

前言

國家科學委員會工程處依據第五次全國科學技術會議建議「國家型科技計畫」方案，於八十五年底提出「電信國家型科技計畫」，並成立指導小組與執行小組，進行先期規劃。國家科學委員會另於八十六年行政院科技顧問組第七次電子、資訊與電信策略會議(SRB)，建議應加速提出國內寬頻網路的發展藍圖及政策，並掌握關鍵技術。

「電信國家型科技計畫」已於87年2月經國家科學委員會議通過，並於同年5月開始實施。初步發展為「寬頻」與「無線」兩大研究方向，並設置國家寬頻實驗網路(National Broadband Experimental Network - NBEN)作為測試平台，俾使國家型計畫內寬頻網際網路及無線通訊之技術發展，得以有一良好之驗證環境，建立國內下一世紀網路發展的基礎與模範。

為加強 NBEN 先導性之實驗環境，特規劃「國家實驗網路前瞻技術發展計畫」，在計畫執行期間-90年12月1日至91年12月31日內，於國家實驗網路上進行「DWDM 測試計畫」、「國家實驗網路 IPv4/IPv6 無線區域網路及應用測試計畫」、及「IPv6 核心網路之 GPRS/UMTS+WLAN 無線應用服務整合計畫」三項子計畫，並由國立交通大學電信工程系鄧啟福教授擔任計畫主持人，共同主持人為國家高速電腦中心莊哲男主任，及交通大學電子資訊學院吳重雨教授。

以下附上三項子計畫之簡要結案報告。

■ DWDM 測試計劃

一、前言

由於國內外網路連線頻寬需求急遽增加，傳統的同步數位層級 (Synchronous Digital Hierarchy, SDH) 光纖傳輸網路架構與非同步傳輸模式 (Asynchronous Transfer Mode, ATM) 等網路技術漸漸面臨速度、效能、單位頻寬價格等等瓶頸的挑戰。得利於光學與電子訊號處理技術之突破，新型態之網路架構與連線技術亦持續發展與成熟。密集分波多工 (Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM) 傳輸技術與超高速乙太網路 (Gigabit Ethernet) 網路技術的整合，成為新興的服務模式架構。

其中，DWDM 傳輸技術實現了在單一光纖裏傳送更多不同波長的光訊號，換言之單一光纖的傳輸容量可提昇數十倍，也因此提供了更廉價的單位頻寬與適當的電路層保護機制。在最近幾年網路資訊存取量快速增加的因素驅動下，過去高價的光纖網路使用範圍已經逐漸從僅限於長程 (Long-Haul) 骨幹網路拓展到現今的都會網路 (Metropolitan Area Network) 區域幹線來應用，並持續向最後一哩 (Last mile) 的近端接取市場邁進。預計未來在光通訊成本下降、數據傳輸量大幅提升的情況下，光纖通訊將大幅拓展到以都會網路為主軸的接取傳輸應用領域中，未來還可望藉此實現光纖到家 (Fiber to the Home, FTTH) 或是光纖到桌 (Fiber to the Desk, FTTD) 的近端接取應用。在台灣，我們預期將先發生在大型企業網路之接取與校園網路 (特別是 TANET 區網/縣網中心) 之骨幹接取。

另外在 Gigabit Ethernet 技術方面，其可視為高速乙太網路 (Fast Ethernet) 之速度提昇，在使用管理上均相容於原先已應用成熟的 Fast Ethernet，不但可提供簡便的管理方式，更可以縮短操作與網路規劃人員之再訓練時間。原本僅屬於區域網路範疇的 Gigabit Ethernet 技術近年來因光學元件之突破，而演進到可以提供地區接取 (Local Access) 與都會網路 (Metropolitan Area Network, MAN) 用途的階段，長度可達 70 公里。參照國外的產品技術成熟度及網路服務，國內固網業者，也開始嚐試、引進此項技術。例如中華電信，便有興趣提供包括臺灣學術網路 (Taiwan Academic Network, TANET)、國家寬頻實驗網路 (National Broadband Experimental Network, NBEN) 之區域或都會範圍接取。由於其價格及成本之優勢，對 TANET 和 NBEN 頻寬之迅速擴充有極大助益。然而，傳輸技術的進展必須搭配足夠強大的 IP 路由設備方具有市場價值，以網際網路通訊協定層 (Internet Protocol Layer, IP 層) 的設備而言，可分為路由器 (Router 搭配 GBIC) 和第三層 GE 交換器 (Layer-3 GE Switch)。且 Gigabit Ethernet 與 DWDM 技術在應用上仍有許多技術成熟度及服

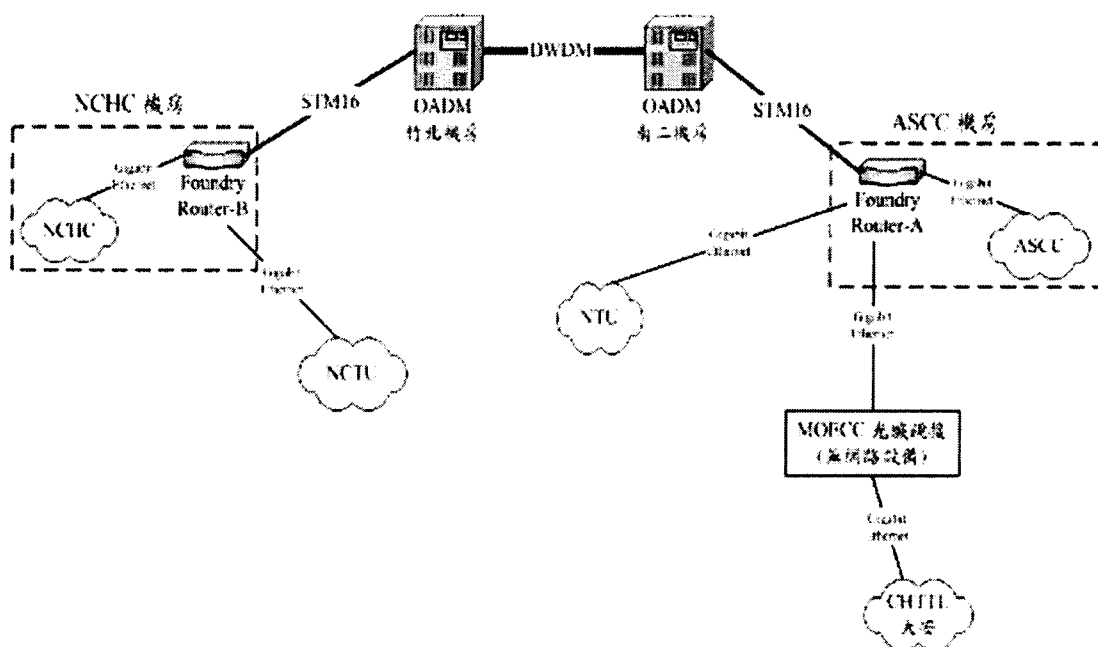
務整合之可行性問題，這些問題均有待克服與驗證。例如在架構方式上，可分為用 Gigabit Ethernet 搭載單一光纖線路 (over Dark Fiber) 或是搭載 DWDM 網路 (over DWDM Network) 等兩種方式。Gigabit Ethernet 在除了區域網路的使用外，搭配不同的超高速轉換介面 (Gigabit Interface Converter, GBIC)，又可分成可傳送 10 公里的長距離 (long distance, LX) 或可傳輸 70 公里的超長距離 (extended distance, ZX) 兩種介面規格，以 ZX 而言，傳送距離與都會型 DWDM 設備相類似，如何搭配選擇也是網路規劃人員所面臨的新課題。

