

出國報告（出國類別：考察）

先進國家建置虛擬基準站即時動態定位 系統軟硬體設備研發及營運現況

服務機關：內政部土地測量局

姓名職稱：王技正敏雄

派赴國家：德國

出國期間：95年5月29日至95年6月7日

報告日期：95年8月31日

目 次

摘 要	1
壹、目的	2
一、計畫緣起	2
二、考察主題	4
(一) 先進國家即時動態定位系統建置與營運現況	4
(二) VBS-RTK 即時動態定位技術之發展趨勢與實務應用	6
(三) 德國SAPOS [®] 衛星定位服務系統之建構與營運機制	8
貳、考察過程	9
一、參訪單位	10
(一) GPSNet 全球使用者論談會議	10
(二) Trimble 公司基礎建設及軟體研發部門	11
(三) 德國巴伐利亞聯邦州土地測量局 (LVG-BY)	12
(四) 德國大地研究中心 (GFZ)	12
二、參訪過程	12
(一) 參加 GPSNet 全球使用者論談會議	12
(二) 與 Trimble-TerraSat 面對面交流 GPSNet 操作技術與實務經驗	18
(三) 德國SAPOS [®] 定位系統之規劃與建置	19
(四) 德國SAPOS [®] 定位系統之定位服務與資料供應	20
(五) 德國SAPOS [®] 定位系統之資料標準化與營運品質管理	22
(六) 巴伐利亞聯邦州SAPOS [®] 定位系統之營運現況	25
(七) 德國SAPOS [®] 定位系統與各類測繪科技研發與整合概況	32
參、心得與建議	33
一、參訪心得	33
(一) 網路 RTK 是即時動態定位的潮流趨勢	33
(二) 國內 e-GPS 定位系統規劃及設計架構已達世界級水準	33

(三) 國內 e-GPS 定位系統環境尚有改善空間	36
二、綜合建議	37
(一) 加速達成國內 e-GPS 定位系統營運目標	37
(二) 設立國家級專責機構	37
(三) 強化產官學界合作機制	38
附錄：參訪照片集錦	39

摘 要

由於網際網路及無線數據通訊傳輸技術蓬勃發展，GPS 即時動態定位（RTK）儼然已成為國際測繪及定位技術之主流，特別是結合 GPS 衛星定位基準網及虛擬基準站（Virtual Base Station，VBS）的網路化即時動態定位（Network RTK）技術，更是現今世界各先進國家積極建置之即時性動態定位系統。內政部土地測量局（以下簡稱本局）自 93 年度起規劃建置全國性 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統，藉由每天 24 小時連續接收 GPS 衛星觀測資料，除可協助訂定國家級測量基準、維護國家坐標系統及地球科學領域研究外，另採用多個基準站聯合計算區域性改正參數（Area Correction Parameters，ACP），亦可達到提升 RTK 定位精度與可靠度及大幅延展 RTK 有效作業範圍之目的，提供各項測繪技術研發、圖資成果整合及民生需求等多目標增值應用。

針對本局規劃建立全國性 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統後續所提供之即時動態定位服務及後處理衛星觀測資料供應等營運機制，在即時動態定位系統之建置、整合與營運及整體規劃與實務運作上之豐富經驗，與各國使用者充份交換實務運作經驗，吸收世界各國建置、應用及營運現況，俾做為研擬各項測繪作業規範及標準作業程序（SOP）之參考依據及本局後續推動全國性 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統各項營運與應用服務之參考。

壹、目的

一、計畫緣起

自從美國國防部在 1978 年 2 月將第 1 顆 GPS 衛星送進太空軌道後，GPS 已成為全球性導航定位及衛星測量領域之代名詞，隨著電信與資訊科技的快速發展，尤其是網際網路與無線數據通訊技術的興起，GPS 在測量定位的應用，已由長時間靜態觀測演進為即時動態定位。傳統單主站即時動態定位技術（Single-Based RTK）由於受到各種系統誤差的影響，誤差的空間相關性降低，使得移動站只能在主站附近數公里範圍內進行 RTK 定位，方能達到公分級之定位精度，因此若能正確地掌握系統誤差，便可以有效地延展 RTK 即時動態定位的有效作業距離。網路化 RTK 利用區域內多個固定的衛星定位基準站連續觀測資料，經過估算正確的整數週波未定值後，即可準確地估計該區域內的系統誤差影響量，從而建立系統誤差模式，提供高精度、高可靠度及更具效率的即時動態定位服務使用。

臺灣地區因位於處中低緯度且地形高差起伏變化較大，不僅 GPS 衛星訊號受電離層、對流層誤差影響遠較全球其他國家明顯，另因地殼活動相當頻繁，坐標系統維護工作甚為不易，為達到有效運用本定位系統辦理各級測量標測設及管理維護工作之目標，本局目前除已透過於全國各地所建置之 GPS 衛星定位基準站全天候 24 小時連續觀測資料，配合臺灣地區具備優質且成熟的寬頻化與行動化之電信基礎建設的有利條件及國際測繪科技潮流趨勢，於 92 年度委託財團法人成大研究發展基金會研究辦理先期規劃工作，完成採用虛擬基準站即時動態定位技術（VBS-RTK）之可行性評估及系統規劃設計後，賡續於 93 年度起籌建「全國性 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統」，目前臺灣本島地區已有超過 50 個基準站順利連線運作，而且在任何時刻、任何地點只要同時接收 5 顆以上 GPS 衛星訊號，透過 GSM/GPRS 無線數據傳輸技術，都可獲得公分級的即時動態定位成果，這也宣告國內衛星定位及相關測繪技術邁入 e 化及行動化的嶄新時代。

另本局全國性 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統係採用美國

Trimble Navigation Limited 公司所研發之 GPSNet 定位系統軟體，基於建立後續營運機制包括基本的使用者權限管理、資料分流管理及系統組成架構、管理機制及資料供應、查詢、儲管等事項，及本定位系統北、南 2 處研發應用中心間之資料流通、技術研發與推廣應用需求層面等需求，本局亦規劃於 95 年度研發 e-GPS 即時動態定位系統入口網站管理系統，以透過網際網路登錄窗口，提供一般民眾上網瀏覽相關資訊或經授權的使用者進行 VBS-RTK 即時性動態定位及衛星觀測資料查詢、申請、下載等服務，以達提升本局全國性 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統系統運作與資安管理效能。

針對以上系統整體規劃、設計及建立系統爾後定位服務及資料供應等營運機制需要，本次出國考察計畫除希望透過參加 GPSNet 定位系統軟體廠商於德國慕尼黑召開之全球使用者論談會議及考察德國東南部巴伐利亞聯邦州測量局（Landesamt Für Vermessung und Geoinformation，LVG-BY）與德國大地研中心（Geo Forschungs Zentrum，GFZ），直接參與國際測繪技術交流，並吸收各先進國家即時定位系統規劃與營運操作之實務經驗，以做為本局後續各項子系統或功能模組之營運規劃及推動參考。

二、考察主題

(一) 先進國家即時動態定位系統建置與營運現況：

網路化 RTK 即時動態定位既已成為國際測繪科技之主流，其在系統實際運作上，首先當然需要依據系統之定位服務範圍，配合高效率的網際網路數據傳輸線路，建置一個完整且均勻分布的衛星定位基準網，用以直接蒐集衛星觀測資料，並即時傳輸至控制及計算中心，自動處理產生定位誤差解算及產生虛擬觀測資料，提供移動站接收儀進行 VBS-RTK 即時動態定位計算，目前各國在整體衛星定位基準網的規劃、設置及建置方式均大同小異，其基本的勘選及建置條件係依據基準站的間距、分布、透空環境、地質穩定性、網路數據傳輸效能及用地取得等因素決定之。

在網路化 RTK 即時動態定位系統軟體部分，目前國際上除 Trimble 公司研發之 GPSNet 定位系統軟體外，尚有德國 Geo++公司研發的 GNSMART、Lieca 公司研發的 Spider 軟體及 Topcon 公司研發的 TopNet 軟體，其中據 Trimble 公司官方網站所發布的系統建置資訊，目前國際上計有 10 個國家、33 個系統基準網採用該公司研發之 GPSNet 定位系統軟體，且據統計各國自 1999 年起所建置的基準站總數已超過 1,760 處（詳如附表 1），以上數據尚不包括目前仍處於系統建置及測試中的系統，例如在歐洲的西班牙、葡萄牙、義大利、塞爾維亞及在亞洲的中國大陸（上海、東莞、成都、天津、武漢）、新加坡、韓國及國內所建置之定位系統。另在資料傳輸部分，各國仍以配合網路相關數據傳輸基礎建設，採用實體線路的 DSL、ADSL 或採用無線數據傳輸技術的 GSM 通訊系統或衛星通訊連結的 VSAT 系統等，至目前各國的營運現況部分，除上述所列國家仍屬測試或學術性系統外，據瞭解大多數歐美國家的即時動態定位系統，均已達到商業化營運階段。

表 1 世界各國採用 GPSNet 建置即時動態定位系統一覽表

國 家	建 置 組 織	起始年份	基準站數
澳大利亞	Energieversorgung Niederösterreich	2004	14
澳大利亞	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen	2002	36
澳大利亞	Energie AG Oberösterreich	2004	12
澳大利亞	Linz AG	2004	5
比利時	FLEPOS (OC GIS Vlaanderen)	2002	40
丹麥	Trimble Center Denmark A/S	2000	26
芬蘭	Geotrim Oy	2001	70
德國	Landesvermessungsamt Hessen	2001	28
德國	Landesamt fuer Vermessung und Geoinformation Bayern	2000	44
德國	Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen	2001	41
德國	Landesvermessungsamt Baden-Wuerttemberg	2002	36
德國	Landesvermessungsamt Sachsen	2003	19
德國	Landesvermessungsamt Thuringen	2002	32
德國	ASCOS - Ruhrgas Positioning Services	1999	136
德國	Bundesanstalt für Kartographie und Geodaesie	2001	25
日本	Nippon GPS Data Service Corporation	2002	300
日本	JENOBA Corporation	2002	338
挪威	Statens Kartverk	2000	34
瑞士	Swisstopo	2000	33
瑞士	Swissat AG	2000	23
瑞典	Lantmäteriverket (SWEPOS)	2000	98
英國	Ordnance Survey	2004	86
美國	AzGPS, LLC	2005	8
美國	eGPS Solutions, LLC	2004	42
美國	Minnesota Department of Transportation	2003	33
美國	North Carolina Geodetic Survey	2004	6

美國	Ohio Department of Transportation	2002	53
美國	Precision Midwest, Ltd.	2004	18
美國	Puget Reference Station Network	2004	12
美國	South Carolina Geodetic Survey	2004	6
美國	Texas Cooperative Network	2004	42
美國	Texas Department of Transportation	2003	56
美國	University of Minnesota	2002	10

(二) VBS-RTK 即時動態定位技術之發展趨勢與實務應用：

VBS-RTK 定位技術的基本觀念既是由多個 GPS 基準站全天候連續地接收衛星資料，並經由網際網路或其它通訊設備與控制及計算中心連接，彙整計算產生區域改正參數資料庫，藉以計算出任一移動站附近之虛擬基準站的相關資料，所以在基準站所構成的基線網範圍內，RTK 使用者只需在移動站上擺設衛星定位接收儀，並將相關定位資訊透過以全球行動通訊系統（GSM）為基礎的整合封包無線電服務技術（General Packet Radio Service, GPRS）等無線數據通訊傳輸技術及美國國家海洋電子學會(National Marine Electronics Association, NMEA) 專為 GPS 接收儀輸出資料所訂定之標準傳輸格式傳送至控制及計算中心，並據以計算虛擬基準站之模擬觀測量後，再以「國際海運系統無線電技術委員會」(Radio Technical Commission for Maritime, RTCM) 所制定之差分 GPS 標準格式回傳至移動站衛星定位接收儀，進行 ” 超短基線” 之 RTK 定位解算，即可獲得公分級精度定位坐標。

所以在 VBS-RTK 定位之系統整體運用與資料供應層面包括衛星定位、寬頻網路數據通訊、Mobile Phone 行動式數據傳輸、資料儲管及 Web 網站等 5 項主要先進整合技術(詳如圖 1)，其中衛星定位部分的關鍵技術，在於精確求解電離層、對流層及衛星軌道所產生的系統誤差影響量。本次考察行程參加 Trimble 公司於 95 年 5 月 30 日至 31 日在慕尼黑舉辦的 GPSNet

全球使用者論談會議中，即針對全球導航衛星系統（Global Navigation Satellite System, GNSS）現代化對網路 RTK 定位之影響及進階電離層模組化等，發表 2 篇技術性論文；至有關數據傳輸之影響，除取決於各國寬頻網路及行動通訊等基礎建設之良窳外，目前已由德國聯邦製圖及大地測量局（Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, BKG）及 Trimble 公司共同發表具效率且專為辦理 GPS 差分定位使用之 NTRIP（Networked Transport of RTCM via Internet Protocol）網際網路通訊協定，預計在不久的未來，NTRIP 將成爲 VBS-RTK 定位之主流通訊技術。

