

国際測量者連盟 (FIG) 2012 年大会参加報告

2012 年 6 月

国土交通省国土地理院

測地部 山際 敦史

1. はじめに

日本測量者連盟(JFS)の支援により、国際測量者連盟(FIG: International Federation of Surveyors)2012 年大会 (Working Week, 於: イタリア・ローマ) に参加しましたので、ご報告いたします。

2. 特別セッションでの報告について

今回の大会には、日本から計 9 名 (うち 1 名は国内の大学に在籍中の留学生) が参加し、国土地理院からは、永山北海道地方測量部長と山際の 2 名が参加しました。本大会への日本からの参加者数は通常 2 名程度とのことで、今回の日本からの参加者数は過去最大と伺いました。

当方からは、東日本大震災に関する特別セッション(Special Session on Catastrophic Disaster of East Japan Earthquake and Tsunami)において、東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動によって移動した基準点の測量成果の改定について報告を行いました。この地震では、東日本全域を含む極めて広範囲にわたって測量成果の改定が必要となり、さらに関東大震災以来となる地殻変動による日本経緯度原点及び日本水準原点の原点数値の改正など、これまでに例を見ない大改定となりました。一方で、被災地では早急な復旧・復興が求められていたことから、改定は従来をはるかに上回る速さで進められ、

結果として 2011 年 10 月末にほぼ全ての測量成果を改定する運びとなりました。本発表では、いかにして早くこの改定を成し遂げたか、検討の経緯と改定の手法について概要を報告しました。

実は今回の測量成果の改定については、海外での報告はもちろん、12 分という短時間での紹介も初めてのケースで、英語のプレゼン資料もないという状態からのスタートでしたが、準備を含め関係者の皆様の協力を得つつ、なんとか発表に間に合わせることができました。発表後の質疑応答やセッション終了後の出席者との意見交換の場では、我々の取組に対して驚きの声を頂きました。特に、出席者の方々からは、3600km という長い路線長の水準測量成果を地震発生から約半年で改定したことに対し、どのように完遂したのか興味を持たれたようです。セッション会場ではオーストラリア及びイスラエルからの出席者の方々他 2 名と質疑応答及び意見交換を行う機会を得ました。会場では時間的な制約もあり短時間の意見交換となりましたが、幸いにもその後行われたオープニングセレモニーの会食の場で別の出席者の方と偶然お会いし、講演の場ではできなかった詳細な意見交換を行うことができました。

3. 所感

大会に参加しての全体を通しての印象としては、開催会場や各種催しなどに高い品位を感じさせつつ、テクニカルセッションでは気軽に参加できる雰囲気具备了、硬軟併せ持った大会と感じました。また、セッションの内容も測量技術はもちろん測量者の育成から不動産管理に至るまで多岐にわたり、多様な分野・研究者をカバーする非常に包容力のある会合であるとの印象を受けました。

当方が聴講したテクニカルセッションは、主に測地測量に関するものが中心でしたが、その内容も通常の学会発表の類とは異なり、最新技術についての紹介よりもむしろ現在流通している技術についての使い勝手の報告や、各国の観測網の現状と課題についての報告など、より実務的な内容についての議論が中心でした。特に国土地理院からの参加

者の立場として興味深かったのは、各国が限られた予算の中で基準点網や測量成果をいかにして維持していくか、理想論ではなく現実に直面している状況について紹介しているところで、我が国における基準点網の今後のあり方を考える上で非常に参考になりました。

また、セッションの合間に現地の科学誌記者の方とお話をしたのですが、話をしているうちに、国によって測量という分野がカバーする領域や専門家の育成体制などに大きな違いがあるということが判りました（この辺りの違いが、バラエティーに富んだセッションの内容の背景にあるのではないかと感じました）。先方は、日本の経済事情と福島第一原子力発電所の事故が測量業界に及ぼす影響について興味があるとのことでした。

4. おわりに

本大会への参加に当たり、日本測量者連盟には多大なご支援を頂きました。また、会長の村井先生には発表についての貴重なアドバイスを、総幹事の西様には大会の概要や開催地の環境など滞在に当たっての有益な情報を多々頂きました。現地では、日本からの参加者の皆様には特別セッションではもちろん、その他の場でも大変お世話になりました。最後に、本大会参加に当たりまして、国土地理院の関係者の皆様には資料準備や渡航手続きなどご支援・ご協力を頂きました。皆様にこの場をお借りしましてお礼申し上げます。

*FIG Working Week 2012
May 7, 2012, Rome*

Revision of the results of control points after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

Atsushi YAMAGIWA

Geospatial Information Authority of Japan (GSI)

Contents

1. Geodetic control point network in Japan

2. Crustal deformation observed by GEONET

3. Revision of the results of control points




- Origins of the Japanese horizontal / vertical control networks
- GNSS-based control stations
- Triangulation stations and bench marks

4. Summary

1. Geodetic control point network in Japan

Control Points in Japan (maintained by GSI)

