

**出國報告（出國類別：考察）**

**全球導航衛星系統（GNSS）儀器發展  
儀器檢校技術科技發展現況考察**

**服務機關：內政部土地測量局**

**姓名職稱：蕭局長輔導**

**陳專員鶴欽**

**派赴國家：德國**

**出國期間：95年5月28日—95年6月8日**

**報告日期：95年8月31日**

## 摘 要

測繪是建設的先鋒，提供了各項國土三維空間的資料及訊息，對於政府各項施政建設有重大的幫助，世界各先進國家皆非常重視國土測繪作業。測繪科技日新月異，希望藉由引進新的測繪科技提升國土測繪的精度與效率，衛星定位技術、空載光達技術、精密重力測量至衛星影像製圖等新的測繪技術發展，對於未來測繪領域將產生重大的技術突破與改革。本次考察係瞭解德國在 GNSS 技術發展及應用、並參與 TRIMBLE 公司召開之 GPS 使用者會議，了解儀器製造未來發展現況，並進行實務經驗交流，以提升測繪科技技術水準，並做為本局未來業務推展及研究發展之參考。本次考察重點如下：

(1) GNSS 儀器及軟體發展，包含 GPS、GLONASS 及 GALILEO 三個衛星定位系統資料。

(2) 國家級 GNSS 參考站建置，德國 LVG 的 SAPOS 定位系統已成為國家級連續追蹤站，並與歐洲 ERS89 結合。

(3) GNSS 精密定位技術：結合 NTRIP 網路通訊技術及重新發展新的電離層解算模式及以高精度重力場模式來輔助軌道解算作業。

(4) 先進測繪技術發展趨勢：衛星測量技術已是未來測繪產業在獲取空間資訊的主要手段，包含衛星大地測量、衛星測高技術、衛星重力測量技術、衛星遙測技術等等的發展。

## 目 次

壹、目的	1
一、計畫緣起	1
二、考察主題	3
(一) GNSS 儀器及軟體發展	3
(二) 國家級 GNSS 參考站建置	3
(三) GNSS 精密定位技術	4
(四) 先進測繪技術發展趨勢	6
貳、考察過程	6
一、參訪單位	9
(一) GPSNet 歐亞洲使用者論壇會議	9
(二) Trimble 公司基礎建設及軟體研發部門	9
(三) 德國巴伐利亞聯邦州測量局 (LVG)	10
(四) 德國大地研究中心 (GFZ)	10
二、考察過程	11
(一) GPSNet 歐亞洲使用者論壇會議	11
(二) TerrSat 交流 GNSS 軟體發展趨勢	18
(三) 巴伐利亞聯邦州測量局 SAPOS 控制點設置	19
(四) 德國地球科學研究中心營運發展現況	25
(五) GFZ 第一研究所 GNSS 及大地測量發展現況	30
(六) 其他 - 文化資產的保存	35
參、心得與建議	38
一、參訪心得	38
二、建議	40
附錄：參訪照片	

## 壹、 目的

### 一、 計畫緣起

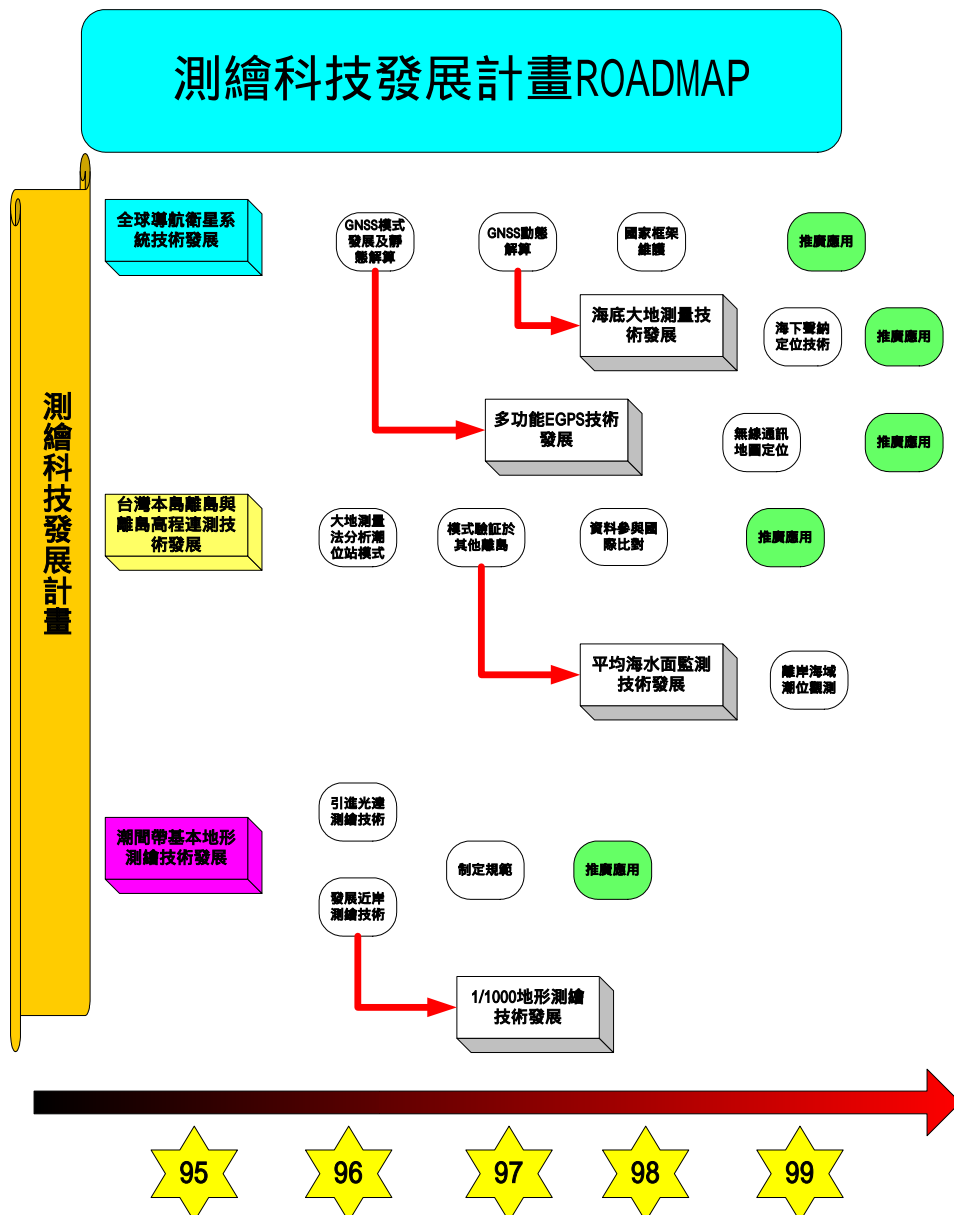
測繪是建設的先鋒，提供了各項國土三維空間的資料及訊息，對於政府各項施政建設有重大的幫助，世界各先進國家如美、德、英、加拿大、日本、新加坡及澳大利亞皆非常重視國土測繪作業。測繪科技日新月異，希望藉由引進新的測繪科技提升國土測繪的精度與效率，衛星定位技術、空載光達技術、精密重力測量至衛星影像製圖等新的測繪技術發展，對於未來測繪領域將產生重大的技術突破與改革，在此一時刻，政府部門更應投入於相關領域的研究與發展，以達成「強化知識創新體系」、「創新產業競爭優勢」、「增進全民生活品質」、「促進國家永續發展」、「強化自主國防科技」及「提升全民科技水準」的國家科學技術發展總目標。

本局掌理全國測繪方案、基準之制定，測繪計畫之訂定、推動、督導。基本測量、應用測量、航空測量、海洋測量及國土測繪資訊之規劃、推動、測製，地圖資料與文獻之編印、錄製、管理及供應事項。本次考察係瞭解德國在 GNSS 技術發展及應用，並參與 TRIMBLE 公司召開之 GPS 使用者會議，了解儀器製造未來發展現況，並進行實務經驗交流，以提升測繪科技技術水準，並做為本局未來業務推展及研究發展之參考。

德國測繪科技居世界牛耳地位，德國 GFZ 為該國研發伽利略衛星相關科技的研究單位，TRIMBLE 公司為世界上提供最完善及最多樣化的測量儀器製造銷售商，參訪上開相關單位及機關可以得知目前國際上最新衛星導航技術的發展趨勢，並了解儀器製造生產及軟體開發所需測試及檢定項目，以確保各式儀器及軟體在長久使用後的精度及品質問題，藉由參訪上開機構對於未來制定相關測繪發展政策、儀器軟體開發及未來發展能夠有更清楚脈絡，對於應用先進測量科技能有效提升及加速國內測繪技術的發展並能與國際先進測量科技接軌，完善測繪科技測量之規劃、設計、推動及管理。

本局提報 95 年度「測繪科技發展計畫」獲國科會審查通過，希望藉由對新測繪科技的投入來提升建置國土基本資料庫的效能及品質，這其中很大的關鍵處便是衛星大地測量技術的發展，無論是初期單純的衛星定位技術，如 GPS 定位的資料處理技術或者是結合俄羅斯 GLONASS 的雙 G 整合、或

再加入歐盟發展的 GALILEO 衛星定位系統，衛星大地測量技術也進入了 3G（GPS、GLONASS 及 GALILEO）的時代；到衛星測高的應用問題，衛星測量如何針對垂直方向的精度作一數量級的提升，以便在幾何高及正高系統間能透過衛星測高的技術，大量減低直接水準測量的成果，又可獲取高精度的水準測量成果；再到如何應用高精密即時衛星定位技術，來輔助如航空攝影測量或者是光達系統（LiDAR）建置高精度及高解析度的數值地形模型（DTM）等等資料建置及製圖的問題。可預期的衛星大地測量的解算技術，將是決定種種測量製圖的關鍵技術，也是串聯起各項應用的主軸線，3G 衛星測量時代的來臨，將是我們測繪領域提供空間定址服務圖資的新契機及年代。測繪科技發展計畫未來 4 年的發展策略如下圖 1。



## 二、 考察主題

### (一) GNSS 儀器及軟體發展

依據 1992 年 5 月，國際民航組織在未來的航空導航系統（Future Air Navigation Systems，FANS）會議上通過了計畫方案 GNSS（Global Navigation Satellite System）全球導航衛星系統，該系統是一個全球性的位置和時間的測定系統，包括導航衛星系統、機載接收儀及監視系統。GNSS 全球導航衛星系統在 2000 年之前，所定義的衛星導航系統包含美國的 GPS 及俄羅斯的 GLONASS 所組成的混合系統，而現在 GNSS 所指的全球導航衛星系統除原本 GPS 及 GLONASS 兩套系統外，更增加了歐盟積極推動的 GALILEO 系統。

自 2006 年起，國際 GPS 服務組織（International GPS Service）已正式改名為國際 GNSS 服務組織（International GNSS Service），名稱簡稱依舊為 IGS。台灣目前非常廣泛地使用 GPS 精密定位於各種測量工作，包含靜態及動態定位。隨著 GNSS 的到來，衛星定位使用之硬體設備與軟體計算程式也將大幅改變，對於資料處理之作業技術發展也必須迅速建立。完整 GNSS 全球衛星導航系統至少須包含 GPS、GLONASS 及 GALILEO 三個衛星定位系統資料，三種系統使用相關技術及規格並不相同，硬體上如何將碼分多址(CDMA)與頻分多址(FDMA)技術整合在同一台接收儀中，軟體上如何整合其各種觀測資料、時間系統及坐標系統都將值得深入探討。希望藉由考察國際上頂尖上商業公司的發展構思，掌握未來趨勢，以作為我國發展 GNSS 衛星系統應用在測繪領域的參考。

### (二) 國家級 GNSS 參考站建置

內政部自 82 年度開始辦理「應用全球定位系統實施台閩地區基本控制點測量計畫」，88 年度辦理「國家基本測量控制點建立及應用計畫」及 92 年度開始辦理「國家基本測量發展計畫」，均已運用 GPS 衛星科技建置國家基本測量基準及各級控制點，供後續各項測量使用，測量成果精度較傳統三角三邊網測量方法已有大幅提升，顯示應用衛星測量技術於測繪業務已得到良好成效。此外本局亦建立 eGPS 即時動態基準站，可提供公分級的網路 RTK 服務，所建置追蹤站亦可當作國家級基準站。而德國巴伐利亞州測量局也被

賦予統領德國 GPS 網路化 RTK 定位系統,除購建 SAPOS 系統提供對外服務外,也肩負著德國國家坐標系統的維護工作及歐盟 GALILEO 衛星地面測試工作等等任務,配合 GNSS 儀器的推出,讓我們重新思索除原有 GPS 追蹤站外,亦可朝向 GNSS 追蹤站來規劃,以提供更多又優質的空間定址服務。

### (三) GNSS 精密定位技術

歐盟基於建立自主性導航衛星系統,且有別於美國及俄羅斯以軍事用途為目的之衛星系統,進而加強歐盟各國之間的聯繫與合作,擴展各國就業市場與經濟發展之規模,發展出以民用導航為主且涵蓋全球範圍的衛星系統,稱之為伽利略(GALILEO)衛星系統,歐洲太空總署(European Space Agency, ESA)於 1998 年針對發展一個獨立於 GPS 及 GLONASS 且主要為民用之導航系統展開一系列的研究並於 3 年之後公佈所使用的衛星訊號結構 (Hein et al., 2002)。至此整個 GALILEO 計畫的實施正式進入緊鑼密鼓的發展階段。歐盟的交通運輸委員會並於 2002 年公布整個計畫發展的步驟。為了達成與 GPS 訊號的相容性,ESA 於 2002 年修正 GALILEO 的訊號與頻率(Hein et al., 2002)並於 2004 年完成最終的衛星軌道設計並由歐盟交通運輸委員會於同年 12 月正式公佈。第一顆 GALILEO 衛星(GIOVE-A)已於 2005 年 12 月 28 日成功發射升空,並計畫在 2006 年底共發射四顆衛星;至此,未來多系統的 GNSS 發展正式展開。GALILEO 定位系統的出現,將對測繪定位及人身安全定位服務產生新的衝擊,並藉由 GALILEO 定位系統的出現,可作為倘 GPS 系統出現人為干擾或其他問題時的備援方案。