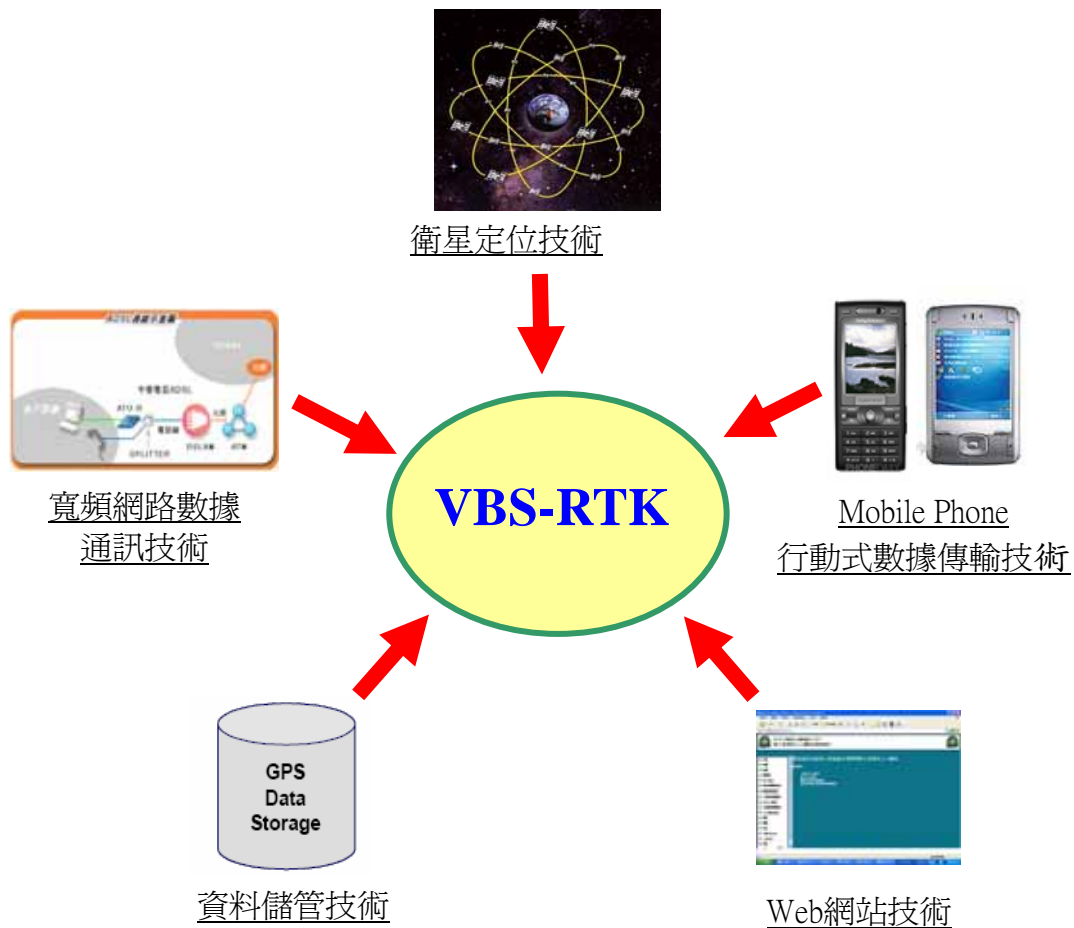


圖 1 VBS-RTK 定位應用之科技領域

(三) 德國SAPOS[®] 衛星定位服務系統之建構與營運機制：

SAPOS[®] 衛星定位服務系統，是德國聯邦州測量管理工作委員會（AdV）為賦予各聯邦州辦理測量及地籍管理等托管任務，透過全歐統一的ETRS89 參考坐標框架所建置之永久性衛星定位基準網，提供高精度之即時動態定位服務。該系統於 1996 年開始建置，2001 年開始運作，目前在全德國計有 250 處基準站，並依各聯邦州範圍區分為 16 個區域性服務網，提供之服務項目包括高精度即時動態定位服務（HEPS）、即時動態定位服務（EPS）及資料後處理計算的精密/高精度大地測量/定位服務（GPPS/GHPS）等 3 項，茲因該系統與本局規劃全國性e-GPS衛星定位基準站即時動態定位系統即時動態定位服務及後處理衛星觀測資料供應之營運事項極為類似，故本次考察行程除希望瞭解該定位服務系統的規劃設計、建置現況、服務項目等關鍵事項外，更將考察重點著力於系統內部之相關標準規範、品質管理及其他營運機制，俾做為本局e-GPS即時動態定位系統後續規劃及建立各項營運機制之參考。

貳、考察過程

本次國外考察計畫係由本局平面控制課王技正敏雄前往德國，期間為 95 年 5 月 29 日起至 95 年 6 月 7 日止，共計 10 日，主要考察重點係為參訪先進國家建置虛擬基準站即時動態定位系統（VBS-RTK）相關軟硬體設備研發及營運現況，以做為本局後續推動建立全國性 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統之資料處理、即時動態定位服務及其他加值應用等多元化營運機制之參考，有關本次考察行程詳如表 2。

表 2 95 年度德國考察行程表

日期			起迄地點	行程概要
月	日	星期		
5	28	日	中正機場－法蘭克福	晚間 11:00 搭機啓程
5	29	一	法蘭克福－慕尼黑	由法蘭克福轉機至慕尼黑
5	30	二	慕尼黑	參加 GPSNet 全球使用者論談會議 (GPSNet Users Seminar)
5	31	三	慕尼黑	參加 GPSNet 全球使用者論談會議 (GPSNet Users Seminar)
6	1	四	慕尼黑	與 Trimble Navigation Limited 公司進行 GPSNet 系統軟體操作技術及經驗交流
6	2	五	慕尼黑	參訪德國巴伐利亞州測量局 (Landesamt Für Vermessung und Geoinformation, LVG)
6	3	六	慕尼黑－柏林	1. 慕尼黑搭機至柏林 2. 資料整理
6	4	日	柏林	資料整理
6	5	一	柏林	資料整理
6	6	二	柏林(波茨坦)－法蘭克福	1. 上午參訪德國大地研究中心 (Geo Forschungs Zentrum, GFZ) 2. 下午搭機至法蘭克福
6	7	三	法蘭克福－中正機場	返程

一、參訪單位

(一) GPSNet 全球使用者論談會議：

GPSNet 全球使用者論談會議係由 GPS 儀器製造暨定位系統軟體研發廠商 Trimble Navigation Limited 公司於 95 年 5 月 30 日至 31 日在德國慕尼黑市中心假期大飯店 (Hotel Holiday Inn, Munich-City Center) 所召開的第 2 屆 Trimble GPSNet 全球使用者論談會議，該會議每 2 年召開 1 次，主要係 Trimble 公司為服務歐亞地區國家使用者所召開之論談會議。會中除邀請專家學者發表全球導航衛星系統 (Global Navigation Satellite System, GNSS) 之最新科技趨勢潮流、現代化歷程及最新 VBS-RTK 即時動態定位技術與儀器設備外，亦邀請各國定位系統操作或管理部門就使用與應用上廣泛交換意見，並分享該定位系統軟體之運作現況與實務經驗。

(二) Trimble 公司軟體研發部門—TerraSat：

GPS儀器製造暨定位系統軟體研發廠商Trimble Navigation Limited公司成立於 1978 年，在創立初期主要為LORAN無線電導航技術、地面導航及時間系統等導航定位產品的研發業務，隨著美國國防部宣布GPS全球系統開放民間使用後，該公司即將產業聚焦於衛星定位科技與產品，例如從早期的靜態測量、DGPS電碼差分技術、RTK即時動態定位技術，到最新發表的虛擬參考站即時動態定位技術 (VRS-RTK，與本局VBS-RTK定位技術僅名稱不同)。VRS-RTK動態定位技術使用之核心系統軟體-GPSNet，即為該公司位於德國Raunheim的軟體研發部門TerraSat所研發，該部門自 1988 年起，即與若干歐亞國家級測繪主管機關合作，建置許多成功的VRS即時動態定位系統，例如德國的SAPOS[®] 定位系統、丹麥的LE34 定位系統、瑞士的SwissTopo 定位系統、瑞典的SWEPOS定位系統及與日本國土地理院合作的NGDS及Jenoba定位系統等。

(三) 德國巴伐利亞聯邦州土地測量局 (LVG-BY)：

德國巴伐利亞聯邦州土地測量局 (Landesamt für Vermessung und Geoinformation, LVG-BY) 的前身，係由巴伐利亞國王馬克斯 1 世 (König Max I) 於西元 1808 年於慕尼黑創立皇家稅務及測量委員會，其主要工作職掌與任務為辦理巴伐利亞聯邦境內土地圖籍之測繪及稅務資料之處理工作。該局在組織架構上區分為管理中心、地圖測繪、地理資料處理及服務、研究發展等 4 個業務單位，及北區、南區、東區等 3 個區域性部門；至對外服務及資料供應項目包括航空攝影產品 (如正射像片)、SOPAS 衛星定位服務、ATKIS 數位地形資料及 DGM 數值地形模型等。

(四) 德國大地研究中心 (GFZ)：

德國大地研究中心 (Geo Forschungs Zentrum, GFZ) 於西元 1832 年創立於柏林附近的波茨坦，是德國國家級的地球科學研究中心，其在組織編制上計區分為大地及遙感探測、地球物理、地球動力、地球化學及地球工程等 5 個主要研究部門及 1 個行政管理部門，目前全中心總計有 718 位員工，其中各專業領域的科學家超過 324 位，20 世紀最富盛名的科學家愛因斯坦即曾經任職於此中心並留下著名的愛因斯坦天文館。本次考察行程因時間短絀，僅能參訪大地及遙感探測研究部門，目前該部門在科學的研究與服務項目除包括 Permanent Instrument Systems、Mobile Instrument Systems、Laboratory Instrument Systems 及 Science Data Systems 等 4 種模組化的基礎學系統外，也對外提供線上式地球科學資訊系統及資料中心 (Information System and Data Center for geoscientific data, ISDN) 及國際地球模型資料中心 International Centre for Global Earth Models (ICGEM) 及國際 GPS 服務組織 International GPS Service (IGS) 等所儲管之相關研究成果及資訊予全球使用者下載運用。

二、參訪過程

(一) 參加 GPSNet 全球使用者論談會議：

本次 Trimble 公司於 95 年 5 月 30 日至 31 日在慕尼黑召開的第 2 屆 GPSNet 全球使用者論談會議，本次會議計有 15 個國家、73 個團體及 30 個 VRS 即時動態定位系統之管理及操作人員參加，其相較於 2004 年同時期於同地點舉辦的第 1 屆會議，僅有 4 個國家參與之情況下，足見網路化 RTK 即時動態定位技術在國際測繪科技領域上之成長速率及受到世界各國重視的程度。表 3 為會議議程表。

表 3 第 2 屆 GPSNet 全球使用者論談會議會議議程表

Tuesday, May 30, 2006			
09:00	09:15		Welcome
09:15	09:45	Dr.-Ing. Herbert Landau, Trimble	GNSS Modernization and Network RTK
09:45	10:15	Dipl.-Ing. Simon Gr. ig, Bundesamt f Landestopographie Switzerland	Integrity Monitoring in a VRS Network
10:15	10:45	Ernest Bosch, Institut Cartogr f ic de Catalunya, Spain	Operation issues and specifics of ICC settings and interoperability with other systems
10:45	11:00	Coffee Break "Come together"	
11:00	11:30	Dr. Paul Cruddace, Ordnance Survey UK, England	"Repeater" Device - Special solution in the field
11:30	12:00	Dipl.-Ing. Walter Lindstrot, SAPOS NRW, Germany	Some remarks from SAPOS Operators using GPSNet
12:00	12:30	Dr. Peter Koib, Trimble, Germany	Advanced Ionospheric Modeling
12:30	14:00	Lunch Break "Come together"	
14:00	14:30	Mr. Liao Hua, China	VRS Network in Chengdu - China
14:30	15:00	Peter Wiklund, National Land Survey of Sweden, Sweden	Long term experience using Trimble VRS technology
15:00	15:15	Lieutenant Colonel Ant nlio Jaime Gago Afonso, Port. Army, Portugal	Aspects and Motivation on 1st Trimble VRS Network in Portugal
15:15	15:45	Giorgio Vassena, University of Brescia, Italy	VRS Network in Brescia
15:45	16:00	Coffee Break "Come together"	
16:00	16:30	Mr. Huang, Liren, First Crust Monitoring Application Center, China Earthquake Administration, China	Tianjin VRS establishment and testing
16:30	17:00	Dipl.-Ing. Martin Janousek, Trimble	Trimble VRS v2.5 - what is new?
17:00	17:45	Trimble Infrastructure Team	Podium Discussion - Trimble representatives will answer your questions and comments
17:45	18:00	Wrap up	
19:00	23:30	Dinner arranged by Trimble	