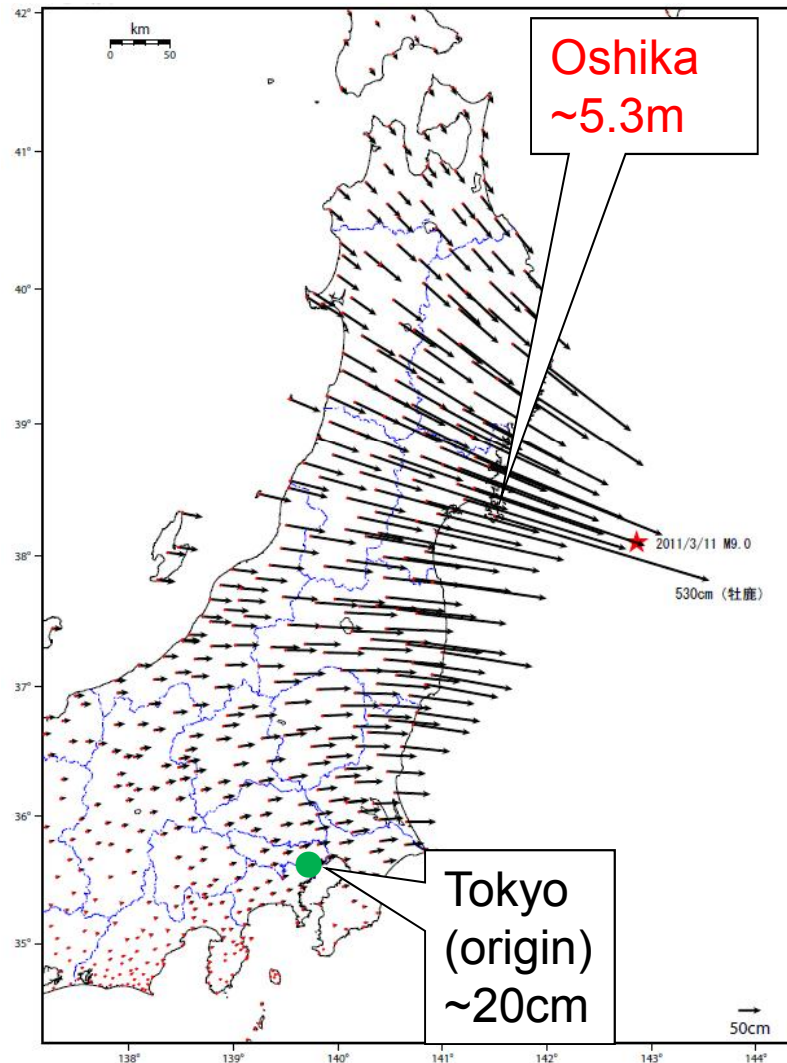
to provide the reference positions for Basic Survey and Public Survey

Category	# of stations	Sub-category	Average Interval
GNSS-based control stations (GEONET) 	1,240		20 km
Triangulation stations 	109,074	First order triangulation stations 975 Second order triangulation stations 5,060 Third order triangulation stations 32,326 Fourth order triangulation stations 70,713	25 km 8 km 4 km 1.5 km
Bench marks 	18,239	Fundamental bench marks 86 First order bench marks 14,682 Second order bench marks 3,471	150km 2 km 2 km
Total	128,553		

(as of March 31, 2011)

2. Crustal deformation observed by GEONET

Horizontal

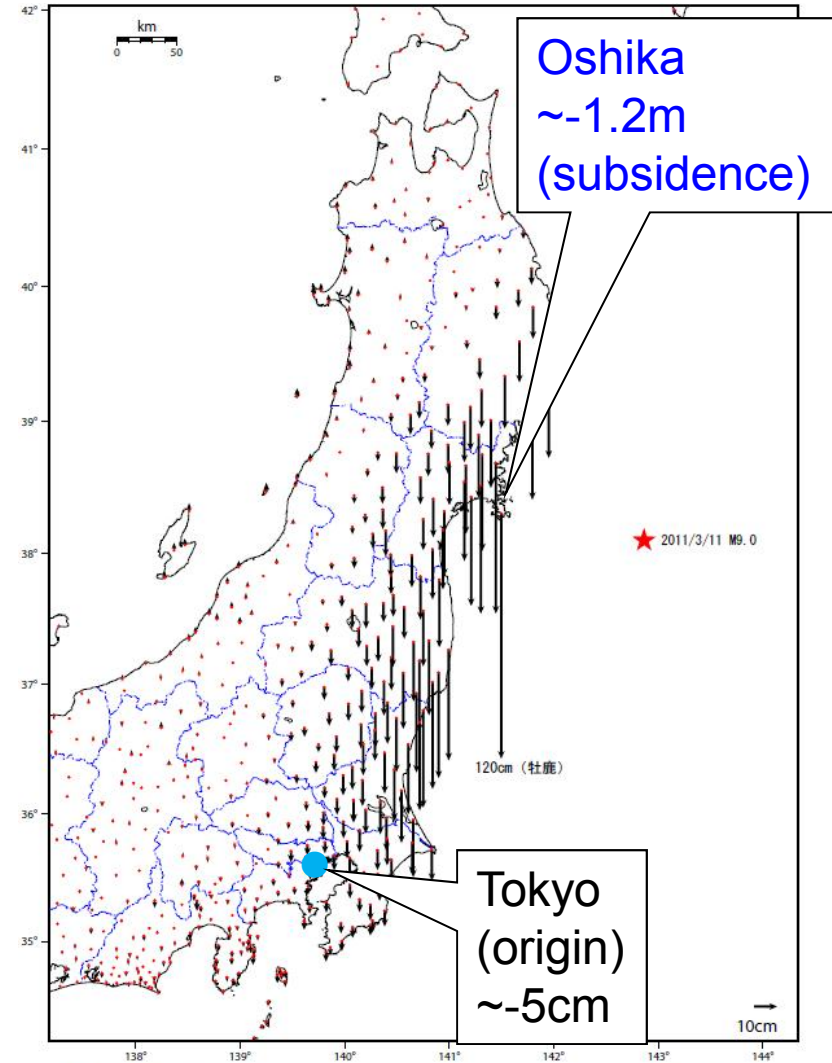


[基準：R3速報解 比較：Q3迅速解]

☆固定局：三隅(950388)

国土地理院

Vertical



[基準：R3速報解 比較：Q3迅速解]

☆固定局：三隅(950388)

国土地理院

3. Revision of survey data

There were two important points to be considered

◇When, and where

should we revise the survey data?

to meet two different requests simultaneously;

A: "As soon as possible" for quick recovery

B: "Stand by" to avoid further revision due to **after slip**

Conflicting!

◇How much error

can we allow?

