

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：實習)

赴加拿大實習
「IP 核心網路規劃設計與維運技術」報告

出國人

服務機關

北區分公司設計處

職 稱

助理工程師

姓 名

林學彥

| |
|-----------------------|
| 行政院研考會/省(市)研考會 編號欄 |
| |
| |

出國地點：加拿大

出國期間：自 92 年 07 月 27 日至 08 月 09 日

報告日期：92 年 9 月 15 日

系統識別號:C09202894

公 務 出 國 報 告 提 要

頁數: 30 含附件: 否

報告名稱:

實習IP核心網路規劃設計與維運技術

主辦機關:

中華電信台灣北區電信分公司

聯絡人/電話:

盧婉屏/2344-3261

出國人員:

林學彥 中華電信台灣北區電信分公司 設計處 助理工程師

出國類別: 實習

出國地區: 加拿大

出國期間: 民國 92 年 07 月 27 日 -民國 92 年 08 月 10 日

報告日期: 民國 92 年 09 月 15 日

分類號/目: H6/電信 H6/電信

關鍵詞: 用戶光纖至大樓(FTTB),都會區乙太網路(Metro Ethernet),MPLS
VPN,VPLS,IPv4&IPv6

內容摘要: 配合本公司已佈設之用戶光纖至大樓(FTTB)，加速落實都會區用戶光纖乙太網路之建設，提供企業和社區客戶滿意全方位的寬頻IP化電信服務為本公司固網生機之所在，學習都會區乙太網路(Metro Ethernet)整合系統規劃設計、施工及維運新技術，可大幅提昇寬頻客戶對本公司的服務滿意度，進而掌握寬頻市場領導地位。未來本公司朝向寬頻IP化網路之建置已勢在必行，為有效提昇本公司未來寬頻服務市場競爭力，應儘速瞭解各種寬頻新服務之相關技術演進和趨勢，對這些新服務之開發須預先規劃設計好相關之「IP核心網路」，以作為本公司未來建置提供新服務之基石。對於寬頻IP化網路客戶端在IPv4位址逐漸缺乏，逐步邁向IPv6方向發展之情勢下，本公司寬頻IP網路未來如何順利由IPv4轉移IPv6亦應及早研究規劃，以利本公司IP網路能順利階段性由IPv4網路發展至IPv6網路。本次出國實習主要以學習新都會區乙太網路之設計，及其能提供之新服務為主，IP網路未來如何順利由IPv4轉移IPv6之技術為輔。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

目 錄

| | |
|---------------------------------------|----|
| 0. 摘要 | 2 |
| 1. 行程及實習內容紀要..... | 3 |
| 2. 前言 | 4 |
| 3. 都會區 Ethernet 網路之設計考量..... | 5 |
| 3.1 前言..... | 5 |
| 3.2 都會區 Ethernet 網路元件之發展趨勢..... | 6 |
| 3.3 都會區 Ethernet 網路之技術發展..... | 7 |
| 3.3.1 Layer2 支援 Layer2..... | 7 |
| 3.3.2 Layer3 支援 Layer2..... | 8 |
| 3.3.3 Layer3 支援 Layer3..... | 10 |
| 3.4 都會區 Ethernet 網路之應用服務..... | 12 |
| 3.4.1 FTTB 網路企業客戶/住宅客戶寬頻上網..... | 12 |
| 3.4.2 FTTB 網路企業客戶都會區 TLS 服務..... | 13 |
| 3.4.3 FTTB 網路企業客戶/住宅客戶寬頻多媒體等應用服務..... | 14 |
| 3.4.4 FTTB 網路企業客戶/住宅客戶寬頻上網..... | 15 |
| 3.5 都會區 Ethernet 網路之結語..... | 16 |
| 4. MPLS VPN 之技術服務..... | 17 |
| 4.1 Layer3 MPLS VPN..... | 17 |
| 4.2 Layer2 MPLS VPN..... | 19 |
| 4.2.1 點對點 Layer2 VPN 服務..... | 19 |
| 4.2.2 多點對多點 Layer2 VPN 服務..... | 20 |
| 4.3 VPN 服務結語..... | 23 |
| 5. IPv6 之網路建置..... | 24 |
| 5.1 IPv6 骨幹網路..... | 24 |
| 5.2 IPv6 接取技術..... | 26 |
| 5.3 IPv6 結語..... | 29 |
| 6. 實習心得與建議..... | 30 |

0.摘要

配合本公司已佈設之用戶光纖至大樓(FTTB)，加速落實都會區用戶光纖乙太網路之建設，提供企業和社區客戶滿意全方位的寬頻IP化電信服務為本公司固網生機之所在，學習都會區乙太網路(Metro Ethernet)整合系統規劃設計、施工及維運新技術，可大幅提昇寬頻客戶對本公司的服務滿意度，進而掌握寬頻市場領導地位。

未來本公司朝向寬頻IP化網路之建置已勢在必行，為有效提昇本公司未來寬頻服務市場競爭力，應儘速瞭解各種寬頻新服務之相關技術演進和趨勢，對這些新服務之開發須預先規劃設計好相關之「IP核心網路」，以作為本公司未來建置提供新服務之基石。

對於寬頻IP化網路客戶端在IPv4位址逐漸缺乏，逐步邁向IPv6方向發展之情勢下，本公司寬頻IP網路未來如何順利由IPv4轉移IPv6亦應及早研究規劃，以利本公司IP網路能順利階段性由IPv4網路發展至IPv6網路。

本次出國實習主要以學習新都會區乙太網路之設計，及其能提供之新服務為主，IP網路未來如何順利由IPv4轉移IPv6之技術為輔。

本報告內容包括：

- 前言
- 行程及實習內容紀要
- 都會區Ethernet網路之設計考量
- MPLS VPN之技術服務
- IPv6之網路建置
- 實習心得與建議

1.行程及實習內容紀要

為配合本公司建置寬頻服務之IP核心網路，奉總公司九十二年七月二十二日信人二字第92A3501232號函核准職等前往加拿大實習「IP核心網路規劃設計與維運技術」，實習期間(含行程)自民國九十二年七月二十七日至九十二年八月九日為期十四天。本次實習課程計有：

IP Core Network Planning & Design

(Metro Network Develop Trend) (4 天)

IP Core Network Operation Techniques

(Metro Network Operation & VPLS Service) (3 天)

IP Core Network Traffic Management

(IPv6 Technology) (1 天)

IP Core Network New Service (1 天)

2.前言

本公司自91年起就開始佈設用戶光纖至大樓之「都會區用戶光纖乙太網路(FTTB)」，提供企業和社區客戶全方位的寬頻IP化寬頻服務，所以這次出國實習主要以學習都會區乙太網路(Metro Ethernet)整合系統規劃設計、施工及維運新技術為主，盼都會區乙太網路之新設計理念能提昇寬頻客戶對本公司的服務滿意度，進而掌握寬頻市場領導地位，以奠定本公司能永續經營之根基。

未來本公司朝向寬頻 IP 化網路之建置已勢在必行，為有效提昇本公司未來寬頻服務市場競爭力，應儘速瞭解各種寬頻新服務之相關技術演進和趨勢，以建構符合目前和未來寬頻應用服務之「IP 核心網路」，提供用戶全面性嶄新的寬頻增值服務，將會是未來本分公司能否獲利與存活的關鍵，適時派員學習新產品及新技術，乃是開創新增值服務之基石。

對於目前IP網路上所應用之IPv4位址逐漸缺乏，逐步邁向IPv6方向發展之情勢，本公司寬頻IP網路未來如何順利由IPv4轉移IPv6亦應及早研究規劃，以利本公司各階段IP網路發展策略之順利推動。

3.都會區 Ethernet 網路之設計考量

3.1 前言

過去的網路建設，電信業者較偏重於長途骨幹網路，企業界較偏重區域網路之佈建，而聯繫該二大網路之都會區網路的建設頻寬就較不被重視，但是都會區網路的寬頻匱乏即象徵其為未來商機所在；所以，自 2001 年起都會區網路的存取服務已逐漸躍升為數據通訊服務的新領域，相關技術也持續的演進，各國電信業者亦都投入資金，全力不伴都會區網路，以爭取商機。

電信網路服務提供商在佈建一個都會區網路架構時，最重要的目標是維持最高度的彈性，同時亦考量該網路可提供之服務及傳遞這些服務的傳輸技術，目前都會區網路的技術發展主要有幾個發展趨勢，包括：

