

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

「國家實驗網路 GigaPop 維運計畫（總計畫）」

計畫編號：NSC9

執行期限：91 年 1 月 1 日至 91 年 12 月 31 日

主持人：鄧啟福教授 交通大學

計畫參與人員：許正餘博士 國家高速電腦中心

一、中文摘要

「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。

本計畫係由清華大學、成功大學、中正大學、台灣大學、中央大學、交通大學、中興大學、中山大學、東華大學及國家高速電腦中心等 GigaPop 及維運中心統整之維運計畫，維運已經完成的各個 GigaPop 連接點及相關設施，以更好的連線品質，協助進行國家型計畫相關之測試實驗，並推動相關之校際合作計畫進行。

二、緣由與目的

「電信國家型科技計畫」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，並且鼓勵國內學研各界開發新的網際網路技術，提昇國內網路技術的發展，開發具有前瞻性的網路應用，進而掌握網路關鍵技術，以期提高整體國家競爭力。

89 年度於國家實驗網路上有六大技術分組的實驗計劃在進行，分別為：

(1) Web-based circuit provisioning

(2) Traffic management, measurement, analysis & reporting

(3) Routing registry, proxy hierarchy & maintenance

(4) QoS, DiffServ & IPv6

(5) Multicast, video conferencing & showcase

(6) Policy, planning & budget allocation

以上六大研究主題都在 NBEN 的當年度展示中有相當的成果，讓學研各界能夠參與先進的研究活動，進而邁向國際合作，以奠定網路技術上的基礎。為延續 89 年度之研究成果，於「建設管理委員會規劃小組會議第七次會議」中決議第二階段之研究計畫應將全面建置於實驗網路上，以實現研究之相關成果，並以漸進方式推展於實驗網路/NBEN、研究網路/TANet2 及學術網路/TANet。為此，於「建設管理委員會規劃小組會議第八次會議」中決議將 89 年度之六大研究計畫整合為 90 年度四項研究群體計畫，分別由參與之研究學校群領導

1. 在 NBEN 以政策為基礎的不同傳輸服務等級 (QoS) 服務之提供與管理 (Policy-based QoS Service Provisioning and Management in NBEN)：執行單位為台大、中正。本

計畫目標是在實驗網路上提供 Policy-based QoS Services。此項服務包含服務管理 (QoS management, defining NBEN service policies)、服務運作下之 NBEN 資源共享的效能評估以及 NBEN 資源管理上的相關議題之研討。相關所需之 QoS routers 以及 QoS management 系統乃延續去年研究計畫的開發成果。本年度主要目標是服務的提供與管理。

2. 視訊會議自動化管理暨服務系統之建置計畫 (Design and Implementation of automatic management system for VC on NBEN)：執行單位為中山、台大、交大、中正、成大。本計畫之目的為因應未來寬頻視訊會議時代來臨及加強 NBEN 服務及應用，希望將 NBEN 上於去年度已建置完成的 H.323 視訊會議系統做自動化之安排與管理使 H.323 視訊會議真正成為 NBEN 上的常態性服務，並朝管理容易化、品質穩定化、頻寬使用效率化的方向發展，提供使用者自動化之管理與服務，讓 H.323 多點視訊會議系統的建立可以更簡便。未來計畫將 NBEN 視訊會議研究成果與經驗推廣至學術/研究網路 (TANet/ TANet2)，將視訊會議應用於學術活動中。

3. 下一代 IPv6 網路之建置(The Design and Implementation of a Native IPv6 Network)：執行單位為東華、中正、清大。本計畫之目的是要建置出一套 IPv6 環境下的實際運作環境，結合實作與研究，提供一系列完整的新一代網際網路 IPv6 環境解決方案。藉由本計畫之完成，冀望能使我國建立下一代網際網路通訊協定的基礎網路，也為我國培養下一代通訊網

路技術人才、厚植我國電信基礎建設之實力。將下一代網際網路技術 IPv6 真正在國內推廣起來，解決目前 IP 位址不足的困境，及早因應因下一代 3G 無線通訊、網路家電新時代的到來所造成之大量 IP 位址需求。引導台灣科技島成為走向下一世代網路環境的先趨。

