

令和 3 年 6 月 24 日現在

機関番号：62616

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：15H05892

研究課題名(和文) 広天域深宇宙のイメージングによる加速宇宙の暗黒成分の研究

研究課題名(英文) Probing dark components of accelerated universe by wide field imaging survey

研究代表者

宮崎 聡 (Miyazaki, Satoshi)

国立天文台・先端技術センター・教授

研究者番号：20290885

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 98,300,000円

研究成果の概要(和文)：我々のグループで新たに開発した超広視野カメラHyper Suprime-Camを用い、1200平方度に渡る広天域において撮像探査観測を実施し、研究期間内にその8割の観測を完了した。本研究では、「弱重力レンズ効果解析」の効率的な方法の開発、測光的赤方偏移の精度の向上を行った。取得したデータにこれらを適用し、ダークマター分布の「時間変化」を、(1)ダークマターのかたまりの計数と(2)歪み相関関数の計量という2つの方法で行った。この結果、これまでにならぬほど高精度のデータにより、標準理論である Λ CDMのほころびの端緒をつかむことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本領域の究極的な目標は、加速膨張宇宙の物理機構の解明であった。領域開始当初はどの方向に答えがあるのか、全く手探りの状況であったが、標準理論の予言と異なる観測結果を得つつあることから、解明に向けて大きく進んだ。現在も取得しつつあるHSCの全データを使った解析が楽しみである。また、この研究を進める上で作成した天体カタログは、天文学の幅広い分野で活用され、その成果特集号が掲載された日本天文学会欧文報告のインパクトファクターを前年比2倍以上に引き上げる効果があった。これらの多くは、NHKのコスミックフロント等で様々な形でとりあげられ、日本の科学成果として広く社会に伝えられた。

研究成果の概要(英文)：We have been carrying out a large imaging survey over 1200 square degrees by using a Wide Field Camera, called Hyper Suprime-Cam which was newly developed by our group. The survey has been completed about 80% during this research period supported by the grant. We have developed an efficient method of weak lensing analysis to probe dark matter distribution and also developed a new method to obtain accurate photometric redshift. Applying these techniques to the obtained imaging data, we have measured a time evolution of dark matter distribution in two ways: (1) Dark matter halo count, (2) shear correlation function. Thus obtained the most accurate data set suggest an inconsistency against what a standard Λ CDM model predicts.

研究分野：天文学

キーワード：天文学 広視野探査 ダークマター ダークエネルギー 宇宙加速膨張

1. 研究開始当初の背景

Ia型超新星と宇宙背景放射の観測から、宇宙膨張は40億年前から加速に転じていることがわかり、注目されていた。その物理機構の解明を目指し、観測計画が立てられ、我々のグループもすばる望遠鏡用主焦点カメラ Hyper Suprime-Cam(HSC)の開発を本領域研究開始の約一年前に完了したところであった。観測は開始できたものの、重力レンズ効果解析の効率化や距離推定のための測光的赤方偏移計測方法の開発項目は、残されていた。また、さらに5年・10年先の観測天文学を支える新しい光検出器の開発も期待されていた。

2. 研究の目的

HSCを用いた弱重力レンズ効果の解析により、ダークマター分布の「時間変化」を、従来に比べ10倍以上の広天域データを用いて高精度に計測する。すばるは遠方まで観測可能なので、観測体積では従来の20倍以上の領域になる。この観測結果を領域A02「宇宙の構造形成」で展開が期待される最新の数値宇宙論の結果と比較することにより、構造形成の成長率、極大スケールにおける一般相対論の検証、ニュートリノ質量の制限を行う。これらの計測結果を踏まえ、領域A03「ダークエネルギーの理論」の研究結果と合わせ、ダークエネルギーの正体の本質的な解明を目指す。