### (四) 先進測繪技術發展趨勢

衛星測量技術已是未來測繪產業在獲取空間資訊的主要手段,包含衛星大地測量、衛星測高技術、衛星重力測量技術、衛星遙測技術等等的發展,藉由參訪德國大地研究中心(Geo Forschungs Zentrum, GFZ),了解其目前及未來發展趨勢可作為制定本局未來測繪科技發展的趨勢。以衛星測量定位技術而言,GFZ 邀請國際知名學者擔任其第一研究部門主管,並積極參與歐盟伽利略衛星發展定位計畫,GFZ 也曾嘗試發展出自己的衛星接收儀,後雖因

故取消接收儀硬體發展計畫，但是在資料處理計算軟體、衛星定位及軌道資訊提供等等軟體的發展有諸多嘗試，藉以掌握更多更先進的技術，以維持其學術領先的地位，而也因為瞭解地球變遷情形，藉以分析其原因及預防方法而提供政府部門施政的參考。



## 貳、 考察過程

本次考察由本局蕭局長輔導領隊，與技術發展課陳專員鶴欽共同前往，期間為 95 年 5 月 28 日起至 95 年 6 月 8 日止，共計 12 日，(行程詳如表 1) 至德國參加 Trimble Gpsnet 使用者會議(歐洲及亞洲區) 拜訪 Terrasat 公司、德國巴伐利亞邦測量局及德國地球科學研究中心等單位，包含與國際間相關領域使用者研討、產業界、政府部分及學術單位等等進行 GNSS 相關議題的研討與交換意見。

Trimble Navigation Limited 公司為全世界目前最大的衛星定位接收儀製造及定位系統軟體研發廠商，其衛星定位軟體、衛星接收儀硬體的發展及銷售量均居目前國際間商用軟硬體的領先地位，考察並與國際其他機關單位分享經驗，可作為我們制定發展衛星定位系統的參考。事實上，從 90 年後期，Trimble 公司先後併購了蔡司 (Ziess) AGA、Geodimeter 等等公司，帶動測量界的革命，發展出許多新式儀器如全世界第一台自動水準儀、第一台全測站、第一台自動全測距 (具伺服馬達) 第一台商用全球定位接收儀 (GPS) 及第一套即時動態 (RTK) 測繪系統，所以 Trimble 公司發展之相關測繪軟體產品均具開創先局，具有領導地位。

德國巴伐利亞聯邦州測量局(Land Fur Veresungund Geoinformation, LVG) 的前身係由巴伐利亞國王於 1808 年在慕尼黑創設皇家稅務及測量委員會，其主要工作執掌與任務為負責該邦境內土地圖籍及稅務資料處理的工作，該局在組織上區分為管理中心、地圖測繪、地理資料處理及服務、研究發展等四個業務單位，及北區、南區及東區等 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、SOPAS 衛星定位服務、ATKIS 數位地形資料及 DGM 數值地形模型等等。本次主要參訪項目為 SAPOS 衛星定位服務系統，藉由參訪 LVG 的 SAPOS 衛星定位服務系統，作為本局制定國家級衛星追蹤站的參考。

德國地球科學研究中心(GFZ)為德國重要大地測量的研究機構，於 1832 年創立於柏林交區之波茲坦，其組織上概分為大地及遙測、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 GFZ 總計有 718 位員工，其中 324 位為具專業領域的科學家 (統計至

2006 年 5 月 )，該中心 2005 年預算約 6200 萬歐元，其中 90%來自於聯邦教育研究部 ( Federal Ministry for Education and Research(BMBF) ) 及 10%來自於聯邦科學教育研究部 ( Ministry of Science, Research and Culture of Brandenburg(MWFK) )，具有多項精密大地測量設備，在 GFZ 中央圖書館更保有超過 300,000 萬份重要文件。GFZ 更因 20 世紀最具影響力的科學家 - 愛因斯坦曾在此從事研究而更具盛名，並留下一座由愛因斯坦親自設計的天文觀測實驗室 ( 愛因斯坦塔 ) 供後人憑弔，GFZ 也將其大門口的主要道路命名為愛因斯坦大道以緬懷先哲。本次主要欲參訪其第一研究部門在衛星遙測及衛星大地測量技術的發展，提供本局未來制定測繪科技發展策略的參考，思考運用相關技術如何在臺灣未來加速建置國土基本資料，提昇作業效能與產量，並能確保成果精度與品質。

該研究部門在科學的研究和服務項目除包括 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，也對外提供線上地球科學資訊系統及資料中心 ( Information System and Data Center for geoscientific , ISDN ) 及國際地球模型資料中心( International Centre for Global Earth Models , ICGEM ) 及國際 GNSS 服務組織 ( International GNSS Service , IGS ) 等所儲存管理之相關研究成果及資訊予全球使用者下載運用。

表 1：參訪行程表

日期			起訖地點	行程概要
月	日	星期		
5	28	日	台北-法蘭克福	啟程
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 使用者論壇 ( GPSNet User Seminar )
5	31	三	慕尼黑	參加 GPSNet 使用者論壇 ( GPSNet User Seminar )
6	1	四	慕尼黑	與 Trimble - Tertsat 洽談 GNSS 軟體發展趨勢及經驗交流
6	2	五	慕尼黑	參訪德國巴伐利亞聯邦州測量 局 ( Landsamt Fur Veresungund Geoinformation , LVG )
6	3	六	慕尼黑 - 柏林	搭機至柏林
6	4	日	柏林	整理資料
6	5	一	柏林	宗教假日全國休假，整理資料
6	6	二	柏林 - 法蘭克福	1.參訪德國地球科學研究中心 GFZ 2.傍晚搭機至法蘭克福
6	7	三	法蘭克福-台北	返程
6	8	四	台北	06:40 抵達臺灣中正機場

## 一、 參訪單位

### (一) Trimble Gpsnet User Seminar

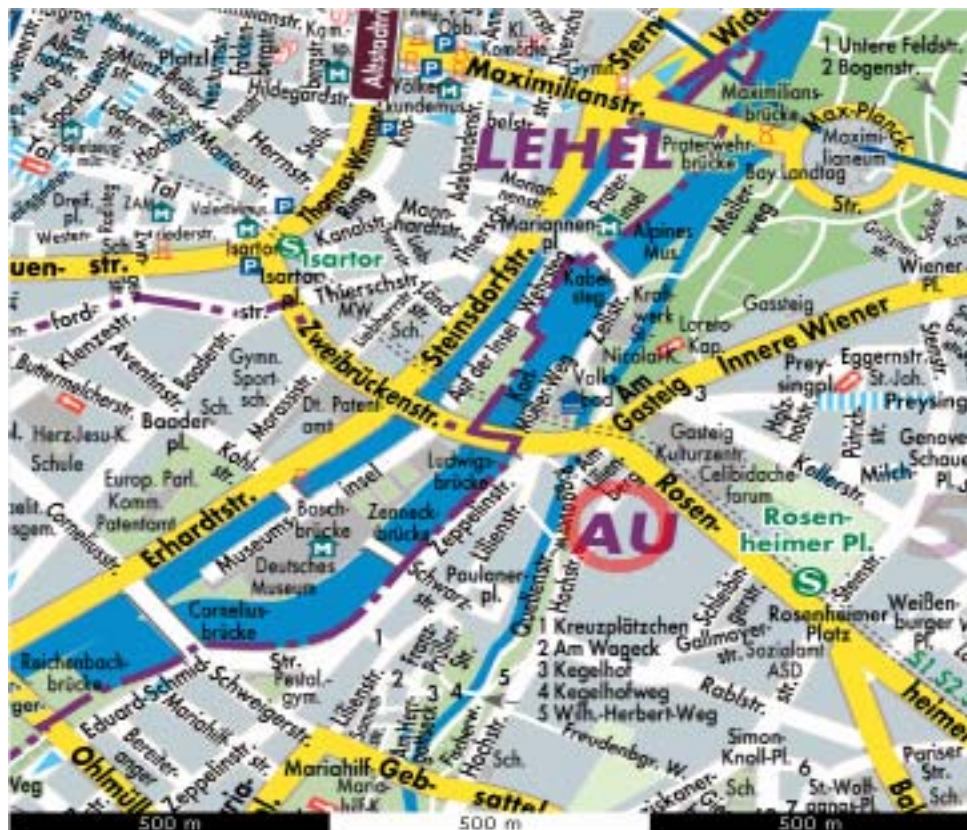
會議名稱：Trimble GPSNet Users Seminar。

會議城市：Munich, Germany。( 德國慕尼黑市 )

會議時間：May 30<sup>th</sup> / 31<sup>st</sup>, 2006。

會議地點：Holiday Inn Munich, City Centre, Hochstr. 3,  
81669 Muenchen, Germany

<http://www.ichotelsgroup.com/h/d/hi/925/en/hd/muchb>



### (二) Trimble - Terasat 座談與技術交流

參與者：Michael T. O'Grady ( Infrastructure Manager )

Dr. Peter Kolb, Trimble, Germany

Jeff Hamilton, Trimble

國立成功大學余致義老師

本局蕭局長輔導

陳專員鶴欽

( 三 ) LVG

Landesamt Fur Vermessung und Geoinformation

Andreas Brunner

Satellitenpositionierungsdienst ,SAPOS

Address : Alexandrastra ße 4,80538 Munchen

Tel : +(0 89) 2129-1223

Fax : +(0 89) 2129-21223

<http://www.lvg.bayern.de/>

( 四 ) GFZ

GeoForschungsZentrum Potsdam ( a Helmholtz-Centre )

Markus Rothacher

Prof. Dr. phil. nat.

Director of Department 1

Geodesy and Remote Sensing

Address : Telegrafenberg D-14473 Potsdam,Germany

Tel : +49 331 288-1100

Fax : +49 331 288-1111

<http://www.gfz-potsdam.de>

## 二、考察過程

### (一) GPSNet 歐亞洲使用者論壇會議

本次 Trimble 公司於德國慕尼黑市所召開之第 2 屆 GPSnet 使用者論壇會議 ( 主要為歐、亞洲使用者 ) , 日期為 95 年 5 月 30 日至 31 日止 , 本屆計有 15 個國家 73 個團體及 30 個 VRS 即時動態定位系統之管理與操作人員參加 , 其相較於 2004 年同一地點舉辦之第一屆會議僅 4 個國家參加的情況下 , 足見網路化 GPS RTK 即時動態定位技術在國際衛星測量科技領域上之快速發展及受到各國或研究團體的重視。在本次會議總計發表 17 篇論文 , 其中 5 篇屬技術論文或未來軟體發展趨勢 , 其於 12 篇為相關國家的系統建置及營運報告 ( 議程詳如表 2 ) 。

表2：GPSNet使用者會議議程

Agenda for the 2nd Trimble GPSNet User Seminar (30./31. May) in Munich			
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 Grunig, Bundesamt fur Landestopographie, Switzerland	Integrity Monitoring in a VRS Network
10:15	10:45	Ernest Bosch, Institut Cartografic de Catalunya, Spain	Operation issues and specifics of ICC settings and interoperability with other systems
10:45	11:00	<i>Coffee Break</i>	<i>"Come together"</i>
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 Kolb, Trimble, Germany	Advanced Ionospheric Modeling
12:30	14:00	<i>Lunch Break</i>	<i>"Come together"</i>
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 Antonio 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
<b>15:45</b>	<b>16:00</b>	<b>Coffee Break</b>	<b>"Come together"</b>
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
<b>19:00</b>	<b>23:30</b>		<b>Dinner arranged by Trimble</b>

<b>Agenda for the 2nd Trimble GPSNet User Seminar (30./31. May) in Munich</b>			
<b>Tuesday, May 31, 2006</b>			
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
<b>10:45</b>	<b>11:00</b>	<b>Coffee Break</b>	<b>"Come together"</b>
11:00	11:30	Seppo Totterstrom, 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

針對本次會中所提衛星定位相關軟硬體報告彙整重點如下：(1) 多衛星系統 (GNSS) 的時代來臨。(2) 新通訊協定 (NTRIP) 的定義。(3) 各國的營運狀況介紹。

(1) 多衛星系統 (GNSS) 的時代來臨：GPS 原本設計目的為從事國防軍事使用，在兩次波灣戰爭均已顯露出優異性，美國國防部為因應民間使用及保有軍事領先優異，擬訂「GPS 現代化」計畫，已於 2000 年 5 月先行取消 SA 效應，提升一般人士使用 GPS 從事單點定位精度，另從 2004 年起在 Block IIM 型 GPS 衛星之 L2 上調制軍用電碼 (M-code) 及一般俗稱 L2C (L2 civil) 的民用電碼，原本計畫 2006 年第四季開始，將在 Block IIF 型 GPS 衛星上增加第三種載頻 (L5)，經由現代化計畫執行可增加 GPS 觀測量種類，強化資料處理。如圖 2 所示。表 3 所示為現代化 GPS 衛星的發射時間表 (Miller, 2004)。

