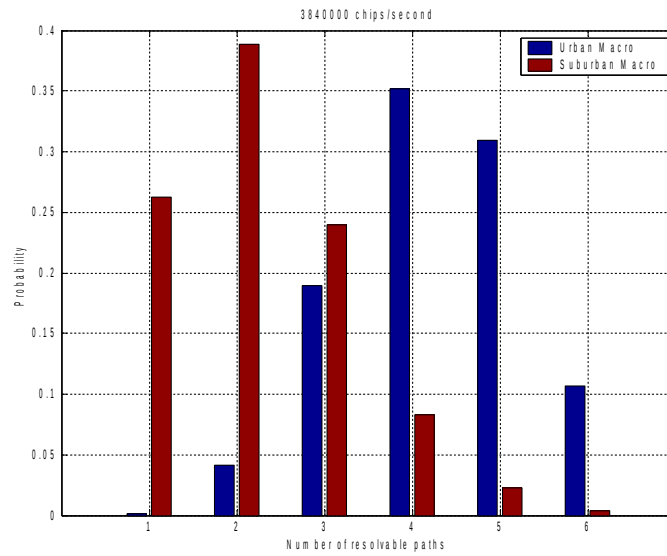
以下範例以標準化為目的，接收端可解析路徑假設為在一小段時間間隔中一（或是多）條路徑的能量。「全球行動通訊系統」（Universal Mobile Telecommunication System, UMTS）定義 Chip rate 為 3.84Mcps，表 7-5 為暫時性的標準化用途「理想」("Ideal")符號值由量測時得到，「輸入」("Input")符號值用在產生隨機變數，「輸出」("Output")符號表示靜態量測的結果。

表 7-5、SCM 模擬輸出參數摘要

資料來源:3GPP

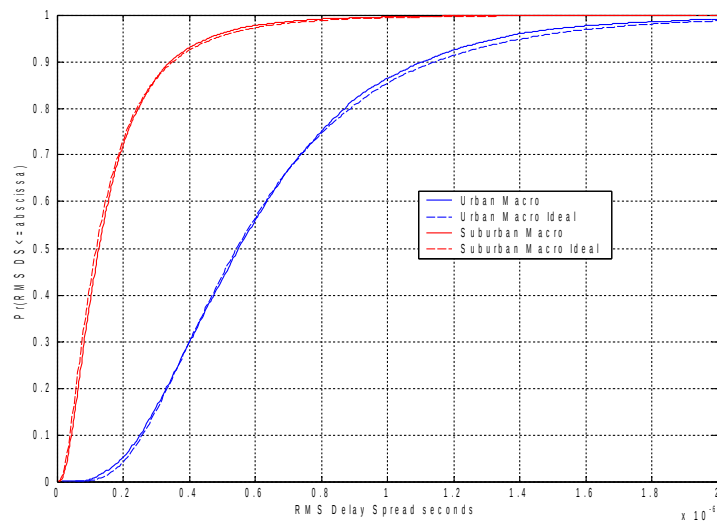
Parameter	Suburban 5° $\sigma_{\text{RND}} = 3\text{dB}$		Urban 8° $\sigma_{\text{RND}} = 3\text{dB}$		Urban 15° $\sigma_{\text{RND}} = 3\text{dB}$		Urban Micro $\sigma_{\text{RND}} = 3\text{dB}$	
r_{DS}	Input	Output	Input	Output		Output		
	1.4	1.29	1.7	1.54	1.7	1.54		
μ_{DS}	Input	Ideal	Input	Ideal	Input	Ideal		
	-6.80	-6.92	-6.195	-6.26	-6.195	-6.26		
ε_{DS}	Input	Ideal	Input	Ideal	Input	Ideal		
	0.288	0.363	0.18	0.25	0.18	0.25		
r_{AS}	Input	Output	Input	Output	Input	Output		
	1.2	1.22	1.3	1.37	1.3	1.37		
μ_{AS}	Input	Ideal	Input	Ideal	Input	Ideal		
	0.69	0.66	0.810	0.75	1.18	1.0938		
ε_{AS}	Input	Ideal	Input	Ideal	Input	Ideal		
	0.13	0.18	0.34	0.37	0.21	0.2669		
$E[\sigma_{DS}]$	Ideal	Output	Ideal	Output	Ideal	Output		Output
	0.17 μs	0.172 μs	0.65 μs	0.63 μs	0.65 μs	0.63 μs		0.251 μs
$E[\sigma_{AS,BS}]$	Ideal	Output	Ideal	Output	Ideal	Output	Ideal	Output
	5°	5.01°	8°	7.97°	15°	14.9°	19°	19.2°
$E[\sigma_{AS,MS}]$	Ideal	Output	Ideal	Output	Ideal	Output	Ideal	Output
	68°	69.2°	68°	68.3°	68°	68.04°	68°	NLOS: 67.5°

以下圖示(圖 7-9~7-13)，表示目前 SCM 標準化案例，圖 7-14 說明各種「使用者裝置」(UE)端的混和 AS 情境，在下列圖示的曲線表現，與表 7-5 中的參數相對應，並且包含路徑功率產生的動態因子(3dB)。



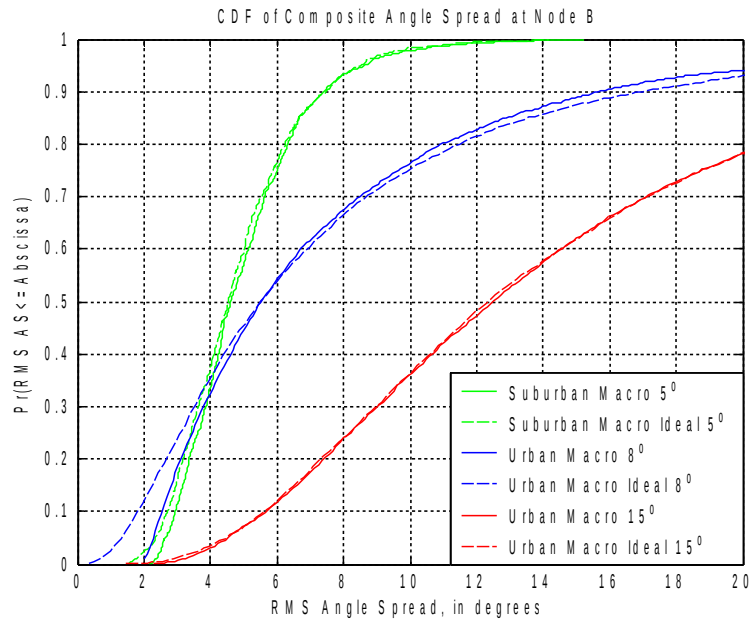
資料來源:3GPP

圖 7-9、市區與郊區時間可解析路徑可能性



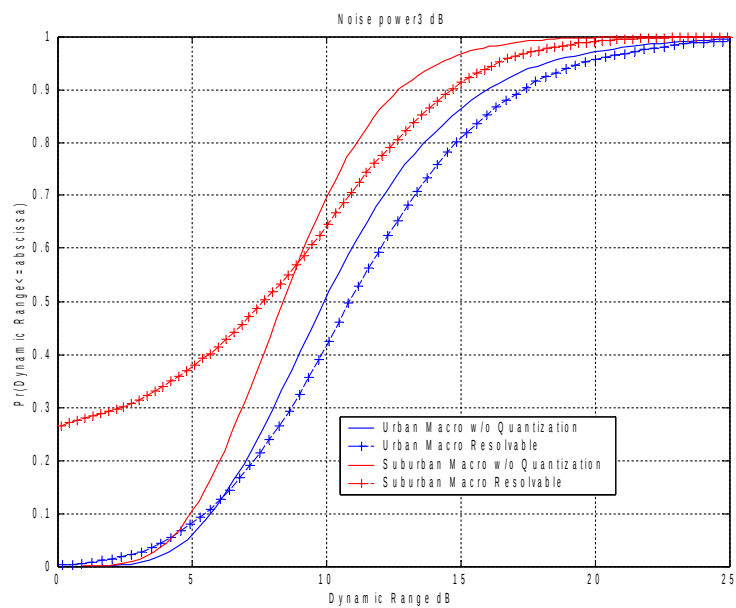
資料來源:3GPP

圖 7-10、各種理想值模擬延遲擴散



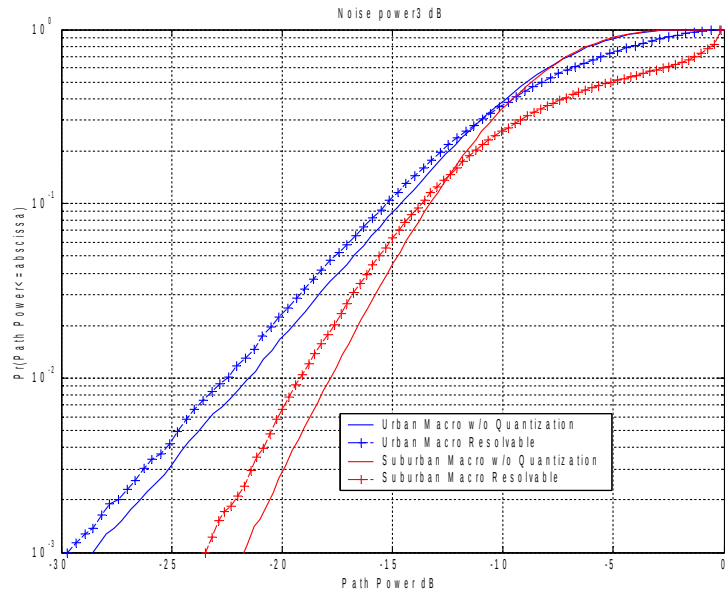
資料來源:3GPP

圖 7-11、各種理想值模擬基地台角度擴散 (AS)



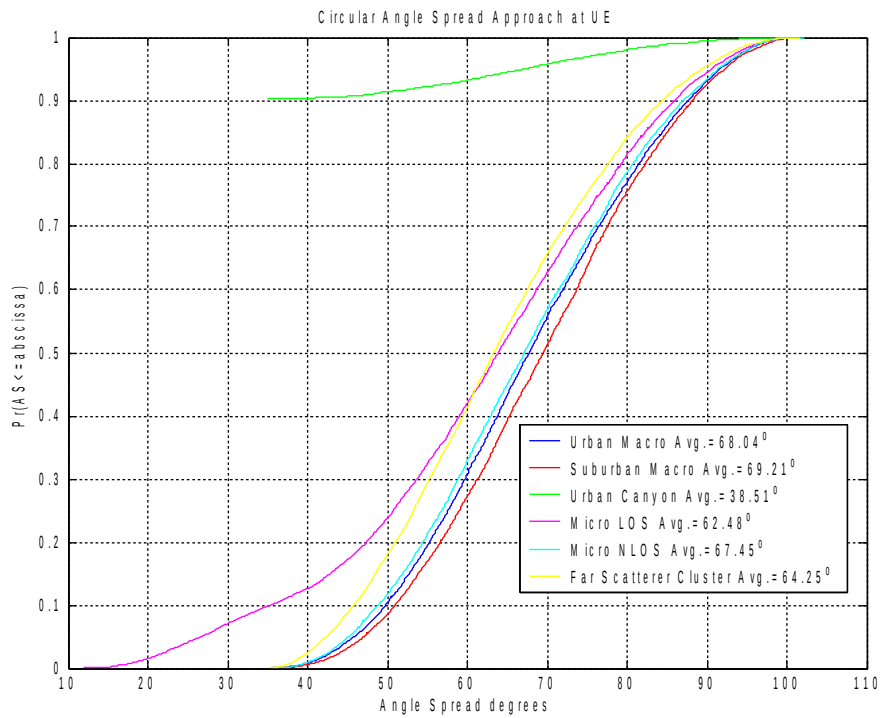
資料來源:3GPP

圖 7-12、通道模型動態範圍 (dB)



資料來源:3GPP

圖 7-13、所有路徑功率累積分佈 (Cumulative Distribution Function, CDF)

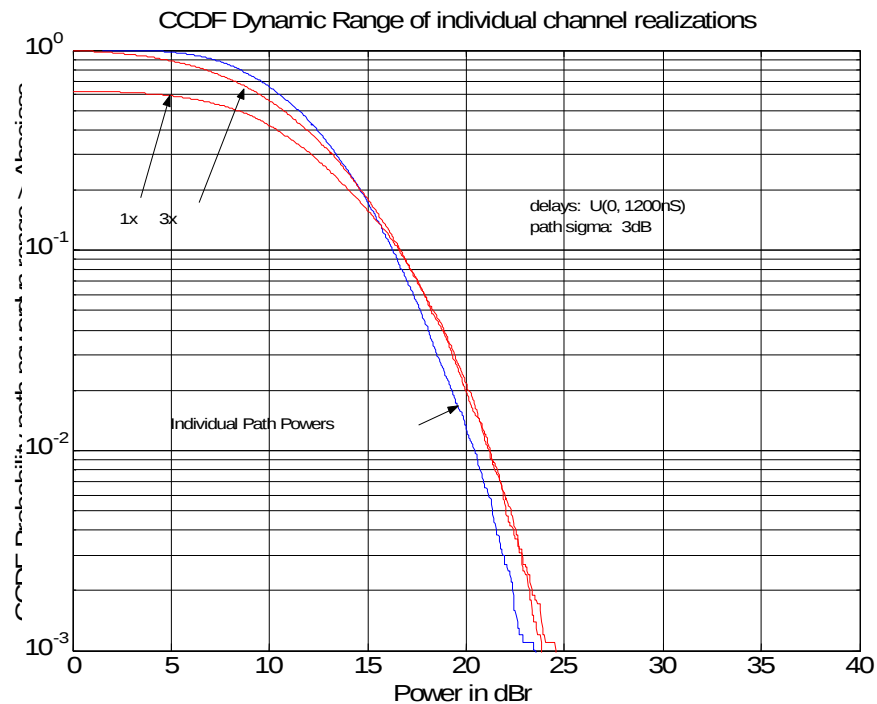


資料來源:3GPP

圖 7-14、SCM 行動台角度擴散累積分佈 (CDF)

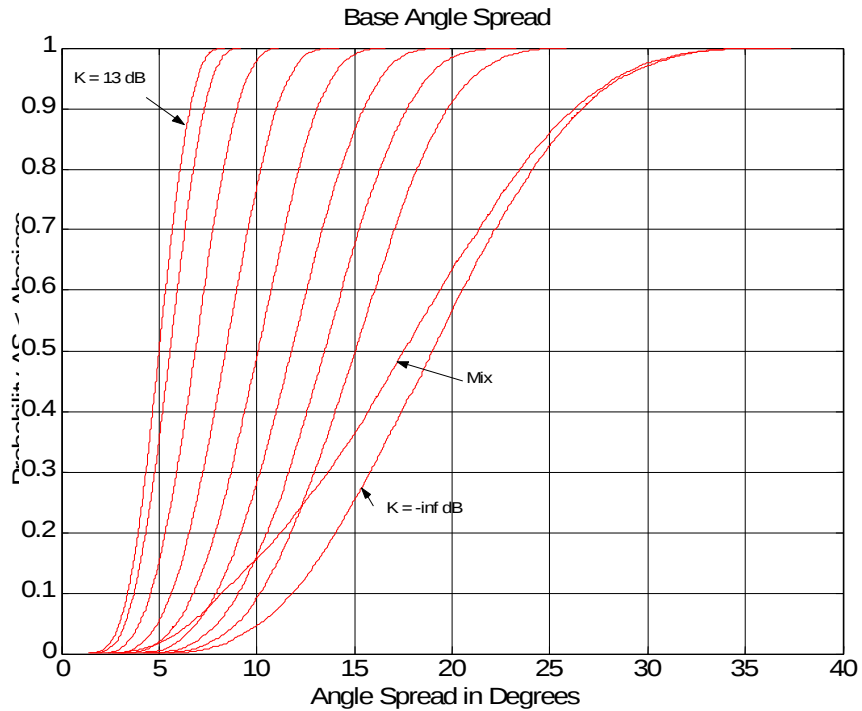
4. 通道情境：都會區微細胞

相關參數如下圖示模擬結果所示，圖 7-15 說明每個通道實體化的動態範圍，由互補 CDF 表示。1.25 MHz 與 5 MHz 頻道寬度之間的差異可表現在可解析動態範圍曲線（結合功率在一段時間內，作為估計解析功率的方法）。兩種頻寬最高值 (1%) 近似相同。動態範圍 D 由下式計算（針對每個實體化通道）： $D = 10 \cdot \log_{10}(\max \text{ pwr} / \min \text{ pwr})$



資料來源:3GPP

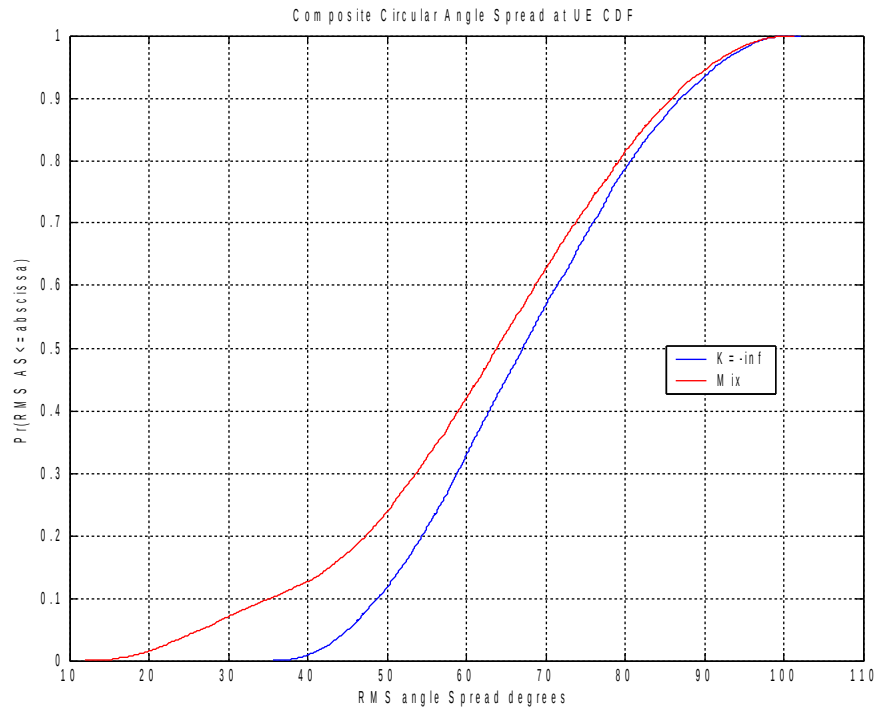
圖 7-15、通道實體化路徑功率動態範圍，NLOS



資料來源:3GPP

圖 7-16、基地台合併 AS

在基地台上的合併 AS 如圖 7-16 所示，在微細胞模式可以看到不同的 K 因子，當細胞半徑為 500 公尺時，可以期待與 LOS/NLOS 一起相交(由細胞中心到細胞邊緣量測)，對 NLOS 而言，平均的基地台合併 AS 為 19 度，在經歷 LOS 路徑與 K-因子增加時，可以觀察到 AS 相對減小，NLOS 模式在模擬下平均基地台合併 AS 為 19.2 度，而混合兩種模式模擬的平均基地台合併 AS 為 17.6 度。

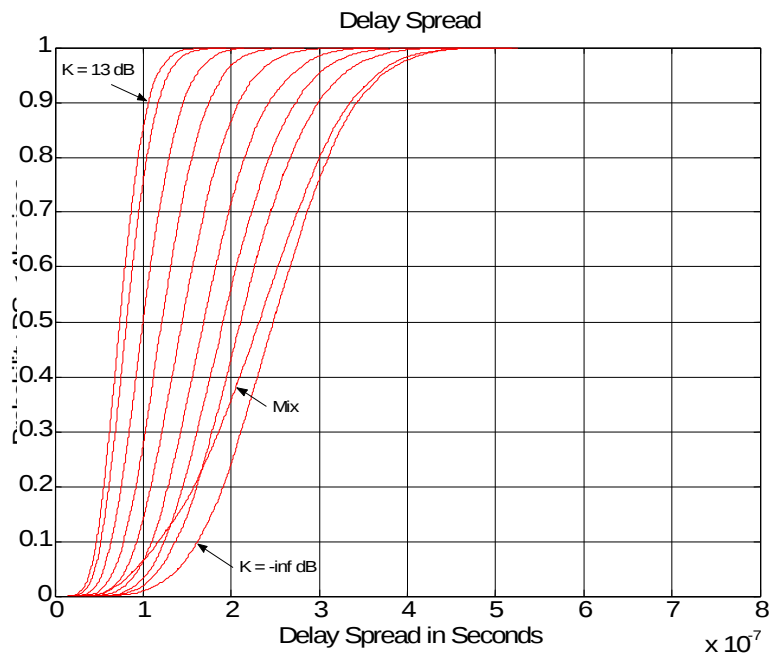


資料來源:3GPP

圖 7-17、行動台合併 AS

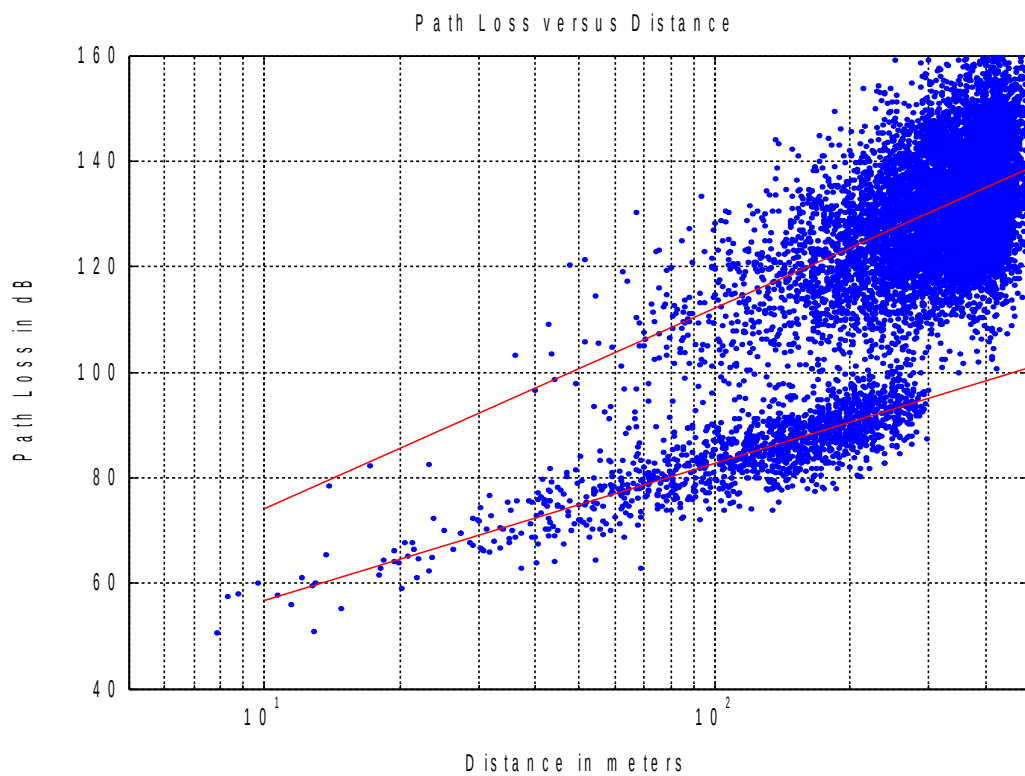
使用者裝置端合併 AS 如圖 7-17 所示。來自 LOS 路徑的 K 因子增加，因為更多功率存在單一指向元件致使合併 AS 會減小。混合方式如圖 7-17 所示，由於有 15% 的位置經歷 LOS 狀態(假設細胞半徑為 500 公尺)在靜態時會有輕微的減小，NLOS 模式在模擬下平均行動台合併 AS 為 67.45 度，而混合兩種模式模擬的平均合成行動台 AS 為 62.48 度。

AS 如圖 7-18 說明，NLOS 模式在模擬下平均延遲擴散為 251 奈秒(ns)，混和兩種情形為 231 奈秒(ns)。



資料來源:3GPP

圖 7-18、微細胞延遲擴散



資料來源:3GPP

圖 7-19 不同距離微細胞式路徑損耗

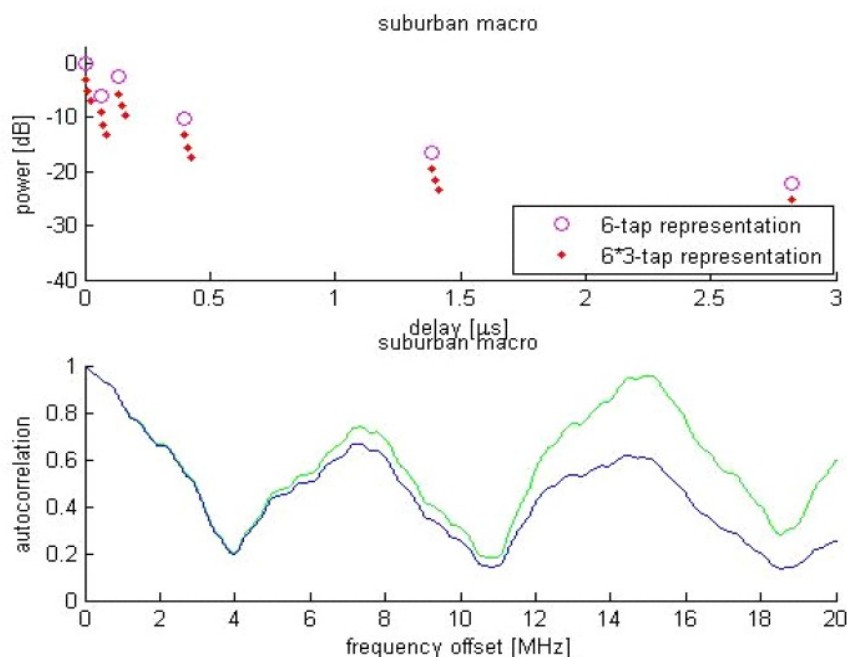
圖 7-19 說明都會區微細胞傳播路徑損耗模式。

II、「空間通道擴展模型」(Spatial Channel Model Extended, SCME)

