

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 12 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2015～2019

課題番号：15H03654

研究課題名（和文）すばる超広視野深宇宙探査による精密宇宙論の研究

研究課題名（英文）Exploring precision cosmology with Subaru wide-field galaxy surveys

研究代表者

高田 昌広（Takada, Masahiro）

東京大学・カブリ数物連携宇宙研究機構・教授

研究者番号：40374889

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、2014年度から開始したすばる超広視野カメラHyper Suprime-Cam（HSC）のイメージングサーベイのデータを用い、ダークマターなどの宇宙論パラメータを制限することを目的とした。本研究期間中に以下の成果が得られた。（1）すばるHSCから重力レンズ効果を測定し、ダークマターの3次元地図を作成した。（2）すばるHSCの重力レンズ効果と宇宙の標準模型の理論予測を詳しく比較することにより、ダークマターの総量などを高精度で測定した。得られたすばるHSCの宇宙論は宇宙背景放射の結果と矛盾を示しており、今後の進展が期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

宇宙のエネルギーの約95%を占める、ダークマター、ダークエネルギー、の正体の解明は、天文学のみならず物理学の最重要課題である。日本が主導リードするすばる望遠鏡Hyper Suprime-Camによる大規模イメージングサーベイのデータを用いることにより、これら宇宙のダーク成分の解明に挑むことができる。本研究は、これを目的とし、重力レンズの手法の構築、理論模型の整備、また実際の物理解析からダークマターの総量などを制限することに成功した。大学院生、若手研究者の育成の貢献だけでなく、天文学、基礎物理に進展に貢献する結果と見え、また日本の宇宙論研究の国際的地位を高めた結果と言える。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research is to constrain cosmological parameters such as the amount of dark matter in the universe from the massive datasets of the wide-field Subaru Hyper Suprime-Cam survey that is ongoing since 2014. The main results we have obtained are as follows. (1) We obtained the three-dimensional map of dark matter distribution in the universe from precise measurements of gravitational lensing effects from the Subaru HSC data. By comparing the gravitational lensing effects of Subaru HSC data with the theoretical predictions for the standard cosmological model, we measured the cosmological parameters such as the amount of dark matter. The cosmological model preferred by the Subaru HSC data shows some discrepancy with the model from the cosmic microwave background, and we anticipate a further development in coming years.

研究分野：観測的宇宙論

キーワード：ダークマター ダークエネルギー ニュートリノ

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

本代表研究者が所属するカブリ IPMU および国立天文台のリードの下、台湾中央研究院天文及天文物理研究所、プリンストン大学と協力して、口径 8.2m のすばる望遠鏡の超広視野主焦点カメラ Hyper Suprime-Cam (HSC)が完成し、2014 年度からすばる史上最大の宇宙のイメージングサーベイが始まったところである。また、米国ではフェルミ研究所、スタンフォード線型加速器センター (SLAC) などが中心になり、チリの口径 4m の望遠鏡を用いた Dark Energy Survey (DES)も始まったところであった。さらに欧州でも口径 4m 級の望遠鏡を用いた Kilo-Degrees Survey (KiDS)も進行中であった。

宇宙背景放射の精密実験、あるいは米国の Sloan Digital Sky Survey (SDSS)などのデータで明らかになった宇宙像は、現宇宙の全エネルギーのうち、太陽系、我々を作る通常の物質が約 5%程度しかなく、約 25%は目に見えない重力源を説明するためのダークマター、残りの約 70%は宇宙の加速膨張を引き起こすダークエネルギーという姿である。つまり、宇宙全エネルギーの約 95%は正体不明のダーク成分であり、その物理的な説明が強く望まれている。上記の広天域サーベイは、このダーク成分の正体の解明を主目的としており、天文学者と素粒子物理学者などが協力して行う宇宙論実験でもある。この基盤 B の研究発足当時はすばる HSC サーベイが開始したところであり、この研究費の支援により、すばる HSC のデータを用いた精密宇宙論の実現を目指した。

## 2. 研究の目的

2014 年度から開始したすばる HSC イメージングサーベイは、その大口径、高精度の結像性能 (シャープな画像) のために、より遠く (これは昔の宇宙にあることと等価) にある、より暗い銀河の像のデジタル画像を撮ることを可能にする。本基盤研究の目的は、この HSC データから (1) 遠方銀河像への宇宙構造による重力レンズ効果を精密に測定する手法を開発、(2) 重力レンズ効果の測定から、HSC サーベイの観測領域のダークマターの空間分布を復元する、(3) 重力レンズ効果の観測データと理論モデルを比較し、宇宙モデルを制限するための物理解析手法を開発、(4) 実際のデータに物理解析の手法を適用し、ダークマターの総量などの宇宙論パラメータを測定する、ことである。また、欧州の競合するサーベイの結果も注意深くモニターしながら、タイムリーに結果を発表し、宇宙論の研究で国際的優位性も確保する必要がある。

