

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：10106

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K14508

研究課題名（和文）すばる望遠鏡 広領域探査データを用いた遠方銀河形態の研究

研究課題名（英文）Study of Distant Galaxy Morphology Using Subaru Telescope Wide-Area Survey Data

研究代表者

澁谷 隆俊（SHIBUYA, Takatoshi）

北見工業大学・工学部・助教

研究者番号：30713995

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、複数の画像処理技術を使って、すばる望遠鏡の広視野カメラ Hyper Suprime-Cam (HSC) 画像を高解像度化し、遠方希少銀河の形態について研究を行なった。特に3つの画像処理技術：点像分布関数PSF逆畳み込み法（古典的手法）、古典的手法に疎性および平坦性の制約条件を加えたスパースモデリング、敵対的生成ネットワークを用いて、低解像度HSC画像を高解像度化する手順を確立した。高解像度化HSC画像とHSC探査データの広い探査領域を活かし、銀河合体が遠方希少銀河の形成・進化に及ぼす影響について明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で、画像高解像度化の技術と広領域探査データを組み合わせ、遠方希少銀河の形態を調べる手法を確立できた。本手法はジェームズウェーブ宇宙望遠鏡のデータに応用可能であり、赤方偏移 $z>7$ の宇宙最初期の銀河形態研究を展開できると期待される。また、機械学習による銀河形態研究の一環として、HSC画像から銀河の半光度半径などの銀河形態パラメータを推定する、機械学習ソフトウェアを開発した。本ソフトウェアは、将来の地上広領域探査で得られる、大規模銀河サンプルの銀河形態パラメータを高速に推定するための有用なツールになると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we have investigated morphological properties of distant and rare galaxies using multiple image processing techniques to enhance the spatial resolution of images taken by the Hyper Suprime-Cam (HSC), a wide-field camera on the Subaru Telescope. We have established procedures for enhancing low-spatial resolution HSC images in three image processing methods: the point spread function (PSF) deconvolution method (a classical approach), sparse modeling that incorporates sparsity and smoothness constraints into the classical approach, and the generative adversarial network. By leveraging the high-spatial resolution HSC images obtained through these processes and the wide survey coverage of the HSC survey data, we have revealed impacts of galaxy mergers on the formation and evolution of distant and rare galaxies.

研究分野：天文学

キーワード：銀河形態 遠方銀河 すばる望遠鏡

1. 研究開始当初の背景

銀河は過去から現在にかけて形態を変化させてきたが、銀河の形態進化過程の解明には至っていない。従来は、主にハッブル宇宙望遠鏡の高解像度画像を用いて銀河形態進化が調べられてきた。しかし、ハッブル宇宙望遠鏡の視野が狭いため、静止系紫外線で明るい銀河、原始銀河団の構成銀河など、遠方希少銀河の形態については決定的な情報が得られていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は以下の3つ：**1)** 複数の画像処理技術を使って、地上望遠鏡の低解像度画像を高解像度化する手順を確立すること、**2)** 画像高解像度化手法で広領域探査データの画像を高解像度化し、遠方希少銀河の形態 -特に銀河合体の兆候の有無- を推定すること、**3)** 地上望遠鏡の広い探査領域を活かし、銀河合体が遠方希少銀河の形成・進化に及ぼす影響について調べること、である。

3. 研究の方法

本研究では、地上望遠鏡の低解像度画像として、すばる望遠鏡 Hyper Suprime-Cam (HSC) 戦略的探査プロジェクト (SSP) の広領域探査データを使用する。点像分布関数 (PSF) 逆畳み込み法 (古典的方法)、スパースモデリング、機械学習の3つの画像処理手法で HSC 画像を高解像度化する。HSC-SSP 探査領域のうち、ハッブル宇宙望遠鏡 (Hubble) で観測された一部領域において、高解像度化 HSC 画像と Hubble 画像を比較し、画像高解像度化の性能を調べる。高解像度化 HSC 画像を用いて、遠方希少銀河サンプルと対照銀河サンプルに対し合体銀河/孤立銀河の形態判定を行い、両サンプルの銀河合体率 f_{merger} を測定する。両サンプルの銀河合体率 f_{merger} を比較し、銀河合体が遠方希少銀河の形成・進化に及ぼす影響を調べる。