Criterion: error within ~ 2 ppm between neighboring stations

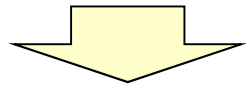
The criterion meets the Regulation of Public Survey Specification in Japan

Estimation of amount of after slip

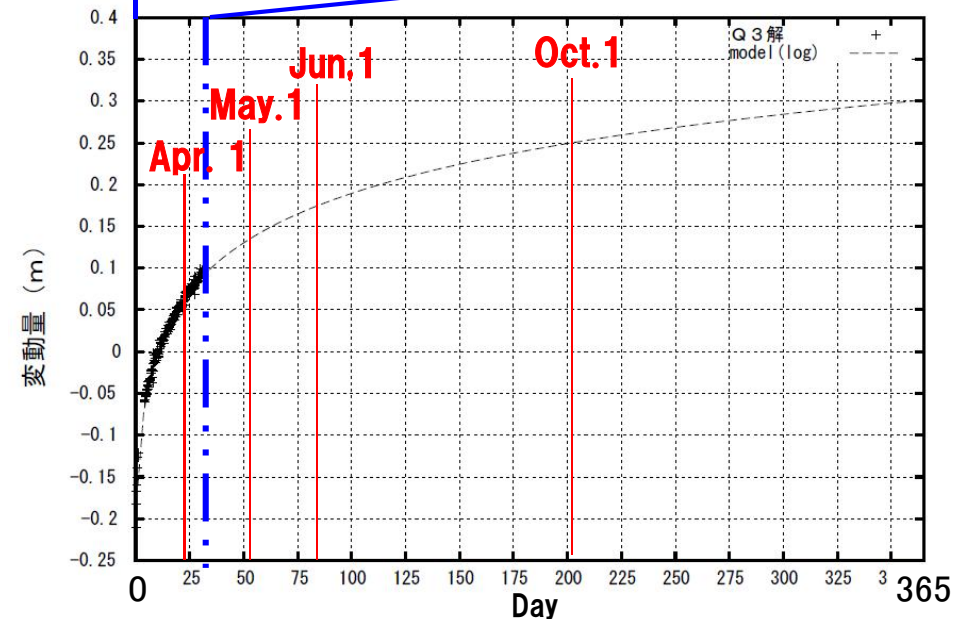
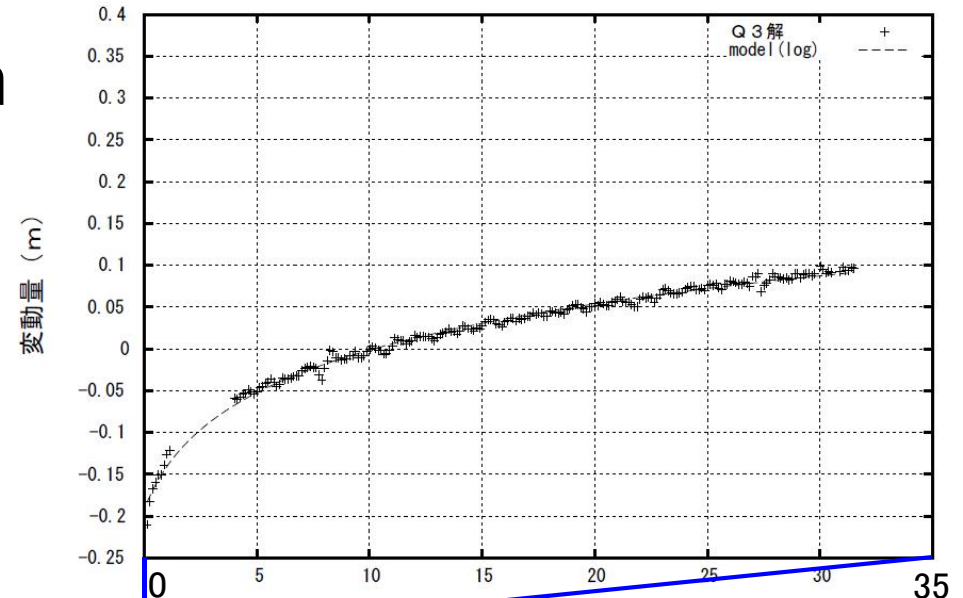
Logarithmic model function is adopted to estimate the future trend of after slip.

$$y(t) = c + a \ln \left(1 + \frac{t}{\tau_{\log}} \right)$$

(c, a: constant, t_{\log} : constant(time), t: time)



→ We decided that the survey data should be revised in the end of May, considering the future amount of strain.



Estimated after slip at the site “Yamada”(#950167)

Amendment of ordinance on origins of control network

Origins of horizontal / vertical control network moved due to Tohoku Earthquake:

eastward by ~20cm (horizontal), downward by ~5cm (vertical)



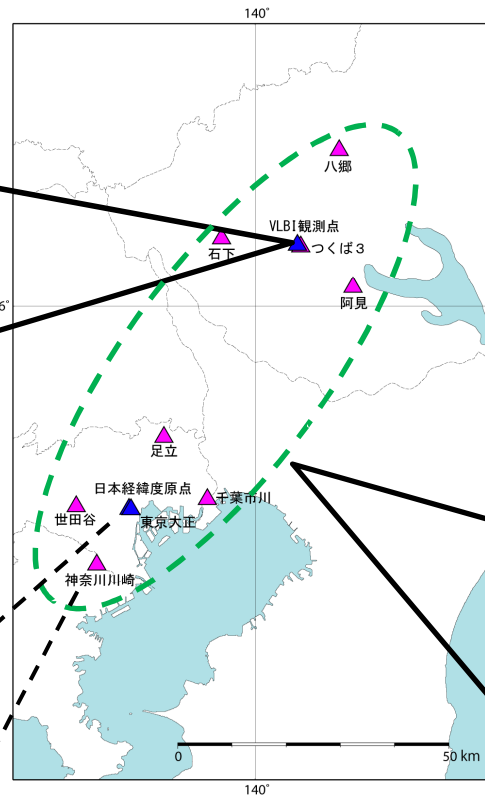
▪ Origin of Horizontal Control Network
for geographical latitude and longitude

▪ Origin of Vertical Control Network
for height

Order for Enforcement of the Survey Act was revised and enforced on October 21, 2011.