## 3. 研究の方法

すばる HSC イメージングサーベイは、日本、プリンストン大学、台湾の研究者からなる国際共同研究で進められている。特に、重力レンズ効果の測定結果を用いた宇宙論については、この国際共同研究のなかで、重力レンズワーキンググループが中心になって行うが、本研究代表者はワーキンググループ長を務め、研究のとりまとめを行っている。研究の重要性、また注目度を考慮し、信頼性の高い (ローバストな) 結果を導出するために次の手法を用いることにした。国際共同研究チーム内の研究者と協力して、重力レンズ解析パイプライン、また HSC データの end-to-end シミュレーションなどを用い、測定結果の系統誤差を注意深く調べる。また、重力レンズ効果の理論モデルの構築については、宇宙の構造形成の標準モデル  $\Lambda$ CDM モデルを仮定し、宇宙の構造形成を正確にモデル化 (計算) できる数値宇宙論 (N 体シミュレーション) のデータを活用する。さらに、宇宙史における N 体シミュレーションの異なる時刻のアウトプットデータを組み合わせ、我々が観測できる領域に対応する光円錐領域を構築し、すばる HSC サーベイ領域の模擬カタログを作成する。この模擬カタログを用い、物理解析の手法をテスト、また統計誤差、あるいは考えられる系統誤差の影響等を定量的に見積もる。特に、この数値宇宙論を用いた、宇宙論物理解析の開発、テスト、改良については、世界のグループと比較して、日本のグループ、本研究代表者のグループが秀でており、本研究の特色でもある。

実際に開発した物理解析の手法を実際の測定データに適用し、宇宙論パラメータを測定する際には、先行研究などに左右されない、つまり確証バイアスをできるだけ避けるために、素粒子、医学などの分野で用いられている、ブラインド解析を導入する。すばる望遠鏡のデータを用いた宇宙論では初めての試みであるが、本研究代表者のリーダーシップの下、ブラインド解析の手法、パイプラインを整備し、実行する。宇宙論パラメータの測定結果が得られた際には、積極的に成果を発表し、業界に最大限のインパクトを与えることに努める。

#### 4. 研究成果

研究期間5年間のあいだに以下の主な研究成果が得られた。

- (1) **ダークマターの3次元地図の作成**：着目する重力レンズ効果とは、宇宙の豊かな階層構造が引き起こす背景の銀河像への系統的な歪み効果である。つまり、全ての銀河像は少なからず重力レンズ効果を受けていることを意味する。逆に、重力レンズ効果を測定することにより、宇宙の重力源、つまりダークマターの空間分布を「見る」(復元する)ことが可能になる。このとき、すばる HSC の大口径、シャープな画像の性能は、より多くの銀河、また遠方(過去の宇宙)にある暗い銀河まで重力レンズ効果の測定に使うことを可能にする。現時点で、すばる HSC は重力レンズ効果の高精度な観測の世界最高の装置と言える。

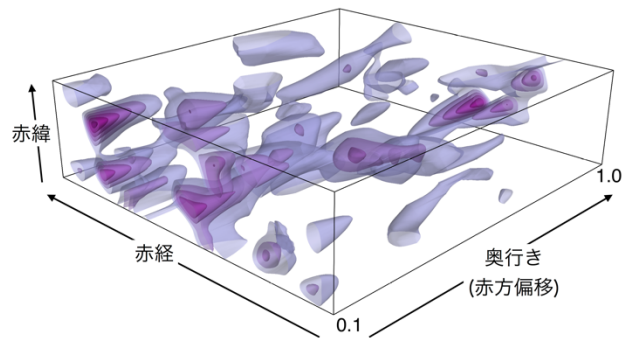


図1. すばる HSC イメージングデータの重力レンズ効果の測定から復元したダークマターの空間分布。天球の2次元と奥行き方向は赤方偏移方向に対応。赤方偏移  $z=1$  は約 80 億年前。