3. 研究の方法

HSによる観測が遂行されつつあったが、実際のデータから前章で述べた宇宙論的な情報を引き出す上で、以下の点が課題になっていた。1. Photo-z: 重力レンズ効果を受けている遠方銀河までの距離を測光的赤方偏移(Photo-z)と呼ばれる方法で推定するが、宇宙論的観測の要求を満たすほど計測精度が高くなかった。銀河の空間的な相関情報等を導入する新しい手法を開発する必要があった。2. 大規模データ解析システム: HSCのデータを解析するシステムは、その効率面においてはまだ開発の途上であり、研究を律速していた。3. 重力レンズ解析手法: 現状は2次元の質量分布図を作成しているかが、3次元に拡張することができれば、銀河団の数密度を直接計測できるようになり、宇宙論パラメータの計測精度を向上させることができる

新光検出器として、高速読み出し可能なCMOSセンサー開発を日本国内メーカーと共同で開発する。

4. 研究成果

本領域発足当時は、すばる望遠鏡の超広視野主焦点カメラ Hyper Suprime-Cam(HSC)による、すばる史上最大の深宇宙イメージングサーベイが開始したところであった。すばるHSCは、200名を超える日本、台湾、プリンストン大学の研究者が属する国際共同研究で進められている。

すばるHSCは、8.2m主鏡の大口径、高い結像性能(シャープな画像)、またその広い視野(一度に観測できる天域の広さ)のために、遠い(過去の宇宙にあることと等価)、暗い銀河までのイメージング(デジタル)画像を取得することを可能にする。このため、すばるHSCは圧倒的に高い効率で広天域に渡り、宇宙のイメージングデータを取ることが可能にし、このデータは宇宙の重力レンズ効果を測定するには現時点で世界最高の装置である。

我々は、すばるHSCサーベイの初期データを解析し、重力レンズ効果の精密測定を実現し、様々なサイエンスを導出した。2018年度には、査読雑誌日本天文学会英文研究報告(Publications of the Astronomical Society of Japan)の特集号に、すばるHSCサーベイを用いた研究成果である40編の論文を掲載し、業界にインパクトを与えた。図1は、その結果の一つであり、HSCデータの重力レンズ測定から得られたダークマターの空間分布を示す(Oguri et al., PASJ, 2018)。HSCデータの性能により、約80億年前から現在にかけてのダークマターの空間分布を復元することに成功し、世界最大のダークマター地図である。また、図2の右図は、同じ領域の銀河分布を示す。現在の宇宙構造形成の標準モデルである「宇宙項および冷たいダークマターが支配的な構造形成モデル Λ CDM」が予言するように、ダークマターが空間的に集積する領域に銀河が形成され

ていることを観測的に確認した結果である。

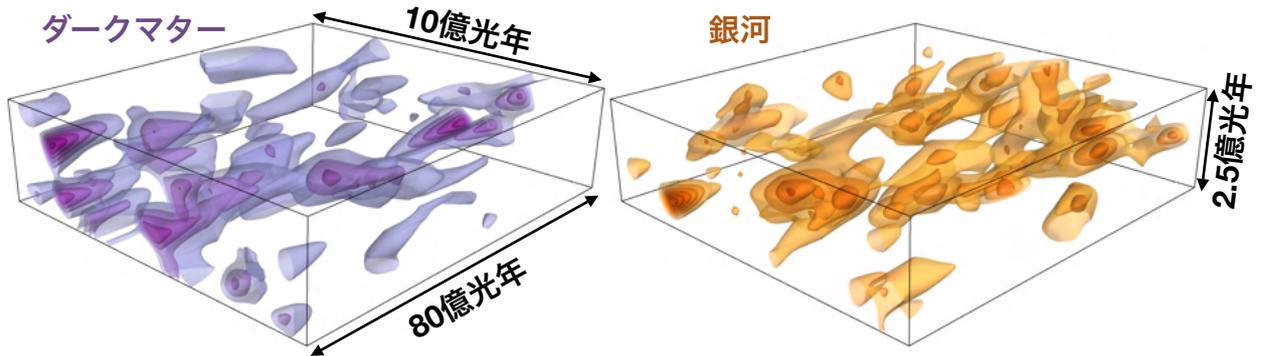


図 1：すばる HSC データの重力レンズ効果の測定から復元したダークマターの空間分布（左）の観測結果、また同じ領域の銀河の空間分布（右）を示す(Oguri et al. 2018)。

