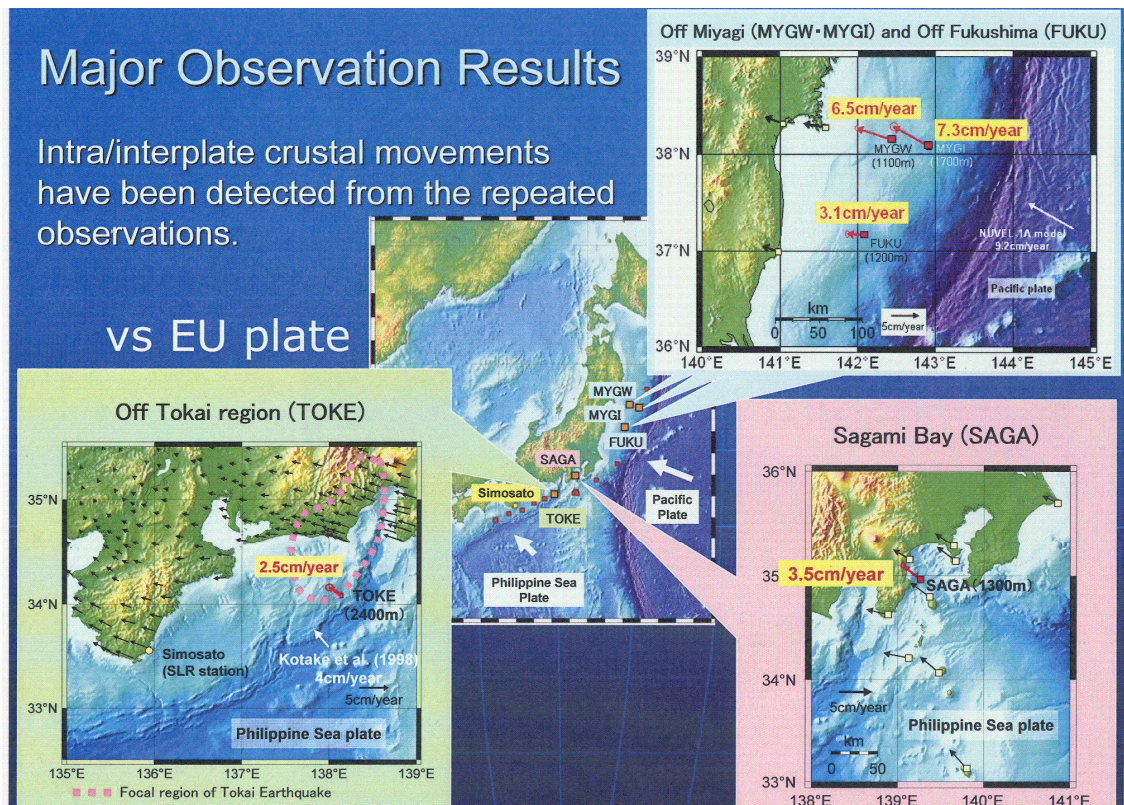


(三) 海底大地測量的應用－以 2005 年 8 月 16 日日本宮城縣地震觀測為例：

在日本海溝海底，太平洋板塊對歐亞板塊穩定地以每年約 10cm 的速度向西北偏西方向擠壓，並從日本海溝往日本列島下鑽入。而在日本海溝西側的北美洲板塊(大陸板塊)，因為和太平洋板塊有部分地區摩擦力較大，而被太平洋板塊推擠帶動往下沉沒，所以以往在宮城縣海邊的 GPS 基準站可以觀測到每年約 4cm 往西北偏西的移動量。這個移動量表示著太平洋板塊擠壓造成北美洲板塊沉降變形能量的累積，這個能量如果持續累積，可以預知該地區勢必會發生釋放能量的地震。

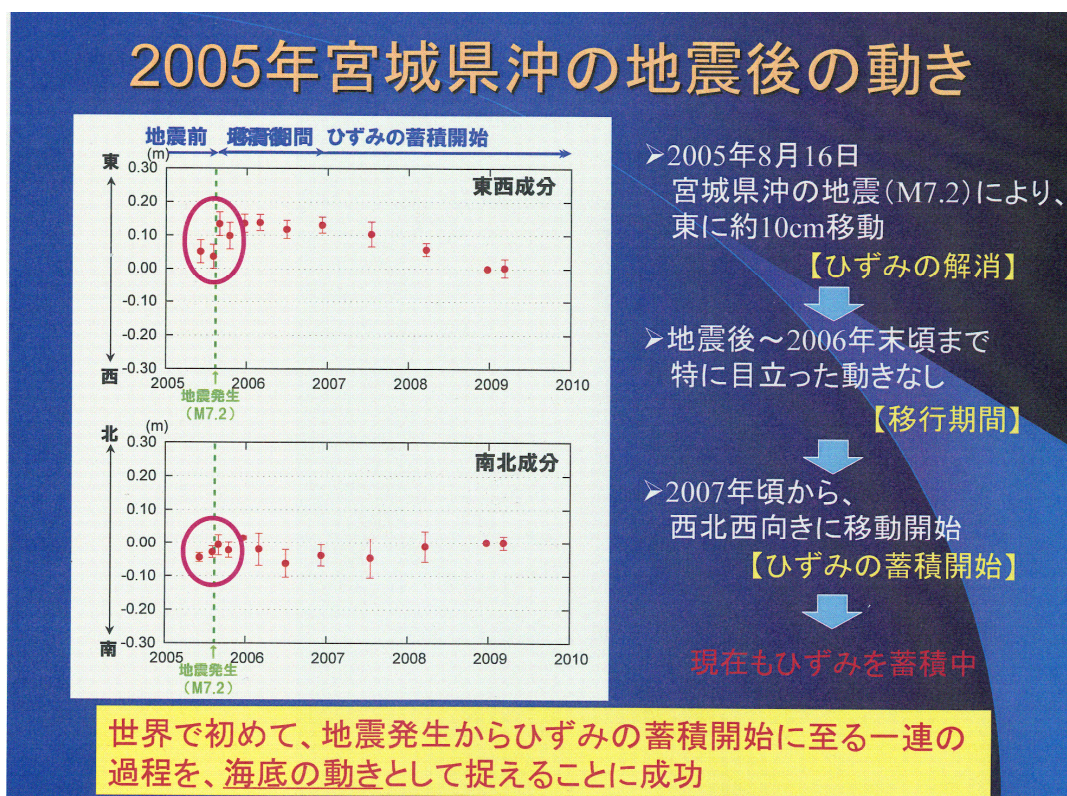


日本海底大地測量重點觀測地區 (Mariko SATO, 2009)

