

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：32641

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K17717

研究課題名(和文)MAXI-NICER連携で解き明かすX線スーパーバーストにおける元素合成

研究課題名(英文)Observational study of nucleosynthesis in X-ray superburst using the MAXI-NICER cooperation

研究代表者

岩切 渉(Iwakiri, Wataru)

中央大学・理工学部・助教

研究者番号：50749918

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：中性子星X線連星において発生するX線バースト中で発生していると考えられている、rp-processによる重元素の合成の証拠を捉えるべく、頻度が少ないがスペクトル中に重元素の兆候が確認されている継続時間の長いX線バーストに対して、国際宇宙ステーションに搭載された日本の全天X線監視装置MAXIと、米国NASAのX線望遠鏡NICERによる連携観測体制を構築した。その結果、約2年半で32例のMAXIが発見した突発現象に対する、NICERによる追観測を成功させた。残念ながら、重元素の証拠を捉えるには至らなかったが、MAXIの突発現象の発見から約3時間でNICERの観測を開始させることに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって、共に国際宇宙ステーション(ISS)上にあり、2009年から広く浅く全天を監視しているMAXIと、2017年に新たに取り付けられた視野は狭いがX線望遠鏡で深く観測できるNICERの、お互いの長所を組み合わせ短所を補う、相補的な新たな観測体制を確立できた。これにより継続時間の短い貴重な突発現象の時間経過を研究する、時間領域天文学を推し進めることができ、X線だけでなく電波や可視光の研究者からも関心をいただいた。また、ISS内での日米のモジュール間の通信を議論することができたという点は、衛星軌道上における国際的な科学連携という観点でも意義のあるものになった。

研究成果の概要(英文)：To obtain an evidence for nucleosynthesis via the rp-process during type-I X-ray burst on NS-LMXBs, we established rapid follow up observation system between MAXI and NICER onboard ISS for infrequent long duration X-ray bursts. As a result, we succeeded in 32 follow-up observations of MAXI transients by NICER. A fastest response time among them is about 3 hours.

