

電子基準点で国土を測る

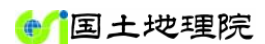
—さらに役立つ位置情報インフラを目指して—

国土地理院測地観測センター
地震調査官
檜山 洋平



Geospatial Information Authority of Japan

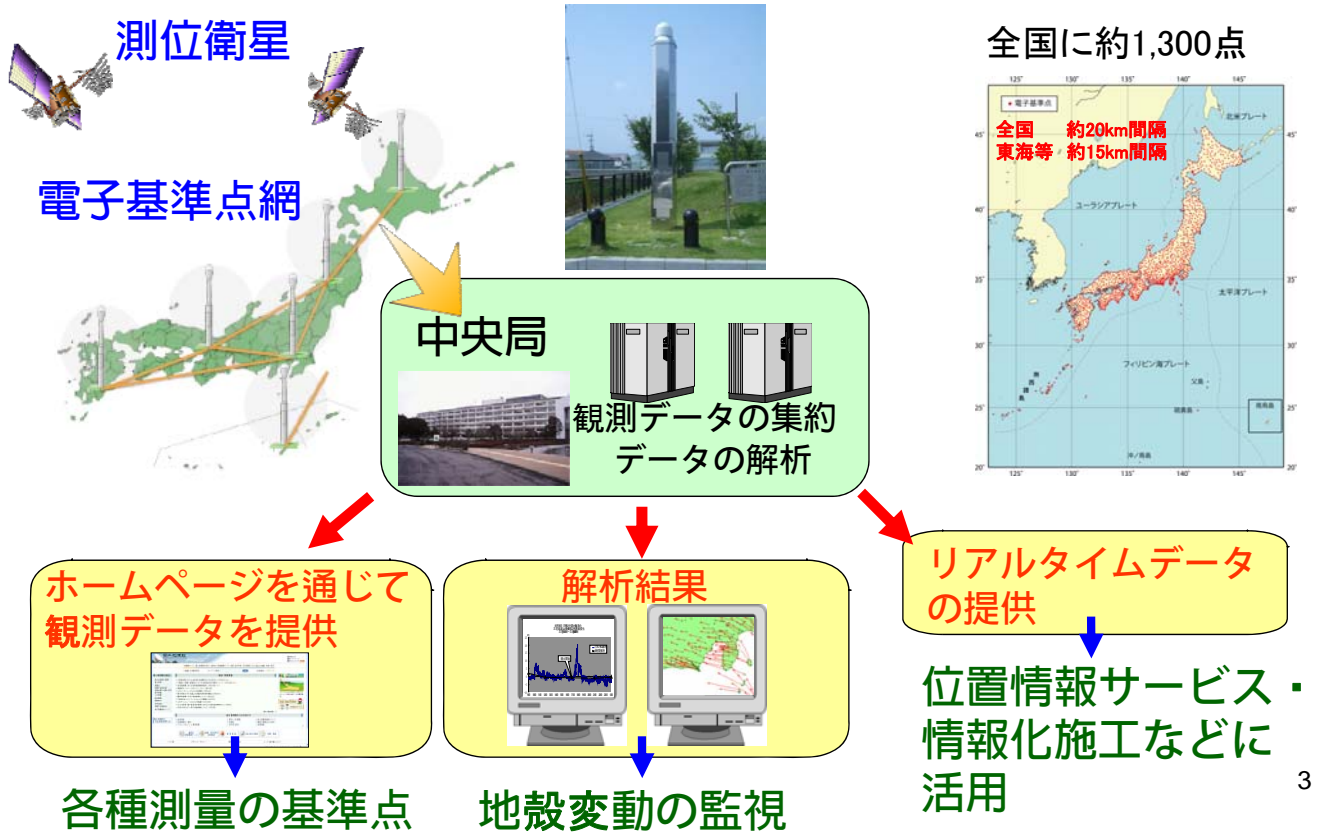
本日の内容



1. はじめに
2. 平成28年(2016年)熊本地震の地殻変動
 - 電子基準点の観測結果
 - 干渉SARの観測結果
3. さらに役立つ位置情報インフラを目指して
 - リアルタイム解析による津波予測支援システム
 - 熊本地震に伴う電子基準点成果改定
 - ガリレオの観測データの提供開始
 - 電子基準点の停電対策の強化
4. まとめ

1. はじめに(GEONETの概要)

GEONET : GNSS Earth Observation Network System



3

GEONETの歴史

COSMOS-G2

Continuous Strain Monitoring System with GPS by GSI

代表的な形状



南関東・東海
 地域:110点

GRAPES

GPS Regional Array for Precise Surveying/Physical Earth Science

代表的な形状



南関東・東海地方
 を除く全国:100点

- 阪神・淡路大震災の発生
- 全国に400点増設(合計610点)

20周年

1996年 GPS連続観測システム(GEONET)の運用開始

1997年 地震に関する基盤的調査観測計画(地震調査研究推進本部)
 「20~25km程度の間隔の三角網を目安にGPS連続観測施設を
 設置するよう努める」とされる

