

令和 3 年 5 月 12 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K13584

研究課題名(和文)月の観測から暴く超巨大ブラックホールの成長

研究課題名(英文)Revealing the close environment of supermassive black holes using the moon

研究代表者

市川 幸平 (Ichikawa, Kohei)

東北大学・学際科学フロンティア研究所・助教

研究者番号：40756293

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：研究課題である月と超巨大ブラックホール(SMBH)の食を通じたBH周辺構造の理解について、まずは大量の星のライトカーブデータに対して、太陽系外天体が起こす食によって引き起こされるライトカーブフィッティングを行った。その結果、この食が起こす干渉効果からターゲット天体のサイズを図るのに適していることを示すことができ、その成果はNature Astronomyに論文として掲載された(Arimatsu et al. 2019)。次に、SMBH周辺のターゲット天体のカタログ作成についても、そのカタログ情報と性質については論文としてまとめることができた(Ichikawa et al. 2019)。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今回得られた成果は、今まで行われてきた大口径望遠鏡によってターゲットを高空間分解してシャープなイメージを得る手法とは独立して、時間変動を見ることで、その変動が実は空間情報を保持している点において、非常にユニークな手法となっている。これは今後時間変動観測が重要となることを示唆しており、そのコストは比較的安価に済むこともわかっている。今後コストが非常にかかり国際的なプロジェクトとなっている大口径望遠鏡とは異なり、比較的安価に時間分解能を向上した観測装置を作ることが重要であること、一部のアマチュア天文学者でも同様の観測が可能であることを提示できた点は非常に大きいと言える。

研究成果の概要(英文)：We first applied the light curve fitting by the occultation event by a target, we first applied the light curve fitting to the large amount of the light curve data of stars to find a possible occultation of the trans Neptunian object. We have succeeded finding candidate and whose estimated size turned out to be the order of km. This result is summarized and published in the Nature Astronomy (Arimatsu et al. 2019). For the next step, we have also summarized the properties of one AGN catalog in the local universe, and this was also published in the Astrophysical Journal (Ichikawa et al. 2019).

研究分野：天文学

キーワード：ブラックホール 超巨大ブラックホール 赤外線 エックス線 時間分解能 太陽系外縁天体

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

高空間分解能観測の実現は天文学研究で **breakthrough** を生む上で欠かせないテーマである。高空間分解能を向上させる最もシンプルな方法はより大口径の望遠鏡を作成する方法であるが、現在存在する地上最大口径 8m 望遠鏡であるすばるより大口径を目指す場合、その実現コストは膨大となり、一国での作成は厳しくなる。例えば現在計画されている将来望遠鏡である **Thirty Meter Telescope (TMT)** 望遠鏡も、国際協力のもと建設を目指しており、一国の、そして一人の研究者が行うには非常に壮大なテーマとなってしまう。本研究では、このような望遠鏡の大口径化とは異なる方法で高空間分解能観測を実現する方法を構築することが本研究がスタートした背景である。

### 2. 研究の目的

本研究では高空間分解能観測を望遠鏡口径以外の方法で実現することを目指し、具体的には現在空間分解がほぼ不可能な超巨大ブラックホール周辺のダスト半径や星の半径分布を調査することを目的とする。超巨大ブラックホールを研究することは銀河・超巨大ブラックホール双方の質量の起源・成長史という宇宙の基本要素の全体像の解明につながる重要なテーマであるが、その中心エンジンや周りを覆い囲むダストは非常にコンパクトであることが観測から制限がついており、空間構造の観測的情報は非常に乏しい。現在はチリにある大口径 8m 望遠鏡 4 台を贅沢に使った赤外線干渉計を数十時間用いてやっと空間分解が部分的に可能というレベルであり、この手法も近傍の非常に明るい天体に限られるため、観測可能な天体はたかだか 10 天体程度である (Burtscher et al. 2013)。本研究では異なる手法で超巨大ブラックホール周辺の空間分解能情報を取得することで現状の打破を目指すことが究極のゴールである。

### 3. 研究の方法

本研究では時間分解能を向上させる観測手法として月の掩蔽を利用する。月が天体に近づき掩蔽を起こし始め、あるいは掩蔽を終える時に、月と対象天体の光の干渉により、観測者が得られるターゲット天体からの見た目の光は光度変動を起こす。この振動の周期は対象天体の各波長の放射サイズにひれいしており、高時間分解能を実現すれば、望遠鏡の回折限界を超える空間構造も調べることが可能となる。過去には電波観測で月の掩蔽観測により活動銀河核の放射位置を見積もった結果が存在 (Hazard et al. 1963) し、この手法を現在の望遠鏡で行えば、他の波長でも応用可能であるはずである。月の掩蔽観測の最も困難な点は高時間分解能で 0.1 秒程度が必要であるが、2001 年には口径 4m の中型サイズの望遠鏡を用いて近赤外線での月の掩蔽観測が行われており、近赤外線では掩蔽観測による高空間分解能観測が技術で気に可能であるというレポートも存在する。

