

補足資料

「地理空間情報活用推進基本法」
信頼性の高い衛星測位サービスを安定的に享受できる環境を確保する
「基本測量に関する長期計画」
正確さの確保等により、重ね合わせができる良質 な地理空間情報を整備することで、地理空間情報高度活用社会を実現する

国家座標とは

国家座標とは、その国の**位置の基準**です。具体的には、その国において**緯度、経度、高さ**やこれに準ずる座標（数値）で位置を表す場合の基準をいいます。我が国においては、**測量法第11条で定められた基準**に準拠した緯度、経度、標高、平面直角座標、地心直交座標が、**測量に限らず**、様々な法令や民間の地図や図面などで位置を表現する場合の基準として用いられ、国家座標となっています。

同じ位置の数値が複数存在すると**社会的な混乱**が生じてしまいますが、国家座標に準拠・整合したものに統一されていることで、誰もが安心して位置情報を利活用することが可能となっています。

日本の国家座標の定義や分かりやすく説明する場合の例は以下のとおりです。

【定義】

国家座標とは、その国の位置の基準である。

日本の国家座標とは、測量法第11条で定められた基準に準拠した緯度、経度、標高、平面直角座標、地心直交座標である。



【日本の国家座標やその一部を分かりやすく伝える場合の例】

- 1) 国家座標とは、**日本経緯度原点**の座標と整合する座標です。
- 2) 国家座標とは、日本水準原点の標高と整合する座標です。
- 3) 国家座標とは、**基盤地図情報**の位置と整合する座標です。
- 4) 国家座標とは、国土地理院の地図やこれを使用して作成される道路地図など**一般の地図**の座標と整合する座標です。
- 5) 国家座標とは、日本経緯度原点等の測量の基準（測量法第11条）及び**国家基準点**の成果と整合する座標です。
- 6) 国家座標とは、**三角点**や**電子基準点**と整合する座標です。
- 7) 国家座標とは、国家基準点の成果と整合した緯度、経度、標高、平面直角座標、地心直交座標などの座標値を指す普通名詞です。現在の日本の国家基準点成果は、**世界測地系（地球基準座標系）**のひとつである測地基準座標系「**日本測地系2011**」（JGD2011）に準拠しており、いわゆる国家座標です。



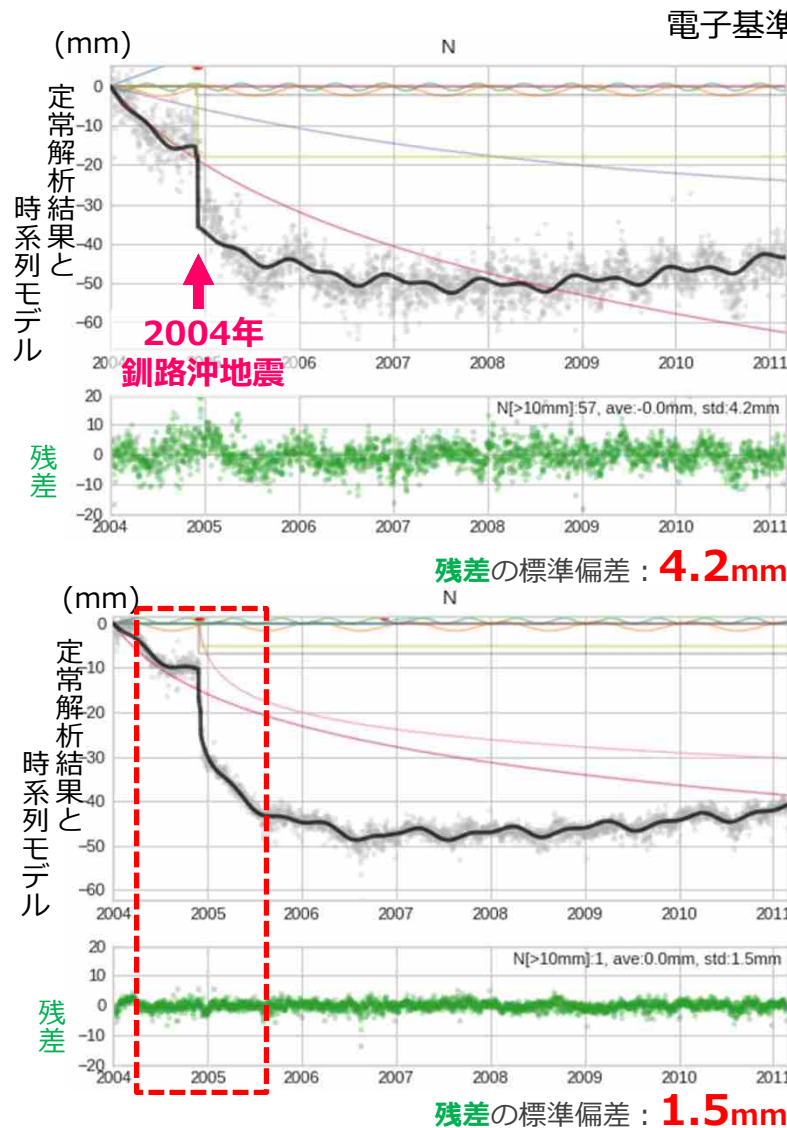
なお、これまでは、基準日（元期）に固定した国家座標が用いられてきましたが、これからは、3次元の座標値（緯度・経度・高さ）に時点情報を加えた**4次元の国家座標（JGD4D）**も必要となってきています。

時間を含めた4次元の国家座標（JGD4D）は、任意の時刻間の変換（地殻変動補正）によって実現されます。

※整合とは、同一地点の座標が測定の誤差の範囲内で一致していることをいう。

※国家基準点とは、三角点、水準点、電子基準点等をいう。

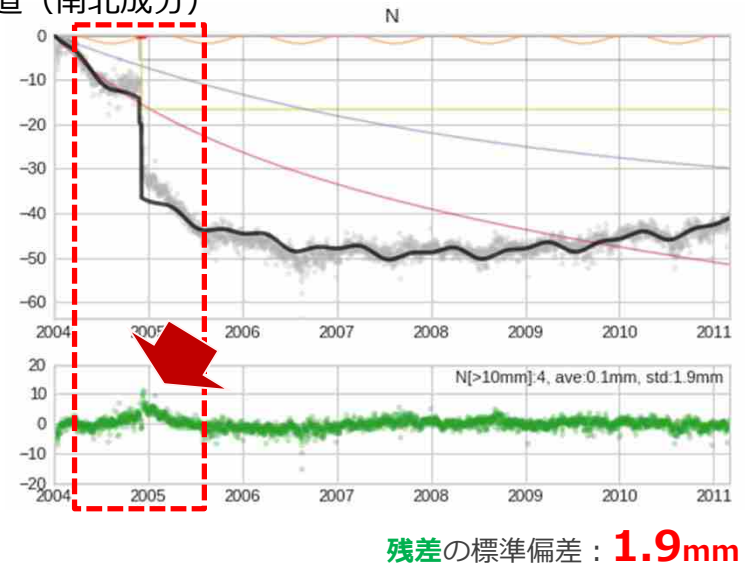
定常解析結果に含まれる共通誤差の除去



電子基準点 釧路町 北海道（南北成分）

共通誤差の
除去

対数関数の
追加



開発 定常解析結果に含まれる固定局（電子基準点 つくば1）に起因する**共通誤差**を**除去**する機能

成果 残差のばらつきが大きく**減少**

効果 2004年釧路沖地震（Mw7.0）の余効変動が明瞭に
→ さらに釧路沖地震の余効変動を対数関数で推定
することで、より高精度なフィッティングに

$$Z^* = \sum_{k=1}^n \omega_k Z_k$$

Z^* : 推定値, Z_k : 観測点kの観測値
 ω : 各観測点に配分される重み

クリギング (従来法)

$$\begin{pmatrix} \gamma(h_{1,1}) & \cdots & \gamma(h_{n,1}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma(h_{1,n}) & \cdots & \gamma(h_{n,n}) \\ 1 & \cdots & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \vdots \\ \omega_n \\ \mu \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \gamma(h_{0,1}) \\ \vdots \\ \gamma(h_{0,n}) \\ 1 \end{pmatrix}$$

γ : セミバリオグラム

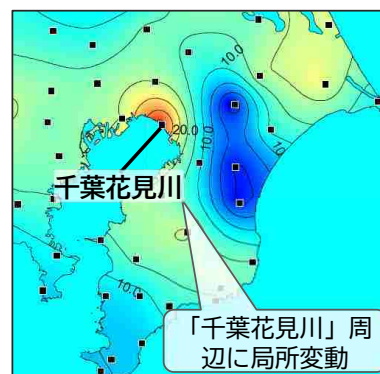
新規開発

重み付きクリギング (新手法)

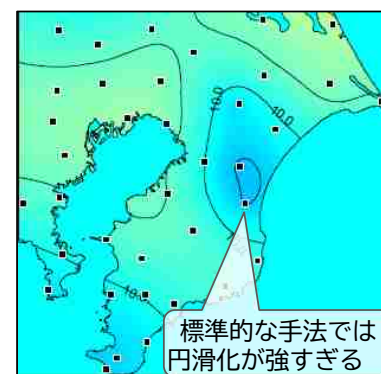
$$\begin{pmatrix} \gamma(h_{1,1}) & \cdots & \gamma(h_{n,1}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma(h_{1,n}) & \cdots & \gamma(h_{n,n}) \\ 1 & \cdots & 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \sigma_1^\alpha & & 0 \\ & \sigma_i^\alpha & \\ 0 & & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \vdots \\ \omega_n \\ \mu \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \gamma(h_{0,1}) \\ \vdots \\ \gamma(h_{0,n}) \\ 1 \end{pmatrix}$$

- 空間的に円滑化を実現するダンピング効果 (異常値に頑強)
- 標準的な手法では $\alpha=2$.
- 試行錯誤の結果, $\alpha=2$ では適切な空間補間が実現しなかったため, 本研究では, 最適な解を与える指数部を探索する手法を開発
- 本研究では誤差 (σ) には, PPPの標準偏差を与えた

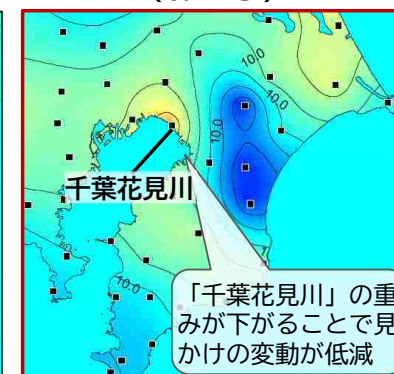
従来法



重み付き ($\alpha=2$)



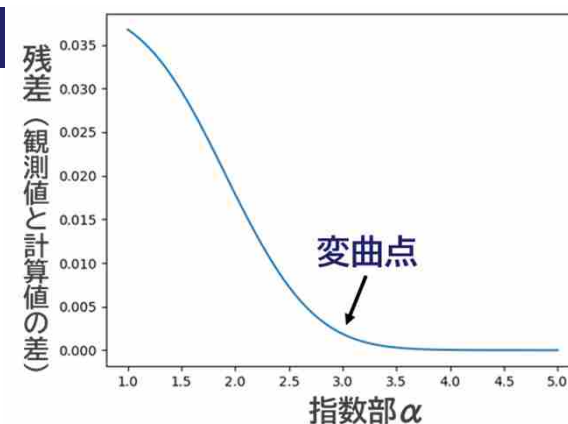
新手法: 重み付き ($\alpha=3$)



