

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：62616

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H01943

研究課題名（和文）次世代の国際VLBI観測網で明らかにする巨大ブラックホールジェットの磁力線構造

研究課題名（英文）Probing magnetic fields of supermassive black-hole jets with next-generation international VLBI networks

研究代表者

秦 和弘 (Hada, Kazuhiro)

国立天文台・水沢VLBI観測所・助教

研究者番号：60724458

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,410,000円

研究成果の概要（和文）：巨大ブラックホールから噴出する強力ジェットの生成機構の解明は天文学における最重要課題の一つである。本研究では、ブラックホール周辺ガスから放たれる偏光に着目し、磁場構造などを調べることで上記の謎に迫った。そのために、日本の電波望遠鏡ネットワークVERAの両偏波受信システムを整備し、東アジア地域で協力して「東アジア両偏波電波観測ネットワーク」を形成し、近傍の巨大ブラックホール天体を詳しく観測した。その結果、幾つかの天体では非常に強力な磁場がブラックホール周辺に存在する兆候を得た。本研究成果は、ジェットの発生メカニズムに磁場が強く関与していることを示すものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

銀河の中心に存在する巨大ブラックホールは宇宙で最も謎に満ちた天体であり、その姿や性質の解明には極めて高い視力を持った電波望遠鏡による観測が重要である。本研究ではブラックホール周辺のガスに付随する磁場構造を詳しく観測することで、ジェットの発生メカニズムに新たな知見をもたらすなど、宇宙最大の謎の一つに迫る学術的意義の大きな研究成果を得た。またブラックホールは日常生活とは無縁だが、子供からお年寄りまで関心の高いテーマであることから、人類の知のフロンティアを開拓したという意味でも社会的意義のある成果となった。

研究成果の概要（英文）：Elucidation of the generation mechanism of powerful jets ejected from supermassive black holes is one of the most important questions in astronomy. In this research, we focused on the polarization emitted from the gas around the black hole and investigated the magnetic field structure to address the above mystery. To this end, we implemented dual-polarization receiving system for the Japanese radio telescope network VERA, and together with other radio telescopes in East Asia, we observed polarized emission from nearby supermassive black holes and jets using the East Asian VLBI Network. We obtained a clue for the presence of strong magnetic fields for some targets. The results suggest that magnetic fields play a key role in jet generation mechanisms from supermassive black holes.

研究分野：電波天文学

キーワード：電波天文学 VLBI ブラックホール ジェット 活動銀河核

1. 研究開始当初の背景

「活動銀河中心核からの相対論的ジェットはいかにして生成・加速され、細く絞り込まれるのか?」これが本研究課題の核心をなす問いであり、現代天文学において約半世紀に渡る難問である。活動銀河ジェットは莫大な力学的エネルギーによって母銀河や銀河間空間にも影響を与え、その解明は宇宙進化の理解においても重要である。2000年代からの数値実験の進展により、理論的には「磁場駆動型モデル」が最有力候補として注目されている(e.g., Komissarov 2009)。本モデルによると、ブラックホール(BH)近傍で増幅された磁場がジェットを駆動し、磁気音速点付近で螺旋状に巻き付き始めた磁力線の締め付け効果によって、BH近傍約 $z \sim 10$ -10000 シュバルツシルト半径(R_s)の距離にかけて物質の絞込と加速が始まると予想されている。よってあらゆる装置の中で最高分解能を誇る VLBI でこの領域を直接撮像することが生成機構解明に向けて重要である。このような状況において、2010年代からは Event Horizon Telescope (EHT)などの新しい VLBI 手法が登場し、ジェット観測はホライズンスケールでの直接探査が本格化しつつある。とりわけ最近傍の活動銀河ジェット M87 ではここ数年で「加速」「収束」領域の探査が飛躍的に進み、磁場駆動型モデルを支持する観測結果が得られ始めている (e.g., Hada et al. 2017)。一方で「磁場構造」に関する観測的探査は未だ進んでおらず、理論との直接比較には至っていない。その最大の原因は、「偏波という微弱な信号を高い SN 比で検出できるだけの感度」を備え、かつ「BH 本体から遠方まで数桁の空間スケールに渡る磁力線形状とその進化をモニターできるだけの解像度と専有的な観測」が可能な VLBI 観測網・アプローチが存在しなかったからである。加速・収束という「間接的傍証」を皮切りに、次第に螺旋状に巻き付く磁力線形状そのものまで VLBI によってマッピングできれば、磁場駆動モデル解明の最も直接的かつ決定的な証拠となるはずである。