### 4. 研究成果

#### 4.1. km サイズの太陽系外縁天体の発見

大量の星を黄道面において観測をすれば、非常に小さい確率ではあるものの、その星の前を太陽系外縁天体 (Trans Neptunian Object) が通り過ぎ、食を起こすことがあるかもしれない。km サイズの TNO 天体からの光を捉えて実際に見つけることはその暗さから現在ほぼ不可能であるが、TNO 天体が起こす食であれば、1/10 秒のオーダーの時間分解能観測をすることができれば、食を捉えることができるはずである。そこで我々は大量の星を高時間分解能で絶えず観測し、そのうち TNO が起こしたと思われる食を捉えることに成功した。食が起こすライトカーブフィッティングと見事に一致し、そこからサイズ制限を行い、km サイズの食イベントであることが明らかになった。この成果は Nature Astronomy に論文として掲載された (Arimatsu et al. 2019)。

#### 4.2. 食のターゲット SMBH 天体カタログの作成

我々の最終的なゴールは SMBH と月の食によって、SMBH 周辺の星の半径分布やダストの半径分布を明らかにすることである。そのためには、そもそも SMBH と月が食を起こすのに十分な観測可能な天体カタログが必要となる。我々は近傍の活動銀河核カタログである Swift/BAT AGN カタログに着目し、そのダストの性質を赤外線観測から光度等をまとめた。図 1 を見てみると、超巨大ブラックホールの周りには恒常的にダストが存在し、その埋もれ具合は光度にあまりよらず、おおよそ 30-60%程度であることがわかった。これは過去に X 線のガスの観測で得られた結果よ

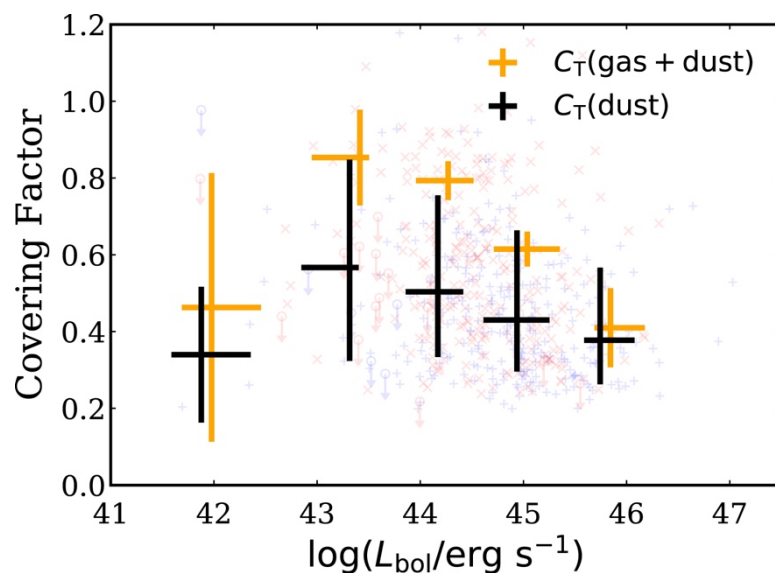


図 1: 超巨大の周辺のダストの埋もれ具合の光度依存の結果

我々の観測から、活動銀河核の周辺は平均的に立体角の 30-60%程度はダストに覆われていることがわかり、その値は光度にあまりよらないことがわかった (Ichikawa et al. 2019 より)。