分別為東海地區 (左下)、宮城縣海域 (右上) 及相模灣海域 (右下)

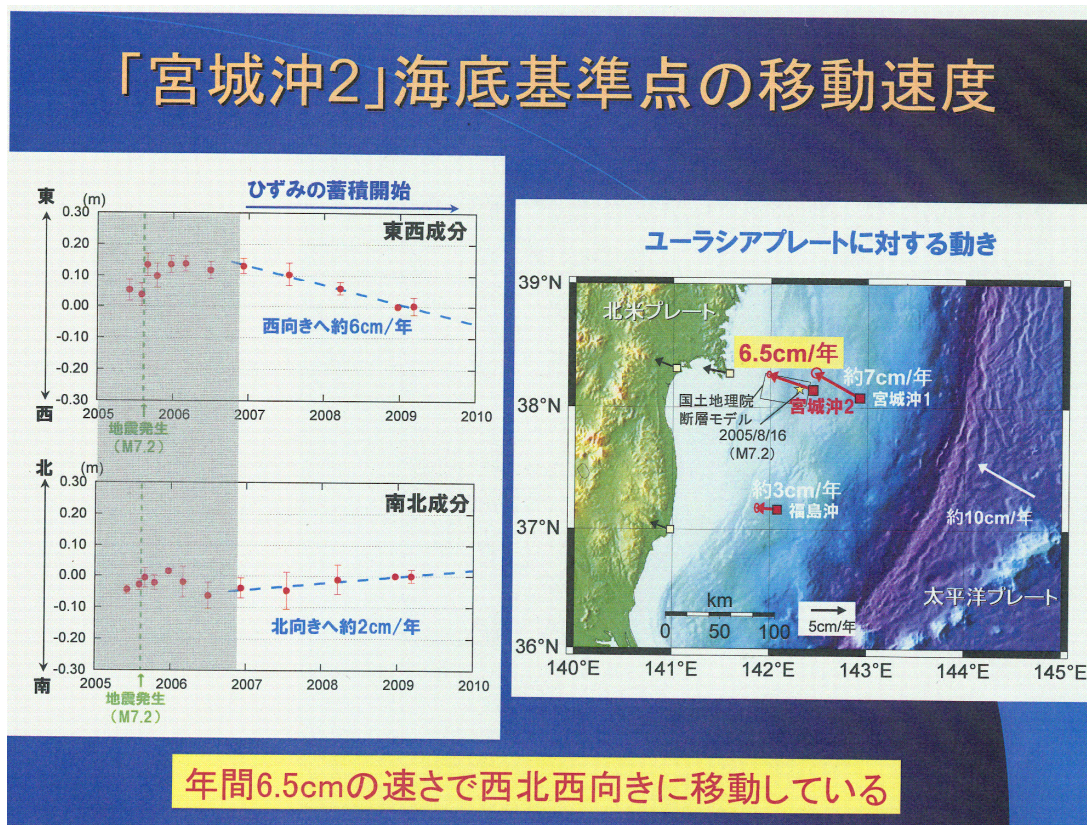
2005 年 8 月 16 日在宮城縣海上發生了 7.2 級的地震，震源非常接近其中一組已設置的海底基準點(約離「宮城沖 2」海底基準點 10 公里)，藉著該處設置的海底基準點，與持續進行的海底大地測量，可分析地殼變形能量釋放後到再次

累積的完整過程。分析地震發生前後的觀測成果，發現位於震源的東方約 10 公里的「宮城沖 2」海底基準點(水深約 1100m)，被觀測到在地震發生後向東移動了約 10 公分，之後透過持續的觀測發現，在 2006 年一整年該處幾乎沒有任何移動量，顯示能量釋放之後，板塊間的黏著狀況（摩擦力）減少，所以未有明顯移動量；從 2007 年開始，再次觀測到「宮城沖 2」海底基準點以每年約 6.5cm 的速度往西北偏西方向移動至今，顯示經過平穩期後，板塊間又再度開始累積變形能量。這樣的運動週期模式，被認為是引起地震主要原因－板塊變形能量的累積，透過地震的發生而得到釋放，而經過一年左右的平穩期後，再度被觀測出海底下的變形能量累積。這是世界首次對海底板塊變形能量累積到釋放又重新開始累積的完整觀測過程，對瞭解板塊交界處地震發生機制也有著重大的意義。



同時結合鄰近海底基準點歷年來的觀測資料與陸地上 GPS 基準站的資料進行分析，「宮城沖 2」海底基準點近年來被觀測到的向西北偏西 6.5 公分/年的移

動速度，與離該點東方約 50 公里的「宮城沖 1」海底基準點的移動速度(每年約 7 公分)大致上相同，另一方面，離該點的西南方約 120 公里處有另一個「福島沖」海底基準點，觀測到的移動量僅約每年往西 3 公分，位於陸地上的 GPS 基準站所觀測到的移動量則約每年 4 公分，其位移量比起前述兩點要少許多，同時，考慮到太平洋板塊的擠壓速度(一年約 10 公分)，顯示出由於地點不同，板塊間黏著程度不一，變形能量累積的程度也不相同，亦可推測出在「宮城沖 1」、「宮城沖 2」海底基準點附近兩個板塊間的摩擦力較強，位移量與變形能量的累積較大，附近日後再度發生地震的機率必然高於鄰近其他地區。



綜上所述，由於板塊碰撞擠壓處多半位於海底，要從陸地上的觀測資料來判斷海底的地殼變動是件困難的事，不過，若能透過海底大地測量的方式來收集地殼變動數據，對未來預測發生海底地震的區域和規模將會有很大的幫助。

二、國土地理院：

本次參訪國土地理院，規劃瞭解日本國土地理院於防救災業務中的職責，測繪資料於防災相關領域之應用，如 GEONET 系統之建置，同時參觀國土地理院「地圖和測量科學館」的資料保存和展覽，由國土地理院企劃部國際交流室渡邊美千子小姐負責接待，茲將考察內容整理分述如下：