- I. 將廣泛應用在長途網路以分波多工技術倍增頻寬的 DWDM 技術引進都會區網路市場，即 CWDM 系統。
- II. 將傳統 SONET/SDH 傳輸系統依接取區域網路之都會區網路高頻寬之需求作改良，亦即新世代 SONET/SDH 系統(NG SDH)。
- III. 採用應用於區域網路上之乙太網路(Ethernet)技術，以光乙太網路新架構呈現，即新世代光纖到大樓網路(FTTB)系統。

在這幾種方案中，新世代光纖到大樓網路(FTTB)是承繼區域乙太網路(Ethernet)的技術優勢，擁有彈性頻寬調整、大幅提升服務速率、易於管理的架構，較其他技術更適合應付隨時有擴充或調整需求之都會區網路，加上新世代光纖到大樓之都會區網路之設備成本較 SONET/SDH、CWDM、ATM 便宜，很切合都會區網路價格之競爭優勢，所以用採用乙太網路技術透過光纖的傳輸，來提供都會區高頻寬服務需求之新世代光纖到大樓網路或許將成為市場焦點，並躍升為數據通訊服務之新領域。

本次出國實習內容主要就以學習都會區網路之發展趨勢、都會區乙太網路服務系統及其應用服務設計原則為主，所以本節就針對都會區乙太網路之相關發展主題來逐一探討。

3.2 都會區乙太網路元件之發展趨勢

採用乙太網路技術透過光纖的傳輸，來提供都會區高頻寬服務或許會成為市場焦點，但此光乙太網路的發展又分成兩大方向：

- I. 沿襲「傳統骨幹網路的特性架構，向接取端延伸」，即在新的乙太網路交換器增加傳統電信設備之介面，例如 ATM、TDM、POS 等功能，或引進提供快速保護切換機制之新技術，例如 MPLS、RPR 等尚未標準化(standardize)之機能，這使得都會區光乙太網路的架構實質上已接近傳統的 SDH 或 ATM 網路，但相對的這些新增功能也使乙太網路交換器產品價格大幅提昇，而失去乙太網路原有之價格優勢。
- II. 採用「區域網路的架構，向傳輸網路發展」，以區域網路型態之交換器來取代傳統的複雜交換器，一方面可大幅降低設備成本，另一方面引進 IP 網路上以標準化之新機能，例如快速保護機制(FSTP：802.1W)、服務品質確保機制(QoS：802.1p、IETF DiffServ)、鏈路彙整(802.3ad)、速率限制(Rate Limiting)、封包過濾(Filtering)等優於傳統僅運作於 Layer 2SDH 網路設備之智慧，由於這方面之設備可完整發揮乙太網路的價格優勢，又容易與 IP 路由器整合，符合構成一純 IP 網路之發展趨勢，所以採用「區域網路的架構，向傳輸網路發展」之產品將會逐漸受電信服務業者及企業青睞。

目前採用「區域網路的架構，向傳輸網路發展」之交換器產品，為了增加其產品優勢，亦多少朝沿襲「傳統骨幹網路的特性架構，向接取端延伸」之功能特性研發；由於市場看好，這類廠家如雨後春筍般地出現，例如 Cisco 的 Catalyst 系列、Extreme 的 BlackDiamond 6800 系列、Nortel

的 Passport 8600 系列、Foundry 的 NetIron/BigIron 系列與 RiverStone 的 RS38000 系列等，此產品系列與特性臚列於表 3.1。

表 3.1：都會區光乙太網路 L3 交換器產品表列

| 公司名稱 | 產品系列 | 交換容量性 | GbE/10GbE |
|------------|-------------------|-------|-----------|
| Cisco | Catalyst 65xx | 256G | GbE |
| | Catalyst 76xx | 720G | GbE/10GbE |
| Extreme | BlackDiamond 6808 | 128G | GbE/10GbE |
| | BlackDiamond 6816 | 256G | GbE/10GbE |
| Foundry | BigIron serious | 256G | GbE/10GbE |
| | NetIron serious | 256G | GbE/10GbE |
| Nortel | Passport 8600 | 128G | GbE/10GbE |
| RiverStone | RS 38000 | 170G | GbE |

3.3 都會區乙太網路之技術發展

3.3.1 Layer2 支援 Layer2

都會區乙太網路存取服務可設計傳遞 Layer2 服務，就如同傳統的點對點式數據通訊服務，但是都會區乙太網路存取服務是利用乙太網路技術之特性，來提供超越傳統點對點服務範疇的 Layer2 服務。

- 以 802.1Q 技術為基礎的虛擬區域網路

此架構採用 IEEE 802.1Q 虛擬區域網路(Virtual LAN:VLAN)之標準為基礎，其基本概念是假設有一個虛擬廣播網域涵蓋同屬某個 802.1Q VLAN 內的所有網路元件，每個 Layer2 乙太網路拓樸結構可支援 4096 個 802.1Q VLAN 網域，而網路備載和存取功能則採用 802.1d 擴充樹之標準協定 (Spanning Tree Protocol：STP)，如此都會區乙太網路存取服務亦可提供多

點式 Layer2 服務。

從成本效益來看，完全採用 802.1Q 技術的都會區乙太網路和傳統 SONET 或 ATM 網路相比，都會區乙太網路是最符合成本效益，因為高性能乙太網路交換器元件搭配 VLAN 及 STP 標準，其成本是非常具有競爭力；但是在服務等級(Service level)方面，要在都會區乙太網路存取服務中定義服務等級是相當困難，目前要做好服務等級就是 Over provision，即網路設計上要能確保網路中任何節點都不會發生過多的訊務流量。

採用 802.1Q 技術的都會區乙太網路存取服務的最主要限制就在於擴充性上，在不採用其他技術支援下，幾乎不可能將都會區乙太網路存取服務的範圍擴充超出單一都會區，以支援跨都會區服務之需求。另外一項重大限制就是採用 802.1Q 技術的都會區乙太網路先天上就缺乏和傳統數據通訊服務互通之功能，無法用來承載現有 ATM 或 Frame Relay 所產生的訊務資料，這就需要在新的乙太網路交換器上增加傳統電信設備之介面(例如 ATM、TDM、POS 等)，並在其上增加支援傳統服務之協定轉換功能，這樣就使得都會區乙太網路的架構實質上已接近傳統的 SDH 或 ATM 網路。

3.3.2 Layer3 支援 Layer2

都會區乙太網路近來發生最重要的技術創新，就是符合乙太網路規格的多協定標籤交換技術(Ethernet-over-MPLS：EoMPLS)被提出，多家乙太網路交換器並將該技術落實於其產品上。而 EoMPLS 技術是將乙太網路訊框密封進一條多協定標籤交換(MultiProtocol Label Switching：MPLS)路徑中，讓 MPLS 核心網路可以直接傳輸原有乙太網路訊框(Native Ethernet Frames)。EoMPLS 最初定義是出現在一份送到國際電機電子工程協會網際網路工程專案小組(Internet engineering Task Force：IETF)的 RFC 初稿(俗稱 Martini Draft)，其定義了點對點式乙太網路訊框的傳輸模式；接著又有一份 RFC 初稿(俗稱 Kompella Draft)，其定義了多點對多點式乙太網路訊框的傳輸模式。

支援 EoMPLS 功能的網路元件先天上價格就高於僅使用傳統乙太網路交換技術的網路元件，因此和完全使用 802.1Q 技術的都會區乙太網路相比，要使用 EoMPLS 技術的都會區乙太網路延伸到服務存取設備上時，會需要更龐大的成本投資，不過這份增加的成本支出可由 EoMPLS 技術在網路擴充性和互通性上的好處來彌補。此外，標準 MPLS 功能包括標籤分類協定(Label Distribution Protocol：LDP)和 MPLS 訊務工程(Traffic Engineering)，能讓服務的提供和管理變得更有效率，並具有降低網路營運成本的空間，且能限制服務網路擴增時成本增加的上升速度。

由於 EoMPLS 是設計在 MPLS 核心網路中傳送原有乙太網路訊框，所以可利用 MPLS 的服務品質(QoS)和訊務工程方面之功能，其所提供的服務等級協議(SLA)至少和現有 Frame Relay 之協議是相同水平。如果使用 MPLS 的欄位來區別各個服務等級(COS)如分封語音，EoMPLS 也具有提供更好服務等級協議的能力。