Tuesday, May 31, 2006

09:00	09:15		Review 1st day
09:15	09:45	Dr. Oleg Odalovic, RGZ, Serbia	Nation-wide Trimble VRS System in Serbia
09:45	10:15	Dr. Liu Hui, GPS Research Center, Wuhan University, China	Chinese VRS system testing methods in the cities of Shenzhen and Dongguan
10:15	10:45	Christian Waese, BKG, Germany	NTRIP - Purpose and Perspectives
10:45	11:00	Coffee Break	"Come together"
11:00	11:30	Seppo Törsterström, Geotrim Oy, Finland	GPSNet.fi - Trimble VRS in Finland
11:30	12:00	Jeff Hamilton, Trimble	GNSS Infrastructure business review
12:00	12:15		Wrap up, conclusions and recommendations end of conference

本次論談會議總計發表 17 篇論文，其中 3 篇屬於技術性論文，12 篇為各國 VRS 定位系統營運報告，其餘 2 篇則為 Trimble 公司最新定位系統軟體發表及商務策略之宣示性報告，以下茲就 3 篇技術性論文重點摘要如下：

1. Trimble TerraSat 公司-Dr. Herbert Landau 發表 “How GNSS Modernization Affects the Future of Network RTK “：

本論文發表人 Dr. Landau 除詳細介紹解說整個全球導航衛星系統（GNSS）之最新科技趨勢潮流及現代化歷程，包括 GPS 全球定位系統在 L2 頻率上調制 L2C 新的民用型電碼及增加第 3 個接收頻率 L5，增加 GPS 衛星觀測資料品質外，另針對俄羅斯的 GLONASS 衛星定位系統及歐盟的 Galileo 衛星定位系統正式加入營運後，將提供更多的定位衛星、接收頻率及更佳的訊號品質，可以有效提升網路 RTK 定位成果精度、可靠度及作業效能。

2. Trimble TerraSat 公司-Dr. Peter Kolb 發表 “Advanced Ionospheric Modeling “：

本論文發表人 Dr. Kolb 主要針對因太陽黑子活動、地磁干擾等因素，造成電離層中的電子密度變化，幾乎已成為全球性衛星定位，特別是即時動態定位的主要誤差來源之一，Dr. Kolb 在報告中指出利用進階的泰勒展開式，將特定區域內之電離層載波效應予以模組化，並採用卡爾曼濾波處理

電離層參數、多路徑效應及二次差的整數週波未定值，可有效提升定位成果之可靠度。圖 2 顯示電離層對衛星訊之影響與其週期性變化情形。

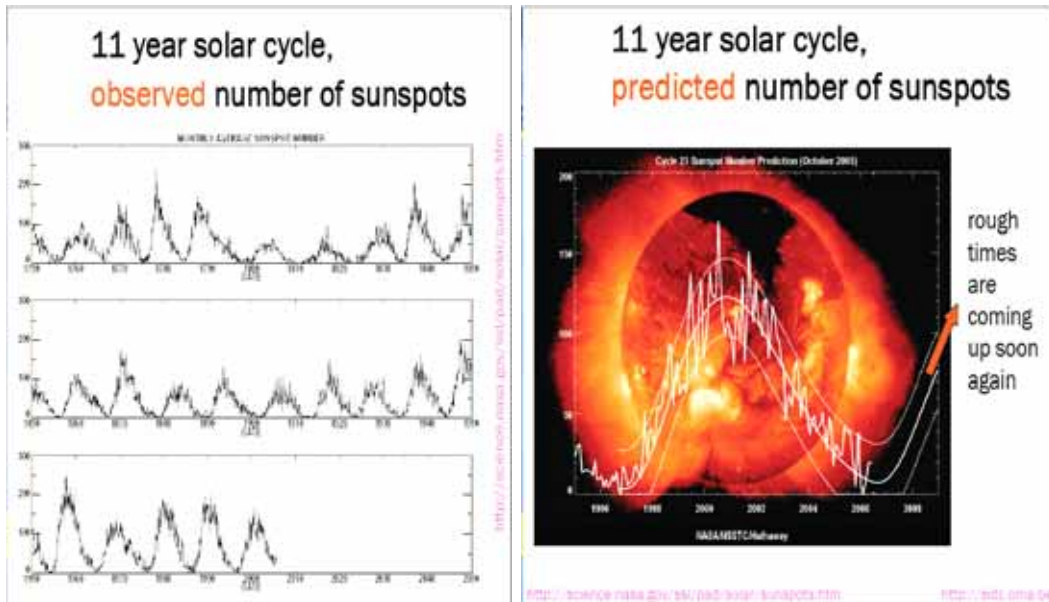
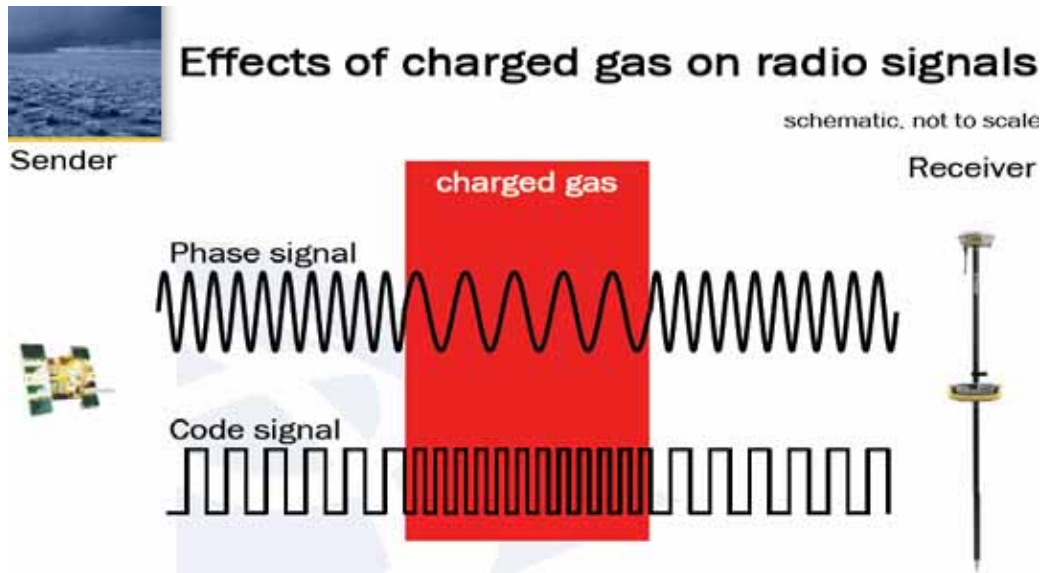


圖 2 電離層對衛星訊之影響與其週期性變化情形

3.德國聯邦製圖及大地測量局(BKG)-Christian Waese發表 “NTRIP- Purpose and Perspectives “ :

本論文發表人 Mr. Waese 介紹目前透過網際網路進行 RTK 定位所需的數據傳輸標準通訊協定 NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol)，報告中指出 NTRIP 除支援多種無線網際網路通訊架構如 GSM、GPRS、EDGE 及 UMTS 等優勢外，另其具備高壓縮性且無數量限制的單一登錄通道整合技術，亦可同時提供使用者一個更有效率的數據傳輸品質。圖 3 顯示 NTRIP 之組成架構。

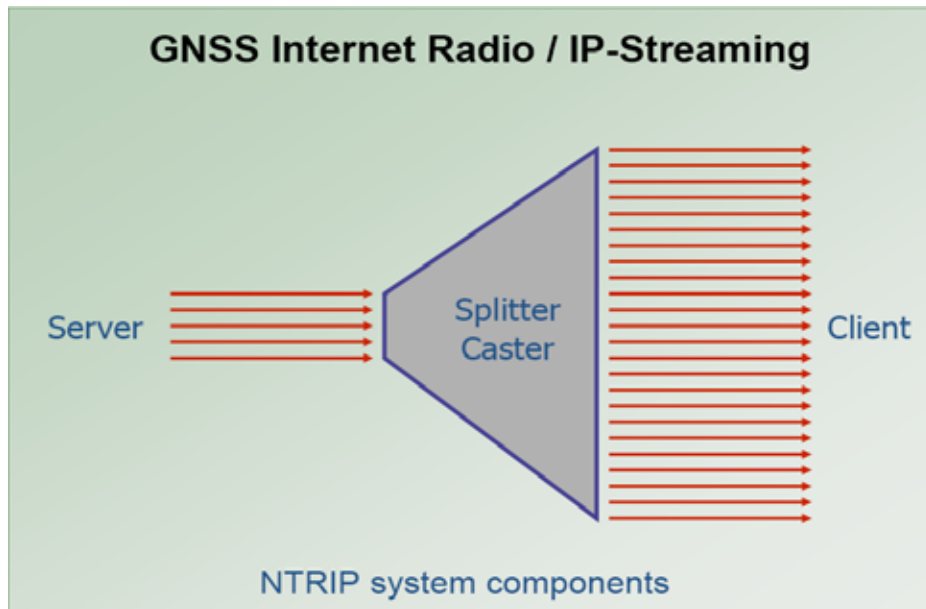


圖 3 NTRIP 之組成架構

另本次參與 GPSNet 使用者論談會議之 15 個國家，在歐洲地區計有瑞士、西班牙、英國、德國、瑞典、葡萄牙、義大利、塞爾維亞、芬蘭等 9 個國家提出 VRS 定位系統之營運現況，在亞洲則有中國大陸天津、成都及廣東等 3 個系統的系統測試報告，各國大多於 1995 年以後開始建置營運，其在系統建置、定位精度及系統軟硬體之規劃設計上，均以高精度定位服務及多功能增值應用為終極目標，各國典型的即時動態定位系統架構如圖

4。另各國定位系統之規劃架構與建置過程，亦與本局全國性 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統十分類似，茲就各國定位系統相關規劃建置情形及 RTK 即時動態定位服務營運現況所獲得之具體經驗彙整如下：

- 1.網路 RTK 非常具有效率而且容易使用。
- 2.使用者期待的定位成果可以具有多樣性。
- 3.可以獲得高可靠度的定位成果。
- 4.在某些自區的數據通訊範圍仍是使用上的瓶頸。
- 5.具有標準數據傳輸格式的衛星定位接收儀將是未來趨勢。

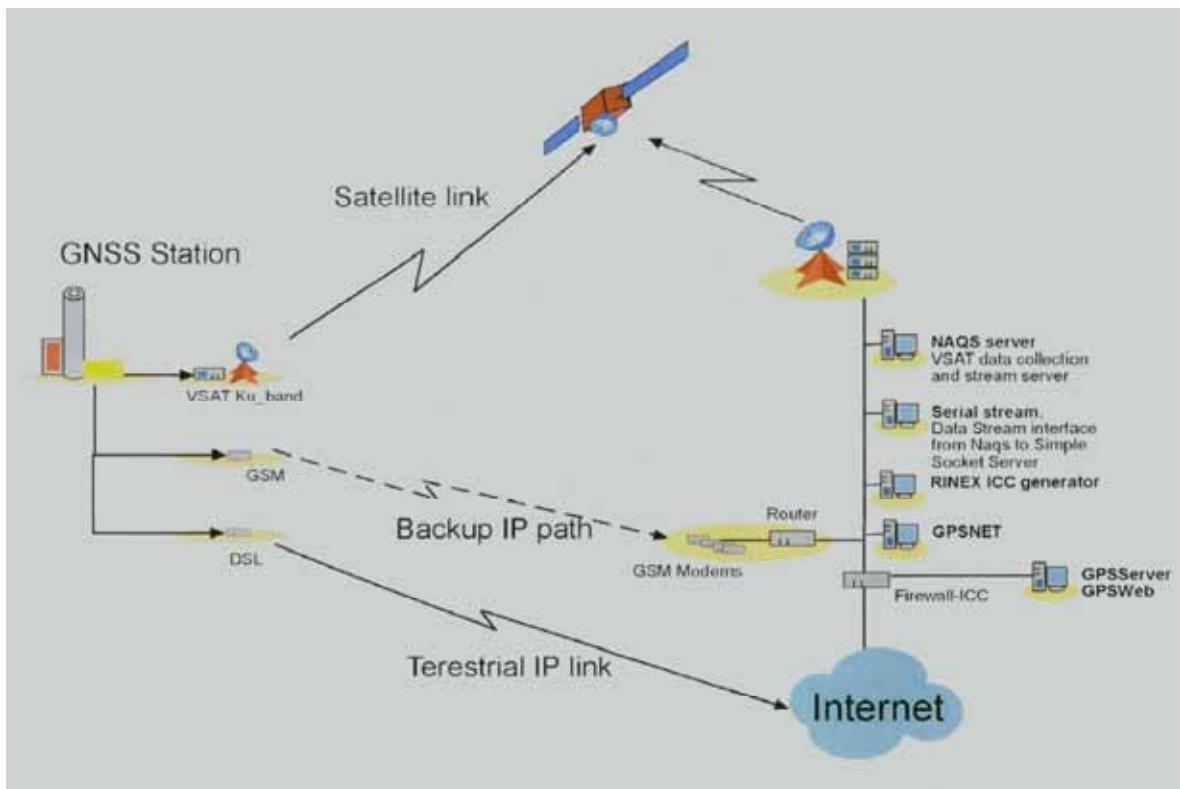


圖 4 世界各先進國家典型即時動態定位系統架構

在商業運轉之收費機制部分，本次出席會議國家目前在歐洲地區計有瑞士、西班牙、英國、德國、瑞典、芬蘭等 6 個國家已進入商業運轉，另在亞洲地區則有中國大陸的成都系統已開始商業營運，目前在系統使用者部分，除大部分為公務機關辦理基本測量、土地測量、土地開發、建築、管線、採礦及交通運輸外，目前一般民間使用者亦有增加的趨勢，茲就各國系統營運