図1は、すばる HSC の初年度データの重力レンズ効果の測定から復元したダークマターの空間分布の結果を示す (Oguri et al 2018)。発表当時、この結果は世界最大のダークマター地図であり、特に、定性的ではあるが、奥行き方向(過去の宇宙)から手前(現在)に向かって、ダークマターの空間集積度合いが成長しているのが分かる(ダークマターの質量密度の等高線領域の濃淡が顕著になっている)。これは現在の宇宙の構造形成の標準モデルである「冷たいダークマター構造形成モデル」が予言するものと一致している。

- (2) **HSC 重力レンズによる宇宙論パラメータの測定**：上記で得られた重力レンズ効果の測定によるダークマターの空間分布の地図をさらに定量的に統計解析し、その結果をダークマターの総量などをパラメータに持つ宇宙モデルと比較した。微少な重力レンズ効果が精密に観測できたとしても、モデルとの比較には注意深い物理解析が必要である。例えば、物理解析の結果が先行研究の結果と一致した途端に解析をやめてしまうなどの、「確証バイアス」をできるだけ避けなければならない。この理由で、本研究ではブラインド解析を導入した。まず、チーム内の合意で、銀河のカタログに擬似的な重力レンズ効果を施し

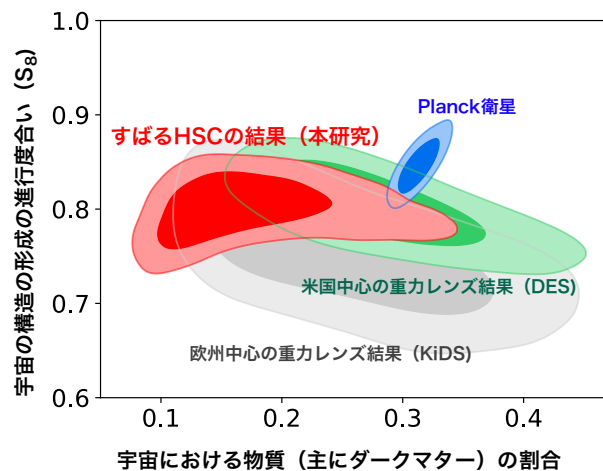


図2. すばる HSC の重力レンズ効果の測定から得られた宇宙論パラメータの測定結果。宇宙の物質の総量(主にダークマター)と宇宙の構造形成の進化の度合い ( $S_0$ )。赤の領域は、HSC の結果で 68%CL、98%CL の領域を示す。比較のため、宇宙背景放射実験 Planck、欧米の重力レンズ効果の結果を示す。

た、偽の重力レンズカタログを2つ用意し、物理解析を中心的に行う研究者は3つのカタログを同時に解析すること、またどれが本物か分からないようにした。さらに、物理解析の結果、宇宙論パラメータを測定できるが、その値を隠すこと、また他の宇宙論観測の結果と比較しないこと、を約束した。

図2が示す HSC の重力レンズ効果の測定から得られた宇宙論パラメータの測定結果である (Hikage et al. 2019)。現宇宙の全エネルギーに対する物質 (主にダークマターの) の割合と現宇宙の構造形成の進化の度合いをコントロールする  $S_8$  に対する結果を示す ( $S_8$  が大きい宇宙は、現宇宙の構造がより進化しており、より多くの銀河が観測されるはずという物理パラメータである)。まず、我々の  $S_8$  の結果については欧州の競合する重力レンズの結果 (DES, KiDS) と良い一致を示しており、またその測定精度 (CL 領域の大きさ) も同程度である。一方、これら重力レンズの結果は、宇宙背景放射 Planck 衛星の結果と矛盾を示している。これら重力レンズの銀河サーベイは全て異なる天域の領域を見た結果であり、独立である。このため、これらの不一致、矛盾は宇宙の標準模型を超える物理を示唆している可能性があり、業界で注目を集めている。例えば、宇宙の加速膨張を支配するダークエネルギーが時間進化している場合には、この矛盾は解消される可能性がある。この結果は、現在進行中のすばる HSC サーベイの全データの約 10% 程度のデータを使った結果であり、今後のさらなる進展が期待できる。この結果を導出するにあたり、本研究グループの研究者が中心的な役割を果たした。

(3) **銀河イメージング・分光データを組み合わせた宇宙論手法の開発**：銀河のイメージングと分光サーベイから得られる宇宙論統計量は相補的である。特に、イメージングデータから得られる重力レンズ効果は、分光データの銀河サンプル周りのダークマターの空間分布を明らかにするユニークな手法である。これにより、銀河サーベイ宇宙論の最大の難問である銀河バイアス不定性を観測的に除去できる。本研究グループは、このイメージングサーベイの重力

