

令和 6 年 6 月 16 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H04490

研究課題名（和文）遠方宇宙における銀河密集領域の徹底解明

研究課題名（英文）Full understanding of galaxy overdense regions in the distant universe

研究代表者

柏川 伸成（Kashikawa, Nobunari）

東京大学・大学院理学系研究科（理学部）・教授

研究者番号：00290883

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 25,790,000円

研究成果の概要（和文）：25平方度のHSC-SSPの領域から $z=3-5$ の時代について合計111個の遠方銀河密集領域の大規模サンプルを得た。原始銀河団領域においては紫外光光度関数の最も明るいところで超過を示すという結果を得た。電波強度が弱い銀河の周囲では銀河密集度が高く、年齢が若くなるのと比例して電波強度が上がるにつれて密集度は弱まることを見つけた。世界で初めて $z=6$ クエーサーのダークハロー質量の測定に成功し、その質量は宇宙時間に対してはほぼ不変であることを示した。銀河間中性水素ガスの濃い領域ではライマン 銀河が観測しにくくなることや、再電離と環境に関わる研究もおこなった。研究期間内に発表した査読論文は30本である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

HSC-SSPという広域かつ均質なサーベイデータから、遠方原始銀河団のサンプルを構築することはサーベイチームの責務であり、その意味でHSC-SSPにしかできない独創性のある研究ができたことは意義深い。また広域的な深探査のおかげでクエーサーの高い個数密度が得られ、 $z=6$ クエーサーのダークハロー質量の世界初の測定に結び付いた。銀河形成、銀河進化、AGNの発現、ブラックホールの成長、中性水素ガス分布、再電離と幅広いトピックスについて「環境」という1つの軸で多角的な研究が展開できた。研究期間内に3本のプレスリリースを行い、広く社会に成果を公表し、数多くのメディアで取り上げられた。

研究成果の概要（英文）：A large sample of 111 distant protoclusters at $z=3-5$ was obtained from the 25 sqdeg of HSC-SSP area. We found an excess in the bright-end of the UV-luminosity function of protocluster members compared with the field. We find that galaxy density is high around radio-galaxies with low radio-luminosity, and that the density decreases with increasing radio luminosity in proportion to the age of the galaxies. We succeeded for the first time in the world in measuring the dark halo mass of $z=6$ quasars and showed that its mass is nearly constant with cosmic time. We also found that Lyman- galaxies are difficult to observe in regions of dense intergalactic neutral intergalactic gas. We also investigated the relationship between reionization and the environment. We have published 30 peer-reviewed papers during the research period.

研究分野：銀河天文学

キーワード：銀河 原始銀河団 宇宙の大規模構造 銀河形成 銀河進化

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

銀河の環境効果、ブラックホールの成長、星形成史、再電離といった天文学の多くの問題は、構造形成の歴史の中で「環境」を考慮して初めて正しい理解が得られる。宇宙の歴史の中で「環境」はどのような役割を果たしたのであるか？この問いに答えるためには、現在の宇宙に存在する完成した銀河団だけではなく、成長途上にある若い銀河団である「原始銀河団」を直接調べることが重要である。しかし銀河団のような密集領域はごく稀にしか存在せず、例えば現在の宇宙において銀河団が占める体積の割合はわずかに約 0.4% である。遠方宇宙に存在する原始銀河団の発見はさらに困難である。実際、これまでに 110 億光年以遠の遠方宇宙で見つかった原始銀河団は 20 個程度にとどまっていた。

われわれは、すばる望遠鏡に搭載された超広視野主焦点カメラ Hyper Suprime-Cam (ハイパー・シュプリーム・カム, HSC) を用いて、遠方宇宙における原始銀河団の探査を行っている。すばる望遠鏡では現在、HSC を用いた大規模な宇宙探査観測 (戦略枠観測 HSC-SSP) が進められており、従来とは比較にならないほどの広い天域において質の高いデータが取得されている。われわれはこのデータから約 120 億年前の銀河を選び出し、それらの分布を調べることで、原始銀河団の探査を行っている。HSC の広く深い観測によって、私たちはかつてない数の原始銀河団を見つけ、銀河密集領域における、銀河形成、銀河進化、AGN の発見、ブラックホールの成長、中性水素ガス分布、再電離など、多角的なトピックスについて「環境」という軸で調査することで、極めてユニークかつ新しい知見が得られる可能性がある。

2. 研究の目的

宇宙の歴史の中で「環境」はどのような役割を果たしたのか？本研究では、すばる望遠鏡の大集光力と広視野撮像機能を活かした系統的観測データに対して独創的な手法を適用し、115-128 億光年先の遠方銀河密集領域の大規模サンプルを世界で初めて構築する。120 億光年先の原始銀河団については、従来の実に 50 倍にあたる約 1000 個の原始銀河団の検出が期待される。このサンプルに基づき、遠方銀河密集領域について、1) 初期環境効果の多様性、発見、そして進化、2) 中心銀河、活動銀河核との関係、3) 塵 (ダスト) に覆われた星形成活動、4) 銀河密度と中性水素密度の関係、を徹底解明する。これまで検出が極めて困難であった遠方銀河密集領域に初めて実効的な観測のメスを入れ、宇宙における構造形成という文脈のもとで銀河進化について飛躍的な理解を得ることが本研究の目的である。既に世界的にリードしているわれわれの研究をさらに発展させ、周辺分野に波及するような本分野におけるブレークスルーを狙う。

3. 研究の方法

(1) **初期環境効果の多様性、発見、そして進化:** われわれは統計的サンプルに基づき、初めて遠方宇宙における環境効果の平均的な特徴とその多様性について定量化する。本研究では、115 億 ~ 128 億光年先の原始銀河団を検出する。また、遠方宇宙において年齢や質量の異なる 2 つの銀河種族、ライマンブレイク銀河とライマン 輝線銀河を同時代に検出し、その構造の違い、銀河の性質の違いを探ることが肝要である。そのためにすばる HSC 用の新しい狭帯域フィルターを制作する。時代進化を追うことによって、原始銀河団のピリアル平衡に向かう過程での構造進化、およびその中の銀河の進化を追うことで、環境効果の発見時期を明らかにする。