【新規開発】最適な重みの決定法

重みに与える σ_{PPP}^α の指数部を変えて残差 (0-C) 分布の変曲点を探索

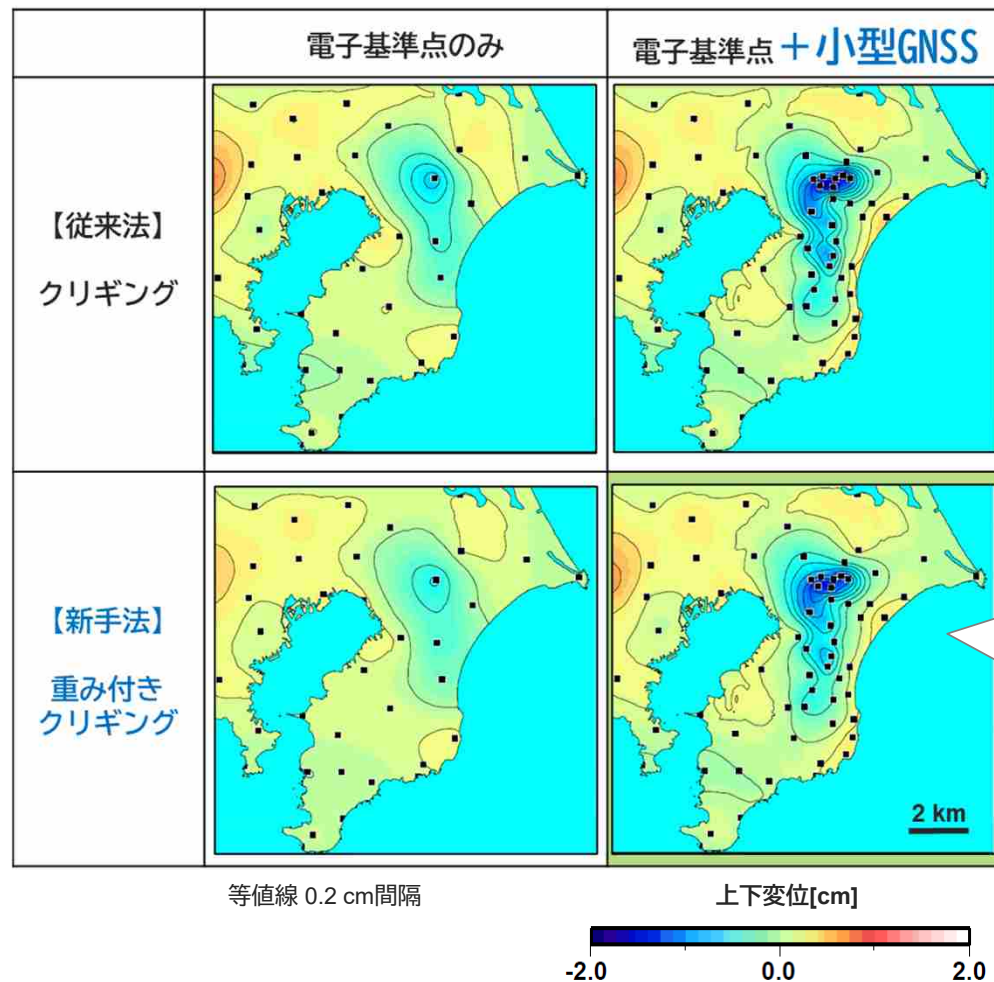
房総半島周辺の計算では, 概ね $\alpha=3$ 付近が最適解



※本研究では, クリギングと同様にセミバリオグラムによる空間従属性を利用する最小二乗コロケーション法 (①Gaussモデル, ②Triangularモデル, ③1st-order Markovモデル, ④ 2nd-order Markovモデル) も試行した. クリギング (従来法) や標準的な重み付きクリギングの挙動と大きく変わらないことを確認している.

小型GNSS観測データを組み込んだ定常時地表変動モデル

上下変位 2023-04-01 ~ 2023-12-31

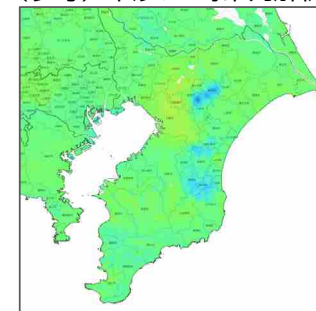


小型GNSSによる多点観測の効果により、
局所域（地盤沈下域）の変動を適切にモデル化

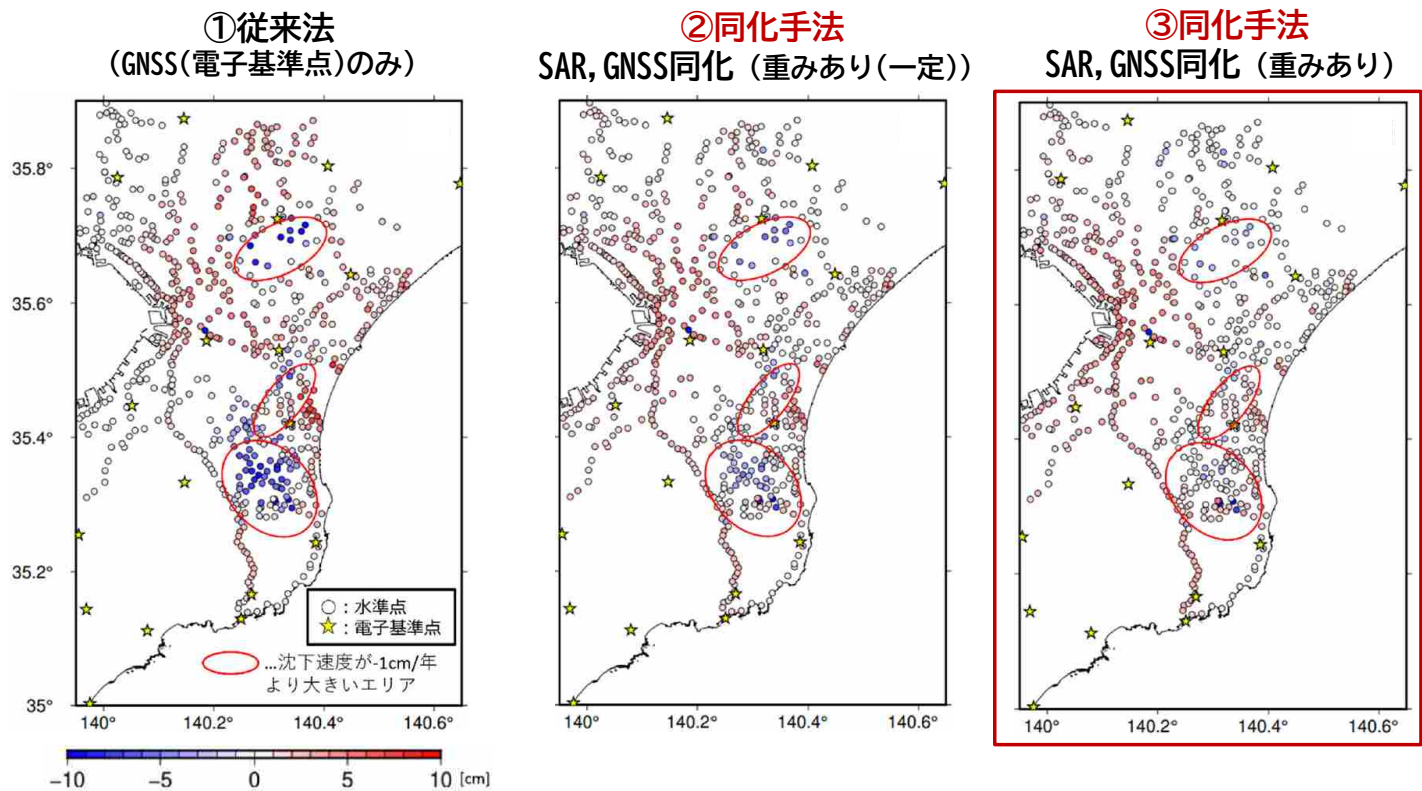
定常時地表変動モデル
の高分解能化

房総半島の地盤沈下域が、小
型GNSS観測（30点）を加えた
高密度観測により詳細に捉え
られたことで、地殻変動補正
パラメータが高分解能化

（参考）干渉SAR時系列解析



水準測量との差の残差二乗和 (RMS)



干渉SARデータの組み込みにより従来法では対応困難だった**局所変動域**の**地殻変動補正パラメータ**の構築が可能に

SARを組み込んだデータ同化により水準測量との乖離が大きく改善

	① (従来法)	②	③
RMS	3.2 cm	2.4 cm	2.3 cm

★1cm/y以上の速度で沈下している地域

	① (従来法)	②	③
RMS	5.3 cm	2.6 cm	1.5 cm

■SARとGNSSのデータ同化： 最小分散推定法

$$\widehat{\Delta H} = \frac{1}{(\sigma_{CORS}^2/\sigma_{SAR}^2) + 1} \widehat{\Delta H}_{CORS} + \frac{(\sigma_{CORS}^2/\sigma_{SAR}^2)}{(\sigma_{CORS}^2/\sigma_{SAR}^2) + 1} \widehat{\Delta H}_{SAR}$$

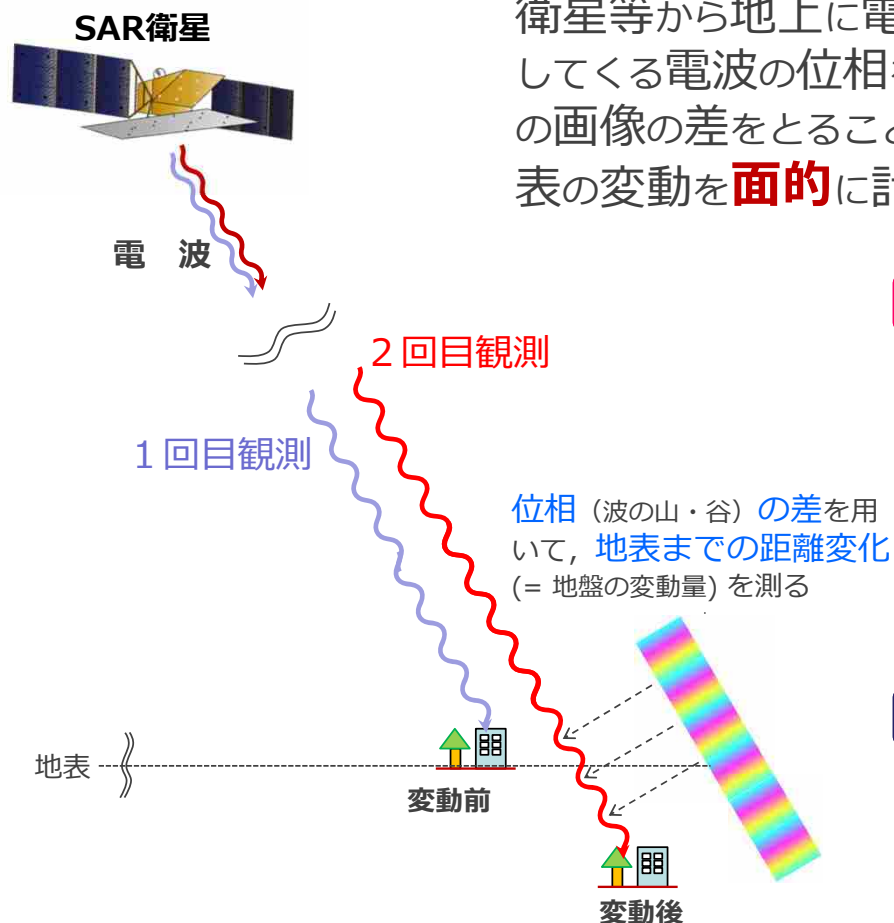
$\widehat{\Delta H}$: データ同化後の変動量
 $\widehat{\Delta H}_{CORS}, \sigma_{CORS}^2$: 電子基準点から求めた変動量とその誤差分散
 $\widehat{\Delta H}_{SAR}, \sigma_{SAR}^2$: 干渉SAR時系列解析 (準上下成分) から求めた変動量とその誤差分散

★GNSSの長波長変動の検出能力, SARの短波長変動の検出能力のメリットをそれぞれ生かすアプローチ

SAR：レーダー画像で測る地面の動き

干渉SARとは

衛星等から地上に電波を面的に照射し、反射してくる電波の位相を画像として表し、2時期の画像の差をとることにより、その間に生じた地表の変動を面的に計測する技術。

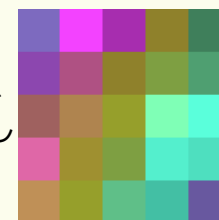


国産SAR衛星「だいち2号 (ALOS-2)」が活躍中

長所

空間分解能：数十m

他の観測方法と比べ、圧倒的な計測点数で、地表の動きを画像として把握可能

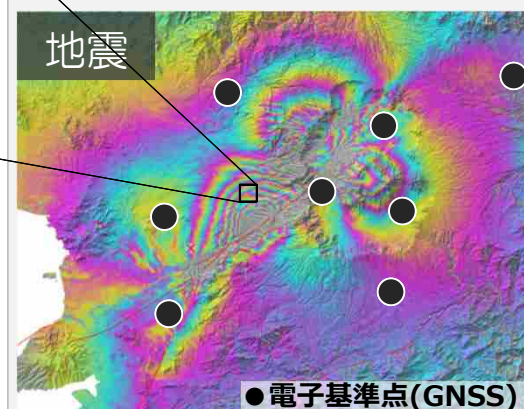
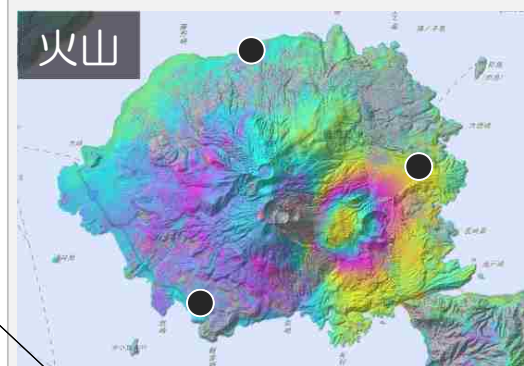


