

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：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2015～2019

課題番号：15H05893

研究課題名（和文）広天域銀河分光サーベイによる加速宇宙の究明

研究課題名（英文）Exploring cosmic acceleration with wide-field galaxy redshift 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） 366,950,000円

研究成果の概要（和文）：本計画研究では、広天域銀河のイメージングサーベイから得られる重力レンズ効果の観測量と、広天域銀河分光サーベイの銀河クラスタリング統計量を組み合わせることで可能になるローバストな宇宙論手法を開発した。特に、300TBにも及ぶ大規模数値宇宙論データを構築し、機械学習を用い、N体シミュレーションと同程度の精度で宇宙論統計量を高速に予測するエミュレータ「ダークエミュレータ」を開発した。また、米国プリンストン大学、ジョンズホプキンス大学と協力して、すばる超広視野多天体分光器Prime Focus Spectrographの赤外線カメラを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

宇宙の始まり、ダークマター、ダークエネルギーは、一般の関心が高い研究テーマであり、宇宙に関する人類共通の基本的な疑問である。広天域銀河分光サーベイは、これらの問題について科学的に挑むことを可能にする。一般講演会、アウトリーチなどを通して、科学に興味を持つ学生を増やすことに貢献した。また、すばる広天域多天体分光器PFSプロジェクトについては、日本が主導し、米国、ドイツ、台湾、フランス、ブラジル、中国が関与する国際共同研究を進めており、宇宙論における日本の国際的地位の確立に貢献した。PFSの装置開発については、広波長域ファイバーの技術を生み出した。

研究成果の概要（英文）：We developed a cosmological analysis method that can be done by combining weak lensing information and galaxy clustering that are observed from wide-field imaging galaxy survey and spectroscopic surveys, respectively. In particular, we developed Dark Emulator that allows for fast, accurate computations of cosmological clustering quantities, using about 300TB data of N-body simulations based on machine learning. In addition, we constructed the near-infrared spectrograph camera for the Subaru Prime Focus Spectrograph project, working together with researchers from Princeton University and Johns Hopkins University.

研究分野：宇宙論

キーワード：ダークエネルギー ダークマター ニュートリノ インフレーション

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

現宇宙の加速膨張を引き起こしている「アインシュタインの宇宙定数」あるいは「ダークエネルギー」を解明するためには、十分に大きな宇宙論スケールの体積をカバーする銀河サーベイが必要になる。これは、宇宙観測では天球上でより広い領域に亘り、より遠方にある暗い銀河を観測することと等価である。

本新領域が始まった当時は、口径 8.2m の主鏡を持つすばる望遠鏡の新装置として、超広視野カメラ(HSC)の開発が完遂し、そのイメージングサーベイが始まったところであった。また、HSC と対をなす超広視野多天体分光器(PFS)の開発が始まっていた。このように、日本主導で行う深宇宙のイメージング・分光サーベイを行うプロジェクトが開始し、その入念な準備研究が必要であり、また世界中の競合するプロジェクトに対して優位性を確保する必要があった。

2. 研究の目的

本計画研究「銀河分光」(略称)の目的は、以下の通りであった。(1) 理論計画研究班と協力し、銀河の分光サーベイデータから得られるバリオン音響振動および赤方偏移歪み効果を測定し、宇宙論パラメータを測定する手法を開発し、既存のデータに適用し、手法のテスト・改良を行う。

(2) 他の計画研究班と連携し、銀河のイメージングと分光データを組み合わせた銀河クラスタリング(空間集積)統計量を組み合わせ、ローバストかつ精密に加速膨張宇宙の宇宙論パラメータを測定する方法を開発すること。(3) 高赤方偏移 $z=2.4$ までの銀河分光サーベイを可能にする PFS の近赤外線分光器を製作する。

3. 研究の方法

銀河のイメージングサーベイから得られる重力レンズ効果と銀河の分光サーベイから得られる 3次元クラスタリング統計量および銀河の固有速度による赤方偏移歪み効果は相補的である。これらを組み合わせ、観測的に銀河バイアス不定性を除去し、ローバストに宇宙論パラメータを測定する手法を開発する。これを行うために、大規模な数値宇宙論(シミュレーション)のデータ、また銀河サーベイの模擬カタログを作成し、定量的に手法を注意深くテスト・改良する。