(2) **銀河密集領域と AGN との関係:** 銀河の相互合体によってキューサーは発見するという従来の説を間接的に否定したわれわれの初期結果をさらに大規模なサンプルで検証する。キューサーだけでなく、電波銀河やサブミリ銀河は銀河相互作用、銀河密集環境と関係があるのか、さらに踏み込んで検証する。

(3) **銀河密集領域における塵 (ダスト) に覆われた星形成活動:** PLANCK のデータを用いたわれわれの先行研究においては、スタッキングと呼ばれる新たな手法を導入することで、塵に覆われたサブミリ銀河の密度超過を初めて統計的に示唆した。本研究ではサンプル数を 10 倍にすることでより統計的に強い結論を獲得する。

(4) **銀河密度と中性水素密度の定量化:** 本研究でサンプル数が飛躍的に増えることによって測定ダイナミックレンジは 2 倍に、相関係数を求める精度は 5 倍になり、銀河密集領域における銀河とガスの関係を明らかにする。またここでも、周囲の中性水素に対して異なる振る舞いをするライマンブレイク銀河とライマン 輝線銀河の両銀河種族について調査を進める。この結果をもとに、銀河密集領域における銀河のフィードバック、周囲環境からの大規模ガス流入について知見を得る。

これら 4 つの科学目的を獲得するために、ライマン 輝線銀河を狙った狭帯域撮像観測、銀河団中における速度分散を測定し、AGN の同定などを目的にした可視赤外分光観測、銀河の基本的性質である星形成率、星質量、年齢、ダスト量などを決定するための近赤外線観測、可視光では検出されないサブミリ銀河を同定し、分子ガスを測定する電波観測の 4 つの追観測を行う。分光追観測についてはさまざまな望遠鏡の観測時間を獲得する。比較的若くて低質量であるライマン 輝線銀河を検出するためのフィルターを製作し、銀河種族や銀河質量による環境依存性の相違を検証する。

4. 研究成果

(1) 初期環境効果の多様性、発現、そして進化:

遠方銀河密集領域(原始銀河団)の大規模サンプルを完成させ、シミュレーションデータによりこの正当性、妥当性の検証を行った。25平方度のHSC-SSPの領域から $z=3-5$ の時代について合計111個の原始銀河団サンプルが得られた。原始銀河団領域においては光度関数の最も明るいところで数超過を示すという結果とともにこのサンプルを、論文[1](図1、2)として発表した。また $z=3.699$ の原始銀河団については可視分光観測の結果、 z 分布に鋭いピークを示し、コア付近の明るい銀河ではライマン輝線の強度が弱いことがわかった[2]。

申請時の計画になかった機械学習を用いた原始銀河団の検出手法についても着手し、この方法が有効であり、さらに比較的低質量の原始銀河団の検出が可能であることがわかった。一定の成果はあがっているが、さらに洗練化することで飛躍的に進展させたい。現在この成果について論文執筆中(Takeda et al. in prep.)である。この手法は本研究の研究対象である銀河高密度環境とは全く異なる銀河低密度環境を検出することにも応用できる。

このほか、ライマン輝線銀河の環境について大局的に調査した研究[3]をまとめ、この銀河種族が他の星形成銀河とは異なる特異的な分布を持つことを明らかにした。この結果は、手法の異なる独立した研究[14]の結果と合致する。また星形成を停止させた銀河から構成される原始銀河団としては当時最遠方のものを発見した研究[4]を発表し、引き続きこの領域の多波長観測を遂行中である。同様に $z \sim 3$ 原始銀河団中に星形成停止銀河を発見し、その形成史や星形成停止メカニズムと環境の関係について論じた[5]。

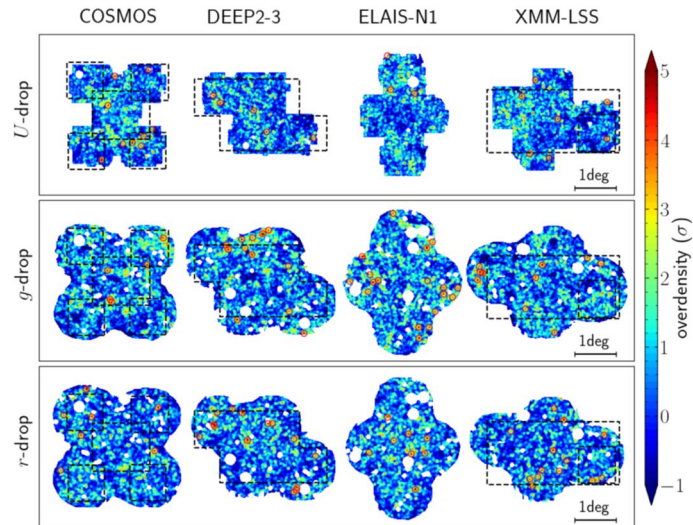


図1: HSC-SSPのDeep層の4領域(横軸)について、上から $z \sim 3, 3.8, 4.9$ の3つの時代について描かれた銀河密度マップ。赤丸が原始銀河団領域に相当する。

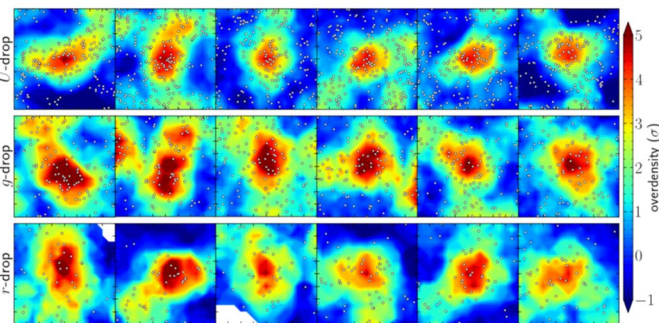


図2: 図1の原始銀河団領域の拡大図の例。

(2) 銀河密集領域とAGNとの関係:

