

Nuclear Science and Transmutation Research Division High Energy Astrophysics Laboratory

1. Abstract

In the immediate aftermath of the Big Bang, the beginning of our universe, only hydrogen and helium existed. However, nuclear fusion in the interior of stars and the explosion of supernovae in the universe over 13.8 billion years led to the evolution of a world brimming with the many different elements we have today. By using scientific satellites or balloons to observe X-rays and gamma-rays emitted from celestial objects, we are observing the synthesis of the elements at their actual source. Our goal is to comprehensively elucidate the scenarios for the formation of the elements in the universe, together with our research on sub-atomic physics through the use of an accelerator.

2. Major Research Subjects

- (1) History of nucleosynthesis in the universe
- (2) Physics in extreme conditions in the universe
- (3) Research and development of innovative radiation detectors
- (4) Apply radiation technology for human to live in space

3. Summary of Research Activity

High Energy Astrophysics Laboratory started in April 2010. The goal of our research is to reveal the mechanism of nucleosynthesis and the evolution of elements in the universe, and to observe/discover exotic physical phenomena in extremely strong magnetic and/or gravitational fields. We have observed supernova remnants, strongly magnetized neutron stars, pulsars, black holes and galaxies with X-ray astronomical satellites, balloons and ground-based telescopes.

(1) Nucleosynthesis in the universe

(1-1) XRISM

We have contributed to the XRISM (X-ray imaging and spectroscopy mission) mission for the launch in FY2022. XRISM is the recovery mission of the ASTRO-H/Hitomi satellite, which was launched in February 2016 but lost by an accident one month after the launch. Hitomi carried four X-ray and gamma-ray detectors covering the 0.3–600 keV energy range. We, in collaboration with JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency), Tokyo Metropolitan University, Kanazawa University, Saitama University, NASA/GSFC etc., contributed to the soft X-ray spectrometer (SXS), which achieves unprecedented energy resolution (<7 eV) in the 0.3–12 keV energy band with a low temperature micro calorimeter. We hoped to use SXS to discover many previously-unknown elemental lines in the universe and to measure the abundance of these elements, but this was not possible with Hitomi. The XRISM satellite carries almost identical X-ray detectors as the Hitomi satellite, and is expected to carry out scientific observations that were not done with the Hitomi mission.

(1-2) MAXI

From April 2018, High Energy Astrophysics Laboratory hosts MAXI (Monitor of All-sky X-ray Image) onboard International Space Station (ISS), which was attached on ISS in 2009. MAXI is a RIKEN-lead project collaborating with JAXA and other universities. Since MAXI scans X-ray all-sky in 90 minutes, many transient objects including neutron star or blackhole binaries are found. All of the data are going to public soon after they are taken, and almost all of the groups in high-energy phenomena rely on the MAXI data. Until the end of 2020, we issued 362 alerts as ATEL (Astronomer's Telegram). To detect counterparts of neutron star merger events (*i.e.* gravitational wave events), we have prepared an automatic searching system and keep watching all-sky.

(2) Extremely strong magnetism and gravity

(2-1) IXPE

We have contributed to the NASA's world-first X-ray polarimeter mission IXPE (Imaging X-ray Polarimeter Explorer). High Energy Astrophysics Laboratory is responsible for providing the gas electron multipliers (GEMs) to the IXPE mission: the GEM is a key device of the X-ray polarimeter and produced based on our patent for space use. The IXPE satellite is scheduled to be launched in the second half of 2021. We have already provided the flight qualified GEMs to the project in FY2018, and have contributed to the detector calibrations in FY2019.

By using the IXPE satellite, we aim to prove the strong magnetism of Magnetars, which are one of the species of neutron stars which have ultra-strong magnetic field $B > 10^{11}$ T. In such ultra-strong magnetic field, higher-order diagrams, $O(eB/m^2)$, $O(eB/m^2)^2$ etc., never ignored in the QED perturbation theory. As the results, we observe newly-emerging phenomenon such as vacuum polarization, vacuum birefringence, etc. If such exotic phenomena are detected, we are sure that Magnetars have really ultra-strong magnetic field. In FY2020, we performed a simulation of scientific observations of Magnetars, which are neutron stars with ultra-strong magnetic fields.