SCME 通道模型延伸自 SCM。延伸的目的在保持簡便性和向下相容性，即 SCME 通道模型要能夠向下相容 SCM，如此便可保持模型的一致性和相容性。

在模擬環境中，SCME 提供了郊區大型細胞、都會區大型細胞和都會區微型細胞三種環境選擇。在大型細胞情境中，基地台間距離通常約 3000 公尺，微型細胞情境中，基地台站間距離約 1000 公尺。不同的情境具有不同的環境參數，包括多路徑效應參數、AS 特性、延遲擴散特性、路徑損耗模型。大型細胞情境中的路徑損耗模型採用改進的 COST231-Hata 傳播模型，微型細胞的路徑損耗模型採用 COST231-Walfish-Ikegami 之 NLOS 模型和街道峽谷模型。

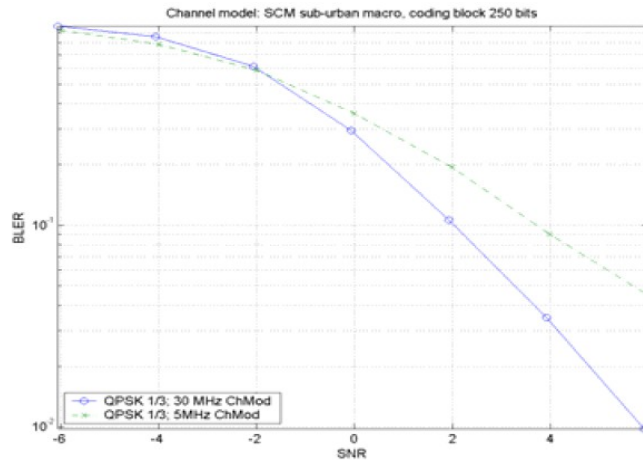
另外在通道頻率方面，通道頻率擴展是因為 IMT-Advanced 系統中帶寬擴大到 20~100MHz，所需要的抽樣頻率也相對提高，每條鏈路可以解析的延遲數目也隨之增大，SCM 模型 6 條延遲路徑不能滿足現行系統的需要，根據 SCME 修改後的模型，頻率相關週期性可以緩和，如圖 7-20 所示。



資料來源:WINNER

圖 7-20、功率延遲概觀 (PDP)、頻率相關函數 (FCF)

圖 7-20 為 SCM 及 SCME (使用 20 MHz) 的功率延遲概觀 (Power Delay Profile, PDP) 與頻率相關函數 (Frequency Correlation Function, FCF)，SCM 及 SCME (使用 20 MHz) 在資料段錯誤率 (coded Block Error Rate, BLER) 的初步的模擬結果如圖 7-21。



資料來源:WINNER

圖 7-21、資料段錯誤率（coded Block Error Rate，BLER）

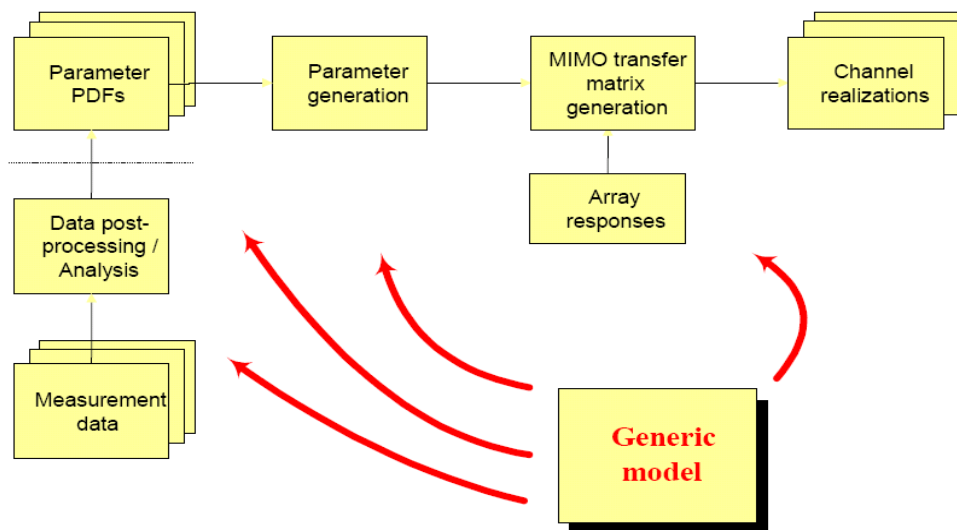
III、「WINNER 方案」

在歐盟 WINNER 方案中，採用的是 WINNER 通道模型。原理及建模方法是以 SCME 為基礎，採用的是射線疊加法。利用通道的統計特性在行動台和基地台周圍散射體組，來模擬實際電磁波的反射、折射等，從而實現對實際通道的類比。

WINNER 方案以開發普遍性的無線電通訊通道模擬系統為目標，WINNER 系統除要求需可以升級頻寬和載波頻率範圍，並依未來寬頻系統，增加的數據速率、帶寬、移動性、自適應性、服務品質等對於系統性能的要求。並且較早期的系統，針對複雜、射頻信號道模型和模擬等必須具備更多種的準確預測。

WINNERII 室外模擬選擇 3GPP 所定義的 SCM，室內模擬選擇 IEEE 802.11nMIMO，由於 SCM 的頻帶只有 5 MHz，在多種頻率下延伸 SCME。

在 WINNER 方案指定以下傳播情境：室內，都市、郊區、微型細胞農村和固定式饋線鏈路，在 WINNERII 包括通道並且擴大頻率範圍(2~6GHz)和情境的數量，包括室內對室外，較差環境下的微型細胞都市、饋線鏈路基地台對固定的中繼站和移動的網路基地台對行動中繼站等。



資料來源:WINNER

圖 7-22、WINNER 方案通道建模程序

(一) WINNERII 通道模型

路徑損耗模型是根據 5GHz 和 2GHz 測量，擴展的頻帶範圍為 2~6GHz，在室內對室外和室外對室內由一個單通道模型描述。接收機傳播環境將導致不同的通道特徵。而不是嘗試環境參數化（即街道寬度，平均大廈高度等納入參數去計算得到結果）WINNER 模型直接地使用不同的環境傳播參數。每個情境依實際被測量的數據去分析，再從參考文獻得到傳播情境。

通常，同一個情境，LOS 影響通道參量值，WINNER 情境區分 LOS 和 NLOS 情況，要能適當的情境塑造，在 LOS 和 NLOS 之間必須描述，此為 LOS 的距離模型。

對載波頻率在 WINNER 定義的所有情境，適應路徑損耗模型為 2~6GHz 的範圍。路徑損耗模型像 Okumura-Hata 和其他知名的模型[OOK+68]，[OTT+01]，延伸到期望頻率範圍；而 Hata Model 是經由實地量測後，經過資料統計組合而成的經驗公式，主要適用在城市地區，依據情境各種不同狀況去做參數修訂。

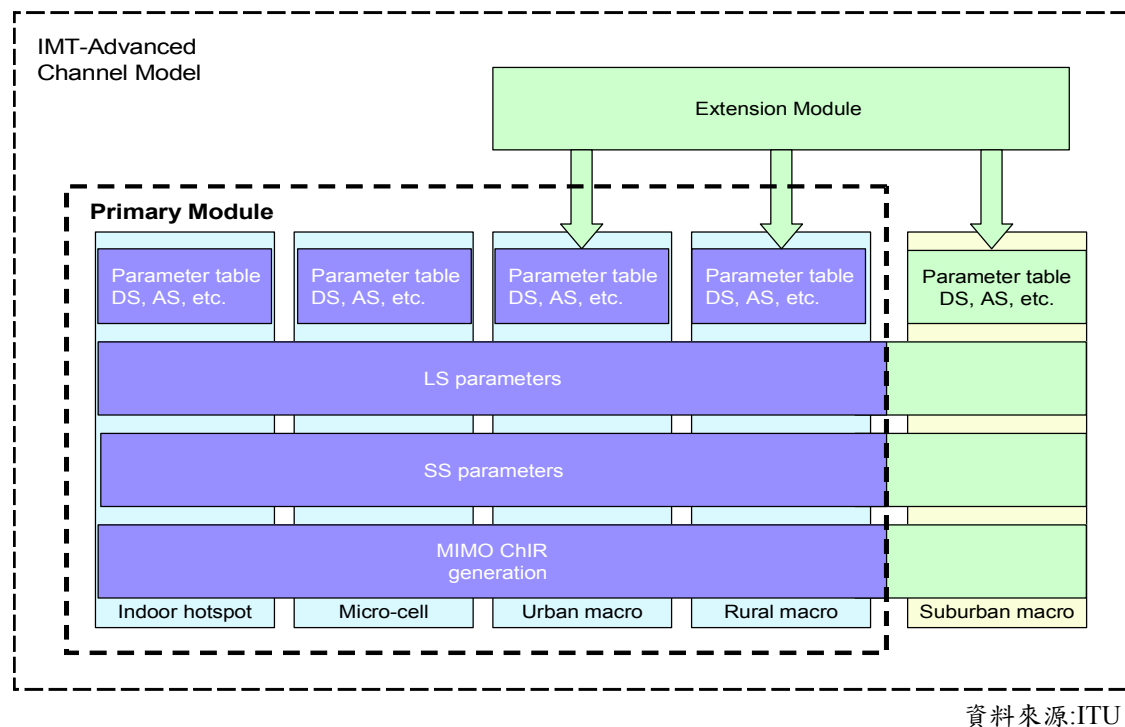
IV、「高階國際行動電信通道模型」(IMT-Advanced Channel Model)

任何無線介面技術（Radio Interface Technologies，RITs）在成為標準前，必須先經過不同環境中無線電發射傳播條件的實際建模測試，因此 IMT-Advanced Channel Model 評估是必要的，通道模型需要包含所有必要的測試環境與 IMT-Advanced 評估情境。

由於單一鏈路模擬無法評估 MIMO 系統效能，干擾可能由其他鏈路產生，必須有多鏈路通道模型進行「系統等級模擬」評估，因此在丹佛舉行的第 20 次 ITU-R WP 8F 會議上討論並通過了由易立信、諾基亞和西門子聯合提交的 IMT-

Advanced MIMO 通道模型。此通道模型是由 WINNER 通道模型發展而來，針對應用場景進行重新的定義以及各個場景的參數做了相應的修改，其基本的建模方法並沒有發生變化，採用幾何統計模型方法。

IMT-Advanced Channel Model 評估由 Primary Module 和 Extension Module 所組成，如圖 7-23 所示，首要模式架構是以 WINNER II 通道模型為基礎，不同的模擬情境如圖 7-23。

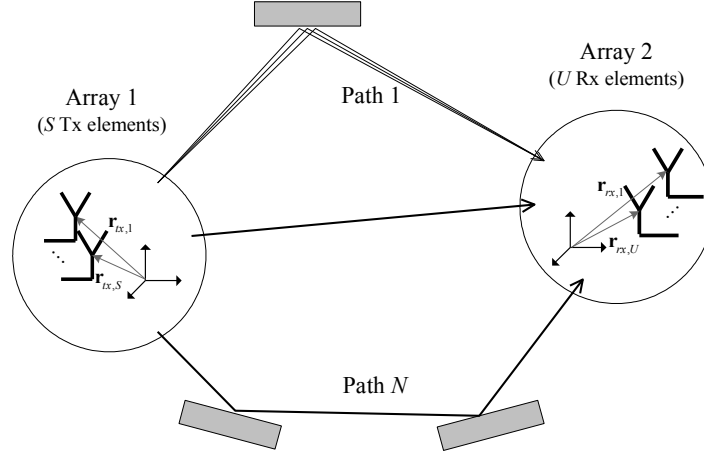


資料來源:ITU

圖 7-23、IMT-Advanced Channel Model

通道參數分別基於通道測量提取的統計分佈隨機性地決定，天線幾合和發射樣本可以由使用模式正確定義，通道實體化利用射線（平面波）貢獻總合與特定小幅度參數像是延遲、功率、AoA、AoD 一起，再經由幾何原理產生。

由射線組合成一叢集，等同於散佈在空間中的傳播路徑，介於延遲與角度領域之間，MIMO 通道的元素，例如：在鏈路端點和傳播路徑的天線元素陣列，如圖 7-24 所示，一般的 MIMO 通道模型適用於從室內到郊區的所有情境。



資料來源:ITU

圖 7-24、MIMO 通道

MIMO 通道轉置矩陣如下式(1)：

$$\mathbf{H}(t; \tau) = \sum_{n=1}^N \mathbf{H}_n(t; \tau), \quad (1)$$

t 為時間， τ 為延遲， N 為路徑數量， n 為路徑索引。天線陣列回饋矩陣各自由發射機矩陣($\mathbf{F}_{tx}$)和接收機矩陣($\mathbf{F}_{rx}$)所組成，以及叢集 n 的傳播通道回饋矩陣如下式(2)

$$\mathbf{H}_n(t; \tau) = \iint \mathbf{F}_{rx}(\phi) \mathbf{h}_n(t; \tau, \phi, \varphi) \mathbf{F}_{tx}^T(\phi) d\phi d\varphi. \quad (2)$$

叢集 n 的發射機天線元素 s 到接收機天線元素通道表示如下：

$$\begin{aligned} H_{u,s,n}(t; \tau) = & \sum_{m=1}^M \begin{bmatrix} F_{rx,u,V}(\phi_{n,m}) \\ F_{rx,u,H}(\phi_{n,m}) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} \alpha_{n,m,VV} & \alpha_{n,m,VH} \\ \alpha_{n,m,HV} & \alpha_{n,m,HH} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_{tx,s,V}(\phi_{n,m}) \\ F_{tx,s,H}(\phi_{n,m}) \end{bmatrix} \\ & \times \exp(j2\pi\lambda_0^{-1}(\bar{\phi}_{n,m} \cdot \bar{r}_{rx,u})) \exp(j2\pi\lambda_0^{-1}(\bar{\phi}_{n,m} \cdot \bar{r}_{tx,s})) \\ & \times \exp(j2\pi\nu_{n,m}t) \delta(\tau - \tau_{n,m}) \end{aligned}$$

V、通道模型比較

表 7-6 與表 7-7 為 SCM 系列與 WINNER 方案通道模型相關的特性與可設定參數比較表。

表 7-6、特性比較

資料來源: Elektrobi

Feature	SCM	SCME	WINNER I	WINNER II
Bandwidth > 100 MHz	No	Yes	Yes	Yes
Indoor scenarios	No	No	Yes	Yes
Outdoor-to-indoor and indoor-to-outdoor scenarios	No	No	No	Yes
AoA/AoD elevation	No	No	Yes	Yes
Intra-cluster delay spread	No	Yes	No	Yes
TDL model based on the generic model	No	Yes	Yes*	Yes
Cross-correlation between LSPs	No	No	Yes	Yes
Time evolution of model parameters	No	Yes**	No	Yes

*TDL model is based on the same measurements as generic model, but analyzed separately.

**Continuous time evolution.

表 7-7、參數比較

資料來源: Elektrobi

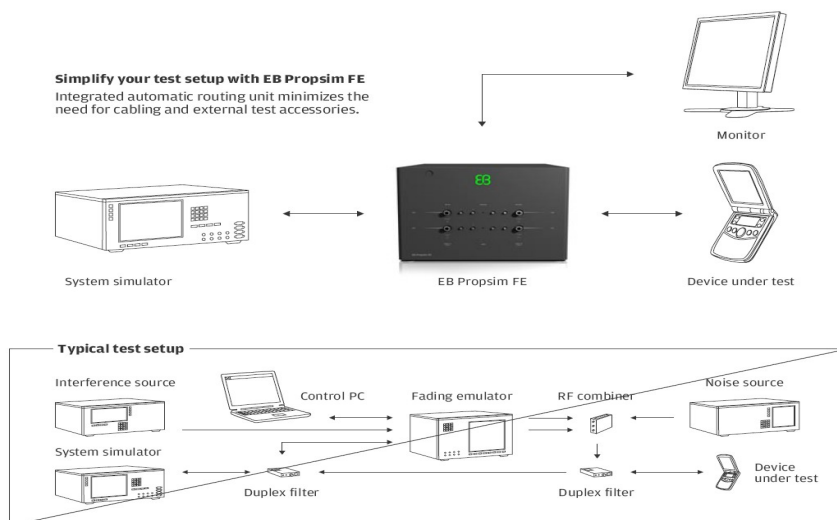
Parameter	Unit	SCM	SCME	WINNER I	WINNER II
Max. bandwidth	MHz	5	100*	100**	100**
Frequency range	GHz	2	2 – 6	2 – 6	2 – 6
No. of scenarios		3	3	7	12
No. of clusters		6	6	4-24	4-20
No. of mid-paths per cluster		1	3 – 4	1	1 – 3
No. of sub-paths per cluster		20	20	10	20
No. of taps		6	18 – 24	4-24	4-24
BS angle spread	°	5 – 19	4.7 – 18.2	3.0 – 38.0	2.5 – 53.7
MS angle spread	°	68	62.2 – 67.8	9.5 – 53.0	11.7 – 52.5
Delay spread	ns	170 – 650	231 – 841	1.6 – 313.0	16 – 630
Shadow fading standard deviation	dB	4 – 10	4 – 10	1.4 – 8.0	2 – 8

* artificial extension from 5 MHz bandwidth

** based on 100 MHz measurements

7-4、通道測試所需的機儀器設備

LTE 通道測試環境如圖 7-25 所示，分為以下三部份：



資料來源: Elektrobit

圖 7-25、通道測試環境

1. 系統模擬器 (System Simulator)

提供符合 3GPP LTE 規範之基地台發射及接收訊號模擬功能。如下述儀器設備：

- 安捷倫科技 8960 無線通訊測試儀。
- 羅德史瓦茲 (SMU200A, SMJ100A、SMATE200A) 無線通訊測試儀搭配 R&S SMx-K55 3GPP LTE 選項。

2. 通道模擬器 (Channel Emulator)

提供符合 LTE 通道模型 (例如：SCM、SCME、WINNER II、IMT-Advanced) 並支援 MIMO 之通道模擬器。如下述儀器設備：

- 安捷倫科技 N5106A(PXB)。
- 穀獅科技(Elektrobit, EB) Propsim FE、Propsim F8。

3. 使用者裝置 (User Equipment, UE)

提供符合 3GPP LTE 規範之行動台發射及接收訊號模擬功能。如下述儀器設備：

- 羅德史瓦茲(SMU200A, SMJ100A、SMATE200A)無線通訊測試儀搭配 R&S SMx-K55 3GPP LTE 選項。

7-5、結論

通道模擬技術對於進行通道測試是必要的測試方法，本文中介紹目前適用於 LTE 的主要通道測試模型，由於無線電波在無線通道傳輸時，在時域和空域上具有較大的隨機性波動和起伏，因而產生路徑衰落和損耗，同時還可能會產生隨時變化的多路徑衰落等效應。無線通道特性還會隨著工作頻率、傳播方式 (如可視距離(非可視距離)無線鏈路、散射、繞射、衛星鏈路等) 的不同而變化，LTE

採用的 MIMO 技術，相對增加通道在環境中的複雜度，因此在進行通道測試時，必須周全考慮所有因素，選擇正確的模型與模擬參數，相關參數（環境與通道特性）的設定都將影響通道測試準確性，針對不同測試項目所產生數據也才具備驗證系統的功能。

截至目前為止，LTE 技術標準尚在制定中，更未有商用化設備，本文中所研究之測試方法為 ETSI 及歐洲國家在制定 LTE 技術標準所採取的方法，累積歐洲國家之實地量測經驗，再將量測經驗、參數及相關效能數據設計成通道模型，並被國際組織 ETSI 採納為技術標準，可提供台灣未來在 LTE 系統佈建及相關頻譜使用效益評估考量的重要參考依據。

捌、國際 LTE 頻譜及業務開放規劃之調查及研析

在各種為因應新的通訊技術與系統所造成 Triple Play（影音服務、網路接取服務、語音通訊服務）三合一的數位匯流（Digital Convergence）趨勢，造成市場與產業的匯流技術中，LTE 被視為最適合做為現有 2G 及 3G 系統升級後達到 All-IP 趨勢之新一代通訊系統，其頻譜及業務開放和相關監理規範與法制政策自然有詳加調查與研析之必要。

針對我國通訊傳播監理機關在無線電資源管理與法制政策方面所需負責的監理工作，從技術面的頻譜需求分析、頻譜利用狀況、現有及未來技術使用頻譜之狀況，到世界各國頻譜開放之情形、監理規範之制定、各種方案優缺點分析，乃至最後實施國內頻譜開放與管理、技術規範之制定與檢測執行、型式認證之項目、系統業者管理條例之制定與實施……等等，皆須作前瞻性之規劃與周延之全面考量，以達到通訊傳播之有效監理。在數位匯流時代來臨的現代，這項複雜的工作尤其需要做一個完整而全面的研究與規劃，以因應新技術與匯流的趨勢，來追求政府、通訊傳播產業、與消費者的最大利益。

頻譜規範標準之國際組織為 ITU（International Telecommunication Union），ITU 為避免不同國家無線電電台間發生妨礙性干擾，將全世界劃分為三區，並依各類業務特性劃分為固定、行動、廣播電視、業餘、航空、衛星、助航、定位等共三十七種業務，實施無線電頻率之分配及登記，並制定無線電規則（Radio Regulation），供各國制定其國內規則參考。我國雖非 ITU 會員國，但各項頻率指配規劃均依照 ITU 相關規定與做法進行，本研究團隊工業技術研究院與電信技術中心，亦密切掌握 ITU 最新動態，並進行相關技術文件之研究。

由於頻譜為國家珍貴之有限資源，如何有效運用頻譜，讓頻率能夠和諧共存，並將相互之間的干擾降至最低並發揮頻譜最大之效益，將會是非常重要的議題。就技術層面來看，頻率間之相互干擾可以透過適當方式來降低或解決，例如：限制發射站的最大功率、頻段地域間隔、天線高度之限制或是將電波信號作時間上之分離切割使用等，這些議題都可以透過頻譜之研究，了解其電波特性後加以規範，以發揮頻譜使用之最大效益。

8-1、各國頻譜規劃與業務開放（英國、美國、歐盟、日本、ITU）

8-1-1. 英國

在英國，被公認最有價值的頻段是從 200MHz 到 1GHz – 此頻段即是能同時提供電波範圍（傳遞）和資訊量（頻寬）的最佳組合。在目前現階段，本頻段差不多有一半是被用來做類比電視的播送使用 – 總計有 368 MHz，佔了這個頻段共 800 MHz 頻寬的 46%。

這裡所謂最具吸引力的頻段，係指提供了電波範圍（傳遞）和資訊量（頻寬）的組合，使其可以適用於大量的不同用途。好的電波傳遞意味著只需要較少的基礎建設即可提供電波涵蓋範圍，可藉此在室內和郊區可減低布建費用並改善服務；好的資訊量意味著信號可以被用來提供大量資訊給大量的使用者 – 如高品質聲音、資料、與影像。

本頻段被用作提供上述用途始於二次世界大戰後的年代。當時電視剛開始出現，且是以大機台的呈現並剛開始準備提供彩色畫面的播送。當時對頻譜的使用者比現今少很多，且網路優化的目標都是在於如何在基礎建設建置上達到最具經濟效益的作法，而非著重在頻譜使用的效率上。

英國的類比電視訊號將在 2008 年到 2012 年間逐區停用。原則上，這所有的 368 MHz 將可用作新用途，但依據政府先前的決定，這 368 MHz 中的 256 MHz 必須在這段『數位切換』過程後用作數位陸地式電視（Digital terrestrial television, DTT）使用。這項數位播送將由六家多重數位訊號經營業者來提供，每家可以承載若干數目的電視頻道並提供其他服務。

這項決定在電視播送方面的效益如下：

- 在涵蓋率方面：可達到類比電視所要求的範圍：可提供服務達到全國人口總數的 98.5%；
- 在容量方面：國內多數地區可達到類比系統的十倍資訊量，而剩餘地區則可達到約五倍的資訊量。

同時，這項『數位切換』將可允許剩下的頻段 – 112 MHz – 被釋放出來提供新的用途。此 112 MHz 頻段即為泛稱所謂的數位紅利（Digital Dividend）的核心。

事實上，共有三種不同種類的頻譜可獲釋出，此三類頻段皆落在超高頻（Ultra-High Frequency, UHF）頻段的範圍。在歐洲，傳統上超高頻（UHF）頻段每 8 MHz 被切成一個頻道（channel），每個頻道分別用來播送信號，從最低的 21 頻道到最高的 69 頻道，頻率範圍則是從 470 MHz 到 862 MHz，如表 8-1 所示。

表 8-1、歐規頻道與對應頻率的關係

資料來源:電信技術中心整理

	頻道編號	起始頻率	終止頻率			頻道編號	起始頻率	終止頻率
1	21	470	478		26	46	670	678
2	22	478	486		27	47	678	686
3	23	486	494		28	48	686	694
4	24	494	502		29	49	694	702

	頻道編號	起始頻率	終止頻率			頻道編號	起始頻率	終止頻率
5	25	502	510		30	50	702	710
6	26	510	518		31	51	710	718
7	27	518	526		32	52	718	726
8	28	526	534		33	53	726	734
9	29	534	542		34	54	734	742
10	30	542	550		35	55	742	750
11	31	550	558		36	56	750	758
12	32	558	566		37	57	758	766
13	33	566	574		38	58	766	774
14	34	574	582		39	59	774	782
15	35	582	590		40	60	782	790
16	36	590	598		41	61	790	798
17	37	598	606		42	62	798	806
18	38	606	614		43	63	806	814
19	39	614	622		44	64	814	822
20	40	622	630		45	65	822	830
21	41	630	638		46	66	830	838
22	42	638	646		47	67	838	846
23	43	646	654		48	68	846	854
24	44	654	662		49	69	854	862
25	45	662	670					

此三類頻段分述如下：

- 第一類即為上述提及的 112 MHz 頻段（『清空型』頻譜）。這一部份的頻段將在『數位切換』過程結束後被清空出來，而且成為全英國整個國境的範圍內都可取得提供作為新用途的頻段。這 112MHz 頻段以上述每個頻道 8 MHz 頻寬來計算共可分為 14 個頻道，目前此頻段的主要開放業務是類比

