

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20H01932

研究課題名(和文) すばる望遠鏡HSCの最終データを用いた宇宙の加速膨張の起源の解明

研究課題名(英文) Exploring the origin of cosmic acceleration using the final data from Subaru HSC

研究代表者

宮武 広直 (Miyatake, Hironao)

名古屋大学・素粒子宇宙起源研究所・准教授

研究者番号：20784937

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,600,000円

研究成果の概要(和文)：HSCによる撮像銀河サーベイによるデータ取得の終了は天候不良などにより2020年から2021年に延期された。そのため、本研究課題では、中間データを用いた解析に注力した。宇宙論的弱重力レンズ効果に加えて、SDSS BOSSの分光銀河サンプルを用いた銀河弱重力レンズ効果、銀河クラスタリング効果を測定することにより、より高い精度で宇宙論パラメータ、特に宇宙構造の凸凹度合いを表すパラメータS8に制限を付けることに成功した。HSCの最終データ解析は最終年度前年度によって採択された基盤研究(A)「超大規模撮像銀河サーベイ群を用いた標準宇宙論の徹底検証」に発展的に引き継がれた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題で得られたS8の値は競合する弱重力レンズサーベイである米国のDES、欧州のKiDSと整合的である一方で、Planck衛星による宇宙マイクロ波背景放射の揺らぎの測定から得られたS8の値と比べて小さい。これは宇宙の大規模構造から測定したS8と宇宙マイクロ波背景放射から測定したS8に食い違いがあることを示唆しており、 $\Lambda$ CDM標準宇宙模型の綻びが見えている可能性がある。これはS8テンションと呼ばれ、世界中の観測的宇宙論の専門家がその原因を探っている。HSCの最終データ解析と2020年代の超大規模銀河サーベイによって、S8テンションが真かどうか検証することができる。

研究成果の概要(英文)：The completion of data acquisition for the HSC imaging galaxy survey was postponed from 2020 to 2021 due to adverse weather conditions. Consequently, this research project focused on analyzing the intermediate data. By measuring the cosmic weak gravitational lensing effect (cosmic shear) in addition to galaxy-galaxy weak lensing and galaxy clustering using the spectroscopic galaxy sample from SDSS BOSS, we successfully constrained cosmological parameters, particularly the parameter S8, which represents the clumpiness of cosmic structure. The final data analysis of HSC has been carried forward to the Grant-in-Aid for Scientific Research (A) project titled "Detailed investigation of the standard cosmological model with large galaxy imaging surveys."

研究分野：観測的宇宙論

キーワード：観測的宇宙論 宇宙の大規模構造 重力レンズ 銀河サーベイ 機械学習

## 1. 研究開始当初の背景

1990年代後半から2000年代後半における天文観測技術の飛躍的發展により、Ia型超新星を用いた距離測定、宇宙マイクロ波背景放射(cosmic microwave background; CMB)、バリオン音響振動などの精密測定が可能となり、CDM標準宇宙模型が確立された。CDM標準模型は観測事実をよく説明するものの、宇宙のエネルギー密度の約27%が正体不明の暗黒物質、約68%が最近の宇宙の加速膨張の源となる暗黒エネルギーであることを要求する。つまり、既知の物質はたった5%しかなく、残りの95%は正体不明の暗黒成分である。暗黒成分の正体を探ることは素粒子標準模型や一般相対性理論の変更を迫る可能性があるため、現代物理学における急務である。

2010年代に入り、宇宙の大規模構造を用いたCDM標準模型の検証が始まった。宇宙の大規模構造は、暗黒物質による重力と、暗黒エネルギーによる加速膨張のせめぎ合いの下で発展してきた。宇宙の物質の大部分は暗黒物質が占めるため、宇宙の大規模構造の精密測定は簡単ではない。大規模構造の精密測定を可能にする手法の一つが弱重力レンズ効果である。弱重力レンズ効果は、観測者と遠方銀河の間にある(暗黒物質を含む)質量構造によって、遠方銀河から来る光が歪む効果である。逆に、遠方銀河像の歪みから宇宙の大規模構造を精密に再構築することができる。

