

令和 7 年度 (2025) 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） 室伏 龍真（東京大学地震研究所・大学院生） 三代木 伸二（東京大学宇宙線研究所・教授） 内山 隆（東京大学宇宙線研究所・准教授） 風間 卓仁（京都大学大学院理学系研究科・助教） 大久保 慎人（高知大学理工学部門・准教授） 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	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。2025 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と合わせて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。長期的な課題として、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の坑内気圧との相関、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の解析を継続している。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安定度によって制限されるが、2021 年度に制御系を改良し改善した分解能で安定に観測を行っている。1500 m 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法についても検討を継続している。 2022 年 1 月 15 日のフンガ・トンガ・フンガ・ハapai 海底火山の噴火に伴い発生した大気 Lamb 波に伴う気圧変動によって引き起こされた微小ひずみを 1500 m レーザー伸縮計で観測した際、ひずみ・気圧の応答が大気荷重による単純な線形モデルでは説明でき

ないことが明らかになっている。また、2020 年頃から活発化した能登半島の地震活動の背景には地下流体の移動が関与しているとみられているが、流体の浸透・貫入による比較的ゆっくりした地殻変動が神岡のレーザー伸縮計で観測される可能性に着目し、能登半島の地震前後のひずみ波形や背景地面振動の変動について分析を継続している。このような低周波の微小なイベントを検出して分析を行うためには、ノイズとなる気圧変動の影響をモデル化し観測データを補正する必要がある。これまでの観測結果から気圧ノイズのモデルには伸縮計設置箇所のみでなく周辺の気圧変化や時間応答を取り入れる必要があると考えられる。気圧観測点を伸縮計周辺に拡張する取り組みとして、2024 年度に新しいデータ収録システムを開発して KAGRA 坑内で新たな観測点を立ち上げたほか、2025 年度には抗口近くの坑外にも気圧観測点を新たに設置してデータの取得を開始した。これにより、坑外・坑内の気圧伝搬やそれらのひずみデータとの関連性を分析する計画である。

神岡と他サイト（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記録および東海地方の他の孔井式ひずみ計の観測記録を統合して解析した結果、それまで明確に観測されていなかった 1 時間程度の継続時間を持つスロー地震中のすべり速度変化を検出したほか、テクトニック微動との関連について解析した（論文投稿中）。

2024 年 1 月 1 日に発生した能登半島地震（M7.6）によって生じた KAGRA サイトのトンネルの変形量を国土地理院 GEONET の GNSS データから見積もったところ、X アーム、Y アームでそれぞれ 3km の基線が約 0.3 mm の縮み、約 1.6 mm の伸びという大きな変形が生じたと推定された。地震後にレーザー伸縮計の入射光軸角度のドリフト速度も一時的に増大した。余効変動で長期的な地下坑道の変形が生じているとみられ、現在も定期的な光軸調整と並行して調査を継続している。

通常地震とスロー地震では、地震モーメントと継続時間の間に異なるスケール則が成り立つことが知られている。これらの関係を統一的に理解するためにスケール則から外れた領域において「Dark 地震」を探索する試みが始まっており、レーザー伸縮計の広い周波数帯域及び高いひずみ検出能力をこの探索に活かすことが期待されている。その一環として、2025 年度より神岡 1500 m レーザー伸縮計の過去のデータに含まれる数時間程度のスローステップの探索を開始した。気圧変動、降雨や積雪量などの周辺環境と検出されたスローステップの関連性を分析し、これらに起因しない Dark 地震の候補となるイベントの同定に取り組んでいる。

神岡地下サイトの長期的な重力変動の観測については、2025 年度は LAB-B での絶対重力測定は実施していないが、地震後の粘弾性緩和等による長期的な重力変動を追跡するため、今後も不定期の観測を継続する計画である。