Procedure of revision (horizontal origin)

1. Determine the coordinate of VLBI station "Tsukuba" as of May 24, 2011.



2. GPS observation* was carried out around VLBI station "Tsukuba" and the Origin, respectively.



The metal marker of the Origin



GNSS-based control station



Marked as



3. The coordinates of the stations were calculated under the condition that the coordinate of VLBI station "Tsukuba" is fixed.

Procedure of revision (vertical origin)

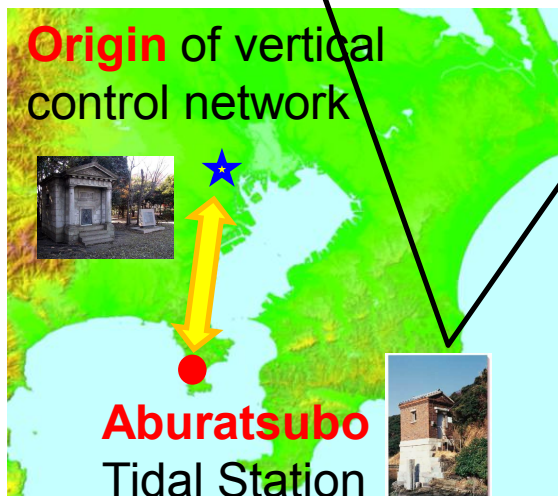
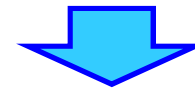
We have kept tidal observation at Aburatsubo Tidal Station since 1894. And...



水準測量観測

- There's no long-term trend in sea level.

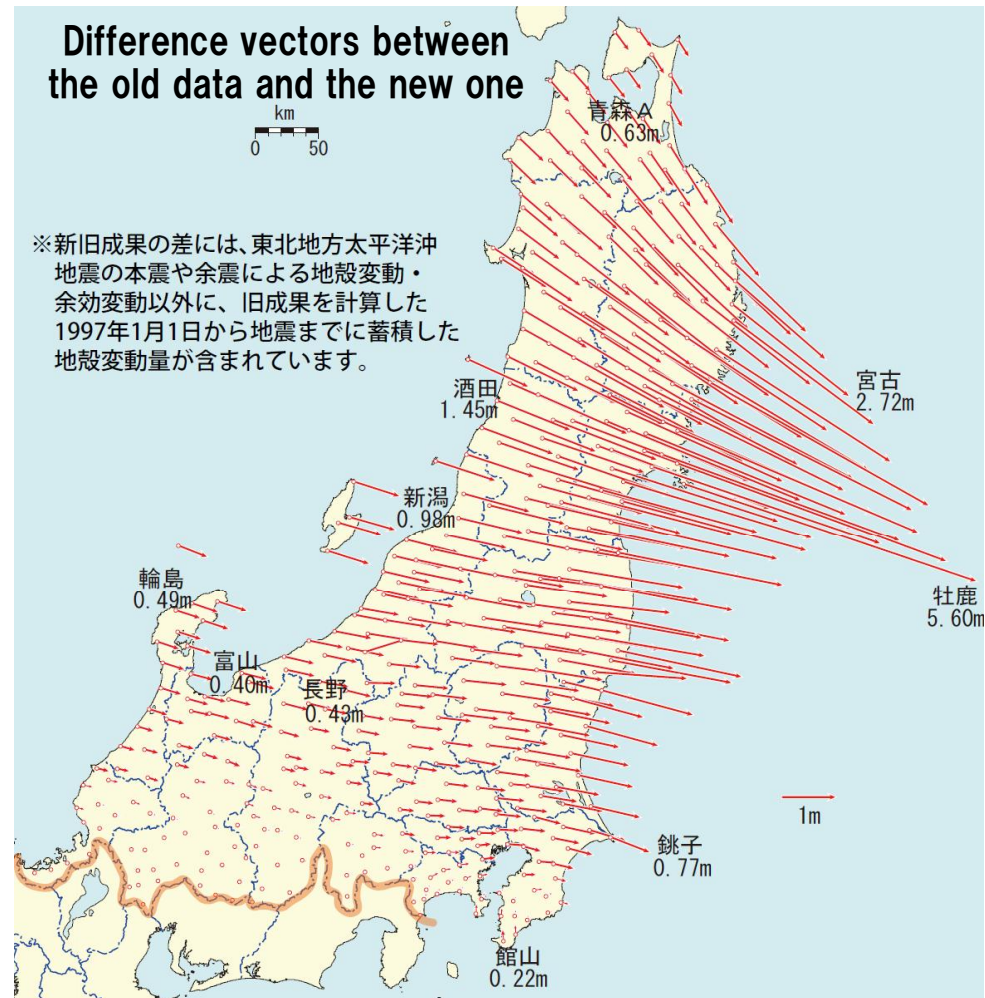
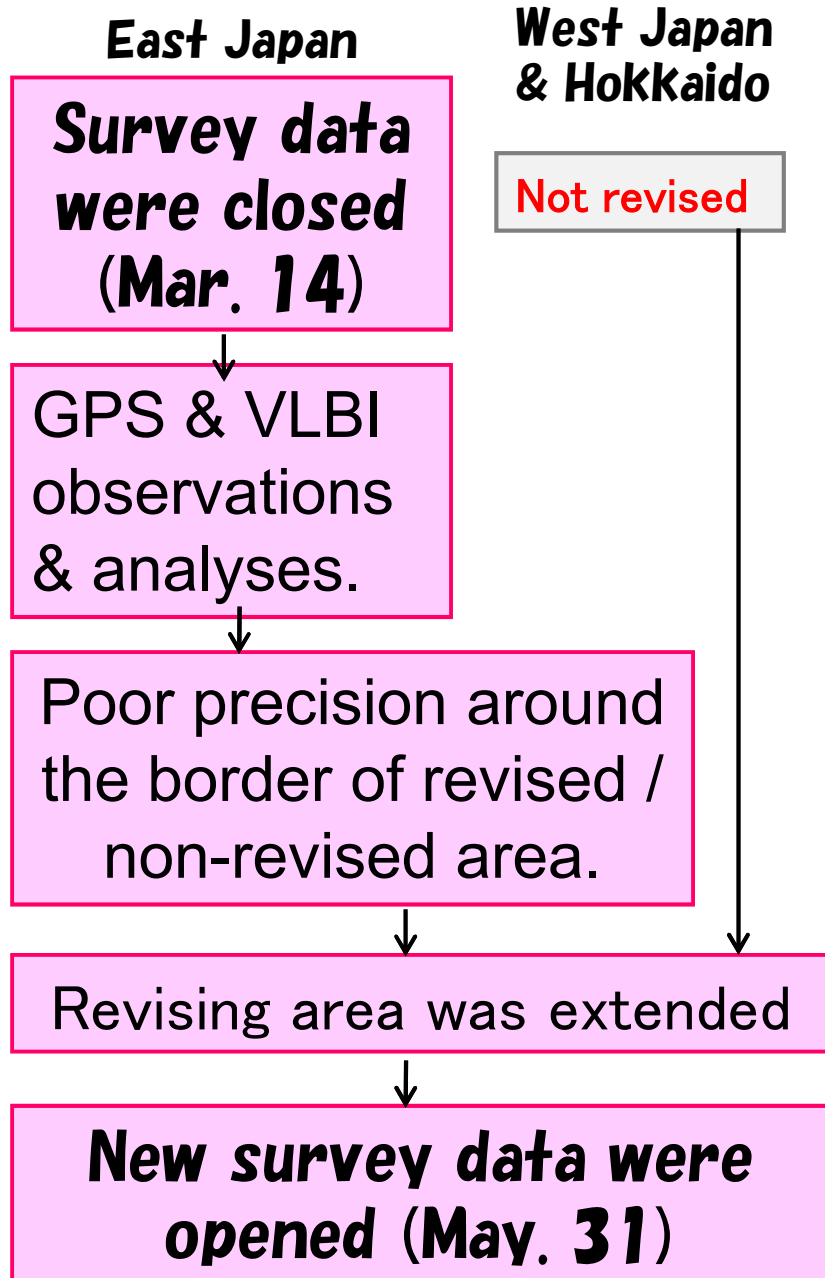
- No significant vertical displacement by Tohoku Earthquake at "Aburatsubo" according to GPS observation results.



