

C会場 | 一般セッション：S03. 地殻変動・GNSS・重力

2022年10月25日(火) 17:00 ~ 17:45 | C会場 8階 (820研修室)

[S03] PM-3

座長: 町田 祐弥(海洋研究開発機構)、木下 陽平(筑波大学)

17:00 ~ 17:15

[S03-05] ひずみ集中帯における稠密GNSS観測—山陰及び有馬-高槻断層帯における詳細速度分布

*西村 卓也¹ (1. 京都大学)

17:15 ~ 17:30

[S03-06] Second-order smoothness prior over the Delaunay Tessellation and its application to gravity Bayesian inversion

*牛 源源¹、庄 建倉^{2,1} (1. 総合研究大学院大、2. 統計数理研究所)

17:30 ~ 17:45

[S03-07] 神岡レーザーひずみ計で観測された2022フンガ・トンガ噴火に伴うひずみと気圧の変動

*高森 昭光¹、新谷 昌人¹、三代 浩世希²、鷲見 貴生³、横澤 孝章²、早河 秀章²、大橋 正健² (1. 東京大学地震研究所、2. 東京大学宇宙線研究所、3. 国立天文台)

ひずみ集中帯における稠密GNSS観測—山陰及び有馬-高槻断層帯における詳細速度分布

Dense GNSS observations around strain-rate concentration zones —Detailed velocity distribution in the San-in shear zone and Arima-Takatsuki fault zone

*西村 卓也¹

*Takuya NISHIMURA¹

1. 京都大学

1. Kyoto University

1. はじめに

日本列島で国土地理院によるGNSS連続観測網（GEONET）が構築され、地震間の変形速度分布が明らかになってから30年近くが経過した。この間、特に歪み速度が大きい「ひずみ集中帯」と呼ばれる地帯が日本各地に発見されており（例えば、Sagiya et al. 2000; Nishimura and Takada, 2014）、内陸地震の多発帯と一致することから注目されている、しかし、GEONETの平均観測点間隔は20km程度であり、ひずみ集中帯の詳細な分布や活断層との対応関係を詳細に検討することやひずみ集中のメカニズムの解明には十分とは言えない。そのため、観測点間隔を数km程度とするような稠密GNSS観測がひずみ集中帯の各地域で行われてきた（例えば、Sagiya et al., 2002）。新潟-神戸ひずみ集中帯の最西部に位置する大阪府北部の有馬-高槻断層帯は、地質学的な平均変位速度が1.5mm/年に達する右横ずれ断層である。GEONETデータに基づく測地学的平均変位速度より、この断層帯の深部で10mm/年程度のすべり速度が推定されている（Nishimura et al., 2018）。周辺で2018年に大阪府北部地震(M6.1)が発生したことを契機として、断層帯に直交方向のアレイを主とした11点の新規連続観測点を2019年8月に設置した。一方、山陰ひずみ集中帯の最西部に位置する島根県西部三瓶山周辺では、西北西-東南東走向のひずみ集中帯とは概ね直交する北北西-南南東走向の地震群が見られ、2018年にも同じ走向の地震（M6.1）が発生するなど興味深い地域である。この地域においては、地震分布とひずみ速度分布の対応関係を調べるために、9点の新規観測点を2020年7月に設置した。これらの観測点の設置から2年以上が経過し、データが蓄積したことで、高精度の変位速度を算出できるようになった。本発表では、有馬-高槻断層帯周辺及び三瓶山周辺でのGNSSデータを解析し、変位速度及びひずみ速度分布と簡単なモデル化を行なった結果について報告する。

2. データ及び解析方法

日座標値の計算には、GipsyX Ver 1.4によるバイアス整数化精密単独測位法を用いた。米国ジェット推進研究所（JPL）が提供している精密歴及び座標変換パラメータを用いてITRF2014準拠(IGS14)の座標値を得た。得られた座標値に線形・年周・半年周からなる関数をフィティングし、約3年間の平均速度を最小二乗法で求めた。ひずみ速度の計算には、ABICを用いた3次Bスプラインの基底関数展開によって表された変位分布を空間微分するOkazaki et al.(2021)の手法を用いた。

3. 結果

有馬-高槻断層帯周辺の速度場からは、断層に平行な速度成分が断層帯を挟んでarctan型の変位分布が明瞭に認識され（図）、2次元の鉛直横ずれ断層の深部すべりモデル（Savage and Burford, 1973）を用いると、深部すべり速度は約9mm/年、固着域の深さは12kmと推定された。すなわち、数年程度の測地学的時間スケールでは、地質学的時間スケールよりもはるかに速く断層深部がすべっていることが確かめられた。一方、三瓶山周辺の速度場からは、顕著なひずみ集中域は見られず、陸域にひずみ集中域が観測されている鳥取県側（Meneses-Gutierrez and Nishimura, 2020）とは異なり、ひずみ集中域が海域にあることが示唆される。

謝辞：GNSS観測点の設置にあたり自治体の関係者には大変お世話になりました。国土地理院GEONET及び京都市埋蔵文化財研究所のGNSSデータを使用しました。後者のデータ提供にあたっては、宮原健吾様にご尽力いただきました。ここに記して感謝いたします。