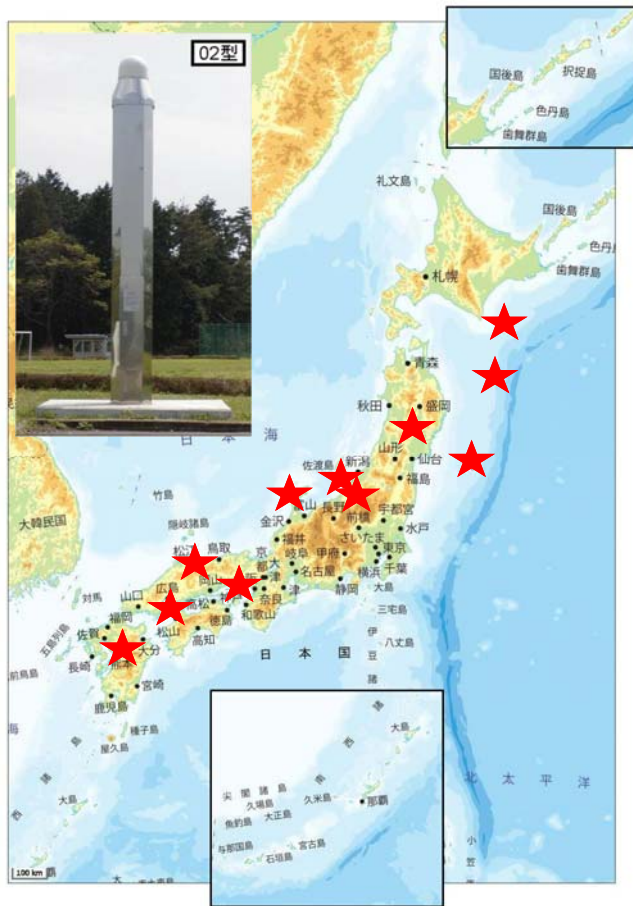
2003年 電子基準点1,200点整備完了

2014年までに 験潮場のGNSS観測点(P点)等の成果公開により、1,300点となる

4

年	地震名(主なもの)	M マグニチュード
1994	三陸はるか沖地震	7.6
1995	兵庫県南部地震	7.3
2000	鳥取県西部地震	7.3
2001	芸予地震	6.7
2003	十勝沖地震	8.0
2004	新潟県中越地震	6.8
2007	能登半島地震 新潟県中越沖地震	6.9 6.8
2008	岩手・宮城内陸地震	7.2
2011	東北地方太平洋沖地震	9.0
2016	熊本地震	7.3

これらの地震の震央を右図に★で示す



1. はじめに

2. 平成28年(2016年)熊本地震の地殻変動

- 電子基準点の観測結果
- 干渉SARの観測結果

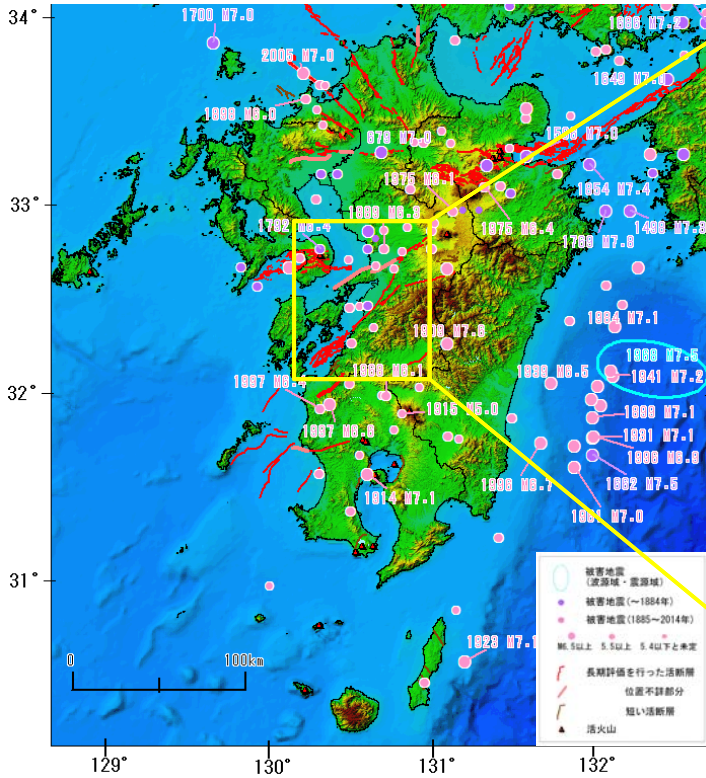
3. さらに役立つ位置情報インフラを目指して

- リアルタイム解析による津波予測支援システム
- 熊本地震に伴う電子基準点成果改定
- ガリレオの観測データの提供開始
- 電子基準点の停電対策の強化

4. まとめ

2. 平成28年熊本地震の地殻変動

九州地方の地震活動と活断層(布田川・日奈久断層帯)