之收費機制彙整如下表 4；另圖 5 列舉德國SAPOS[®] -NWR定位系統在 2005 年期間統計各領域使用該系統高精度即時動態定位服務(HEPS)之比率情形。

表 4 出席會議國家 VRS 即時動態定位系統收費機制及金額彙總表

國 別	收 費 機 制 及 金 額
瑞 士	0.5 歐元/每分 2000 歐元/每年
瑞 典	one-time fee:550 歐元 unlimited data amount:1600 歐元/每年+GSM Down-loaded data:500 歐元/每年+0.6 歐元/每分 +GSM
德 國	1.HEPS：0.10 歐元/每分（不含 GSM/GPRS 數據通訊費） 2.EPS：購買設備時一次付清或單個聯邦州內 150 歐元/每年。 3.GPPS：0.20 歐元/每分 4.GHPS：0.80 歐元/每分
塞爾維亞	0.18 歐元/每分
芬 蘭	VRS-RTK：2600 歐元/每年 DGPS：700-1000 歐元/每年 Post-processing Data：2500 歐元/每年(採總容量管制，非無限制存取)或 50 歐元/每站/每天
中國成都	900 人民幣/每年 1.2 人民幣/每分(初始化成功後計費)

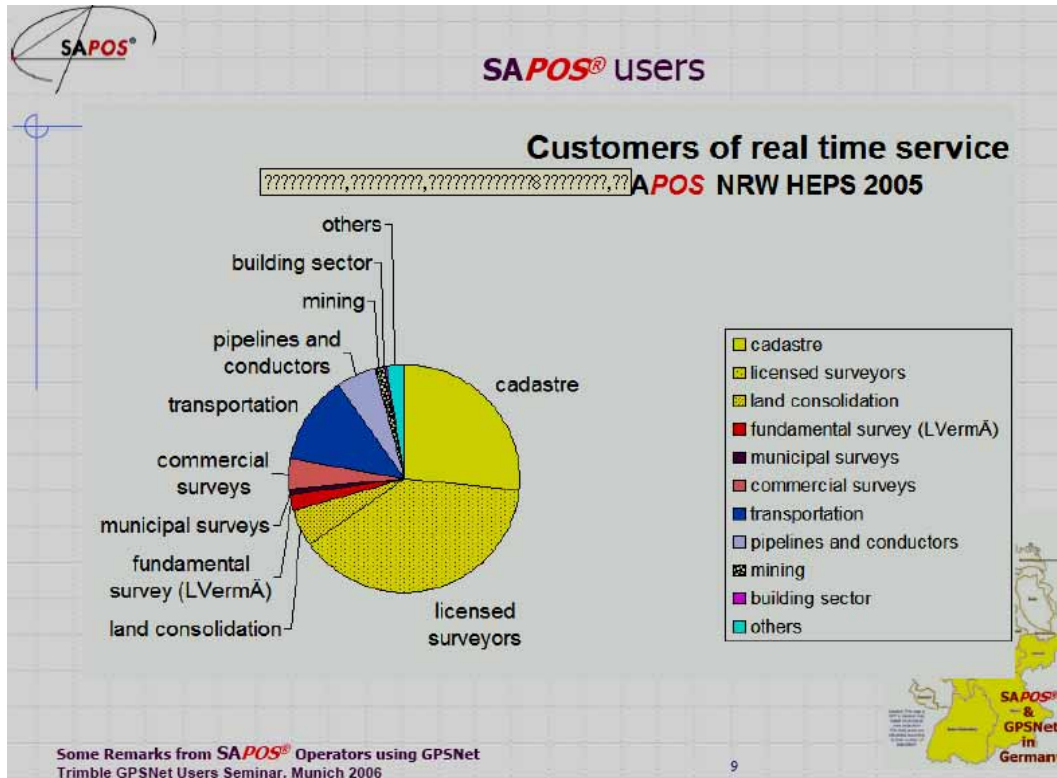


圖 5 德國SAPOS® -NWR定位系統 2005 使用者之比率情形

(二) 與 Trimble -TerraSat 面對面交流 GPSNet 操作技術與實務經驗：

本局全國性 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統之運作核心為 GPSNet 定位系統軟體，該軟體主要運作功能區分為以下 3 大模組：

1. GPSNet Basic Package：主要執行各基準站連線及遠端監控及 GPS 衛星觀測資料自動下載、檢核、分流、儲存、統計、分析、處理等功能。
2. DGPSNet：主要執行網路 DGPS 差分即時動態定位。
3. RTKNet：主要執行公分等級精度 VBS-RTK 即時動態定位。

本次考察行程中除於 GPSNet 全球使用者論談會議中學習世界各先進國家使用該軟體之實務經驗外，亦針對目前本局 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統採用 GPSNet 2.3 版進行各基準站遠監控、資料儲管、處理等操作實務、該定位系統軟體各項功能模組之維護與相關技術整合等事項，與 Trimble 公司相關業務主管及系統軟體研發部門廣泛交換意見，希能汲取寶貴的實務操作經驗，輔助 GPSNet 定位系統軟體發揮最大效能。有關交流事

項及初步結論彙總如下：

- 1.有關 GPSNet 定位系統軟體實務操作層面，包括 VBS 資料蒐集、處理、輸出模式、坐標監控模組、硬體需求等技術疑義，已大致獲得回應。
- 2.涉及軟體核心技術演算法則及系統需求建議事項，未獲得具體承諾。
- 3.針對臺灣地區電離層誤差所產生的 VBS-RTK 定位初始化問題，Trimble 公司將個案協助分析處理。
- 4.建議將 GPSNet 定位軟體版本更新為 2.5 版。

(三) 德國SAPOS[®] 定位系統之規劃建置：

SAPOS[®] (Satelliten Positionierungsdienst der Deutschen Landesvermessung) 衛星定位服務系統，是德國聯邦州測量管理工作委員會 (AdV) 為賦予各聯邦州辦理測量及地籍管理等托管任務，透過全歐統一的歐洲地面參考系統 1989 (European Terrestrial Reference System 1989, ETRS89) 所建置之永久性衛星定位基準網，提供高精度之即時動態定位服務。

SAPOS[®] 定位系統整體建置與定位服務現況，目前計有 250 個基準站均勻覆蓋全德國 (詳如圖 6)，其區分為 16 個的區域性的定位服務網，分別由 16 個聯邦州負責營運，其中在北德的 8 個聯邦州及南德的Rheinland-Pfalz 及Saarland等 2 個聯邦州，總計 10 區域定位服務網係採用Geo++公司的 GNSMART定位系統軟體，至在南德的 6 個區域服務網所採用之定位系統軟體，則與本局現行使用同為Trimble公司 GPSNet定位系統軟體。



圖 6 德國SAPOS[®] 定位系統衛星基準站分布情形

(四) 德國SAPOS[®] 定位系統之定位服務與資料供應：

SAPOS[®] 定位系統在整體營運上，主要提供以下 3 種即時動態定位服務及後處理原始衛星觀測數據：

1.高精度即時動態定位服務（HEPS）：

- (1) 平面定位精度：1-2cm；高程定位精度：2-6cm。
- (2) 定位方法：採用 GPS 網路化區域改正參數法（Flächen Korrektur Parameter, FKP）及虛擬參考站法（Virtual Reference Station, VRS）等 2 種即時動態定位技術。
- (3) 標準數據資料格式：RTCM 2.3 資料格式。
- (4) 數據傳輸速率：1 秒。
- (5) 數據傳輸方法：GSM 行動電話、2m 波段電台廣播（optional）、因特網

(NTRIP)。

(6) 測量儀器需求：具有雙頻全波長 RTK 功能之測量型 GPS 衛星定位接收儀。

(7) 收費標準：每分鐘 0.10 歐元（不含 GSM 或 GPRS 數據通訊費）。

2.即時動態定位服務（EPS）：

(1) 定位精度：0.5-3m。

(2) 定位方法：採用 DGPS 動態差分定位技術。

(3) 標準數據資料格式：延續採用 RTCM 2.0 資料格式。

(4) 數據傳輸速率：依使用數據傳輸方法區分為秒或 3-5 秒。

(5) 數據傳輸方法：GSM 行動電話、2m 波段電台廣播（Optional）、因特網（NTRIP）及超短波段無線電輔助衛星導航定位技術（Radio Aided Satellite Navigation Technique, RASANT）及長波段低頻通訊精確定位技術（Accurate Positioning by Low Frequency, ALF；本項服務預定於 2008 年終止）。

(6) 測量儀器需求：具有 GPS 功能之單頻以上 GPS 衛星接收儀。

(7) 收費標準：於購買設備時一次付清（RASANT, ALF）或單個聯邦州內 150 歐元/每年。

3.精密/高精度之大地測量資料貢獻服務（GPPS/GHPS）：

(1) 定位精度：

I.GPPS：1cm。

II.GHPS：小於 1cm。

(2) 定位方法：採用後處理方式基線分量解算技術。

(3) 標準數據資料格式：RINEX 2.1 資料格式。

(4) 數據資料取樣間隔：

I.GPPS：提供大於 1 秒之 RINEX 資料。

II.GHPS：依照使用者特別申請，提供小於 1 秒之 RINEX 資料。

(5) 數據供應方式：電子郵件（E-mail）、NTRIP（FTP 下載）及數位媒體

(如 CD-ROM 光碟等)。

(6) 測量儀器需求：測量型 GPS 衛星接收儀。

(7) 收費標準：

I.GPPS：每分鐘 0.20 歐元。

II.GHPS：每分鐘 0.80 歐元。

(五) 德國SAPOS[®] 定位系統之資料標準化與營運品質管理：

德國人處事態度向以「嚴謹」著稱於世，所以為達到全德統一及多功能使用目標，SAPOS[®] 衛星定位服務系統在AdV委員會所訂定的規範指導下，該定位系統自 2001 年起陸續完成以下標準化事項：

1. SAPOS[®] 資料數據與定位服務具有以下意義：

- (1) 原始資料數據處理具有官方意義，但經使用者加值產製後，即不具官方意義。
- (2) 以衛星訊號為基礎，在經過處理後，以不同格式提供給使用者。
- (3) 網路化之數據處理。
- (4) 提供公共及私人機構使用。
- (5) 建立公共與私人伙伴關係 (PPP)：
 - I.研發地球科學數據及市場。
 - II.延攬民間對SAPOS[®] 的公共投資。

2.成立SAPOS[®] 的中心機構 (Central Bureau SAPOS[®] ， AdV ， 2003,Oct ， Hannover決議)，其主要任務職掌如下：

- (1) SAPOS[®] 資料數據之供應與行銷。
- (2) 分配各項使用權限。
- (3) 根據 AdV 所決議之收費機制，對使用者收費。
- (4) 支援 AdV 相關工作協調事項。
- (5) 提供跨聯邦州網路技術支援。

3. HEPS 定位之基本原則標準化 (AdV, 2001, Nov):

AdV委員會透過協議機制，確定全德國採用統一化、網路化處理，各聯邦州對此除不允許做特殊化更改外，並確定SAPOS[®] 定位服務相關的標準規定及標準選項如下：

- (1) 數據處理標準化：標準規定為SAPOS[®] 的基準站資料應採用網路化方式處理，以提高HEPS定位的精度與可靠度，並保證在跨越聯邦州界時，避免發生外插情形。且已規劃全面開放所有的GNSS衛星包括GPS、GLONASS及Galileo等3種不同的衛星定位觀測資料。
- (2) 數據供應標準化：
 - I. 標準規定為傳送FKP（區域改正參數）資料。
 - II. 標準選項為計算VRS（虛擬參考站）資料。
- (3) 通訊方法標準化：數據傳輸及廣播採用行動通訊方式，服務範圍應儘可能涵蓋全德國為原則，
 - I. 標準規定為以GSM傳送改正數據。
 - II. 標準選項為2m波段電台廣播改正數據。
- (4) 數據傳輸格式及資料傳輸類型標準化：
 - I. FKP：RTCM 2.3 (Type20/21，不加密，不壓縮)。
 - II. VRS：RTCM 2.3 (Type18/19，不加密，不壓縮) 及 RTCM-AdV（加密，壓縮）。
 - III. DGPS：架構在RTCM 2.0 (Type 1，不加密，不壓縮)。
 - IV. NTRIP和RTCM 3.X在不久的將來將會變成SAPOS[®] 的標準（因在RTCM 3.X中將可加入轉換的模式及對流層、電離層等額外的定位誤差資訊）。