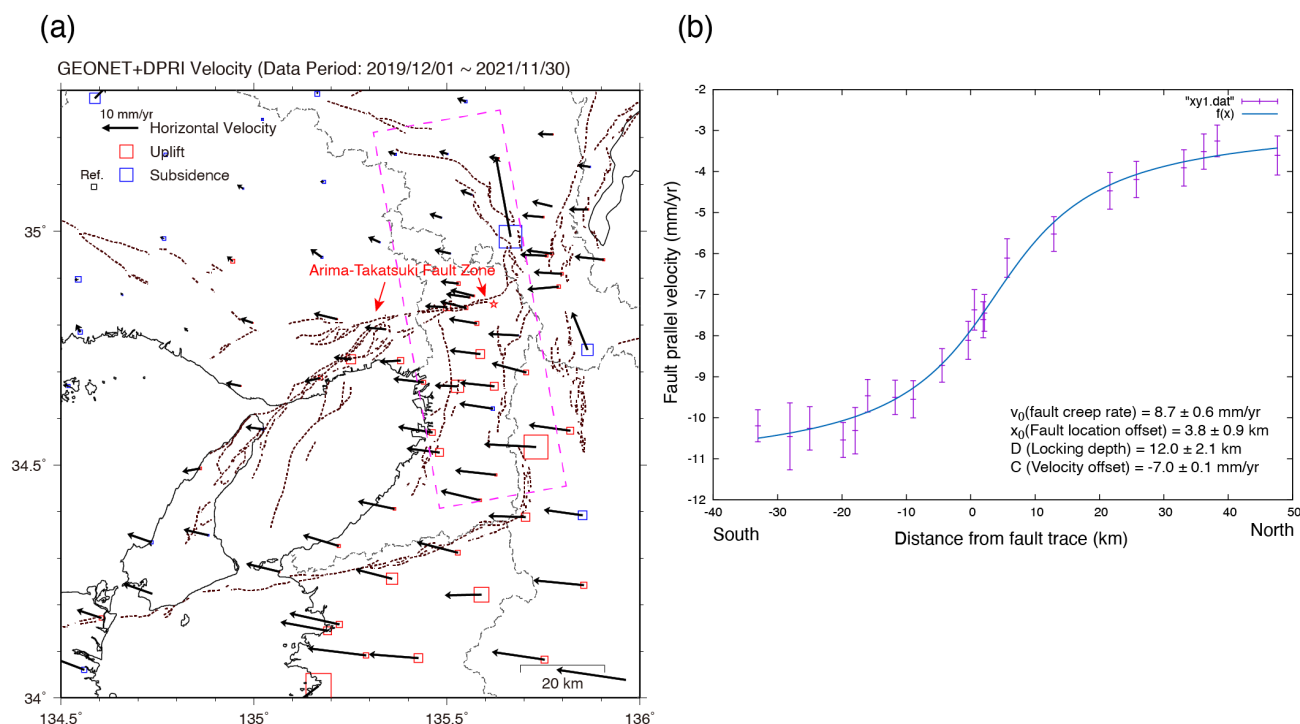


図 GNSS観測による有馬-高槻断層帯周辺の変位速度. (a)水平及び上下変位速度. (b)有馬-高槻断層帯に平行な速度成分. 青のカーブは、鉛直右横ずれ断層の深部すべり(Savage and Burford, 1973)を仮定してフィティングした速度分布. (a)のピンクの矩形領域の観測点を使用.

Second-order smoothness prior over the Delaunay Tessellation and its application to gravity Bayesian inversion

*牛 源源¹、庄 建倉^{2,1}

*Yuanyuan Niu¹, Jiancang Zhuang^{2,1}

1. 総合研究大学院大、2. 統計数理研究所

1. SOKENDAI, 2. ISM

Prior information is always used to add constraints in Bayesian geophysical inversions to solve the non-uniqueness problem of the solution. A commonly used constraint is on the smoothness (second-order derivative) of the model parameters. The smoothness is usually calculated through interpolation over regular grids for the reason of easy implementation in numerical calculations. When observed data are irregularly distributed such as in geodetic data, interpolation based on a Delaunay tessellation (DT) over the observation locations is popularly used to avoid additional interpolations and to maintain the flexibility in the resolution of the model solution. However, calculating the smoothness of a function based on DT-based interpolation is more difficult than calculating the flatness (first-order derivative). We propose two interpolation methods for calculating the smoothness with DT-based interpolators: the double linear and the quadratic interpolators. These two methods are tested through numerical experiments. We also apply the DT-based interpolation methods to a gravity Bayesian inversion problem, in which the Bouguer gravity anomaly and the near-surface density structure are estimated.