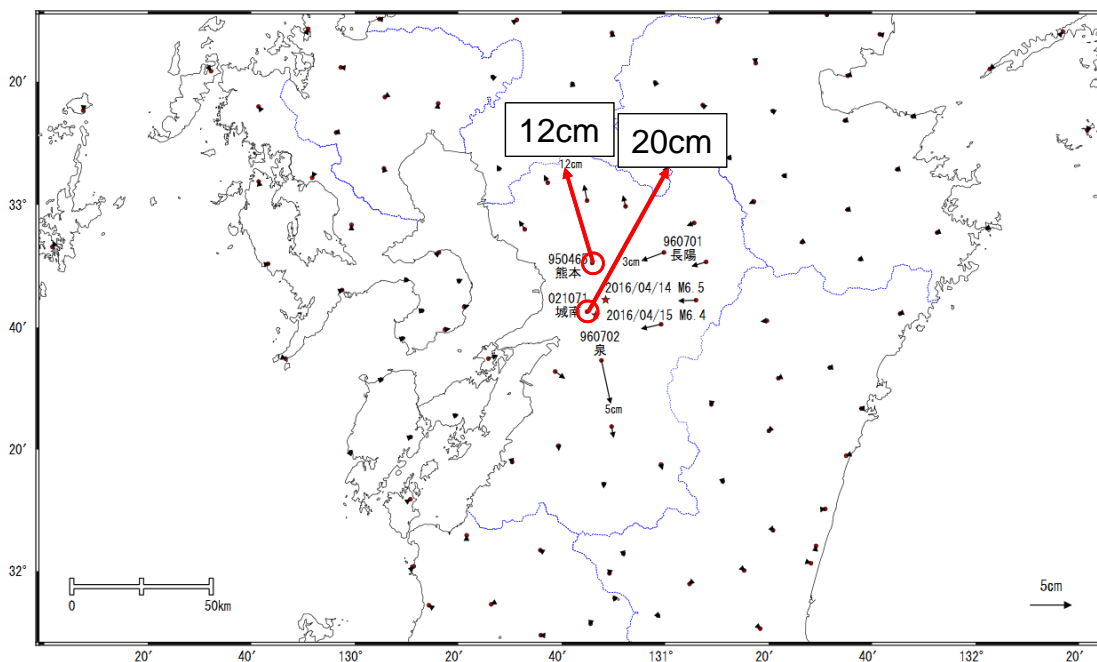


布田川断層帯・日奈久断層帯の評価(一部改訂)
平成25年2月1日地震調査委員会に加筆

「日本の地震活動(第2版)」地震調査研究推進本部地震調査委員会編

2. 平成28年熊本地震の地殻変動

4月14日21時26分 M6.5 } の地震に伴う地殻変動(水平)
4月15日00時03分 M6.4 }

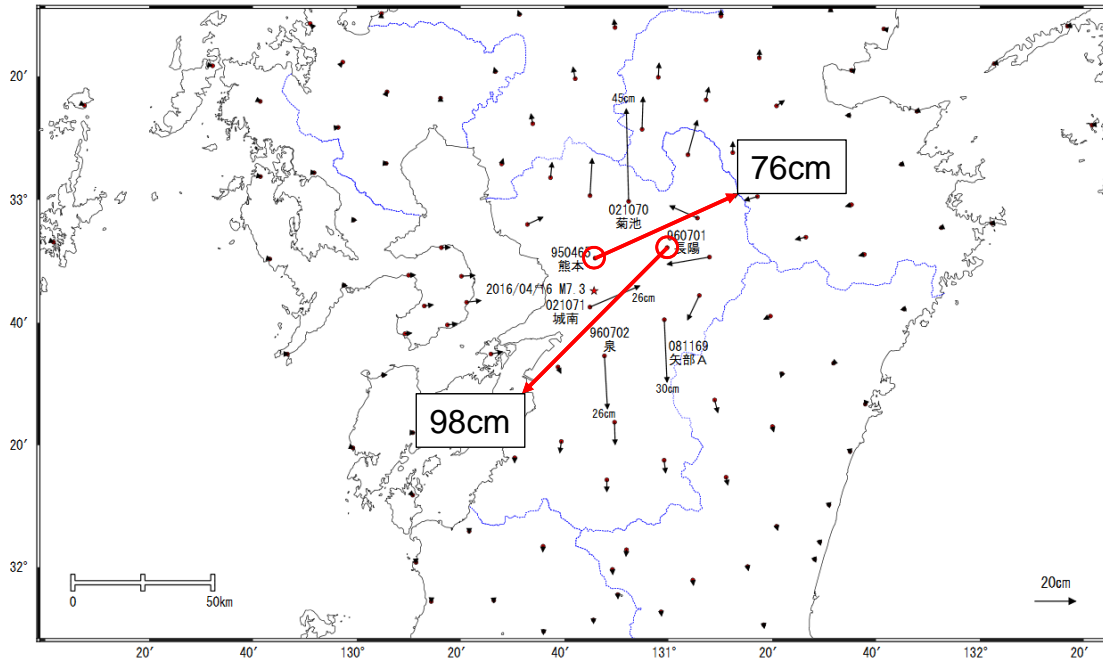


★ 国定局:三隅(950388)

電子基準点「城南(熊本市南区)」で北北東に約20cmの変動

2. 平成28年熊本地震の地殻変動

4月16日01時25分 M7.3の地震に伴う地殻変動(水平)



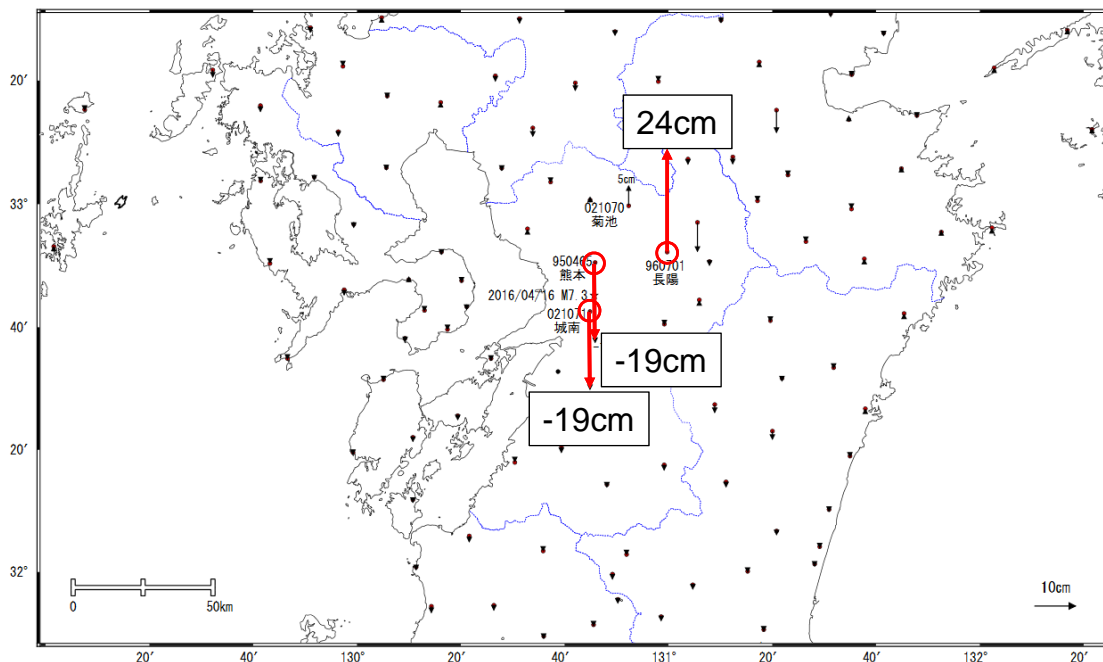
☆ 固定局: 三隅 (950388)

電子基準点「長陽(南阿蘇村)」で南西に約98cmの変動

9

2. 平成28年熊本地震の地殻変動

4月16日01時25分 M7.3の地震に伴う地殻変動(上下)



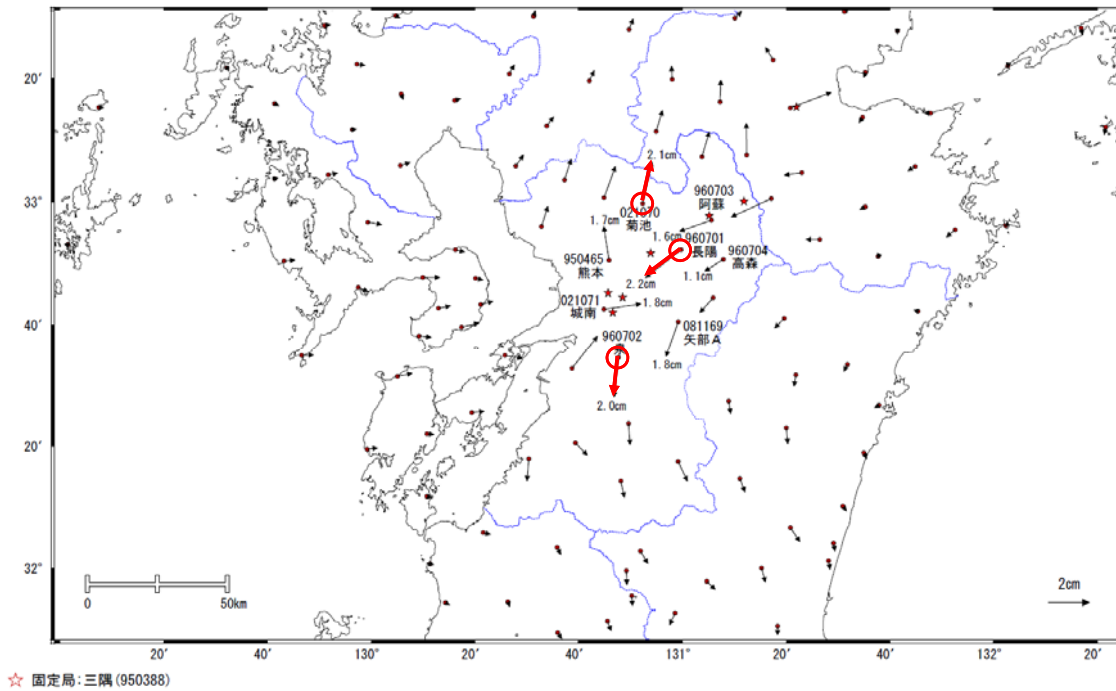
☆ 固定局: 三隅 (950388)