日本は、2014年からすばる望遠鏡新広視野主焦点カメラ Hyper Suprime-Cam (HSC)による弱重力レンズ効果宇宙論を主目的とした大規模可視光撮像銀河サーベイを行ってきた。HSCサーベイは、2020年に完了する予定であり、約1億個の銀河の形状から弱重力レンズ効果を通して宇宙の大規模構造を測定することで、世界最高精度でCDM標準理論を検証可能である。

## 2. 研究の目的

本研究では、2020年までに取得されるHSCの最終データを用いて、弱重力レンズ効果を測定し、宇宙の加速膨張の性質の制限とCDM標準理論の検証を世界最高精度で行うことである。また、本研究計画で開発するデータ解析の手法は、日本が参加を目指している2020年代における超大規模撮像銀河サーベイ Legacy Survey of Space and Time (LSST; 米国)、Roman宇宙望遠鏡(米国)及び Euclid宇宙望遠鏡(欧州)による次世代撮像銀河サーベイの基礎となるものである。

## 3. 研究の方法

HSCの最終データでは統計量が圧倒的に増えるため、理論的・観測的系統誤差を統計誤差以下に抑え込む必要がある。研究課題1として、観測的系統誤差の一つである、ブレンド効果(視線方向には離れているが、角度方向に近い場合、画像上で重なって見える銀河像)を持つ銀河像を同定するアルゴリズムを開発する。具体的には、HSCなどの地上望遠鏡と比べて圧倒的に角度分解能が高いハッブル宇宙望遠鏡の画像を教師データとして用いて機械学習を行うことで、ブレンド画像を同定するアルゴリズムを開発する。研究課題2として、観測的系統誤差の一つである測光的赤方偏移の精度を、近赤外撮像サーベイ VIKING や Spitzer 宇宙望遠鏡による中間赤外撮像データをHSCの可視光データに組み合わせることにより高めることである。研究課題3は、CDM標準模型を超えた理論として修正重力理論の検証を行うことである。研究課題4は、これらの研究課題で得られた結果を用いてHSCの最終データに適用し、世界最高精度でCDM標準模型を検証することである。

## 4. 研究成果

まずHSCサーベイのデータ取得が天候不良等により遅れ、データの取得が2021年末まで延長された。そこで、2019年前期までに撮られた中間データ(全データの約半分)のデータ解析を行うこととした。研究代表者宮武は、この中間データ解析をHSCの弱重力レンズ効果ワーキンググループの共同代表として弱重力レンズ効果を用いた宇宙論解析をリードした。

弱重力レンズ信号を測定するためにはまず銀河の形状を精密に測定する必要がある。大気や望遠鏡の光学系による点拡がり関数(point spread function; PSF)の測定精度や銀河の検出効率の銀河形状への依存性などの補正を注意深く行い、銀河形状カタログを作成した(Li, Miyatake et al., 2022, PASJ, 74(2), pp.421-459)。ブレンド効果による影響は、シミュレーションを用いて確認した結果、中間データにおける解析においては統計誤差よりも十分小さいことがわかった。一方で、研究課題1の機械学習を用いた研究を並行して進め、機械学習に基づいた新しいアルゴリズムでは、機械学習を使わない従来の手法よりも圧倒的に良い精度でブレンド画像を同定できることがわかった。本手法は次世代サーベイであるLSSTにおいて系統誤差低減のために有用である。この結果は論文として発表予定である。

HSCの中間データを用いた宇宙論解析では、銀河が受ける弱重力レンズ効果による歪みの自己相関関数、前景銀河が背景銀河に及ぼす弱重力レンズ効果、前景銀河の空間的クラスタリングの3つの相関関数を用いた解析(3x2pt解析という)を行った。この際、前景銀河には Sloan

Digital Sky Survey (SDSS) Baryon Oscillation Spectroscopic Survey (BOSS) で得られた分光銀河サンプルを用いた。研究課題 2 の測光的赤方偏移高精度化は、画像解析ソフトウェアの開発が難航したため、代わりに理論解釈の段階で複数の前景銀河サンプルと 1 つの背景銀河サンプルを用いることで、光源サンプルの赤方偏移を自己較正する手法 (Oguri & Takada, 2011, PRD, 83(2), 023008) を用いた。また、銀河弱重力レンズ効果と銀河クラスタリングの信号を最大限に活用するため、準非線形領域の信号を扱える「宇宙論エミュレータ」を用いた(Nishimichi et al, 2019 ApJ, 884(1), 29; Miyatake et al, 2022, PRD, 106(8), 083519)。宇宙論エミュレータは異なる宇宙論パラメータの下で走らせた N 体シミュレーション上で測定した宇宙論的統計量を宇宙論パラメータの関数として内挿することにより、精密に非線形領域の理論解釈を可能にするツールである。