レンズ効果の観測量と分光サーベイの銀河のクラスタリング統計量を組み合わせることで、銀河バイアス不定性の影響を最小化し、宇宙論パラメータをローバストに測定する手法を開発した。その手法をスローン・デジタル・スカイ・サー

ベイ (SDSS) の分光データと Canada-France-Hawaii-Telescope (CFHT) のイメージングデータに適用した (図3参照)。その結果、これらのデータはダークエネルギーが宇宙のエネルギーの7割程度を占める宇宙論モデルを支持する結果得られた (More et al. ApJ, 2015)。このような手法は、現在進行中の銀河サーベイの主要な方法になっており、すばる HSC のイメージングサーベイデータに適用可能であり、その研究は現在進行中である。

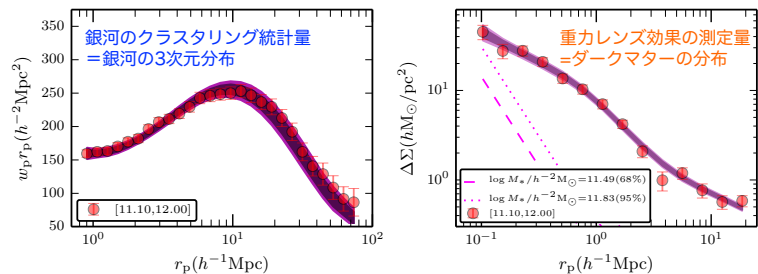


図 3. 銀河のイメージングと分光サーベイのデータを組み合わせた宇宙論解析の例。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計49件（うち査読付論文 49件 / うち国際共著 36件 / うちオープンアクセス 17件）