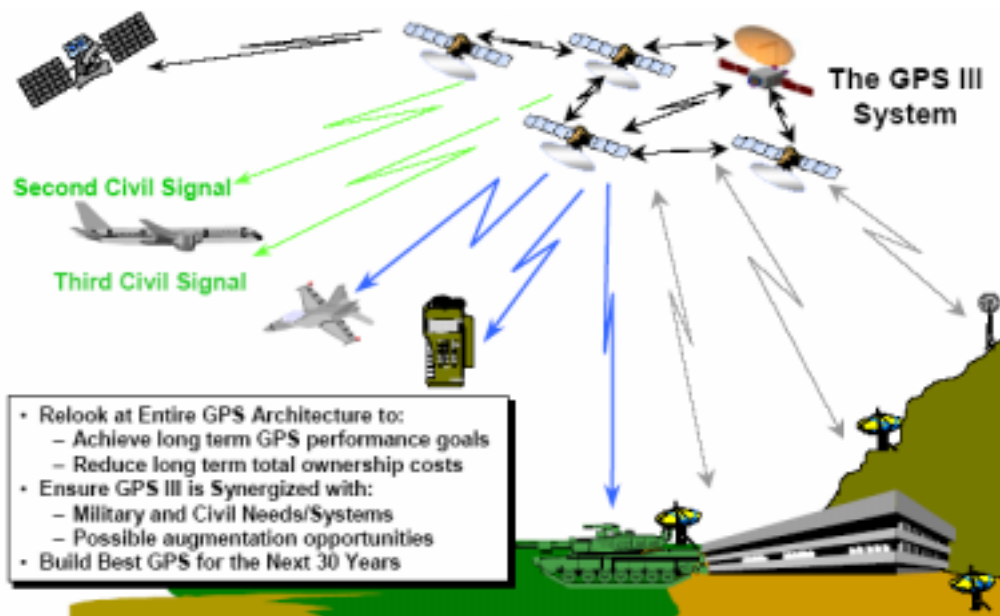


圖 2 GPS III 示意圖 (Lachapelle, 2002)

表 3: 現代化 GPS 衛星的發射時間表 (Chiang, 2004)

GPS Blocks	First Lunch
GPS IIR-M	September 25, 2005
<ul style="list-style-type: none"> <li>● C/A codes on L1/L2</li> <li>● M codes on L1/L2</li> </ul>	
GPS IIF	Expected in mid of 2006
<ul style="list-style-type: none"> <li>● C/A codes on L1/L2/L5</li> <li>● M codes on L1/L2</li> </ul>	
GPS III	Expected in 2012

GLONASS 為俄羅斯於前蘇聯時代所發展的衛星導航系統，其系統架構及定



位方法與 GPS 系統類似，亦是一全球性、全天候 24 小時使用之定位系統。惟因維持一個衛星導航系統所需經費甚為龐大，俄羅斯近年經濟大不如前且數次歐盟談及太空計畫合作均無共識，另外 GLONASS 所使用衛星編碼調制技術與 GPS 不同，無法打開民用市場，而使 GLONASS 較 GPS 處於劣勢。原本日漸式微的 GLONASS 系統，近年重獲俄羅斯政府重視已仿照美國 GPS 擬定現代化計畫，希望至少在 2007 年前發射 18 顆衛星，迄 2004 年 12 月 26 日止，GLONASS 在天空中衛星顆數已增至 14 顆。

歐盟基於建立自主性導航衛星系統，且有別於美國及俄羅斯以軍事用途為目的之衛星系統，進而加強歐盟各國之間的聯繫與合作，擴展各國就業市場與經濟發展之規模，發展出以民用導航為主且涵蓋全球範圍的衛星系統，稱之為伽利略 (GALILEO) 衛星系統，歐洲太空總署 (European Space Agency, ESA) 於 1998 年針對發展一個獨立於 GPS 及 GLONASS 且主要為民用之導航系統展開一系列的研究並於三年之後公佈所使用的衛星訊號結構 (Hein et al., 2002)。為了達成與 GPS 訊號的相容性，ESA 於 2002 年修正 GALILEO 的訊號與頻率並於 2004 年完成最終的衛星軌道設計並由歐盟交通運輸委員會於同年 12 月正式公佈。第一顆 GALILEO 衛星 (GIOVE-A) 已於 2005 年 12 月 28 日成功發射升空，未來多系統的 GNSS 發展正式展開。

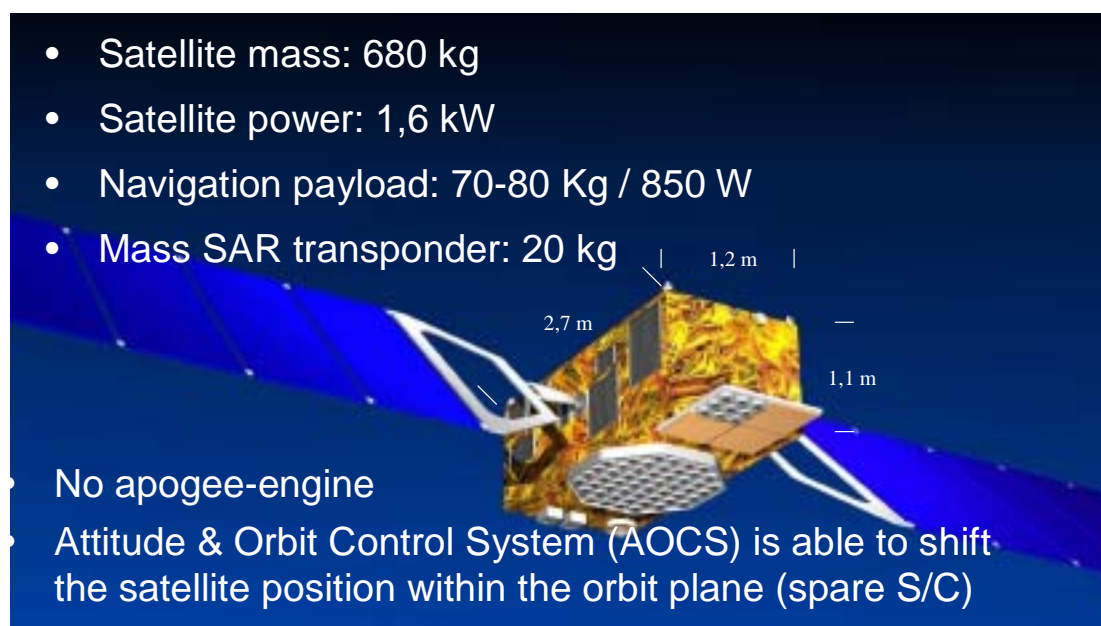


圖 3： GALILEO 衛星之參數

Trimble 公司的 Dr. Herbert Landau 在所發表文章中，除說明整個全球衛星導航系統 (GNSS) 之最新科技趨勢潮流及歷程，可預期未來 3G 的衛星接收儀將可接收 GPS 的 L1、L2、L5 全波長觀測量，GLONASS : L1、L2 全波長觀測量，GALILEO : E2-L1-E1、E5、E6。未來一部衛星接收儀應具備可同時接收 24 衛星 72 個頻道以上的觀測資料，屆時 GPS 衛星系統、GLONASS 衛星系統及 GALILEO 衛星系統的共同營運，將可提供較現在更多的定位衛星、更多的接收頻率及可靠的訊號品質，可效提升衛星定位的成果精度、可靠度與效能。但美中不足的是，GALILEO 衛星雖然在 2006 年 1 月 12 日已被歐洲太空局政時接收到第一筆資料，但一般民間無法接收，故對 GALILEO 實際探討則相對較少，但是對於 GPS 及 GLONASS 現在的各種觀測量則有詳細說明，其未來各種觀測情形詳如下圖 4、5。

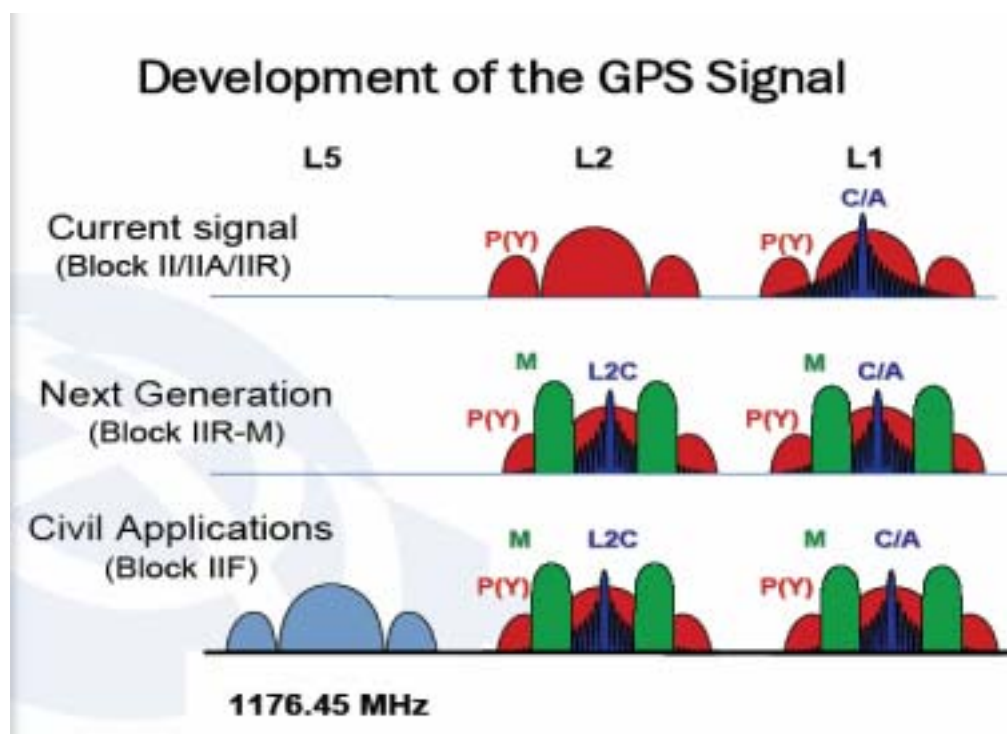


圖4：GPS衛星訊號發展

# GLONASS Constellation Status

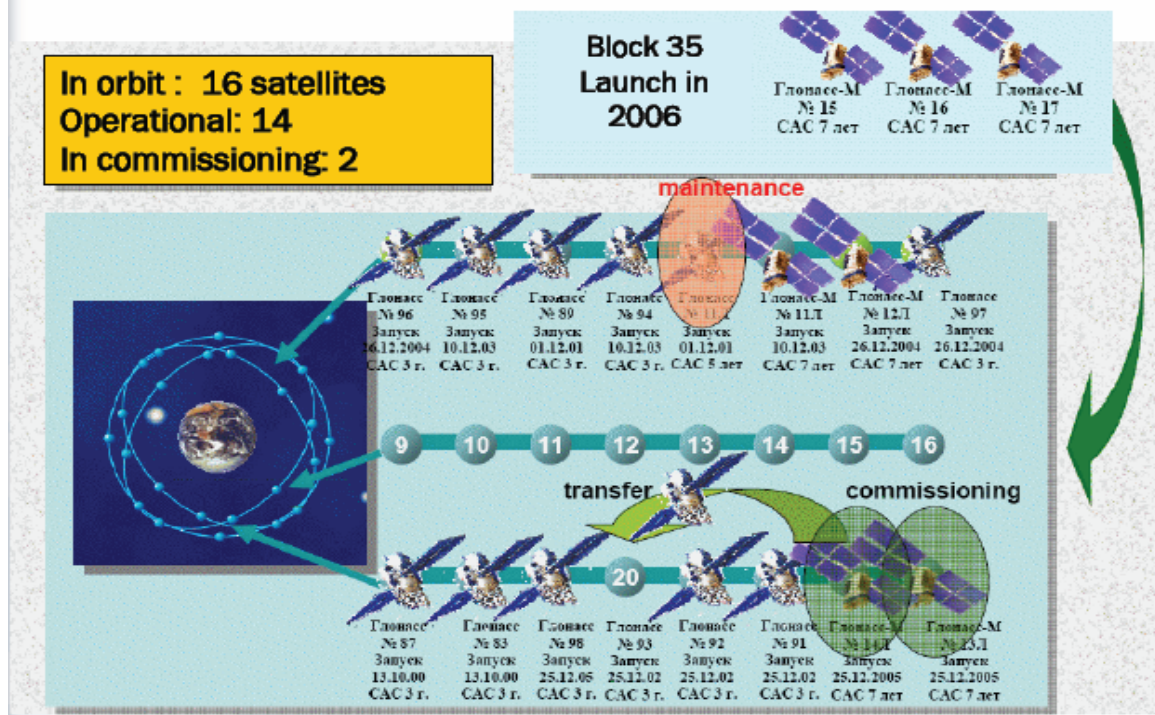


圖5：GLONASS衛星發展狀態

(2) 新通訊協定 (NTRIP) 的定義：在未來網路化衛星定位的時代，及時的傳輸定位及觀測資料將是一件刻不容緩的事情，該如透過網際網路整合無線通訊、GSM 等電信協定等等，在異質媒介的整合將會是一個重要的課題。會議中由德國聯邦製圖及大地測量局 (BKG) 的 Christian Waesen 以 "NTRIP Purpose & Perspectives" 為題所發表論文，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 (Network Transport of RTCM via 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，亦可同時提供使用者一個更有效的數據傳輸品質。NTRIP 已是一種工業標準，目前已有 Trimble GPSNet、NetR5(server&client)；Leica GPS Spider、GPS1200 Rover；Geo++ GNSmart、GNCast；Topcon TopSURV；Thales NTRIP client 及 Sokkia GSR2700 Rover 等等軟體均支援此協定，NTRIP 將是網路化衛星定位的重要推手，並提報 BKG 的 NTRIP 軟體共大家參考，以發揮其最大功效，操作畫面如圖 6，除可安裝在一般 PC 外，已可安裝在 WINDOWS CE 平台。

