

通訊技術

日期：2009 年 經濟部技術處 產業技術白皮書

出處：產業篇 標題貳

主題分類：電資通光領域 第二章

=====

文章內容

一、全 IP 寬頻網路系統與服務技術－全 IP 電信等級視訊應用整合系統技術

(一) 技術研發目標

隨著科技化服務(ITeS, Information Technology Enabled Service)新興應用與積極發展，通訊網路之寬頻化與網際網路通訊協定(IP, Internet Protocol)化已經成為通訊技術之發展主軸。因應此重要的發展趨勢，「全 IP 寬頻網路系統與服務技術」投入寬頻網路技術與 IP 網路應用技術之研究，主要發展分散式網路影音存取技術、三合一多媒體服務融合技術及多重服務光纖接取技術等項目，以期提升台灣寬頻通訊產業為品牌與智慧財產權(IPR, Intellectual Property Rights)導向之高值產業鏈。

1.分散式網路影音存取技術

在數位匯流趨勢下，包含非對稱數位用戶線路(ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line)、光纖到戶(FTTH, Fiber to the Home)等有線網路、涵蓋如第三代行動通訊技術(3G, 3rd Generation)、全球互通微波存取技術(WiMAX, Worldwide Interoperability for Microwave Access)等行動網路與數位視訊廣播標準(DVB, Digital Video Broadcasting)之數位廣播都已成為各式提供影音服務的途徑，而傳播型態從過去以主從式導向為主的影音服務轉變為分散式應用導向，使用者裝置也從固定式裝置延伸至可攜式或行動裝置。隨著寬頻網路的蓬勃發展與裝置運算能力的提升，因而刺激各種創新便利的影音服務、保全與娛樂等應用。在此趨勢下，未來網路視訊技術從視訊編解碼可適性化、視訊高畫質化、視訊智慧化等影音內容品質提升，乃至大規模與分散式影音管理，都將衍生新的問題與挑戰。

因此，技術研發目標將著重於建立網路視訊相關技術能量、完整服務平台解決方案(Total Solution)，並致力於 IP 監控平台核心軟體技術，開發應用面的智慧型視訊監控服務技術與分散式影音串流播放、儲存、管理技術，以加速國內視訊安全監控與影音服務產業往高附加價值之高階產品發展，串連影音多媒體上下游產業鏈，整合國內軟硬體研發優勢，提升數位影音產品在國際上之競爭力，並結合 Web 2.0 創新應用服務研發，擴大內容來源，開拓多元化影音市場與商業模式。

2.IPTV 系統與服務平台技術

因應網路與多媒體服務匯流的趨勢，繼網路電話之後，結合語音、影像與資料的三合一服務(Triple Play Services)甚至是多合一服務(Multiple Play Services)是目前發展熱潮。整合網際網路中各式新興服務進行協同合作，例如網路電視(IPTV, Internet Protocol Television)、網路音視訊傳輸(V²oIP, Voice & Video over Internet Protocol)與個人錄影機(PVR, Personal Video Recorder)應用，可達到網路電視應用服務之融合(Convergence)，滿足個人化與互動化之需求。相關的服務可迎合使用者之收視習性，並結合通訊服務及行動裝置之支援，達到任何時間(Anytime)、任何地點(Anywhere)、任何裝置(Any Device)，無所不在之使用便利。

TV 2.0 時代最顯著的改變，就是隨選播放、隨處收看以及即時互動三大功能。TV 2.0 最主要的服務包含了網路電視(Internet TV)。網路電視是電信營運商或是有線電視業者於其專屬的寬頻網路服務中，提供使用者影音加值服務。透過網路電視提供多元的服務融合(如整合語音與視訊通訊和數據業務等)，使網路電視實現「三合一業務」之全方位服務。

然而現有網路電視產業問題及需求，主要是網路電視系統無共通標準；由於無共通標準，設備商與軟體開發商切入不易，造成網路電視系統建置成本與服務開發成本居高不下。有鑑於產業問題及需求，國際間 ITU-T IPTV FG/GSI 與 Open IPTV Forum 組織分別發展與推動網路電視標準與端對端(End-to-end)系統互通標準中；因應網路電視標準訂定與開放之際，台灣網路電視發展策略應即早切實入研發符合網路電視標準之系統與設備，逐步建立國內網路電視相關技術與產業鏈。

展望未來，發展全 IP 網路架構的網路電視系統與服務平台，支援開放標準介面，支援國際網路電視相關標準規範，並結合 IP 多媒體通訊系統以提供用戶在公眾網路、企業網路及家庭網路中，無間隙的多媒體應用服務，展現全新的電視與音視訊整合服務、有趣的群體溝通模式，提供多樣的動態群組與互動式多媒體應用服務將會是重點研發目標。

3.多重服務光纖接取技術

光通訊網路為下世代寬頻網路的核心架構，全球各國皆已致力推動光通訊網路基礎建設的升級。未來將隨著光纖到 x(FTTx, Fiber to the x)光網路的佈建，寬頻網路傳輸頻寬需求將逐步從目前的 1 Gbps 升級至 10 Gbps 或甚至更高速之規格。國外各通訊系統大廠目前皆已積極投入下世代光通訊網路系統之研發，而台灣光通訊產業主要產品發展，過去皆以用戶端之接取設備利用原始設備生產商(OEM, Original Equipment Manufacturer)或原始設計製造商(ODM, Original Design Manufacturer)為主，在技術層面上仍落後國際大廠。因此，為促使國內產業能因應未來光通訊市場將興起之需求，此時切入發展下世代寬頻 FTTx 多重服務網路關鍵技術，開發高速多重服務光纖接取網路關鍵零組件及系統是至為重要任務。

此外，為因應高頻寬高畫質電視(HDTV, High-Definition Television)及網路電視時代的來臨，家庭的頻寬需求愈來愈大且應用的種類愈來愈多之情境，研發提供服務級別協定、流量管理，以及動態頻寬分配等不可或缺的系統管理機制，建立高附加價值的光通訊傳輸關鍵模組，發展高附加價值通訊產品及其相關軟體，並完成相關網路架構及介面之設計，與建立網路服務品質驗證測試技術，提升國內

廠商競爭力。

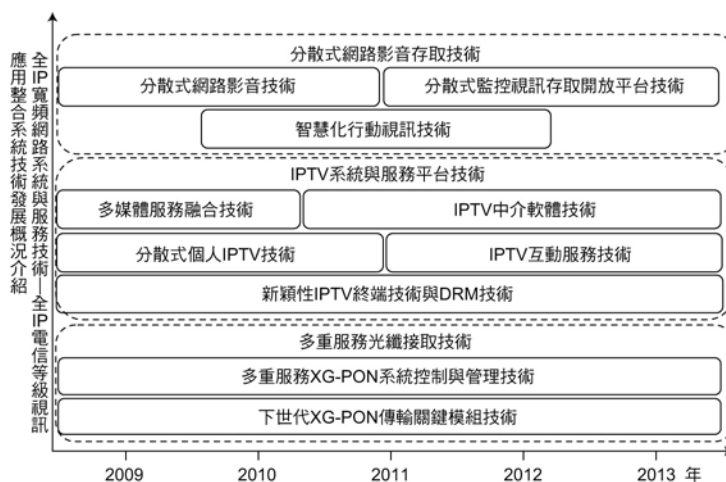
(二) 技術發展藍圖

「全 IP 寬頻網路系統與服務技術」係因應台灣寬頻通訊產業狀況，以及產業技術發展趨勢，發展產業所需之寬頻網路技術及其應用技術，提升台灣寬頻通訊產業技術，以創造高值化寬頻通訊產業為其產業目標。見圖 2-2-2-1-1 所示為此技術之主要關鍵技術發展時程。

