

2017年度資料

震災から復興まで ＝技術解説＝

アイサンテクノロジー株式会社 技術顧問
中根勝見
博士(工学)、技術士(応用理学)

写真: 国土地理院website

<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27-kumamoto-earthquake-index.html>

はじめに

地震列島日本は、何時・何処でも、地震発生危険の中
です。地震発生は回避できないものですが、発生後の適切
な対処が国民生活にとって欠かせないものです。そのため、
名古屋市では「震災後の復興・復旧に必要な測量業務等
業務マニュアル（平成29年）」を作成しています。こうしたマ
ニュアルは各地方自治体にとっても必要なものと思います。
本資料は、マニュアルを作成・理解する上で、必要な技術
的内容の解説を行ったものです。例えば、「PatchJGD」とは、
そこで得られた座標補正精度は？など解説するものです。
なお、本資料は、講演資料で、説明なしでは、十分内容が
伝わらないところがあります。

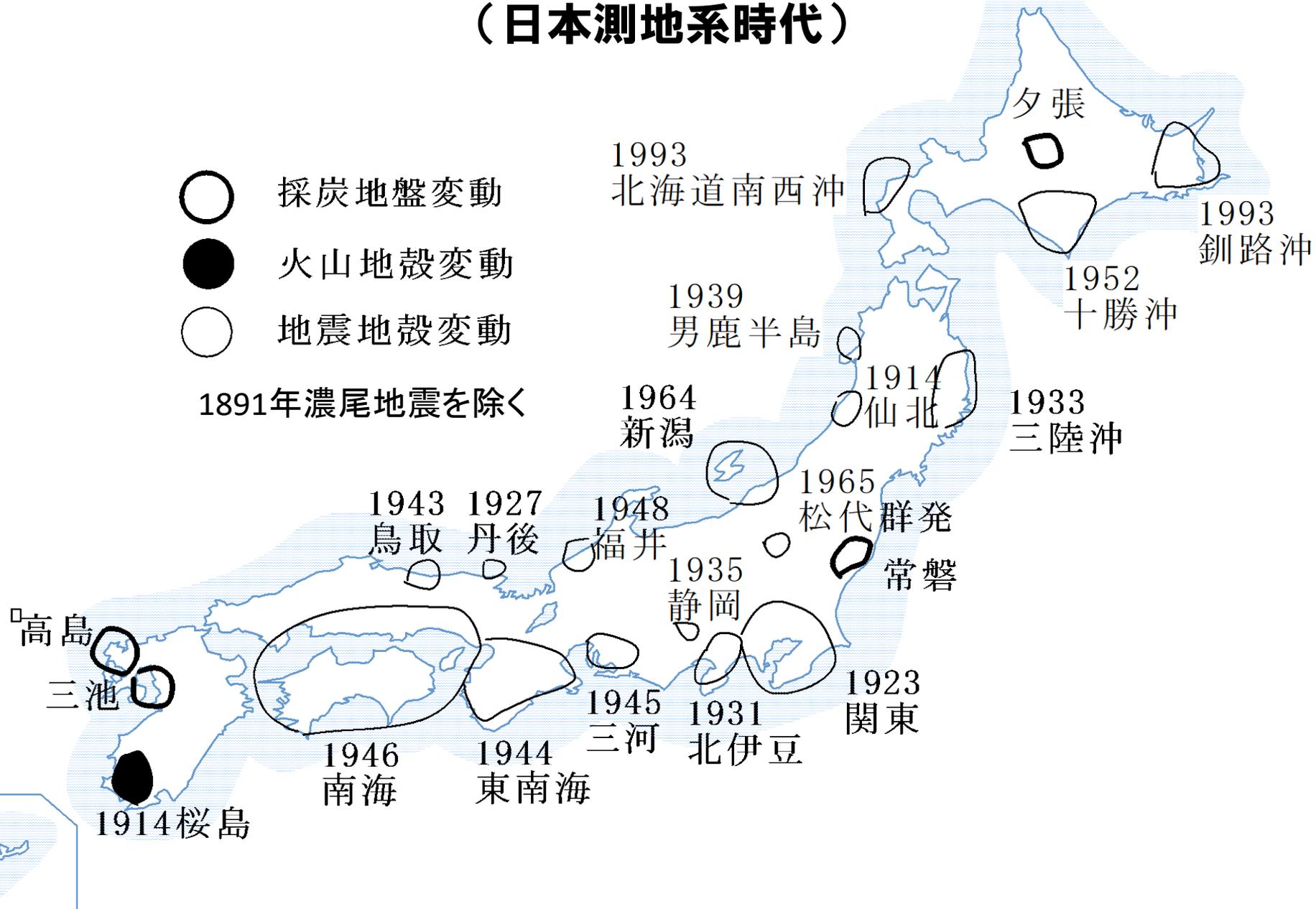
地震発生から復旧測量のスケジュール

1. 過去の地震発生後の復旧測量地域
2. 地震発生後の測量スケジュール
測量成果の公表停止
電子基準点の成果公表
測量成果の公表とPatchJGD補正パラメータの公開
3. 地震に伴う騒動が一段落した時点で、土地登記相談に感心が高まる

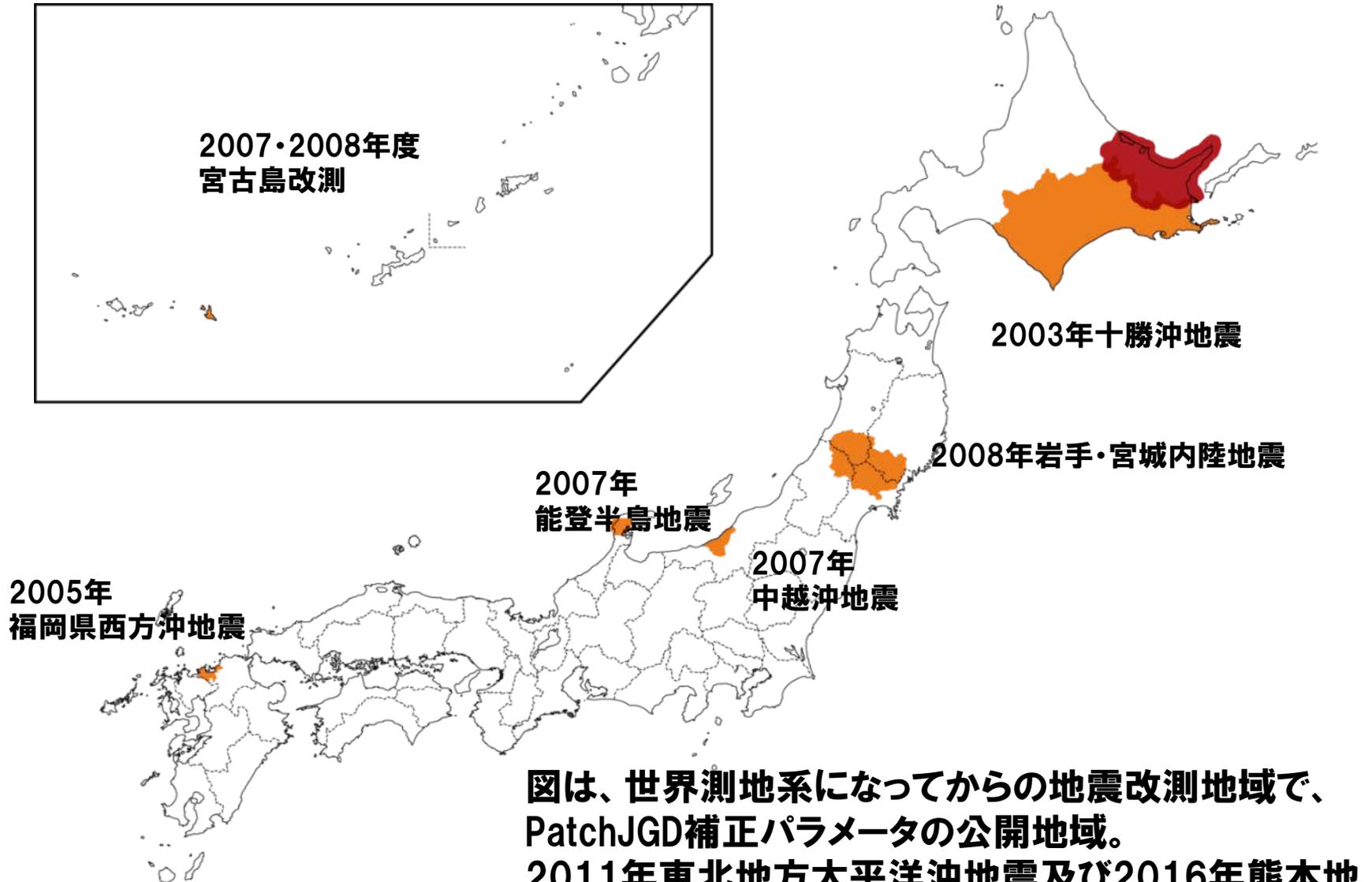
地震・火山活動等の地域の復旧測量 (日本測地系時代)

- 採炭地盤変動
- 火山地殻変動
- 地震地殻変動

1891年濃尾地震を除く



地震に伴う復旧測量 世界測地系時代～



図は、世界測地系になってからの地震改測地域で、PatchJGD補正パラメータの公開地域。
2011年東北地方太平洋沖地震及び2016年熊本地震地域は、後頁に記載。

地震発生から復旧までの工程

地震

震源域:地殻変動
不規則のため改測
震源遠方域:地殻
変動比較的一様
のため改算

気象庁:地震規模公表
関係機関:被害状況公表

国土地理院
地殻変動公表
電子基準点・三角点等の測量成果の公表停止
電子基準点成果の公表
測量法第31条による測量成果の更新
PatchJGD座標補正パラメータ公開

地籍整備課
地籍調査の更新

市区町村
公共測量の成果更新
手法①改測②独自パラメータ③PatchJGD改算

法務省民事局
第14条地図の更新
地積測量図の更新

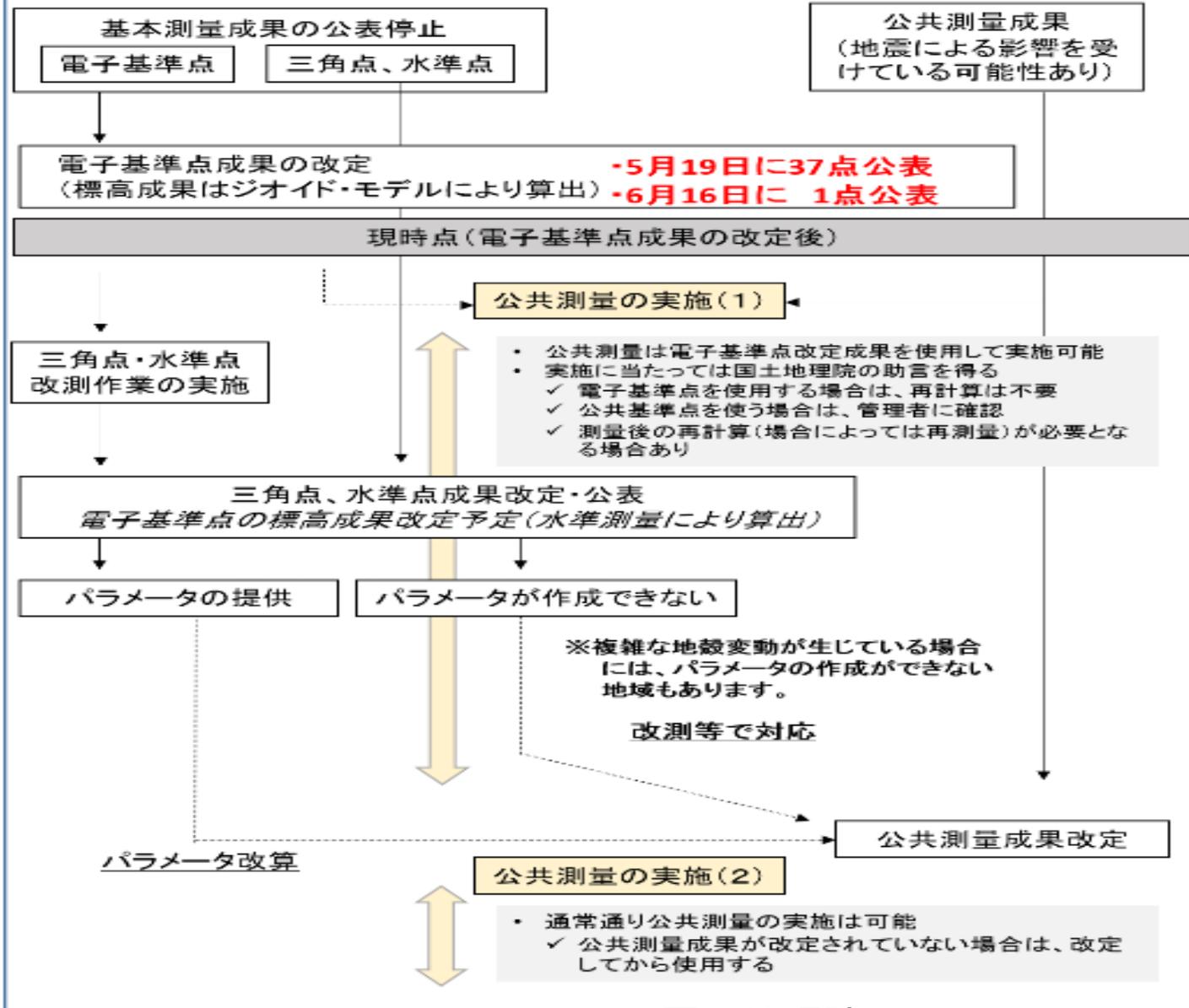
地震発生後のスケジュール

1. 地震発生後、国土地理院は直ちに発生地域の測量成果の公表を停止する。
2. 測量成果の公開停止後、巨大地震でなければ、1か月程度で電子基準点成果の公表を行う。その結果、電子基準点に基づく公共測量が可能になる。
3. 巨大地震でなければ、半年以内で測量成果の公表が行われ、又、PatchJGD座標補正パラメータ及び標高補正パラメータが公開される。この成果に基づいて、公開された測量成果は、地積測量図の基準点とされる。