電視，次要用途則是開放給類似無線麥克風之類的用途來做使用。兩者原本許可之用途（主要與次要用途）都將在『數位切換』之後被停止。

- 另外有兩個區塊目前是用做其他用途，但是有可能可以被清空出來（『可能清空型』頻譜）：它們是第36頻道與第69頻道。第36頻道目前是由機場雷達使用；而第69頻道目前主要是給無線麥克風使用。這兩個頻道目前都適於與本頻段其他部分一起提出來檢討其未來之應用。若將這兩個區塊都包含進來，則代表共有128 MHz頻寬是可能被清空出來做為全國性的可獲取頻段。
- 最後我們來看『交錯型』的頻譜：這是指將可由用來載送六家多重數位訊號經營業者的信號所使用之頻率而提供之容量（資訊量）。它是指一種存在於六家多重數位訊號經營業者所傳送信號涵蓋範圍的發射機之間的實際有效「空白空間」。

此三種種類的頻段 - 『清空型』頻譜、『可能清空型』頻譜、『交錯型』頻譜 - 在報告中一起被稱作「可獲取的 UHF 頻段」；或者以較寬鬆的講法，即稱之為「數位紅利頻段」。

關於『清空型』頻譜的包裝，有許多可能方案。英國 OFCOM 列舉出六種方案，這些已經包含了所有可能的範圍。此六項方案內容如下：

1. 將全部數位紅利審查所考量的『清空型』頻段用一個標案出清（只分一份）
2. 分成三份：「第31~37頻道」、「39-40頻道」、「63-68頻道」；
3. 分成四份：「第31~34頻道」、「35-37頻道」、「39-40頻道」、「63-68頻道」；
4. 分成四份：「第31~33 & 63~65頻道」、「34-37頻道」、「39-40頻道」、「66-68頻道」；
5. 分成五份：「第31~33頻道」、「34-37頻道」、「39-40頻道」、「63-65頻道」、「66-68頻道」；
6. 將每個8MHz頻寬的頻道共15個分別釋出，即分成十五份，每一份分別是「第31頻道」、「第32頻道」、「第33頻道」、「第34頻道」、「第35頻道」、「第36頻道」、「第37頻道」、「第39頻道」、「第40頻道」、「第63頻道」、「第64頻道」、「第65頻道」、「第66頻道」、「第67頻道」、和「第68頻道」。

OFCOM 認為第3、4、5、6項方案是較可行的，並繼續徵求各方意見以做出更適當之設計。

在『交錯型』頻譜，英國 OFCOM 提出之計劃方案如下：

1. 40個或更多的包裝，以適用於本地電視台；這些將在為數眾多的主要發射機站台中，每個站台構成至少一個頻率指配；以及

2. 適用於無線麥克風的『交錯型』頻譜包裝；這些將是全國性範圍的，而且我們也確保『節目製作與特殊項目』用途可持續性的獲得頻譜 - 至少會持續到 2012 年底前。

至於可能採用的拍賣設計，即拍賣形式的選擇，英國 OFCOM 提出許多不同的頻譜拍賣形式，它們可能適用於多重性分配頻率的授予。在選擇適當的拍賣形式時，考慮拍賣機制設計上的四項關鍵性選擇是有幫助的：

1. 同時或是依序拍賣物件；
2. 一回合（密封競標）或是多重回合（加價競標）；
3. 通稱或特定物件競標；以及
4. 個別或是包裝（組合式）競標。

OFCOM 目前的看法是使用同時、多回合程序可能是對『清空型』頻譜最適當的做法。我們將會針對『交錯型』頻譜進行更多的思考，而此時較簡易的機制可能是較適當的。OFCOM 也相信，因為授予時考量的頻譜，其使用限制條件各自不同（也因此造成了可用性的差異），很可能使用特定物件競標會比使用一般物件競標的方式更適合。

前段說明了許多拍賣形式及其優缺點，然 OFCOM 尚未推斷出哪一種拍賣設計是最適用於本次頻譜授予工作的。目前考慮中有可能的拍賣形式包括：

1. 採用一種「標準」的同時多重回合加價競標（simultaneous multiple round ascending auction, SMRA）模式。其競標物件採用預先定義的方式，並以限制撤回或是擴大轉移的方式來擴增；
2. 採用一種『同時多重回合加價競標』模式，其競標物件採用預先定義的方式並以包裝（組合式）競標；
3. 採用一種紀錄/密封式混合式競標，其每一個競標物件都被視為一獨特之種類（即等同於擁有預先定義的競標物件）；或是
4. 採用一種紀錄/密封式混合式競標，其競標物件屬於通稱物件，且種類數目較為有限。

至於頻譜使用的權利與義務方面，目前關於將供 UHF 頻譜的使用的執照發行的工作中，OFCOM 最留心的主要非技術性要件包括：

1. 執照期限 - 最短的期限是 18 年；此後的期限並未確定，並受五年公告廢止所管制；額外的費用可能是在最短期限之後可支付的；
2. 可交易性 - 使用執照是可買賣的；
3. 自由性 - 執照本身只包含最基本的必要技術條件，且不明確指明何種型態的設備或服務項目；以及

4. 關於同時多重回合加價競標（SMRA）的義務 - 關於『同時多重回合加價競標』服務項目，負有提供一些交錯型容量的義務。

OFCOM 也同時在思考，如何使這次的頻譜授予能夠考慮到 2012 年在倫敦舉行的奧運會和殘障奧運會的使用需求。

8-1-2. 美國

在 1997 年，美國國會通過了一項通訊法規修正案，其內容為要求並授權 FCC 對 700 MHz 做以下的修改：

- UHF 電視頻道 63, 64 (764-776 MHz)、68, 69 (794-806 MHz) 改為公共安全 (Public Safety) 用途。FCC 將這部份的規定，包括技術參數 (Technical Parameters) 都規定在『FCC Rules：Part 90：Subpart R』之中。
- 國會並要求 FCC 將其他頻段分配作為商業用途。

其說明如表 8-2 表所示：

表 8-2、FCC 所規範 700 MHz 頻道說明

資料來源:電信技術中心整理

頻道	起始頻率 (MHz)	截止頻率 (MHz)	用途	拍賣案號	頻率區段
52	698	704	商業用途	Auction 73	Lower 700 MHz Band
53	704	710	商業用途	Auction 73	Lower 700 MHz Band
54	710	716	商業用途	Auction 44/49	Lower 700 MHz Band
55	716	722	商業用途	Auction 44/49	Lower 700 MHz Band
56	722	728	商業用途	No Auction # Designated	Lower 700 MHz Band
57	728	734	商業用途	Auction 73	Lower 700 MHz Band
58	734	740	商業用途	No Auction # Designated	Lower 700 MHz Band
59	740	746	商業用途	Auction 44/49	Lower 700 MHz Band
60	746	752	商業用途	Auction 31	Upper 700 MHz Band

頻道	起始頻率 (MHz)	截止頻率 (MHz)	用途	拍賣案號	頻率區段
61	752	758	商業用途	Auction 31	Upper 700 MHz Band
62	758	764	商業用途	Auction 31	Upper 700 MHz Band
63	764	770	公共安全	Non-Applicable	Non-Applicable
64	770	776	公共安全	Non-Applicable	Non-Applicable
65	776	782	商業用途	Auction 31	Upper 700 MHz Band
66	782	788	商業用途	Auction 31	Upper 700 MHz Band
67	788	794	商業用途	Auction 31	Upper 700 MHz Band
68	794	800	公共安全	Non-Applicable	Non-Applicable
69	800	806	公共安全	Non-Applicable	Non-Applicable

根據原本的數位電視 DTV 轉移程序，使用這個頻段的類比電視信號播送業者必須在 2006 年 12 月 31 日前，或是某一個市場有超過 85% 的用戶數改用數位電視時，放棄使用該頻段。

在 911 事件發生後，社會大眾對於公共安全的重視大為增加，考量到在許多電視市場，要達到 85% 的用戶數皆改用數位電視的標準可能永遠無法實現。如此一來，即意味著既有類比電視業者在超過數位電視轉移日期 (2006 年 12 月 31 日) 之後仍然持續使用 700 MHz 頻段。

這個顧慮使的公共安全使用者對於在 700 MHz 頻段部署無線通訊系統興趣缺缺，主要原因即是擔心會有和既有類比電視播送信號間存在著潛在的相互干擾問題。

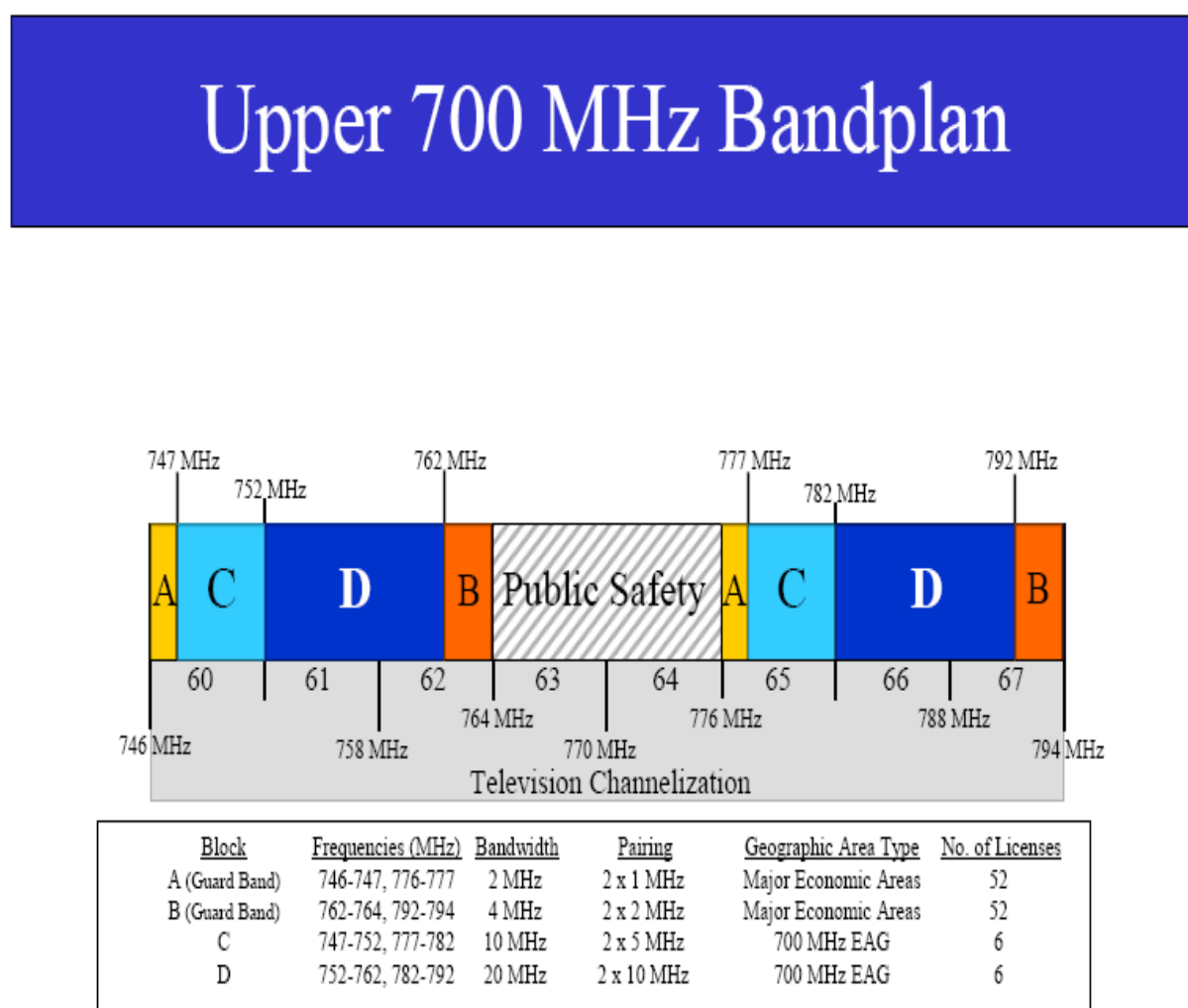
與既有電視業者之潛在干擾問題為 700 MHz 頻段使用之最大問題。既有類比電視業者的移頻工作以及騰出頻道的使用執照標售進度，成為影響新系統部署之時效性和廣泛性最具決定性的影響因素。美國德州國會議員 Joe Barton 提出將 2008 年 12 月 31 日作為強制轉移日期；目前決議以 2009 年 2 月作為強制執行日期。

商業用途頻段的頻段拍賣情形：

1997 年年底，國會授權的頻道轉移日期到了，但當時 FCC 在商用頻段方面並沒有作任何的行動；一直到了 2002 年初，FCC 才配合預算平衡法案，開始了 700 MHz 頻段商用頻段拍賣計畫。

FCC 以 746 MHz 為界，將 700 MHz 頻段分為上半部頻段 (Upper 700 MHz band) 和下半部頻段 (Lower 700 MHz band) 兩部分。上半部頻段為 746 MHz 至 806 MHz (Ch. 60 – 69)，扣掉公共安全使用頻段 (Ch. 63/64、68/69) 的部份，一共有六個頻道，36 MHz 頻寬。本頻段設有保護頻段 (Guard Band) 的存在，並將此頻段分成 A/B/C/D 四種區塊 (Block)。下半部頻段為 698 MHz 至 746 MHz (Ch. 52 – 59)，此部分皆屬於商業用途，無公共安全使用頻段，一共有八個頻道，48 MHz 頻寬。本頻段分成 A/B/C/D/E 五種區塊 (Block)，每一個區塊的頻寬 (Bandwidth) 皆為相同。

上半部頻段 (Upper 700 MHz Band) 使用計畫及各頻段區塊之說明如圖 8-1 所示：

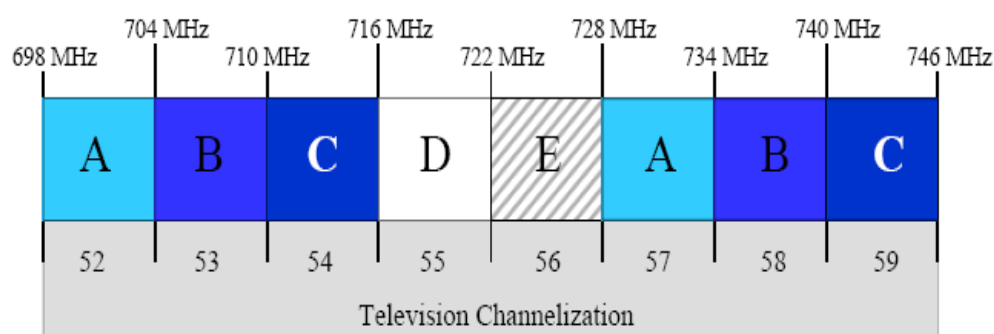


資料來源：maravedis

圖 8-1、美國上半部頻段 (Upper 700 MHz Band) 使用計畫及各頻段區塊之說明

下半部頻段 (Lower 700 MHz Band) 使用計畫及各頻段區塊之說明如圖 8-2 所示：

Lower 700 MHz Bandplan



Block	Frequencies (MHz)	Bandwidth	Pairing	Geographic Area Type	No. of Licenses
A	698-704, 728-734	12 MHz	2 x 6 MHz	700 MHz EAG	6
B	704-710, 734-740	12 MHz	2 x 6 MHz	700 MHz EAG	6
C	710-716, 740-746	12 MHz	2 x 6 MHz	MSA/RSA	734
D	716-722	6 MHz	unpaired	700 MHz EAG	6
E	722-728	6 MHz	unpaired	700 MHz EAG	6

資料來源：maravedis

圖 8-2、美國下半部頻段 (Lower 700 MHz Band)使用計畫及各頻段區塊之說明

至於拍賣的區域劃分，分為經濟區域集合 (Economic Area Groupings, EAG)和蜂巢式系統市場區域 (Cellular Market Area, CMA) 兩種方式。經濟區域集合 (EAG) 的劃分方式是將全美分為六大經濟區域：【EAG 1：東北區 (Northeast)，EAG 2：中亞特蘭大區 (Mid-Atlantic)，EAG 3：東南區 (Southeast)，EAG 4：大湖區 (Great Lakes)，EAG 5：中央/山脈區 (Central/Mountain)，EAG6：太平洋區(Pacific)】，每一個區域分別標售一張執照 (License)；蜂巢式系統市場區域 (CMA) 的劃分方式則是將全美分為都會統計區域 (Metropolitan Statistical Areas, MSA) 或是鄉村服務區域 (Rural Service Areas, RSA)兩類地區，並將全美分為七百三十四個區域加以編號，編號在前的屬於都會統計區域，編號在後的屬於「鄉村服務區域」，每一個區域並分別標售一張執照。

FCC 經濟區域集合 (EAG) 說明如圖 8-3 所示：

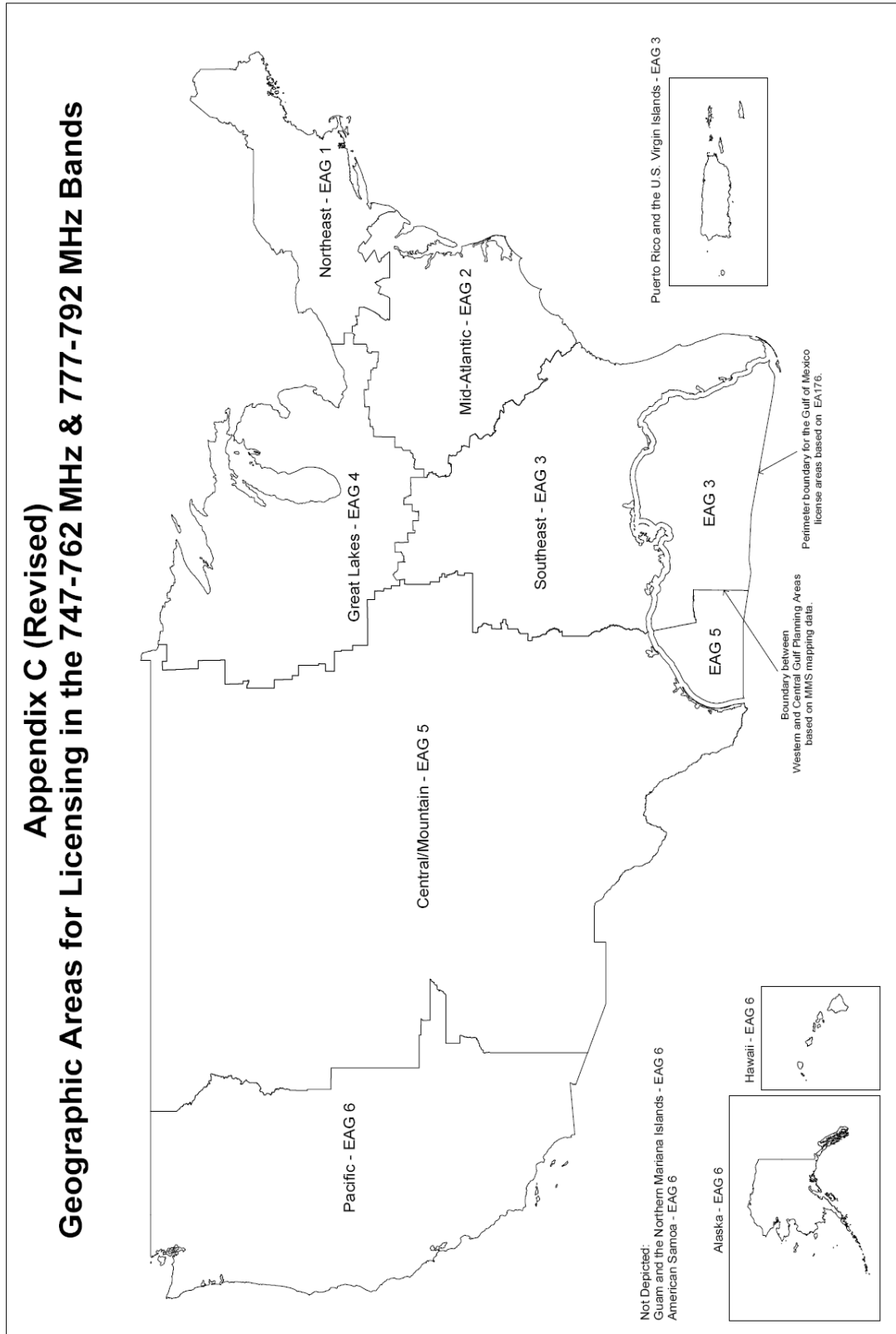


圖 8-3、美國經濟區域集合 (EAG) 說明

FCC 蜂巢式系統市場區域 (Cellular Market Area, CMA)說明如圖 8-4 所示：

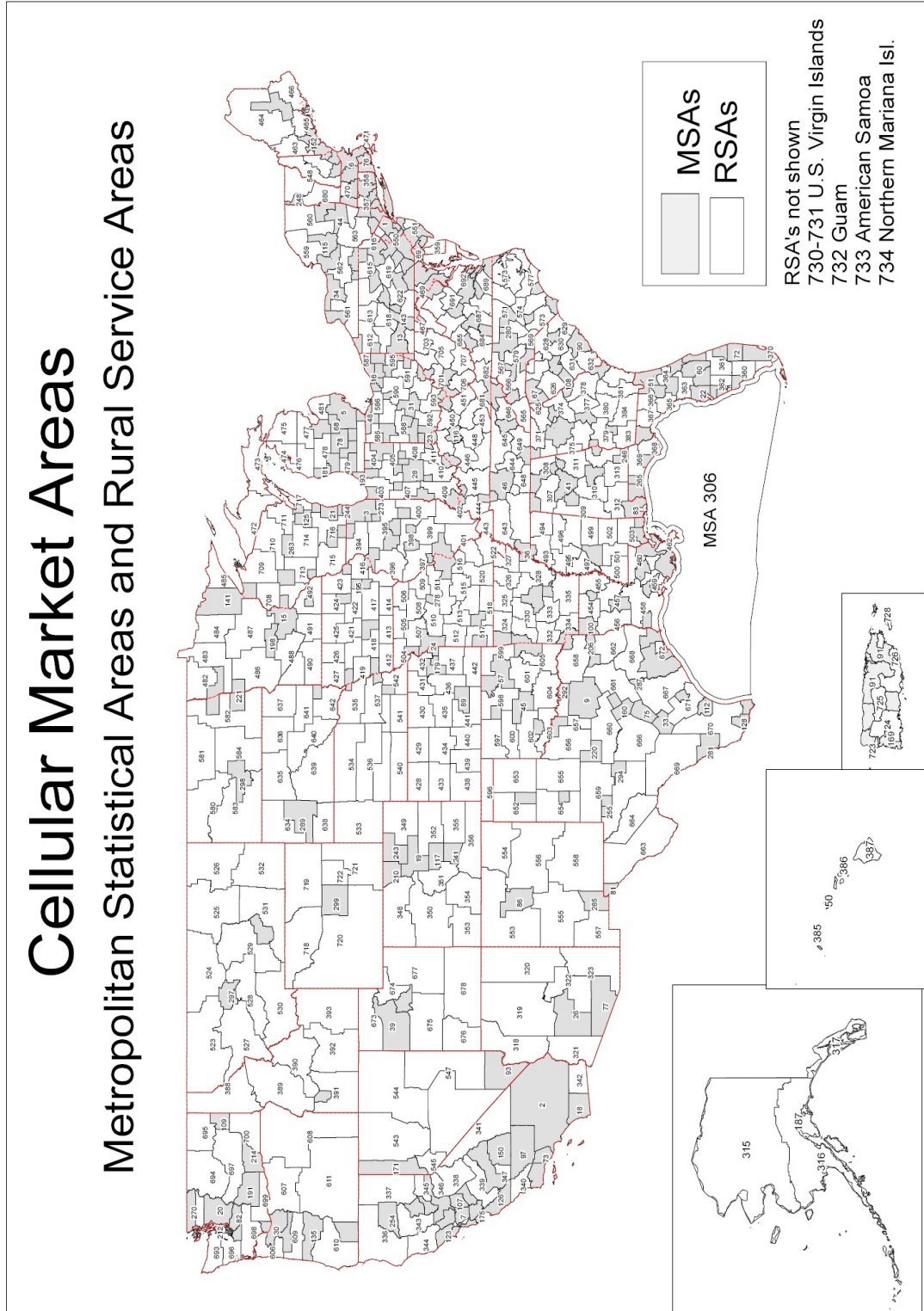


圖 8-4、FCC 蜂巢式系統市場區域 (CMA)說明

在開始進行 700 MHz 監理程序的時候，FCC 即宣佈本頻段的使用執照將可提供固定式 (Fixed)、移動式 (Mobile)、和廣播 (Broadcast) 等三種類型的服務。建議用途包括：

- a) 移動式及其他新式數位廣播系統
- b) 固定式和移動式無線商用網路服務，包括使用 FDD 和 TDD 技術提供多工功能的服務
- c) 固定式和移動式私人內部無線電傳輸用途

FCC 相關之監理規範章節說明如下：

- 公共安全使用部分

美國在 700 MHz 頻段公共安全部分的技術參數已經完成建立，並定義在 FCC 規範第 90 項第 R 個子項目 (FCC Rules : Part 90 : Subpart R)。其內容包括下列各項：

- § 90.527 – Regional Plan Requirements
- § 90.529 – State License
- § 90.531 – Band Plan
- § 90.535 – Modulation and Spectrum Usage
- § 90.527 – Trunking Requirements
- § 90.539 – Frequency Stability
- § 90.541 – Transmit Power Limits
- § 90.543 – Emission Limitations
- § 90.545 – TV/DTV Interference Protection Criteria
- § 90.547 – Narrowband Interoperability
- § 90.548 – Interoperability Technical Standards
- § 90.549 – Transmitter Certification
- § 90.551 – Construction Requirements
- § 90.553 – Encryption

