

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2023

課題番号：18K13594

研究課題名（和文）一般相対論的な輻射・偏光輸送計算で探る降着ブラックホール・中性子星の質量とスピン

研究課題名（英文）Exploring mass and spin of black holes and neutron stars via computations of general relativistic polarized radiative transfer

研究代表者

川島 朋尚（Kawashima, Tomohisa）

東京大学・宇宙線研究所・特任研究員

研究者番号：90750464

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：ブラックホールや中性子星のようなコンパクト天体における時空構造や周囲のプラズマ構造を探るために、一般相対論的輻射輸送コードを開発した。コードを用いた計算したブラックホールシャドウの電波イメージを通してブラックホールスピンの制限を与える新たな手法を構築するとともに、Event Horizon Telescopeによるブラックホールシャドウや多波長スペクトル観測論文について理論解釈を行い、大規模国際研究プロジェクトへも貢献した。さらにブラックホール近傍の相対論的ジェット形成領域の電波イメージが近い将来において観測で検出される可能性があることも明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究成果の学術的意義は、まずブラックホールシャドウの観測データに対する理論解釈を行なったことで、ブラックホールの質量に制限を与えるとともに一般相対性理論についての検証が行えたことである。さらに、独自のアイデアにより、現状の観測では制限の難しいブラックホールのスピン値について制限を与える新たな手法を構築したことである。またアインシュタインの一般相対性理論やブラックホールは、社会全体において広く高い関心が持たれている。本研究による上記の成果は最先端の研究成果として各種メディアを通して大きく報道され、サイエンスの普及という意味で大きな社会的意義を担ったといえる。

研究成果の概要（英文）：We developed a general relativistic radiative transfer code to explore the space-time of compact objects, e.g., black holes and neutron stars, and plasma structure surrounding them. We constructed a new method to constrain the black hole spin through radio images of black hole shadows calculated with the code, and provided theoretical interpretations of the black hole shadow and multi-wavelength observation paper by Event Horizon Telescope, contributing to a large-scale international research project. We also revealed that, in the vicinity of the black holes, the radio image of the formation regions of the relativistic jets will be detected by near future observations.

研究分野：理論天文学

キーワード：ブラックホール 中性子星 一般相対論的輻射輸送 ブラックホールシャドウ 多波長放射 偏光 イベント・ホライズン・テレスコープ

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

ブラックホールには巨大ブラックホール、中間質量ブラックホール、恒星質量ブラックホールと様々な質量クラスがある。これらのブラックホール候補天体の質量やスピンを推定するために多くの理論的な研究が行われてきているが、どの質量クラスのブラックホールであっても依然として大きな不定性を含んでいる。また、恒星質量ブラックホールに関しては、中性子星との区別がつきにくい。とくに系外銀河で観測される極めて明るい X 線点源である謎の超高光度 X 線源では、中心天体の候補として中性子星、恒星質量ブラックホール、中間質量ブラックホールが挙げられており、中性子星、恒星質量・中間質量ブラックホールの判別方法も喫緊の課題である。これらの問題の本質的な原因の 1 つは、ブラックホールや中性子星の質量やスピンを推定するために用いる降着流やコロナ、ジェット、これらの構造に多くの不定性があったことである。しかし近年、ブラックホール・中性子星まわりのプラズマを解くのに必要な輻射、磁場、流体、そして一般相対論効果のすべてを同時に解く一般相対論的輻射磁気流体シミュレーションが実施され始め、この問題へのアプローチが可能となった。一般相対論的輻射磁気流体シミュレーションで得られる情報は、プラズマの密度や温度、速度といった物理量の空間分布のみであり、観測データと直接比較を行うためにはシミュレーション結果を用いて一般相対論的輻射輸送計算を実施して輻射スペクトルやイメージングといった観測的可視化を行う必要がある。現実の天体の降着流・コロナ・ジェットの構造や降着率、さらに中心天体の質量やスピンのような物理量の推定を行うことが可能になる。さらに偏光を用いると、より詳細なプラズマの構造を知ることができる。X 線偏光を用いると、コンプトン散乱を通して降着流およびコロナの幾何学的構造を探ることができ、偏波(電波偏光)を用いると、シンクロトロン放射・吸収、ファラデー回転・変換を通してジェットの磁場構造を知ることができる。偏光から推定されたプラズマ構造から天体の質量とスピンの更に強い制限を与えることが可能となる。X 線偏光は未踏の分野であったが、IXPE 等の X 線偏光観測衛星計画が 2020 年代の打ち上げに向けて進められおり、巨大ブラックホールのジェット根元の磁場構造は、2017 年度から稼働開始した Event Horizon Telescope (EHT)による偏波観測を通して知ることが可能になりつつある。