4. 國家實驗網路之整合性網路管理系統 (An Integrated Network Management System for National Broadband Experimental Networks)：執行單位為中央、成大。本計畫將在 NBEN 網路上進行兩項有關網路管理與量測報告之研究與建置。其一為應用多重代理人 (multiple agent) 以及移動式代理人 (mobile agent) 之技術，建立一以多重以動式代理人技術之 NBEN 整合性網路管理系統，以提供分散且智慧型的網路管理服務。其二為架設一 Web-based 網路監控站，配合寬頻網路監測技術，建置一個網路流量資訊之蒐集、分析、報告系統，以利網路管理人員能夠正確且迅速的判讀目前網路之各項狀況。

為使各項計畫實驗測試順利進行，本計畫主要負責推動、協調與督導項下子計畫之進行，計畫主要目的為：

1. 提供國家型計畫相關之 NBEN 試驗更優質的實驗網路環境
2. 推動 IPv6 及先進網路之應用與實驗
3. 經由骨幹網路串接 13 所國立大學及相關研究單位
4. 建置地區性之高速寬頻網路，以妥善利用國家現有之網路資源
5. 規劃整合 TANet2/NBEN 之網

路環境整合

三、達成之計畫成果

本計畫係主要負責推動、協調與督導並管考項下十個 GigaPop 維運計畫之進行，定期召開跨子計畫協調會議，了解各子計畫執行進度及遭遇困難，定期查驗。

1. 召開 NBEN 相關會議(維運會議、建設管理委員會、規劃小組會議)，加強協調並管考各 GigaPop 之維運能力，以加強排除障礙的能力，縮短異常狀態的時間，維持 NBEN 正常運作，獲致更穩定的 GigaPop 連接的研究及發展環境。

● 建設管理委員會會議

91.4.3 國家實驗網路建設管理委員會第十一次會議

91.6.3 國家實驗網路建設管理委員會第十二次會議

九十一年上半年度共召開兩次建設管理委員會會議，達成的決議與共識有：

- (1) 於「NBEN 新骨幹架構工作小組」中，將對線路以及對設備的需求分別擬定。
- (2) NBEN 下階段之 GigaPoP 設立數量，基本原則為有提出研究計畫的才設立。相關之評量細節由國家高速電腦中心負責擬定。
- (3) 就 Video Conference, IPv6, QoS, Intelligent Network Management System, e-Earthquake, Tele-Medic Data Center 等幾個方向進行 call for proposal。
- (4) 本年度四個進行中的研究計畫，由國家高速電腦中心負責要求各校轉移其研發成果至 NBEN 網路運作上實際應用，以其成效決定下年度是否應予延

續。

- (5) 在 NBEN 新骨幹架構規劃及評選程序方面，決議刪除板橋電信訓練所，新增台北科技大樓(教育部電算中心)，並諮詢中興大學意願，至下次會議再決議是否繼續設立 PoP。此外，新骨幹需求規格應更明確，以依時間表進行。

- (6) 在研究計畫審查方面，除 QoS 計畫經費刪除二分之一外，其他各項計畫經費刪除三分之一，請各申請單位斟酌調整。若是延續計畫，需就執行成效提出成果報告。此外，亦希望健全審查機制，強調研究計畫結束前技術都能轉移至國高，使計畫都能實際應用。

● 建設管理委員會規劃小組會議

91.3.15 國家實驗網路建設管理委員會規劃小組第十三次會議

91.5.7 國家實驗網路建設管理委員會規劃小組第十四次會議

91.9.27 國家實驗網路建設管理委員會規劃小組第十五次會議

91.11.13 國家實驗網路建設管理委員會規劃小組第十六次會議

九十一年度共召開四次規劃小組會議，達成的決議與共識有：

- (1) NBEN 網管系統整合進度應持續追蹤。請高速電腦中心安排於下次會議展示該系統。
- (2) 下次會議將安排請中華電信研究所來報告 IPv6 address assignment policy。
- (3) 現階段研究計畫將執行至七月底結束，應開始規劃下階段幾個 call for proposal 的整合式主題。
- (4) 關於 NBEN 新架構的規劃，請高