(2-2) Astrophysical data analysis

In parallel with the mission development/operations, we are studying gamma-ray binary systems, which are one of the most important astrophysical targets in the MeV gamma-ray band. To reveal a long-standing question of the physical mechanism of efficient particle acceleration in these systems, we focused on the characteristic object LS 5039 and performed the timing analysis in the X-ray band. It resulted in hints of pulsation signals with an about 9-sec period. Though further confirmations are needed considering the

signal detection level, this result suggests that it harbors a strongly magnetized neutron star (magnetar). We proposed a new possibility that the particle acceleration could be related to the strong magnetic field of the magnetar, and have published a paper.

(3) Innovative breakthrough in astrophysics with a small satellite

We are developing technology and acquiring know-how to make space observation, which requires a lot of money, possible with small satellites at low cost. NASA and other space agencies around the world have realized the importance of this opportunities and have started space observation activities using small satellites. NinjaSat is a micro-satellite mission (6U CubeSat; $30 \times 20 \times 10 \text{ cm}^3$) led by RIKEN in collaboration with universities. NinjaSat will be deployed from the ISS in 2022. Although several science missions have recently been conducted using micro-satellites, NinjaSat is the world's first general purpose CubeSat mission to observe X-ray sources. NinjaSat carries two Xe-filled gas detectors with 2-degree-wide collimators and performs spectroscopy between 2–50 keV and timing observation with a timing resolution of about $120 \mu\text{s}$. Since the effective area is not large ($\sim 40 \text{ cm}^2$ at 6 keV), the target of the NinjaSat is a long-term monitoring of bright X-ray sources which are discovered by MAXI etc. In general, bright objects are difficult to observe and a continuous observations for long period is impossible with large satellite missions. The aim of NinjaSat is to perform observations that are difficult to perform on larger missions. For example, NinjaSat observes the time variability of binary neutron stars and binary black holes in conjunction with the ground-based optical, radio and gravitational telescopes. We developed and tested an engineering model of the X-ray detectors in 2020.

(4) Future X-ray and gamma-ray detectors

In collaboration with NASA Goddard Space Flight Center, we have developed and tested a hard X-ray polarimeter with a Time Projection Chamber technique. This TPC polarimeter is one of candidates of the future satellite XPP (X-ray polarimeter Probe mission) planned with an international consortium.

As a successor of the MAXI mission, we are also verifying the principle of a new concept, multiplexing lobster-eye (MuLE) optics, to monitor the entire sky with a wide field-of-view for detecting and immediate reporting transient objects such as a neutron star merger. We published a paper on the conceptual design of MuLE, and proved the concept by a simple experiment in 2020.

To explore the MeV gamma-ray sky in the Universe, we are proceeding with the GRAMS project. It utilizes a large-scale liquid argon time projection chamber as a gamma-ray imager and aims to improve the sensitivity in the MeV band, by more than an order of magnitude than before. In a large-scale detector, MeV gamma rays are easily Compton-scattered multiple times and they sometimes escape from the detector before they deposit all energies. Thus, one of the key techniques for the above goal is to establish an algorithm that can reconstruct the incoming gamma-ray energy and direction from such a complex scattering event. We have proposed a new event reconstruction algorithm based on the maximum likelihood, by formulating physical processes in MeV gamma-ray telescopes. It is one of the first algorithms that can also estimate the escape gamma-ray energy. We have confirmed that it works successfully for the multiple scattering events using Geant4 simulations, and have demonstrated a proof of concept of the GRAMS project.