Leveling from Aburatsubo to the Origin was carried out, and the height of the Origin was calculated under the condition that;

- No long-term change in sea level
- No vertical co-seismic displacement at "Aburatsubo"

Revision of survey data (GNSS-based control stations)

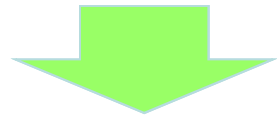


All data set is called
“Geodetic Coordinates 2011”

Procedure of revision (Triangulation stations)

➤ It was impossible to operate observations at ~44,000 suspended triangulation stations.

→ How to revise all data?

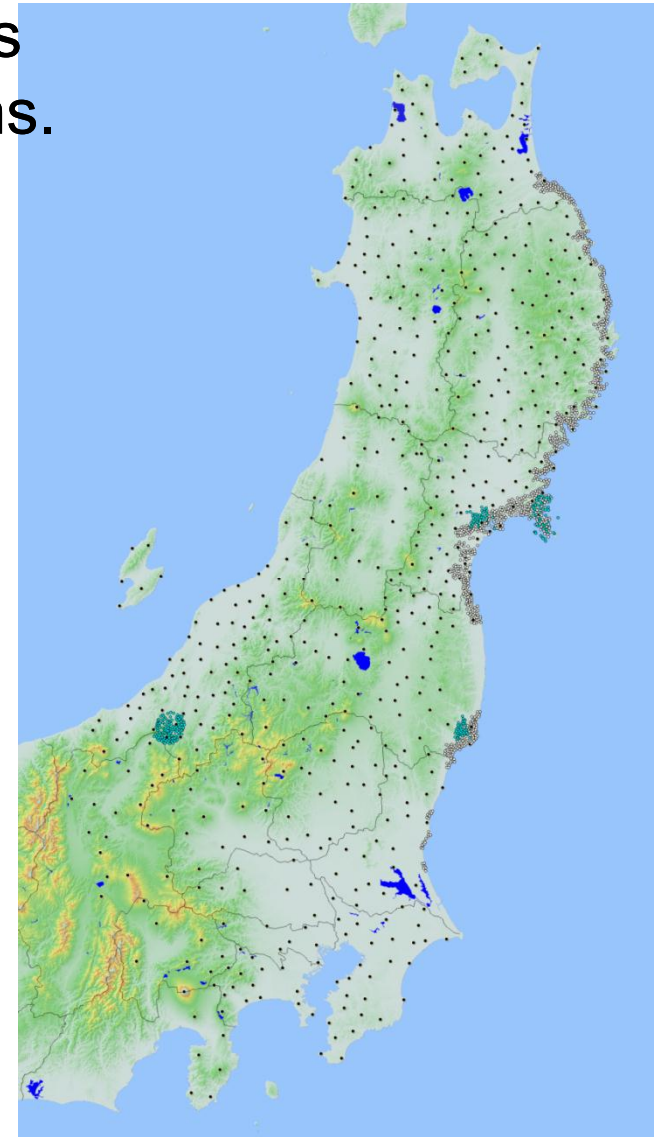


➤ GNSS observations at about 600 selected stations

➤ Correction parameters were calculated using the results of observation.