すばる PFS の赤外線分光器の製作については、当時(現時点でも)世界最高の感度を達成している Teledyne 社製の HAWAII-4RG-15(H4RG)アレイを使用する。米国プリンストン大学、ジョンスホプキンス大学、国立天文台の研究者と連携して、4台の分光器を作製する。この装置作製と並行して、PFS の銀河サーベイを想定した大量の分光データを高精度かつ高速にデータ処理するソフトウェア・パイプラインを開発し、また分光データから宇宙論を行う方法(パイプライン)を開発する。

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) **宇宙の大規模構造形成の宇宙論統計量を高速・高精度に予言するツールの開発**：観測される宇宙の大規模構造は、宇宙初期の加速膨張インフレーションで生成された原始揺らぎが重力進化で成長した結果である。大規模形成に重要な物理が、ダークマターによる重力とダークエネルギーの加速膨張である。つまり、大規模構造の進化史を詳しく調べることで、宇宙のダーク成分に迫ることができる。しかし、重力の遠距離力・非線形性の性質を反映し、宇宙の大規模構造を正確に調べるには、N体シミュレーションを用いた手法が必要不可欠である。

本研究グループは、ダークエネルギーなどの物理

量を含む 6次元の宇宙論パラメータ空間から一様に選択した 101 の宇宙論モデルについて、国立天文台のスーパーコンピュータ「アルティ II」を用い、高精度かつ高空間分解能の N体シミュレーションを実行し、約 300TB にも及ぶ大規模なデータベースを構築した。機械学

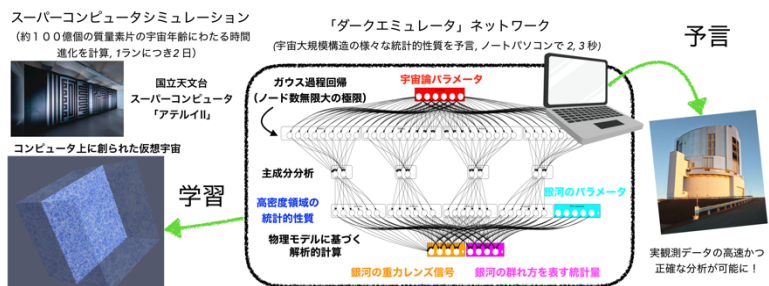


図 1. 「ダークエミュレータ」の概略図。宇宙モデルを特徴づける宇宙論パラメータと N 体シミュレーションで得られた宇宙の大規模構造の宇宙論統計量の対応関係を学習する。訓練されたダークエミュレータは、シミュレーションと遜色のない高精度で、宇宙の大規模構造の統計量を瞬時に予言する

習の手法を用いることにより、新たなシミュレーションを行うことなく、上記の6次元パラメータ空間の任意の宇宙モデルについて、宇宙論統計量を高速かつ高精度に予言するパイプライン「ダークエミュレータ」を開発した(図1参照)。ダークエミュレータを用いることで、すばる HSC の観測量である重力レンズ効果、銀河分光サーベイの銀河クラスタリング統計量について、標準的なノートパソコンでも数秒以内で理論予言を計算できる。これはスーパーコンピュータを用いて同様の理論予言を計算するのに比較して、計算コスト(CPUと計算時間)を約1億分の1(10^{-8})削減する画期的な成果である(Nishimichi, Takada et al., ApJ, 2019)。業界からも注目を集めている。

(2) **銀河団の内部構造と大波長スケールのダークマター分布の相関**: 銀河団は宇宙最大の自己重力天体であり、原始揺らぎの情報をクリーンに含んでいると考えられる。インフレーションが生成する原始揺らぎの統計的性質(ガウシアン場)、重力の非線形性を反映し、銀河団の内部構造(ここでは中心集中度に着目)と銀河団の周辺のダークマターの分布には物理的な相関があることが期待されていた。本研究グループは、スローン・デジタル・スカイ・サーベイのイメージングおよび分光データを用い、上記の予言を世界で初めて検出した。図2は、約300kpc(約100万光年)スケールの銀河団の内部構造の特性により、約30Mpc(約1億光年)のスケールに及ぶダークマターの分布に違いが生じていることを示している。この結果は、Phys. Rev. Letters (Miyatake et al. 2016)に掲載され、またその重要性から注目論文としてEditor's Suggestionに選ばれた。