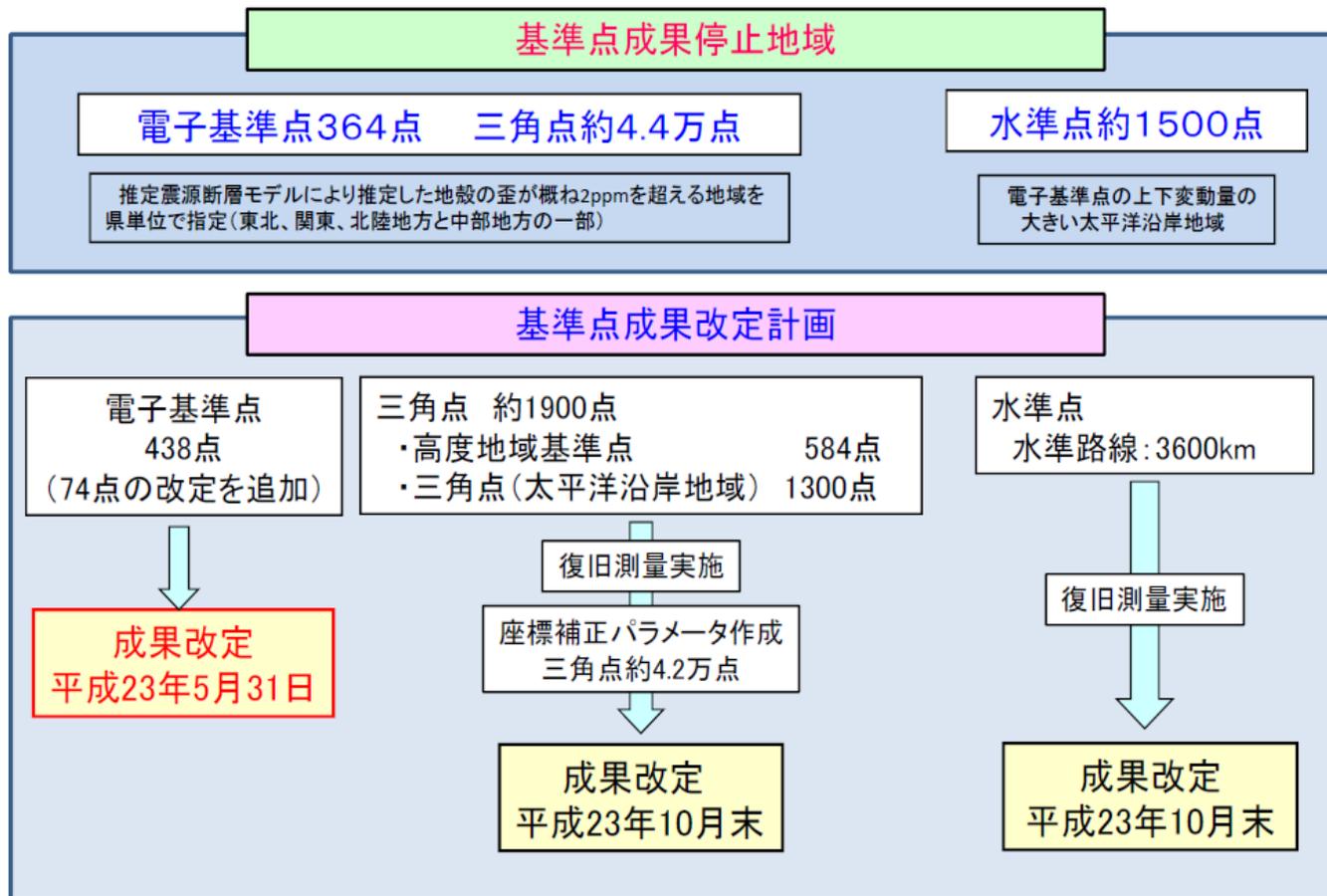
表 2011年東北地方太平洋沖地震と2016年熊本地震における測量成果の扱い

イベント	2011年東北地方太平洋沖地震			2016年熊本地震	
	年月日	北陸（4県）	東日本（1都19県）	年月日	熊本・大分・福岡・長崎・宮崎
地震発生	2011年3月11日			2016年4月16日	
測量成果公表停止	2011年3月14日		電子基準点364 三角点約3.4万点 水準点約1500点	2016年3月16日	電子基準点 38点 三角点等 4169点 水準点 296点
測量成果公表	2011年5月31日	電子基準点74点成果改定	電子基準点364	2016年5月19日、6月16日	電子基準点 38点
測量成果公表停止	2011年6月1日	三角点 合計4.4万点		2016年8月31日、9月12日	電子基準点標高38点
セミ・ダイナミック補正パラメータ公表	2011年6月27日			2016年8月31日	震源地付近三角点：285点改測
測量成果公表	2011年10月31日	三角点 合計43,312点（内改測1864点）		2016年9月12日	震源地外三角点改測：170点
		水準点改測1,903点		2016年9月12日	パラメータ改測：3598点
		PatchJGD座標補正パラメータ		2016年8月31日	水準点改測：155点
		標高補正標高パラメータ	東北6県・茨城県	2016年9月12日	PatchJGD座標補正パラメータ

公共測量成果改定のフロー(予定)

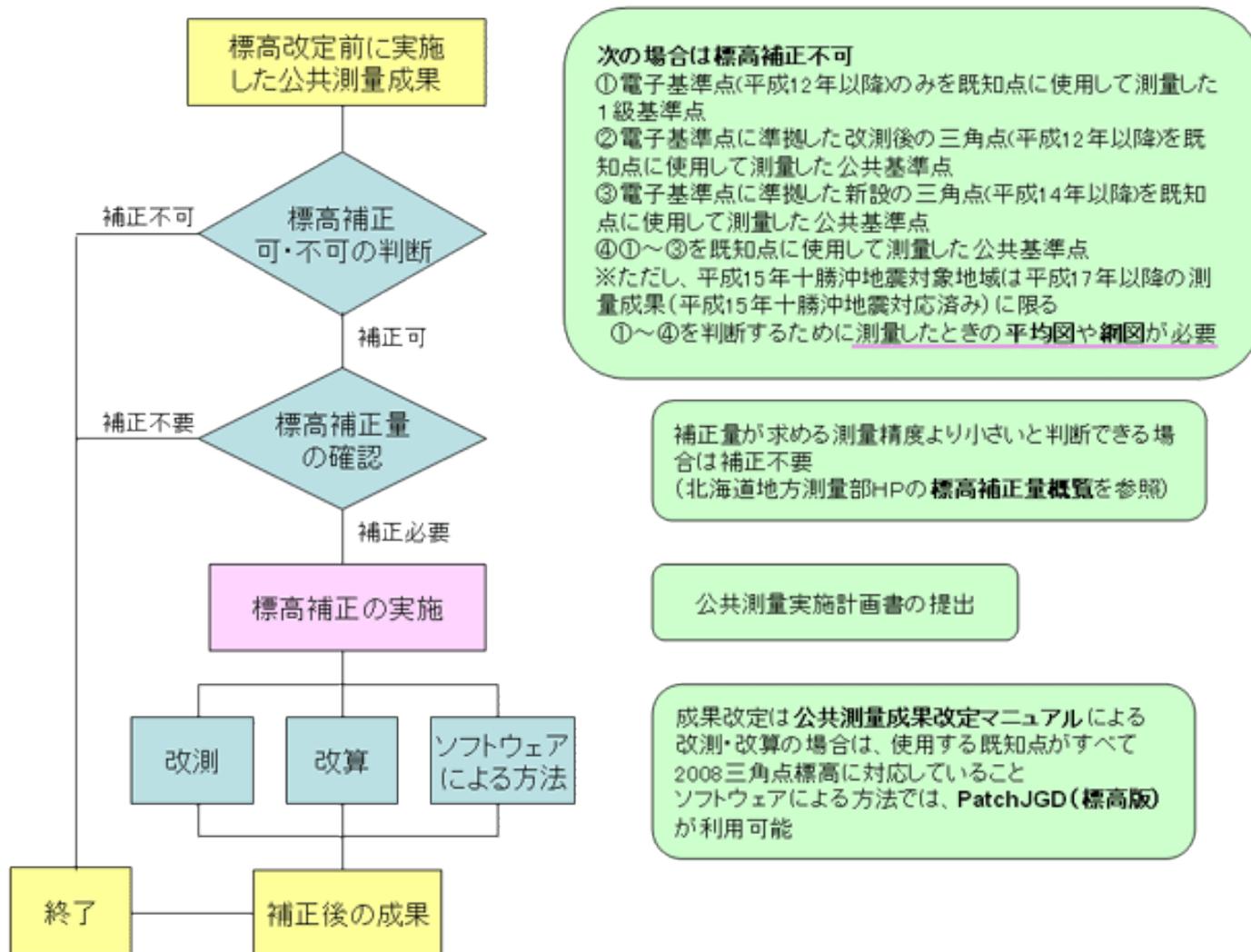


2011年東北地方太平洋沖地震 基準点復旧測量の日程

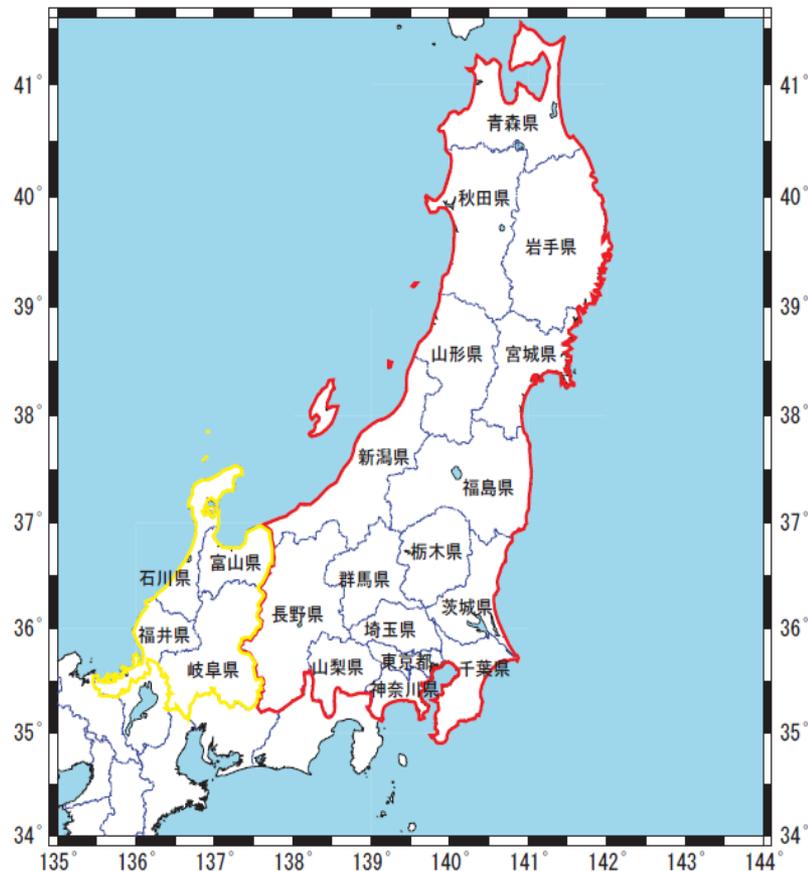


基準点成果の改定計画(2011年6月3日国土地理院報告会資料より)

三角点標高成果改定に伴う公共測量成果への対応

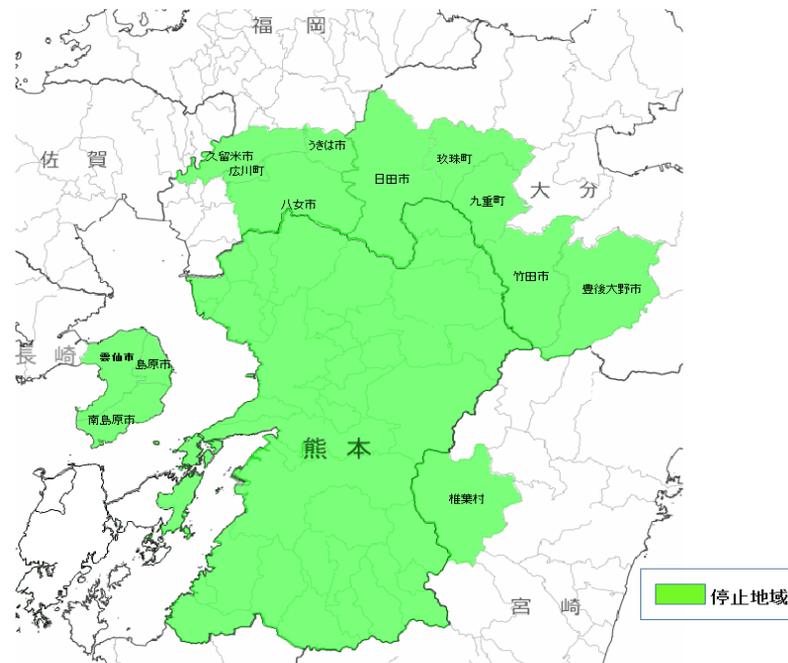


2011年東北地方太平洋沖地震に伴う測量成果公表停止地域



□3月14日に成果を停止した地域 □5月31日に成果を停止した地域 : 国土地理院website
http://www.gsi.go.jp/chibankansi/chikakukansi_kaitei.html

2016年4月16日熊本地震発生に伴う測量成果公表停止地域 2016年4月16日(18:00)



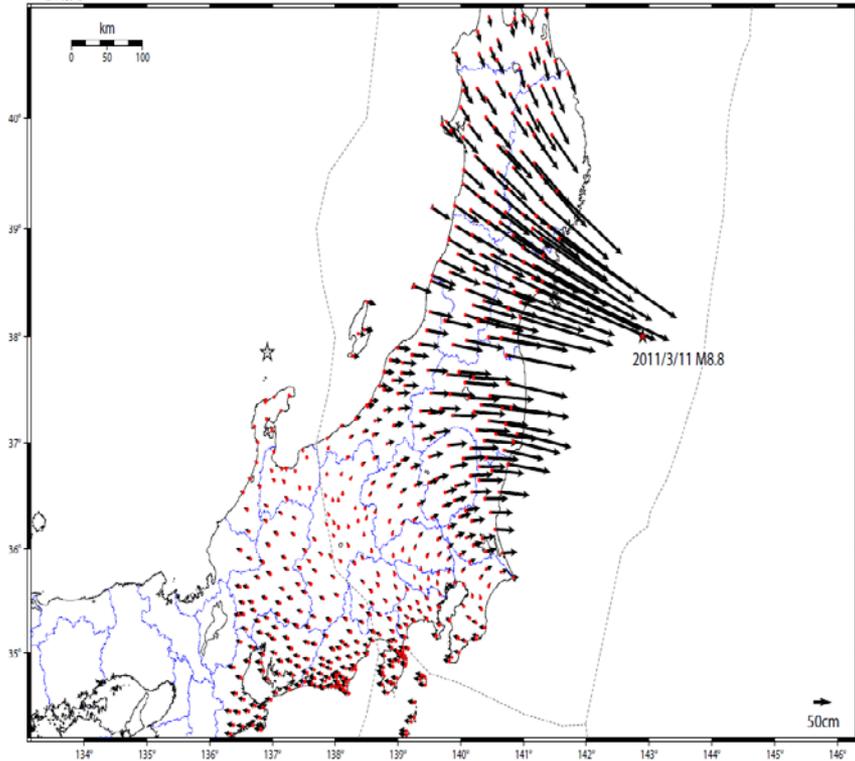
国土地理院website

https://sokuseikagis1.gsi.go.jp/SysMsg/2016/kumamoto/kumamoto_stop.html

2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動

変動ベクトル図 (水平)

基準期間 : 2011/03/01 21:00 - 2011/03/08 21:00
比較期間 : 2011/03/11 16:30 - 2011/03/11 16:30



[基準: R 3速観測 比較: S 3速観測]

全国定局: 観測局 (950252)

国土地理院

国土地理院website

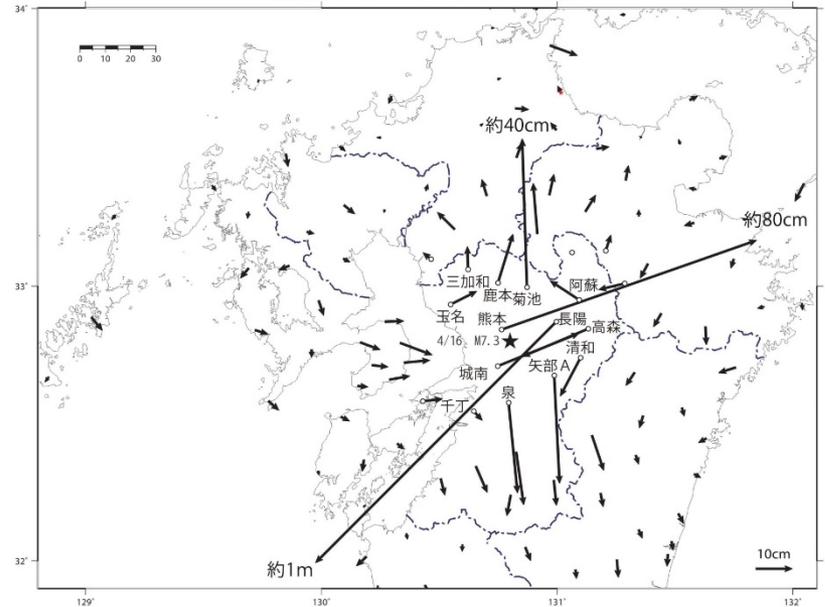
< http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11mar_sanriku-oki/p05.htm >

2016年熊本地震に伴う地殻変動

平成28年(2016年)熊本地震(4月16日 M7.3 (暫定値) 前後の観測データ(リアルタイム解析結果) 地殻変動 (水平)

