

AIP 加速課題

2020 年度採択研究代表者

2021 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

東京大学木曾観測所に設置された Tomo-e Gozen を用いた広域サーベイ観測データから時間変動天体を抽出するためのアルゴリズムを開発した。半教師なし学習により、時間変動候補物体のラベル誤りにも対応し、誤検出の数を従来の 100 分の1以下に減らすことができた。現在進行中のサーベイ観測に適用し、重要な天体現象の迅速な追観測を実行することができる。

次に、深層学習を用いた重力レンズ現象の解析により宇宙の大域的な物質分布を再現する手法を開発した。敵対的生成アルゴリズムを応用した新たな手法は、重力レンズ現象に特有の銀河個数揺らぎに起因するノイズの特徴を学習し、シグナル/ノイズ比を高めることで銀河団などの高密度天体を精度よく同定できる。本年度は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」そのものも大幅に更新し、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基本統計量を直接出力できる仕様に改良した。これを現存する最大の銀河分光観測データであるスローンデジタルスカイサーベイの銀河分布の統計解析に応用し、宇宙の物質密度の揺らぎの振幅を 5%の精度で決定した。さらに、すばる HSC サーベイの一年目のデータを用いて重力レンズデータ解析を行い、同じくエミュレータによる統計解析から主要な宇宙論パラメータを高精度で測定した。140 平方度という天空上の限られた領域についての解析ではあるが、米国や欧州がすすめる観測プロジェクトの結果に比する精度を達成している。最終年度に向けて、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。

§ 2. 研究実施体制

(1) 吉田グループ

- ① 研究代表者: 吉田 直紀 (東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構 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 (東北大学大学院理学研究科 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 (名古屋大学素粒子宇宙起源研究所 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) I. Takahashi, R. Hamasaki, N. Ueda, M. Tanaka, N. Tominaga, S. Sako, R. Ohsawa, N. Yoshida,
“Deep-learning real/bogus classification for the Tomo-e Gozen transient survey”,

Publications of the Astronomical Society of Japan, 2022 印刷中

- 2) M. Shirasaki, K. Moriwaki, T. Oogi, N. Yoshida, S. Ikeda, T. Nishimichi,
“Noise reduction for weak lensing mass mapping: an application of generative adversarial networks to Subaru Hyper Suprime-Cam first-year data”, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 504 (2021) Issue 2, pp.1825–1839
- 3) Y. Kobayashi, T. Nishimichi, M. Takada, H. Miyatake,
“Full-shape cosmology analysis of the SDSS-III BOSS galaxy power spectrum using an emulator-based halo model: A 5 percent determination of σ_8 ”
Physical Review D, Volume 105 (2022) Issue 8, article id.083517