2. 研究の目的

本研究では最重要 BH ジェット天体 M87 を対象に、ミリ波 230GHz 帯で行われる根元の EHT 観測に合わせて、東アジア VLBI ネットワーク(East Asian VLBI Network; EAVN) でジェットの偏波観測を行い、EHT と EAVN データを相補的に活用することでジェット生成領域磁場構造の観測的解明を目指す。

3. 研究の方法

この目的達成のために、EAVN 最南端・最東端に位置する VERA 石垣・小笠原局の 22/43GHz 帯両偏波受信システムを整備し、大口径望遠鏡を含む計 11 局・最大基線長 5500km という世界トップレベルのセンチ波帯 VLBI 偏波ネットワークを構築する。そして本観測網を用いて、ジェット根元を徹底的に両偏波でモニター観測し、ジェット駆動領域の磁場構造を捉える。

4. 研究成果

2019 年度は当初の計画通り、石垣 22GHz 帯と小笠原 22GHz/43GHz 帯右旋偏波受信側の周波数変換器を水沢にして開発・製作し、両局に設置した。年度後半には VERA4 局にて 22/43GHz 帯の初試験観測を実施し、両偏波ファーストフリッジの検出に成功した。これを受け、2019 年 12 月と 2020 年 1 月に VERA、茨城、韓国 KVN、上海、ウルムチ局の計 11 局で初の EAVN 両偏波試験観測(22 及び 43GHz 帯、1Gbps 記録)を実施することができた。

このように初年度は大変順調なスタートを切ったのだが、2020 年度以降は新型コロナウイルスの感染拡大により、本研究課題の柱に据える予定だった 2020 年 4 月の EHT/EAVN キャンペーン観測が中止になるなど、大変厳しいものとなった。しかしこうした状況においても、我々は研究計画をアップデートすることで次のような成果を着実に創出することができた。まず、2017 年に取得された M87 の EHT230GHz のデータについて、EHT 国際チームで協力してデータ分析をすすめ、史上はじめて M87 の事象の地平線スケールの磁場構造をマッピングすることに成功した(EHT Collaboration et al. 2021a,b)。本論文では共同研究者の田崎・本間・秋山らによるスパースモデリングの画像復元技術が大いに貢献した。次に、VERA を含む EAVN を用いて、主に明るいブレーザーを中心に両偏波観測を複数回実施し、VERA 両偏波受信システムの性能評価を大きく前進させるとともに、目標の 1 つであった EAVN によるジェットの偏波分布マップをついに作成することに成功した。研究最終年度(2021 年度)には特に広帯域記録に注力し、VERA 及び EAVN による両偏波観測をさらに推進した。EAVN については、日韓中の計 10 局が参加して、初の 4Gbps 広帯域 EAVN 両偏波試験観測に成功した。これは前年度まで EAVN 両偏波観測で可能だった記録レートを 4 倍も上回るものである。観測データは性能評価のため日本(水沢)、韓国(テジョン)、中国(上海)の相関器で独立に相関処理を行った。水沢で相関処理したデータについては研究チームで詳細なデータ解析を進め、3C273 をはじめとする複数のジェット天体の高感度な偏波マップを取得することができた。また VERA 単独では、16Gbps という世界でも類を見ない超広帯域の両偏波観測に複数回成功した。これにより、偏波角のバンド内

ファラデー回転が測定可能になった。実際この観測では質量降着率の高い狭輝線 1 型セイファート銀河など、高密度環境に置かれた BH 天体を観測しており、M87 や BLLac では見られない大きなファラデー回転の兆候を初めて捉えた。以上は偏波観測の新たなパラメータスペースの開拓を可能にするものであり、また大学院生の博士論文の主要データとしても活用された。

