

平成 30 年 12 月 17 日

若手研究者海外挑戦プログラム報告書

独立行政法人 日本学術振興会 理事長 殿

受付番号 201880080

氏名 村田 龍馬

(氏名は必ず自署すること)

若手研究者海外挑戦プログラムによる派遣を終了しましたので、下記のとおり報告いたします。
なお、下記記載の内容については相違ありません。

記

1. 派遣先: 都市名 ペンシルベニア州 ピッツバーグ (国名 アメリカ合衆国)
2. 研究課題名 (和文) : 弱重力レンズ効果の統計解析による宇宙構造形成と宇宙論の研究
3. 派遣期間: 平成 30 年 8 月 10 日 ~ 平成 30 年 11 月 15 日 (98 日間)
4. 受入機関名・部局名: カーネギーメロン大学 物理学専攻
5. 派遣先で従事した研究内容と研究状況 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

宇宙最大の自己重力束縛系である銀河団 (質量は主にダークマターから決まっている) の質量分布が長い時間スケールでどのように進化してきたかを調べることは、宇宙論パラメータと呼ばれる、ダークマターの総量や宇宙の初期揺らぎの大きさなどの物理量を制限することにつながる。このためには、可視光望遠鏡による観測量の中で銀河団の質量とよく相関していると考えられている赤い銀河の個数(optical richness)と銀河団質量の対応を調べる必要がある。また、長い時間を通して、銀河団の中で赤い銀河の個数がどのように進化してきたことを見ること自体が、宇宙物理学的に興味深いテーマである、と考えられる。

私は、派遣先でカーネギーメロン大学物理学専攻のMandelbaum教授と、私とMandelbaum教授が関わっている、すばる望遠鏡のHyper Suprime-Cam (HSC)プロジェクトで得られた、銀河団カタログと弱重力レンズカタログを使って、上の銀河団の質量と銀河団領域の赤い銀河数の対応を、弱重力レンズ効果と銀河団数から制限した。私が、以前筆頭著者として出版したMurata et al. (2018)では、赤方偏移が0.33程度までの銀河団のデータを使ったが、本研究では、HSCプロジェクトから得られたより遠く (赤方偏移1程度まで) の銀河団のカタログと重力レンズ効果の解析のための背景銀河カタログを使って、統計解析をした。標準的な宇宙論モデルを仮定した場合に、弱重力レンズ効果と銀河団数を同時に説明する、銀河団と赤い銀河の個数の対応を制限することに成功した。HSCのデータは、より大規模でより遠くの銀河団を観測していることで、以前の結果であるMurata et al. (2018)から、統計解析の詳細を改善する必要があったが、滞在中にMandelbaum教授との議論を通して、大幅に改善することができた (MCMCのためのモデルコードを20倍以上高速化、データの系統誤差の取り扱い、エラーバーの取り扱い、モデル選択など)。

6. 研究成果発表等の見通し及び今後の研究計画の方向性 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

【研究成果発表等の見通し】

今回の滞在で主要な解析コードを作成し、制限の結果を得られた。論文として投稿するために、残りの解析の詳細を現在詰めているところである。また、得られた研究成果は、現在論文として執筆中であり、できるだけ早く投稿できるように、研究成果を取りまとめている。また、すばる Users Meeting などの研究会で、今回の研究成果を発表する予定である。

また、論文を出版する前後に、今回開発した統計解析コードを Github などを通じて、公開していく予定である。

【研究計画の方向性】

今回の研究成果は、すばる望遠鏡で観測された銀河団の質量と観測量である赤い銀河の個数の対応関係であり、今回の研究成果を出版することで、観測的に銀河団質量を調べる研究(例：X線や電波観測などの他の波長での観測)でも有益な情報になると考えられる。

また、今回の論文の出版後には、新しい論文として、銀河団の他の観測量(銀河団と銀河団の2点相関など)と今回の解析を組み合わせ他の系統誤差を注意深く調べることで、宇宙論パラメータを制限することができる可能性がある。

7. 本プログラムに採用されたことで得られたこと (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

Mandelbaum 教授の研究室のメンバーや、カーネギーメロン大学で宇宙物理学を研究している研究者や大学院生とセミナーや1対1で議論する機会に恵まれた。Mandelbaum 教授は、主にすばる望遠鏡の HSC プロジェクトに関わっているが、他の研究者や大学院生は、HSC と相補的で同時に観測を行なっている Dark Energy Survey (DES) のプロジェクトに取り組んでいた。DES のデータは HSC よりも、低解像度で浅いデータであるが、HSC よりも観測領域が広い。彼らの研究テーマや解析コードの開発、DES の最新の研究成果をセミナーなどで学ぶことができた。また、セミナーなどで質問をすることにより議論を深めることができた。さらに、アメリカ主導で行われる将来の観測計画である LSST や WFIRST と呼ばれるプロジェクトの準備研究に取り組んでいる研究者や大学院生もおり、将来計画の準備研究がどのように進んでいるかを学ぶことができた。また、セミナー発表の機会もいただき、これまで行なってきた研究を発表し、フィードバックをいただくこともできた。