次に、作成した地図からダークマターの塊の個数やそれぞれの質量を計測した (Miyazaki et al. 2018 図 2)。この個数は、ダークマター分布の進化指標のひとつである。観測されたダークマターの塊の個数（縦軸）とその重力レンズ信号の強度（横軸）の関係が、図 2 のヒストグラムに示した。これを、最新のプランク衛星による宇宙マイクロ波放射の観測結果と標準的な LCDM を組み合わせた理論予想値（赤線）と比較したところ、HSC による観測結果が理論予想値を一定の有意度で下回っていることが見て取れる。

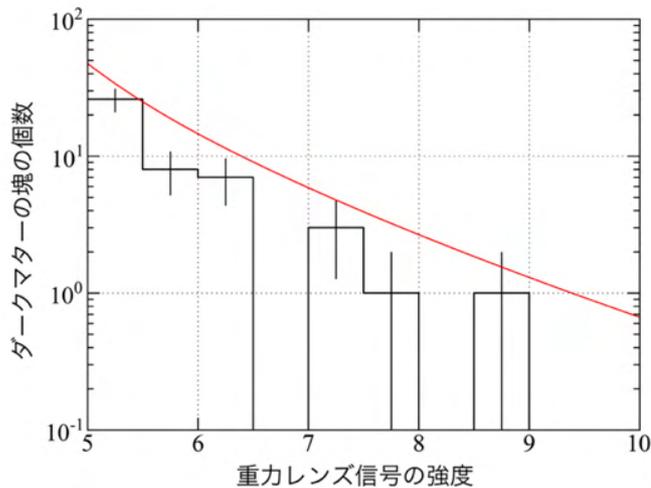
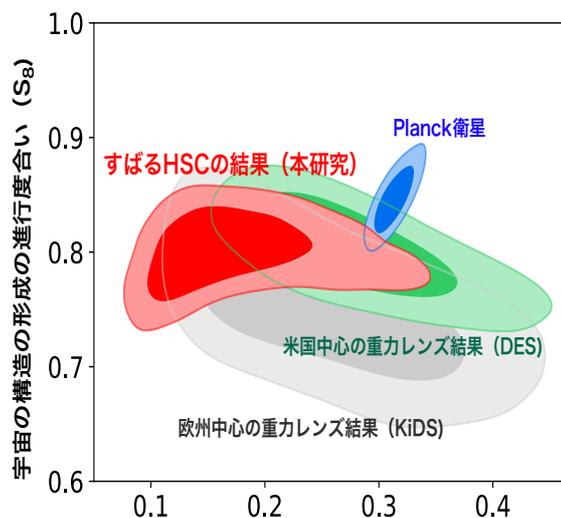


図 2：HSC 観測によるダークマター地図から計測した、ダークマターの塊(halo)の個数とそれぞれの質量関係(ヒストグラム)。最新のプランク衛星による宇宙マイクロ波放射の観測結果と標準理論 LCDM を組み合わせた理論予想値（赤線）、(Miyazaki et al. 2018)。

さらに、我々は重力レンズ効果の精密測定と Λ CDM 理論模型を比較することにより、宇宙論パラメータを測定した (図 3, Hikage et al. PASJ, 2019)。重力レンズ効果は微弱な信号であるため、非常に注意深い、詳細な物理解析が必要になる。HSC チームは、重力レンズ効果の高精度測定の手法の開発、HSC データを再現する end-to-end シミュレーションデータを作成し、系統誤差のテスト・校正手法の開発、数値宇宙論データも用いた正確な理論模型の構築、など基盤研究の整備を系統的に行った。特に、重力レンズ効果から宇宙論パラメータを測定する際に、得られた結果が他の宇宙論観測・実験の先行研究の結果と一致した途端に物理解析を止めてしまうなどの「確証バイアス」を最大限避けるために、素粒子実験、医学の分野で用いられているブラインド解析を導入した。これは、HSC 銀河形状カタログの疑似カタログを用意し、また物理解析の際にも得られた宇宙論パラメータの値を見ない、また他の観測結果と比較しない、などの約束事をチーム内で決め、注意深く行った。様々な系統誤差のテスト、物理解析手法の多角的な検証などを経て、ローバスタな宇宙論パラメータの測定結果を得ることができ、その結果をコミュニティに報告することができた。