另外，EoMPLS 和 Frame Relay 服務的差別在於，都會區乙太網路存取服務讓終端用戶可使用乙太網路介面連接服務網路，提供比 Frame Relay 更彈性的頻寬使用選擇；當然，如同 Frame Relay 一樣，EoMPLS 也支援多連線(Multi-link)功能，所以一條連結終端用戶和服務供應商的實體線路，可同時提供多個 EoMPLS Layer 2 連線。如此一來，終端用戶就可利用 EoMPLS 的多連線功能，建立一個多點式網路拓撲架構，並執行 Layer 3 路由功能來橫跨多個 EoMPLS Layer 2 連線。

▪ EoMPLS 之擴充性

EoMPLS 基本上是一高擴充彈性的都會區乙太網路存取服務架構，因為背後的 MPLS 技術可支援非常大且散置四處的網路服務環境。此外，VLAN 標籤之限制雖然嚴重影響採用 802.1Q 的都會區乙太網路，但這點對使用 EoMPLS 的架構而言卻不是嚴重問題，即便是電信網路服務業者通常會要求在終端用戶訊務中加入業者給的 VLAN 標籤。在 802.1Q 中，VLAN 標

籤在都會區乙太網路存取服務網域中有整體影響性，因此在整個網路中每個 VLAN 標籤僅會配給某個用戶而已，也就是說，802.1Q VLAN 的最大數目同時也是網域內最大用戶數。然而有了 EoMPLS，802.1Q VLAN 標籤僅使用到都會區存取裝置端為止，這意味著某一邊都會區存取點使用中的 VLAN 標籤，同時也可以在另一邊的都會區存取點配置給另一個用戶。

▪ EoMPLS 之互通性

根據 RFC 各種初稿，EoMPLS 具備一個絕佳的空間，可提供傳統廣域網路 (WAN) 服務，如 ATM、Frame Relay 和專線間高度互通的能力，這項能力主要是因為 MPLS 技術。MPLS 技術讓服務供應商可完全利用骨幹網路來提供各種 WAN 服務組合，從最簡單的專線到 Frame Relay、ATM、EoMPLS 和 Layer 3 VPN。而在另一層級的互通性方面，EoMPLS 點對點線路可僅在連線的單邊使用，而在另一邊則採用 ATM 或 Frame Relay。現有的技術例如 RFC 1483；AAL5 層之上的多重協定封裝技術 (Multiprotocol Encapsulation)；已經測試和 MPLS 結合，希望能夠在 MPLS 網路上提供不同 Layer 2 服務間的互通，這方式有時稱為 ATOM (Any Transport over MPLS)。在更新的產品發展週期中，實用化 ATOM 產品將會推出，而在整個 ATOM 架構中，EoMPLS 將扮演一個重要的角色。

3.3.3 Layer3 支援 Layer3

EoMPLS 技術都會區乙太網路因為採用 Layer 3 架構 (如 MPLS 或 IP) 之存取服務，所以 Layer 3 服務也可以成為都會區乙太網路之一項存取服務，另外由於受到網際網路持續快速成長的影響，Layer 3 MPLS VPN 或許會是一項重要服務，所以都會區乙太網路存取服務將會為客戶提供 MPLS VPN 服務的一項機制。。

MPLS VPN 是在 Layer 3 控制面 (Control Plane) 和 Layer 3 資料面 (Data Plane) 上，提供虛擬私有網路服務的主要技術。這項服務將提供終端用戶更大的使用彈性，以面對經常變動的廣域網路拓撲架構，然而這需要電信

服務業者能支援新型態的服務模型，提供終端用戶網路架構上的 Layer 3 定址功能，但在若僅提供 Layer 2 服務，就可省略此一問題。

從成本效益來分析，由於 MPLS VPN 服務需要具備 Layer 3 功能的網路元件來傳遞，因此這些網路元件價格會高於應用在 802.1Q 為主的都會區乙太網路的 Layer 2 乙太網路交換器。MPLS VPN 網路元件所需的昂貴價格可用服務收益增加來彌補，因為服務業者可為用戶提供互通性和擴充性上皆有傑出表現的 MPLS VPN 服務，並收取使用費。

- 在服務等級方面

MPLS VPN 服務可完全利用 MPLS 技術賦予的各種服務品質、訊務工程、快速回復(Resiliency)等功能，因此可支援寬廣的服務等級定義。另外，其先天上就可支援各種網路架構，不管是點對點式或多點式。在互通性方面，MPLS VPN 是 Layer 3 服務，和用戶端的 Layer 2 VLAN 互通性問題無關，所以這條件和 MPLS VPN 性能比較無關。

- 在擴充性方面

MPLS VPN 在各方面都具備高度擴充性，唯一可能的擴充限制，是服務供應商為每個終端用戶的 MPLS VPN 服務所提供之路由表格大小。任何 MPLS VPN 網路元件都有可支援路由路徑數目的上限，因此當連接到特定 MPLS VPN 網路元件的終端用戶數上升時，網路元件可為每個用戶提供的路由路徑數就會減少，而這限制則和每家廠商的設計有關。

- 在互通性方面

所有類型的 Layer 2 服務如 Frame Relay、ATM、都會區乙太網路、ADSL、Cable Access、Wireless LAN 及 Dialup，都可同時連接 MPLS VPN 網路。MPLS VPN 服務也可和其他種類的 MPLS 服務互通和共存，包括 EoMPLS。更重要的是，可提供海峽兩岸電信業者一個基礎，為兩岸台商提供更豐富完備的網路傳輸及增值服務。

3.4 都會區 Ethernet 網路之應用服務

目前本分公司新世代都會區 Ethernet 接取網路(FTTB 網路)之應用服務規劃如下：

- FTTB 網路企業客戶/住宅客戶寬頻上網；
- FTTB 網路企業客戶都會區服務；
- FTTB 網路企業客戶/住宅客戶寬頻多媒體等應用服務；
- 校園網路頻寬提升服務。

該相關規劃之應用服務架構如圖3.1所示，以下就針對各項服務之運作模式茲述說明：

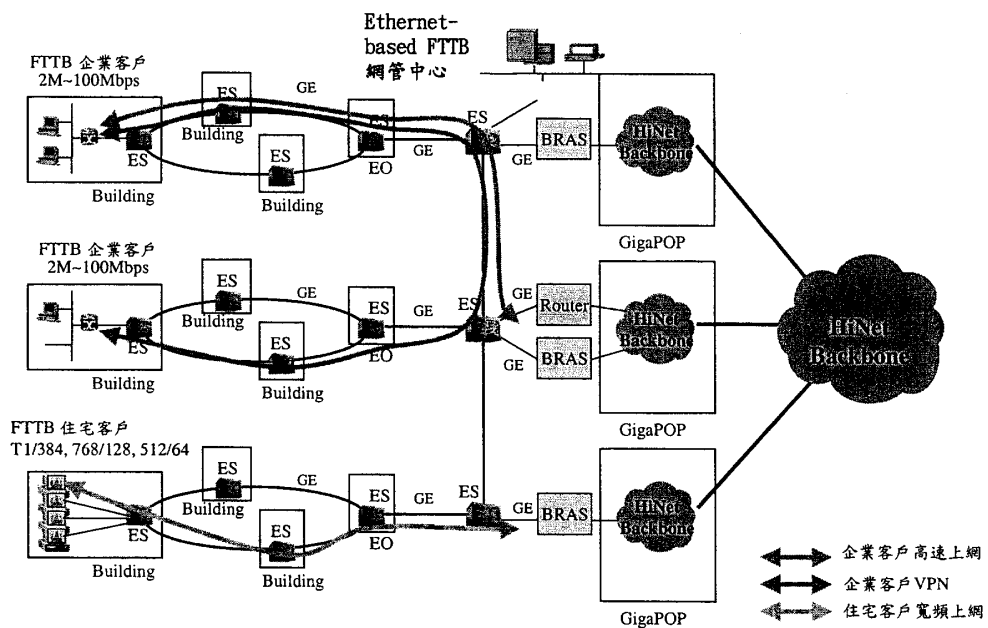


圖 3.1：本分公司新世代都會區 Ethernet 接取網路應用服務架構

3.4.1 FTTB 網路企業客戶/住宅客戶寬頻上網

FTTB 網路企業客戶/住宅客戶可依其需求頻寬向本公司申租一個 Ethernet Port，該 Port 收容於各大樓電信室內之 L2 交換器上，其頻寬之限

制在 L2 交換器上履行，可由管網中心直接管控。

若客戶屬撥接式經濟型客戶，在其個人電腦上安裝 PPPoE 撥接軟體妥當後，即可利用 PPPoE 撥接方式將 User-name 及 Password 送至局端 L3 交換器，L3 交換器依該客戶 VLAN-ID 選擇專屬鏈路接入遠端寬頻接取伺服器(BB-RAS)，BB-RAS 終止該客戶之呼叫接續，再透過 RADIUS 協定將客戶之 User-name 及 Password 送至 ISP 作認證，ISP 許可後會通知 BB-RAS 從其 IP Pool 中指配一個 IP 給客戶，此 IP Pool 之 IP 數量、網段須事先規劃好，並視客戶之使用情況適時調整，惟此 IP 資源掌控在 ISP 手上，故此服務由 ISP 合作掌控，此部分寬頻上網架構如圖 3.2 綠色連線，請參酌。