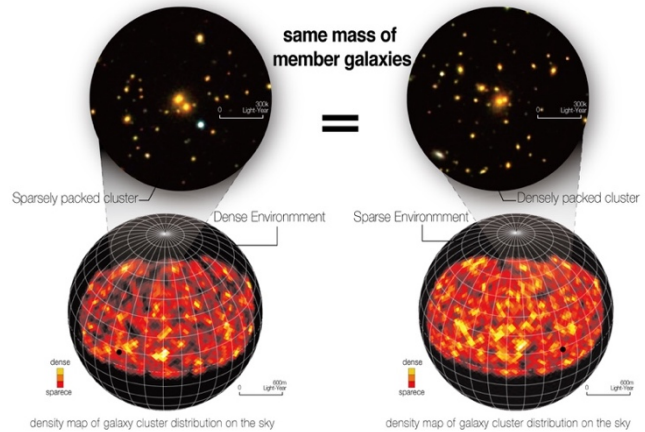


図2: 下図の天球図は、スローン・デジタル・スカイ・サーベイのデータから得られた天球上における銀河団の分布の地図を示す。メンバー銀河が中心に集中している銀河団の周辺は、ダークマターの分布総量が少なく、銀河団分布密度の凸凹も少ない環境であることが分かる(右図、カラーの濃淡の凸凹が少ない)。一方、メンバー銀河が広がっている銀河団の周辺は、ダークマターの分布総量が多く、銀河団分布密度の凸凹も大きい環境にある。

(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)。

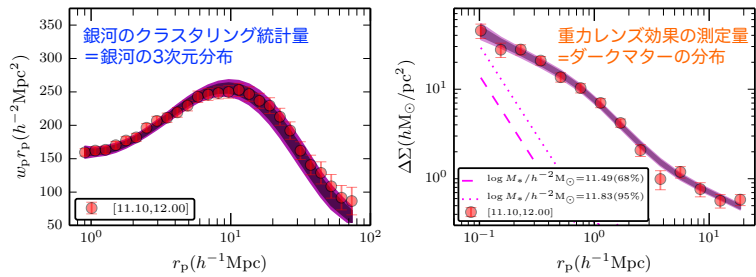


図3. 銀河のイメージングと分光サーベイのデータを組み合わせた宇宙論解析の例。

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。

これと平行して、現在装置開発中のすばる超広視野多天体分光器(PFS)の銀河分光データから宇宙論統計量を測定するパイプラインを開発した。PFSは、これまでの分光サーベイに比較して、広い赤方偏移範囲($0.6 < z < 2.4$)、また2400本のファイバーの殆どを使って輝線銀

河を分光する計画であり、先行研究で使われていた手法では十分に系統誤差を制御できないことが判明した。そこで本研究グループは、PFS プロジェクトで開発した、ユーザーが与える優先度に従い、各天体に自動でファイバーを割り当てるアルゴリズムを課したソフトウェア、また PFS 分光サーベイで得られる模擬銀河カタログを用い、PFS 銀河サーベイのデータから正確に銀河クラスタリング統計量を測定するためのパイプラインを開発した。この銀河模擬カタログについては、計画研究 D01 のグループが開発した宇宙の数値シミュレーションの結果を用い、さらに D01 班の研究者と協力することで初めて可能になった研究成果である。この手法により、PFS から得られる銀河サーベイデータの統計精度に比較して、系統誤差の影響を十分に制御し、銀河のクラスタリング統計量を測定できることを定量的に確認した (Sunayama et al. JCAP 受理済み)。

(4) **すばる超広視野多天体分光器 PFS の赤外線分光器の開発**：すばる PFS に波長で 1260nm まで

分光観測できる赤外線分光器を開発することにより、宇宙論サーベイで言えば、酸素輝線 [OII] (静止系波長 372.6nm) を発する銀河を分光観測し、赤方偏移で $z=0.6$ から 2.4 に亘る広範囲で銀河の 3 次元地図を作成することが可能になる。これは、宇宙膨張については、全エネルギーに対してダークマターが卓越していた減速膨張期から、約 70 億年前 (約 $z=1$) にダークエネルギーが卓越し、加速膨張に変遷してきた宇宙の膨張史を測定できることを意味する。例えば、競合する米国の Dark Energy Spectrograph Instrument (DESI) 計画 (4m 望遠鏡) では、 $z\sim 1.5$ までの銀河しか分光しないことと対照的であり、PFS に独自性を与える。

