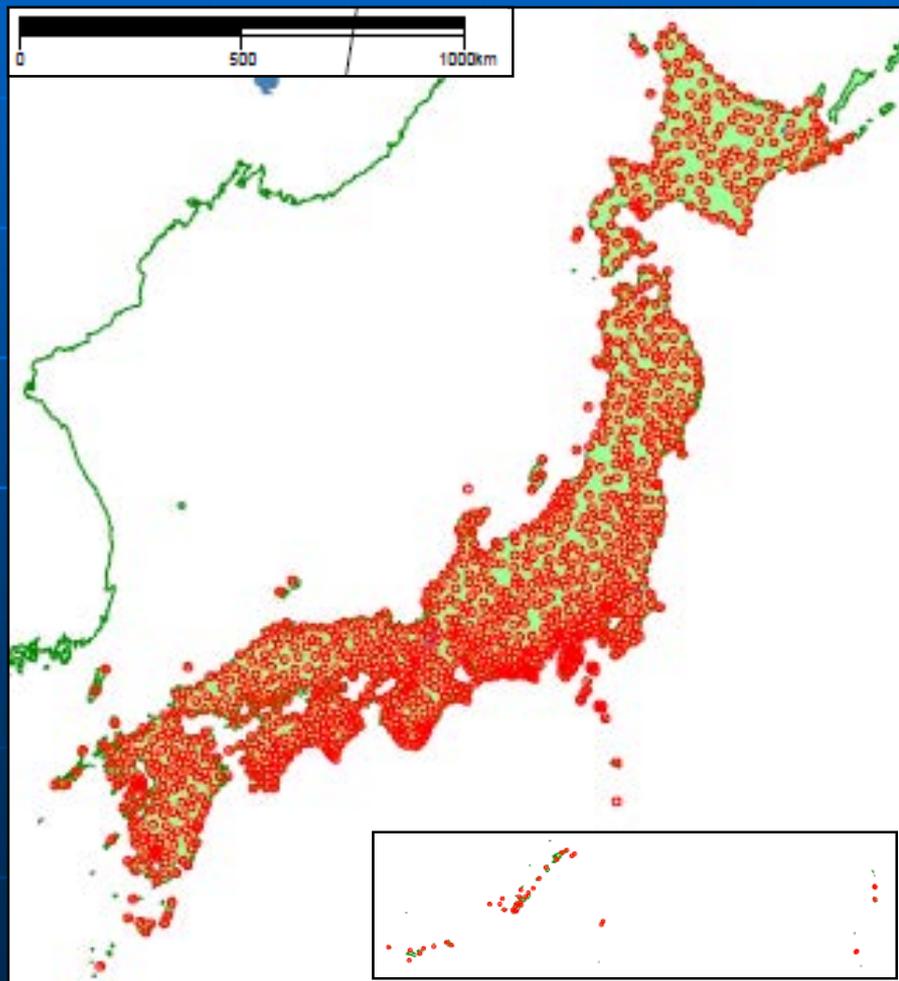


GPS精密解析情報提供システム

『日々のGPSデータを利用したクイックルック衛星測位情報』



日々の位置情報
を毎日提供

社団法人日本測量協会
測量技術センター

平成20年度 第2回民間技術交流会
主催：名古屋港湾空港技術調査事務所

発表の内容

- GPS地殻変動観測の現状と課題
- 本システムの特徴 (GPS観測装置・データ自動収集・各種補正モデル等)
- 本システムが捉えた地殻変動
- 本システム提供コンテンツ紹介
- 本システム利活用のご提案
 - ユーザ設置のGPS点を使用する利点
 - 電子基準点を利用する利点

発表の内容

- **GPS地殻変動観測の現状と課題**
- 本システムの特徴 (GPS観測装置・データ自動収集・各種補正モデル等)
- 本システムが捉えた地殻変動
- 本システム提供コンテンツ紹介
- 本システム利活用のご提案
 - ユーザ設置のGPS点を使用する利点
 - 電子基準点を利用する利点

GPS地殻変動情報の現状と課題

国土地理院の事業

GEONET

- 全国約1,200点のGPS連続観測点
(電子基準点) 点間距離20~25km

局地的な変動監視に配点密度が不足!

- 解析種類

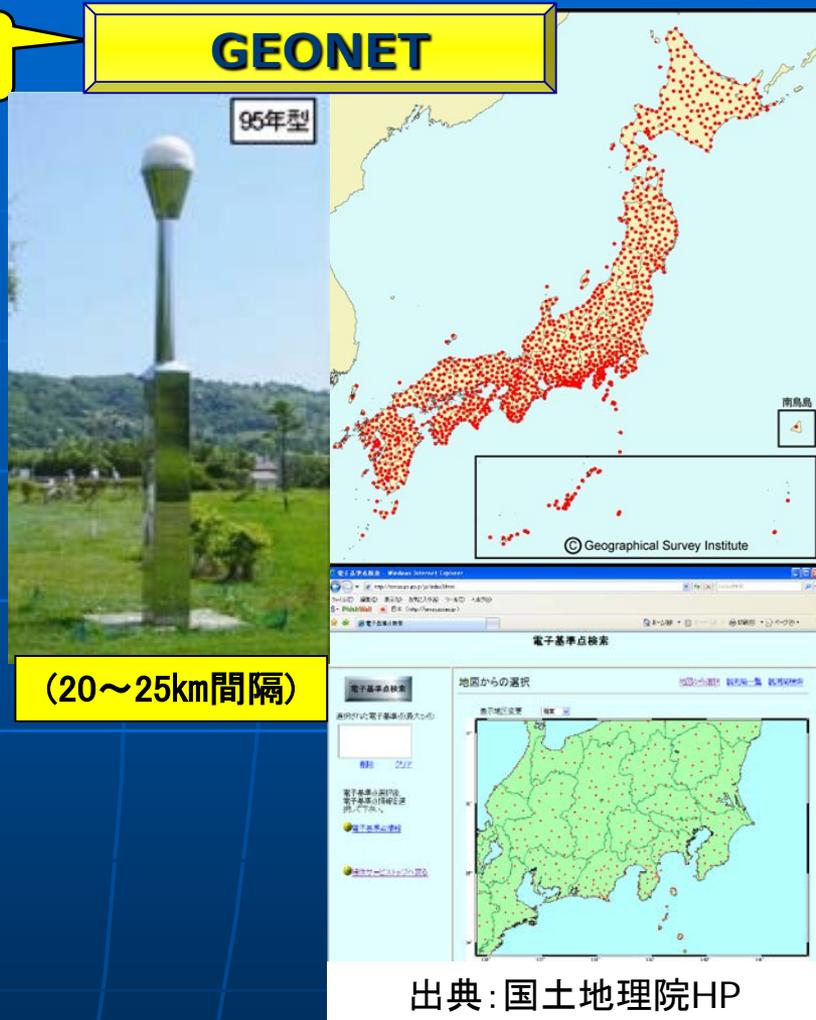
解析種別	解析頻度	公開状況
迅速解(Q2)	3時間毎	非公開
速報解(R2)	24時間毎	非公開
最終解(F2)	1週間毎	公開(3週間後)

地殻変動監視の時間分解能が不足!

- GPSデータの現状と課題

6時間データは公開されているが、ユーザ自らが解析する必要がある。

高額なシステム構築費と運営費が必要!



