

出國報告（出國類別：考察）

考察國家測繪資訊於防救災應用系統之建置、資料處理及應用作業

服務機關：內政部國土測繪中心

姓名職稱：蕭世民技士

派赴國家：日本

出國期間：中華民國 98 年 8 月 31 日至 9 月 5 日

報告日期：中華民國 98 年 11 月 25 日

摘 要

日本地處太平洋板塊、菲律賓板塊、北美板塊及歐亞板塊等 4 個板塊交界處，地形構造與台灣相近，地震發生的頻率高於台灣，投入大量的時間及資源在防救災領域研究上，多項相關技術值得我們參考學習。國土地理院為觀測地殼變動所建置之 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。另為對海底板塊移動進行更詳細的觀察，海上保安廳海洋情報部自 2000 年起陸續在日本外海設立海底基準點，配合 GPS 動態定位與水下音波測距技術進行海底大地測量，持續監測海底地殼變動量。本次參訪行程，考察日本海上保安廳海洋情報部海底地殼變動監測之建置作業及其資訊與防災系統之應用情形；國土地理院所管理之國家測繪資訊，如衛星定位基準站位移速度於防救災應用系統之建置、資料處理、應用作業及關聯性，以作為本中心未來業務推展及研究發展之參考。

目 錄

壹、目的-----	1
一、計畫緣起-----	1
二、考察主題-----	2
貳、考察單位-----	5
一、海上保安廳海洋情報部-----	5
二、國土地理院-----	9
參、參訪過程-----	13
一、海上保安廳海洋情報部-----	13
二、國土地理院-----	26
肆、心得與建議-----	40
伍、參考資料-----	44
附錄：參訪照片-----	45

壹、目的

一、計畫緣起：

本中心掌理全國測繪方案、測繪法令及測量基準之研擬；基本測量之執行及成果管理維護；衛星基準站即時定位系統之規劃、建置、營運及管理維護；地籍測量、地形測量、海洋測量之執行及成果管理維護；國土測繪資料庫之規劃、建置、管理維護及整合流通及其他有關國土測繪事項等。

爲因應國際間 GPS 即時動態定位的蓬勃發展，本中心於 2004 年起開始籌建「e-GPS 即時動態定位系統」，結合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，配合網際網路及無線數據通訊傳輸技術，提供使用者即時動態定位的服務，除可提升 RTK 定位精度與可靠度及大幅延展 RTK 有效作業範圍之外，更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等多目標增值應用。另由於台灣位處於歐亞板塊和菲律賓板塊的交界上，有活躍的碰撞與隱沒交互作用，地震活動頻繁，爲了解台灣海域地殼變形資料及更詳盡的板塊相對運動速度，本中心於 2008 年委託辦理「臺灣地區實施海底大地測量可行性先期研究」，進行未來臺灣地區辦理海底大地測量可行性評估及規劃。

基於本中心業務發展所需，計畫透過訪查先進國家以引進相關經驗作爲參考。日本地處太平洋板塊、菲律賓板塊、北美板塊及歐亞板塊等 4 個板塊交界處，地形構成與台灣類似，地震發生的頻率更勝台灣，在 GPS 基準站的密度和海底地殼監測等領域皆在國際間處於領先地位，故本次參訪行程，考察日本海上保安廳海洋情報部海底地殼變動監測之建置作業及其資訊與防災系統之應用情形；國土地理院所管理之國家測繪資訊，如衛星定位基準站位移速度於防救災應用系統之建置、資料處理、應用作業及關聯性，以作爲本中心未來業務推展及研究發展之參考。

二、考察主題：

(一) 國家測繪資訊如衛星基準站之位移速度於防救災應用系統之建置、資料處理、應用作業及關聯性。

本中心掌理全國基本測量之執行及成果管理維護；衛星基準站即時定位系統之規劃、建置、營運及管理維護；地形測量、海洋測量之執行及成果管理維護；國土測繪資料庫之規劃、建置、管理維護及整合流通及其他有關國土測繪事項等，擁有豐富之測繪資料，惟如何將其互相結合，創造多元化之加值應用，增加測量業務的應用面，實為本中心今後努力之目標。

國土地理院為日本中央測繪機關，主管各項基本測量業務，在防災方面的主要任務為預防災害、減輕災害及災後的重建協助。為了進行防災業務及有助於國民的防災活動，蒐集地殼活動等自然現象，並結合地形、土地利用等的地理資訊，在適當的時機向相關機關及國民提供是首要任務。

1. 在防止災害，或災害發生時將損害控制在最小限度部分，進行以地殼變動觀測為首的國土監視，促進有關災害及防災的研究，致力於提高防災技術，同時，針對地形、土地條件等與防災相關的地理資訊進行整理，向相關機關及國民提供這些訊息，努力確保國民的安全。
2. 當災害發生或有發生的可能情況下，對相關機關提供有助於擬定災害緊急應對策略為首要任務，例如加強地殼變動的觀測，利用飛機、人造衛星和實地緊急測量等方式進行現況資料收集，同時向相關機關及國民提供防災相關訊息。
3. 當災害發生後，為有助於災區迅速重建恢復舊貌，須全力投入災區基本控制點的重建，地形圖的修正等測量作業。

另為進行國土地殼變動監測，國土地理院自 1994 年起陸續建置分布全日本的 GPS 基準站，至 2009 年為止共有約 1,240 個基準站，站與站間的平均距離約為 25 公里，除部分位於較偏遠地區的基準站外，其餘基準站的衛星觀測資料皆

可即時傳送回國土地理院計算中心，將各基準站的資料進行定期解算，而觀測資料（30 秒 1 筆）和每天解算出的基準站坐標，則公佈在專屬網站上供各界下載使用，除此之外，還能針對發生地震或火山活動的地區進行小範圍即時解算，以公厘級的精度對地殼變形進行監測。

本次考察規劃瞭解日本國土地理院，如何將國家測繪資訊應用在防災領域，對政府擬訂防救災政策提出幫助，當災害發生時，如何為社會貢獻一己之力，以維人民安全福祉。

（二）監測海底大地變動建置作業及其資訊與防災系統之應用情形。

台灣位處於歐亞板塊和菲律賓板塊的交界上，是多年前兩個板塊互相擠壓而隆起的島嶼，東南方是菲律賓板塊，西北方則為歐亞板塊，這兩個板塊從台灣東方的琉球海溝劃過台灣東部，向南延伸至馬尼拉海溝，有活躍的碰撞與隱沒交互作用。其中菲律賓海板塊不斷的向西北方移動擠壓，沿著臺灣東北方的琉球海溝向下隱沒到歐亞板塊下；同時歐亞板塊在台灣東部沿著臺東縱谷往南至馬尼拉海溝向下隱沒至菲律賓板塊下。也由於複雜的板塊交錯，使得台灣的地震頻繁，對國民的生命財產造成相當大的威脅，甚至成為心中揮之不去的夢魘。

