

人工衛星レーザー測距とドップラー観測による 海洋測地網二次基準点の位置決定成果[†]

辰野 忠夫*

RECOMPUTATION RESULTS OF THE SECOND ORDER MARINE GEODETIC CONTROL POINTS BY MEANS OF SATELLITE LASER RANGING AND DOPPLER POSITIONING[†]

Tadao TATSUNO*

Abstract

The purpose of the project Marine Geodetic Control Network is to determine the position of the Fiducial Control Point, located in the Simosato Hydrographic Observatory (SHO), within the World Geodetic System, and the positions of the First Order and Second Order Control Points, within the Tokyo Datum, in relation to the SHO.

For this purpose, the Hydrographic Department has been carrying out the Satellite Laser Ranging (SLR) observation, by the fixed type apparatus at the SHO (Fiducial Control Point) and by the mobile type apparatus at the major off-lying islands (First Order Control Points), and the NNSS observation at the necessary off-lying islands (Second Order Control Points) since 1980.

The tentative results of the NNSS observation have been already reported (Uchiyama et al., 1992). The ten year SLR observation at the SHO brought the fixed results in the computation of the Fiducial and the First Order Control Points (Tatsuno and Fujita, 1994). The fixed results of the Second Order Control Points can be decided on their basis. This paper is the report of the recomputation of the NNSS observations.

1. はじめに

水路部は、1980年より領海・排他的経済水域の限界線や中間線の基点を求めため、「海洋測地網の整備」事業を行って、本土基準点、一次基準点、二次基準点の各レベルでの観測を行っている。

本土基準点は、米国測地衛星ラジオスを観測し、日本測地系と世界測地系の関係づけを行うものであり、下里水路観測所で、固定式レーザー測距装置を

用いて観測している。

一次基準点は、本土基準点と離島、岬、半島等の周縁部とをレーザー測距同時観測により接続するものであり、可搬式レーザー測距装置を用いて観測している。

二次基準点は、本土基準点または一次基準点と離島部を連結するため、NNSSの同時観測を行うものであり、領海・排他的経済水域の限界線や中間線の基点となる小島・露岩（三次基準点）の近くで行わ

[†] Received 8th November 1993

* 航法測地課 Satellite Geodesy Office, Geodesy and Geophysics Division

れる。二次点と三次点の連結は、測距・測角による地上測量で行われる。

一次基準点、二次基準点の座標は、従来暫定値として報告されて来た(内山他, 1992)。しかし、下里水路観測所における観測が10年を経過し、本土基準点の世界測地系における位置が確定値として求められた(辰野, 藤田, 1994)ことに伴い、これらも確定値として求められることになった。一次基準点の確定値は既に計算されているので(辰野, 藤田, 1995), ここでは、二次基準点の確定値について報告する。

2. 本土基準点、一次基準点の確定値

(1) 本土基準点の確定値

本土基準点の世界測地系 (SSC (CSR) 86L07) における位置は米国測地衛星ラジオスの国際共同観測により得られる。解析に際してはヤラガデー (オーストラリア), ヴェッツェル (ドイツ), マテラ (イタリア), クインシー (アメリカ) の座標が固定されて解かれる。計算は、6 回行われた結果に時間の一次式をあてはめ、1990.0年における値が求められた。この確定値および、世界測地系から日本測地系への座標変換に必要な原点のシフト量を Table 1 に示す。

(2) 一次基準点の確定値

一次基準点の確定値は、上記本土基準点の確定に基づき、既に報告されている各点の暫定値から修正して得られた。

これは、従来人工衛星レーザー測距観測の解析の時に本土基準点の暫定値を用いていたものについて、本土基準点を確定値に移動することに伴い、その変化した分を平行移動したものである。

既に得られた点としては、父島、石垣島、南鳥島、沖縄、対馬、隠岐諸島、南大東島、十勝、硫黄島がある。以下の二次基準点の確定には、この一次基準点の確定値が用いられる。

稚内と八丈島については、観測が終了し解析中である。今後の点としては枕崎、男鹿、銚子、択捉が

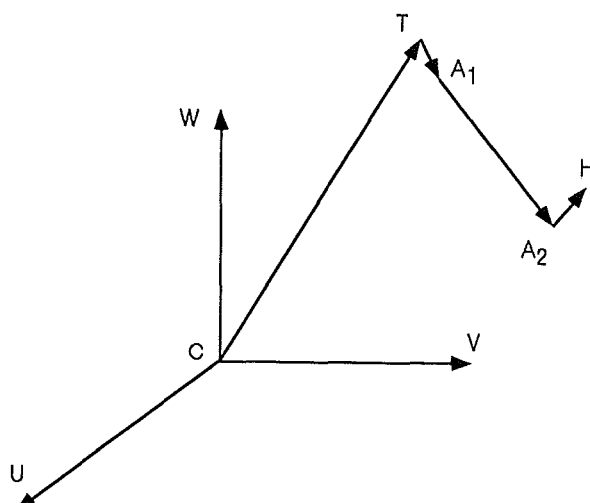


Fig. 1. Vector relation from the Earth Center C to the Second Order Point H

ある。

3. 二次基準点の観測及び確定値の計算法

(1) 観測

NNSS の観測は既知点である本土基準点または一次基準点の近傍と、未知点である二次基準点の近傍に、それぞれアンテナを設置し同時観測を行う。確定値の座標計算を行う時に関係ある点は、Fig. 1 に示すように、地心C、本土基準点または一次基準点におけるレーザー測距装置の不動点T、本土基準点または一次基準点の NNSS アンテナ中心 A_1 、二次基準点のアンテナ中心 A_2 、二次基準点の測点標識 H である。地心Cから標識HまでのベクトルCHを構成する各成分のベクトルは次のものであり、以下のように観測されている。

ベクトル \vec{CT} : 地心Cは、国際共同観測により共通な点である。本土基準点または一次基準点のレーザー測距装置の不動点Tは、レーザー観測を行った位置であり地心座標が得られている。

ベクトル $\vec{TA_1}$: 不動点Tはレーザー観測の時に、アンテナ中心 A_1 は NNSS 観測の時に、それぞれ三角測量により日本測地系に連結され相対関係が得られている。

ベクトル $\vec{A}_1\vec{A}_2$: NNSS 観測はこの2点の相対関係を求めるためのものである。

ベクトル $\vec{A}_2\vec{H}$: ベクトル $T\vec{A}_1$ と同様に三角測量により、相対関係が得られている。

(2) 確定値の計算法

従来の NNSS 観測の暫定解析においては、未知点の位置が既知点から NNSS の測地系(WGS72又は WGS84)によって求められ、その後、既知点のアンテナ A_1 の直交座標値を NNSS の測地系から日本測地系にシフトさせることにより、未知点のアンテナ

A_2 及び測点標識Hも A_1 との相対位置関係を保ちながら平行移動して、その座標値が日本測地系で求められるという順序になっている。

再計算においては、上述の各成分から、次式により測点標識Hの地心座標が得られる。

$$\vec{C}\vec{H} = \vec{C}\vec{T} + T\vec{A}_1 + A_1\vec{A}_2 + A_2\vec{H}$$

これに、Table 1に記した原点のシフトを施し、日本測地系での地心座標が得られる。その後、ベッセル楕円要素により、日本測地系での経緯度に変換されるものである。

Table 1. Recomputed Coordinates of Simosato Fixed Point T and Difference of Geodetic System Origin(from Worldwide Datum to Tokyo Datum)

Items	Values
下里不動点座標値	US' = - 3822388.272 m
	VS' = 3699363.582 m
	WS' = 3507573.187m
原点のシフト量	$\Delta U = 146.229$ m
	$\Delta V = -507.565$ m
	$\Delta W = -681.858$ m

なお、上記の A_1A_2 ベクトルは、1989年1月27日以前は WGS72系で算出され、それ以後は WGS84系で算出されている。WGS72系から WGS84系への変換はZ方向の平行移動とZ軸回りの回転であるので、この回転が再計算の中で考慮されている。

4. 二次基準点の再計算結果

以下に、再計算の結果を観測年の順に、また同一年に複数の観測がある場合はそれぞれについて、観測月、観測点(アンテナ設置位置、計算位置)、及び再計算結果について記す。

本土・一次基準点であるため、レーザーで既に求められている島についても、NNSSの観測とレーザーの観測との比較のために再計算を行った。また基準点でない点の観測についても参考のために再計算を行った。