発表の内容

- GPS地殻変動観測の現状と課題
- **本システムの特徴 (GPS観測装置・データ自動収集・各種補正モデル等)**
- 本システムが捉えた地殻変動
- 本システム提供コンテンツ紹介
- 本システム利活用のご提案
 - ユーザ設置のGPS点を使用する利点
 - 電子基準点を利用する利点

GPS精密解析情報提供システムの特徴

(日本測量協会の独自開発)

■ ユーザ設置のGPS点・電子基準点の解析情報を毎日電子メールで提供

- 座標・基線の時系列グラフ・変動ベクトル図等
- 座標・基線の累積変位・変位速度等の自動点検情報



- ①解析状況メール
- ②毎日点検メール
- ③累積変位メール
- ④変位速度メール

■ 精密解析に使用するデータ群

- ユーザ設置のGPS点観測データ(3~6時間) 
- 電子基準点観測データ(3~24時間) 
- IGS精密暦(超速報暦・最終暦) 

- 超速報暦: データ観測の数時間毎に取得
- 最終暦: データ観測の約3週間後に取得

解析エンジン・解析種類等

■ 解析エンジン

- Bernese GNSS Software Ver4.2 (Swiss Bern大学)
- 学術用GNSS基線解析ソフト

(主な用途)

- 1周波・2周波の解析
- 継続的なネットワークの解析
- 長基線(2,000km以内)解析
- 電離層、対流圏のモデリング
- アンテナ位相中心の測定
- GNSS衛星軌道の決定
- シミュレーションの研究

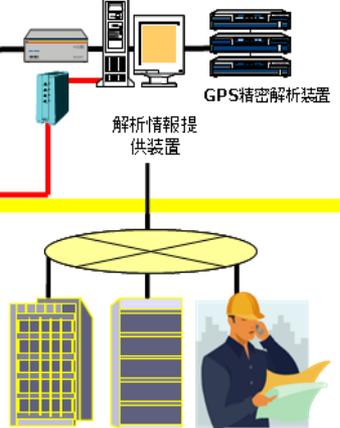
GPS観測ネットワーク



日本測量協会

クイックルック衛星測位情報

GPS精密解析情報提供システム



国、地方公共団体、ライフライン企業、
コンサル会社、大学・研究機関等

■ 解析種類と提供 タイミング

解析ID	GPS軌道情報	解析情報提供タイミング
D1	超速報暦(IGS)	3時間～24時間毎
H1	最終暦(IGU)	24時間毎 ただし、観測の21日後

※ D : Daily、H : Highly の頭文字

ユーザ設置のGPS観測点(オプション)

長期監視タイプ



5m



3m



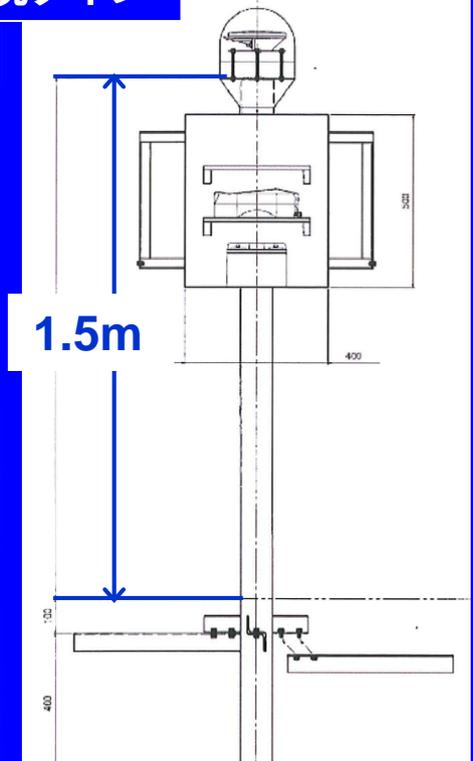
1m

国土地理院
仕様準拠

中短期監視タイプ



2.5m



1.5m

ソーラー、FOMA端末付属

(簡易GPS点)

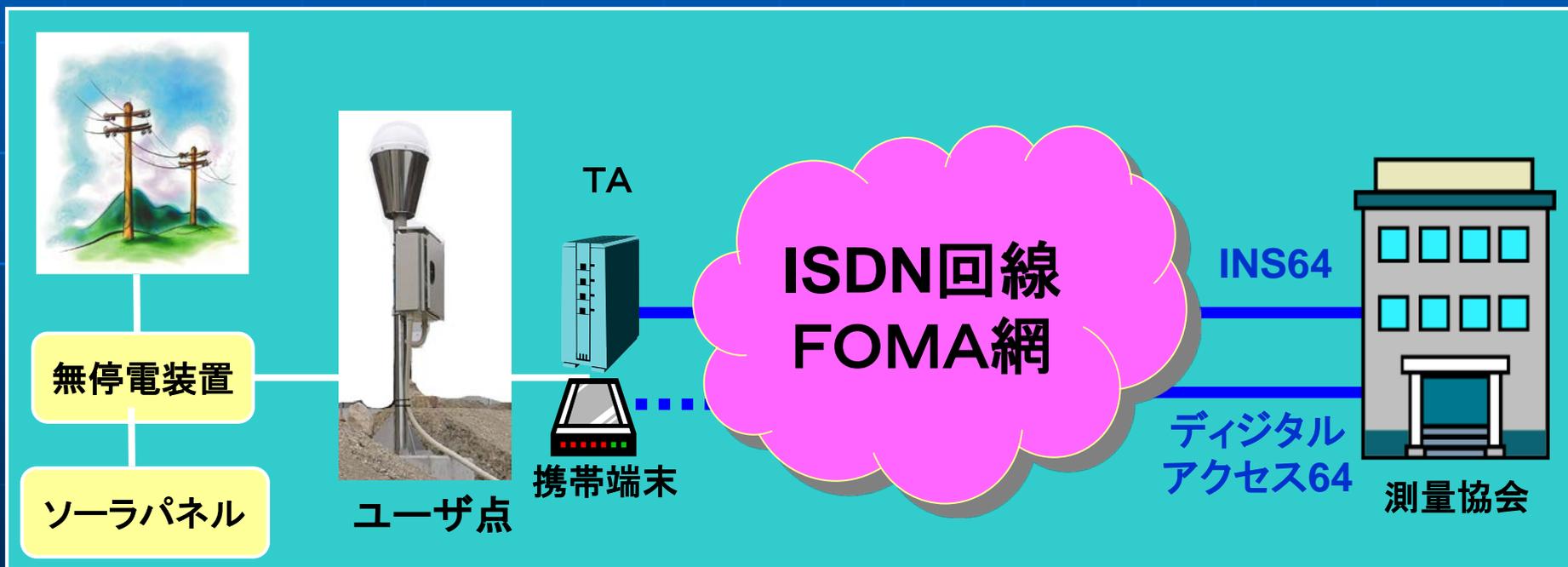
1周波: 約265~280万円/点

2周波: 約415~480万円/点

(標準工事費約40万円別)

観測データ自動収集システム(オプション)

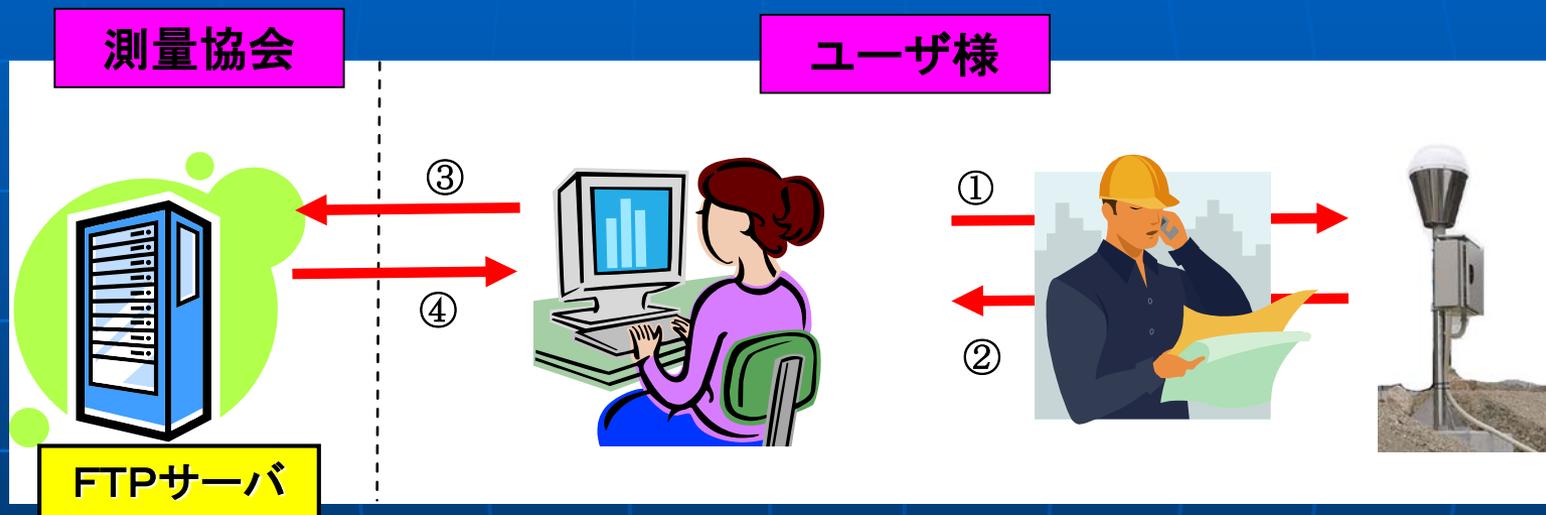
- **通信**: ISDN回線・FOMA網を使用したデータ収集
- **電源**: AC・ソーラーパネルによる電力供給