神岡レーザーひずみ計で観測された2022フンガ・トンガ噴火に伴うひずみと気圧の変動

Strain and barometric pressure observations of the 2022 Hunga-Tonga eruption with a laser strainmeter at Kamioka

*高森 昭光¹、新谷 昌人¹、三代 浩世希²、鷲見 貴生³、横澤 孝章²、早河 秀章²、大橋 正健²

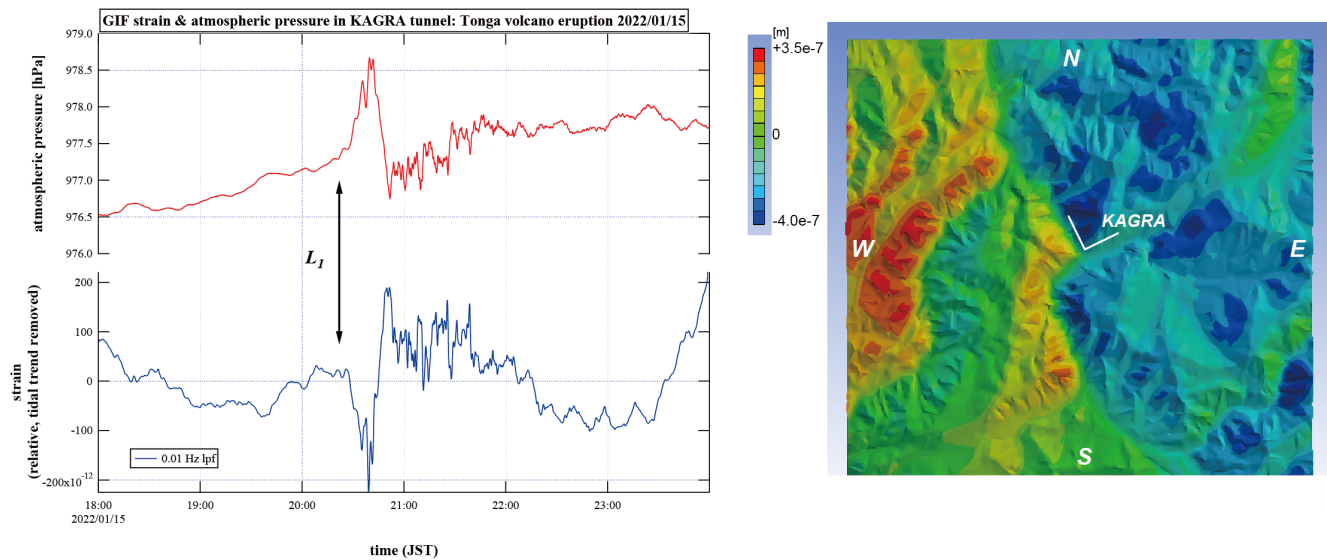
*Akiteru TAKAMORI¹, Akito ARAYA¹, Kouseki MIYO², Tatsuki WASHIMI³, Takaaki YOKOZAWA², Hideaki HAYAKAWA², Masatake OHASHI²

1. 東京大学地震研究所、2. 東京大学宇宙線研究所、3. 国立天文台

1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Institute for Cosmic Ray Research, University of Tokyo, 3. National Astronomical Observatory of Japan

我々は岐阜県飛騨市神岡町の重力波望遠鏡KAGRAのトンネル内に基線長1500 mのレーザー伸縮計（Geophysics Interferometer: GIF）を設置して2016年よりひずみ観測を行っている（Araya et al. 2017）。周波数安定化レーザーを用いることにより、GIFでは1 Hz以下の帯域で 10^{-12} 台のひずみ分解能を定常的に実現しており、これまでに潮汐や地震に伴うひずみステップなどの現象を観測してきた。また、0.1 – 1 mHzの周波数帯域では坑内の気圧とGIFのひずみスペクトルの形に高い類似性がみられた。そこで、両者の比例関係を仮定してひずみ観測値から気圧の寄与を差し引く補正を試みたところ、その効果は最も良い場合でも約1/3倍にとどまった。この結果は、ひずみが局所的な気圧変化だけでなく、より広域の気圧変動の影響を受けていることを示唆していると考えられる（Akutsu et al. 2021）。

2022年1月15日のフンガ・トンガ海底火山の大規模噴火は、津波や電磁場の擾乱をはじめ地球規模で様々な影響を及ぼした。噴火によって発生した大気Lamb波が地球を周回する様子は気圧や潮位の変動として各地で観測された。KAGRAサイトでもLamb波による気圧変動やインフラサウンド等が捉えられ、GIFでは気圧に伴うひずみの変化を明瞭に観測することができた。また、気圧変化とひずみには負の相関がみられ、その係数はおよそ $-(2-3) \times 10^{-10}$ /hPaであった。本講演では、このイベントの観測結果を紹介するとともに、気圧の影響を定量的に分析するために作成した有限要素モデルによる解析等について報告する。ひずみ計設置点だけでなく、周辺領域に加わる気圧の影響を含むモデルは、将来的には先に述べた広域の気圧変化とひずみの関係の理解に役立つものと期待できる。



左図：KAGRA 坑内で観測された、フンガ・トンガ噴火によって発生した大気 Lamb 波による気圧変化（上）と GIF によるひずみ観測結果（下）

右図：有限要素モデルにより求められた、1 hPa の気圧変化に対する KAGRA 周辺の地表の東西方向の変位（西方向を正とする）