- 速電腦中心張永課組長召開 task force 會議，邀請 GigaPOP 相關人員、教育部電算中心、蔡志宏教授、HiNet、TL 等單位，明確訂出設備規格、預算需求、轉換時程等詳細規劃。
- (5) 新骨幹規劃時，應注意下半年採購設備的進度掌控。
 - (6) 電信總局公聽會提到實驗網路核准事項，相關條文尚未定案，但應注意目前規劃是否和管理辦法有所出入。
 - (7) 本年度有七個建置計畫，應鼓勵以實作為主，並避免與國科會其他計畫重複。
 - (8) 進行 NBEN 新骨幹架構測試時，各測試項目應確定測試設備的 access、規範與架構等考量，並確實掌握執行進度。
 - (9) 決議由國高成立正式的委員會，邀請合適的專家學者，制定新骨幹架構所需的規格，並擬出明確的規格文件。
 - (10) 「九十一年電信國家型科技計畫評鑑」將於 10 月 13 日舉行，由國家高速電腦中心、中華電信研究所以及 90 年度各研究計畫主持人於國高進行 NBEN 計畫成果簡報及系統展示。
 - (11) NBEN 於 TANet2002 研討會中，發表各個研究計劃的實驗成果並作實際系統的展示。
 - (12) 91 年底前將再進行一次 NBEN 相關計畫書之公開徵求。
 - (13) 為了提高維運品質，做到責任分工，建議清楚釐清骨幹維運與 GigaPoP 負責之工作範圍，骨幹之維運工作由國高負責，各 GigaPoP 負責參與實驗計畫的接取端連線工作。
 - (14) 建議 VoIP, IPv6, Video Conferencing, Tele-Medical, Security, WLAN 等數個研究群，提出各研究主題利用 NBEN 的各項軟硬體建置需求，由國高評估後加入九十二年實驗環境建置需求的規格。
 - (15) 九十二年新骨幹架構的 GigaPoP 數目建議縮減，但原 ATM 骨幹架構若中華電信繼續支援之下，則仍維持不變，以能支援各研究計畫連線使用的需求。
 - (16) NBEN 上相關研究計畫將移至學門科專來支援。
 - (17) 九十二年將不補助各校 100 萬的 GigaPoP 維運計畫費用，維運費用將由各研究計畫向學門科專提出計畫申請時一併提出需求，由學門科專取得經費支援。
 - (18) 各研究計畫在實驗前，應提出實驗計畫及需求，並由國高提出可配合方案，來進行實驗的運作。
 - (19) 骨幹升級 GE 與 Dark Fibre 部分，將以研究計畫之需求為建置依據，若無特殊 GE 與 Dark Fibre 之實驗需求，則不需建置。
 - (20) 中華電信研究所承諾繼續支援 NBEN ATM 現有骨幹，並且將解決 ATM 頻寬限制問題。
 - (21) 關於進行 War Zone 實驗會引起的干擾問題，頻寬切割的準度問題及 VLAN 的相互影響問題，請中華電信研究所帶回處理。

2. 有效推廣國家實驗網路平台，提供並協助更多校內所系研究單位方便穩定的國家實驗網路(NBEN)連接環境，以利相關電信國家型計畫的發展與進行。

另繼於九十年下半年完成「國家實驗網路」骨幹網路架構升級之初步規劃，由國家高速電腦中心統籌召集，成立骨幹規劃工作小組，並進行網管系統整合、加強「國家實驗網路」網路維運中心之運作機制、下一代網際網路協定 IPv6 的實驗環境建置以及進行「國家實驗網路前瞻技術發展計畫」之規劃後，九十一年度的工作重點包括：

- 「國家實驗網路」新骨幹建置計畫之規劃；

本年度起，國家實驗網路將開始付費租用電路提供服務，同時為提供先進之網路實驗環境，經「國家實驗網路新骨幹架構工作小組」多次會議討論，擬定骨幹升級計畫，預計將各 GigaPoP 骨幹設備自現有之 ATM 介面升級至 GigaPoP Ethernet 介面。每一 GigaPoP 使用兩對光纖接入電信業者所提供之骨幹線路，可由各 GigaPoP 視需要設定作為雙線路備援，或啟動埠頻寬整合(Port Aggregation)功能合併其頻寬，或保留其中一條作為視訊會議、網路電話、signaling 等 mission critical 功能使用。新骨幹擬設立教育部電算中心、國家高速電腦中心、台灣大學、中央大學、清華大學、交通大學、中興大學、中正大學、成功大學、中山大學、東華大學以及中華電信研究所等十二個 GigaPoP，並以付費方式租用線路進行支援電信國家型計畫之各項先導性實驗。經七次會議後，目前預計再召開三次會議，擬定 NBEN 支援各研究群所需之網路需求，以及各項設備及線路之效能需