自 2000 年起，日本海上保安廳海洋情報部透過與東京大學生產技術研究所的共同合作，開始進行海底地殼變動的監測。參考地震發生頻繁的區域，在日本沿海逐漸設置海底基準點以進行監測，從日本東北到四國的太平洋海底至今已設置了 10 多組的海底基準點來進行觀測，每組基準點相隔約 100 公里，設置地點的海底深度由 400 公尺至 2400 公尺，近幾年來不管是在船舶和觀測儀器等硬體方面，或是成果解算等軟體方面，皆有十分豐碩的成果與進展。

為深入瞭解台灣海域地殼變動狀況，本中心於 2008 年委託辦理「臺灣地區實施海底大地測量可行性先期研究」，該案主要在蒐集國內外海底大地測量實施現況、目的與效益及規劃台灣未來辦理海底大地測量之海域海底地形研析、選址條件、布設地點、可能布設數量，及其他可能相關必須蒐集資料、未來臺灣地區辦理海底大地測量可行性評估、及海上中長距離動態定位與海下音波定位成果聯合處理技術之研發，提升發展海底大地測量觀測之能力。

本次考察規劃瞭解海洋情報部於海底地殼變動監測的建置作業，目前監測技術的發展現況，及其資料在防災系統之應用情形。

貳、考察單位

本次考察由本中心控制測量課蕭世民技士前往日本考察，期間為 98 年 8 月 31 日至 98 年 9 月 5 日止，共計 6 日，主要考察重點為訪查先進國家之國家測繪資訊如衛星定位基準站位移速度、海底地殼變動監測於防救災應用系統之資料處理、應用作業及關聯性，以引進相關經驗作為本中心未來業務推展及研究發展之參考。有關本次考察行程詳如下表。

日期			起迄地點	行程概要
月	日	星期		
8	31	一	中正機場－東京	啓程
9	1	二	東京	資料整理
9	2	三	東京	參訪海上保安廳海洋情報部 (Hydrographic and Oceanographic Department)
9	3	四	東京	參訪國土地理院 (Geographical Survey Institute)
9	4	五	東京	資料整理
9	5	六	東京－中正機場	返程

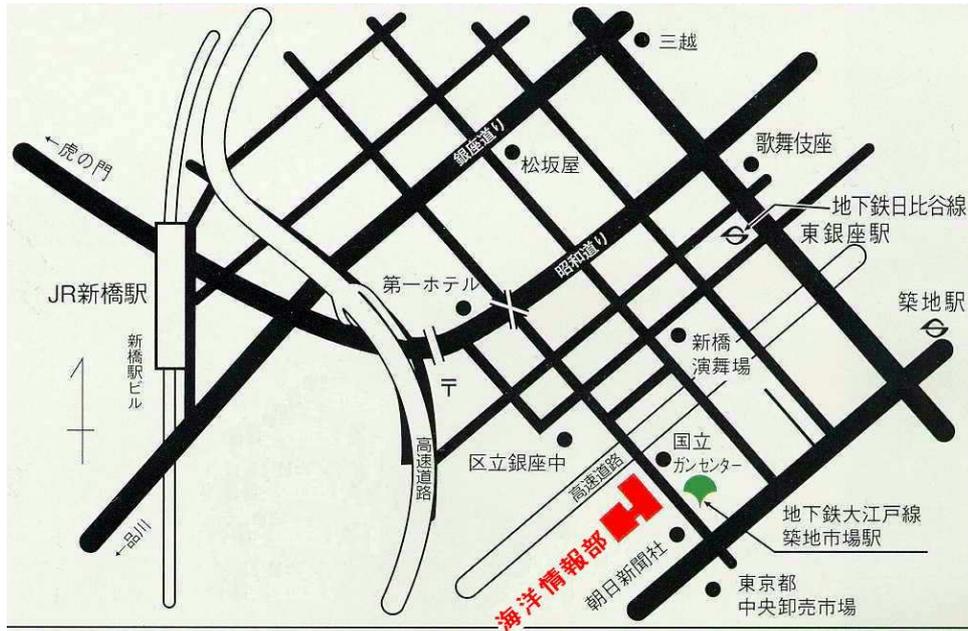
參訪單位：

一、 海上保安廳 海洋情報部

地址：〒104-0045 東京都中央区築地 5 - 3 - 1

電話：03-3541-3811

<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/>



海上保安廳是以維持日本海上安全及治安為目的的行政機關，屬於國土交通省。在工作細目上主要是海難救助、交通安全、防災及環境保全、治安維持的任務，但實際上是海洋權益保全（領海警備、海洋調查）。

本次所拜訪之機關為海上保安廳所屬轄下海洋情報部，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訊息速報，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，其前身為舊日本海軍水路部。

其主要業務可區分為測量觀測、情報提供及研究業務三大類，分述如下：

(一) 測量觀測業務：

1. 水路測量-與海圖的基本訊息、海洋的測量和港灣的現狀等有關的水路圖雜誌等的提供，實施港灣測量，沿岸測量。
2. 地磁氣測量-因受地磁氣影響，磁針表示的方向會因地而異，於八丈水路觀測所連續觀測後，每5年製作地磁圖。
3. 海上重力測量-調查海上的重力異常。
4. 海洋觀測業務-為保障海上交通的安全，對海流的現狀進行調查研究和觀

測。

- 5.天文觀測-與各國的天文台配合進行天文觀測，特別擔任星食的觀測業務。
- 6.潮汐觀測-在日本國內 29 處設立驗潮站，提昇潮汐表的精度和潮汐調和定數的計算，以提供高潮和海嘯等的防災情報利用。
- 7.潮流觀測-船舶通行量多的海峽、水道及港灣等潮流預報的實施，潮流圖的出版等。
- 8.海洋污染調查-爲了海洋污染及海洋環境保護的調查。