以上のとおり、本研究は不運にも新型コロナウイルスの猛威と時期が重なり当初の研究計画からは大幅な変更を余儀なくされたが、そのような状況においても VERA/EAVN 両偏波観測網の大幅なアップグレードができたことは大変意義のあるものであった。当初の目標だった EHT と EAVN の同時観測によるジェット磁力線構造の比較は今後の宿題となるが、大幅に性能向上した観測網をフル活用することで、ジェット形成メカニズムにより強力な制限をつけることができるようになるだろう。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件／うち国際共著 18件／うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 EHT Multi-wavelength Science Working Group et al.	4. 巻 911
2. 論文標題 Broadband Multi-wavelength Properties of M87 during the 2017 Event Horizon Telescope Campaign	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L11～L11
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3847/2041-8213/abef71	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 Goddi C., EHT Collaboration et al.	4. 巻 910
2. 論文標題 Polarimetric Properties of Event Horizon Telescope Targets from ALMA	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L14～L14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3847/2041-8213/abee6a	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 EHT Collaboration et al.	4. 巻 910
2. 論文標題 First M87 Event Horizon Telescope Results. VIII. Magnetic Field Structure near The Event Horizon	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	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/abe4de	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 EHT Collaboration et al.	4. 巻 910
2. 論文標題 First M87 Event Horizon Telescope Results. VII. Polarization of the Ring	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L12～L12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3847/2041-8213/abe71d	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 Park Jongho, Hada Kazuhiro, Nakamura Masanori, Asada Keiichi, Zhao Guangyao, Kino Motoki	4. 巻 909
2. 論文標題 Jet Collimation and Acceleration in the Giant Radio Galaxy NGC 315	5. 発行年 2021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/abd6ee	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 Wielgus M., EHT Collaboration et al.	4. 巻 901
2. 論文標題 Monitoring the Morphology of M87* in 2009-2017 with the Event Horizon Telescope	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 67 ~ 67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abac0d	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 Hada Kazuhiro, Niinuma Kotaro, Sitarek Julian, Spingola Cristiana, Hirano Ayumi	4. 巻 901
2. 論文標題 Millimeter-VLBI Detection and Imaging of the Gravitationally Lensed γ -Ray Blazar JVAS B0218+357	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 2 ~ 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abaab1	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 Kim Jae-Young, EHT Collaboration et al.	4. 巻 640
2. 論文標題 Event Horizon Telescope imaging of the archetypal blazar 3C 279 at an extreme 20 microarcsecond resolution	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Astronomy & Astrophysics	6. 最初と最後の頁 A69 ~ A69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/0004-6361/202037493	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 Hada Kazuhiro	4. 巻 8
2. 論文標題 Relativistic Jets from AGN Viewed at Highest Angular Resolution	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Galaxies	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) 10.3390/galaxies8010001	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 -