由上述技術選項之組合，與電信業者可提供之光纖材質、DWDM 設備功能及品質，以及所提供之整體效能至今對我國臺灣學術網路 (TANET)、國家實驗網路 (NBEN) 之網路管理人員仍然十分陌生。因此有必要進行一連串服務及品質的整合測試，並建立一明確的服務與品質測試評估程序，協助此一技術在我國的加速推廣，以提供 TANET、NBEN 等眾多連線單位在網路線路及設備採購與驗收時之參考資料。

二、執行內容

電信國家型計畫基於 DWDM 技術效能與架構在先導性測試實驗的重要性，通過於 90 年 12 月開始執行的國家實驗網路前瞻技術發展計畫中之 DWDM 測試子計畫，以半年的期間，進行新竹—台北長途光纖在 DWDM 實驗環境的建置以及整體效能的測試。參與此項測試計畫的研究機構有中央研究院、國家高速電腦中心、國立臺灣大學、國立交通大學、中華電信研究所等五個單位並由中央研究院林誠謙主任主持。計畫不僅針對網路設備儀器做測試，並以長距離的網路銜接多點，模擬真實廣域網路 (Wide Area Network, WAN) 與區域網路 (Local Area Network, LAN)。

該計畫於 90 年底召開了第一次的技術會議，針對實驗環境的架構以及實驗所需的電路和設備進行深入的討論與規劃。最後是以中華電信提供之 Dark Fiber 與 DWDM 試用服務作為架構的基礎，於新竹國高機房及台北中研院機房各放置一台 Foundry router，以作為長途 DWDM 骨幹網路實驗環境，進行台北到新竹之間主節點的連線測試。此架構在長距離的 WAN 方面，所用之終端路由器以 POS (Packet over SONET) OC-48 介面為主，不經 SDH 設備轉換直接連接至 DWDM 設備，以連通台北新竹之網路。台北與新竹當地的都會網路 (MAN) 架構，則採用 Gigabit Ethernet over Dark Fiber 方式連通區域內參與本計畫的研究機構，包括台灣大學，交通大學以及中華電信研究所，此長途網路實驗架構詳見圖一所示。



圖一、DWDM 測試計劃之網路架構圖

另外在測試技術主題方面，於 91 年 1 月所舉行之技術會議中，由交通大學及中華電信研究所介紹進行測試的方法以及測試設備的操作細節，並請設備廠商介紹其 router MIB 值的使用方法。根據兩單位所介紹的測試方法與經驗，本計畫將以 smartbit 封包產生器作為主要的測試儀器，另一方面再以電腦終端設備產生真實的封包，將兩者加起來產生的封包實際測試使用滿載的長途電路，以實驗整體的傳輸效能。圖一、DWDM 測試計劃之網路架構圖由於該計畫的主要目的是評估新興的 DWDM 架構（包含其技術及其所需的設備）與現有的 SDH 及 ATM 架構在提供區域網路與都會網路之間的介接能力上的差異。故在實驗設計方面可分為兩個部分，第一是終端路由設備的測試；第二是 DWDM 線路的測試。而該計畫除了邀請中華電信提供 Dark Fiber 及 DWDM 試用服務外，亦邀請中華電信研究所參與 Switch 設備測試，並於規劃與測試期間提出許多寶貴的建議與協助，為學術界和產業界的合作再添紀錄。

在終端路由設備的測試方面，該計畫是針對美商網捷網路公司所提供之 BigIron 4000 Layer 3 switch 做效能測試。Layer 3 Switch 又稱為 IP Switch 或 Switch Router，意即其工作於第三層網路層的通信協定(如 IP)，並藉由解析第三層表頭 (Header) 將封包傳至目的地，有別於傳統的路由器以軟體的方式來執行路由運算與傳送，Layer 3 Switch 是以硬體的方式（通常由專屬 ASIC 構成）

來加速路由運算與封包傳送率並結合 Layer 2 的彈性設定，因此其效能通常可達每秒數百萬封包 (Million packet per second) 的傳送率。傳統路由器通常可處理 Multi-protocol 多重協定路由運算 (如 IP, IPX AppleTalk, DEC Net...etc)，但 Layer 3 Switch 通常只處理 IP 及 IPX，此乃為簡化設計，降低路由運算與軟體的複雜性以提昇效能，並配合網路協定發展的單純化 (多重協定慢慢簡化至 IP 一種協定) 趨勢所致。此項測試針對了一些基本之路由功能 (Forwarding rate、Error Handling、Prioritization、Trunking、Mirroring, BGP flapping...etc) 做效能評估。該計畫起初 BI 4000 之 OC-48 POS 介面卡於實驗初期時因調度問題，發現意外採用了不當之舊版本硬體，效能不彰。經網捷網路公司協助後更換為正式版本的硬體，效能即獲得大幅度改善。