(二) 情報提供業務：

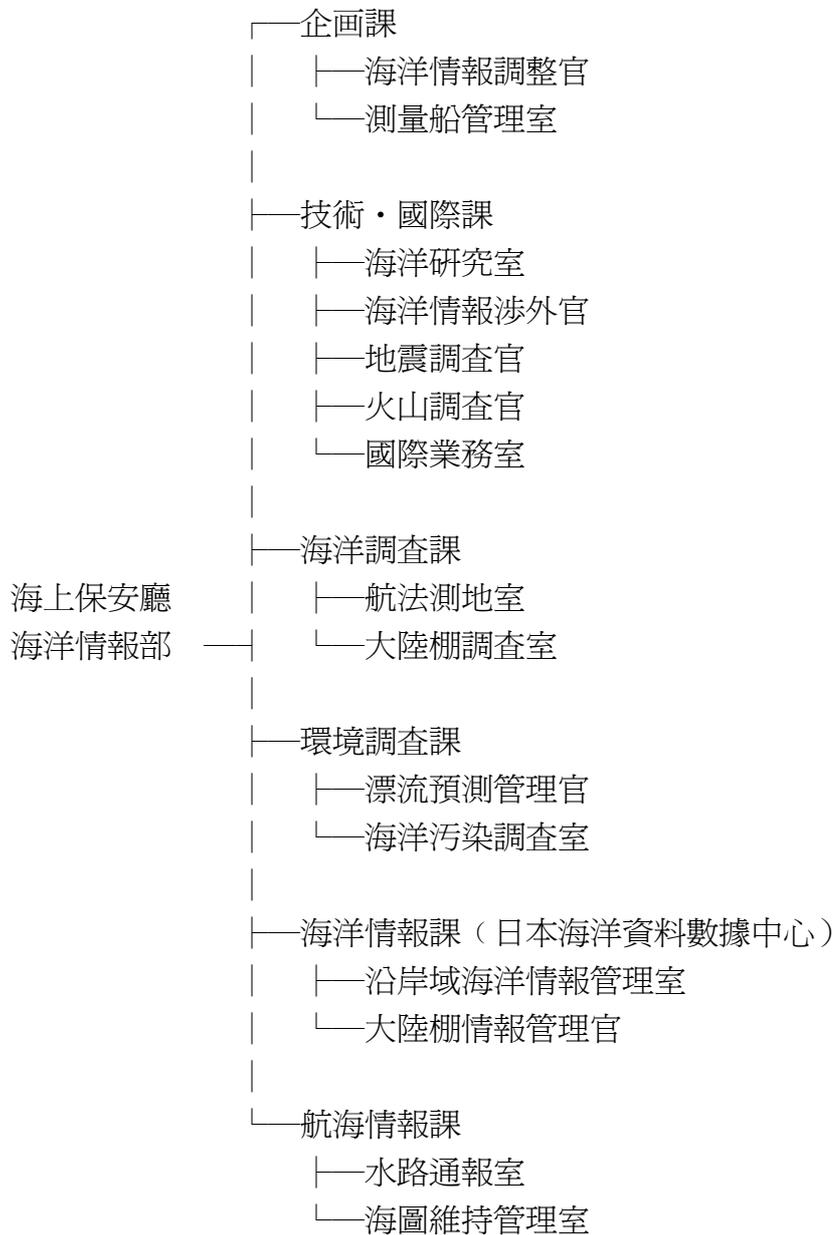
- 1.海圖的編輯、出版-以收集的各種資料做爲基礎，爲了航海安全所必要的海圖的編輯出版。
- 2.潮汐表的編輯、出版-由潮汐觀測所得到的資料做爲基礎，主要港口和水道的各種潮汐信息等的書籍的編輯出版。
- 3.水路書誌的編輯、出版-海洋觀測，天文觀測及港灣調查等的成果，集成水路書誌。
- 4.水路通報的發行-爲了維持水路圖誌的最新狀態，航線標識的變更，在海上的工程和工作，自衛隊和美軍實施的射擊與轟炸訓練等的水路信息，以一週 1 次的頻率用書籍及全球資訊網作更新。由各管區發行轄區水路信息。
- 5.日本海洋資料數據中心-日本唯一綜合的海洋資料數據庫。
- 6.海洋諮詢室-回答海上作業人員、海洋愛好者或一般人對海洋的問題，各種成果發行物的閱覽和舊版海圖的複製。

(三) 研究業務：

- 1.漂流預測模式高度化的研究-爲了確實瞭解海況，以人造衛星對海面水溫數據，海面高度數據等的分析，以掌握水溫、海流的高度。

2.海底狀況的研究-以音響測深機，海底地震計，側面掃描聲納，音響測距裝置等對海底地形進行研究。

3.測地、測量的相關研究開發- GPS 和雷射測距等的測量技術的研究開發。



海上保安廳海洋情報部依其業務性質分為企劃課、技術國際課、海洋調查課、環境調查課、海洋情報課及航海情報課等六個課，本次考察單位為海洋調查課航法測地室。

二、國土交通省 國土地理院

地址：〒305-0811 茨城縣筑波市北郷1番

電話：029-864-1111

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



國土地理院，由 1869 年時所設置的庶務司地籍圖科為起源，此後經過內務省地理局，參謀本部陸地測量部，內務省地理調查所等等機關改制，在 1960 年時改名為現今的名稱－國土地理院，在 1979 年時由東京目黑遷移到茨城縣筑波市，於 1984 年依國家行政組織法改制為國土交通省之特別機關迄今。

業務內容主要為透過三角點等各式基準點提供定位資訊（經緯度）及海拔高程，經由 GPS 基準站的連續觀測，建立更精準的測量定位，以提供其他政府機關、公共團體應用於公共事務、災害防治或學術研究。另一方面，繪製各種基本圖，尤其是覆蓋全國的 1/25000 地形圖，提供給不同的公共和私營單位作為底圖以進行各方面的應用，如行政區域圖、道路圖或各類主題地圖（土地利用圖、土地現狀圖、火山地形圖、都市區活斷層圖等）。

其主要任務目標為

1. 整理並提供國土的基礎性地理空間資訊。
 - (1) 訂定與國際坐標系統接軌的日本坐標基準。
 - (2) 提供隨時隨地皆能測量的便利環境。
 - (3) 國家基準點網的維護。
 - (4) 在網際網路上提供最新的電子地圖。
 - (5) 提供具備地形地物的地形圖。
 - (6) 保管舊基本圖等貴重國土紀錄。
2. 促進地理空間資訊的有效利用。
 - (1) 實施活用地理空間資訊的政策。
 - (2) 統一測量基準，使各種地理空間資訊保持一致及正確。
 - (3) 創造活用地理空間資訊的環境。
 - (4) 透過基本地圖的提供，來促進地理空間資訊的流通。
 - (5) 透過電子國土 WEB 系統提供地理空間資訊。
 - (6) 為多樣化的社會提供建設的基礎支援。
3. 針對防災與災害重建提供各種地理空間資訊。
 - (1) 地殼變動的監視與災害危險性的分析。
 - (2) 建立對防災有用的地形地物資料。
 - (3) 調查災害的狀況與提供訊息。