観測データ自動受信システム(オプション)

■FTPサーバを利用したデータ送信

最も低コスト!



(特長)

●ユーザー側の設備投資が不要。

(ただし、インターネット回線は必要)

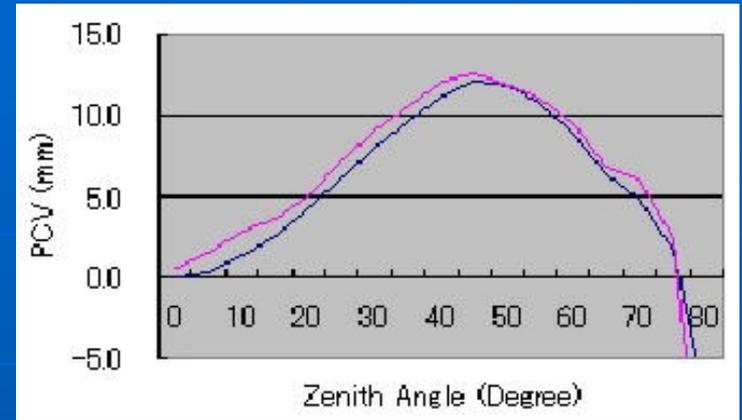
PCV補正モデル等の採用

■ GPSアンテナPCV補正

GPS衛星の送信電波の入射角に応じて受信位置が変化する。

アンテナ機種毎の補正モデルを採用

PCV (Phase Center Variation)



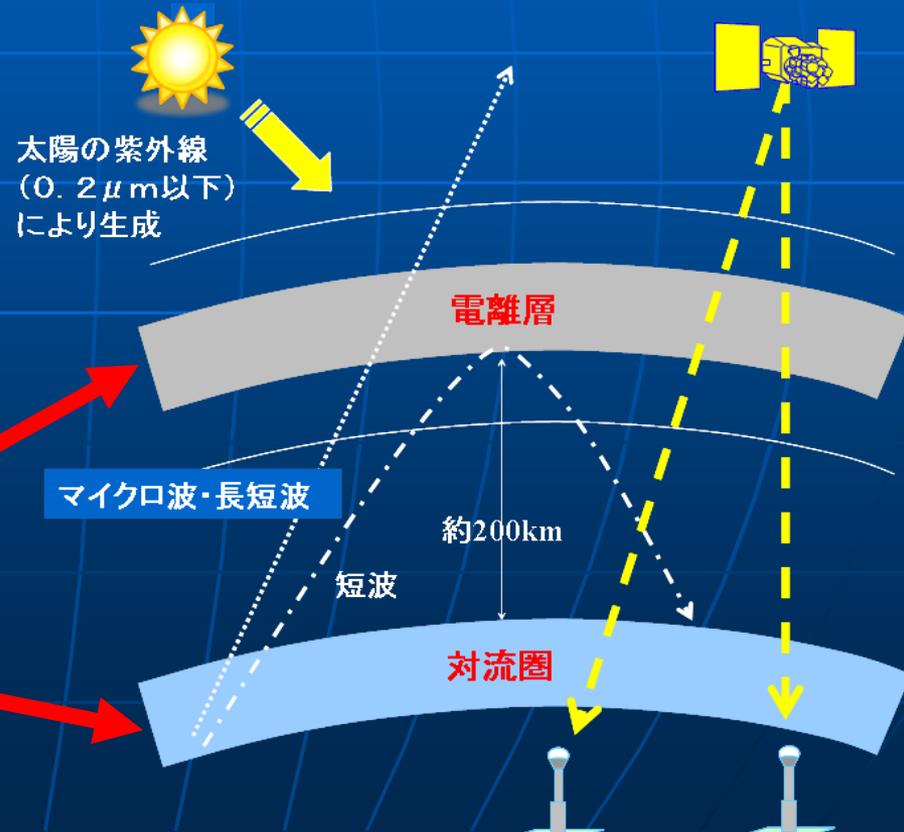
■ 電離層・対流圏遅延モデル

GPS衛星の送信電波は、電離層

・対流圏を通過するとき電波の伝搬速度は遅くなる。

電離層:「電離層フリーL3(LC)線形結合」

**対流圏:「対流圏屈折モデル」
Saastamoinen 1973**

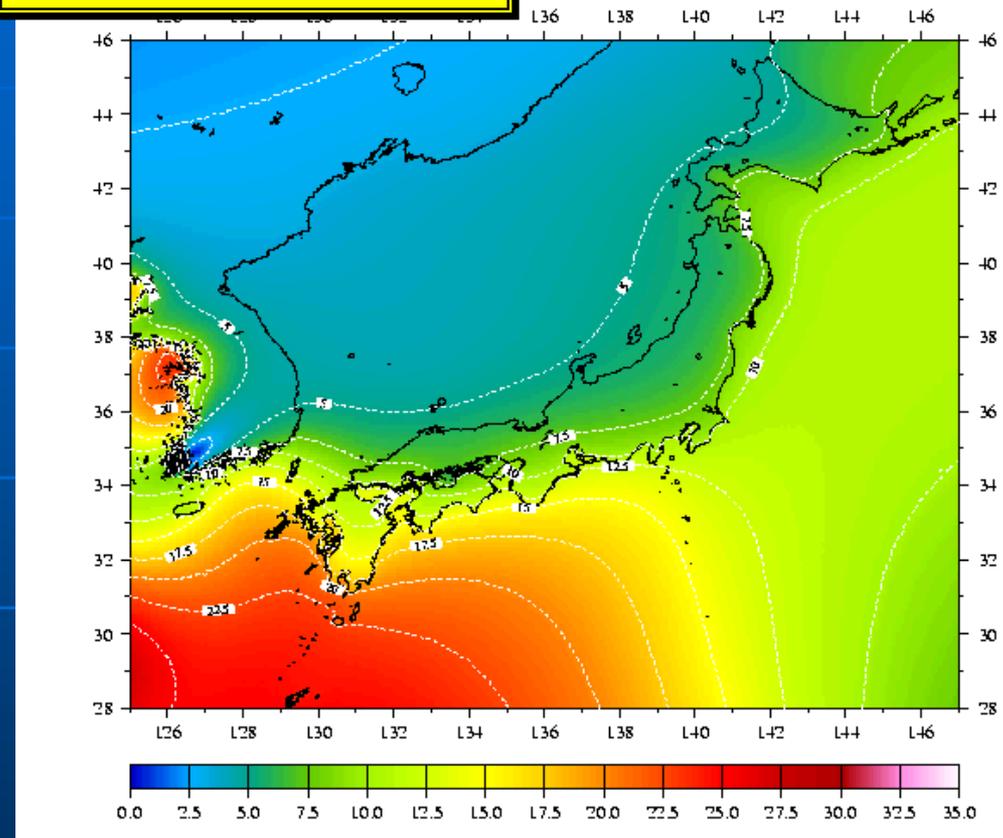


海洋潮汐荷重変形モデルの採用

M2荷重潮汐の振幅

■月・太陽の引力の変化より陸域の鉛直成分の変位量は、20mm(九州南部)～5mm(北海道北西部)の振幅を持つ。

■GPS解析でmm位の測位精度を満たすため、本モデルを採用。



出典: 国立天文台

- 本システムは、主要11分潮(M2,S2,Q1,K2,K1,N2,O1,P1,Mf,Mm,Ssa)を採用
- 海洋潮汐の影響量計算プログラム「GOTIC2」(Matsumoto *et al.*, 2001) を採用