（一）防救相關災業務執行

1. 防災業務的執行

平時爲了可隨時掌握日本列島和週邊的大範圍地殼活動，按照不同的地域特性分別評估地殼活動的變化，建置了有關地震、火山活動等的地殼變動連續觀測設施，並致力於維護，以確保觀測設施的耐久、耐震性，在提高觀測資料品質的同時，須適時向相關機關及國民提供正確的防災資訊，以推動防災業務。

（1）持續進行測繪觀測

- # 建立全國性 GPS 基準站網進行地殼變動連續觀測。
- # 常態性進行日本列島地殼變動觀測、水準測量、重力測量、地磁氣測量及超長基線測量。
- # 針對重點觀測地區設置傾斜儀等設備進行地殼變動連續觀測。
- # 針對火山的活動進行地殼變動觀測、地磁氣測量及重力測量。
- # 建置全國 1/25000 的地形圖及各種地圖作爲防災的基礎。
- # 以航空攝影測量及人造衛星影像的分析進行國土現況的記錄。
- # 調查各地區的地殼條件、活斷層等變動地形調查。
- # 低空 Lidar 測量蒐集精密高程資料。
- # 進行土地現況調查、火山土地現況調查及都市區活斷層調查等，蒐集資

料建置防災主題地圖。

爲了迅速便利向各相關機關及民眾提供防災資訊，須建立起包含各種地理資訊的電子國土 Web 系統。

(2) 防災訓練的實施

針對從事防災業務的人員進行危機管理、相關法令及實務的教育訓練，包含人員的集合，防災相關情報的收集與傳遞等，當在災害發生或有災害發生的可能情況時，相關人員才能迅速且適當的執行防災業務。

(3) 推動災害、防災相關的研究

爲了確保國民的安全，須不斷推動災害的研究以提升防災技術。

全國設置的電子基準點、驗潮站，伸縮儀，傾斜儀等的地殼變動連續觀測，用於地震、火山活動模型的研究。

以日本列島地殼變動觀測，水準測量，重力測量，地磁測量及超長基線測量的成果進行地殼變動的研究。

干涉合成開口雷達用來進行地殼變動、滑動及地層下沉監視的研究。

航照圖，人造衛星影像，Lidar 測量等的地形變化監視及災害發生預測的研究。

防災相關的地理資料及地理資訊系統如何結合與有效利用的研究。

地理資訊系統如何利用網際網路進行災害相關的地理資料處理、提供的研究。

(4) 與地震調查研究推進本部等機關的聯合

日本與地震、火山相關的調查與研究，由地震調查研究推進本部、地震預知連絡會、火山噴火預知聯絡會等相關機關合作進行，除進行地殼活動相關的學術性討論會外，透過與海外研究機關共同進行防災研究，在防災策略的擬定上有所貢獻。

(5) 辦公設施的災害預防措施及通訊方式的確保

辦公廳舍平時需進行耐震檢查，必要時進行結構的加強，確認預防火災、

器物破損及緊急發電的設備，確保災害時辦公廳舍能維持正常功能。另爲了迅速執行防災對策，各地方測量部與相關機關的連繫，須活用特別架設的災害時優先使用電話，甚至是透過行動電話、衛星電話等多種管道。

(6) 防災知識的普及與啓發

國土地理院所管理的地形圖、土地現況圖、都市區活斷層圖等防災相關資料，應致力向外推廣其應用，達到防災知識的普及與啓發。

2. 災害發生時之作爲

主要目的爲災害發生時能正確且持續地收集、提供災害相關資訊。在災害發生或有災害發生的可能情況時，國土地理院會迅速成立「國土地理院災害對策本部」，進行防災業務的執行，同時，各地方測量部的負責人依其業務權責執行防災業務，若判斷有需要可設立現地災害對策本部，針對重點地區加強觀測，如提高觀測頻率、設置機動觀測設施，派遣實地調查團至實地掌握災區現況等。建立起迅速提供災區資料的機制管道，向災害對策本部等相關機關即時提供情報。

(1) 防災相關情報的收集及傳達

當災害發生或可能發生的情況下，爲擬定萬全的災害應對策略，迅速且正確的收集情報及傳遞資訊是必要的，如何建立起各機關間的連絡機制並確保災害時情報能正確且迅速的傳遞是首要任務。

a. 災害情報的掌握、連絡

當災害發生或可能發生的情況下，除了來自相關機關的資訊外，收集電視、收音機等的資料，用以確認災害的規模、範圍，以作爲災害應對策略的參考，同時爲了迅速且適當的立即作出反應，鄰近災害發生地點的地方測量部，須迅速就週邊的受害狀況與本院進行連絡通報。

b. 地形圖的確認與提供

當災害發生或可能發生的情況下，要立即掌握災區地形圖、土地現況圖的庫存數量，不足的狀況下須以緊急印刷等方式補充數量，為使災害應對策略迅速且正確的擬定並實施，必須向各相關機關提供地形圖、GIS 基本圖層等地理資料。

c. 實地緊急測量調查等的實施

如設置臨時 GPS 連續觀測點等的機動測量、航空攝影測量、衛星影像的分析災區受害狀況的實地緊急測量調查等皆有助於掌握災區實地現況，以迅速確實地對災區進行幫助。

d. 通訊方式的確保

災害發生後需立刻確保通訊傳輸的可行性，以作為觀測資料收集和防災相關資料連絡用。

(2) 設施的緊急檢查

災害發生後，以電子基準點為首的各種觀測設施、辦公廳舍、緊急發電裝置和通信設備等，須迅速實施檢查整理的作業。

3. 災後重建的支援

配合災區重建的計畫進行支援，向地方公共團體提供所需的地形圖與地理資料，必要時，根據航照圖進行災區內地形變動區域的重新測量，以修正地形圖；檢視電子基準點、三角點、水準點等基本控制點是否仍適用，迅速進行重新測量並將修正後之測量成果公佈，以供後續使用。

(二) 國家測繪資訊的應用作業

日本是由容易受到大規模自然災害的列島組成的國家，可能發生的災害有地震、火山活動、颱風、洪水和海嘯等。為了使國民在這些災害中，盡量減少財產損失和人員傷亡，必須加緊努力，全面實施有效的防災措施。