研究分野：X線天文学

キーワード：X線バースト 元素合成 MAXI NICER 時間領域天文学

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

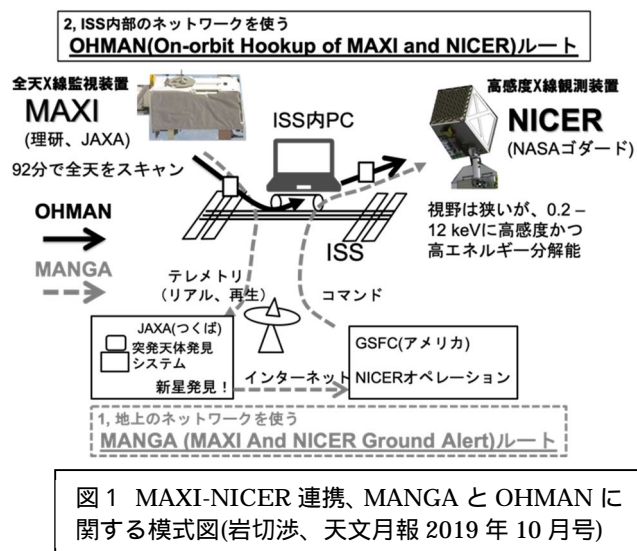
自然界を構成する元素が、どこでどのようにして合成されたのかという問題は、現代物理学の大きなテーマの1つであり、これまでに多くの研究が行われてきた。その結果、鉄より重い元素(以下、重元素と呼ぶ)は、中性子の捕獲反応である s 過程と r 過程によって合成されたと考えられる。一方で、観測されている太陽系の重元素の中には、これらの中性子捕獲過程では決して合成することのできない、p 核と呼ばれる陽子過剰な同位体が存在する。特に、人の生命維持にとって欠かせない必須元素であるモリブデンの約 25%は、p 核である ^{92}Mo と ^{94}Mo が占めており、この起源は分かっていない。このような p 核を合成する方法として考えられているのが、中性子ではなく陽子捕獲と β^+ 崩壊を繰り返す、rapid proton capture process (rp 過程)である。この rp 過程による元素合成の現場の候補が、X 線バースターと呼ばれる天体である。この天体は主系列星と中性子星との連星系で、恒星の大気(H,He)が巨大な重力ポテンシャルを持つ中性子星に捕えられ降着する。降着が続くと、堆積物は中性子星の表面で圧縮され、密度、温度が上昇し、ある臨界点で熱核融合反応が起きる。これが引き金となり、熱核反応が暴走し、数十秒間継続する X 線バーストが発生する。その際、rp 過程が起きるのに十分な温度に達し、陽子が無くなるか、 α 崩壊が起きる ^{108}Te まで進んで終了すると考えられている(Schatz+2001, Strohmayer+2003)。X 線バーストは数時間~数日の間隔で発生し、そのたびに合成される重元素は、星表面に堆積していくと考えられているが、直接観測にかかることはこれまで無かった。ところが近年、通常の X 線バーストと比べて継続時間が 100~1000 倍長く、長いものは数時間続く intermediate duration burst や、スーパーバーストと呼ばれる現象が観測され始めた(e.g., Serino+2016)。これは、厚く積もった He の層や、表面に堆積していた炭素の燃焼によって発生すると解釈でき(in 't Zand+2017)、その際輻射の圧力で堆積していた rp 過程による重元素がアウトフローとして星間空間に放出される可能性が指摘されている(Weinberg+2006)。実際に大有効面積の比例計数管を搭載した米の RXTE 衛星によって、偶然成功した 2 例のスーパーバーストのポインティング観測では、X 線スペクトル中に周囲の物質からの鉄蛍光 X 線とは別に、~10 keV 付近に強い吸収端が発見されている(図 3)(Strohmayer+2002; Keek+2014)。しかし、ガス検出器のエネルギー分解能では吸収構造が周囲の光電離した鉄によるものか、rp 過程で生成された重元素によるものかを特定するには至っていない。

2. 研究の目的

通常の X 線バーストに比べて、発生回数は少ないものの、継続時間が 100~1000 倍程度長く、数十分~数時間に及ぶ intermediate duration burst や、スーパーバーストを、重元素の特性 X 線を特定するのに十分なエネルギー分解能を持つ検出器で観測を行い、rp 過程によって生成された重元素の痕跡を探す。

3. 研究の方法

宇宙ステーション(ISS)で稼働中である、突発現象を発見するのに秀でているが、深い観測を行えない、日本の全天 X 線観測装置 MAXI と、エネルギー分解能が良く、高カウントレートの処理も可能であるが、視野が狭く突発現象を発見することのできない NASA ゴダードの X 線望遠鏡 NICER の二つを組み合わせることによって、継続時間の長い X 線バーストをはじめとした、X 線帯域での突発現象に対して即座に高感度な観測を開始するシステムを構築する。また、並行して過去の X 線天文衛星によって得られた中性子星のデータから、その X 線スペクトル中に重元素に関連したスペクトル構造が見られないかの探査を行なった。



4. 研究成果

MAXI-NICER の連携観測は、図1に示すように、MAXI から NICER への突発現象情報の伝達ルートの違いによって 2 種類ある。1 つ目は、MAXI のデータを地上(JAXA 筑波宇宙センター)にて、突発天体発見システムにより MAXI のデータを監視し、そこで検出された情報を、インターネットを通じて NICER 側に送るといったものであり、MANGA(MAXI And NICER Ground Alert)と呼ぶ。2 つ目は、両機器ともに ISS に搭載されていることを最大限に活かし、地上で動いている MAXI の突発天体発見システムを、ISS 内部にあるノート PC にインストールし、そこで得られた新星や突発現象の情報をそのままダイレクトに NICER に伝え、観測を開始するという OHMAN(On-orbit Hookup of MAXI And NICER)である。これに成功すれば、MAXI の突発現象の検出から 2 分以内には NICER による追観測を行うことが可能となる。