Members

Director

Toru TAMAGAWA

Research/Technical Scientist

Tatehiro MIHARA (Senior Research Scientist)

Special Postdoctoral Researcher

Hiroki YONEDA

Visiting Scientists

Aya BAMBA (Univ. of Tokyo)

Naohisa INADA (NIT, Nara College)

Satoru KATSUDA (Saitama Univ.)

Tomoki KIMURA (Tohoku Univ.)

Kazuki KOMIYA (Tokyo Metropolitan Industrial Tech. Res. Inst.)

Toru MISAWA (Shinshu Univ.)

Ikuyuki MITSUISHI (Nagoya Univ.)

Yujin NAKAGAWA (JAMSTEC)

Toshio NAKANO (JTEC Corporation)

Hirofumi NODA (Osaka Univ.)

Hirokazu ODAKA (Univ. of Tokyo)

Yuki OKURA (NAOJ/Nat'l Inst. of Natural Sci.)

Rohta TAKAHASHI (NIT, Tomakomai College)

Yoko TAKEUCHI (Tokyo Metropolitan Industrial Tech. Res. Inst.)

Yukikatsu TERADA (Saitama Univ.)

Masaki WAKABAYASHI (Jakulin Commercial Company LC)

Shinya YAMADA (Rikkyo Univ.)

Student Trainees

Syoki HAYASHI (Tokyo Univ. Sci)

Naoyuki OTA (Tokyo Univ. Sci)

Tomoshi TAKEDA (Tokyo Univ. Sci)

Marina TSUTSUMI (Tokyo Univ. Sci)

Keisuke UCHIYAMA (Tokyo Univ. Sci)

Yuto YOSHIDA (Tokyo Univ. Sci)

List of Publications & Presentations

Publications

[Original Papers]

- Q. Abarr, H. Awaki, M. G. Baring, R. Bose, G. De Geronimo, P. Dowkontt, *et al.*, “XL-Calibur—a second-generation balloon-borne hard X-ray polarimetry mission,” *Astropart. Phys.* **126**, 102529 (2021).
- S. Yamada, Y. Ichinohe, H. Tatsuno, R. Hayakawa, T. Ohashi, Y. Ishisaki, *et al.*, “Broadband high-energy resolution hard X-ray spectroscopy using transition edge sensors at SPring-8,” *Rev. of Sci. Instrum.* **92**, 013103 (2021).
- T. Kasuga, H. Odaka, K. Hatauchi, S. Takashima, T. Tamba, Y. Aizawa, *et al.*, “Artifact-less coded aperture imaging in the X-ray band with multiple different random patterns,” *J. Astron. Telesc. Instrum. Syst.* **6**, 035002 (2020).
- T. Ebisuzaki, H. Katori, J. Makino, A. Noda, H. Shinkai, T. Tamagawa, “INO: Interplanetary network of optical lattice clocks,” *Int. J. Mod. Phys. D* **29**, 1940002 (2020).
- R. Sasaki, Y. Tsuboi, W. Iwakiri, S. Nakahira, Y. Maeda, K. Gendreau, *et al.*, “The RS CVn-type star GT mus shows most energetic X-ray flares throughout the 2010s,” *Astrophys. J.* **910**, 25 (2020).
- Y. L. Tuo, L. Ji, S. S. Tsygankov, T. Mihara, L. M. Song, M. Y. Ge, *et al.*, “Insight-HXMT insight into switch of the accretion mode: The case of the X-ray pulsar 4U 1901+03,” *J. High Energy Astrophys.* **27**, 38 (2020).
- M. Tominaga, S. Nakahira, M. Shidatsu, M. Oeda, K. Ebisawa, “Discovery of the black hole X-ray binary transient MAXI J1348-630,” *Astrophys. J. Lett.* **899**, L20 (2020).
- M. Sugizaki, M. Oeda, N. Kawai, T. Mihara, K. Makishima, and M. Nakajima, “X-ray emission evolution of the galactic ultraluminous X-ray pulsar swift J0243.6 + 6124 during the 2017–2018 outburst observed by the MAXI GSC,” *Astrophys. J.* **896**, 124 (2020).
- T. Tamagawa, K. Uchiyama, R. Otsubo, T. Yuasa, Y. Zhou, T. Mihara, *et al.*, “Multiplexing lobster-eye optics: a concept for wide-field X-ray monitoring,” *J. Astron. Telesc. Instrum. Syst.* **6**, 025003 (2020).