求。後依據國家實驗網路建設管理委員會規劃小組第十六次會議決議，骨幹升級 GE 與 Dark Fibre 部分，將以研究計畫之需求為建置依據，若無特殊 GE 與 Dark Fibre 之實驗需求，則不需建置。

- 持續加強「國家實驗網路」網路維運中心之運作機制；

為有效監視各個 GigaPOP 之間的連線狀況，利用設置於各個 GigaPOP 的網管主機進行任意兩點間的連線狀態測試，並以網頁方式呈現，管理者或使用者可透過網路瀏覽器，快速而明確的瞭解各個 GigaPOP 之間的網路連線情形，進而在問題發生時，迅速的反應出問題所在範圍，並進行處理。此系統運行一段時間後，已經看出明顯成效，在網路斷線時，可馬上瞭解斷線情形，省卻許多測試的步驟，加快障礙處理的時程。

- 「國家實驗網路」前瞻技術建置計畫之規劃；

依據「國家實驗網路」第二次規劃小組之規劃，將於「國家實驗網路建設管理委員會」下設置「國家實驗網路維運中心」，由國家高速電腦中心統籌規劃建置與管理；同時為加強對「國家實驗網路」維運中心之相關技術支援，於是以計畫方式委由各 GigaPOP 組成技術支援分組，執行相關技術之計畫。「國家實驗網路」於民國九十一年擬規劃七個技術主題分別為：

- (1) 支援下一代網際網路協定 (IPv6) 之佈建；

隨著網際網路的日益發展，網路的位址不足、網路頻寬不夠以及網路安全等問題也就越來越重要。目前

在 IPv4 網際網路協定的環境下，已發展出網路位址轉換 (NAT) 的機制來解決網路位址不足的情形，但考量使用者對網路服務品質以及安全的需求，目前各國均積極研發下一代網際網路通訊協定 (IPv6) 以解決現今網路上的問題。IPv6 網路建置子計劃之目的，便是要建置出一套 IPv6 環境下的實際運作環境，結合實作與研究，提供一系列完整的新一代網際網路 IPv6 環境解決方案 (Embedded IPv6 Operating System & Security、NAPT-PT、VoIPv6、Mobile IPv6 with RSVP、IPv6 Multihoming)。NBEN 自從 2000 年建立 IPv6 環境以來，就成為一個北起台灣大學，南至中山大學，東達東華大學，西部串連西岸中央、清華、交大、中興、中正、成大等校之長距離 native IPv6 實驗平台。除支援國科會各學門之 IPv6 研究計畫外，並支援行政院 NICI IPv6 研究發展分組相關研究所需平台。其具體成果，請參考 NICI IPv6 研究發展分組 2002 年 7 月赴韓國參加 IPv6 Summit 所發表之「IPv6 in National Broadband Experimental Network of Taiwan」。

(2) 設計下一代網路路由器計畫 (IPv6 QoS Router)；

著眼於考慮未來對於網際網路的需求，並以 IPv6 通訊協定為基礎，規畫架設 IPv6 原生(native)網路環境，並以 Linux 系統作為實驗平台，進行具服務品質的下一代網路路由器設計。以設計路由器中的分類器及排程器為主，以 IPv6 表頭中的 source address 及 flow label 為

flow 分類的主要依據，以階層式頻寬管理為排程策略。在本年度的國家實驗網路計畫中，除支援中正大學、台灣大學之 QoS 研究群自製 QoS router 之研究計畫外，並擬於骨幹設備上提供具備 MPLS/VPN 功能之路由器，以動態設定滿足各研究計畫所需之環境。