電波銀河の環境について系統的に研究[6、7、8]し、 $z \sim 4$ において電波強度が弱い銀河の周囲では銀河密集度が高く、年齢が若くなるのと比例して電波強度が上がるにつれて密集度は弱まることを発見した[7]。 $z \sim 5$ の時代においては、銀河密集度が最も高い領域に電波銀河が存在することを示した[8]。一方、 $z \sim 6-7$ の遠方クェーサーについては、その光度関数の導出[9]や、ブラックホール質量関数への制限[10]、狭い輝線を持つ種族の発見[11]などについて系統的に研究し続けてきた。特にJWSTを用いてクェーサーの母銀河を直接検出[12]したことは特筆すべき成果である。このサンプルについては現在でもALMA/JWSTを始めとして追観測が多数計画されている。このクェーサーサンプルについてクラスタリング解析を行い、世界で初めて $z \sim 6$

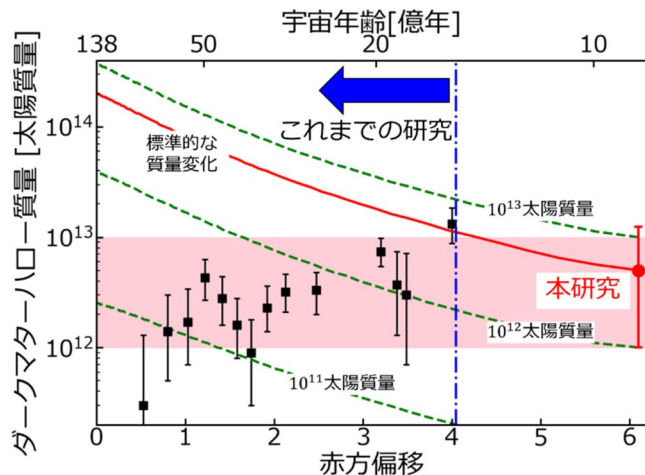


図3: クェーサーのダークハロー質量の宇宙時間変化。今回の測定を赤丸で示す。左斜め上方向に延びる赤い曲線は、このハローが現在の宇宙では $\sim 10^{14}$ 太陽質量を超える質量の大きな銀河団に成長することを示している。

キューサーのダークハロー質量の測定に成功した。その質量は $\sim 10^{12.5}$ 太陽質量とこの時代にしては非常に重い、宇宙時間に対してはほぼ不変であることを示した[13] (図3)。これは、ブラックホールの成長にダークハロー質量が大きく関係する普遍的な物理メカニズムが働いている可能性がある。また、このハロー質量から $z \sim 6$ キューサーの周辺は銀河密集度が高いことが推測され、新たな研究の展開方向性を見つけることができた。

(3) **銀河密集領域における塵(ダスト)に覆われた星形成活動:** については、電波銀河および $z \sim 6$ キューサーの PLANCK データをスタッピングしたところ、原始銀河団が起源だと考えられる広がった放射成分を検出した。この結果を現在2本の論文として執筆中(Kubo et al. in prep.)である。

(4) **銀河密度と中性水素密度の関係の定量化:**

銀河間空間に存在する中性水素密度とライマン輝線銀河との関係について調べたところ、銀河間ガスの濃い領域では、ライマン銀河はガスに隠れて見えなくなっている可能性を指摘した研究[14](図4)や、将来的に観測データと比較するための流体計算理論モデルの構築(図5)およびどのような測定が最適について考察した研究[15]をまとめた。宇宙区間の中性水素ガスの分布を基に構築した銀河高密度領域のサンプルから、ライマンハローの性質について調べた成果[16]、およびライマン光度関数のばらつきについて論じた成果[17]を発表した。図5に示す理論モデル予測と比較すべく、このサンプルについての銀河密度と中性水素ガスの密度の大局的な相関についての新しい観測結果については論文を執筆中である(Liang et al. in prep.)。また SSA22 と呼ばれる銀河高密度領域について背景銀河のスペクトルからこの領域における中性水素ガス分布を明らかにするためのサンプルについて公開した[18]。

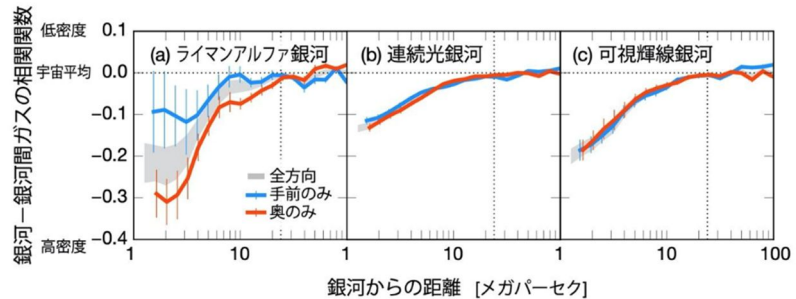


図4: 銀河の手前側と奥側に分けて測定した銀河-銀河間ガス相関係数(銀河周囲の銀河間ガスの密度分布)。a)のライマン銀河は他の銀河種族b)c)と異なり、赤色と青色の線は重なっておらず、手前側の銀河間ガスのほうが奥側のガスよりも密度が低いことを示唆している。

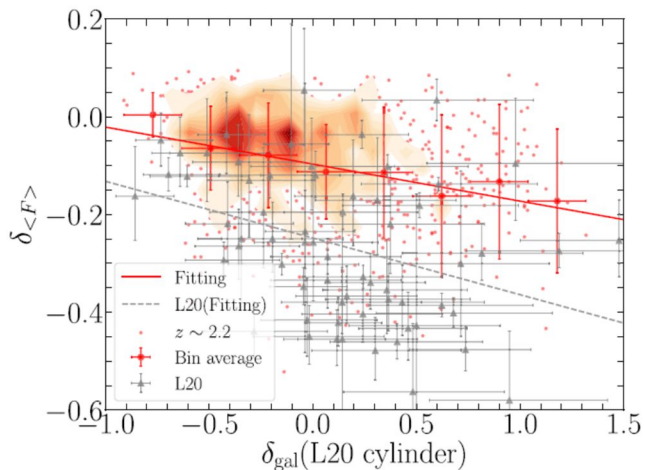


図5: 銀河密度(横軸)と中性水素ガス密度(縦軸)の相関の理論モデル予測。図中L20は我々の過去の観測結果を示す。

上記4つの主な科学目標とは別に、再電離、特にその空間的非一様性と環境の相関についても研究を進めた。研究[19](図6)では、大規模な広視野観測に基づいてライマンブレイク銀河中のライマン輝線銀河の割合の空間