至於 DWDM 線路的測試方面，實驗電路部份經長時間協調後，中華電信的北區分公司及長通分公司以低廉的維護費用提供台北到新竹間 STM-16 實驗用 DWDM 電路。於申裝後約 30 天完成電路供裝。整個測試實驗環境的架構終於在 2002Q2 建置完成。除了中華電信提供線路外，中研院也提供 Taipei GigaPoP 都會光纖網路平台，另外亦邀集了台大、交大及國家高速電腦中心等四個國內主要的區域網路中心參加。該部分測試之目的在測試中華電信所提供之 DWDM 骨幹及相連之路由交換設備所形成之整體服務。骨幹之兩端分別為台北南港之中央研究院與新竹國家高速電腦中心，藉由實驗儀器所產生的大量封包經過 DWDM，藉由封包的遺失比率量測骨幹之穩定性及效能品質，測試結果顯示，以 DWDM 2.5Gbps 電路配合 BI 4000，可在未滿載情況下提供高流量而穩定之服務。該計畫測試群並藉此測試實際骨幹經驗提供作為未來 TANET 及 NBEN 相關測試方法之參考。

該計畫將台北新竹兩個都會網路區域，使用 DWDM 介接形成網路測試環境，而整個測試計畫於七月底圓滿告一段落，並於八月完成了整個測試報告的撰寫，並將此報告送交各參與實驗的單位以及國科會，教育部電算中心和電信國家型計畫辦公室參考。此舉為國內學術界少有的跨單位多團隊的分工合作創造了新頁。

三、結語

本計畫的主要目的是評估新興的 DWDM 架構 (包含其技術及其所需的設備) 與現有的 SDH 及 ATM 架構在提供區域網路與都會網路之間的介接能力上的差異。故在實驗設計方面可分為兩個部分，第一是終端路由設備的測試；第二是 DWDM 線路的測試。

中華電信研究所於本計畫規劃期間提出許多寶貴的建議與協助，中華電信亦需要 DWDM 的技術與固有的網路技術的整合上實際的方法及終端路由設備的效能數據。本計畫除了邀請中華電信提供 Dark Fiber 及 DWDM 試用服務外，亦邀請中

華電信研究所參與 Switch 設備測試，為學術界和產業界的合作再添紀錄。

而在線路測試方面，除了中研院提供 Taipei GigaPoP 都會光纖網路平台之外，亦邀集了台大、交大及國家高速電腦中心等四個國內主要的區域網路中心參加。本計畫將台北新竹兩個都會網路區域，使用 DWDM 介接形成如圖 1.1 的網路測試環境，此舉亦為國內學術界少有的跨單位的多團隊分工合作。

就測試結果可分為兩部分說明。終端路由設備部分，國外曾經有類似性質的測試[註20]，惟因其測試的環境與設備皆與國內目前的需求有部分程度的差異，故本計畫乃針對目前廣泛應用於TANET GE Backbone計畫中的Foundry Layer 3 Switch BI 4000來測試，並訂出八大測試項目，如表2.1所示。

測試結果歸納如下面幾點：

1. 在 BI 4000 不同的模組 (POS、GE) 上面，Packet Loss Rate 同樣會因封包大小而受到影響，較小的封包會造成較多的封包遺失。
2. 在 BI 4000 的 GE 模組上面，當某個連接埠發生壅塞時，並不會影響到其他未發生壅塞的連接埠。
3. BI 4000 每個 GE 模組所能學習的 MAC address 數目最大為 64512 個。
4. BI 4000 的 Error Handling、Trunking Access、Port Mirroring 功能皆可正常運作。
5. BI 4000 在處理具有 802.1P Prioritization 之封包時，在壅塞發生的情況下，會優先丟棄優先權較小的，保護較高優先權之交通量。
6. BI 4000 撤銷(withdraw)路由需大約 0.25 秒，而散佈(re-advertise)路由時需兩秒。

DWDM 廣域網路測試方面，在未達到 wire speed 情形下，DWDM 骨幹封包遺失率在觀察 60,925,770,698 個封包後趨近於零(約為 $2.82E-07$)。但是當達到最大流量時(2Gbps + FTP background traffic)，封包遺失率在 0%與 8%之間。以 DWDM 2.5Gbps 電路配合 BI 4000，應可在未滿載情況下提供穩定之服務。本實驗的測試結果及步驟可供國內各大 ISP 及其眾多連線單位作為線路及設備採購規劃與驗收時之參考資料。

■ 國家實驗網路 IPv4/IPv6 無線區域網路及其 應用測試計畫

一、前言

我國無線區域網路設備的製造能力，在過去幾年間延續我國 Ethernet 區域網路的量產能力，已經突飛猛進。不論是無線接取點 (Access Point) 或是無線網路卡 (NIC) 等硬體，台灣已逐步成為全球第一的生產重鎮。下一步的發展重點則應朝向屬於軟體為主的無線區域網路應用服務，以及無線區域網路閘道器 (WLAN Gateway) 等高附加價值之產品。

此外，近年來由於我國早已成為筆記型電腦的主要生產國，因此不少筆記型電腦大廠早已投入相關設備研發。但是在與服務及應用必須充分整合的軟體部分，仍有許多追趕的空間。同樣地，近年來在行動電話或寬頻網路電信服務市場以積極擴展有成的電信業者或 ISP，如中華電信等，亦均已參照國外發展狀況，開始在國內廣佈公眾上網用的 WLAN。雖然我國國內產業界對 WLAN 反應熱烈，但在教育及學術界對 WLAN 之推廣、應用、教育、研究工作，均仍有擴大加強之必要。

以實際佈建而言，目前在校園內大量佈設 WLAN 之學校，因受限於教育經費，數量極少。在教學方面，大部份大學僅在電腦網路課程略有提及 WLAN。而在研究計畫方面，WLAN 計畫數量亦相當有限，不足與國際發展趨勢相配合。但由於有多項 WLAN 研究議題都與我國無線產業發展息息相關。我國學術研究單位及各網路中心，各校執行電信國家型科技計畫及追求卓越計畫單位均有必要投入先期研究，並共同分工整合，以充分掌握此一領域所有重要 know-how 及趨勢。