4. 透過地理空間資訊的活用與國際合作。

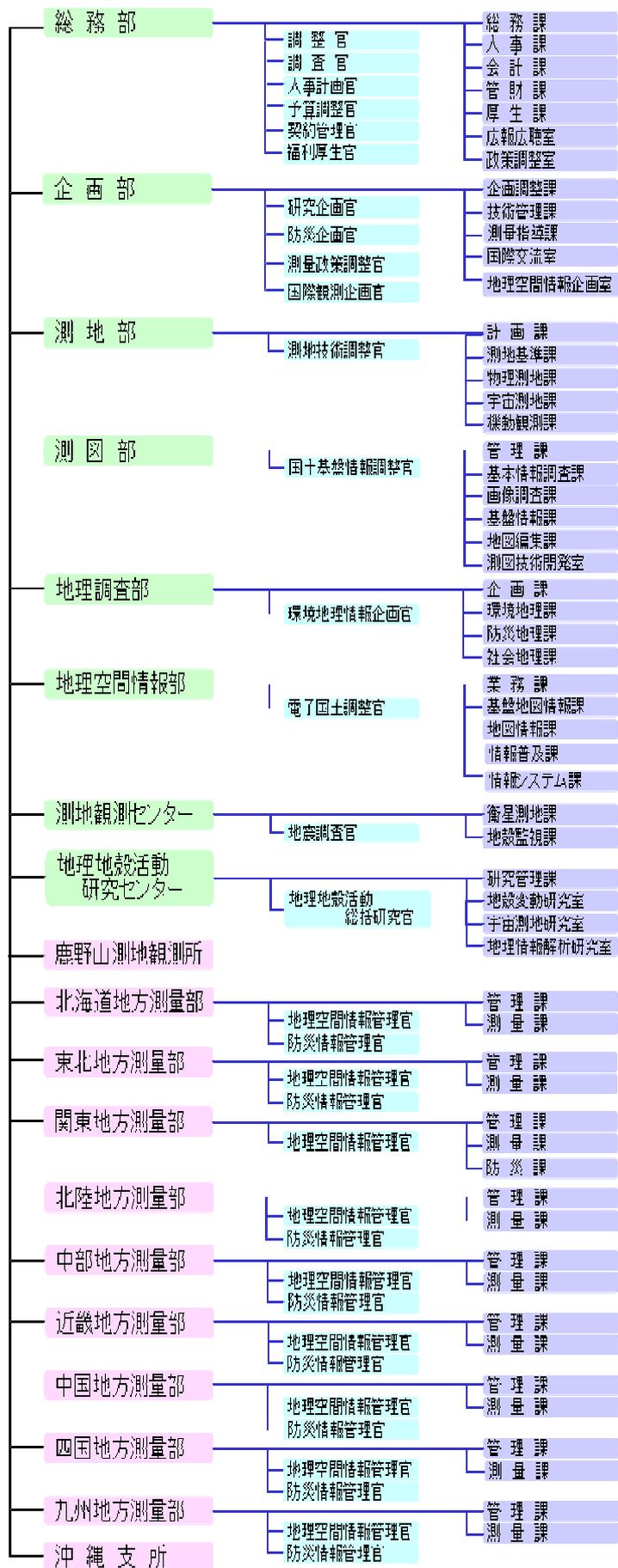
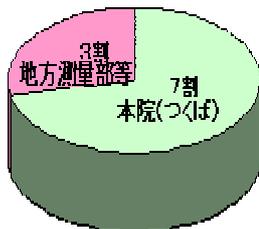
- (1) 建立世界性的基礎地理空間資料（地球地圖）。
- (2) 協助世界各國進行地理空間資料技術的發展。

該院（主要辦公地點）位於茨城縣筑波市，於院下設立總務部、企劃部、測地部、測圖部、地理調查部、地理空間情報部、測地觀測中心及地理地殼活動研究中心等部門。另有北海道、東北、關東、北陸、中部、近畿、中國、四國及九州等 9 個地方測量部分布於全日本各地。

院長

- 参事官
- 主任監査官
- 監査官
- 建設専門官
- 専門調査官
- 調査員

定員 742人

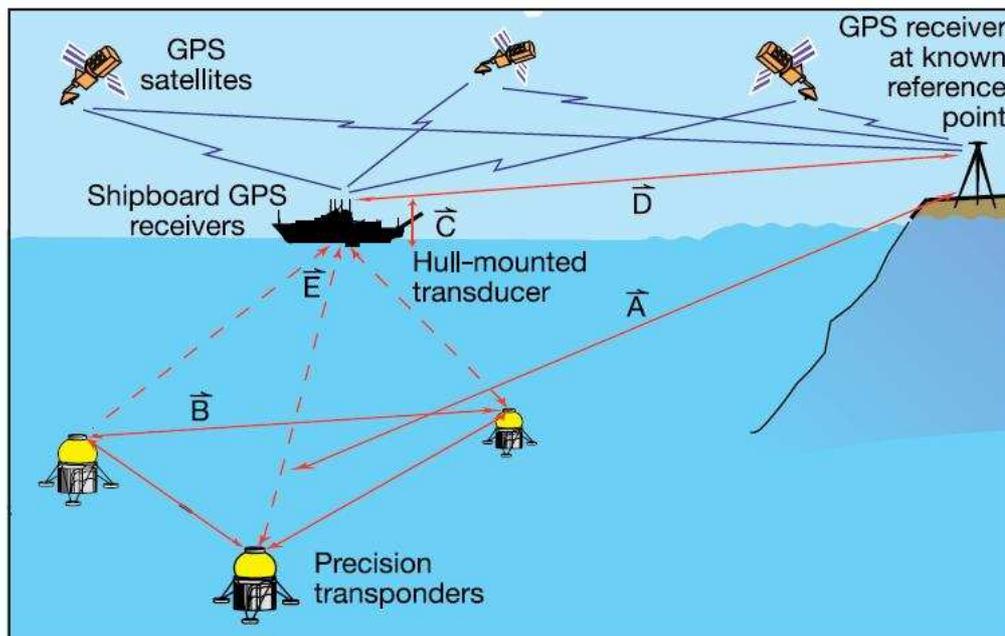


參、參訪過程

一、海上保安廳海洋情報部：

本次至海上保安廳海洋情報部考察海底大地測量相關技術，考察業務單位為海洋調查課航法測地室，由室長山根勝雄先生及主任衛星測地調查官大門肇先生簡介海洋情報部組織架構及業務屬性。海洋情報部其前身為舊日本海軍水路部，故該單位在海洋測量方面已累積有數十年以上的經驗，本部配有昭洋、拓洋、明洋、天洋及海洋 5 艘測量船及無人測量船じんべい 1 艘，除海底大地測量外，更積極利用各種儀器和技術對日本領海進行廣泛的調查研究。

接著由主任研究官佐藤まりこ小姐進行海底大地測量之簡報，海底大地測量是一種結合動態 GPS 測量及水下音波定位技術，測定海底控制點坐標的觀測方法。由固定於船體的音波轉換器（Transducer）發出的音波訊號至海底音波回應器（Transponder）的往返走時，測定回應器的相對位置。再藉由船上的 GPS 測量儀與陸上 GPS 參考站的聯測，及船上 GPS 天線與音波轉換器的相對位置關係，可推算音波發射及接收瞬間之音波轉換器大地坐標，結合兩者可得出海底音波回應器的大地坐標。



(Gagnon et al., 2005)