若客戶屬固接式專業型或企業型客戶，收容該客戶之 L2 交換器交換埠就設定較高之等級，同時直接指配 IP 給客戶，供客戶經 L3 交換器接至 ISP 的路由器，不經 BB-RAS 之認證及集收，故能的到較好之服務品質，此部分寬頻上網架構如圖 3.1 藍色連線，請參酌。

3.4.2 FTTB 網路企業客戶都會區服務

FTTB 企業客戶 TLS(Transparent LAN Service)服務即是在都會區域提供點對點的專線服務，其運作機制是利用相同 VLAN-ID 會互通訊息之特性，將收容於不同或相同 L2 交換器上屬於一個企業客戶不同二點的 Port 設定成相同之 VLAN-ID，如此該企業客戶二點間就能夠成一條虛擬專線，至於如何規範該虛擬專線之速率，除於 L2 交換器上之 Port 作速率限制外，亦須在 L3 交換器之中繼鏈路上依該 VLAN-ID 值進行速率設定即可。

此部分 Transparent LAN Service 服務之架構如圖 3.1 紅色連線，請參酌。

FTTB 企業客戶都會區 VPN(Virtual Private Network)服務即是在都會區域提供多點對多點的虛擬私有網路服務(Virtual Private LAN Service：VPLN)，其著重提供 Level 2 高速頻寬疏導之 LAN 服務，與提供 Level 3 IP 層應用之 IP-VPN 迥異；Level 2 VPLN 服務強調高頻寬專線式網路服務，

確保客戶端聯繫網路的品質，至於 IP 層以上之應用由客戶端自己決定，本分公司不參與，如此可大大減輕供裝、維運之人力成本，與客戶間之障礙之歸屬亦較容易釐清。

Level 2 VPLN 服務亦是利用相同 VLAN-ID 會互通訊息的特性，將同屬於一個企業客戶之各個 L2 交換器上的 Port 設定成相同之 VLAN-ID，如此該企業客戶各點就能構成虛擬私有網路，其他不同 VLAN-ID 之企業客戶是無法互窺訊息，安全顧慮上應可安心，其架構如圖 3.2 所示。

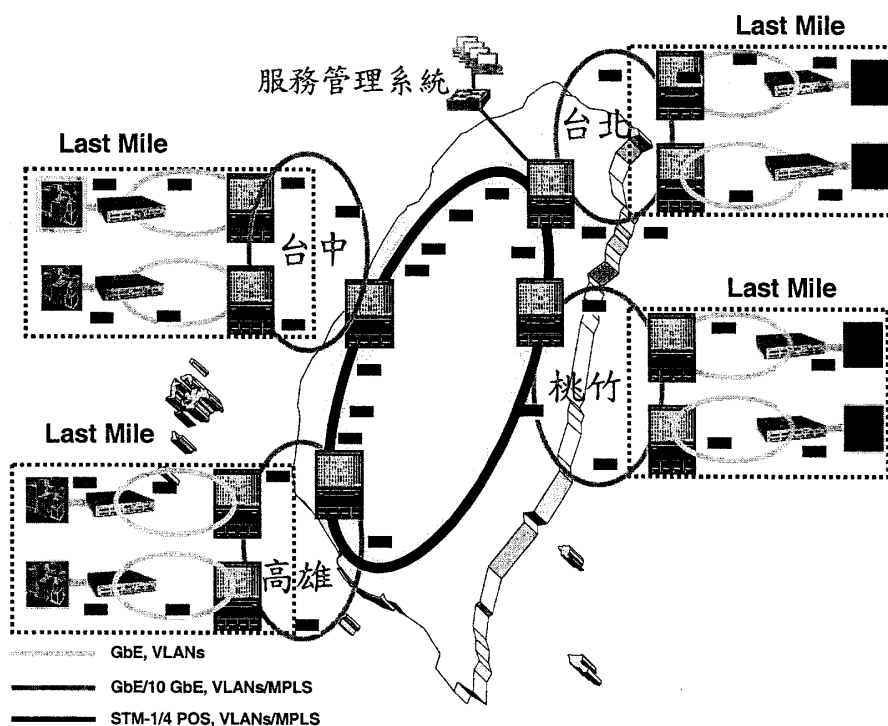


圖 3.2：FTTB 企業客戶 VPN(Virtual Private Network)服務架構

3.4.3 FTTB 網路企業客戶/住宅客戶寬頻多媒體等應用服務

新世代都會區 FTTB 寬頻接取網路欲提供企業客戶/住宅客戶寬頻應用服務時，就須在新世代都會區 FTTB 寬頻接取網路骨幹上建置集中式或分散式應用伺服器(如遊戲、多媒體視訊等)，然後在各個 L3 交換器介面埠上設計乙組疏導訊務之路由 IP 網段，如此客戶端具固定 IP 之設備(如

PC、STB 等)就能依 IP 層之協定來享用應用伺服器之服務，惟此方式僅能針對固定月費之模式運作，若要運用於使用才付費之方式運作，就需應用伺服器配合儲存客戶使用之詳細紀錄(CDR)，然後將此 CDR 傳送至後端帳務中心處理才行。

由於新世代都會區 FTTB 接取網路為一高頻寬的網路，且傳過光纜傳輸頻寬較不受距離影響，故 FTTB 可能成為一個突破 MOD 服務目前供裝距離/地點限制的方式，所以自 91 年度 FTTB 網路初步建設完成後，本公司即開始嘗試經由 FTTB 網路來傳送 MOD 服務之可能性測試及評估。目前利用 FTTB 網路來服務多媒體視訊服務的初步規畫，是以 L3 交換器來終止用戶的 VLAN，也就是說在 L3 交換器上跑 IP routing，由 L3 交換器負責處理 Multicast 的複製及用戶 IGMP join/leave 的訊息，其功用相當於 MOD 網路中 HPER 的角色，但 Multicast 的 RP 仍然設在 MOD 網路與 FTTB 網路互接的 GSR 上。至於 L3 交換器處理群播的複製能力經測試後證實可同時複製 500 份 3M 之 multicast 視訊流供用戶觀賞，因此一台 L3 交換器至多可收容 500 位 MOD 用戶。

3.4.4 校園網路頻寬提升服務

配合教育部 Fast Ethernet (100Mbps)到中小學、GiGabit Ethernet (1Gbps)到大專校院之提升校園網路頻寬政策目標，礙於 ADSL 技術無法滿足所需，故思考改以新世代都會區 FTTB 寬頻接取網路來提供服務，但各中小學都離局端 L3 交換器甚遠，唯有利用 FOT 配合光纜作遠距離供裝，至於大專校院有 1Gbps 需求者，則以光纜直接引進局端 L3 交換器之 Giga port，其架構示意圖如圖 3.3 所示。