4. 定位系統軟體的基本評估標準化：

- (1) 針對SAPOS[®] 定位系統之服務特性所規範的監控及管制具體措施如下：
 - I. 系統效能。
 - II. 系統預警功能。

- III.系統有效性。
- IV.使用者資訊服務。
- V.高精度與高可靠度。
- VI 服務的可用性與加值性。

(2) SAPOS[®] 基準站之檢驗標準化：

為符合SAPOS[®] 基準站在ETRS89 參考坐標框架中坐標精度可以達到±10mm範圍內，以確保即時的觀測量達到最佳模式化，提供使用者最可靠且最快速的週波未定值解算及定位成果，AdV在 2003 年對所有的基準站實施“檢驗平差”，其目的在分析各基準站的精度，期找出系統運作上的弱點，並在 2003 年 5 月公布檢驗平差結果，做為官方SAPOS[®] 基準站坐標。

(3) SAPOS[®] 基準站天線校正標準化（AdV，2002, Apr）：

為實現SAPOS[®] 基準站所使用之天線達到RTCM改正數據中所謂“ADV-零天線（ADVNULLANTENNA）”，AdV在 2004 年 4 月全體大會決定全德國 250 個SAPOS[®] 基準站上，確認通過GNSS儀器廠商及SAPOS[®] 技術委員會所提建議，採用絕對天線相位中心改正數據，並逐個校正各基準站已安裝之天線盤，以達到校正天線相位中心之目的。

(六) 巴伐利亞聯邦州SAPOS[®] 定位系統之營運現況：

SAPOS[®] -BY定位服務系統係架構在全德國 SAPOS[®] 下，遵循AdV工作委員會各項營運機制、策略及所賦予之任務；在系統的操作與營運上，係由巴伐利亞聯邦州土地測量局（LVG-BY）負責，至系統整體之建構上，其中衛星定位基準網的建置部分，目前衛星定位基準網系中計有 52 處基準站連線運作（詳如圖 7），其中包括於巴伐利亞聯邦州轄區內自行建置 35 個基準站、17 跨聯邦州或跨國（如瑞士、奧地利等國）合作的基準站，分別採用 Andere（1 處）、Leica（36 處）及Trimble（15 處）等 3 種不同廠牌之衛星定位接收儀，進行各基準站衛星觀測資料之蒐集與連線傳輸事宜。圖 8 顯示該定位系統衛星基準戰站天線及儀器機櫃整置情形。

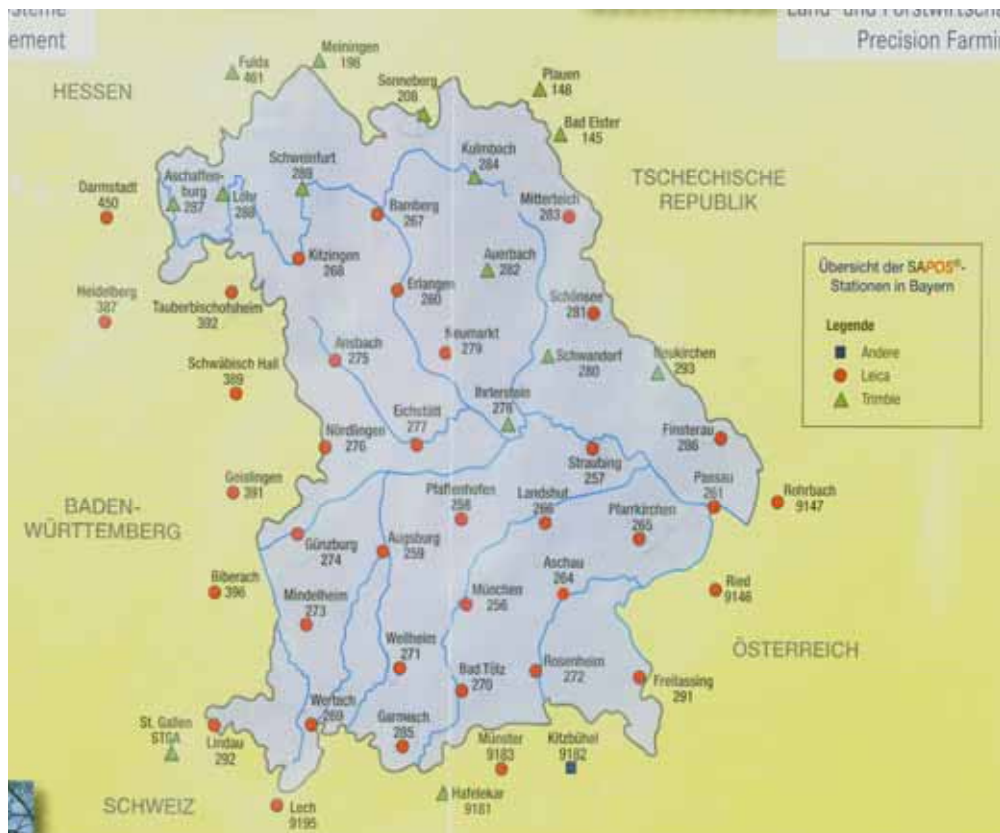


圖 7 SAPOS[®] -BY衛星基準站分布情形

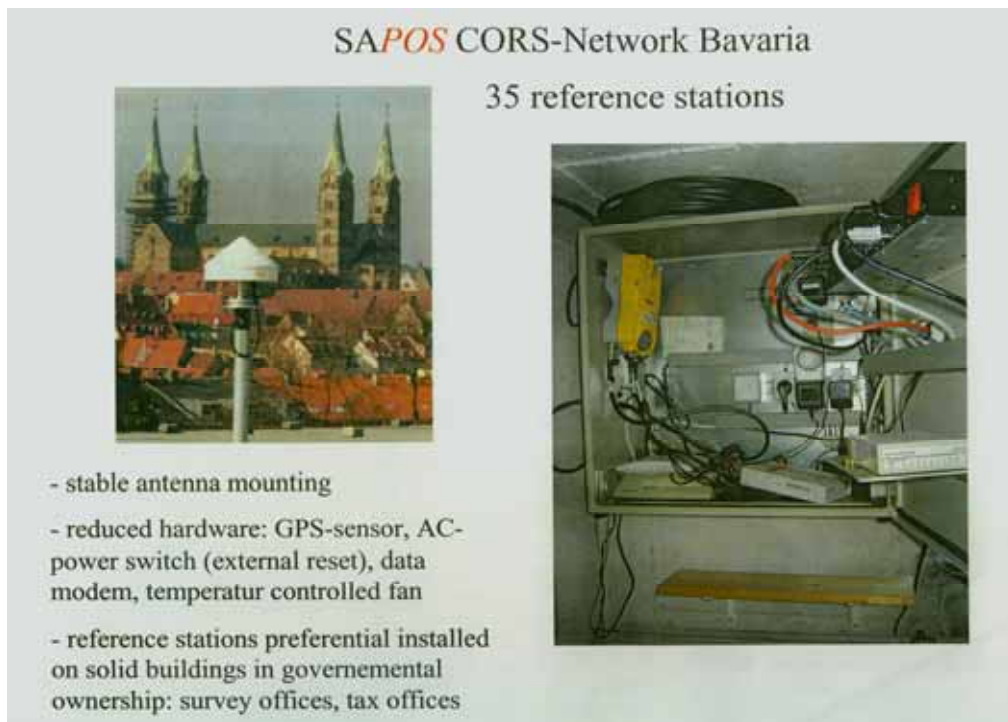


圖 8 SAPOS[®] -BY衛星基準站天線及儀器機櫃整置情形

1. SAPOS[®] -BY定位服務系統之網路架構 (詳如圖 9):

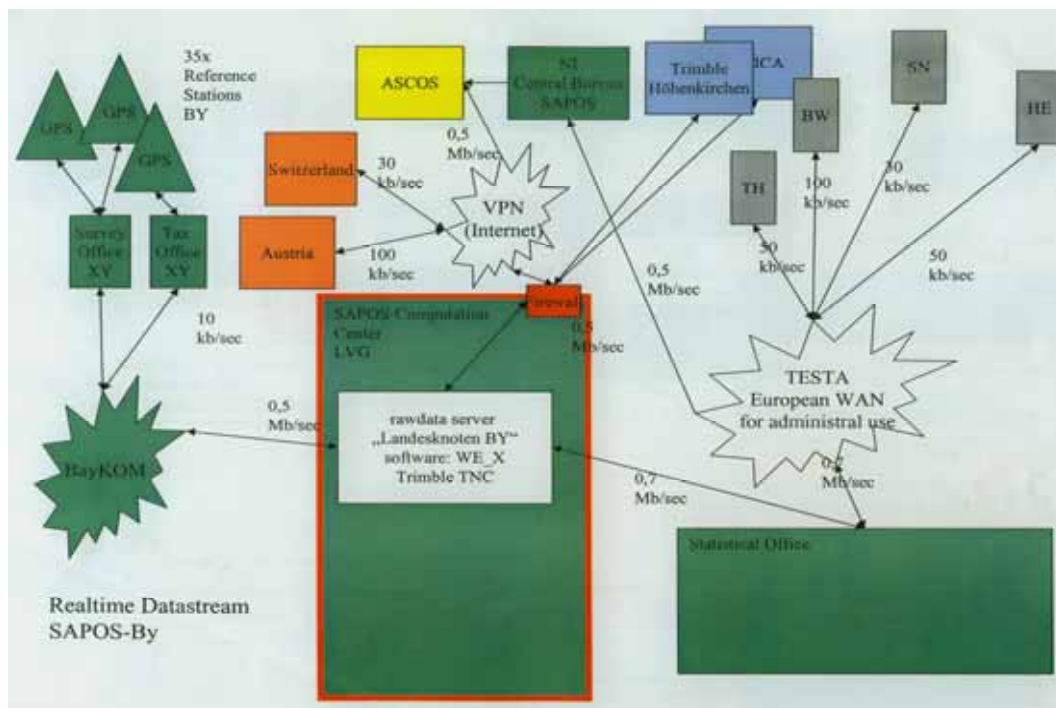


圖 9 SAPOS[®] -BY定位服務系統之網路架構

2. SAPOS[®] -BY定位系統控制及計算中心：

SAPOS[®] -BY定位系統控制及計算中心之主機伺服器及其他硬體設備之配置與分工如下：

- (1) 1 部 Sever 負責基準站遠端監控。
- (2) 1 部高階儲存器負責資料之儲存與管理。
- (3) 2 部 Sever 負責 RTK 即時動態定位服務。
- (4) 2 部 Web-Sever 負責後處理資料供應。
- (5) 1 部 Access-Sever 提供 RTK 使用者線上登錄。
- (6) 其他通訊設備

有關SAPOS[®] -BY定位系統控制及計算中心機房相關硬體配置及GPSNet定位系統軟體之運作情形詳如圖 10。

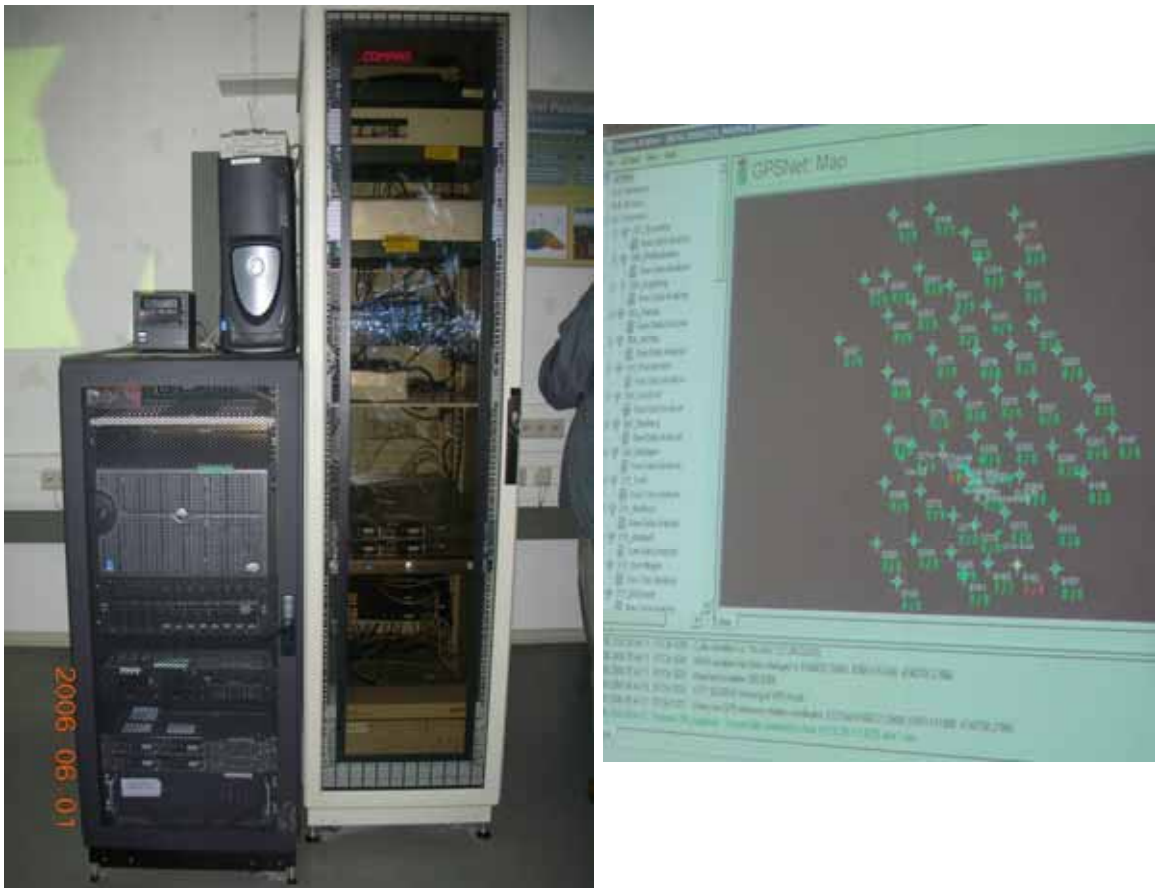


圖 10 SAPOS[®] -BY定位系統控制及計算中心機房設備及運作情形

3.SAPOS[®] -BY基準站衛星觀測資料之匯流：

- (1) 各基準站即時衛星觀測資料流透過 BayCOM 即時傳入該系統控制及計算中心後，除匯入該系統大型資料儲存器存管外，另藉由分流機制傳送至相關單位提供給一般使用者。圖 11 顯示該系統原始觀測資料流之匯流情形。