網路視訊服務技術主要研發分散式影音串流與管理等技術。其中分散式影音串流內容管理技術，針對大規模網路視訊監控為應用，其核心技術包含高效率影音編解碼器，分散式影音串流回放、儲存、管理技術，以及智慧化之高解析視訊處理與分析技術；使得未來不僅能夠提供高畫質視訊監控畫面，同時提升管理大規模分散式視訊來源之效率；並研發分散式監控視訊存取開放平台技術，以因應不同平台影音內容互通與傳輸之相容性，而在互通互連架構下，監控視訊傳輸安全及內容保護成為下一階段要去突破之目標。另一方面，因行動上網及手機影音技術的進步，使用者可以更方便透過手機直接上傳或收看分享影音，需要發展能適用於各種無線環境之智慧化可調式行動影音串流品質調適技術，降低行動網路傳輸品質不穩定所造成的停格或破碎；以及發展快速不中斷之影音串流頻道切換技術，來提供最佳的行動裝置影音操作收看效率。

網路電視系統與服務平台技術將逐年分階段來開發與推動開放式架構網路電視技術，包含研發多媒體服務融合技術、網路電視中介軟體技術、分散式個人網路電視技術與互動服務技術，網路電視新穎性終端設備與數位版權管理(DRM, Digital Rights Management)技術，以提供網路電視系統與服務平台之解決方案。此外，將積極投入市場推廣資源，共同推動開放式架構網路電視產業之價值創造，並推動以聯盟形式整合網路電視產業上中下游，協助業者發展網路電視系統技術與互通技術。

多重服務光纖接取技術發展，在系統技術研發部分，將研發多重服務 10 兆元被動光纖網路(XG-PON, 10 Gbps Passive Optical Network)系統控制與管理技術，掌握系統軟體技術，尤其以管理與控制系統軟體為重點；同時亦將開發硬體平台之核心傳輸關鍵模組技術，以期能確實掌握多重服務光纖接取平台之核心技術。



資料來源：工研院資通所整理，2009 年 6 月。

圖 2-2-2-1-1 全 IP 寬頻網路系統與服務技術－全 IP 電信等級視訊應用整合系統技術發展藍圖

(三) 產業效益

「全 IP 寬頻網路系統與服務技術」以提升台灣寬頻通訊產業技術為主要任務與創造高值化寬頻通訊產業鏈為產業目標。此技術以研發分散式網路影音存取技術、三合一多媒體服務融合技術及多重服務光纖接取技術等技術為主要發展項目，提升台灣寬頻通訊產業技術，以協助其所涵蓋之安全與監控、網路電視及光通訊等相關產業之發展。

1.分散式網路影音存取技術

根據 Frost & Sullivan 統計資料，安全監控產品目前主要集中於歐美地區銷售，其中北美約占 47%、歐洲占 40%、亞洲占 13%，亞洲地區現階段規模雖然偏低，但由於這些地區經濟處於快速成長期，一方面因消費能力增加，另一方面貧富不均帶來的問題日益嚴重，犯罪率亦快速攀升，使得新興國家地區成為未來安全監控器材市場最具有潛力的地區。根據拓璞產業研究所調查，台灣安全產業 2007 年總產值新台幣 1,245 億元，比 2006 年增加約 17.5%。在相關政策、環境與國人對安全議題的重視之下，台灣安全產業的產值持續成長，預估 2008 年產值約 1,467 億元，相較 2007 年產值，成長約 17.8%。

根據經濟部統計，台灣約有 1,200 家安全產業廠商，其中以視訊監控設備的家數最多，其產品包括數位/類比攝影機、影像分析處理、網路影像伺服器及管理系統等，由於安全監控市場已逐漸進入數位化與網路化的時代，從傳統類比閉路電視(CCTV, Closed-circuit Television)晉升為 IP 網路視訊監控的趨勢已然確立，雖然市場規模大，但技術與產品的汰換週期快，必須能掌握關鍵技術與創新研發能力，因此，研發重點主要將發展先進分散式智慧化視訊監控服務系統，及分散式多攝影機聯合監控與追蹤技術，可協助國內廠商邁向大型視訊安全監控系統市場，對於建構網路治安防護網與提升社會安全將具有顯著之影響。

2.IPTV 系統與服務平台技術

根據工研院 IEK 於 2008 年 3 月分析的推估，在 2007 年底，全球網路電視服務用戶數首度突破 1,000 萬，也催生了新型態應用服務的推出。配合許多國家在 2015 年前回收類比頻道，全面播送數位訊號的節目內容的法規來看，網路電視有相當大的成長空間。IEK 預估，全球網路電視服務將在 2013 年突破 1 億用戶數。另外，依據 IDC 及 IEK 於 2008 年 5 月之分析，由於網路電視的無窮發展潛力帶動下，IP STB 的銷售，則在 2012 年時達 4,480 萬台，從 2006~2012 年的累積銷售量達 1.5 億台，其中包括新增用戶與換機需求。綜合來說，網路電視商機在未來將持續樂觀看好。

相關技術的研發可以協助國內廠商持續投入符合網路電視業務所需之軟硬體相關組件的研發與製造，並藉由此項技術與國內設備製造商與 IC 設計業結合與合作，開發出 Triple Play IPTV CPE 與 Multimedia Home Gateway 等所需之系統單晶片(SoC, System-on-a-chip)軟硬體技術，建立國內產業掌握下一代寬頻影音多媒體整合之關鍵技術，並藉國內網路電視產業由系統單晶片、用戶端設備(CPE, Consumer Premise Equipment)，軟硬體系統整合到營運服務之垂直整合，全方位推動國內網路電視產業之蓬勃發展。

3.多重服務光纖接取技術

光纖到戶服務是全球電信產業另一個重要的發展趨勢，目前全球約有 2.38 億個家庭利用 xDSL 上網，而使用光纖連接的家庭用戶為 4,210 萬戶，而全球使用光纖寬頻服務的新增用戶，也超過使用其他有線網路服務新增的用戶，預估到 2012 年，全球 FTTx 用戶數將超過 1.5 億戶。