國土地理院依法為相關業務主管機關，積極收集、提供與防災密切相關的訊息：包括國家的地殼運動、地形和土地狀況等地理資訊，給各級中央和地方政府單位應用，幫助加強災害預防與應變。

1. 地殼變動的資訊

國土地理院在日本各地進行各種測量和監測活動，隨著科技的進步，地殼變動監測的技術包括 GPS 基準站的連續觀測、VLBI 觀測（超長基線干涉）、水準觀測、重力測量、地磁測量，潮汐觀測，SAR（合成孔徑雷達）等。

(1) GPS 基準站的連續觀測

分布全國的 GPS 基準站進行全天 24 小時的連續觀測，再藉由網際網路傳送即時觀測資料至國土地理院進行處理，對地殼變動進行分析與監測的工作。

(2) 水準測量

日本設置約 17,700 個水準點，主要分布在全國各國道主要幹線上，透過水準測量資料的分析，地殼的垂直位移觀測精度可以準確到 1 公厘(mm)，數據資料可以顯示特定地區的高程每年重複的季節性變化和持續的下陷，如果下陷的狀況停止或幅度變大，可以被視為是地震的前兆。

(3) 機動觀測

國土地理院有多種不同機動觀測裝置，例如當地震或火山爆發，或者有發生的疑慮時，國土地理院會準備 REGMOS(Remote GPS Monitoring System) 到災區設置，加密當地的觀測網來監控區域地殼變動。REGMOS 主要由 GPS

連續觀測裝置、距離角度觀測裝置和高程觀測裝置組成，電力來源為太陽能及風力發電，可確認水平和垂直方向的位移，以加強當地小區域的地殼監測。另一方面也有重力儀和磁氣儀等機動觀測裝置，可用來確定地球內部組成構造。

(4) SAR 合成孔徑雷達觀測

利用衛星發射雷達訊號以觀測地形結構資料，且觀測過程中不受煙霧或雲的影響，而經由比較地震前後的雷達圖像可測得地殼變動。

2. 地理資訊

國土地理院管理著各種不同種類的地圖，從地形圖、航照圖到土地現況圖（land condition maps）包羅萬象，可結合各種防災資訊成爲主題圖，並提供給社會大眾使用。

(1) 災區測繪基本圖

與災區有關的重要地理資料爲地形改變、地面狀況，以及防災相關的房屋設施有關的資訊，包括的地圖如下：

a. 市區活斷層地圖（Active Fault Map in Urban Areas）

製作目的主要是提供基本地圖資訊給發展地震防災方面使用，比例尺爲 1/25,000，結合了詳細的陸地活斷層的定位資料與地形分類，以供分析斷層之活動及其能量釋放。

b. 土地現況圖（Land Condition Map）

比例尺爲 1/25,000，主要用途爲提供以作爲對於風災、水患和土石流等災害的基本對策參考，主要內容包括地形分類、等高線（一米間隔）、及防災相關設施。

c. 海岸土地現況圖（Land Condition Map of Coastal Areas）

比例尺為 1/25,000，範圍為日本沿海陸地地區包括沿海水深不足 50 公尺的區域，結合陸域和海域的測量進行整合，主要用途為提供防災措施的基本資料，特別是海嘯和大浪，內容包括地形分類、測深線（一米間隔）及海底沉積層厚度。

d. 火山土地現況圖

比例尺為 1/15,000~1/50,000，針對日本國內主要的活火山進行製作，主要用途為對火山爆發災害的對策擬定，提供必要的基本資料，內容包括火山活動產生的熔岩、火山碎屑流、泥石流，以及進行火山觀測或防災避難的房屋設施。

（2）航照圖

航照圖為測量飛機在空中飛行時，用航空攝影機所拍攝的照片，這類提供地表狀況的影像資料被廣泛應用在各種方面，特別是國家土地利用、安全和防災規劃。藉由比較同一地區在災難發生前後的航照圖，可在災難發生後立即評估災害受損範圍及後續防災規劃，能幫助中央及地方政府有效預防災害。

（3）數位日本（Digital Japan）

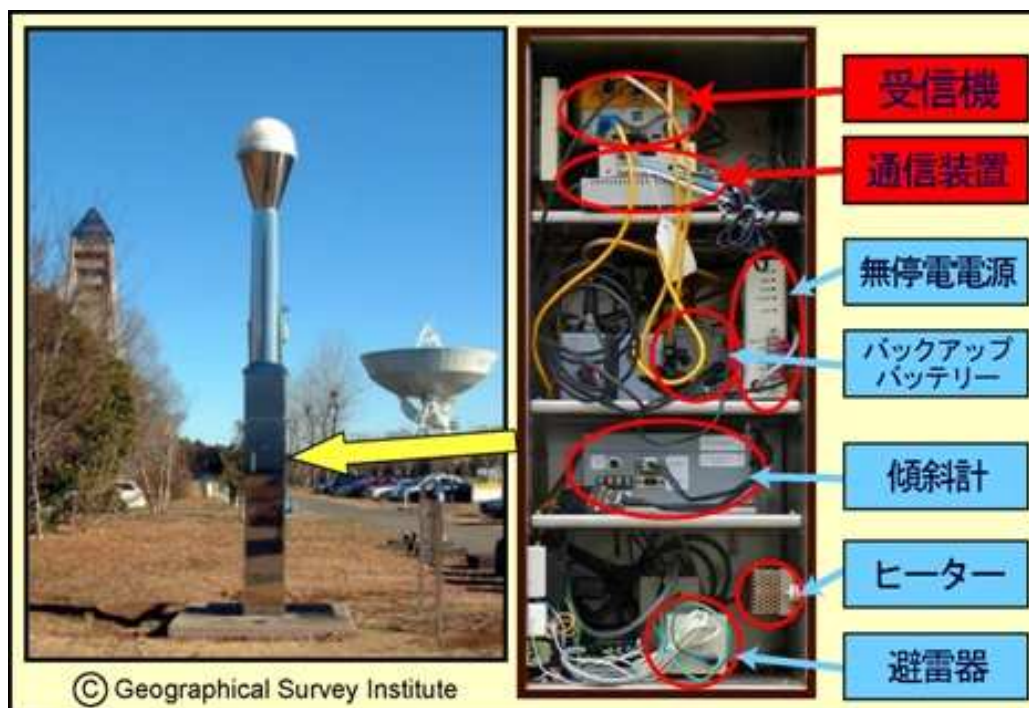
透過整合各種可獲得的地理資訊建立起國土資料的數位化，廣泛收集各種地理資訊後將其適當的分類，建立起資料共享的平台，使得相關資料可以方便的在網際網路上，讓各類政府機關團體進行共享，有助於快速擬定防災策略，促進國家安全。