之後一同與佐藤まりこ小姐、大門肇先生及齋藤宏彰先生進行討論及經驗交流，茲將簡報與會談內容整理如下：

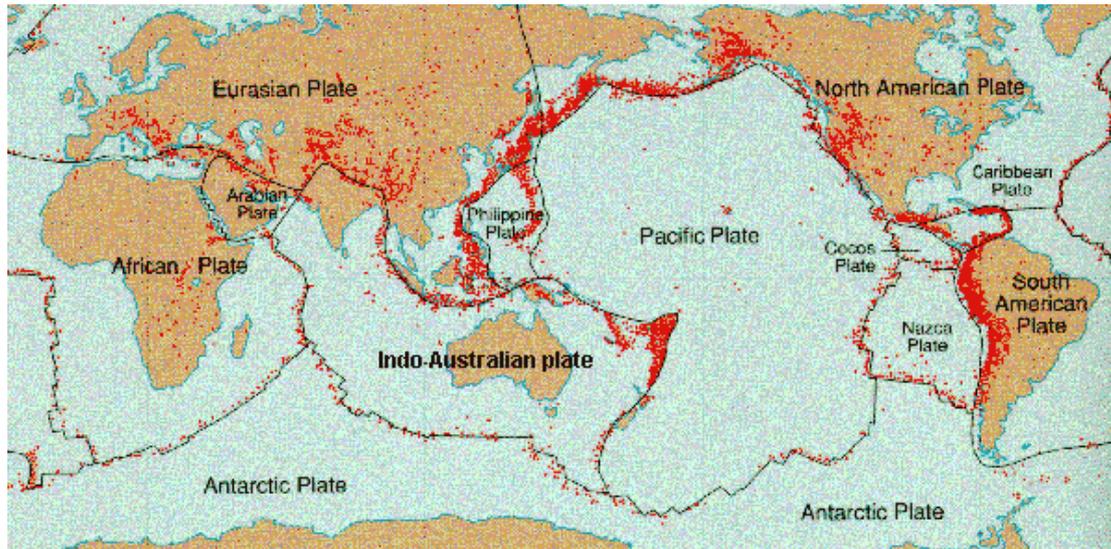
（一）日本辦理海底大地測量的緣由：

地球表面被 10 幾個厚達數十公里左右的大小岩盤覆蓋著，我們稱其為板塊，其中有 7 個較大的板塊分別為太平洋、歐亞、印度-澳洲、非洲、北美洲、南美洲和南極洲板塊，也有較小的板塊如加勒比海、阿拉伯及菲律賓板塊等；依「板塊構造學說」所述，各個板塊皆浮於軟流圈（asthenosphere）上不斷運動中，向各別的方向每年以數公分的速度移動而相互擠壓。日本國內正好就有 4 個不同板塊互相擠壓移動，分別是太平洋板塊、菲律賓板塊、北美板塊及歐亞板塊，其交會處約在日本沿海太平洋週邊，太平洋板塊和菲律賓板塊分別從日本海溝和南海海槽，向北美及歐亞板塊方向擠壓並往板塊下隱沒。在此同時，由於板塊間磨擦力的作用，當海洋板塊向陸地板塊隱沒時會將上方的部分陸地板塊一起拖入，交界處將慢慢地累積陸地板塊變形的能量，當此變形量累積到了一定的限度，蓄集的能量會發生爆發性的破壞使板塊回復之前的狀況，這種時候都會伴隨著海底地震及海嘯等災害。

如前所述，這種板塊交界處的地震是無法避免且會重複發生，故為因應此種地震的發生，如何預先防範以減低帶來的傷害變成首要任務；由於在板塊交界帶的各個地方，海洋板塊及陸地板塊間的黏著程度有所不同，有的地方板塊間的摩擦力大，造成陸地板塊不斷被拖入，板塊變形的能量在該處就會不斷持續累積；有的地方板塊間幾乎沒有黏著，在此能量就不會被累積。

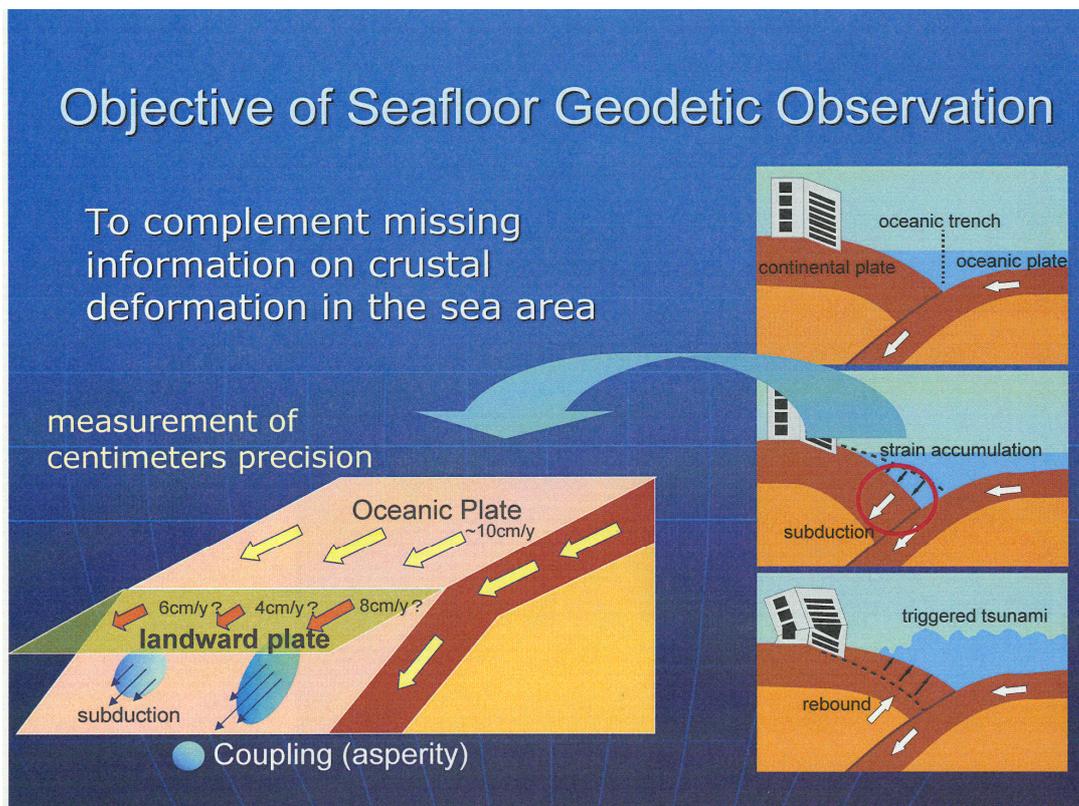
因此，詳細估計板塊交界帶每個地方的黏著程度對於易發生地震區域的預測會有相當大的幫助。基於這樣的觀點，日本一開始採用透過陸上的 GPS 連續觀測站來收集地殼變動的數據，開始嘗試分析板塊間的黏著狀況，然而，在日本發生的大規模地震震源卻往往在日本領海的海底，僅靠陸地上的資料難以對海底狀況進行詳細分析，為了更了解板塊間的狀況，必須更接近震源位置來取得地殼變動