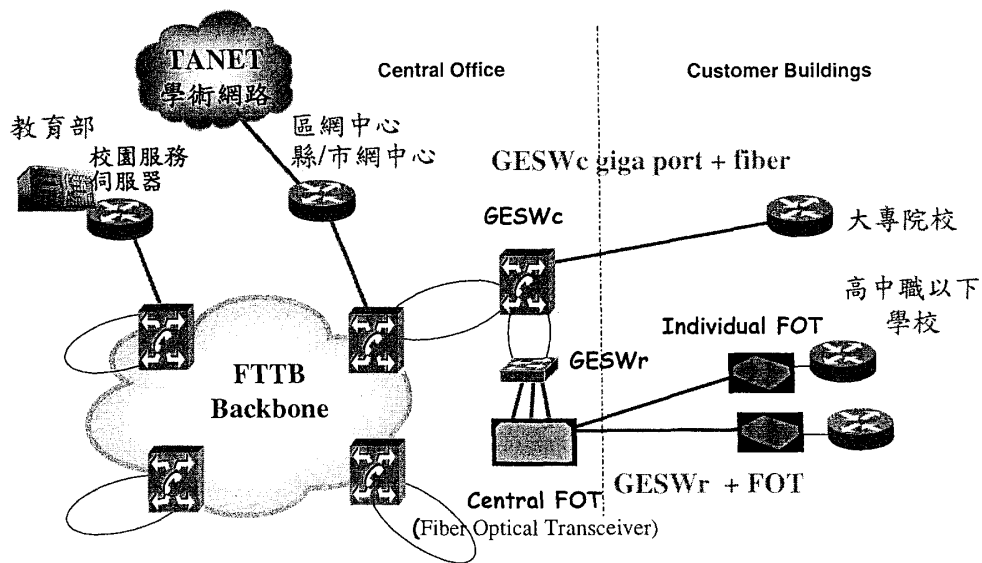


圖 3.3：校園網路架構示意圖

3.5 都會區 Ethernet 網路之結語

都會區乙太網路之相關技術皆在持續演進中，故在設計一個都會區乙太網路控制架構時，電信服務業者最重要的目標是維持最高度彈性。都會區乙太網路系統的選擇必須同時考量到可提供的服務，以及傳遞這些服務的傳輸技術，如 SDH/ATM、Gigabit/FastEthernet 乙太網路。有了這些認知，並考量可提供最大彈性支援各種架構組合的網路元件，就可真正架設都會區乙太網路存取服務。

4.MPLS VPN 之技術服務

近年來，企業虛擬網路(VPN)由於電信業者的數據專線大幅降價，加上低廉的雙向 ADSL 同時在市場提供服務，促使 Layer3 VPN 服務開始迅速在國內企業界成長，此 Layer3 VPN 服務隨著各種 MPLS/VPN 技術的推陳出新，電信服務業者及 ISP 業者都開始提供各式 Layer3 IP VPN 服務，來吸引為降低長途、國際數據專線費用的企業客戶。如此，傳統 circuit-based 的 VPN 服務如 ATM 及 Frame-relay，因為價格較高及大量建置的時間較長，已慢慢地被 IP-based 的 MPLS VPN 取代。本次出國實習內容亦涵蓋 VPN 服務，所以下列將從 Layer3 MPLS VPN 的服務及限制，來探討如何利用 Layer2 MPLS VPN 來提供更方便的服務。

4.1 Layer3 MPLS VPN

網際網路策劃委員會(Internet Engineering Task Force；IETF)在 RFC2547bis 文件中，定義提供 Layer3 IP 服務的 BGP/MPLS VPN 協定。客戶端的 CE Router 藉由 Static/RIP/OSPF 等協定與電信或 ISP 業者的 PE Router 交換路由，然後透過 PE Router 之間的 BGP 協定，將客戶路由交換到 VPN 另一端的 PE Router，再傳送給另一端之 CE Router；再交換客戶路由的同時，根據 MPLS 協定的 VRF 表建立起 Label Switch Path，作為封包傳送的參考路徑。因此當 VPN 兩端的客戶傳送封包資訊時，電信或 ISP 業者的 PE Router 將封包加上標籤(Label)後傳送 MPLS 網路，由 P Router 依據標籤資訊，查詢 LSP 路由表後，決定封包轉送的下一站，然後傳遞下去，直到 LSP 另一端的 PE Router 收到後，將標籤移除再轉送到客戶端，其整體網路架構如圖 4.1 所示。

這樣的 MPLS VPN 可建立起 IP 點對點，或是點對多點的 VPN 網路，因此可用來取代/介接傳統的 ATM 網路或 Frame-Relay 網路所提供的 IP 服務，再加上合適的流量工程(Traffic Engineering)技術，幾可達到傳統 VPN 網路對 SLA(Service Level Agreement)的服務要求，所以國內第 2 類電信或

ISP 業者皆投入成本建置 MPLS 網路，提供 Layer3 MPLS VPN 服務，以其快速回收建置成本。

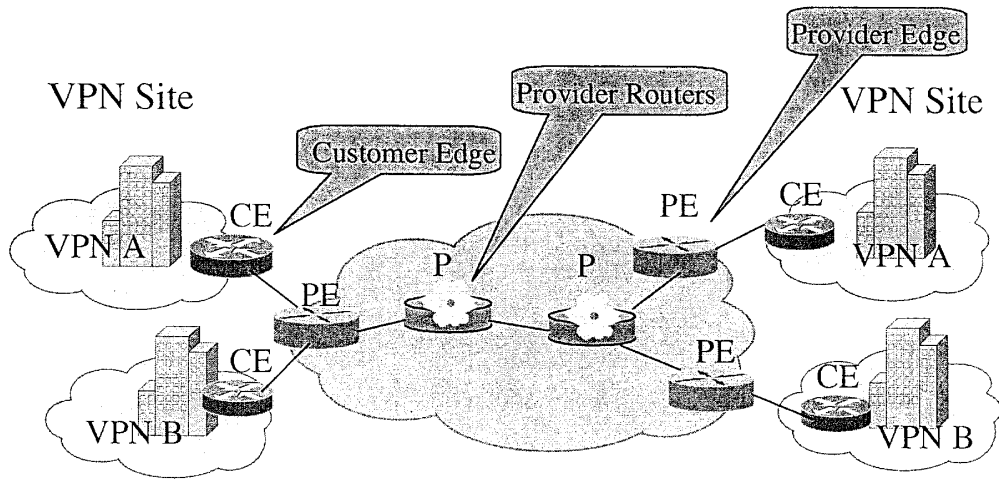


圖 4.1：Layer3 MPLS VPN 整體網路架構

傳統上 Layer3 MPLS VPN 只提供客戶 IP-based 的網路服務，因此客戶若需執行一些非 IP 通訊協定的應用服務，就必須透過其他方式來進行，因此會增加許多成本及不易查測之障礙。如金融業者的大型主機需要靠 SNA 協定來溝通，就必須使用 DLSW 來跨越 IP 網路。

除此之外，面對客戶端的 PE Router 需要與 CE Router 交換路由表，由於電信或 ISP 業者普遍不能信任客戶端設定，為避免客戶端錯誤的設定導致網路的任何異常，一般都與客戶直接透過靜態路由(Static Route)方式來交換。因此每當客戶新增 IP 網段在自己的網路裡，就必須通知電信或 ISP 業者更動 VPN 網路設定，除受制於電信或 ISP 業者的不方便外，還將客戶端的網路架構完全暴露給電信或 ISP 業者知道，增加客戶的不安全感。

如此，如何解決 Layer3 MPLS VPN 所帶來的不便與限制，便成為 Layer2 MPLS VPN 的重要任務及使命。

4.2 Layer2 MPLS VPN

Layer2 VPN 的主要目的在建立一個將客戶 VPN 兩端網路，透過公眾網路以類似 Tunnel 方式建立一個虛擬連線，可讓兩端 Layer2 訊務直接交換。如此一來，由於客戶的設備可透過 Layer2 直接溝通，因此不論要直接使用 Layer2 協定或 Layer3 協定交換訊息，都猶如直接相連的網路，可任意改變兩端的路由設定，而不須通知電信或 ISP 業者更改設定，使用上解除 Layer3 VPN 的限制與管理不便，因此不論使用 IPv4、IPv6、IPX、SNA、NetBUE 等協定，都可以任意在 Layer2 VPN 上使用。

Layer2 VPN 依據連線的網路型態可區分為點對點及多點對多點互連兩種，茲分述如下：

4.2.1 點對點 Layer2 VPN 服務

目前大部分之電信及 ISP 業者的骨幹網路都已轉換成 IP 網路，因此要在 IP 環境中提供點對點專線式的服務，必須依賴 MPLS 的機制，將 Frame Relay 的 DLCI、ATM 的 PVC 或 Ethernet 的 VLAN 透過 MPLS 的封裝，在 IP 網路裡傳遞。依據 MPLS 建立起 LSP，對應到兩端的 Frame Relay/ATM/Ethernet 的 DLCI/PVC/VLAN，然後 Ingress PE Router 將封包透過 LSP 穿透過 MPLS 網路至 Egress PE Router，而將兩端之電路連接起來，其架構示意圖如圖 4.2 所示。

