

研究課題名 HSCデータを用いた重力レンズ解析

利用者氏名 (所属機関)

利用カテゴリ XT4B

すばるハイパーシュープリムカム (HSC)戦略枠プログラム (SSP)の第1期データ (S16A)から作成した銀河形状カタログ (Mandelbaum et al. 2018)を使い、宇宙論的な重力レンズゆがみ効果「コズミックシア」の測定および宇宙論解析を行った。コズミックシアは、宇宙の広域的な物質(ダークマターがほとんど)の構造の進化を直接測ることのできるユニークな観測量であり、宇宙のダークマターの成長度合いを示す物理パラメーター $S_8 = \sigma_8(\Omega_m/0.3)^\alpha$ ($\alpha \sim 0.5$)を高い精度で測定できる。個々の銀河の重力レンズ効果によるゆがみの大きさは大変小さく、たくさんの銀河の形を精確に測定してその系統的なゆがみパターンを測る必要がある。すばるHSCの広い視野と深い撮像能力により、従来では検出すら困難な暗い銀河の形まで精確に測ることができ、かつてない精度でコズミックシアの測定を行うことが期待されている。

これまで、欧州を中心とするKilo-degree survey (KiDS)や米国を中心とするDark Energy Surveyなどの重力レンズサーベイによって S_8 の測定が行われた。一般相対論と宇宙定数による標準宇宙モデル Λ CDMに基づく結果はどれも、プランク衛星の宇宙背景放射の観測による高赤方偏移宇宙観測の予測より2-3 σ 程度小さいものであった。この食い違いが何らかの系統誤差によるものか、それとも Λ CDMモデルに含まれていない新たな物理を必要とするのか、大変注目が集まっている。

今回、すばるHSCの第1期データ(S16A)による約1000万の銀河データをもとにコズミックシアの測定を行った。測光赤方偏移が0.3から1.5の銀河データを4つのビンに分け、コズミックシアのパワースペクトル(銀河ゆがみの大きさを角度スケールの関数として表したものを)を測定した。得られたコズミックシアスペクトルを理論予想と比較し、宇宙論パラメーターの推定を行う。宇宙論パラメーター推定には、5つの宇宙論パラメーターに加えて9つのニューイサンスパラメーター(測光赤方偏移の推定エラー、銀河形状測定のエラー、バリオン物理、銀河が元々もっている系統的なゆがみなどに伴うパラメーター)を含めたパラメーター推定を行う必要がある。そこで、国立天文台のシミュレーションを用いて、パラメーター推定の計算を行った。上記の標準的なセットアップに加え、30以上の異なるセットアップでの計算を行い、系統誤差の解析を行った。 S_8 パラメーターを3.7%の世界トップクラスの精度で測定することに成功した。得られた結果は、DESやKiDSの結果と矛盾がなかった。プランクの結果とも明確な矛盾はなかったものの、DESやKiDSと同じく S_8 の値は2 σ 程度小さいものであった。本結果はHSC全計画の11%に基づくものであり、全計画のデータを使うことで食い違いがあるのか、またその原因が何かについてははっきりすることが期待できる。

本解析結果は論文としてまとめ、2018年9月26日にarXivに投稿した (arXiv:1809.09148)。論文中には、国立天文台のシミュレーションに基づく結果を表す図も多数含まれている。本件はHSCデータを用いた初めての宇宙論成果ということで東京大学で記者会見を開いた。また国立天文台、名古屋大学、プリンストン大学、カーネギーメロン大学、カリフォルニア大学サンタクルーズ校などで同時プレスリリースされた。本件の内容については、CfCAのウェブページにも紹介されている (<http://www.cfca.nao.ac.jp/pr/20180926>)。