

令和 3 年度 (2021) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：神岡坑内における精密地球物理観測と地殻活動のモデリング 英文：Precise geophysical observation at the Kamioka underground site and modeling of crustal activities
研究代表者	新谷 昌人 (東京大学地震研究所・教授)
参加研究者	今西 祐一 (東京大学地震研究所・准教授) 加納 靖之 (東京大学地震研究所・准教授) 高森 昭光 (東京大学地震研究所・助教) 西山 竜一 (東京大学地震研究所・助教) 大橋 正健 (東京大学宇宙線研究所・教授) 三代木 伸二 (東京大学宇宙線研究所・准教授) 内山 隆 (東京大学宇宙線研究所・准教授) 三代 浩世希 (東京大学宇宙線研究所・研究員) 風間 卓仁 (京都大学大学院理学系研究科・助教) 大久保 慎人 (高知大学工学部門・准教授) 田村 良明 (国立天文台水沢 VLBI 観測所・助教) 寺家 孝明 (国立天文台水沢 VLBI 観測所・助教) 名和 一成 (産業技術総合研究所地質情報研究部門・研究グループ長) 本多 亮 (山梨県富士山科学研究所研究部・研究員) 勝間田 明男 (富山大学・都市デザイン学部・教授)
研究成果概要	<p>本研究はこれまで共同利用研究で実施してきた神岡地下施設におけるひずみ・地震・重力・間隙水圧などの精密地球物理観測を継続し、それらのデータと地上観測のデータを活用し地殻活動のモデリングを進め、地球内部の現象を理解することを目的としている。2021 年度は CLIO サイトの 100m レーザー伸縮計と KAGRA サイトの 1500m レーザー伸縮計の同時観測を継続した。他サイトのレーザー伸縮計のデータを含め、検出されたひずみの評価および様々な時間スケールにおける地球物理信号の解析を行った。</p> <p>1500m レーザー伸縮計で観測される数百～数千秒の周期帯のひずみ変動と坑内気圧との相関を示唆する結果が得られており、それらは単純な比例関係にはないことがわかっている。坑道内外の擾乱源の空間分布が影響しているとみられ、レーザー伸縮計が設置されている KAGRA 坑道内の地面振動の空間的な相関について解析を進めた[1,2,3]。</p> <p>神岡 (100m および 1500m) とともに運用している他サイト (名大犬山観測所 30m および気象研天竜船明観測点 400m) のレーザー伸縮計の収録システムの整備を進め、ひずみ観測網として統合運用する体制が整えられている。犬山と天竜船明の記録からは、</p>

これまで知られていない 1 時間程度の時間スケールのスロースリップが示唆されており、孔井式ひずみ計の記録等と組み合わせ統計的な解析を進めた[4]。

2022 年 1 月 15 日のフンガ・トンガ-フンガ・ハアパイ海底火山の噴火に伴い発生した大気 Lamb 波が全地球を周回した。KAGRA でもその影響は複数のセンサーで捉えられた。1500m ひずみ計では大気 Lamb 波による気圧変動に伴う明瞭なひずみ変化が観測され、気圧変化の伝搬方向と地形効果などを取り込んだモデルによる解析を進めている。

レーザー伸縮計の分解能は、原理的には光源のレーザーの周波数（波長）安定度によって制限される。2021 年度には KAGRA サイトの 1500m ひずみ計で用いているレーザーの周波数安定度を評価するために、同一方式で安定化した参照用レーザーを坑内に設置して、周波数差を計測する試験をおこなった。その結果、数秒以上の時間スケールで平均的に 10^{-12} 台前半の安定度を実現していることを確認した。また、制御系を改良して、分解能を改善することに成功した。1500m レーザー伸縮計で計測されたひずみ信号を KAGRA 基線の制御に用いる方式については、継続して検討を進めている。

神岡地下サイトの長期的な重力変動の観測については、2021 年度は実施できなかったが、絶対重力計の器差の評価を進めた[5]。

地震が発生すると、その断層運動に伴う地下の密度変化が周囲の重力場を変動させ、高精度の重力計や加速度計を用いれば観測される。本研究グループでは、多数の地震計の信号波形のアンサンブル平均を取る独自手法により地震波に先行する加速度を明瞭に検出し、それを用いて地震断層のパラメータに新たな制約を与えた[6]。

参考文献

- [1] Akutsu, T., et al., Overview of KAGRA: Calibration, detector characterization, physical environmental monitors, and the geophysics interferometer, Prog. Theor. Exp. Phys., 2015, 00000 (33 pages), 2021. <https://doi.org/10.1093/ptep/ptab018>
- [2] Araya, A., et al., Low-frequency ground deformation observed by the geophysics interferometer (GIF) in the KAGRA tunnel, GWADW2021 Gravitational Wave Advanced Detector Workshop, INFN (Italy), Online, 17–22 May, 2021.
- [3] Longo, A., et al., Local Hurst exponent computation of data from triaxial seismometers monitoring KAGRA, Pure and Applied Geophysics, 178, 3461, 2021.
- [4] 勝間田明男・他, 継続時間 1 時間のスロースリップイベント, 2021 年日本地震学会秋季大会, S03-04, 2021.10.14, 日本地震学会, オンライン
- [5] 今西祐一, 西山竜一, 本多亮, 田村良明, 絶対重力計 FG5 #109 と #241 の器差の検定について—東京および富士山における相互比較—, 測地学会誌, 67, 18–28, 2021.
- [6] Kimura, M., et al., Determination of the source parameters of the 2011 Tohoku-Oki earthquake from three-component pre-P gravity signals recorded by dense arrays in Japan, Earth, Planets and Space 73:223, 2021.