アンテナの位置は基準点標石や測点標識から離心していることもあるがここでは詳細を省略して記載した。詳細は各項に示した報告に記載されている。

(1) 1980年の観測及び計算

この年の観測及び暫定計算の詳細は、水路部観測報告天文測地編No.17に記載されている。以下に概略を示す。また、再計算結果を Table 2に示す。

1) 試験観測

① 観測及び位置計算

8月~9月に下記の3点において試験のための NNSS 観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所T点。今回の観測の基準として使用。

白浜：アンテナ設置、計算位置ともに水路観測所旧天測室測台測点標識。

倉敷：アンテナ設置、計算位置ともに岡山大学農業生物研究所屋上測点標識。

白浜の三角測量は水路部観測報告天文測地編 No.9, p.74以下に、標高の再測量については同じく No.17, p.70以下に記載されている。

② 再計算

下里水路観測所を基準として、白浜水路観測所、岡山大学の位置を求めた。

2) 南西諸島観測

① 観測及び位置計算

10月に下記の3点においてNNSS観測を行った。

石垣島：アンテナ設置は石垣海上保安部浮標置場屋上。今回の観測の基準として使用。

与那国島：アンテナ設置は四等三角点アデタ屋敷。計算位置は西埼灯台内基準点標石。更に、西埼灯台、東埼灯台、久部良港防波堤灯台等の位置も測量した。

那覇：アンテナ設置、計算位置ともに株式会社那覇新港冷凍屋上測点標識。

② 再計算

石垣島を基準として、那覇、与那国島の位置を求めた。

与那国島では基準点標石のほかに、西埼灯台、東埼灯台、驗潮基準点でも補正量・ジオイド高を求めたが同じ値であった。

3) 基準点観測

① 観測及び位置計算

10~11月に下記の4点においてNNSS観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上A点。今回の観測の基準として使用。

門司：アンテナ設置、計算位置ともに門司港湾合同庁舎屋上測点標識。

水沢：アンテナ設置、計算位置ともに緯度観測所Magnavox基台。

那覇：アンテナ設置、計算位置ともに株式会社那覇新港冷凍屋上測点標識。

② 再計算

下里を基準として、那覇、門司、水沢の位置を決めた。

(2) 1981年の観測及び計算

この年の観測及び暫定計算の詳細は、水路部観測報告天文測地編No.17に記載されている。以下に概略を示す。また、再計算結果をTable 3.1及びTable 3.2に示す。

1) 基準点観測

① 観測及び位置計算

1月に下記の3点においてNNSS観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上A点。今回の観測の基準として使用。

三鷹：アンテナ設置は東京天文台構内No.1杭。計算位置は南研究棟屋上測点標識。

水沢：アンテナ設置、計算位置ともに緯度観測所Magnavox基台。

② 再計算

下里を基準として、三鷹、水沢の位置を決めた。

2) 硫黄島観測

① 観測及び位置計算

3月に下記の3点においてNNSS観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上A点。今回の観測の基準として使用。

水沢：アンテナ設置、計算位置ともに緯度観測所Magnavox基台。

硫黄島：アンテナ設置、計算位置ともに摺鉢山の基準点標石H0。更に、釜岩にも測点標識を設置し測量した。

② 再計算

下里を基準として、水沢と硫黄島の位置を決めた。釜岩の測点標識の位置は摺鉢山の基準点標石H0の位置から求められる。

3) 南西諸島観測

① 観測及び位置計算

6月に下記の6点においてNNSS観測を行った。

石垣島：アンテナ設置は石垣海上保安部浮標置場屋上。今回の観測の基準として使用。

宮古島：アンテナ設置は四等三角点(平安名嶺)近傍。計算位置は平安名埼灯台構内の基準点標石。

南小島：アンテナ設置、計算位置ともに測点標識B。更に、北小島、沖の南岩、魚釣島(2ヶ所)にも測点標識を設置し測量した。

黄尾嶼：アンテナ設置，計算位置ともに北側崖上の測点標識A。更に，2ヶ所に測点標識を設置し測量した。

赤尾嶼：アンテナ設置，計算位置ともに最高点西40mの測点標識A。更に，1ヶ所に測点標識を設置し測量した。

那覇：アンテナ設置，計算位置ともに株式会社那覇新港冷凍屋上測点標識。

② 再計算

石垣島を基準として，その他の点の位置を決めた。

北小島，沖の南岩，魚釣島の測点標識の位置は南小島の位置から求められる。黄尾嶼では他の2ヶ所，赤尾嶼では他の1ヶ所の測点標識の位置が求められる。

4) 接食観測

① 観測及び位置計算

7～8月に下記の3点において，接食観測に並行してNNSS観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上A点。今回の観測の基準として使用。

網走：アンテナは離心して設置。計算位置はアンテナ位置と三等三角点（北能取山）。

那覇：アンテナ設置，計算位置ともに株式会社那覇新港冷凍屋上測点標識。

② 再計算

下里を基準として，その他の点の位置を決めた。

5) 基準点観測

① 観測及び位置計算

8月に下記の3点においてNNSS観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上A点。今回の観測の基準として使用。

三鷹：アンテナ設置は東京天文台構内No.2杭。計算位置は南研究棟屋上測点標識。

那覇：アンテナ設置，計算位置ともに株式会社那覇新港冷凍屋上測点標識。

② 再計算

下里を基準として，その他の点の位置を決めた。

6) 接食観測

① 観測及び位置計算

10月に下記の2点において，接食観測に並行してNNSS観測を行った。

三鷹：アンテナ設置は東京天文台構内No.3杭。今回の観測の計算基準として使用。

象潟：アンテナは離心して設置。計算位置はアンテナ位置と四等三角点（大汐越）。

② 再計算

三鷹を基準として，象潟の位置を決めた。計算基準として用いた三鷹は，下里を基準として求めた9個の値の平均値とした。

(3) 1982年の観測及び計算

この年の観測及び暫定計算の詳細は，水路部観測報告天文測地編No.18に記載されている。以下に概略を示す。また，再計算結果をTable 4に示す。

1) 南方諸島観測

① 観測及び位置計算

6～7月に下記の6点においてNNSS観測を行った。

父島：アンテナ設置は気象観測所気象ドーム近傍。今回の観測の計算基準として使用。

三鷹：アンテナ設置は東京天文台No.1杭。計算位置は南研究棟屋上測点標識。

南硫黄島：アンテナ設置，計算位置ともに三つ星岩H1。他に，H2とH3に測点標識を設置し，H1との相対関係を測量した。

沖ノ鳥島：アンテナ設置，計算位置ともに礁内コンクリート台上の測点標識H1。他に，H2からH7に測点標識を設置し，H1との相対関係を測量した。

硫黄島：アンテナ設置，計算位置ともに摺鉢山の基準点標石H0。他に，島北部にあるロランCの送信アンテナの相対位置を測量した。

南鳥島：アンテナ設置，計算位置ともに滑走路北東端測点標識H0。他に，滑走路南西端に測点標識H1を設置し，H0との相対関係を測量した。

② 再計算

父島を基準として，他の点の位置を決めた。この

結果から、測量された他の測点標識の位置も求められる。三鷹について一等三角点（三鷹村）でも補正量・ジオイド高を計算したが同じ値であった。沖ノ島島の標高については、今回の験潮観測は期間が短いので採用しなかった。

2) 接食観測に伴う観測

① 観測及び位置計算

9月に下記の3点においてNNSS観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所A点。今回の観測の計算基準として使用。

稚内：アンテナ設置、計算位置ともに一等三角点（声間）。

三鷹：アンテナ設置は東京天文台構内No.1杭。計算位置は南研究棟屋上測点標識。

② 再計算

下里を基準として、その他の点の位置を決めた。

稚内は一次基準点であるので今回の計算は参考資料である。

3) 接食観測に伴う観測

① 観測及び位置計算

10月に下記の3点においてNNSS観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所A点。今回の観測の計算基準として使用。

天塩：アンテナ設置は天塩町川口小学校校庭、計算位置は三等三角点（更岸）。

三鷹：アンテナ設置は東京天文台構内No.1杭。計算位置は南研究棟屋上測点標識。

② 再計算

下里を基準として、その他の点の位置を決めた。

三鷹については、一等三角点（三鷹村）でも補正量・ジオイド高を計算したが同じ値であった。

4) 基準点観測

① 観測及び位置計算

12月に下記の3点においてNNSS観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所A点。今回の観

測の計算基準として使用。

白浜：アンテナ設置、計算位置ともに水路観測所旧天測室測台測点標識。

三鷹：アンテナ設置は東京天文台構内No.1杭。計算位置は南研究棟屋上測点標識。

② 再計算

下里を基準として、その他の点の位置を決めた。

白浜については、三等三角点（高根山）でも補正量・ジオイド高を計算したが同じ値であった。

(4) 1983年の観測及び計算

この年の観測及び暫定計算の詳細は、水路部観測報告天文測地編No.19に記載されている。以下に概略を示す。また、再計算結果をTable 5に示す。

1) 基準点観測

① 観測及び位置計算

2月に下記の3点においてNNSS観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所A点。今回の観測の計算基準として使用。