図 4 は、すばる HSC から得られた宇宙論パラメータが他の欧米の重力レンズ効果の結果と一致することを確認した。しかし、すばる HSC、他の欧州の S_8 の結果が、宇宙背景放射衛星 Planck の結果と矛盾を示すことを確認した。HSC、欧米の重力レンズサーベイは、全て異なる天域のデータ、また異なるチームが解析した結果であり、全て独立である。この矛盾は、同定されていないデータの系統誤差、あるいは Λ CDM 標準模型の綻びを示唆している可能性があり、新しい物理の兆候を見ている可能性がある。図 4 は、現宇宙の加速膨張を引き起こしているダークエネルギーの状態方程式パラメータの測定結果であり、HSC データはアインシュタインの宇宙定数と矛盾しないことを確認した。これらの結果は、現在進行中の HSC サーベイのたった約 10% のデータに基づいた結果であり、今後のさらなる進展が期待できる。



宇宙における物質 (主にダークマター) の割合

図 3: 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 (Hikage et al. 2019)。現宇宙における物質 (主にダークマター) のエネルギー密度の割合、宇宙の構造形成の進化の度合い (S_8) の結果を示す。赤の領域は、HSC の結果で 68%, 95%CL の領域。比較のため、宇宙背景放射衛星 Planck の結果、また欧米の重力レンズの結果を示す。

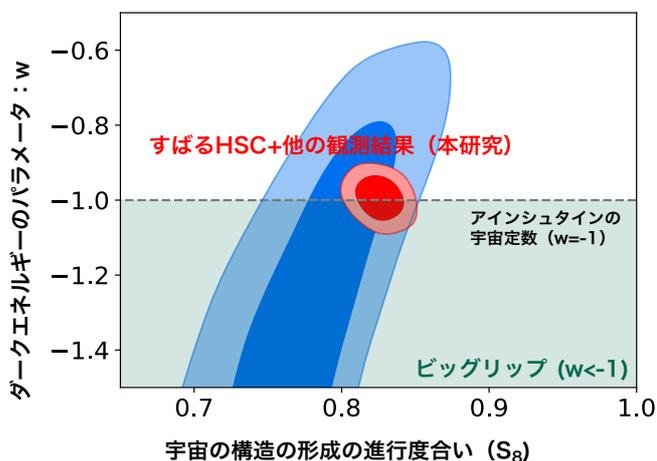
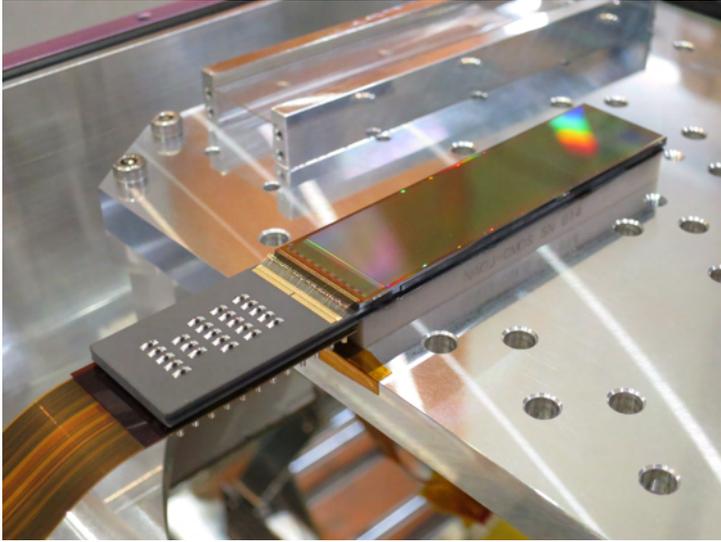