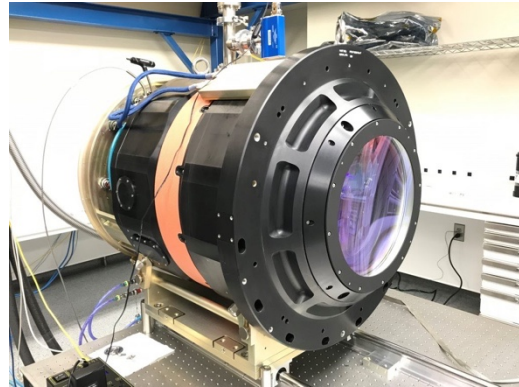


図 4. 本計画研究の経費で開発したすばる PFS の赤外線カメラ式(米国ジョンズホプキンス大学にて)。

すばる望遠鏡 PFS 分光器の赤外線カメラの開発については、プリンストン大学、ジョンズ・ホプキンス大学の研究者と協力して、米国 Teledyne 社から赤外線検出器 H4RG を購入でき、検出器の性能評価を行っている。この H4RG は、NASA の広天域銀河サーベイの衛星計画 WFIRST (最近 Roman Space Telescope に改名) でも採用が予定されており、非常に需要が高い検出器であるが、購入できた。検出器の制御システムおよび画像解析ソフトを開発し、動作確認、各ピクセルの電荷許容範囲、パッドピクセルマップなどの基本的な性能を確認し、順調に開発が進んだ。2022 年からの科学運用を目指し、国際共同研究で PFS プロジェクトを進めている。

(5) **すばる HSC による原始ブラックホールの存在量の制限**：原始ブラックホール(PBH)は、宇宙初期に生成された可能性があり、ダークマターの有力候補の一つである。本計画研究の研究者らすばる望遠鏡 HSC のアンドロメダ銀河のデータを用い、原始ブラックホールによる重力マイクロレンズ効果を探索した。すばるの大口径、広視野の威力を発揮し、ダークマターの全てが PBH である場合、1000 個程度の重力マイクロレンズ現象が発見されるはずであった。これに対して、たった一つの重力マイクロレンズ候補天体を見つけ、逆に PBH の存在量を制限することに成功した。特に、地球質量より軽い、太陽系小天体の質量程度の PBH がダークマターの全ての可能性であるシナリオを世界で初めて制限した(Niikura et al., Nature Astron., 2019)。本研究は、新領域発足当初は予想しなかった成果であり、A01, B02 などの他の計画研究との議論、また共同研究を通して可能になった。この論文はすでに 190 編を超える引用数があり、世界中で活発になされている PBH 研究の新たな展開に貢献した。

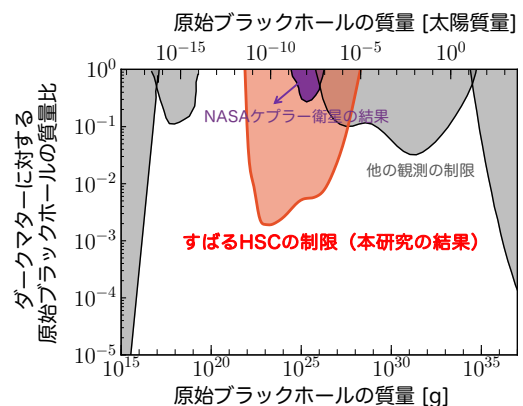


図 5. オレンジで塗られた領域は、本研究の重力マイクロレンズ効果の探索で得られた、原始ブラックホール(PBH)の存在が許されない領域。横軸は PBH の質量、縦軸はダークマターに対する PBH の質量比。

編を超える引用数があり、世界中で活発になされている PBH 研究の新たな展開に貢献した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計65件（うち査読付論文 61件 / うち国際共著 42件 / うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Masaki Shogo, Nishimichi Takahiro, Takada Masahiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Anisotropic separate universe simulations	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) 10.1093/mnras/staa1579	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 Sunayama Tomomi, Masahiro Takada, et al.	4. 巻 -
2. 論文標題 Mitigating the impact of fiber assignment on clustering measurements from deep galaxy redshift surveys	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	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 $k=0.3h/\text{Mpc}$	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 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 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 -