以上の解析から得られた宇宙論解析の結果を図 1 に示す。HSC で測定された宇宙論パラメータの一つ  $S_8$  は他の競合するサーベイである Dark Energy Survey (DES; 米国)、Kilo Degree Survey (KiDS; 欧州)と整合的である一方で、CMB の密度揺らぎを Planck 衛星を用いて測定された  $S_8$  よりも 2.5% 小さいことがわかった。他のサーベイも Planck 衛星よりも小さい  $S_8$  を示している。これは  $\Lambda$ CDM 標準理論の綻びである可能性があり、すばる HSC の最終データを用いた解析と 2020 年代の次世代サーベイの結果が待たれる。本研究課題の研究期間終了後であるが、HSC 中間データ解析の結果は、2023 年 12 月に 5 報の論文として Physical Review D 誌から出版され(Miyatake et al., 2023, PRD 108(12), 123517 ; Sugiyama, Miyatake, et al, PRD 108(12), 123521; More, Sugiyama, Miyatake, et al, PRD 108(12), 123520; Dalal et al PRD 108(12), 123519.; Li et al. PRD 108(12), 123518)、その内の 2 つは Editors' Suggestion に選ばれた。またこれらの結果はまとめてアメリカ物理学会の Physics 誌に Viewpoint として取り上げられた。Viewpoint として取り上げられるのは、アメリカ物理学会から出版される論文の 0.5 パーセントである。

本研究課題、特に HSC 最終データを用いた宇宙論解析と研究課題 3 の修正重力理論の検証は、最終年度前年度制度により 2023 年度から始まった基盤研究(A)「超大規模撮像銀河サーベイ群を用いた標準宇宙論の徹底検証」に発展的に引き継がれた。