1. 著者名 T. Sunayama, Y. Park, M. Takada et al.	4. 巻 -
2. 論文標題 The impact of projection effects on cluster observables: stacked lensing and projected clustering	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 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Sugiyama Sunao, Kurita Toshiki, Takada Masahiro	4. 巻 493
2. 論文標題 On the wave optics effect on primordial black hole constraints from optical microlensing search	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 3632 ~ 3641
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa407	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 Hamana Takashi et al. (including M. Takada)	4. 巻 72
2. 論文標題 Cosmological constraints from cosmic shear two-point correlation functions with HSC survey first-year data	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 16-1-32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz138	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 Yamamoto R., Yamasaki N.Y., Mitsuda K., Takada M.	4. 巻 2020
2. 論文標題 A search for a contribution from axion-like particles to the X-ray diffuse background utilizing the Earth's magnetic field	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 011-1-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2020/02/011	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 Kobayashi Yosuke, Nishimichi Takahiro, Takada Masahiro, Takahashi Ryuichi	4. 巻 101
2. 論文標題 Cosmological information content in redshift-space power spectrum of SDSS-like galaxies in the quasilinear regime up to $k=0.3\text{h}^2\text{Mpc}^{-1}$	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 023510-1-30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.023510	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 Aihara Hiroaki et al. (including M. Takada)	4. 巻 71
2. 論文標題 Second data release of the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 114-1-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz103	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 Murata Ryoma, Oguri Masamune, Nishimichi Takahiro, Takada Masahiro, Mandelbaum Rachel, More Surhud, Shirasaki Masato, Nishizawa Atsushi J, Osato Ken	4. 巻 71
2. 論文標題 The mass-richness relation of optically selected clusters from weak gravitational lensing and abundance with Subaru HSC first-year data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 107-1-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz092	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 Namikawa T. et al. (including M. Takada)	4. 巻 882
2. 論文標題 Evidence for the Cross-correlation between Cosmic Microwave Background Polarization Lensing from Polarbear and Cosmic Shear from Subaru Hyper Suprime-Cam	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 62-1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab3424	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 Nishimichi Takahiro, Takada Masahiro, Takahashi Ryuichi, Osato Ken, Shirasaki Masato, Oogi Taira, Miyatake Hironao, Oguri Masamune, Murata Ryoma, Kobayashi Yosuke, Yoshida Naoki	4. 巻 884
2. 論文標題 Dark Quest. I. Fast and Accurate Emulation of Halo Clustering Statistics and Its Application to Galaxy Clustering	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 29-1-47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab3719	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 Murata Ryoma, Oguri Masamune, Nishimichi Takahiro, Takada Masahiro, Mandelbaum Rachel, More Surhud, Shirasaki Masato, Nishizawa Atsushi J, Osato Ken	4. 巻 71
2. 論文標題 The mass-richness relation of optically selected clusters from weak gravitational lensing and abundance with Subaru HSC first-year data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 107-1-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz092	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 Hashimoto Daiki, Macias Oscar, Nishizawa Atsushi J., Hayashi Kohei, Takada Masahiro, Shirasaki Masato, Ando Shin'ichiro	4. 巻 2020
2. 論文標題 Constraining dark matter annihilation with HSC low surface brightness galaxies	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 059-1-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2020/01/059	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 Shirasaki Masato, Hamana Takashi, Takada Masahiro, Takahashi Ryuichi, Miyatake Hironao	4. 巻 486
2. 論文標題 Mock galaxy shape catalogues in the Subaru Hyper Suprime-Cam Survey	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 52 ~ 69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz791	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 Niikura Hiroko, Takada Masahiro, Yasuda Naoki, Lupton Robert H., Sumi Takahiro, More Surhud, Kurita Toshiki, Sugiyama Sunao, More Anupreeta, Oguri Masamune, Chiba Masashi	4. 巻 238
2. 論文標題 Microlensing constraints on primordial black holes with Subaru/HSC Andromeda observations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Astronomy	6. 最初と最後の頁 11 pages
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41550-019-0723-1	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 Hikage Chiaki, Oguri Masamune, Hamana Takashi, More Surhud, Mandelbaum Rachel, Takada Masahiro et al. (other 31 co-authors)	4. 巻 71
2. 論文標題 Cosmology from cosmic shear power spectra with Subaru Hyper Suprime-Cam first-year data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz010	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 Miyatake Hironao et al. (including M. Takada)	4. 巻 875
2. 論文標題 Weak-lensing Mass Calibration of ACTPol Sunyaev-Zel'dovich Clusters with the Hyper Suprime-Cam Survey	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 63 (17pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab0af0	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 Matsuoka Yoshik et al. (47 authors including M. Takada)	4. 巻 872
2. 論文標題 Discovery of the First Low-luminosity Quasar at $z > 7$	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 L2 (6 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ab0216	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 Child Hillary L., Takada Masahiro, Nishimichi Takahiro, Sunayama Tomomi, Slepian Zachary, Habib Salman, Heitmann Katrin	4. 巻 98
2. 論文標題 Bispectrum as baryon acoustic oscillation interferometer	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 123521 (7pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.98.123521	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 Matsuoka Yoshiki et al. (47 authors including M. Takada)	4. 巻 869
2. 論文標題 Subaru High-z Exploration of Low-luminosity Quasars (SHELLQs). V. Quasar Luminosity Function and Contribution to Cosmic Reionization at $z = 6$	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 150 (15pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aeee7a	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 Shirasaki Masato, Takada Masahiro	4. 巻 478
2. 論文標題 Stacked lensing estimators and their covariance matrices: excess surface mass density versus lensing shear	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 4277 ~ 4292
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/sty1327	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 Matsuoka Yoshiki et al. (47 authors including M. Takada)	4. 巻 237
2. 論文標題 Subaru High-z Exploration of Low-luminosity Quasars (SHELLQs). IV. Discovery of 41 Quasars and Luminous Galaxies at $5.7 < z < 6.9$	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	6. 最初と最後の頁 5 (17pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/aac724	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 Osato Ken, Nishimichi Takahiro, Oguri Masamune, Takada Masahiro, Okumura Teppei	4. 巻 477
2. 論文標題 Strong orientation dependence of surface mass density profiles of dark haloes at large scales	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 2141 ~ 2153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/sty762	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 Ryoma Murata, Takahiro Nishimichi, Masahiro Takada, Hironao Miyatake, Masato Shirasaki, Surhud More, Ryuichi Takahashii, Ken Osato	4. 巻 854
2. 論文標題 Constraints on the Mass-Richness Relation from the Abundance and Weak Lensing of SDSS Clusters	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical J.	6. 最初と最後の頁 120 (28 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aaaab8	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 Y. Matsuoka, M. Onoue, et al. (including M. Takada)	4. 巻 70
2. 論文標題 Subaru High-z Exploration of Low-Luminosity Quasars (SHELLQs). II. Discovery of 32 quasars and luminous galaxies at $5.7 < z < 6.8$	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publ. Astron. Soc. Japan	6. 最初と最後の頁 S35 (23 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx046	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 M. Oguri, S. Miyazakii, C. Hikage, R. Mandelbaum, Y. Utsumi, H. Miyatake, M. Takada et al.	4. 巻 70
2. 論文標題 Two- and three-dimensional wide-field weak lensing mass maps from the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program S16A data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publ. Astron. Soc. Japan	6. 最初と最後の頁 S26 (14 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx070	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 R. Mandelbaum, H. Miyatake, et al. (including M. Takada)	4. 巻 70