2. 研究の目的

個々の降着ブラックホールと中性子星の基本的な物理量(質量、スピン、質量降着率、降着流とコロナとジェットの構造)を一般相対論的輻射輸送および偏光輸送計算を実施して一般相対論的輻射磁気流体シミュレーション結果と観測データの直接比較により明らかにすること、これが本研究の目的である

3. 研究の方法

ブラックホール研究において、輻射は極めて重要である。ブラックホールの観測が周囲のプラズマから放出される輻射を介して行われるためである。しかし、輻射と物質の相互作用を解くことは極めて難しい。空間・運動量の 6 次元問題となるためである。そこで、本研究課題では詳細な放射過程を扱う 6 次元の一般相対論的多波長輻射輸送計算コード「RAIKOU(来光)」を開発し、ブラックホール時空構造およびブラックホール周囲のプラズマ構造を明らかにする。特にコンプトン・逆コンプトン散乱まで考慮した電波から TeV ガンマ線までを計算するのが本研究の特色である。そして多波長計算からブラックホール近傍における電子の加熱・加速にも迫る。また、偏光計算モジュールも開発・実装し、ブラックホール周囲のプラズマの幾何構造に制限を与える。

4. 研究成果

(1) 一般相対論的多波長輻射輸送計算コード RAIKOU の開発

一般相対論的多波長輻射輸送コードを開発した。輻射過程は、ブラックホール近傍で重要なシンクロトロン放射・吸収、制動放射・吸収、コンプトン・逆コンプトン散乱の計算を実装した。電子分布は熱的電子に加え、非熱的電子を考慮している。これにより電波から TeV ガンマ線までの輻射イメージおよび輻射スペクトルが計算可能になった。図 1 は一般相対論的磁気流体シミュレーションの磁気流体データを用いて計算した、ブラックホールシャドウを含む多波長イメージおよびスペクトルである。EHT 等のデータ解釈や今後の観測予言を行うことが可能となった。また、コ

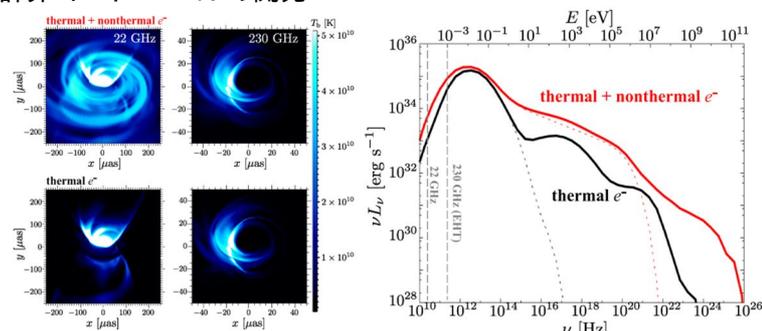


図 1. RAIKOU コードを用いて計算した多波長イメージ(左)およびスペクトル(右)。電波から TeV ガンマ線までの幅広い放射特性を計算することが可能である(Kawashima et al. 2023)。

ンプトン散乱過程を含めて X 線のブラックホールシャドウを世界で初めて計算することに成功した(Kawashima et al. 2023)。

(2) 次世代スペース VLBI に向けたブラックホールスピンの新測定法の提案

橢円銀河 M87 のブラックホールシャドウ観測では、ブラックホール質量に強い制限を与えたが、ブラックホール・スピンに関しては制限が与えられなかった。そこで我々は、新たなブラックホール・スピンの測定手法を構築すべく、光度がやや高い状況で現れる三日月状シャドウに着目した。この三日月状シャドウの幅はブラックホール・スピン値が高いほど大きくなる。そして、この手法を用いると EHT をスペース VLBI (観測アンテナを宇宙に配置) によりブラックホールのスピン値への制限も可能なことを示した (図 2, Kawashima et al. 2019)。



図 2. 計算した M87 高光度状態のシャドウ予測。ブラックホール周囲が高光度でかつブラックホール・スピンの高速である場合は三日月状シャドウが付随し、高速スピンの証拠となることを見出した(Kawashima et al. 2019)。

(3) 次世代地上 EHT で探る相対論的ジェットの形成機構とブラックホールスピン

相対論的ジェットの形成機構は、ジェットの発見から 100 年以上たった現在も不明であり、宇宙物理学における最も重要な未解決課題の一つである。我々は M87 の BH シャドウにジェット根元の放射が含まれる可能性に着目し、(i) 高速スピン(最大値の 90%以上)の場合に EHT の BH シャドウを再現すること、(ii) ジェット根元像は次世代地上 EHT で検証可能なことを示した (図 3)。モデルには依存するが、(i) によって EHT 観測後に世界で初めてスピン値へ大まかな制限を与えることに成功した(Kawashima et al. 2021)。