白浜：アンテナ設置、計算位置ともに水路観測所旧天測室測台測点標識。

三鷹：アンテナ設置は東京天文台構内No.1杭。計算位置は南研究棟屋上測点標識。

② 再計算

下里を基準として、その他の点の位置を決めた。

2) 西之島観測

① 観測及び位置計算

6月に下記の3点においてNNSS観測を行った。

父島：アンテナ設置は気象観測所気象ドーム近傍。今回の観測の計算基準として使用。

西之島：アンテナ設置、計算位置ともに西之島最高点付近の測点標識H1。他に、H2からH5に測点標識を設置し、H1との相対関係を測量した。

三鷹：アンテナ設置は東京天文台構内No.1杭。計算位置は南研究棟屋上測点標識。

② 再計算

父島を基準として、その他の点の位置を決めた。

西之島の H2 その他の点の位置は H1 から求められる。

3) 十勝・久六島観測

① 観測及び位置計算

6 月に下記の 4 点において NNSS 観測を行った。

十勝：三等三角点（十勝太）近傍，今回の観測の計算基準として使用。

久六島：アンテナ設置，計算位置ともに久六島灯台電池室屋上の測点標識 H1。他に，H2 に測点標識を設置し H1 との相対関係を測量した。

三鷹：アンテナ設置は東京天文台構内 No.2-2 杭。計算位置は南研究棟屋上測点標識。

水沢：アンテナ設置，計算位置ともに緯度観測所 Magnavox 基台。

② 再計算

十勝を基準として，その他の点の位置を決めた。

4) 北硫黄島観測

① 観測及び位置計算

12 月に下記の 3 点において NNSS 観測を行った。

父島：アンテナ設置は気象観測所気象ドーム近傍。今回の観測の計算基準として使用。

北硫黄島：アンテナ設置，計算位置ともに東海岸の測点標識 H1。他に，H2 に測点標識を設置し，H1 との相対関係を測量した。

下里：アンテナ設置は水路観測所 A 点。参考のために本土基準点を計算。

② 再計算

父島を基準として，その他の点の位置を決めた。北硫黄島の測点標識 H2 の位置は H1 の位置から求められる。

(5) 1984年の観測及び計算

この年の観測及び暫定計算の詳細は，水路部観測報告天文測地編 No.20 に記載されている。以下に概略を示す。また，再計算結果を Table 6 に示す。

1) 試験観測

① 観測及び位置計算

4 月に下記の 3 点において NNSS 観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上 A 点。今回の観測の計算基準として使用。

三鷹：アンテナ設置は東京天文台構内 No.1-2 杭及び No.2-2 杭。計算位置は南研究棟屋上測点標識。

② 再計算

下里を基準として，その他の点の位置を決めた。

2) 男女群島観測

① 観測及び暫定計算

7 月に下記の 4 点において NNSS 観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上 N 点。今回の観測の計算基準として使用。

男女鳥島：アンテナ設置，計算位置ともに南岩測点標識。

男女女島：アンテナ設置は女島灯台 2 号宿舍屋上。計算位置は測点標識 H1。アンテナから女島測点標識 H1，及び男島と鮫瀬の測点標識への相対関係を測量した。

美星：アンテナ設置は水路観測所屋上。計算位置は基準点標石。

② 再計算

下里を基準として，その他の点の位置を決めた。男島と鮫瀬の測点標識の位置は女島から求めた。

3) 下里・美星観測

① 観測及び位置計算

8～9 月に下記の 2 点において NNSS 観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上 N 点。今回の観測の計算基準として使用。

美星：アンテナ設置は水路観測所屋上。計算位置は基準点標石。

② 再計算

下里を基準として，美星の基準点標石の位置を決めた。

4) 大東諸島観測

① 観測及び位置計算

10月に下記の4点においてNNSS観測を行った。

那覇：アンテナ設置は株式会社那覇新港冷凍屋上。今回の観測の計算基準として使用。

南大東島：アンテナ設置は南大東島離島振興総合センター屋上、計算位置は四等三角点（大神宮山）。

北大東島：アンテナ設置、計算位置ともに四等三角点（天狗岩）。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上N点。計算位置は基準点標石。

② 再計算

那覇を基準として、その他の点の位置を決めた。

(6) 1986年の観測及び計算

この年の観測及び暫定計算の詳細は、水路部観測報告衛星測地編No.1に記載されている。以下に概略を示す。また、再計算結果をTable 7に示す。

1) 接食観測

① 観測及び位置計算

1月に下記の4点においてNNSS観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上N点。今回の観測の計算基準として使用。

美星：アンテナ設置は水路観測所屋上。計算位置は基準点標石。

築地：アンテナ設置、計算位置ともに天測室南7mの測点標識H1。

壱岐：アンテナ設置、計算位置ともに三等三角点（戸屋）。

② 再計算

下里を基準として、その他の点の位置を決めた。

2) 硫黄鳥島観測

① 観測及び位置計算

6～7月に下記の3点においてNNSS観測を行った。

那覇：アンテナ設置は株式会社那覇新港冷凍屋上。今回の観測の計算基準として使用。

硫黄鳥島：アンテナ設置、計算位置ともに島南東部の崖上の測点標識H2。他に、測点標識H1、一等

三角点G1、二等多角点G2の位置を測量した。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上N点。計算位置は本土基準点標石。

② 再計算

那覇を基準として、その他の点の位置を決めた。硫黄鳥島の再計算に当っては、並行して実施された海の基本図測量の驗潮と高低測量により三角点成果に0.19m加えた標高を用いた。

3) 横当島・上ノ根嶼観測

① 観測及び位置計算

7月に下記の4点においてNNSS観測を行った。

那覇：アンテナ設置は株式会社那覇新港冷凍屋上。今回の観測の計算基準として使用。

横当島：アンテナ設置、計算位置ともに島の鞍部の測点標識H2。

上ノ根嶼：アンテナ設置、計算位置ともに島北東部の崖の上の測点標識H2。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上。計算位置は本土基準点。

② 再計算

那覇を基準として、その他の点の位置を決めた。

(7) 1988年の観測及び計算

この年の観測及び暫定計算の詳細は、水路部観測報告衛星測地編No.3に記載されている。以下に概略を示す。また、再計算結果をTable 8に示す。

1) 久米島・栗国島観測

① 観測及び位置計算

4月に下記の4点においてNNSS観測を行った。

那覇：アンテナ設置は株式会社那覇新港冷凍屋上。今回の観測の計算基準として使用。

久米島：アンテナ設置、計算位置ともに四等三角点（奥武島）。

栗国島：アンテナ設置、計算位置ともに一等三角点（栗国島）。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上。計算位置は本土基準点。

② 再計算

那覇を基準として、久米島と粟国島の位置を決めた。

2) 西表島・黒島・波照間島・仲ノ御神島・多良間島観測

① 観測及び暫定計算

6月に下記の7点においてNNSS観測を行った。

石垣島：アンテナ設置は石垣海上保安部工作棟屋上。今回の観測の計算基準として使用。

波照間島：アンテナ設置，計算位置ともに三等三角点（波照間島）。

西表島：アンテナ設置，計算位置ともに三等三角点（鳩間島）。

仲ノ御神島：アンテナ設置，計算位置ともに主標H1，他に副標H2の相対位置を測量。

多良間島：アンテナ設置，計算位置ともに四等三角点（遠見台）。

黒島：アンテナ設置，計算位置ともに三等三角点（黒島）。

那覇：アンテナ設置，計算位置ともに株式会社那覇新港冷凍屋上測点標識。

② 再計算

石垣島を基準として、その他の島の位置を決めた。

(8) 1989年の観測及び計算

この年の観測及び暫定計算の詳細は、水路部観測報告衛星測地編No.5に記載されている。以下に概略を示す。また、再計算結果をTable 9に示す。

1) 与論島・諏訪瀬島・臥蛇島観測

① 観測及び計算位置

4月に下記の5点においてNNSS観測を行った。

那覇：アンテナ設置は株式会社那覇新港冷凍屋上。今回の観測の計算基準として使用。

与論島：アンテナ設置，計算位置ともに一等三角点（与論島）。

諏訪瀬島：アンテナ設置，計算位置ともに二等多角点（17818）。

臥蛇島：アンテナ設置，計算位置ともに二等多角点（17815）。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上。計算位置は本土基準点。