(3) 支援 NBEN 整合式網管系統研發計畫 (Integrated NMS)；

傳統的主從式網管系統，主要是在區域網路 (LAN) 上被發展出來，在應用到廣域網路 (WAN) 上時，就產生了許多問題。特別是因為 SNMP 採用 UDP 協定傳送資料，因為在長距離的網路傳送中易因網路壅塞而造成資訊遺失。移動式代理人網管系統，由於可以在近距離進行資料收集，相較之下不僅大幅減少整體網管訊務的流量，同時也不會有長距離傳送的封包遺失問題，在資料完整性上有極大的改善，是適合廣域網路採用的網管模式。本計畫去年已建立具備移動式代理人 (Mobile Agent) 機制之網管系統，今年度並將增加故障管理 (Fault Management)、允入控制 (Call Admission Control)、入侵偵測 (Intrusion Detection)、IPv6 網路監測等各項機制，並整合建構 NBEN 上之多重網路監控和安全監測之環境，一方面訓練國內網管系統整合之人才，同時做為資訊網路安全研究之基礎。

(4) 支援建置骨幹視訊會議系統；

近年來由於寬頻網際網路的建置，使得視訊的技術已普遍被使用者接受，視訊的應用將會是新世代網路最被廣泛使用的網路服務。除

了承續前一年度計畫之研究成果，並持續的進行「流量即時監測」與「可彈性多元自動化視訊會議組態設定與應用」的開發，讓自動化視訊會議管理暨服務系統能提供更完整的服務與貼近使用者需求。本計畫提出一個寬頻網路視訊會議及影音系統整合應用專案，擬在 NBEN 上建置一個整合同步及非同步視訊且具有彈性的視訊網路服務架構、開發可讓各校自行登錄研討會資訊的機制，並建立自動化的管理系統。此外，本計畫將朝著支援 IPv6 及 QoS 的方向進行，以提供多元及服務品質保證的視訊會議環境。

(5) 建構具有抗災難之備援網路與資料保險箱 (E-Disaster) ；

擬以 Network-level 與 Device-level 的 HA(High Availability)架構為基礎，建立安全與可靠的異地備份架構，以服務學術界保護重要的研究資料。在 Network-level 上，將建置一個具有備援兼具負載平衡之備援網路系統。在 Device-level 上，透過具全域伺服器負載平衡 (GSLB) 之名稱伺服器 (DNS)，將客戶引導至最佳回應時間的網站。在異地資料備份上則提出 IP-based SAN(Storage Area Networking) 架構，配合憑證機構 (Certification Authority) 對教授們所發放的電子憑證，利用最新加密技術與電子信封技術以達到資料在異地中之安全性、完整性與不可否認性。希望藉由本計畫，使國內教授均能擁有一個電子銀行之保險箱，透過 NBEN 分置保存珍貴之資料。

(6) 建構遠距醫療中心 (Tele-medical

Data Center) ；

隨著寬頻網路使用環境日益普及，以及諸如醫療影像資訊數位化、遠距醫療視訊、資料中心、CDN (Content Delivery Network, 派送網路) 等各種技術，越來越成熟，國內基層醫療院所也可以負擔各種寬頻上網費用。另一方面，中華電信今年起完全開放寬頻實驗限制，國家實驗網路可以與其它網路銜接，進行更廣泛的測試寬頻網路應用。本計劃主要以建構維運醫療用寬頻網路平台為目標，提供醫界醫療相關局部性、先導性、可行性寬頻測試環境。

(7) 設置多種類計算資源共享實驗平台 (Grid Computing) ；

格網計算 (Grid Computing) 為近年逐漸成型之高速計算尖端研究發展領域，目的在整合分散各地獨立作業之大量研究與計算資源，提供將各方閒置資源作一有效運用的機制。本計畫為迎合此一計算時代潮流，初期將以 test-bed 之架設作為切入點。其目的的一方面是希望提供格網技術使用與發展的實驗平台，使用者經由 Grid Middleware 的 service 得以 access 實驗平台上任一資源執行各自的工作。本計劃之目的，即是希望建置通用性實驗格網計算平台。經由各單位之合作，一擁有多重種類計算資源之虛擬機構將於焉成形。各種不同的科學研究領域的計算需求，亦將提供計算樣本，以發現各類應用的特性。此一平台並作為 middleware 發展之第一步。同時藉由此一計畫提升國內對格網計算的認知與參與之熱忱。