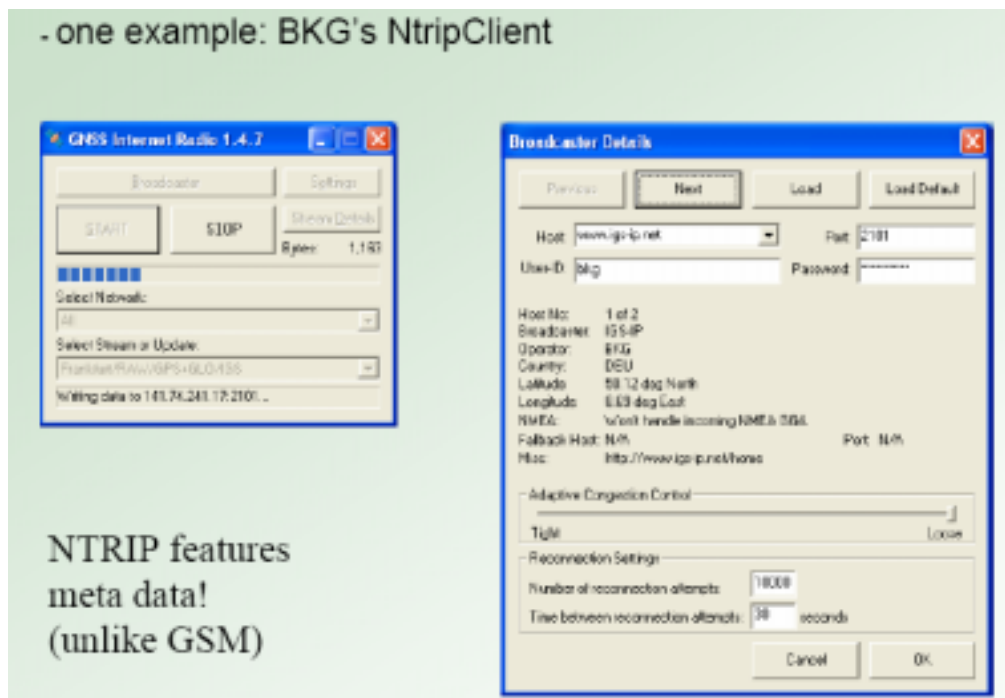


圖6：BKG 的NTRIP軟體工作操作畫面

(3) 各國營運狀況：本次參與 GPSNet 使用者論壇會議之國家共有 15 個，其中在歐洲有瑞士、西班牙、英國、德國、瑞典、葡萄牙、義大利、塞爾維亞及芬蘭等 9 國提出網際網路 RTK 衛星定位系統的營運現況，在亞洲則由中國大陸提出天津、成都及上海等 3 個系統的系統測試報告。各國在系統的建置、定位精度的服務及系統軟體的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。各國相關具體經驗及優點彙整如下：網路 RTK 具有高效率且容易使用，使用者可定位成果具有多樣性，可以獲得高可靠度的定位成果，具有標準數據傳輸格式的衛星接收儀醬是未來趨勢。

除此之外，部分國家的通訊仍是一重大問題，但相關國家均提出不同的解決方案，如英國 Ordnance Survey 針對 GSM 或 GPRS 通訊不良地區提出中繼站 ( Repeater Device ) 的作法，如圖 8，可有效又便宜的解決通訊訊號不良地區的問題，而義大利高山地區則直接採取衛星電話通訊的方式來解決問題。

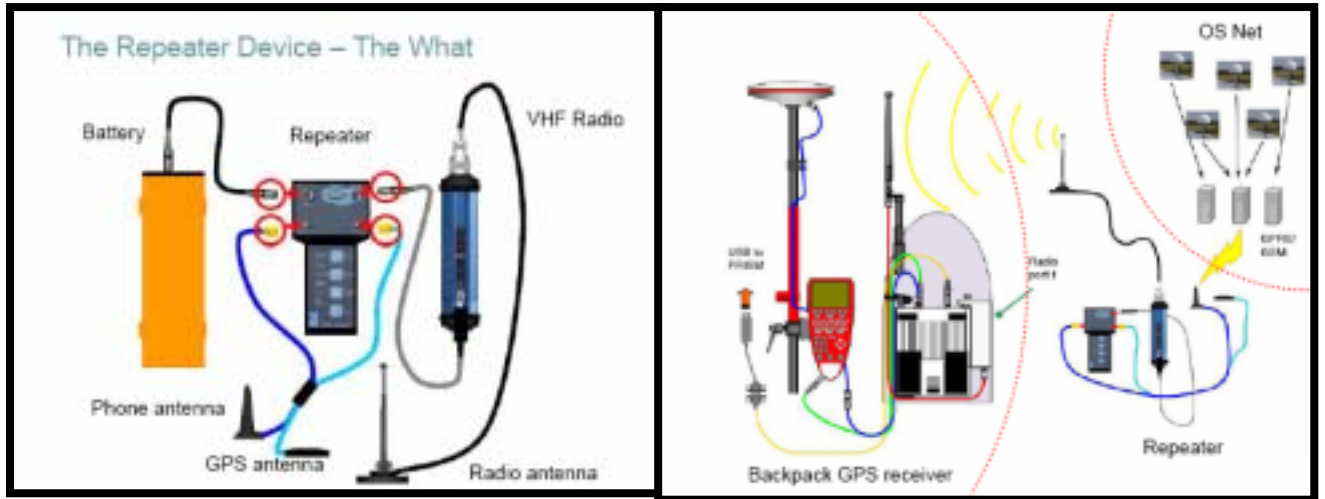


圖 7:英國 OS 的中繼站作法示意圖

(二) TerrSat 交流 GNSS 軟體發展趨勢

TerrSat 原本是由 Dr.Herbert Landau 所創立,約在 2002 年左右併入 Trimbe 公司,成為其 VRS 主要的研發單位,在 TerrSat 我們主要感興趣的是針對 GALILEO 衛星訊號的資料格式或者檔案格式是否有所參予,但很可惜的是針對 GALILEO 他們亦尚未接收到測試衛星的觀測訊號,而者甚至未來 GALILEO 衛星在原本共同交換格式(RINEX)所定義的 O 檔 或者衛星命名均尚未瞭解或參與,倒是該公司在最新版的 GPSnet V2.5 已經將 L2c、L5 及 GLONASS 的觀測位置預留,目前已經可接受 L2c 衛星的觀測量,詳如下圖 8。

	Sat	El [°]	Az [°]	SNR [CA/P1]	SNR [L2/L2C]	CA/P1	L2/L2C	URA	Health (eph)	Health (alm)
↓	GLN 4	20	53	44 / 42	35 / -	697 / 697	697 / -	2.0	0	0
↓	GLN 5	73	0	44 / 42	43 / -	697 / 697	697 / -	2.0	0	0
↑	GLN 6	36	253	49 / 45	38 / -	697 / 697	697 / -	2.0	0	0
↓	GLN 19	12	171	42 / 41	32 / -	697 / 697	697 / -	2.0	0	0
↓	GLN 20	58	207	50 / 49	46 / -	697 / 697	697 / -	2.0	0	0
↑	GLN 21	48	312	49 / 47	42 / -	697 / 697	697 / -	2.0	0	0
↑	GLN 22	3	336	- / -	- / -	- / -	- / -	N/A	N/A	0
↑	GPS 1	54	115	52 / -	38 / -	697 / -	697 / -	2.0	0	0
↓	GPS 3	4	164	- / -	- / -	- / -	- / -	2.0	0	0
↑	GPS 11	79	284	49 / -	40 / -	697 / -	697 / -	2.0	0	0
↓	GPS 14	36	54	48 / -	30 / -	697 / -	697 / -	2.0	0	0
↑	GPS 17	17	319	43 / -	27 / 40	697 / -	697 / 697	2.8	0	0
↓	GPS 19	34	174	47 / -	33 / -	697 / -	697 / -	2.8	0	0
↑	GPS 20	43	246	50 / -	36 / -	697 / -	697 / -	2.0	0	0
↓	GPS 22	6	61	41 / -	20 / -	697 / -	697 / -	2.0	0	0
↑	GPS 23	6	162	39 / -	20 / -	181 / -	181 / -	2.0	0	0
↑	GPS 24	2	251	- / -	- / -	- / -	- / -	2.0	0	0
↑	GPS 25	5	122	- / -	- / -	- / -	- / -	N/A	N/A	if
↓	GPS 28	15	280	44 / -	24 / -	697 / -	697 / -	2.8	0	0

圖 8 : GPSnet 軟體操作畫面

### (三) 德國巴伐利亞聯邦州測量局 SAPOS<sup>®</sup> 控制點設置

SAPOS<sup>®</sup> ( Satelliten Positionierungsdienst der Deutschen Landesvermessung ) 衛星定位服務系統，是德國聯邦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託管任務，架構在全歐統一的歐洲地面參考系統 ( European Terrestrial Reference System , 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<sup>®</sup> 系統目前計有 250 個基準站，均勻覆蓋全德國 ( 詳如圖 10 )，區分為 16 個區域性子網，其中北德 8 個聯邦州及南德 2 個聯邦州計 10 個聯邦州採用 GEO + + 公司的 GNSMART 定位系統軟體，而南德 6 個聯邦州採用 Trimble 公司之 GPSNet 定位系統軟體 ( 圖 9 )，GPSnet 系統雖然較南聯邦州使用，但是所服務範圍卻包含全德國 55% 的面積及 65% 的人口。

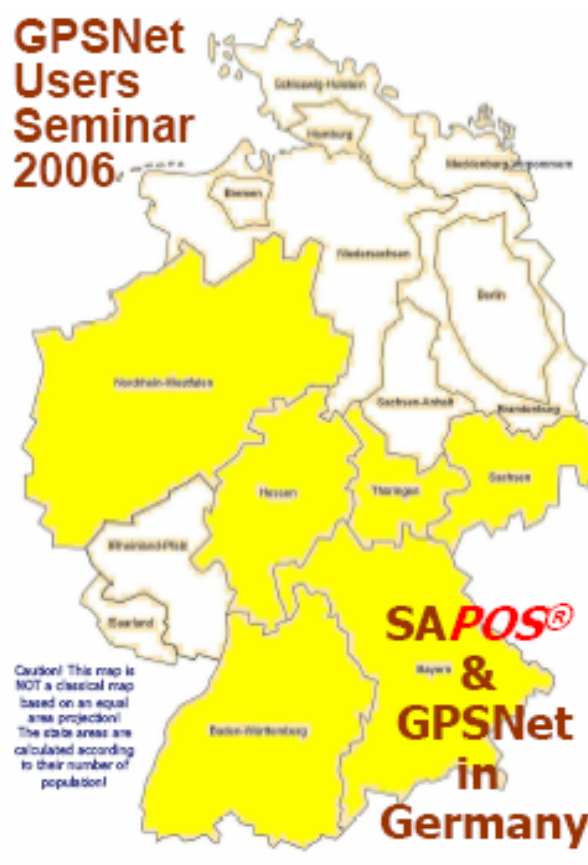


圖 9：SAPOS 中使用 GPSNet 範圍示意圖

SAPOS<sup>®</sup> 系統目前提供以下 3 種即時定位服務及後處理原始觀測數據的服務：

(1) 高精度即時動態定位服務 (HEPS):

- 1、定位精度：平面定位精度 1-2 公分，高程定位精度 2-6 公分。
- 2、定位方法：採用 GPS 網路化區域改正參數法 (FKP) 及虛擬參考站法 (VRS) 等兩種即時動態定位技術。
- 3、標準據數格式：RTCM2.3 資料格式。
- 4、數據傳輸速率：1sec。
- 5、數據傳輸方法：GSM 行動電話、2M 波段電台廣播。
- 6、測量數據需求：具有雙頻全波長 RTK 功能之測量型 GPS 衛星接收儀。
- 7、收費標準：每分鐘 0.1 歐元 (不含 GSM 或 GPRS 電信數據通訊費)。

(2) 即時動態定位服務 (EPS):

- 1、定位精度：0.5-3 公尺。
- 2、定位方法：採用 DGPS 動態差分定位技術。
- 3、標準據數格式：RTCM2.0 資料格式。
- 4 數據傳輸速率：依照使用數據傳輸方法不同區分為 1sec 或 3-5sec
- 5、數據傳輸方法：GSM 行動電話、2M 波段電台廣播、網際網路 (NTRIP)、超短波無線電輔助衛星導航技術等等技術。
- 6、測量數據需求：具有 DGPS 功能之單頻 GPS 衛星接收儀。
- 7、收費標準：單個聯邦州內每年 150 歐元。

(3) 精密/高精度大地測量資料供應服務 (GPPS/GHPS):

- 1、定位精度：a.GPPS：1 公分，b.GHPS：小於 1 公分。
- 2、定位方法：採用後處理方式基線分量
- 3、標準據數格式：RINEX2.1 資料格式。
- 4、數據傳輸速率：a.GPPS：提供大於 1 秒之 RINEX 資料，b.GHPS：依照使用者特別申請提供小於 1 秒之 RINEX 資料。
- 5、數據傳輸方式：以電子郵件、FTP 下載及數位媒體郵寄。

6、測量數據需求：測量型 GPS 衛星接收儀。

7、收費標準：a.GPPS：每分鐘 0.2 歐元，b.GHPS：每分鐘 0.8 歐元。

整體而言，SAPOS<sup>®</sup>系統可服務在建築及工程測量、地理資訊系統、地籍測量、能源物流供應與廢物處理系統、管線測量、負責安全任務的機關之人員定址服務、車輛導航和船隊管理、交通資訊通訊和交通導引、航海和人文地理、航空攝影測量、光達地面掃描、基礎測量、州級（國家級）基本控制測量參考系統及地球動力學、衛星氣象學等科學研究。

德國 AdV 也針對 SAPOS<sup>®</sup>系統及未來 GNSS 系統之新成員 GALILEO 衛星系統研擬新的計畫，希望將能容納 GPS、GLONASS 及 GALILEO 等等定位衛星資料，並積極參予 GALILEO TESTBED GATE 測試計劃，並希望緊早獲取 GNSS 衛星接收儀，以期在 GALILEO 衛星訊號能被處理後，SAPOS<sup>®</sup>系統即能提供相關的定位服務。然而目前該系統仍真正處理 GALILEO 的定位資料，諸多資料格式仍未被定義。SAPOS<sup>®</sup>系統正擬積極參予及投入的是靠其眾多的地面觀測量來協助 GALILEO 軌道定軌處理。而對於該系統的基礎控制框架處理，是使用 BERNESE5.0 軟體求解各測站的每日解、再透過 BERNESE 疊加法方程式的技術求解每週解、每月解及每年解，最後在約制在歐洲框架上。據該局人員表示，該系統幾乎不太異動控制點（連續站）的坐標設定，因為在歐洲大陸的相對地殼變形動較小，不會影響其成果精度。反觀臺灣本局 EGPS 系統是採用 BERNESE4.2 版求解基準站的坐標框架，但是台灣地區位於歐亞大陸板塊交界處，地震頻繁且斷層活動劇烈，台灣各地的位移量明顯不同，相對速度變易量大，所以臺灣地區依據本局經驗幾乎 3-6 個月即需更動一次基準站坐標值，造成後續應用甚為不便。