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 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 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 Wang Wenting, Han Jiabin, Sonnenfeld Alessandro, Yasuda Naoki, Li Xiangchong, Jing Yipeng, More Surhud, Price Paul A, Lupton Robert, Rykoff Eli S, Stark David V, Lan Ting-Wen, Takada Masahiro, Huang Song, Luo Wentao, Bahcall Neta A, Komiyama Yutaka	4. 巻 487
2. 論文標題 The stellar halo of isolated central galaxies in the Hyper Suprime-Cam imaging 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 1580 ~ 1606
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz1339	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 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 Takahashi Ryuichi, Nishimichi Takahiro, Takada Masahiro, Shirasaki Masato, Shiroyama Kosei	4. 巻 482
2. 論文標題 Covariances for cosmic shear and galaxy?galaxy lensing in the response approach	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 4253 ~ 4277
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/sty2962	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 Miyatake Hironao et al. (including M. Takada)	4. 巻 875
2. 論文標題 Weak-lensing Mass Calibration of ACTPol Sunyaev-Zel'ovich 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 (17 pages)
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 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 524~534
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 Matsuoka Yoshiki 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 (6pp)
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 Akitsu Kazuyuki, Takada Masahiro	4. 巻 97
2. 論文標題 Impact of large-scale tides on cosmological distortions via redshift-space power spectrum	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 063527-1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.97.063527	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 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 Journal	6. 最初と最後の頁 120 ~ 120
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 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of 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 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of 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 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of 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 Nishizawa Atsushi J, Oguri Masamune, Oogi Taira, More Surhud, Nishimichi Takahiro, Nagashima Masahiro, Lin Yen-Ting, Mandelbaum Rachel, Takada Masahiro, Bahcall Neta, Coupon Jean, Huang Song, Jian Hung-Yu, Komiyama Yutaka, Leauthaud Alexie, Lin Lihwai, Miyatake Hironao, Miyazaki Satoshi, Tanaka Masayuki	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 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of 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 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of 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. Oguri (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 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of 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 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of 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, I. Iwata)	4. 巻 70
2. 論文標題 First data release of the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of 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. (including M. Takada, N. Tamura, I. Iwata)	4. 巻 70
2. 論文標題 The Hyper Suprime-Cam SSP Survey: Overview and survey design	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of 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 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of 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 Shirasaki Masato, Takada Masahiro, Miyatake Hironao, Takahashi Ryuichi, Hamana Takashi, Nishimichi Takahiro, Murata Ryoma	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 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	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 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 Ryuichi, Hamana Takashi, Shirasaki Masato, Namikawa Toshiya, Nishimichi Takahiro, Osato Ken, Shiroyama Kosei	4. 巻 850
2. 論文標題 Full-sky Gravitational Lensing Simulation for Large-area Galaxy Surveys and Cosmic Microwave Background Experiments	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 24 ~ 24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aa943d	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 Nakajima Kimihiko, Fletcher Thomas, Ellis Richard S, Robertson Brant E, Iwata Ikuru	4. 巻 477
2. 論文標題 The Mean Ultraviolet Spectrum of a Representative Sample of Faint $z \sim 3$ Lyman Alpha Emitters	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 2098-2111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/sty750	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. Furusawa et al. (including I. Iwata)	4. 巻 70
2. 論文標題 The on-site quality-assurance system for Hyper Suprime-Cam: OSQAH†	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx079	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 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. 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 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 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 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 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 該当する

1. 著者名 J. Gunn et al. (including N. Tamura, the 10th in 11 co-authors)	4. 巻 9908
2. 論文標題 Detector and control system design and performance for the SuMIRe prime focus spectrograph (PFS) cameras	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 93 (13 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2233400	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 該当する

1. 著者名 S. Smee et al. (including N. Tamura, the 15th in 15 co-authors)	4. 巻 9908
2. 論文標題 Visible camera cryostat design and performance for the SuMIRe Prime Focus Spectrograph (PFS)	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 8Y (17 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2233185	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 該当する

1. 著者名 S.-Y. Wang et al. (including N. Tamura, the 12th in 13 co-authors)	4. 巻 9908
2. 論文標題 Metrology Camera System of Prime Focus Spectrograph for Subaru Telescope	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 81 (11 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2232035	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 該当する