② 再計算

那覇を基準として、その他の島の位置を決めた。

2) 沖ノ島・草垣島観測

① 観測及び計算位置

5～6月に下記の6点においてNNSS観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上。今回の観測の計算基準として使用。

沖ノ島：アンテナ設置，計算位置ともに一等三角点（沖ノ島）。

草垣島(上ノ島)：アンテナ設置，計算位置ともに四等三角点（南岩）。

草垣島(S)：アンテナ設置，計算位置ともに水路部測点標識。

小屋島：アンテナ設置，計算位置ともに金属錐。

美星：アンテナ設置は水路観測所屋上。計算位置は基準点標石。

② 再計算

下里を基準として、その他の島の位置を決めた。

3) 魚釣島・南小島観測

① 観測及び計算位置

7月に下記の5点においてNNSS観測を行った。

石垣島：アンテナ設置は石垣海上保安部浮標置場屋上。今回の観測の計算基準として使用。

魚釣島：アンテナ設置，計算位置ともに水路部測点標識F1点，F2点。

南小島：アンテナ設置，計算位置ともに水路部測点標識F3点。

那覇：アンテナ設置，計算位置ともに株式会社那覇新港冷凍屋上の測点標識。

② 再計算

石垣島を基準として、その他の島の位置を決めた。魚釣島F2点，南小島F3点には標高データがない

ので数個の標高について計算して、経緯度が同じになることを確認した。

(9) 1990年の観測及び計算位置

この年の観測及び暫定計算の詳細は、水路部観測報告衛星測地編No.5に記載されている。以下に概略を示す。また、再計算結果を Table 10に示す。

1) 松前大島・松前小島・奥尻島観測

① 観測及び計算位置

6月に下記の5点においてNNSS観測を行った。

水沢：アンテナ設置は国立天文台水沢観測センターのMagnavox用アンテナ基台。今回の観測の計算基準として使用。基準値は下里より求めた3個の値の平均値を用いた。

奥尻島：アンテナ設置、計算位置ともに一等三角点（青苗）。

松前大島：アンテナ設置、計算位置ともに水路部測点標識。

松前小島：アンテナ設置、計算位置ともに一等三角点（小島）。

小樽：アンテナ設置、計算位置ともに小樽港湾合同庁舎屋上の水路部測点標識。

② 再計算

水沢を基準として、その他の島の位置を決めた。松前大島には標高データがないので数個の標高について計算して、経緯度が同じになることを確認した。

2) 黄尾嶼観測

① 観測及び計算位置

7月に下記の4点においてNNSS観測を行った。

石垣島：アンテナ設置は石垣海上保安部浮標置場屋上。今回の観測の計算基準として使用。

黄尾嶼：アンテナ設置、計算位置ともに水路部測点標識 F1, F2。

那覇：アンテナ設置、計算位置ともに株式会社那覇新港冷凍屋上の測点標識。

② 再計算

石垣島を基準として、その他の点の位置を決めた。

黄尾嶼 F1, F2には標高データがないので数個の標高について計算して、経緯度が同じになることを確認した。

3) 舩倉島観測

① 観測及び計算位置

9月に下記の3点においてNNSS観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上。今回の観測の計算基準として使用。

舩倉島：アンテナ設置は一等三角点（舩倉島）近傍。計算位置は水路部測点標識。

三鷹：アンテナ設置、計算位置ともに国立天文台三鷹南研究棟屋上のGPS測点標識。

② 再計算

下里を基準として、その他の点の位置を決めた。

(10) 1991年の観測及び計算

この年の観測及び暫定計算の詳細は、水路部観測報告衛星測地編No.6に記載されている。以下に概略を示す。また、再計算結果を Table 11に示す。

1) 宇治島・津倉瀬・見島観測

① 観測及び計算位置

5月に下記の5点においてNNSS観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上。今回の観測の計算基準として使用。

津倉瀬：アンテナ設置、計算位置ともに水路部測点標識。

宇治島：アンテナ設置は一等三角点（宇治島）。計算位置は水路部測点標識 H1。

見島：アンテナ設置、計算位置ともに三等三角点（木ノ上）。

対馬：アンテナ設置は厳原海上保安部基地建物屋上。計算位置は一次基準点標石。

② 再計算

下里を基準として、その他の点の位置を決めた。津倉瀬には標高データがないので数個の標高について計算して、経緯度が同じになることを確認した。

2) 礼文島観測

① 観測及び計算位置

8月に下記の3点においてNNSS観測を行った。

十勝：アンテナ設置は一次基準点近傍。今回の観測の計算基準として使用。

小樽：アンテナ設置，計算位置ともに小樽港湾合同庁舎屋上の測点標識。

礼文島：アンテナ設置，計算位置ともに一等三角点（高山）。

② 再計算

十勝を基準として，その他の点の位置を決めた。

(1) 1992年の観測及び計算

この年の観測及び暫定計算の詳細は，水路部観測報告衛星測地編No.7に記載されている。以下に概略を示す。また，再計算結果をTable 11に示す。

1) 罫島・嫁島・青ヶ島観測

① 観測及び計算位置

4～5月に下記の6点においてNNSS観測を行った。

下里：アンテナ設置は水路観測所屋上。今回の観測の計算基準として使用。

八丈島：アンテナ設置，計算位置ともに水路観測所屋上標識。

青ヶ島：アンテナ設置，計算位置ともに三等三角点（青ヶ島）。

罫島：アンテナ設置は三等三角点（大山）。計算位置は金属標。

嫁島：アンテナ設置，計算位置ともに三等三角点（嫁島）。

父島：アンテナ設置は三等三角点（夜明山）。計算位置は基準点標石。

② 再計算

下里を基準として，その他の点の位置を決めた。

この計算は，一次基準点八丈島のレーザー解析が完了した場合には，それを基準に再度行うべきものである。

5. おわりに

以上，NNSS観測による二次基準点の再計算を行ったが，各点の地心直交座標は，下里の位置に依存しているため，これが修正されれば連動して変化するものである。また，世界測地系から日本測地系へのシフト量に変化すれば，それにも連動するものである。

NNSS観測の誤差については今回は考察していないが，それは再計算の結果を材料として検討されるべきものである。特に，既にレーザー観測の行われている点の場合，また，同一点で複数回観測の行われている場合等が比較検討するための材料になる。

再計算はワークステーションHP9000によって行った。

参 考 文 献

- 内山丈夫・西村英樹・仙石新：人工衛星のドップラー観測による離島の位置決定，水路部研究報告，28，299～308，（1992）
- 金沢輝雄：海図等に記載する測地系変換補正量の計算方法，水路部観測報告衛星測地編，1，76～81，（1988）
- 河合晃司・浅井光一・政井悟：人工衛星のドップラー観測による離島の位置決定1989-90，水路部観測報告衛星測地編，5，65～94，（1992）
- 仙石新・浅井光一：人工衛星のドップラー観測による離島の位置決定1988，水路部観測報告衛星測地編，3，77～90，（1990）
- 高梨泰宏・河合晃司・池田信広：人工衛星のドップラー観測による離島の位置決定1991，水路部観測報告衛星測地編，6，60～69，（1993）
- 竹村武彦・金沢輝雄：人工衛星のドップラー観測による離島の位置決定1980-1981，水路部観測報告天文測地編，17，61～87，（1983）

竹村武彦・金沢輝雄：人工衛星のドップラー観測による離島の位置決定1982, 水路部観測報告天文測地編, 18, 42~54, (1984)

竹村武彦：人工衛星のドップラー観測による離島の位置決定1983, 水路部観測報告天文測地編, 19, 85~98, (1985)

竹村武彦：人工衛星のドップラー観測による離島の位置決定1984, 水路部観測報告天文測地編, 20, 72~85, (1986)

竹村武彦：人工衛星のドップラー観測による離島の位置決定1986, 水路部観測報告衛星測地編,

1, 46~58, (1988)

辰野忠夫・藤田雅之：海洋測地網本土基準点の位置決定, 水路部観測報告衛星測地編, 7(印刷中, 1994)

辰野忠夫・藤田雅之：海洋測地網一次基準点座標値の再計算, 水路部観測報告衛星測地編, 8(準備中, 1995)