的なばらつきを測定した。この観測量をモデルと比較することによって、再電離期における宇宙の中性度割合を導出し、その空間的非一様性を初めて可視化することで、大規模構造と再電離の密接な関係を示唆した。また、遠方キューサーのスペクトルを用いて測定された再電離期における宇宙空間の光学的厚みと、広視野観測から求めたライマン輝線銀河の密集度の関係を調査し、光学的厚みが小さいほど銀河密度が高くなることを系統的に示した[20](図7)。このことから紫外線輻射場の揺らぎが再電離の非一様性に大きく寄与したことが示唆される。

比較的若くて低質量であるライマン輝線銀河を検出するための HSC 用フィルターは完成し、予定通りの実験室性能を持っていることを確認した。これを望遠鏡に搭載するためのフィルターホルダーも製作し、すばる望遠鏡を運用するハワイ観測所に輸送した。このフィルターを用いた観測は一部実行されたが、望遠鏡トラブルによって十分なデータが獲得できていない。今後引き続きこのテーマについての観測研究を続ける予定である。当初計画されていた追観測のうち、可視分光観測、赤外線撮像観測、赤外分光観測については観測時間の獲得に成功し、上記の成果に

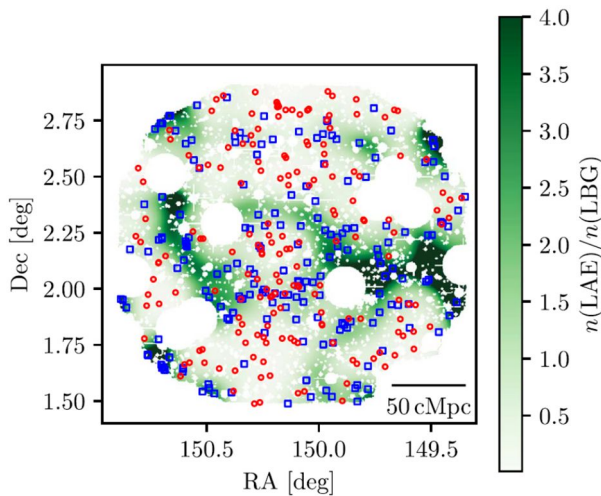


図 6: ライマンブレイク銀河 (赤丸) 中のライマン輝線銀河 (青四角) の割合の空間マップ、この割合が高いところ (緑色が濃いところ) が再電離が進んでいる領域と考えることができる。

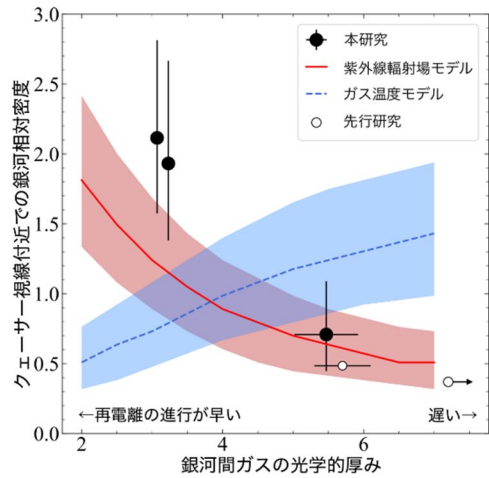


図 7: 宇宙の不透明度を表す指標である銀河間ガスの光学的厚みと、クエーサー視線付近での銀河の相対密度の関係。先行研究と本研究は紫外線輻射場モデルに合致する。

つながっている。今後引き続き、観測時間の獲得に努力するとともに、さらに大規模で系統的な探査を目的とした次の計画の策定を始めた。電波追観測については VLA, ALMA に向けたプロポーザルを提出中である。将来、Rubin/LSST, EUCLID, ROMAN などの観測によって対象領域やより遠方の宇宙へと本研究は大幅に拡大されると期待され、そのための準備研究を行った。特に LSST の Data Right Holder にこの課題が採択され、今後の大きな展開が期待できる。これまでの研究成果のうち、3つの研究についてはプレスリリース[21]として社会に広く発信し、多くのメディアに取り上げられた。

参考文献

- [1] Toshikawa et al. 2024a, MNRAS, 527, 6276
- [2] Toshikawa et al. 2024b, arXiv240415910
- [3] Ito et al. 2021, ApJ, 916, 35
- [4] Ito et al. 2023, ApJ, 945, L9
- [5] Kubo et al. 2021, ApJ, 919, 6
- [6] Uchiyama et al. 2022a, ApJ, 926, 76
- [7] Uchiyama et al. 2022b, ApJ, 934, 68
- [8] Uchiyama et al. 2022c, PASJ, 74, 27
- [9] Matsuoka et al. 2023, ApJ, 949, L42
- [10] Takahashi et al. ApJ, 960, 112
- [11] Onoue et al. 2021, ApJ, 919, 61
- [12] Ding et al. 2023, Nature, 621, 51
- [13] Arita et al. 2023, ApJ, 954, 210
- [14] Momose et al. 2021, ApJ, 912, L24
- [15] Nagamine et al. 2021, ApJ, 914, 66
- [16] Zhang et al. 2024, ApJ, 961, 63
- [17] Ke et al. 2024, ApJ, 961, 102
- [18] Mawatari et al. 2024, AJ, 165, 208
- [19] Yoshioka et al. 2022, ApJ, 927, 32
- [20] Ishimoto et al. 2022, MNRAS, 515, 5914
- [21] (1)クエーサーの光、ダークマターの影
<https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/press/10005/>
(2)なぜ宇宙再電離は非一様に進んだのか?
https://apps.adm.s.u-tokyo.ac.jp/WEB_info/p/p/8026/naxc43Pt/
(3)“かくれんぼ”をしている銀河の発見
<https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/info/7356>