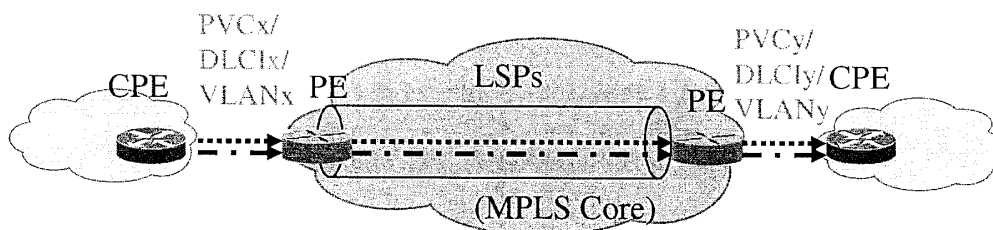


圖 4.2：點對點 Layer2 VPN 服務架構示意圖

針對點對點的 Layer2 VPN 服務需求，IETF 發展出 Martini 的 draft-martini-l2circuit-encap-mpls、draft-martini-l2circuit-trans-mpls 的草案標準，來建立 Layer2 對點對點的 MPLS VPN 服務。這些草案標準協定支援各種型態的網路，包括 Frame Relay、ATM、PPP 及 Ethernet。目前大部分

支援 MPLS 的廠商都支援 Draft-Martini 協定，包含 Cisco、Juniper、Foundry、Extreme、Riverstone 等之知名廠商。

除傳統 ATM/Frame Relay 網路外，目前大部分企業客戶都希望將企業分散於兩地之區域網路連接，以擴大企業 VPN 網路，這就需要電信業者提供透明式區域網路服務(Transparent LAN)來支援；這樣就可將區域網路內的各種應用，佈建在企業 VPN 網路內。因此提供讓乙太網路互連的透明式區域網路服務之市場潛力應該不可小視。

然而企業用戶並不滿足點對點之網路架構。因為大都使用 VPN 的企業都有多個分公司要互相連接，使用點對點的網路架構，必須倚靠總公司的交換功能才能讓其他分公司互通，因此 TLS 必須延伸為多點互連(multipoint-to-multipoint)的網路架構，才能真正滿足企業客戶之需求。

4.2.2 多點對多點 Layer2 VPN 服務

提供多點對多點 Layer2 VPN 服務之網路，並非一件容易的事，致到目前為止多點對多點 Layer2 VPN 服務之相關標準協定都尚未敲定，但諸多設備廠商都開始研發出各種不同的解決方案。依使用之技術可分為 Layer2 POS/ATM 與 Layer2 MPLS 兩種技術。

- Layer2 POS/ATM

Layer2 POS/ATM 技術為 Foundry BigIron/NetIron 系列 L3 SW 產品發展出之一套專屬機制，其能將乙太網路之 VLAN Tag 透過 POS 介面忠實傳遞，針對 ATM 介面亦能將 VLAN ID 與 ATM PVC 相互對應，透過 ATM 虛擬電路將相同 VLAN ID 的網路串接。這種透過簡單的 VLAN 技術，可快速建構企業用戶需要之 TLS 服務，但它也有一些先天機能限制，又屬獨家專屬機制，故在此不詳加於說明，有興趣之讀者可參考 Foundry 公司網站資訊。

- Layer2 MPLS

藉由新一代 Layer2 MPLS VPN 技術來建立多點互連的 TLS 服務稱為 Virtual Private LAN Service(VPLS)，這種技術已有不同之草案標準被提出，其中以 Lasserre 的 draft-lasserre-vkompella-ppvnpn-vpls 與 Kompella 的 draft-kompella-ppvnpn-vpls 最被多家設備廠家採用，其提供多點互連之網路架構如圖 4.3 所示。

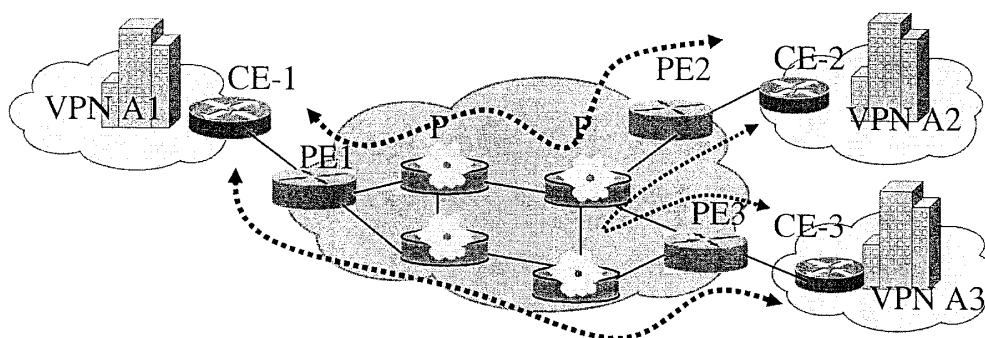


圖 4.3：Layer2 MPLS VPN 多點互連之網路架構

VPLS 的基本原理是要讓網路服務業者的 MPLS 網路設備猶如一般的 Switch/Hub，以連接客戶之不同 CE Router，並可依 MAC 位址互相交換封包。因此 PE Router 變成扮演 Transparent Bridge 的功能，而建立 VPN 互連之 LSP 就好像交換器裡面之 Virtual Interface，只要學習每個 LSP 所含的 Destination MAC 位址，便可知道封包要透過哪個 LSP 傳送到目的地。對於未知的 MAC 位址封包就以 Flooding 方式傳送給每一個 VPLS 成員；對於 Multicast 或 Broadcast 封包亦同。在建立 VPLS 服務時，每個 PE Router 之間會建立 fully-meshed 的 LDP Sessions 作為 signaling，用於建立正確的 LSP 資訊。另外針對 PE Router 與 PE Router 之間的 Tunnel Encapsulation，則採用與 Draft-Martini 一樣的封裝方式，所以 VPLS 亦可以說是 Draft-Martini 的改良版本。

Lasserre 與 Kompella 所提出的標準最主要的差別到底在哪？他們所建構的差異模式主要如下表所示：

| VPLS Implementation Model | Dscovery | Signaling |
|-------------------------------|----------|-----------|
| Draft Kompella VPLS | BGP | BGP |
| Draft Lasserre-Vkompella VPLS | None | LDP |

Lasserre 的 VPLS 的 Signaling 與 Encapsulation 等方法是採用 Martini 草案標準，用 LDP 作為 Signaling。而 Kompella 則採用 BGP 作為 Signaling，具備下列幾項優點：

- 可提供 Inter-AS 與 Inter-provider 的 VPN
- 可支援 Carrier of carrier VPN
- 可進一步擴充支援 Router Reflectors 與 Confederations
- 可允許具備自我復原功能的 Full Mesh 與 Hub&Spoke 拓樸架構，並依據延伸的 Communities 來決定 Policies
- 可依據 Communities 來選擇傳輸的 LSP

因此 Kompella 的 VPLS 標準具備較強的擴充性與政策彈性，得到 Juniper 強力的支援；但是，Lasserre VPLS 標準是根基於 Martini 標準演進，實作上較容易，同時有包括 Cisco 為首的較多廠商支援，且廠商彼此間的相容性較好，所以 Layer2 MPLS VPN 行成枝持不同標準草案的兩大陣營，各自有不同的支援廠商。

雖然 Draft-Martini 或兩種 VPLS 標準都採用 MPLS 機制，具備 Fast Reroute 功能，可讓網路變動時的收斂時間縮短至一秒內，但都還沒有支援 QoS 機制，相關的流量工程標準亦還再發展中，所以 Layer2 MPLS VPN 之成熟度還有一段路要走。