電子基準点「長陽(南阿蘇村)」で約24cmの隆起

10

2. 平成28年熊本地震の地殻変動

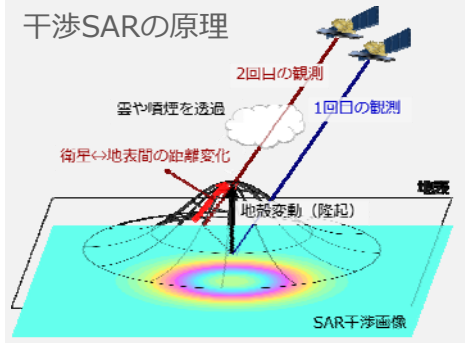
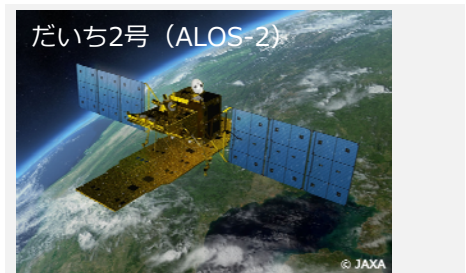
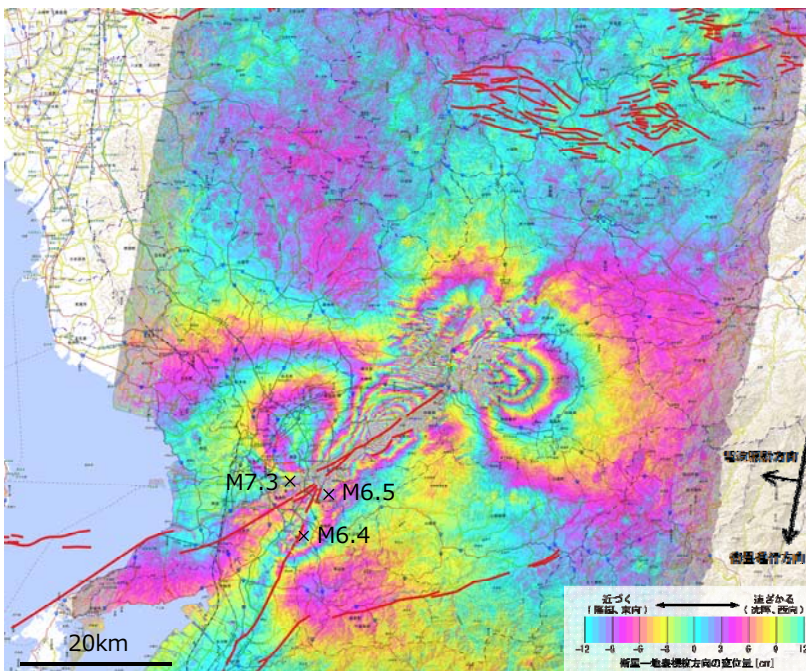
熊本地震に伴う余効変動(余震に伴う地殻変動も含む)



周辺の電子基準点で最大2cm程度の余効変動が観測されている

だいち2号が捉えた平成28年熊本地震の地殻変動

平成28年熊本地震に伴う解析結果 (干渉SAR)
(2016.3.7-2016.4.18)

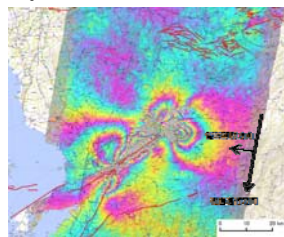


- 活断層 (地震調査研究推進本部)
- × 震央 (気象庁)
 - 2016/04/14 21:26 深さ11km M6.5
 - 2016/04/15 00:03 深さ 7km M6.4
 - 2016/04/16 01:25 深さ12km M 7.3

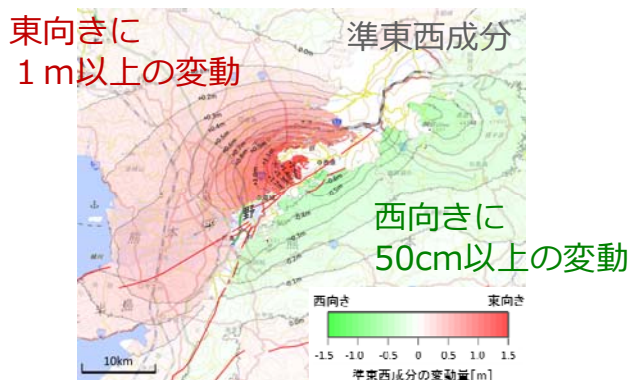
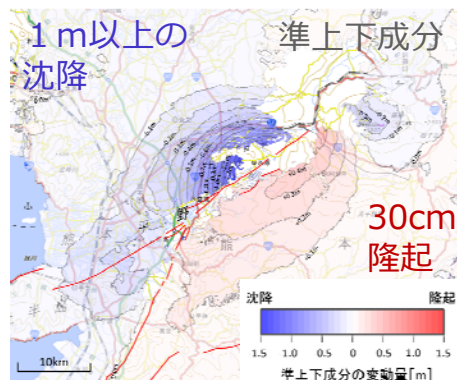
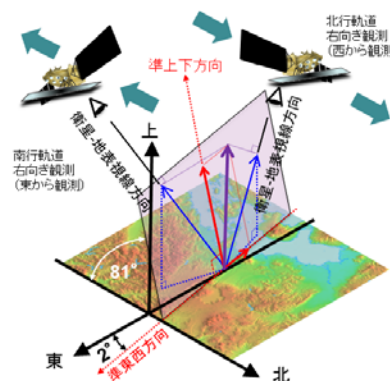
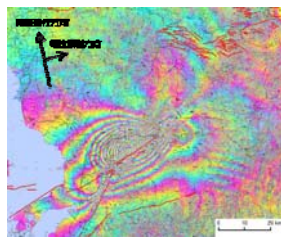
布田川断層帯及び日奈久断層帯に沿って、顕著な地殻変動が検出された。