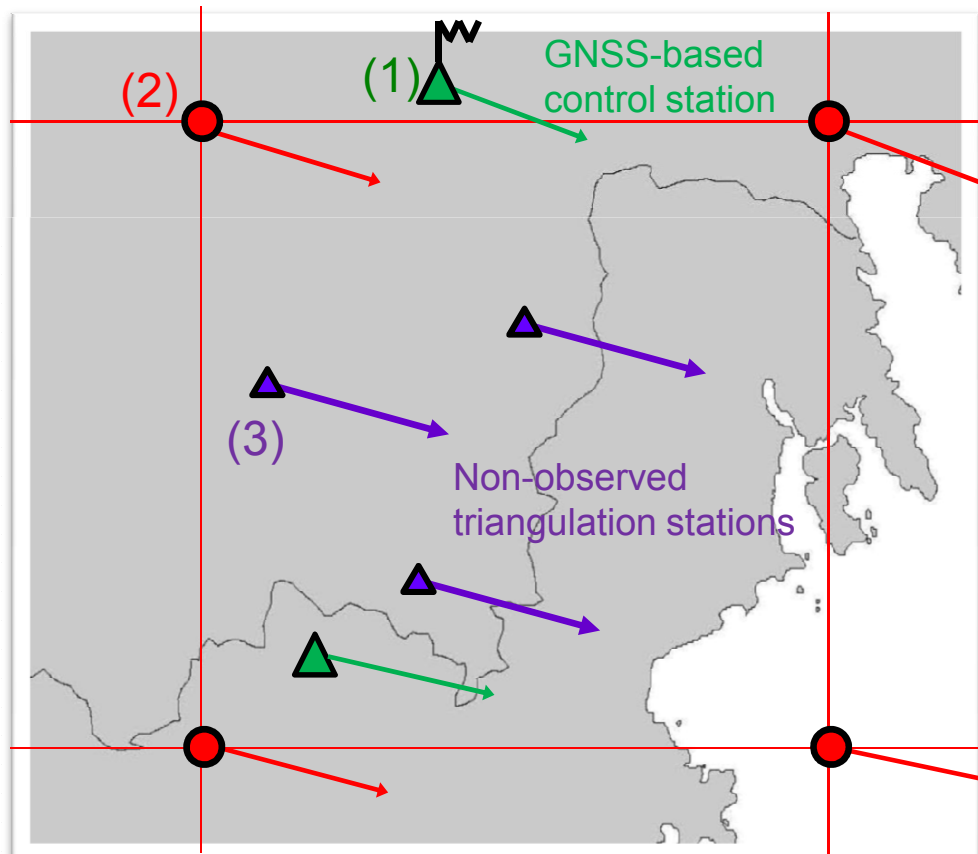
➤ Adapt the parameters to other non-observed triangulation stations.

➤ Check the results by supplementary GNSS observation.



600 “high order control points” in Tohoku – Kanto, Koshin’etsu areas

- (1) GNSS observation at the selected stations
- (2) Each corner of 1km grid is given correction parameters
- (3) The correction vector of the station is interpolated



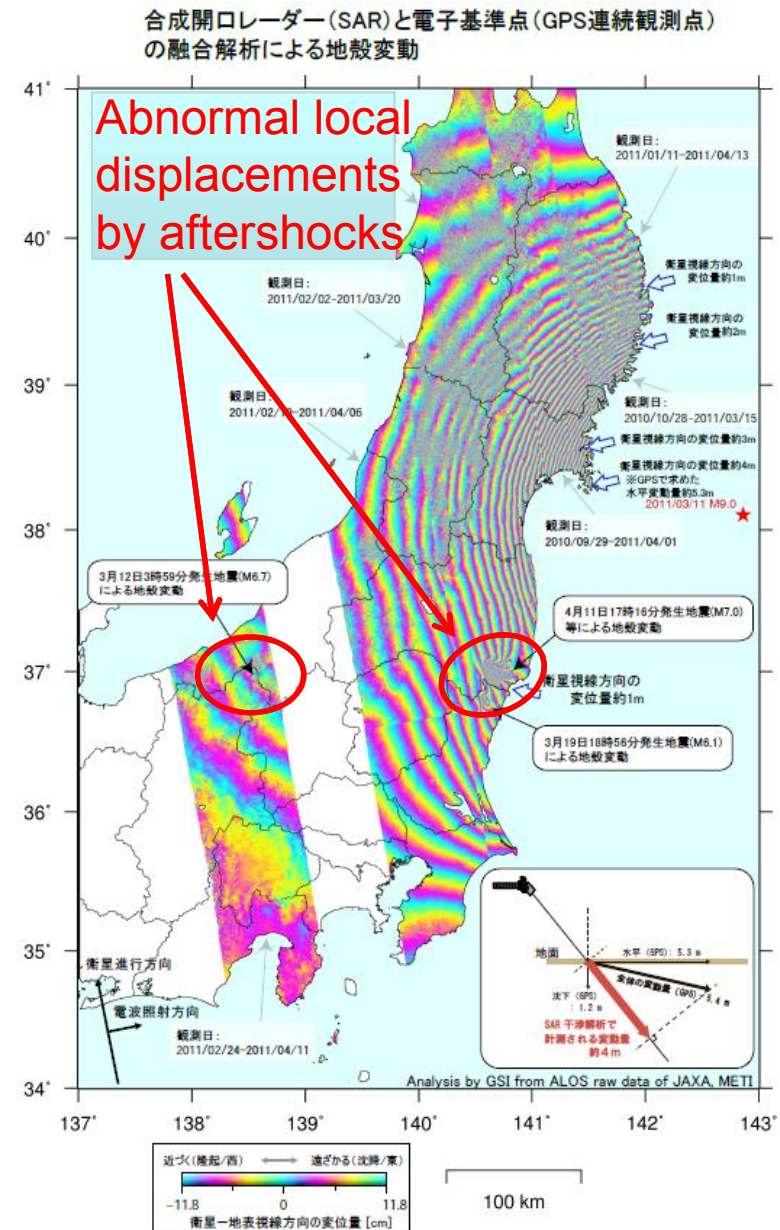
- : Grid point having parameters
- : Known displacement of the station
- : Correction vector at the grid point
- : Interpolated correction vector

Correction image

Before the EQ		Correction		After the EQ
X=1234. 00m		X=-0. 10m		X=1233. 90m
Y=7890. 00m	+	Y=+0. 50m	=	Y=7890. 50m

Some areas have been suffered from aftershocks (or induced earthquakes) since Mar. 11.