其中發展最迅速的國家為日本，在 2007 年底時，FTTx 光纖網路用戶數就超過 1,000 萬戶，2008 第二季達到 1,310 萬用戶，正式超越數位用戶迴路(DSL, Digital Subscriber Line)用戶數，成為日本寬頻上網最主要的解決方案，並且預估在 2010 年將達到 2,000 萬用戶。韓國的 FTTx 光纖網路用戶數至 2007 年 2 月已達 370 萬戶，普及率約為 26%，預估至 2010 年時的 FTTH 家庭普及率將超過 70%。美國在 AT&T 及 Verizon 兩家電信大廠則欲透過 FTTx 提供 Triple Play 服務，也讓美國的 FTTx 市場迅速增加，在 2008 年第二季時，FTTH 用戶數已達 300 萬用戶，而 FTTH 涵蓋用戶數則超過 1,200 萬戶。

另外中國大陸的運營商也逐漸的將投資重心轉向光纖接取網，積極建設以寬帶為特徵的下一代網路。根據中國大陸工信部資料，截至 2008 年，中國大陸寬頻用戶已達 8,221 萬，其中 FTTx 用戶規模達到 400 萬戶，並且武漢郵電科學研究院也估計 2009 年中國大陸 FTTx 的用戶將持續成長，達到 1,000 萬戶的規模，透過 FTTx 大量的佈建來推動各項寬頻應用與服務。

從各國積極的推動 FTTx 與如此龐大的用戶數，已可明顯看出 FTTx 的未來性與商機。未來將會帶動超高速用戶迴路(VDSL, Very high bit-rate Digital Subscriber Line)、被動乙太光纖網路(EPON, Ethernet Passive Optical Network)及超高速被動光纖網路(GPON, Gigabit-capable Passive Optical Network)設備的成長。因應接取網路光纖化的發展趨勢，台灣網通廠商已經積極投入 EPON、GPON 技術與產品的研發，2008 年台灣已經有光纖網路設備的出貨，產值為 9.27 億元，較 2007 年成長 82%。

國內廠商已經開始為 FTTH 與 IP 電信(IP Telecom)新產品的發展預做準備，為寬頻接取用戶設備市場的國際競爭力的方向準備。多重服務光纖接取技術的研發，將協助國內業者掌握多重服務光纖接取平台之核心技術，開發下世代 FTTx 寬頻接取網路設備，積極爭取全球 FTTx 網路佈建的龐大商機；進一步整合國內廠商現有 IP 應用服務技術，在 FTTx 的高速網路中，提供民眾多樣的寬頻服務，例如隨選視訊(Video on Demand)、HDTV、數位家庭網路、網路電視等，對於全球未來可預期的寬頻應用市場，將會是深具競爭潛力。

二、寬頻無線通訊關鍵技術

(一) 技術研發目標

行動無線通訊在提供基本的電信語音服務之後，寬頻行動多媒體的需求已與日俱增。目前第三代行動通訊合作夥伴計畫(3GPP, 3rd Generation Partnership Project)正蓬勃發展，但要實現寬頻行動多媒體的應用尚不足夠。預計 2013 年後，新的第四代(4G, 4th Generation)行動通訊系統將逐漸興起。何謂第四代行動通訊系統，國際電信聯盟—無線電部門(ITU-R, International Telecommunication Union-Radio Communication Standardization Sector)定義第四代行動通訊系統的需求目標：行動終

端在高速移動性下，其資料傳輸速率必須達到 100 Mbps，在低移動性下其傳輸速率必須達到 1 Gbps。

目前第四代行動通訊系統有二大主流，一是全球互通微波存取技術(WiMAX, Worldwide Interoperability for Microwave Access)，另外一個是無線長程演進技術(LTE, Long-term Evolution)。全球互通微波存取技術為台灣過去幾年來的發展重點，已經建立了良好的技術基礎；而長程演進技術由於可兼容過往已佈建的行動通訊系統，全球多家行動電話運營商紛紛表態支持，因此愈來愈受到矚目。寬頻無線通訊關鍵技術將以研發長程演進技術為主，主要開發使用者行動終端(UE, User Equipment)技術與蜂巢式網路(Femtocell)二大關鍵技術。使用者行動終端可提供寬頻行動多媒體的通訊需求，而發展超微型接取站，其功率甚低，且可整合家中既有的寬頻固網，並解決大型基地台後端的網路頻寬問題。

1.無線長程演進使用者行動終端技術

長程演進已於 2008 年 12 月完成標準草案，並於 2009 年 3 月制定完成正式標準(Release 8)，雖然正逢金融風暴，但是這段時間，長程演進的發展仍不受影響的持續展開，顯然在未來行動通訊市場將占有重要地位。在這一關鍵時刻，開發相關技術與實驗平台，對未來台灣行動通訊產業的發展，將會有重大幫助。

3GPP 陣營宣稱，LTE/進階版無線長程演進技術(LTE-A, Long-Term Evolution Advanced)可以融合 90%以上的行動通訊技術包括全球行動通訊系統(GSM, Global System for Mobile Communications)、寬頻分碼多重存取(WCDMA, Wide band Code Division Multiple Access)、分碼多重存取(CDMA, Code Division Multiple Access)、高速封包接取(HSPA, High Speed Packet Access)及分時-同步分碼多重存取(TD-SCDMA, Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access)，並向下相容支援現有的第三代(3rd Generation)行動電話系統，這個功能可以使未來營運商在系統擴充或升級時，成本更低，時間更短，相對減少的成本也會反應在使用者的費率上，利用此擴大市場，可見其一統寬頻行動通訊的野心。

因此，為了滿足上述功能及未來使用者在行動通訊多媒體應用上的需求，長程演進在實體層、網路協定層及核心網路都做了大幅度的修改。長程演進需廣泛運用多重輸入多重輸出(MIMO, Multiple Input Multiple Output)技術以提高頻譜效率，因此本關鍵技術也將研發適合於行動終端的多重輸入多重輸出天線。同時，未來無線通訊系統設計的趨勢是將射頻收發機(RF Transceiver)甚至功率放大器(PA, Power Amplifier)都整合到單晶片上，因此射頻收發機的數位化設計，是另一個重點。

2.無線長程演進微型蜂巢式基地台(Femtocell BaseStation)技術

超微型基站是佈建於家中之低功率小型基地台，可整合室內既有的寬頻固網，解決大型基地台後端的網路頻寬問題，增加整體無線行動通訊的系統容量與頻寬。相較於大型基地台，超微型基站是價格低、通訊頻寬效能佳的通訊技術方案，行動電話用戶可以藉由超微型基站的設置，大幅改善室內通話的品質，使用更好的行動多媒體服務，並降低通話費用。對電信業者而言，可加速固網行動式網路匯流(FMC, Fixed Mobile Convergence)，創造新的營收業務模式。

超微型基站系統所需之通訊系統軟體較諸一般行動終端產品更具複雜性，其通訊軟體同時包括無線接取通訊協定軟體技術及電信網路介接通訊協定軟體技術，如無線電資源控制協定(RRC, Radio Resource Control)、無線電鏈結控制協定(RLC, Radio Link Control)、無線電資源管理(RRM, Radio Resource Management)及無線接取網路應用端(RANAP, Radio Access Network Application Part)等協定，因此若無法掌握超微型基站軟體的開發能力，在產業鏈中將只能繼續擔任電子專業製造服務(EMS, Electronic Manufacturing Services)角色，無法創造好的獲利機會。