発表の内容

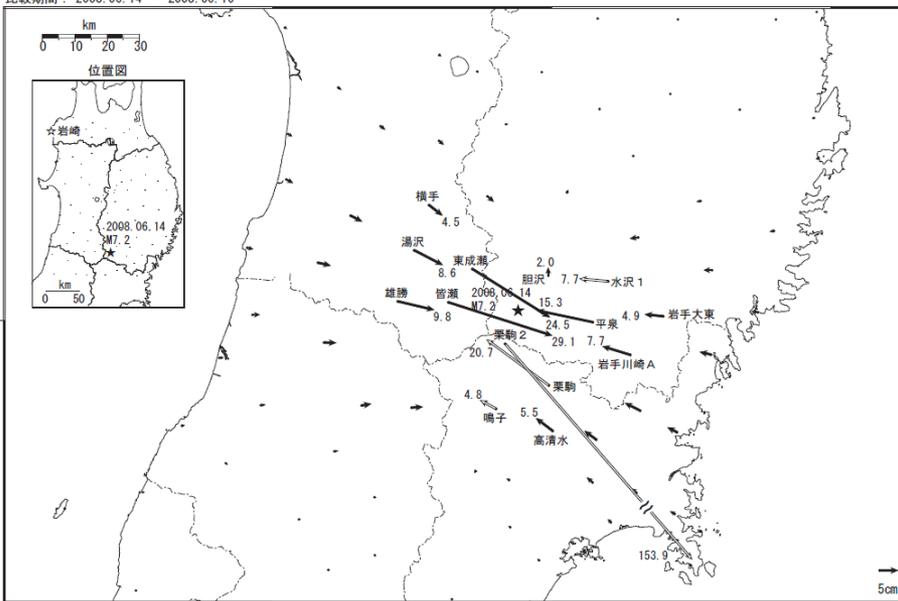
- GPS地殻変動観測の現状と課題
- 本システムの特徴 (GPS観測装置・データ自動収集・各種補正モデル等)
- **本システムが捉えた地殻変動**
- 本システム提供コンテンツ紹介
- 本システム利活用のご提案
 - ユーザ設置のGPS点を使用する利点
 - 電子基準点を利用する利点

本システムが捉えた地殻変動(水平) (平成20年6月 岩手・宮城内陸地震①)

平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震に伴う地殻変動(1)

基準期間: 2008.06.03 ~ 2008.06.12
比較期間: 2008.06.14 ~ 2008.06.16

水平変動ベクトル図



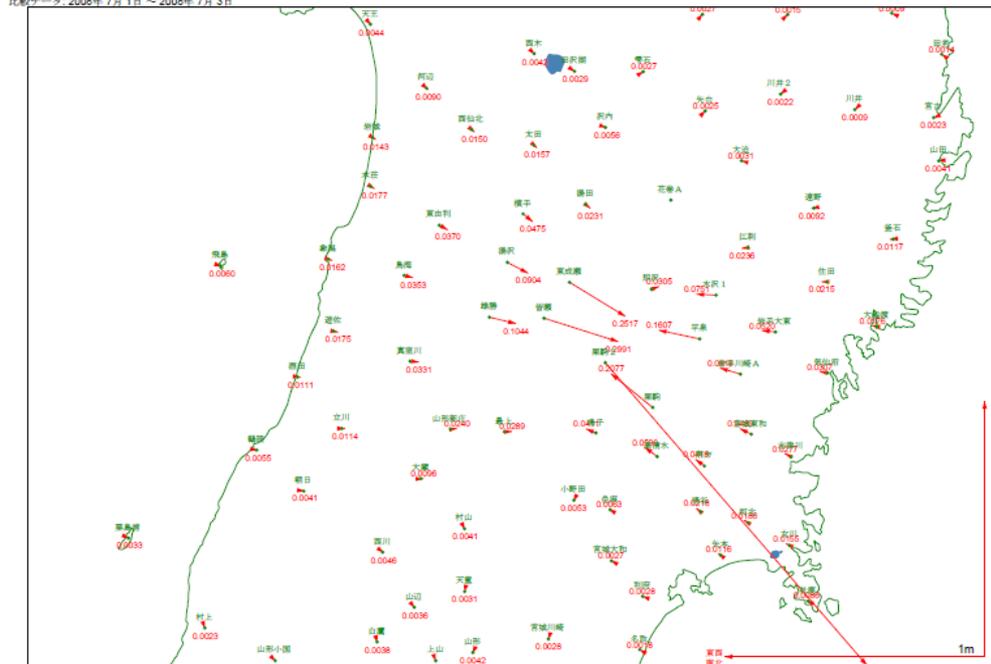
※「栗駒」「鳴子」「栗駒2」(白抜き矢印)は傾斜による変位を補正済み。
「水沢1」(白抜き矢印)は機器の異常による誤差を除去している。
「栗駒2」は、6月15日 8:33までのデータを用いて計算。

☆固定局
国土地理院

比較手法: 平均値
基準データ: 2008年6月3日 ~ 2008年6月12日
比較データ: 2008年7月1日 ~ 2008年7月3日

ベクトル図(水平)

測定局: 950154



赤: Bernese H1 (IGS網)

「この地図の作成にあたっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の300万分の1日本とその周辺及び100万分の1日本を使用したものである。(承認番号 平20第12号、測226号)」

GEONET(国土地理院HPより)

本システム(測量協会)

※震央周辺「皆瀬」で **GEONETの水平変動量29.2cm**

本システムは、29.0cm。較差2mm

本システムが捉えた地殻変動(上下) (平成20年6月 岩手・宮城内陸地震②)