NICER は、当初は 2016 年 8 月に ISS に搭載される予定であったが、打ち上げロケットのトラブルに伴い、打ち上げが延期され、2017 年 6 月に ISS に搭載され、順次運用が開始された。MANGA 連携観測に関しては、NASA の NICER チームと打ち上げ前から議論を行っていたため、NICER 打ち上げ直後の 2017 年 7 月から開始することができ、2020 年 1 月現在までに、32 例もの突発現象に対するフォローアップ観測に成功した。MANGA 観測は、当初は MAXI の検出から NICER による追観測を行うまでに 10 時間程度を要していたが、MAXI 側のトリガークリテリアの最適化や、NICER を運用する NASA ゴダード宇宙飛行センターと議論を重ねていくことによって、2019 年 11 月には、MAXI の検出から～3 時間で NICER の追観測を行うことに成功した(Iwakiri+2019, ATel)。MANGA で観測された 32 天体の、起源の内訳を図 2 に示す。太陽フレアの 1 万倍以上のエネルギーを放出する巨大恒星フレアや、ブラックホール X 線連星の状態遷移等は変動のタイムスケールが～1 日なので比較的観測が行いやすいため、観測数が多い。このうち、9 件を速報として Astronomer's Telegram を通じて世界に結果を発信してきた。私は、2017 年 10 月に MAXI によって発見された新天体 MAXI J1621-501 の起源について共著者として投稿論文にまとめ(Gorgone+2019, ApJ)、1993 年以來のアウトバーストを起こし、新たな Ultra Luminous X-ray pulsar(エディントン光度を超えて輝く X 線パルサー)となった RX J0209.6-7427 の周期をいち早く発見して ATel に報告し(Iwakiri+2020, ATel)、米の NuSTAR 衛星のデータ解析を合わせて、結果を共著者として投稿論文として発表した(Vasilopoulos+2020, MNRAS)。

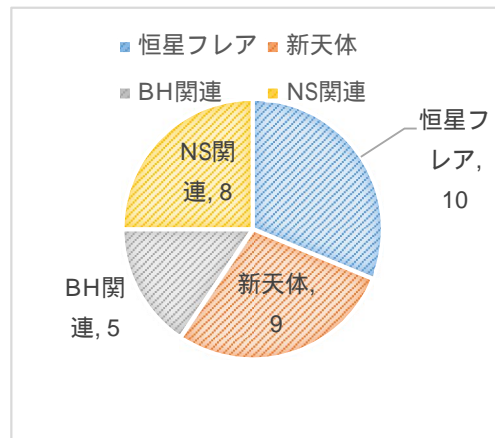


図 2 MANGA 連携でフォローアップ観測された突発現象の内訳

32 例のうち、2 件は MAXI によって少なくとも継続時間が 40 秒以上であった long duration burst 候補を MANGA による観測を行なった。MAXI の検出から～3 時間で NICER による追観測を行うことには成功したものの、残念ながら得られた X 線スペクトル中に、rp 過程で生成されたと考えられる重元素の兆候を得ることはできなかった。今後は引き続き NICER の即応性を高めるために NASA ゴダード宇宙飛行センターと議論を続けて、MANGA 観測を継続していく。