2. 論文標題 The first-year shear catalog of the Subaru Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program Survey	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publ. Astron. Soc. Japan	6. 最初と最後の頁 S25 (43 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx130	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 A. Nishizawa et al. (including M. Takada)	4. 巻 70
2. 論文標題 First results on the cluster galaxy population from the Subaru Hyper Suprime-Cam survey. II. Faint end color-magnitude diagrams and radial profiles of red and blue galaxies at $0.1 < z < 1.1$	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publ. Astron. Soc. Japan	6. 最初と最後の頁 S24 (17 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx106	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 H.-Y. Jian, L. Lini, M. Oguri, A. Nishizawa, M. Takada, et al.	4. 巻 70
2. 論文標題 First results on the cluster galaxy population from the Subaru Hyper Suprime-Cam survey. I. The role of group or cluster environment in star formation quenching from $z = 0.2$ to $1.1$	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publ. Astron. Soc. Japan	6. 最初と最後の頁 S23 (15 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx096	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 M. Takada et al. (including M. Takada)	4. 巻 70
2. 論文標題 An optically-selected cluster catalog at redshift $0.1 < z < 1.1$ from the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program S16A data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publ. Astron. Soc. Japan	6. 最初と最後の頁 S20 (19 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx042	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 Greco Johnny P, Greene Jenny E, Price-Whelan Adrian M, Leauthaud Alexie, Huang Song, Goulding Andy D, Strauss Michael A, Komiyama Yutaka, Lupton Robert H, Miyazaki Satoshi, Takada Masahiro, Tanaka Masayuki, Usuda Tomonori	4. 巻 70
2. 論文標題 Sumo Puff: Tidal debris or disturbed ultra-diffuse galaxy?	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publ. Astron. Soc. Japan	6. 最初と最後の頁 S19 (10 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx051	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 H. Aihara et al. (including M. Takada)	4. 巻 70
2. 論文標題 First data release of the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publ. Astron. Soc. Japan	6. 最初と最後の頁 S8 (34 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx081	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 H. Aihara et al. (the corresponding author M. Takada)	4. 巻 70
2. 論文標題 The Hyper Suprime-Cam SSP Survey: Overview and survey design	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publ. Astron. Soc. Japan	6. 最初と最後の頁 S4 (15 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx066	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 S. Miyazaki et al. (including M. Takada)	4. 巻 70
2. 論文標題 Hyper Suprime-Cam: System design and verification of image quality	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publ. Astron. Soc. Japan	6. 最初と最後の頁 S1 (26 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx063	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 M. Shirasaki, M. Takada et al.	4. 巻 470
2. 論文標題 Robust covariance estimation of galaxy?galaxy weak lensing: validation and limitation of jackknife covariance	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 MNRAS	6. 最初と最後の頁 3476 ~ 3496
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stx1477	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 Teppei Okumurai, Masahiro Takada, Surhud More, Shogo Masaki	4. 巻 469
2. 論文標題 Reconstruction of halo power spectrum from redshift-space galaxy distribution: cylinder-grouping method and halo exclusion effect	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 MNRAS	6. 最初と最後の頁 459 ~ 475
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stx850	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 Joseph Clampitt, Hironao Miyatake, Bhuvnesh Jain, Masahiro Takada	4. 巻 457
2. 論文標題 Detection of stacked filament lensing between SDSS luminous red galaxies	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 2391-2400
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stw142	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 S. More, H. Miyatake, M. Takada et al. (13 co-authors)	4. 巻 825
2. 論文標題 Detection of the Splashback Radius and Halo Assembly Bias of Massive Galaxy Clusters	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 39 (20 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/0004-637X/825/1/39	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 Y. Matsuoka et al. (including M. Takada, the 35th in 39 co-authors)	4. 巻 828
2. 論文標題 Subaru high-z exploration of low-luminosity quasars (SHELLQs). I. Discovery of 15 quasars and bright galaxies at $5.7 < z < 6.9$	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 26 (14 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/0004-637X/828/1/26	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 D. Honma et al. (including M. Takada, the 17th in 19 co-authors)	4. 巻 832
2. 論文標題 A New Milky Way Satellite Discovered in the Subaru/Hyper Suprime-Cam Survey	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 21 (6 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/0004-637X/832/1/21	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 N. Tamura et al. (including M. Takada, the 90th in 100 co-authors)	4. 巻 9908
2. 論文標題 Prime Focus Spectrograph (PFS) for the Subaru telescope: overview, recent progress, and future perspectives	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 1M (17 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2232103	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 Okumura Teppei, Takada Masahiro, More Surhud, Masaki Shogo	4. 巻 469
2. 論文標題 Reconstruction of halo power spectrum from redshift-space galaxy distribution: cylinder-grouping method and halo exclusion effect	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 459 ~ 475
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stx850	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 Akitsu Kazuyuki, Takada Masahiro, Li Yin	4. 巻 95
2. 論文標題 Large-scale tidal effect on redshift-space power spectrum in a finite-volume survey	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 083522-1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.95.083522	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 J. Clampitt, H. Miyatake, B. Jain, M. Takada	4. 巻 457
2. 論文標題 Detection of stacked filament lensing between SDSS luminous red galaxies	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 MNRAS	6. 最初と最後の頁 2391-2400
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stw142	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 Y. Li, W. Hu, M. Takada	4. 巻 93
2. 論文標題 Separate universe consistency relation and calibration of halo bias	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Phys. Rev. D	6. 最初と最後の頁 063507 (14pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.93.063507	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 H. Miyatake, S. More, M. Takada et al.	4. 巻 116
2. 論文標題 Evidence of Halo Assembly Bias in Massive Clusters	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Letters	6. 最初と最後の頁 041301 (4pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.116.041301	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 M. Takada, O. Dore	4. 巻 92
2. 論文標題 Geometrical constraint on curvature with BAO experiments	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Phys. Rev. D	6. 最初と最後の頁 123518 (10pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.92.123518	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 H. Niihara, M. Takada et al.	4. 巻 67
2. 論文標題 Detection of universality of dark matter profile from Subaru weak lensing measurements of 50 massive clusters	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Publ. Astron. Soc. Japan	6. 最初と最後の頁 103 (24 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psv090	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 S. Miyazaki et al. (including M. Takada 20著者中20番目)	4. 巻 807
2. 論文標題 Properties of Weak Lensing Clusters Detected on Hyper Suprime-Cam's 2.3 deg <sup>2</sup> field	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 The Astrophys. J.	6. 最初と最後の頁 22 (14pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/0004-637X/807/1/22	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 S. More, H. Miyatake, M. Takada et al.	4. 巻 806
2. 論文標題 The Weak Lensing Signal and the Clustering of BOSS Galaxies. II. Astrophysical and Cosmological Constraints	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 The Astrophys. J.	6. 最初と最後の頁 2 (17pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/0004-637X/806/1/2	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 H. Miyatake, S. More, M. Takada et al.	4. 巻 806
2. 論文標題 The Weak Lensing Signal and the Clustering of BOSS Galaxies. I. Measurements	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 The Astrophys. J.	6. 最初と最後の頁 1 (15pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/0004-637X/806/1/1	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