- 商用部分

700 MHz 頻段商業用途 (也就是拍賣出去的頻道)使用執照的服務規範包含在下列兩個 FCC 規範章節(<http://www.access.gpo.gov/cgi-bin/cfrassemble.cgi>)：

a) FCC 規範第 1 項 (FCC Rules : Part 1)：進行與程序。

b) FCC 規範第 27 項 (FCC Rules : Part 27)：各式無線通信服務。

由得標廠商依照市場需求，建立剩餘頻譜的標準規範和其特有的營運計畫。

FCC 於 2008 年 1 至 3 月，進行 700 MHz 頻譜拍賣，由 214 家合格競標者經過了 261 回合的競標，成功拍賣出 1,090 張執照。其中含有公共安全網路佈建要求之 D 區塊因投標業者未達底價故而流標，其他釋出之頻道均順利售出，獲得約美金 190 億元之價金。而兩大得標業者 AT&T 及 Verizon 皆宣佈將以 LTE 為佈建方向，對於 LTE 系統之發展意義甚為重大。

8-1-3. 歐盟

歐洲法規在最基礎的原則下，開啟了一個法制制定架構，來訂出針對影響無線電頻譜使用的事件需做決定時的原則。這個架構是由『羅馬協定』推導而來，並且經過 2002 年歐洲高峰會議（the European Council）所採納的指令才開始進入細節規定。以英國為例，將其內容轉移到英國的法規（2003 年通訊法案）（the Communication Act 2003）以確實遵守。

本架構關於頻譜監理所規定的內容，包含了一些關於頻譜監理規章的重要義務，例如說：

- 將最極度使監理規章技術中立的有利條件納入考慮的需求。
- 促進競爭的需求。
- 確保頻譜的配置和指派是基於客觀公正的、公開透明的、無差別對待的、合乎比例原則的…等等的標準而進行的需求。
- 盡可能不使無線電頻率使用受個別釋照所管制，而應透過普遍性授權來允許使用的需求。

各會員國必須確保其所做出關於所有無線電頻譜使用的決定（包括數位紅利）必須遵守歐盟電訊規範。歐盟機構也擁有權利來針對各會員國在許多方面的頻譜使用議題，做具約束力的決定。這部份我們將在以下段落詳加討論：

- 歐盟無線電頻譜委員會（Radio Spectrum Committee，RSC）：根據 2002 年歐盟無線電頻譜決議案，歐盟擁有權利發佈關於管理頻譜使用的決定事項。這項工作可藉由確保有效政策協調的影響力來達成，以及，在適當的時候，調和內部市場的頻譜使用。這些決議事項對於歐盟的會員國都有約束力。決議案是由歐盟無線電頻譜委員會來做決策，這個委員會是由來自歐盟二十五的會員國的頻譜管理部門的成員所組成。決議案都是根據歐盟執行委員會（European Commission）所擬定的計畫來下決定，也因此擁有創制權，而且當合意無法達成時可採用『條件多數決』（qualified majority vote，QMV）來執行。

- 無線電頻譜政策小組（Radio Spectrum Policy Group，RSPG）：無線電頻譜政策小組（RSPG）是歐盟一個重要的組織，與無線電頻譜委員會（RSC）平行並存。就如同無線電頻譜委員會，無線電頻譜政策小組的成員是來自 25 個會員國的相關部門。然而，無線電頻譜政策小組的所扮演的並不是一個決定具有約束力決議案的角色，而是向無線電頻譜委員會以及其他歐盟單位針對頻譜政策的主要問題來提出策略上的建議。它藉由不時發行各項議題的論點來執行，因此，無線電頻譜政策小組是一個比起無線電頻譜委員會而言無線電頻譜委員會更具策略性質的單位。

目前關於數位紅利及其他開放至 LTE 等頻段之議題，無線電頻譜委員會尚未採納任何決議。然而，無線電頻譜政策小組已經採取（或是正在進行準備程序中）若干可能與此諮詢文件相關的方案。這些方案都對歐盟會員國並不具約束力，但它們確實代表了關於頻譜管理觀點的共識，也就因而得以對歐盟內部的未來工作產生重要的影響力。

其相關方案包括下列諸項：

1. 關於數位切換至數位播送的頻譜方案，於 2004 年 11 月發行。這個方案列出了經協調的數位切換方法，藉此促使更有效且具彈性的頻譜使用，並說明其潛在利益。
2. 關於『電子通訊的無線電接取政策』（Wireless Access Policy for Electronic Communications，WAPECS）的頻譜方案，於 2005 年 11 月發行。這個方案提倡了一個更加具有彈性，以及技術與應用中立性的頻譜管理方法。一般說來，它對各會員國各自在頻譜架構審查方面的做法是支持的；
3. 關於多媒體服務方案，於 2006 年 10 月發行。它建議放寬對頻譜使用的限制以便和『電子通訊的無線電接取政策』（WAPECS）的原則一致，使更多頻譜可以用來提供行動式多媒體服務。它牽涉到 UHF 頻段和 L-頻段（1452~1492 MHz）以及其他頻段。
4. 關於數位紅利的草案，在 2006 年十月發行公開諮詢文件。其意見反應的期限是到 12 月 15 日，而無線電頻譜政策小組打算採取其到 2007 年二月得到的最後觀點。這份草案列出了一些議題，主要關於數位紅利在歐洲匯整行動的可能性、指出各種困難點，並且徵求提案以供歐洲郵政與電信聯盟（Conference of European Posts and Telecommunications，CEPT）來研究這個議題。

關於數位紅利這項議題，有可能可以提出及時的提案，而得以在泛歐洲層級有更加明確的行動。包括可能由可以各會員國產生約束力的歐盟無線電頻譜委員會來採取行動。

以下我們討論 900/1800 MHz 頻段，歐盟之相關決議：

※此處討論的無線電波頻段：【900MHz 頻段】與【1800 MHz 頻段】，分別係指：

- 900MHz 頻段：意指 880-915 MHz 與 925-960 MHz 頻段（FDD 配對），（35 MHz*2）。
- 1800MHz 頻段：意指 1710-1785 MHz 與 1805-1880 MHz 頻段（FDD 配對），（75 MHz*2）。

依據1987年歐洲理事會頒布之指令辦理。此指令為『Council Directive 87/372/EEC of 25 June 1987, OJ L 196, 17.7.1987, p.85』，又稱為『GSM 指令（GSM Directive）』

此指令之內容為將 900MHz 頻段的大部份頻譜限制為僅供 2G（GSM）系統使用。歐洲理事會與歐洲議會（European Council and Parliament）決議，即將撤銷此『GSM 指令』規定，改由依據『歐盟無線電頻譜委員會決議案』之規定規範本頻段之使用事宜。

歐盟對本頻段新用途的規範如下：

- 歐盟無線電頻譜委員會（Radio Spectrum Committee，RSC）於 2007 年 6 月 7 日頒布一項決議草案：『歐盟無線電頻譜委員會決定草案（Draft RSC Decision）』，規定 900MHz 頻段與 1800MHz 頻段新用途。
- 本『歐盟無線電頻譜委員會決議案』已經被歐盟會員國（the Member State of the EU）所同意，並且預期將於『GSM 指令』廢止日同時生效，以取代原有之規定。
- 本『歐盟無線電頻譜委員會決議案』之內容與影響主要為允許 900MHz 頻段與 1800 MHz 頻段釋出給 3G 系統及其他可能之技術來使用。

※ 註：關於歐盟政策的法律效果，本文件提到『指令（directive）』與『決定（decision）』兩項：

- 指令（directive）：指令是以特定歐盟成員國為對象，為會員在創立的一段特定時間內必須完成的義務，但是允許成員國依照本身國內條件來制訂符合所需的法律。
- 決定（decision）：決定類似規則（regulation），具有完整的法律效力，不同的是決定僅適用於特定的成員國，而規則則適用於全體歐盟成員國。

※ 另註：關於歐盟各機構的職權，本文件提到『歐洲理事會（或稱歐洲高峰會）（European Council）』與『歐洲議會（European Parliament）』

- 歐洲理事會（或稱歐洲高峰會）（European Council）：
由歐盟成員國國家元首或政府首長及歐盟執行委員會主席組成，1975 年起制度化後每年定期於布魯塞爾歐盟總部集會 2 次。歐洲理事會雖然不是歐

盟體制內的組織，亦不直接管理歐盟轄下組織的活動，但由於出席者皆為各成員國的國家元首，會議達成之宣言、結論，對於歐盟整體的發展策略具有重要的政治意涵。

- 歐洲議會（European Parliament）：
自 1979 年起，歐洲議會之議員由各成員國直接普選產生，為歐盟的監督、諮詢機構，並擁有部份預算決定權，得以三分之二的支持票彈劾執委會迫其總辭。歐洲議會設於法國斯特拉斯堡。目前歐盟 25 國共有 732 位歐洲會議員。歐洲議會在歐盟的對外經貿政策方面，也扮演著相當重要程度的角色，主要原因在於其擁有國際協定締結的諮詢權和否決權。此外，歐洲議會也可以對執委會和理事會的活動提出質詢，其決議對於歐盟對外經貿政策的影響程度也與日俱增。

8-1-4. 日本

日本總務省於 2006 年開始即對外徵求關於 VHF/UHF 頻段無線電波使用方案，最後收到 149 件可適用於 700 MHz 頻譜有關之提案。主要內容包含四大類型：【自營通訊系統】、【行動數位電視廣播】、【ITS 相關系統】、【通訊服務系統】等。其詳細內容如表 8-3 所示：

表 8-3、日本 VHF/UHF 頻段無線電波使用方案

資料來源：資策會 FIND

類型	子項	系統名稱
自營通訊系統	基地台-終端間	■ 微細胞基地台(microcellular)入口無線系統 ■ 公共業務用等寬頻無線系統 ■ 中速度公共安全災害救助用通訊系統 ■ 感知網路 ■ 列車運轉無線控制系統 ■ 800MHz 頻段數位 MCA(Multi Channel Access)系統之頻譜移轉對應
	終端-終端間	■ 公共業務用等寬頻無線系統 ■ 電台廣播用語音 STL/TTL 裝置
	影像傳輸	■ 公共業務用影像傳送系統 ■ 廣播業務用影像傳送系統
數位廣播	多媒體廣播	■ ISDB-T_{SB} 移動體/行動終端多媒體服務 ■ One Seg 補隙站(gap filler)及小規模區域專用頻道 ■ MediaFLO
ITS 相關系統	ITS	■ ITS 基礎建設協調安全駕駛支援系統
通訊服務系統	TDD	■ Mobile WiMAX(802.16e-2005)等廣域行動寬頻 IP 網路 ■ TD-CDMA MBMS(Multimedia Broadcast multicast service)系統
	FDD	■ 第三代行動通訊系統及高度化系統

依照總務省委員會討論決議，於 2007 年 5 月提出『VHF/UHF 頻段電波有效利用方案草案』，將自 2012 年 7 月之後，將該珍貴頻段提供給 ITS 和通訊系統等用途。其內容如圖 8-5 所示：



資料來源：資策會 FIND

圖 8-5、日本 ITS 和通訊系統頻段規劃

8-1-5. ITU

ITU 是聯合國（United Nations，UN）的一個專業行政機構，各會員國需遵守其規定。因為無線電信號經常會穿越國境，故由 ITU 的規定來定義管理架構，以規範不同國家各自的權利與義務，故許多國際性的限制皆來自於 ITU 之規範。

在針對電視信號播送用途的頻率協調方面，由於電視播送信號的特質，它通常都需要使用高功率傳送，故較有可能產生通過國境的信號。所以，用於電視信號播送用途的頻率協調經常都是國際性的。關於類比電視，在 1961 年，在一場 ITU 於斯德哥爾摩（Stockholm）舉辦的會議上，關於泛歐洲的全面統籌性頻譜規劃獲得各國的同意。這項規劃涵蓋了 VHF（第一和第三頻段）和 UHF（第四、第五頻段）的使用，同時允許類比電視系統採用彩色畫面播送。

2006 年，ITU 在日內瓦（Geneva）舉辦了一場重要的會議 - 06 年區域無線電會議（The Regional Radio Conference - RRC-06）。在本會議上決議通過了一項規劃，允許了在歐洲和其他區域進行類比到數位播送系統的轉換。

這項規劃並未要求各會員國必須釋出頻譜執照給數位電視使用，但是它要求各國必須防止其使用之頻率造成其他國家的干擾；相對地各國也擁有權利來保護其國內使用者使其免於遭受來自國外的頻率干擾。

RRC-06 — 日內瓦 06 年協議：

『日內瓦 2006 年協議』與『數位計畫』：

- 『日內瓦 2006 年協議』簡介：06 年區域無線電會議（The Regional Radio Conference – RRC-06）產生了一項新的協議，該協議擁有國際條約的重要位階（稱為『日內瓦 2006 年協議』，the Geneva 2006 Agreement – GE-06），該協議由 101 個來自歐洲、非洲、與中東的國家共同簽署。這項『日內瓦 2006 年協議』的生效日是始自 2007 年 6 月 17 日，但是各簽署國同意從 2006 年 6 月 17 日即開始暫時性地實施其條款。
- 『數位計畫』：根據 2006 年日內瓦協議，各國得到授權可以指配明確的頻率給數位地面式播送使用，同時必須明確規定其功率位階大小給位於各國特定地區的電臺使用。這些指配列在一份稱為『數位計畫』（the Digital Plan）的文件，該文件也構成了『日內瓦 2006 年協議』的一部份。

以英國為例，在這份『數位計畫』中，英國得到授權可以在 UHF 頻段內開放上限為八個數位地面式電視多重信號經營業者（DTT MUX）執照。在每個區域中，其中六個頻段是由原本已經計畫在數位切換計畫完成後營運的六家數位地面式電視多重信號經營業者來使用（其中三家為公共服務播送用途業者；另外三家為商業用途業者）。剩餘的兩家則是使用『清空型』頻譜。其他的鄰近國家也都擔保它們預期將會採用的指配，這些內容都屬於該國數位切換計畫的一部分。

鄰近國家間之干擾保障宣告：

- 用於非廣播服務業務的宣告：
 - 雖然日內瓦協議與計畫主要是針對廣播服務，但是使用這些計畫項目來從事廣播以外的用途也是具可行性的。
 - 有為數眾多的國家（共 53 國），簽署了一份宣告，正式地聲明它們可能會使用它們的數位計畫項目來提供廣播或是其他地面式應用：而這些應用的特性可能是和出現在『數位計畫』中的內容是不同的，只要這些不同用途的特性依然落在它們計畫項目的輪廓裡即可。
 - 此外，這項宣告還提出了一項協議：任何這類形態的用途將可得到保護，確保其不會受到超過來自於它們的計畫項目所定義的干擾場強強度的干擾，同時也要考慮到所有相關的雙邊協議。
- 新的國際性協議的需求：
 - 然而，我們必須注意到一個重點是：這項宣告並無法達到保護所有服務不會受到其他國家傳送來的有害性干擾（harmful interference）。
 - 特別是，它無法提供上鏈鏈路頻譜使用的保護。（上鏈鏈路：「return path」或是「uplink」，指的是行動式通訊服務中信號由掌上型行動台傳送到基地台的信號）

- 關於非指定電臺使用高功率發射器材的限制：

另外有一個重點是我們要去注意的是，如果所考慮的使用頻段是用來作為數位地面式播送或是其他需要在非本計畫指明之電臺使用高功率發射器材，則其使用者必須確保其所發射功率在其他國家境內形成的信號場強不能超過本計畫指派項目所可能產生的強度。

- 本宣告所提供之國際間相互干擾保障：

如果上述條件都能夠符合，則這些頻率指配都將能夠藉由本宣告得到鄰近國家的同意，確保其使用不會受到來自國際間的干擾，保障範圍等同於得到本計畫中所要求各指配頻率所應得之保護。

WRC-07 — 全球無線電會議 07 年協議：

前述關於數位紅利頻段在行動通信用途列為全球性方向內容，已在全球無線電會議 07 年協議（WRC-07）獲得核配。此外，WRC-07 會議決議內容中，亦將下述頻段列為無線行動通信用途：

- 450-470 MHz, 790-806 MHz, 2300-2400 MHz 做為 IMT 系統用途。
- 698-790MHz, 790-806MHz, 806-862 MHz 做為行動通信系統用途。
- 3400-3600 MHz 做為第一與第三區域之行動通信用途。
- 3400-3500 MHz 做為第二區域之行動通信用途。

8-2、結論

無線通訊技術在近年來有突破性之創新成果，相關產品規劃、技術標準、應用服務等面向之研發更是如雨後春筍般蓬勃發展，日新月異。我國身為世界性資通訊產品設計製造之重鎮，網通服務亦屬於高需求、高成長之地區，更應正視此一世界性之趨勢與潮流，掌握提升頻譜效率之技術、研擬適當之頻譜最佳化規劃，以期為國內無線通訊環境提供最佳之服務環境。如此除可增進使用者得到更佳優質之通訊系統之便利使用，更期盼得以兼顧國計民生、公共用途等面向，以滿足產政學研各界對頻譜使用效率提升之殷切期盼。

無線電頻譜屬於珍貴稀有之資源，世界各電信先進國家莫不積極規劃未來頻譜的有效使用策略。以 2008 年美國釋出 700MHz 頻譜之規劃為例，拍賣所得標金將近兩百億美元，從標售所得價金即可知無線頻譜背後蘊藏高額經濟價值，更遑論其連帶影響之標準競爭、產業發展、服務系統之連鎖效應！我國各界亦密切注意各國對於系統切換等重大改變之發展與新技術發展之進程，並期盼相關規劃與監理單位在國際電信環境朝向自由化、競爭化的同時，亦得以同時兼顧公共利益的保護、市場競爭力之提升、促進頻譜價值之商業利益、防止不當圖利、加速技術與服務之發展，研擬出妥適之頻譜規管政策與法制規範，以期使有限之頻譜資源得以發揮最佳化之功效。

故關於無線電頻譜之規劃利用，對於我國經濟社會影響之鉅大已如前述。然欲達到上述之目標，所需探討考量之內容可謂既深且廣！蓋頻譜資源之使用效益，與技術標準之發展與匯流、國際與國內資通訊法規與政策之趨勢走向、產業製造與相關零組件之成本效益、使用者需求與服務內容之預測等等各複雜之課題皆有密切之關聯，需結合各領域之專家與單位集思廣益、詳加研究，方可避免失之偏頗之缺憾！以前述美國關於 700 MHz 頻段之頻譜使用為例，我國亦計畫於近年無線電視全面切換成數位訊號後，將陸續針對相關可重新使用之無線電頻譜，研擬規劃有效之使用策略，預計除可為政府國庫帶來豐厚之收入，該頻段特殊之電波特性與使用效益將對產業與服務環境產生之深遠影響。

由前述內容可知，欲針對頻譜及業務開放做有效率之規劃與利用，需對技術標準之發展做掌握與預測。因技術與標準牽涉到原理、專利、電信環境、晶片設計製造、產品價格等各種問題，故具有非常大之不易預測性，在過去及現今亦常發生各標準陣營說法衝突、各研究單位眾說紛紜之問題。然對技術與標準時程之掌握又極其重要，相關法規政策乃至經建計畫皆需配合制修訂，故需跨領域人才組成之研究團隊密切合作，以確實掌握技術與標準之趨勢與路徑。

而為因應通訊技術上新的研究領域，及各技術標準內新的技術特性，並需探討軟體無線電（software-defined radio，SDR）、感知無線電（cognitive radio，CR）、多重輸入輸出（Multi-Input Multi-Output，MIMO）、波束賦形（beam-forming）等技術造成頻譜動態使用（dynamic spectrum usage）之可能性，在頻譜管理議題上之影響。尤其以感知無線電（Cognitive Radio，CR）技術促得以促使空白頻譜（White Space）達到更加充分有效之利用（允許 unlicensed users 在不造成 licensed users 干擾的情況下亦可使用該珍貴之頻段），經美國 FCC 於 2008 年 11 月初公佈之實驗成果，認為相當可行，故更需密切注意後續之發展。

除系統共用與干擾分析之外，相對應之釋照方式與管理規則辦法亦需做重大與完整之修制訂。除了致力於『通訊傳播基本法』與『通訊傳播管理法草案』之相關研究外，在行政法與民法等我國法律之相關精神之遵循亦需掌握與留意，尤其針對近年來經過增修訂或已提出草案之法條與立法精神更應細心審思。

其中，2G 執照之後續規劃亦為 LTE 系統利用之重要思考問題。在英國 OFCOM 等單位提出各種諮詢方案之際，我國亦應充分掌握世界各國之措施，我國對此頻段除應考慮美規、歐規之變革外，對既有系統與既有業者是否應採強制（enforce）或是鼓勵（encourage）的方式促使系統升級，應進行研究討論（涉及現有法規與行政處分權限等深度法律問題）。

其他相關法制政策制修訂應注意之內容，尚包括：檢視關於調解、仲裁等爭端處理方面之法規政策是否有需要修訂之處、新系統相關之互連、共置、細分等方面之規定、資費（批發/零售）與接續費用之計算、社會福利或政府方面之規定（弱勢

保護、教育用途、政令宣導)等需考量之問題；在公共與社福用途方面，應考量如何維持較高等級之使用權限、災害現場通訊指揮系統佈建與清空其他頻段、如何維護系統性能(定期保養與測試、MTBF、MTTR)與相關責任(包括通報系統、監測系統等)、其他需要較高使用權限的用途：報名、緊急危難通報、具法律效力(例如：送達時效等問題)之資訊…等之相關系統設計、建置，與法律責任問題以及其他對使用者權益影響較大者 - 遠距醫療、遠距照護 - 等之相關系統設計、建置，與法律責任問題。

至於頻率拍賣與回收制度方面，其需考量之問題包括：少用或停用系統之頻率回收、3G TDD 頻段之回收、900/1800/1900 MHz 等頻段之回收或更改用途、對既有業者之補償、對既有用途之替代方案、執照釋出與拍賣方式、頻譜管理相關法規之制修訂。(通訊傳播管理法草案第 91~100 條、第 133~145 條及相關子法)

研究團隊特別針對 LTE 各使用頻段之國內外頻譜監理規範加以研析，並針對國家通訊傳播委員會制定之 PLMN 01/08/09 技術測試規範，依其各測項之測試項目與內容，對應 LTE 使用頻段之國外監理規範，研擬適合於國內通訊環境之頻譜監理規章；同時並考察不同之測試系統，研擬各測項之執行方式、測試設備效益評估。藉由發展 LTE 相關檢測技術及規範，提供優質之技術環境，以作為頻譜開放政策制定之技術參考。

而最後我國 LTE 頻譜及業務之開放，仍應配合國際趨勢，促進電信服務業及製造業之發展，本乎技術中立之立場，積極蒐集世界各國相關資訊，辦理頻譜規劃相關工作；釋出原則及張數為初步構想，仍需徵求各界提供卓見供 國家通訊傳播委員會細部規劃參考；未來更需視市場需求及技術之成熟與 ITU 之相關決議作需要之修正。

玖、臺灣 LTE 頻譜及業務開放之監理規範與法規政策建議方案

9-1、前言

在數位匯流時代，傳統通訊服務業、廣電傳播業與資訊服務業之界線越來越模糊，何種技術提供何種服務內容亦已不再如過去僅在有限的範圍內提供作用，而同一頻段內如何使各種公眾需求與資通傳播效能得到滿足，為新通訊科技不斷發展現況下須慎重考慮之內容。

LTE 頻段的挑選，將對 LTE 系統與產業影響極大，故本團隊亦針對 LTE 可能使用之不同頻段之相關頻譜及業務開放之監理規範加以調查研析。

本團隊在各無線通訊新技術，使用於各頻段方面之頻率需求與相關問題研究領域中，已擁有豐富之研析經驗與測試驗證能量，並於過去在電信監理、審驗規範制修定、與相關路徑測試方面，在頻譜與業務開放之先期準備工作上，擁有非常珍貴，兼且結合監理規範與實際測試之實務成果。故不論是探討各技術與系統，如 RFID、UWB、B3G/4G、DTV/Mobile TV/DAB 等及如 ITS、Public Safety 等應用服務使用技術之頻率需求，皆已擁有非常豐富完整之相關研析能量與監理方面之實務經驗，並長期針對各技術與監理議題與我國電信監理主管機關密切配合。

在世界各國制定通訊傳播監理規範時，皆會考慮到頻段的電波特性、適用技術、市場發展情形…等各種技術面與經濟面的因素，來做適切的規劃。在我國，通訊傳播管理機關過去在無線電波系統使用頻譜的釋照與頻譜資源管理、技術規範制定與檢測、乃至對業者服務之品質，皆參考先進國家之作法，同時考量我國各方面之特性，做出適切的管制與規範，使得產業界不斷投資研發，促成我國電信事業過去能維持高度成長，各項業務亦廣泛參考各界意見，完成發照(licensing)作業與管理規範之制定。

9-2、LTE 頻譜及業務開放之監理規範建議方案

在監理規範方面，我國過去常採用相關歐規或美規之標準為參考，作為型式認證規範之依據，以利於與世界通用電信標準接軌。因 LTE 使用 OFDMA 技術來作為調變之方式，故可參考歐規 ETSI 之相關規定；美規則是制定較大方向的發射電波管理規則，亦可供我方作為監理規範研擬之參考。本研究團隊草擬規範時，將參考 ETSI 之歐規調變標準，結合 FCC 及 CE 之規範，依過去在監理規範方面之豐富相關經驗，並彙整國家通訊委員會長官及各委員意見之指導，提出草案。

除了傳統上監理規範著重在發射機之規範外，關於接收機設備測試之必要性方面，歐規有針對接收機設備抗干擾能力之技術要求。由於接收機之特性，將影響到發射機，甚至基地台之常態發射功率，故這方面的測項，可考慮應該把接收機基本抗干擾能力也納入測項，以避免將來系統中各使用者因功率控制問題，提高發射功率，造成消費大眾必須常態性地，暴露在高功率輻射的環境中。

本研究團隊建議兼顧測試標準與測項選擇之作法，建議參考 3GPP 所訂之測項，但依據歐規、美規之標準，且將納入草案中之測項，皆定為最基本之要求，使大多數依標準規範設計產品之廠商，皆可順利通過測試。美規方面則係針對不同頻段予以規範，並未就不同技術(OFDM、OFDMA 等)而有所特別定義。

此外並應考量 國家通訊傳播委員會管理審驗標準的一致性。關於接收機方面之功能則未規定，in-band noise 應該也需納入管制(如 PLMN08 WCDMA 之規範)。故以美規為例，FCC part 27 並未規範 in-band noise，如 ACLR 等測項等問題，則我們可由歐規標準尋求參考依據。