1. 著者名 MAGIC Collaboration, et al.	4. 巻 492
2. 論文標題 Monitoring of the radio galaxy M87 during a low-emission state from 2012 to 2015 with MAGIC	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 5354 ~ 5365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa014	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 Nakahara Satomi, Doi Akihiro, Murata Yasuhiro, Nakamura Masanori, Hada Kazuhiro, Asada Keiichi, Sawada-Satoh Satoko, Kamenoi Seiji	4. 巻 159
2. 論文標題 The Two-sided Jet Structures of NGC 1052 at Scales from 300 to 4×10^7 Schwarzschild Radii	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astronomical Journal	6. 最初と最後の頁 14 ~ 14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-3881/ab465b	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 Park Jongho, Hada Kazuhiro (2番目), Kotaro Niinuma (16番目), Fumie Tazaki (21番目), Mareki Honma (22番目), Yoshiaki Hagiwara (39番目)、他33名	4. 巻 887
2. 論文標題 Kinematics of the M87 Jet in the Collimation Zone: Gradual Acceleration and Velocity Stratification	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 147 ~ 147
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab5584	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 Nokhrina E E, Gurvits L I, Beskin V S, Nakamura M, Asada K, Hada K	4. 巻 489
2. 論文標題 M87 black hole mass and spin estimate through the position of the jet boundary shape break	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 1197 ~ 1205
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz2116	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 Koyama Shoko, Kino Motoki, Doi Akihiro, Niinuma Kotaro, Giroletti Marcello, Paneque David, Akiyama Kazunori, Giovannini Gabriele, Zhao Guang-Yao, Ros Eduardo, Kataoka Jun, Orienti Monica, Hada Kazuhiro, Nagai Hiroshi, Isobe Naoki, Kobayashi Hideyuki, Honma Mareki, Lico Rocco	4. 巻 884
2. 論文標題 Stable Radio Core of the Blazar Mrk 501 during High-energy Active State in 2012	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 132 ~ 132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab4260	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 Lee Taeseok, Hada Kazuhiro (7番目), Kotaro Niinuma (8番目), Fumie Tazaki (17番目), Yoshiaki Hagiwara (21番目), Mareki Honma (22番目)	4. 巻 486
2. 論文標題 Jet kinematics of the quasar 4C+21.35 from observations with the KaVA very long baseline interferometry array	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 2412 ~ 2421
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz970	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 Nakahara Satomi, Doi Akihiro, Murata Yasuhiro, Nakamura Masanori, Hada Kazuhiro, Asada Keiichi	4. 巻 878
2. 論文標題 The Cygnus A Jet: Parabolic Streamlines up to Kiloparsec Scales	5. 発行年 2019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/ab1b0e	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 The Event Horizon Telescope Collaboration	4. 巻 875
2. 論文標題 First M87 Event Horizon Telescope Results. VI. The Shadow and Mass of the Central Black Hole	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L6 ~ L6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ab1141	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 The Event Horizon Telescope Collaboration	4. 巻 875
2. 論文標題 First M87 Event Horizon Telescope Results. V. Physical Origin of the Asymmetric Ring	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L5 ~ L5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ab0f43	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 The Event Horizon Telescope Collaboration	4. 巻 875
2. 論文標題 First M87 Event Horizon Telescope Results. III. Data Processing and Calibration	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L3 ~ L3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ab0c57	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 The Event Horizon Telescope Collaboration	4. 巻 875
2. 論文標題 First M87 Event Horizon Telescope Results. II. Array and Instrumentation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	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/ab0c96	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 The Event Horizon Telescope Collaboration	4. 巻 875
2. 論文標題 First M87 Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of the Supermassive Black Hole	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L1~L1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ab0ec7	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24件 (うち招待講演 18件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 K. Hada
2. 発表標題 Multi-wavelength Observations of M87