[学会発表] 計31件 (うち招待講演 22件 / うち国際学会 20件)

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Earth-mass BH? PBH constraints with OGLE
3. 学会等名 Accelerating Universe in the Dark (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Cosmology with Subaru Hyper Suprime-Cam imaging survey
3. 学会等名 Recontres du Vietnam "Windows on the Universe (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Cosmology with Subaru HSC cosmic shear
3. 学会等名 The Nonlinear Universe 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Subaru Prime Focus Spectrograph
3. 学会等名 Studying the Universe with GALaxy suRveys Revealing the Unlimited in ShangHai (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Towards Precision Cosmology with Halos
3. 学会等名 Statistical challenges for large-scale structure in the era of LSST (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 栗田智貴
2. 発表標題 すばるHSC-Y1 cosmic shear Bモードパワースペクトルを用いた背景重力波の制限
3. 学会等名 日本天文学会2019年春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉山素直
2. 発表標題 M31星に対する原始ブラックホールのマイクロレンズングへの波動効果の影響
3. 学会等名 日本天文学会2019年春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秋津一之
2. 発表標題 Super-survey tidal effects in redshift space
3. 学会等名 日本天文学会2018年秋季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新倉広子
2. 発表標題 アンドロメダ銀河の広視野観測による原始ブラックホール探査 II
3. 学会等名 日本天文学会2018年秋季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高田昌広
2. 発表標題 すばるPFSが拓く宇宙論: ダークエネルギー、ニュートリノ質量、重力理論
3. 学会等名 日本天文学会2018年春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Cosmology and Neutrinos
3. 学会等名 Unification and Development of the Neutrino Science Frontier (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Subaru HSC constraint on primordial black holes and SuMIRe project
3. 学会等名 YKIS 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Discovery of RCB-type stars from dense-cadence HSC observation of M31 and its implication
3. 学会等名 Subaru Users Meeting FY2017 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Microlensing constraints on $10^{-10}$ Msun-scale primordial black holes from high-cadence observation of M31 with Hyper Suprime-Cam
3. 学会等名 Next-generation cosmology with large-scale structure: CosKASI-ICG-NAOC-YITP joint workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Exploring fundamental physics with Subaru wide-area galaxy surveys
3. 学会等名 Progress in particle physics: 2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Halo Emulator: Application to SDSS clusters
3. 学会等名 The Nonlinear Universe (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高田昌広
2. 発表標題 重力レンズ効果による暗黒エネルギー・暗黒物質の探索
3. 学会等名 日本物理学会秋季年会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Subaru large surveys (HSC and PFS)
3. 学会等名 Subaru International Partnership Science and Instrumentation Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高田昌広
2. 発表標題 宇宙構造形成の研究の最近の進展
3. 学会等名 理論天文学宇宙物理学懇談会シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Tightest upper bound on the abundance of PBH with dense-cadence HSC observation of M31
3. 学会等名 The 6th Subaru international conference "Panoramas of the Evolving Cosmos" (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 高田昌広
2. 発表標題 宇宙の大規模構造による宇宙論
3. 学会等名 第5回観測的宇宙論研究会 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Neutrinos from lensing surveys I
3. 学会等名 Neutrinos and Light Particles in Cosmology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 A proposal/discussion on Subaru HSC Ultra-Wide Survey (for Euclid)
3. 学会等名 Euclid Consortium Meeting 2016 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 SuMIRe: Subaru imaging and spectroscopic galaxy surveys
3. 学会等名 Cross-correlation Spectacular with LSST: Exploring Synergies Between LSST and External Datasets to Discover Fundamental Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 高田昌広
2. 発表標題 有限体積銀河サーベイの宇宙論統計量に対する大スケールゆらぎの影響 -- Super Sample Effect
3. 学会等名 天文学会2016年春季年会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Connecting Halo (peak) and Galaxy
3. 学会等名 Statistics of Extrema in Large-Scale Structure (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Halo bias
3. 学会等名 Cosmology and First Light (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Why does the Universe speed up? - Exhausted study and challenge for the future
3. 学会等名 Unification and Development of the Neutrino Science Frontier (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Halo bias, super-survey effects and cosmology
3. 学会等名 Workshop of Observational Cosmology (招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 A pilot survey of transients in M31 - in preparation of LSST
3. 学会等名 Subaru-Keck Synergy Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Baryon Acoustic Oscillation
3. 学会等名 New Era of the Cosmic Distance Scale (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年