在法制政策方面，在我國通訊傳播基本法第七條中，已為差別管理訂出相關法規政策管理之基本原則，故在網路匯流技術已足以形成傳輸平台之產生的情形之下，針對相同業務之不同業者、跨業經營或業務整合等個案，應依據基本法之規定，不應採取差別管理。而基本法第九條關於消費者權益保障之規定與第十條關於技術中立之規定，亦為相關修法推動工作所應奉行遵守之準則。

在國際電信服務業相關規定準則之遵循方面，我國為因應加入世界貿易組織（WTO），已陸續針對市場開放與市場競爭機制，做了完善之修訂，且於 2002 年順利成為 WTO 會員，而後並於 2004 年制定公佈『通訊傳播基本法』，2007 年底制定『通訊傳播管理法草案』，已為匯流時代的來臨勾勒出未來相關管理辦法制定所應依據遵循之準則與方向。

WTO 在服務貿易總協定（General Agreement on Trade in Service，GATS）中，將「市場開放」及「國民待遇」原則列為特別承諾，而關於電信服務領域方面，並已確立公平原則、透明化原則、無差別待遇原則、網路強制互連原則等規範方向。

我國身為 WTO 會員國，相關法令之制修訂，自應遵循 WTO 相關原則，並考量電信附則與承諾表之內容。

以美國為例，FCC 對於平等接取（Equal/Open Access）、開放網路（Open Network）、轉售服務 Resale）、管線共用（Collocation）等方面，已訂定出明確的決議案，實際以立法行為來落實自由化與競爭化之公平市場相關保障。在今年度針對 700 MHz 頻段之拍賣工作上，更是採納 Google 關於開放接取方面之建議與要求，並監督得標廠商在相關作法方面之落實。

我國在固定通信業務與無線寬頻接取相關管理規則中，已針對互通互連、普及服務、公眾利益、多樣性原則、競爭原則等要點進行規範。以民國 96 年進行的無線寬頻接取業務經營特許相關規定為例，對於強制互通要求、相互投資合併、共構共站、應用服務互通測試等議題，做出明確之規範。未來在開放平台整合技術方面之相關法規政策制定時，亦應秉持自由開放、平等競爭等原則，確實做到公開透明、無差別待遇等原則之落實，並應排除針對特定經建計畫而制定各別互通互連規範等作法，以避免多頭馬車、重複投資之結果，造成業者之投資浪費並避免圖利之嫌。

本研究團隊亦有提出無線寬頻接取設備之技術規範草案之經驗，協助制定歐規之相關無線寬頻接取設備標準，包含有關用戶端設備與基地台之檢驗項目、合格標準、測試方法及測試規定等相關技術規範，並為考量本國與國際標準之一致性依據本研究團隊建議遵循並參考『ETSI EN 301 126-2-3』、『ETSI EN 302 326-2』、『ETSI EN 301 021』、『ETSI EN 300 636』最新版本之相關規定，以期維持規範之完整性。

而在技術規範制定上，在制定完成測試程序之後，需詳細且明確地說明合格標準，以避免模擬兩可的空間，導致送測廠商因標準不明確而產生不必要的困擾與紛爭。而設定合格標準尚需依據不同類別之設備，及不同等級之等效調變級數制定對應之規範內容。

以我國目前之情形而言，LTE 系統可能開放之頻段包括：根據 ITU-R 國際會議決議，目前針對 International Mobile Telecommunication Advanced（IMT-Advanced）技術標準所規定之頻段：（a）3.4~3.6 GHz 頻段：200 MHz 頻寬；（b）2.3~2.4GHz 頻段：100MHz 頻寬；（c）698~806 MHz 頻段：108 MHz 頻寬；（d）450~470 MHz 頻段：20 MHz 頻寬；以及（e）我國在 2.5~2.69 GHz 頻段在 2007 年進行無線寬頻接取業務釋照之後，剩餘之 100 MHz 頻寬、（f）目前 900MHz/1800MHz/1900MHz 頻段既有用途屆期後之回收與重新釋出之規劃等可能之選項。

由於 LTE 採用 3GPP 最新技術標準且向下與 WCDMA 及 GSM 網路相容，因此既有 GSM 及 WCDMA 業者的頻率都可以技術升級方式使用 LTE。對於目前 LTE 可能使用頻段之頻譜，我國配置狀況如下：

- [1] 900/1800 MHz：目前已配置
895~915MHz(20MHz)、940~960MHz(20MHz)、1710~1755MHz(45MHz)、
1805~1850MHz(45MHz)，供 GSM 使用，GSM 回收後可規劃予 LTE 使用。
- [2] 2.5GHz~2.69GHz：目前已配置 2565~2595MHz(30MHz)、2595~2625
MHz(30MHz)、2660~2690 MHz(30MHz)，供 WBA 使用，尚保留 100MHz
未分配。
- [3] 1900MHz: 目前已配置
1885~1895MHz(10MHz)、1895~1900MHz(5MHz)、1900~1905MHz(5MHz)、
1905~1915MHz(10MHz)、1975~1980MHz(5MHz)、1980~1985MHz(5MHz)
，供低率行動電話使用。
- [4] 3.4~3.7GHz：目前已配置為固網無線用戶迴路業務使用。
- [5] 700 MHz：目前除軍事用途之外，尚有若干頻段作為行動電視試播、改良收
視等用途之用。類比電視頻道回收後可規劃 UHF~700MHz 頻段供 LTE 使用

以下將探討上述六個可能開放由 LTE 使用之頻段，在頻譜及業務開放中需要考
量之問題，及相關監理規範：

i. 3.4~3.6 GHz 頻段：

在 ITU-R 舉辦之 WRC-07 會議中，已明確規定我國所屬之 Region 3 區域內，
要求將此頻段指配給 IMT 系統使用。以此頻段之電波特性而言，以固定式通信
網路業者為主（例如 WiMAX 系統之 IEEE 802.16d）。我國目前在此頻段之指配
使用者為中華電信所屬之「中新一號衛星（ST-1）」之固定衛星服務（FSS）用途，
而我國並以協調方式同意固定式網路業者得以利用此頻段進行最後一哩（Last
Mile）之佈建使用。

「中新一號衛星」執照使用期限至民國 99 年。在「中新一號衛星」執照期限到達前，
若有干擾疑慮，由通訊傳播委員會召集固網業者共同參與協調，以達頻率和諧
共用。

此頻段可擁有較大之頻寬（最大可達 200 MHz）供 LTE 系統之固定式業務使用，
而與衛星信號間之共存抗干擾技術則為此頻段須研究克服之問題。

ii. 2.3~2.4GHz 頻段：

本頻段為全球性適用之移動式系統使用頻段，ITU-R 亦將此頻段列為 IMT-
Advanced 標準之可能使用頻段。此頻段之電波特性類似於我國於 2007 年無線寬
頻接取系統之使用頻段（2.5~2.69 GHz），其用途亦應類似。另此頻段應注意與
工科醫免用執照頻段（ISM band）相互干擾之避免，並進行雨衰減等物理特性

研究。

本頻段可能之干擾對象為航空太空用途之遙傳信號，尤其以如此遠距之下鏈信號而言，到達地表之信號強度可能極其微弱，故應加強和諧共用之研究，並在相關科學研究用途與商業運轉行動通信業務間謀取雙贏之頻率協調。

然以本頻段之用途與 2007 年度我國無線寬頻接取（WBA）系統釋照內容相較，兩者間仍具有相當大之差異性，故頻譜及業務之開放與監理規範亦應配合調整。舉其重要者說明如下：

在『無線寬頻接取業務管理規則』中，第一條第二項已明訂，所稱之「無線寬頻接取技術」：係指具備支援行動臺達 100km/hr 移動速率時不中斷服務之能力，且依技術規格所定平均頻譜使用效率高於 2bits/sec/Hz，並符合下列標準組織訂定技術標準之一者：（一）ITU 所定之技術標準。（二）IEEE、ETSI 或其他國際、區域型組織所定之技術標準。

而未來在 ITU 制訂之 IMT-Advanced 標準中，其支援之移動速度與頻譜使用效率等資料，以及 IEEE、ETSI 等組織對於 LTE 等標準之要求，目前仍未定案，且亦可能因不同移動速度之支援標準與不同之使用環境（郊區或都市）而有不同之界定。故其相關監理規範亦應密切注意 ITU 及相關組織之規定以及其他國家之作法，而引為我國之參考。

另外在『無線寬頻接取業務管理規則』中，第十條規定，通訊傳播委員會將自第六條所定北區、南區執照中，各擇一張執照，優先提供採取 IEEE 802.16e 技術規格從事本業務，且非為第一類電信事業市場主導者及不具第五項情形之申請人競價；其無適格申請人或未能為適格申請人競價取得時，始得提供其他採取 IEEE 802.16e 技術規格從事本業務之申請人競價。此係因遵照行政院「台灣 WiMAX 發展藍圖」之指示，包含扶植國內相關產業等經建考量而訂定。而未來在相關頻譜及業務開放過程中，勢必需要掌握技術中立之原則，並整合產政學研各界之意見，以期使珍貴有限之頻譜資源得到最佳最妥適之利用。

而即便在『無線寬頻接取業務管理規則』第十條中無此對於 IEEE 802.16e 技術標準之限制與規定，該次頻譜釋照結果亦很明顯地，即六家得標業者均是以 IEEE 802.16e 技術作為其服務所使用之系統標準，故由此可知在頻譜與業務開放時間點的選擇，即已同時決定了最後業者選定標準之對象。而目前在 IMT-Advanced 標準之激烈競爭中，LTE 與 WiMAX 已成為最被看好的兩項可能標準。而此兩項標準，在頻譜規劃與利用中，亦皆提出對於各移動式系統適用頻段之規格與發展藍圖，故頻譜與業務釋出的時間點，可說是對於兩標準被選定的可能性有著極其重要的關鍵影響。

技術標準之發展方向，其影響因子眾多，背後牽涉之專利使用、標準競爭、利益

歸屬亦極其龐大。本團隊對於無線通訊技術標準與相關監理規範之因應制定，已有多年之豐富經驗，將繼續注意 ITU 及各國際標準組織與各國電信監理單位之作法，提供我國監理單位做參考。我們謹以於 2009 年 3 月 9 日在 通訊傳播委員會 進行之『無線通信發展研討暨座談會』的精闢見解來做說明。其中提到 LTE 與 WiMAX 兩大陣營之競爭，若是一個月前（指由演講日算起），LTE 將絕對勝出；但此番世界經濟不景氣，使各公司皆減緩投資之進度，所以 WiMAX 目前最大的優勢 - 時間點的領先 - 可能由原本大家預估領先 LTE 的兩年，可能會變成四年，故為兩大系統與標準的競爭投下一個非常大的不確定因素！

iii. 698~806 MHz 頻段：

本頻段因具涵蓋率（Coverage）與資訊傳輸容量（Capacity）之優勢，故為全球性各用途、各技術標準、各系統業者激烈競爭的範圍。美國於 2003 年初進行此頻段之最新拍賣，歷經 38 天以及 361 回的激烈競標後，拍賣價金高達美金 196 億元。而兩大得標陣營 AT&T 及 Verizon 相繼宣佈將採用 LTE 標準佈建其通訊網路，更是為 LTE 技術發展，開啟一條光明之路。

此頻段目前世界各國使用之主要用途包括：

1. 行動式電視 - 以及其他型態的行動影音和多媒體。
2. 全國性數位電視頻道；這部份又可分為下列兩類：
 - 標準解析度畫質（Standard definition，SD）比方說現有的地面式服務播送，或是
 - 高解析度畫質（High definition，HD）。
3. 地區性數位電視頻道 - 地區性電視。
4. 無線麥克風，以及其他『節目製作與特殊項目』（programme-making and special events，PMSE）應用，如耳內監聽（in-ear monitor）。
5. 寬頻無線應用 - 包括了行動通訊系統。
6. 行動通訊 - 包括語音與資料的服務。
7. 低功率應用 - 例如：數位家庭無線傳輸。
8. 使用衛星通訊的服務項目。
9. 公共安全服務 - 例如：關於緊急服務的應用。

我國產政學研各界，正針對此頻段之頻譜特性、使用效率等議題，進行密切嚴謹之研究，而政府單位用途的釋出與類比電視執照的收回，亦已著手進行規劃中。

目前舉世注目之美國類比電視停播之『數位切換』(Digital Switchover)，原本訂於 2009 年 2 月 17 日起實施，而美國新任總統歐巴馬(Barack Obama)上任後宣布延後時程，並審慎進行配套措施之規劃。我國在此頻段之利用規劃，亦應密切注意各國之作法與進程，研擬適當之規範與機制。

iv. 450~470 MHz 頻段：

我國對於此頻段，目前是用於固定通信、行動通信、以及衛星行動業務和衛星氣象業務使用。此頻段亦適合低功率之通訊系統，而非同步軌道之衛星亦為適用之對象。故此頻段如欲開放供 LTE 系統使用，首先即須考量如何確保原有用途與任務之繼續完成。

而以國際上之情形而言，此頻段接近數位紅利 (Digital Dividend) 頻段。在這段『數位切換』過程後，數位紅利頻段將用作數位地面式電視 (Digital terrestrial television, DTT) 使用。以英國為例，這項數位播送將由六家多重數位訊號經營業者來提供，每家可以承載若干數目的電視頻道並提供其他服務。這項決定在電視播送方面的效益如下：

- 在涵蓋率方面：可達到類比電視所要求的範圍：可提供服務達到全國人口總數的 98.5%；
- 在容量方面：可國內多數地區可達到類比系統的十倍資訊量，而剩餘地區則可達到約五倍的資訊量。

故本頻段若開放供 LTE 系統使用，首先便必須考慮與數位紅利頻段之使用者之互相干擾問題。此頻段之問題與前述 698~806 MHz 頻段 (又稱 700 MHz 頻段) 類似，各國之作法與進程亦為我國之重要參考。

v. 2.5~2.69 GHz 頻段：

我國在 2.5~2.69 GHz 頻段在 2007 年進行無線寬頻接取業務釋照之後，剩餘之 100 MHz 頻寬，其後續利用亦為各界所矚目關切。其需考慮之問題與 (ii) 段 2.3~2.4GHz 頻段類似。

我國在此頻段，主要分配給固定式通信業務、行動式通信業務、及衛星固定式業務、與衛星廣播業務等用途。目前國內在 2007 年度已進行第一次頻寬共 90 MHz 之頻譜釋出，由南北兩區共六家業者得標。

目前本頻段在國內既有用途清空後，可能面臨之問題與國際上常見之干擾問題並無二致，主要為與衛星系統間信號之共存分析。我國面臨之問題為與日本 NTT 公司衛星信號間之干擾問題，目前正由國家通訊傳播委員會協商中；此外，國際間並面臨 2.7 GHz 頻段上緣與雷達信號間之互相干擾問題。我國因為海島型區域，此部分之頻率協調應較不易發生需與國際間協商之情形。

vi. 目前 900MHz/1800MHz/1900MHz 頻段既有用途屆期後之回收與重新釋出之規劃

GSM 執照於屆期之後續處理之研究是本年度的重要子項計畫之一，我國主要的 2G 的技術為 GSM，主要使用頻段為 900 MHz，1800 MHz，目前國內各家 2G GSM 業者指派的執照如表 9-1、表 9-2 所列。2G 的執照發放皆採審查(審議)制，執照期限為 15 年，1997 年發出 8 張執照 GSM 執照，使用期限為 2012 年止。在未來幾年內 2G 執照特許年限將陸續到期，在後續頻譜使用規劃與執照換發成為亟待解決的問題。目前 GSM 900 / 1800 行動電話業者，均有 3G 執照及業務，因此近年來，都紛紛將 2G 用戶移往 3G，以減少執照費。據國家通訊傳播委員會統計，2G 執照開放迄今，累計已收取執照費近新台幣 700 億元，目前 GSM 用戶還有 1,700 萬戶，因此在執照到期後影響的用戶廣泛牽扯到消費者與業者的權益。

表 9-1 國內各家 2G GSM 業者擁有之頻段—900 MHz

資料來源：TTC 整理

頻段 業者	GSM 900	
	Downlink (MHz)	Uplink (MHz)
和信電信	無	無
中華電信	940~955	895~910
台灣大哥大	無	無
遠傳電信	939.0~939.8	894.0~894.8
	956.2~959.8	911.2~914.8
泛亞電信	936.6~939.8	891.6~894.8
	955.2~959.8	910.2~914.8
東信電信	955.2~959.8	910.2~914.8

表 9-2 國內各家 2G GSM 業者擁有之頻段—1800 MHz

資料來源：TTC

頻段	GSM 1800 (MHz)	
	Downlink (MHz)	Uplink (MHz)
和信電信	1805.2~1816.2	1710.2~1721.2
中華電信	1816.4~1827.4	1721.4~1732.4
台灣大哥大	北區：(1838.8 ~ 1851.8; 1856.0~1857.6) 中區：(1838.8 ~ 1849.8; 1858.6~1860.4) 南區：(1838.8 ~ 1849.8; 1858.6~1860.4)	北區：(1743.8 ~ 1756.8; 1761.0 ~ 1762.6) 中區：(1743.8 ~ 1754.8; 1763.6 ~ 1765.4) 南區：(1743.8 ~ 1754.8; 1763.6 ~ 1765.4)
遠傳電信	1827.6~1838.6 1852.0~1853.8	1732.6~1743.6 1757.0~1758.8
泛亞電信	無	無
東信電信	無	無

世界各國在 2G 頻段也面臨到類似的問題，如何在既有業者與用戶權益之保障原則下，又能兼顧系統升級與科技之發展，使頻譜做最有效率之使用已成為重要議題。以香港為例，香港電訊管理局近期制定有關現行 2G 服務執照期滿後行動通訊服務的發照方法，當中並決定指配位於 800 MHz 及 1800 MHz 的可用頻譜予現有的電信營運商，作以擴充網路容量和改善服務品質，及提供更先進、佔用更多頻寬的多媒體服務，之後並於 2008 年 1 月 18 日發出一份名為『指配 900 MHz 和 1800 MHz 頻帶內可用無線電頻譜』的諮詢文件，就指配可用無線電頻譜事宜徵詢業界和專家的意見。香港電訊管理局作出總結，後續關於 GSM 900 / 1800 的頻段將回收後透過市場機制釋出，除 900 MHz 的頻段將計劃重新評估市場需求及技術可行性，持續徵詢業界意見外，1800 MHz 則將於 2009 年上半年進行拍賣。

關於此部份之各國法規，以歐盟會員國之作法最為舉世所矚目。因頻譜之回收與再利用，牽涉到既有用途與既有業者之保護，且亦須考慮到公平競爭與公共利益保護之原則，故可行之作法有下列數種：

- 方案 A – 將頻譜釋出到現有的執照擁有者手中。
- 方案 B – 將頻譜釋出到現有的執照擁有者手中，並藉由制定監理規範的管控，來要求其提供漫遊功能給第三方單位。
- 方案 C – 將部分頻譜做強制釋出（將部分由現有執照擁有者持有的頻譜使用權加以廢止，並由監理單位來做重新授權），同時將頻譜剩餘的部份釋出到現有的執照擁有者手中。
- 方案 D – 將全部的頻譜做強制釋出（將全部由現有執照擁有者持有的頻譜使用權加以廢止，並由監理單位來做重新授權）。

以英國為例，英國電信情報局（OFCOM）已依據前述考量內容分析這些方案，並提出如下的初步見解：對 900 MHz 頻段的頻譜而言 – 方案 C 的一些改良版將是最適當的作法；對 1800 MHz 頻段的頻譜而言 – 方案 A 是最適當的作法。OFCOM 已將此初步研究公布於官方網站，並於 2009 年 2 月 13 日發布再次（更深入性探討）之諮詢文件，徵求各界之意見。該諮詢文件回應截止日期為 2009 年 5 月 1 日。本團隊已密切注意相關議題之進展。

9-3、LTE 法制政策建議方案

目前西歐各國於標售 2.5~2.69 GHz、美國於標售 700 MHz 頻段時，均開放電信業者自由發展 LTE 或 WiMAX 服務。我國亦應秉持技術中立之原則，在頻譜與業務開放與監理方面，其考量重點已於先前章節說明。

我國通訊傳播基本法第七條規定：『政府應避免因不同傳輸技術而為差別管理。但稀有資源之分配，不在此限。』而通訊傳播稀有資源之分配管理原則，即如第十條所述：『通訊傳播稀有資源之分配及管理，應以公平、效率、便利、和諧及技術中立為原則。』其精神應於 LTE 頻譜與業務開放時繼續秉持。

而為落實自由競爭與公平交易之精神，應嚴格遵守我國通訊傳播基本法第十一條規定：『政府應採必要措施，促進通訊傳播基礎網路互連。前項網路互連，應符合透明化、合理化及無差別待遇之原則。』為確保各業者間能夠合理、迅速、透明公平地完成基礎網路之互連，相關協議與安排，應符合 WTO 參考文件中有關透明化、合理化與無差別待遇之原則。

而我國『通訊傳播管理法』草案，即是配合數位訊號的轉換，更替了電信與傳播之產業結構，使通訊傳播業相互匯流，帶動傳統法規上的整合與修訂。其目的在整合電信法與廣電三法，參考歐盟電子通訊網路（Electronic Communications Network）以及電子通訊服務 Electronic Communications Service，ECS）精神之模式，以層級化的概念來釋照。

由歐盟理事會中，主管資通訊社會與媒體的委員 Viviane Reding 於 2007 年 7

月所揭櫫的數位時代資通訊媒體監理理念，可知在自由化、競爭化的同時，更應著重於對人性尊嚴的重視、煽動性與憎恨性意識型態的禁止、兒童青少年的保護、以及智慧財產權的保障。

我國相關數位產權保護法規、青少年兒童福利法規、傳播內容管理法規中，均以對於相關精神加以重視並落實，而通訊傳播委員會內部更是有相對應之處室負責相關行政法規之研擬與落實。在 LTE 法制政策方面，我們必須更加注意到數位匯流時代來臨後，當隨選視訊等非線性服務之內容出現後，其對於傳統廣播電視（線性服務）之間的區隔與關聯。

歐盟會員國在 2007 年 5 月達成共識，完成「歐盟視聽媒體服務指令」（Audio Visual Media Services Directive），對原有之「電視無疆界指令」（Television Without Frontiers Directive）進行修改。除對於上述精神之落實，並考量對於線性與非線性之視聽媒體服務規管制度之差異化調整，以強調言論責任之規管與落實。以上電信先進國家之演進方向，皆值得我國密切關注議題討論進程，待有相關法制政策確定之制修定時，亦可引為我國立法、修法之參考。

9-4、結論

針對我國通訊傳播監理機關在無線電資源管理與法制政策方面所需負責的監理工作，從技術面的頻譜需求分析、頻譜利用狀況、現有及未來技術使用頻譜之狀況，到世界各國頻譜開放之情形、監理規範之制定、各種方案優缺點分析，乃至最後實施國內頻譜開放與管理、技術規範之制定與檢測執行、型式認證之項目、系統業者管理條例之制定與實施…等等，皆須作前瞻性之規劃與周延之全面考量，以達到通訊傳播之有效監理。在數位匯流時代來臨的現代，這項複雜的工作尤其需要做一個完整而全面的研究與規劃，以因應新技術與匯流的趨勢，來追求政府、系統業者、通訊傳播產業、與消費者的最大利益。

我國除了關於媒體內容因應數位匯流時代之來臨所應進行之調整修訂，其他關於 LTE 技術之頻譜與業務開放相關應修訂之法規，主要為依據『無線寬頻接取業務管理規則』進行修訂。其於各頻段應加以考量之內容如前段所述，本團隊對於相關無線通訊管理與監理辦法之制修訂已有相當充分之經驗與能量，對於不同頻段之展 LTE 頻譜與業務之開放，將繼續針對各國國際組織與各國監理單位之作法加以研析，以協助我國通訊監理單位繼續在相關法規制定與落實方面保持與世界同步之腳步。

同時，為促進國內電信市場競爭公平性及保障消費者權益，建議主管機關，對於通訊傳播業務之監理規範，應儘量採取技術中立、服務中立、促進產業升級、保障公眾權益，及與國際接軌等考量構面，訂定妥適的監理規範。

拾、新世代寬頻視訊平台 NGN 及 LTE 行動通信系統之技術規範建議方案

10-1、NGN 技術規範建議方案

以下說明 NGN 技術規範建議方案，包含測試項目、方法、所採用的標準等。

縮寫

SIP	Session Initiation Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
PSTN	Public Switched Telephone Network
BICC	Bearer Independent Call Control Protocol
ISUP	ISDN User Part
TIP	Terminating Identification Presentation
TIR	Terminating Identification Restriction
OIP	Originating Identification Presentation
OIR	Originating Identification Restriction
ACR	Anonymous Communication Rejection
CB	Communication Barring
MCID	Malicious Call Identification
TP	Test Purpose
TSS	Test Suite Structure

10-1-1. 技術標準

1. 本規範係參考 TISPAN 第六工作小組所制定之測試相關標準以及其他國際技術標準訂定。目前 TISPAN WG6 已公開之標準有：ETSI TS 186 001-1、ETSI TS 186 001-2、ETSI TS 186 001-3、ETSI TS 186 002-1、ETSI TS 186 002-2、ETSI TS 186 002-3、ETSI TS 186 002-4、ETSI TS 186 002-5、ETSI TS 186 005-1、ETSI TS 186 005-2、ETSI TS 186 005-3、ETSI TS 186 006-1、ETSI TS 186 006-2、ETSI TS 186 006-3、ETSI TS 186 007-1、ETSI TS 186 007-2、ETSI TS 186 007-3、ETSI TS 186 008-1、ETSI TS 186 008-2、ETSI TS 186 008-3、ETSI TS 186 009-1、ETSI TS 186 009-2、ETSI TS 186 011-1、ETSI TS 186 011-2、ETSI TS 186 012-1、ETSI TS 186 012-2、ETSI TS 186 016-1、ETSI TS 186 016-2、ETSI TS 186 017-1、ETSI TS 186 017-2、ETSI TS 186 018-1、ETSI TS 186 018-2。