OHMAN 連携に関しては、ISS 上での MAXI から NICER への情報伝達を行う上で、大きく分けて 2 つの障壁があり、これらの解決を図った。1 つ目は、普段 JAXA(つくば)で動かしている突発天体発見システムを ISS 内のマシンパワーや OS が限定された環境で動かす必要があることである。この問題に関しては、JAXA 宇宙科学研究所の「小規模プロジェクト」の予算を合わせることでソフトウェアの改良を行い、地上での試験を終え、2018 年度の後半に実際に ISS 内部の PC にインストールし、実際に ISS 一周回分にわたり動作させることに成功した。2 つ目の障壁は、NICER 側が ISS 内の PC から MAXI の新星情報を受け取れるように機上ソフトウェアを書き換えることである。これに関しては、2018 年の ISS R&D Conference にて開催された、ISS 利用に関する「JAXA/NASA 共同ワークショップ」において、MAXI - NICER 間のネットワークの具体的な議論を行い、JAXA-NASA 間で担当者間の合意を得て、NASA の予算獲得に向けて動くこととなった。また、2019 年 7 月の NASA Senior Review において、NICER の即応性能を最大限に有効活用し、MAXI や GCN のトリガーに自動対応するようという勧告があり、現在 NICER を運用するゴダード宇宙飛行センター、ISS を担当するジョンソン宇宙センターと議論を行っている。本科研費の事業期間内に OHMAN による観測を行うことは叶わなかったが、MANGA や OHMAN の取り組みは、近年盛んに行われている継続時間の短い貴重な突発現象の時間経過を研究する時間領域天文学における未開拓領域を切り拓く重要な一歩となり、X 線だけでなく電波や可視光観測の研究会からも招待講演を依頼されるなど、注目をされている。さらに、JAXA、NASA のサイエンスチームだけでなく、ISS の運用チームにまで波及効果を与えており、近い将来に OHMAN による即応観測を成功させ、国際宇宙ステーション上での真の国際協力観測を実現できると考えている。

MANGA、OHMAN 観測の体制を整えるとともに、過去の X 線天文衛星によって観測された中性子星のデータ解析を行い、結果を学会や論文で発表を行なった。その中でも、日本のすざく衛星によって観測された LMXB Aquila X-1 の hard 状態の硬 X 線スペクトルの 30 keV 付近に、rp 過程によって生成された重元素の再結合放射である可能性が示唆される hump 構造を発見し、結果を共著者として投稿論文にまとめた(Kubota+2019, PASJ)。また、米国の RXTE 衛星による、2011 年に発生した EXO 1745-248 のスーパーバースト後のデータを吟味すると、バーストの発生から 40 時間後に突然等価幅が～3 keV にも及び輝線構造が現れ、その数時間後には消えていることがわかった。このような構造が観測された例は今までになく、様々な物理モデルを検証したところ、赤方偏移した Ti, Cr, Fe, Co が卓越した電荷交換反応で観測されたエネルギースペクトルが再現されることがわかった。これは、スーパーバーストの光球膨張期において、エディントン光度を超える輻射圧を受けた中性子星表面の重元素がアウトフローを起こし、その後に再降着する過程で降着円盤と相互作用することで電荷交換反応による放射が起きたのではないかと考えられ、これらの結果を学会で発表し、現在投稿論文にまとめている。

