

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 8 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K03710

研究課題名(和文) 輻射磁気流体力学計算と輻射スペクトル計算で解明する超高光度X線源の起源

研究課題名(英文) Origin of Ultra Luminous X-ray Sources by Radiation Magnetohydrodynamics Simulations and Radiation Transfer Calculations

研究代表者

大須賀 健 (Ohsuga, Ken)

筑波大学・計算科学研究センター・教授

研究者番号：90386508

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：超高光度X線源のエネルギー源を解明するため、輻射流体・輻射磁気流体力学シミュレーションと輻射輸送計算を実施した。その結果、超臨界ブラックホール降着流からは、二種のアウトフローが発生することがわかった。そして、恒星質量ブラックホール周囲の超臨界降着流モデルが、超高光度X線源のX線光度とアウトフローパワーを説明できることを実証した。また、磁化した中性子星の磁極付近に形成される超臨界降着柱の構造と光度を解明し、自転によって引き起こされるX線パルスの形状を計算した。その結果、パルスを持つ超高光度X線源が、磁化した中性子星への超臨界降着で説明できることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、大規模な輻射流体・輻射磁気流体力学シミュレーションを駆使し、第一原理からブラックホールや中性子星周囲のガス降着およびガス噴出現象、高エネルギー放射の生成機構を解明することに成功した。ブラックホールや中性子星が引き起こす高エネルギー現象は、超強重力場中で物質の運動や光と物質の相互作用によって引き起こされており、それを解き明かした本研究は、高エネルギー天体物理学の解明に加え、相対論等の基礎物理学の解明においても大きく貢献した。

研究成果の概要(英文)：We performed radiation hydrodynamics/radiation magnetohydrodynamics simulations and radiation transfer calculations to elucidate the origin of ultra-luminous X-ray sources (ULX). As a result, we found two types of outflows are generated from the super-Eddington black hole accretion flows. We then demonstrated that the super-Eddington accretion flow model around a stellar-mass black hole can explain the X-ray luminosity and outflow power of the ULXs. We also revealed the structure and luminosity of the super-Eddington accretion column formed near the magnetic poles of magnetized neutron stars and calculated the shape of the X-ray pulses induced by the rotation of neutron stars. As a result, we showed that the pulsed ULXs can be explained by super-Eddington accretion on magnetized neutron stars.

研究分野：宇宙物理学理論

キーワード：ブラックホール 中性子星 宇宙ジェット 降着円盤 数値シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

超臨界降着流 (降着率がエディントン限界を超えたガスの流れ) は、高光度コンパクト天体のエネルギー源と考えられる上、ブラックホールの急速な成長を促すメカニズムとして重要視されている。この超臨界降着流の有力天体の一つが超高光度 X 線源である。超高光度 X 線源は、X 線光度が太陽光度の 100 万倍を超える強力な X 線源である。光度が恒星質量ブラックホール (太陽質量の 10 倍程度の質量を持つブラックホール) のエディントン光度を超えているため、恒星質量ブラックホールへの超臨界降着流、中質量ブラックホール (太陽質量の 100 倍から 1000 倍以上の質量を持つブラックホール) への亜臨界降着流、中性子星への超臨界降着流という 3 つの説が提唱されているが、結論は得られていない。観測と比較可能な精緻な理論モデルを構築し、超高光度 X 線源の中心天体、およびエネルギー源を解明することが重要な課題となっている。

2. 研究の目的

輻射流体・輻射磁気流体力学シミュレーションおよび輻射輸送計算を実施し、超高光度 X 線源の中心天体およびエネルギー生成機構を解明することが本研究の目的である。中心天体がブラックホールであれ中性子星であれ、超臨界降着が起こっていることが示唆されているため、ブラックホール周囲の超臨界降着流と中性子星周囲の超臨界降着流のシミュレーションを実施する。そして、観測データとの比較から、超臨界ブラックホール降着流と超臨界中性子星降着流が、超高光度 X 線源のエネルギー源であるのか否かを解明する。

3. 研究の方法

ブラックホールおよび中性子星周囲の超臨界降着流の構造を、輻射流体・輻射磁気流体力学シミュレーションによって解明する。ブラックホールのシミュレーションでは、従来の計算よりもはるかに計算領域を拡大したシミュレーションを実施する。ブラックホール周囲の降着円盤、ブラックホールのごく近傍で吹き出すアウトフロー、比較的遠方で発生するアウトフローといったブラックホール周辺の全体像を解明するためである。中性子星周囲の超臨界降着流のシミュレーションでは、中性子星の双極磁場を考慮に入れる。双極磁場が十分に強い場合、降着円盤が途中で途切れ、ガスが中性子星の磁極に降着 (降着柱) する可能性があるからである。また、降着柱の構造や観測的性質を解明するため、降着柱にフォーカスした計算も実施する。