圖 10:SAPOS 系統線上供應 RINEX 檔操作畫面

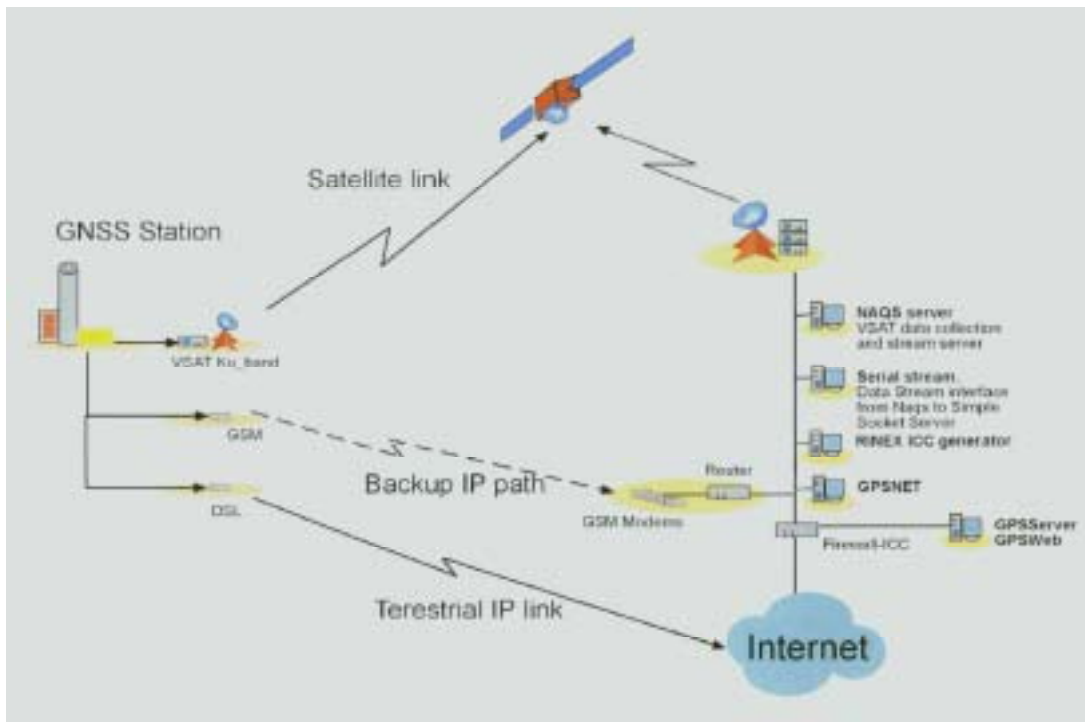


圖 11:SAPOS 系統 VRS 定位系統架構圖

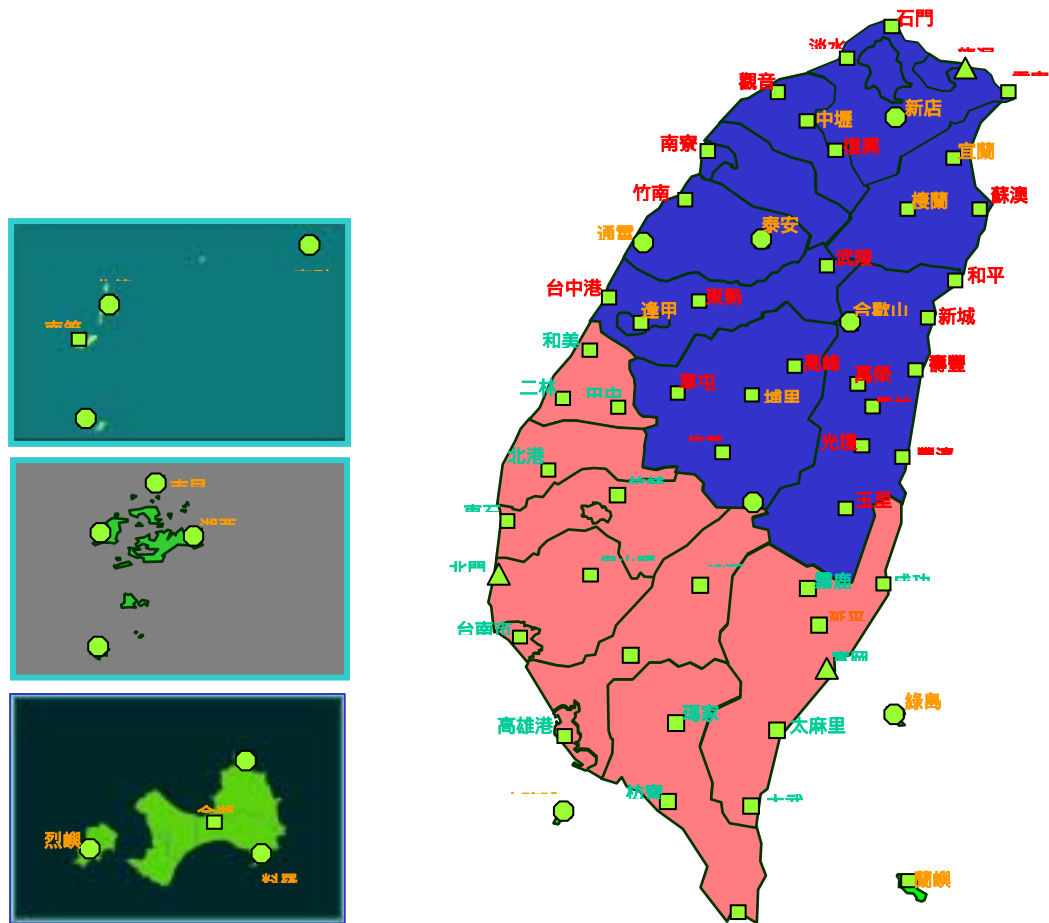


圖 12:本局 eGPS VRS 定位系統點位分布圖

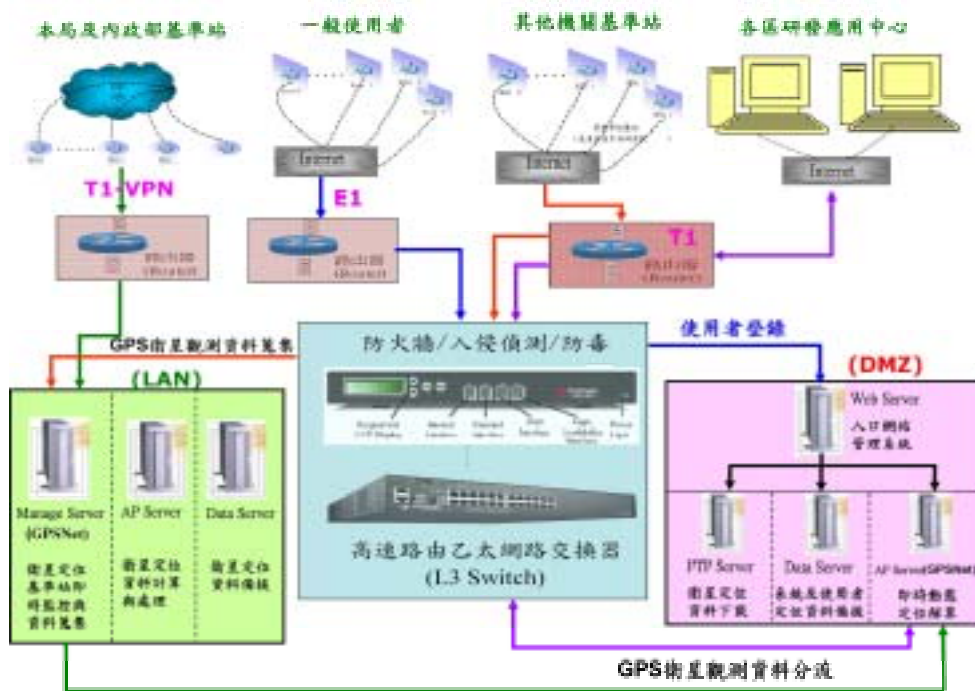


圖 13:本局 eGPS 網路架構圖

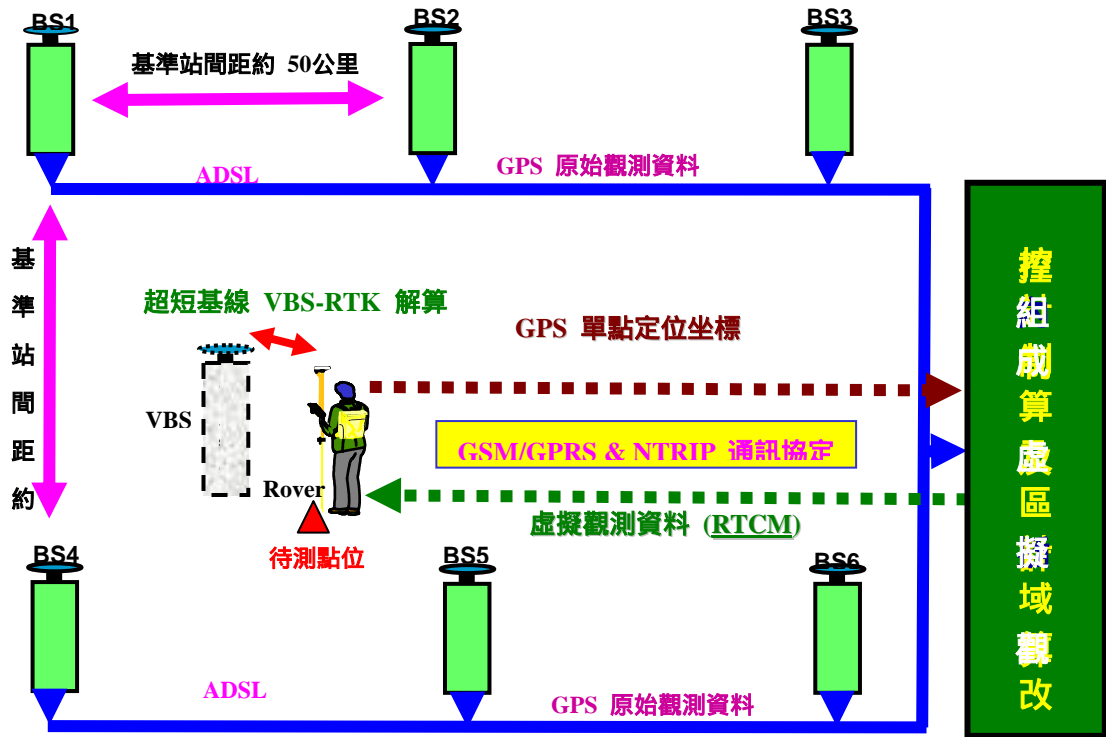


圖 14:VRS-RTK 定位原理

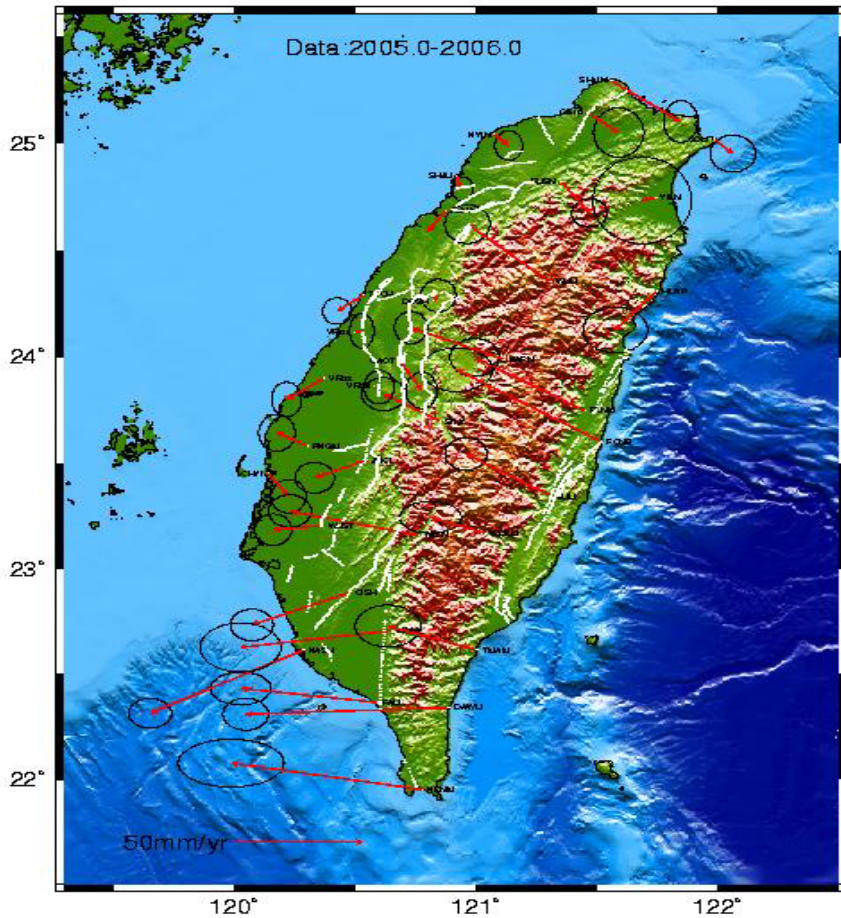


圖 15:本局 eGPS 衛星追蹤站速度場

#### (四) 德國地球科學研究中心營運發展現況

德國地球科學研究中心 (GFZ) 為德國重要大地測量的研究機構, 於 1832 年創立於柏林交區之波茲坦, 其組織上概分為大地及遙測、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 GFZ 總計有 718 位員工, 其中 324 位為具專業領域的科學家 (統計至 2006 年 5 月), 該中心 2005 年預算約 6200 萬歐元, 其中 90% 來自於聯邦教育研究部 (Federal Ministry for Education and Research(BMBF)) 及 10% 來自於聯邦科學教育研究部 (Ministry of Science, Research and Culture of Brandenburg(MWFK)), 具有多項精密大地測量設備, 在 GFZ 中央圖書館更保有超過 300,000 萬份重要文件。GFZ 更因 20 世紀最具影響力的科學家 - 愛因斯坦曾在此從事研究而更具盛名, 並留下一座由愛因斯坦親自設計的天文觀測實驗室 (愛因斯坦塔) 供後人憑弔, GFZ 也將其大門口的主要道路命名為愛因斯坦大道以緬懷先哲。