2. 本規範所訂之測試項目及測試方法，如有最新版本之技術標準時，經主管機關核准後得適用之。

10-1-2. 測試項目與測試方法

表 10-1、NGN 相關測試項目與測試方法

資料來源：TISPAN

項次	測試項目	測試方法	備註
1	SIP 和 ISDN/PSTN 整合功能	參考 10-1-4.之 SUT 以及 ETSI TS 186 001 標準所制定之 TSS、TP	提供測試報告
2	SIP 和 BICC/ISUP 整合功能	參考 10-1-5.之 IUT 以及 ETSI TS 186 002 標準所制定之測試流程和方法	提供測試報告
3	TIP 和 TIR	參考 ETSI TS 186 005 標準所制定之測試流程和方法	提供測試報告
4	OIP 和 OIR	參考 ETSI TS 186 006 標準所制定之測試流程和方法	提供測試報告
5	暫停通話 (Communication Hold)	參考 ETSI TS 186 007 標準所制定之測試流程和方法	提供測試報告
6	IMS/NGN 效能評估	參考 10-1-6.以及 ETSI TS 186 008 標準所制定之測試方法	提供測試報告
7	IMS NNI	參考 10-1-7.以及 ETSI TS 186 011 標準所制定之測試流程和方法	提供測試報告
8	Subaddressing	參考 ETSI TS 186 012 標準所制定之測試流程和方法	提供測試報告
9	Closed User Group	參考 ETSI TS 186 016 標準所制定之測試流程和方法	提供測試報告
10	ACR and CB	參考 ETSI TS 186 017 標準所制定之測試流程和方法	提供測試報告
11	MCID	參考 ETSI TS 186 018 標準所制定之測試流程和方法	提供測試報告

10-1-3. 測試儀器

以能夠進行所有測試項目為原則，IMS/NGN 測試儀器必須能夠支援多樣網路介面，以及不同協定之間的互通，以下列出兩個目前已推出的 NGN 測試方案：

1. 安捷倫解決方案-N2X

N2X 是一個完整的網路測試工具，可區分為三種測試類型：

- 功能性測試：包含有通訊協定測試、標準一致性測試、流量產生與分析。
- 服務測試：包含有乙太網路、VPN 服務。
- 基礎建設測試：包含有接取網路設備測試、核心路由以及 MPLS。

此外，N2X 亦可用於提供多樣的測試解決方案，如 EPON、IPTV、IPv6、MPLS VPN 等測試方案。

Agilent N2X



2. 太克解決方案-Spectra2

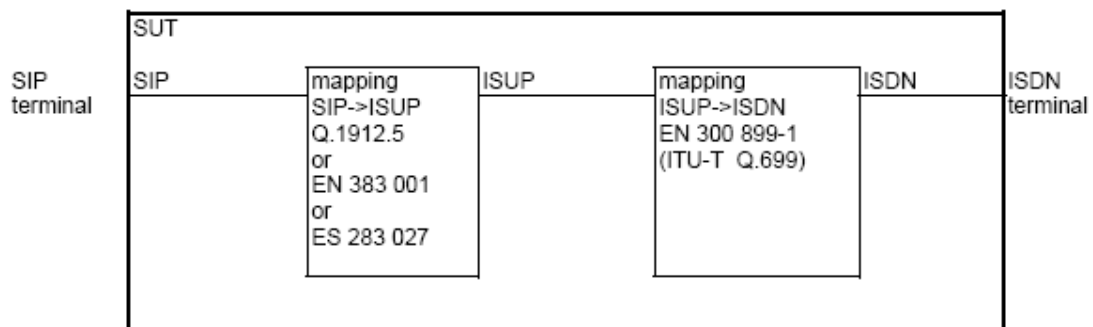
針對 IMS/TISPN 網路，Spectra2 提供的測試的項目包含有：

- 網路元件功能測試
- 網路負載與流量測試
- 標準一致性測試
- 網路元件互通性測試
- 服務品質評估
- 網路監看與分析



10-1-4. SIP 和 ISDN/PSTN 互通性測試

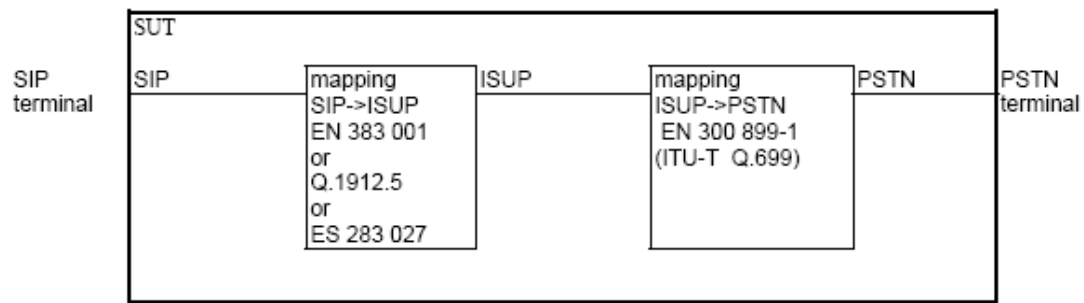
1. SIP-ISDN 互通性測試架構



資料來源：TISPN

圖 10-1、SIP-ISDN 互通性測試架構

2. SIP-PSTN 互通性測試架構



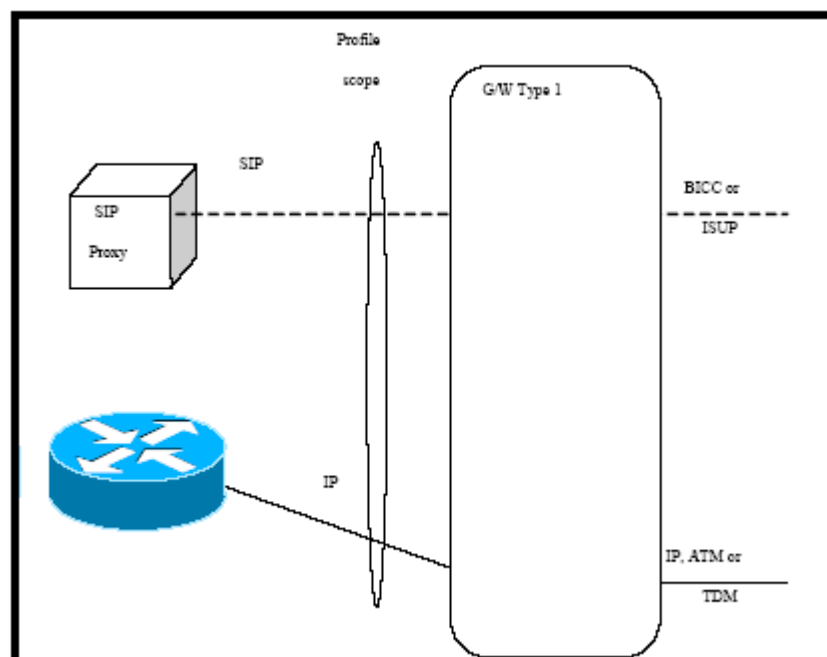
資料來源：TISPAN

圖 10-2、SIP-PSTN 互通性測試架構

爲了要讓 SIP 用戶能夠與傳統 ISDN/PSTN 用戶能夠互相通話，就必須提供兩種協定之間映射的功能，SIP、ISDN/PSTN 的互通性測試即是用來測試 SIP 與 ISDN/PSTN 之間相互溝通時不同協定間映射的功能是否正常，ETSI 186 001 標準中所制定的 TP 與 TSS 則是涵蓋了 ITU-T Q.1912.5 或 EN 383 001 或 EN 383 027 中所描述的流程。

10-1-5. SIP 和 BICC/ISUP 互通性測試

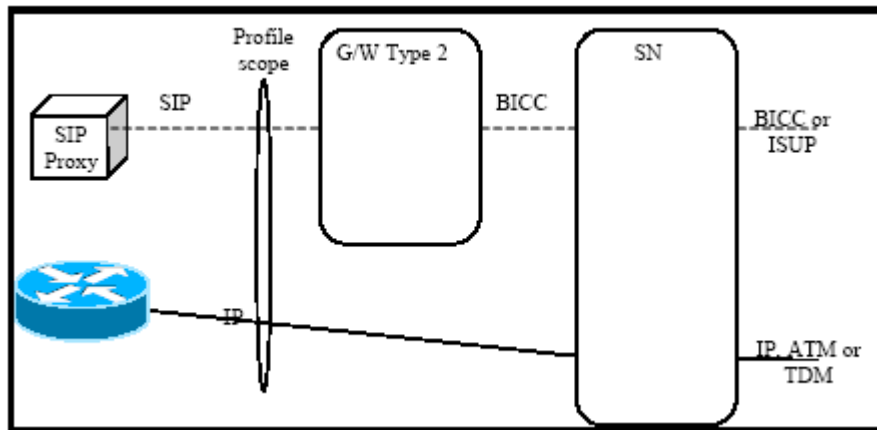
1. Profile Scope for SIP Inter-working with BICC/ISUP with a Type 1 Gateway



資料來源：TISPAN

圖 10-3、Profile Scope for SIP Inter-working with BICC/ISUP with a Type 1 Gateway

2. Profile Scope for SIP Inter-working with BICC/ISUP with a Type 2 Gateway



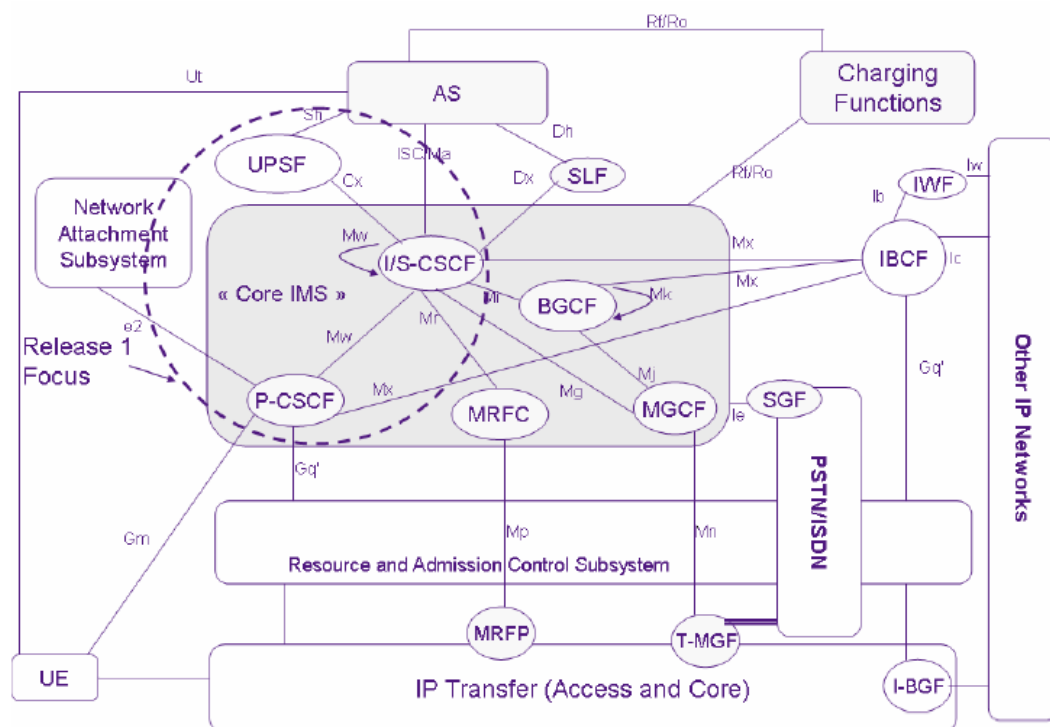
資料來源：TISPAN

圖 10-4、Profile Scope for SIP Inter-working with BICC/ISUP with a Type 2 Gateway

SIP 與 BICC/ISUP 的互通性測試範圍乃是根據連接閘道器的類型而定，如圖 10-3~4 所示，ETSI TS186 002 標準中所制定的 TP 與 TSS 主要包含有三種不同範圍，除了以上列出的兩種之外，第三大類型包含了與 Type3 和 Type4 閘道器連接的測試，以及透過 NNI 與 G/W Type3 連接時的測試。

10-1-6. IMS/NGN 效能評估

1. IMS 架構圖



資料來源：TISPAN

圖 10-5、IMS 架構圖

2. 效能評估之測試參數表

表 10-2、IMS 效能評估之測試參數表

資料來源：TISPAN

Parameter	Type	Description
PX_StirTime	float	Amount of time that a system load is presented to a SUT at the beginning of a test after the SUT has been provisioned but before measurements are collected. During this time interval, the database records are said to be "stirred".
PX_SAPSIincreaseAmount	integer	The amount by which the scenario arrival rate is increased.
PX_TotalProvisionedSubscribers	integer	The number of simulated subscribers provisioned in the network.
PX_PercentRegisteredSubscribers	integer	The average percentage of simulated subscribers that are registered simultaneously.
PX_PercentRoamingSubscribers	integer	The average percentage of simulated subscribers that are roaming (i.e. register in a non-local network).
PX_Simulated Subscriber Registration Parameters	integer	Parameters and distributions of the probabilistic model of simulated subscriber operation, as defined in TS 186 008-2 [3].
PX_StepNumber	integer	The number of steps in a benchmark test
PX_StepTime	float	The amount of time that a test is executed at a given system load (a test step) before incrementing the load.
PX_StepTransientTime	float	Interval, from the beginning of a step, during which scenario attempts are not counted.
PX_System Load	integer	Rate at which scenario attempts arrive.

3. 效能評估指標

表 10-3、IMS 效能評估指標表

資料來源：TISPAN

Short Name	Full Name	Description	Unit	Means to collect	Purpose	Acceptance criteria
SAPS (see note 1)	Scenario Attempts Per Second	The average rate in a one second period at which scenarios are attempted (not necessary successful)	N/A	On the Test System: as reported by the Test System On the System Under Test: Measured on the reference point with a network analyzer (non intrusive)	Provides a way to define or characterize the load on the SUT	N/A
TRT*	Transaction Response Time*	Defined as the time elapsed from the first message sent to initiate the transaction until the message that ends the transaction is received	ms	Same as SAPS	Measure the processing time of transactions	Scenario dependent - see TS 186 008-2 [3] for details of this family of metrics
CPU	CPU usage ratio	The ratio of used CPU to the total CPU available. This includes all CPUs available for the processing. This ratio is typically expressed as a percentage	%	Measured by a monitoring application like "top", or collected by SNMP MIB queries	Verify that CPU is not overloaded, or extrapolate benchmark results to different CPU	
MEM	Memory usage ration	The ratio of used memory to the total memory available	%	Measured by a monitoring application like "top", or collected by SNMP MIB queries	Verify that memory usage is stable over time	
RETR	Retransmission Rate	Applies to UDP transport. The retransmission rate is the ratio between the number of retransmission (a message can be retransmitted several times) and the number of messages sent	%	Same as SAPS	Unveil overload of the system under test	
SIMS	Simultaneous Scenarios	Number of scenarios that are active at the same time		Same as SAPS	Evaluate the impact parallel scenarios	
%IHS	Percent Inadequately Handled Scenarios	The ratio of inadequately handled scenarios to the total number of attempted scenarios (see below)	%		Provide the Design Objective Capacity	- Under nominal load: $\leq 0,1$ % - Under stress condition (overload): ≤ 10 % (see note 2)
NOTE 1: The "SAPS" metric is related to load, rather than to performance. NOTE 2: Those values are network dependent. A particular network might require much tighter constraints, like $< 0,001$ % under nominal load.						

IMS/NGN 之功能性測試與效能評估，應參考圖 10-5 IMS 架構圖中所示的功能元件以及元件間介面來進行。並參考表 10-2~3 所列之測試參數來描述所進行之測試，然後產出效能評估指標。

4. IMS/NGN 子系統效能評估表

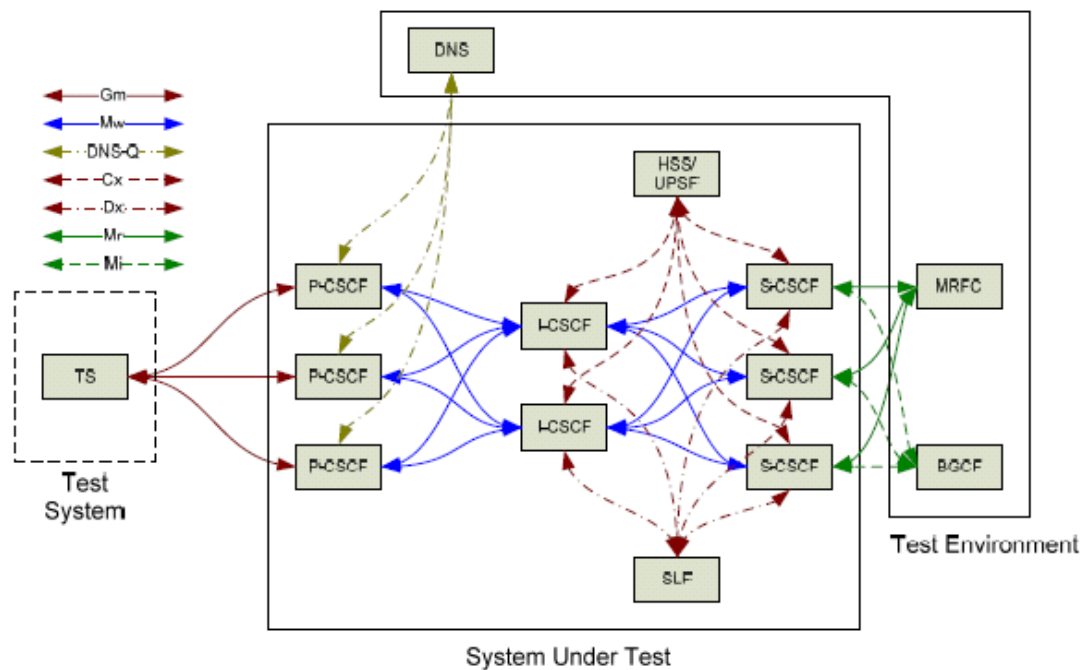
表 10-4、IMS/NGN 子系統效能評估表

資料來源：TISPAN

IMS/NGN Performance Benchmark Subsystem	Included 3GPP IMS Functionality	Included TISPAN NGN Functionality	Test Environment Functionality
Session Control Subsystem (SCS)	P-CSCF, I/S-CSCF, HSS	P-CSCF, I/S-CSCF, S-CSCF, UPSF	DNS, access network (e.g. SPDF, C-BGF, A-RACF, DSLAM, SBC, switches, routers)
HSS/UPSF Subsystem	HSS	UPSF	
P-CSCF Subsystem	P-CSCF	P-CSCF	DNS, access network (e.g. SPDF, C-BGF, A-RACF, DSLAM, SBC, switches, routers)
I/S-CSCF Subsystem	I-CSCF, S-CSCF	I-S/CSCF	DNS, access network (e.g. SPDF, C-BGF, A-RACF, DSLAM, SBC, switches, routers)
NOTE: The last column of table 1 represents the elements of the test environment. In Release 1, only benchmark configurations with one network are specified; in such a configuration, DNS queries are cached locally, and hence have no significant effect on the measured metrics. Similarly in Release 1, IPv6, network errors, and network delays are not specified in benchmarks, and hence have no impact.			

此表列出 IMS 中子系統測試所包含的相關功能，及其測試環境。以下則是 SCS、P-CSCF 以及 I/S-CSCF 三種子系統之測試環境與 SUT 架構關係圖。

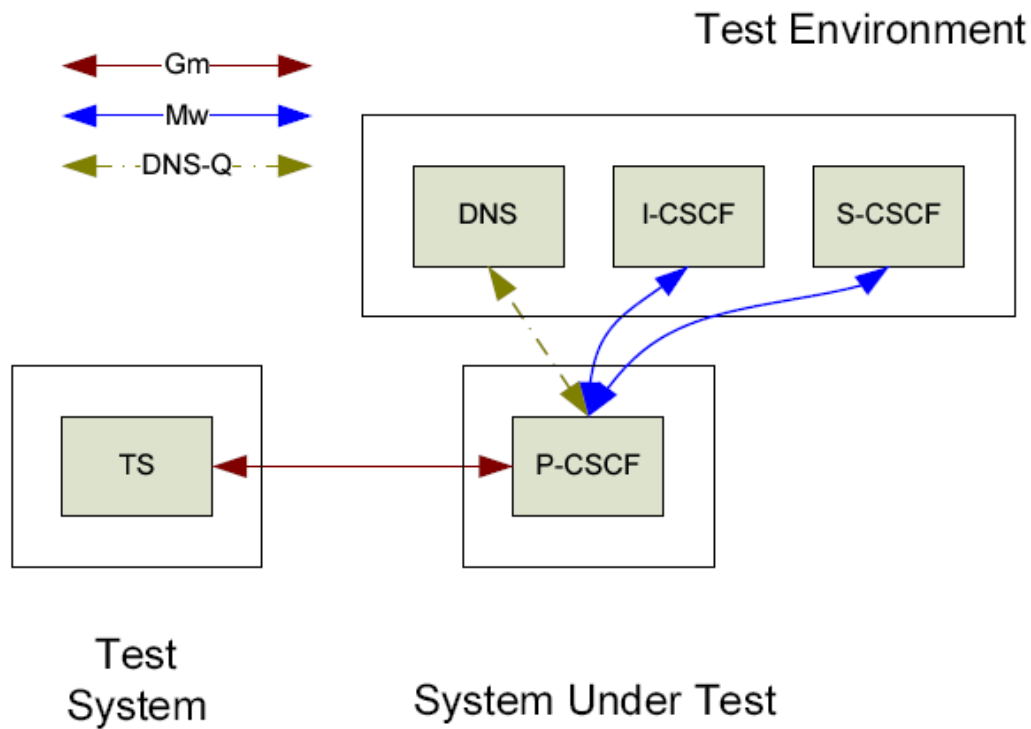
5. Session Control Subsystem 效能評估架構圖



資料來源：TISPAN

圖 10-6、Session Control Subsystem 效能評估架構圖

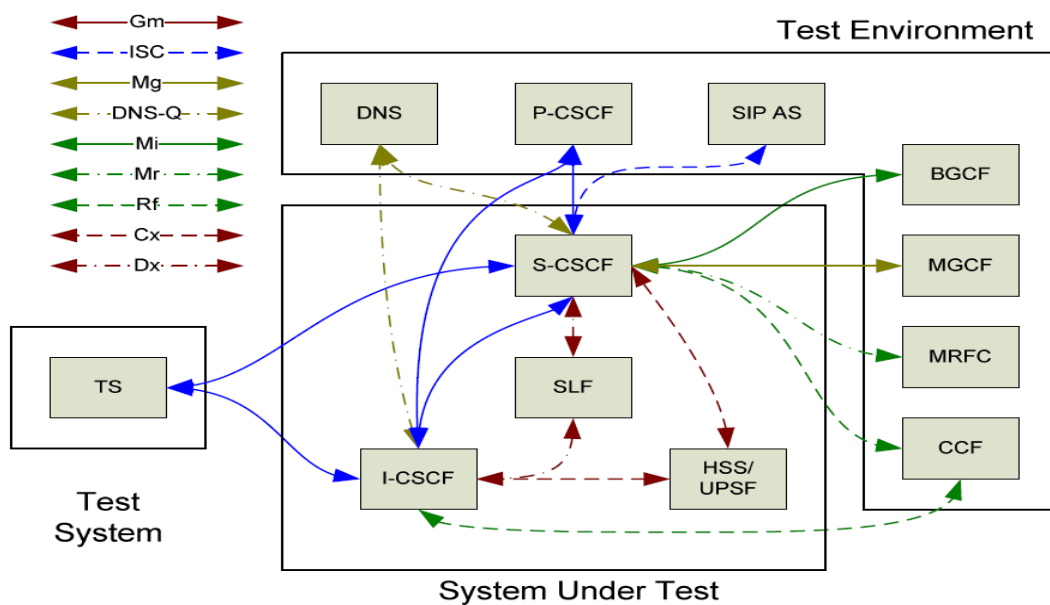
6. P-CSCF Subsystem 效能評估架構圖



資料來源：TISPAN

圖 10-7、P-CSCF Subsystem 效能評估架構圖

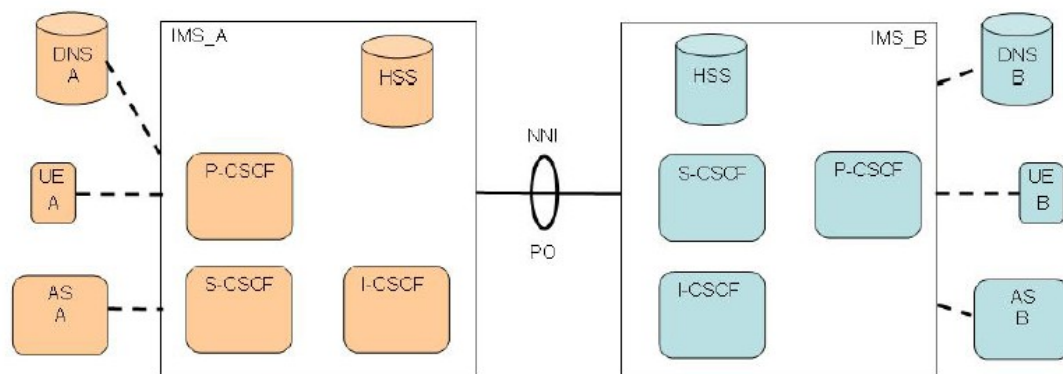
7. S/I-CSCF Subsystem 效能評估架構圖



資料來源：TISPAN

圖 10-8、S/I-CSCF Subsystem 效能評估架構圖

10-1-7. IMS NNI 測試



資料來源：TISPAN

圖 10-9、IMS NNI 架構圖

IMS NNI 測試指的是兩個 IMS 網路之間的介面測試，一個 IMS 核心網路包含有 P-CSCF、I-CSCF、S-CSCF 和 HSS 等元件。而 IMS 核心網路之間的介面(Mw)，則是指 IMS_A 中的 P-CSCF 與 IMS_B 中的 I-CSCF 或者 IMS_A 中的 S-CSCF 與 IMS_B 中的 I-CSCF 之間的介面。