4. 研究成果

(1) 計算領域を拡大した輻射流体シミュレーションで、ブラックホール周囲の超臨界降着流の大局的構造を調べたところ、広い範囲からアウトフローが発生し、そして、そのアウトフローはピュアアウトフローとフェイルドアウトフローの二つに大別できることがわかった (図 1 左; Kitaki et al. 2021)。ブラックホールの比較的近傍から噴出したガスは、強い輻射力によって加速され、最終的に脱出速度を超えて飛び去ることになる。これがピュアアウトフローである。一方、比較的遠方で噴出したガスは、効果的な輻射加速を受けられず、いずれ円盤に落下することになる。これがフェイルドアウトフローである。結果として得られたアウトフローのパワーと X 線光度を、いくつかの代表的な超高光度 X 線源の観測結果と比較したところ、見事に合致することがわかった。つまり、我々のシミュレーションは、超高光度 X 線源のエネルギー源が、恒星質量ブラックホールを取り巻く超臨界降着流であることをサポートする。また、質量降着率の増加に伴い、アウトフローのパワーも X 線光度も上昇するが、降着率依存性がより大きいのはアウトフローの方であることがわかった。これは、強い輻射力により、噴き出すガスの密度が増加するためである (図 1 右; Yoshioka et al. submitted)。これほど大きな計算領域で超臨界円盤

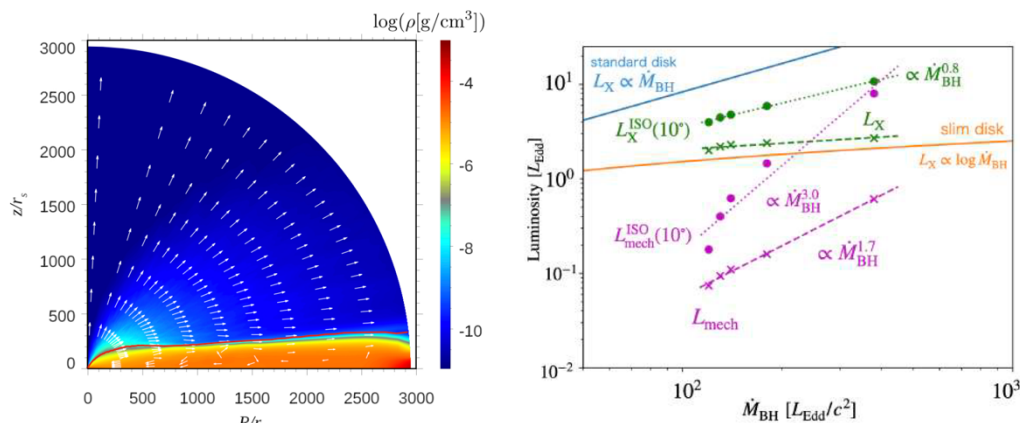


図 1 : 超臨界円盤とアウトフローの大局的構造 (左) と X 線光度とアウトフローパワーの降着率依存性 (右)

の構造を調査したのは本研究が世界初であり、今後は磁場を組み込んだ研究へと発展させる予定である。

(2)磁化した中性子星への超臨界降着に関しては、超臨界円盤が磁気圏半径で途切れるため、ガスは磁力線に沿って中性子星の磁極付近に落下する。このため、磁極付近には降着柱と呼ばれるガスの流れが形成される。この構造を一般相対論的輻射磁気流体力学シミュレーションで確認したのち、降着柱にフォーカスした輻射流体シミュレーションを実施した。その結果、降着柱の側面がエディントン光度以上の光度で輝くことがわかった。特に、中性子星の磁場が強い場合、降着柱は細い降着柱の集合体となる (Kawashima & Ohsuga 2020)。また、中性子星の自転によって、観測される X 線光度が周期的に変動し、その振幅が観測結果と無矛盾であることを実証した (Inoue et al. 2020)。この結果、パルスを示す超高光度 X 線源を、磁化した中性子星への超臨界降着流で説明できることがわかった。超臨界降着柱の構造を、高精度輻射流体シミュレーションで解明したのは本研究が世界初であり、今後は一般相対論効果を組み込んだ計算へと発展させる必要がある。