短所

計測方向：1成分
衛星視線方向成分

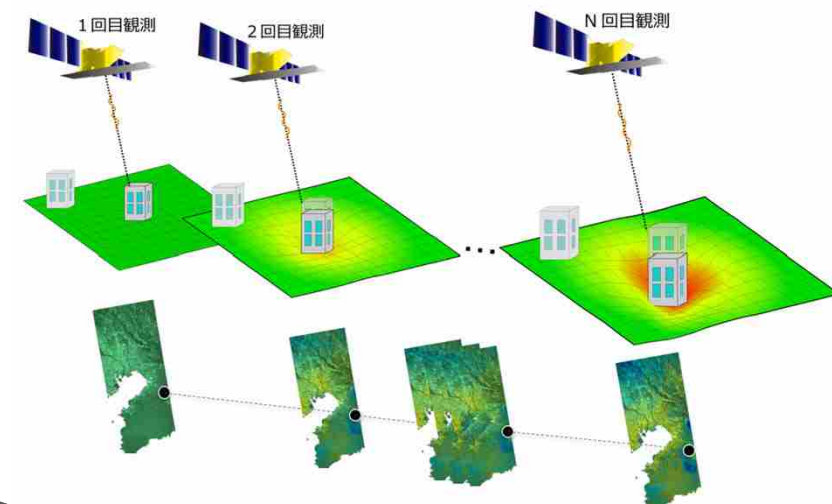
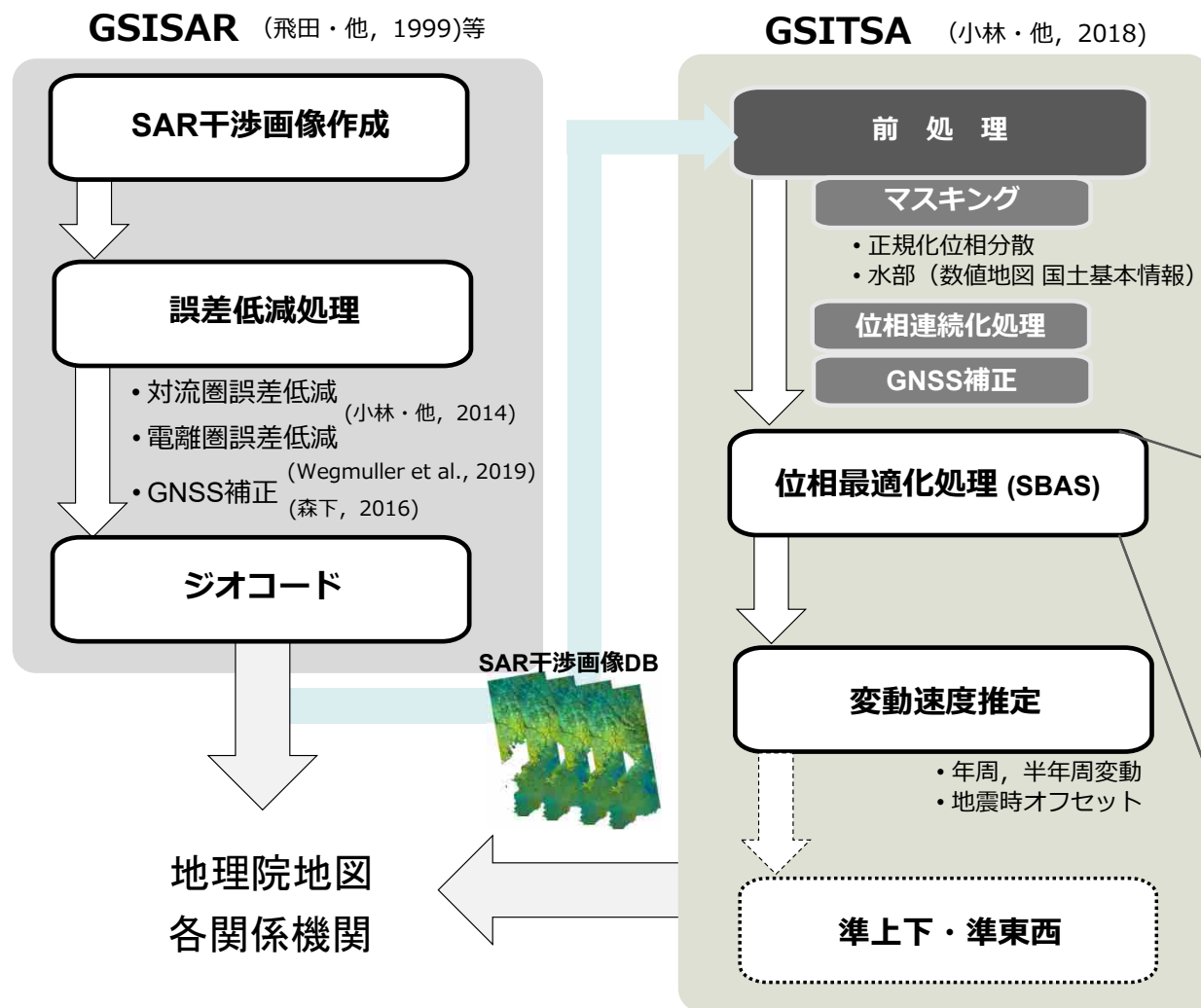
↓
位置情報管理に適さない

国土地理院では干渉SARによる国土の地盤変動の監視を実施している。



干渉SAR時系列解析 ～時系列解析の流れ～

多数枚のSAR画像を統計的に処理する干渉SARの応用技術



$$\begin{bmatrix} \mathbf{G} \\ \kappa^2 \nabla^2 \end{bmatrix} \mathbf{m} = \begin{bmatrix} \mathbf{d} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \nabla : \text{Laplacian operator} \\ \kappa : \text{超パラメータ} \end{array}$$

$$\mathbf{d} = [\dots \phi_{ji} \dots]^T \quad \mathbf{m} = [\phi_{10} \ \phi_{21} \ \dots \ \phi_{ji} \ \dots]^T$$

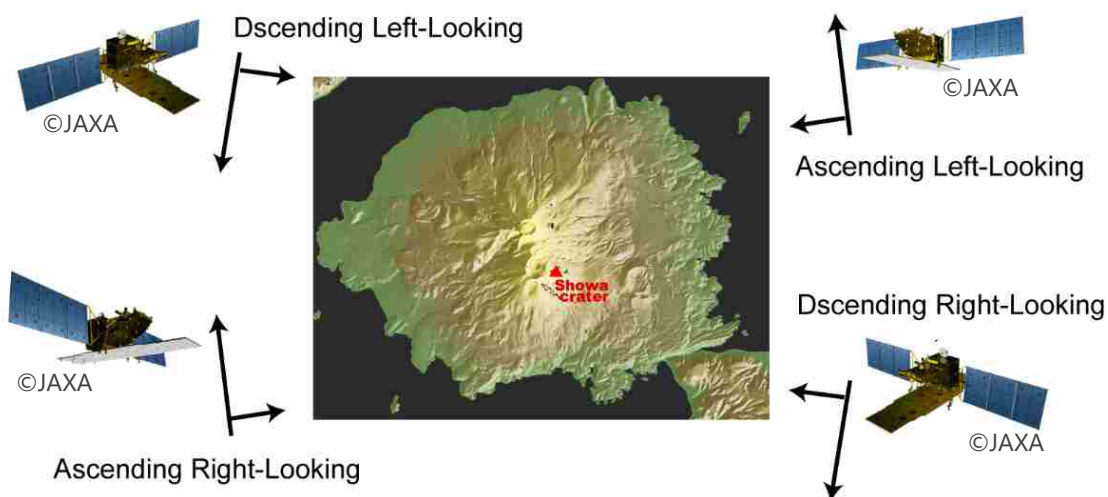
$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} & & & & & & & \\ & & & & & & & \\ & & & & & & & \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 1 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ & & & & & & & & \\ & & & & & & & & \end{bmatrix}$$

Laplacian smoothing (時間方向)
(Schmidt and Burgman, 2003)

- ABIC/CVSSによる超パラメータ決定
- 重み付き最小二乗
- 位相の標準偏差 (コヒーレンスから算出)

SAR 3次元解析：東西・南北・上下成分の推定

4方向の干渉SARデータを利用した3次元解析



観測方程式: $d = Gu$ (4方向の場合)

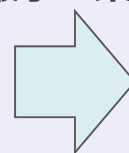
各LOS方向の単位ベクトル

$$\begin{bmatrix} d1 \\ d2 \\ d3 \\ d4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_1^{ew} & e_1^{ns} & e_1^{ud} \\ e_2^{ew} & e_2^{ns} & e_2^{ud} \\ e_3^{ew} & e_3^{ns} & e_3^{ud} \\ e_4^{ew} & e_4^{ns} & e_4^{ud} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{ew} \\ u_{ns} \\ u_{ud} \end{bmatrix}$$

【観測値】

【推定値】 3次元変動量 (東西、南北、上下)

最小二乗法



$$\hat{u} = -(G^T \Sigma_R^{-1} G)^{-1} G^T \Sigma_R^{-1} d$$

$$\Sigma_{\hat{u}} = (G^T \Sigma_R^{-1} G)^{-1}$$

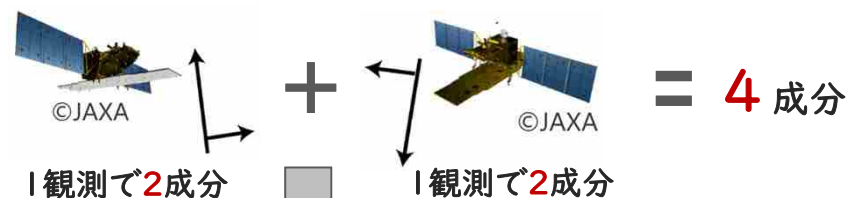
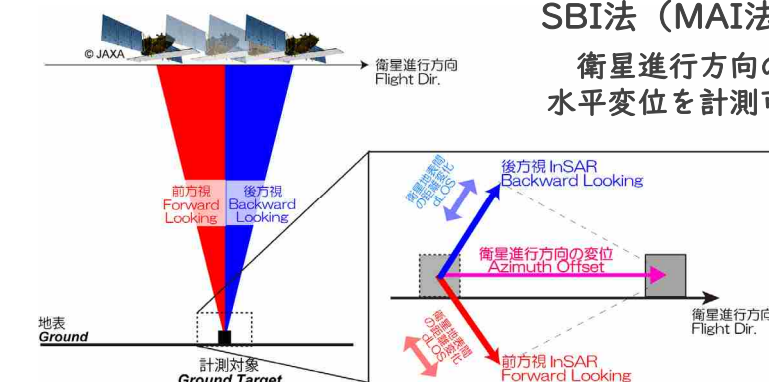
分散共分散行列

衛星進行方向の変位を利用した3次元解析

【衛星進行方向の変位計測技術】

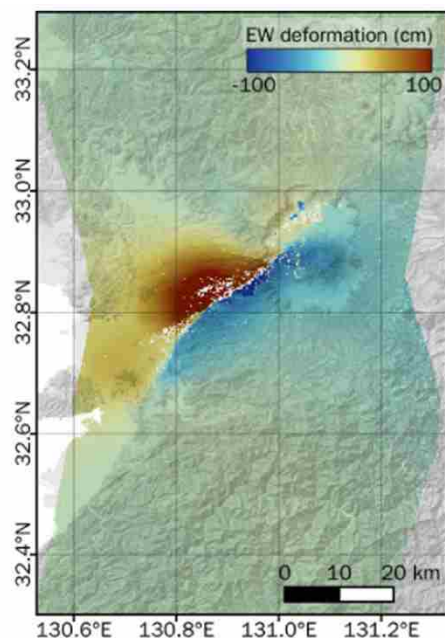
SBI法 (MAI法)