GFZ 主要研究領域在 " 地球與環境 " 為 Helmholtz 聯盟重要成員之一, 其主研究精神可由下列得知 " Research is accomplished by a broad spectrum of methods and techniques, such as satellite geodesy and remote sensing, geophysical deep sounding, scientific drilling, experiments under in situ conditions and modelling of geo-processes. "。目前 GFZ 主要計畫可分為下列幾個部份, 研究成果豐碩, 可由下列圖表顯示得知。

##### (1) GFZ 主要計畫

1. South Africa: INKABA yeAFRICA
2. CHAMP - Challenging Minisatellite Payload
3. Geothermal Technology
4. CEDIM (Center for Disaster Management and Risk Reduction Technologies)
5. TIPTEQ : From the Incoming Plate to mega-Thrust Earthquake processes
6. DESIRE : Dead Sea Integrated Research Project

##### (2) 歐盟計畫

1. CO2SINK

2. ENGINE - Enhanced Geothermal Innovative Network for Europe
3. I-GET - Integrated Geophysical Exploration Technologies for Deep Fractured Geothermal Systems
4. SaDIN

(3) 國家級計畫

1. Risk Management of Extreme Flood Events
2. Kontinentales Tiefbohrprogramm der BRD

(4) 國際合作計畫

1. TEWS: Tsunami Early Warning System
2. ICDP - International Continental Scientific Drilling Program
3. GRACE - Gravity Recovery and Climate Experiment
4. Industry Partnership Programme (IPP)
5. International Lithosphere Program (ILP)
6. Indices of Global Geomagnetic Activity
7. Internally consistent dataset for rock-forming minerals



圖 16 : GFZ 主要研究計畫 LOGO



圖 17：GFZ 於 1892 的研究園區示意圖

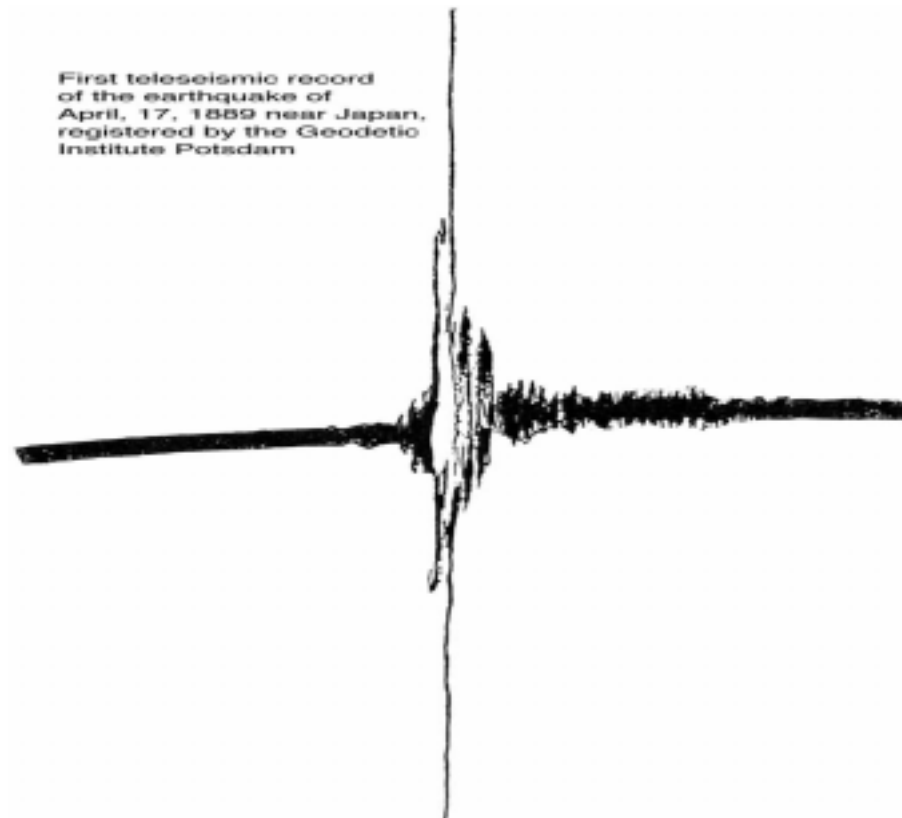


圖 18：GFZ 於 1889 在柏林接收到全世界第一筆遠震觀測資料

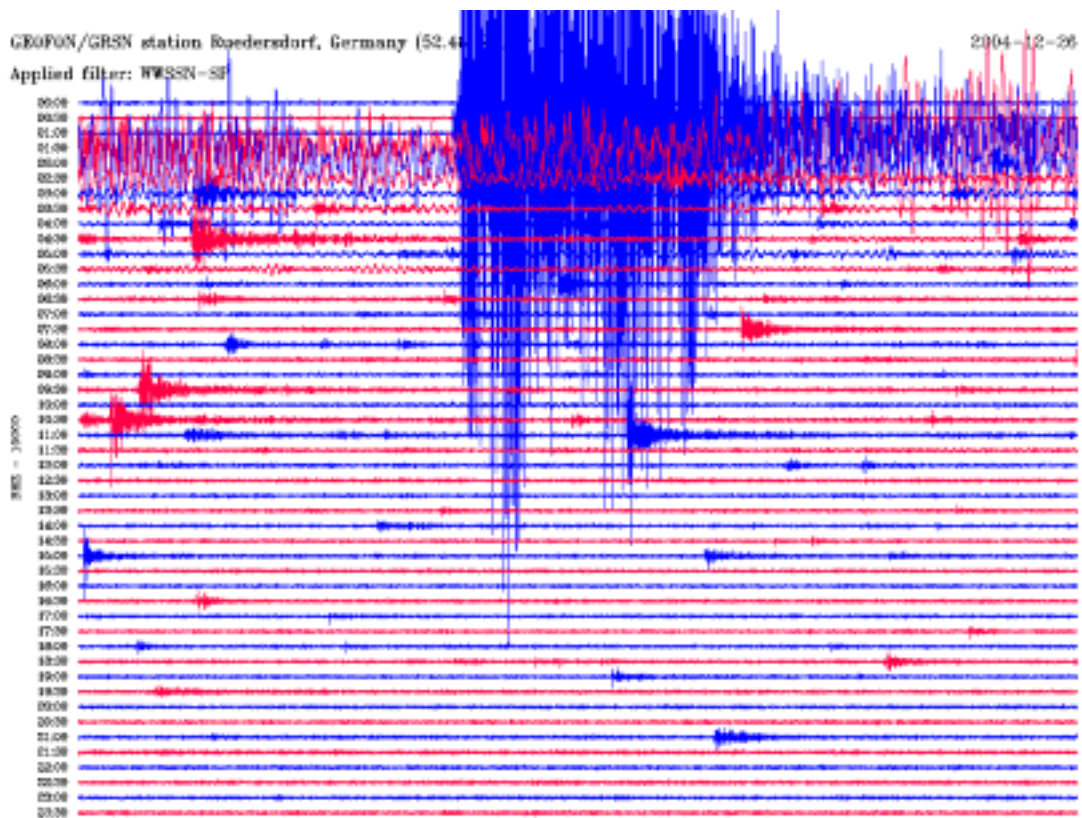


圖 19：GFZ 於 2004 在柏林接收南亞海嘯的遠震觀測資料

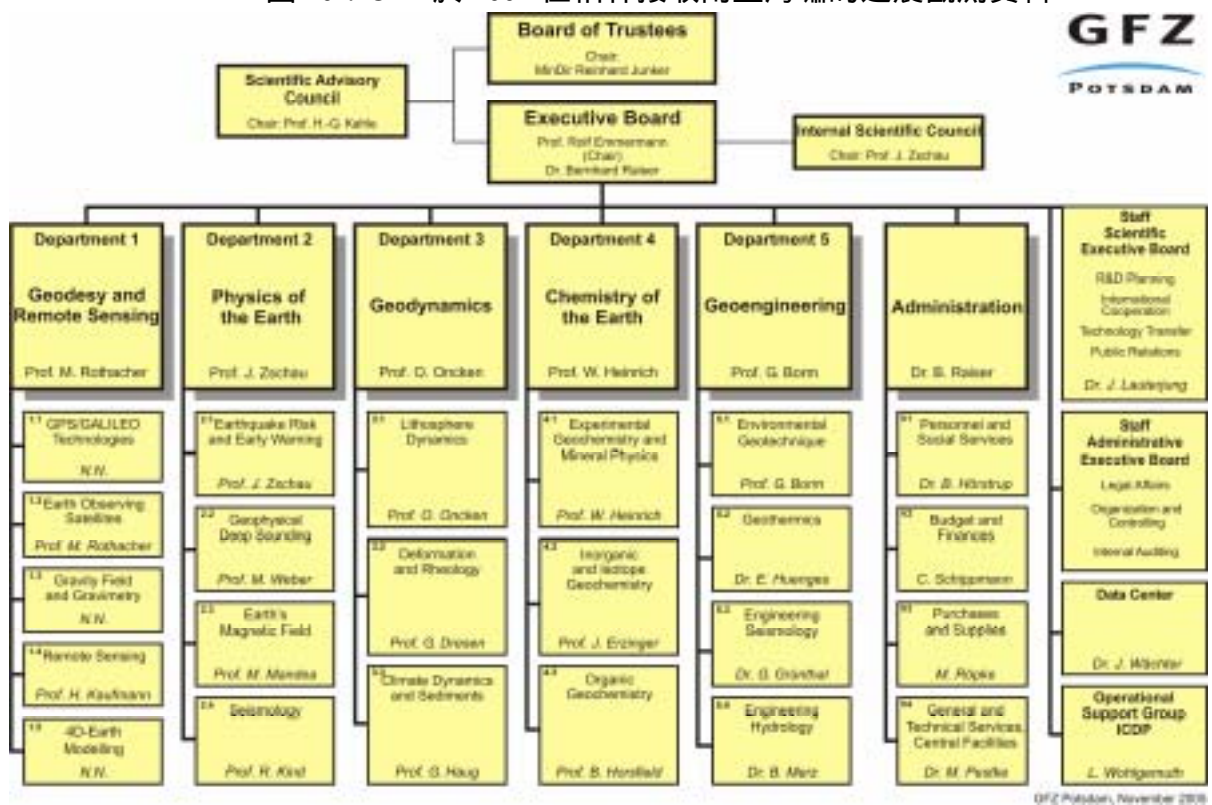


圖 20：GFZ 組織架構圖

## Helmholtz Research Fields

Energy	<b>Earth and Environment</b>	Health	Key Technologies	Structure of Matter	Transport and Space
--------	------------------------------	--------	------------------	---------------------	---------------------

### Programmes in the Research Field "Earth and Environment"

					
Geosystem: The Changing Earth	Atmosphere & Climate	Marine, Coastal & Polar Systems	Biogeosystems	Sustainable Use of Landscapes	Sustainable Development  + Technology

圖 21 : GFZ 在 Helmholtz 聯盟中主要研究領域

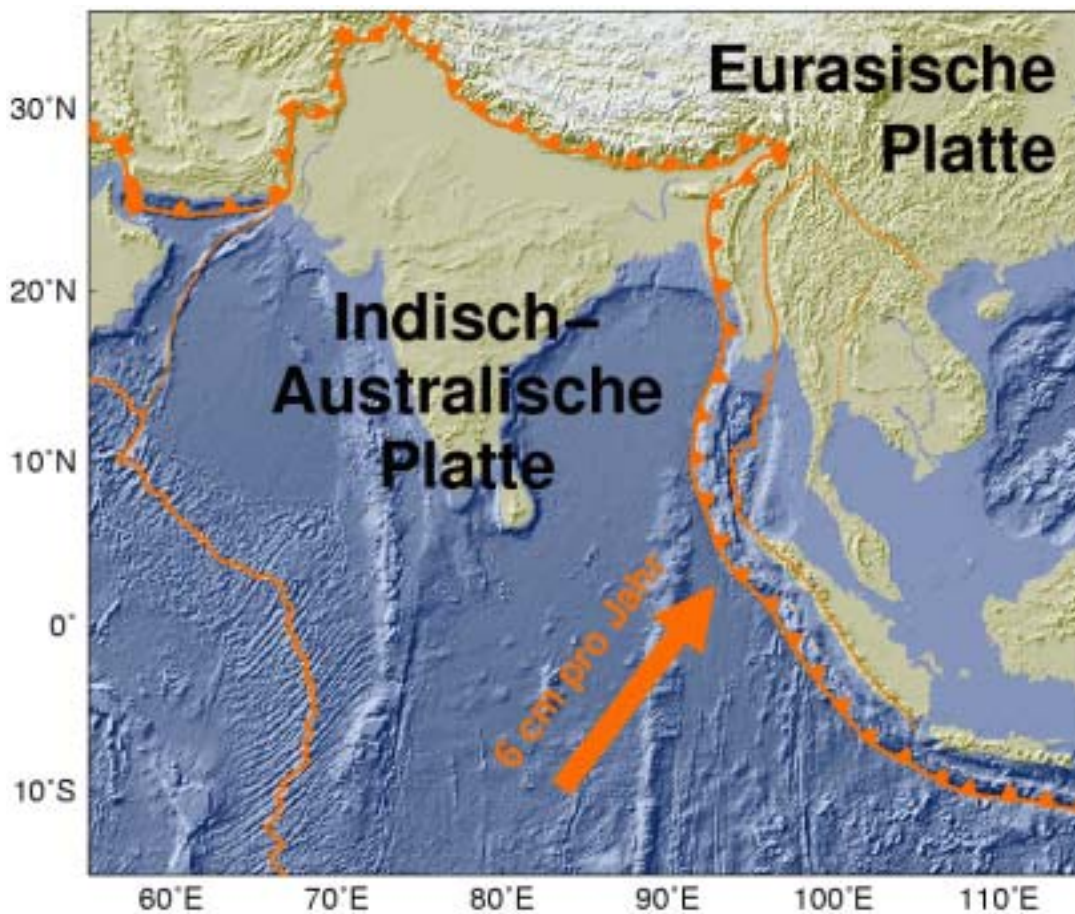


圖 22 : 歐亞板塊及印澳板塊的大地構造圖





圖 23:海底斷層破裂帶的垂直位移，高差約 10M

#### (五) GFZ 第一研究所 GNSS 及大地測量發展現況

第一研究部門中主要負責地球物理及遙測等議題，本次主要參訪三個項目：(1)發展 GPS/GALILEO 衛星科技。(2)發展地球觀測衛星技術。(3)發展地球重力場量測技術。目前主要部門主任為國際衛星測量知名學者，瑞士籍的 Prof. Dr. phil. nat. Markus Rothacher，其在瑞士伯恩大學天文研究所時率領其研發團隊發展出目前學術界知名的 BERNESE GPS 衛星測量計算軟體，受到全世界相關領域人員的重視，提供 GPS 解算人員一個優質的解算軟體。