1. 著者名 T. Okumura, et al. (including R. Takahashi, the 21th in 25 co-authors)	4. 巻 68
2. 論文標題 The Subaru FMOS galaxy redshift survey (FastSound). IV. New constraint on gravity theory from redshift space distortions at z~1.4	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 38 (24 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psw029	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. Takahashi	4. 巻 835
2. 論文標題 Arrival Time Differences between Gravitational Waves and Electromagnetic Signals due to Gravitational Lensing	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 103 (9 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/835/1/103	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 G. Micheva, I. wata, A. K. Inoue, Y. Matsuda, T. Yamada, T. Hayashino	4. 巻 465
2. 論文標題 Searching for candidates of Lyman continuum sources - revisiting the SSA22 field	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 MNRAS	6. 最初と最後の頁 316-336
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stw2700	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 G. Micheva, I. Iwata, A. K. Inoue	4. 巻 465
2. 論文標題 Lyman continuum leaking AGN in the SSA22 field	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 MNRAS	6. 最初と最後の頁 302-315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stw1329	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 K. Nakajima, R. S. Ellis, I. Iwata, A. K. Inoue, H. Kusakabe, M. Ouchi, B. E. Robertson	4. 巻 831
2. 論文標題 A Hard Ionizing Spectrum in $z = 3-4$ Ly Emitters with Intense [O III] Emission: Analogs of Galaxies in the Reionization Era?	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 The Astrophysics J. Letters	6. 最初と最後の頁 L9 (6 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8205/831/1/L9	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 T. Okumura, M. Takada, S. More, M. 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 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 K. Akitsu, M. Takada, Y. Li	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 Phys. Rev. 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.97.063527	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 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 I. Ben-Dayan, R. Takahashi	4. 巻 455
2. 論文標題 Constraints on small-scale cosmological fluctuations from SNe lensing dispersion	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 MNRAS	6. 最初と最後の頁 552-562
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stv2356	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. Niikura, 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. Atron. 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 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 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/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 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

1. 著者名 K. T. Inoue, R. Takahashi, T. Takahashi, T. Ishiyama	4. 巻 448
2. 論文標題 Constraints on warm dark matter from weak lensing in anomalous quadruple lenses	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 MNRAS	6. 最初と最後の頁 2704-2716
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stv194	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 -

[学会発表] 計61件 (うち招待講演 40件 / うち国際学会 42件)

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Cosmology with galaxy survey
3. 学会等名 "Cosmological Structures in the Era of Large Surveys", KEK, Japan(招待講演)(国際学会) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ryuichi Takahashi
2. 発表標題 A new fitting formula of non-linear matter bispectrum in the Halofit approach
3. 学会等名 "Cosmic Acceleration", Kavli IPMU (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ryuichi Takahashi
2. 発表標題 BiHalofit: A new fitting formula of non-linear matter bispectrum
3. 学会等名 令和元年度 国立天文台 天文シミュレーションプロジェクト ユーザーズミーティング、国立天文台
4. 発表年 2020年

1 . 発表者名 Naoyuki Tamura
2 . 発表標題 Reports from the project office
3 . 学会等名 11th PFS Collaboration Meeting, Caltech, USA (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Naoyuki Tamura
2 . 発表標題 Updates and current status of PFS project
3 . 学会等名 PFS Science Meeting, Columbia U., NY, USA (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Masahiro Takada
2 . 発表標題 Synergetic cosmology program with Subaru and WFIRST
3 . 学会等名 "Subaru Telescope 20th Anniversary Conference", Kona, HI, USA (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Masahiro Takada
2 . 発表標題 PFS SSP survey planning
3 . 学会等名 "Subaru Telescope 20th Anniversary Conference", Kona, HI, USA (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoyuki Tamura
2. 発表標題 PFS: The next generation Subaru's facility instrument under integration
3. 学会等名 "Subaru Telescope 20th Anniversary Conference", Kona, HI, USA (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Gunn sensei and Observational Cosmology
3. 学会等名 "Kyoto Prize Workshop", U. Tokyo, Japan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoyuki Tamura
2. 発表標題 Prime Focus Spectrograph (PFS) project for the Subaru telescope: Challenges, which Jim-sensei loves, are continuing after the great success of SDSS and HSC
3. 学会等名 "Kyoto Prize Workshop", U. Tokyo, Japan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Constraining PBH with microlensing
3. 学会等名 "Focus week on primordial black holes", Kavli IPMU, Japan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋龍一
2. 発表標題 BiHalofit: A new fitting formula of non-linear matter bispectrum
3. 学会等名 第8回観測的宇宙論ワークショップ, 東北大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高田昌広
2. 発表標題 原始ブラックホールダークマターと重力レンズ
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会シンポジウム「原始ブラックホール」、山形大学(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高田昌広
2. 発表標題 すばるとTMTの連携で拓く宇宙論
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会企画セッション「すばると TMT の連携で拓く科学のフロンティア」、熊本大学(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋龍一
2. 発表標題 A fitting formula of non-linear matter bispectrum
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会、熊本大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田村直之
2. 発表標題 プロジェクト概要と装置開発進捗まとめ
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会、熊本大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Challenges in large-scale structure cosmology
3. 学会等名 "Dynamics of Large-scale Structure Formation", MIAPP, Munich, Germany (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoyuki Tamura
2. 発表標題 Subaru Prime Focus Spectrograph -- Overview of the project and instrumentation
3. 学会等名 6th Galaxy Evolution Workshop, Kavli IPMU, Japan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Microlensing search of primordial black hole as a dark matter candidate
3. 学会等名 "LSST@ASIA; Exploring the Wide, Fast, Deep Universe", Sydney, Australia (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 HSC cosmology with g-g lensing and g-g clustering
3. 学会等名 "Emulation of Dark Matter and Galaxy Clustering", Ohio State U., USA (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Neutrinos and Cosmology
3. 学会等名 "Prospects of Neutrino Physics", Kavli IPMU, U. Tokyo, Japan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Takada
2. 発表標題 Towards robust cosmology; how to mitigate uncertainties in small-scale nonlinearities
3. 学会等名 "PTchat", Kyoto U., Japan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

