

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：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（V） 英文：Noise characteristics analysis using machine learning and deep learning and its application to interferometer diagnosis (V)
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	Marco Meyer-Cond, 坂井佑輔 （東京都市大学 総合研究所宇宙科学研究センター） 大橋正弥, 飯田百香（東京都市大学 大学院総合理工学研究科情報専攻/ 総合研究所宇宙科学研究センター） 内山隆, 横澤孝章, 山本尚弘, 押野翔一, 譲原浩貴 （東京大学 宇宙線研究所） 鹿野豊（筑波大学 システム情報系） Jyotirmaya Mohanta（筑波大学大学院理工情報生命学術院） 鷲見貴生（国立天文台 重力波プロジェクト） 神田展行, 伊藤洋介, 石田海璃（大阪公立大学大学院 理学研究科）
研究成果概要	突発性雑音（グリッチ）を分類する事は，その発生起源や重力波検出器のパフォーマンス向上を探る 1 つの手がかりになると考えられている．そこで，畳み込み深層ニューラルネットワークを用いた手法を提案し評価を進めている．この手法は，大きく 2 つのプロセス（特徴量学習と分類・除去）から構成している．具体的には，変分オートエンコーダにより突発性雑音の潜在変数（特徴量）を抽出し，スペクトラルクラスタリングにより分類する手法を開発・評価している．2025 年度は，特に，KAGRA の O3GK のデータを用いて，開発した突発性雑音分類の解析パイプラインのテストと評価を実施し，その結果を論文としてまとめ出版をした[4]. また，突発性雑音（グリッチ）の性質・特徴は異なる観測期間の間で共通する部分と異なる部分があると考えられる．そこで，開発した解析パイプラインが異なる観測期間の間で適用可能かどうか LIGO O1, O2, および，O3 の公開データを用いて転移学習を用いた検証を行い（図 1），その知見を論文[1]としてまとめた． また，関連した先端的な信号処理技術を重力波データ解析に応用する研究として，超新星爆発から放出される重力波を検出した際に用いることを念頭に Hilbert-Huang 変換を用いた超新星爆発の原始中性子星のパラメータを推定する新たな手法を開発・評価を進めている段階である．また，機械学習を用いたブラックホール準固有振動からの重力

波をターゲットとした解析手法の開発も進めている[2].

最近の主な論文発表としては以下が挙げられる：

[1] Yusuke Sakai, Naoki Koyama, Marco Meyer-Conde, Seiya Sasaoka, Diego Dominguez, Kentaro Somiya, Yuto Omae, Yoshikazu Terada, Hirotaka Takahashi, “A Clue to Cross-Period Glitch Morphology in Gravitational-Wave Detectors via Transfer Learning”, ICIC Express Letters, Vol.20, No.5, pp.543-552 (2026).

doi:[10.24507/icicel.20.05.581](https://doi.org/10.24507/icicel.20.05.581)

[2] 飯田百香, 本橋隼人, 高橋弘毅, “オートエンコーダを用いた 2 成分重ね合わせ減衰振動のパラメータ推定”, 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会論文誌), Vol.38, No.1, pp.528-531 (2026). doi:[10.3156/jsoft.38.1.528](https://doi.org/10.3156/jsoft.38.1.528)

[3] Lucas Moiser, Marco Meyer-Conde, Christopher All  n  , Yusuke Sakai, Dan Chen, Nobuyuki Kanda, Hirotaka Takahashi, “Regression of suspension violin modes in KAGRA O3GK data with Kalman filters”, Physical Review D, Vol.112, No.10, 103028 (2025). doi:[10.1103/jpr4-m3ck](https://doi.org/10.1103/jpr4-m3ck)

[4] Shoichi Oshino, Yusuke Sakai, Marco Meyer-Conde, Takashi Uchiyama, Yousuke Itoh, Yutaka Shikano, Yoshikazu Terada, Hirotaka Takahashi, “Glitch noise classification in KAGRA O3GK observing data using unsupervised machine learning”, Physics Letters B, Vol.870, 139938 (2025).

doi:[10.1016/j.physletb.2025.139938](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2025.139938)

など

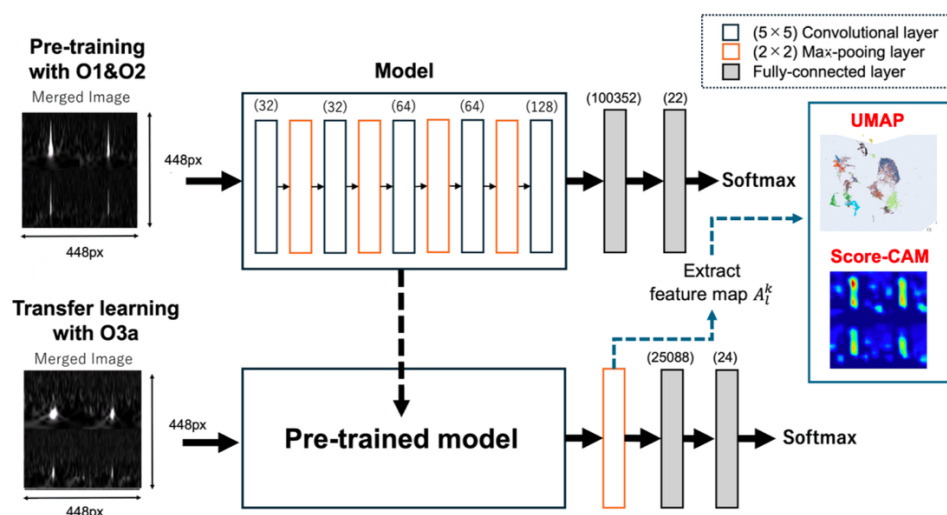


図 1: 転移学習を用いた解析手順の概要