4. 研究成果

本研究の成果は主に以下の3つである。

- (1) 古典的手法により低解像度 HSC 画像を高解像度化する手順を確立した。本手法により HSC 画像を高解像度化させたところ、Hubble 画像と同程度まで空間分解能を高めることができた。高解像度化 HSC 画像と Hubble 画像を比較して、画像高解像度化の性能を調べると、赤方偏移 $z > 2$ の明るい合体銀河を $\sim 90\%$ の高い完全性で同定できることが分かった。性能評価の結果を受け、HSC の広領域探査で見つけられた静止系紫外線で明るい銀河の合体銀河/孤立銀河の形態判定を行なった。形態分類における完全性、汚染率、前景/背景銀河の写り込みの効果を考慮し、 $z \sim 4-7$ の銀河合体率 f_{merger} を測定すると、静止系紫外線で明るい銀河と対照サンプルである暗い銀河の f_{merger} の間に有意な差は見られなかった。本研究結果から、先行研究で報告されている $z \sim 4-7$ の静止系紫外線で明るい銀河の個数密度超過は、主に銀河合体ではなく別の物理現象 (例えば、遠方銀河における非効率な星形成フィードバックや低いダスト減光効果) に起因する可能性があることを明らかにした (Shibuya et al. 2022, PASJ, 74, 1)。
- (2) 古典的手法に加えて、2つの画像処理技術：古典的手法に疎性および平坦性の制約条件を加えたスパースモデリング (SpM)、機械学習の一種である敵対的生成ネットワーク (GAN) を用いて、HSC 画像を高解像度化する手順を確立した。SpM、GAN で HSC データを解析したところ、古典的手法と同等かそれ以上に HSC 画像を高解像度化できることが分かった。これら3つの画像高解像度化手法により、赤方偏移 $z \sim 2-6$ における銀河合体の環境依存性を調べた。銀河個数密度 δ 毎に銀河合体率 f_{merger} を測定すると、どの画像高解像度化手法でも「銀河密集度が高くなるほど f_{merger} が高くなる」という f_{merger} の環境依存性が $z > 4$ の遠方で初めて見えてきた。この傾向は、 $\delta - f_{\text{merger}}$ 関係の傾きも含め、 $z \sim 0-1$ の理論および観測研究と同様であることから、 f_{merger} の環境依存性は $z \sim 0$ から $z \sim 6$ の広い赤方偏移範囲で普遍的である可能性がある。また、 f_{merger} の数値に基づき原始銀河団を数サンプルに分けると、合体銀河が豊富な原始銀河団は、そうでない原始銀河団に比べ、統計的に 10-30%程度、構成銀河が静止系紫外線波長域で明るくなっていることが分かった。増光の原因の一つとして構成銀河の星

形成活動の活発化が挙げられる。合体銀河が豊富な原始銀河団では、領域全体で銀河進化が促進されている段階にあり、構成銀河の星形成活動が全体的に活発化している可能性がある (Shibuya et al., Ito et al., Asai et al. 投稿予定)。