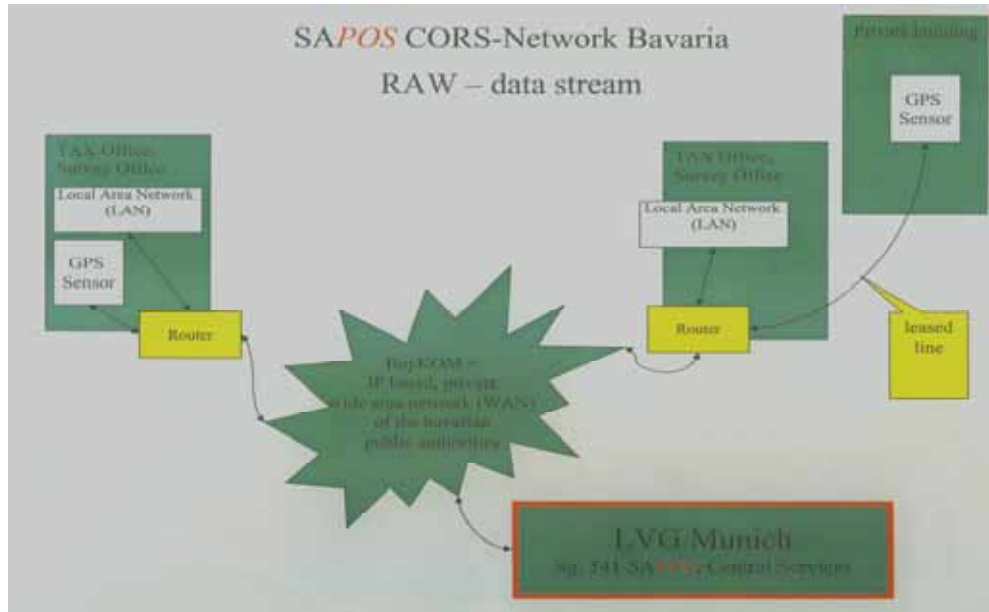


圖 11 SAPOS[®] -BY基準站原始觀測資料流之匯流情形

- (2) 後處理衛星觀測資料之儲存與分流：

儲存格式以 RINEX 2.1 版格式及檔案傳輸為主，其資料分流之取樣間隔、儲存檔案大小及資料分流模式如下（詳如圖 12）：

I.1 秒 RINEX 壓縮檔：每小時 1 檔，儲存期限 1 年，其在內網(LAN)中以 FTP 數據傳輸模式傳送至具有 Trimble GPSTServer 功能模組之資料伺服器後，再透過入口網站（Webserver）及網際網路線路，提供後處理使用者。

II.30 秒 RINEX 檔：每小時 1 檔，暫時性儲存，其透網際網路線路以 FTP 數據傳輸模式傳送至位於波茨坦的地球研究中心（GeoForschuns Zentrum, GFZ），進行大氣水氣估計的相關研究。

註：全球有超過 180 個 CORS 站之衛星觀測資料在 GFZ 進行處理與分析。

III.30 秒 RINEX 檔：每日 1 檔，永久性儲存，其一透過網際網路線路以 FTP 數據傳輸模式，傳送至巴伐利亞國際地球測算中心（BEK），進行地球動力學的相關研究外，另透過內網 FTP 傳送至 LVG 的 Bernese 計算處理伺服器，進行各基準站的坐標成果監控。

註：GPS 資料儲存之完整性高達 98.5%。

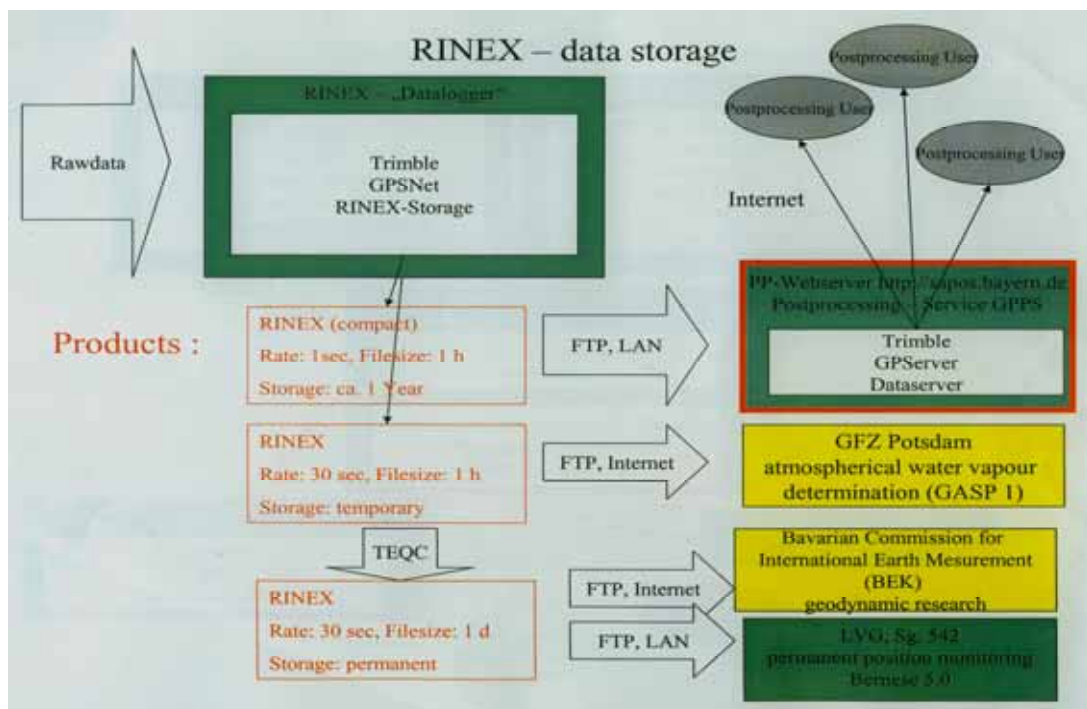


圖 12 SAPOS[®] -BY後處理衛星觀測資料之儲存與分流

(3) 即時性衛星觀測資料分流：

資料格式以各基準站衛星定位接收儀之 Rawdata 格式為主，其採用 GPSNet 定位系統軟體所提供的資料分流（data splitting）功能，透過 Trimble GPStream 功能模組及 Ntrip 通訊協定傳送至各合作伙伴，其資料分流之程序與內容包括（詳如圖 13）：

- I.透過內部網路傳送至 RTKNet 伺服器，提供即時動態定位服務使用。
- II.採用虛擬私人網路（VPN）模式，透過網際網路線路傳送至鄰國瑞士的 AGNES CORS Network 及奧地利 APOS CORS Network，進行即時動態定位服務使用。
- III.採用虛擬私人網路模式，透過網際網路線路傳送至 Trimble 及 Leica 等儀器製造商進行產品研發及作業環境測試使用。
- IV.透過政府網際網路線路（TESTA）傳送至位於漢諾瓦的中心機構（Central Bureau **SAPOS**[®]）後，再提供給其他聯邦州的CORS Network及其他商業化的定位服務系統（如ASCOS）使用。

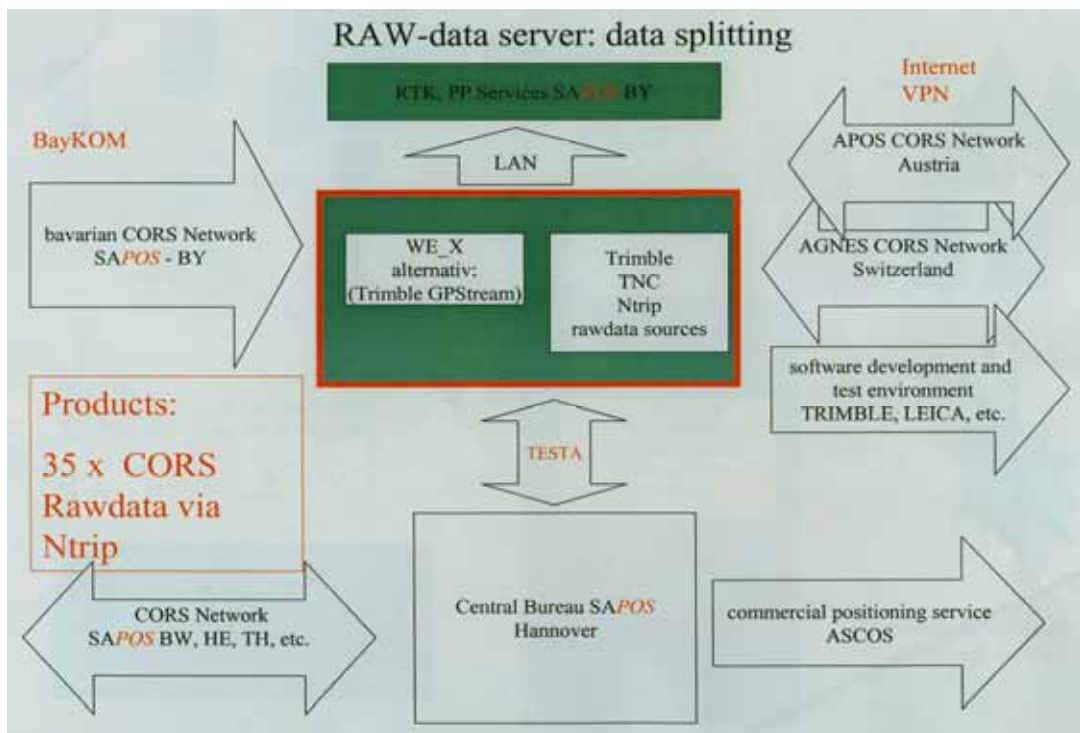


圖 13 **SAPOS**[®] -BY即時性衛星觀測資料之分流情形

4. **SAPOS**[®] -BY即時動態定位服務（系統架構如圖 14）：

SAPOS[®] -BY定位系統即時動態定位服務之軟體配置與分工部分，係採用最新版的Trimble GPSNet 2.5 版定位系統軟體之基本套裝模組，進行各基準站之連線與監控；另在即時動態定位部分則採用GPSNet - RTKNet

高精度即時動態定位功能模組，將整個巴伐利亞聯邦州區分為南、北 2 個區域定位服務網，並以 2 部工作伺服器提供即時動態定位服務。

- (1) 網路化 RTK 即時動態定位服務之實際運作分，係以每部 RTKNet 伺服器各開啓 1 個 RTK 即時動態定位運算處理器 (RTKNet-Processor)、3 個 RTCM 管理器 (RTCM-Manager) 及 90 個 RTCM 產生器 (RTCM Generator)，同時對 90 個不同的使用者提供即時動態定位服務。
- (2) 使用者可採用 GSM Mobile Telephone (以使用者電話號碼進行認證) 及 GPRS/UMTS Mobile Internet 等通訊連結登錄至系統，進行網路化 RTK 定位數據傳輸。
- (3) 採用 RTCM 2.3+FKP、RTCM 3.0 VRS 及 RTCM 2.3 VRS 等 3 種不同 RTK 定位數據傳輸格式，分別以 3 組 Ntrip Source 提供即時動態定位服務。

