2023 年度日本天文学会欧文研究報告論文賞

論文題目：Cosmological constraints from cosmic shear two-point correlation functions with HSC survey first-year data

著者名：Takashi Hamana (浜名 崇), Masato Shirasaki, Satoshi Miyazaki, Chiaki Hikage, Masamune Oguri, Surhud More, Robert Armstrong, Alexie Leauthaud, Rachel Mandelbaum, Hironao Miyatake, Atsushi J. Nishizawa, Melanie Simet, Masahiro Takada, Hiroaki Aihara, James Bosch, Yutaka Komiyama, Robert Lupton, Hitoshi Murayama, Michael A. Strauss, and Masayuki Tanaka

出版年等：Vol. 72 (2020), No. 1, article id. 16 (Erratum: Vol. 74 (2022), No. 2, pp. 488-491)

本論文は、すばる望遠鏡の広視野カメラ Hyper Suprime-Cam (HSC) を用いた戦略枠プログラム (以下 HSC サーベイ) の初年度データの弱重力レンズ解析によって、密度ゆらぎの振幅などの宇宙論パラメータに強い制限を与えた論文である。

弱重力レンズは、ダークマターを含めた密度分布を直接測定できることから、ダークマターの重力によって駆動される宇宙の構造形成に関わる基礎的な宇宙論パラメータ、ダークマターの総量 (Ω_m) や密度ゆらぎの振幅 (σ_8) を高精度で測定できる。これらの高精度測定を、宇宙背景放射などの他の宇宙論観測結果と比較することで、標準宇宙論モデルの検証、および依然としてその正体が明らかになっていないダークマターやダークエネルギーの解明の手がかりが得られると期待されている。

HSC サーベイ初年度データの弱重力レンズ解析の結果として、Hikage et al. (2020 年度日本天文学会欧文研究報告論文賞受賞) によるフーリエ空間のパワースペクトルを用いた解析結果が報告されていたが、本論文では実空間の二点相関関数を用いた解析結果が報告された。同じ観測データを用いたパワースペクトル解析と二点相関関数解析は原理的には同等と期待されるが、実際にはサーベイ形状の効果の補正や系統誤差の影響の違いにより相補的であると考えられている。本論文では、ダークマターの総量と密度ゆらぎの振幅の組み合わせに対して $S_8 = \sigma_8(\Omega_m/0.3)^{0.5} = 0.823_{-0.028}^{+0.032}$ という測定値が得られた。近年、宇宙背景放射から予言される S_8 と近傍宇宙の観測から測定される S_8 の値の矛盾、いわゆる S_8 問題が注目を浴びているが、本論文の結果は宇宙背景放射から期待される S_8 に近い値であり、 S_8 問題に一石を投じることとなった。

特筆すべきは、本論文で得られた S_8 は、Hikage et al. のパワースペクトル解析から得られた S_8 よりも高い値であった点である。模擬観測データを活用した本論文の解析によって、例え同じ観測データを用いても、パワースペクトル解析と二点相関関数解析では測定するゆらぎの長さスケールが異なることもあり、違う S_8 の値が得られることが統計的に起こりうる事が明らかになった。この解析によって、パワースペクトル解析と二点相関関数解析の更なる相補性が明らかになり、その後の HSC サーベイや海外の競合サーベイの弱重力レンズ宇宙論解析にも大きな影響を与えている。本論文の 2024 年 1 月 15 日時点での被引用数は 196 (NASA/ADS) となっており、その注目度の高さは明らかである。

以上の理由により、2023 年度日本天文学会欧文研究報告論文賞を授与することとした。