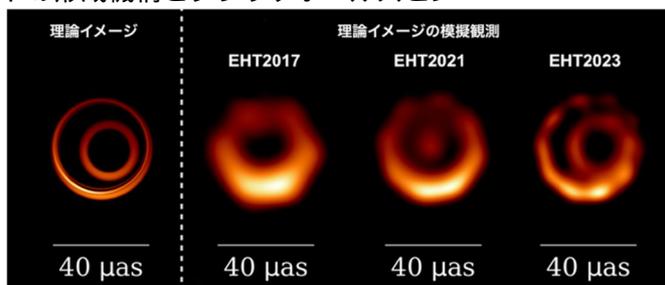


図 3. ジェット根元からの放射を仮定した M87 の BH シャドウ理論および模擬観測イメージ (Kawashima+2021)。内側リングがジェット根元放射の直接像である。

(4) EHT 観測データの理論解釈

我々は本研究課題で開発した RAIKOU コードを用いて EHT に参加し、BH シャドウ初撮像論文に貢献した (EHTC 2019, 2022 incl. Kawashima)。これを受け、我々は Breakthrough prize 2019 等を受賞した。EHT の M87 多波長観測論文ではスペクトル計算を実施して理論解釈の中心的役割を担い、ガンマ線の放射領域は BH シャドウ領域と異なるという重要な結論を出した (図 3, 業績 [39] EHT MWL Science Working Group et al. 2021, incl. Kawashima)。EHT の一般相対論的輻射輸送コード比較論文にも RAIKOU を用いて主要著者として貢献した (業績 [46] Gold+2020, incl. Kawashima)。

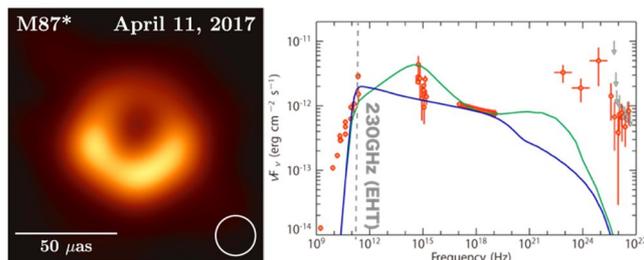


図 4. (左): M87 の BH シャドウ (EHT Collaboration, incl. Kawashima 2019)、(右): 多波長スペクトル。緑線は RAIKOU の計算結果 (EHT MWL Science Working Group et al. incl. Kawashima, 2021)。

(5) 偏光計算コードへの拡張

開発した RAIKOU コードをベースに、偏光を考慮した一般相対論的輻射輸送コードへ拡張した (図 5)。曲がった時空中の光子の伝搬による偏光角の回転の効果を計算するモジュールを開発・実装した。さらに共同研究者である筑波大学大学院生の竹林晃大氏や同大学の須賀健氏との共同研究によりコンプトン散乱・逆コンプトン散乱に伴う偏光度および偏光角の変化を計算するモジュールを開発・実装を行なった。降着円盤に加えて相対論的ジェットにおける逆コンプトン散乱を考慮すると、IXPE で観測される系内ブラックホール候補天体 Cyg X-1 の偏光角および偏光度の特徴を再現できることを明らかにした (投稿準備中)

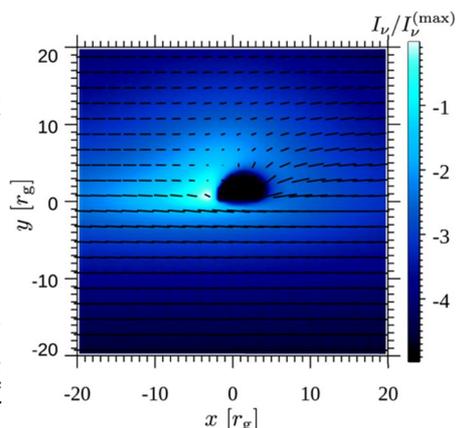


図 5. ブラックホール降着流の偏光マップ。色は明るさを、線分の長さは偏光度の高さを、向きは偏光角を表す。

(6) 強磁場中性子星の極方向への超臨界降着

特定の超高光度 X 線源では X 線パルスが観測されているため、少なくとも一部の超高光度 X 線源の中心天体は強磁場を伴う中性子星であると考えられる。しかし、強磁場を伴う中性子星への超臨界降着のダイナミクスや限界光度についてはわかっていなかった。そこで強磁場を伴う中性子星の極方向への超臨界降着流の軸対称 2 次元輻射流体シミュレーションを実施した。ここで強磁場の効果を輻射磁気流体シミュレーションで取り入れることは数値計算のテクニカルな理由で非常に困難なため、磁力線の方向が動径方向であると仮定し、流体の運動を動径方向に限定することで強磁場の効果を模擬した。シミュレーションの結果、極冠への柱状の降着流の中に輻射圧駆動アウトフローの層が複数現れる一方で、降着流の層も複数維持されることがわかった。柱状の降着流の側面から光子が抜けることでエディントン光度と呼ばれる古典的な臨界光度の約 30 倍の光度にまで到達し、一部のパルス放射を伴う超高光度 X 線源の光度を説明することができることが明らかになった(Kawashima et al. 2020)。また、一般相対論的輻射磁気流体シミュレーションにより得られた、ブラックホールと(弱磁場)中性子星の超臨界降着流およびアウトフローのスナップショットを用いて X 線スペクトル計算を実施した。その結果、ブラックホールの方が中性子星よりも硬いスペクトルになること、特にブラックホールがスピンを伴うときはより硬いスペクトルになることを明らかにした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計52件（うち査読付論文 52件 / うち国際共著 37件 / うちオープンアクセス 36件）