りも小さく、どうやら X 線で trace できるガス分布と赤外線 trace できるダスト分布には空間分布的な違いがあるかもしれないという示唆も得ることができた。その結果は The Astrophysical Journal (ApJ) に論文として出版された (Ichikawa et al. 2019)。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Chen Xiaoyang, Akiyama Masayuki, Noda Hirofumi, Abdurrouf, Toba Yoshiki, Yamamura Issei, Kawaguchi Toshihiro, Kokubo Mitsuru, Ichikawa Kohei	4. 巻 71
2. 論文標題 Discovery of a strong ionized-gas outflow in an AKARI-selected ultra-luminous infrared galaxy at $z=0.5$	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 1-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz002	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 Toba Yoshiki, Yamashita Takuji, Nagao Tohru, Wang Wei-Hao, Ueda Yoshihiro, Ichikawa Kohei, Kawaguchi Toshihiro, Akiyama Masayuki, Hsieh Bau-Ching, Kajisawa Masaru, Lee Chien-Hsiu, Matsuoka Yoshiki, Noboriguchi Akatoki, Onoue Masafusa, Schramm Malte, Tanaka Masayuki, Komiyama Yutaka	4. 巻 243
2. 論文標題 A Wide and Deep Exploration of Radio Galaxies with Subaru HSC (WERGS). II. Physical Properties Derived from the SED Fitting with Optical, Infrared, and Radio Data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	6. 最初と最後の頁 15 ~ 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/ab238d	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 Inayoshi Kohei, Ichikawa Kohei, Ostriker Jeremiah P, Kuiper Rolf	4. 巻 486
2. 論文標題 Transition of BH feeding from the quiescent regime into star-forming cold disc regime	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 5377 ~ 5390
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz1189	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 Kawamuro Taiki, Ueda Yoshihiro, Ichikawa Kohei, Imanishi Masatoshi, Izumi Takuma, Tanimoto Atsushi, Matsuoka Kenta	4. 巻 881
2. 論文標題 A NuSTAR and XMM-Newton Study of the Two Most Actively Star-forming Green Pea Galaxies (SDSS J0749+3337 and SDSS J0822+2241)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 48 ~ 48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab2bf6	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 Uchiyama Mizuho, Ichikawa Kohei	4. 巻 883
2. 論文標題 WISE Discovery of Mid-infrared Variability in Massive Young Stellar Objects	5. 発行年 2019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/ab372e	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 Ichikawa Kohei, Kawamuro Taiki, Shidatsu Megumi, Ricci Claudio, Bae Hyun-Jin, Matsuoka Kenta, Shin Jaejin, Toba Yoshiki, Ueda Junko, Ueda Yoshihiro	4. 巻 883
2. 論文標題 NuSTAR Discovery of Dead Quasar Engine in Arp 187	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 L13~L13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ab3ebf	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 Bar R. E., Trakhtenbrot B., Oh K, Koss M. J., Wong O I, Ricci C., Schawinski K., Weigel A. K., Sartori L. F., Ichikawa K., Secrest N. J., Stern D., Pacucci F., Mushotzky R., Powell M. C., Ricci F., Sani E., Smith K. L., Harrison F. A., Lamperti I., Urry C. M.	4. 巻 489
2. 論文標題 BAT AGN Spectroscopic Survey XIII. The nature of the most luminous obscured AGN in the low-redshift universe	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 3073~3092
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz2309	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 Kawakatu Nozomu, Wada Keiichi, Ichikawa Kohei	4. 巻 889
2. 論文標題 Obscuring Fraction of Active Galactic Nuclei Implied by Supernova and Radiative Feedbacks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 84~84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab5f60	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 Tazaki Ryo, Ichikawa Kohei	4. 巻 892
2. 論文標題 Dust Destruction by Drift-induced Sputtering in Active Galactic Nuclei	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 149 ~ 149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab72f6	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 Tazaki Ryo, Ichikawa Kohei, Kokubo Mitsuru	4. 巻 892
2. 論文標題 Dust Destruction by Charging: A Possible Origin of Gray Extinction Curves of Active Galactic Nuclei	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 84 ~ 84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab7822	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 Ichikawa Kohei, Ueda Junko, Bae Hyun-Jin, Kawamuro Taiki, Matsuoka Kenta, Toba Yoshiki, Shidatsu Megumi	4. 巻 870
2. 論文標題 Discovery of Dying Active Galactic Nucleus in Arp 187: Experience of Drastic Luminosity Decline within 104 yr	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 65 ~ 65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aaf233	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 Ichikawa Kohei, Ricci Claudio, Ueda Yoshihiro, Bauer Franz E., Kawamuro Taiki, Koss Michael J., Oh Kyuseok, Rosario David J., Shimizu T. Taro, Stalevski Marko, Fuller Lindsay, Packham Christopher, Trakhtenbrot Benny	4. 巻 870
2. 論文標題 BAT AGN Spectroscopic Survey. XI. The Covering Factor of Dust and Gas in Swift/BAT Active Galactic Nuclei	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 31 ~ 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aaef8f	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 Lopez-Rodriguez E, Alonso-Herrero A, Diaz-Santos T, Gonzalez-Martin O, Ichikawa K, Levenson N A, Martinez-Paredes M, Nikutta R, Packham C, Perlman E, Ramos?Almeida C, Rodriguez-Espinosa J M, Telesco C M	4. 巻 478
2. 論文標題 The origin of the mid-infrared nuclear polarization of active galactic nuclei	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 2350 ~ 2358
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/sty1197	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 Inayoshi Kohei, Ichikawa Kohei, Haiman Zoltan	4. 巻 863
2. 論文標題 Gravitational Waves from Supermassive Black Hole Binaries in Ultraluminous Infrared Galaxies	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 L36 ~ L36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/aad8ad	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 Lopez-Rodriguez Enrique, Fuller Lindsay, Alonso-Herrero Almudena, Efstathiou Andreas, Ichikawa Kohei, Levenson Nancy A., Packham Chris, Radomski James, Almeida Cristina Ramos, Benford Dominic J., Berthoud Marc, Hamilton Ryan, Harper Doyal, Kov?vcs Attila, Santos Fabio P., Staguhn J., Herter Terry	4. 巻 859
2. 論文標題 The Emission and Distribution of Dust of the Torus of NGC 1068	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 99 ~ 99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aabd7b	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 Arimatsu K., Tsumura K., Usui F., Shinnaka Y., Ichikawa K., Ootsubo T., Kotani T., Wada T., Nagase K., Watanabe J.	4. 巻 1
2. 論文標題 A kilometre-sized Kuiper belt object discovered by stellar occultation using amateur telescopes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Astronomy	6. 最初と最後の頁 1~1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41550-018-0685-8	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 -