的資料，於是透過海底大地測量技術來監測海地板塊的移動。



全球板塊分布示意圖(Judson and Richardson,1995)

圖中紅點表示發生過地震地點，大多位於板塊交界處。

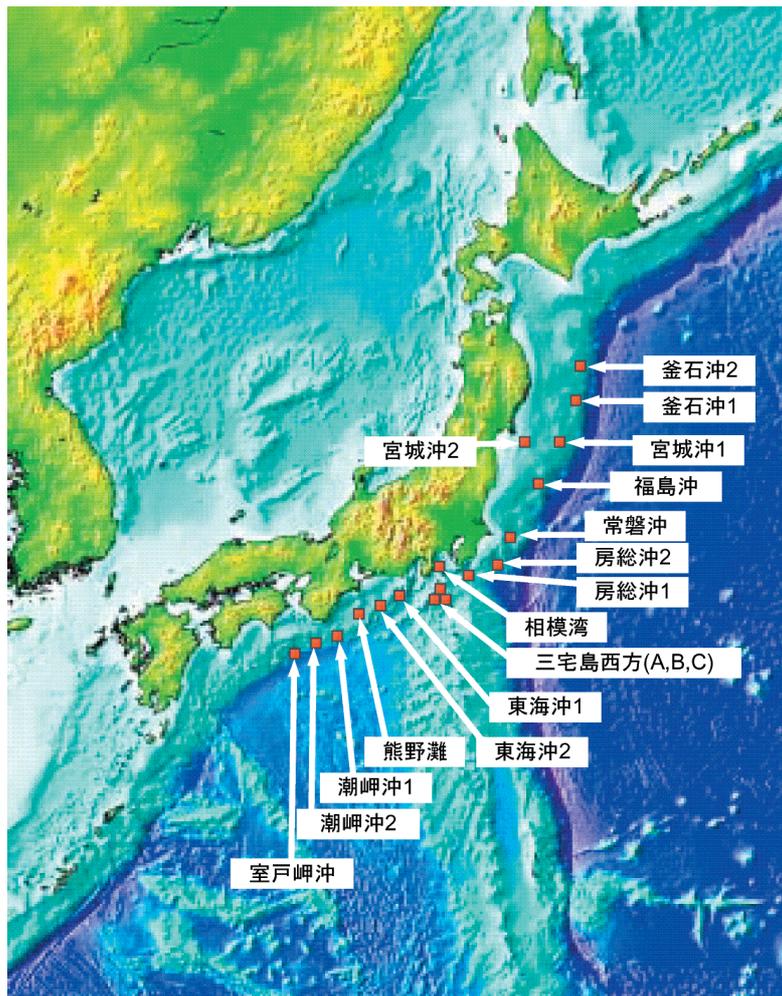


陸地地殼伴隨著海底地殼向下隱沒，當板塊變形能量累積超過限度時，將發生爆發性的破壞，伴隨著海底地震及海嘯等災害。(Mariko SATO, 2009)

(二) 海底大地測量業務：

日本國內進行海底大地測量領域研究的學校，主要有東京大學、名古屋大學及東北大學三所學校，其所採用之海底音波觀測與 GPS 動態解算方式皆有所不同。海洋情報部自 2000 年開始進行日本沿海的海底地殼變動監測至今已有 9 年多，期間在日本東京大學生產技術研究所的協助之下，不管是在船舶和觀測儀器等硬體方面，或是成果解算等軟體方面，皆有十分豐碩的成果與進展。

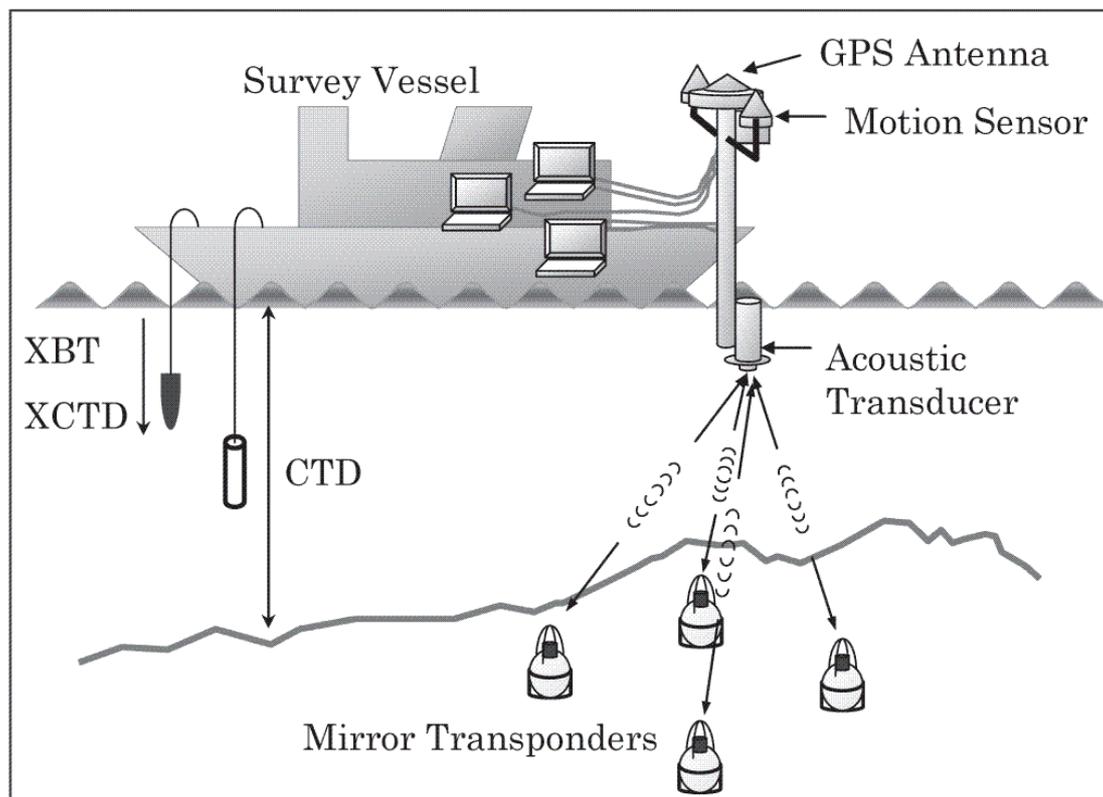
自 2000 年開始，日本海上保安廳海洋情報部透過與東京大學生產技術研究所的共同研究，參考地震發生頻繁的區域，從熊野灘開始，在日本沿海海底逐漸設置海底基準點以進行海底地殼變動觀測，從日本東北到四國的太平洋海底至今已設置了 10 多組的海底基準點來進行觀測，每組基準點相隔約 100 公里，設置地點的海底深度由 400 公尺至 2400 公尺。