[Proceedings]

- Y. Maeda, Q. Abarr, H. Awaki, M. Baring, R. Bose, D. Braun, *et al.*, “XL-Calibur: the next-generation balloon-borne hard X-ray polarimeter,” *Proc. SPIE* **11444**, Space Telescopes and Instrumentation 2020: Ultraviolet to Gamma Ray, 114442X (2021).
- K. Uchiyama, T. Tamagawa, T. Mihara, Y. Zhou, Y. Ezoe, M. Numazawa, *et al.*, “Source position determination method of multiplexing lobster-eye optics,” *Proc. SPIE* **11444**, Space Telescopes and Instrumentation 2020: Ultraviolet to Gamma Ray, 114447E (2020).
- P. Soffitta, P. Attina, L. Baldini, M. Barbanera, W. H. Baumgartner, R. Bellazzini, *et al.*, “The imaging X-ray polarimetry explorer (IXPE): technical overview III,” *Proc. SPIE* **11444**, Space Telescopes and Instrumentation 2020: Ultraviolet to Gamma Ray, 1144462 (2020).
- T. Takeda, K. Black, T. Enoto, A. Hayato, J. Hill, W. Iwakiri, *et al.*, “Development and performance verification of a TPC polarimeter for high energy X-rays,” *Proc. SPIE* **11444**, Space Telescopes and Instrumentation 2020: Ultraviolet to Gamma Ray, 114445Y (2020).
- K. Hattori, H. Matsumoto, Q. Abarr, H. Awaki, R. Bose, D. Braun, *et al.*, “Current status of the X-ray mirror for the XL-Calibur experiment,” *Proc. SPIE* **11444**, Space Telescopes and Instrumentation 2020: Ultraviolet to Gamma Ray, 114445W (2020).
- D. Yonetoku, T. Mihara, A. Doi, T. Sakamoto, K. Tsumura, K. Ioka, *et al.*, “High-redshift gamma-ray burst for unraveling the dark ages mission: HiZ-GUNDAM,” *Proc. SPIE* **11444**, Space Telescopes and Instrumentation 2020: Ultraviolet to Gamma Ray, 114442Z (2020).
- M. Tashiro, H. Maejima, K. Toda, R. Kelley, L. Reichenthal, L. Hartz, *et al.*, “Status of X-ray imaging and spectroscopy mission (XRISM),” *Proc. SPIE* **11444**, Space Telescopes and Instrumentation 2020: Ultraviolet to Gamma Ray, 1144422 (2020).
- T. Enoto, T. Tamagawa, T. Kitaguchi, W. Iwakiri, Y. Kato, M. Numazawa, *et al.*, “NinjaSat: an agile CubeSat approach for monitoring of bright X-ray compact objects,” *Proc. SPIE* **11444**, Space Telescopes and Instrumentation 2020: Ultraviolet to Gamma Ray, 114441V (2020).
- Y. Takeuchi, K. Komiya, T. Tamagawa, Y. Zhou, “Development and properties of 100 mm-square size LTCC-GEM,” *J. Phys. Conf. Ser.* **1498**, 012011 (2020).
- J. Li, T. Sakamoto, M. Serino, D. Yonetoku, T. Sawano, I. Mitsuish, *et al.*, “X-ray performance and simulation study of lobster eye optics,” *Proc. of SPIE* **11444**, 114447C (2020).
- T. Sawano, D. Yonetoku, M. Arimoto, J. Li, T. Mihara, N. Ogino, “A detection algorithm for faint sources based on 1-d projection for a lobster-eye X-ray imaging system,” *Proc. SPIE* **11444**, Space Telescopes and Instrumentation 2020: Ultraviolet to Gamma Ray, 114445K (2020).

