

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： 機械学習・深層学習を用いたノイズ特徴の分析と 干渉計診断への応用 英文： Noise characteristics analysis using machine learning and deep learning and its application to interferometer diagnosis
研究代表者	高橋 弘毅 (東京都市大学 総合研究所宇宙科学研究センター)
参加研究者	内山 隆 (東京大学 宇宙線研究所) 横澤 孝章 (東京大学 宇宙線研究所) 山本 尚弘 (東京大学 宇宙線研究所) 押野 翔一 (東京大学 宇宙線研究所) 鹿野 豊 (群馬大学大学院 理工学府) 神田 展行 (大阪市立大学大学院 理学研究科) 伊藤 洋介 (大阪市立大学大学院 理学研究科)
研究成果概要	<p>KAGRA は、国際共同観測 O4 に向けて、より一層の感度向上を目的としたアップグレード作業を進めている。本研究の目的は、この KAGRA による安定かつ信頼の高い観測の実現により重力波天文学を推進していくことにある。本研究では、干渉計の信号に高頻度だが突発的に発生するグリッチと呼ばれる雑音 (突発性雑音) に着目し、その原因探索を進めることで低減への道筋を見つけ目的を達成する。本研究の特色として、グリッチを系統的に取り扱うために機械学習を用いた分類方法を開発し導入する点が挙げられる。</p> <p>2021 年度は、開発を進めてきた Variational Autoencoder と Invariant Information Clustering を組み合わせた教師なし学習に基づいたグリッチの分類システムのプロトタイプの改良を特に進めた。改良したアルゴリズムを Gravity Spy project により作成された LIGO O1 のグリッチの時間-周波数画像のデータセットに適用し、分類結果の妥当性とその有効性について検証をした (図 1)。その結果、改良アルゴリズムを用いることで、分類における客観性の確保、また、新たに発見された突発性雑音の分類への対応が可能であることや今後の作業の効率化の見通しを示した。これらの成果をまとめて論文として投稿中である。</p> <p>最近の論文や国際会議の発表としては以下が挙げられる：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Yusuke Sakai et al., “Unsupervised Learning Architecture for Classifying the Transient Noise of Interferometric Gravitational-wave Detectors”, arXiv:2111.10053 (投稿中). 2. Yusuke Sakai et al., “Training Process of Unsupervised Learning Architecture for

Gravity Spy Dataset” (投稿中).

3. Yusuke Sakai et al., “Unsupervised Deep Learning for Classification of Transient Noise”, 2021 Gravitational Wave Physics and Astronomy Workshop (GWPAW2021), in Hannover, Germany, December 14–17, 2021.

その他 2 件の関連学会発表がある.



図 1: 改良したアルゴリズムによりグリッチを分類した結果. 分類された全クラスにけるグリッチの代表画像 (時間-周波数画像) とその類似画像. 例えば, Class(1)と書かれた画像は分類されたクラス 1 のグリッチの時間-周波数画像からランダムに選んだ代表画像. その右側の画像は代表画像に対応するクラス内でのグリッチ画像. 同様の特徴を持つグリッチが同じクラスに分類されていることが確認できる.