(三) 日本的 GPS 連續觀測

GEONET (GEONET: GPS Earth Observation Network System) 為日本國土地理院建立之高精度全球衛星連續觀測系統，以高密度遍布全日本的電子基準點 (GPS 連續觀測站) 組成的連續觀測網，結合國土地理院的計算中心進行資料處理，建構成以監控大範圍地殼變動為目的的 GPS 連續觀測系統。

1. 電子基準點：

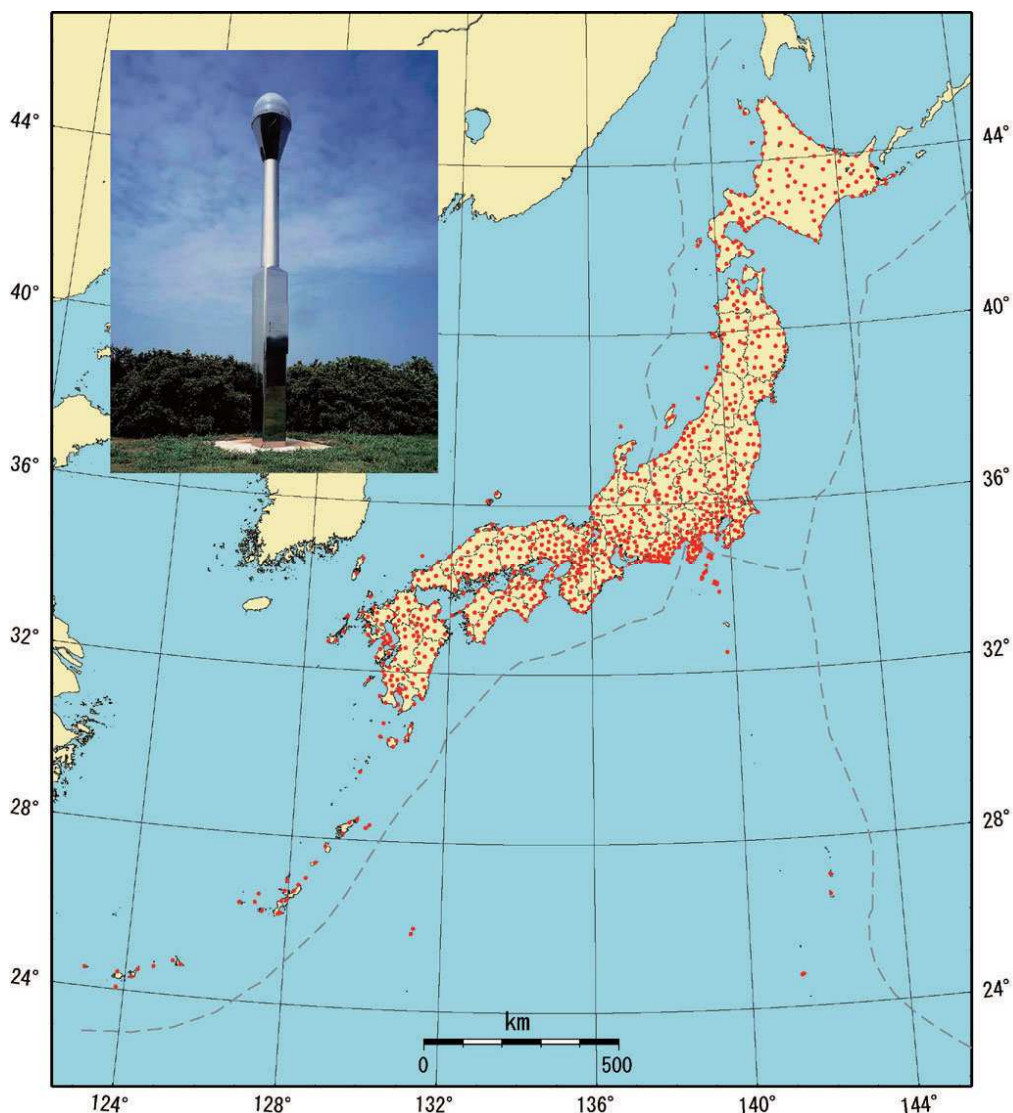
電子基準點外觀為約 5 米高之不鏽鋼柱體，其構造由上而下主要分為 GPS 天線、柱體、GPS 接收儀、通信裝置、不斷電系統 (停電後可維持運作 6 小時)、傾斜儀 (偵測基準點基座是否傾斜)、加熱器 (下雪地區用) 及避雷器等，除 GPS 天線安裝於柱體上端外，其餘設備皆設置於不鏽鋼柱體中之收納箱內，部分點位於柱體上會加裝氣象觀測裝置。



電子基準點設備圖 (<http://www.gsi.go.jp/>)

柱體下方為 8 米立方（2 米*2 米*2 米）之水泥基座，基座上方有一電子基準點附屬鋼標以供測量使用，為因應部分地區下雪時，土中水分結凍會對基座造成擠壓位移，部分點位基座會進行加強改造，包括將基座周圍的土換成含水量較少的土、以隔熱材質將基座包圍，和在基座下方設置排水管等。

其具備 24 小時連續觀測衛星資料及即時傳送資料之功能，以 20~25 公里の間隔平均分布於全日本（包含沖繩群島、八重山群島、南鳥島等），目前點數約為 1,240 點（統計至 2009 年 6 月）。



電子基準點分布圖 (<http://www.gsi.go.jp/>)

日本之電子基準站於 1993 年開始進行長期設置規劃（1994-2003 年），其目標為建立分佈全國之 GPS 觀測站以進行連續觀測，並藉由這些觀測站與國際間通用之座標系統相結合，建立起高精度的日本座標系統框架；同時透過長期蒐集這些觀測站的資料，進行大範圍的地殼變動監測，並能對 GPS 測量之使用者提供協助，使其測量作業提高精度及更有效率。

