

AIP 加速課題

2020 年度採択研究代表者

2020 年度 年次報告書

吉田 直紀

東京大学 国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構
教授

革新的画像解析技術を用いた広域宇宙撮像データ分析

§ 1. 研究成果の概要

これまでのすばる望遠鏡による観測から検出した数千個の超新星を自動でタイプ分類する深層学習分類器を開発した。実観測データに適用し、3タイプの分類に対して95.3パーセントの精度を達成した。さらに、木曾観測所の Tomo-e Gozen による観測データを解析する動画解析技術の探索をすすめ、動画中の任意の1フレームにだけ出現する超短時間発光現象(天体)を検出するアルゴリズムを開発し、GPU 搭載の解析システムに実装した。次年度以降の Tomo-e Gozen による観測に適用することができる。

次に、重力レンズ現象の解析により宇宙の3次元物質分布を再構築するアルゴリズムを開発した。この新たな手法は適合 LASSO 法を応用することで視線方向(奥行き)の物質分布の不定性を低減し、銀河団などの高密度天体を精度よく同定できる。宇宙の物質分布の統計解析のための高速計算プログラム「エミュレータ」を大幅に更新し、全体をニューラルネットワークで再構築するとともに、多次元パラメータを入力すれば宇宙の物質分布のパワースペクトル等の基本統計量を直接出力できる仕様に改良した。重力レンズ現象の統計解析に銀河画像の重なり合い(ブレンド)がおよぼす影響を明らかにするため、すばる望遠鏡とハッブル宇宙望遠鏡の画像データを用いた教師データの作成を進めるとともに、ブレンド度合いや発生頻度などの基礎データを収集した。

これらの情報は次年度以降に予定している、ブレンド画像が物質分布再構築におよぼす影響の定量化に必須のものであり、すばる望遠鏡の実データ解析による宇宙3次元マップ作成を高精度することができる。

§ 2. 研究実施体制

(1) 吉田グループ

- ① 研究代表者: 吉田 直紀 (東京大学 カブリ IPMU 教授)
- ② 研究項目
 - ・宇宙論パラメータ推定

(2) 上田グループ

- ① 主たる共同研究者: 上田 修功 (NTT コミュニケーション科学基礎研究所 NTT フェロー)
- ② 研究項目
 - ・動画画像解析手法の開発

(3) 田中グループ

- ① 主たる共同研究者: 田中 雅臣 (東北大学 理学研究科 准教授)
- ② 研究項目
 - ・超新星検出と分類

(4) 池田グループ

- ① 主たる共同研究者: 池田 思朗 (統計数理研究所 数理・推論研究系 教授)
- ② 研究項目
 - ・動画画像解析手法の開発
 - ・宇宙論パラメータ推定

(5) 市来グループ

- ① 主たる共同研究者: 市来 淨與 (名古屋大学 理学研究科 准教授)
- ② 研究項目
 - ・画像ディブレンディング技術開発
 - ・パラメータ推定コード開発

(6) 西道グループ

- ① 主たる共同研究者: 西道 啓博 (京都大学 基礎物理学研究所 特定准教授)
- ② 研究項目
 - ・エミュレータ開発

【代表的な原著論文情報】

- 1) Masato Shirasaki, Oscar Macias, Shinichiro Ando, Shun Horiuchi, Cross Correlation of the Extragalactic Gamma-ray Background with Thermal Sunyaev-Zel'dovich Effect in the Cosmic Microwave Background, *Physical Review D*, 2020.5
- 2) Kana Moriwaki, Nina Filippova, Masato Shirasaki, Naoki Yoshida, Deep learning for intensity mapping observations: component extraction, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters*, 2020.7
- 3) Ichiro Takahashi, Nao Suzuki, Naoki Yasuda, Masaomi Tanaka, Akisato Kimura, Naonori Ueda, Nozomu Tominaga, Naoki Yoshida, Photometric classification of the HSC transients through machine learning, *Publication of Astronomical Society of Japan*, 2020.10
- 4) Kana Moriwaki, Masato Shirasaki, Naoki Yoshida, Deep Learning for Line Intensity Mapping Observations: Information Extraction from Noisy Maps, *The Astrophysical Journal Letters*, 2021.1