暫定

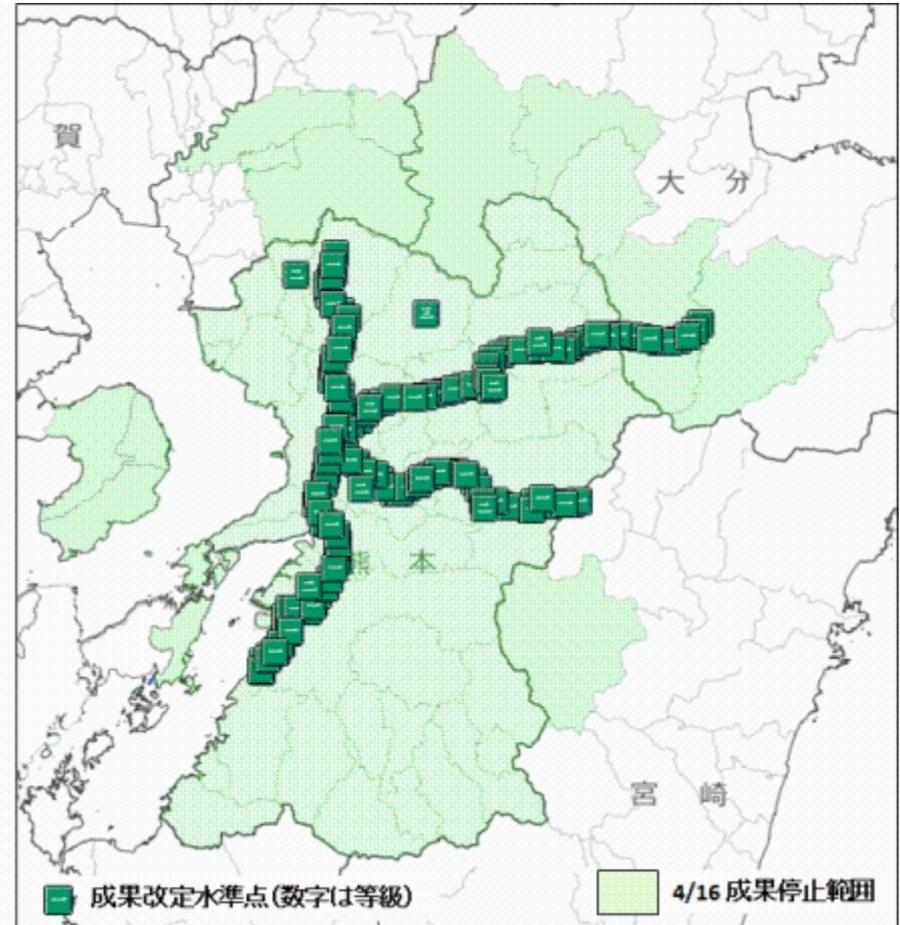
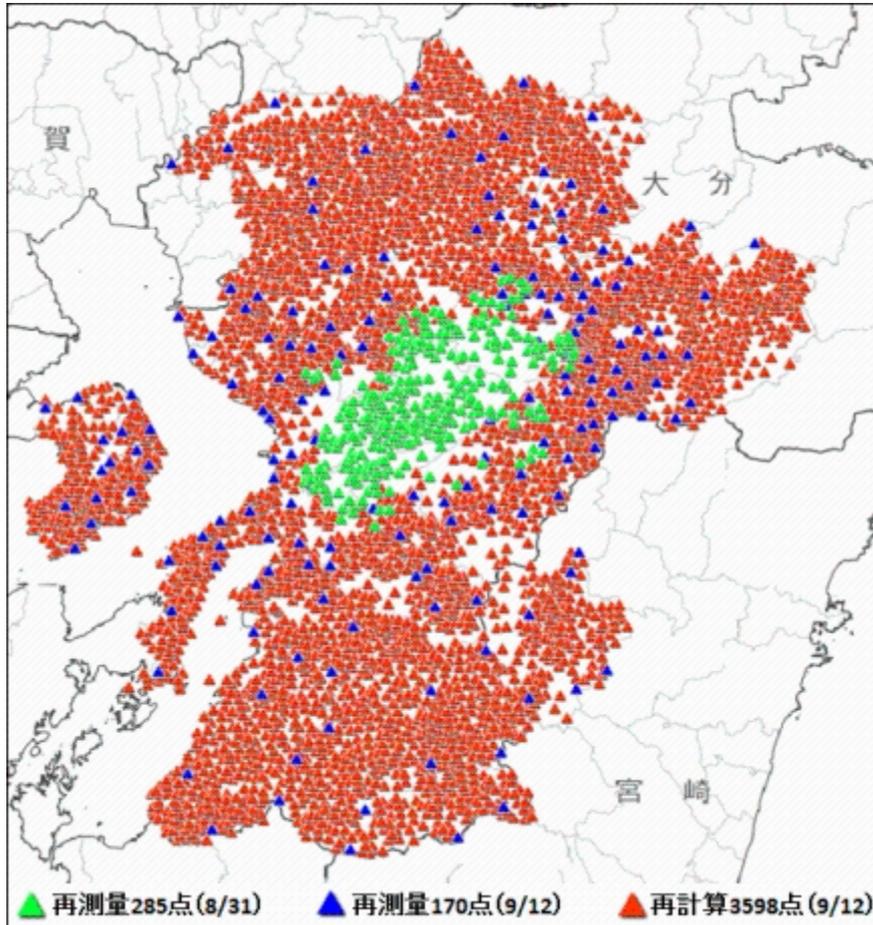
この地震に伴い大きな地殻変動が観測された。



国土地理院website

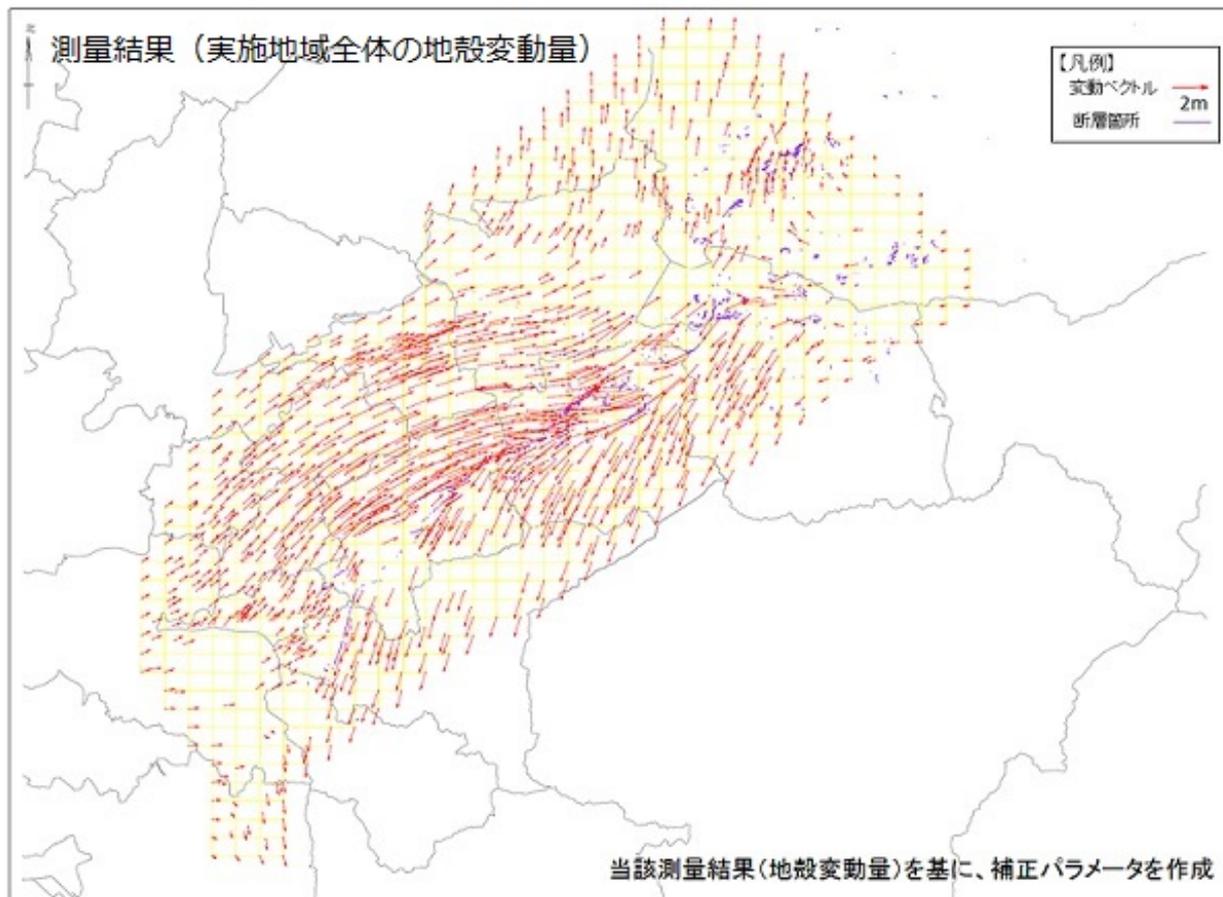
< <http://www.gsi.go.jp/common/000139657.jpg> >

熊本地震に伴う測量成果の改測・改算地域

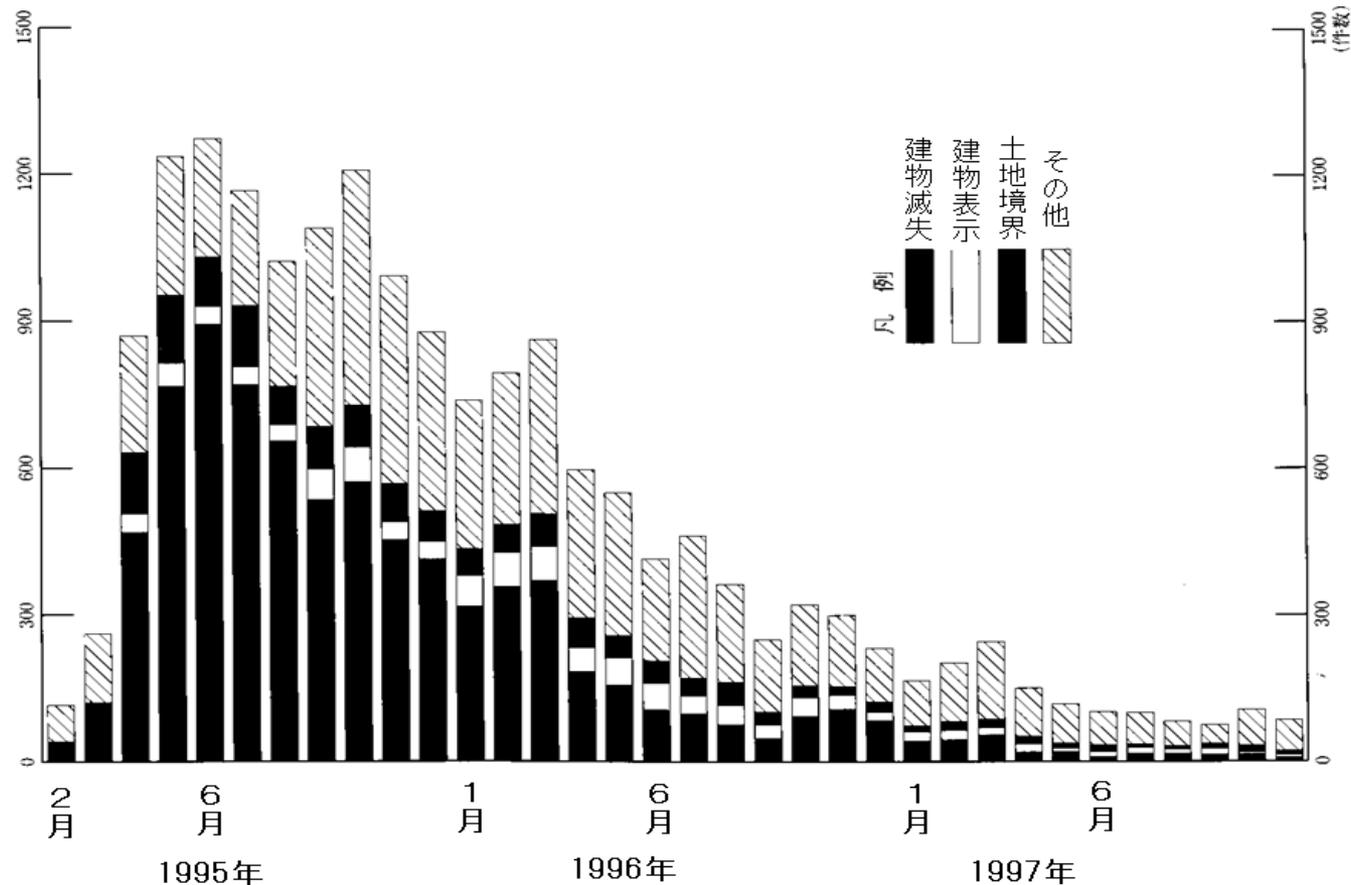


熊本地震域の局所変動補正パラメータ

国土地理院提供のパラメータは、前図のように震源地付近では使えない。この図は、震源周辺に位置する地籍図根点又は公共基準点(967点)の再測量に基づくより詳細な変動量。地籍調査の目的で、地籍整備課が作成した。この図に基づいて作成された250m×250m格子点のより詳細な地殻変動補正パラメータが提供されている。



1995年1月17日地震発生後の登記関係相談件数 (震災から復興への記録:兵庫会1998・1、69頁より)



地震発生2～3週間後から法務局の窓口へ殺到

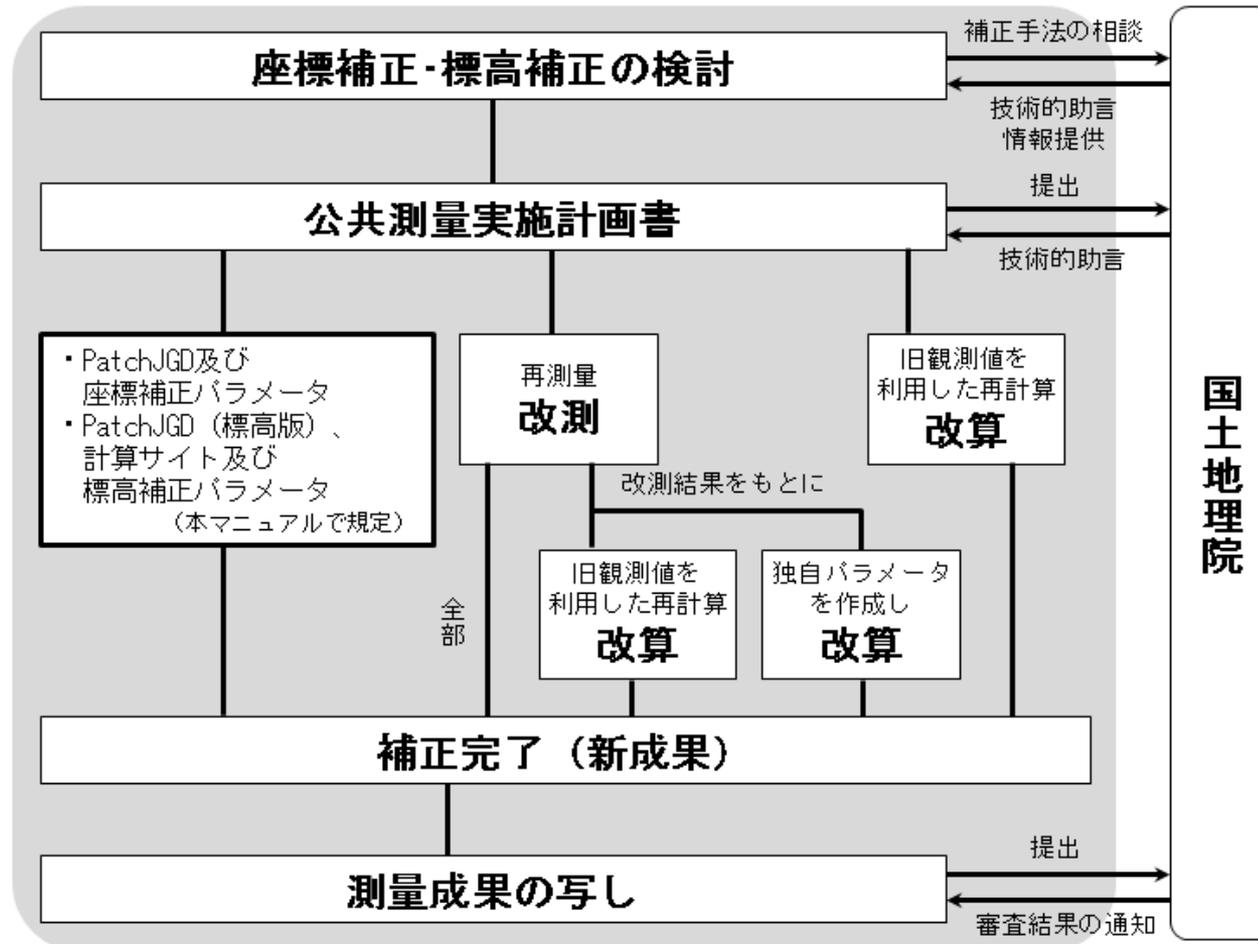
土地家屋調査士会近畿ブロック協議会:平成8年、震災不動産表示登記報告会46頁

成果改定の方法

1. **改測：地震断層、液状化、崖崩れのような不規則な地殻変動地域**
2. **改算：PatchJGDによる方法と旧観測値による2とおりの方法がある。
震源が海洋地域で地殻変動が比較的一様な地域で行われる。**
3. **独自パラメータ：PatchJGD改算より、既知点数を増やし正確な成果改定が求められる地域**