衛星進行方向の
水平変位を計測可能

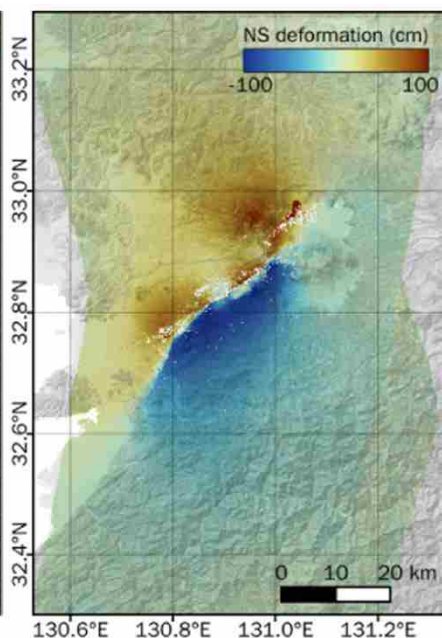


成果事例：平成28年（2016年）熊本地震への適用

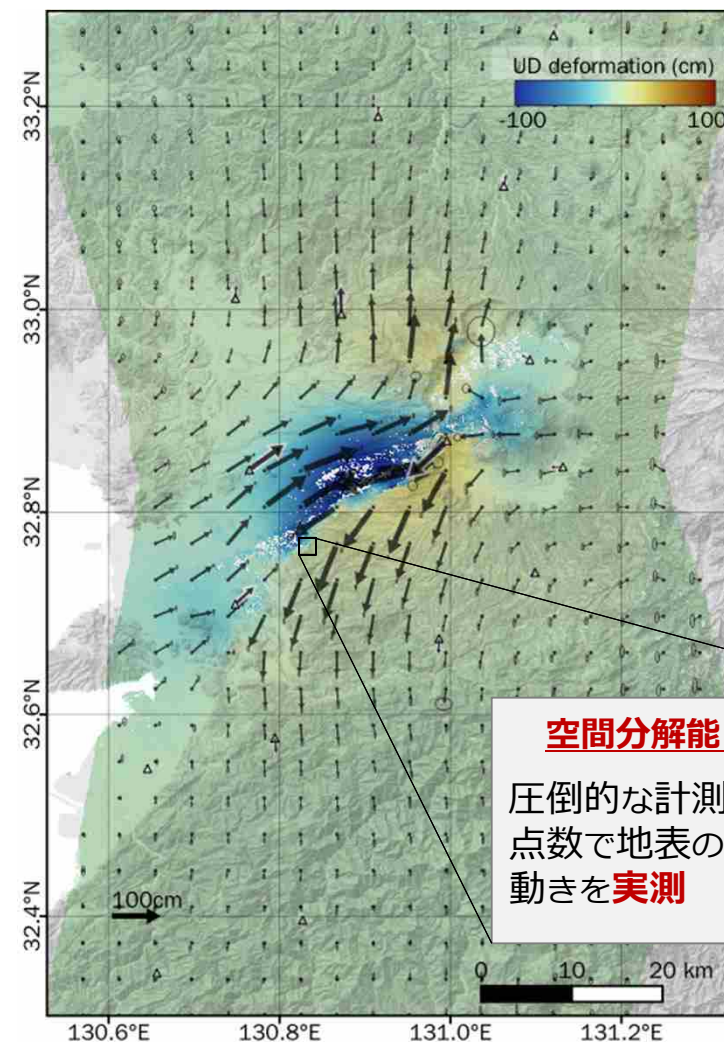
東西成分



南北成分



3次元：上下成分+水平成分（矢印）



- ✓ 熊本地震に伴う地表変動の**3成分**を計測
- ✓ 変動を**面的**（空間分解能～50m）に計測
- ✓ **断層近傍の複雑な変動**も計測

計測精度 上下成分：～1cm
※本解析の場合 東西成分：～1cm
南北成分：～5cm

（スライド44）

空間分解能：～50m

圧倒的な計測
点数で地表の
動きを**実測**

解析事例：平成28年（2016年）熊本地震（最大 M_j 7.3） ～計測精度～ 国土地理院

計測精度

（※本解析の場合）

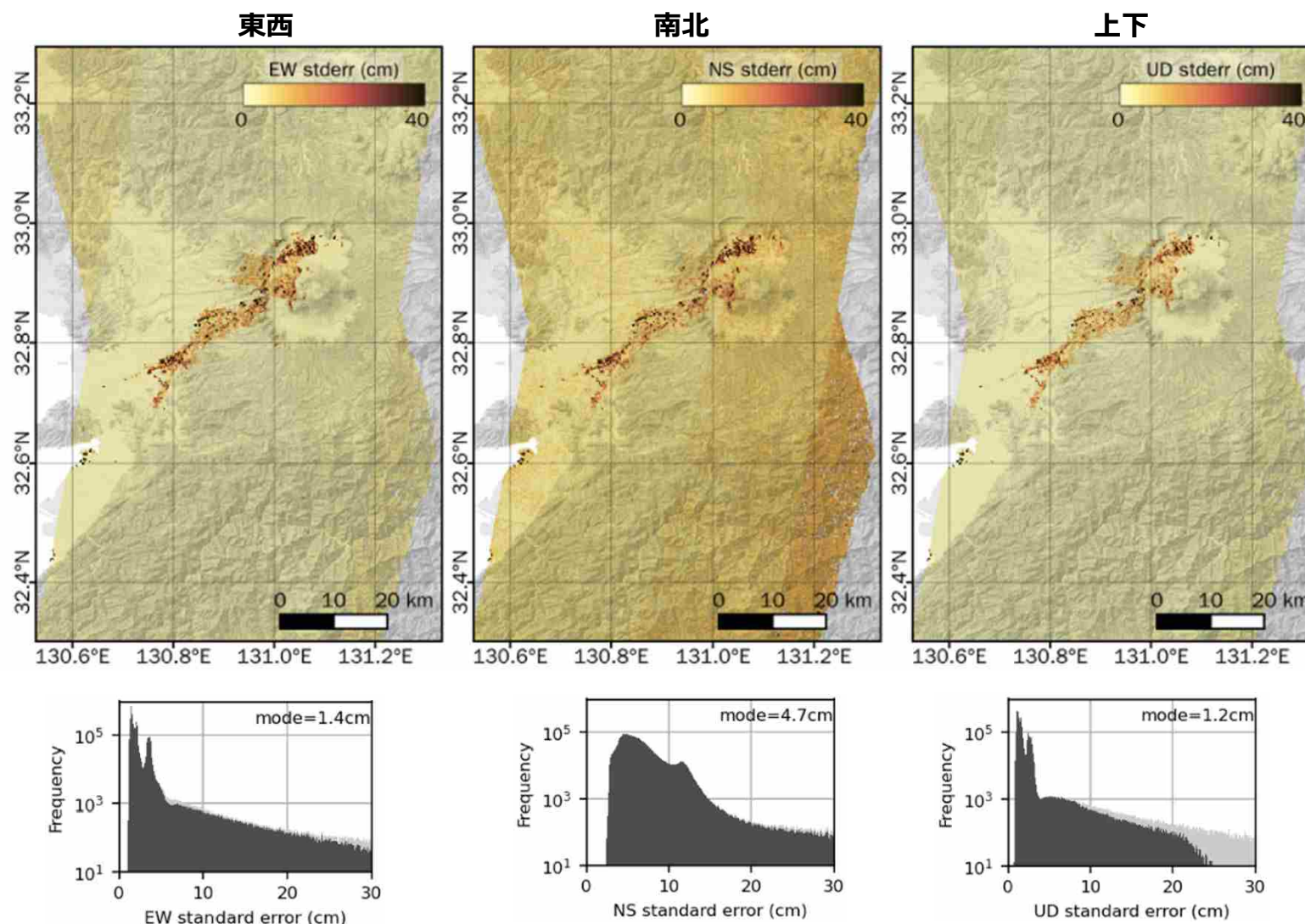
上下成分：～1 cm

東西成分：～1 cm

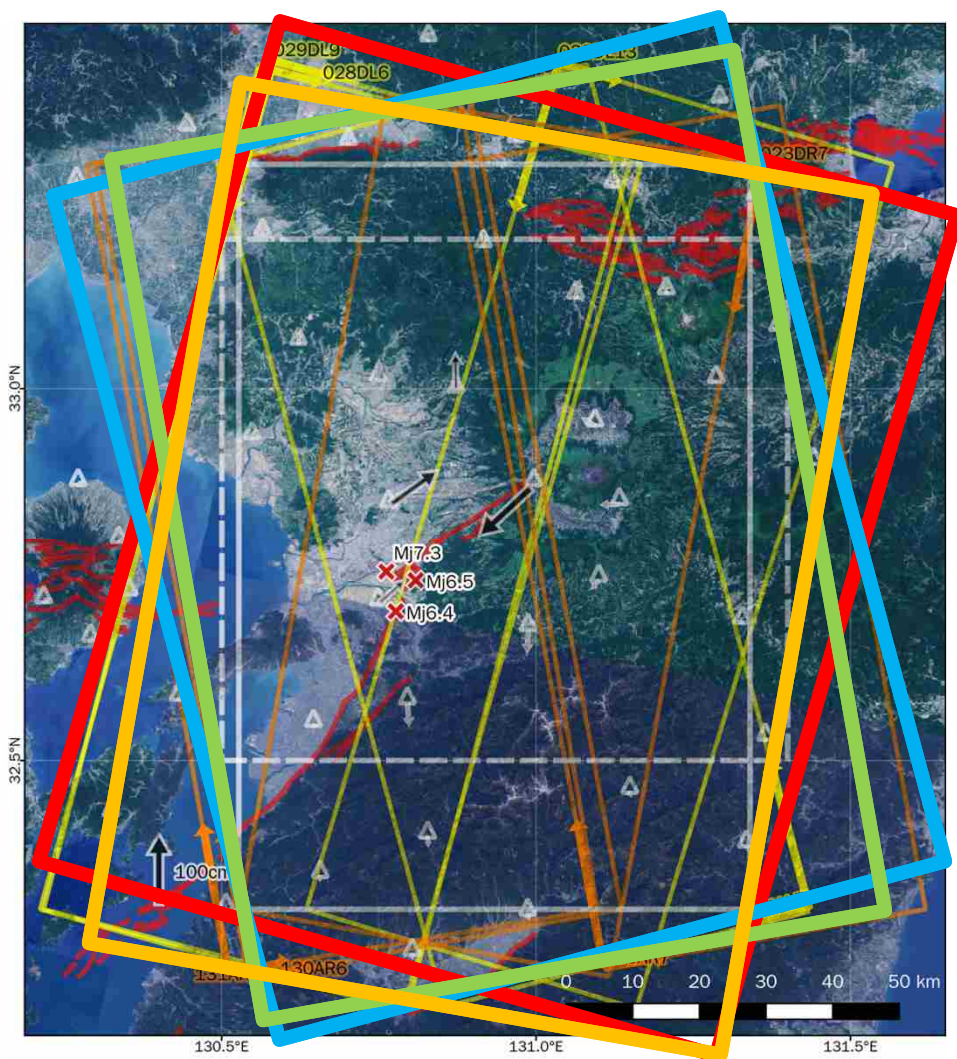
南北成分：～5 cm

※1 断層近傍では地表状態が大きく変わるために計測精度が劣る（～10 cmを超える場所も）ことに注意。

※2 観測条件により精度は大きく変わるため、全ての計測でこの精度が保証されるわけではない。



熊本地震のタイムラインシミュレーション（ALOS-4の場合）



約
2
週
間

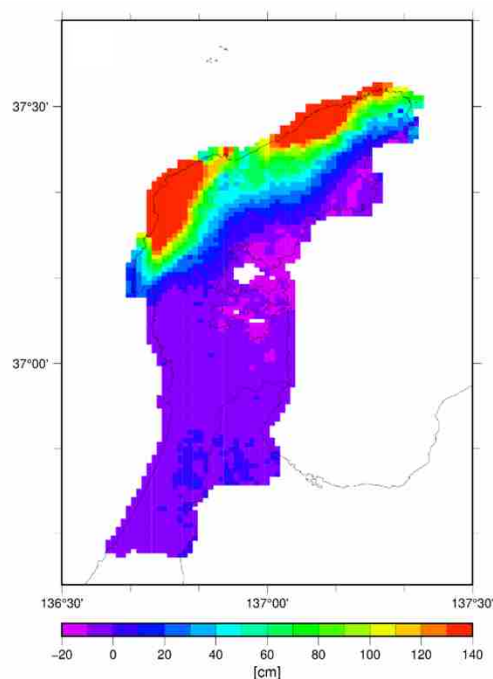
月日	時間	
04/16	01:25	Mj7.3の地震発生
04/18	00:25	p132AR3観測、初観測
	12:19	p023DR1観測 InSAR2.5次元解析結果（速報）公表
04/19	23:30	p124AL2観測
04/20	13:00	p029DL2観測 SAR3次元解析結果（速報）公表
04/22	00:12	p130AR1観測、定常モードなので好条件
04/24	23:37	p125AL1観測
04/29	12:53	p028DL1観測
05/02	00:25	p132AR3観測
	12:19	p023DR1観測
05/19		● 電子基準点成果改定（2016年熊本地震の場合）