2.5次元解析による準上下・準東西成分の算出

南行軌道・右観測
(2016.3.7-2016.4.18)

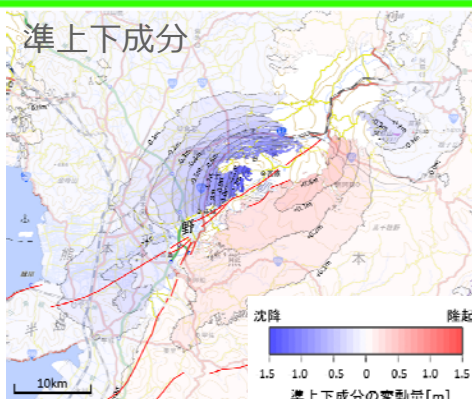


北行軌道・右観測
(2016.2.10-2016.4.19)



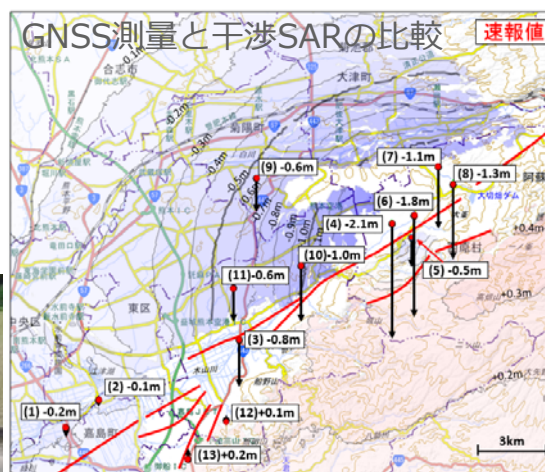
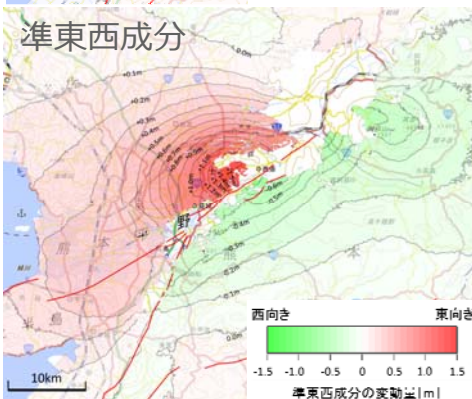
方向の異なる2つの解析結果を利用して、上下成分と東西成分を算出

解析：国土地理院 原初データ所有：JAXA



- 布田川断層帯の北側で1 m以上の沈降，南側では30cm以上の隆起.
- 布田川断層帯の北側で東向きに1 m以上，南側では西向きに50cm以上の変動.

やや正断層成分を含む右横ずれ断層運動であったことを示唆する結果.

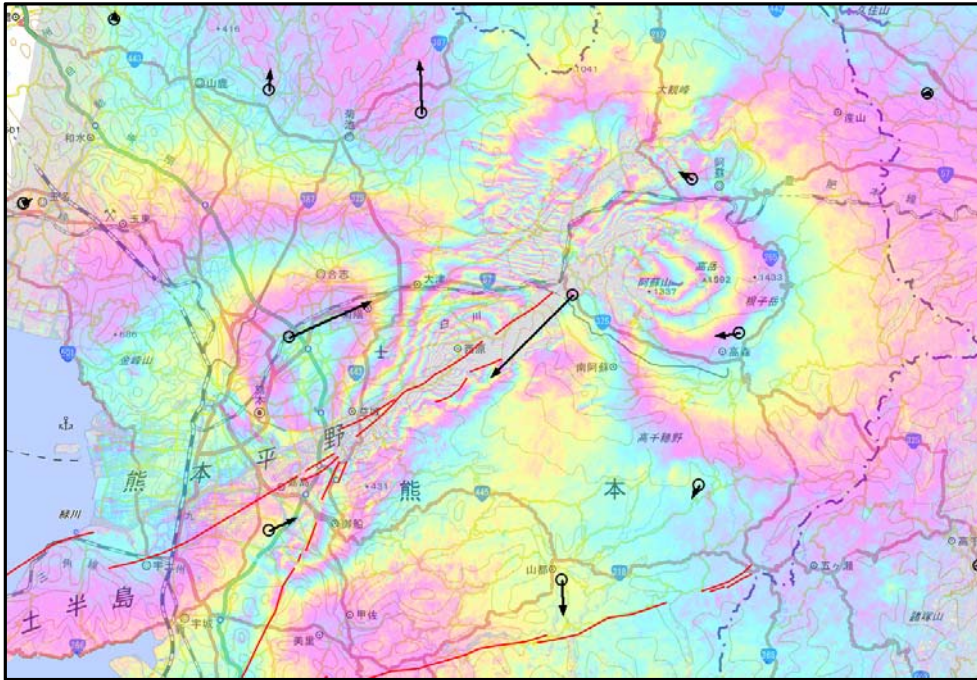


地震に伴う変動を定量的に把握，現地GNSS調査で整合性を確認.