公共測量等の復旧方法

公共測量作業規程の準則第2編第4章復旧測量
公共測量成果改定マニュアル(平成26年5月)
(基準点成果の座標補正及び標高補正)第11条解説



1946年南海地震に伴う地殻変動の成果改定

(内挿による改算)

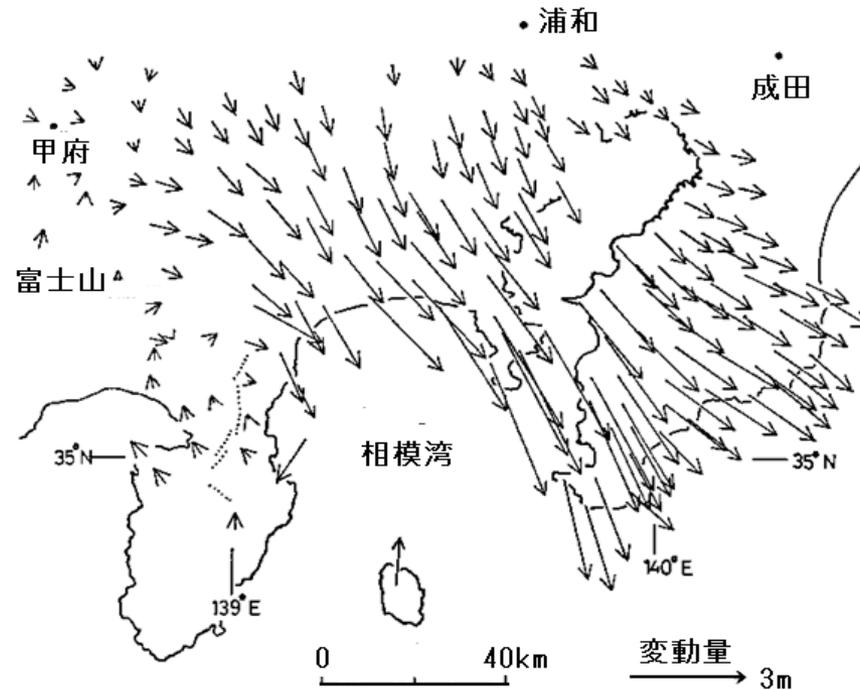
1946(昭和21)年南海地震(マグニチュード8.0)に伴う沿岸部の地殻変動は、南東方向数メートルに達しました。一等三角点80点及び二三等三角点1,300点余りの成果が改測により改定されました。内陸地域において、一二三等三角点2,700点余りの改算が行われました。改算は、地殻変動が一様であると仮定し、改測された周囲の三角点の地殻変動量を基に、内挿により行われました。後述する「PatchJGD」の原型といえます。改算は、1923年関東地震とは異なった方法ですが、改算地域の座標の整合性に問題が生じました。標高の改定も同様に、改測及び改算により行われました。1923年関東地震の場合もそうでしたが、改測によらない改算成果の結果が思わしくないことから、“**測量は測ってなんぼの世界である。**”といわれるようになりました。1948年に測量を開始し、計算が終了したのは1955年でした。1947年1月から1950年8月までの間に一等水準測量4,800キロメートル余りの改測が行われました。(主な資料:国土地理院測地部、南海震災地区二三等三角復旧測量計算報告書、1960)



1923年関東地震に伴う地殻変動の成果改定

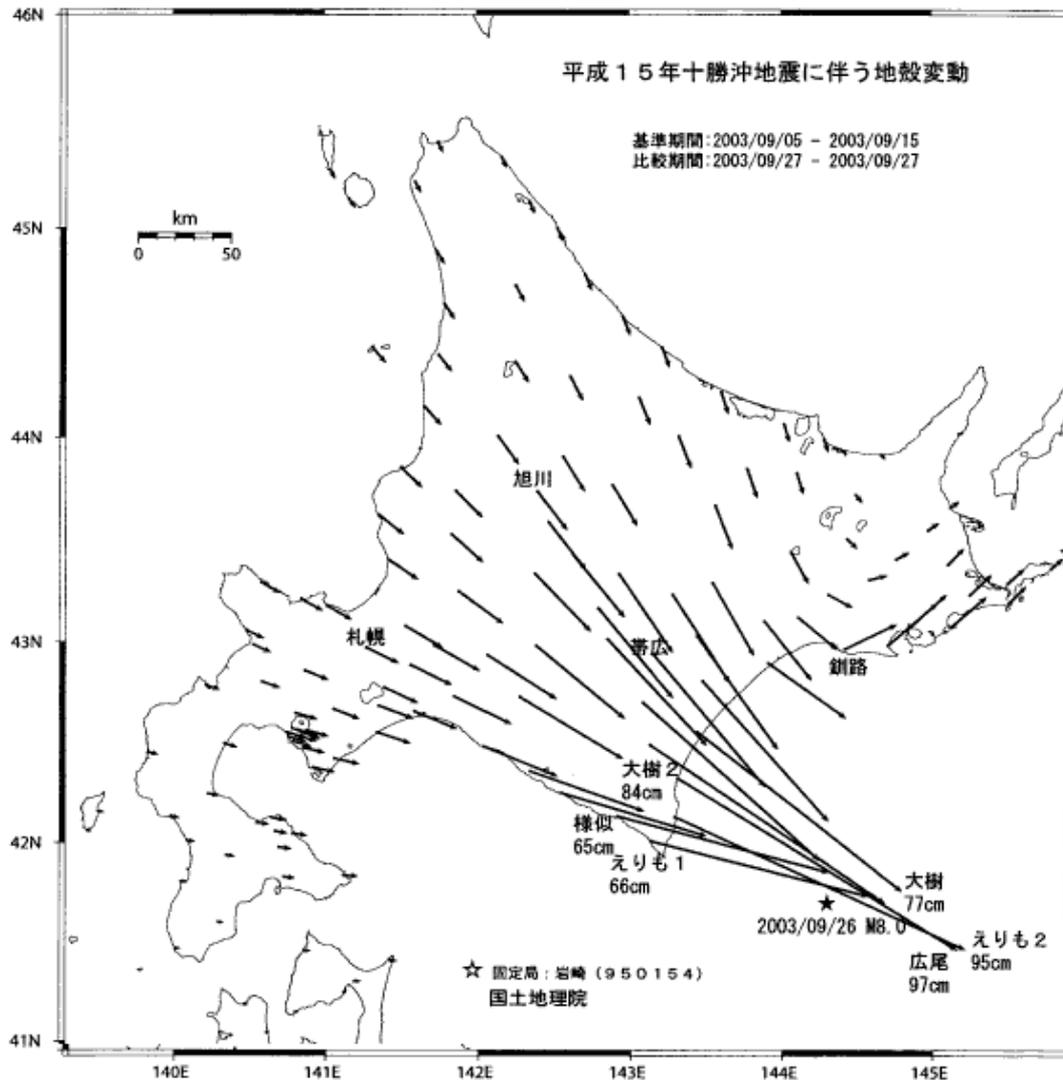
(旧観測値による改算)

図は、一二等三角点約180点の改測結果にもとづく1923(大正12)年関東地震(マグニチュード7.9)の地殻水平変動で、大きいところでは4メートルにも達しています。改測により成果が改定された三等三角点は約770点で、一二等三角点の改算は震源から離れた内陸において約720点で行われました。改算は、改測点を既知点として、明治時代に測量された古い観測データを使って行われました。5年の歳月を費して1928年に完了しました。改算により改定した測量成果は、品質が良くありませんでした。一等水準測量2,600キロメートル余りの改測が行われました。(主な資料:高島重雄、関東震災復旧の実用成果、国土地理院測地資料第3号、1974)



1923年関東地震の一二等三角点の地殻変動(藤井・中根、1982による)
期間:1982/1902~1924/1926

2003年十勝沖地震 (M=8.0)

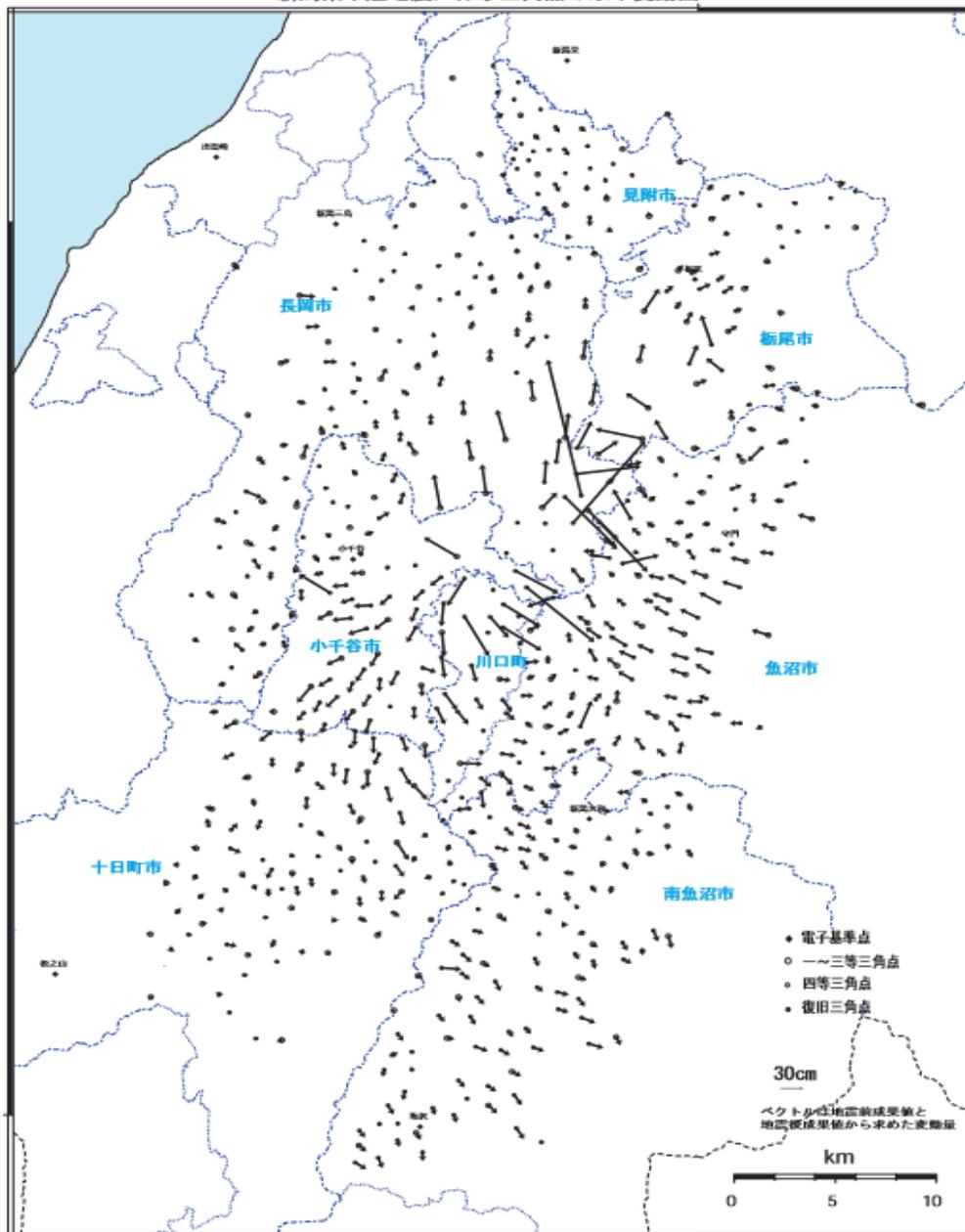


震源：海部
一様な地殻変動

初の「PatchJGD」の座標（及び標高）補正パラメータは、電子基準点80点、高度地域基準点182点及び他17点の計279点からつくられ、約4,200点の一・二・三・四等三角点が改算された。（2005年国土地理院時報108、5-6頁）。

2004年新潟県中越地震に伴う三角点の水平変動図

新潟県中越地震に伴う三角点の水平変動図



この地震は、内陸で発生したため、図に見るように、不規則な地殻変動が生じている。

こうした地震による復旧は、改測によるのが原則である。この地震に伴うPatchJGDは作成されなかった。

PatchJGD

座標補正パラメータ及び標高補正パラメータ

パラメータ密度1km×1km格子点上

ただし、熊本地震地域は地籍調査の250m格子点

詳細は、公共測量成果改定マニュアル参照

国土地理院website < http://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/download/patch/patch_manual.pdf >

特徴

安価であるが、地殻変動が一様であることが前提で成り立つ。液状化やがけ崩れなどの局所的変動に対応不可。

1. 既知点の密度とパラメータの密度

既知点が多い程正確なパラメータが得られる

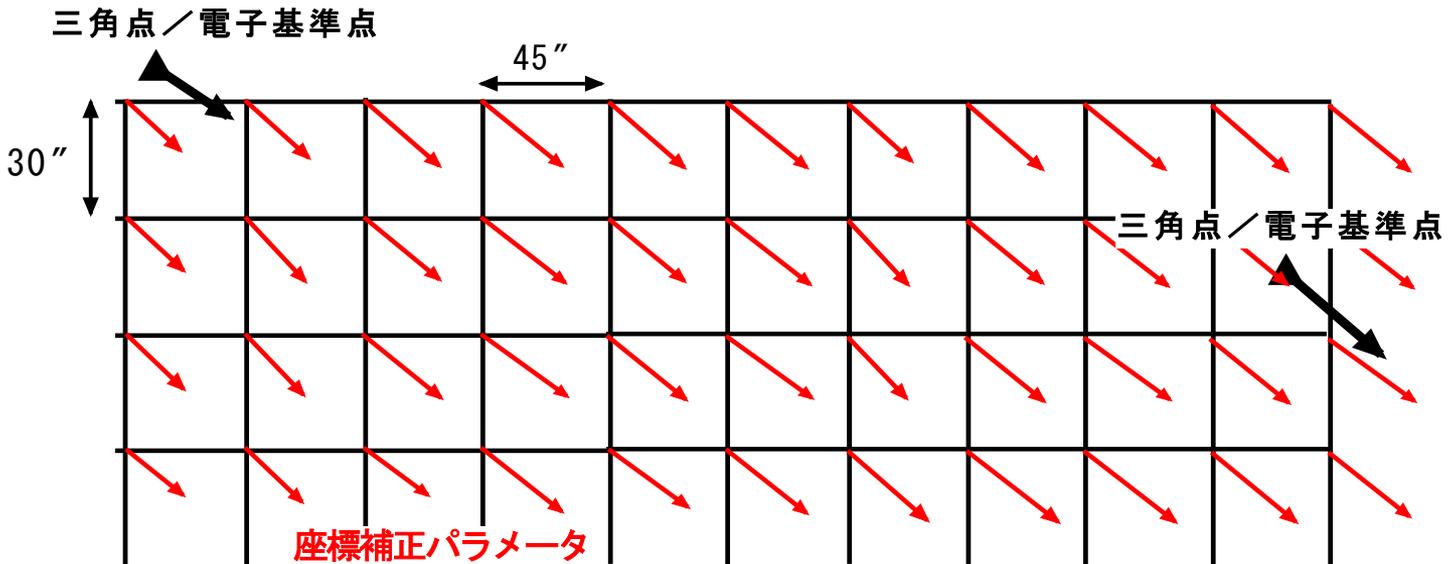
2. 座標補正誤差の推定

パラメータのもつ正確さは？

PatchJGD

(パッチジェイジーディー)