基於上述目的，國土地理院先於 1994 年於全國平均設置了 100 座電子基準點（GRAPES：GPS Regional Array for Precise Surveying/Physical Earth Science），以架構全國地殼變動監測網為目的；同時於「日本地震預知連絡會」選定之重點觀測地區中，選定南關東-東海地域設置了地殼連續監視設施

（COSMOS-G2：Continuous Strain Monitoring System），於南關東-東海地域設置了電子基準點 111 點，平均點位間隔為 15 公里，觀測資料傳送回控制中心進行基線分析解算。

1995 年 1 月 17 日發生阪神大地震後，如何由日本近畿地方開始，建立起全國性高密度的電子基準點觀測網，被列為重點業務；故在 1995 年前半年度，於全國新增設 400 座電子基準點以增加分佈密度，並規劃將 GRAPES 與 COSMOS-G2 兩套觀測系統整合為一成 GEONET。後又於 1995 年後半年度再度增設 277 座電子基準點，至此，分佈全日本之高密度電子基準點觀測網（887 點）已大致成形，於 1996 年 4 月 GEONET 開始正式運用，對地殼變動監視與日本國內坐標基準開始發揮功效。

其後，加密全國電子基準點的間隔至 20~25 公里的設置計劃確定後，逐年開始在日本各地加密電子基準點，計劃設置約 1,200 點，其中包含較偏遠地區，如富士山頂（2002 年 9 月）、南鳥島（2002 年 12 月）等；同時也開始針對特殊地區，對電子基準站本體構造作改造，如為了減少日照影響，導致不鏽鋼柱體熱脹冷縮，而使頂端天線盤產生細微位移，將柱體改造成雙層二重管構造的八角柱體。又考慮到日本地處高緯度地區，許多地區皆有下雪積雪的情形，將柱體頂端設計為坡面，以避免天線盤遭雪凍結。



電子基準點的演進 (<http://www.gsi.go.jp/>)



富士山基準站



沖之鳥島基準站

特殊電子基準點 (<http://www.gsi.go.jp/>)

2. GEONET 資料處理系統的構造和各裝置的功能：

上述電子基準點之即時衛星觀測資料，透過網際網路傳送至國土地理院的計算控制中心，資料彙整計算後，可求出各電子基準點的坐標及相對位置變化量，據以研判地殼變形是否有異常現象，當基線的長度有發生異常的變化量，我們便可推斷該地區地殼活動的程度，對附近居民提出警訊，達到防災的預期目標。

GEONET 定期解算之坐標成果有迅速解析、速報解析、最終解析三種，其所

使用之解算模組相同，差別在所使用之星曆、觀測資料時間段及公佈成果速度的不同，當使用的觀測資料時間越長，則精度越好，視需要不同而進行分析使用：

迅速解析：用來作為平時地殼變動的監測及災害發生時的緊急觀測用，以 6 小時（UTC time）的連續觀測資料配合 IGS Ultra Rapid Orbit 超快速星曆進行解算，每 3 小時公布 1 次前 6 小時觀測資料解算成果。

速報解析：使用一天 24 小時（UTC time）之連續觀測資料，配合 IGS Ultra Rapid Orbit 超快速星曆進行解算，每天公佈解算成果。

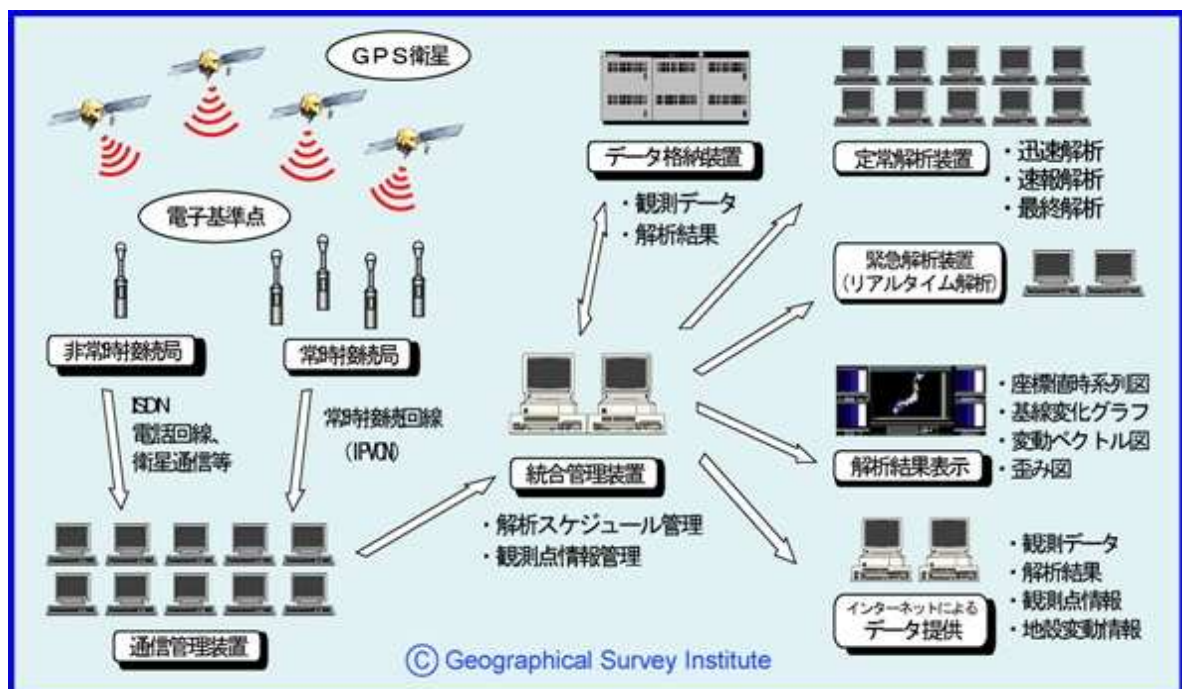
最終解析：以一天 24 小時（Local time）之連續觀測資料配合 IGS Final Orbit 精密星曆進行解算，二週後公佈解算成果。