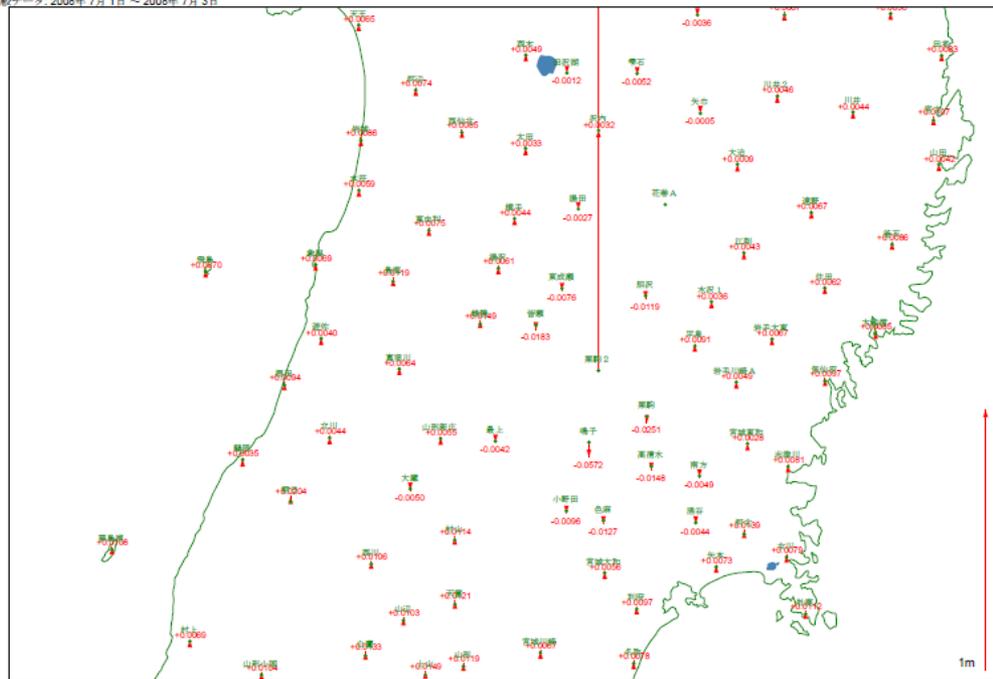
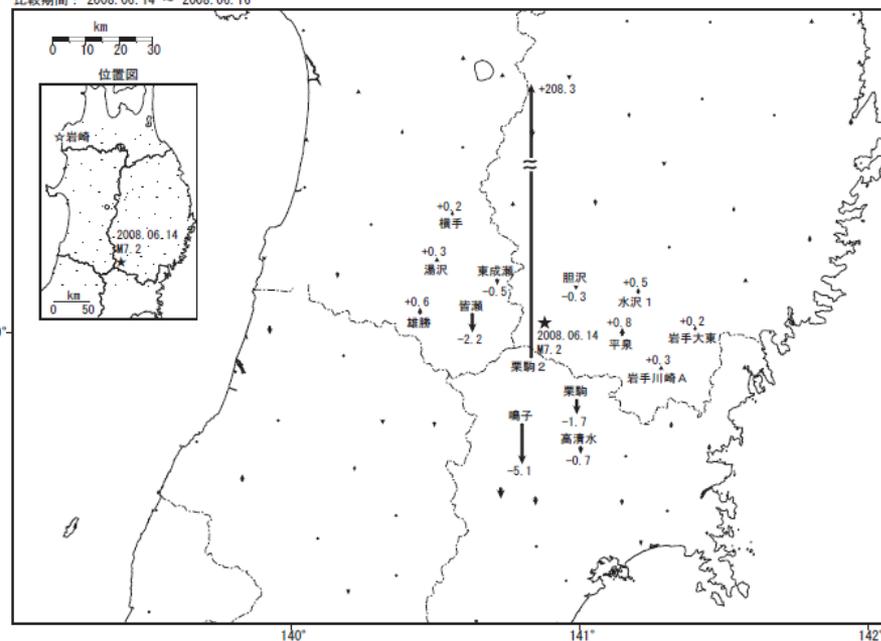
平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震に伴う地殻変動(2)

比較手法:平均値
基準データ:2008年6月3日~2008年6月12日
比較データ:2008年7月1日~2008年7月3日

ベクトル図(上下)

固定脚: 950154

上下変動ベクトル図



GEONET(国土地理院HPより)

本システム(測量協会)

※震央周辺「皆瀬」でGEONETの上下変動量 **-2.2cm**

本システムは、-1.8cm。較差4mm

本システム解析の位置精度

■ 毎日解析の位置精度 (超速報暦の使用)

相対精度: 約2~3mm (水平)

約10~15mm (上下)

■ 最終解析の位置精度 (最終暦の使用)

相対精度: 約2mm (水平)

約10mm (上下)

※ただし、相対精度は基線長約200km以内の場合。

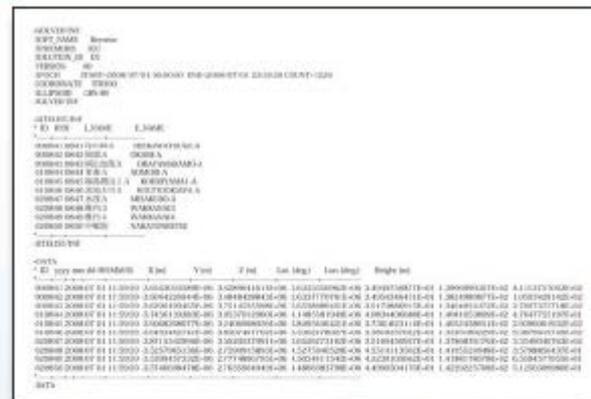
また、現地環境 (上空視界・マルチパス)・点間距離・観測時間等による。

発表の内容

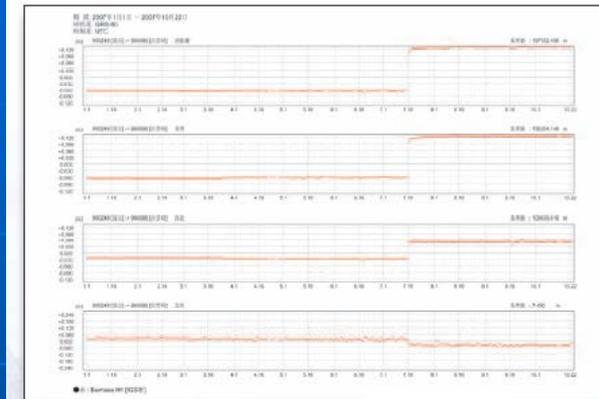
- GPS地殻変動観測の現状と課題
- 本システムの特徴 (GPS観測装置・データ自動収集・各種補正モデル等)
- 本システムが捉えた地殻変動
- **本システム提供コンテンツ紹介**
- 本システム利活用のご提案
 - ユーザ設置のGPS点を使用する利点
 - 電子基準点を利用する利点

提供コンテンツ紹介(その1)

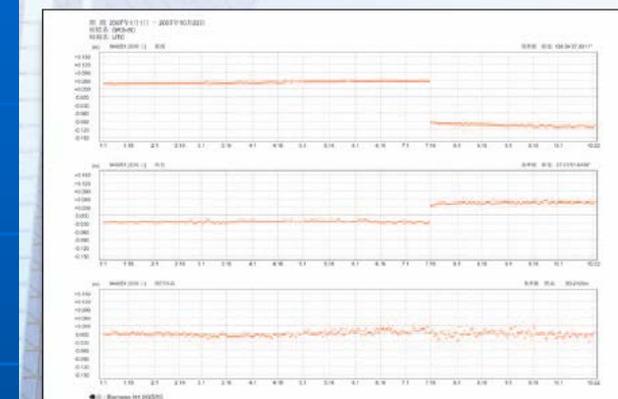
数値データ



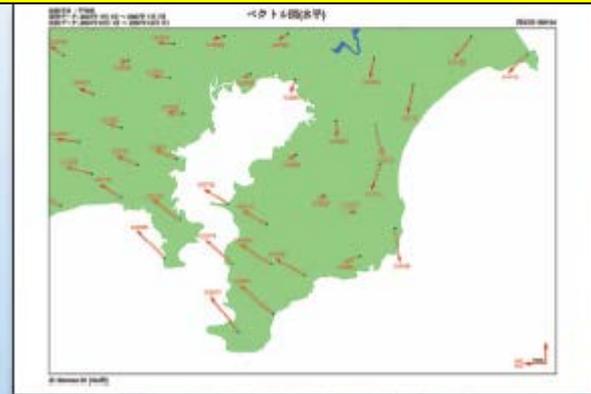
座標時系列グラフ



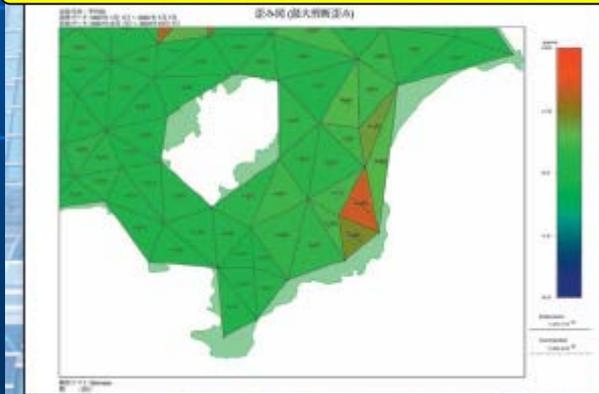
基線時系列グラフ



変動ベクトル図



最大剪断歪み図



サービス・メニュー

- 数値データ(経緯度・楕円体高・XYZ)
- 基線長時系列グラフ(斜距離・東西・南北・比高・XYZ)
- 座標値時系列グラフ(緯度・経度・楕円体高・XYZ)
- 水平・上下変動ベクトル図
- 歪み図(最大剪断歪み・面積歪み)