解析：国土地理院 原初データ所有：JAXA

地理院地図による重ね合わせ地図

<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27-kumamoto-earthquake-index.html>
からご覧いただけます



電子基準点のベクトル図、干渉SAR、活断層の位置の重ね合わせにより、観測された地殻変動と地形が分かりやすく表示可能に

15

1. はじめに

2. 平成28年(2016年)熊本地震の地殻変動

- 電子基準点の観測結果
- 干渉SARの観測結果

3. さらに役立つ位置情報インフラを目指して

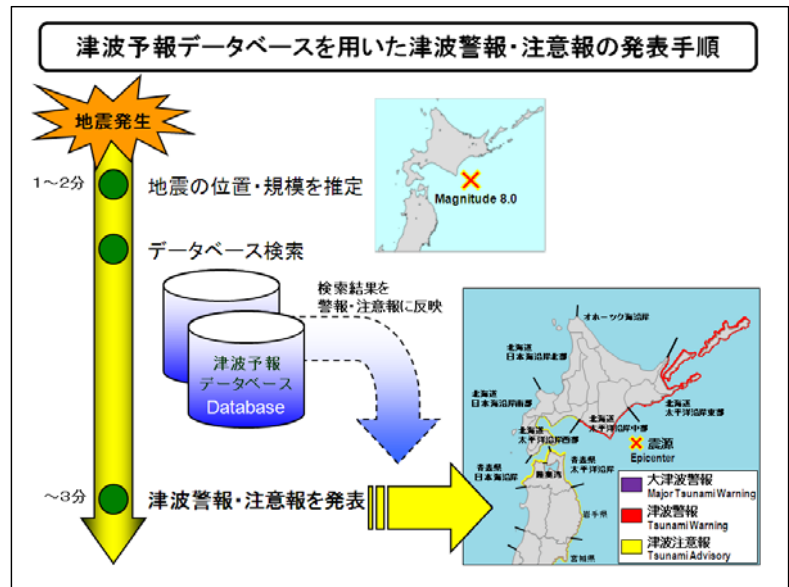
- リアルタイム解析による津波予測支援システム
- 熊本地震に伴う電子基準点成果改定
- ガリレオの観測データの提供開始
- 電子基準点の停電対策の強化

4. まとめ

16

津波予測支援とは？

- 気象庁の津波警報・注意報(第1報)は**地震の位置と規模**から津波の大きさを推定している。
- **地震の規模**がより正確に即時に分かれれば、推定される津波の大きさもより正確になる。

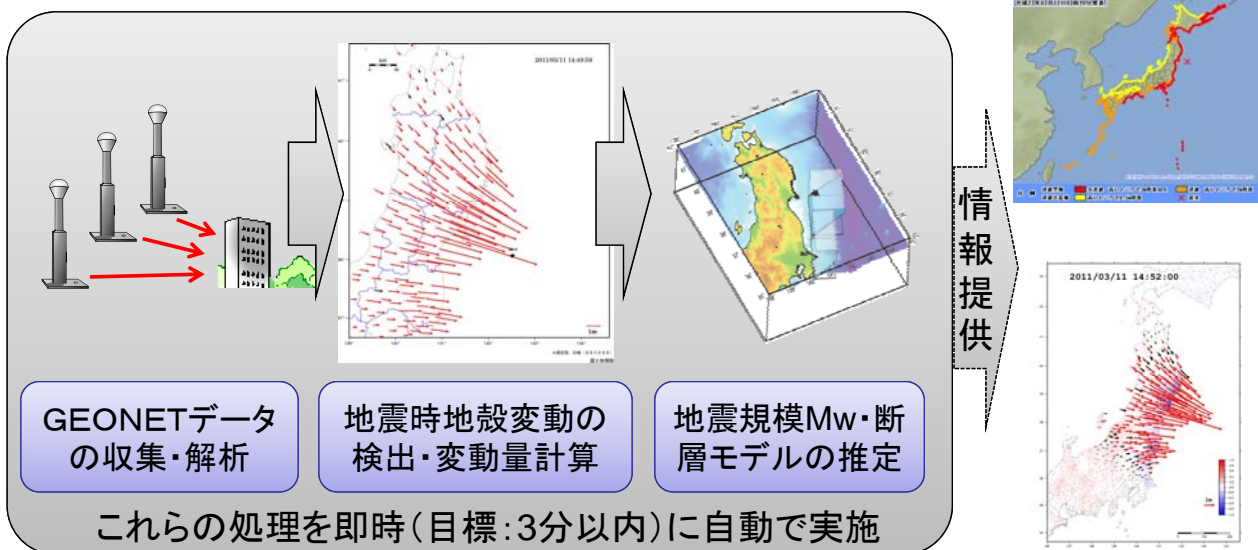


気象庁HPより

マグニチュード
国土地理院の**津波予測支援＝地震規模の即時推定**

REGARDの概要

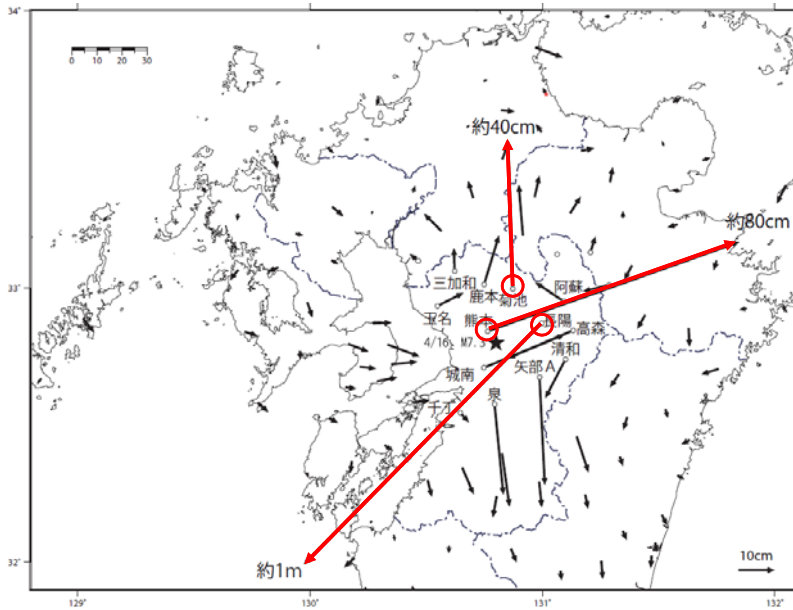
REGARD (Real-time GEONET Analysis system for Rapid Deformation Monitoring)
: 電子基準点リアルタイム解析システム



地震の規模や地盤沈下の情報を関係機関等へ提供

4月16日01時25分 M7.3の地震に伴う地殻変動(水平)