1. 著者名 Jorstad Svetlana, Wielgus Maciek, Lico Rocco, et al.	4. 巻 943
2. 論文標題 The Event Horizon Telescope Image of the Quasar NRAO 530	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 170 ~ 170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/acaea8	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 Cheng Xiaopeng, Cho Ilje, Kawashima Tomohisa, Kino Motoki, Zhao Guang-Yao, Algaba Juan-Carlos, Kofuji Yutaro, Lee Sang-Sung, Lee Jee-Won, Cheong Whee Yeon, Jiang Wu, Oh Junghwan	4. 巻 11
2. 論文標題 Monitoring the Size and Flux Density of Sgr A* during the Active State in 2019 with East Asian VLBI Network	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Galaxies	6. 最初と最後の頁 46 ~ 46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/galaxies11020046	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 Yoshioka Shogo, Mineshige Shin, Ohsuga Ken, Kawashima Tomohisa, Kitaki Takaaki	4. 巻 74
2. 論文標題 Large-scale outflow structure and radiation properties of super-Eddington flow: Dependence on the accretion rates	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 1378 ~ 1395
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psac076	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 Botella Ignacio, Mineshige Shin, Kitaki Takaaki, Ohsuga Ken, Kawashima Tomohisa	4. 巻 74
2. 論文標題 Structure of the super-Eddington outflow and its impact on the cosmological scale	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 384 ~ 397
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psac001	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 Event Horizon Telescope Collaboration	4. 巻 930
2. 論文標題 First Sagittarius A* Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of the Supermassive Black Hole in the Center of the Milky Way	5. 発行年 2022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/ac6674	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 Event Horizon Telescope Collaboration	4. 巻 930
2. 論文標題 First Sagittarius A* Event Horizon Telescope Results. II. EHT and Multiwavelength Observations, Data Processing, and Calibration	5. 発行年 2022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/ac6675	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 Event Horizon Telescope Collaboration	4. 巻 930
2. 論文標題 First Sagittarius A* Event Horizon Telescope Results. III. Imaging of the Galactic Center Supermassive Black Hole	5. 発行年 2022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/ac6429	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 Event Horizon Telescope Collaboration	4. 巻 930
2. 論文標題 First Sagittarius A* Event Horizon Telescope Results. IV. Variability, Morphology, and Black Hole Mass	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L15 ~ L15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ac6736	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 Event Horizon Telescope Collaboration	4. 巻 930
2. 論文標題 First Sagittarius A* Event Horizon Telescope Results. V. Testing Astrophysical Models of the Galactic Center Black Hole	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L16 ~ L16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ac6672	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 Event Horizon Telescope Collaboration	4. 巻 930
2. 論文標題 First Sagittarius A* Event Horizon Telescope Results. VI. Testing the Black Hole Metric	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L17 ~ L17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ac6756	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 Farah Joseph, Galison Peter, Akiyama Kazunori, et al.	4. 巻 930
2. 論文標題 Selective Dynamical Imaging of Interferometric Data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L18 ~ L18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ac6615	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 Wielgus Maciek, Marchili Nicola, Marti-Vidal Ivan, et al.	4. 巻 930
2. 論文標題 Millimeter Light Curves of Sagittarius A* Observed during the 2017 Event Horizon Telescope Campaign	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L19 ~ L19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ac6428	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 Georgiev Boris、Pesce Dominic W.、Broderick Avery E.、et al.	4. 巻 930
2. 論文標題 A Universal Power-law Prescription for Variability from Synthetic Images of Black Hole Accretion Flows	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L20 ~ L20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ac65eb	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 Broderick Avery E.、Gold Roman、Georgiev Boris.、et al.	4. 巻 930
2. 論文標題 Characterizing and Mitigating Intraday Variability: Reconstructing Source Structure in Accreting Black Holes with mm-VLBI	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L21 ~ L21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ac6584	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 Tsunetoe Yuh、Mineshige Shin、Kawashima Tomohisa、Ohsuga Ken、Akiyama Kazunori、Takahashi Hiroyuki R.	4. 巻 931
2. 論文標題 Investigating the Disk-Jet Structure in M87 through Flux Separation in the Linear and Circular Polarization Images	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 25 ~ 25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac66dd	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 Issaoun Sara、Wielgus Maciek、Jorstad Svetlana.、et al.	4. 巻 934
2. 論文標題 Resolving the Inner Parsec of the Blazar J1924-2914 with the Event Horizon Telescope	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 145 ~ 145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac7a40	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 Tsunetoe Yuh, Mineshige Shin, Kawashima Tomohisa, Ohsuga Ken, Akiyama Kazunori, Takahashi Hiroyuki R.	4. 巻 10
2. 論文標題 Diverse Polarimetric Features of AGN Jets from Various Viewing Angles: Towards a Unified View	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Galaxies	6. 最初と最後の頁 103 ~ 103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/galaxies10050103	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 Kino Motoki, Takahashi Masaaki, Kawashima Tomohisa, Park Jongho, Hada Kazuhiro, Ro Hyunwook, Cui Yuzhu	4. 巻 939
2. 論文標題 Implications from the Velocity Profile of the M87 Jet: A Possibility of a Slowly Rotating Black Hole Magnetosphere	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 83 ~ 83
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac8c2f	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 MVL 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 Kitaki Takaaki, Mineshige Shin, Ohsuga Ken, Kawashima Tomohisa	4. 巻 73
2. 論文標題 The origins and impact of outflow from super-Eddington flow	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 450 ~ 466
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psab011	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 Narayan Ramesh et al.	4. 巻 912