渡辺由美子・高梨泰宏・河合晃司・池田信広：人工衛星のドップラー観測による離島の位置決定1992, 水路部観測報告衛星測地編, 7(印刷中, 1994)

Table 2. Recomputation Results of Observations in 1980

観測年月	観測区域	経緯度・標高	補正量	地心座標	備考
1980年 8-9月	白浜 旧測台	$\phi = 34\ 42\ 45.964$ $\lambda = 138\ 59\ 21.386$ $h = 172.03$	$\Delta \phi = -.004$ $\Delta \lambda = .021$ $hg = 6.15$	$x = -3960337.388$ $y = 3444351.032$ $z = 3612144.347$	基準 下里
	倉敷 岡山大学	$\phi = 34\ 35\ 20.059$ $\lambda = 133\ 46\ 21.045$ $h = 10.87$	$\Delta \phi = .041$ $\Delta \lambda = .069$ $hg = -16.99$	$x = -3636105.238$ $y = 3795693.529$ $z = 3600737.158$	
1980年 10月	与那国島 標石	$\phi = 24\ 26\ 45.156$ $\lambda = 122\ 56\ 9.630$ $h = 58.26$	$\Delta \phi = 4.802$ $\Delta \lambda = 7.100$ $hg = 8.47$	$x = -3158544.780$ $y = 4875927.195$ $z = 2623774.636$	基準 石垣島
	那覇 標識	$\phi = 26\ 14\ 26.179$ $\lambda = 127\ 40\ 32.315$ $h = 31.91$	$\Delta \phi = -.403$ $\Delta \lambda = .269$ $hg = 15.89$	$x = -3498573.506$ $y = 4530922.580$ $z = 2803424.977$	
1980年 10-11月	門司 標識	$\phi = 33\ 56\ 27.097$ $\lambda = 130\ 57\ 40.100$ $h = 48.66$	$\Delta \phi = .073$ $\Delta \lambda = -.018$ $hg = -26.72$	$x = -3472126.975$ $y = 4000040.003$ $z = 3541349.901$	基準 下里
	水沢 基台	$\phi = 39\ 7\ 56.058$ $\lambda = 141\ 8\ 13.140$ $h = 72.19$	$\Delta \phi = .017$ $\Delta \lambda = .059$ $hg = -10.29$	$x = -3857203.207$ $y = 3108651.721$ $z = 4004036.518$	
	那覇 標識	$\phi = 26\ 14\ 26.097$ $\lambda = 127\ 40\ 32.280$ $h = 31.91$	$\Delta \phi = -.485$ $\Delta \lambda = .234$ $hg = 15.02$	$x = -3498572.932$ $y = 4530923.445$ $z = 2803422.322$	

Table 3.1. Recomputation Results of Observations in 1981

観測年月	観測区域	経緯度・標高	補正量	地心座標	備考
1981年 1月	三鷹 標識	$\phi = 35\ 40\ 18.285$ $\lambda = 139\ 32\ 26.914$ $h = 68.34$	$\Delta \phi = -.012$ $\Delta \lambda = .072$ $hg = .26$	$x = -3946586.786$ $y = 3366227.877$ $z = 3699019.413$	基準 下里
	水沢 基台	$\phi = 39\ 7\ 56.068$ $\lambda = 141\ 8\ 13.224$ $h = 72.19$	$\Delta \phi = .027$ $\Delta \lambda = .143$ $hg = -10.65$	$x = -3857204.117$ $y = 3108649.841$ $z = 4004036.528$	
1981年 3月	水沢 基台	$\phi = 39\ 7\ 56.038$ $\lambda = 141\ 8\ 13.198$ $h = 72.19$	$\Delta \phi = -.003$ $\Delta \lambda = .117$ $hg = -11.23$	$x = -3857203.827$ $y = 3108650.421$ $z = 4004035.438$	基準 下里
	硫黄島 標石H0	$\phi = 24\ 44\ 45.726$ $\lambda = 141\ 17\ 31.806$ $h = 167.74$	$\Delta \phi = -25.440$ $\Delta \lambda = 5.644$ $hg = 99.98$	$x = -4522562.971$ $y = 3624661.624$ $z = 2654086.903$	
1981年 6月	宮古島 標石H0	$\phi = 24\ 42\ 55.639$ $\lambda = 125\ 28\ 13.010$ $h = 20.83$	$\Delta \phi = -1.922$ $\Delta \lambda = 2.413$ $hg = 19.18$	$x = -3363810.850$ $y = 4721369.172$ $z = 2650915.257$	基準 石垣島
	南小島 標識B	$\phi = 25\ 43\ 10.662$ $\lambda = 123\ 33\ 2.452$ $h = 133.43$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = 3.15$	$x = -3177645.753$ $y = 4791971.649$ $z = 2751583.333$	
	黄尾嶼 標識A	$\phi = 25\ 55\ 24.875$ $\lambda = 123\ 40\ 54.707$ $h = 38.52$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = .95$	$x = -3183101.867$ $y = 4776422.614$ $z = 2771877.738$	
	赤尾嶼 標識A	$\phi = 25\ 55\ 6.612$ $\lambda = 124\ 33\ 41.785$ $h = 79.10$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = 8.56$	$x = -3256219.175$ $y = 4727227.116$ $z = 2771393.348$	
	那覇 標識	$\phi = 26\ 14\ 26.145$ $\lambda = 127\ 40\ 32.373$ $h = 31.91$	$\Delta \phi = -.437$ $\Delta \lambda = .327$ $hg = 17.32$	$x = -3498575.836$ $y = 4530922.990$ $z = 2803424.657$	

Table 3.2. Recomputation Results of Observations in 1981

観測年月	観測区域	経緯度・標高	補正量	地心座標	備考
1981年 7-8月	網走 アンテナ	$\phi = 44\ 6\ 1.552$ $\lambda = 144\ 9\ 15.394$ $h = 76.05$	$\Delta \phi = .189$ $\Delta \lambda = .385$ $hg = -39.20$	$x = -3718507.091$ $y = 2686787.481$ $z = 4416374.811$	基準 下里
	網走 北能取山	$\phi = 44\ 6\ 2.475$ $\lambda = 144\ 9\ 14.779$ $h = 75.46$	$\Delta \phi = .189$ $\Delta \lambda = .385$ $hg = -39.20$	$x = -3718482.669$ $y = 2686786.711$ $z = 4416394.857$	
	那覇 標識	$\phi = 26\ 14\ 26.084$ $\lambda = 127\ 40\ 32.416$ $h = 31.91$	$\Delta \phi = -.498$ $\Delta \lambda = .370$ $hg = 14.07$	$x = -3498575.512$ $y = 4530920.595$ $z = 2803421.552$	
1981年 7月	三鷹 標識	$\phi = 35\ 40\ 18.277$ $\lambda = 139\ 32\ 26.909$ $h = 68.34$	$\Delta \phi = -.020$ $\Delta \lambda = .067$ $hg = -1.83$	$x = -3946585.525$ $y = 3366226.967$ $z = 3699017.987$	基準 下里
	那覇 標識	$\phi = 26\ 14\ 26.125$ $\lambda = 127\ 40\ 32.431$ $h = 31.91$	$\Delta \phi = -.457$ $\Delta \lambda = .385$ $hg = 13.56$	$x = -3498575.212$ $y = 4530919.555$ $z = 2803422.442$	
1981年 10月	象潟 アンテナ	$\phi = 39\ 13\ 27.716$ $\lambda = 139\ 55\ .450$ $h = 5.83$	$\Delta \phi = .029$ $\Delta \lambda = .113$ $hg = -18.50$	$x = -3785154.102$ $y = 3185884.766$ $z = 4011917.067$	基準 三鷹
	象潟 大沙越	$\phi = 39\ 13\ 28.223$ $\lambda = 139\ 55\ 1.236$ $h = 4.82$	$\Delta \phi = .029$ $\Delta \lambda = .113$ $hg = -18.50$	$x = -3785158.077$ $y = 3185863.473$ $z = 4011928.539$	