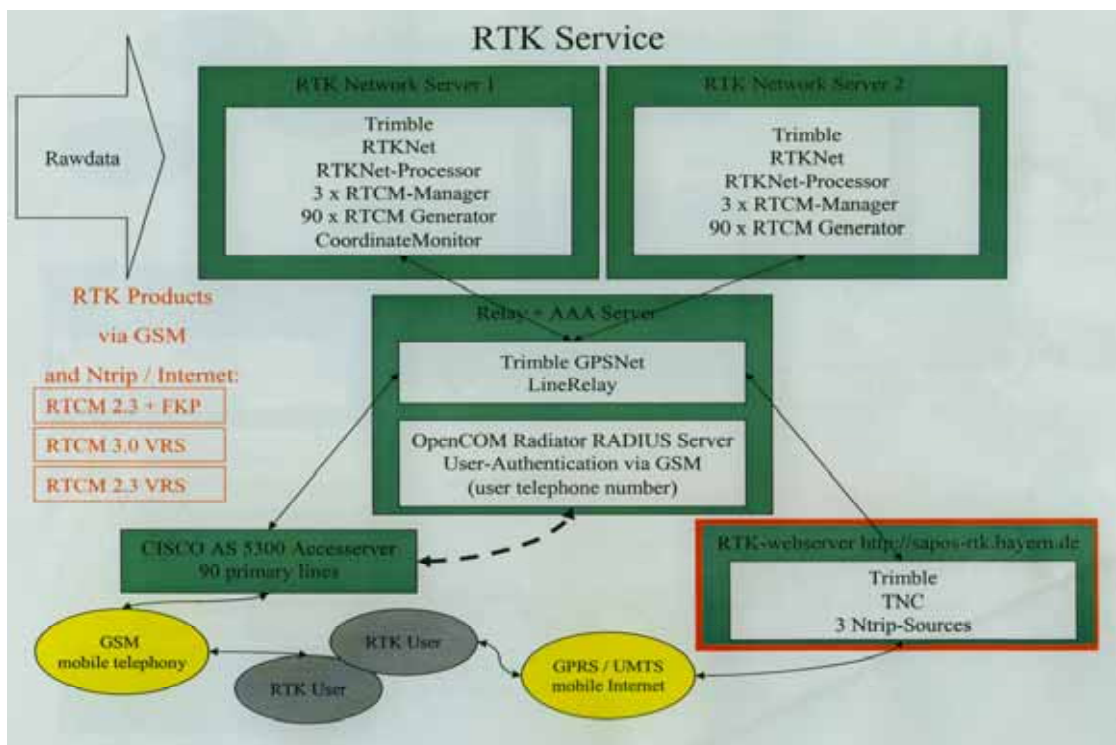


圖 14 SAPOS[®] -BY 之 RTK 即時動態定位服務系統架構

5. 衛星基準站坐標計算與監控機制：

- (1) 採用瑞士柏恩大學研發之 Bernese 5.0 版計算軟體每日自動化解算。
- (2) 各基準站坐標成果資料之檢核分析機制計分等每日解 (Daily Solution)、每週解 (7 Day's Solution) 及每季解 (Season's Solution) 等 3 項，其中每日解及每週解由 LVG-BY 自行處理分析，每季解則由 Central Bureau SAPOS[®] 聯合全歐洲各基準站一併聯合處理分析後，做為各聯邦州定位服務系統之標準坐標成果。

(七) 德國 SAPOS[®] 定位系統與各類測繪科技研發與整合概況：

e-GPS 衛星定位基準網每天 24 小時連續接收衛星觀測資料除做為網路 DGPS 差分定位及公分級精度 VBS-RTK 即時動態定位坐標成果解算外，另其完整的衛星觀測資料亦為各國訂定測量基準、維護國家坐標系統及其他測繪工作之基礎。德國大地研究中心 (Geo Forschungs Zentrum, GFZ) 為德國大地測繪科技之主要研發機構之一，目前國內正值推動各項基本控制測量如衛星定位基準、高程基準及重力基準等相關建置及維護工作，藉由參訪該中心執世界牛耳之大地測繪科技，將有助於提升國內處理各基準站衛星觀測資料之能力與技術層面，有效強化基本控制測量各項基礎建設，健全國內基本控制測量作業之規劃、設計、推動與管理等事務。

叁、心得與建議

一、參訪心得

(一) 網路 RTK 是即時動態定位的潮流趨勢：

由於傳統單主站 RTK 即時動態定為在有效定位距離、通訊及數據傳輸、主站架設模式及建立主站時可能潛在大錯誤等諸項限制，所以目前在國內甚至世界各先進國家，均已配合網際網路及無線通訊基礎建設，採用建置 24 小時連續衛星資料觀測站方式，以網路傳輸技術”即時”結合多個基準站觀測資料，建構區域改正參數，並透過行動式 (Mobile) 通訊技術，進行超短基線之 RTK 即時動態定位解算；另隨著目前整個定位系統環境不斷強化的條件下，例如 GPS 全球定位系統的現代化、GLONASS、Galileo 衛星定位系統及 NTRIP 網際網路數據訊協定的整合運用情況下，網路 RTK 已是國際上進行即時動態定位的潮流趨勢，茲將其具體的優勢彙總如下：

- 1.可擴大 RTK 有效作業範圍，提高即時動態定位之精度及可靠度。
- 2.測量定位誤差及初始化時間不因距離增長而增加，定位成果品質穩定。
- 3.使用者無須架設區域性主站且單人單機即可作業，大幅縮短作業時間、增加產能及降低作業成本。
- 4.所有使用者皆在同一框架下進行即時定位，可降低定位成果之不一致性。
- 5.具備系統控制及計算中心，可提供全面性的定位成果品質與使用者權限之管理與監控。

(二) 國內 e-GPS 定位系統規劃及設計架構已達世界級水準：

就本次參與 GPSNet 使用者論談會議之 15 個國家所提出的各國典型的即時動態定位系統架構觀之，目前本局全國性 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統在衛星基準網建置情形如圖 15，利用中華電信股份有限公司所提供的 ADSL 網際網路線路，進行各基準站衛星觀測資料之遠端監控與數據傳輸，系統網路架構如圖 16；在控制及計算中心部分，亦就系統所需之各項功能性如資料蒐集、備份、監控、處理、計算與成果供應等，分別採用不同的伺服器主機，並針對不同縣市區域提供各別之服務網如圖 17，以提升系統整體的運作效能，另為達到即時動態定位服務及衛星觀測資料供應等營運目標，亦於 95 年度研發入口網站管理系統，提供一般使用者單一登錄窗口，運用本定位系統相關資源如圖 18；綜上，比較歐美幾個較具規模之系統，本局所建置之全國性 e-GPS 定位系統已達世界先進國家之水準；至在移動站使用者移動站與控制及計算中心間數據傳輸之通訊連結管道部分，考量國內全球行動通信系統（GSM）通信費率較高，本局係採用整合封包無線電服務技術（GPRS），目前除部分山區及若干特定地區外，其通訊品質及涵蓋範圍上尚可達到系統要求，目前歐洲國家亦有逐漸採用 GPRS 進行數據傳輸之趨勢。