電信國家型計畫為推動校園 WLAN 環境建置與應用開發，於今年初開始推動校園 WLAN 應用測試計畫，一開始我們針對參與國家實驗網路技術研發實驗的幾所大學，先進行了一次「無線區域網路建置環境問卷調查」，調查的內容涵蓋了各校目前 WLAN 佈建環境的技術規格、管理方式、使用區域、服務對象、應用需求等方面，以了解各校在 WLAN 建置環境上的現況與需求。在所調查的課題均是目前各校建置 WLAN 環境時會面臨到的問題：第一個是如何建立起校園 WLAN 公眾區域上網服務的架構；第二個是如何建立跨校 WLAN 漫遊的環境。本文中將針對這兩項議題做概要性的介紹。同時，我們將介紹如何針對不同的 WLAN 應用與技術進行測試實驗，在未來可能帶動校園 WLAN 使用的風潮與各項技術的先導性實驗。

二、執行內容

校園 WLAN 建置 環境調查

針對參與國家實驗網路的各校網路電算中心，我們在一月份進行了一次「無線區域網路建置環境問卷調查」，問卷調查

的部分問題及統計結果，相當值得我們解讀，故摘錄如下：

※ 第一部份 已建置之無線區域網路設備及佈置現況：

1. 貴單位是否有無線區域網路使用環境？

調查結果是 88% 表示有無線區域網路使用環境，13% 表示沒有。

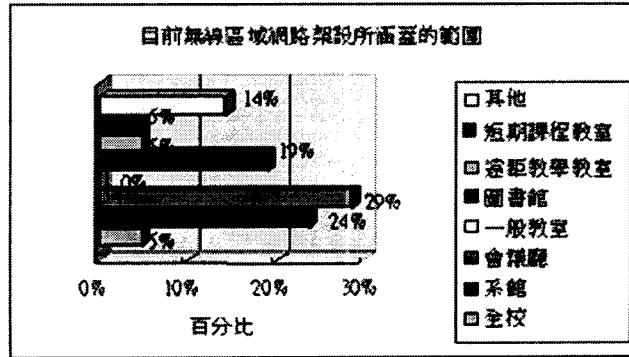
2. 目前無線區域網路架設所涵蓋的範圍？(可複選)

調查結果有 29% 的比例會將無線區域網路架設在會議室，24% 架設是在系館，在圖書館的有 19%，宿舍區、開放空間以及電算中心等地點的總合也有 14%。詳細的統計圖表見圖一。

3. 可提供校外人士 WLAN 上網區域為何？(可複選)

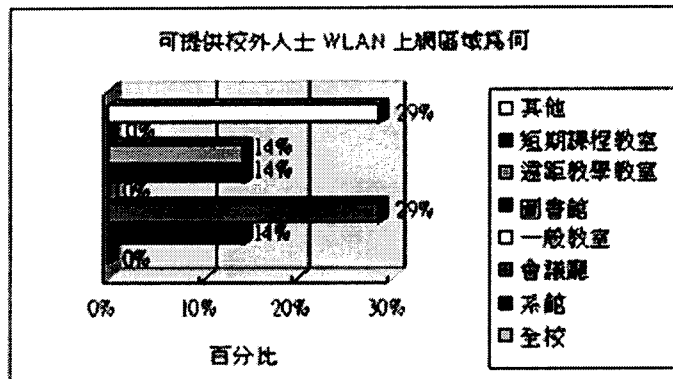
調查結果有 29% 的比例讓校外人士在會議廳內上網，系館，圖書館

及遠距教學教室分別也都有 14% 的比例可以上網。詳細的統計圖表見附圖二。



包括：
宿舍區、
開放空間
(中庭)、
電算中心

圖一：「目前無線區域網路架設所涵蓋的範圍」調查統計圖表



包括：
電算中心、
開放空間、
不允許使用、
戶外休憩
空間

圖二：「可提供校外人士 WLAN 上網區域為何」調查統計圖表

4. 目前對於無線區域網路的管理方式為？(可複選)

調查結果最高的是 50% 使用 MAC address 在作管理，已經有 25% 比例的學校利用學號/帳號作管理。

5. 貴單位是否有針對無線區域網路的計費機制？

調查結果發現沒有任何一個學校有針對使用無線區域網路進行收費，也沒有計費的機制。

6. 貴單位是否提供校外人士（貴賓）無線上網？

調查結果顯示一半的學校有提供校外人士無線上網，一半的學校沒有。

7. 目前無線區域網路的主要用途？

調查結果對於各校使用無線區域網路的用途包括下列幾項：

- 一、提供實驗用途；
- 二、延伸網路範圍，到達無網路線到達的區域；
- 三、提供 WWW, FTP, E-Mail 等 internet service，以及作校外教學；
- 四、方便使用者隨時上網；
- 五、提供備有 Notebook 者在特定區域上網；
- 六、提供會議、教學等應用；
- 七、幫助使用者在會議中上網及會議記錄查詢。

8. 目前無線區域網路是否有室外應用？如有，用途為何？

調查結果顯示有一半比例的學校目前無線區域網路並沒有提供室外應用。另外一半學校的室外應用用途為提供備有 Notebook 者在特定區域上網，作校外教學以及延伸網路範圍，到達無網路線到達的區域。

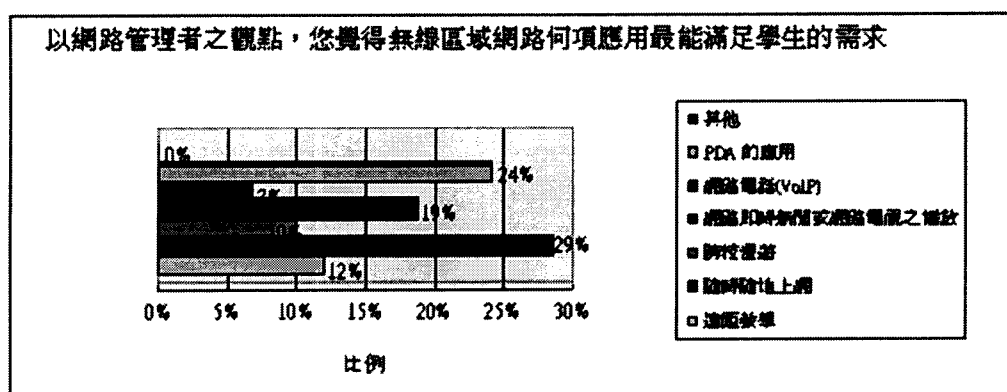
第二部份 無線區域網路應用需求：

1. 以網路管理者之觀點，您覺得無線區域網路何項應用最能滿足學生的需求？
(請依順位 1, 2, 3, 4. . 填寫)