10-2、LTE 無線電基地臺射頻設備技術規範草案

以下描述建議之 LTE 無線電基地臺射頻設備技術規範草案。

10-2-1. 法源依據

本規範係依據電信法第四十二條第一項規定訂定之。

10-2-2. 適用範圍

本規範適用於工作頻帶範圍(如表 10-5)長期演進技術之終端設備(參考 ETSI TS 136 101)。

表 10-5、E-UTRA 工作頻帶範圍

資料來源：ETSI

E-UTRA Operating Band	Uplink (UL) operating band BS receive UE transmit	Downlink (DL) operating band BS transmit UE receive	Duplex Mode
	FUL low – FUL high	FDL low – FDL high	
1	1920 MHz – 1980 MHz	2110 MHz – 2170 MHz	FDD
2	1850 MHz – 1910 MHz	1930 MHz – 1990 MHz	FDD
3	1710 MHz – 1785 MHz	1805 MHz – 1880 MHz	FDD
4	1710 MHz – 1755 MHz	2110 MHz – 2155 MHz	FDD
5	824 MHz – 849 MHz	869 MHz – 894 MHz	FDD
6	830 MHz – 840 MHz	875 MHz – 885 MHz	FDD
7	2500 MHz – 2570 MHz	2620 MHz – 2690 MHz	FDD
8	880 MHz – 915 MHz	925 MHz – 960 MHz	FDD
9	1749.9 MHz – 1784.9 MHz	1844.9 MHz – 1879.9 MHz	FDD
10	1710 MHz – 1770 MHz	2110 MHz – 2170 MHz	FDD
11	1427.9 MHz – 1452.9 MHz	1475.9 MHz – 1500.9 MHz	FDD
12	698 MHz – 716 MHz	728 MHz – 746 MHz	FDD
13	777 MHz – 787 MHz	746 MHz – 756 MHz	FDD
14	788 MHz – 798 MHz	758 MHz – 768 MHz	FDD
...			
17	704 MHz – 716 MHz	734 MHz – 746 MHz	FDD
...			
33	1900 MHz – 1920 MHz	1900 MHz – 1920 MHz	TDD
34	2010 MHz – 2025 MHz	2010 MHz – 2025 MHz	TDD
35	1850 MHz – 1910 MHz	1850 MHz – 1910 MHz	TDD
36	1930 MHz – 1990 MHz	1930 MHz – 1990 MHz	TDD
37	1910 MHz – 1930 MHz	1910 MHz – 1930 MHz	TDD
38	2570 MHz – 2620 MHz	2570 MHz – 2620 MHz	TDD
39	1880 MHz – 1920 MHz	1880 MHz – 1920 MHz	TDD
40	2300 MHz – 2400 MHz	2300 MHz – 2400 MHz	TDD

10-2-3. 技術標準

1. 本規範係參考 ETSI TS 136 101、3GPP TS36.141、ITU-R SM.329-10、CNS14958-1、CNS14959、CNS14336 等國際技術標準訂定。
2. 本規範所訂之測試項目、合格標準及測試方法，如有最新版本之技術標準時，經主管機關核准後得適用之。

10-2-4. 測試項目

表 10-6、LTE 無線電基地臺射頻設備測試項目

資料來源：TTC 整理

項次	測試項目	合格標準	備註
1	工作頻段 (Frequency bands)	執照所指定頻率	提供佐證資料
2	最大射頻輸出功率 (Maximum RF output power)	Power class 1：未定 Power class 2：未定 Power class 3：最大射頻輸出功率不得超過 23 dBm $\pm$ 2 dB Power class 4：未定 (搭配天線增益值)	提供測試報告
3	頻率容許誤差 (Frequency error)	頻率誤差不得超過 $\pm$ 0.05 ppm	提供測試報告
4	混附波輻射 (Spurious emissions)	應符合 10-2-7：混附波輻射波罩圖及規範值之規定	提供測試報告
5	鄰頻道洩漏功率比 (Adjacent Channel Leakage Ratio)	應符合 10-2-8：鄰頻道洩漏功率比示意圖及規範值之規定	提供測試報告
6	電氣安全 (Safety)	應符合 CNS14336 或 IEC/EN 60950 標準之規定	提供測試報告

10-2-5. 測試方法

1. 測試項目第 2、3、4、5 項之測試頻道為低、中、高三個頻道，依 3GPP TS36.141 所規定之工作頻寬及調變方式之發射模式，分別進行測試。
2. 測試項目第 6 項應符合 CNS14336 或 IEC/EN 60950 標準之規範。

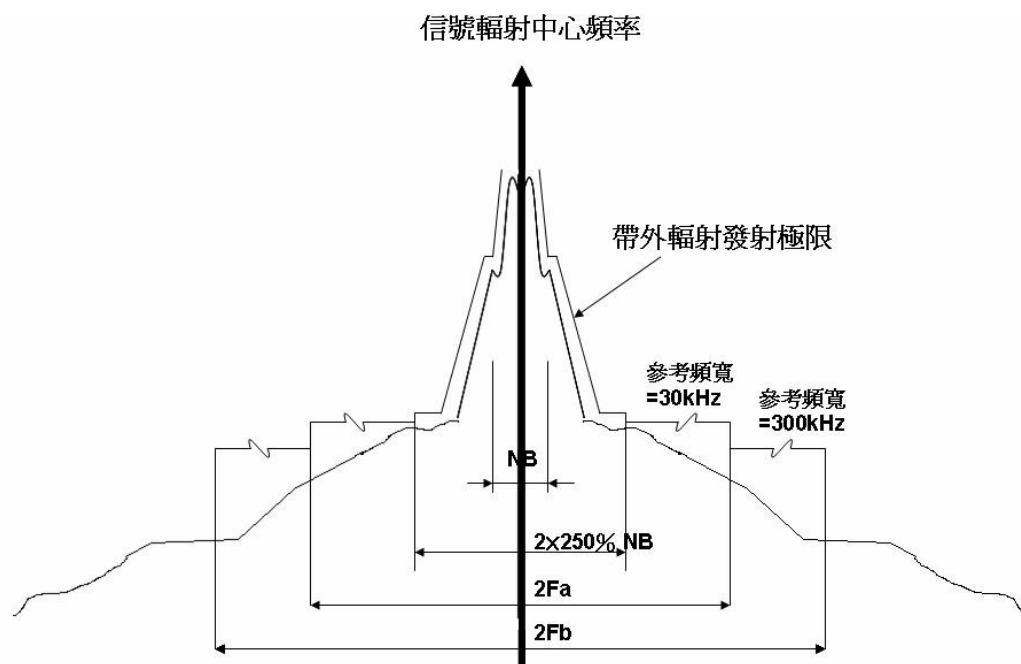
10-2-6. 測試儀器

測試項目第 2、3、4 及 5 項所需測試儀器為信號頻譜分析儀，測試儀器須至少包含以下功能規格：

- (1) 頻率範圍：支援 ETSI TS 136 101 規範之頻率範圍。
- (2) 頻寬：1.4Mhz，3Mhz，5Mhz，10Mhz，15Mhz，20Mhz。
- (3) 支援 MIMO

10-2-7. 混附波輻射波罩圖及規範值

1. 混附波輻射波罩圖



資料來源：TTC 整理

圖 10-10、混附波輻射波罩圖

備註：

1. NB：Necessary Bandwidth，必需頻帶寬度。
2. Fa：以 500 kHz 或 10 倍 NB，取其大者。
3. Fb：以 1 MHz 或 12 倍 NB，取其大者。

2. 混附波幅射規範值(類別 A)

表 10-7、混附波幅射規範值(類別 A)

資料來源：TTC 整理

頻率範圍	最大限度	量測頻寬
9 kHz ↔ 150 kHz	-13 dBm	1 kHz
150 kHz ↔ 30 MHz	-13 dBm	10 kHz
30 MHz ↔ 1 GHz	-13 dBm	100 kHz
1 GHz ↔ 12.75 GHz	-13 dBm	1 MHz

3. 混附波幅射規範值(類別 B)

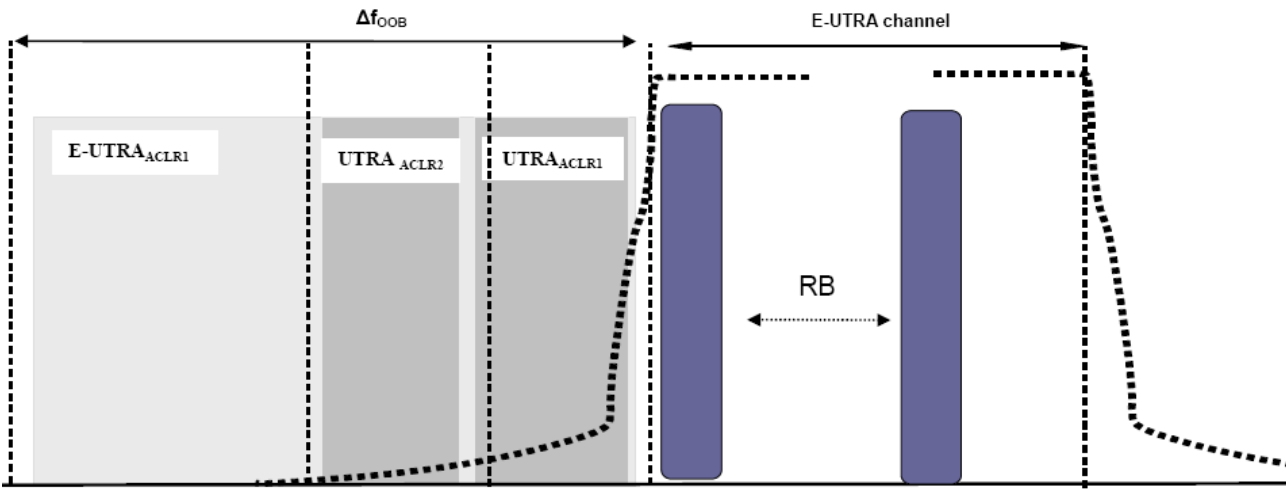
表 10-8、混附波幅射規範值(類別 B)

資料來源：TTC 整理

頻率範圍	最大限度	量測頻寬
9 kHz ↔ 150 kHz	-36 dBm	1 kHz
150 kHz ↔ 30 MHz	-36 dBm	10 kHz
30 MHz ↔ 1 GHz	-36 dBm	100 kHz
1 GHz ↔ 12.75 GHz	-30 dBm	1 MHz

10-2-8. 鄰頻道洩漏功率比示意圖及規範值

1. 鄰頻道洩漏功率比示意圖



資料來源：TTC 整理

圖 10-11、鄰頻道洩漏功率比示意圖

2. 鄰頻道洩漏功率比規範值(Adjacent Channel Leakage Ratio，ACLR)

表 10-9、成對頻譜中的基地台鄰頻道洩漏功率比

資料來源：TTC 整理

E-UTRA 發射信號 通道頻寬 $BW_{Channel}$ [MHz]	BS 鄰頻中心頻率偏 移於第一個發射載 波中心頻率以下或 是最後一個以上	鄰頻載波(假設值)	鄰頻頻率濾波器與 濾波頻寬	ACLR 限制
1.4, 3.0, 5, 10, 15, 20	$BW_{Channel}$	E-UTRA of same BW	Square (BW_{Config})	45 dB
	$2 \times BW_{Channel}$	E-UTRA of same BW	Square (BW_{Config})	45 dB
	$BW_{Channel}/2 + 2.5$ MHz	3.84 Mcps UTRA	RRC (3.84 Mcps)	45 dB
	$BW_{Channel}/2 + 7.5$ MHz	3.84 Mcps UTRA	RRC (3.84 Mcps)	45 dB
註 1: $BW_{Channel}$ 與 BW_{Config} 為 E-UTRA 在指定通道頻率發射信號的通道頻寬與傳輸頻寬組態。				
註 2: RRC 濾波器等同於脈衝成形濾波器(pulse shape filter)，以 chip rate 定義。				

表 10-10、非成對頻譜中的基地台鄰頻道洩漏功率比(同步操作)

資料來源：TTC 整理

E-UTRA 發射信號 通道頻寬 BW _{Channel} [MHz]	BS 鄰頻中心頻率偏 移於第一個發射載 波中心頻率以下或 是最後一個以上	鄰頻載波(假設值)	鄰頻頻率濾波器與 濾波頻寬	ACLR 限制
1.4, 3	BW _{Channel}	E-UTRA of same BW	Square (BW _{Config})	45 dB
	2 x BW _{Channel}	E-UTRA of same BW	Square (BW _{Config})	45 dB
	BW _{Channel} /2 + 0.8 MHz	1.28 Mcps UTRA	RRC (1.28 Mcps)	45 dB
	BW _{Channel} /2 + 2.4 MHz	1.28 Mcps UTRA	RRC (1.28 Mcps)	45 dB
5, 10, 15, 20	BW _{Channel}	E-UTRA of same BW	Square (BW _{Config})	45 dB
	2 x BW _{Channel}	E-UTRA of same BW	Square (BW _{Config})	45 dB
	BW _{Channel} /2 + 0.8 MHz	1.28 Mcps UTRA	RRC (1.28 Mcps)	45 dB
	BW _{Channel} /2 + 2.4 MHz	1.28 Mcps UTRA	RRC (1.28 Mcps)	45 dB
	BW _{Channel} /2 + 2.5 MHz	3.84 Mcps UTRA	RRC (3.84 Mcps)	45 dB
	BW _{Channel} /2 + 7.5 MHz	3.84 Mcps UTRA	RRC (3.84 Mcps)	45 dB
	BW _{Channel} /2 + 5 MHz	7.68 Mcps UTRA	RRC (7.68 Mcps)	45 dB
	BW _{Channel} /2 + 15 MHz	7.68 Mcps UTRA	RRC (7.68 Mcps)	45 dB
註 1: BW _{Channel} 與 BW _{Config} 為 E-UTRA 在指定通道頻率發射信號的通道頻寬與傳輸頻寬組態。				
註 2: RRC 濾波器等同於脈衝成形濾波器(pulse shape filter)，以 chip rate 定義。				

10-3、LTE 無線電行動臺技術規範草案

10-3-1. 技術標準

1. 本規範係參考 ETSI TS 136 104、ITU-R SM.329、CNS14958-1、CNS14959、CNS14336 等國際技術標準訂定。
2. 本規範所訂之測試項目、合格標準及測試方法，如有最新版本之技術標準時，經主管機關核准後得適用之。

10-3-2. 測試項目

表 10-11、LTE 無線電行動臺測試項目

資料來源：TTC 整理

項次	測 試 項 目	合 格 標 準	備 註
1	工作頻段 (Frequency bands)	執照所指配頻率	提供佐證資料
2	頻率容許誤差 (Frequency error)	頻率誤差不得超過 ± 0.1 ppm	提供測試報告
3	最大射頻輸出功率 (Maximum RF output power)	Power class：未定 Power class 2：未定 Power class 3：最大射頻輸出功率不得超過 23 dBm ± 2 dB Power class 4：未定	提供測試報告
4	混附波輻射 (Spurious emissions)	應符合 10-3-5：混附波輻射波罩圖及規範值之規定	提供測試報告
5	頻譜輻射波罩 (Spectrum emission mask)	應符合 10-3-6：射頻頻譜示意圖及射頻頻譜示意圖及規範值之規定	提供測試報告
6	鄰頻道洩漏功率比 (Adjacent Channel Leakage Ratio)	應符合 10-3-7：鄰頻道洩漏功率比示意圖及規範值之規定	提供測試報告
7	電磁波能量比吸收率 (SAR)	應符合 CNS14959 標準之規定，最大 SAR 值不得超過 2.0 W/kg 之規定	提供測試報告
8	電氣安全 (Safety)	應符合 CNS14336 或 IEC/EN 60950 標準之規定	提供測試報告

10-3-3. 測試方法

1. 測試項目第 2、3、4、5 及 6 項之測試頻道為低、中、高三個頻道，依 ETSI TS 136 101 所規定之工作頻寬及調變方式之發射模式，分別進行測試。
2. 測試項目第 7 項應符合 CNS14959 標準之規範，採用 CNS 14958-1：人體曝露於手持式及佩戴式無線裝置之射頻場—人體模型、儀器及程序—第 1 部：使用時靠近耳朵之手持式裝置(頻率介於 300MHz 至 3GHz)之比吸收率(SAR)量測程序。
3. 測試項目第 8 項應符合 CNS14336 或 IEC/EN 60950 標準之規範。

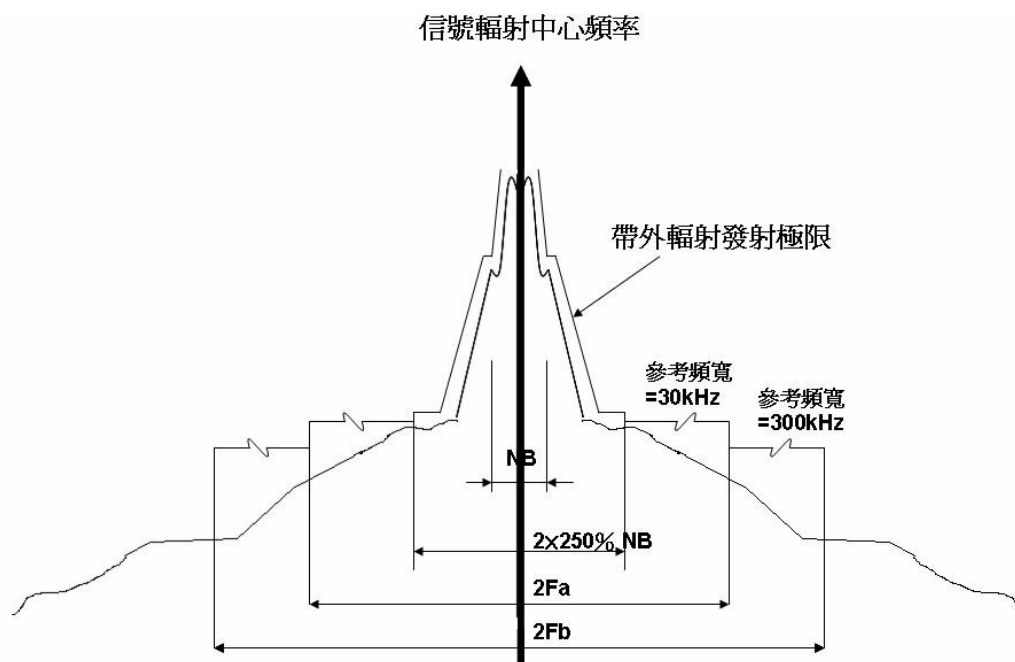
10-3-4. 測試儀器

測試項目第2、3、4及5項所需測試儀器為信號頻譜分析儀，測試儀器須至少包含以下功能規格：

- (1) 頻率範圍：支援ETSI TS 136 101規範之頻率範圍。
- (2) 頻寬：1.4Mhz，3Mhz，5Mhz，10Mhz，15Mhz，20Mhz。
- (3) 支援MIMO

10-3-5. 混附波輻射波罩圖及規範值

1. 混附波輻射波罩圖



資料來源：TTC 整理

圖 10-12、混附波輻射波罩圖

備註：

1. NB：Necessary Bandwidth，必需頻帶寬度。
2. Fa：以 500 kHz 或 10 倍 NB，取其大者。
3. Fb：以 1 MHz 或 12 倍 NB，取其大者。

2. 混附波輻射規範值

表 10-12、混附波輻射規範值

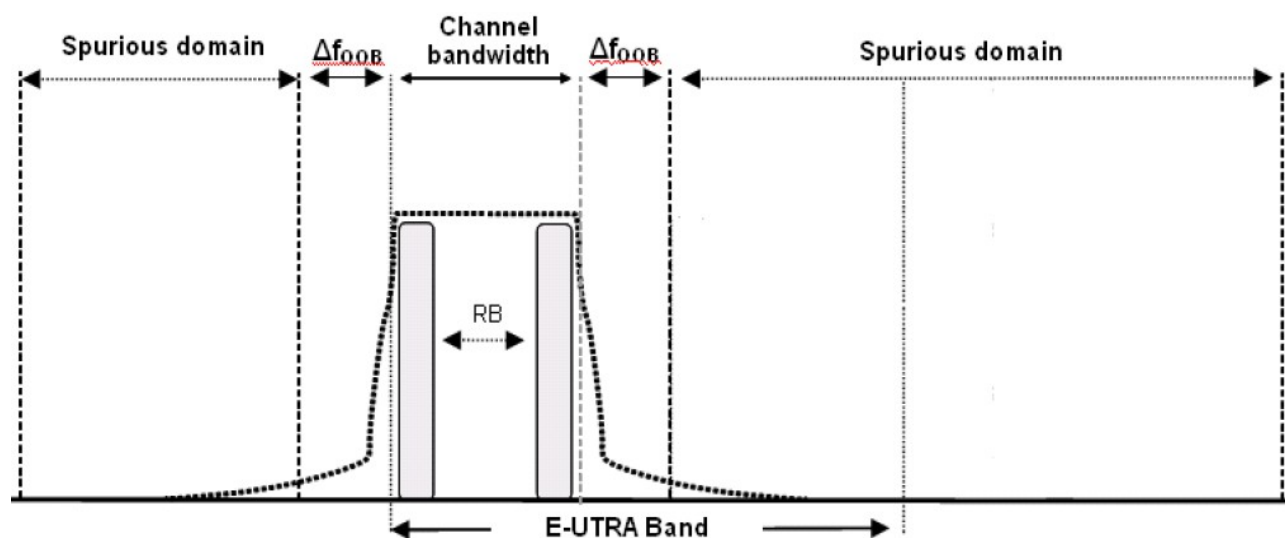
資料來源：TTC 整理

頻率範圍	最大限度	量測頻寬
------	------	------

9 kHz $\leftrightarrow$ 150 kHz	-36 dBm	1 kHz
150 kHz $\leftrightarrow$ 30 MHz	-36 dBm	10 kHz
30 MHz $\leftrightarrow$ 1 GHz	-36 dBm	100 kHz
1 GHz $\leftrightarrow$ 12.75 GHz	-30 dBm	1 MHz

10-3-6. 射頻頻譜示意圖及規範值

1. 射頻頻譜圖



資料來源：TTC 整理

圖 10-13、射頻頻譜圖

2. 頻譜輻射波罩規範值

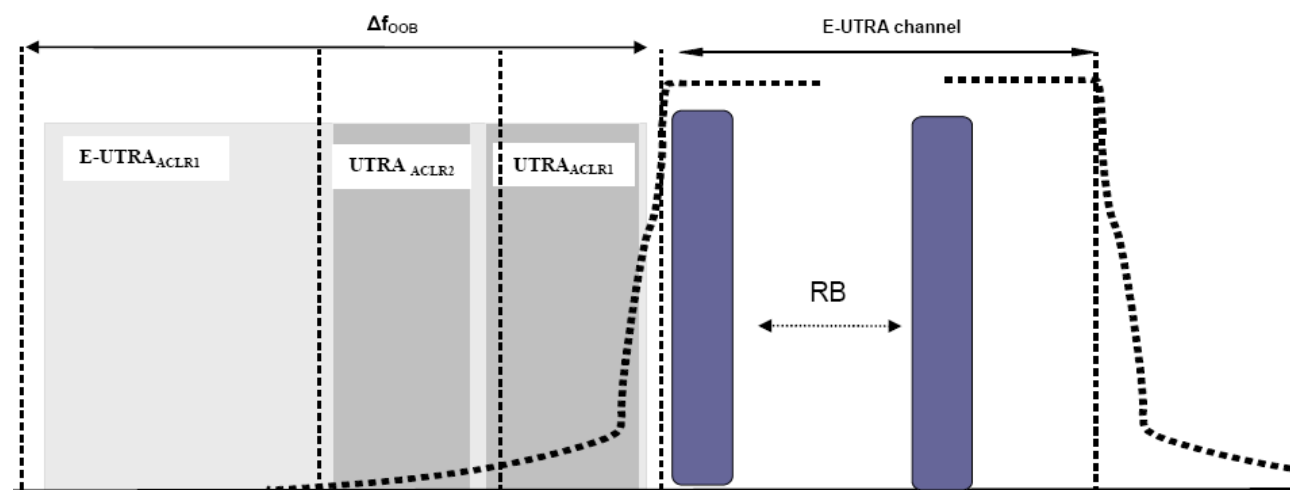
表 10-13、頻譜輻射波罩規範值

資料來源：TTC 整理

	頻譜輻射限制 (dBm)/通道頻寬						
Δf_{OOB} (MHz)	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	量測頻寬
$\pm 0-1$	[TBD]	[TBD]	-15	-18	-20	-21	30 kHz
$\pm 1-2.5$	[-10]	[-10]	-10	-10	-10	-10	1 MHz
$\pm 2.5-5$	[-25]	[-10]	-10	-10	-10	-10	1 MHz
$\pm 5-6$	—	[-25]	-13	-13	-13	-13	1 MHz
$\pm 6-10$	—	—	-25	-13	-13	-13	1 MHz
$\pm 10-15$	—	—	—	-25	-13	-13	1 MHz
$\pm 15-20$	—	—	—	—	-25	-13	1 MHz
$\pm 10-25$	—	—	—	—	—	-25	1 MHz

10-3-7. 鄰頻道洩漏功率比示意圖及規範值

1. 鄰頻道洩漏功率比示意圖



資料來源：TTC 整理

圖 10-14、鄰頻道洩漏功率比示意圖

2. 鄰頻道洩漏功率比規範值(Adjacent Channel Leakage Ratio , ACLR)

表 10-14、鄰頻道洩漏功率比規範值

資料來源：TTC 整理

E-UTRA 發射信號 通道頻寬 BW_{Channel} [MHz]	BS 鄰頻中心頻率偏 移於第一個發射載 波中心頻率以下或 是最後一個以上	鄰頻載波(假設值)	鄰頻頻率濾波器與 濾波頻寬	ACLR 限制
1.4, 3.0, 5, 10, 15, 20	BW_{Channel}	E-UTRA of same BW	Square (BW_{Config})	45 dB
	$2 \times BW_{\text{Channel}}$	E-UTRA of same BW	Square (BW_{Config})	45 dB
	$BW_{\text{Channel}}/2 + 2.5$ MHz	3.84 Mcps UTRA	RRC (3.84 Mcps)	45 dB
	$BW_{\text{Channel}}/2 + 7.5$ MHz	3.84 Mcps UTRA	RRC (3.84 Mcps)	45 dB
註 1: BW_{Channel} 與 BW_{Config} 為 E-UTRA 在指定通道頻率發射信號的通道頻寬與傳輸頻寬組態。 註 2: RRC 濾波器等同於脈衝成形濾波器(pulse shape filter)，以 chip rate 定義。				