超微型基站技術以建立國內之軟體自主研發能力為目標，考慮廠商需求及技術之前瞻性，將研發支援多模超微型基站之通訊系統軟體，包括無線電接取介面通訊協定軟體、核心網路介面通訊協定軟體、支援 IP 多媒體次系統(IMS, IP Multimedia Subsystem)架構之系統控制與管理軟體。

(二) 技術發展藍圖

寬頻行動通訊關鍵技術的規劃藍圖，預定以四年的時間來開發 LTE/LTE-A 行動終端系統及超微型基站的關鍵技術。第一階段發展長程演進行動終端系統及超微型基站的關鍵技術，第二階段則研發 LTE-A 行動終端系統及超微型基站的關鍵技術。

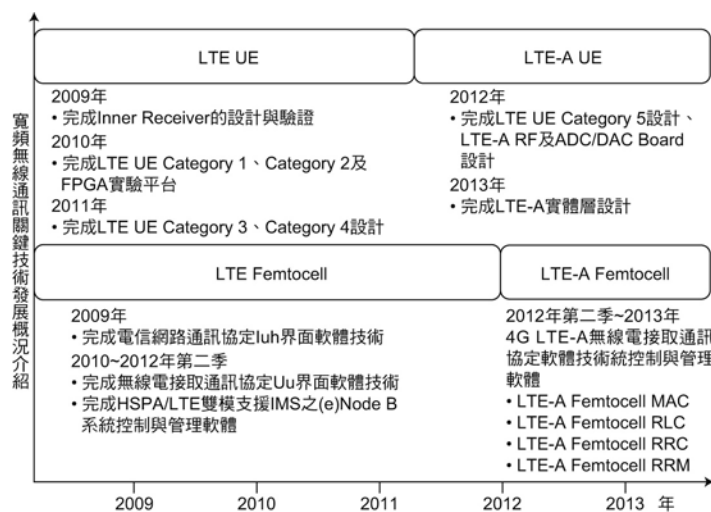
1. 無線長程演進使用者行動終端技術(LTE UE, Long-term Evolution User End)

LTE/LTE-A 行動終端主要的關鍵技術包括同步、頻偏估測與修正、通道估測、混合自動重傳要求(HARQ, Hybrid Automatic Retransmission Request)、多重輸入多重輸出解映射(MIMO Demapper)等，從 2009~2012 年配合 3GPP LTE/LTE-A 標準的進程，分兩階段實施：第一階段為 2009~2010 年，主要以長程演進技術為主，重點包括功率放大器(PA)、正交分頻多工存取(OFDMA, Orthogonal Frequency-Division Multiple Access)、內接收機(Inner Receiver)設計與實現、可變式迴旋解碼器(Convolutional Decoder)、渦輪解碼器(Turbo Decoder)配合 CRC(Cyclic Redundancy Check)檢查中止設計、下傳通道收接(PDSCH、PBCH、PDCCH、PMCH、和 PCFICH)、SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access)發射機設計，網路協定層有媒體存取控制協定(MAC, Media Access Control)、無線電鏈結控制協定、無線電資源控制協定、NAS 等；實體層和網路協定層分期將分別研發，待符合一定之條件後，再將兩者整合。第二階段為 2011~2012 年，以 LTE-A 為主，重點包括 8x8 MIMO Demapper 設計與實現、8x8 通道估測技術設計與實現、協同多點傳送(CoMP:Coordinated Multipoint Transmission)技術開發與實現、頻譜與載波集成技術(Spectrum and Carrier Aggregation)等。

2. 無線長程演進超微型基站技術(LTE Femtocell)

超微型基站技術考慮產業之需求及技術之前瞻性，將逐年研發支援多模之通訊系統軟體。2009 年將完成 3GPP Release 8 網路 luh 介面通訊協定軟體，包括無線接取網路應用端、家用基地台應用端(HNBAP, Home Node B Application Part)、無線接取網路應用端使用者調適器(RUA, RANAP User Adaptor)、使用者資料傳輸介面(luUP, lu User Plane)、分封數據服務通道協定(GTP, GPRS Tunneling Protocol)。2010 年將完成 3GPP Release 8 HSPA Femtocell、2011~2012 將陸續完成 3GPP Release 8/9 支援多媒體子系統為基礎之家用基地台 IMS Femtocell 及 LTE Femtocell 之系統控制與管理軟體。

包括家用基地台無線電資源控制協定、家用基地台媒體存取控制協定、家用基地台 RLC、及家用基地台無線電資源管理及家用基地台 S1/X2 介面應用協定 S1AP 及 X2AP。2012~2014 年則進行 HSPA/LTE Dual Mode 及 4G LTE-A Femtocell 的通訊軟體研發，將著重在 HSPA/LTE Dual Mode 及 4G LTE-A 無線電介面通訊軟體之研發。



資料來源：工研院資通所整理，2009年6月。

圖 2-2-2-1 寬頻無線通訊關鍵技術發展藍圖

(三) 產業效益

根據 Gartner 統計，2007 年全球電信服務與設備市場總營收達到 1.84 兆美元，而台灣通訊設備產值占全球總體約 2% 左右，2008 年通訊設備與外銷零組件總值預估為新台幣 10,003 億元(含海內外生產)，其中手機與衛星定位導航設備二大個人行動終端產品的產值占台灣整體通訊設備產值的六成，由此可知行動通訊產業對我們的重要性。依 ABI Research 的研究報告，到 2013 年，全球使用長程演進的用戶會超過 9,000 萬人；而到目前，全球已有超過 26 家以上的營運商宣布會採用長程演進的系統，因此可以預期未來長程演進的廣大市場，相對於手機產業在台灣產業所占的比率，其影響更是不可輕忽。目前全世界已有數個長程演進系統正在建構中，但是實際的營運可能要到 2011 年，拓墾產業研究所(TRI)預估要到 2012 年之後，才會真正進入商用化階段。因此以市場成熟以及產品開發的時程來看，目前正是投入長程演進開發的關鍵時間點。

根據 NTT DoCoMo 研究統計顯示，行動電話的用戶平均超過 30% 的機會是在家中使用行動電話，若是加上在辦公室則超過 65% 的時間是在室內使用手機。如果能將行動電話與現有室內寬頻設備整合在一起，提供室內無線訊號較好的覆蓋，提高通話品質，同時可借助家庭既有寬頻網路的連接，提供各種多媒體的服務，可大幅降低通話費用。此一固網行動整合通訊是未來通信網路的趨勢。最明顯的例子是中國大陸，在 2008 年第三季開始，把固定通信及行動通信運營商整合成具有固定及行動網路的三大集團：中國移動、中國電信及中國聯通。在中國大陸電信重組之後，三家全新電信集團，都是兼具固網與行動服務，顯示中國大陸朝向固網行動式網路匯流發展的腳步勢必愈來愈快速。對於電信設備業者來說，中國大陸電信重組，是不容缺席的商機大餅。中國大陸電信重組後，包括：新中國移動、新中國電信，以及中國聯通，都是同時擁有固定與行動網路的電信業者，成為全服務