本題的選項包括：遠距教學，隨時隨地上網，跨校漫遊，網路即時新聞或網路電視之播放，網路電話 (VoIP)，以及 PDA 的應用。調查結果顯示 29% 認為隨時隨地上網是最主要的需求，第二大需求是 24% PDA 的應用，其它依序為網路即時新聞或網路電視之播放，遠距教學以及網路電話 (VoIP)。詳細的統計圖表見附圖三。

2. 以網路管理者而言，您覺得未來的無線區域網路什麼是最需要克服的問題？
(可複選)

調查結果顯示高達 23% 比例的受訪者覺得頻寬問題是最需要解決的問題，其它的部份包括漫遊 (Roaming)，安全及隱私 (Security & Privacy)，帳號管理機制，以及涵蓋範圍都分別有 19% 的比例，代表無線區域網路所提供的服務環境在技術上還有許多成長的空間。



3. 以網路管理者之觀點，是否可以接受 校外人士無線上網應收費之概念？

調查結果顯示有高達 33% 的受訪者認為可以接受非教師學生的一般人士應收費的概念，其次是 27% 認為校外的老師和學生也需收費，也有 13% 的比例認為不論是校外老師，學生或是一般人士都不需要收費。

在此次調查中最重要的一項建議的需求是希望未來能夠建立一套系統，可以讓單一帳號，漫遊於各大學的無線區域網路之間。這類似於目前許多 WLAN ISP 業者在許多公共區域，例如會議廳，機場，飯店，及咖啡店等，所同時建置的無線區域網路的上網環境。

校園 WLAN 公眾區域上網服務

而根據經濟部無線通訊產業發展推動小組最新的研究資料顯示，目前推動建置 WLAN 公眾網路的困難包括：

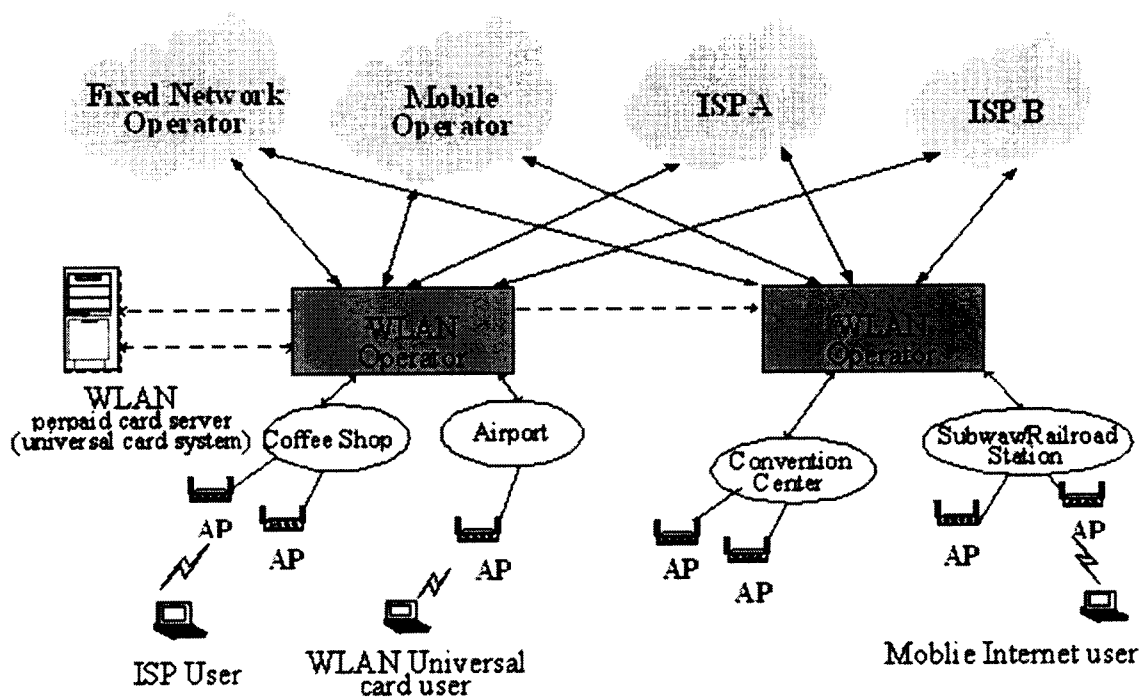
- 一、在法規面上：對一、二類電信業者經營此類公眾服務營運之規定有待釐清；電信業者使用 ISM Band 頻率之規範尚待討論明訂；
- 二、在環境面上：各 ISP 彼此尚未達成用戶漫遊協議；公眾開放空間使用權取得

不易；

三、在教育與推廣面上：一般民眾對 WLAN 應用認知不足；場地業主對此技術應用觀念待加強；

四、在產業面上：公眾服務營運模式有待釐清；Content 業者配合程度不明；設備供應商與系統整合商對於潛在客戶開發不具經驗；系統整合與服務提供業者權責區分不明；以及公眾網路所需之網路管理與營運軟體發展不成熟。

本研究發現一般使用者在這些特定場，若是經由不同的 WLAN operator 連接上網，就必須透過不同的認證機制，甚至安裝不同的軟體。圖四顯示了公眾區域 WLAN 漫遊的理想服務架構。在此理想環境中，使用者若利用單一的預付卡機制，即可漫遊於各 HotSpot，自由上網。但這種漫遊機制的建立在目前並不完善，使用者均在自己申請帳號的 ISP 或 WLAN Operator 所建立的特定場所內才能無線上網。



圖四：理想中使用預付卡之公眾區域 WLAN 漫遊服務架構

根據此次校園「無線區域網路建置環境問卷調查」發現，校園內可提供無線上網的公眾區域包括：會議廳、圖書館、短期課程教室、遠距教學教室、系館、開放空間、以及戶外休憩空間。其中校園無線區域網路室外的使用用途包括了有作校外教學時使用；或是在園遊會等活動時，提供備有 Notebook 者在特定區域上網，延伸校園網路範圍。與一般 WLAN 業者在提供公眾服務的環境相比，校園環境有

極大的發展空間與彈性，但在使用用途上，也存在明顯差異。然而校園內建置公眾區域無線上網的環境，同樣必須面對與 ISP 相同的管理與技術問題，例如漫遊 (Roaming)、授權與認證、帳號與計費，以及安全 (security) 等議題。