- ・ ALOS-4では1観測で変動域全体をカバー
→精度向上が期待される
- ・ 電子基準点成果改定とほぼ同時に補正パラメータを公表可能

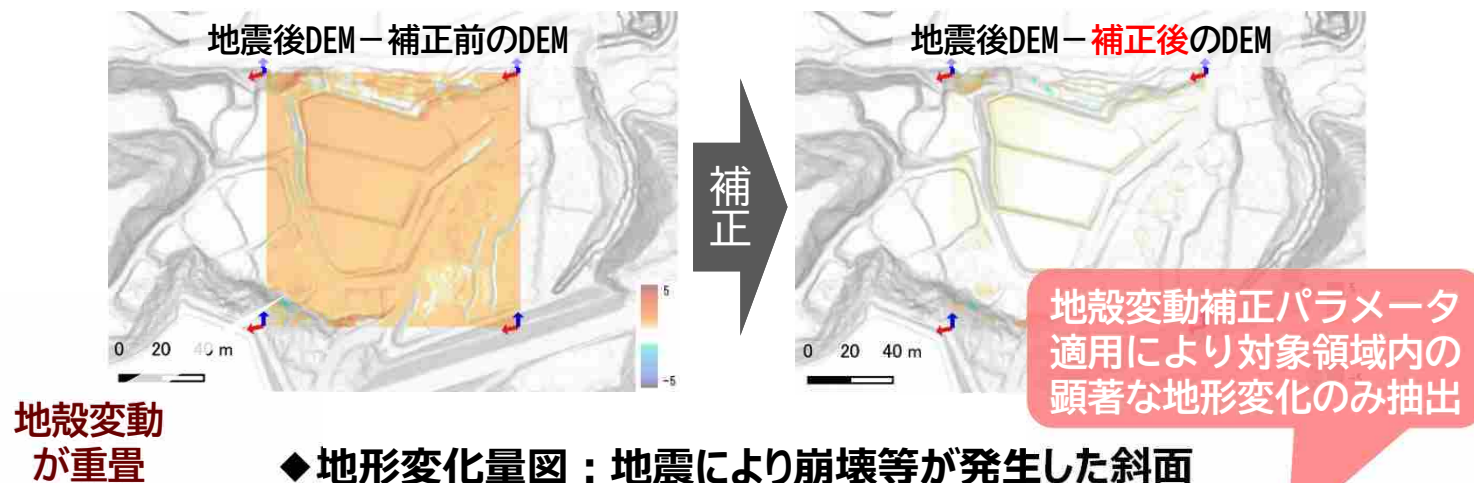
成果事例：令和6年能登半島地震への適用 ～補正パラメータの活用事例～

SARによる補正パラメータ（試作版） 林野庁の災害の把握・分析や復旧事業の検討に活用される

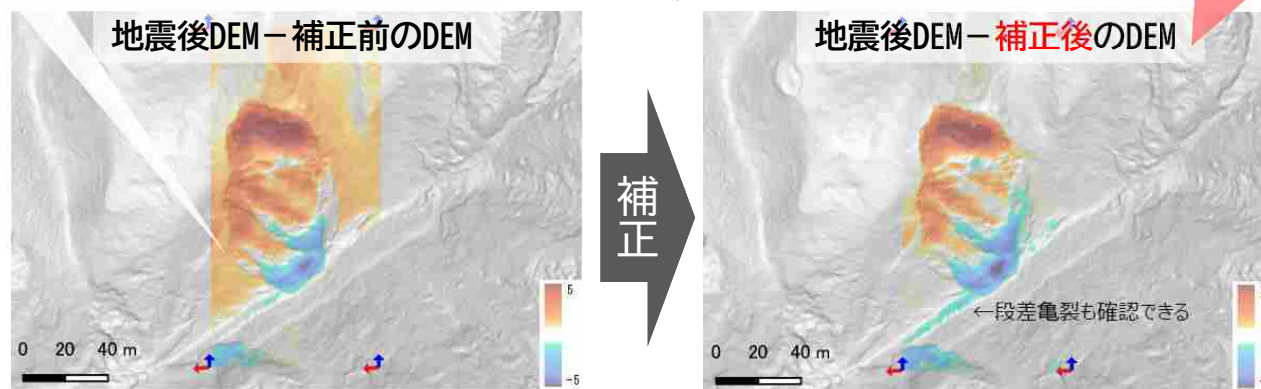
衛星SARの3次元解析結果を用いて構築した標高の補正パラメータ



◆地形変化量図：崩壊等が発生していない水田



◆地形変化量図：地震により崩壊等が発生した斜面



- ①地震前DEM：石川県森林管理課 令和4年度航空レーザ測量成果より作成
- ②地震後DEM（補正なし）：能登半島地震に係る航空レーザ測量業務の速報成果より作成
- ③地震後DEM（補正あり）：②に衛星SARによる座標標高補正パラメータ&PatchJGDHVを適用して作成

林野庁より図提供

衛星重力データ（球面調和関数モデル）から推定するジオイド高 ～定常時～

ジオイド高 N

$$N_{\text{GGM}} = \frac{GM_1 - GM_2}{R\gamma_Q} - \frac{W_0 - U_0}{\gamma_Q} + \frac{GM_1}{r\gamma_Q} \sum_{n=2}^{n_{\text{max}}} \left(\frac{a_1}{r}\right)^n$$

$$\sum_{m=0}^n \left[\left(\bar{C}_{nm} - \left(\frac{GM_2}{GM_1} \right) \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^n \bar{C}_{2n}^* \right) \cos(m\lambda) + \bar{S}_{nm} \sin(m\lambda) \right]$$

$$\bar{P}_{nm}(\cos \theta),$$

Matsuo & Kuroishi (2020)の式(6)より

短波長ノイズ低減処理

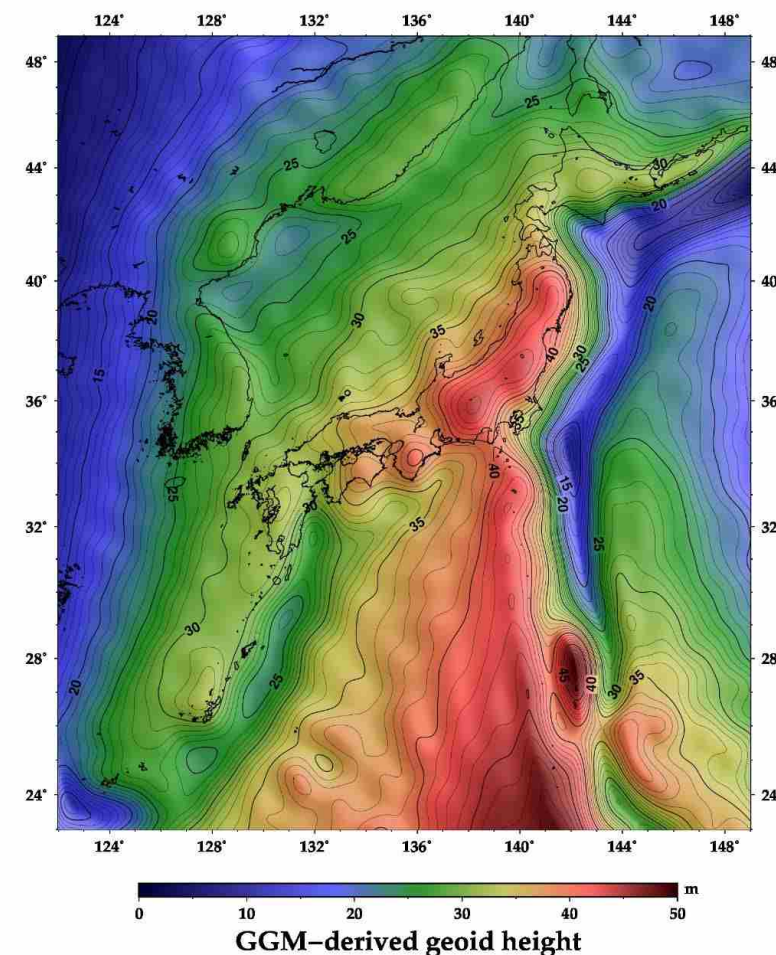
衛星重力データに適用する空間フィルター
(Wahr et al. (1998)の式(32)～(34))

$$W(\alpha) = \frac{b}{2\pi} \left(\frac{\exp[-b(1 - \cos \alpha)]}{1 - e^{-2b}} \right) \quad b = \left(\frac{\ln 2}{1 - \cos(r/a)} \right)$$

$$W_0 = \frac{1}{2\pi} \quad W_1 = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{1 + e^{-2b}}{1 - e^{-2b}} - \frac{1}{b} \right]$$

$$W_{n+1} = -\frac{2n+1}{b} W_n + W_{n-1} \quad W_{m+1} = -\frac{2m+1}{b} W_m + W_{m-1}$$