(Full-service)業者，固網行動式網路匯流自然是相當重要的趨勢。

超微型基站可提供運營商改善室內無線訊號品質，是電信運營商推動整合固網與行動寬頻整合的新業務模式必要的設備，讓手機語音與上網服務更加便宜便捷。根據 ABI 研究機構與運營商預估，超微型基站設備將於 2010 年開始起飛，全球市場會有 1,100 萬台需求，2010 年會有 2,200 萬台需求，而到 2012 年全球市場規模將有機會超越 3,500 萬台。台灣網通產業若能掌握 20~30% 的全球市場，將可增加 200~400 億之產值。

台灣廠商主要以成熟市場為主，因此開發時程是獲利的重要因素，但是行動通訊系統複雜度與日俱增，不但開發時程延長，開發風險也愈來愈高。據此，研發本技術即著眼於協助廠商縮短產品開發時間，以及減少技術開發風險，這對國內廠商未來進入長程演進市場將有正面助益；同時利用相關系統開發與測試的經驗，可以進一步協助廠商解決產品最終測試，以及規格認證的問題。而在通訊系統軟體產業方面則鎖定超微型基站技術與產品開發，以其輕薄短小與量大的特性，契合台灣產業的特性，又可提升台灣通訊系統軟體及終端平台的核心技術能量，協助產業進入局端及核心網路服務廣大的市場。

三、無線寬頻通訊技術

(一) 技術研發目標

隨著新興網路通訊技術不斷地演進與發展，以及無線、行動、寬頻(Broadband)等應用技術的融合創新，延伸發展出多種新興的網路通訊應用技術，直接、間接促使了無縫隙網路通訊環境逐步成形。且無線通訊產業快速之成長已凌駕有線通訊，同時也促使系統營運商提供更多的應用服務，以創造更大的商機與營收。

在無線通訊領域，近年來發展趨勢可以從多方面來觀察，如第四代行動通訊系統(4G, 4th Generation Mobile Telecommunication Standards)之發展、固網行動式網路匯流(FMC, Fixed Mobile Convergence)、四合一應用服務(Quadruple-Play)、智慧型手機(Smart Phone)等，這些趨勢可歸納為二個要點：第一是接取技術不斷進步，第二是數位匯流與資訊安全。在接取技術方面，大趨勢是向 4G 發展，其特點是接取多元化、寬頻普及化及移動高速化。又多種接取技術紛紛推出，除了原先之蜂巢式(Cellular)移動通訊系統外，近幾年來全球互通微波存取技術(WiMAX, Worldwide Interoperability for Microwave Access)、無線長程演進技術(LTE, Long-term Evolution)系統、蜂巢式網路(Femtocell)等技術也得到密切關注。另外在數位匯流趨勢下，不論是網路、終端設備及服務，都將朝聚合的方式演進；因此如何針對未來使用者之需求，提供更具豐富性、多樣性、高品質以及安心無慮的應用服務，將是獲得龐大商機與市場的關鍵。

在 FMC 網路的趨勢下，核心網路演進邁向全網際網路通訊協定(IP, Internet Protocol)化、IP 多媒體次系統(IMS, IP Multimedia Subsystem)服務網路、非授權行動接取(UMA, Unlicensed Mobile Access)及 Femtocell 等 FMC 基礎建設與技術紛紛推出，進而帶動系統業者營運模式轉型，激發多網整合應用服務的推動。同時由於新一代資訊網路基礎環境快速演化，變得更加複雜、多樣及廣泛，相對地也就潛藏更多安全的漏洞與威脅。而傳統的網路安全診斷不但耗費時間與人力成本，診斷之結

果仍需經過人爲的判斷方能支援相關防禦措施，難以滿足未來日益重要的即時阻絕防禦之需求。因此安全需求朝主動式防護策略方向發展已爲必然趨勢，網路安全診斷則成爲日趨重要的一環。

爲因應全球無線通訊技術發展趨勢，以迎接新世代無線寬頻時代及整合無所不在的行動通訊與四合一應用服務願景的到來，並順應政府扶持國內無線通訊產業進入局端設備市場之目標，建立自主高速行動通信系統接取技術，法人積極投入 WiMAX、高速封包接取(HSPA, High Speed Packet Access)、網路電視(IPTV, Internet Protocol Television)、手機終端多媒體平台、IMS 終端、行動交易、蜂巢式網路及資通安全管理等核心技術的研發，提供廠商發展新世代無線通訊產品，並帶動台灣無線通訊產業與行動多元化的應用服務產業。同時也積極與國際標準組織、國際產業聯盟、國內外大學、國際大廠等建立緊密的連結，發展新世代無線通訊高利潤產品、有效搶占國際市場商機，促使台灣成爲全球無線寬頻技術與應用之領先國家。

(二) 技術發展藍圖

整體無線寬頻通訊技術之發展規劃，包含有高速行動通信接取系統技術、服務導向終端(SOD, Service-oriented Device)及管理技術、家庭固接與行動網路聚合技術、網路安全診斷技術等核心技術，技術之發展藍圖見圖 2-2-2-3-1 所示。

1. 高速行動通訊接取系統技術

基於已建立之 802.16e Mobile WiMAX 基地台(BS, Base Station)通訊協定軟體技術與 802.16j 中繼站(RS, Relay Station)先期通訊協定技術，進行適地性應用服務(LBS, Location-based Service)進階功能開發，以及發展符合 IEEE 802.16j 之小型基站(Pico BS)與中繼站通訊協定軟體，支援完整 WiMAX Relay 網路之 Transparent/ Non-Transparent Multihop Relay(穿透/非穿透多跳式中繼站)進階功能，建立符合 IEEE 802.16j 之小型基地台與中繼站系統方案，有效提高 WiMAX 系統涵蓋率與服務效能。並持續著眼於 802.16m、LTE 及 IMT-Advance 等技術，進行先期研究與發展規劃。

無線寬頻通訊測試技術方面，也將延續於 WiMAX 協定軟體開發所累積之能量，開發符合 WiMAX 國際規範之 WiMAX R6 IOT(Interoperability Testing, 相容性測試)測試案例以及國產用戶端產品測試所需的基站擬真器(BS Emulator)，適時提供國產無線寬頻通訊產品之 WiMAX 完整測試服務，以加速國產產品之上市時程。並協助建置與維護行動台灣計畫之 WiMAX 互通性實驗室，進行國內外 WiMAX 設備之互通性測試並核頒 WiMAX 標章。爲了擴大 WiMAX 國際合作，也積極協助國際大廠在台建置研發中心，協助台灣 WiMAX 終端設備可就近與國際設備進行整合測試，節省大量的測試時間與成本。此外並參與國際無線通訊標準活動，於 WiMAX 論壇之 SPWG/TWG(服務供應商/技術工作組 Service Provider Working Group/Technical Working Groups)推動中繼站協議(Relay Profile)，促使 WiMAX Relay 早日進入市場，並在 WiMAX Relay 技術演進搶得先機，透過關鍵專利的布局，建立未來交互授權的籌碼。