東日本大震災の既知点は約10km間隔、パラメータは1km×1km格子点上
だが、その分解能はない。



熊本地震の既知点は、三角点なので、既知点間隔は推定数kmである。

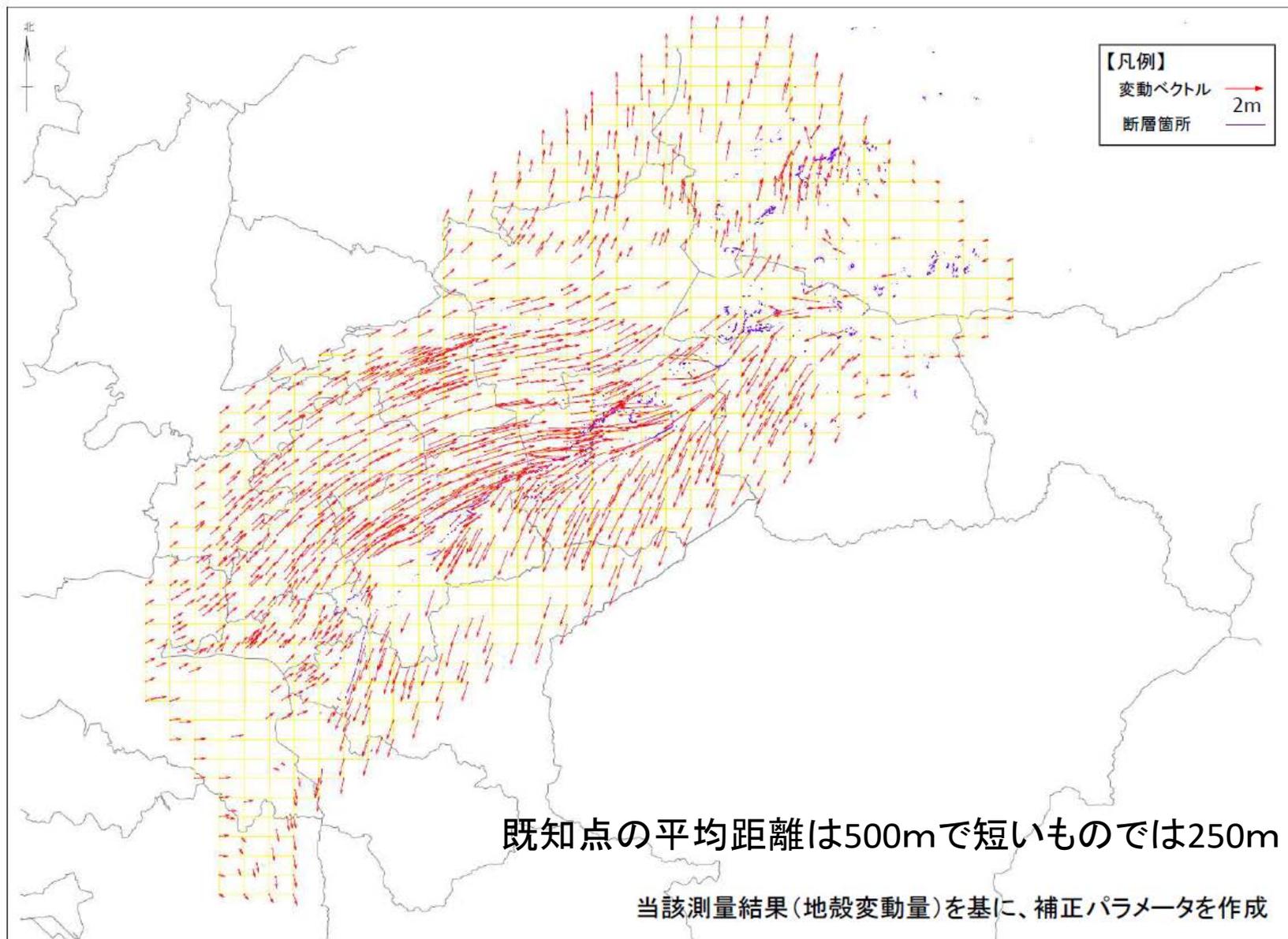
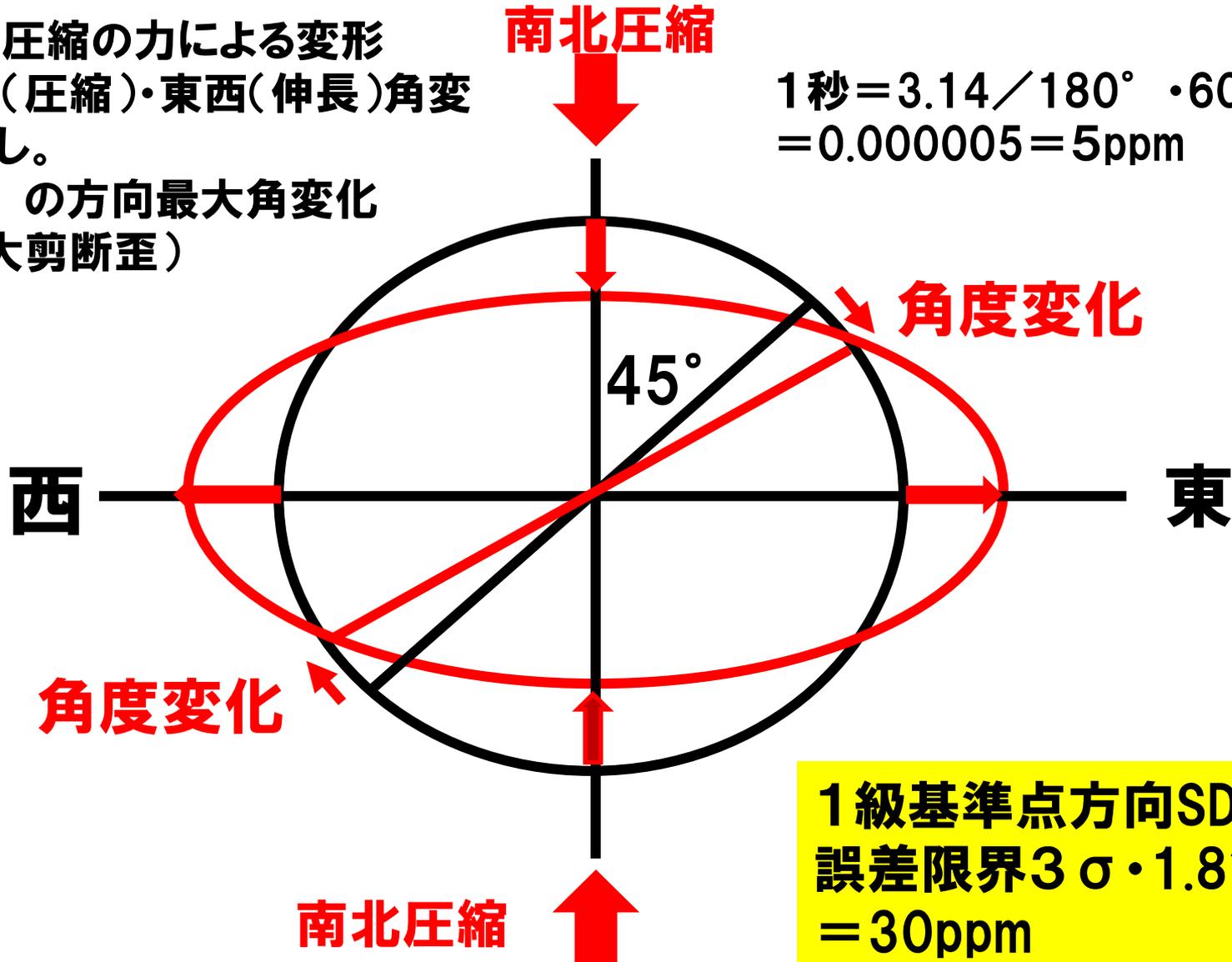


図3 地籍整備課により改測された地域の地殻変動

最大剪断歪(パラメータの誤差推定)

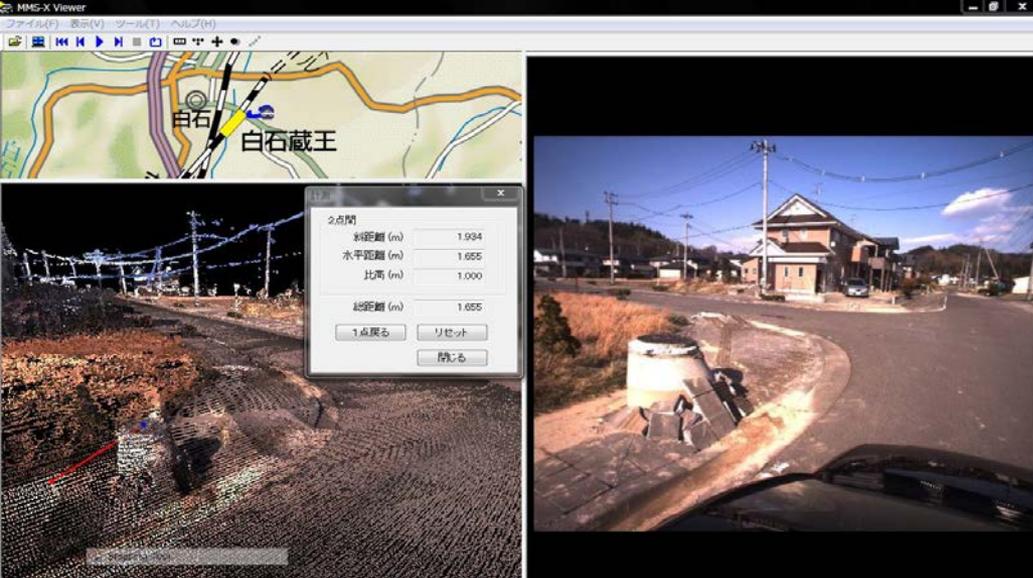
国土地理院のパラメータ公開直後当社の計算結果を公開

南北圧縮の力による変形
南北(圧縮)・東西(伸長)角変化なし。
45° の方向最大角変化
(最大剪断歪)



$$1 \text{ 秒} = 3.14 / 180^\circ \cdot 60' \cdot 60'' \\ = 0.000005 = 5 \text{ ppm}$$

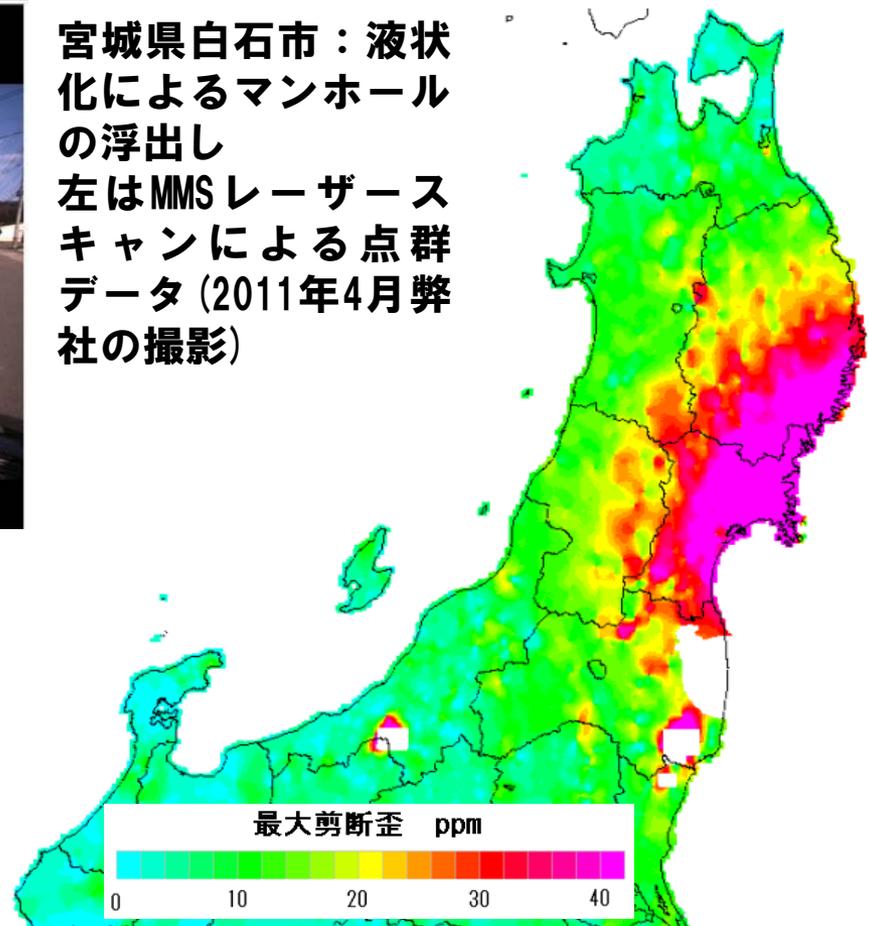
1級基準点方向SD = 1.8''
誤差限界 $3\sigma \cdot 1.8'' \cdot 5 \text{ ppm}$
= 30 ppm



宮城県白石市：液状化によるマンホールの浮出し
 左はMMSレーザースキャンによる点群データ(2011年4月弊社の撮影)