3. 学会等名 Black Hole Astrophysics with VLBI: Multi-Wavelength and Multi-Messenger Era (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Hada
2. 発表標題 MWL updates on M87 and AGN: Low-energy (radio/mm) perspective
3. 学会等名 EHT Collaboration Meeting 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 秦和弘
2. 発表標題 ミリ波VLBIによる巨大ブラックホール観測
3. 学会等名 (サブ)ミリ波単一鏡の革新で挑む、天文学の未解決問題 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秦和弘
2. 発表標題 JCMT-VLBI超高分像度ミリ波観測で探る超巨大ブラックホール
3. 学会等名 ワークショップ 北半球で口径最大焦点面装置ととも充実サブミリ波単一鏡 JCMTを使ってみよう(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秦和弘
2. 発表標題 Event Horizon Telescopeによるブレーザー3C279の20マイクロ秒角スケールイメージング
3. 学会等名 日本天文学会2020 秋季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田崎文得
2. 発表標題 EHTによるM87ブラックホール・シャドウの撮影
3. 学会等名 宇宙電波懇談会シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田崎文得
2. 発表標題 ブラックホール画像化
3. 学会等名 2020年度画像電子学会年次大会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hada, K.
2. 発表標題 Results from recent EATING VLBI Observations for M87
3. 学会等名 EATING VLBI Workshop 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hada, K.
2. 発表標題 M87 First Event Horizon Telescope Results and The East Asian VLBI Network
3. 学会等名 1st mini-workshop on compact objects and multi-wave emission, Urumqi (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hada, K.
2. 発表標題 Expanding AGN Studies with EAVN and TNRT
3. 学会等名 NARIT-NAOJ Collaboration Meeting 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hada, K.
2. 発表標題 Introduction of VERA and AGN Science with EAVN
3. 学会等名 The 1st Malaysian VLBI Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hada, K.
2. 発表標題 Overview of Multi-wavelength Working Group Status
3. 学会等名 EHT Collaboration Meeting 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秦和弘
2. 発表標題 Event Horizon Telescopeによるブラックホール観測の初期成果と国際協力
3. 学会等名 国際天文学連合100年記念シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秦和弘
2. 発表標題 イベント・ホライズン・テレスコープによるブラックホールシャドウ初撮影
3. 学会等名 日本天文教育普及研究会総会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秦和弘
2. 発表標題 センチ波によるAGN観測と東アジアVLBI
3. 学会等名 SKA Japanシンポジウム 2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秦和弘、崔玉竹、紀基樹、本間希樹、Bong Won Sohn、EAVN AGN Science Working Group
2. 発表標題 M87-EHT-2017キャンペーンに同期した東アジアVLBIネットワーク観測で迫る、ブラックホール-ジェットコネクション
3. 学会等名 日本天文学会2019秋
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hada, K.
2. 発表標題 Collimation, acceleration and recollimation shock in the jet of gamma-ray emitting NLS1 galaxy 1H0323+342
3. 学会等名 Active Galactic Nucleus Jets in the Event Horizon Telescope Era (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 秦和弘
2. 発表標題 イベントホライズンテレスコープによるブラックホールシャドウ初撮影
3. 学会等名 光産業技術シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田崎文得
2. 発表標題 ブラックホール観測と画像化 史上初の成果に至るまで
3. 学会等名 画像電子学会第290回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田崎文得、秋山和徳、森山小太郎、小山翔子、笹田真人、池田思朗、永井洋、本間希樹、秦和弘、沖野大貴、浅田圭一、水野陽介、EHT Collaboration
2. 発表標題 EHT による M87*の観測成果 IV:画像化方法の評価とリング構造の抽出
3. 学会等名 日本天文学会2019秋
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tazaki, F.
2. 発表標題 Imaging the black hole shadow of M87
3. 学会等名 EAVN Workshop 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tazaki, F., Honma, M.
2. 発表標題 Overview of the first EHT results
3. 学会等名 Active Galactic Nucleus Jets in the Event Horizon Telescope Era (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tazaki, F.
2. 発表標題 First Ever Image of a Black Hole
3. 学会等名 UK-Japan FoS Meeting 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笹田真人, 浅田圭一, 秋山和徳, 森山小太郎, 水野陽介, 本間希樹, 池田思朗, EHT Collaboration
2. 発表標題 EHTによるM87*の観測成果VI: ブラックホールパラメータの推定
3. 学会等名 日本天文学会2019秋
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>多波長同時観測でさぐるM87巨大ブラックホールの活動性と周辺構造：地上・宇宙の望遠鏡が一致団結 https://www.nao.ac.jp/news/science/2021/20210414-eh.html イベント・ホライズン・テレスコープ・プロジェクトがM87ブラックホールごく近傍の磁場の画像化に成功 https://www.miz.nao.ac.jp/eh-j/c/pr/pr20210324 クエーサー 3C 279 の中心で輝くジェットを EHT が高解像度で観測 https://www.miz.nao.ac.jp/eh-j/c/pr/pr20200407 史上初、ブラックホールの撮影に成功！ https://www.miz.nao.ac.jp/eh-j/c/pr/pr20190410</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	萩原 喜昭 (Hagiwara Yoshiaki) (60399300)	東洋大学・文学部・教授 (32663)	
研究分担者	田崎 文得 (Tazaki Fumie) (10800609)	国立天文台・水沢 V L B I 観測所・特別客員研究員 (62616)	
研究分担者	笹田 真人 (Sasada Mahito) (10725352)	広島大学・宇宙科学センター・特任助教 (15401)	

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
研究協力者	小山 友明 (Oyama Tomoaki)		
研究協力者	鈴木 駿作 (Suzuki Syunsaku)		
研究協力者	本間 希樹 (Honma Mareki)		
研究協力者	米倉 覚則 (Yonekura Yoshinori)		
研究協力者	新沼 浩太郎 (Niinuma Kotaro)		
研究協力者	藤澤 健太 (Fujisawa Kenta)		
研究協力者	河野 裕介 (Kono Yusuke)		
研究協力者	嶺重 慎 (Mineshige Shin)		

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