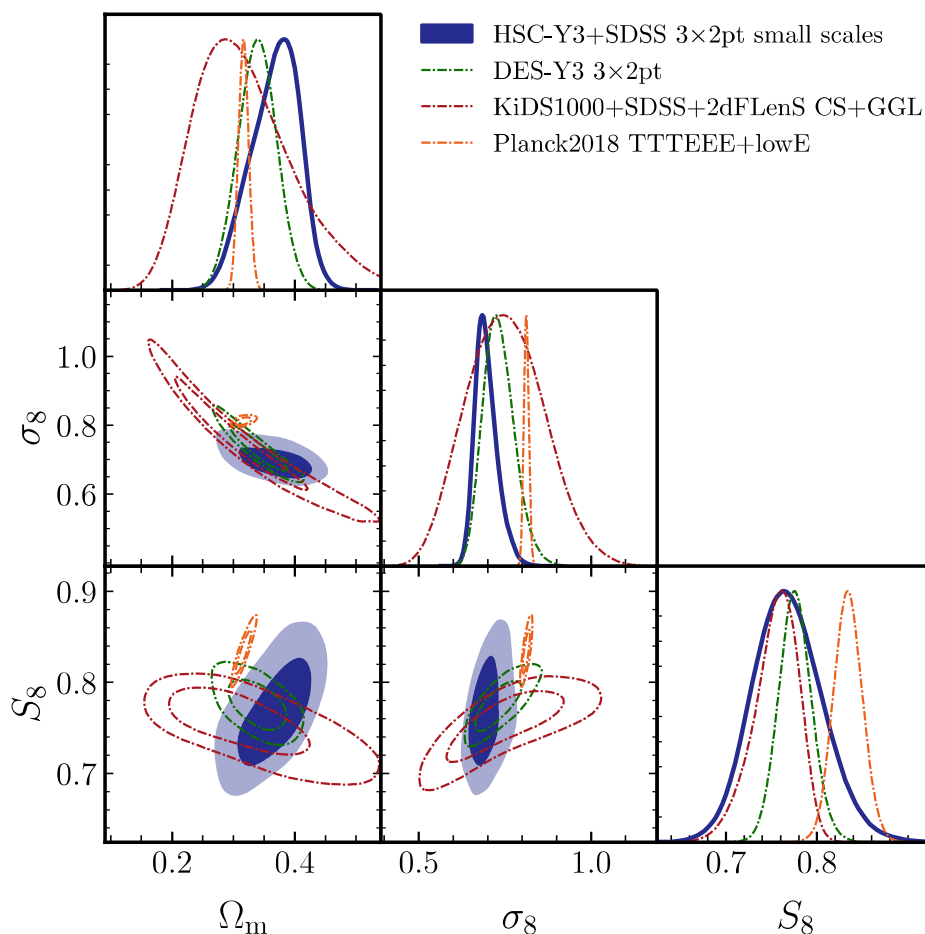


図 1: HSC の中間データを用いた宇宙論解析の結果。  $\Omega_m$  は物質のエネルギー密度、  $\sigma_8$  は物質の空間分布の凸凹度合い、  $S_8$  は  $\sigma_8 (\Omega_m / 0.3)^{1/2}$  を示す。青色は HSC の中間データ解析の結果、緑色は米国 DES による 3x2pt 解析の結果、赤色は欧州 KiDS による解析の結果、オレンジは Planck 衛星による CMB の揺らぎから得られた結果を示す。HSC の結果は DES, KiDS の結果と整合的である一方で、Planck 衛星から得られた結果と比べて 2.5% のずれを示している。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計36件（うち査読付論文 34件 / うち国際共著 25件 / うちオープンアクセス 27件）