千葉県浦安市今川地区
 液状化による地盤変動で電柱や塀が傾く
 2011年4月8日 筆者撮影



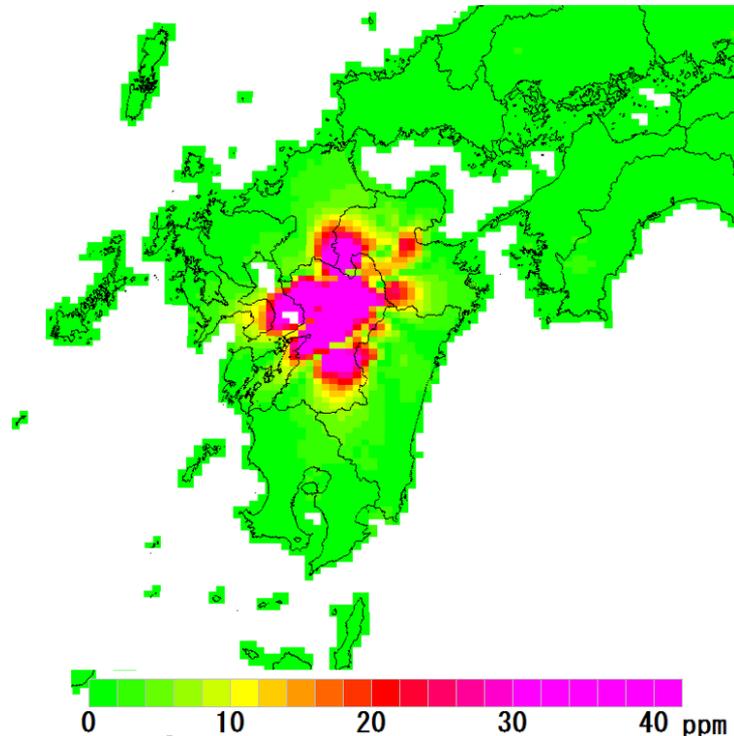
PatchJGD座標補正の推定誤差
 赤色地域30ppm以上は要注意

国土地理院の公開データを利用しアイサンテクノロジー株式会社が作成

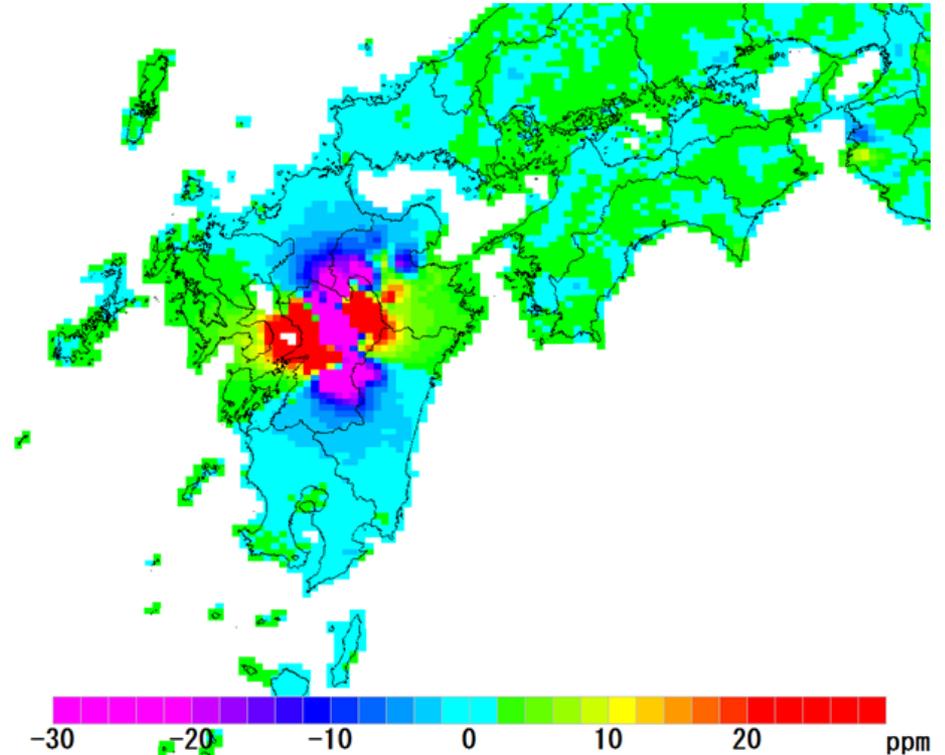
2016年4月熊本地震の地殻変動

国土地理院の公開データを利用しアイサンテクノロジー株式会社が作成

電子基準点R3解を利用した水平最大剪断歪
期間2016/04/01~2016/04/18



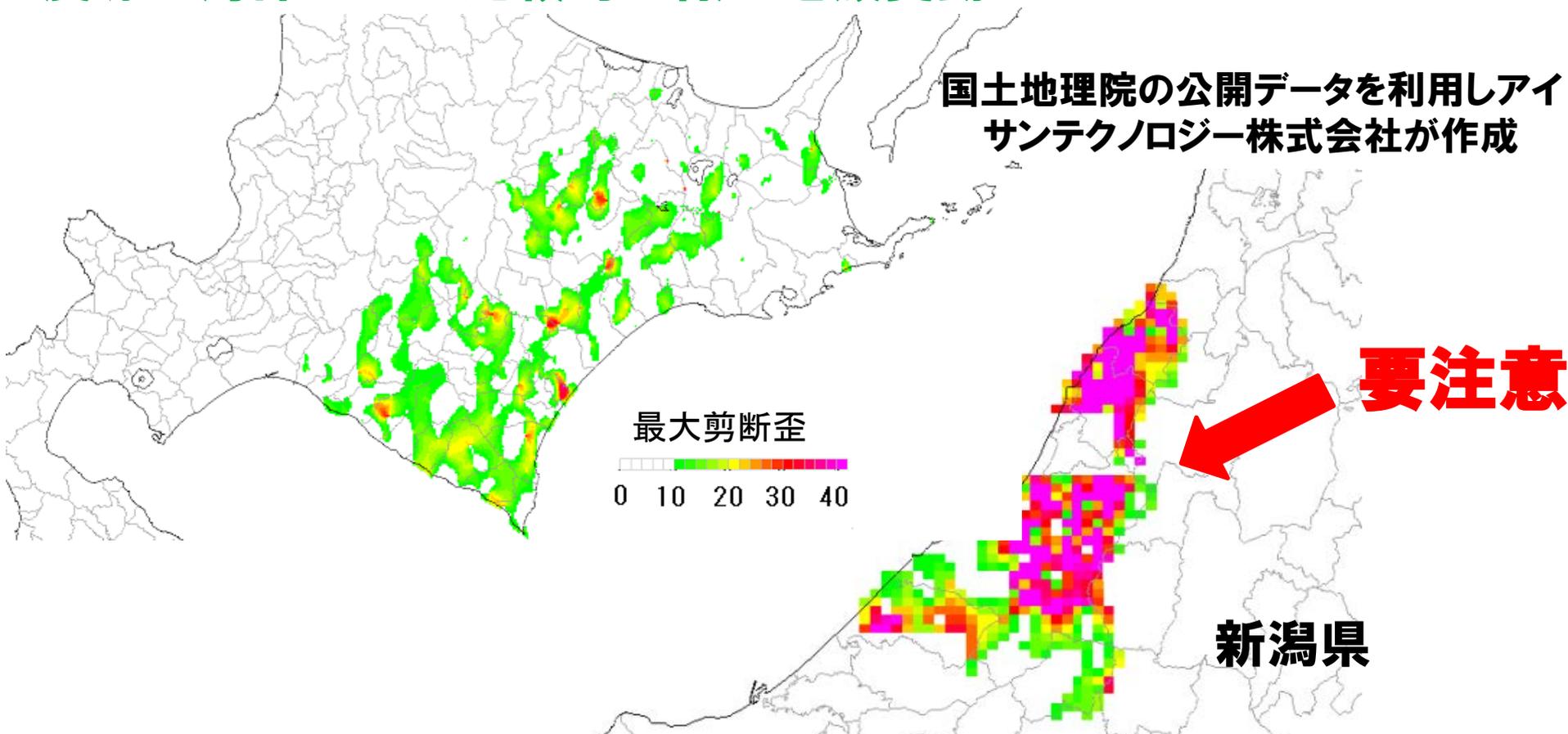
電子基準点R3解を利用した水平面積変化
期間2016/04/01~2016/04/18



座標補正パラメータの信頼度

2003年十勝沖地震のPatchJGD

震源：海部なので比較的一様な地殻変動



2007年新潟県中越沖地震のPatchJGD

震源：陸地近傍

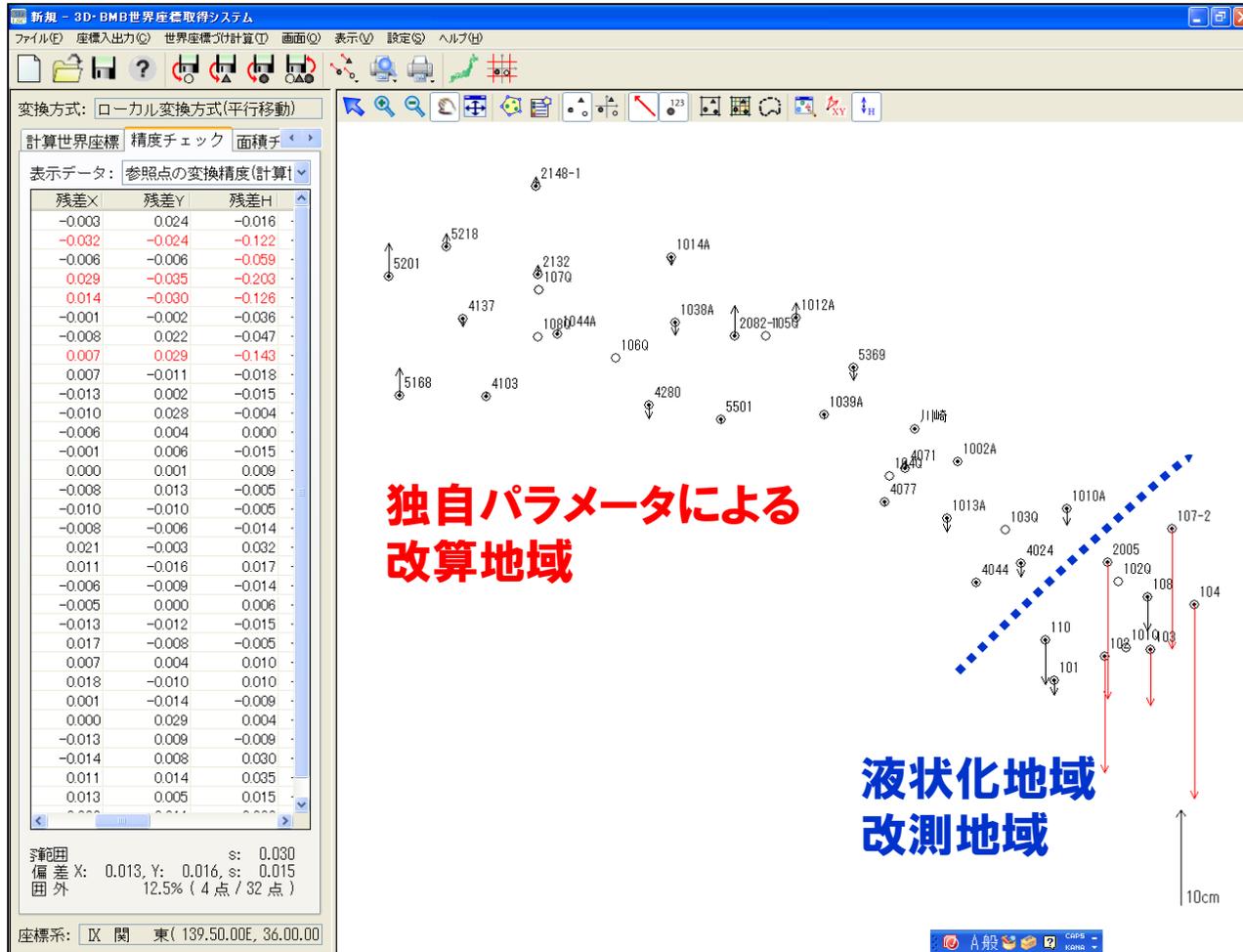
独自パラメータによる改算

「公共測量成果改定マニュアル」に定められた改算による成果の改正である。

独自パラメータ計算式は、マニュアルに特段の定めはないが、「測地成果2000導入に伴う公共測量成果座標変換マニュアル」第37条に定められたアフィン変換の式等が使われる。

独自パラメータ(3D-BMB)

東日本大震災時の川崎市の公共基準点の地殻変動量調査:埋立地域に液状化が発生不規則な地殻変動(全面改測)。内陸地域は、改測点密度を高めて、独自パラメータによる改算。図は当社開発の「3D-BMB」ソフトウェアによる。



データは(一社)神奈川県測量設計業協会川崎支部提供

川崎市地殻変動の平均値及び標準偏差

		x(m)	y(m)	H(m)
埋立地	平均値	0.020	0.246	-0.094
	標準偏差	0.018	0.026	0.064
	標本数	8	8	8
内陸	平均値	0.020	0.242	0.003
	標準偏差	0.011	0.012	0.016
	標本数	23	23	23

川崎市の地殻変動調査(単位m)神奈川県測量設計業協会川崎支部提供

表は、川崎市公共基準点31点の県測結果から得られた、地殻変動の平均値及び標準偏差である。陸地域と埋立地域の地殻変動の分散に違いがあるか？次頁で検定を行う。

液状化地域：改測と改算の判定基準

下の数値の分母は内陸地域の地殻変動量の分散であり、分子は埋め立て地域の地殻変動量の分散である。この比が等し(=1)ければ、両地域の分散は、等しいと推定できる。

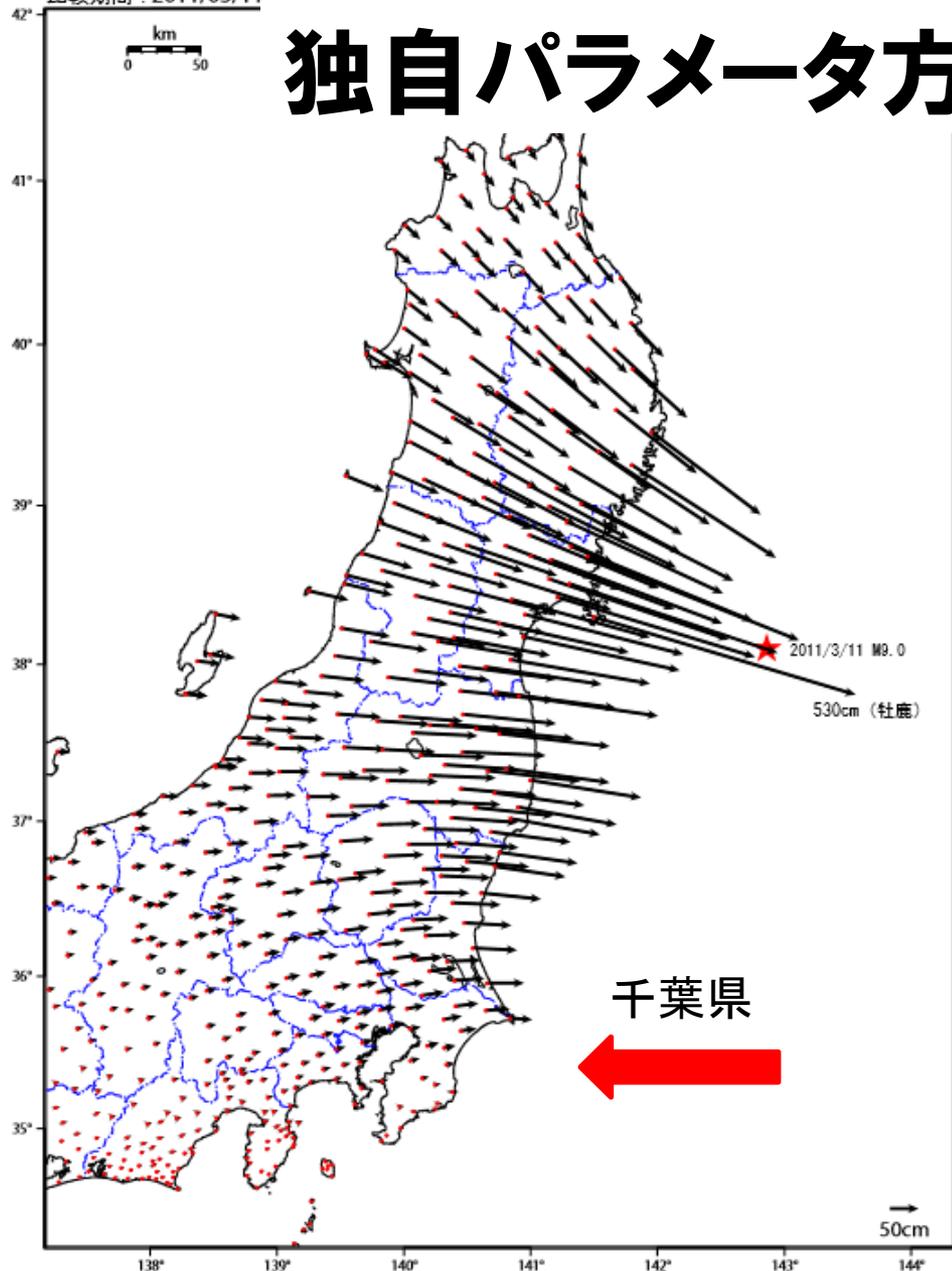
$$F_x = \frac{s_{x1}^2}{s_{x2}^2} = \frac{0.018^2}{0.011^2} = 2.7 \quad F_y = \frac{s_{y1}^2}{s_{y2}^2} = \frac{0.026^2}{0.012^2} = 4.7 \quad F_H = \frac{s_{H1}^2}{s_{H2}^2} = \frac{0.064^2}{0.016^2} = 16.0$$

統計的検定により、F分布表における有意水準0.05、自由度 $v_1=7$ 、 $v_2=22$ のから限界値を求めると「2.46」を得る。従って、3成分全ての成分において $F > 2.46$ となり、埋め立て地域の変動量のばらつきは、内陸より大きくなっていることを示している。

従って、液状化地域の変動量は、液状化の影響を受けた不規則な変動であり、PatchJGDや独自パラメータ方式による成果改正でなく、改測による成果改正が適当である、という結論になる。