図 4: すばる HSC の重力レンズ効果の測定から得られたダークエネルギーの状態方程式の測定結果 (Hikage et al. 2019)。



新規光センサープロジェクトにおいては、浜松ホトニクス社と協同で、2560 x 10000 (7.5ミクロン角) ピクセルの新規素子を開発した(図 5)。現在 CCD は、一画像を読み出すだけで 15 秒もかかっている。本新規素子は、毎秒 10 フレームを読み出すことができる、画期的なもので、観測天文学の新しい地平を切り拓くと期待される。読み出しノイズは 2.7 電子、Fe55 5.9 keV のエネルギー分解能は 160 eV と、X 線撮像分光器にも使える性能を有している。広島大学 1.5 m 望遠鏡において、試験観測を行い、基本的な性能は確認でき

図 5： 新規開発した天体観測用 CMOS センサー

今後、感度の非一様性の改善、量子効率と解像度のより高いレベルでのバランス取り等の課題に取り組み、すばるにおける観測につなげたい。

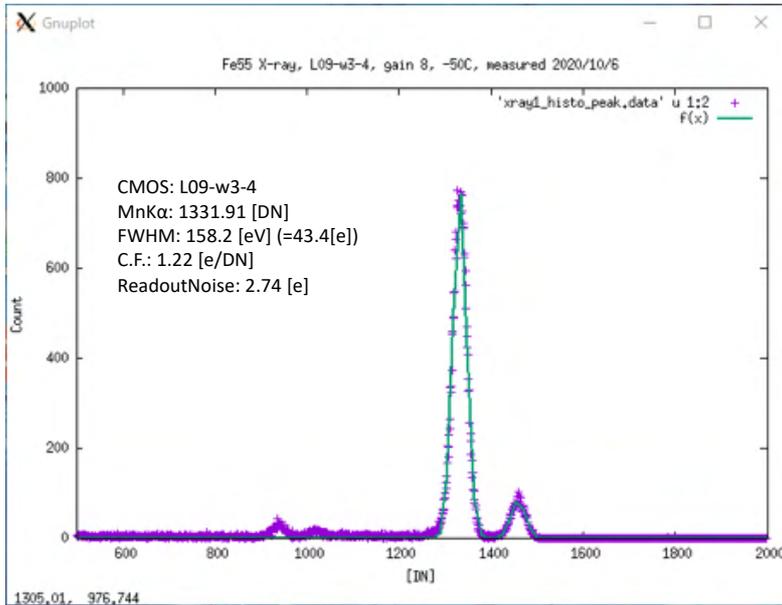


図 6： 新規 CMOS で取得されたライン X 線のスペクトル

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計31件（うち査読付論文 30件 / うち国際共著 29件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Hamana Takashi, Shirasaki Masato, Miyazaki Satoshi, Hikage Chiaki, Oguri Masamune, 他15名	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 Okabe Nobuhiro, Dicker Simon, Satoshi Miyazaki (23番目), 他33名	4. 巻 501
2. 論文標題 Active gas features in three HSC-SSP CAMIRA clusters revealed by high angular resolution analysis of MUSTANG-2 SZE and XXL X-ray observations	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 1701~1732
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa2330	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 Utsumi Yousuke, Geller Margaret J., Zahid Harus J., Sohn Jubee, Dell'Antonio Ian P., Kawanomoto Satoshi, Komiyama Yutaka, Koshida Shintaro, Miyazaki Satoshi	4. 巻 900
2. 論文標題 Velocity Dispersions of Massive Quiescent Galaxies from Weak Lensing and Spectroscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aba61c	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 Chen Kai-Feng, Oguri Masamune, Lin Yen-Ting, Miyazaki Satoshi	4. 巻 891
2. 論文標題 Mass Bias of Weak-lensing Shear-selected Galaxy Cluster Samples	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab74d3	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 Aihara Hiroaki, AlSayyad Yusra, 、 Satoshi Miyazaki (36番目)、 、他62名	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
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 Hikage Chiaki, Oguri Masamune, Hamana Takashi, More Surhud, Mandelbaum Rachel, Takada Masahiro, Kohlinger Fabian, Miyatake Hironao, Nishizawa Atsushi J, Komiyama Yutaka, Lanusse Francois, Leauthaud Alexie, Lupton Robert H, Miyazaki Satoshi, Tanaka Masayuk, and others	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 43-1 ~ 43-44
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, Onoue Masafusa, Kashikawa Nobunari, Strauss Michael A, IwasawaFurusawa Hisanori, Goto Tomotsugu, Kikuta Satoshi, Kohno Kotaro, Komiyama Yutaka, Koyama Shuhei, Lupton Robert H, Miyazaki Satoshi, Takata Tadafumi, Tanaka Masayuki and others	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 ~ L2
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 Ishikawa Shin-nosuke, Takahashi Tadayuki, Watanabe Shin, Narukage Noriyuki, Miyazaki Satoshi, Orita Tadashi, Takeda Shin' ichiro, Nomachi Masaharu, Fujishiro Iwao, Hodoshima Fumio	4. 巻 912
2. 論文標題 High-speed X-ray imaging spectroscopy system with Zynq SoC for solar observations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment	6. 最初と最後の頁 191 ~ 194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2017.11.033	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 Mandelbaum Rachel, Lanusse Francois, Leauthaud Alexie, Armstrong Robert, Simet Melanie, Miyatake Hironao, Meyers Joshua E, Bosch James, Murata Ryoma, Miyazaki Satoshi, Tanaka Masayuki	4. 巻 481
2. 論文標題 Weak lensing shear calibration with simulations of the HSC survey	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 3170 ~ 3195
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/sty2420	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, Furusawa Hisanori, Goto Tomotsugu, Gunn James E., Harikane Yuichi, Ikeda Hiroyuki, Izumi Takuma, Kawaguchi Toshihiro, Kato Nanako, Kikuta Satoshi, Komiyama Yutaka, Miyazaki Satoshi, Oguri Masamune, Takada Masahiro, Takata Tadafumi, Tanaka Masayuki and others	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 ~ 150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aaee7a	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 Huang Song, Leauthaud Alexie, Greene Jenny, Bundy Kevin, Lin Yen-Ting, Tanaka Masayuki, Mandelbaum Rachel, Miyazaki Satoshi, Komiyama Yutaka	4. 巻 480