Table 4. Recomputation Results of Observations in 1982

観測年月	観測区域	経緯度・標高	補正量	地心座標	備考
1982年 6-7月	三鷹 標識	$\phi = 35\ 40\ 18.393$ $\lambda = 139\ 32\ 26.897$ $h = 68.34$	$\Delta \phi = .096$ $\Delta \lambda = .055$ $hg = -1.61$	$x = -3946583.899$ $y = 3366225.958$ $z = 3699021.002$	基準 父島
	南硫黄島 三ツ星岩 H1	$\phi = 24\ 14\ 21.908$ $\lambda = 141\ 27\ 16.790$ $h = 5.25$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = 105.55$	$x = -4550905.459$ $y = 3626227.804$ $z = 2602959.738$	
	沖ノ島島 H1	$\phi = 20\ 25\ 5.837$ $\lambda = 136\ 4\ 35.061$ $h = -.27$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = 108.46$	$x = -4306786.637$ $y = 4148297.396$ $z = 2211658.239$	
	硫黄島 摺鉢山H0	$\phi = 24\ 44\ 45.803$ $\lambda = 141\ 17\ 31.870$ $h = 167.74$	$\Delta \phi = -25.363$ $\Delta \lambda = 5.708$ $hg = 98.91$	$x = -4522562.572$ $y = 3624658.989$ $z = 2654088.603$	
	南鳥島 H0	$\phi = 24\ 17\ 23.726$ $\lambda = 153\ 59\ 17.093$ $h = 8.15$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = 154.24$	$x = -5227249.409$ $y = 2551282.247$ $z = 2608080.361$	
1982年 9月	稚内 声間	$\phi = 45\ 24\ 18.101$ $\lambda = 141\ 48\ 43.698$ $h = 7.96$	$\Delta \phi = .282$ $\Delta \lambda = .221$ $hg = -50.20$	$x = -3525362.238$ $y = 2773369.922$ $z = 4519260.305$	基準 下里
	三鷹 標識	$\phi = 35\ 40\ 18.309$ $\lambda = 139\ 32\ 26.847$ $h = 68.34$	$\Delta \phi = .012$ $\Delta \lambda = .005$ $hg = .36$	$x = -3946585.445$ $y = 3366228.943$ $z = 3699020.051$	
1982年 10月	天塩 更岸	$\phi = 44\ 51\ 55.942$ $\lambda = 141\ 46\ 35.164$ $h = 12.13$	$\Delta \phi = .376$ $\Delta \lambda = 1.523$ $hg = -49.64$	$x = -3557016.493$ $y = 2801858.083$ $z = 4476973.874$	基準 下里
	三鷹 標識	$\phi = 35\ 40\ 18.278$ $\lambda = 139\ 32\ 26.884$ $h = 68.34$	$\Delta \phi = -.019$ $\Delta \lambda = .042$ $hg = -.21$	$x = -3946586.108$ $y = 3366228.291$ $z = 3699018.956$	
1982年 12月	白浜 旧測台	$\phi = 34\ 42\ 45.958$ $\lambda = 138\ 59\ 21.328$ $h = 172.03$	$\Delta \phi = -.010$ $\Delta \lambda = -.037$ $hg = 6.68$	$x = -3960336.836$ $y = 3444352.503$ $z = 3612144.481$	基準 下里
	三鷹 標識	$\phi = 35\ 40\ 18.280$ $\lambda = 139\ 32\ 26.829$ $h = 68.34$	$\Delta \phi = -.017$ $\Delta \lambda = -.013$ $hg = .45$	$x = -3946585.598$ $y = 3366229.671$ $z = 3699019.386$	

Table 5. Recomputation Results of Observations in 1983

観測年	観測区域	経緯度・標高	補正量	地心座標	備考
1983年 2月	白浜 旧測台	$\phi = 34\ 42\ 45.974$ $\lambda = 138\ 59\ 21.324$ $h = 172.03$	$\Delta \phi = .006$ $\Delta \lambda = -.041$ $hg = 6.94$	$x = -3960336.731$ $y = 3444352.530$ $z = 3612145.036$	基準 下里
	三鷹 標識	$\phi = 35\ 40\ 18.280$ $\lambda = 139\ 32\ 26.871$ $h = 68.34$	$\Delta \phi = -.017$ $\Delta \lambda = .029$ $hg = -.15$	$x = -3946585.915$ $y = 3366228.539$ $z = 3699019.032$	
1983年 6月	西之島H1	$\phi = 27\ 14\ 34.182$ $\lambda = 140\ 52\ 39.279$ $h = 24.99$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = 72.02$	$x = -4402060.907$ $y = 3580707.907$ $z = 2902605.656$	基準 父島
	三鷹 標識	$\phi = 35\ 40\ 18.380$ $\lambda = 139\ 32\ 26.921$ $h = 68.34$	$\Delta \phi = .083$ $\Delta \lambda = .079$ $hg = -.98$	$x = -3946584.852$ $y = 3366225.981$ $z = 3699021.057$	
1983年 8月	久六島H1	$\phi = 40\ 31\ 53.312$ $\lambda = 139\ 30\ 4.254$ $h = 8.89$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = -32.19$	$x = -3691193.675$ $y = 3152828.260$ $z = 4123271.067$	基準 十勝
	三鷹 標識	$\phi = 35\ 40\ 18.168$ $\lambda = 139\ 32\ 26.786$ $h = 68.34$	$\Delta \phi = -.129$ $\Delta \lambda = -.056$ $hg = -1.48$	$x = -3946585.237$ $y = 3366230.772$ $z = 3699015.459$	
	水沢 基台	$\phi = 39\ 7\ 55.962$ $\lambda = 141\ 8\ 13.100$ $h = 72.19$	$\Delta \phi = -.079$ $\Delta \lambda = .019$ $hg = -12.34$	$x = -3857202.826$ $y = 3108652.651$ $z = 4004032.922$	
1983年 12月	北硫黄島 H1	$\phi = 25\ 25\ 57.166$ $\lambda = 141\ 17\ 45.518$ $h = 4.53$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = 90.03$	$x = -4497518.730$ $y = 3604100.830$ $z = 2722880.538$	基準 父島
	北硫黄島 H2	$\phi = 25\ 25\ 26.786$ $\lambda = 141\ 17\ 46.035$ $h = 6.21$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = 90.03$	$x = -4497842.175$ $y = 3604341.484$ $z = 2722037.043$	
	下里 標石	$\phi = 33\ 34\ 28.177$ $\lambda = 135\ 56\ 23.244$ $h = 58.36$	$\Delta \phi = .099$ $\Delta \lambda = .008$ $hg = -1.55$	$x = -3822371.319$ $y = 3699357.683$ $z = 3507587.542$	

Table 6. Recomputation Results of Observations in 1984

観測年月	観測区域	経緯度・標高	補正量	地心座標	備考
1984年 4月	三鷹 標識	$\phi = 35\ 40\ 18.273$ $\lambda = 139\ 32\ 26.847$ $h = 68.34$	$\Delta \phi = -.024$ $\Delta \lambda = .005$ $hg = -.44$	$x = -3946585.439$ $y = 3366228.924$ $z = 3699018.705$	基準 下里
	三鷹 標識	$\phi = 35\ 40\ 18.284$ $\lambda = 139\ 32\ 26.884$ $h = 68.34$	$\Delta \phi = -.013$ $\Delta \lambda = .042$ $hg = -1.56$	$x = -3946585.198$ $y = 3366227.512$ $z = 3699018.304$	
1984年 7月	男女島島 南岩H1	$\phi = 32\ 14\ 24.776$ $\lambda = 128\ 6\ 24.071$ $h = 14.74$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = -26.79$	$x = -3332168.892$ $y = 4248972.428$ $z = 3383332.949$	基準 下里
	男女島島 H1	$\phi = 31\ 59\ 19.406$ $\lambda = 128\ 21\ 8.587$ $h = 108.47$	$\Delta \phi = -.004$ $\Delta \lambda = -.111$ $hg = -24.02$	$x = -3359605.621$ $y = 4246334.018$ $z = 3359766.116$	
	美星 標石	$\phi = 34\ 40\ 35.550$ $\lambda = 133\ 34\ 24.740$ $h = 513.10$	$\Delta \phi = .067$ $\Delta \lambda = .076$ $hg = -18.62$	$x = -3619379.457$ $y = 3804593.215$ $z = 3609020.362$	
1984年 8-9月	美星 標石	$\phi = 34\ 40\ 35.550$ $\lambda = 133\ 34\ 24.738$ $h = 513.10$	$\Delta \phi = .067$ $\Delta \lambda = .074$ $hg = -19.05$	$x = -3619379.177$ $y = 3804593.015$ $z = 3609020.102$	基準 下里
1984年 10月	南大東島 大神宮山	$\phi = 25\ 50\ 18.517$ $\lambda = 131\ 13\ 42.845$ $h = 31.42$	$\Delta \phi = -12.153$ $\Delta \lambda = 18.808$ $hg = 35.87$	$x = -3785501.621$ $y = 4320136.519$ $z = 2763408.421$	基準 那覇
	北大東島 天狗岩	$\phi = 25\ 56\ 10.152$ $\lambda = 131\ 19\ 28.420$ $h = 35.05$	$\Delta \phi = -12.087$ $\Delta \lambda = 18.790$ $hg = 36.62$	$x = -3789616.520$ $y = 4310243.726$ $z = 2773144.798$	
	下里 標石	$\phi = 33\ 34\ 28.119$ $\lambda = 135\ 56\ 23.235$ $h = 58.36$	$\Delta \phi = .041$ $\Delta \lambda = -.001$ $hg = .40$	$x = -3822373.034$ $y = 3699359.662$ $z = 3507587.134$	