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 Precision Cosmology with Subaru HSC and PFS
3. 学会等名 Chile-Japan Academic Forum 2018 in Nikko (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)(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 Naoyuki Tamura
2. 発表標題 Subaru Prime Focus Spectrograph (PFS) project
3. 学会等名 Subaru Users Meeting FY2016（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 Naoyuki Tamura
2. 発表標題 Prime Focus Spectrograph (PFS) for the Subaru Telescope: A very wide-field, massively multiplexed, optical and near-infrared spectrograph
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 Naoyuki Tamura
2. 発表標題 Subaru Prime Focus Spectrograph: Overview, current status, and future perspectives
3. 学会等名 7th KIAS workshop on cosmology and structure formation (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 田村直之
2. 発表標題 Prime Focus Spectrograph: Development updates, collaboration policy, future plans
3. 学会等名 光赤天連シンポジウム
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Naoyuki Tamura
2. 発表標題 Prime Focus Spectrograph for the Subaru Telescope: overview, recent progress, and future perspectives
3. 学会等名 SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation (国際学会)
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 日本天文学会2016年春季年会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 高橋龍一
2. 発表標題 全天重力レンズマップの作成
3. 学会等名 日本天文学会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

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 2019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>超広視野多天体分光器 PFS 「メトロロジカメラ」の試験観測を実施 https://www.ipmu.jp/ja/20200310-PFS-MCS 宇宙の大規模構造の複雑な統計パターンを高速予言する人工知能 (AI) ツールを開発 宇宙ビッグデータのAI分析に向けて https://www.ipmu.jp/ja/20200205-DarkEmulator ダークマターは原始ブラックホールではなかった!? https://www.ipmu.jp/ja/20190402-PrimordialBlackHole 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 https://www.ipmu.jp/ja/20180926-HSC-S8 超広視野多天体分光器 PFS の「メトロロジカメラ」がハワイへ到着 https://www.ipmu.jp/ja/20180425-MCS-shipping 超広視野主焦点カメラ HSC の初期成果がまとまる https://www.ipmu.jp/ja/20180227-HSC-FirstResults 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 http://www.ipmu.jp/ja/20170228-HSC_datarelease 銀河系に付随する極めて暗い衛星銀河の発見 http://www.ipmu.jp/ja/20161122-FaintDwarf 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 http://www.ipmu.jp/ja/20160126-galaxycluster Viewpoint: Some Assembly Required http://physics.aps.org/articles/v9/9</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
研究分担者	田村 直之 (Tamura Naoyuki) (20450182)	東京大学・カブリ数物連携宇宙研究機構・特任准教授 (12601)	
研究分担者	岩田 生 (Iwata Ikuru) (40399275)	国立天文台・ハワイ観測所・准教授 (62616)	
研究分担者	高橋 龍一 (Takahashi Ryuichi) (60413960)	弘前大学・理工学研究科・助教 (11101)	