2. 論文標題 A detection of the environmental dependence of the sizes and stellar haloes of massive central galaxies	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 521 ~ 537
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/sty1136	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 Carlsten S G, Strauss Michael A, Lupton Robert H, Meyers Joshua E, Miyazaki Satoshi	4. 巻 479
2. 論文標題 Wavelength-dependent PSFs and their impact on weak lensing measurements	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 1491 ~ 1504
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/sty1636	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 Kawanomoto Satoshi, Uruguchi Fumihito, Komiyama Yutaka, Miyazaki Satoshi, Furusawa Hisanori, Finet Francois, Hattori Takashi, Wang Shiang-Yu, Yasuda Naoki, Suzuki Naotaka	4. 巻 70
2. 論文標題 Hyper Suprime-Cam: Filters	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 66-1 ~ 66-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy056	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 Tsuzuki Toshihiro, Ozaki Shinobu, Miyazaki Satoshi, Fucik Jason	4. 巻 10702
2. 論文標題 Image slicer module for Wide Field Optical Spectrograph (WFOS)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SPIE	6. 最初と最後の頁 8M-1 ~ 8M-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2309324	査読の有無 無
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 Huang Song, Leauthaud Alexie, Greene Jenny E, Bundy Kevin, Lin Yen-Ting, Tanaka Masayuki, Miyazaki Satoshi, Komiyama Yutaka	4. 巻 475
2. 論文標題 Individual stellar haloes of massive galaxies measured to 100 kpc at $0.3 < z < 0.5$ using Hyper Suprime-Cam	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 3348 ~ 3368
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stx3200	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 Miyazaki Satoshi, Komiyama Yutaka, Kawanomoto Satoshi (他83名)	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 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S1-1:S1-26
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 Miyazaki Satoshi, Oguri Masamune, Hamana Takashi, Shirasaki Masato, Koike Michitaro, Komiyama Yutaka, Umetsu Keiichi, Utsumi Yousuke, Okabe Nobuhiro, More Surhud, Medezinski Elinor, Lin Yen-Ting, Miyatake Hironao, Murayama Hitoshi, Ota Naomi, Mitsuishi Ikuyuki	4. 巻 70
2. 論文標題 A large sample of shear-selected clusters from the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program S16A Wide field mass maps	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S27-1:S27-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx120	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 Komiyama Yutaka, Obuchi Yoshiyuki, Nakaya Hidehiko, Kamata Yukiko, Kawanomoto Satoshi, Utsumi Yousuke, Miyazaki Satoshi, Uruguchi Fumihiro, Furusawa Hisanori, Morokuma Tomoki, Uchida Tomohisa, Miyatake Hironao, Mineo Sogo, Fujimori Hiroki, Aihara Hiroaki, Karoji Hiroshi, Gunn James E, Wang Shiang-Yu	4. 巻 70
2. 論文標題 Hyper Suprime-Cam: Camera dewar design	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S2-1:S2-39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx069	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 Furusawa Hisanori, Koike Michitaro, Takata Tadafumi (他24名)	4. 巻 70
2. 論文標題 The on-site quality-assurance system for Hyper Suprime-Cam: OSQAH	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S3-1:S3-22
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 Aihara Hiroaki, Arimoto Nobuo, Armstrong Robert (他141名)	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 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S4-1:S4-15