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Matsuoka Yoshiki, Izumi Takuma, Onoue Masafusa, Strauss Michael A., Iwasawa Kazushi, Kashikawa Nobunari, Akiyama Masayuki, Aoki Kentaro, Arita Junya, Imanishi Masatoshi, Ishimoto Rikako, Kawaguchi Toshihiro, Kohno Kotaro, Lee Chien-Hsiu, Nagao Tohru, Silverman John D., Toba Yoshiki	4. 巻 965
2. 論文標題 Discovery of Merging Twin Quasars at $z = 6.05$	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L4 ~ L4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ad35c7	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 He Wanqiu, Akiyama Masayuki, Enoki Motohiro, Ichikawa Kohei, Inayoshi Kohei, Kashikawa Nobunari, Kawaguchi Toshihiro, Matsuoka Yoshiki, Nagao Tohru, Onoue Masafusa, Oogi Taira, Schulze Andreas, Toba Yoshiki, Ueda Yoshihiro	4. 巻 962
2. 論文標題 Black Hole Mass and Eddington-ratio Distributions of Less-luminous Quasars at $z \sim 4$ in the Subaru Hyper Suprime-Cam Wide Field	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 152 ~ 152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ad1518	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 Toshikawa Jun, Wuyts Stijn, Kashikawa Nobunari, Liu Chengze, Sawicki Marcin, Overzier Roderik, Kubo Mariko, Uchiyama Hisakazu, Ito Kei, Bremer Malcolm, Ono Yoshiaki, Kodama Tadayuki, Lin Yen-Ting, Saito Tomoki	4. 巻 527
2. 論文標題 An enhanced abundance of bright galaxies in protocluster candidates at $z \sim 3.5$	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 6276 ~ 6291
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stad3162	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 Zhang Haibin, Cai Zheng, Liang Yongming, Ma Ke, Kashikawa Nobunari, Li Mingyu, Wu Yunjing, Li Qiong, Johnson Sean D., Ouchi Masami, Fan Xiaohui	4. 巻 961
2. 論文標題 MAMMOTH-Subaru. III. Ly Halo Identified by Stacking ~ 3300 Ly Emitters at $z = 2.2-2.3$	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 63 ~ 63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ad07d3	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 Ma Ke, Zhang Haibin, Cai Zheng, Liang Yongming, Kashikawa Nobunari, Li Mingyu, Wu Yunjing, Li Qiong, Fan Xiaohui, Johnson Sean D., Ouchi Masami	4. 巻 961
2. 論文標題 MAMMOTH-Subaru. V. Effects of Cosmic Variance on Ly Luminosity Functions at $z = 2.2-2.3$	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 102 ~ 102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ad04da	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 Takahashi Ayumi, Matsuoka Yoshiki, Onoue Masafusa, Strauss Michael A., Kashikawa Nobunari, Toba Yoshiki, Iwasawa Kazushi, Imanishi Masatoshi, Akiyama Masayuki, Kawaguchi Toshihiro, Noboriguchi Akatoki, Lee Chien-Hsiu	4. 巻 960
2. 論文標題 Subaru High-z Exploration of Low-luminosity Quasars (SHELLQs). XVII. Black Hole Mass Distribution at $z=6$ Estimated via Spectral Comparison with Low-z Quasars	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 112 ~ 112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ad045e	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 Ding Xuheng, Onoue Masafusa, Silverman John D. et al.	4. 巻 621
2. 論文標題 Detection of stellar light from quasar host galaxies at redshifts above 6	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 51 ~ 55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-023-06345-5	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 Kikuta Satoshi, Ouchi Masami, Shibuya Takatoshi, Liang Yongming, Umeda Hiroya, Matsumoto Akinori, Shimasaku Kazuhiro, Harikane Yuichi, Ono Yoshiaki, Inoue Akio K., Yamanaka Satoshi, Kusakabe Haruka, Momose Rieko, Kashikawa Nobunari, Matsuda Yuichi, Lee Chien-Hsiu	4. 巻 268
2. 論文標題 SILVERRUSH. XIII. A Catalog of 20,567 Ly Emitters at $z = 2-7$ Identified in the Full-depth Data of the Subaru/HSC-SSP and CHORUS Surveys	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	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) 10.3847/1538-4365/ace4cb	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 Arita Junya, Kashikawa Nobunari, Matsuoka Yoshiki, He Wanqiu, Ito Kei, Liang Yongming, Ishimoto Rikako, Yoshioka Takehiro, Takeda Yoshihiro, Iwasawa Kazushi, Onoue Masafusa, Toba Yoshiki, Imanishi Masatoshi	4. 巻 954
2. 論文標題 Subaru High-z Exploration of Low-luminosity Quasars (SHELLQs). XVIII. The Dark Matter Halo Mass of Quasars at $z \approx 6$	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 210 ~ 210
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ace43a	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsuoka Yoshiki, Onoue Masafusa, Iwasawa Kazushi, Strauss Michael A., Kashikawa Nobunari et al.	4. 巻 949
2. 論文標題 Quasar Luminosity Function at $z = 7$	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L42 ~ L42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/acd69f	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 Mawatari Ken, Inoue Akio K., Yamada Toru, Hayashino Tomoki, Prochaska J. Xavier, Lee Khee-Gan, Tejos Nicolas, Kashikawa Nobunari, Otsuka Takuya, Yamanaka Satoshi, Schlegel David J., Matsuda Yuichi, Hennawi Joseph F., Iwata Ikuru, Umehata Hideki, Mukae Shiro, Ouchi Masami, Sugahara Yuma, Tamura Yoichi	4. 巻 165