〔学会発表〕 計21件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 16件）

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 WERGS: Optically-faint radio galaxies discovered by Subaru/HSC and VLA/FIRST
3. 学会等名 HSC-eROSITA meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 IR view of X-ray AGN: The covering factor of gas and dust in Swift/BAT AGN
3. 学会等名 Supermassive black holes: Environment and Evolution (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 Gravitational Waves from SMBH binaries in U/HyLIRGs
3. 学会等名 EWASS 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 Complete IR View of Swift/BAT AGN
3. 学会等名 AGN-Starburst meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 Seeing common or rare AGN with TMT
3. 学会等名 TMT Science Forum 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 Obscured SMBH assembly using multi-wavelength and wide-field surveys
3. 学会等名 Subaru 20: Optical and Infrared Astronomy for the next Decade (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 Extremely radio loud galaxies
3. 学会等名 Subaru/HSC AGN meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 Discovery of Dying AGN in Arp 187: Experience of Drastic Luminosity Decline within $10^4$ yr
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 Observation of Supermassive Black Holes
3. 学会等名 SMBH研究推進連絡会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 Extremely radio-loud AGN discovered by Subaru/HSC
3. 学会等名 Extremely Big Eyes on the Early Universe 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 Host galaxy properties of pure-IR AGN
3. 学会等名 BASS workshop 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 Gravitational wave signals from SMBHs in Hy/ULIRGs
3. 学会等名 East Asia high-z galaxy workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 The Covering Factor of Dust and Gas in Swift/BAT AGN
3. 学会等名 East Asia AGN workshop 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 BASS Survey: The Covering Factor of Dust and Gas in Swift/BAT AGN
3. 学会等名 TORUS2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 Extremely radio-loud AGN residing in low-mass galaxies discovered by HSC survey
3. 学会等名 Formation and evolution of SMBHs (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 The complete IR view of the Swift/BAT 70 month AGN catalog
3. 学会等名 42nd COSPAR Assembly (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 Dying AGN in Arp 187
3. 学会等名 ASNY50 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 BAT AGN Spectroscopy Survey: The Covering Factor of Dust and Gas in Swift/BAT AGN
3. 学会等名 NERQUAM 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 The Covering Factor of Dust and Gas in Swift/BAT Active Galactic Nuclei
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 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 The beginning and ending phase of AGN
3. 学会等名 具AGN研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Ichikawa
2. 発表標題 Looking at drastic AGN luminosity decline in Arp 187 within 10 <sup>4</sup> years
3. 学会等名 5th Galaxy workshop
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>史上初、太陽系の果てに極めて小さな始原天体を発見  <a href="https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2019/01/press-20190125-02-KB0.html">https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2019/01/press-20190125-02-KB0.html</a>          史上初、太陽系の果てに極めて小さな始原天体を発見  <a href="http://www.sci.tohoku.ac.jp/news/20190129-10060.html">http://www.sci.tohoku.ac.jp/news/20190129-10060.html</a>          最期を迎えた超巨大ブラックホールの発見 死を迎えても輝きを失わないブラックホール  <a href="http://www.sci.tohoku.ac.jp/news/20190401-10163.html">http://www.sci.tohoku.ac.jp/news/20190401-10163.html</a>          Active Galactic Nucleus caught in the act of dying  <a href="http://www.sci.tohoku.ac.jp/english/news/20190401-10200.html">http://www.sci.tohoku.ac.jp/english/news/20190401-10200.html</a></p>
---

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

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