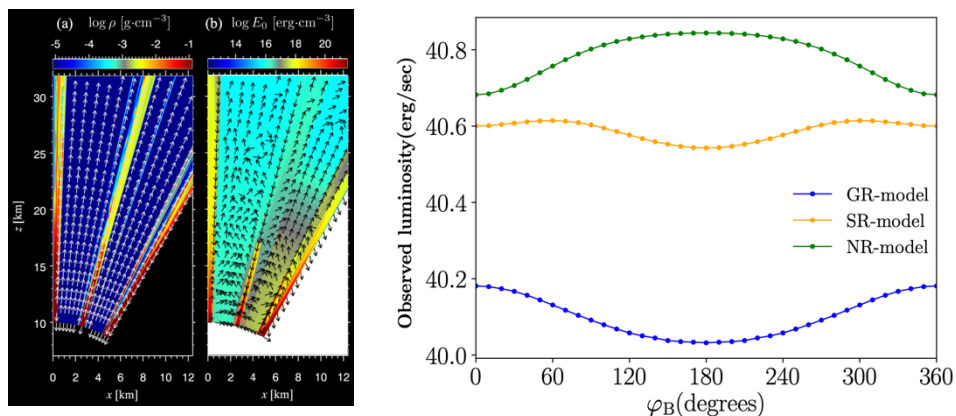


図 2 : 降着柱内部の密度構造と輻射エネルギー密度分布 (左) と観測される X 線の光度変化 (右)

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 9件 / うちオープンアクセス 2件）

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 32 ~ 48
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 該当する

1. 著者名 Nomura Mariko, Ohsuga Ken, Done Chris	4. 巻 494
2. 論文標題 Line-driven disc wind in near-Eddington active galactic nuclei: decrease of mass accretion rate due to powerful outflow	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 3616 ~ 3626
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa948	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 Igarashi Taichi, Kato Yoshiaki, Takahashi Hiroyuki R., Ohsuga Ken, Matsumoto Yosuke, Matsumoto Ryoji	4. 巻 902
2. 論文標題 Radiation Magnetohydrodynamic Simulations of Sub-Eddington Accretion Flows in AGNs: Origin of Soft X-Ray Excess and Rapid Time Variabilities	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	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) 10.3847/1538-4357/abb592	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 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 Mizumoto Misaki、Nomura Mariko、Done Chris、Ohsuga Ken、Odaka Hirokazu	4. 巻 503
2. 論文標題 UV line-driven disc wind as the origin of UltraFast Outflows in AGN	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 1442 ~ 1458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa3282	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 Ogawa Takumi、Ohsuga Ken、Makino Yoshihiro、Mineshige Shin	4. 巻 73
2. 論文標題 Variability of Comptonized X-ray spectra of a super-Eddington accretor: Approach using Boltzmann radiation transport	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 701 ~ 715
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psab031	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 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 該当する

1. 著者名 Ogata Erika、Ohsuga Ken、Yajima Hidenobu	4. 巻 73
2. 論文標題 Hoyle-Lyttleton accretion on to black hole accretion disks with super-Eddington luminosity for dusty gas	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 929 ~ 942
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psab055	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 Nomura Mariko, Omukai Kazuyuki, Ohsuga Ken	4. 巻 507
2. 論文標題 Radiation hydrodynamics simulations of line-driven AGN disc winds: metallicity dependence and black hole growth	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 904 ~ 913
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stab2214	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 Asahina Yuta, Ohsuga Ken	4. 巻 929
2. 論文標題 General Relativistic Radiation Magnetohydrodynamics Simulations of Black Hole Accretion Disks: Comparison of Methods Based on Variable Eddington Tensor and Based on M1 Closure	5. 発行年 2022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/ac5d37	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 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 該当する