2. 論文標題 The SSA22 H i Tomography Survey (SSA22-HIT). I. Data Set and Compiled Redshift Catalog	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Astronomical Journal	6. 最初と最後の頁 208 ~ 208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-3881/acb707	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 Kikuchihara Shotaro, Harikane Yuichi, Ouchi Masami, Ono Yoshiaki, Shibuya Takatoshi, Itoh Ryohei, Kakuma Ryota, Inoue Akio K., Kusakabe Haruka, Shimasaku Kazuhiro, Momose Rieko, Sugahara Yuma, Kikuta Satoshi, Saito Shun, Kashikawa Nobunari, Zhang Haibin, Lee Chien-Hsiu	4. 巻 931
2. 論文標題 SILVERRUSH. XII. Intensity Mapping for Ly Emission Extending over 100-1000 Comoving Kpc around $z \approx 2.7$ LAEs with Subaru HSC-SSP and CHORUS Data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 97 ~ 97
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac69de	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 Wolf J., Nandra K., Salvato M., Buchner J., Onoue M., Liu T., Arcodia R., Merloni A., Cirio S., Di Mille F., Burwitz V., Brusa M., Ishimoto R., Kashikawa N., Matsuoka Y., Urrutia T., Waddell S. G. H.	4. 巻 669
2. 論文標題 X-ray emission from a rapidly accreting narrow-line Seyfert 1 galaxy at $z = 6.56$	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Astronomy & Astrophysics	6. 最初と最後の頁 A127 ~ A127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/0004-6361/202244688	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 Ren Yi W., Fudamoto Yoshinobu, Inoue Akio K., Sugahara Yuma, Tokuoka Tsuyoshi, Tamura Yoichi, Matsuo Hiroshi, Kohno Kotaro, Umehata Hideki, Hashimoto Takuya, Bouwens Rychard J., Smit Renske, Kashikawa Nobunari, Okamoto Takashi, Shibuya Takatoshi, Shimizu Ikkoh	4. 巻 945
2. 論文標題 Updated Measurements of [O iii] 88 μm , [C ii] 158 μm , and Dust Continuum Emission from a $z = 7.2$ Galaxy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 69 ~ 69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/acb8ab	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 Misawa Toru, Ishimoto Rikako, Kobu Satoshi, Kashikawa Nobunari, Okoshi Katsuya, Noboriguchi Akatoki, Schramm Malte, Liu Qiang	4. 巻 933
2. 論文標題 Exploratory Study of the Transverse Proximity Effect around BAL Quasars	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 239 ~ 239
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac7715	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 Ishimoto Rikako, Kashikawa Nobunari, Kashino Daichi, Ito Kei, Liang Yongming, Cai Zheng, Yoshioka Takehiro, Okoshi Katsuya, Misawa Toru, Onoue Masafusa, Takeda Yoshihiro, Uchiyama Hisakazu	4. 巻 515
2. 論文標題 The physical origin for spatially large scatter of IGM opacity at the end of reionization: The IGM Ly α opacity-galaxy density relation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 5914 ~ 5926
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stac1972	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 Ito Kei, Tanaka Masayuki, Valentino Francesco, Toft Sune, Brammer Gabriel, Gould Katriona M. L., Ilbert Olivier, Kashikawa Nobunari, Kubo Mariko, Liang Yongming, McCracken Henry J., Weaver John R.	4. 巻 945
2. 論文標題 COSMOS2020: Discovery of a Protocluster of Massive Quiescent Galaxies at $z = 2.77$	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L9 ~ L9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/acb49b	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 Uchiyama Hisakazu, Yamashita Takuji, Nagao Tohru, Ono Yoshiaki, Toshikawa Jun, Ichikawa Kohei, Kawakatu Nozomu, Kajisawa Masaru, Toba Yoshiki, Matsuoka Yoshiki, Kubo Mariko, Imanishi Masatoshi, Ito Kei, Kawaguchi Toshihiro, Lee Chien-Hsiu, Saito Tomoki	4. 巻 74
2. 論文標題 A Wide and Deep Exploration of Radio Galaxies with Subaru HSC (WERGS). IX. The most overdense region at $z < 5$ inhabited by a massive radio galaxy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 L27 ~ L32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psac075	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 Kubo Mariko, Umehata Hideki, Matsuda Yuichi, Kajisawa Masaru, Steidel Charles C., Yamada Toru, Tanaka Ichi, Hatsukade Bunyo, Tamura Yoichi, Nakanishi Kouichiro, Kohno Kotaro, Lee Kianhong, Matsuda Keiichi, Ao Yiping, Nagao Tohru, Yun Min S.	4. 巻 935
2. 論文標題 An AGN with an Ionized Gas Outflow in a Massive Quiescent Galaxy in a Protocluster at $z = 3.09$	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 89 ~ 89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac7f2d	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 Momose Rieko, Shimasaku Kazuhiro, Nagamine Kentaro, Shimizu Ikkoh, Kashikawa Nobunari, Ando Makoto, Kusakabe Haruka	4. 巻 912
2. 論文標題 Catch Me if You Can: Biased Distribution of Ly α -emitting Galaxies according to the Viewing Direction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L24 ~ L24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/abf04c	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 Nagamine Kentaro, Shimizu Ikkoh, Fujita Katsumi, Suzuki Nao, Lee Khee-Gan, Momose Rieko, Mukae Shiro, Liang Yongming, Kashikawa Nobunari, Ouchi Masami, Silverman John D.	4. 巻 914