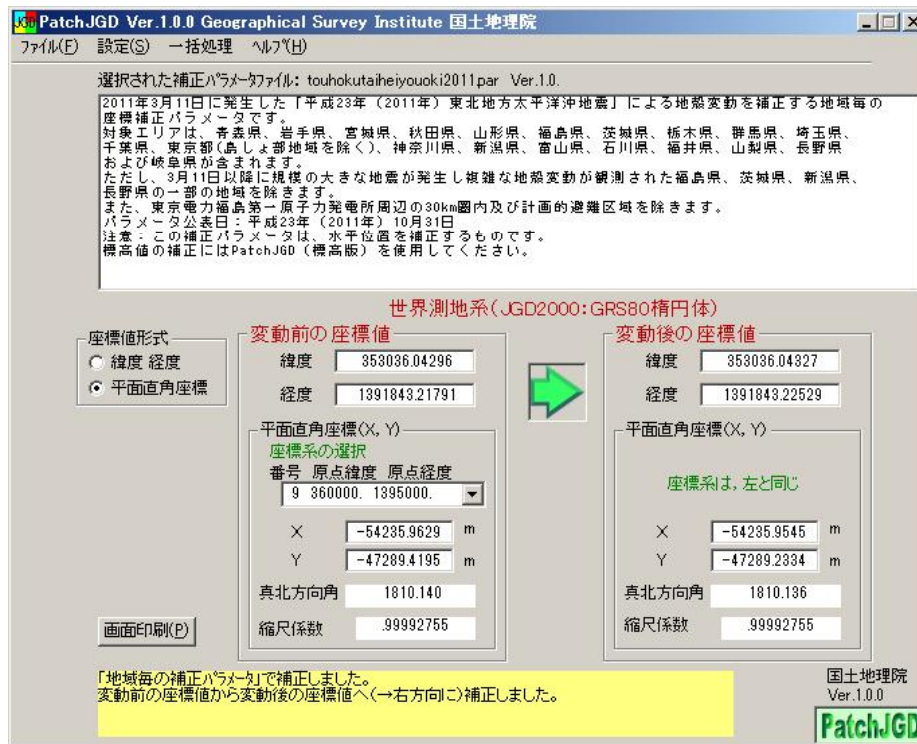
We checked the areas with **SAR interferometry** where the correction parameters should **not** be adapted.



※この図は観測地点の西側上空を飛行する人工衛星と地表面の距離の変化量を示しています。なお、GPS連続観測による地殻変動は、社鹿半島で本震発生時に東南東方向に約5.3mの移動、約1.2mの沈下でした。

GSI is providing following tools to revise survey results

- Software “PatchJGD”
- Correction parameter files



PatchJGD (Main display)

座標補正ソフトウェア“PatchJGD for Windows”のダウンロード

—地震などに伴う地殻変動による位置の変化を補正するためのソフトウェア—

PatchJGDは、地震などに伴う地殻変動による位置の変化を補正するソフトウェアです。変動前の座標値を近似的に変動後の座標値に補正します。どちらの座標値も、世界測地系「日本測地系2000(=ITRF94系):GRS80楕円体」に準拠していることが前提です。

このページでダウンロードするファイルはすべて自己解凍ファイルです。ダウンロードした後、ダブルクリックして解凍して下さい。

最終更新日:2010年06月21日

(1)プログラム (約3MB) Ver.1.0.0

[PatchJGD100.EXE](#)

※解凍すると、“setup.exe”他、インストールに必要なファイルが作成されます。
※このファイルには、座標補正パラメータファイルは含まれません。

[インストール方法とパソコン環境 \(説明\)](#)

[PatchJGDプログラムのヘルプをしてみる \(プログラムに内蔵されているヘルプファイルと同じものです\)](#)

(2)座標補正パラメータファイル

ダウンロード	容量	解凍後のファイル名	ヘッダー情報	範囲
tokachi2003.EXE	224KB	tokachi2003.par	Ver1.0.0	
fukuoka2005.EXE	35KB	fukuoka2005.par	Ver1.0.0	

Download site at GSI's HP.

Revision of survey data (bench marks)