(1) 發展 GPS/GALILEO 衛星科技：目前約有 20 位研究科學家，發展自主研究資料處理軟體，這一部份已有原大陸籍許國昌博士研發出一套 MFGSoft ( Multi-Functional GPS/(Galileo) Software )，但其有關 GALILEO 的定義先依 GPS 規定方式處理，等待 GALILEO 資料格式規範公告後即可正式更動。此外該部門此研究 GNSS 衛星定位技術外，對低軌衛星( Low Earth Orbiters ， LEO ) 也積極投入，另外在利用地面或空中接收儀的資料來處理求解地球的極運動、及維護全球參考框架 ( global terrestrial reference

frame) 甚至利用 GPS 等觀測量來研究板塊內部或邊緣的運動情形、短週期的天氣預測等等科學研究問題。透過 GNSS 的研究技術及成果已改變傳統地球板塊觀念，且更可靠的全球板塊運動或者是全新的 GPS 衛星氣象學。上述與國內目前正積極推動台美合作的 PBO-T 觀測計畫相關，另在與福衛三號（6 顆微衛星星系）利用 GPS 衛星輔助觀測全球高空每天約 2500 點氣象觀測，可改善全球氣象模型。

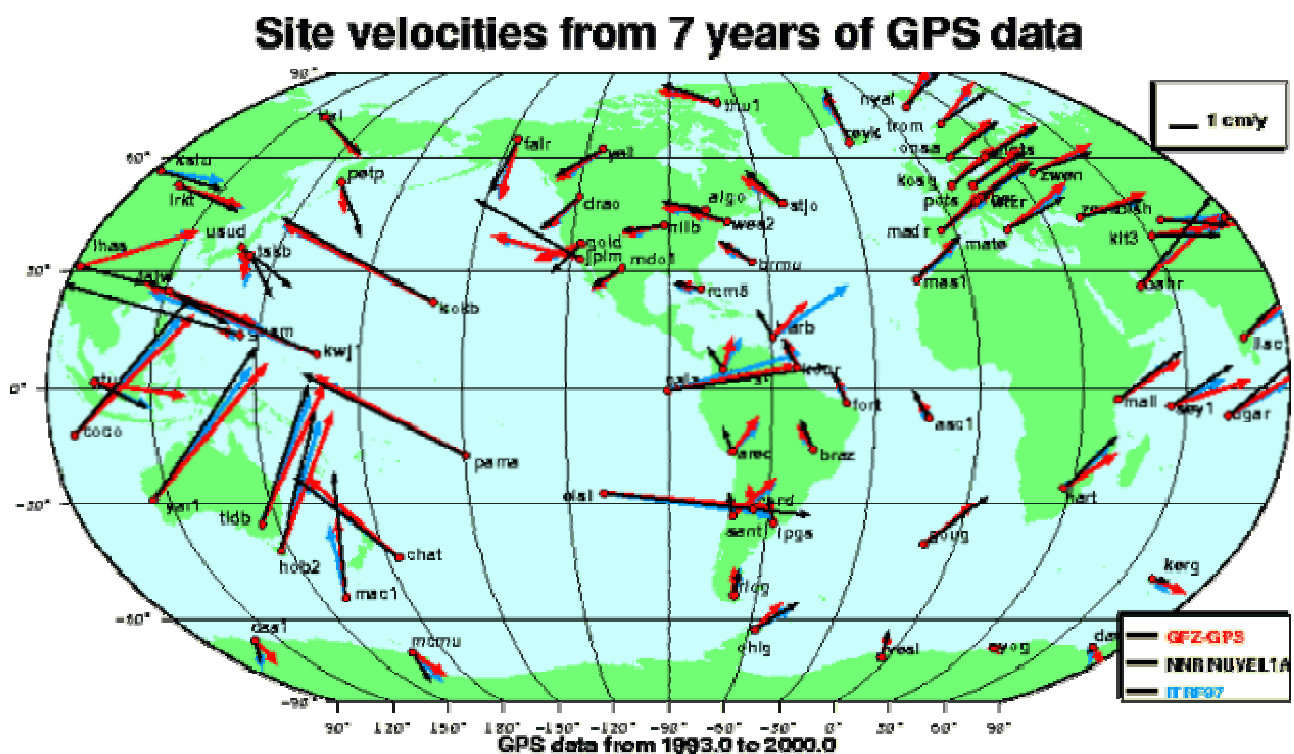


圖 24：1993-2000 年 GFZ 利用 GPS 觀測資料推算速度場

(2) 發展地球觀測衛星技術：目前約有 25 位研究科學家，主要任務為發展高解析力的地球觀測技術，如近地球精密軌道求解、衛星測高技術來輔助海洋地形等等。主要參予三項工作分別為「重力任務及資料分析」，如 CHAMP、GRACE、GFZ-1 等計畫；「測高任務與資料分析」，如 ERS-2, ENVISAT, ENVOC, SEAL；「追蹤系統與操作技術」，如 PRARE、GPS、SLR 等等，其研究成果如下所示。

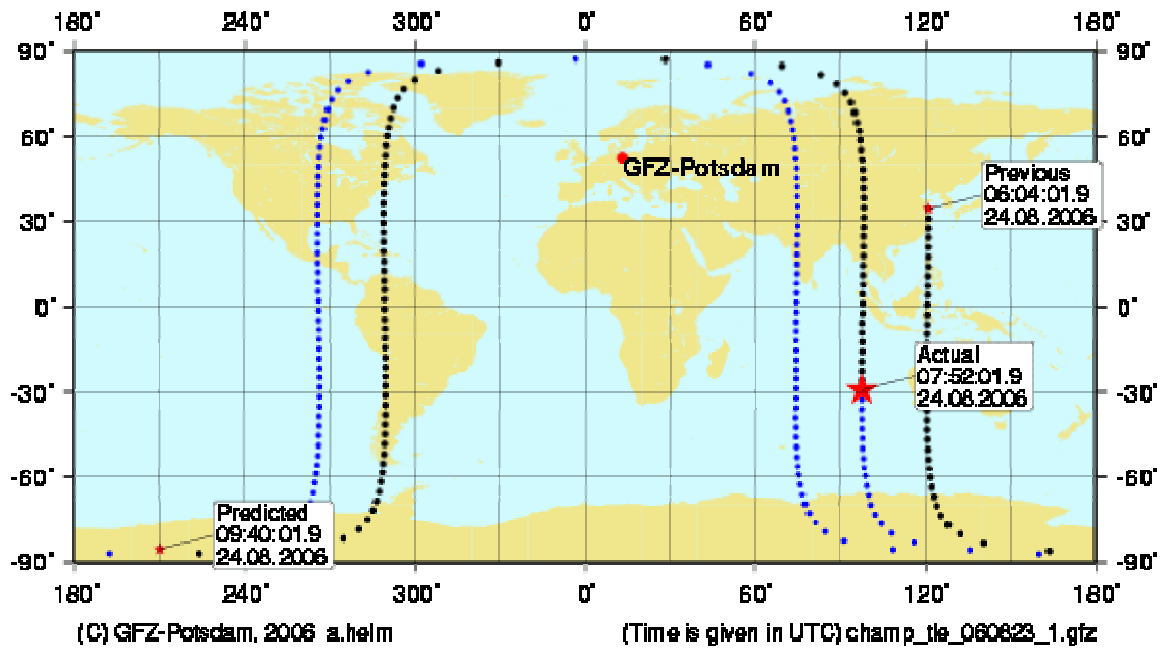


圖 25:CHAMP 衛星軌道示意圖

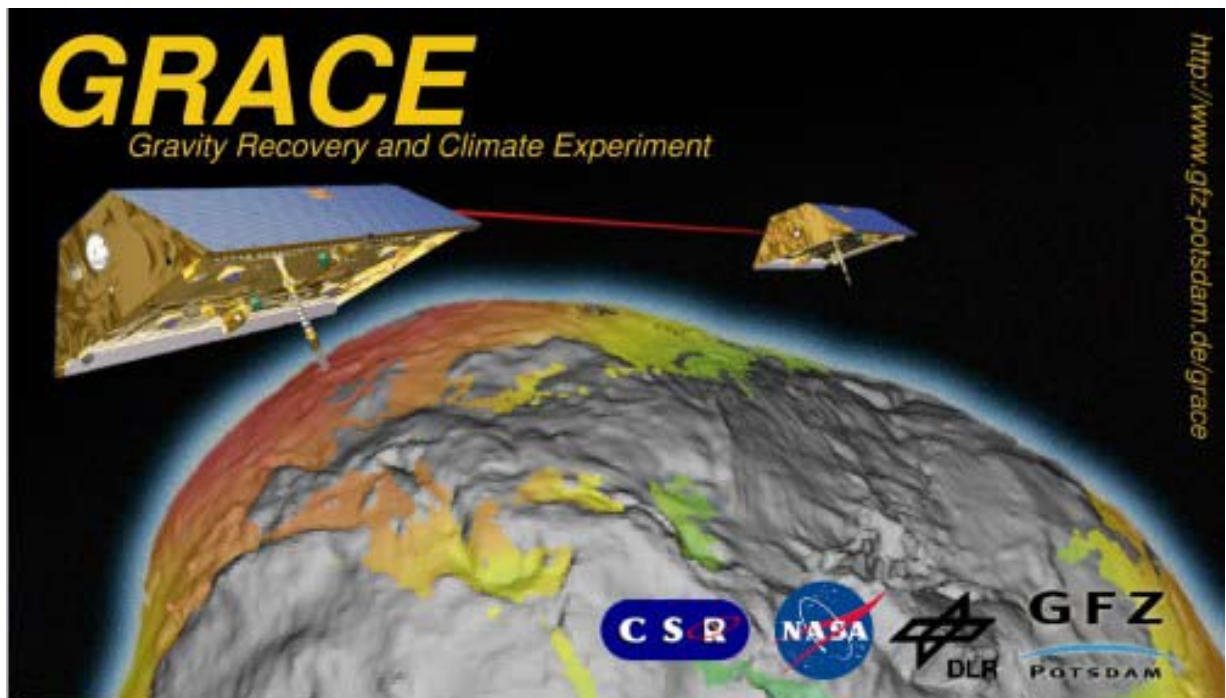


圖 26:GRACE 衛星本體及作業示意圖

## EIGEN-CG01C Geoid

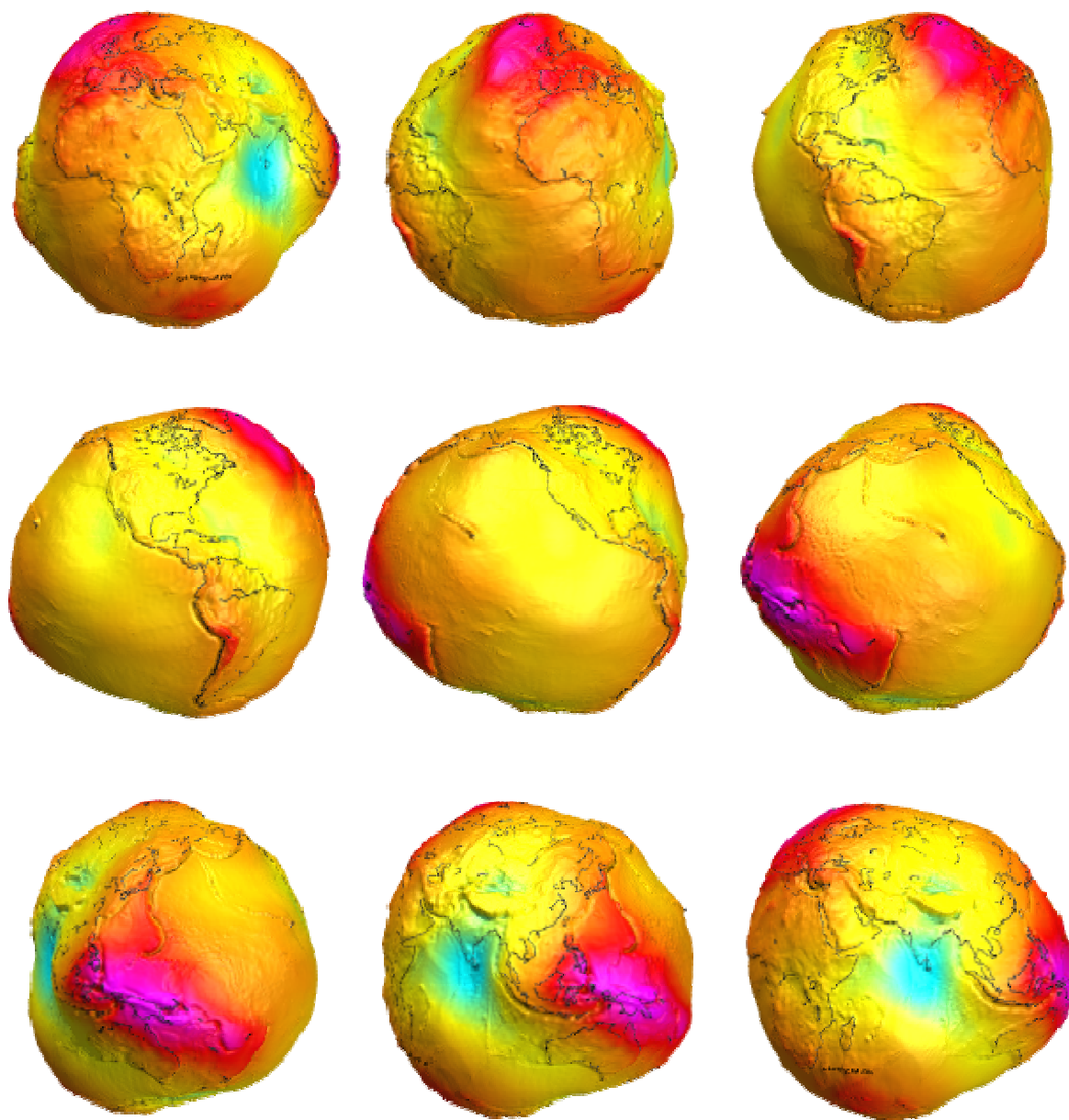


圖 27：GFZ 利用所得重力及測高資料發展出全球 GEOID 模型

(3) 發展地球重力場量測技術：發展全球重力場模型的及內插技術，利用區域重力測量資料、空載重力資料及超導重力儀等等資料及技術，來觀測地球重力的變化。主要三個工作項目為地球重力場模型建立、空載重力儀（利用 G P S 輔助）及超導重力儀（設置在南非），其主要成果如下圖所示。