1. 著者名 Park Youngsoo, Sunayama Tomomi, Takada Masahiro, Kobayashi Yosuke, Miyatake Hironao, More Surhud, Nishimichi Takahiro, Sugiyama Sunao	4. 巻 518
2. 論文標題 Cluster cosmology with anisotropic boosts: validation of a novel forward modelling analysis and application on SDSS redMaPPer clusters	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 5171 ~ 5189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stac3410	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Amon A, Robertson N C, Miyatake H, et al.	4. 巻 518
2. 論文標題 Consistent lensing and clustering in a low- $\Omega_s$ Universe with BOSS, DES Year 3, HSC Year 1, and KiDS-1000	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 477 ~ 503
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stac2938	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Miyatake Hironao, Sugiyama Sunao, Takada Masahiro, et al.	4. 巻 106
2. 論文標題 Cosmological inference from an emulator based halo model. II. Joint analysis of galaxy-galaxy weak lensing and galaxy clustering from HSC-Y1 and SDSS	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 83520
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.106.083520	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Miyatake Hironao, Kobayashi Yosuke, Takada Masahiro, Nishimichi Takahiro, Shirasaki Masato, Sugiyama Sunao, Takahashi Ryuichi, Osato Ken, More Surhud, Park Youngsoo	4. 巻 106
2. 論文標題 Cosmological inference from an emulator based halo model. I. Validation tests with HSC and SDSS mock catalogs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 83519
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.106.083519	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Cromer Dylan, Battaglia Nicholas, Miyatake Hironao, Simet Melanie	4. 巻 2022
2. 論文標題 Towards 1% accurate galaxy cluster masses: including baryons in weak-lensing mass inference	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 034 ~ 034
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2022/10/034	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Lin Yen-Ting, Miyatake Hironao, Guo Hong, Chiang Yi-Kuan, Chen Kai-Feng, Lan Ting-Wen, Chang Yu-Yen	4. 巻 666
2. 論文標題 A pair of early- and late-forming galaxy cluster samples: A novel way of studying halo assembly bias assisted by a constrained simulation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Astronomy & Astrophysics	6. 最初と最後の頁 A97 ~ A97
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/0004-6361/202244404	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Mahony Constance, Dvornik Andrej, Mead Alexander, Heymans Catherine, Asgari Marika, Hildebrandt Hendrik, Miyatake Hironao, Nishimichi Takahiro, Reischke Robert	4. 巻 515
2. 論文標題 The halo model with beyond-linear halo bias: unbiasing cosmological constraints from galaxy?galaxy lensing and clustering	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 2612 ~ 2623
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stac1858	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Miyatake Hironao, Harikane Yuichi, Ouchi Masami, Ono Yoshiaki, Yamamoto Nanaka, Nishizawa Atsushi J., Bahcall Neta, Miyazaki Satoshi, Malagon Andres A. Plazas	4. 巻 129
2. 論文標題 First Identification of a CMB Lensing Signal Produced by 1.5 Million Galaxies at $z < 4$ : Constraints on Matter Density Fluctuations at High Redshift	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 61301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.129.061301	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Fu Shenming, Dell'Antonio Ian, Chary Ranga-Ram, et al.	4. 巻 933
2. 論文標題 LoVoCCS. I. Survey Introduction, Data Processing Pipeline, and Early Science Results	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 84 ~ 84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac68e8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Sugiyama Sunao, Takada Masahiro, Miyatake Hironao, et al.	4. 巻 105
2. 論文標題 HSC Year 1 cosmology results with the minimal bias method: BOSS galaxy-galaxy weak lensing and BOSS galaxy clustering	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 123537