※数値データはPOSファイル
※グラフ・図等はPSファイル又はPDFファイル

※グラフ・図の提供ファイル形式: 「PS」又は「PDF」

「PS」とは、Adobe Systems社の開発したページ記述言語(PS:Post Script)で作製された画像ファイルのことで、高品位な印刷が可能。

数値データ・変動ベクトル図等の 自動作成・自動メール



提供コンテンツ紹介(その2)

■ 解析状況メール(解析毎)

データ取得・データ品質・解析値の有無

■ 毎日点検メール(解析毎)

基線変化量の差(東西・南北・上下)

■ 累積変位メール(解析毎)

座標・基線の累積変位量(斜距離・東西・南北・上下、
X・Y・Z)

■ 変位速度メール(解析毎)

座標・基線の変位速度(斜距離・東西・南北・上下、
X・Y・Z)

■解析状況メール(解析毎)

見出し:20081023 00 D1 解析状況通知(正常)

** List of data and analysis state **

*RNX data quality analysis

000841,o,o,o



データ有・データの質良好・解析値有

000842,o,o,x



データ有・データの質良好・解析値無

000843,o,x,x



データ有・データの質不良・解析値無

010844,x,x,x



データ無・判定無・判定無

021005,o,o,o

021006,o,o,o

021007,o,o,o

.

途中省略

.

970831,o,o,o

990838,o,o,o

990840,o,o,o

end

●観測データ有無の確認！

●観測データ品質の確認！

●解析値の有無の確認！



GPS観測状況・解析状況を把握！

解析状況・毎日点検・累積変位等の 自動点検・自動メール



発表の内容

- GPS地殻変動観測の現状と課題
- 本システムの特徴 (GPS観測装置・データ自動収集・各種補正モデル等)
- 本システムが捉えた地殻変動
- 本システム提供コンテンツ紹介
- **本システム利活用のご提案**
 - ユーザ設置のGPS点を使用する利点
 - 電子基準点を利用する利点

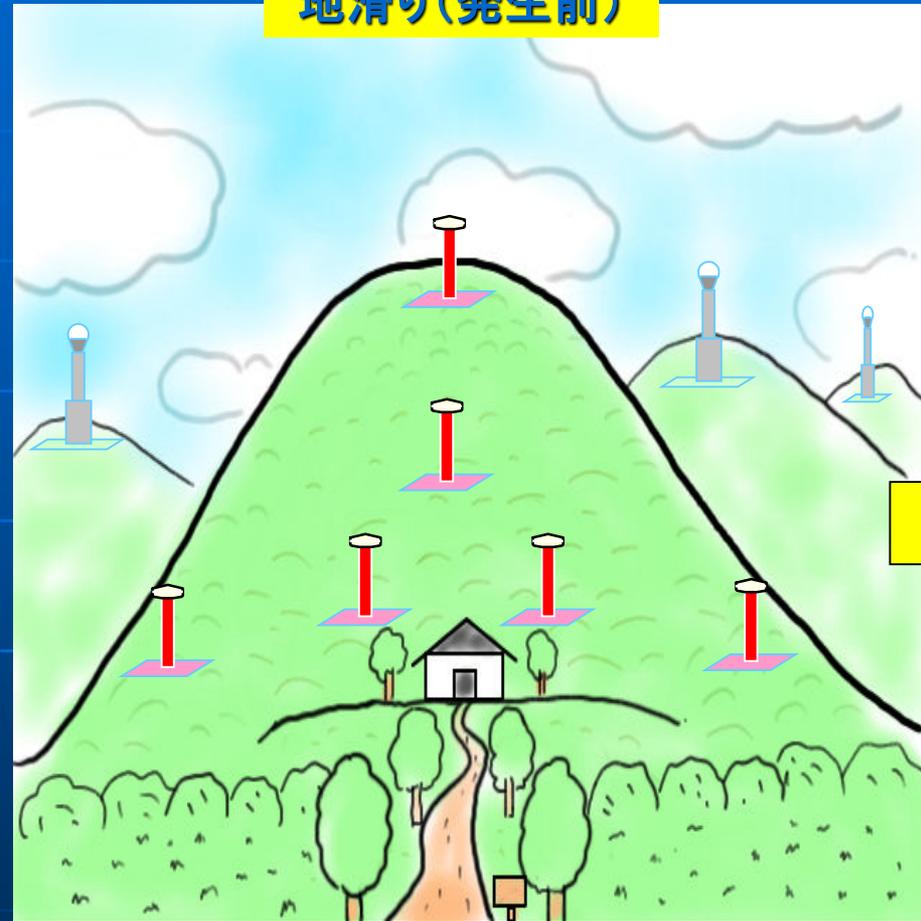
利活用のご提案(その1)

■ ユーザ設置GPS点を使用する利点

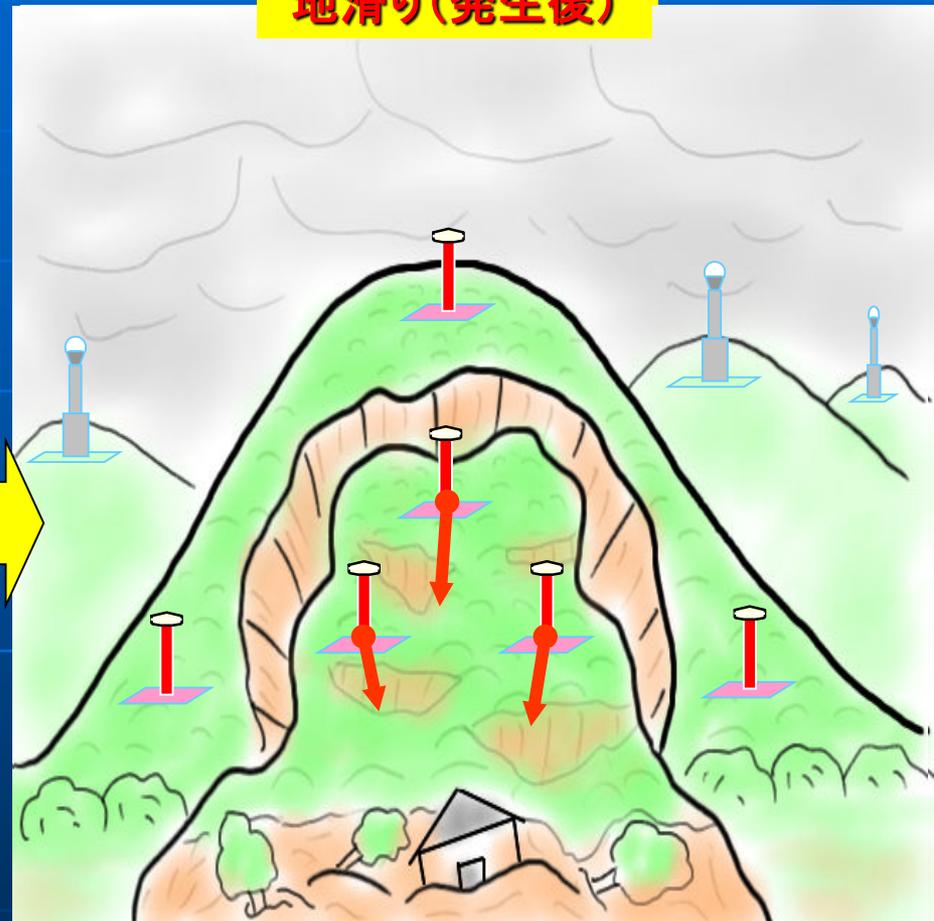
- ① GPSアンテナの固定 (設置誤差の除去)
- ② 短時間(6時間データを3時間毎に解析等) の変位・変動データの取得 (高い時間分解能)
- ③ ライフライン等の地盤・構造物の位置情報を取得 (高い空間分解能)
- ④ GPS観測・データ収集・解析評価の自動化 (人手による観測・解析作業のコスト縮減)