表 10-15、非成對頻譜中的基地台鄰頻道洩漏功率比(同步操作)

資料來源：TTC 整理

E-UTRA 發射信號 通道頻寬 $BW_{Channel}$ [MHz]	BS 鄰頻中心頻率偏 移於第一個發射載 波中心頻率以下或 是最後一個以上	鄰頻載波(假設值)	鄰頻頻率濾波器與 濾波頻寬	ACLR 限制
1.4, 3	$BW_{Channel}$	E-UTRA of same BW	Square (BW_{Config})	45 dB
	$2 \times BW_{Channel}$	E-UTRA of same BW	Square (BW_{Config})	45 dB
	$BW_{Channel}/2 + 0.8 \text{ MHz}$	1.28 Mcps UTRA	RRC (1.28 Mcps)	45 dB
	$BW_{Channel}/2 + 2.4 \text{ MHz}$	1.28 Mcps UTRA	RRC (1.28 Mcps)	45 dB
5, 10, 15, 20	$BW_{Channel}$	E-UTRA of same BW	Square (BW_{Config})	45 dB
	$2 \times BW_{Channel}$	E-UTRA of same BW	Square (BW_{Config})	45 dB
	$BW_{Channel}/2 + 0.8 \text{ MHz}$	1.28 Mcps UTRA	RRC (1.28 Mcps)	45 dB
	$BW_{Channel}/2 + 2.4 \text{ MHz}$	1.28 Mcps UTRA	RRC (1.28 Mcps)	45 dB
	$BW_{Channel}/2 + 2.5 \text{ MHz}$	3.84 Mcps UTRA	RRC (3.84 Mcps)	45 dB
	$BW_{Channel}/2 + 7.5 \text{ MHz}$	3.84 Mcps UTRA	RRC (3.84 Mcps)	45 dB
	$BW_{Channel}/2 + 5 \text{ MHz}$	7.68 Mcps UTRA	RRC (7.68 Mcps)	45 dB
	$BW_{Channel}/2 + 15 \text{ MHz}$	7.68 Mcps UTRA	RRC (7.68 Mcps)	45 dB
註 1: $BW_{Channel}$ 與 BW_{Config} 為 E-UTRA 在指定通道頻率發射信號的通道頻寬與傳輸頻寬組態。 註 2: RRC 濾波器等同於脈衝成形濾波器(pulse shape filter)，以 chip rate 定義。				

拾壹、總結

隨著寬頻行動網路技術逐漸的成熟，使用者對於行動網路的使用行為將不再侷限於語音通話服務，3GPP 的 LTE、3GPP 2 的 UMB (Ultra Mobile Broadband) 或是 WiMAX 論壇的 WiMAX Evolution 寬頻行動網路，將更有效的利用頻譜資源提升傳輸速率(下行:每秒 100Mbps 以上、上行:每秒 50Mbps 以上)，搭配行動終端設備功能的提升，使用者將可透過行動網路接取，以往在有線網路才可以使用的高頻寬應用服務(例如:寬頻上網、互動電視、影音部落格、線上電玩遊戲..)。

目前發展中的行動網路演進技術，LTE、UMB、WiMAX Evolution，主要特性為使用 OFDMA 接取技術與 MIMO 天線技術，提升傳輸速率、使用同時支援 FDD 與 TDD 的頻譜與可調式頻寬 1.25MHz 至 40MHz，提高頻譜使用效率，增加系統容量、使用全 IP (Internet Protocol) 化架構並簡化核心網路架構，降低延遲時間。

其中佔有全球行動通訊網路市場 80% 的 GSM、WCDMA 與 HSPA 網路演進的 LTE，由於可向下相容舊有網路與非 3GPP 行動接取網路(例如: CDMA 2000、WiMAX、TD-SCDMA 與 WLAN)無縫隙的互通接取，獲得最多電信業者與設備供應商的支持，已有 Vodafone、Verizon Wireless、NTT DoCoMo、中國移動、Ericsson、Motorola 和 Nokia 建置 LTE 測試網路。

另外由設備供應商、電信業者、儀器供應商(包含:Alcatel-Lucent、Ericsson、Orange、NXP、Samsung、Nokia、Qualcomm、Nortel、T-Mobile、Vodafone、Agilent、中國移動、Motorola、NTT DoCoMo、R&S..)所組成的 LTE/SAE 測試聯盟(LTS/SAE Trial Initiative, LSTI)，將分成三個主要階段：概念驗證、互通作業性和試驗，驗證廠商生產的晶片、基礎設備及行動裝置在 LTE 網路之間的互通性與效能，做為未來 LTE 網路提供全球漫遊的基礎。

新世代寬頻視訊平台可視為是一種 IPTV 的平台。且根據我們對匯流 Convergence 的基本定義：在任何環境之下，使用者可以根據其需求，經由其選擇的任何網路，來使用其想要的任何服務。同時，現在及未來所有的傳輸網路技術基本上是以 IP Protocol 來傳輸及載送其服務，而不論其實體網路層是採用何種通訊與資訊技術。對使用者而言，所感受到的是具有服務品質 (Quality of Service) 及體驗品質 (Quality of Experience) 保證的服務，如何能完成此一基本需求，且將此轉換成具體的技術需求甚至是技術規格而提出解決方案，是一項艱難的工作。NGN IMS-based IPTV 系統架構可就服務及功能層面提出解決方案，但仍需所搭配的具體接取網路技術來實際完成多媒體影音娛樂服務的傳輸。

本研究計畫目標涵蓋範圍廣泛，從第貳章至第玖章皆針對研究目標予以一一詳細描述，從技術發展至政策與法規建議方案皆有完整的說明。本研究是以數位匯

流的觀念為基礎以進行相關技術研究，因此，雖然技術發展是持續向前，但是以此基礎是能預留技術發展的空間並保有前瞻性，以因應時刻在改變的科技技術。此基本內涵是：**服務的傳遞**將由 **IP Protocol** 來傳輸。如此可將應用服務層、IP 層、實體網路接取層區分開來，而相關管理法規可作水平化的制定，將以**服務的形式及內容**作為管理的基礎，此一架構可具有彈性以因應未來多樣化及個人化的服務產生，亦可因應未來新的網路傳輸技術的發展，不需因為新技術的發展，導致必須隨時修改法規及政策。

再者，對於我國頻譜規劃而言，首先，應檢視目前已指配 3G、WBA（WiMAX）業務頻譜使用效率，再則，配合類比電視頻道回收及 2G(GSM)執照 2012 年到期後，換照或是頻譜回收重整（Refarming），最後，觀察國際技術標準發展趨勢（IMT-Advanced）及數位匯流頻譜需求，做為頻譜規劃之依據，以充分有效分配頻譜資源，並考量頻譜拍賣釋照制度修訂，以合理反應頻譜價值。建議就 GSM 頻段回收策略及新興通訊傳播技術評估及業務市場需求，以另案進行深入研究評估。

期中報告委員審查意見回覆

期中報告審查會議

時間：97 年 12 月 29 日下午 1 時 40 分

地點：國家通訊傳播委員會濟南路辦公室 (臺北市濟南路 2 段 16 號)2 樓會議室

結論：本次期中報告審查通過，請財團法人工業技術研究院依審查委員意見，修正期中報告及相關研究計畫內容，並於期末報告中說明辦理情形。

	審查委員意見	回覆
1.	此期中報告內容十分豐富，也包含了匯流平台所需的技術、頻譜及法規等相關議題，值得鼓勵。	謝謝委員意見。
2.	在”台灣地區之通道測試”一項的目標不夠明確，請再詳加解釋欲達成的目標。	謝謝委員意見。已補充描述於 7-1 節研究目標中。
3.	在期中報告 P.10 有提及對電信及廣播業者所採用的技術規範提出建議，因為二者屬性不同 (i.e. 電信及廣播)，因此，請 clarify 是否提出不同之建議。	以數位匯流觀念出發，將視業者是否經營相同服務來予以適用相同的管理規範。但營運業者有可能是利用不同之實體技術來實現相同服務，於此，須視其所採用之技術而以其對應之技術規範予以管理。
4.	報告內容詳細完整，對所定 5 大整體目標多有討論研究。	謝謝委員意見。
5.	宜加重研擬適合我國已具有的寬頻網路的匯流技術及技術規範。	在第貳章說明了數位匯流的定義。在後續的第肆章及第伍章說明新世代寬頻視訊平台之技術標準趨勢與技術分析。且在第拾章描述新世代寬頻視訊平台 NGN 及 LTE 行動通信系統技術規範建議方案。
6.	有關 LTE radio channel 之研究，本案須著重於台灣的電波環境應對的統計模型研究，而非以一既有但未經驗證的 LTE 模型為終端產品作測試，其非本案之委託工作內容。	謝謝委員意見。已研究國際標準通道測試方法，以期能適用於台灣的電波環境。
7.	LTE 頻率的挑選，將有關 LTE 通道	謝謝委員意見。於第捌章、國際

	的性能，也會關係到 LTE 產業的成功與否，因此本案須對 LTE Spectrum 之挑選作資料的蒐集與研究。	LTE 頻譜及業務開放規劃之調查及研析進行討論。
8.	內容文字請再審視（包含時差、對應翻譯等）。	謝謝委員意見。
9.	WiMAX 業者的營運計畫與困難問題似有落差，請再蒐集資料分析。	謝謝委員意見，已在 3-3 節中說明。
10.	NGN、LTE 之技術規範尚未著墨，請必須於期末報告中呈現。	已在第拾章中說明。
11.	報告內容豐富。	謝謝委員意見。
12.	未見針對臺灣地區 LTE 通道測試。	已於 7-5 節中補充相關敘述。
13.	P.11 提到 MSTP，但未於後續章節詳論。	MSTP（Multi-service transport platform）的概念在 5-3、Next Generation SDH 之標準與技術發展節中有說明。
14.	P.23 WiMAX 產值請再檢查。	謝謝委員意見，已在 3-2 節中作修正。
15.	P.48 圖 4-7 中之 3GPP R6 HSUPA 傳輸速率(5.76Mbps)與表 4-1 中之 3GPP R6 HSUPA 傳輸速率(4Mbps)不一致。	謝謝委員意見，已在 4-2-1 節中作修正。
16.	IPTV 定義（P.38）TV 解釋為服務，是否與外界普遍認知不同？	將 IPTV 定義為一種服務，主要是從使用者及消費者的觀點出發，此一定義能符合 Convergence 的觀念，能為法規制定者建立技術中立的角度，以服務導向為政策或規範制定的起始點。
17.	期初報告有 WiMAX 傳輸技術之章節，該研究內容應可納入研究報告中。	謝謝委員意見，已在 3-1 節中補充說明。
18.	P.23 WiMAX 釋照時程大事紀，請再檢視。	謝謝委員意見，表 3-1 已作修正。

參考資料

- [1]. 「數位匯流管理與管制改革」，資訊傳真周刊，2006 年 10 月 30 日
- [2]. 「IPTV 與互聯網電視」，侯自強，第九屆京台論壇，2006 年 9 月 25~26 日
- [3]. 「分析行動台灣推動 IPTV 應用營運模式」，資策會，2006 年 5 月
- [4]. 「IPTV 巨浪下的網路技術變革與商機」，郭子廉，拓璞產研，2006 年 5 月 24 日
- [5]. 「三網合一趨勢下，IPTV 發展之機會與挑戰」，朱皓偉，工研院 IEK-ITIS 計畫，2006 年 6 月
- [6]. 「行動台灣推動 IPTV 應用營運模式」，工研院 IEK，2006 年 5 月。
- [7]. 「數位匯流管理與管制改革」，資訊傳真周刊，2006 年 10 月 30 日
- [8]. 3GPP TR 21.905: "Vocabulary for 3GPP Specifications".
- [9]. LasseWieweg: "UMTS/LTE flexible capacity within the harmonisedbands", 20th June 2007, Ericsson.
- [10]. 3GPP TS 36.300: "Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRAN); Overall description; Stage 2 “.
- [11]. Agilent:”3GPP Long Term Evolution: System Overview, Product Development,and Test Challenges”.
- [12]. 3GPP TR 24.801: "3GPP System Architecture Evolution (SAE); CT WG1 aspects".
- [13]. 3GPP TS 23.402: "3GPP System Architecture Evolution: Architecture Enhancements for non-3GPP accesses".
- [14]. 3GPP TS 36.101:” 3GPP Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception”.
- [15]. 3GPP TR 25.892:”3GPP Feasibility Study for Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) for UTRAN enhancement”.
- [16]. 3GPP TS 36.104:”3GPP Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) radio transmission and reception”.
- [17]. 3GPP TS 36.201:”3GPP Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); LTE Physical Layer - General Description”.
- [18]. 3GPP TS 23.401: "3GPP General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access".

- [19]. Per Beming, Lars Frid, Göran Hall, Peter Malm, Thomas Noren, Magnus Olsson and Göran Rune:” LTE-SAE architecture and performance”,2007, Ericsson.
- [20]. 3GPP TR 36.938: "3GPP Improved Network Controlled Mobility between E-UTRAN and 3GPP2/Mobile WiMAX Radio Technologies".
- [21]. Motorola :“Technical Overview of 1xEV-DV”.
- [22]. Airvana:“All-IP 1xEV-DO Wireless Data Networks”.
- [23]. 3GPP2 C.S0084-002-0:” Medium Access Control Layer For Ultra Mobile Broadband (UMB) Air Interface Specification”.
- [24]. Qualcomm:”Ultra Mobile Broadband Technology Overview and Competitive Advantages”.
- [25]. IEEE Std 802.16™-2004:”IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems”.
- [26]. IEEE Std 802.16e™-2005:”IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems”.
- [27]. WiMAX Forum:” WiMAX’s technology for LOS and NLOS environments”.
- [28]. IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Working Group:” The Draft IEEE 802.16m System Description Document”.
- [29]. IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Working Group:” IEEE 802.16m Evaluation Methodology Document (EMD)”.
- [30]. WiMAX Forum:” Network Architecture Stage 2 - 3: Release 1, Version 1.2”.
- [31]. 3G americas:”EDGE, HSPA, LTE: Broadband Innovation”.
- [32]. Nortel:” 從 GSM 到 LTE 技術的長期演進” .
- [33]. 3G americas:”UMTS Evolution,From 3GPP Release 7 to Release 8,HSPA and SAE/LTE”June 2008, update.
- [34]. ITU,URL:” <http://www.itu.int/home/imt.html>”.
- [35]. CDG,URL:” <http://www.cdg.org/cdg/index.asp>”.
- [36]. Siavash M. Alamouti:” Mobile WiMAX: Vision & Evolution”Intel Fellow CTO, Mobile Wireless Group.
- [37]. 3GPP TR 25.913:”3GPP Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Requirements for Evolved UTRA (E-UTRA) and Evolved UTRAN (E-UTRAN)”.
- [38]. GSM Wrold,URL:” <http://www.gsmworld.com/index.shtml>”.
- [39]. WiMAX Forum:” <http://www.wimaxforum.org>”.

- [40]. ETSI 180 001: "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Release 1; Release definition"
- [41]. ETSI 180 000: "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Terminology"
- [42]. ETSI 282 001: "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Functional Architecture"
- [43]. ETSI 186 001-1: Telecommunications and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Network Integration Testing between SIP and ISDN/PSTN network signalling protocols Part 1: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP) for SIP-ISDN
- [44]. ETSI 186 001-2: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Network Integration Testing between SIP and ISDN/PSTN network signalling protocols; Part 2: Abstract Test Suite (ATS) and partial Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT) proforma specification
- [45]. ETSI 186 001-3: Telecommunications and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Network Integration Testing between SIP and ISDN/PSTN network signalling protocols; Part 3: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP) for SIP-SIP
- [46]. ETSI 186 002-1: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Interworking between Session Initiation Protocol (SIP) and Bearer Independent Call Control Protocol (BICC) or ISDN User Part (ISUP); Part 1: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS)
- [47]. ETSI 186 002-2: Telecommunications and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Interworking between Session Initiation Protocol (SIP) and Bearer Independent Call Control Protocol (BICC) or ISDN User Part (ISUP); Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP) for Profile A and B
- [48]. ETSI 186 002-3: Telecommunications and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Interworking between Session Initiation Protocol (SIP) and Bearer Independent Call Control Protocol (BICC) or ISDN User Part (ISUP); Part 3: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP) for Profile C
- [49]. ETSI 186 002-4: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Interworking between Session Initiation Protocol (SIP) and Bearer Independent Call Control Protocol (BICC) or ISDN User Part (ISUP); Part 4: Abstract Test Suite (ATS) and partial Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT) for Profile A and B
- [50]. ETSI 186 002-5: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Interworking between Session Initiation Protocol (SIP) and Bearer Independent Call Control Protocol (BICC)

or ISDN User Part (ISUP);Part 5: Abstract Test Suite (ATS) and partial Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT) for Profile C

- [51]. ETSI 186 005-1:Telecommunications and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN);Terminating Identification Presentation (TIP) and Terminating Identification Restriction (TIR);Part 1: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS)
- [52]. ETSI 186 005-2:Telecommunications and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN);Terminating Identification Presentation (TIP) and Terminating Identification Restriction (TIR);Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP)
- [53]. ETSI 186 005-3:Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN);Terminating Identification Presentation (TIP) and Terminating Identification Restriction (TIR);Part 3: Abstract Test Suite (ATS) and partial Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT) proforma specification
- [54]. ETSI 186 006-1:Telecommunications and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN);Originating Identification Presentation (OIP) and Originating Identification Restriction (OIR) Part 1: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS)
- [55]. ETSI 186 006-2:Telecommunications and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN);Originating Identification Presentation (OIP) and Originating Identification Restriction (OIR) Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP)
- [56]. ETSI 186 006-3:Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN);Originating Identification Presentation (OIP) and Originating Identification Restriction (OIR);Part 3: Abstract Test Suite (ATS) and partial Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT) proforma specification
- [57]. ETSI 186 007-1:Telecommunications and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN);Communication HOLD (CH);Part 1: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS)
- [58]. ETSI 186 007-2:Telecommunications and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN);Communication HOLD (CH);Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP)
- [59]. ETSI 186 007-3:Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN);Communication HOLD (CH);Part 3: Abstract Test Suite (ATS) and partial Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT) proforma specification
- [60]. ETSI 186 008-1:Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN);IMS/NGN Performance Benchmark Part 1: Core Concepts

- [61]. ETSI 186 008-2: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IMS/NGN Performance Benchmark Part 2: Subsystem Configurations and Benchmarks
- [62]. ETSI 186 008-3: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IMS/NGN Performance Benchmark Part 3: Traffic Sets and Traffic Profiles
- [63]. ETSI 186 009-1: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); SIP-ISUP Interworking between the IP Multimedia (IM) Core Network (CN) subsystem and Circuit Switched (CS) networks; Part 1: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS)
- [64]. ETSI 186 009-2: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); SIP-ISUP Interworking between the IP Multimedia (IM) Core Network (CN) subsystem and Circuit Switched (CS) networks; Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP)
- [65]. ETSI 186 011-1: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IMS NNI Interworking Test Specifications; Part 1: Test Purposes for IMS NNI Interworking
- [66]. ETSI 186 011-2: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IMS NNI Interworking Test Specifications; Part 2: Test Descriptions for IMS NNI Interworking
- [67]. ETSI 186 012-1: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN simulation services; Subaddressing (SUB); Part 1: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS)
- [68]. ETSI 186 012-2: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN simulation services; Subaddressing (SUB); Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP)
- [69]. ETSI 186 016-1: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN simulation services; Closed User Group (CUG); Part 1: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS)
- [70]. ETSI 186 016-2: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN simulation services; Closed User Group (CUG); Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP)
- [71]. ETSI 186 017-1: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN simulation services; Anonymous Communication Rejection (ACR) and Communication Barring (CB); Part 1: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS)

- [72]. ETSI 186 017-2: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN simulation services; Anonymous Communication Rejection (ACR) and Communication Barring (CB); Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP)
- [73]. ETSI 186 018-1: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN simulation services; Malicious Communication Identification (MCID); Part 1: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS)
- [74]. ETSI 186 018-2: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN simulation services; Malicious Communication Identification (MCID); Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP)
- [75]. FTTx 產業交流會 <http://www.fttx.org.tw/tech.htm>
- [76]. "SDH Next Generation"; Jose M. Caballero
- [77]. "Trend's Next Generation SDH"; Trend Communications
- [78]. RFC3945; "Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Architecture"
- [79]. 王鍵義; "淺談 IP 與 ATM 技術的結合-MPLS"; 中華技術季刊, 第 63 期
- [80]. <http://www.ericsson.com/ericsson/events/fsan/index.shtml>
- [81]. <http://www.cs.nccu.edu.tw/~lien/NIIslide/PON/hardcopy.htm>
- [82]. <http://www.fiber-optics.info/glossary-d.htm>
- [83]. <http://www.cqinc.com.tw/grandsoft/cm/078/>
- [84]. <http://www.cs.ccu.edu.tw/~wkchiang/> 江為國老師電信網路概論投影片
- [85]. <http://www.alcatel-lucent.com/>
- [86]. <http://www.juniper.net/>
- [87]. <http://www.cisco.com/>
- [88]. <http://www.nortel.com.tw/>
- [89]. <http://www.dvb.org>
- [90]. <http://www.openmobilealliance.org>
- [91]. <http://www.3GPP.org>

中英文對照

2G	Second-Generation，第二代行動通訊
3G	Third-Generation，第三代行動通訊
3GPP	Third-Generation Partnership Project，第三代行動通訊合作計劃，2G 的 GSM 發展而來的 UMTS(W-CDMA)標準體系的標準化機構
3GPP2	Third-Generation Partnership Project 2，第三代行動通訊合作計劃 2，2G 的 CDMA 發展而來的 CDMA 2000 標準體系的標準化機構
4G	Fourth-Generation，第四代行動通訊
AAA	Authentication Authorization Accounting，認證、授權及帳務
AAS	Adaptive Antenna System，適應性天線系統
AGW	Access Gateway，接取閘道
AMC	Adaptation Modulation and Coding，適應性調變編碼
ASN	Access Service Network，接取服務網路
BTS	Base Transceiver Station，基地收發訊台
BSC	Base Station Controller，基地台控制器
CAN	Converged Access Network，接取匯流網路
CDG	CDMA Development Group，分碼多路進接發展組織
CDMA	Code Division Multiple Access，分碼多路進接
CDMA 2000	Code Division Multiple Access 2000，分碼多路進接 2000
CSN	Connectivity Service Network，連接服務網路
DVB	Digital Video Broadcasting，數位視訊廣播
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol，動態主機配置協定
E-UTRAN	Evolution UMTS Terrestrial Radio Access Network，全球行動通訊系統地面無線接取網路演進
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution，加強型 GSM 數據傳輸
EPC	Evolved Packet Core，封包核心演進

EV-DO	CDMA 2000 Evolution-Data Optimized，CDMA 2000 數據增強版本
FDD	Frequency Division Duplex，劃頻雙工
FFT	Fast Fourier Transform，快速傅立葉轉換
GGSN	Gateway GPRS Support Node，整合式封包無線電服務閘道支援節點
GPRS	General Packet Radio Service，整合式封包無線電服務
GSM	Global System for Mobile Communications，泛歐數位式行動電話系統
H-NSP	Home Network Service Provider，本籍網路服務供應商
HA	Home Agent，本籍代理
HARQ	Hybrid Automatic Repeat reQuest，混合自動重傳請求
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access，高速下行分組接入無線網路
HSPA	High Speed Packet Access，高速分組接入無線網路
HSPA+	Evolved High Speed Packet Access，高速分組接入無線網路演進
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access，高速上行分組接入無線網路
IMT-Advanced	International Mobile Telecommunication Advanced，高階國際行動電信
IP	Internet Protocol，網際網路協定
ITU	Telecommunication Standardization Sector of International，國際電信聯合會
ITU-R	Telecommunication Standardization Sector of International Radiocommunication Sector，國際電信聯合會無線電通訊部門
LOS	Line-of-Sight，可視範圍
LTE	Long Term Evolution，長期演進
MBMS	Multimedia Broadcast Multicast Service，多媒體廣播多點傳送服務
MIMO	Multi-In Multi-Out，多輸入多輸出

MME	Mobile Management Entity，行動管理實體
MR	Multi-hop Relay，無線中繼站
NLOS	Non-Line-of-Sight，非可視範圍
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing，正交劃頻多工
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access，正交劃頻多工進接
PAPR	Peak-to-Average Power Ratio，峰值平均功率比
PDSN	Packet Data Serving Node，封包數據服務節點
PF	Policy Function，策略功能
PS	Packet Switching，分封交換
PSK	Phase Shift Keying，相位移鍵
QAM	Quadrature Amplitude Modulation，相正交調幅
QoS	Quality of Service，服務品質
RAN	Radio Access Network，無線接取網路
RNC	Radio Network Controller，無線網路控制器
S-GW	SAE Gateway，系統架構演進閘道
SAE	System Architecture Evolution，系統架構演進
SC-FDMA	Single Carrier Frequency Division Multiple Access，單載波劃頻多路進接
SDMA	Space Division Multiple Access，劃域多工進接
SGSN	Serving GPRS Support Node，整合式封包無線電服務服務支援節點
SRNC	Session Reference Network Controller，會談查詢網路控制器
TDD	Time Division Duplex，劃時雙工
TDM	Time Division Multiple Access，劃時多路進接
TD-SCDMA	Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access，劃時同步分碼多路進接
UMB	Ultra Mobile Broadband，超行動寬頻

UMTS	Universal Mobile Telecommunication System，全球行動通訊系統
UTRA	UMTS Terrestrial Radio Access，全球行動通訊系統地面無線接取技術
VoIP	Voice over Internet Protocol，利用 IP 網路提供語音通信服務
WCDMA	Wide band CDMA，寬頻分碼多路進接
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access，全球互通微波接取
WLAN	Wireless Local Area Network，無線區域網路
xDSL	x Digital Subscriber Line，各型數位客戶迴路