- 「國家實驗網路」前瞻技術發展計畫之進行。

「國家實驗網路」前瞻技術發展計畫之規劃中，包含三個子計畫，分別為：(1)國家實驗網路上 IPv6 核心網路之 GPRS+WLAN 無線應用服務整合計畫；(2)國家實驗網路 IPv4/IPv6 無線區域網路及其應用測試計畫；(3) DWDM 測試計畫。

其中 GPRS+WLAN 為 NTP 計畫，其內容無法提供給 NBEN。因此以下僅對於 IPv4/IPv6 無線區域網路及其應用測試計畫及 DWDM 測試計畫作說明。

(1) 國家實驗網路 IPv4/IPv6 無線區域網路及其應用測試計畫

建置 NBEN GigaPoP 校園實驗 IPv4/ IPv6 WLAN 無線上網環境，並提供跨校漫遊功能之測試環境並進行整合應用測試。預計完成之工作項目有：

- i. 確定 WLAN 系統規格及架構；
 - ii. WLAN IPv6 協定功能測試；
 - iii. WLAN QoS 技術測試；
 - iv. 帳號/用主管理及漫遊功能測試；
 - v. WLAN 多媒體影音技術測試（含跨校）；
 - vi. 跨校整合測試。
- 達成之具體成果為：
- i. 完成跨校漫遊之 WLAN 規格；
 - ii. 各項 WLAN 協定及應用測試報告；
 - iii. 完成可跨校漫遊 WLAN 測試環境之初步雛形。

除此之外，並將計畫成果與經驗分享給予各校，提供無線網路建置的

參考。

(2) DWDM 測試計畫

本計畫以中華電信研究所(或固網業者)提供之 Dark Fiber 與 DWDM 試用服務，搭配進行台北到新竹之間網路主節點間的 GE 連線測試。測試項目包括：

- i. 穩定性(Reliability)測試及多路由備援能力評估；
- ii. 效能(Performance)測試，含長時間監測下之 Packet loss ratio 與 Round trip delay；
- iii. 網路安全測試，測試 Gigabit Ethernet 連接設備與 DWDM 骨幹設備於病毒(例如 CodeRed 或 Nimda)攻擊網路或經由網路攻擊宗端節點時，設備承受度與警及應變處理之彈性評估；
- iv. 管理度測試評估，測試長距離 Gigabit Ethernet 混合 DWDM 骨幹之設備與交通量管理網管資訊回傳時間與內容之準確性。

四、未來展望

為使網路資源更為有效運用，NBEN 將規劃轉型以計畫需求為導向運作，並加強維運管理機制之重新建立，以確立核心工作項目，以達以下目的：

1. 建立標準作業程序 (SOP)，以利維運管理及傳承建置大型網路的經驗
2. 建立 NOC 與 GigaPoP 間，工作與權責之劃分
3. 建立預約實驗資源的制度，以達資源之有效利用
4. 累積使用記錄以了解需求現況，作為分析規劃未來發展方向

此外將進行成果推廣與技術移轉，將

過去 NBEN 相關之建置計畫成果技術移轉導入至其他網路，以促進跨網路之合作，並藉由互動合作發揮各自效能，使資源有效被利用，更進一步建構出更良善的學術界網路環境。

五、參考文獻

- [1] 電信國家型科技計畫國家實驗網路組半年報告（90年1~7月）
- [2] 電信國家型科技計畫國家實驗網路組半年報告（90年8~12月）
- [3] 國家寬頻實驗網路：
<http://www.nben.net.tw/>
- [4] 電信國家型科技計畫：
<http://www.ntpo.nsc.gov.tw/>
- [5] 國家實驗網路分組綜合報告 91.1.1 ~ 91.7.31
- [6] 趙涵捷，國立東華大學，國家實驗網路應用環境前置規劃計畫—下一代 IPv6 網路之建置
- [7] 趙涵捷、黃清揚，國立東華大學、黃能富，國立清華大學，黃仁竑，國立中正大學，新一代網際網路通訊協定之推展與建置