Presentations

[International Conferences/Workshops]

- T. Enoto (oral), T. Tamagawa, T. Kitaguchi, W. Iwakiri, Y. Kato, M. Numazawa, *et al.*, “NinjaSat: an agile CubeSat approach for monitoring of bright X-ray compact objects,” *SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation 2020*, Online, December 14–18, 2020.
- Y. Maeda (oral), Q. Abarr, H. Awaki, M. Baring, R. Bose, D. Braun, *et al.*, “XL-Calibur: the next-generation balloon-borne hard X-ray polarimeter,” *SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation 2020*, Online, December 14–18, 2020.
- D. Yonetoku (oral), T. Mihara, A. Doi, T. Sakamoto, K. Tsumura, K. Ioka, *et al.*, “High-redshift gamma-ray burst for unraveling the Dark Ages Mission: HiZ-GUNDAM,” *SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation 2020*, Online, December 14–18, 2020.
- T. Takeda (poster), K. Black, T. Enoto, A. Hayato, J. Hill, W. Iwakiri, *et al.*, “Development and performance verification of a TPC polarimeter for high energy X-rays,” *SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation 2020*, Online, December 14–18, 2020.

- K. Uchiyama (poster), T. Tamagawa, T. Mihara, Y. Zhou, Y. Ezoe, M. Numazawa, *et al.*, “Source position determination method of multiplexing lobster-eye optics,” SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation 2020, Online, December 14–18, 2020.
- T. Tamagawa (Oral), K. Uchiyama, R. Otsubo, T. Yuasa, Y. Zhou, T. Mihara, *et al.*, “New concept for wide-field X-ray monitoring with multiplexing Lobster-eye optics,” 43rd COSPAR Scientific Assembly, Online, January 28–February 4, 2021.

[Domestic Conferences/Workshops]