2. 論文標題 The Polarized Image of a Synchrotron-emitting Ring of Gas Orbiting a Black Hole	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/abf117	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 Kocherlakota Prashant et al.	4. 巻 103
2. 論文標題 Constraints on black-hole charges with the 2017 EHT observations of M87*	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 104047 ~104047
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.103.104047	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 Janssen Michael et al.	4. 巻 5
2. 論文標題 Event Horizon Telescope observations of the jet launching and collimation in Centaurus A	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Astronomy	6. 最初と最後の頁 1017 ~ 1028
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41550-021-01417-w	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 Tsunetoe Yuh, Mineshige Shin, Ohsuga Ken, Kawashima Tomohisa, Akiyama Kazunori	4. 巻 73
2. 論文標題 Polarization images of accretion flow around supermassive black holes: Imprints of toroidal field structure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 912 ~ 928
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psab054	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 Satapathy Kaushik et al.	4. 巻 925
2. 論文標題 The Variability of the Black Hole Image in M87 at the Dynamical Timescale	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 13 ~ 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac332e	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 Cho Ilje et al.	4. 巻 926
2. 論文標題 The Intrinsic Structure of Sagittarius A* at 1.3 cm and 7 mm	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 108 ~ 108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac4165	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 Kawashima Tomohisa, Ishiguro Seiji, Moritaka Toseo, Horiuchi Ritoku, Tomisaka Kohji	4. 巻 928
2. 論文標題 Mushroom-instability-driven Magnetic Reconnections in Collisionless Relativistic Jets	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 62 ~ 62
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac5591	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 Kawashima Tomohisa, Toma Kenji, Kino Motoki, Akiyama Kazunori, Nakamura Masanori, Moriyama Kotaro	4. 巻 909
2. 論文標題 A Jet-bases Emission Model of the EHT2017 Image of M87*	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 168 ~ 168
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abd5bb	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 Kitaki Takaaki, Mineshige Shin, Ohsuga Ken, Kawashima Tomohisa	4. 巻 73
2. 論文標題 The origins and impact of outflow from super-Eddington flow	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 450 ~ 466
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psab011	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 EHT MVL 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 Ciriaco 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 Event Horizon Telescope Collaboration	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 Event Horizon Telescope Collaboration	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 Psaltis Dimitrios et al.	4. 巻 125
2. 論文標題 Gravitational Test beyond the First Post-Newtonian Order with the Shadow of the M87 Black Hole	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 141104 ~ 141104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.125.141104	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 Maciek 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 Kim Jae-Young 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 Gold Roman, Broderick Avery E., Younsi Ziri, Fromm Christian M., Gammie Charles F., Moscibrodzka Monika, Pu Hung-Yi, Bronzwaer Thomas, Davelaar Jordy, Dexter Jason, Ball David, Chan Chi-kwan, Kawashima Tomohisa, Mizuno Yosuke, Ripperda Bart et al.	4. 巻 897
2. 論文標題 Verification of Radiative Transfer Schemes for the EHT	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 148 ~ 148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab96c6	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 Broderick Avery E. et al.	4. 巻 897
2. 論文標題 THEMIS: A Parameter Estimation Framework for 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 139 ~ 139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab91a4	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 Kawashima Tomohisa, Ohsuga Ken	4. 巻 72
2. 論文標題 Super-critical column accretion on to strongly magnetized neutron stars in ULX pulsars	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/psz136	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 Akihiro, Ohsuga Ken, Kawashima Tomohisa	4. 巻 72
2. 論文標題 Pulsed fraction of super-critical column accretion flows on to neutron stars: Modeling of ultraluminous X-ray pulsars	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/psaa010	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 Tsunetoe Yuh, Mineshige Shin, Ohsuga Ken, Kawashima Tomohisa, Akiyama Kazunori	4. 巻 72
2. 論文標題 Polarization imaging of M 87 jets by general relativistic radiative transfer calculation based on GRMHD simulations	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/psaa008	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 Roelofs F., Janssen M., Natarajan I., Deane R., Davelaar J., Olivares H., Porth O., Paine S. N., Bouman K. L., Tilanus R. P. J., van Bemmel I. M., Falcke H., Kawashima T., et al.	4. 巻 636
2. 論文標題 SYMBA: An end-to-end VLBI synthetic data generation pipeline	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Astronomy & Astrophysics	6. 最初と最後の頁 A5 ~ A5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/0004-6361/201936622	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 Porth Oliver, Chatterjee Koushik, Narayan Ramesh, Gammie Charles F., Mizuno Yosuke, Kawashima Tomohisa, et al.	4. 巻 243
2. 論文標題 The Event Horizon General Relativistic Magnetohydrodynamic Code Comparison Project	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	6. 最初と最後の頁 26 ~ 26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/ab29fd	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 Matsumoto Yosuke, Asahina Yuta, Kudoh Yuki, Kawashima Tomohisa, Matsumoto Jin, Takahashi Hiroyuki R, Minoshima Takashi, Zenitani Seiji, Miyoshi Takahiro, Matsumoto Ryoji	4. 巻 71
2. 論文標題 Magnetohydrodynamic simulation code CANS+: Assessments and applications	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 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz064	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 The Event Horizon Telescope Collaboration, Kawashima Tomohisa, et al.	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	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