2. 服務導向終端及應用技術

開發以 IMS 服務平台爲核心之異質網路服務軟體交換機，及行動電視終端服務平台多媒體互動技

術。IMS 服務軟體交換機可支援電信、安全監控、IPTV 等相關業者在既有的系統設備下提供 IMS 服務，符合 RFC 2326、RFC 3261、第三代行動通訊合作夥伴計畫(3GPP, 3rd Generation Partnership Project)TS 23.002、3GPP TS 23.228 與 3GPP TS 24.229 等標準規範，使國內多媒體設備廠商之產品可迅速整入 IMS 核心網路，以符合未來服務多元化需求。此外也基於已開發之 IMS Client-Core API 研發成果，開發進階 IMS Service API 與連續語音通話(VCC, Voice Call Continuity)應用，以積極爭取參與 Service API 標準訂定。在行動電視終端服務平台技術方面，開發完整之手機電視選台與播放軟體，並加上多媒體核心引擎，可提供消費者手機電視互動服務之新體驗。

在行動交易平台技術方面，持續開發 USIM/NFC、空中下載(OTA, Over the Air)遠端管理系統，所開發的委任管理(Delegated Management)功能，除了可使多項應用共用手機上的晶片卡資源，以及讓使用者可彈性選擇下載安裝所要的應用之外，還可以支援不同商業模式的應用需求。另外也研發 Mobile 近距離無線通訊(NFC, Near Field Communication)交易中介軟體，提供 NFC-enabled 手機與端末設備間的近端交易處理與安全控管功能，以支援各式近端交易應用。

3.家庭固接與行動網路聚合技術

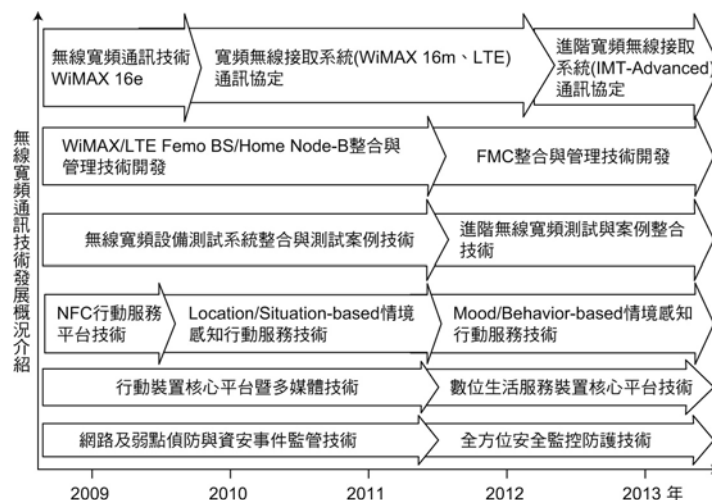
Femtocell 家用網路技術逐漸受到市場重視，家庭固接與行動網路聚合技術以 WCDMA/HSPA 為系統規格，並參考 3GPP 最新的 Femtocell 技術規範，進行 Iuh 介面技術整合，並開發 HNB 應用通訊協定(HNBAP, HNB Application Protocol)、用戶層傳輸技術以及測試驗證技術，發展家用超微型基站系統解決方案(Total Solution)。同時基於已開發之終端自動組態與供裝(ACS, Auto Configuration System)技術研發成果，加強管理廣度，除原先可管理之 Residential Gateway 之外，增加網路電話(VoIP, Voice over Internet Protocol)與一般網路設備，並提供北向(NBI, Northbound Interfaces)與營運支援系統/業務支援系統(OSS/BSS, Operations Support Systems/Business Support Systems)介接。

4.網路安全診測技術

由於網路應用快速趨於複雜化，網路匯流與創新商業模式之興起，資通訊安全評估重點已從作業系統環境到網路通訊，並擴及到資料庫、Web 應用服務，相關技術產品與服務之市場需求將大幅成長。針對這個市場趨勢，我們持續投入安全診測技術之發展，開發資料庫存取安全診測(Database Access Security Probing)技術，透過存取驗證及模擬駭客行為的探測，找出資料庫系統可能存在之安全威脅。同時，基於駭客攻擊的型態不斷翻新，已從作業系統攻擊進逼到上層應用系統的入侵，因此 Web 2.0 新興資安議題變得非常重要。為因應這個趨勢，我們研發 Web 2.0 安全防禦(Web 2.0 Security Filter)技術，可用來偵測防護 Web Service 應用相關衍生 XML 之攻擊威脅，並與 Web 安全防禦核心技術成果整合，協助國內產業開發 Web Application(AP)安全防禦產品，進入高附加價值的 Web AP 安全防禦市場。

為了強化台灣的資訊安全服務業，除了安全診測技術，我們也發展安全資訊及事件管理(SIEM, Security Information and Event Management)所需之進階管理技術，可支援安全維運中心(SOC, Security Operation Center)之營運服務。本技術利用多核心的平行處理特性來提高大量安全事件資料聚合分析效能，並透過網路應用服務安全探測與安全資訊與事件管理技術等技術，可依威脅與系統關

聯將分析規則自動化分類，並依據監控服務需求，提供分析規則之資料檔，以有效過濾並減少前端入侵偵測裝置的安全事件誤警數量，來降低後端 SOC 關聯分析與事件建檔的負荷。目前所發展之技術，已有效支援台灣企業 SOC 業者、政府 SOC 及國防 SOC 之運作，提供台灣自主之資安技術，不僅對產業有所幫助，更對台灣之國家安全提供更好的保障。



資料來源：資策會網多所整理，2009年6月。

圖 2-2-2-3-1 無線寬頻通訊技術發展藍圖

(三) 產業效益

發展 WiMAX 關鍵軟體技術與局端產品，透過完整之 WiMAX 基地台軟體技術，與國內外晶片廠商或系統業者合作，共同研發功能齊全、效能穩定、成本低廉之 WiMAX 基地台產品系統解決方案，並將此方案移轉台灣廠商，積極與廠商合作開發產品，協助廠商跳脫代工低毛利產品的宿命。同時透過發展 WiMAX 基地台、管控台、用戶設備等高利潤產品，投入全球市場競爭，待網路基礎建設涵蓋率以及使用族群達到一定程度後，許多商機勢必也將應運而生。此外與國際大廠合作，積極投入 WiMAX/B3G 國際標準提案活動，協助台灣產業掌握技術先機、與世界大廠同步研發尖端產品；獲選之技術議案與其衍生專利亦可為台灣廠商在國際智慧財產權(IPR, Intellectual Property Rights)交互授權上取得有利地位，有效降低授權成本。

透過服務導向終端及應用等相關技術之研發，將可協助國內行動裝置相關業者，提供具備通透性的網路連通與裝置管理技術平台，讓使用者可以簡單地取得高互動性行動應用服務，並協助國內廠商快速開發相關服務與應用，於 IMS 系統及四合一應用服務起飛前，取得最佳市場位置。同時協助國內廠商開發 Femtocell 裝置與驗證技術，建立未來切入下世代 FMC 通訊系統基礎能力，並掌握數位家庭行動、固網匯流創新應用先機，協助國內廠商快速開發相關服務與應用，於 FMC 服務起飛前取得最佳市場位置。