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 id.34
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 Tomaru Ryota, Done Chris, Ohsuga Ken, Odaka Hirokazu, Takahashi Tadayuki	4. 巻 494
2. 論文標題 The thermal-radiative wind in low-mass X-ray binary H1743-322-II. Iron line predictions from Monte Carlo radiation transfer	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 3413 ~ 3421
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa961	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 Asahina Yuta, Takahashi Hiroyuki R., Ohsuga Ken	4. 巻 901
2. 論文標題 A Numerical Scheme for General Relativistic Radiation Magnetohydrodynamics Based on Solving a Grid-based Boltzmann Equation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 96 ~ 96
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abaf51	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 Tomaru Ryota, Done Chris, Ohsuga Ken, Odaka Hirokazu, Takahashi Tadayuki	4. 巻 497
2. 論文標題 The thermal-radiative wind in the neutron star low-mass X-ray binary GX 13+1	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 4970 ~ 4980
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa2254	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 Tomaru Ryota, Done Chris, Ohsuga Ken, Nomura Mariko, Takahashi Tadayuki	4. 巻 490
2. 論文標題 The thermal-radiative wind in low-mass X-ray binary H1743-322: radiation hydrodynamic simulations	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 3098 ~ 3111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz2738	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 Takeo Eishun, Inayoshi Kohei, Ohsuga Ken, Takahashi Hiroyuki R, Mineshige Shin	4. 巻 488
2. 論文標題 Super-Eddington growth of black holes in the early universe: effects of disc radiation spectra	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 2689 ~ 2700
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz1899	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 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 15
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 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 108-122
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 Takeo Eishun, Inayoshi Kohei, Ohsuga Ken, Takahashi Hiroyuki R, Mineshige Shin	4. 巻 476
2. 論文標題 Rapid growth of black holes accompanied with hot or warm outflows exposed to anisotropic super-Eddington radiation	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 673 ~ 682
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/sty264	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 Nomura Mariko, Oka Tomoharu, Yamada Masaya, Takekawa Shunya, Ohsuga Ken, Takahashi Hiroyuki R., Asahina Yuta	4. 巻 859
2. 論文標題 Magnetohydrodynamic Simulations of a Plunging Black Hole into a Molecular Cloud	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 29 ~ 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aabe32	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42件 (うち招待講演 12件 / うち国際学会 13件)