Table 7. Recomputation Results of Observations in 1986

観測年月	観測区域	経緯度・標高	補正量	地心座標	備考
1986年 1月	美星 標石	$\phi = 34\ 40\ 35.551$ $\lambda = 133\ 34\ 24.723$ $h = 513.10$	$\Delta \phi = .068$ $\Delta \lambda = .059$ $hg = -20.54$	$x = -3619378.037$ $y = 3804592.375$ $z = 3609019.282$	基準 下里
	築地 天測室南	$\phi = 35\ 39\ 39.818$ $\lambda = 139\ 46\ 06.903$ $h = 3.56$	$\Delta \phi = -.004$ $\Delta \lambda = .044$ $hg = -1.54$	$x = -3960422.106$ $y = 3350924.054$ $z = 3698017.504$	
	壱岐 戸屋	$\phi = 33\ 46\ 01.968$ $\lambda = 129\ 38\ 46.628$ $h = 32.11$	$\Delta \phi = .090$ $\Delta \lambda = -.019$ $hg = -32.18$	$x = -3386271.250$ $y = 4086903.761$ $z = 3525343.910$	
1986年 6-7月	硫黄島島 H2	$\phi = 27\ 51\ 51.524$ $\lambda = 128\ 14\ 6.850$ $h = 68.58$	$\Delta \phi = -.356$ $\Delta \lambda = .336$ $hg = 7.19$	$x = -3492033.687$ $y = 4432294.080$ $z = 2963647.062$	基準 那覇
	下里 標石	$\phi = 33\ 34\ 28.116$ $\lambda = 135\ 56\ 23.237$ $h = 58.36$	$\Delta \phi = .038$ $\Delta \lambda = .001$ $hg = 3.04$	$x = -3822374.690$ $y = 3699361.194$ $z = 3507588.504$	
1986年 7月	横当島H2	$\phi = 28\ 47\ 38.749$ $\lambda = 128\ 59\ 11.920$ $h = 21.48$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = 1.55$	$x = -3519063.148$ $y = 4348079.769$ $z = 3054314.715$	基準 那覇
	上/根嶼H2	$\phi = 28\ 49\ 54.006$ $\lambda = 129\ 0\ 19.478$ $h = 16.16$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = 1.52$	$x = -3519220.961$ $y = 4345363.950$ $z = 3057960.388$	
	下里 標石	$\phi = 33\ 34\ 28.116$ $\lambda = 135\ 56\ 23.252$ $h = 58.36$	$\Delta \phi = .038$ $\Delta \lambda = .016$ $hg = 2.45$	$x = -3822374.600$ $y = 3699360.574$ $z = 3507588.184$	

Table 8. Recomputation Results of Observations in 1988

観測年月	観測区域	経緯度・標高	補正量	地心座標	備考
1988年 4月	久米島	$\phi = 26\ 20\ 10.286$ $\lambda = 126\ 49\ 38.192$ $h = 13.06$	$\Delta \phi = -.470$ $\Delta \lambda = .260$ $hg = 14.30$	$x = -3428289.402$ $y = 4578456.012$ $z = 2812909.847$	基準 那覇
	粟国島	$\phi = 26\ 34\ 34.557$ $\lambda = 127\ 13\ 12.299$ $h = 95.78$	$\Delta \phi = -.403$ $\Delta \lambda = .274$ $hg = 13.66$	$x = -3452471.148$ $y = 4545468.765$ $z = 2836757.804$	
	下里 標石	$\phi = 33\ 34\ 28.104$ $\lambda = 135\ 56\ 23.185$ $h = 58.36$	$\Delta \phi = .026$ $\Delta \lambda = -.051$ $hg = .42$	$x = -3822372.331$ $y = 3699360.764$ $z = 3507586.770$	
1988年 6月	波照間島	$\phi = 24\ 3\ 34.372$ $\lambda = 123\ 46\ 33.139$ $h = 43.86$	$\Delta \phi = 4.606$ $\Delta \lambda = 7.125$ $hg = 12.77$	$x = -3239434.360$ $y = 4843709.137$ $z = 2584760.175$	基準 石垣島
	鳩間島	$\phi = 24\ 28\ .003$ $\lambda = 123\ 49\ 17.764$ $h = 31.47$	$\Delta \phi = 4.766$ $\Delta \lambda = 7.262$ $hg = 7.62$	$x = -3232976.866$ $y = 4825716.074$ $z = 2625859.266$	
	仲ノ御神島 H1	$\phi = 24\ 11\ 28.487$ $\lambda = 123\ 33\ 47.554$ $h = 33.04$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = 12.61$	$x = -3218134.299$ $y = 4850722.841$ $z = 2598067.278$	
	多良間島	$\phi = 24\ 40\ 3.870$ $\lambda = 124\ 41\ 53.814$ $h = 34.44$	$\Delta \phi = -9.180$ $\Delta \lambda = 17.180$ $hg = 16.37$	$x = -3301161.188$ $y = 4768084.093$ $z = 2646118.285$	
	黒島	$\phi = 24\ 13\ 59.413$ $\lambda = 123\ 59\ 46.485$ $h = 15.57$	$\Delta \phi = 4.675$ $\Delta \lambda = 7.177$ $hg = 13.85$	$x = -3253626.548$ $y = 4824672.275$ $z = 2602295.266$	
	那覇 標識	$\phi = 26\ 14\ 26.188$ $\lambda = 127\ 40\ 32.300$ $h = 31.91$	$\Delta \phi = -.394$ $\Delta \lambda = .254$ $hg = 16.17$	$x = -3498573.266$ $y = 4530922.943$ $z = 2803425.330$	

Table 9. Recomputation Results of Observations in 1989

観測年月	観測区域	経緯度・標高	補正量	地心座標	備考
1989年 4月	与論島	$\phi = 27\ 2\ 6.738$ $\lambda = 128\ 23\ 58.810$ $h = 19.64$	$\Delta \phi = -.344$ $\Delta \lambda = .260$ $hg = 12.10$	$x = -3531017.278$ $y = 4455410.927$ $z = 2882104.811$	基準 那覇
	諏訪瀬島	$\phi = 29\ 36\ 23.296$ $\lambda = 129\ 42\ 10.907$ $h = 127.44$	$\Delta \phi = -.146$ $\Delta \lambda = .132$ $hg = -4.23$	$x = -3545142.244$ $y = 4270016.530$ $z = 3132955.874$	
	臥蛇島	$\phi = 29\ 54\ 28.752$ $\lambda = 129\ 32\ 3.556$ $h = 195.02$	$\Delta \phi = -.136$ $\Delta \lambda = .165$ $hg = -4.92$	$x = -3522033.837$ $y = 4267688.378$ $z = 3162002.036$	
	下里 標石	$\phi = 33\ 34\ 28.125$ $\lambda = 135\ 56\ 23.180$ $h = 58.36$	$\Delta \phi = .047$ $\Delta \lambda = -.056$ $hg = -1.33$	$x = -3822370.936$ $y = 3699359.608$ $z = 3507586.325$	
1989年 5-6月	沖ノ島	$\phi = 34\ 14\ 27.913$ $\lambda = 130\ 6\ 29.157$ $h = 243.64$	$\Delta \phi = .071$ $\Delta \lambda = .057$ $hg = -31.62$	$x = -3400275.009$ $y = 4037132.054$ $z = 3569033.289$	基準 下里
	草垣島 上ノ島	$\phi = 30\ 51\ 21.615$ $\lambda = 129\ 28\ 7.597$ $h = 75.47$	$\Delta \phi = .059$ $\Delta \lambda = .693$ $hg = -10.68$	$x = -3483296.932$ $y = 4230601.774$ $z = 3252593.669$	
	草垣島S	$\phi = 30\ 49\ 39.771$ $\lambda = 129\ 25\ 39.170$ $h = 19.33$	$\Delta \phi = .059$ $\Delta \lambda = .626$ $hg = -14.31$	$x = -3481240.600$ $y = 4234309.401$ $z = 3249870.406$	
	小屋島	$\phi = 34\ 13\ 41.140$ $\lambda = 130\ 6\ 50.579$ $h = 27.24$	$\Delta \phi = -.043$ $\Delta \lambda = .209$ $hg = -30.40$	$x = -3401101.960$ $y = 4037262.863$ $z = 3567720.836$	
	美星 標石	$\phi = 34\ 40\ 35.532$ $\lambda = 133\ 34\ 24.762$ $h = 513.10$	$\Delta \phi = .049$ $\Delta \lambda = .098$ $hg = -19.16$	$x = -3619379.777$ $y = 3804592.755$ $z = 3609019.582$	
1989年 7月	魚釣島F2	$\phi = 25\ 44\ 43.573$ $\lambda = 123\ 28\ 51.861$ $h = -$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = -$	$x = -3171075.143$ $y = 4794698.840$ $z = 2754104.249$	基準 石垣島
	魚釣島F1	$\phi = 25\ 44\ 18.453$ $\lambda = 123\ 27\ 43.141$ $h = 17.61$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = 1.07$	$x = -3169666.594$ $y = 4796040.814$ $z = 2753411.298$	
	南小島F3	$\phi = 25\ 43\ 6.087$ $\lambda = 123\ 33\ 15.023$ $h = -$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = -$	$x = -3177907.021$ $y = 4791731.605$ $z = 2751400.296$	
	那覇 標識	$\phi = 26\ 14\ 26.161$ $\lambda = 127\ 40\ 32.289$ $h = 31.91$	$\Delta \phi = -.421$ $\Delta \lambda = .243$ $hg = 17.58$	$x = -3498574.017$ $y = 4530924.414$ $z = 2803425.228$	