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.105.123537	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Akino Daichi, Eckert Dominique, Okabe Nobuhiro, Sereno Mauro, Umetsu Keiichi, Oguri Masamune, Gastaldello Fabio, Chiu I-Non, Etori Stefano, Evrard August E, Farahi Arya, Maughan Ben, Pierre Marguerite, Ricci Marina, Valtchanov Ivan, McCarthy Ian, McGee Sean, Miyazaki Satoshi, Nishizawa Atsushi J, Tanaka Masayuki	4. 巻 74
2. 論文標題 HSC-XXL: Baryon budget of the 136 XXL groups and clusters	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 175 ~ 208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psab115	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Jian Hung-Yu, Lin Lihwai, Hsieh Bau-Ching, Lin Kai-Yang, Umetsu Keiichi, Lopez-Coba Carlos, Koyama Yusei, Hsu Chin-Hao, Su Yung-Chau, Chang Yu-Yen, Kodama Tadayuki, Komiyama Yutaka, More Surhud, Nishizawa Atsushi J., Oguri Masamune, Tanaka Ichi	4. 巻 926
2. 論文標題 Star Formation Properties of Sloan Digital Sky Survey BOSS Void Galaxies in the Hyper Suprime-Cam Survey	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 115 ~ 115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac448b	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsuoka Yoshiki、Iwasawa Kazushi、Onoue Masafusa、et al.	4. 巻 259
2. 論文標題 Subaru High-z Exploration of Low-luminosity Quasars (SHELLQs). XVI. 69 New Quasars at 5.8 <math>z</math> <math>< 7.0</math>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	6. 最初と最後の頁 18 ~ 18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/ac3d31	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Escrib Albert、Tada Yuichiro、Yokoyama Shuichiro、Yoo Chul-Moon	4. 巻 2022
2. 論文標題 Simulation of primordial black holes with large negative non-Gaussianity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 012 ~ 012
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2022/05/012	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Morishita Yukiyoshi、Takahashi Tomo、Yokoyama Shuichiro	4. 巻 2022
2. 論文標題 Multi-chaotic inflation with and without spectator field	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 042 ~ 042
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2022/07/042	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Wu Bin、Ishikawa Tomohiro、Iwaguchi Shoki、Shimizu Ryuma、Watanabe Izumi、Kawasaki Yuki、Michimura Yuta、Yokoyama Shuichiro、Kawamura Seiji	4. 巻 106
2. 論文標題 Conceptual design and science cases of a juggled interferometer for gravitational wave detection	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 1-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.106.042007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Koga Yasutaka, Harada Tomohiro, Tada Yuichiro, Yokoyama Shuichiro, Yoo Chul-Moon	4. 巻 939
2. 論文標題 Effective Inspiral Spin Distribution of Primordial Black Hole Binaries	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 65 ~ 65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac93f1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fujita Tomohiro, Minami Yuto, Shiraishi Maresuke, Yokoyama Shuichiro	4. 巻 106
2. 論文標題 Can primordial parity violation explain the observed cosmic birefringence?	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 1-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.106.103529	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takahashi Tomo, Yamada Toshifumi, Yokoyama Shuichiro	4. 巻 2022
2. 論文標題 Sneutrinos as two inflatons and curvaton and leptogenesis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 021 ~ 021
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2022/11/021	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Minoda Teppei, Saga Shohei, Takahashi Tomo, Tashiro Hiroyuki, Yamauchi Daisuke, Yokoyama Shuichiro, Yoshiura Shintaro	4. 巻 75
2. 論文標題 Probing the primordial Universe with 21cm line from cosmic dawn/epoch of reionization	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S154 ~ S180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psac015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