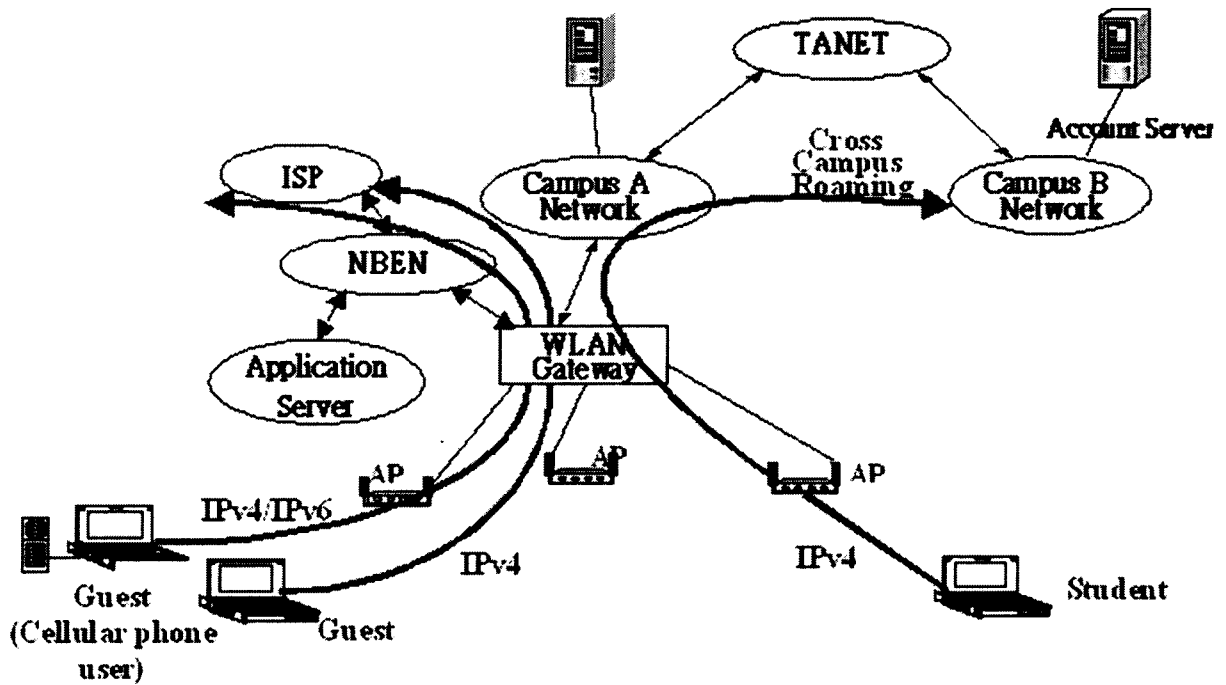
但是由於學校的環境較為單純，使用的限制較少，許多技術上的測試實驗 (包括室內或是室外) 都較容易進行，而且實際的效能測試可以在學校中的公共區域裡直接進行，除了提供師生或是校外來賓一般無線上網服務之外，更可以引進較新的管理方式作小規模的試驗，累積各方面的管理經驗。

跨校 WLAN 漫遊環境建置

我們在此介紹目前跨校 WLAN 漫遊環境的測試現況。WLAN 漫遊 (roaming) 有幾個不同層次的問題，第一個是在同一個網域跨過不同 access point (AP) 間訊號傳遞切換的漫遊機制所達成的使用者行動漫遊；第二個是跨越不同的網域，在相同或是不相同的網路管理者間，利用帳號認證以及自動取得 IP 的方式達到單一帳號行動於不同環境的漫遊機制；第三種是結合帳號漫遊機制與 Mobile IP 的技術，讓使用者利用同一個 IP 行動於不同網域間，不會由於在不同網域間更換 IP 而產生訊號中斷的漫遊機制。

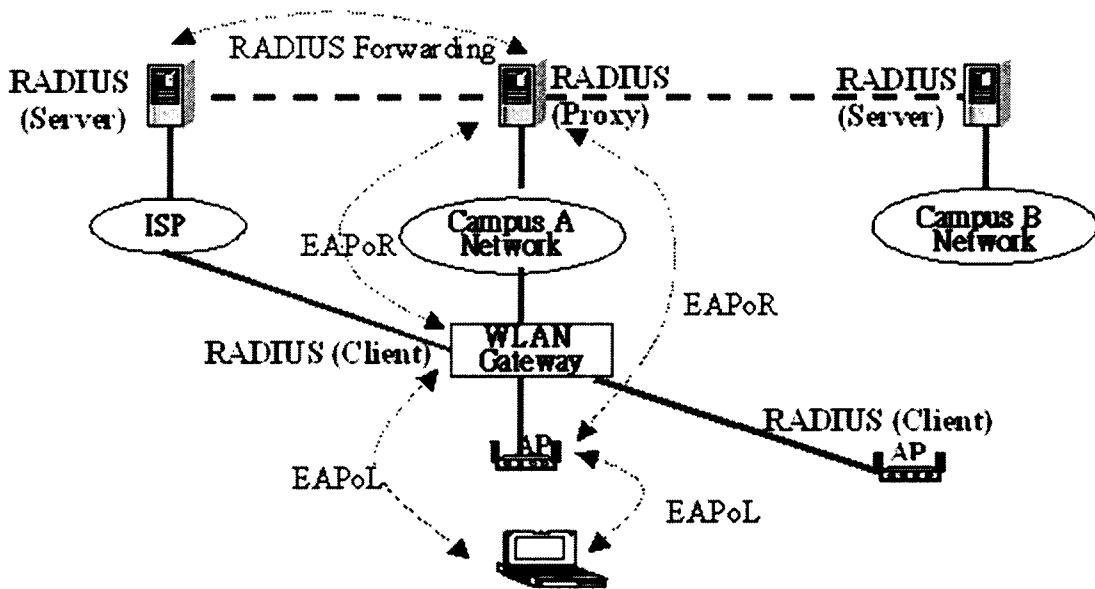
目前由於各家 WLAN 設備廠商生產的 AP 或是無線網路卡都遵照 IEEE 802.11 系列的標準來生產，並且通過 Wi-Fi (wireless fidelity 的簡稱) 的認證，因此在不同廠牌 AP 間的漫遊能力與相容性都較有基本可行性 (但不見得達到百分之百可漫遊)。至於透過帳號認證方式的漫遊機制，目前提供公共上網業者主要都是透過 web-based redirection 的方式，讓欲上網的使用者一定會先進入業者的登錄畫面，待輸入的帳號和密碼經過業者的資料庫認證後才允許上網。此種上網方式由於各家的系統都是自行開發或委外服務，缺乏通用的標準，因此本研究測試使用 IEEE 802.1x 的認證架構。