- (3) 機械学習による銀河形態研究の一環として、HSC 画像から銀河の形態パラメータ (半光度半径 r_e , Sersic 指数 n , 軸比 q) を推定する機械学習ソフトウェアを開発した。機械学習モデルの訓練のために、まず、様々な r_e , n , q を持つ人工銀河の画像を 6 万枚作成し、教師データとしてモデルに入力した。次に、Hubble で銀河形態パラメータが既に測定されている遠方銀河の画像 ~5 千枚を入力し、機械学習モデルを fine tuning した。畳み込みニューラルネットワークを用いた回帰分析により、銀河形態パラメータを従来手法の数百~数千倍の速度で推定することができた。特に、本ソフトウェアは、教師データとして銀河画像のみを使う従来手法とは異なり、銀河画像に加えて PSF 画像も用いる。銀河の形態特徴と PSF の広がり効果を同時に捕らえることで、銀河画像のみを入力する従来手法に比べて、少ない系統誤差で銀河形態パラメータを推定できることが分かった (Umayahara et al. 2020, SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation 2020)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 18件 / うち国際共著 15件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Ono Yoshiaki, Itoh Ryohei, Shibuya Takatoshi, Ouchi Masami, Harikane Yuichi, Yamanaka Satoshi, Inoue Akio K., Amagasa Toshiyuki, Miura Daichi, Okura Maiki, Shimasaku Kazuhiro, Iwata Ikuru, Taniguchi Yoshiaki, Fujimoto Seiji, Iye Masanori, Jaelani Anton T., Kashikawa Nobunari, Kikuchihara Shotaro, Kikuta Satoshi, et al.	4. 巻 911
2. 論文標題 SILVERRUSH X: Machine Learning-aided Selection of 9318 LAEs at $z = 2.2, 3.3, 4.9, 5.7, 6.6,$ and 7.0 from the HSC SSP and CHORUS Survey Data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 78 ~ 78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abea15	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 Kojima Takashi, Ouchi Masami, Rauch Michael, Ono Yoshiaki, Nakajima Kimihiko, Isobe Yuki, Fujimoto Seiji, Harikane Yuichi, Hashimoto Takuya, Hayashi Masao, Komiyama Yutaka, Kusakabe Haruka, Kim Ji Hoon, Lee Chien-Hsiu, Mukae Shiro, Nagao Tohru, Onodera Masato, Shibuya Takatoshi, Sugahara Yuma, Umemura Masayuki, et al.	4. 巻 913
2. 論文標題 EMPRESS. II. Highly Fe-enriched Metal-poor Galaxies with ~ 1.0 (Fe/O) _{sun} and 0.02 (O/H) _{sun} : Possible Traces of Supermassive ($>300 M_{\text{sun}}$) Stars in Early Galaxies	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 22 ~ 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abec3d	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 Kakuma Ryota, Ouchi Masami, Harikane Yuichi, Ono Yoshiaki, Inoue Akio K., Komiyama Yutaka, Kusakabe Haruka, Lee Chien-Hsiu, Matsuda Yuichi, Matsuoka Yoshiki, Mawatari Ken, Momose Rieko, Shibuya Takatoshi, Taniguchi Yoshiaki	4. 巻 916
2. 論文標題 SILVERRUSH. IX. Ly Intensity Mapping with Star-forming Galaxies at $z = 5.7$ and 6.6 : A Possible Detection of Extended Ly Emission at $>\sim 100$ Comoving Kiloparsecs around and beyond the Virial-radius Scale of Galaxy Dark Matter Halos	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 22 ~ 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac0725	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 Isobe Yuki, Ouchi Masami, Kojima Takashi, Shibuya Takatoshi, Hayashi Kohei, Rauch Michael, Kikuchihara Shotaro, Zhang Haibin, Ono Yoshiaki, Fujimoto Seiji, Harikane Yuichi, Kim Ji Hoon, Komiyama Yutaka, Kusakabe Haruka, Lee Chien-Hsiu, Mawatari Ken, Onodera Masato, Sugahara Yuma, Yabe Kiyoto	4. 巻 918
2. 論文標題 EMPRESS. III. Morphology, Stellar Population, and Dynamics of Extremely Metal-poor Galaxies (EMPGs): Are EMPGs Local Analogs of High-z Young Galaxies?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 54 ~ 54
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac05bf	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 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 Kawinwanichakij Lalitwadee, Silverman John D., Ding Xuheng, George Angelo, Damjanov Ivana, Sawicki Marcin, Tanaka Masayuki, Taranu Dan S., Birrer Simon, Huang Song, Li Junyao, Onodera Masato, Shibuya Takatoshi, Yasuda Naoki	4. 巻 921