MANGA、OHMAN 観測の体制を整えるとともに、過去の X 線天文衛星によって観測された中性子星のデータ解析を行い、結果を学会や論文で発表を行なった。その中でも、日本のすざく衛星によって観測された LMXB Aquila X-1 の hard 状態の硬 X 線スペクトルの 30 keV 付近に、rp 過程によって生成された重元素の再結合放射である可能性が示唆される hump 構造を発見し、結果を共著者として投稿論文にまとめた(Kubota+2019, PASJ)。また、米国の RXTE 衛星による、2011 年に発生した EXO 1745-248 のスーパーバースト後のデータを吟味すると、バーストの発生から 40 時間後に突然等価幅が～3 keV にも及び輝線構造が現れ、その数時間後には消えていることがわかった。このような構造が観測された例は今までになく、様々な物理モデルを検証したところ、赤方偏移した Ti, Cr, Fe, Co が卓越した電荷交換反応で観測されたエネルギースペクトルが再現されることがわかった。これは、スーパーバーストの光球膨張期において、エディントン光度を超える輻射圧を受けた中性子星表面の重元素がアウトフローを起こし、その後に再降着する過程で降着円盤と相互作用することで電荷交換反応による放射が起きたのではないかと考えられ、これらの結果を学会で発表し、現在投稿論文にまとめている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 7件／うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Kawamuro T., (他24名)、Iwakiri W(26番目)、(他5名)	4. 巻 238
2. 論文標題 The 7-year MAXI/GSC X-Ray Source Catalog in the High Galactic Latitude Sky (3MAXI)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	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) 10.3847/1538-4365/aad1ef	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 Kubota Megu, Tamagawa Toru, Makishima Kazuo, Nakano Toshio, Iwakiri Wataru, Sugizaki Mutsumi, Ono Ko	4. 巻 71
2. 論文標題 An enigmatic hump around 30 keV in Suzaku spectra of Aquila X-1 in the hard state	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 33-33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy148	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 Yamaoka Kazutaka, Ohno Masanori, Tashiro Makoto S., Hurley Kevin, Krimm Hans A., Lien Amy Y., Ohmori Norisuke, Sugita Satoshi, Urata Yuji, Yasuda Tetsuya, Enomoto Junichi, Fujinuma Takeshi, Fukazawa Yasushi, Hanabata Yoshitaka, Iwakiri Wataru他17名	4. 巻 69
2. 論文標題 Suzaku Wide-band All-sky Monitor (WAM) observations of GRBs and SGRs	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	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) 10.1093/pasj/psx026	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 Shidatsu Megumi, Tachibana Yutaro, Yoshii Taketoshi, Negoro Hitoshi, Kawamuro Taiki, Iwakiri Wataru, Nakahira Satoshi, Makishima Kazuo, Ueda Yoshihiro, Kawai Nobuyuki, Serino Motoko, Kennea Jamie	4. 巻 850
2. 論文標題 Discovery of the New X-Ray Transient MAXI J1807+132: A Candidate of a Neutron Star Low-mass X-Ray Binary	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 155～155
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aa93f0	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 Hori T., Shidatsu M., Ueda Y., Kawamuro T., Morii M., Nakahira S., Isobe N., Kawai N., Mihara T., Matsuoka M., Morita T., Nakajima M., Negoro H., Oda S., Sakamoto T., Serino M., Sugizaki M., Tanimoto A., Tomida H., Tsuboi Y., Tsunemi H., Ueno S., Yamaoka K., Yamada S., Yoshida A., Iwakiri W他5名	4. 巻 235
2. 論文標題 The 7-year MAXI/GSC Source Catalog of the Low-Galactic-latitude Sky (3MAXI)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	6. 最初と最後の頁 7~7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/aaa89c	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 Keek L., Iwakiri W et al.,	4. 巻 836
2. 論文標題 X-ray Reflection and Exceptionally Long Thermonuclear Helium Burst from IGR J17062-6143	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 111-126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/836/1/111	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 Iwakiri W. B et al.,	4. 巻 838
2. 論文標題 Performance of the PRAXyS X-ray polarimeter	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A	6. 最初と最後の頁 89-95
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2016.09.024	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 Serino M., Iwakiri W et al.,	4. 巻 68
2. 論文標題 MAXI observations of long X-ray bursts	5. 発行年 2016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/psw086	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 W.B.Iwakiri, M.Serino, J. In 't Zand	4. 巻 -
2. 論文標題 MAXI/GSC observations of new superbursts from Ser X-1 and 4U 1705-44	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 the proceedings of 'Seven years of MAXI: monitoring X-ray transients'	6. 最初と最後の頁 133-134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Gorgone, Nicholas M., (他20名), Iwakiri Wataru(22番目), (他8名)	4. 巻 884