最後有效整合、串連網路安全診測、防禦及事件內容管理之技術，引導業界緊密合作與結盟以建構聯防技術能量，發展全方位解決方案。針對網路安全、應用服務、資安服務開發未來業界迫切需要之資安關鍵技術，加速國內在此領域之自主技術能量，提升本土廠商在國內資安市場占有率，更與國際技術接軌，率先發展領先市場趨勢之高品質、高附加價值資通安產品，搶進國際資安市場領域。

四、下世代車載資通訊系統與創新應用服務技術

(一) 技術研發目標

車載資通訊(Telematics)，係指 Telecommunications(通訊)與 Informatics(資訊)技術之整合，亦即是使用通訊裝置傳輸、接收與儲存資訊之科學與技術，尤其重於滿足行車/行路相關資通訊/汽車電子/交通等跨領域需求。近年來美歐日等先進國家均以國家政策大力推動 Telematics，並且均規劃場域驗證(Field Trial)來試煉。而從台灣最具競爭優勢的資通訊技術(ICT, Information & Communication Technology)產業觀之，過去發展最成功且與行動應用息息相關者，首推筆記型電腦與手機，其中 Telematics 估計將達 37%，是台灣不可缺席的一個重要產業。因此行政院自 2005 年起產業科技策略會議等相關重大科技顧問會議之結論與建議，均強烈建議成立國家級「車載資通訊系統及智慧型車輛」整合技術與創新服務計畫，從建立產業自主技術與發展創新服務及商業模式兩個面向著手，規劃車載資通訊系統與服務平台之建構。

「下世代車載資通訊系統與創新應用服務(Next Generation Telematics System and Innovative Applications/Services Technologies)」技術旨在於發展前瞻之車載資通訊系統核心關鍵技術，及開發相關創新應用與系統驗證服務，一方面帶動台灣資通訊產業朝高值化方向發展，並協助大力提升國內汽車產業的附加價值。另一方面則將利用所發展之核心技術，配合相關部會規劃，建置台灣成爲全球車載資通訊創新應用服務示範先進地區，除了能達到強化國人行車安全、避免交通壅塞、節省能源之目的外，並能使進階使用車人享受到在車上的各種資通訊多元化服務，增加台灣人民生活之福祉。並使台灣成爲全球矚目之先進優質行車環境的國家與車載資通訊創新應用示範島。下世代車載資通訊系統與創新應用服務技術下轄車載創新應用服務技術、車載資通訊網路技術、車載資通訊系統驗證及應用服務示範，以及國際合作和標準組織與研發聯盟推動等四大部分。

(二) 技術發展藍圖

依上述技術研發目標，以「車載創新應用服務技術」、「車載資通訊網路技術」、「車載資通訊系統驗證及應用服務示範」及「國際合作和標準組織與研發聯盟推動」四大部分，進行技術研發與產業推動，其技術發展藍圖見圖 2-2-2-4-1 所示。

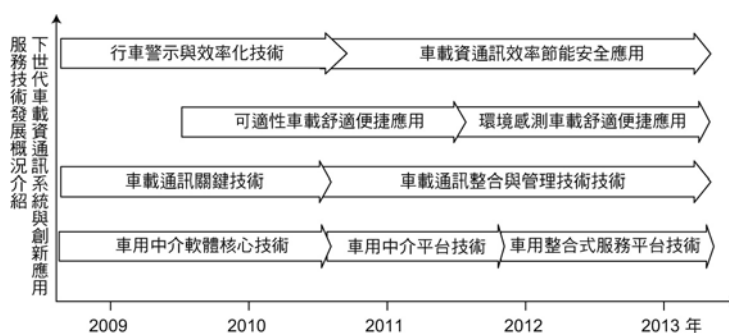
車載創新應用服務技術部分，將針對效率、安全與便利等行車關鍵需求，整合並結合市場現有技術與次世代車載資通訊(Next Generation Telematics)技術，發展車載創新應用服務技術，包括行車警示與效率化技術、創新車載社群資訊應用技術、創新商業模式與各國法規研究。本分項目標是透過創新服務模式與成功示範點建立，展現台灣在車載資通訊技術研發能量與應用服務創新能力，並結合產業共生環境(Eco-system)與商業模式設計，帶動台灣 ICT 廠商切入研發，並促進國際級 Telematics 廠商進行技術合作與服務輸出。

針對車載資通訊網路技術子技術層面而言，爲了建立台灣智慧交通系統(ITS, Intelligent Transportation System)及 Telematics 所需之設備、晶片、應用服務軟體平台，並與國際大廠合作與建立聯盟，以切入 ITS/Telematics 產品國際供應鏈。所以，本分項將建立以下車載資通訊網路核心技术：1.基於 IEEE 802.11p/1609 之車載環境無線接取技術(WAVE, Wireless Access in Vehicle

Environment)/特定短距離通訊(DSRC, Dedicated Short-Range Communication)車載通訊國際標準之軟體技術，以及 WAVE/DSRC 與全球互通微波存取技術(WiMAX, Worldwide Interoperability for Microwave Access)及 Cellular 各通訊之整合；2.符合美國車輛運輸基礎建設整合(VII, Vehicle Infrastructure Integration)需求，以及國際共通平台標準化之趨勢，建立開放式服務平台協會(OSGi, Open Service Gateway Initiative)中車載設備專家小組(VEG, Vehicle Expert Group)所制定之中介軟體平台；3.建立車載網路與傳遞技術，使得車載傳遞更有效率；同時建立資通訊安全認證技術，使得車載資訊傳遞之身分認證更加安全，隱私保障更為穩固。

就車載資通訊系統驗證及應用服務示範方面：本分項技術將建置台灣下世代車載資通訊系統驗證及應用服務示範環境。系統驗證方面，將針對所研發之車載機、路側單元等資通訊平台在台灣車輛中心，進行國際規範測試認證及知名國際品牌產品互通實驗，並參考國際車載資通訊測試驗證組織，使國產之車載機在國內即可進行測試驗證，縮短產品進入國際大車廠的時程；應用服務示範方面，綜整 M-Taiwan 計畫在大新竹科學園區 WiMAX 的建置，加上 WAVE/DSRC RSU 的佈建，確立台灣創新應用場域驗證 Field Trial 環境，期能驗證本技術所開發技術、創新應用的成熟度，並吸引國內廠商技術，以及全球之目光，奠定切入世界舞台的基礎。