2. 論文標題 Probing Feedback via IGM tomography and the Ly Forest with Subaru PFS, TMT/ELT, and JWST	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 66 ~ 66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abfa16	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 Ito Kei, Kashikawa Nobunari, Tanaka Masayuki, Kubo Mariko, Liang Yongming, Toshikawa Jun, Uchiyama Hisakazu, Ishimoto Rikako, Yoshioka Takehiro, Takeda Yoshihiro	4. 巻 916
2. 論文標題 Interrelation of the Environment of Ly Emitters and Massive Galaxies at $2 < z < 4.5$	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 35 ~ 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abfc50	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 Onoue Masafusa, Matsuoka Yoshiki, Kashikawa Nobunari, Strauss Michael A., Iwasawa Kazushi, Izumi Takuma, Nagao Tohru, Asami Naoko, Fujimoto Seiji, Harikane Yuichi, Hashimoto Takuya, Imanishi Masatoshi, Lee Chien-Hsiu, Shibuya Takatoshi, Toba Yoshiki	4. 巻 919
2. 論文標題 Subaru High-z Exploration of Low-luminosity Quasars (SHELLQs). XIV. A Candidate Type II Quasar at $z = 6.1292$	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 61 ~ 61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac0f07	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 Okoshi Katsuya, Minowa Yosuke, Kashikawa Nobunari, Misawa Toru, Kashino Daichi, Sugai Hajime, Matsubayashi Kazuya, Shimono Atsushi, Ozaki Shinobu	4. 巻 162
2. 論文標題 Multiple Mg ii Absorption Systems in the Lines of Sight to Quadruply Lensed Quasar H1413+1143	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astronomical Journal	6. 最初と最後の頁 175 ~ 175
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-3881/ac0bbb	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 Uchiyama Hisakazu, Yamashita Takuji, Nagao Tohru, Ichikawa Kohei, Toba Yoshiki, Ishikawa Shogo, Kubo Mariko, Kajisawa Masaru, Kawaguchi Toshihiro, Kawakatu Nozomu, Lee Chien-Hsiu, Noboriguchi Akatoki	4. 巻 934
2. 論文標題 A Wide and Deep Exploration of Radio Galaxies with Subaru HSC (WERGS). VII. Redshift Evolution of Radio Galaxy Environments at $z = 0.3?1.4$	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 68 ~ 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac77ee	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 Uchiyama Hisakazu, Yamashita Takuji, Toshikawa Jun, Kashikawa Nobunari, Ichikawa Kohei, Kubo Mariko, Ito Kei, Kawakatu Nozomu, Nagao Tohru, Toba Yoshiki, Ono Yoshiaki, Harikane Yuichi, Imanishi Masatoshi, Kajisawa Masaru, Lee Chien-Hsiu, Liang Yongming	4. 巻 926
2. 論文標題 A Wide and Deep Exploration of Radio Galaxies with Subaru HSC (WERGS). VI. Distant Filamentary Structures Pointed Out by High- z Radio Galaxies at $z ? 4$	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 76 ~ 76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac441c	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsuoka Yoshiki, Iwasawa Kazushi, Onoue Masafusa, Izumi Takuma, Kashikawa Nobunari, Strauss Michael A., Imanishi Masatoshi, Nagao Tohru, Akiyama Masayuki, Silverman John D., Asami Naoko, Bosch James, Furusawa Hisanori, Goto Tomotsugu, Gunn James E., Harikane Yuichi, Ikeda Hiroyuki, Ishimoto Rikako et al.	4. 巻 259
2. 論文標題 Subaru High- z Exploration of Low-luminosity Quasars (SHELLQs). XVI. 69 New Quasars at $5.8 < z < 7.0$	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	6. 最初と最後の頁 18 ~ 18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/ac3d31	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yoshioka Takehiro, Kashikawa Nobunari, Inoue Akio K., Yamanaka Satoshi, Shimasaku Kazuhiro, Harikane Yuichi, Shibuya Takatoshi, Momose Rieko, Ito Kei, Liang Yongming, Ishimoto Rikako, Takeda Yoshihiro, Ouchi Masami, Lee Chien-Hsiu	4. 巻 927
2. 論文標題 CHORUS. IV. Mapping the Spatially Inhomogeneous Cosmic Reionization with Subaru HSC	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 32 ~ 32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac4b5d	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 Kubo Mariko, Umehata Hideki, Matsuda Yuichi, Kajisawa Masaru, Steidel Charles C., Yamada Toru, Tanaka Ichi, Hatsukade Bunyo, Tamura Yoichi, Nakanishi Kouichiro, Kohno Kotaro, Lee Kianhong, Matsuda Keiichi	4. 巻 919
2. 論文標題 A Massive Quiescent Galaxy Confirmed in a Protocluster at $z = 3.09$	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 6~6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac0cf8	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 Momose Rieko, Shimizu Ikkoh, Nagamine Kentaro, Shimasaku Kazuhiro, Kashikawa Nobunari, Kusakabe Haruka	4. 巻 911
2. 論文標題 Connection between Galaxies and H i in Circumgalactic and Intergalactic Media: Variation according to Galaxy Stellar Mass and Star Formation Activity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 98~98
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abe1b9	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34件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 20件)