2. 論文標題 Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program: A Mass-dependent Slope of the Galaxy Size-Mass Relation at $z < 1$	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 38 ~ 38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac1f21	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 Shibuya Takatoshi, Miura Noriaki, Iwate Kenji, Fujimoto Seiji, Harikane Yuichi, Toba Yoshiki, Umayahara Takuya, Ito Yohito	4. 巻 74
2. 論文標題 Galaxy morphologies revealed with Subaru HSC and super-resolution techniques. I. Major merger fractions of $L_{UV-3-15} L^*_{UV}$ dropout galaxies at $z \sim 4-7$	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 73 ~ 91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psab111	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 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 Harikane Yuichi, Ono Yoshiaki, Ouchi Masami, Liu Chengze, Sawicki Marcin, Shibuya Takatoshi, Behroozi Peter S., He Wanqiu, Shimasaku Kazuhiro, Arnouts Stephane, Coupon Jean, Fujimoto Seiji, Gwyn Stephen, Huang Jiasheng, Inoue Akio K., Kashikawa Nobunari, Komiyama Yutaka, Matsuoka Yoshiki, Willott Chris J.	4. 巻 259
2. 論文標題 GOLDRUSH. IV. Luminosity Functions and Clustering Revealed with 4,000,000 Galaxies at $z \sim 2-7$: Galaxy-AGN Transition, Star Formation Efficiency, and Implication for Evolution at $z > 10$	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	6. 最初と最後の頁 20 ~ 20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/ac3dfc	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 Bakx Tom J L C, Tamura Yoichi, Hashimoto Takuya, Inoue Akio K, Lee Minju M, Mawatari Ken, Ota Kazuaki, Umehata Hideki, Zackrisson Erik, Hatsukade Bunyo, Kohno Kotaro, Matsuda Yuichi, Matsuo Hiroshi, Okamoto Takashi, Shibuya Takatoshi, Shimizu Ikkoh, Taniguchi Yoshiaki, Yoshida Naoki	4. 巻 493
2. 論文標題 ALMA uncovers the [C _{ii}] emission and warm dust continuum in a $z \approx 8.31$ Lyman break galaxy	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 4294 ~ 4307
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa509	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 Mukae Shiro, Ouchi Masami, Cai Zheng, Lee Khee-Gan, Prochaska J. Xavier, Cantalupo Sebastiano, Ono Yoshiaki, Zheng Zheng, Nagamine Kentaro, Suzuki Nao, Silverman John D., Misawa Toru, Inoue Akio K., Hennawi Joseph F., Matsuda Yuichi, Mawatari Ken, Sugahara Yuma, Kojima Takashi, Shibuya Takatoshi, et al.	4. 巻 896
2. 論文標題 Three-dimensional Distribution Map of H _i Gas and Galaxies around an Enormous Ly α Nebula and Three QSOs at $z = 2.3$ Revealed by the H _i Tomographic Mapping Technique	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 45 ~ 45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab8db7	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 Harikane Yuichi, Ouchi Masami, Inoue Akio K., Matsuoka Yoshiki, Tamura Yoichi, Bakx Tom, Fujimoto Seiji, Moriwaki Kana, Ono Yoshiaki, Nagao Tohru, Tadaki Ken-ichi, Kojima Takashi, Shibuya Takatoshi, et al.	4. 巻 896
2. 論文標題 Large Population of ALMA Galaxies at $z > 6$ with Very High [O iii] $88 \mu\text{m}$ to [C ii] $158 \mu\text{m}$ Flux Ratios: Evidence of Extremely High Ionization Parameter or PDR Deficit?	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 93 ~ 93
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab94bd	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 Ouchi Masami, Ono Yoshiaki, Shibuya Takatoshi	4. 巻 58
2. 論文標題 Observations of the Lyman- Universe	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Annual Review of Astronomy and Astrophysics	6. 最初と最後の頁 617 ~ 659
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1146/annurev-astro-032620-021859	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 Kojima Takashi, Ouchi Masami, Rauch Michael, Ono Yoshiaki, Nakajima Kimihiko, Isobe Yuki, Fujimoto Seiji, Harikane Yuichi, Hashimoto Takuya, Hayashi Masao, Komiyama Yutaka, Kusakabe Haruka, Kim Ji Hoon, Lee Chien-Hsiu, Mukae Shiro, Nagao Tohru, Onodera Masato, Shibuya Takatoshi, et al.	4. 巻 898