- 玉川徹 (口頭発表), 北口貴雄, 榎戸輝揚, 内山慶祐, 三石郁之, 山口友洋, 柏倉一斗, 田原讓, 郡司修一, 渡邊瑛里, 寺島政伸, 斎藤耀, 深沢泰司, 水野恒史, 高橋弘充, 内田和海, 山本龍哉, 岩切渉, 林田清, 朝倉一統, Martin Weisskopf, Brian Ramsey, Stephen O’Dell, Paolo Soffitta, Luca Baldini ほか IXPE 衛星チーム, 「X 線偏光観測衛星 IXPE への参加現状 (6)」, 日本天文学会 2021 年春季年会, オンライン, 2021 年 3 月 16–19 日.
- 三石郁之 (口頭発表), 山口友洋, 柏倉一斗, 瀧川歩, 志村拓馬, 田原讓, 大西崇文, 立花一志, 宮田喜久子, 田村啓輔, 玉川徹, 立花正満, 村島健介, 「X 線偏光観測衛星 IXPE 搭載 X 線望遠鏡用受動型熱制御素子サーマルシールドの開発 (8)」, 日本天文学会 2021 年春季年会, オンライン, 2021 年 3 月 16–19 日.
- Y. Ishisaki (口頭発表), R. L. Kelley, H. Akamatsu, H. Awaki, T. G. Bialas, G. V. Brown, M. P. Chiao, E. Costantini, J.-W. den Herder, M. J. Dipirro, M. E. Eckart, Y. Ezoe, C. Ferrigno, R. Fujimoto, A. Furuzawa, S. M. Graham, M. Grim, T. Hayashi, T. Horiuchi, A. Hoshino, Y. Ichinohe, R. Iizuka, M. Ishida, K. Ishikawa, C. A. Kilbourne, S. Kitamoto, M. A. Leutenegger, Y. Maeda, D. McCammon, I. Mitsuishi, M. Mizumoto, T. Ohashi, T. Okajima, S. Paltani, F. S. Porter, K. Sato, T. Sato, M. Sawada, H. Seta, P. J. Shirron, G. A. Sneiderman, Y. Soong, A. E. Szymkowiak, Y. Takei, T. Tamagawa, M. Tsujimoto, Y. Uchida, C. P. de Vries, S. Yamada, N. Y. Yamasaki, S. Yasuda, and N. Yoshioka, 「X 線分光撮像衛星 XRISM 搭載 Resolve の開発の現状 VI」, 日本天文学会 2021 年春季年会, オンライン, 2021 年 3 月 16–19 日.
- 前田良知 (口頭発表), 石田学, 斎藤芳隆, Abarr Quin, Bose R., Braun D., Dowkontt P., Errando M., Gau E., Guarino V., Hossen A., Lisalda L., Krawczynski H., Pastrani L., Rauch B., Simburger G., West A., 粟木久光, 今村竜太, Baring M., de Geronimo G., Elliot J., Gadson T., Hall K., Harmon K., Heatwole S., Kotsifakis D., Lanzi J., 岡島崇, Peterson Z., Purdy C., Snow C., Stuchlik D., 田村啓輔, Shreeves C., Vincent B., 榎戸輝揚, 北口貴雄, 玉川徹, 眞武寛人, 深沢泰司, 今里郁弥, 今澤遼, 水野恒史, Poon H., 高橋弘充, 内田和海, 内田悠介, 山本龍哉, 楊冲, 古澤彰浩, 郡司修一, 朝倉一統, 服部兼吾, 袴田知宏, 花岡真帆, 林田清, 石倉彩美, 井出峻太郎, 鴨川航, 松本浩典, 松下友亮, 峯田大晴, 野田博文, 岡崎貴樹, 大出優一, 佐久間翔太郎, 澤上拳明, 常深博米山友景, 善本真梨那, 石橋和紀, Iyer Nirmal K., Mozsai K., Ryde F., Stana T.-A., Pearce M., Kislak F., 宮本明日香, 中庭望, 鈴木瞳, 武尾舞, Spooner S., 宮澤拓也, 武田朋志, 内山慶祐, 吉田勇登, Wulf E., 「硬 X 線偏光観測実験 XL-Calibur 気球実験計画」, 日本天文学会 2021 年春季年会, オンライン, 2021 年 3 月 16–19 日.