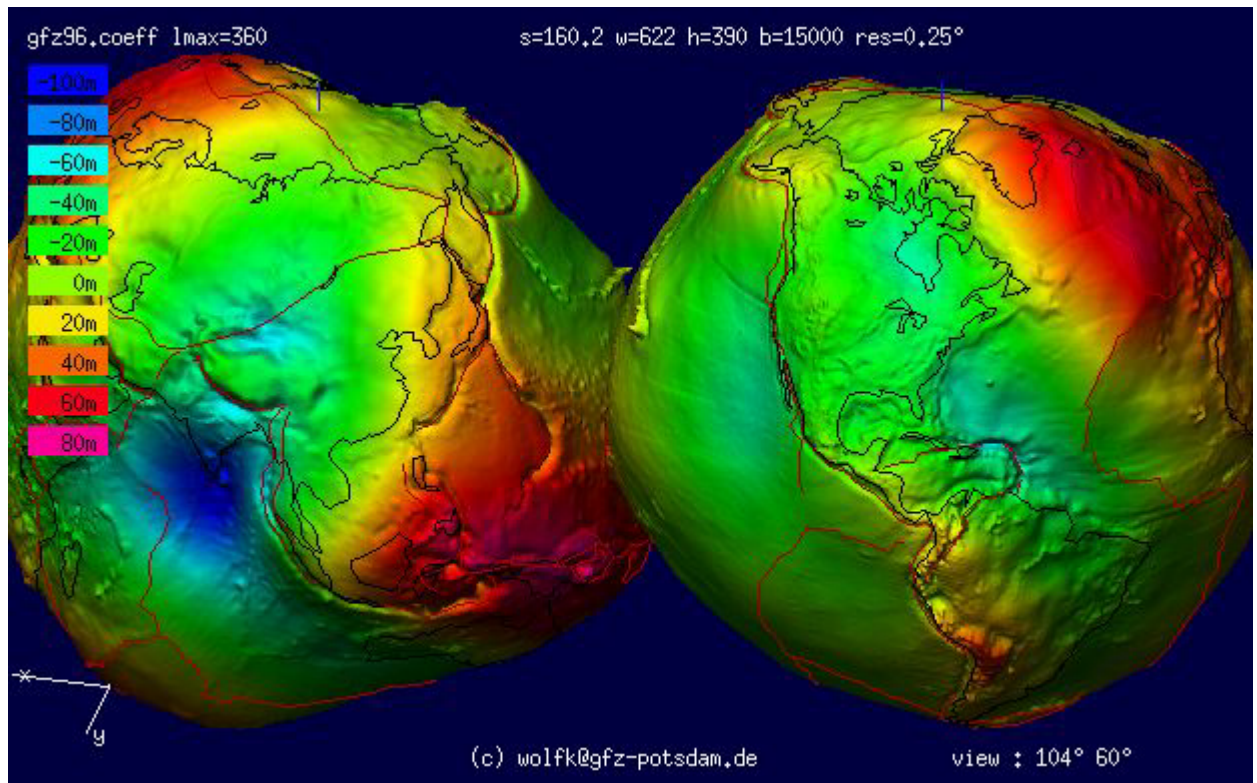


圖 28：在大地水準面的重力位能高(blue:-100m...yellow:0m...violet:+80m)

#### (六) 其他 - 文化資產的保存

本次的參訪，除感受了解到前瞻的測繪技術發展外，我們也見識到德國人對自身文化的保存，先無論在慕尼黑所擁有全世界重要的德意志博物館、或現代美術館，柏林除大大小小深具文化價值的博物館外，柏林市本身根本就像是一座博物館，這兩個城市均值得我們一再回味，而更令人感動的事各機關對文化的保存的用心，在 LVG 我們有下的參觀其局史室，看到了 LVG 對其機關以往歷史的保存，各種珍貴的測繪文物均一一被呈現，讓我們不禁回想本局對以往機關歷史的保存動作可以更積極。

而 GFZ 根本就是歷史古蹟的建物中從事研究，整個園區除了 5 棟較新的建築物外，其他每一棟建築物均有其歷史意義，且均有其特別涵義，更令人讚賞的是，GFZ 還對每一棟建物均製作解說牌，雖然德文看不懂，但在內政部重力顧問尤拉博士及許國昌博士的引導及介紹下，都讓我們充分真實的感受到 GFZ 得歷史，也感受到園區優美環境。



圖 29:LVG 的局史室收藏之一



圖 30:LVG 的局史室收藏之二



圖 31:LVG 的局史室收藏之三



圖 32:GFZ 的磁力研究室



圖 33:GFZ 的展示室一隅



圖 34:尤拉博士在解說愛因斯坦塔



## 參、心得與建議

### 一、參訪心得

#### (一) GNSS 將是未來衛星定位的趨勢

無論是在 TRIMBLE 的使用者論壇會議中或者是 LVG 的 SAPOS 應用系統，到 GFZ 的基礎科學研究工作，衛星測量科技均將其串連在一起，如現代化計畫下的美國 GPS 俄羅斯 GLONASS 或者是即將到來的歐盟 GALILEO 衛星，我們都將獲得更多的衛星訊號完成更精確更快速的定位服務，而且也將揚棄傳統僅靠 GPS 定位的時代，從雙 G 到 3G 時代，GNSS 已是未來時代潮流，軟體公司也急於趕上的這個市場，發展出更有效且更容易使用的軟體，以開發出更多的用途，如快速定址服務的產生，將對未來 E 化數位生活環境產生影響。可以想像的是當人手一機的手持式公寸級(甚至是公分級)GNSS 衛星定位儀，配合行動通訊的電信服務機制，每個人時時刻刻都可以精確的掌握自己身在何處，這對後續的車流物流等等產業，甚至於人的行動定址都將產生影響，甚至改變我們未來的生活。

#### (二) 持續維護國家級基本框架的必要性

臺灣地區在 82 年度開始辦理台閩地區衛星測量計畫，8 個衛星追蹤站已成為台灣地區 TWD97 坐標系統的基本架構，並完成 105 個一等點、621 個二等衛星控制點作業，並於 94 年重新辦理檢測作業。目前台灣地區的連續追蹤站約有 250 個，惟未能有效的整合，倘能有一定機制將其統籌納入，則將更能提升台灣整體基礎定位網路的精度及更快速的更新頻率。以德國 SAPOS 系統全德約有 250 站為例，SAPOS 系統已成為的德國的定位基礎框架（德國面積約臺灣 10 倍大），藉由 SAPOS 系統運作全國性或各聯邦州間各項測繪資料及成果已在無形中漸漸被統一在同一框架下，便於各種國土資料的交換。而台灣地區的的框架可藉由內政部的 18 個追蹤站及本局 eGPS 約 80 個及氣象局的連續追蹤站，重新完成一展新架構，相信這樣高密度的基本框架必能提供最佳的服務，甚至在一般民間測量公司亦可加入使用這樣的基礎框架網路，可降低其工作成本，並提升成果品質。而且這樣高頻度高密度的連續框架點也能提供更多的科學研究。

### （三）提供高精度即時定位服務的必要性

SAPOS 系統是一個多目標的定位系統，提供在各種領域的應用，本局全國性 eGPS 系統也朝此一目標前進，期望提供一個高精度且多目標使用的即時動態定位系統，期盼未來也能如 SAPOS 提供服務在建築及工程測量、地理資訊系統、地籍測量、能源物流供應與廢物處理系統、管線測量、負責安全任務的機關之人員定址服務、車輛導航和船隊管理、交通資訊通訊和交通導引、航海和水文地理、航空攝影測量、光達地面掃描、基礎測量、國家級基本控制測量參考系統維護等測量作業的服務及並且提供如地殼變形監測、地球動力學、衛星氣象學等科學研究，故世界各國無不把建置一個即時動態定位系統列為首要目標。臺灣地區在本局的努力發展之下，eGPS 即時動態定位系統已初步具備優良的發展環境及條件，若再加以努力應可媲美其他國家。

### （四）利用測繪科技深入了解環境

人生活在地球環境中，為地球的一份子，首要任務就是了解與認識我們的生存環境，進而與它共存共榮，測繪科技可以讓我們更加精確且快速瞭解我們的生活環境變遷，利用測繪科技也可以讓我們看的更多。在 GFZ 看到努力利用各種測繪科技來認識地球的科學家，並提出許多前瞻的測繪科技發展計畫，這一點與本局的測繪科技發展計畫未來規劃中極為吻合。除了目前積極規劃進行的 GNSS 全球導航衛星系統資料聯合處理技術、結合衛星測高技術、重力場及大地起伏模式而辦理的臺灣本島與離島地區高程連測計畫，及發展光達測地形技術之潮間帶基本地形測製計畫均已漸漸想藉由測繪技術的進步來了解及整合地表訊息，後續我們更將針對平均海水面技術、海底板塊觀測技術等等議題依據最新科技來觀測，更進一步了解環境變遷，以確實掌握國家基本測繪資訊，達到減災防災的目的，避免造成人民生命財產的損失。

## 二、建議

### (一) 強化 GNSS 衛星測量技術

衛星定位測量技術是本世紀重要的一項科技發展，從原本國防使用到開放民用，再到歐盟 GALILEO 結合通訊，一波波的衛星定位加值功能慢慢被開發出來，但是最重要的還是基礎定位技術的發展，這一點台灣目前正往一個正確的方向前進。但是如何利用這些高精度高密度的定位成果，來提升各項定位成果並改進相關科學研究也將是一個重要課題以提升其加值應用。更進一步可發展臺灣自主的 GNSS 資料處理技術，以發展合適台灣使用的軟體並可整合其他測繪資料。

### (二) 持續建立國家測繪基礎建設

目前雖然我們已經建立 TWD97 框架及 TWVD2001 高程框架，但是對於如重力基準仍處萌芽階段；另外在邁向海洋國家之際，更讓我們發現對於臺灣近海的海底地形、板塊運動等等的環境資訊仍有所不足，如果我們能利用前瞻測繪技術，讓我們可以更清楚得知我們所處的環境，相信必能透過了解而知曉環境的變遷過程，以達到防災減災的目標，並建立更完善的國家基礎建設資訊。

### (三) 建立國家級測繪技術發展機制並參與國際合作

臺灣地區並沒有像 GFZ 有專責且大量人才投入大地及遙感探測研究的專責機構，惟投入研發汲取最新技術才是一個機關或國家進步的重要來源，以目前臺灣得公務體系已很難再成立一個研究中心，如何透過現有的行政機制，整合產官學各方資源，做最大效能的發揮，是一個重大的課題，本局為全國最高測繪機構，擁有學有專精的測繪人才，應可彌補此一空缺，發揮出行政機關統合力量，參與國際合作。

### (四) 機關文化的保存

所謂「溫故知新」，新的知識多數建立在舊有的學習認同上。倘吾人能保存機關各項珍貴文物及史料，讓後人了解產業歷史文化，定能讓人更想去了解產業活動；不僅在展示專觀測繪儀器演進，更在於凸顯測量專業在文明進展中扮演的重要角色，及呈現當時人民的生活及政治、社會的運作狀況。

附錄：考察照片



圖 1：GPSNet 使用者會議開幕主持人介紹研討會歷程



圖 2:研討會會場情形



圖 3:研討會座談情形



圖 4:會議過程與交關人員研討經驗交流



圖 5:局長致贈紀念品與 TRIMBLE 公司代表



圖 6: TRIMBLE 公司展示 GNSS 接收儀設備



圖 7:本局參訪人員在 LVG-BY 前合影



圖 8:LVG-BY 人員介紹該局大廳三角測量歷史



圖 9:LVG-BY 人員在替本局代表介紹 SAPOS 系統



圖 10:與 LVG-BY 人員討論 SAPOS 用 BERNESE 資料處理問題





圖 11:局長致贈紀念品與與 LVG-BY 人員



圖 12:LVG 人員向局長簡報第一份地形圖



圖 13:LVG 局史室展示舊地籍圖



圖 14:與 TERRSAT 人員座談



圖 15:局長致贈紀念品與 TERRSAT 人員



圖 16:參訪人員在 GFZ 第一研究部門前合影



圖 17: 參訪人員在 GFZ 愛因斯坦塔前合影



圖 18: GFZ Dr.Markus Rothacer 簡報該部門研究現況



圖 19: 參觀 GFZ 展示室之全球大地水準面模型



圖 20: 拜會 GFZ 第一研究部門主管



圖 21:公關主任簡介 GFZ 現況



圖 22：參訪人員與許國昌博士合影留念



圖 23：優美的 GFZ 研究園區