1. 著者名 The Event Horizon Telescope Collaboration, Kawashima Tomohisa, et al.	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	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, Kawashima Tomohisa, et al.	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	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, Kawashima Tomohisa, et al.	4. 巻 875
2. 論文標題 First M87 Event Horizon Telescope Results. IV. Imaging the Central Supermassive Black Hole	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	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/ab0e85	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, Kawashima Tomohisa, et al.	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	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, Kawashima Tomohisa, et al.	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	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 Kitaki Takaaki, Mineshige Shin, Ohsuga Ken, Kawashima Tomohisa	4. 巻 70
2. 論文標題 Systematic two-dimensional radiation-hydrodynamic simulations of super-Eddington accretion flow and outflow: Comparison with the slim disk model	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 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy110	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 Kawashima Tomohisa, Kino Motoki, Akiyama Kazunori	4. 巻 878
2. 論文標題 Black Hole Spin Signature in the Black Hole Shadow of M87 in the Flaring State	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 27 ~ 27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab19c0	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48件(うち招待講演 20件/うち国際学会 20件)

1. 発表者名 Tomohisa Kawashima
2. 発表標題 General Relativistic Multi-wavelength Radiation and Neutrino Transfer Calculations in Black Hole Accretion Flows and Relativistic Jets
3. 学会等名 ICPP 2022 (20th International Congress on Plasma Physics) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomohisa Kawashima, Ken Ohsuga, Hiroyuki R. Takahashi
2. 発表標題 Images and Spectra of Black hole Accretion Flows Computed by GRRT Code RAIKOU
3. 学会等名 AAPPs-DPP2022 (6th Asia Pacific Conference on Plasma Physics) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomohisa Kawashima, Katsuaki Asano, Ken Ohsuga, Hiroyuki R. Takahashi
2. 発表標題 Images, Radiation and Neutrino Spectra of Black Hole Accretion Flows Computed by GRRT Code RAIKOU
3. 学会等名 APPC15 (15th Asia-Pacific Physics Conference) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomohisa Kawashima, Takuya Hitomi, Ken Ohsuga, Hiroyuki R. Takahashi
2. 発表標題 Lense-Thirring precession of accretion flows and relativistic jets
3. 学会等名 Black Hole Astrophysics with VLBI 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tomohisa Kawashima, Ken Ohsuga, Hiroyuki R. Takahashi, Katsuaki Asano
2. 発表標題 Computations of images, photon and neutrino spectra using a general relativistic radiative transfer code RAIKOU'
3. 学会等名 The 9th East Asian Numerical Astrophysics Meeting (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川島 朋尚, 人見 拓也, 大須賀 健, 高橋 博之
2. 発表標題 Lense-Thirring歳差を伴う降着流・相対論的ジェットの高波長放射特性
3. 学会等名 ブラックホールジェット・降着円盤・円盤風研究会 2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川島 朋尚, 大須賀 健, 高橋 博之
2. 発表標題 ブラックホール降着流の観測的特徴：一般相対論的磁気流体シミュレーション・データに基づく一般相対論的輻射輸送計算
3. 学会等名 日本流体力学会 年会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川島 朋尚, 水野 陽介, 森山 小太郎, 紀 基樹, 中村 雅徳, 他 EHT Collaboration
2. 発表標題 EHT による Sgr A*の観測成果 V: 銀河中心ブラックホールの降着流モデルの検証
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 川島 朋尚, 大須賀 健, 高橋 博之
2. 発表標題 将来のX線干渉計観測に向けたX線ブラックホールシャドウ予測
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 Kawashima Tomohisa