在今年在電信國家型計劃推動建置 WLAN 漫遊環境的服務架構 (見圖五) 構想下，我們於測試建立跨校漫遊的帳號認證機制時，優先考慮實驗以 Radius 伺服器配合 IEEE 802.1x 的標準作業環境，並且透過已經建立起的國家實驗網路 (NBEN) 骨幹上的 GigaPoP，實際建構實驗跨校漫遊的機制，透過各校重要公共區域提供實驗性質之無線區域網路做公眾上網服務的試驗。希望達到的目標是使用者完成帳號登記後，在全國所有 GigaPOP WLAN 實驗區均可上網。



圖五：跨校 WLAN 漫遊環境建置構想架構圖

為了實際瞭解漫遊的可行性方案，提出兩種跨校漫遊的參考架構：其一是利用具有支援 IEEE 802.1x 標準的 AP 或是 WLAN gateway，連接的使用者端必須有支援的 802.1x client，而後端是連接 RADIUS server，在通過認證後透過專線連接上 internet (見圖六)；另一種架構是一般 ISP 的方案，透過已鋪設完成的 DSL 線路，一端接上 ATU-R 後再與 AP 相連，後端連結 BroadBand RAS 與 ISP Core Router 及 AAA Server 相連。第一種方案為未來標準的驅勢，但目前並非所有 AP 與作業系統都可支援。目前只有 Windows XP 內建支援 IEEE 802.1x client，若使用其他作業系統，必須另外加裝 802.1x 的 client。第二種方案架構較適用於一般 ISP。因為若校園內的無線區域網路環境都必須通過 ISP BroadBand RAS 的認證，雖然在 BroadBand RAS 下端所連接的網路在未認證前，依然可以相通，但 WLAN 封包傳回校園網路必須先連接經由 ISP Router 再回到學校，形成傳輸上的負擔是此種架構的缺點。但是若該 ISP 所提供 WLAN 即位於校園內，也可能必須採用此一架構。



圖六：IEEE 802.1x 透過 RADIUS server 認證架構圖

有鑑於此，我們還是以支援 IEEE 802.1x 的認證環境作為跨校漫遊的優先建置方向。在 802.1x 的認證環境下，我們需要 Remote Authentication Dial-in User Service (RADIUS) server，供作帳號的認證，透過 IEEE 802.1x 內的 RADIUS client，將帳號送至存有帳號的 RADIUS server。最後將認證的結果傳回到 802.1x server，讓具有支援 802.1x client 的使用者可以有上網的權限。

上述的運作方式在同一個網域中運作是沒有問題，若要跨網域或是跨校認證，就必須使用到 RADIUS server 中一個重要的特性，也就是 proxy 的功能。透過 RADIUS server 中 proxy 的功能（見圖六），可以讓多個 RADIUS server 互相傳遞認證的訊息，例如在 campus B 的學生到達 campus A 利用 802.1x 作無線上網前的認證動作時，campus A 的 RADIUS server 會將認證資料傳送至 campus B 的 RADIUS server，透過 campus B 的資料庫完成認證後再將訊息傳遞回 campus A。若認證通過，campus A 的 802.1x server 將會允許此使用者上網，否則就擋掉。利用這種分散式管理的運作模式，可以達到跨校帳號漫遊的目的地，而且各校也都能保有自己的資料庫，避免集中式管理的困擾。

五、結語

電信國家型計劃為推動校園 WLAN 環境建置與應用開發，已邀集國家實驗網路各 GigaPoP 維運人員以及教授們的積極參與，並著手實際建置實驗跨校漫遊以及公眾區域無線上網的服務。目前參與國家實驗網路 WLAN 跨校漫遊測試計劃的合作單位分為兩個測試群：第一個測試群為中山大學、台灣大學、成功大學、以及中正大學；第二個測試群為中央大學、交通大學、清華大學、東華大學，以及中央研究院。國家高速電腦中心則同時支援兩研究群之測試。除了本文中介紹的跨校漫遊的測試之外，其實還有許多 WLAN 上的技術尚待進一步實驗，例如公眾上網時的加解密技術，跨校漫遊的安全認證機制，多媒體串流 (streaming) 群播技術，服務品質保證 (QoS) 以及不當使用之管制技術等。而未來更可利用各校建置的無線區域網路環境進行多項應用測試實驗包括 VoIP, Real-time Network TV, VOD, distance learning 以及 video conferencing 等。

目前國家寬頻實驗網路上 WLAN 的使用策略是完全不收費，但希望限制使用量的上限。未來希望邀集更多學校參與跨校漫遊測試以及 WLAN 應用服務開發，更進一步希望做到整合行動通訊網路與 WLAN 的漫遊與認證服務，例如使用 SIM Card 資訊協助進行認證。在技術標準方面，除了本文中介紹的 IEEE 802.1x 外，明年度期待多項最新 WLAN 國際技術標準產品推出，例如 IEEE 802.11e，此標準在 2000 年 3 月提出，為因應整合資料、語音與視訊的網路多媒體應用風潮而研擬。其內容根基於既有的 DCF 與 PCF 架構，包含 QoS、服務等級制定、網路安全、網路交易認證等機制；IEEE 802.11f，此標準也是在 2000 年 3 月提出，主要係解決無線區域網路橋接器的互通問題，並依據直接序列展頻技術制定 IAAP (Inter-Access Point Protocol)，定義橋接器所需的參數與資料格式，作為網路聯繫的平台基礎。