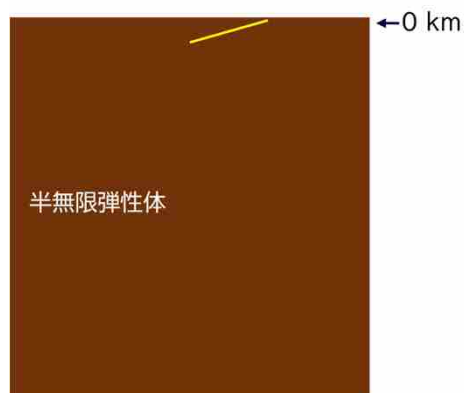
衛星重力データから導出されたジオイド高



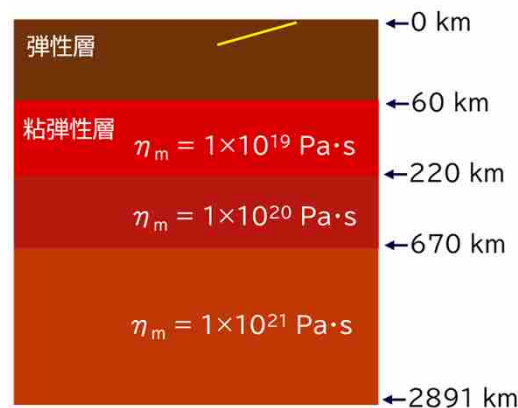
震源断層パラメータから推定するジオイド変化 ～地震時～

地球構造

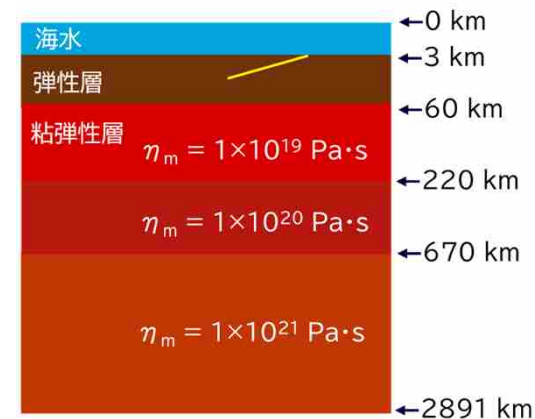
【ケース1】



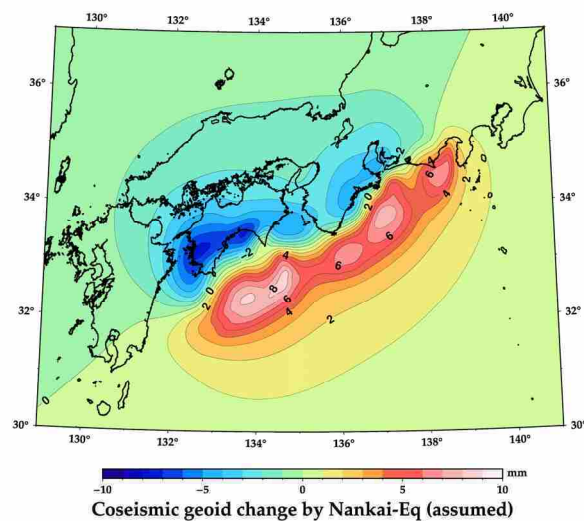
【ケース2】



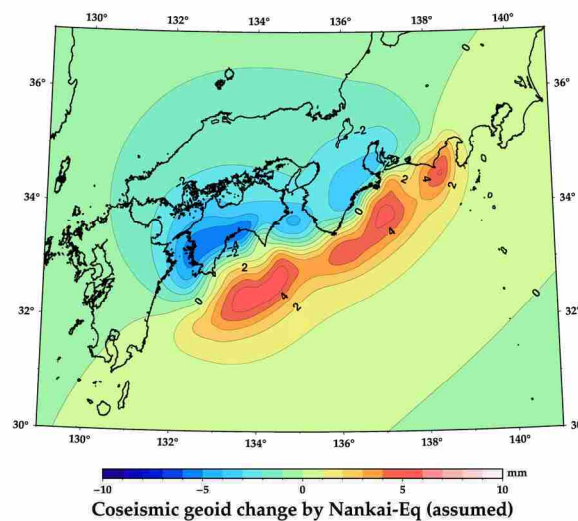
【ケース3】



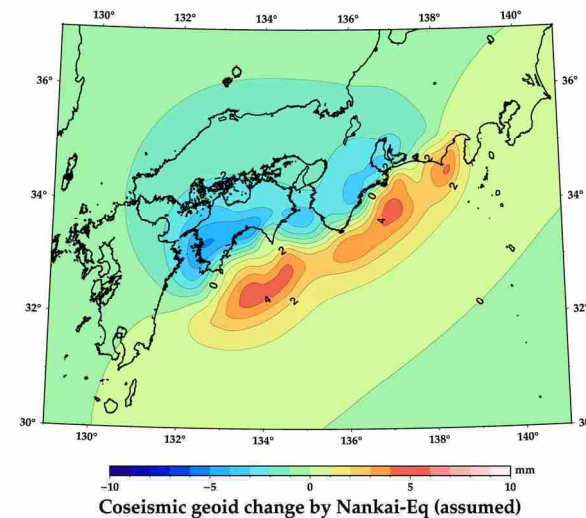
計算結果



Okubo(1992)の理論で計算



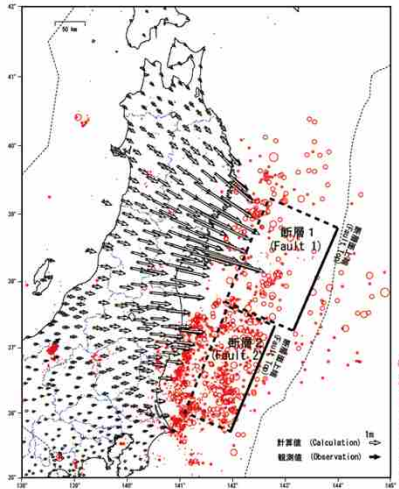
Wang et al.(2006)の理論で計算



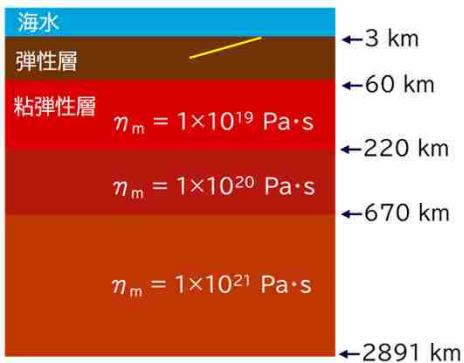
Wang et al.(2006)の理論で計算

平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震によるジオイド変化

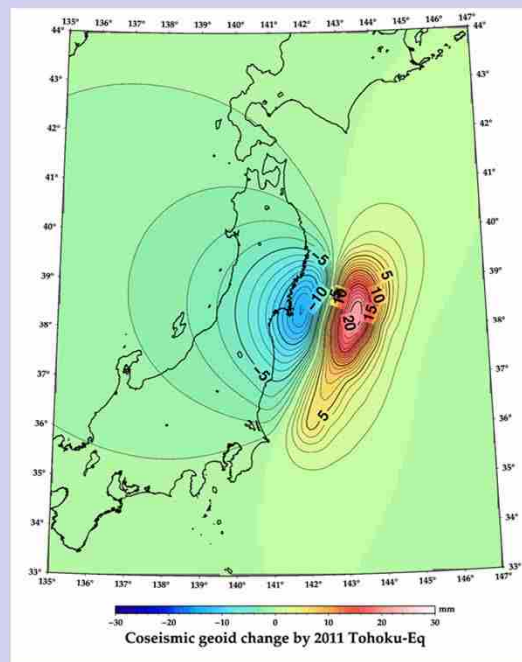
地震時の断層運動



地下構造

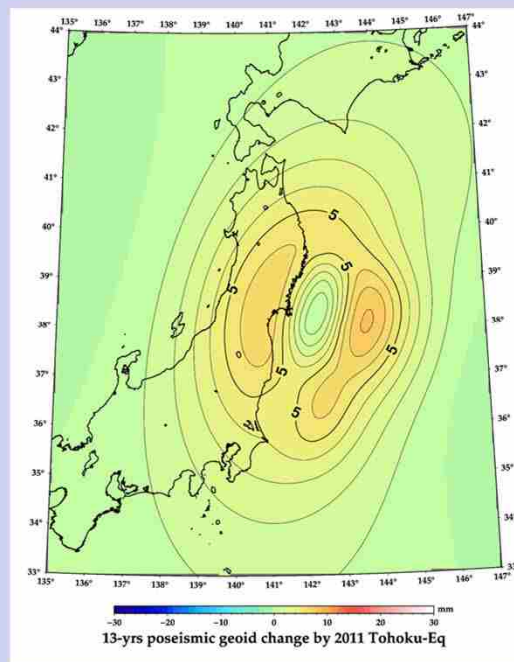


地震時のジオイド変化



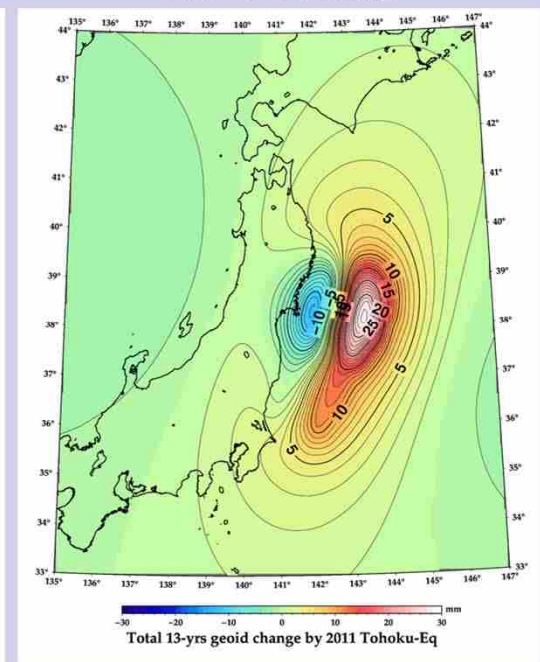
最大で20 mmのジオイド変化

地震後13年間のジオイド変化



最大で7 mmのジオイド変化

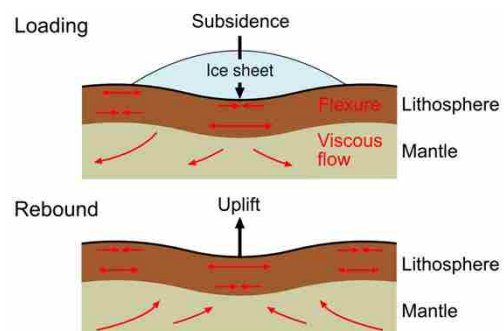
地震時及び地震後13年間のジオイド変化



最大で27 mmのジオイド変化

後氷期回復によるジオイド変化

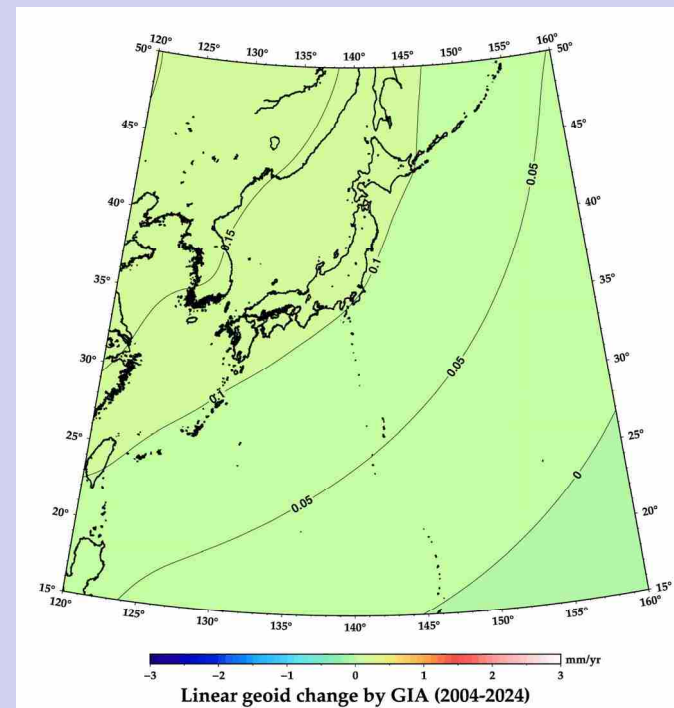
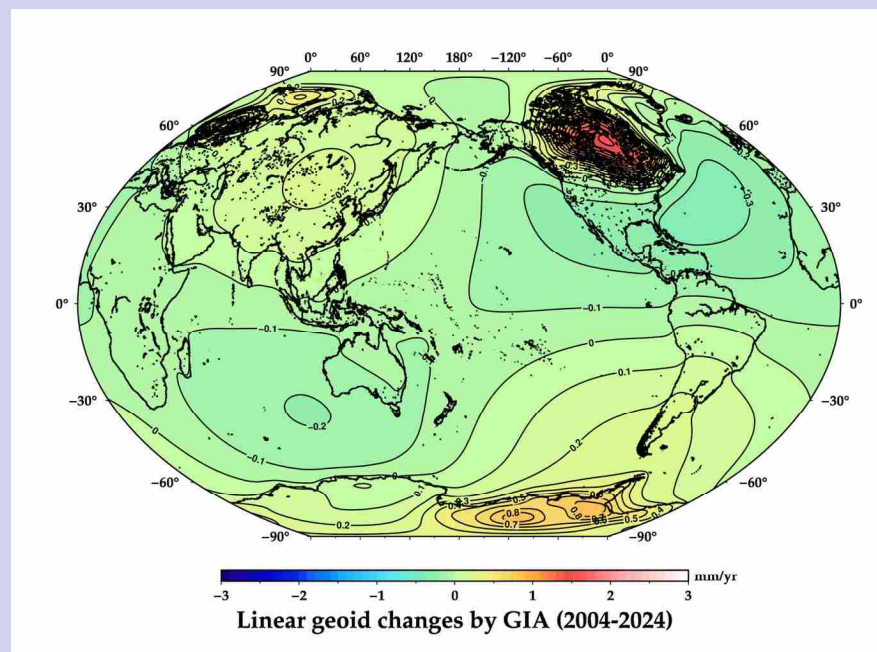
氷期の氷床で凹んだ地球が長い時間をかけてゆっくりと元に戻る現象



<https://www.gfz-potsdam.de/en/section/earth-system-modelling/topics/solid-earth-dynamics/glacial-isostatic-adjustment-gia>

ICE-6G model (Peltier et al. 2015) に基づくジオイド変化

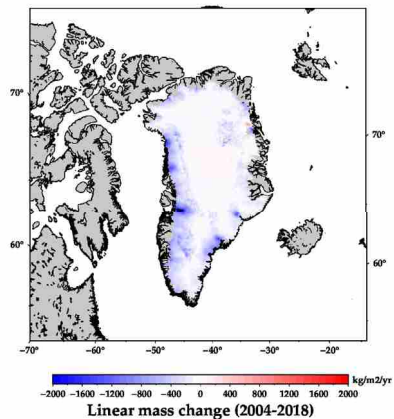
日本列島では 0.1 mm/yr のジオイド変化



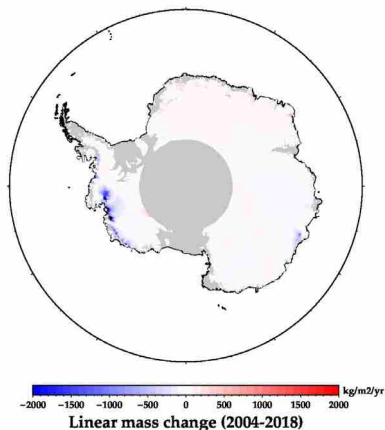
※ W_0 への影響は含まず

氷床質量変化によるジオイド変化

グリーンランド: Simonsen et al. (2021)が提供する衛星高度衛星データとFirnモデル

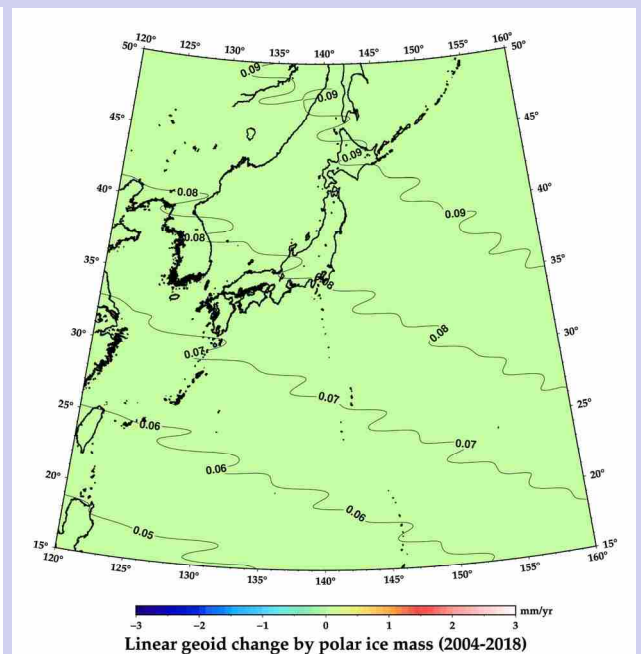
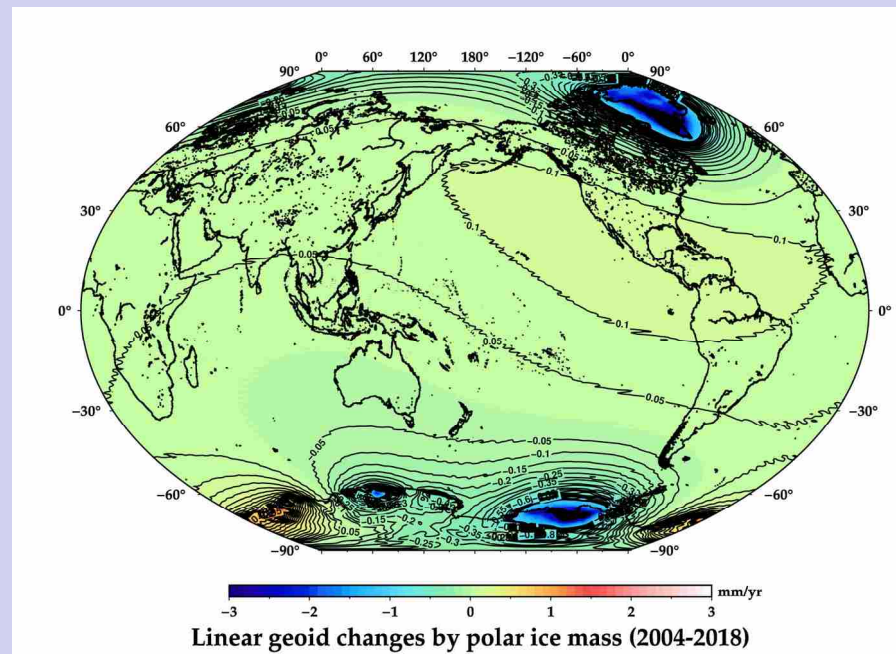