1. 発表者名 K. Ohsuga
2. 発表標題 Numerical simulations of super-critical accretion flows and accretion columns
3. 学会等名 European Astronomical Society Annual Meeting 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 A. Inoue, K. Ohsuga, T. Kawashima
2. 発表標題 Pulsed fraction of super-critical column accretion flows onto neutron stars: modeling of ultraluminous X-ray pulsars
3. 学会等名 European Astronomical Society Annual Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 A. Utsumi, K. Ohsuga, H.R. Takahashi, Y Asahina
2. 発表標題 General relativistic radiation magnetohydrodynamics simulations of super-critical accretion disks around Kerr black holes
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 T. Kawashima, K. Ohsuga, H. 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 A. Inoue, K. Ohsuga, H. R. Takahashi, Y. Asahina
2. 発表標題 General relativistic radiation-MHD simulations of supercritical accretion flows and outflows around magnetized neutron stars
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 井上壮大、大須賀健、高橋博之、朝比奈雄太
2. 発表標題 超臨界中性子星降着流の降着率依存性および磁場強度依存性の研究
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 内海碧人、大須賀健、高橋博之、朝比奈雄太
2. 発表標題 一般相対論的輻射磁気流体力学シミュレーションによるカー・ブラックホール周りの超臨界降着流の研究
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上壮大、大須賀健、高橋博之、朝比奈雄太
2. 発表標題 超臨界磁化中性子星降着流のアウトフロー；構造と起源の磁気圏半径依存性について
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 内海碧人、大須賀健、高橋博之、朝比奈雄太
2. 発表標題 一般相対論的輻射磁気流体計算を用いたカー・ブラックホールへの超臨界降着の研究
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 都丸亮太、Chris Done、大須賀健、小高裕和、高橋忠幸
2. 発表標題 X線連星における熱放射駆動型円盤風からの輝線吸収線構造と観測との比較
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 小川拓未、大須賀健、川島朋尚、高橋博之
2. 発表標題 多重コンプトン散乱込みの一般相対論的6次元輻射輸送計算コードの開発
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 井上壮大, 大須賀健, 川島朋尚
2. 発表標題 ULXパルサーの超臨界降着柱モデル;パルスの形状と振幅について
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, 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 小川拓未, 大須賀健, 川島朋尚, 高橋博之
2. 発表標題 多重コンプトン散乱込みの一般相対論的6次元輻射輸送計算コードの開発
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 井上壮大, 大須賀健, 川島朋尚
2. 発表標題 ULX Pulsarの超臨界降着柱モデル; Pulsed Fractionと磁軸、見込み角の関係
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 K. Ohsuga
2. 発表標題 BH high-power accretion & outflow
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 K. Ohsuga
2. 発表標題 Radiation Hydrodynamic/Magnetohydrodynamic Simulations of Super- Eddington Accretion Flows and Outflows
3. 学会等名 14th Asia-Pacific Physics Conference 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Ohsuga
2. 発表標題 Numerical Simulations of super/near Eddington accretion flows & radiatively-driven outflows around black holes
3. 学会等名 The Accretion Signatures of the Earliest Black Holes in the Universe (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大須賀健
2. 発表標題 ブラックホール降着円盤およびジェット的一般相対論的輻射磁気流体力学シミュレーション
3. 学会等名 基研研究会「シミュレーションによる宇宙の基本法則と進化の解明に向けて」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Ohsuga
2. 発表標題 Radiation-MHD simulations of super-Eddington accretion flows and outflows
3. 学会等名 Time for accretion, Sigtuna, Sweden (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Ohsuga
2. 発表標題 Numerical simulations of super-Eddington accretion flows and outflows around black holes and neutron stars
3. 学会等名 42nd COSPAR Scientific Assembly, Pasadena, CA, USA (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Ohsuga
2. 発表標題 Super-Eddington flows and spectra
3. 学会等名 ULTRA-LUMINOUS X-RAY PULSARS, European Space Astronomy Centre (ESAC) (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Ohsuga
2. 発表標題 Radiation-MHD simulations of accretion flows and outflows around black holes and neutron stars
3. 学会等名 Max-Planck/Princeton Center for Plasma Physics Worksho, Princeton University, USA (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大須賀健
2. 発表標題 超臨界降着流・噴出流のダイナミクス ~ブラックホール vs 中性子星~
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 大須賀健
2. 発表標題 ブラックホール降着円盤の理論と観測への期待
3. 学会等名 第18回高宇連研究会「高エネルギー宇宙物理学の最前線と2020/30年代のロードマップ」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Ohsuga
2. 発表標題 Effects of magnetic field on active galactic nuclei (accretion disk)
3. 学会等名 Polarimetry in the ALMA era: A New Crossroads of Astrophysics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 都丸亮太, 大須賀健, Chris Done, 高橋 忠幸
2. 発表標題 X線連星における降着円盤風の放射流体シミュレーション
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 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 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 五十嵐太一, 加藤成晃, 高橋博之, 大須賀健, 松元亮治
2. 発表標題 ブラックホール降着流におけるハード・ソフト遷移の大局的輻射磁気流体シミュレーション
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 朝比奈雄太, 高橋博之, 大須賀健
2. 発表標題 ボルツマン方程式を解いた一般相対論的輻射磁気流体コードの開発
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 北木孝明, 嶺重慎, 大須賀健, 川島朋尚
2. 発表標題 スリム円盤モデルは正しかったのか?
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹尾英俊, 稲吉恒平, 大須賀健, 高橋博之, 嶺重慎
2. 発表標題 円盤スペクトルが超臨界降着に与える影響
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 恒任優, 嶺重慎, 大須賀健, 川島朋尚
2. 発表標題 活動銀河核におけるシンクロトロン偏光輻射輸送計算
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野村真理子, 大向一行, 大須賀健
2. 発表標題 ライフォース駆動型円盤風の金属量依存性: 銀河-SMBH共進化への影響
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 都丸亮太, 大須賀健, Chris Done, 高橋 忠幸
2. 発表標題 X線連星のハード状態における熱駆動型円盤風
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
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 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 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 五十嵐太一, 加藤成晃, 高橋博之, 大須賀健, 松元亮治
2. 発表標題 セイファート銀河の降着流におけるX線放射領域形成の3次元大局的輻射磁気流体シミュレーション
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 朝比奈雄太, 高橋博之, 大須賀健
2. 発表標題 ボルツマン方程式を解く一般相対論的磁気流体コードによる超臨界降着流シミュレーション
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北木孝明, 嶺重慎, 大須賀健, 高橋博之, 川島朋尚
2. 発表標題 超臨界降着流の大域計算
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 恒任優, 嶺重慎, 大須賀健, 川島朋尚
2. 発表標題 偏光の一般相対論的輻射輸送計算による活動銀河核ジェットの構造解明
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上壮大, 大須賀健, 川島朋尚
2. 発表標題 中性子星への超臨界降着柱モデルによる超高光度X線源のX線パルスの計算
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2019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
---------	---------