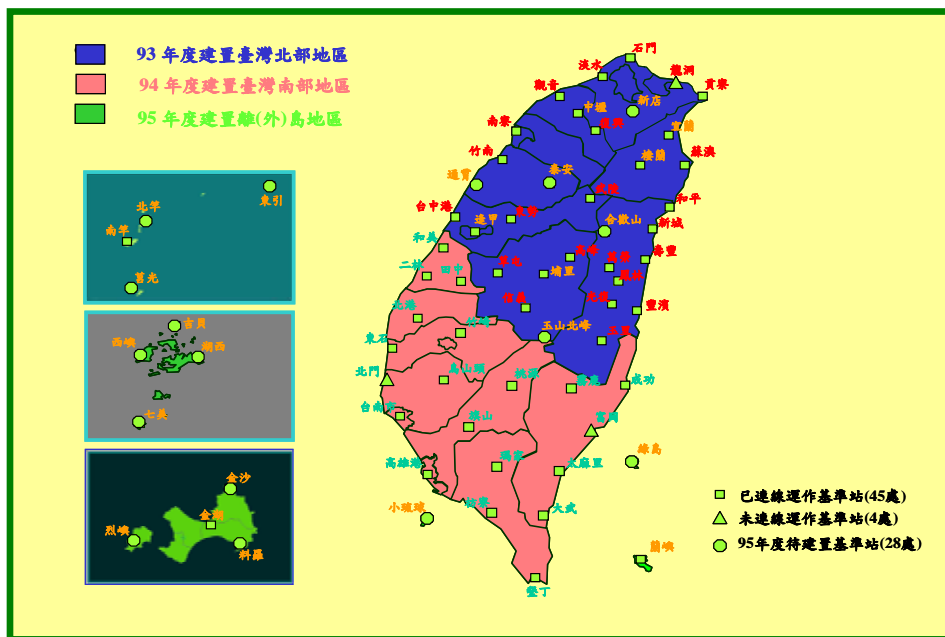


圖 15 e-GPS 衛星定位基準網建置情形

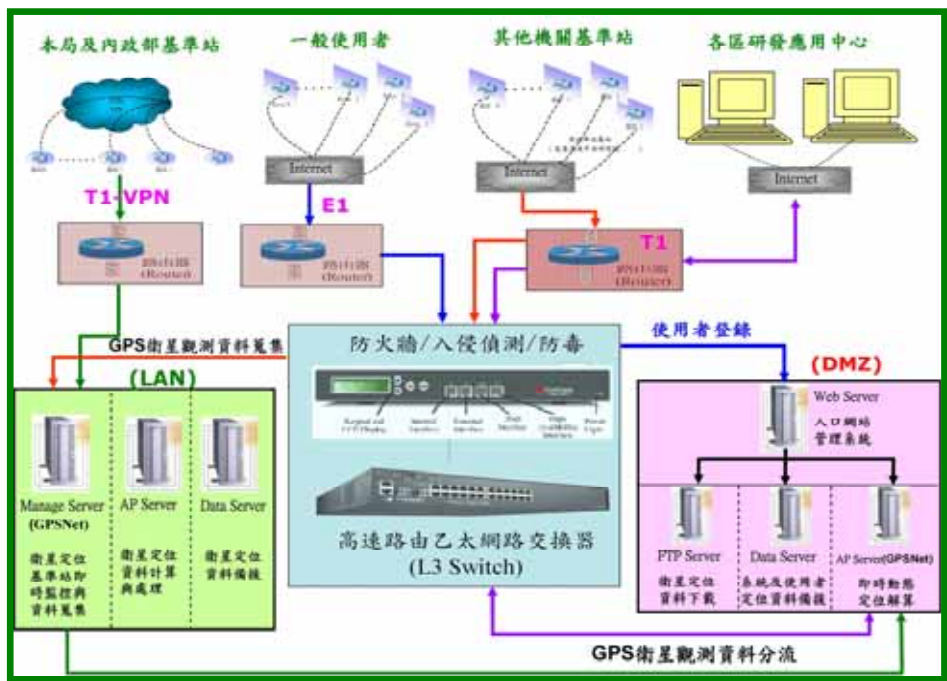


圖 16 e-GPS 定位系統之網路架構

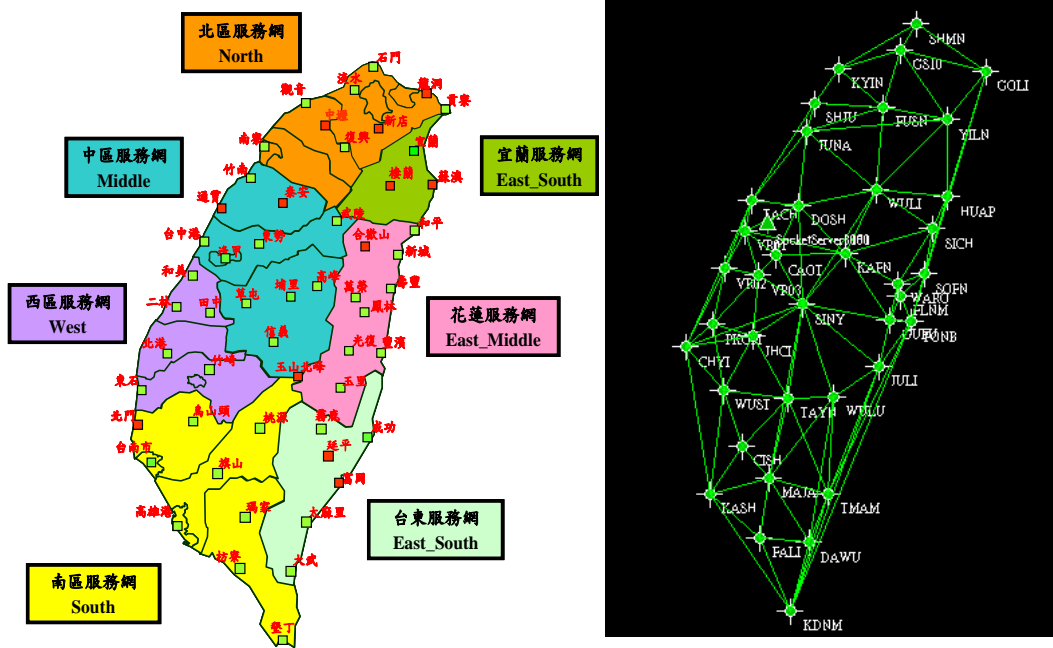


圖 17 臺灣本島 e-GPS 定位服務網劃分及實際運作情形

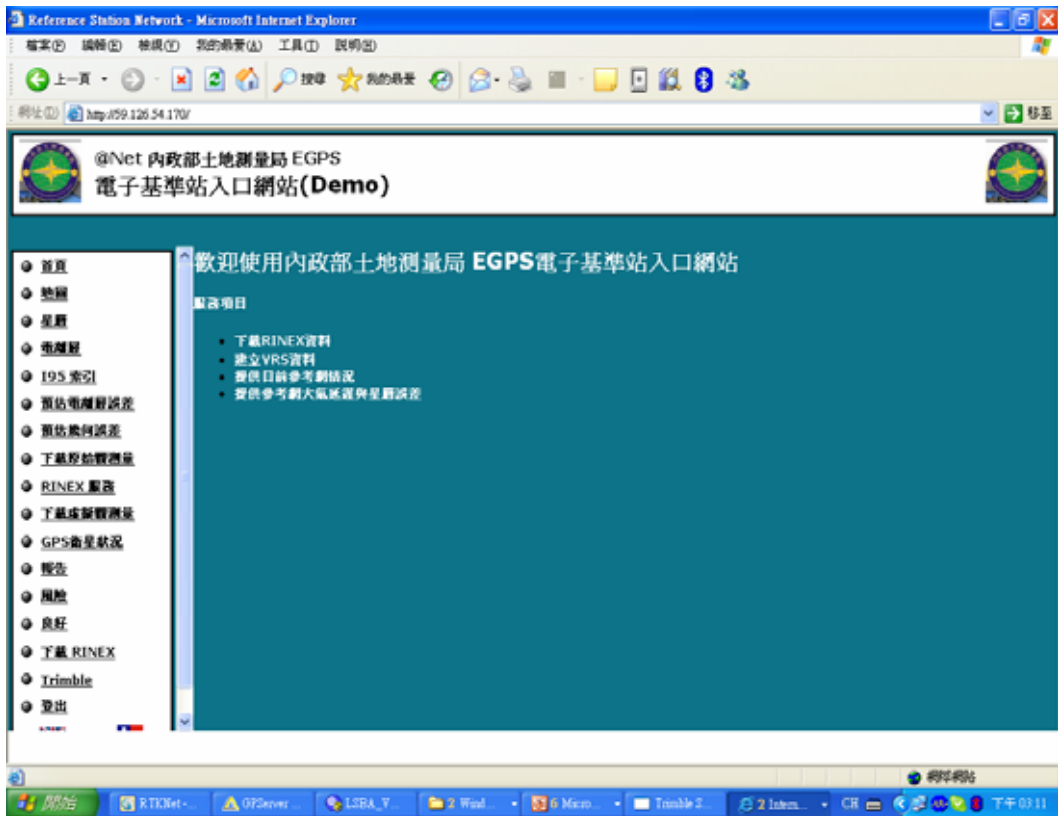


圖 18 e-GPS 入口網站全球資訊網頁雛型

(三) 國內 e-GPS 定位系統環境尚有改善空間：

本局全國性 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統採用 VBS-RTK 定位技術，使用者僅須單人攜帶移動站衛星定位接收儀及無線數據訊傳輸設備，在任何時刻、任何地點，只要可以同時接收 5 顆以上之 GPS 衛星訊號，透過 GSM/GPRS 無線數據傳輸技術，即獲得公分級精度即時動態定位成果，提供多目標定位服務及增值應用。惟在某些特定時間內，偶爾會發生 VBS-RTK 定位無法初始化成功或因初始化時間過長，造成定位成果品質不佳情形；另有關移動站定位資訊及虛擬觀測量等數據通訊傳輸品質，亦為影響 VBS-RTK 定位解算成功率之主要因素，故為提升 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統之穩定性及成果精度與可靠度，應再配合相關產業及學術界，研發改善數據傳輸及衛星定位誤差修正模式。

二、綜合建議

(一) 加速達成國內 e-GPS 定位系統營運目標：

e-GPS 定位系統是一種高精度且多目標使用之即時動態定位系統，在加值應用的功能面上，不僅可以提供工程測量、界址、地形、海測等細部測量、資源踏勘及調查、環境監測、農業發展等輔助決策、民生及旅遊定位與諮詢服務、載具導航定位及車輛派遣與監控等即時動態定位服務，亦可做為訂定測量基準、維護國家坐標系統、監測地殼變形、計算 GPS 精密軌道及提供地球科學、大氣科學等學術研究等後處理模式使用，故各先進國家無不把該系統之營運規劃列為最優先事項。本局在系統整體規劃設計與測試分析部分，雖與歐美先進國家並駕齊驅，惟因系統目前仍於建置及測試階段，在相關定位服務與資料供應尚未明確訂定的情況下，對於系統後續營運機制的建立期程，顯較其他先進國家落後。

本次藉由參訪德國SAPOS[®]-BY衛星定位服務系統可以具體瞭解德國在該系統的營運機制之建立與實務運作，不論在組織、分工例如上從德國聯邦測繪工作管理委員會（Adv）到中心機構（Central Burea）乃至各聯邦州實際負責系統營運的州屬測繪機構，或針對各項系統組成要件包括資料數據、定位方法、數據訊傳輸及收費機制之標準化與整體營運品質管理上，SAPOS[®] 已建立一套完整的營運機制，提供公務單位或一般民間使用者取得正確且高效率的資源與服務。本局將參酌本次考察與交流之經驗，並配合各項系統軟硬體資源、網路架構及使用者實務需求等，儘速建立全國性e-GPS衛星定位基準站即時動態定位系統營運機制，提前達成營運目標。

(二) 設立國家級專責機構：

臺灣因位處歐亞大陸板塊及菲律賓海板塊之劇烈碰撞地帶，其引發之地殼活動，將造成e-GPS即時動態系統各分區定位服務網基準站坐標精度，必須定期修正及維護。鑒於國內各公務機關、學術單位或私人機構近年來

為不同的應用領域及業務需求，已在臺灣地區建置超過 300 處衛星基準站或GPS連續觀測站，這些基準站接收之衛星觀測資料，經適當的計算與處理後，正足以用來解決國內長期以來所面臨的坐標系統問題。為能有效整合並妥善運用這些珍貴的資源，建議參照德國聯邦測繪工作管理委員會（AdV）及SAPOS[®] 中心機構（Central Burea）之職掌與分工模式，成立國家級的「坐標基準與地殼變動監測工作委員會」與「衛星資料處理及供應中心」等專責機構，俾重新全盤檢核全臺灣地區各衛星基準站之適當性，並將長期且連續蒐集衛星觀測資料納入國家坐標系統予以妥善管理維護，據以訂定國家測繪基準及建立精確的速度場資訊，提供各領域應用加值，並可達到維持全國性e-GPS即時動態定位系統正常營運與定位成果法制化之多重目標。

（三）強化產官學界合作機制：

全國性e-GPS衛星定位基準站即時動態定位系統是一種多功能、多目標之定位系統，目前各先進國家在規劃及建置之設計架構上，無不將提供高精度定位服務及多功能應用列為終極目標，惟在系統整體運作與資料供應機制上，須透過衛星定位、寬頻網路數據通訊、Mobile Phone行動式數據傳輸、資料儲管及Web網站等 5 項主要先進技術充份整合。惟臺灣地區獨特的衛星定位觀測環境，例如前述的地殼變動因素及電離層、對流層定位誤差等問題，尚須GPS軟硬體、數據通訊、資料處理等產業界及學術單位與相關公務單位的密切合作後，方能發揮系統定位服務與資料處理、供應等功能；故基於資源共享互惠原則，建議可效仿德國SAPOS[®] 衛星定位服務系統資源分流機制，除透過商業營運方式，提供給一般使用者外，亦應藉由強化產、官、學界合作機制，提供所需資源予產業界及學術界進行系統功能擴增、改善及加值應用等研發使用，以充分達成e-GPS衛星定位基準站即時動態定位系統建置之目的與價值。

附錄：參訪照片集錦

(一) GPSNet 全球使用者論談會議：



會議地點：德國慕尼黑 Hotel Holiday Inn-City Center



會場歡迎幕



會場一隅



論文及系統運作經驗發表



與國際級大師 Dr. Herbert Landau 交談



與中國大陸代表團合影

(二) 與 Trimble-TerraSat 技術與經驗交流：



國立成功大學余致義老師代表提問



應用軟體部經理解說 GPSNet 相關模組功能

(三) 德國巴伐利亞聯邦州土地測量局 (LVG-BY):



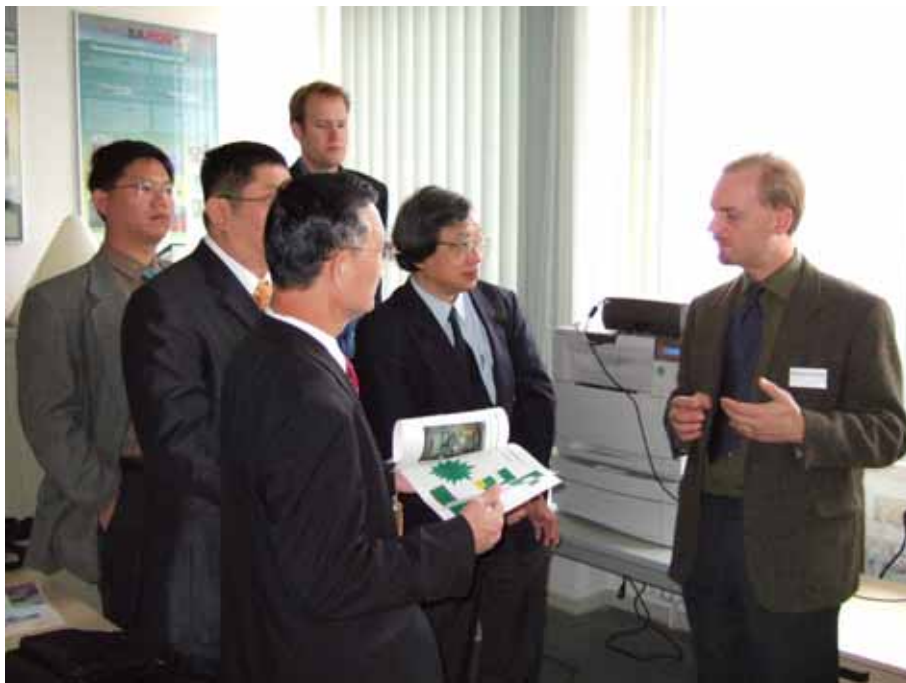
LVG-BY 慕尼黑本部



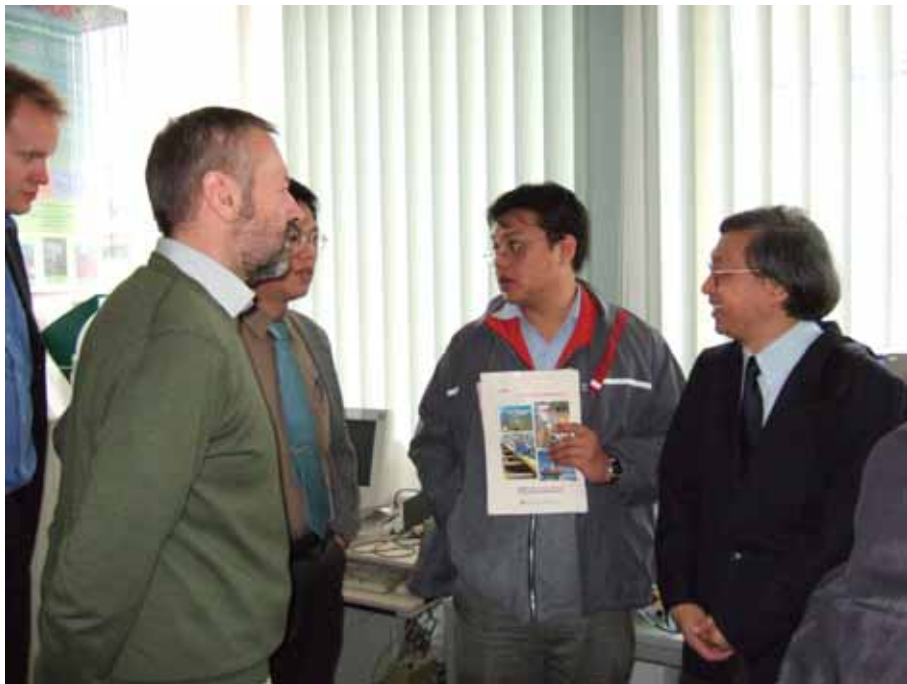
LVG-BY 大門合影



Mr. Andreas Brüner 介紹 LVG-BY 局史與特色



Mr. Andreas Brüner介紹SAPOS[®] -BY定位系統



與 LVG-BY 資深測量員交換 Bernese 軟體操作經驗



LVG-BY 歷史圖籍暨測量儀器展示館

(四) 德國大地研究中心 (GFZ):



GFZ - Helmert Center



Helmert Center 前合影



大地及遙感探測研究部門主管 DR. Markus Rothacher 親自簡報



Dr. Euler 介紹 GFZ 的歷史及著名建築物



猜一猜這是誰的大腦？
(Ans：愛因斯坦的)



GFZ -愛因斯坦塔