而在推動層面，旨在台灣對內成立研發聯盟，對外進行國際合作交流與參與標準制訂，來支援車載資通訊技術的研發與推廣。在國際合作方面，積極進行國際交流或先進技術引進，並根據國內產業需求，合作開發對應技術，以加速國內 Telematics 產業發展。在標準組織方面，積極參與下世代車載資通訊相關國際標準組織的標準制訂及提案標準貢獻，並爭取形成關鍵智財權(Essential Intellectual Property Rights)來提升台灣在 Telematics 國際標準技術的布局與能見度。研發聯盟推動方面，與國內車載機、導航、電子地圖、系統服務、車隊追蹤管理等廠商合作共同切入市場，形成完整之產業供應鏈，並引進創新之營運模式，及透過政府補助計畫強化廠商研發能力，產出自主性技術及智慧財產權(IPR, Intellectual Property Rights)，促進 Telematics 產業技術交流與投資合作。



資料來源：資策會智慧所整理，2009年6月。

圖 2-2-2-4-1 下世代車載資通訊系統與創新應用服務技術發展藍圖

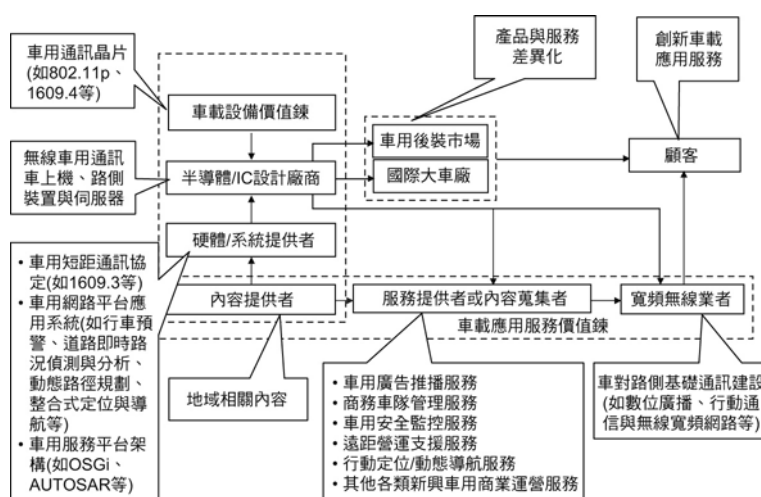
(三) 產業效益

車載機是車內的資通訊處理平台，是車對外通訊的管道，其可透過路側單元享受由車載資通訊服務業者(TSP, Telematics Service Provider)所提供的各種服務，或與其他車輛的車上機(OBUs, On Board Units)形成車間通訊網路，藉由車與車之間訊息的傳達，可以增進行車安全、疏解塞車問題，

亦可衍生許多新興的應用服務。再者汽車原本是封閉的市場，各大車廠使用的多為專用解決方案 (Proprietary Solution)，台灣廠商非常難切入。但未來產業發展在降低成本，及縮短汽車發展期程的趨勢，這種封閉、Proprietary Solution 的思維邏輯正快速在改變當中，故在車載資通訊系統的標準化過程中，給予台灣 ICT 廠商帶來了機會。

台灣 ICT 技術實力較為堅強，同時既有 M-Taiwan 計畫之基礎建設，以國內無線通信、無線都會網路(如 WiMAX)、無線區域網路(WLAN, Wireless Local Area Network)及 IC 產業的成就，建構更完整的智慧交通資訊，將可提供做為發展創新車載資通訊應用服務之平台，若試驗成功，成功經驗將可輸出國外，可以同時帶動台灣之車載資通訊系統，以及相關創新應用。期望導入 ICT 優勢科技，推動發展高值化、差異化，具備潔淨省能、先進安全與智慧舒適之智慧型車輛，促使產業模式由台灣製造提升為台灣創造。創造台灣成為一個智慧、安全、便利的優質行車環境，並為智慧型車輛產業創造另一「兆元」產業。

依據上述總結歸納，本技術依據科技會議結論辦理，以車載機、路側單元為核心發展車載資通訊系統及創新應用服務，不但與政策有高度關聯性，且符合台灣廠商利益。未來藉由技術研發以及產業推動等方式(見圖 2-2-2-4-2)，期望達成下列效益目標。



資料來源：資策會智慧所、工研院、車輛中心整理，2009 年 6 月。

圖 2-2-2-4-2 下世代車載資通訊計畫效益：創造產值、優質行車環境

從社會面上，研發上述車載資通訊相關技術(涵蓋安全、效率、便捷等考量因素)，將可有效紓解交通擁擠問題、並降低因道路擁塞產生的社會成本付出、減少油耗、並降低空氣污染，達成節能、環保的經濟效益；同時經由研發與推廣促使上述車載通訊技術的成熟，亦將可以協助減少交通事故的發生，更可以透過減輕交通壅塞，減少二氧化碳的排放量，減輕環境污染。除此之外，透過相關車載應用服務營運模式、場域測試驗證以及示範應用服務等推動方案，將可協助政府加速深入探討相關法規修訂，以及擬定適用於台灣之車載資通訊之次世代技術建置解決方案(Total Solution)，以改善交通問題，節省交通時間成本，提升經濟效益。

從技術面上，透過中長程技術藍圖規劃與研發投入/推廣，將可快速強化國內相關業者之研發能量，例如提升道路異常與臨時事件警示的即時性與辨識有效距離，增加駕駛反應時間、降低交通意外

事件發生機率；OSGi 技術便利系統軟體的維護與更新，可以減少原本因更新造成的汰換成本；行車派遣與監控可減少車輛人員傷亡，更可以透過優化派遣減少能源耗損；安全技術的發達可以促進電子商務的發展，使生活更形便利。除此之外，為提升國內技術自主性，透過參與貢獻國際標準組織，並加強與對 ITS/Telematics 標準制訂具影響力之國際組織的合作關係，協助國內廠商進行 ITS/Telematics 相關智慧財產權布局，以期取得相關先進技術之主導權。

從產業面上，透過與國外如 Telcordia、Hitachi、Renesas、UC Davis、及國內大學等技轉或進行國際合作，並與推動國際知名大車廠 GM、Ford、Daimler Chrysler 等建立綿密的合作關係，以協助國內研發團隊快速取得關鍵需技術，縮短開發時程。預期透過研發與產業合作推廣等方式，透過建置車載資通訊系統驗證場地，協助車載資通訊產品測試，加速產品開發符合國際標準，使國產之車載機在國內即可進行認證測試，縮短產品進入國際大車廠的時程，同時透過場域驗證等展示示範，有力輸出完整解決方案，增加台灣車載產業在國際市場之能見度；除此之外，為凝聚產業能量以及建立完整產業價值鏈，與國內車載機、導航、電子地圖、系統服務、車隊追蹤管理等廠商合作，共同規劃籌組研發聯盟，導入國內相關研發團隊所開發之關鍵技術與應用，並促成兩岸技術交流互補合作，共構大中華車載資通訊供應鏈，以期未來放眼世界市場，協助台灣廠商搶占國際市場。

參考文獻

- 張乘維、謝雨珊，2008，*數位監控的明日之星-IP 監控發展趨勢剖析*。拓璞產業研究所。11 月。
- 「行政院 2006 年產業科技策略會議結論報告」，行政院科技顧問組，中華民國 96 年 8 月。
- 「行政院第 28 次科技顧問會議結論報告」，行政院科技顧問組，中華民國 97 年 11 月。