資料處理系統相關裝置茲分述如下：

- (1)即時資料通信管理裝置：主要功能為接收來自電子基準點的即時資料，接收到的觀測數據以 1 小時為間隔，自動製作為 RINEX 格式的檔案(資料頻率有 1 秒 1 筆和 30 秒 1 筆兩種)，再發送 RTCM 格式的即時資料給即時資料解算處理裝置。
- (2)資料通信管理裝置：部分電子基準點因地處偏遠，受到通訊網路或電力系統的限制而無法傳輸即時觀測資料，本裝置的功能為接收無法傳送即時觀測資料的電子基準點的數據，基本裝置功能皆與即時資料通信管理裝置相同。
- (3)電子基準點管理控制裝置：負責控制資料處理系統的自動運用管理，電子基準點遠端控制，電子基準點資料庫的管理。
 - a.自動運用管理－RINEX 檔案的自動結合及品質檢查，定時解算的設定、啟動，檔案的傳送和儲存等的自動實施。
 - b.電子基準點控制功能－接收儀的資料下載和觀測開始、結束等的遠端控制。
 - c.數據庫管理功能－電子基準點的點名和所在地等的基本資料，各種檔案的儲存，解算設定與解算結果，並透過專門的程式將這些成果以圖形方式具

體的展現。

- (4)資料儲存裝置：儲存電子基準點的 RINEX 資料、解算結果檔案等。每 3 小時的觀測資料儲存為一份 RINEX 檔案，最後合成一天一個檔案來管理，再配合各種外接式儲存媒體來進行備份。
- (5)定期解算處理裝置：以 Bernese/BPE 作為核心軟體進行每日定期解算，考慮臨時故障的狀況，需另準備一組相同功能的裝置，以便隨時正常運作。
- (6)即時資料解算處理裝置：接收即時觀測資料進行解算，供災害發生時緊急觀測，評估災情使用。
- (7)解算成果表示裝置：以圖表化的方式展現定期解算與即時解算結果。按照用途更細分為 4 個裝置。
 - a.定期解算結果表示裝置。
 - b.即時解算結果表示裝置。
 - c.外部情報提供裝置。
 - d.地殼情報管理裝置。



(<http://www.gsi.go.jp/>)

3. GEONET 監測成果提供：

GEONET 之每日解算成果，定期提供給下列委員會，配合其他資料進行防災分析。

(1)地震調查委員會

自從 1995 年發生了阪神大地震後，爲了記取該地震的教訓，於同年推動全國性的地震防災政策，成立了「地震調查研究推進本部」，「地震調查委員會」爲該組織其中之委員會，由相關機關的職員及學者所組成，每月定期召開會議，針對觀測結果與研究成果進行討論與分析；當臨時發生地震或有顯著的地殼變動時，會臨時召開會議討論地震活動的狀況和餘震發生的機率等問題。

(2)地震預知聯絡會

以促進地震預測實用化爲目標，由實施地震預測的相關機關和大學中的 30 名委員所組成，主要進行各機關間研究報告與觀測資料的互相交換，每 3 個月召開一次例行會議，每 2 次會議內容會集結成冊出版，當臨時發生地震或有顯著的地殼變動時，會根據該區域召開臨時會議，會議討論結果都會在記者說明會和網路上公開。

(3)火山噴火預知聯絡會

目的爲透過各機關研究和業務的成果交換，對火山活動的現象進行綜合的判斷，主要由學者及相關機關的專家所組成，每 4 個月召開一次例行會議，進行全國火山活動狀態的綜合討論，當火山有異常的徵兆時，會緊急召開臨時會議，討論火山情形，必要時提供意見予防災活動參考。

(4)地震防災對策強化地區判斷會委員

該會主要是爲了討論東海地震發生的可能性，作爲氣象廳諮詢的機構，由 6 名專家學者所組成，配合氣象廳、國土地理院每月召開例行討論會，討論東海地區週邊的詳細觀測數據，再由氣象廳統一對外發佈「最近東海地區的地震與地殼活動」報告。

肆、心得與建議

一、心得：

(一)、海洋情報部隸屬於國土交通省海上保安廳，其主要業務為提供電子海圖和水路誌等有助於航海安全的情報資訊，有關海底火山和漂流物的資料速報，進行對領海的調查，海流、潮流的觀測，航海必要的天文信息的收集與提供。臺灣四面環海，豐富海洋資源的開發與利用應為重點政策，為此需整合政府資源，透過有計畫的測量與調查，以專責機關來執行海洋測量業務，提供完整圖資供相關機關及民間業者使用。海洋情報部配置有五艘測量船專供海洋測量調查使用，豐富的資源加上產官學界緊密的配合，使其能在專業領域上獲得卓越的成果，反觀我國對於海洋測量方面的設備投資與相關研究甚少，進行研究或外業觀測時，船隻的使用皆以租用為主，難以視業務需要進行裝備上的修改，若能成立專責機構統籌辦理海測業務，搭配自有船隻視業務需要進行改造，單次出航同時進行多項海測業務，不僅可降低工作成本，亦便於實務經驗傳承，培訓海測專業人才。

(二)、臺灣位於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊交界處，因板塊碰撞所引發之地殼活動相當活躍，地殼變形快速，地震活動頻繁，對國民的生命財產造成很大的威脅，且造成國家坐標系統的維護不易，影響後續各種應用測量的進行。近年台灣雖大量應用 GPS 於控制點檢測及地殼變動觀測作業，但觀測作業大多於陸地上進行，而上述兩板塊交界帶除台灣東部海岸山脈之外，大多位於深海中不易觀測，使得這部份的資料較為缺乏；假使能配合海底地形、海流等觀測資料，及東部海岸和離島架設的 GPS 觀測站，來辦理海底大地測量研究，則可彌補海域部分板塊變動資料的不足，若能在琉球海溝及馬尼拉海溝兩個隱沒帶連續實施數年的海底大地測量作業，可得知板塊間的移動和變形，用於評估其對國家測量控制網