基準期間: 2011/03/01 21:00 - 2011/03/09 21:00

比較期間: 2011/03/11 18:00 - 2011/03/11 21:00



独自パラメータ方式の適用範囲

千葉県の地震時の地殻変動は、北端で50cm南端でほとんどなし。このように、対象地域内で地殻変動が大きく異なる場合、独自パラメータ方式は、せいぜい、1市区町村単位以内で適用可能で、広域では使えない。

県単位の広域を一挙にカバーするパラメータは、追加観測を加えたPatchJGDをつくることになる(熊本地震における地籍調査の例)。

ただし、マニュアルに定められていないので、この方法は日測協の成果検定が受けられない可能性がある。

各自治体の成果改定

2011年東北地方太平洋沖地震により、各自治体が管理する公共測量の基準点が、改定される筈である。各自治体の成果改定手法について、国土地理院の東北地方測量部に確かめたところ、“多分PatchJGDが主流だろうが、詳細は把握していない”との回答であった。関東地方測量部の回答は、“何件か独自パラメータが使われている例があるが、多くない”ということであった。

土地家屋調査士業務 基準点成果の扱い

1995年兵庫県南部地震時の地殻変動と土地登記の基準が示された

兵庫県南部地震による土地の水平地殻変動と登記の取り扱いについて
平成7年3月29日法務省民三第2589号(回答)

地震による地殻の変動に伴い広範囲にわたって地表面は水平移動した場合には、土地の筆界も相対的に移動したものとして取り扱う。なお、局部的な地表面の土地の移動(崖崩れ等)の場合には、土地の筆界は移動しないものとして取り扱う。

2011年東北地方太平洋沖地震における地積測量図の取り扱いに関する民事第2課長通知が出された。

地積測量図作成：民事二課長通知

成果公表前後における地積測量図作成に関する民事二課長通知

測量成果停止中の基本三角点等の扱い
法務省民二第695号 平成23年3月18日
法務省民事局民事第二課長

平成23年東北地方太平洋沖地震に伴い基準点測量成果の公表が停止された地域における地積測量図の作成等に関する留意点について(通知)

- ①成果公表停止地域：第77条第2項に該当するものとして、近傍の恒久的地物に基づく測量の成果として取り扱う。
- ②地震前の測量成果による筆界点の座標値の取扱い 提出された地積測量図に記録された筆界点の座標値が地震前の測量成果に基づくものである場合には、地震後に、その成果について、点検が行われ、その点検結果において相対的位置に変動がない(公差の範囲内)と確認されたときは、その旨が、規則第93条ただし書に規定する土地家屋調査士又は土地家屋調査士法人が作成した不動産に係る調査に関する報告に記録されていることが必要となる。

地積測量図作成：民事二課長通知

測量成果公表後の基本三角点等の扱い
法務省民二第2775号 平成23年11月17日
法務省民事局民事第二課長

東日本大震災に伴う地殻変動により停止されていた基準点測量成果の再測量後の成果が公表されたことに伴う地積測量図の作成等における留意点について(通知)
基本三角点等について、その管理者が再測量又はパラメータ変換を行っていない場合に、申請代理人である土地家屋調査士が自らパラメータ変換を行い、それを地積測量図に記録したときは、管理者がパラメータ変換を行ったものに準じた取扱いとする。

進化する衛星測位に対応した位置情報の活用

現在の測量は、基線ベクトル等に基づく相対測位が主流である。衛星測位時代は、精密単独測位（PPP）やネットワーク型RTKによる座標観測が主流になり、従来の基準点測量は不要になる。地籍調査でいえばCD工程が不要になり、F工程で対処可能となる。従って、測量の主流は、衛星測位による座標観測値と細部測量になる、と予想できる。

諸外国の測位衛星システムの状況

米国	GPS	約10m	31機体制運用中
ロシア	GLONASS	約50-70m	28機体制運用中
欧州	Galileo	約1m	18機体制運用中 2020年24機体制予定
中国	BeiDou	約10m	20機体制運用中 2020年35機体制予定
インド	NAVIC	10-20m	7機体制運用中
日本	準天頂衛星 システム	数cm等	4機体制運用中 2023年7機体制予定

内閣府企画官 坂部真一：平成29年10月25日、リアルタイム測位利用技術講習会

基準点測量不要・3D細部測量

準天頂衛星を含む各国の衛星利用により、これまでの基線ベクトル観測のような相対測位から、精密単独測位（PPP）のような座標観測が、位置取得の主流になる。その結果、1、2、3級基準点測量及び図根三角、図根多角測量のような基準点測量が不要になる。衛星測位とTSの組み合わせによる細部測量が、衛星測位時代の測量の主流になる。風水害や津波被害の多い日本では、準天頂衛星で標高測量精度が向上した3D細部測量が主流にする必要があります。



堤防が決壊した常総市三板町地区（2015年9月15日、筆者撮影）：濁流に流された家とそれを受け止めた白い家。男性を濁流から救った電柱（その背景は筑波山）。

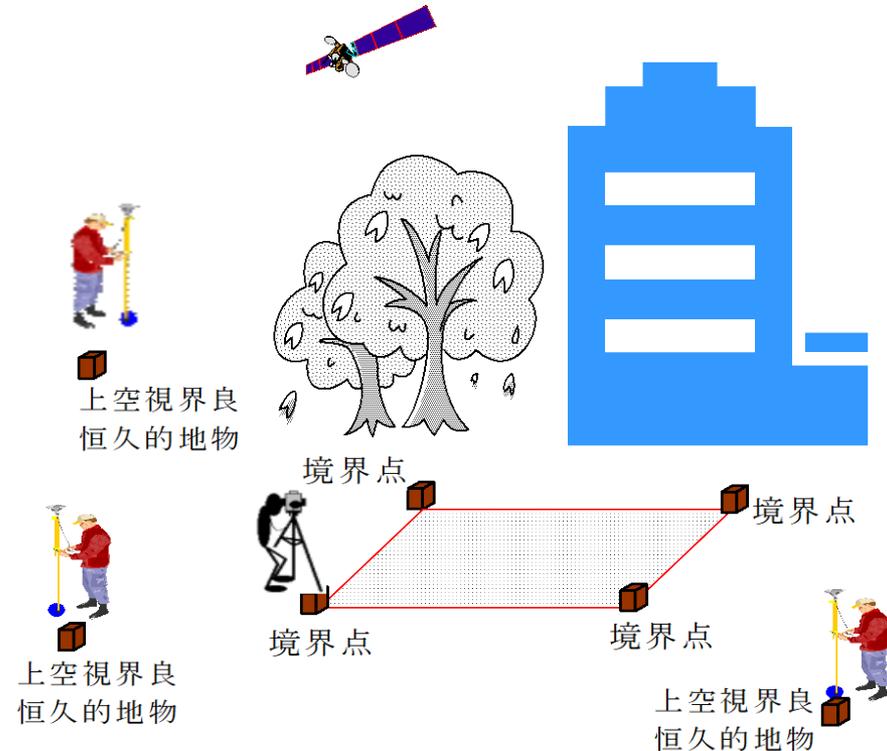


屋上に登った乗用車（南三陸町）
2012年5月12日筆者撮影

3D地積測量図（規則第77条2項地図）作成

規則第77条第1項に基づく地積測量図の世界座標化は、都市部に限定的に設置された街区基準点を主な既知点として作成される。

平成19年11月26日：連合会会長松岡通知に基づく地積測量図作成地積測量図作成におけるネットワーク型RTK-GPS測量について（通知）基本三角点等が近傍に存在しない場合、恒久的地物上で世界測地系の座標化。



衛星測位時代の地積測量図作成は、規則第77条第2項に基づく恒久的地物上での座標観測値に基づく世界座標化が容易になる。国土調査年間約70万筆認証、調査士年間200万個認証：影響大

独自パラメータソリューションツール3D-BMB

2002年度に施行された世界測地系への移行にあたって、弊社が同年6月「JGDTrans2000/LSC」を発売した。商品名のとおり、最小2条コロケーション法を座標変換に応用したソフトウェアである。国土地理院はじめ多くの地方自治体における座標変換にご活用いただいた。

2008年5月21日に「平成検地／BMB」として、特許番号4088234号で登録。【特許公開番号2005-115130「地積測量図の世界座標付与方法」にて技術内容は開示済み。出願番号 2003-350750 公開番号 2005-115130 登録番号 4088234号】である。

その後、さらに、ネットワーク型RTK測位とTS測量それぞれの特性を生かした、ハイブリット測量を実現するシステムとして、社団法人日本測量協会による厳正な審査を経て公共測量等で利用するのに十分な精度を持つシステムとして、「BMB世界座標取得システム」が平成21年4月「建設技術審査証明(測量技術)第2101号」を取得した。

2013年リリースの最新バージョンは、標高補正に対応した「3D-BMB世界座標取得システム」である。既に一部自治体への導入も行われており、高い評価と信頼を頂いている。

【注】BMBの「B」は、TSにより近距離の正確(Best)な相対位置を測定し、「MB」はネットワーク型RTKにより最小座標誤差(Minimum Bias)を得るシステム名として命名した。



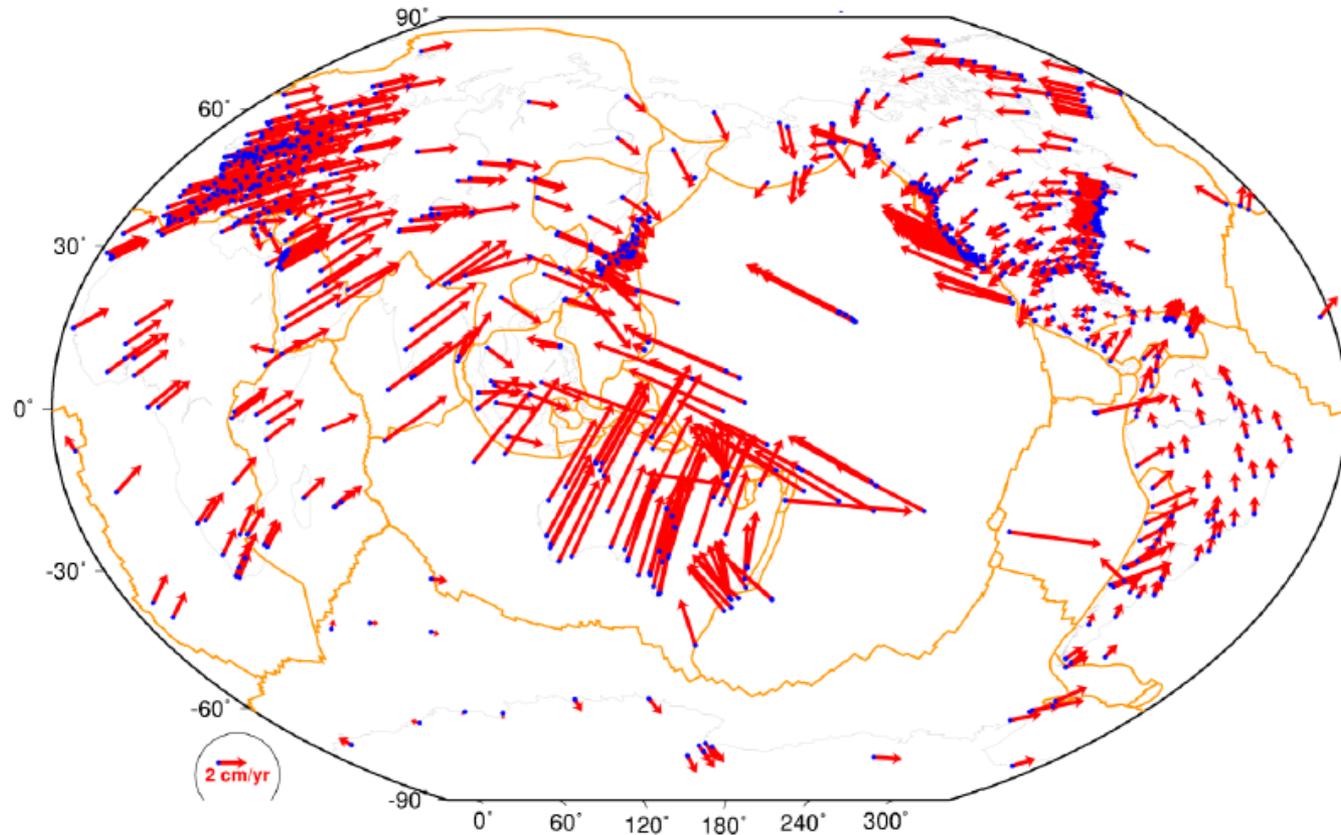
日本測量協会
技術審査証明

衛星測位成果と地殻変動

日本列島の地殻変動の大きさは、年間平均数 cm である。この地殻変動への対応として、日本は、「セミ・ダイナミック測地系」を採用している。 cm 級の正確な位置を求めるため、日本の地殻変動への対処について考察する。

全地球規模の地殻変動対応

図は全地球の地殻変動でITRF2014を構築するときの地殻変動である。

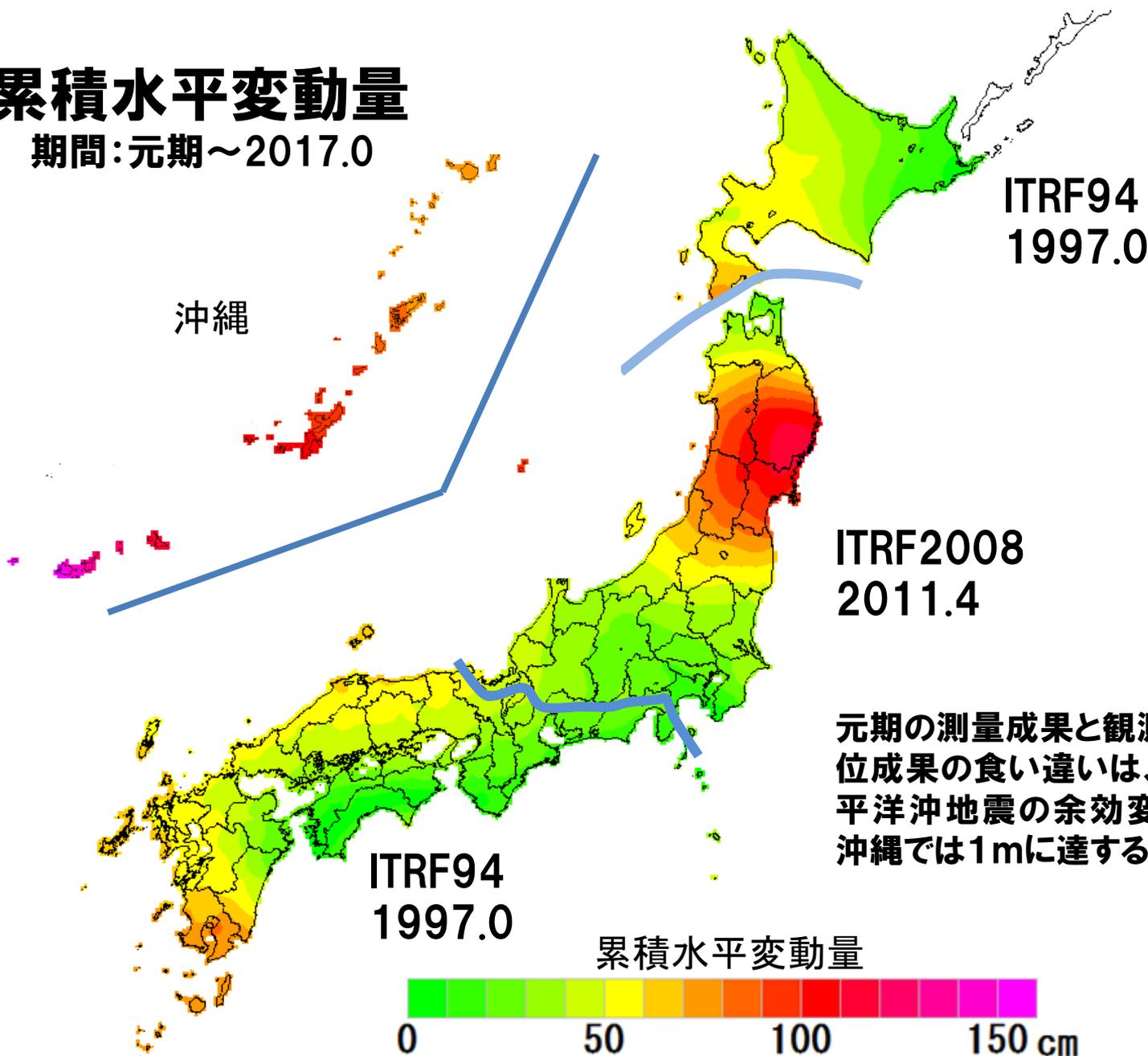


日本測地学会website

< <http://www.geod.jpn.org/contents/itrf2014-release-info.pdf#search=%27ITRF2014+site%27> >