Table 10. Recomputation Results of Observations in 1990

観測年月	観測区域	経緯度・標高	補正量	地心座標	備考
1990年 6月	奥尻島 青苗	$\phi = 42\ 3\ 16.430$ $\lambda = 139\ 27\ 10.076$ $h = 15.88$	$\Delta \phi = .088$ $\Delta \lambda = .188$ $hg = -39.96$	$x = -3603720.539$ $y = 3083388.601$ $z = 4250345.016$	基準 水沢
	松前大島 標識	$\phi = 41\ 29\ 39.688$ $\lambda = 139\ 21\ 3.694$ $h = -$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = -$	$x = -3629715.314$ $y = 3116809.963$ $z = 4203982.281$	
	松前小島	$\phi = 41\ 21\ 18.531$ $\lambda = 139\ 48\ 40.586$ $h = 282.06$	$\Delta \phi = .066$ $\Delta \lambda = .224$ $hg = -33.89$	$x = -3662570.370$ $y = 3094260.842$ $z = 4192535.488$	
	小樽 標識	$\phi = 43\ 11\ 50.377$ $\lambda = 141\ 0\ 25.520$ $h = 34.72$	$\Delta \phi = .125$ $\Delta \lambda = .305$ $hg = -40.44$	$x = -3619217.989$ $y = 2930432.784$ $z = 4343749.857$	
1990年 7月	黄尾嶼F1	$\phi = 25\ 55\ 23.807$ $\lambda = 123\ 41\ 5.335$ $h = -$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = -$	$x = -3183357.974$ $y = 4776273.686$ $z = 2771849.980$	基準 石垣島
	黄尾嶼F2	$\phi = 25\ 55\ 10.015$ $\lambda = 123\ 40\ 41.558$ $h = -$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = -$	$x = -3182898.049$ $y = 4776776.583$ $z = 2771457.542$	
	那覇 標識	$\phi = 26\ 14\ 26.192$ $\lambda = 127\ 40\ 32.283$ $h = 31.91$	$\Delta \phi = -.390$ $\Delta \lambda = .237$ $hg = 16.58$	$x = -3498573.070$ $y = 4530923.481$ $z = 2803425.637$	
1990年 9月	舩倉島	$\phi = 37\ 50\ 54.155$ $\lambda = 136\ 55\ 18.763$ $h = 12.22$	$\Delta \phi = -.050$ $\Delta \lambda = .108$ $hg = -24.76$	$x = -3683055.901$ $y = 3444276.578$ $z = 3892454.858$	基準 下里
	三磨 標識	$\phi = 35\ 40\ 18.284$ $\lambda = 139\ 32\ 26.832$ $h = 68.34$	$\Delta \phi = -.013$ $\Delta \lambda = -.010$ $hg = -1.05$	$x = -3946584.655$ $y = 3366228.767$ $z = 3699018.623$	

Table 11. Recomputation Results of Observations in 1991 and 1992

観測年月	観測区域	経緯度・標高	補正量	地心座標	備考
1991年 5月	津倉瀬 標識	$\phi = 31\ 18\ 17.832$ $\lambda = 129\ 44\ 32.647$ $h = -$	$\Delta \phi = -$ $\Delta \lambda = -$ $hg = -$	$x = -3487001.337$ $y = 4194126.206$ $z = 3295190.444$	基準 下里
	宇治島 標識	$\phi = 31\ 11\ 57.124$ $\lambda = 129\ 28\ 39.031$ $h = 95.12$	$\Delta \phi = -.097$ $\Delta \lambda = .104$ $hg = -14.02$	$x = -3471482.115$ $y = 4214944.330$ $z = 3285204.985$	
	見島 木ノ上	$\phi = 34\ 46\ 14.323$ $\lambda = 131\ 9\ 45.585$ $h = 88.89$	$\Delta \phi = .120$ $\Delta \lambda = .088$ $hg = -31.08$	$x = -3452005.918$ $y = 3948723.587$ $z = 3617351.347$	
	対馬 標石	$\phi = 34\ 11\ 35.950$ $\lambda = 129\ 17\ 45.262$ $h = 2.88$	$\Delta \phi = .422$ $\Delta \lambda = -.043$ $hg = -35.11$	$x = -3344473.353$ $y = 4087072.561$ $z = 3564514.831$	
1991年 8月	小樽 標識	$\phi = 43\ 11\ 50.311$ $\lambda = 141\ 0\ 25.429$ $h = 34.72$	$\Delta \phi = .059$ $\Delta \lambda = .214$ $hg = -40.65$	$x = -3619217.670$ $y = 2930435.165$ $z = 4343748.229$	基準 十勝
	礼文島 高山	$\phi = 45\ 25\ 55.988$ $\lambda = 141\ 3\ 24.647$ $h = 166.98$	$\Delta \phi = .188$ $\Delta \lambda = .238$ $hg = -54.47$	$x = -3486914.803$ $y = 2818313.748$ $z = 4521491.487$	
1992年 4-5月	八丈島 水路観測所	$\phi = 33\ 4\ 10.196$ $\lambda = 139\ 49\ 32.812$ $h = 223.26$	$\Delta \phi = .335$ $\Delta \lambda = -.052$ $hg = 22.46$	$x = -4087887.851$ $y = 3451765.368$ $z = 3460894.300$	基準 下里
	青ヶ島	$\phi = 32\ 27\ 17.422$ $\lambda = 139\ 45\ 44.540$ $h = 423.02$	$\Delta \phi = 2.383$ $\Delta \lambda = .152$ $hg = 24.59$	$x = -4112353.305$ $y = 3480223.753$ $z = 3403684.369$	
	鯉島	$\phi = 27\ 40\ 33.095$ $\lambda = 142\ 8\ 8.234$ $h = 40.67$	$\Delta \phi = -4.094$ $\Delta \lambda = 22.702$ $hg = 82.61$	$x = -4462155.704$ $y = 3469634.191$ $z = 2945192.571$	
	嫁島	$\phi = 27\ 29\ 37.551$ $\lambda = 142\ 12\ 50.017$ $h = 66.91$	$\Delta \phi = -4.029$ $\Delta \lambda = 22.637$ $hg = 83.79$	$x = -4474293.913$ $y = 3469274.863$ $z = 2927321.962$	
	父島 標石	$\phi = 27\ 5\ 16.119$ $\lambda = 142\ 13\ 11.705$ $h = 211.08$	$\Delta \phi = -3.946$ $\Delta \lambda = 22.566$ $hg = 85.58$	$x = -4491061.339$ $y = 3481518.515$ $z = 2887415.718$	