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 Aihara Hiroaki, Armstrong Robert, Bickerton Steven (他107名)	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 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S8-1:S8-34
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 Tanaka Masayuki, Coupon Jean, Hsieh Bau-Ching, Mineo Sogo, Nishizawa Atsushi J, Speagle Joshua, Furusawa Hisanori, Miyazaki Satoshi, Murayama Hitoshi	4. 巻 70
2. 論文標題 Photometric redshifts for Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program Data Release 1	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S9-1:S9-33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx077	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 Oguri Masamune, Lin Yen-Ting, Lin Sheng-Chieh (他22名)	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 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S20-1:S20-19
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 Mandelbaum Rachel, Miyatake Hirona, Hamana Takashi (他28名)	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 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S25-1:S25-43
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 Oguri Masamune, Miyazaki Satoshi, Hikage Chiaki, Mandelbaum Rachel, Utsumi Yousuke, Miyatake Hironao, Takada Masahiro, Armstrong Robert, Bosch James, Komiyama Yutaka, Leauthaud Alexie, More Surhud, Nishizawa Atsushi J, Okabe Nobuhiro, Tanaka Masayuki	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 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S26-1:S26-14
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 M.Tanaka, K.C. Wong, A.More, A.Dezuka, E.Egami, M.Oguri, S.H.Suyu, A.Sonnefeld, R.Higuchi, Y.Komiyama, S.Miyazaki, M.Onoue, S.Oyamada, Y.Utsumi	4. 巻 826
2. 論文標題 A Spectroscopically Confirmed Double Source Plane Lens System in the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 19:24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8205/826/2/L19	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.Utsumi, M.J.Geller, I.P.Dell'Antonio, Y.Kamata, S.Kawanomoto, M.Koike, Y.Komiyama, S.Koshida, S.Mineo, S.Miyazaki, J.Sakurai, P.J.Tait, T.Terai, D.Tomono, T.Usuda, Y.Yamada, H.J.Zahid	4. 巻 833
2. 論文標題 A Weak Lensing View of the Downsizing of Star-forming Galaxie	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 156:170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/833/2/156	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.Homma, M.Chiba, S.Okamoto, Y.Komiyama, M.Tanaka, M.Tanaka, M.N.Ishigaki, M.Akiyama, N.Arimoto, J.A.Garmilla, R.H.Lupton, M.A.Strauss, H.Furusawa, S.Miyazaki, H.Murayama, A.J.Nishizawa, M.Takada, T.Usuda, S-Y.Wang	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 Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 21:27
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 S.Miyazaki, M.Oguri, T.Hamana, M.Tanaka, L. Miller, Y.Utsumi, Y.Komiyama, H.Furusawa, J.Sakurai, S.Kawanomoto, F.Nakata, F.Uraguchi, M.Koike, D.Tomono, R.Lupton, J.Gunn, H. Karoji, H.Aihara, H.Murayama, M.Takada	4. 巻 807
2. 論文標題 Properties of Weak Lensing Clusters Detected on Hyper Suprime-Cam 's 2.3 deg ² field	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 22-35
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	4. 巻 449
2. 論文標題 Predicted properties of multiple images of the strongly lensed supernova SN Refsdal	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 86-89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnrasl/slv025	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.Hamana, J.Sakurai, M.Koike, L.Miller	4. 巻 67
2. 論文標題 Cosmological constraints from Subaru weak lensing cluster counts	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 34 - 49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psv034	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