累積水平変動量

期間:元期~2017.0



ITRF94
1997.0

ITRF2008
2011.4

ITRF94
1997.0

元期の測量成果と観測時の衛星測位成果の食い違いは、東北地方太平洋沖地震の余効変動地域及び沖縄では1mに達する。

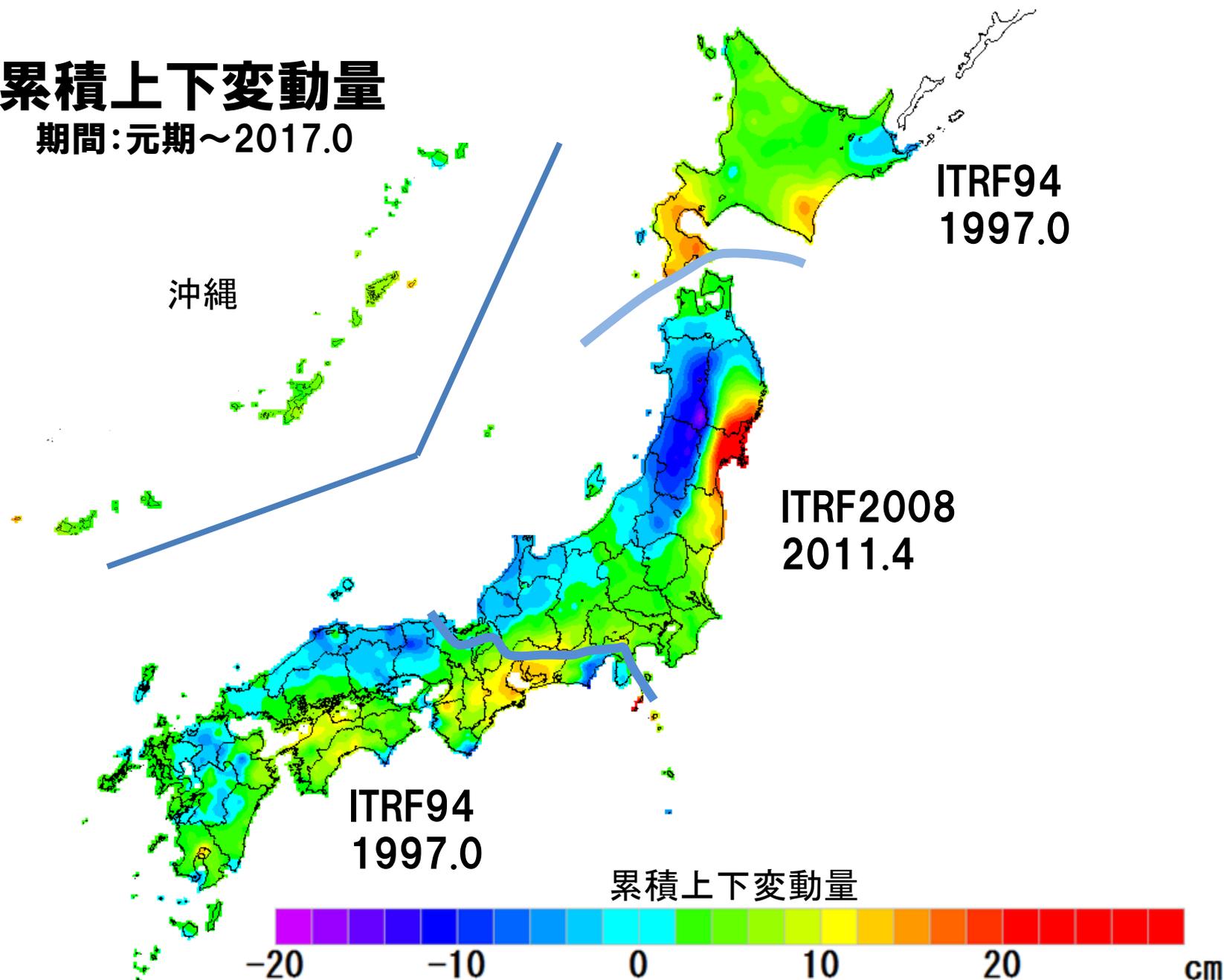
累積水平変動量



国土地理院公開の座標補正パラメータを使い当社が計算図化した

累積上下変動量

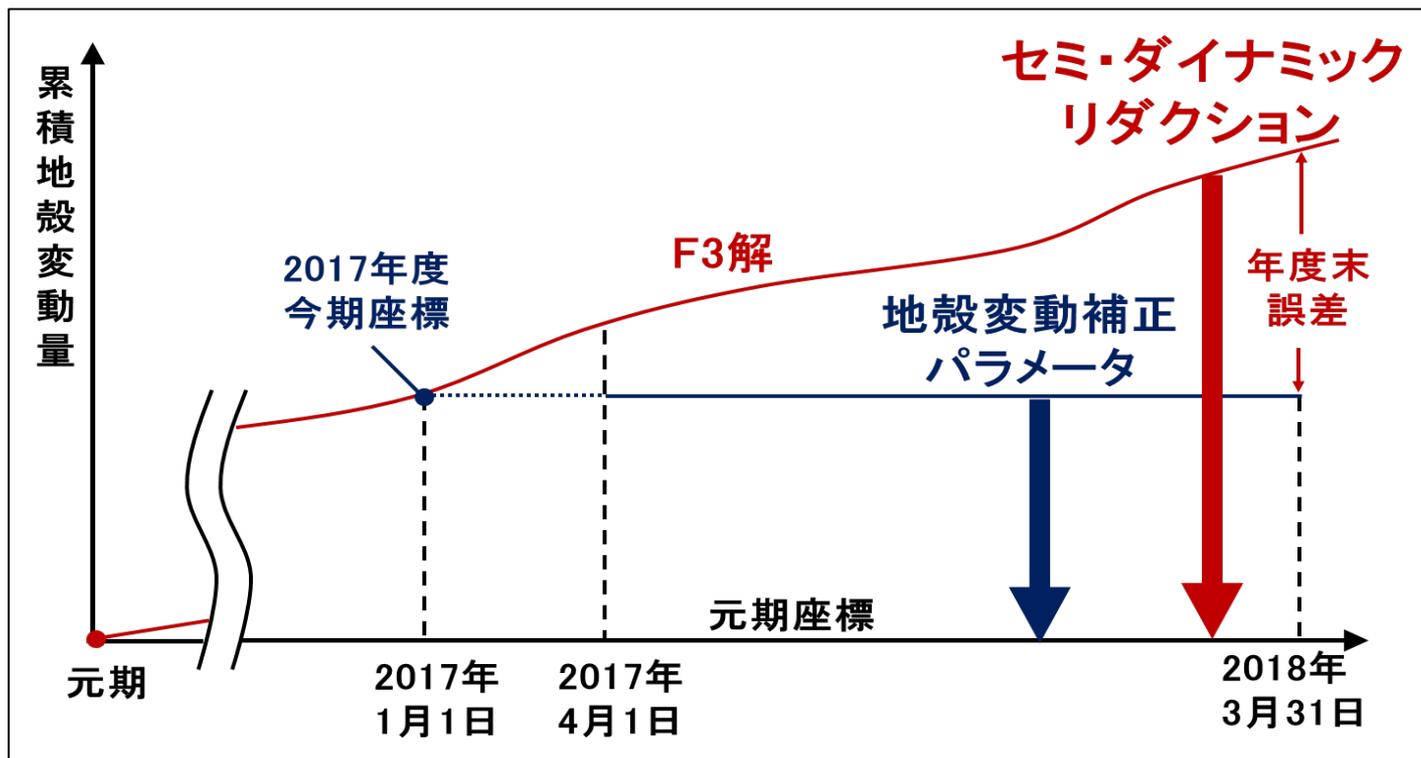
期間:元期~2017.0



国土地理院公開の座標補正パラメータを使い当社が計算図化した

セミ・ダイナミック リダクション

セミ・ダイナミック補正は、相対測位であるGNSS基線ベクトルにのみ適用されるものである。国土地理院が毎年4月1日に公表するこの補正に使う地殻変動補正パラメータは、日々の座標である「F3解 (Final Solution)」から推定されたその年の1月1日の「今期(yy.0)」の座標が、その年度1年間を通じて使われる。年度末の3月の座標は、15か月前の座標であり、その期間のずれに相当する地殻変動誤差が生じる。誤差の大きさは、年間変動量に相当する数cm余と推定できる。精密単独測位(PPP)のような座標観測は、その誤差をまともに受ける。当社は、国土地理院が公表する日々の座標(F3解)を使って、地殻変動を受けたリアルタイムの観測値を元期に化成(リダクション)するcm級位置の正確さを保証する「セミ・ダイナミック リダクション」を開発した。ただし、この用語は公的なものではない(測位航法学会ウェブサイト、2015年4月)

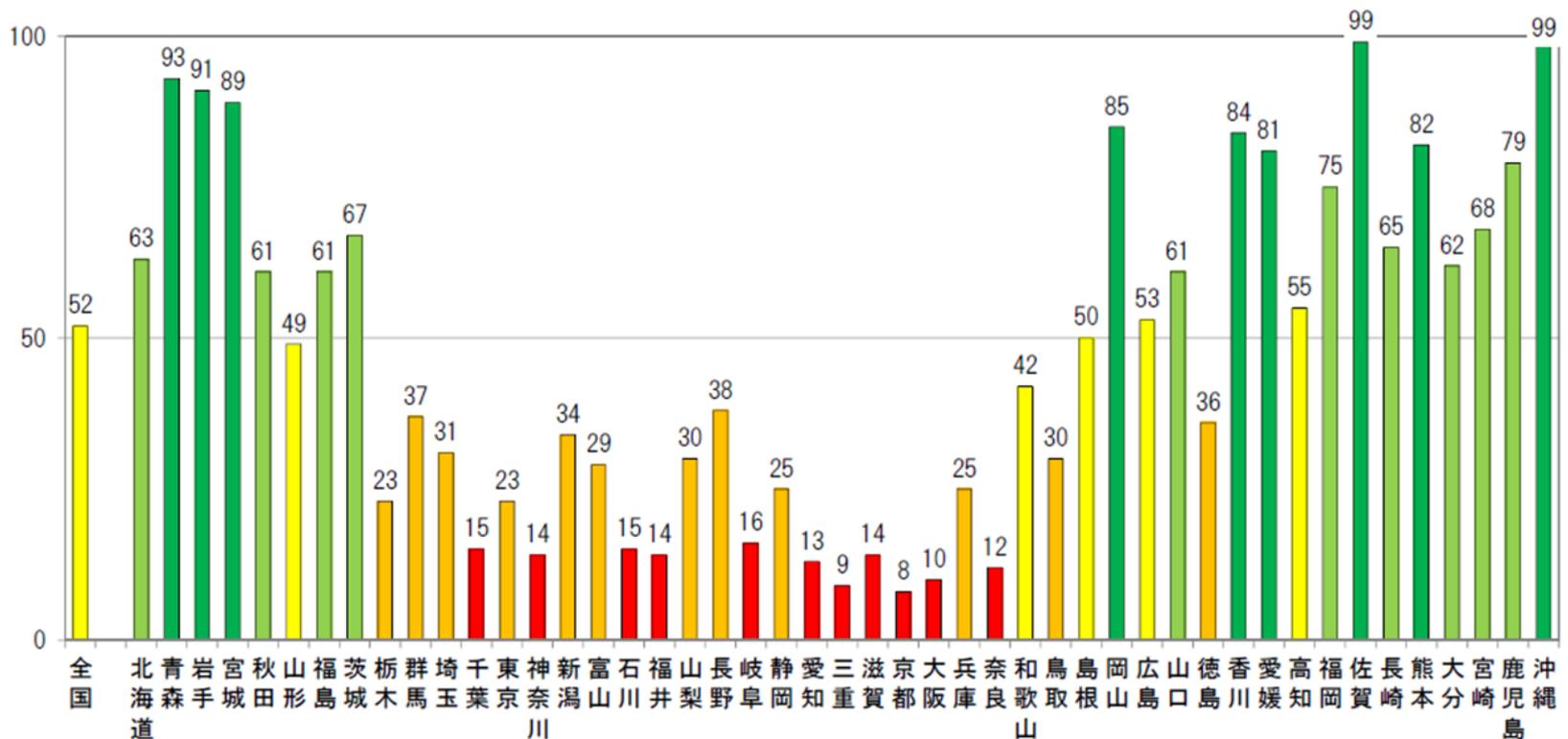


震災復興の要 事前調査

1. 国土調査法に基づく地籍調査による官民境界の確定
2. MMS3次元点群データによる詳細地図の事前作成
3. 基準点の復旧：液状化発生が予想される地域の推定

地籍調査の実施

図は、国土調査法に基づく地籍調査の各県別実施状況である。昭和26年に開始され66年を経過したにも関わらず、平均進捗率は52%にとどまっている。特に、都市部は24%及び林地は45%と遅れが著しい。熊本地震の例のように、地籍調査が実施されている地域においては、詳細な地殻変動が把握でき、復興に役立つ。各自治体は、国土調査法に基づく地籍調査による官民境界を確定しておくことが、震災復興の要になる。



地籍調査進捗率(平成28年度末時点、H29.3月調べ)

MMS(移動計測車両)による災害調査

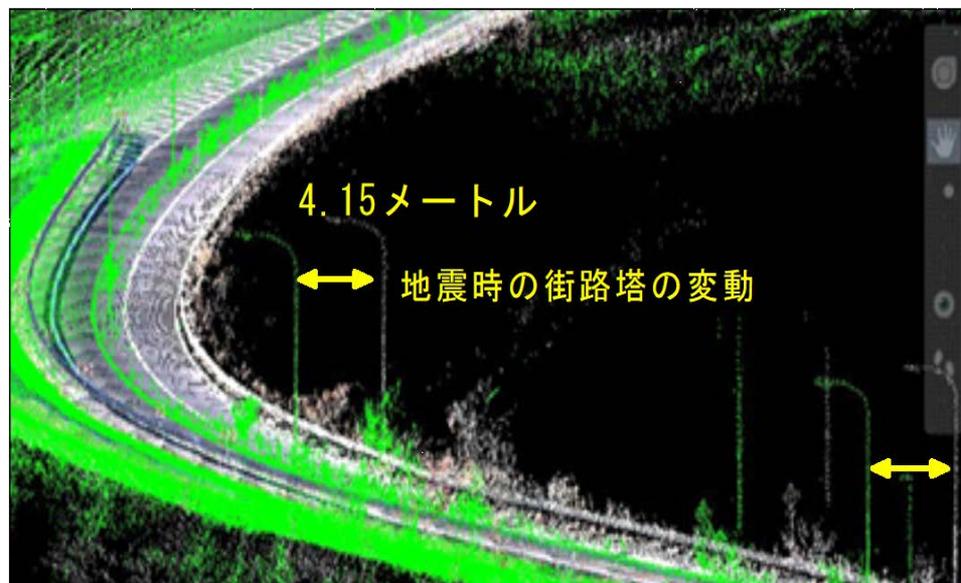
3次元点群データから3次元の地図作成が可能になり、復興に役立つ



【写真上】

液状化により浮き出たマンホール
2011年4月宮城県、弊社の現地調査による。車は弊社のMMS車両

弊社は、「3.11地震」の直前2009年12月、宮城県内の三陸道においてMMS計測を行い、地震後の2011年4月、同地域で再びMMS計測を行った。地震前後の計測値の解析結果、水平変動(左図)及び上下変動(下図)を検出した。



三陸道の街路塔の地殻変動
アイサンテクノロジー株式会社提供

おわり