2. 論文標題 Extremely Metal-poor Representatives Explored by the Subaru Survey (EMPRESS). I. A Successful Machine-learning Selection of Metal-poor Galaxies and the Discovery of a Galaxy with $M^* < 106 M_\odot$ and $0.016 Z$?	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 142 ~ 142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aba047	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 Ito Kei, Kashikawa Nobunari, Toshikawa Jun, Overzier Roderik, Kubo Mariko, Uchiyama Hisakazu, Liang Yongming, Onoue Masafusa, Tanaka Masayuki, Komiyama Yutaka, Lee Chien-Hsiu, Lin Yen-Ting, Marinello Murilo, Martin Crystal L., Shibuya Takatoshi	4. 巻 899
2. 論文標題 The UV Luminosity Function of Protocluster Galaxies at $z \sim 4$: The Bright-end Excess and the Enhanced Star Formation Rate Density	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 5 ~ 5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aba269	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 Onodera Masato, Shimakawa Rhythm, Suzuki Tomoko L., Tanaka Ichi, Harikane Yuichi, Hayashi Masao, Kodama Tadayuki, Koyama Yusei, Nakajima Kimihiko, Shibuya Takatoshi	4. 巻 904
2. 論文標題 Broadband Selection, Spectroscopic Identification, and Physical Properties of a Population of Extreme Emission-line Galaxies at $3 < z < 3.7$	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 180 ~ 180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abc174	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 Inoue Akio K, Yamanaka Satoshi, Ouchi Masami, Iwata Ikuru, Shimasaku Kazuhiro, Taniguchi Yoshiaki, Nagao Tohru, Kashikawa Nobunari, Ono Yoshiaki, Mawatari Ken, Shibuya Takatoshi, et al.	4. 巻 72
2. 論文標題 CHORUS. I. Cosmic HydrOgen Reionization Unveiled with Subaru: Overview	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 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psaa100	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 Umayahara Takuya, Shibuya Takatoshi, Miura Noriaki, Chang Yu-Yen, Fujimoto Seiji, Harikane Yuichi, Higuchi Ryo, Inoue Shigeki, Kojima Takashi, Tadaki Ken-ichi, Toba Yoshiki	4. 巻 11452
2. 論文標題 A machine learning software to estimate morphological parameters of distant galaxies	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	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) 10.1117/12.2561264	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5件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Takatoshi Shibuya, Noriaki Miura, Kenji Iwadate, Seiji Fujimoto, Yuichi Harikane, Yoshiki Toba, Takuya Umayahara, Yohito Ito
2. 発表標題 Super-Resolution with Subaru/HSC Data I: Major Merger Fractions of $L_{UV} \sim 3-15 L^*_{UV}$ Dropout Galaxies at $z \sim 4-7$
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 澁谷隆俊
2. 発表標題 画像高解像度化による銀河形態研究 -AGN母銀河の形態研究に向けて-
3. 学会等名 超巨大ブラックホール研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 馬屋原拓也, 澁谷隆俊, 三浦則明, HSC Project 264メンバー
2. 発表標題 機械学習による遠方銀河の形態パラメータ推定II
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takuya Umayahara, Takatoshi Shibuya, Noriaki Miura, Yu-Yen Chang, Seiji Fujimoto, Yuichi Harikane, Ryo Higuchi, Shigeki Inoue, Takashi Kojima, Ken-ichi Tadaki, Yoshiki Toba
2. 発表標題 A machine learning software to estimate morphological parameters of distant galaxies
3. 学会等名 SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 澁谷隆俊, 馬屋原拓也, 三浦則明, HSC project 264 メンバー
2. 発表標題 画像高速処理と画像高品質化による銀河形態研究
3. 学会等名 光学赤外線天文連絡会シンポジウム「データ解析の新展開2020」(招待講演)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

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