2. 論文標題 Discovery and Identification of MAXI J1621-501 as a Type I X-Ray Burster with a Super-orbital Period	5. 発行年 2019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/ab3e43	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 Vasilopoulos G, Ray P S, Gendreau K C, Jenke P A, Jaisawal G K, Wilson-Hodge C A, Strohmayer T E, Altamirano D, Iwakiri W B, Wolff M T, Guillot S, Malacaria C, Stevens A L	4. 巻 494
2. 論文標題 The 2019 super-Eddington outburst of RX J0209.677427: detection of pulsations and constraints on the magnetic field strength	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 5350 ~ 5359
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa991	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 Iwakiri Wataru B., Pottschmidt Katja, Falkner Sebastian, Hemphill Paul B., F?rst Felix, Nishimura Osamu, Schwarm Fritz-Walter, Wolff Michael T., Marcu-Cheatham Diana M., Chakrabarty Deepto, Tomsick John A., Wilson-Hodge Colleen A., Bissinger K?hnel Matthias, Terada Yukikatsu, Enoto Teruaki, Wilms J?rn	4. 巻 878
2. 論文標題 Spectral and Timing Analysis of the Accretion-powered Pulsar 4U 1626?67 Observed with Suzaku and NuSTAR	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 121 ~ 121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab1f87	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18件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 岩切渉
2. 発表標題 MAXI-NICER連携で開拓するX線突発天体の時間領域
3. 学会等名 木曾シュミットシンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩切渉
2. 発表標題 MAXI-NICER連携(MANGA)による巨大恒星フレアの軟X線観測
3. 学会等名 2018年日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩切渉
2. 発表標題 RXTE衛星で探るX線スーパーバースト後のスペクトル変動
3. 学会等名 ～中性子星の観測と理論～ 研究活性化ワークショップ 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩切渉
2. 発表標題 巨大恒星フレアのMAXI-NICER連携によるX線観測と電波フォローアップ観測への期待
3. 学会等名 茨城大学重点研究 研究会：「突発・変動現象の電波フォローアップ」（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩切渉
2. 発表標題 RXTE衛星が捉えたX線バースターEXO 1745 - 248のスーパーバースト終了直後の強い輝線構造
3. 学会等名 2019年日本天文学会春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩切渉
2. 発表標題 MAXI-NICER連携による突発天体のX線観測：MANGAとOHMAN
3. 学会等名 第19回 宇宙科学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩切渉
2. 発表標題 MAXIとNICERで迫るX線バースト天体におけるrp過程
3. 学会等名 字核連研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩切渉
2. 発表標題 NuSTAR衛星による降着駆動型パルサー4U 1626 - 67の観測(2)
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩切 渉
2. 発表標題 X線バーストによる元素合成の現場は捉えることができるか？
3. 学会等名 ～中性子星の観測と理論～ 研究活性化ワークショップ 2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 W. Iwakiri
2. 発表標題 The Performance of the TPC polarimeter for PRAXyS
3. 学会等名 2nd CORE-U conference: Cosmic Polarimetry from Micro to Macro Scales (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 W. Iwakiri
2. 発表標題 MAXI/GSC observation of a new superburst from Ser X-1
3. 学会等名 7 years of MAXI (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 W. Iwakiri
2. 発表標題 X-ray properties of the accretion powered pulsar 4U 1626-67 during the spin-up phase observed by NuSTAR
3. 学会等名 NuSTAR Science meeting 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 岩切 渉
2. 発表標題 全天X線観測装置MAXIによるへび座X-1からのスーパーバーストの検出
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩切 渉
2. 発表標題 NuSTAR衛星による降着駆動型パルサー4U 1626 - 67の観測
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 岩切 渉
2. 発表標題 MAXI-NICER連携によるRS CVn型連星からの巨大恒星フレア観測
3. 学会等名 宇宙プラズマにおける粒子加速ワークショップ(2019年度前期) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩切 渉
2. 発表標題 惑星分光観測衛星「ひさき」とX線望遠鏡NICERによるおひつじ座UX星からの恒星フレア同時観測
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 岩切 渉
2. 発表標題 MAXI-NICER連携による巨大恒星フレアのX線観測の現状
3. 学会等名 第10回光赤外線天文学大学間連携ワークショップ (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wataru Iwakiri
2. 発表標題 Status report of the CubeSat X-ray observatory "NinjaSat" project
3. 学会等名 Gravitational wave physics and astronomy: Genesis: The Third Annual Area Symposiu (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

7 years of MAXI : monitoring X-ray transients https://indico2.riken.jp/indico/conferenceDisplay.py?confId=2357
--

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