1. 著者名 Li Xiangchong, Miyatake Hironao, Luo Wentao, More Surhud, Oguri Masamune, Hamana Takashi, Mandelbaum Rachel, Shirasaki Masato, Takada Masahiro, Armstrong Robert, Kannawadi Arun, Takita Satoshi, Miyazaki Satoshi, Nishizawa Atsushi J, Plazas Malagon Andres A, Strauss Michael A, Tanaka Masayuki, Yoshida Naoki	4. 巻 74
2. 論文標題 The three-year shear catalog of the Subaru Hyper Suprime-Cam SSP Survey	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 421 ~ 459
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psac006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Aihara Hiroaki, AlSayyad Yusra, Ando Makoto, et al.	4. 巻 74
2. 論文標題 Third data release of the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 247 ~ 272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psab122	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kobayashi Yosuke, Nishimichi Takahiro, Takada Masahiro, Miyatake Hironao	4. 巻 105(8)
2. 論文標題 Full-shape cosmology analysis of the SDSS-III BOSS galaxy power spectrum using an emulator-based halo model: A 5% determination of $\sigma_8$	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 83517
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.105.083517	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Leauthaud A, Amon A, Singh S, et al.	4. 巻 510
2. 論文標題 Lensing without borders ? I. A blind comparison of the amplitude of galaxy?galaxy lensing between independent imaging surveys	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 6150 ~ 6189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stab3586	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Rana Divya, More Surhud, Miyatake Hironao, Nishimichi Takahiro, Takada Masahiro, Robotham Aaron S G, Hopkins Andrew M, Holwerda Benne W	4. 巻 510
2. 論文標題 The Subaru HSC weak lensing mass-observable scaling relations of spectroscopic galaxy groups from the GAMA survey	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 5408 ~ 5425
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stac007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Aguena M, Avestruz C, Combet C, et al.	4. 巻 508
2. 論文標題 CLMM: a LSST-DESC cluster weak lensing mass modeling library for cosmology	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 6092 ~ 6110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stab2764	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Eifler Tim, Miyatake Hironao, Krause Elisabeth, et al.	4. 巻 507
2. 論文標題 Cosmology with the Roman Space Telescope: multiprobe strategies	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 1746 ~ 1761
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stab1762	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Eifler Tim, Simet Melanie, Krause Elisabeth, et al.	4. 巻 507
2. 論文標題 Cosmology with the Roman Space Telescope: synergies with the Rubin Observatory Legacy Survey of Space and Time	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 1514 ~ 1527
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stab533	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Wang Wenting, Li Xiangchong, Shi Jingjing, Han Jiabin, Yasuda Naoki, Jing Yipeng, More Surhud, Takada Masahiro, Miyatake Hironao, Nishizawa Atsushi J.	4. 巻 919
2. 論文標題 The Stellar Mass in and around Isolated Central Galaxies: Connections to the Total Mass Distribution through Galaxy-Galaxy Lensing in the Hyper Suprime-Cam Survey	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 25 ~ 25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac0e38	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Oguri Masamune, Miyazaki Satoshi, Li Xiangchong, Luo Wentao, Mitsuishi Ikuyuki, Miyatake Hironao, More Surhud, Nishizawa Atsushi J, Okabe Nobuhiro, Ota Naomi, Plazas Malagon Andres A, Utsumi Yousuke	4. 巻 73
2. 論文標題 Hundreds of weak lensing shear-selected clusters from the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program S19A data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 817 ~ 829
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psab047	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Willis J P, Oguri M, Ramos-Ceja M E, et al.	4. 巻 503
2. 論文標題 Understanding X-ray and optical selection of galaxy clusters: a comparison of the XXL and CAMIRA cluster catalogues obtained in the common XXL-HSC SSP area	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 5624 ~ 5637
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stab873	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Li Xiangchong, Oguri Masamune, Katayama Nobuhiko, Luo Wentao, Wang Wenting, Han Jiabin, Miyatake Hironao, Nakamura Keigo, More Surhud	4. 巻 251
2. 論文標題 PFPS Shear Estimator: Systematic Tests on the Hyper Suprime-Cam Survey First-year Data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	6. 最初と最後の頁 19 ~ 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/abbd1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Sugiyama Sunao, Takada Masahiro, Kobayashi Yosuke, Miyatake Hironao, Shirasaki Masato, Nishimichi Takahiro, Park Youngsoo	4. 巻 102
2. 論文標題 Validating a minimal galaxy bias method for cosmological parameter inference using HSC-SDSS mock catalogs	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.102.083520	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kondo Hiroto, Miyatake Hironao, Shirasaki Masato, Sugiyama Naoshi, Nishizawa Atsushi J	4. 巻 495
2. 論文標題 Weak lensing measurement of filamentary structure with the SDSS BOSS and Subaru Hyper Suprime-Cam data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 3695 ~ 3704
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa1390	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ishikawa Shogo, Kashikawa Nobunari, Tanaka Masayuki, Coupon Jean, Leauthaud Alexie, Toshikawa Jun, Ichikawa Kohei, Oogi Taira, Uchiyama Hisakazu, Niino Yuu, Nishizawa Atsushi J.	4. 巻 904
2. 論文標題 The Subaru HSC Galaxy Clustering with Photometric Redshift. I. Dark Halo Masses versus Baryonic Properties of Galaxies at $0.3 < z < 1.4$	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 128 ~ 128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abbd95	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Murata Ryoma, Sunayama Tomomi, Oguri Masamune, More Surhud, Nishizawa Atsushi J, Nishimichi Takahiro, Osato Ken	4. 巻 72
2. 論文標題 The splashback radius of optically selected clusters with Subaru HSC Second Public Data Release	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psaa041	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計37件（うち招待講演 16件 / うち国際学会 19件）