南極: Schröder et al. (2019)が提供する衛星高度衛星データ、Firn密度は900 kg/m³と仮定



衛星高度データとFirnモデルに基づくジオイド変化

日本列島では 0.08 mm/yr のジオイド変化

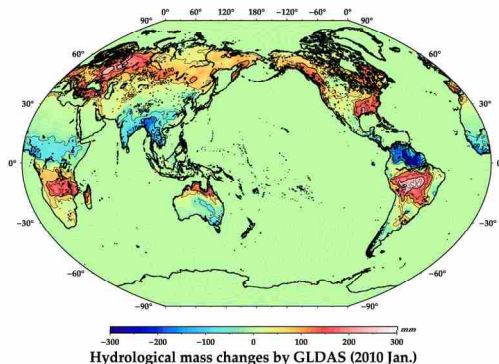


※ W_0 への影響は含まず

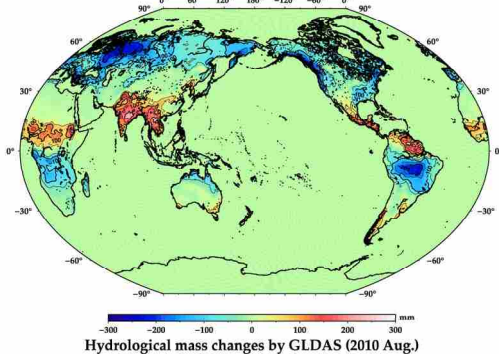
陸水質量変化によるジオイド変化

水の流入(降雨と降雪)と流出(流出水と蒸発散)の収支をもとに推定された陸水の総水分量

年平均に対する1月の陸水貯留量変化

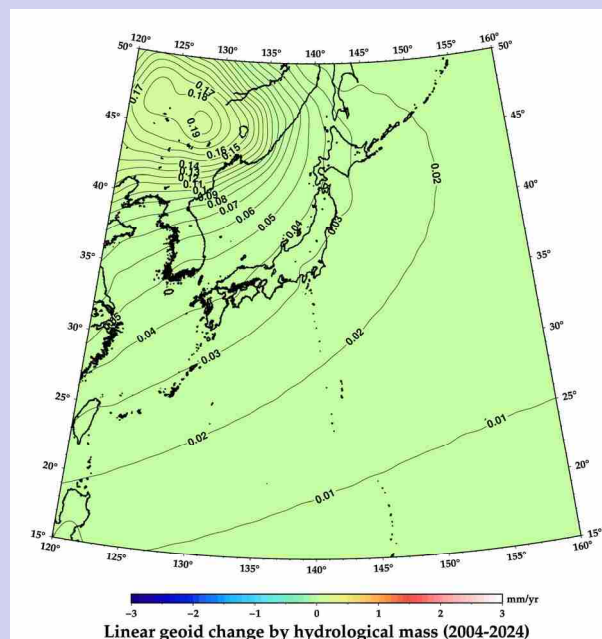
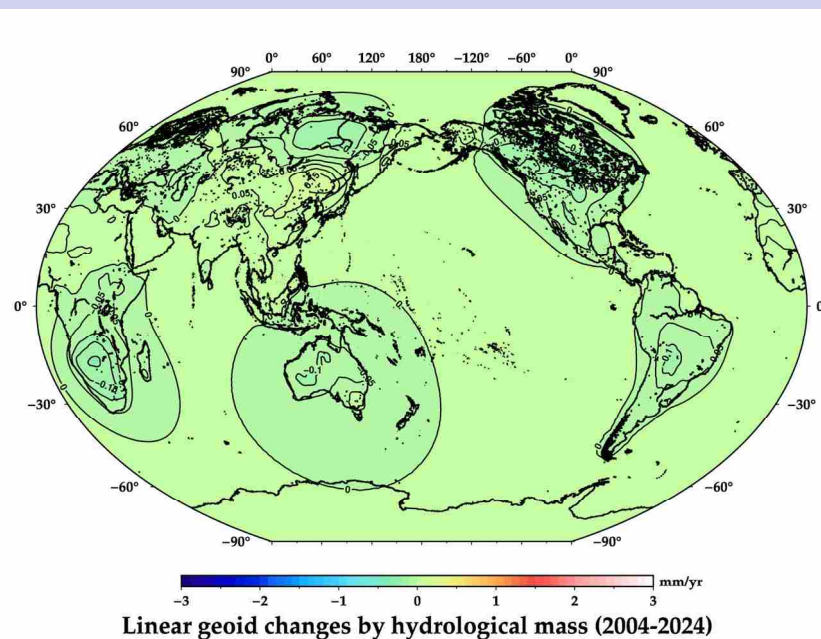


年平均に対する8月の陸水貯留量変化



GLDAS Noah V2.1 model に基づくジオイド変化

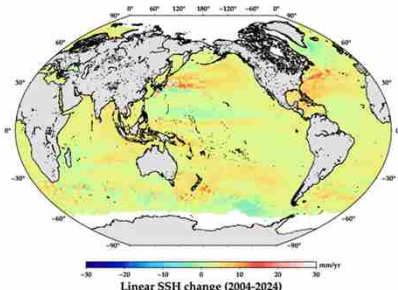
日本列島では 0.03 mm/yr のジオイド変化



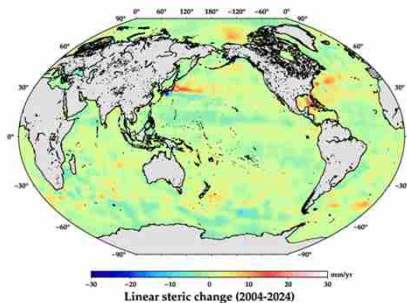
※ W_0 への影響は含まず

海洋質量変化によるジオイド変化

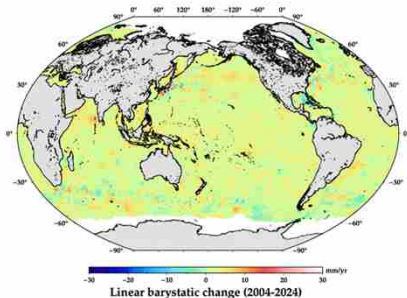
海面高の経年変化



Steric高の経年変化

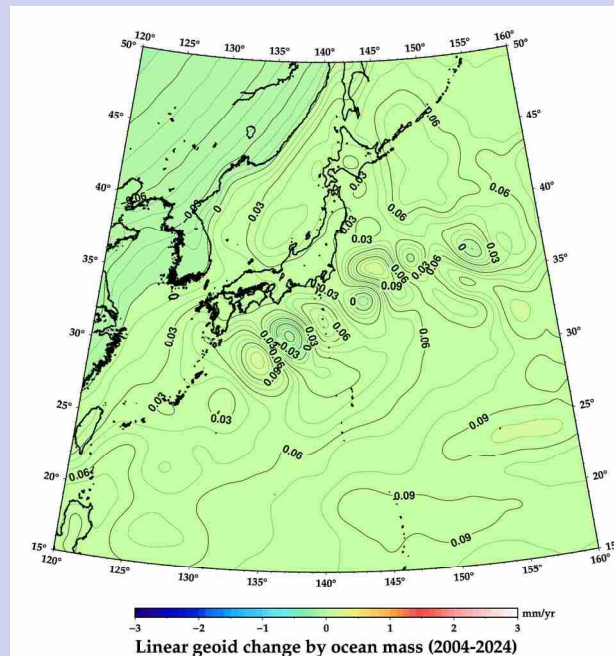
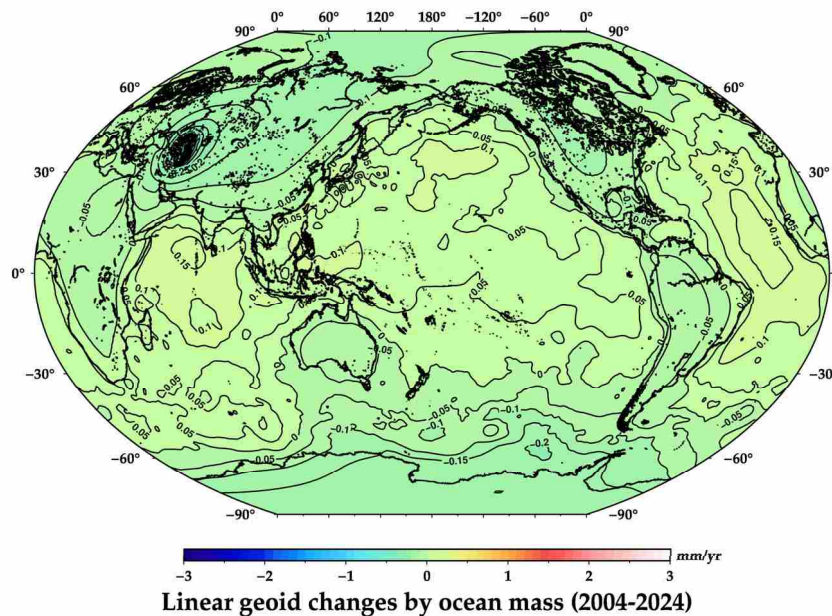


Barystatic高の経年変化



衛星高度データと海洋モデルに基づくジオイド変化

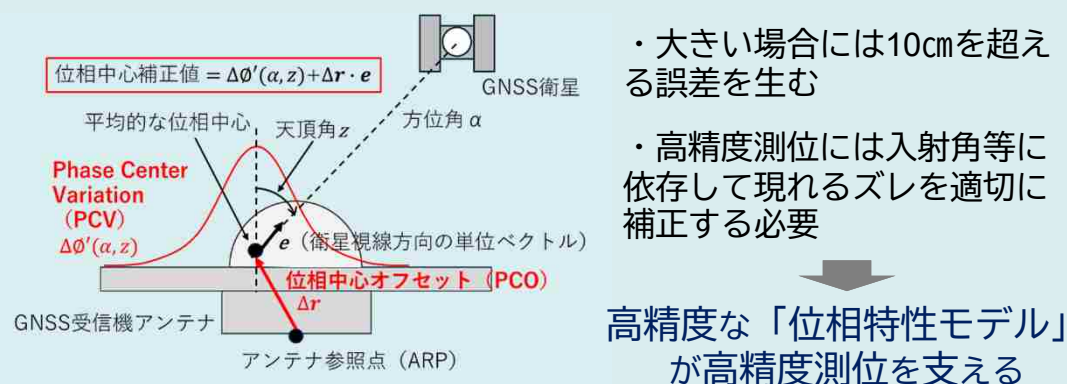
日本列島では 0.03 mm/yr のジオイド変化



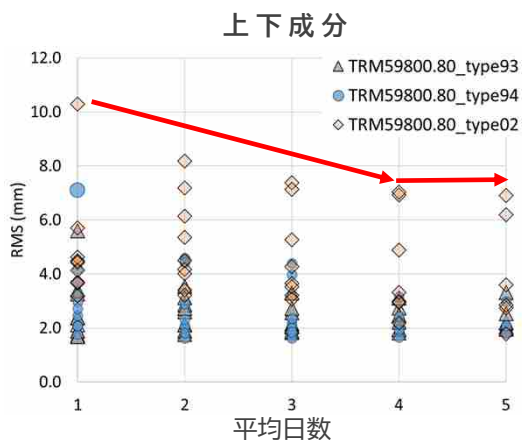
※ W_0 への影響は含まず

アンテナ位相特性モデル構築に関する研究

アンテナ位相特性：測定の基準となるアンテナ参照点と衛星からの信号を実際に受信する点とのずれを表す量



1. GLONASSに対する受信機アンテナ位相特性モデルの構築手法の改良



GLONASSの最適なモデル構築手法を検討

- ・ PCOとPCVの日々の推定値に、衛星配置に由来する8日間の顕著な周期性は見られないことを確認
- ・ 検定アンテナの座標値（真値）に対するRMSの分析から、このケースでは、日々のPCOとPCV推定値のばらつきの影響を減らすための平均処理には4日間必要との結果