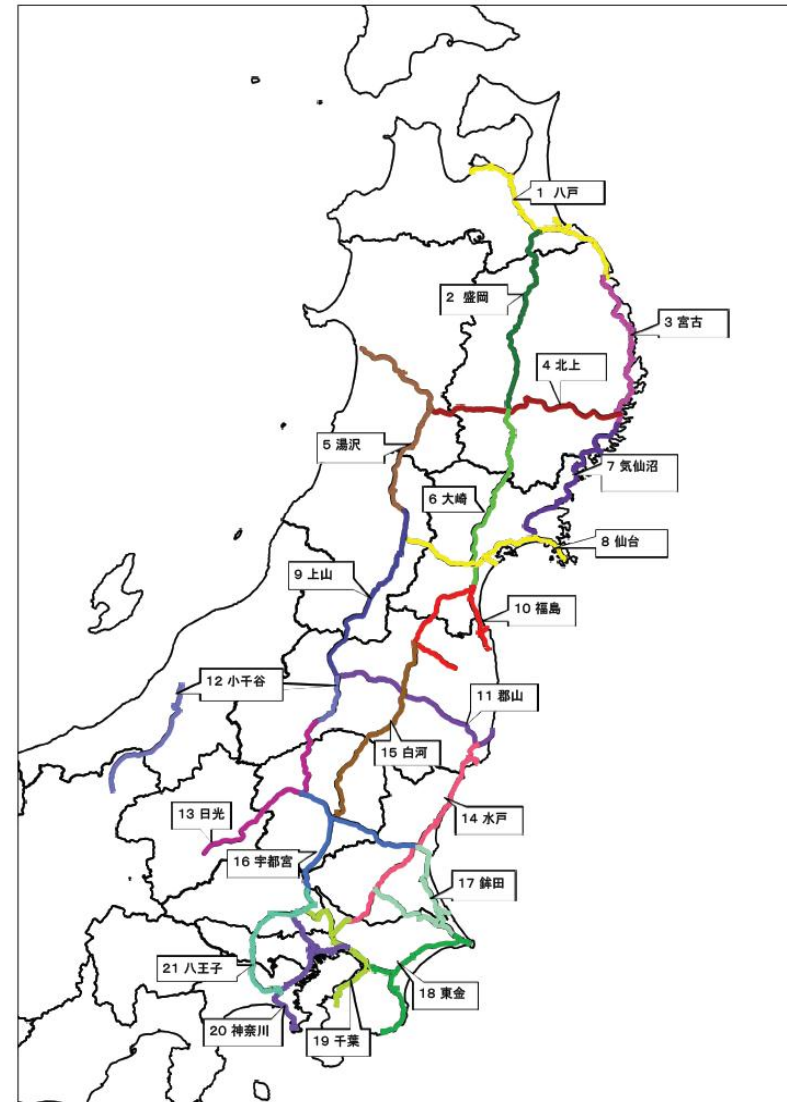
Leveling at ~1900 1st order bench marks (along ~3600km leveling route) in East Japan



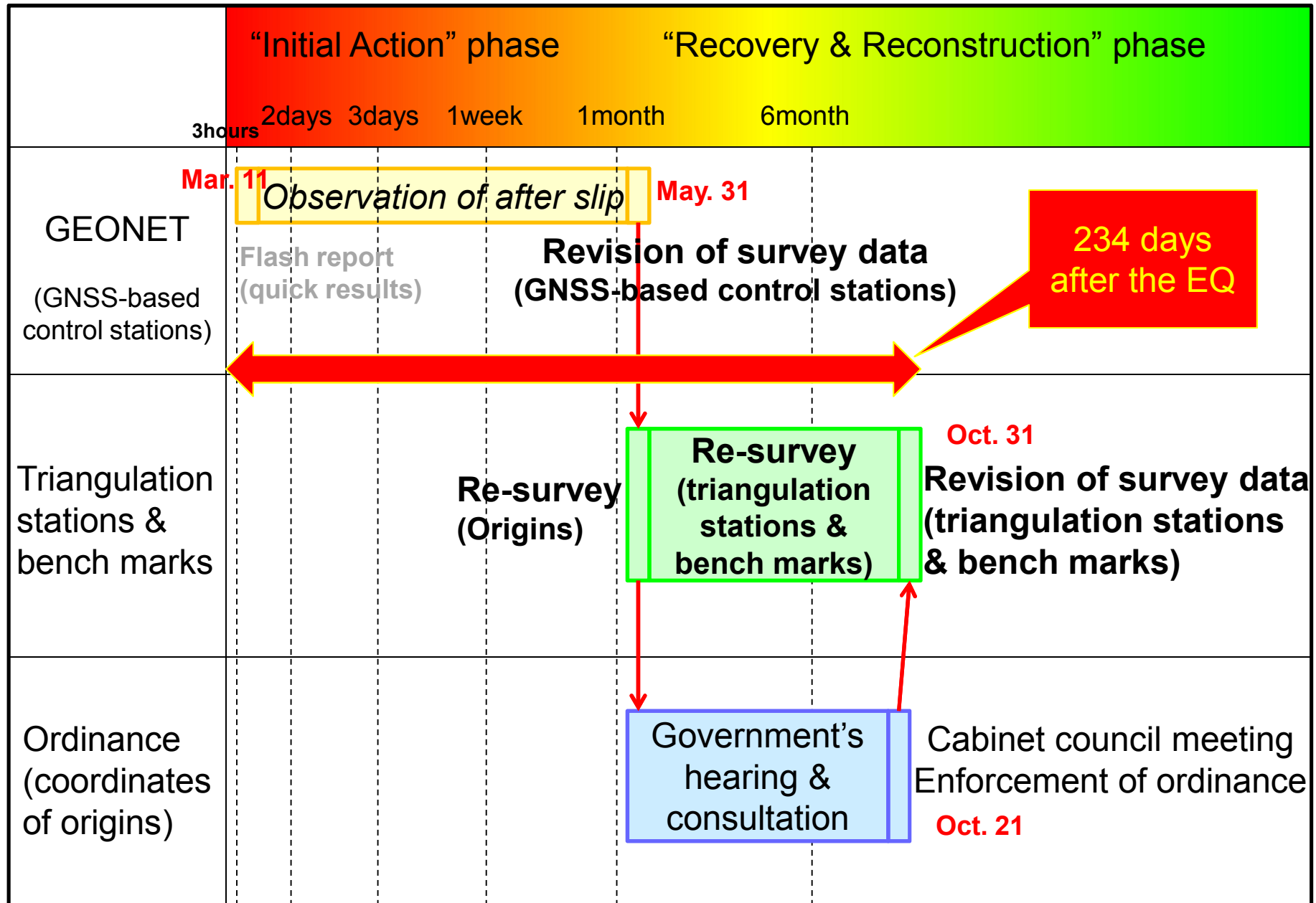
Net adjustment fixed to the multiple bench marks and the Origin revised.



New survey data were published. (Oct. 31)



4. Revision of survey data (Summarized chronology)



Fin

Geospatial Information Authority of Japan