的影響，還可由地殼變形資料評估地震發生機率，對我國防災工作及維護國家坐標系統將有實質助益。

(三)、國土地理院隸屬於國土交通省，其業務為辦理全國基本測量，對其他行政機關和公共團體進行公共測量的指導，積極參與國際測繪業務。國土地理院身為中央測繪機關，業務重心在建立和維護全國統一之測量基準及基本圖，以作為測量基礎；建構出 GEONET 系統以監控地殼變動、維護國家測量基準，測製全國 1/25,000 地形圖，配合不同需求繪製成各種主題圖。本次參訪瞭解到日本對測量專業領域的重視，投入大量的人力和資源，持續不斷追求精進的精神，在此同時，對於老舊儀器的保存、測繪知識的推廣，也是不遺餘力，在國土地理院內就有三角點、高規標、電子基準點、VLBI 等各種不同時期的測量儀器在展示，漫步在院內，隨處可見；同時國土地理院還設置了「地圖與測量的科學館」，對外開放給一般民眾參觀，內容包含測量歷史和各種測繪領域的介紹，展示各類測量儀器與地圖，利用小遊戲讓小朋友了解測量和地圖的知識，透過多樣化展覽和專業人員的說明，創造出一個寓教於樂的活動空間，使親子雙方能在互動間學習到新知。他山之石可以攻錯，目前國內普遍對「測量」這個領域感到陌生，正因不瞭解而顯得不重視，相同地，我們應該嘗試多透過各種途徑和方式，讓一般民眾可以有機會了解測繪技術，如地圖、GPS 等平時隨處可見的小知識，體認其在日常生活中的重要性，進而重視測繪業務，以藉此提升測繪人員的社會地位，再將其反饋於社會，為國家多作貢獻。

(四)、日本因地處數個板塊交界處，地震、火山爆發等自然災害發生的頻率遠高於其他國家，故政府極度重視防災措施，除在日常教育灌輸國民良好的防災意識外，制訂防救災機制，明定各機關職責，加強相關領域研究，對防災的推動不遺餘力，在各方面的作為皆有值得我們學習的地方。在測繪資訊提供方面，日本進行各種傳統測量已有百餘年的歷史，同時隨著科技的進步，不斷引進如 GPS-CORS (Continuously Operating Reference Stations)、VLBI (Very Long Baseline Interferometry)、海底大地測量等先進測繪技術，透過持續的觀測所累積的大量資料，可交叉比對不同區域、不同時間的國土環境變遷，藉由資料分析達到災害預警的功用。在制度方面，日本有多個災害相關的委員會與連絡會定期召開，結合各界專家學者共同討論，將各種資料進行公開交流，災害發生時，各單位能迅速成立應變中心，就其業務職掌進行資料提供或防救災指揮。台灣地理條件與日本相似，國土皆位於板塊交界處，同樣常受颱風、地震等自然災害的威脅，為有效減少災害的損失，政府應勤於利用各種管道宣導災害預防的重要性，使民眾保有危機意識，同時建立防救災制度，組織國內相關資源，以期達到災前預警，災後迅速反應的目標。

二、建議：

(一)、結合學術單位研發先進測量技術，以提昇測量水準

海洋情報部透過與日本東京大學生產技術研究所的共同合作，進行先進測繪技術的研究，並將其應用在實務作業中，以本次考察之海底大地測量業務為例，不管是在測量船舶和觀測儀器等硬體方面，或是長距離動態 GPS 成果解算等軟體處理方面，皆能依業務執行中所遭遇之疑難作適切地改善，進而獲得豐碩的成果與進展。學術單位擁有許多高科技人才及先進技術資源，以本中心所辦理之衛星定位測量、海洋潮間帶測量、重力測量、光達測量等業務來說，若能善加與學界、業界合作，引進先進的技術來辦理，必可提昇工作效率和測量精度，加速推動測量業務的推展，增加測量業務的應用面。

(二)、強化產官學界合作機制，提升 e-GPS 系統價值

國土地理院所建置之 GPS 連續觀測基準網 GEONET 系統，擁有分布全日本約 1240 個 GPS 連續觀測站，站與站間之間隔約 20~25 公里，為目前全球少見之大規模基準網，透過高密度地分布和全天候 24 小時觀測，配合控制中心的解算，其成果在地殼變動和災害防治領域起了極大的效用；另外將基準站網的即時觀測資料對外開放提供，與民間公司配合，利用 GEONET 的資源發展網路 RTK 定位技術，建構出便利、精準的測繪環境。

本中心自 2004 年起開始規劃建置 e-GPS 即時動態定位系統，以本中心自行建置基準站為主，陸續結合內政部地政司、交通部中央氣象局等單位之基準站資料，建構出目前之 e-GPS 系統基準網，目前包含 79 座 GPS 連續觀測站，點位間隔約 30~50 公里，自 98 年 1 月 1 日正式對外開放營運，主要提供服務項目為即時動態定位、基準站觀測資料申請下載、資料後處理服務。惟目前提供服務之對象仍限於測繪相關機關及業者，未能達到全面開放普及化。未來若能建立起產、官、學界的合作機制，對外開放 e-GPS 即時動態定位系統之資源，配合產業界及

學術界進行系統功能的擴增或加值應用的研發，將可達成建立 e-GPS 即時動態定位系統建立之目標與提升其價值。

(三)、整合國內測繪資源，建構高密度觀測網

近年來隨著 GPS 應用技術的推廣，國內各公務機關、學術單位或私人機構為不同的應用領域及業務需求，在臺灣地區建置的衛星基準站或 GPS 連續觀測站已超過 300 處，參考日本 GEONET 衛星基準站數量與國土面積之比值(1240 站:37.7 萬平方公里)，臺灣目前國內衛星基準站總數已達相當程度之密度(300 站:3.6 萬平方公里)，惟各設置機關之建置目的不同，加上缺乏資料共享的管道，使國內之基準站建置及資料應用，仍處於各司其政、欠缺整合的狀況。

未來本中心若能在考量分布密度的前提下，有效整合各單位自行建置之 GPS 連續觀測站，這些豐富的資源除能增加觀測網形的密度，以提升即時動態定位成果品質、降低工作成本外，透過長期的衛星觀測資料蒐集，處理後之成果可建立準確的速度場資訊，用於地殼變動偵測、各類科學研究使用，更能幫助訂定國家測繪基準，維護國家坐標系統，達到多方加值應用的目的。

伍、參考資料

余水倍(2009)臺灣地區實施海底大地測量可行性先期研究。

佐藤まりこ(2009)Technological development of the seafloor geodetic observation system。

國土地理院測地觀測中心(2004)Establishment of the nationwide observation system of 1,200 GPS-based control stations。

國土地理院：<http://www.gsi.go.jp/>

海上保安廳海洋情報部：<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/jhd.html>