GEONETリアルタイム解析システム(REGARD)による1秒毎の解析結果

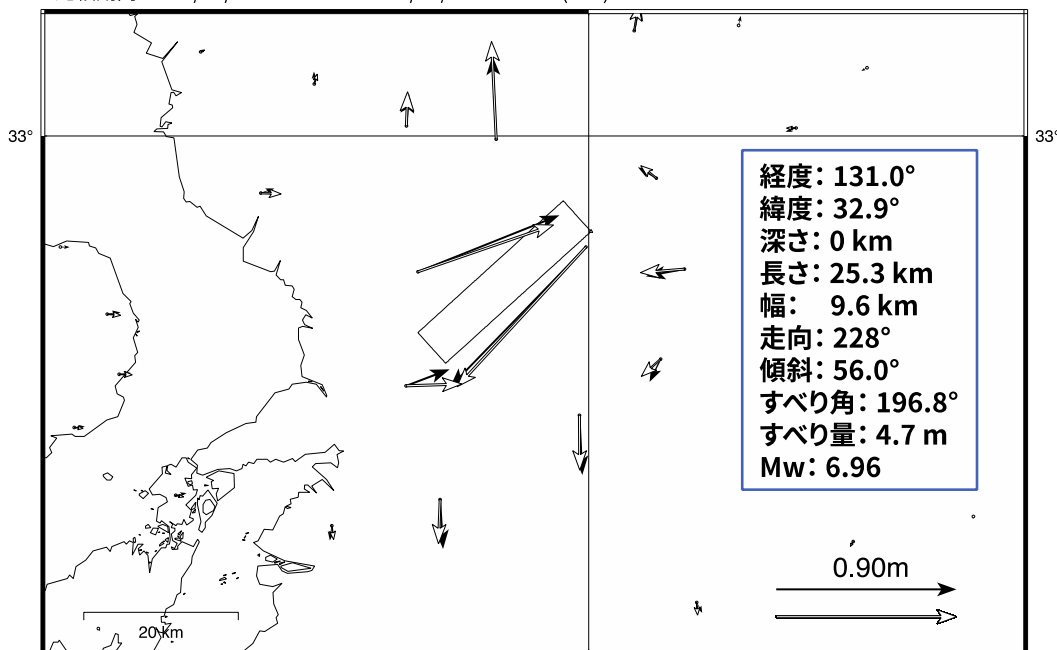


【参考】
 従来の解析結果
 「長陽」:約98cm
 「熊本」:約76cm
 「菊池」:約45cm

REGARDによる自動断層モデル推定結果

本震発生約4分後の自動断層モデル推定結果

基準期間: 2016/04/16 01:22:46 -- 2016/04/16 01:23:05 (JST)
 比較期間: 2016/04/16 01:29:14 -- 2016/04/16 01:29:33 (JST)

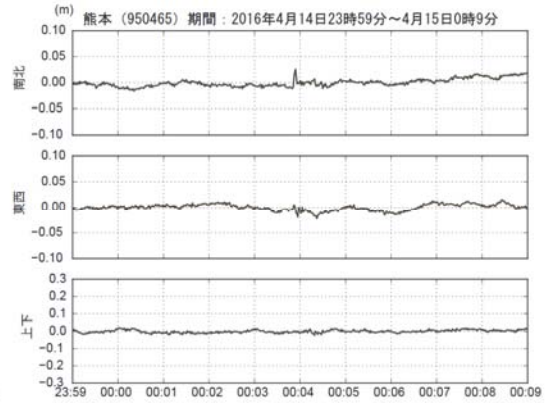
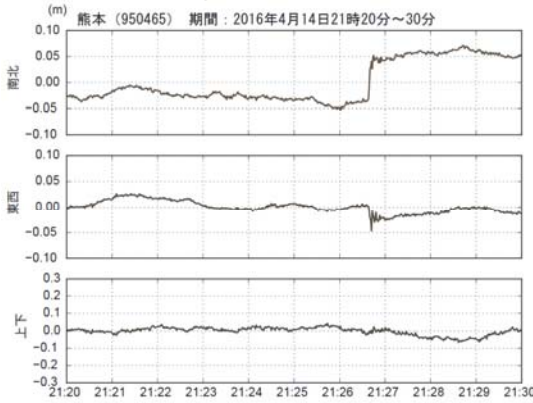


固定点: 北波多 (0770)

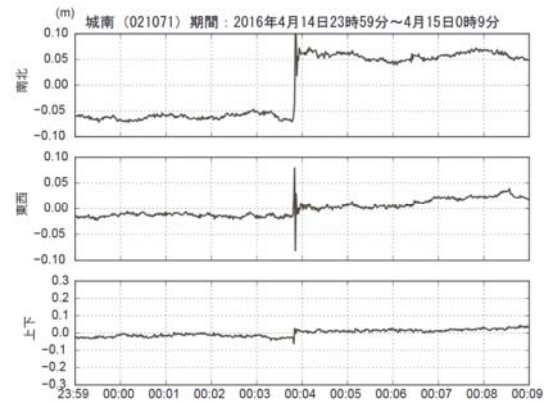
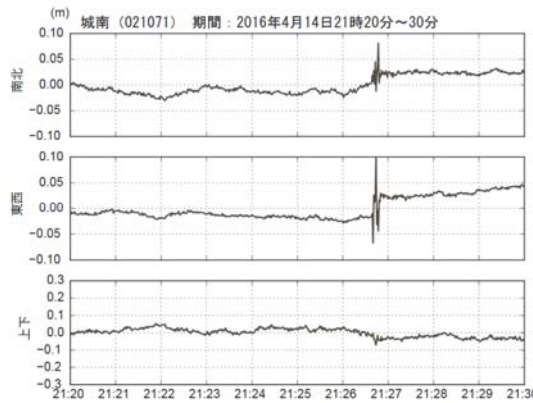
地震後数分で概略の断層モデル推定が可能に

4月14日21時26分 M6.5 } の地震に伴う地殻変動(基線変化グラフ)
 4月15日00時03分 M6.4 }

「熊本」



「城南」

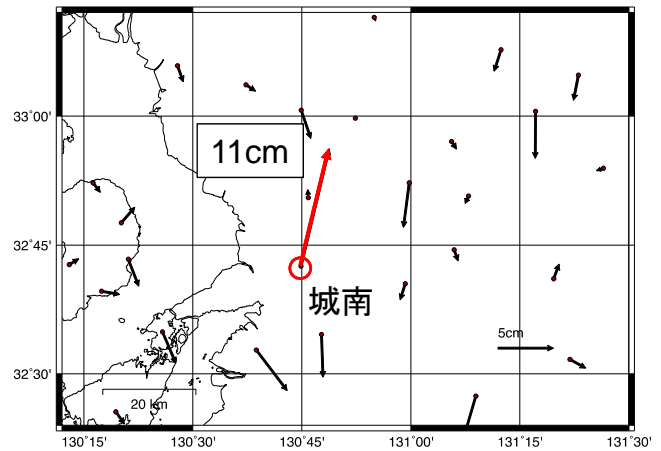
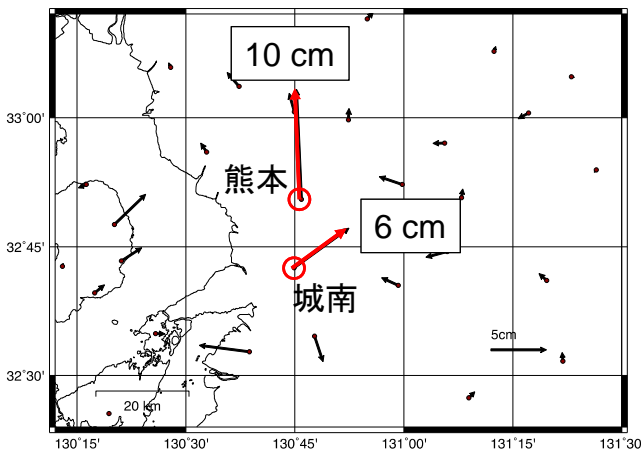