2. 発表標題 General relativistic radiative transfer in accretion flows and jets: Probing black hole spacetime and plasma dynamics
3. 学会等名 The 30th International Toki Conference on Plasma and Fusion Research (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kawashima Tomohisa, Ohsuga Ken, Takahashi Hiroyuki R, Hitomi Takuya
2. 発表標題 Time dependent and multi-wavelength radiative properties of accretion flows and relativistic jets
3. 学会等名 Black Hole Astrophysics with VLBI 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kawashima Tomohisa, Asano Katsuaki, Ohsuga Ken, Takahashi Hiroyuki R
2. 発表標題 General relativistic, multi-wavelength and multi-messenger study on black hole accretion flows and outflows
3. 学会等名 TeVPA 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川島 朋尚
2. 発表標題 一般相対論的輻射輸送計算で探るブラックホール降着流・ジェットの観測的特徴：現状と今後の展望
3. 学会等名 超巨大ブラックホール研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川島 朋尚
2. 発表標題 ブラックホール近傍のプラズマ降着流・噴出流のダイナミクスと観測的特徴
3. 学会等名 「自然科学における階層と全体」シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川島 朋尚, 大須賀 健, 高橋 博之
2. 発表標題 厳密な時間依存型の多波長・一般相対論的輻射輸送計算で探るブラックホールシャドウおよびスペクトルの時間変動
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 川島 朋尚, 浅野 勝晃
2. 発表標題 一般相対論的重力場における3次元粒子加速・ニュートリノ輻射輸送コード『-RAIKOU』の開発
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 川島 朋尚, 浅野 勝晃, 大須賀 健, 高橋 博之
2. 発表標題 多波長・マルチメッセンジャー・ブラックホール天文学：ブラックホールシャドウから高エネルギーニュートリノまで
3. 学会等名 高エネルギー現象で探る宇宙の多様性
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川島 朋尚, 浅野 勝晃, 大須賀 健, 高橋 博之
2. 発表標題 一般相対論的磁気流体場における多波長輻射・ニュートリノ輸送計算
3. 学会等名 高エネルギー宇宙物理学研究会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川島 朋尚, 浅野 勝晃
2. 発表標題 3次元一般相対論的磁気流体降着流からの高エネルギーニュートリノ放射
3. 学会等名 第34回理論懇シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川島 朋尚, 大須賀 健, 高橋 博之, 人見 拓也
2. 発表標題 ブラックホール降着流・相対論的ジェットの高エネルギーニュートリノ特性と時間変動
3. 学会等名 ブラックホールジェット・降着円盤・円盤風研究会 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川島朋尚, 浅野勝晃
2. 発表標題 3次元一般相対論的磁気流体降着流からの 高エネルギー・ニュートリノ放射
3. 学会等名 日本天文学会2022年春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川島 朋尚, 大須賀 健, 高橋 博之, 人見 拓也
2. 発表標題 歳差運動するブラックホール降着流と相対論的ジェットの放射特性
3. 学会等名 日本天文学会2022年春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川島 朋尚
2. 発表標題 ブラックホール時空構造と降着流・噴出流ダイナミクス：次世代EHT および電波からX線・ γ 線までの多波長研究へ
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川島 朋尚
2. 発表標題 Event Horizon Telescope 時代のブラックホール天文学：輻射輸送・磁気流体・プラズマ微視的過程研究の現状と将来展望
3. 学会等名 第37回プラズマ・核融合学会年会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川島 朋尚
2. 発表標題 EHT時代のブラックホール天文学：多波長輻射輸送計算を中心に
3. 学会等名 国立天文台 CfCA ユーザーズミーティング（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomohisa Kawashima, Ken Ohsuga, and Hiroyuki R. Takahashi
2. 発表標題 A general-relativistic, multi-wavelength study of accretion flows and relativistic jets
3. 学会等名 Black Hole Astrophysics with VLBI: Multi-Wavelength and Multi-Messenger Era（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomohisa Kawashima, Kenji Toma, Motoki Kino, Kazunori Akiyama, Masanori Nakamura, and Kotaro Moriyama
2. 発表標題 A possible appearance of M87 jet bases with future EHT observations
3. 学会等名 Science at the Horizon: The Next-Generation EHT2020（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川島朋尚
2. 発表標題 Multiwavelength study of BH shadow, relativistic jet, and accretion flow via general relativistic radiative transfer
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 川島朋尚
2. 発表標題 Probing mass and spin of black holes via general relativistic radiative transfer in accretion flows and outflows
3. 学会等名 APPC2019 (14th Asia-Pacific Physics Conference) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川島朋尚、紀基樹、秋山和徳
2. 発表標題 Probing signature of black hole spin in M87 shadow in flaring state
3. 学会等名 A Century of Astrophysical Jets: Observation, Theory, and Future Prospects (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川島朋尚、大須賀健、高橋博之