4.3 VPN 服務結語

MPLS VPN 發展至今，已有多年的歷史。早期的 Layer3 MPLS VPN 服務，

皆已趨於成熟階段，包括 Traffic Engineering、QoS 等機制亦較完整，但是該服務有其先天的功能限制及不便，可能會漸失其光芒。相對的，具備支援多重協定(Layer2/3)、VPN 路由可由客戶自行完成、降低客戶之安全顧慮及減少網路業者管理路由之複雜度等優點之 Layer2 MPLS VPN 服務，相關標準將會陸續協調制定完成，尤其在支援 QoS 機制及相關的流量工程標準的發展上將會日漸成熟，漸漸會成為符合客戶之新需求，相信在不久的將來，Layer2 MPLS VPN 服務將會成為市場上之新寵兒。

5. IPv6 之網路建置

近年來隨著網際網路之普及，網路設備及資訊終端設備大量擴增，再加上來寬頻(ADSL/Cable/Ethernet)網際網路用戶持續快速成長下，現有三十二位元IPv4位址之分配使用很可能提前用罄，這將促成IPv6世界的提早到來。至於台灣IPv6網路的推廣與建置情況如何呢?值得關注的是，在相關學者及專家的努力推動與奔走之下，行政院NICI於91年成立「IPv6推動小組」，民間單位亦於92年積極籌設「台灣IPv6聯盟」(IPv6 Forum Taiwan)積極配合政府全力推動IPv6產業，相信積極整合國內產、官、學、研各界之資源全力來發展IPv6之情況下，台灣IPv6網路很快就會在市場上呈現。

這次出國實習內容亦涵蓋IPv6網路之探討，本節以下將分別針對IPv6骨幹網路及接取技術作翻介紹。

5.1 IPv6骨幹網路

建置一個支援IPv6之骨幹網路，說真很簡單只要把「網路上之設備已經有IPv6功能啟動」即可，所以建置一個支援IPv6之骨幹網路並不複雜，複雜的是要如何依骨幹所要提供之服務，做好相對應的規劃設計；但如何建置一個有效益的IPv6骨幹網路，需要針對建置時所定目標的不同，擬定各種不同層級的技術來處理，才能達到符合實際效益之目標。

一般而論，IPv6骨幹網路技術可以分類出如表5.1中所列的各種不同層級。

表5.1

| | 一般骨幹網路 | MPLS骨幹網路 |
|----------------|------------------------|-----------------------|
| 高度佈建 (適用時機) | Dual Stack Backbone | Dual Stack Backbone |
| | 網路設備可以應付雙軌骨幹相關功能與流量需求時 | |
| 中度佈建 | IPv6專屬線路 | IPv6 PE+IPv4 P Router |

| | | |
|--------|-----------------------------------|------------------|
| (適用時機) | IPv6流量不高、不希望骨幹設備一次全部啟動IPv6功能時 | PE設備支援IPv6及MPLS時 |
| 低度佈建 | IPv6 Tunneling | IPv6 Tunneling |
| (適用時機) | IPv6流量低、需求客戶少、設備佈建點數少且無法全部支援IPv6時 | |

➤穿隧方式(IPv6 Tunneling)

這種佈建方式的缺點就是作為穿隧服務之邊緣端設備，在加解封包標頭時的轉送效率不高；但是，此種佈建方式可以保證，就算IPv6的流量可能造成擁塞甚至當機，也不會影響核心骨幹網路，而是接取端的設備被影響，但其只可以在網路低度佈建時使用，因其效率不佳。

➤專屬線路方式(IPv6專屬線路)

類似穿隧服務之佈建方式，還可考慮利用獨立線路提供IPv6的轉運平台，這也是目前國內外一些ISP所選擇的運轉方式，這種技術服務，可以及早累積商業運轉的經驗與知識，缺點卻在於必須維護一個獨立的線路與系統，且事先必須有多餘之線路可供調度使用。

➤雙軌骨幹方式(Dual Stack Backbone)

要是能順利排除設備的功能極限，全面建置Dual Stack的骨幹當然是上上之選。事實上，在IETF最早的設計中，就已經把IPv4與IPv6共存的雙軌運作模式視為未來Internet的真正運作模式。所以，只要網路設備足以應付流量需求，全面啟動IPv6服務將會是骨幹所必須面臨的選擇。事實上，雙軌的骨幹並不代表IPv4與IPv6的路由會混雜在一起。雖然二者將共享頻寬，但是就網路設備的使用來說，路由表與流量的政策可以是南轅北轍、完全不同。

➤IPv6 PE方式(IPv6 PE+IPv4 P Router)

對於已擁有之MPLS骨幹網路，只要考量末端的設備是否支援IPv6 PE的功能，就可大大方方地啟動IPv6服務。因為在啟動PE上之IPv6功能時，位於MPLS的核心P路由器，並不需要具備IPv6功能。也就是說，只要PE支援IPv6以及MBGP，就可以透過BGP的延伸格式去交換VPN中的IPv6相關路由資訊，而建立起支援IPv6 VPN的MPLS骨幹網路。

上述幾種骨幹網路規劃只能算是邁入IPv6時代的第一步，因為它只能提供一個「可以轉送IPv6封包的網路」；但是，一個完整之IPv6網路除骨幹具備轉送IPv6封包的能力外，必須同步考量末端使用者(end user)能夠直接使用之環境，即除「更換IP位址」這件事關網路骨幹外之其它網路應用，其中最重要的是讓使用者能順利從IPv4過渡到IPv6(IPv4 to IPv6 smooth migration)。

5.2 IPv6接取技術

網際網路策劃委員會(Internet Engineering Task Force ; IETF)在RFC2893中明確制定一些IPv4過渡至IPv6之方法，來讓使用者順利將網路從IPv4轉移到IPv6，這些轉移過程中之設計技術包括：

- (1)雙協定同步運作(Dual Stack)
- (2)手動讓IPv6穿過IPv4網域的穿隧(Configured tunneling)
- (3)與IPv4相容的IPv6位址(IPv4 compatible IPv6 Address)
- (4)自動讓IPv6穿過IPv4網域的穿隧(Automatic tunneling)
- (5)協定轉譯

從改革IP位址的角度來評估，設計(1)雙協定同步運作[IPv4、IPv6雙軌制]，就等於宣告IPv4將永遠存在，IPv4網路凋零之速度就可能緩慢下來，此恐不是網路維運者所樂見。而(3)與IPv4相容的IPv6位址，因為應用層面僅止於端點對端點的通訊，並不具擴充延展性(scalability)，亦難獲網路設計者

青睞。

面對未來各大型網路陸續建置出IPv6的服務，但卻尚無法以IPv6骨幹直接連接時，就需要使用(2)手動讓IPv6穿過IPv4網域的穿隧技術(如圖5.1所示)，此方式因為所有隧道都必須手動建立，因此需要大量的管理、規劃以及設計工作，再加上目前大半網路設備啟動穿隧服務時，其效能都無法如設備最大承載IPv4訊務之容量來承擔IPv6流量，當然更別提其他應用如群播(multicasting)、語音(voice)或是其他需要作精準流量控制的服務。另外，若一個大量使用穿隧技術來互連的網路，一旦面臨路由的問題，往往需要花較多的時間來偵錯及還原問題的癥結，所以此手動穿隧(Configured tunneling)亦非一種良好的轉移技術，但在IPv4轉移至IPv6之過程中，該技術確實是容易履行且花費亦較低之運作方式。

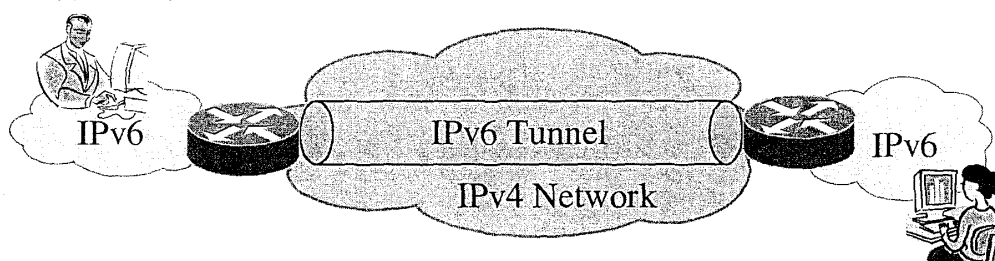


圖5.1: 手動讓IPv6穿過IPv4網域的穿隧技術

當校園或是企業真正建置IPv6環境之後，如圖5.2之IPv4-to-IPv6移轉環境隨時可見，此一環境會面臨一個問題:一旦使用者回到家中或要從外面透過ISP的撥接網路(IP不固定)，以及要從客戶網路存取公司內部資源，甚至想進一步讓公司網路使用者與外部漫遊者取得聯繫，該怎麼辦呢？答案就是移轉技術(4)讓IPv6透過IPv4網路自動穿隧服務。在這項服務之中，必須透過擁有合法IP的閘道器作窗口，統一接收穿過只有IPv4的Internet而來的穿隧連結需求，自動在閘道器路由(gateway router)與移動使用者(mobile user)之間建立連結，便可以不被使用者所在IPv4環境所限制，存取位於公司或校園中的資源。