在實體層傳輸標準方面，今年下半年 IEEE 802.11a 以及 IEEE 802.11g 預期將陸續會有產品推出，802.11a 是使用正交劃頻多工 (OFDM) 調變技術，瞬間傳輸速率為 54 Mbps，使用頻帶為 5GHz；而 IEEE 802.11g 則是在 2000 年 9 月提出，並建構在既有的 IEEE 802.11b 實體層與媒體存取層標準基礎上，其傳輸速率提高為 22Mbps 與 30Mbps。這些國際技術標準都會在未來適當時機被引進國內，讓國內校園的 WLAN 使用環境更加成熟。電信國家型計畫所屬研究群也應會適時納入測試，並將應用心得與產業界及學術界共同分享。

■ IPv6 核心網路之 GPRS/UMTS+WLAN 無線應用服務整合計畫

一、前言

「國家實驗網路」係配合「電信國家型科技計畫」建置，目標為建設具備網路品質保障之實驗性網路，作為多媒體寬頻及各種先進通訊協定與應用之測試平台。以協助國內產學研究機構掌握未來網際網路關鍵技術。

本計畫就 GPRS, WLAN 等方面之應用主題，整合目前電信國家型計畫既有之相關系統，以建構 VoIP 之整合式環境，一方面訓練國內電信系統整合之人才，同時作為邁向第三代行動通訊 (3G) 核心網路研究之基礎。計畫中將針對 GPRS 與 WLAN (Wireless Local-Area Network) 的整合，發展以 SIP 通訊協定作為核心網路之技術，提供國內行動通訊應用發展之環境。

二、執行內容

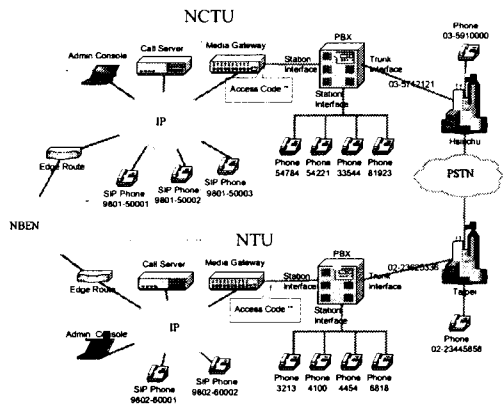
國家科學委員會工程處依據第五次全國科學技術會議建議「國家型科技計畫」方案，於八十五年底提出「電信國家型科技計畫」，並成立指導小組與執行小組，進行先期規劃。國家科學委員會另於八十六年行政院科技顧問組第七次電子、資訊與電信策略會議 (SRB)，建議應加速提出國內寬頻網路的發展藍圖及政策，並掌握關鍵技術。

「電信國家型科技計畫」已於 87 年 2 月經國家科學委員會議通過，並於同年 5 月開始實施。初步發展為「寬頻」與「無線」兩大研究方向，並設置國家寬頻實驗網路 (National Broadband Experimental Network - NBEN) 作為測試平台，俾使國家型計畫內寬頻網際網路及無線通訊之技術發展，得以有一良好之驗證環境，建立國內下一世紀網路發展的基礎與模範。

為加強 NBEN 先導性之實驗環境，發展 All IP Network 之核心網路技術，本計畫特別與工研院電通所合作，建置一套以 SIP (Session Initiation Protocol) 為基礎之 VoIP (Voice over IP) 系統，以作為國內通訊領域相關研究計畫之實驗測試平台。

本年度第一階段先選定台大、清華、交大三所學校，進行 VoIP 系統建置。每所

學校設置一部 Call Server，負責接受 SIP UA (User Agent) 之註冊及查詢，以及 Call Waiting, Call Forwarding, Call Transfer, Call Screening (black list/white list) 等功能之執行，為全系統最關鍵之核心元件。使用者可使用 hardware-based SIP Phone，或是自行下載 SoftPhone 軟體安裝於個人電腦或筆記型電腦上，即可透過本系統利用網路進行通話。校內之 IP Phone 間透過校園網路聯繫，跨校間之通訊則透過 NBEN 進行。為使本計畫所建立之網路電話系統能與現有之校內分機系統相連接，本計畫於上述三所學校亦各設置 Media Gateway 一部，以與各校 PBX 交換機相連。因此目前校內傳統分機與網路分機，跨校間之網路分機，均可透過本系統進行通話。系統架構如附圖所示。



三、結語

SIP 為 IETF (Internet Engineering Task Force) 所新發佈之標準，同時也是世界各國公認極有潛力取代 H. 323 的通訊標準之一。本計畫所建立的 SIP 電話網路，除可提供國內研究學者在各種創新領域的實地驗證平台外，同時更可以經由話務統計數據中，分析出 call setup, customer satisfaction, network latency 等各項資訊，以作為未來改進 VoIP 通訊協定的基礎。然為達到此一目的，須有足夠多之話務量，其統計結果才具備代表性。本計畫今年度因核定時間較短，僅足以進行初步之建置，未能涵蓋較大規模之推廣工作。下年度之延續計畫中，即已編列預算進行相關之推廣工作。希望藉由吸引學生利用網路進行長途之通話服務，大幅充實本計畫之實驗內容。

在 Numbering Plan 方面，目前由網路電話撥打傳統電話，不論是校內分機或校外電話，在使用者的撥號行為上均與使用傳統分機相同。例如在交大校內以傳統分機撥打 31953 可接通藝文中心，由網路電話至藝文中心也是一樣撥 31953。但反過來，由一般電話撥網路電話時，目前仍必須先撥通一個代表號，再撥網路電話的分機號，才能轉到網路電話。例如在交大校內，傳統分機必須先撥 59500

接到 Media Gateway，再撥某一網路分機代號 65432 才能接通網路電話。未來希望能與 E.164 之 ENUM 結合，直接可由傳統電話直撥 09801-65432 即可直接接通網路電話。不過這需要有學校交換機和電信業者的配合，是下年度應努力的目標。

此外本計畫現階段因話務量不大，所以還沒有 QoS (Quality of Service) 方面的問題。但未來大規模使用後，如何保證使用者端點對端點 (End-to-End) 的通話品質，是必須及早規劃的課題。尤其 NBEN 原本採用 ATM 架構，利用 PVC 來進行頻寬保證。未來在升級為 GigabitEthernet 後，不可避免地必須改以 IP-based protocol 來做為 QoS 的工具。目前在相關的研究領域中，DiffServ (Differentiated Services) 與 MPLS (Multiprotocol Label Switching) 等技術都是廣被應用在 IP QoS 的工具，這也是本計畫在下年度應加強的重點。