2. 発表標題 多波長の一般相対論的輻射輸送計算：ブラックホール・シャドウと電波からX線・ガンマ線までの輻射スペクトル
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川島朋尚、當真賢二、紀基樹、秋山和徳、中村雅徳、森山小太郎
2. 発表標題 M87ジェット根元の局所的な電子陽電子対プラズマ注入領域からの放射はEHTで観測されたリング・イメージを再現するのか？
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川島朋尚
2. 発表標題 多波長の一般相対論的輻射輸送コードRAIKOUで探るブラックホール降着流・噴出流および時空構造
3. 学会等名 第32回理論懇シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川島朋尚、紀基樹、秋山和徳
2. 発表標題 フレア状態のM87における三日月状シャドウ：2020年代のEHTに向けた新しいブラックホール・スピン測定法
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川島朋尚、大須賀健、高橋博之
2. 発表標題 ブラックホール・スピンの超臨界降着流の輻射スペクトルに与える影響
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川島朋尚
2. 発表標題 一般相対論的輻射輸送コード来光(RAIKOU)で探るブラックホール
3. 学会等名 超巨大ブラックホール研究推進連絡会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川島朋尚
2. 発表標題 PIC simulations of Mushroom instability in relativistic jets
3. 学会等名 US-Japan JIFT workshop on multiscale simulations in plasma physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川島朋尚
2. 発表標題 Numerical simulations of super-critical accretion flows onto BHs and NSs with application to ULXs
3. 学会等名 Slim accretion disks workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川島朋尚
2. 発表標題 PIC simulations of Mushroom instability inducing magnetic reconnection in relativistic jets
3. 学会等名 MR2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川島朋尚
2. 発表標題 Super-Eddington accretion onto neutron stars and black holes
3. 学会等名 TeVPA2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川島朋尚
2. 発表標題 Supercritical Accretion Flows in ULXs
3. 学会等名 Time for accretion (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川島朋尚
2. 発表標題 ブラックホール・中性子星への超臨界降着流の輻射スペクトル計算
3. 学会等名 高感度・広帯域X線観測で探るブラックホール降着現象の物理 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川島朋尚
2. 発表標題 相対論的ジェットにおけるマッシュルーム不安定性のPICシミュレーション
3. 学会等名 プラズマシミュレーションポジウム2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川島朋尚、大須賀健、嶺重慎、小川拓未
2. 発表標題 Radiation hydrodynamic simulations of super-critical accretion columns onto neutron stars
3. 学会等名 Ultra-luminous X-Ray Pulsars (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川島朋尚、紀基樹
2. 発表標題 On a spin signature in black hole shadow of M87
3. 学会等名 The power of Faraday tomography (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川島朋尚、大須賀健、高橋博之
2. 発表標題 超臨界降着流を伴うブラックホール・中性子星の輻射スペクトルの質量降着率依存性
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 川島朋尚、大須賀健、高橋博之
2. 発表標題 一般相対論的輻射輸送コードの開発およびブラックホール・中性子星の超臨界降着流研究への適用
3. 学会等名 素粒子・原子核・宇宙「京からポスト京に向けて」シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川島朋尚、大須賀健、高橋博之
2. 発表標題 一般相対論的輻射輸送計算で探る超臨界降着ブラックホール・中性子星の輻射スペクトルの差異とその起源
3. 学会等名 日本天文学会2018年秋季年会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

M87巨大ブラックホールを取り巻く降着円盤とジェットの同時撮影に初めて成功
<https://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/news/13485/>
天の川銀河中心のブラックホールの撮影に初めて成功
<https://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/news/11795/>
天の川銀河中心の巨大ブラックホール天体「いて座A*」の構造
<https://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/news/11336/>
<http://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/news/10260/>
<http://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/news/10263/>
史上初、ブラックホールの撮影に成功！
<https://www.miz.nao.ac.jp/eh-t-j/c/pr/pr20190410>
地球規模の望遠鏡とスーパーコンピュータで、ブラックホールの素顔にせまる
<http://www.cfca.nao.ac.jp/pr/20190410>
プレスリリース：史上初、ブラックホールの撮影に成功
<https://www.jicfus.jp/jp/190410pressrelease/>
史上初、ブラックホールの撮影に成功
<https://www.nao.ac.jp/news/science/2019/20190410-eh-t.html>

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1件

国際研究集会 Black Hole Astrophysics with VLBI 2023	開催年 2023年～2023年
--	--------------------

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