海洋情報部佈設之海底基準站分布圖

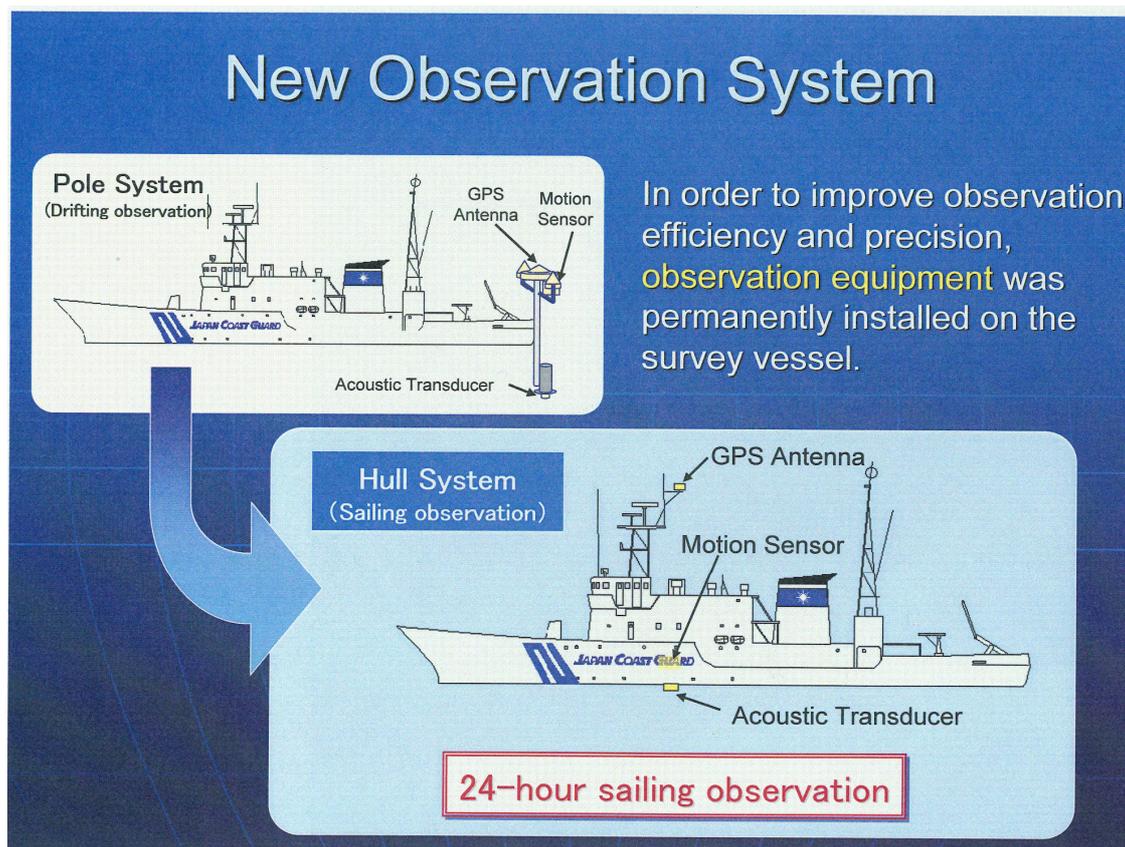
海洋情報部之觀測系統採用結合 GPS 系統與海底音波技術，將 GPS 天線座與音波轉換器結合固定在船尾進行觀測，同時在 GPS 天線旁加裝 Motion Sensor，藉此求得音波發射及接收時的瞬間姿態以提升精度；GPS 動態解算的資料頻率為 2Hz，使用的解算軟體為 NASA 提供的軟體” IT” ；觀測時以船舶漂流方式往返來回進行，收集 1300 筆音波觀測資料為 1 組數據（約需花費 8 小時），重復觀測取得 4 組數據後取結果平均為單一次觀測成果，每年進行 3 次觀測。

分析其觀測過程及成果，實務遭遇到的疑難與台灣目前狀況類似，船舶航行時螺旋槳轉動產生的雜訊對音波測距影響甚鉅，觀測時須將船隻引擎關閉改採用漂流方式，對船隻航行方向完全無法掌握，導致無法順利航行在適當位置以進行音波測距，須不斷來回往返觀測以蒐集資料；同時船隻在海洋上漂流，不但有安全上的顧慮，亦無法於晚上進行作業，故整個觀測時程相當耗時。