1. 発表者名 星宏樹
2. 発表標題 スリット分光データを用いた z -4クエーサーにおけるLy γ ハローの検出
3. 学会等名 第53回天文・天体物理若手夏の学校
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 星宏樹
2. 発表標題 スリット分光データを用いた z -4クエーサーにおけるLy γ ハローの解析
3. 学会等名 日本天文学会2024年春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 武田佳大
2. 発表標題 PCFNet: Deep learning approach for protocluster detection at $z \sim 4$ from the HSC-SSP photometric dataset
3. 学会等名 A journey through galactic environments (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 武田佳大
2. 発表標題 大規模測光観測データからの原始銀河団検出深層学習技術
3. 学会等名 日本天文学会2024年春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 西村優里
2. 発表標題 ALMA Band 3 line survey toward the Cloverleaf quasar at $z \sim 2.56$
3. 学会等名 2023 Kavli-IAU Astrochemistry Symposium: Astrochemistry VIII - From the First Galaxies to the Formation of Habitable Worlds (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西村優里
2. 発表標題 Relations between molecular line emission and star formation rate: Exploring variations across different molecules and transitions
3. 学会等名 Dense GAS in Nearby Galaxies - ALMA Workshop (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 西村優里
2. 発表標題 分子の存在比を考慮したモデルによる様々な分子輝線と星形成率の関係
3. 学会等名 日本天文学会2024年春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 吉岡岳洋
2. 発表標題 Predict Ly Emission Lines from Distant Galaxies with Machine Learning Technique
3. 学会等名 Reionization in the Summer (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉岡岳洋
2. 発表標題 ニューラルネットワークを用いた遠方銀河からのLy 輝線放射の予測
3. 学会等名 日本天文学会2024年春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 有田淳也ほか
2. 発表標題 z-6におけるクエーサーのダークマターハロー質量に対する観測的制限
3. 学会等名 2022年度第52回天文・天体物理若手夏の学校
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 有田淳也ほか
2. 発表標題 z-6におけるクエーサーのダークマターハロー質量に対する観測的制限
3. 学会等名 日本天文学会2022年秋季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Junya Arita et al.
2. 発表標題 The dark halo mass of quasars at z-6 with SHELLQs
3. 学会等名 HSC-AGN f2f meeting (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Junya Arita et al.
2. 発表標題 The dark halo mass of quasars at z-6 with SHELLQs
3. 学会等名 9th GALAXY EVOLUTION WORKSHOP (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石本梨花子ほか
2. 発表標題 IGMの光学的厚みとLAE密度の関係から探る宇宙再電離非一様性の起源
3. 学会等名 日本天文学会2022年秋季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Rikako Ishimoto et al.
2. 発表標題 Physical origin of the spatially inhomogeneous progress of the cosmic reionization
3. 学会等名 the Fourth Chile-Japan Academic Forum (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuri Nishimura et al.
2. 発表標題 ALMA Band 3 line survey toward the Cloverleaf quasar at $z \sim 2.56$
3. 学会等名 Molecules in extreme environments: Near and Far (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuri Nishimura et al.
2. 発表標題 ALMA Band 3 line survey toward the Cloverleaf quasar at $z \sim 2.56$
3. 学会等名 A half century of millimeter and submillimeter astronomy: Impact on astronomy/astrophysics and the future (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuri Nishimura et al.
2. 発表標題 CONquest + CONtrail: chemical characterization of CONs and outflows
3. 学会等名 CONquest workshop 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takehiko Yoshioka et al.
2. 発表標題 Predict Ly Emission Lines from Distant Galaxies with Machine Learning Technique
3. 学会等名 Chile-Japan Academic Forum (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武田佳大ほか
2. 発表標題 深層学習を用いた hsc-ssp 測光観測 データからの原始銀河団検出
3. 学会等名 天文学会秋季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshihiro Takeda et al.
2. 発表標題 Hunting for protoclusters by deep learning
3. 学会等名 Chile-Japan Academic Forum 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshihiro Takeda et al.
2. 発表標題 Mining for the protoclusters at z~4 from hsc-ssp photometric dataset with deep learning
3. 学会等名 FoPM International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshihiro Takeda et al.
2. 発表標題 Mining for the protoclusters at z~4 from hsc-ssp photometric dataset with deep learning
3. 学会等名 9th GALAXY EVOLUTION WORKSHOP (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kei Ito et al.
2. 発表標題 The rest-frame UV luminosity function of protocluster galaxies at z~4 revealed by HSC-SSP
3. 学会等名 Galaxy Cluster Formation II (GCF 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤慧ほか
2. 発表標題 2<z<4.5 における Ly 輝線銀河と大質量銀河がなす環境の相互関係
3. 学会等名 日本天文学会 2021年秋季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yongming Lian et al.
2. 発表標題 Field Variation in LAE-IGM HI Correlation at Cosmic Noon Mapped by Subaru/HSC
3. 学会等名 Galaxy Evolution Workshop 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yongming Lian et al.
2. 発表標題 Field Variance in LAE-IGM HI Correlation at Cosmic Noon Mapped by Subaru/HSC
3. 学会等名 Cosmic Cartography 2022: Exploring the Cosmic Web and Large-Scale Structure (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石本梨花子ほか
2. 発表標題 すばる望遠鏡HSCで探る宇宙再電離の非一様性の物理的起源
3. 学会等名 第51回天文・天体物理若手夏の学校
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石本梨花子ほか
2. 発表標題 すばる望遠鏡HSCで探る宇宙再電離の非一様性の物理的起源
3. 学会等名 日本天文学会2021年秋季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takehiro Yoshioka et al.
2. 発表標題 Mapping the Spatially Inhomogeneous Cosmic Reionization with Subaru HSC
3. 学会等名 SAZERAC2 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉岡岳洋ほか
2. 発表標題 中性水素マッピング: HSC で挑む宇宙再電離の空間的非一様性の解明
3. 学会等名 日本天文学会2021年秋季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takehiro Yoshioka et al.
2. 発表標題 Mapping the Spatially Inhomogeneous Cosmic Reionization with Subaru HSC
3. 学会等名 Galaxy IGM workshop
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshihiro Takeda et al.
2. 発表標題 VoidNet: Void Galaxy Selection from g-dropout Catalog by Deep Learning
3. 学会等名 Galaxy Cluster Formation II (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshihiro Takeda et al.
2. 発表標題 A method to find high-z protoclusters from photometric catalog of dropout galaxies by deep learning
3. 学会等名 Galaxy Evolution Workshop 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

プレスリリースなど： クエーサーの光、ダークマターの影 https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/press/10005/ なぜ宇宙再電離は非一様に進んだのか？ https://apps.adm.s.u-tokyo.ac.jp/WEB_info/p/p/8026/naxc43Pt/ “かくれんぼ”をしている銀河の発見 https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/info/7356 すばる望遠鏡×異常検知AIが捉えたへんてこな銀河たち https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/info/7650/

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	内山 久和 (Uchiyama Hisakazu) (30869417)	国立天文台・天文データセンター・特任研究員 (62616)	
研究分担者	服部 堯 (Hattori Takashi) (40450192)	国立天文台・ハワイ観測所・RCUH職員 (62616)	
研究分担者	久保 真理子 (Kubo Mariko) (40743216)	東北大学・理学研究科・助教 (11301)	
研究分担者	百瀬 莉恵子 (Momose Rieko) (70631290)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・客員共同研究員 (12601)	
研究分担者	利川 潤 (Toshikawa Jun) (90760778)	東京大学・宇宙線研究所・特別研究員 (12601)	削除：2021年11月12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
---------	---------