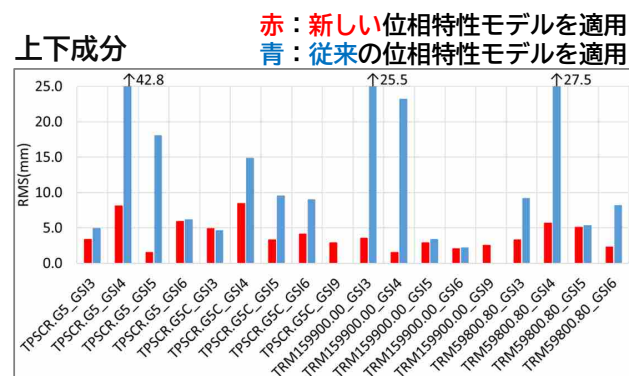
2. 電子基準点の新たな位相特性モデルの構築

電子基準点の位相特性モデルの高精度化の試み

【新手法の適用】

従来： 24時間1セッションのみの検定観測から推定
本研究： 複数セッションの位相特性推定値の平均

ほとんどのペアで**新たなアンテナ位相特性モデル**を適用した場合の方が、現行のモデルを適用した場合よりも**RMS減少**



上下成分
RMS 1 cm未満

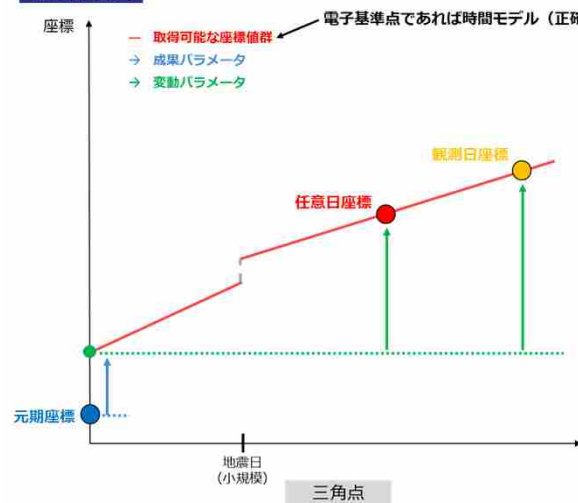
南北・東西成分
RMS 5 mm未満

成果

2025年度 全国の標高成果改定（測地成果2024の構築）において、**電子基準点の標高決定に新しく構築した位相特性モデル**を使用

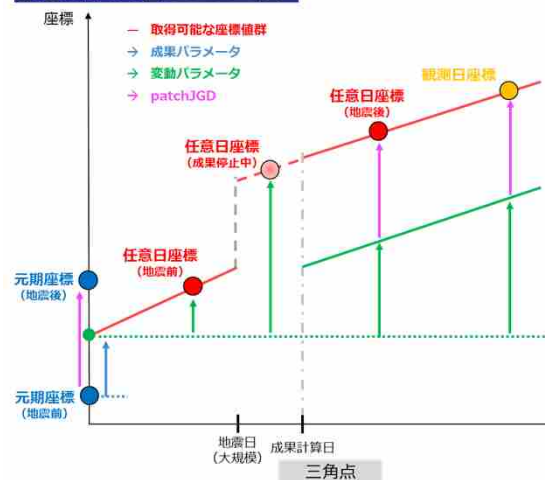
位置座標の変換処理方法①

任意の位置



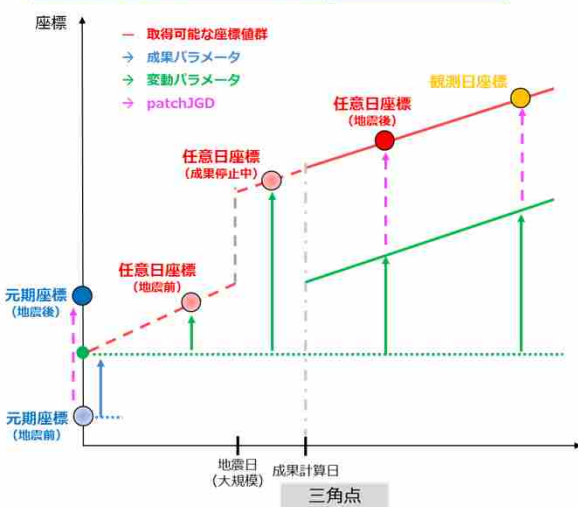
- A) 測量/測位 (観測日座標 ↔ 元期座標 | 地震後)
(元期座標 | 地震後) = (観測日座標)
- (変動パラメータ | 観測日)
- (成果パラメータ)
- B) 測位 (観測日座標 ↔ 任意日座標 | 地震後)
(任意日座標 | 地震後) = (観測日座標)
- (変動パラメータ | 観測日)
+ (変動パラメータ | 任意日)

成果改定地域、patchJGDあり



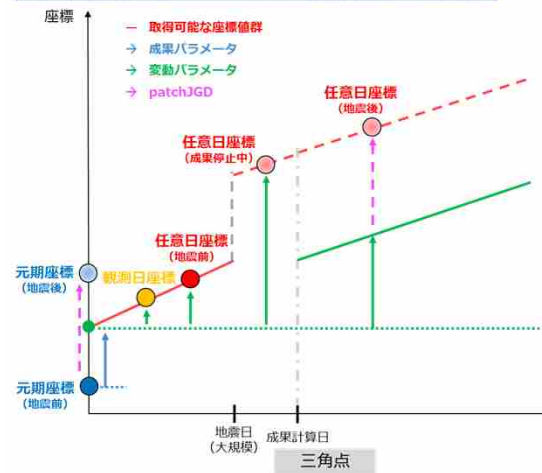
- A) 測量/測位 (観測日座標 ↔ 元期座標 | 地震後)
(元期座標 | 地震後) = (観測日座標)
- (patchJGD)
- (変動パラメータ | 観測日)
- (成果パラメータ)
+ (patchJGD)
- B) 測位 (観測日座標 ↔ 任意日座標 | 地震後)
(任意日座標 | 地震後) = (観測日座標)
- (patchJGD)
- (変動パラメータ | 観測日)
+ (変動パラメータ | 任意日)
+ (patchJGD)
- C) 測位 (観測日座標 ↔ 元期座標 | 地震前)
(元期座標 | 地震前) = (観測日座標)
- (patchJGD)
- (変動パラメータ | 観測日)
- (成果パラメータ)
- D) 測位 (観測日座標 ↔ 任意日座標 | 地震前)
(任意日座標 | 地震前) = (観測日座標)
- (patchJGD)
- (変動パラメータ | 観測日)
+ (変動パラメータ | 任意日)
- E) 測位 (観測日座標 ↔ 任意日座標 | 成果停止中) ※精度が悪い
(任意日座標 | 停止中) = (観測日座標)
- (patchJGD)
- (変動パラメータ | 観測日)
+ (変動パラメータ | 任意日)

成果改定地域、patchJGDなし 例) 熊本地震断層近傍



- A) 測量/測位 (観測日座標 ↔ 元期座標 | 地震後)
(元期座標 | 地震後) = (観測日座標)
- (patchJGD)
- (変動パラメータ | 観測日)
- (成果パラメータ)
+ (patchJGD)
- B) 測位 (観測日座標 ↔ 任意日座標 | 地震後)
(任意日座標 | 地震後) = (観測日座標)
- (patchJGD)
- (変動パラメータ | 観測日)
+ (変動パラメータ | 任意日)
+ (patchJGD)
- C) 測位 (観測日座標 ↔ 元期座標 | 地震前) ※変換不可能
- D) 測位 (観測日座標 ↔ 任意日座標 | 地震前) ※変換不可能
- E) 測位 (観測日座標 ↔ 任意日座標 | 成果停止中) ※変換不可能

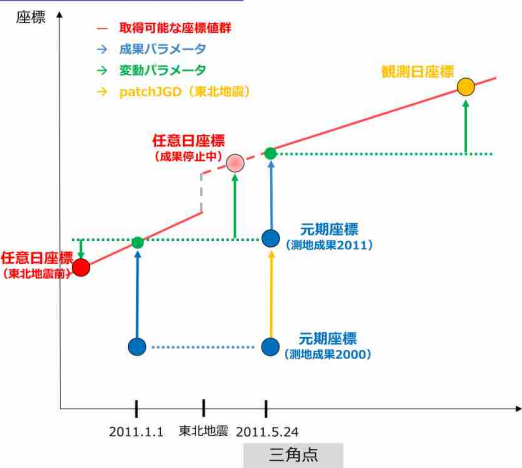
成果改定地域、patchJGDなし、観測日座標が地震前



- A) 測量/測位 (観測日座標 ↔ 元期座標 | 地震後) ※変換不可能
- B) 測位 (観測日座標 ↔ 任意日座標 | 地震後) ※変換不可能
- C) 測位 (観測日座標 ↔ 元期座標 | 地震前)
(元期座標 | 地震前) = (観測日座標)
- (変動パラメータ | 観測日)
- (成果パラメータ)
- D) 測位 (観測日座標 ↔ 任意日座標 | 地震前)
(任意日座標 | 地震前) = (観測日座標)
- (変動パラメータ | 観測日)
+ (変動パラメータ | 任意日)
- E) 測位 (観測日座標 ↔ 任意日座標 | 成果停止中) ※精度が悪い
(任意日座標 | 停止中) = (観測日座標)
- (変動パラメータ | 観測日)
+ (変動パラメータ | 任意日)

位置座標の変換処理方法②

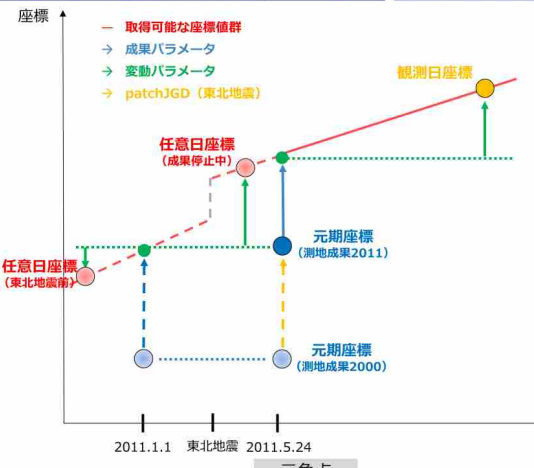
測地成果の変換（東日本）



- A) 測量/測位 (観測日座標 ⇔ 元期座標 | 2011)
(元期座標 | 2011) = (観測日座標)
- (変動パラメータ | 観測日)
- (成果パラメータ | 2011)
- B) 測位 (観測日座標 ⇔ 元期座標 | 2000)
(元期座標 | 2000) = (観測日座標)
- (変動パラメータ | 観測日)
- (成果パラメータ | 2011)
- (patchJGD | 東北地震)
- C) 測位 (観測日座標 ⇔ 任意日座標 | 東北地震前)
(任意日座標 | 東北地震前) = (観測日座標)
- (変動パラメータ | 観測日)
- (成果パラメータ | 2011)
- (patchJGD | 東北地震)
+ (成果パラメータ | 2000)
+ (変動パラメータ | 任意日)
- D) 測位 (観測日座標 ⇔ 任意日座標 | 成果停止中) ※精度が悪い
(任意日座標 | 停止中) = (観測日座標)
- (変動パラメータ | 観測日)
- (成果パラメータ | 2011)
- (patchJGD | 東北地震)
+ (成果パラメータ | 2000)
+ (変動パラメータ | 任意日)

測地成果の変換（東日本）、patchJGDなし

例) いわきの地震等の内地地震域



- A) 測量/測位 (観測日座標 ⇔ 元期座標 | 2011)
(元期座標 | 2011) = (観測日座標)
- (変動パラメータ | 観測日)
- (成果パラメータ | 2011)
- B) 測位 (観測日座標 ⇔ 元期座標 | 2000) ※変換不可能
- C) 測位 (観測日座標 ⇔ 任意日座標 | 東北地震前) ※変換不可能
- D) 測位 (観測日座標 ⇔ 任意日座標 | 成果停止中) ※変換不可能

測地成果の変換（北海道、西日本）



- A) 測量/測位 (観測日座標 ⇔ 元期座標)
(元期座標) = (観測日座標)
- (変動パラメータ | 観測日)
- (成果パラメータ | 2011)
- B) 測位 (観測日座標 ⇔ 任意日座標 | 東北地震前)
(任意日座標 | 東北地震前) = (観測日座標)
- (変動パラメータ | 観測日)
- (成果パラメータ | 2011)
+ (成果パラメータ | 2000)
+ (変動パラメータ | 任意日)

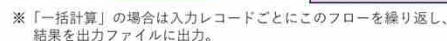
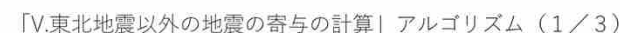
任意エポック座標表示サイト



任意エポック座標表示サイトにこれら変換処理を実装。

入力条件に従い、サイト側で必要な処理が自動的に選択されるため、ユーザーはこれら複雑な変換処理を考慮することなく補正量等を取得可能

「補正量の計算」のフロー



用語説明

■ 精密単独測位（PPP）

単独観測局のみで精密な測位を行う手法。相対測位と異なり基準観測点を必要としない。GNSS衛星の精密な軌道情報及び時刻情報を用いることで精密な測位解を実現する。

■ ジオイド

地球の重力による位置エネルギーの等しい面（重力の等ポテンシャル面）の1つであり、地球全体の平均海面に最もよく整合するものとして定義される。日本においては、東京湾平均海面に一致する等ポテンシャル面をジオイドと定め、標高の基準としている。

■ 干渉SAR（干渉合成開口レーダー）

空間分解能の高いマイクロ波レーダーであるSAR（Synthetic Aperture Radar：合成開口レーダー）による観測を、地表の同一範囲に対して二回以上実施し、それらのデータに含まれる位相の差を計算することで、観測の間に発生した地盤変動を面的に計測できる技術。地上に観測点を設置することなく、数十mの高い空間分解能で、地盤変動を数cmの精度で計測が可能。衛星を用いた宇宙からの観測が一般的。

■ 干渉SAR時系列解析

観測時期の異なる多数枚の干渉SAR画像を用いて、定常的な（場合によっては非定常な）地盤の変動を計測する干渉SARの応用技術。多くのデータを用いることで、大気起因等のランダムなノイズを低減して信号対雑音比(S/N比)を高め、年速度1cm以下でゆっくり進行する微小な地盤変動も計測が可能。