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Photo-z calibration for Weak Lensing Cosmology with Nancy Grace Roman Space Telescope
3. 学会等名 The First SUPER-IRNET Workshop ~ Rebooting Our In-Person Collaboration ~ (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮武広直
2. 発表標題 すばる HSC の3年度データと SDSS データを用いた宇宙論解析: 弱重力レンズ信号とクラスターリング信号の測定
3. 学会等名 日本天文学会2023年春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Study of assembly bias and splashback radius through multiwavelength data set and weak lensing
3. 学会等名 "What is dark matter? - Comprehensive study of the huge discovery space in dark matter" (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Cosmology with HSC and upcoming galaxy imaging surveys
3. 学会等名 The 5th KMI International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Current status of cosmology analysis with weak lensing and clustering using HSC-Y3 and BOSS
3. 学会等名 Subaru Users Meeting FY2022 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮武広直
2. 発表標題 観測的宇宙論: 大規模銀河サーベイの現状と将来
3. 学会等名 理論懇シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Cosmology Results from Subaru Hyper Suprime-Cam
3. 学会等名 New Frontiers in Cosmology with the Intrinsic Alignments of Galaxies (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮武広直
2. 発表標題 重力レンズで探る暗黒宇宙
3. 学会等名 2022年度 物理学教室講演会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Overview of ongoing and upcoming cosmological projects
3. 学会等名 Machine Learning in Astrophysics Workshop
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Cosmological constraints from galaxy-galaxy lensing and galaxy clustering with HSC-Y1 and BOSS data: the first application of emulator-based halo model to cosmology analysis
3. 学会等名 The 10th KIAS Workshop on Cosmology and Structure Formation (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮武広直
2. 発表標題 宇宙論的観測の現状と将来 I -大規模構造-
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会シンポジウム「高精度・大統計の宇宙論データで探る重力理論」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Weak Lensing Cosmology from Subaru Hyper Suprime-Cam Survey
3. 学会等名 International Astronomical Union (IAU) General Assembly (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Cosmological constraints from galaxy-galaxy lensing and galaxy clustering with HSC-Y1 and BOSS data: the first application of emulator-based halo model to cosmology analysis
3. 学会等名 Intriguing Inconsistencies in the Growth of Structure over Cosmic Time (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Key Challenges in Galaxy and CMB Lensing
3. 学会等名 HSC shear (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Weak Lensing Cosmology from Subaru Hyper Supreme-Cam Survey
3. 学会等名 OUTAP colloquium (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西澤淳
2. 発表標題 ブレンドした天体の測光的赤方偏移推定
3. 学会等名 天文学におけるデータ科学的手法
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 西澤淳
2. 発表標題 測光的赤方偏移推定におけるブレンド天体の影響
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西澤淳
2. 発表標題 DES Y3とFermi LATによるダークマター対消滅に関する制限
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shuichiro Yokoyama
2. 発表標題 Multi-chaotic inflation with and without spectator field
3. 学会等名 2022 Summer NRF-JSPS Workshop in particle physics, cosmology, and gravitation (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 横山修一郎
2. 発表標題 Multi-chaotic inflation with the curvaton and its application to the sneutrinos scenario
3. 学会等名 日本物理学会 2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shuichiro Yokoyama
2. 発表標題 GWB anisotropies
3. 学会等名 2023 Winter-II NRF-JSPS Workshop in particle physics, cosmology, and gravitation (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shuichiro Yokoyama
2. 発表標題 Non-Gaussianity
3. 学会等名 Non-linear Nature of Cosmological Perturbations and its Observational Consequences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Cosmological constraints from galaxy-galaxy lensing and galaxy clustering with HSC-Y1 and BOSS data
3. 学会等名 Subaru Users Meeting (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮武広直
2. 発表標題 すばるHSCとSDSSデータの銀河弱重力レンズとクラスタリングの小スケール信号を用いた宇宙論統合解析
3. 学会等名 第34回理論懇シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Cosmological constraints from galaxy-galaxy lensing and galaxy clustering with HSC-Y1 and BOSS data: the first application of emulator-based halo model to cosmology analysis
3. 学会等名 Cambridge cosmology seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮武広直
2. 発表標題 すばるHSCとSDSSデータの銀河弱重力レンズとクラスタリングの小スケール信号を用いた宇宙論統合解析
3. 学会等名 観測的宇宙論ワークショップ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Cosmological constraints from galaxy-galaxy lensing and galaxy clustering with HSC-Y1 and BOSS data: the first application of emulator-based halo model to cosmology analysis
3. 学会等名 DEBATING THE POTENTIAL OF MACHINE LEARNING IN ASTRONOMICAL SURVEYS (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮武広直
2. 発表標題 銀河撮像観測
3. 学会等名 天文観測におけるビッグデータ解析と宇宙論パラメータの推定 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮武広直
2. 発表標題 すばる HSC と SDSS データの銀河弱重力レンズとクラスタリングの小スケール信号を用いた宇宙論統合解析
3. 学会等名 日本天文学会2021年秋季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西澤淳
2. 発表標題 Roman_x_Subaru Photoz w/ 20 HSC Intermediate bands
3. 学会等名 Roman Subaru joint workshop (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西澤淳
2. 発表標題 深層学習による欠損データを含む測光的赤方偏移推定
3. 学会等名 天文学会春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮武広直
2. 発表標題 Overview of Imaging Surveys
3. 学会等名 "Testing Gravity THxOBS Japan" kickoff meeting (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮武広直
2. 発表標題 観測的宇宙論における画像解析の課題
3. 学会等名 2020年度光赤天連シンポジウム「データ解析の新展開2020」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Research Activities at Nagoya / Kavli IPMU / Kyoto
3. 学会等名 International Symposium of JSPS Core-to-Core program "DMNet" (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hironao Miyatake
2. 発表標題 Cosmological Constraints from Galaxy-galaxy Lensing and Clustering with the Subaru HSC and SDSS BOSS Data
3. 学会等名 Subaru Users Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西澤淳
2. 発表標題 updates on HSC photo-z
3. 学会等名 HSC-XXL workshop 2020 (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西澤淳
2. 発表標題 Deep Neural Net Photometric redshift (dNNz) with missing data
3. 学会等名 観測的宇宙論ワークショップ
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	西澤 淳 (Nishizawa Atsushi) (70402435)	名古屋大学・高等研究院・特任講師  (13901)	
研究分担者	横山 修一郎 (Yokoyama Shuichiro) (80529024)	名古屋大学・素粒子宇宙起源研究所・助教  (13901)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
米国	Princeton University	Carnegie Mellon University	Jet Propulsion Laboratory	他31機関
英国	University of Cambridge	University of Edinburgh	University of Hull	他1機関
ドイツ	Ruhr University Bochum	MPIE	LMU	他1機関
オランダ	Leiden Universit	University of Groningen		
インド	IUCAA	IIT Hyderabad		