■地滑り地域の地盤変動監視

地滑り(発生前)



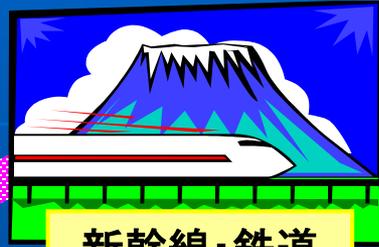
地滑り(発生後)



解析毎の累積変位量・変位速度
を自動点検・自動メール！

『地すべり管理基準』 2008年1月
警戒：10mm／日、避難：2mm／時
(地滑り防止技術指針・解説：国土交通省砂防部策定)

多様な利活用(イメージ図)



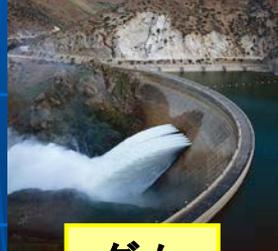
新幹線・鉄道



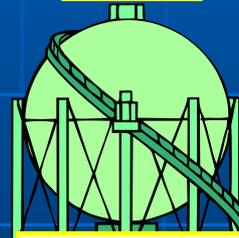
空港



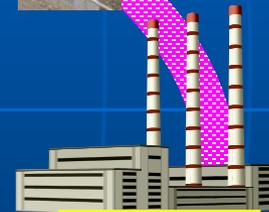
長大橋



ダム



ガス施設



発電所



高速道路



地滑り



利活用のご提案(その2)