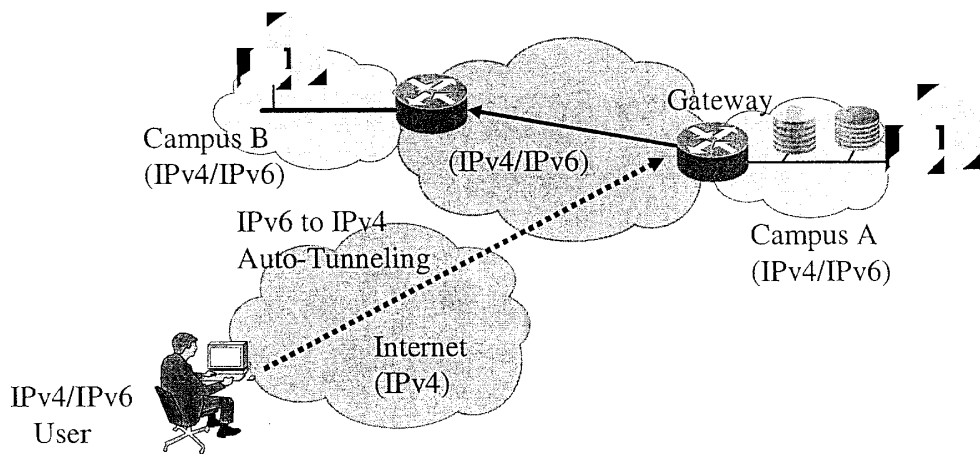


圖 5.2: IPv4-to-IPv6之移轉環境

自動穿隧的目的就是讓位於公司或校園外之使用者，能存取公司或校園內部的資源，甚至想進一步讓公司網路使用者與外部漫遊者取得聯繫，但是外部漫遊者的IP位址都非固定，加上若內部IPv6位址的資源亦非使用固定IP，那又怎麼可能從外部存取或自動與外部漫遊者取得聯繫呢？答案就是必須建立起支援IPv6位址查詢的DNS，就是所有使用者在存取網路資源或是透過網路與其他使用者互相聯繫時，都一併透過DNS提供位址即可。

但是傳統DNS(靜態IP位址更新)還不足應付之需要，必須在DNS上增加動態更新IP位址的功能，即所謂Dynamic DNS(DDNS)，此方法就是透過動態DNS的登錄，使所有使用者與伺服器都可以在上線取得IPv6位址之後，再到DNS上面登錄自己的位址以提供連結服務。由DDNS提供動態更新DNS資訊的能力，如此漫遊於外部的使用者，才能在遊走於不同外部網路時，仍舊透過單一窗口—DNS name/IP address mapping來提供前後一致的聯絡方式。

介紹至此一個真正支援IPv6的網路大致抵定，至於技術(5)協定轉譯的功能為何？在ITF最早的設計中，為預防尚有無法支援IPv6的節點繼續留在網路中使用，卻無法提供服務給新的、僅能支援IPv6的設備，因此設計協定間的轉換機制(NAT-PT)。基本上，NAT-PT伺服器在自身存放跨協定連

結IPv4及IPv6雙方之對應，這包含IPv6/v4位址以及所使用通訊號碼。連結後所有後續資料傳遞，都利用NAT-PT伺服閘道作為封包轉換的動作，完成所有資料的傳遞。所以，使用NAT-PT伺服閘道的雙方，基本上不知道連結的對方與自己實際使用的協定並不相同，所有動作都以透通的(transparent)方式進行，此運作方式如圖5.3所示。

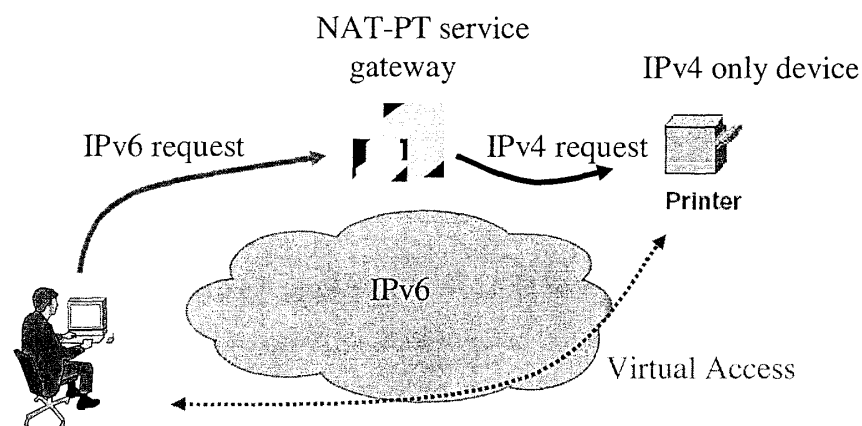


圖5.3: 協定轉譯的運作方式

5.3 IPv6結語

雖然美國是網際網路的發源地，掌握了IPv4位址絕大部分的資源，但是從2002年起北美的骨幹業者也陸續有相當大的動作，展現出對IPv6的企圖心。而亞洲國家由於人口眾多，掌握IPv4位址的資源卻是相對最不足。因此，亞洲國家科技較發達的日、韓及人口眾多的中國大陸早自2001年起就如此倚重及期待IPv6之發展。台灣的IPv6發展，在起跑點上已落後日、韓及中國大陸甚多，所以政府及產業界當思，人口最多、市場也最大的中國大陸，將是IPv6未來最迫切需求與最有發展的地方。日、韓等國早已虎視眈眈，積極覬覦中國大陸IPv6這塊市場；台灣值此科技轉型之時，更當好好把握我國多年來在IT產業所打下的基礎，繼續發揮以往對產業脈動掌握的高度洞察力與機動性，及早為迎接下一波網際網路產業競爭建立穩固之基礎，才能立於不敗之地，創造另一新的契機。

6. 實習心得與建議

- 都會區乙太網路之相關技術皆在持續演進中，故在設計一個都會區乙太網路控制架構時，電信服務業者最重要的目標是維持最高度彈性。都會區乙太網路系統的選擇必須同時考量到可提供的服務，以及傳遞這些服務的傳輸技術，如 SDH/ATM、Gigabit/FastEthernet 乙太網路。有了這些認知，並考量可提供最大彈性支援各種架構組合的網路元件，就可真正架設都會區乙太網路存取服務。
- 早期的 Layer3 MPLS VPN 服務，皆已趨於成熟階段，包括 Traffic Engineering、QoS 等機制亦較完整，但是該服務有其先天的功能限制及不便，可能會漸失其光芒。相對的，具備支援多重協定(Layer2/3)、VPN 路由可由客戶自行完成、降低客戶之安全顧慮及減少網路業者管理路由之複雜度等優點之 Layer2 MPLS VPN 服務，相關標準將會陸續協調制定完成，尤其在支援 QoS 機制及相關的流量工程標準的發展上將會日漸成熟，漸漸會成為符合客戶之新需求，相信在不久的將來，Layer2 MPLS VPN 服務將會成為市場上之新寵兒。
- 台灣的 IPv6 發展，在起跑點上已落後日、韓及中國大陸甚多，所以政府及產業界當思，人口最多、市場也最大的中國大陸，將是 IPv6 未來最迫切需求與最有發展的地方。日、韓等國早已虎視眈眈，積極覬覦中國大陸 IPv6 這塊市場；台灣值此科技轉型之時，更當好好把握我國多年來在 IT 產業所打下的基礎，繼續發揮以往對產業脈動掌握的高度洞察力與機動性，及早為迎接下一波網際網路產業競爭，才能創造另一新的契機。而身為電信網路服務業者的本公司亦應及早規劃設計，順利將本公司寬頻 IP 網路由 IPv4 轉移 IPv6，以利本公司各階段 IP 網路發展策略之順利推動。