〔学会発表〕 計8件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Satoshi Miyazaki
2. 発表標題 Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program
3. 学会等名 German eROSITA Consortium Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮崎聡
2. 発表標題 天体観測用可視光センサーとカメラの開発
3. 学会等名 量子線イメージング研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮崎聡
2. 発表標題 すばる望遠鏡広視野カメラによるダークマター地図の作成
3. 学会等名 日本表面真空学会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮崎聡
2. 発表標題 すばる望遠鏡広視野カメラで挑む宇宙の謎
3. 学会等名 武田シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮崎聡
2. 発表標題 HSC Survey & Shear Selected Clusters
3. 学会等名 Academia Sinica(Taiwan) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Satoshi Miyazaki
2. 発表標題 Current Status of CCDs for Astronomical Observations and the development of Large Mosaic Camera
3. 学会等名 International Image Sensor Workshop 2017 (Hiroshima) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮崎聡
2. 発表標題 HSC による弱重力レンズ効果を利用した銀河団探査
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satoshi Miyazaki
2. 発表標題 New Wide Field Camera for Subaru Telescope: Hyper Suprime-Cam
3. 学会等名 General Assembly of International Astronomical Union (IAU) (国際学会)
4. 発表年 2015年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>Hyper Suprime-Cam Project Page: http://www.subarutelescope.org/Projects/HSC/j_index.html Hyper Suprime-Cam Builder Blog: http://hscbuilder.nao.ac.jp/hscblog/builder/ Hyper Suprime-Cam SSP Survey: https://hsc.mtk.nao.ac.jp/ssp/</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	高田 唯史 (Takada Tadafumi) (10300708)	国立天文台・天文データセンター・准教授 (62616)	
研究分担者	古澤 久徳 (Furusawa Hisanori) (10425407)	国立天文台・天文データセンター・助教 (62616)	
研究分担者	山田 善彦 (Yamada Yoshihiko) (30751010)	国立天文台・ハワイ観測所・特任専門員 (62616)	
研究分担者	田中 賢幸 (Tanaka Masayuki) (50589207)	国立天文台・ハワイ観測所・准教授 (62616)	
研究分担者	大栗 真宗 (Oguri Masamune) (60598572)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・助教 (12601)	
研究分担者	浜名 崇 (Hamana Takashi) (70399301)	国立天文台・科学研究部・助教 (62616)	
研究分担者	中野 淳 (Nakano Jun) (70735620)	金沢工業大学・工学部・教授 (33302)	
研究分担者	川野元 聡 (Kawanomoto Satoshi) (90727398)	国立天文台・ハワイ観測所・専門研究職員 (62616)	

6. 研究組織（つづき）

	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	小宮山 裕 (Komiya Yutaka) (20370108)	国立天文台・ハワイ観測所・助教 (62616)	削除：2018年10月18日

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