■ 電子基準点を使用する利点

① ユーザ設置のGPS点との組合せ

- 広大域～狭小域までの地盤変動を把握
- 地盤変動の規模や範囲を長期的に評価

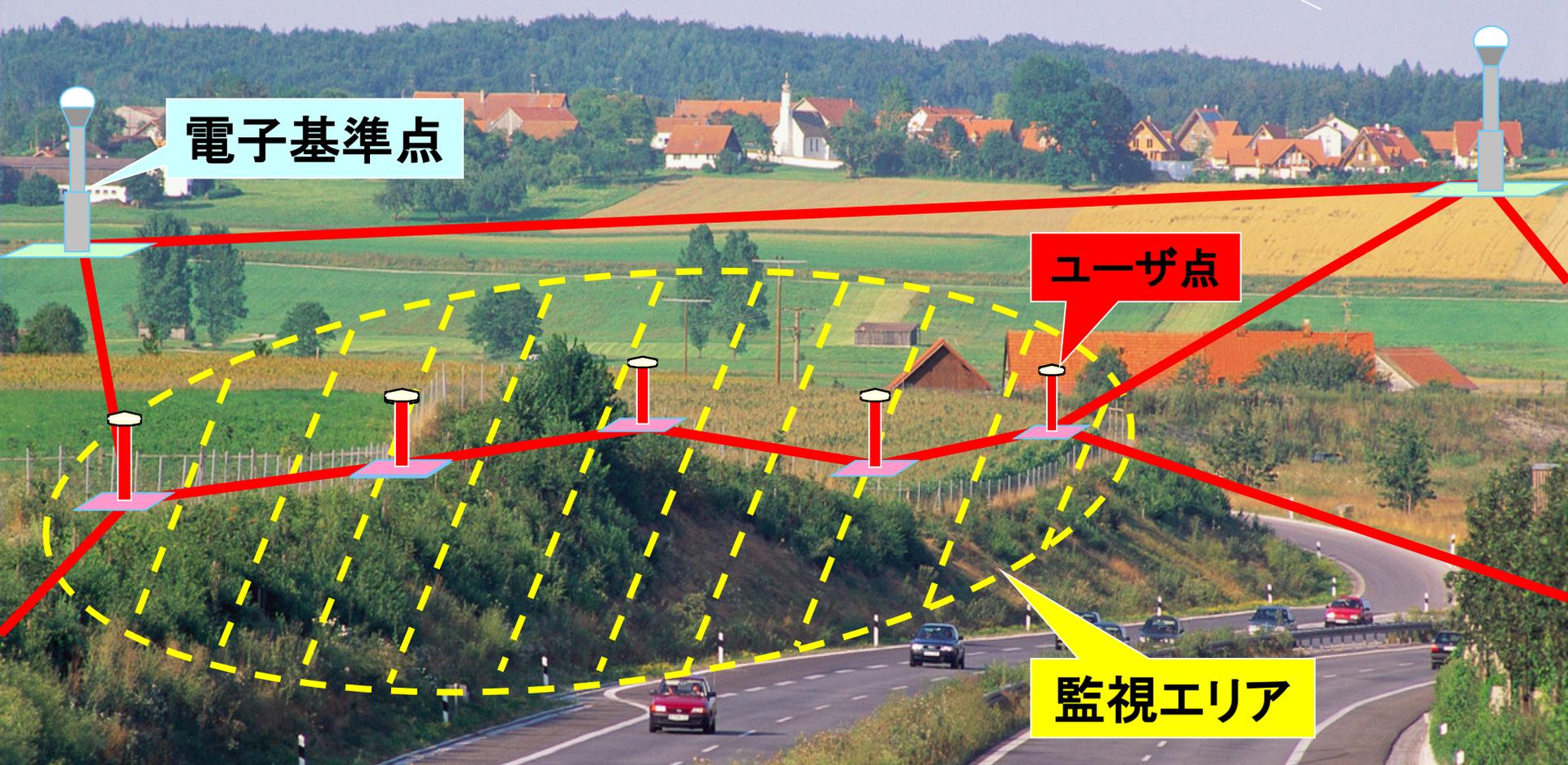
② 国が採用している世界測地座標ITRF2000系 (GRS80橢円体)の使用

- 港湾・空港等の広大な施設や新幹線・高速道路・長大橋等の長大な施設の一元管理が可能
- 関連団体等との地盤変動情報の共有が可能

③ 震災後のユーザ点・電子基準点稼働情報等の提供

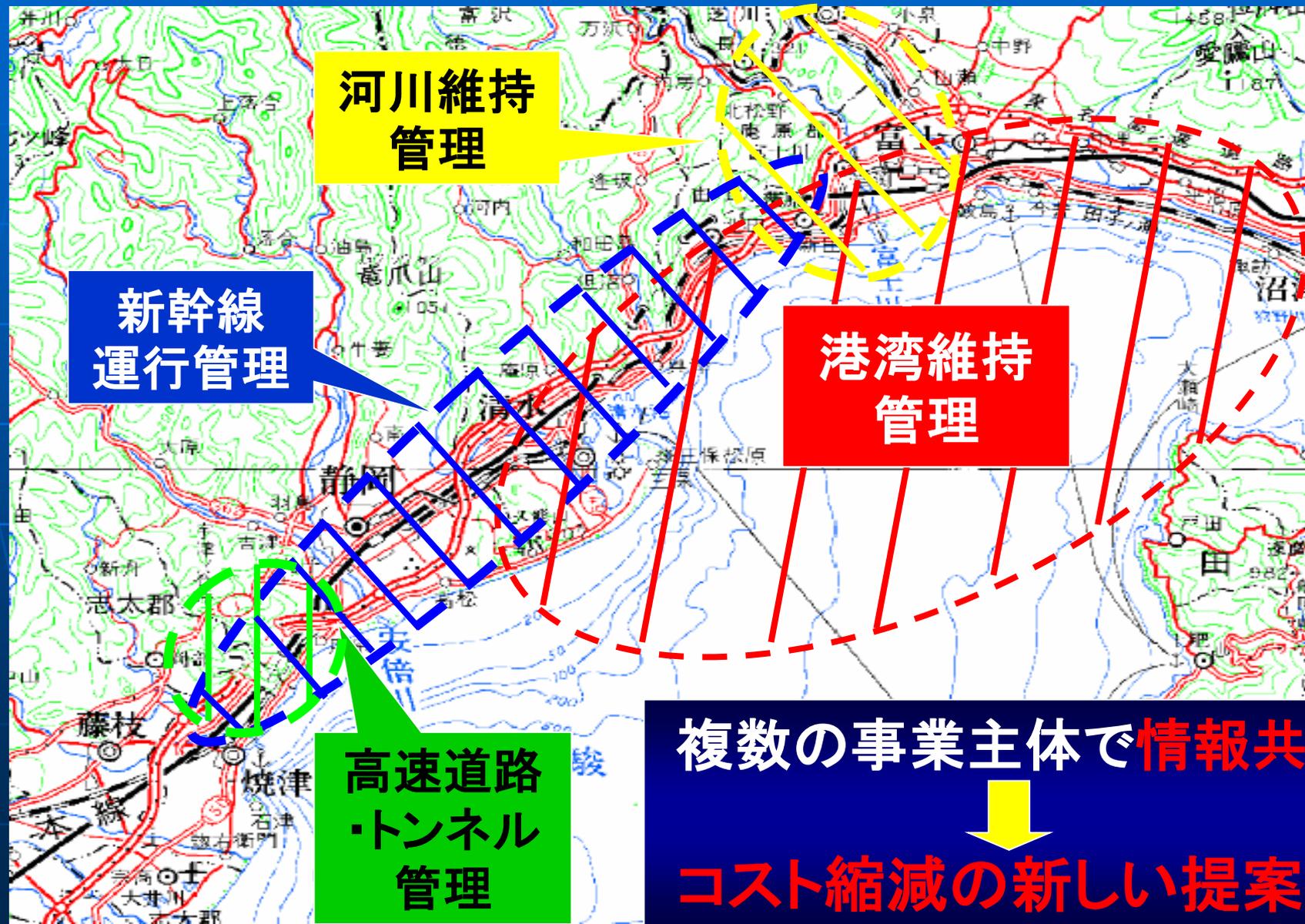
- 復興・復旧や業務継続計画(BCP)等の実行に必要なユーザ点・電子基準点の稼働・変動量・座標値を速やかに提供

ユーザ設置のGPS点と電子基準点の組合せ



監視エリア周辺の電子基準点を組合せることで、監視エリア全域の変位・変動を見逃さない！
(土木施工等の地盤・構造物の安全管理に活用！)

地盤・構造物等変動情報の共有



震災後のユーザ点・電子基準点 稼働・変動情報の提供

(事例:平成20年6月岩手・宮城内陸地震)

■ 電子基準点成果の状況

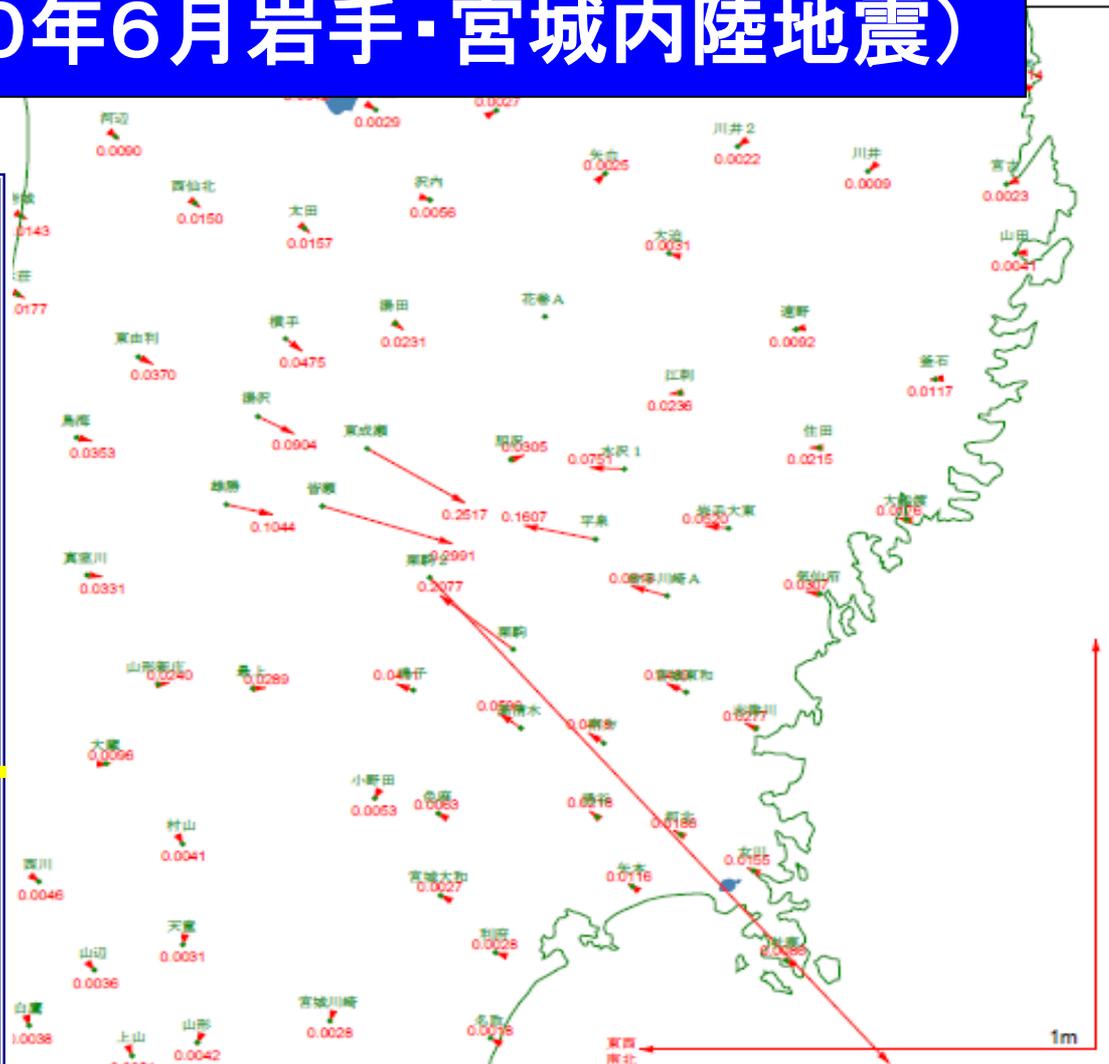
6月14日 地震の発生

6月19日 電子基準点(21点)
成果公表の停止

・ (約46日間成果停止)

8月4日 成果改定

※ 本システムは地震翌日より
電子基準点の稼働情報・
変動量の提供可能。



「この地図の作成にあたっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の300万分の1日本とその周辺及び100万分の1日本を使用したものである。(承認番号 平20業使、第226号)」

まとめ

- 本システムは、広大域(全国)～狭小域(数十m)の地盤・構造物等の変位・変動を監視可能
- 観測データの収集・解析・評価が全て自動処理
- 解析情報(グラフ・図・累積変位等)の自動メール
- ユーザ点と電子基準点を組合せることで、
 - 地盤変動の規模・範囲を評価(ローカルな変動を見逃さない)
 - 関連団体との地盤変動情報の共有(社会資本の利活用)
 - 復興・復旧やBCPに必要なユーザ点・電子基準点の稼働情報・変動量等を速やかに提供(応急活動の初動に寄与)

ありがとうございました。



社団法人日本測量協会
測量技術センター

(連絡先)

電子メール: data@geo.or.jp

電話: 03-3579-6814(直通)

ホームページ <http://www.jsurvey.jp>