〔図書〕 計1件

1. 著者名 天文月報	4. 発行年 2018年
2. 出版社 公益社団法人 日本天文学会	5. 総ページ数 8ページ
3. 書名 すばるHSC-SSPサーベイ：概要と観測サーベイ設計	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>すばる望遠鏡発の精密宇宙論の幕開け！ダークマター、ダークエネルギーの解明を目指して <a href="https://www.ipmu.jp/ja/20180926-HSC-S8">https://www.ipmu.jp/ja/20180926-HSC-S8</a> ダークマターは原始ブラックホールではなかった!? <a href="https://www.ipmu.jp/ja/20190402-PrimordialBlackHole">https://www.ipmu.jp/ja/20190402-PrimordialBlackHole</a> 超広視野主焦点カメラ HSC の初期成果がまとまる <a href="https://www.ipmu.jp/ja/20180227-HSC-FirstResults">https://www.ipmu.jp/ja/20180227-HSC-FirstResults</a> 超広視野主焦点カメラ HSC による大規模観測データ、全世界に公開開始 <a href="http://www.ipmu.jp/ja/20170228-HSC_datarelease">http://www.ipmu.jp/ja/20170228-HSC_datarelease</a> 銀河系に付随する極めて暗い衛星銀河の発見 <a href="http://www.ipmu.jp/ja/20161122-FaintDwarf">http://www.ipmu.jp/ja/20161122-FaintDwarf</a> 世界初！銀河団の内部構造とダークマターの深い関係が明らかに <a href="http://www.ipmu.jp/ja/20160126-galaxycluster">http://www.ipmu.jp/ja/20160126-galaxycluster</a> Evidence of Halo Assembly Bias in Massive Clusters <a href="http://physics.aps.org/articles/v9/9">http://physics.aps.org/articles/v9/9</a></p>
---

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
---------------------------	-----------------------	----