21

4月14日21時26分 M6.5 } の地震に伴う地殻変動(地殻変動ベクトル図)
 4月15日00時03分 M6.4 }

4月14日21時26分 M6.5の地震の地殻変動

4月15日00時03分 M6.4の地震の地殻変動

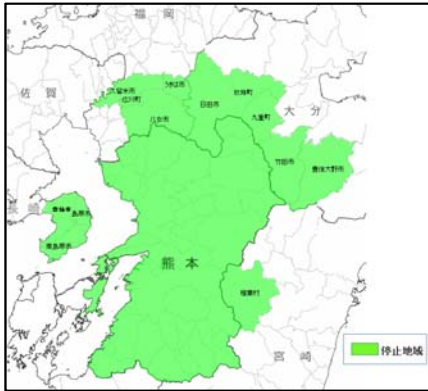


リアルタイム解析結果を用いることで、それぞれの地震に伴う地殻変動を分離して解析することが可能に

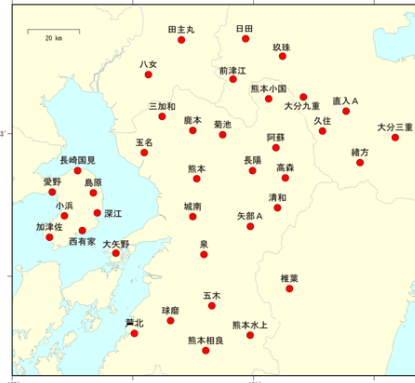
22

熊本地震に伴う顕著な地殻変動が観測されたため、
4月16日から基準点測量成果の公表を停止

成果公表停止地域



※電子基準点37点は5月19日に改定成果を公表。
「千丁」は6月中旬公表予定。



種類	点数
電子基準点	38点※
三角点等	4,169点
水準点	296点

被災地の復旧・復興のために必要な
公共事業等に対して位置の基準を提供

ガリオの観測データ等の提供開始

GPS、準天頂衛星、グロナスに加え、ガリオの観測データ及びGPSのL5信号を
平成28年4月から一部の電子基準点で提供開始

(1) 測量が可能な場所や
時間帯の拡張



測位衛星3機
では測量がで
きない・・・

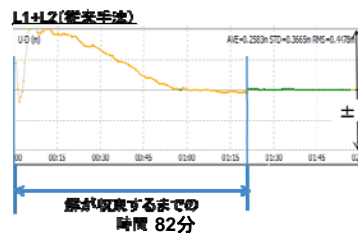
GPS+準天頂衛星
ガリオ
を使うと・・・



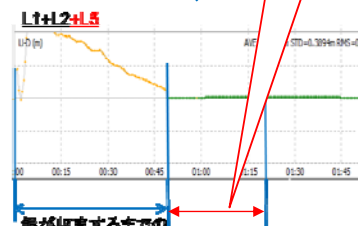
ガリオも使えば
衛星数が増えて
測量が可能に！！

GPS+準天頂衛星+ガリオ

(2) 測量時間の短縮



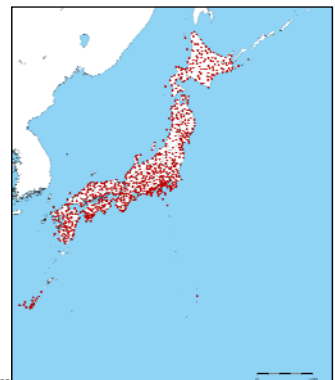
GPSのL5信号を
使うと・・・



約30分
短縮！

●:不安定な解 ●:高精度な解

ガリオの信号及びGPS
のL5信号を提供する電子
基準点 (786点)



※点番号と点名を含むリストは、
提供ページ
(<http://terras.gsi.go.jp>) で公開

位置情報サービスやi-Constructionの要となる情報化施工
に不可欠リアルタイム測量の安定性の向上が期待

マルチGNSS測量マニュアル(案)
平成27年7月公表

火山周辺の電子基準点に対し、火山災害による停電時においても地殻変動観測を継続できるように太陽光発電設備を設置し電源供給を確保する。

電子基準点太陽光発電設備整備

地殻変動観測装置整備

GNSS連続観測システム (GEONET)

測位衛星

衛星携帯回線

GNSSアンテナ

ネットワークカメラ

太陽光発電設備

断線!

電子基準点

電子基準点

太陽光発電設備を設置

衛星携帯回線による観測データ及び画像の転送機能や太陽光発電設備を備えた自律・可搬型の地殻変動観測装置を整備し、詳細な地殻変動の観測を行う。

大涌谷周辺 (箱根山)

口永良部島

防災関係機関への情報提供

現地緊急対応

地殻変動の監視

4. まとめ

- 平成28年(2016年)熊本地震に伴う顕著な地殻変動を観測
 - ・電子基準点「長陽」: 約98cm(南西)、約24cm(隆起)
 - ・干渉SAR: 布田川断層北側で1m以上(東向き)、1m以上(沈降)
 これらの結果を地震調査研究推進本部地震調査委員会に報告
- GEONETのリアルタイム解析結果による地殻変動観測
 - ・より迅速な地殻変動の情報提供
 - ・短時間に複数の地震が発生した場合でも、地殻変動を分離可能
 リアルタイムで、幅広い情報提供が可能に
- ガリレオ及びGPSのL5信号の提供開始
 - ・測量が可能な場所や時間帯の拡張、測量時間の短縮
 - ・マルチGNSS測量マニュアル(案): 平成27年7月公表

測量・地殻変動監視・位置情報サービスに不可欠なインフラとして、安全・安心な社会の実現に取り組んでまいります