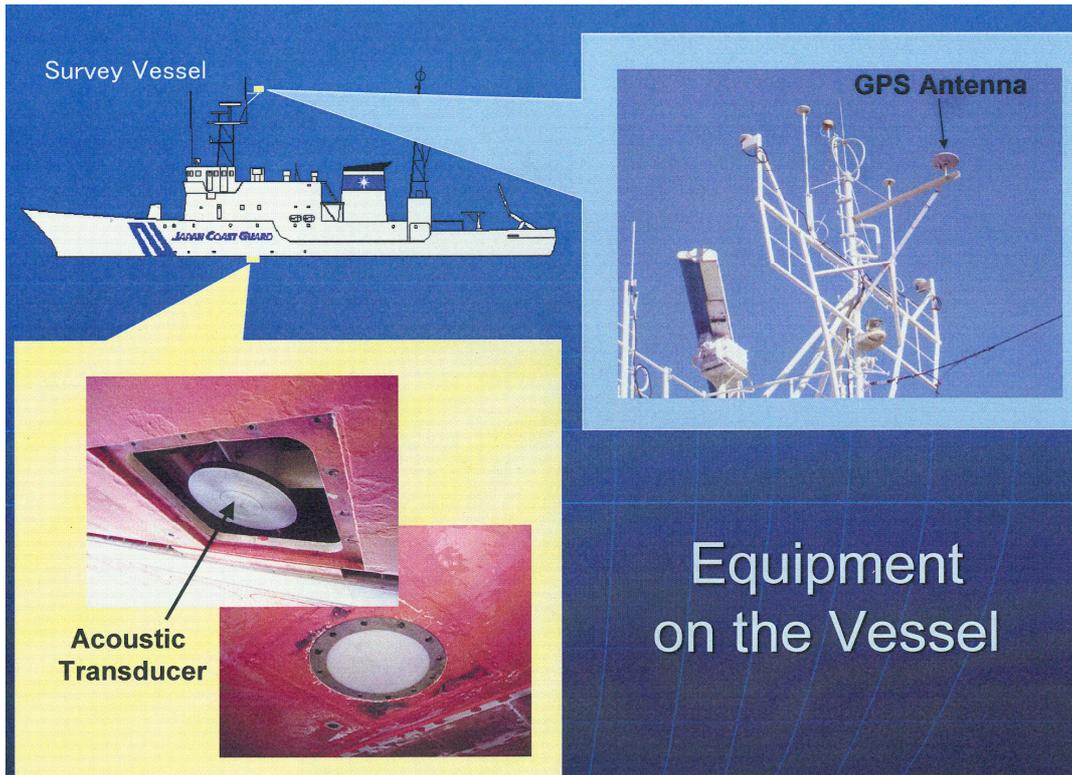


海洋情報部之觀測系統採用結合 GPS 系統與海底音波技術，
配合 CTD/XBT 量測音波行經路徑的傳導性、溫度及海水深度，
以進行海底大地測量。

後透過東京大學生產技術研究所的技術協助，對專屬測量船進行改造，將音波轉換器改安裝於船底，Motion Sensor 安裝於船艙中，GPS 天線安裝在船上天線處，希望減少螺旋槳產生的雜訊對音波測距的影響，能以航行的方式進行海底大地測量。從 2008 年度開始進行兩種模式的測試，在「相模灣」與「東海沖」兩座海底基準點同時以「漂流模式」與「航行模式」進行觀測比較，「漂流模式」採用舊設備，如以往般每日觀測 8 小時，蒐集每組各 1300 筆觀測資料共 4 組後，取結果平均為成果；「航行模式」則以改造後之設備按規劃航線航行，分別觀測 4、8 及 12 小時，且進行不同航速的測試。



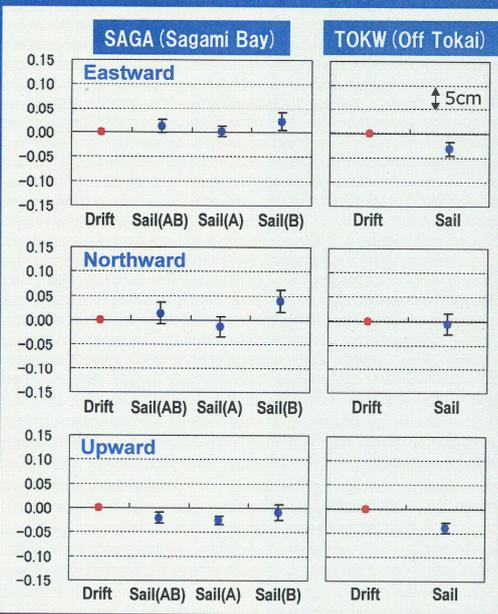
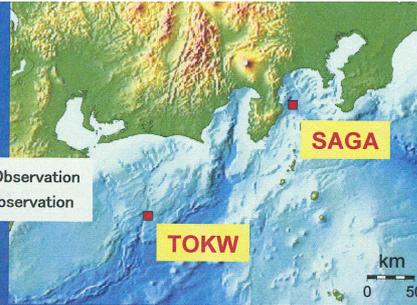
漂流模式 (Pole System) 與航行模式 (Hull System) 之差異 (Mariko SATO, 2009)



Hull System 的測量船裝備改造 (Mariko SATO, 2009)

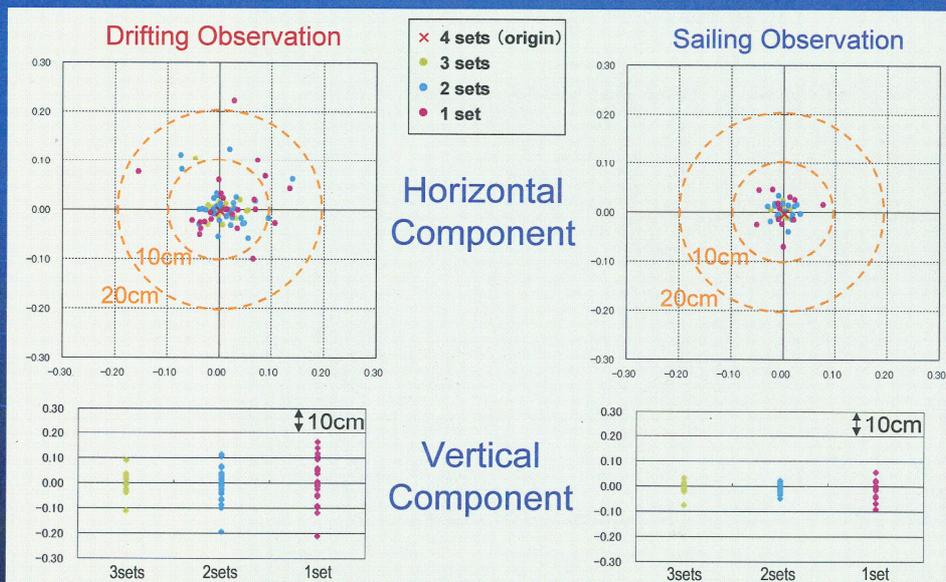
測試結果發現改良後的測量船即使在 11 節的航行速度下（約 20 公里/小時），依然可以不受雜訊影響清楚的接收到音波測距的訊號，表示在此速度下螺旋槳的運作已不會對音波轉換器產生影響；將利用「漂流模式」所得的觀測成果與「航行模式」相比，兩種方式所得的觀測成果，其較差在南北方向及東西方向皆只有 2~3 公分；且分析「航行模式」的觀測資料，不管在水平方向或垂直方向皆有相當的一致性，顯示去除掉航行時螺旋槳的雜訊影響，兩種模式所得到的觀測成果精度相近，且「航行模式」所測得的成果具有較佳的穩定性。

③ Estimated Positions of Seafloor Reference Points (July, 2008)



- The differences of estimated positions between drifting observation and sailing observation are about 2-3cm.
- These are supposed to be within the present observational accuracy.
- No major problem with sailing observation has been found so far.

④ Stability of Positions by Data-Subset Examinations



The positions by sailing observation are much more stable than those by drifting observation.

此改善方式於定位精度尚未有明顯增進效益，但可大幅縮短外業觀測時間。以往因觀測時須關掉引擎採「漂流模式」進行觀測，無法順利控制測量船航向，約需花費 8 小時往返觀測才能蒐集一組 1300 筆音波觀測資料，取得 4 組資料才能平均成爲一次觀測成果；改採「航行模式」後，測量船可自行按照規劃之航線進行觀測，僅需約 4 小時即可蒐集到 1300 筆觀測資料，也由於測量船並不是關掉引擎漂流，所以在晚上進行觀測作業也較無安全上的顧慮，不需在觀測點附近海域重複多次往返航行，也較不會對附近作業漁船造成影響。比較其作業效率，「漂流模式」每天僅能觀測約 8 小時，蒐集 4 組觀測資料約需 4 天（即使進行夜間觀測也需要 2 天），但改採「航行模式」後僅需 4 小時即可蒐集 1 組觀測資料，1 天觀測 16 小時即可完成一次觀測，作業效率提升了 2~4 倍。分析比較兩種不同模式的成果，發現兩種成果在南北方向及東西方向的較差皆在 2~3 公分之間，已接近目前海底大地測量所能達到的最佳觀測精度，且在「航行模式」搭配新航線觀測法的狀況下，「航行模式」得到的資料甚至比以往呈現較佳的穩定性、一致性，在海底大地測量領域可稱爲一大突破。