- 沼澤正樹 (口頭発表), 榎戸輝揚, 玉川徹, 北口貴雄, 加藤藤, 三原建弘, 内山慶祐, 武田朋志, 吉田勇登, 大田尚享, 林昇輝, 佐藤宏樹, 岩切渉, 内山秀樹, Chin-Ping Hu, 高橋弘充, 小高裕和, 丹波翼, 「明るい X 線源の柔軟な観測を狙う超小型 X 線衛星 NinjaSat」, 日本天文学会 2021 年春季年会, オンライン, 2021 年 3 月 16–19 日.
- 武田朋志 (口頭発表), 玉川徹, 榎戸輝揚, 北口貴雄, 加藤藤, 沼澤正樹, 三原建弘, 岩切渉, 内山秀樹, 内山慶祐, 吉田勇登, 大田尚享, 林昇輝, 佐藤宏樹, Chin-Ping Hu, 高橋弘充, 小高裕和, 丹波翼, 「超小型 X 線衛星 NinjaSat に搭載のガス X 線検出器の開発 (2)」, 日本天文学会 2021 年春季年会, オンライン, 2021 年 3 月 16–19 日.
- 吉田勇登 (口頭発表), 玉川徹, 榎戸輝揚, 北口貴雄, 加藤藤, 沼澤正樹, 三原建弘, 岩切渉, 内山秀樹, 内山慶祐, 武田朋志, 大田尚享, 林昇輝, 佐藤宏樹, Chin-Ping Hu, 高橋弘充, 小高裕和, 丹波翼, 「超小型 X 線衛星 NinjaSat 搭載の高電圧印加/アナログ信号処理基板の開発 (2)」, 日本天文学会 2021 年春季年会, オンライン, 2021 年 3 月 16–19 日.
- 岩切渉 (口頭発表), 戸枝純哉, 芳野史弥, 井上諒太, 長谷川航平, 坪井陽子, 玉川徹, 榎戸輝揚, 北口貴雄, 加藤藤, 沼澤正樹, 三原建弘, 内山慶祐, 武田朋志, 吉田勇登, 大田尚享, 林昇輝, 佐藤宏樹, 内山秀樹, Chin-Ping Hu, 高橋弘充, 小高裕和, 丹波翼, 「超小型 X 線衛星 NinjaSat に搭載する小型で軽量の X 線コリメーターの開発」, 日本天文学会 2021 年春季年会, オンライン, 2021 年 3 月 16–19 日.
- 佐々木亮 (口頭発表), 坪井陽子, 岩切渉, 岡本豊, 北古賀智紀, 河合広樹, 三原建弘, 根来均, 他 MAXI チーム, 「全天 X 線監視装置 MAXI を用いた巨大恒星フレアの統計的研究」, 日本天文学会 2021 年春季年会, オンライン, 2021 年 3 月 16–19 日.
- 根来均 (口頭発表), 中島基樹, 芹野素子, 三原建弘, 岩切渉, 安達稜, 河合誠之, 小川翔司, 中平聡志, 松岡勝 他 MAXI チーム, 「MAXI/GSC か検出した 2020 年度後半の突発現象—ミニアウトバーストの検出—」, 日本天文学会 2021 年春季年会, オンライン, 2021 年 3 月 16–19 日.
- 玉川徹 (口頭発表), 榎戸輝揚, 北口貴雄, 加藤藤, 沼澤正樹, 三原建弘, 武田朋志, 吉田勇登, 大田尚享, 林昇輝, 内山慶祐, 岩切渉, 内山秀樹, 佐藤宏樹, Chin-Ping Hu, 高橋弘充, 小高裕和, 丹波翼, 「超小型 X 線天体観測衛星 NinjaSat」, 日本物理学会第 76 回年次大会, オンライン, 2021 年 3 月 12–15 日.
- 高橋弘充 (口頭発表), Quin Abarr, 朝倉一統, 粟木久光, Matthew G. Baring, Richard Bose, Dana Braun, Gianluigi de Geronimo, Paul Dowkontt, John Elliot, 榎戸輝揚, Manel Errando, 深沢泰司, 古澤彰浩, Thomas Gadson, Epharaim Gau, Victor Guarino, 郡司修一, 袴田知宏, Kenny Hall, 花岡真帆, Keon Harmon, 服部兼吾, 林田清, L. Scott Heatwole, Arman Hossen, 井出峻太郎, 今里郁弥, 今澤遼, 石橋和紀, 石田学, 石倉彩美, Nirmal Kumar Iyer, Fabian Kislak, Mozsai Kiss, 鴨川航, 北口貴雄, David Kotsifakis, Henric Krawczynski, James Lanzi, Lindsey Lisalda, 前田良知, 松下友亮, 眞武寛人, 松本浩典, 峯田大晴, 宮本明日香, 宮澤拓也, 水野恒史, 中庭望, 野田博文, 大出優一, 岡島崇, 岡崎貴樹, Izabella Pastrani, Mark Pearce, N. Zachary Peterson, Helen Poon, Chris Purdy, Brian Rauch, Felix Ryde, 斎藤芳隆, 佐久間翔太郎, 澤上拳明, Chris Shreeves, Garry Simburger, Carl Snow, Sean Spooner, Theodor-Adrian Stana, David Stuchlik, 鈴木瞳, 武田朋志, 武尾舞, 玉川徹, 田村啓輔, 常深博, 内田和海, 内田悠介, 内山慶祐, Brett Vincent, Andrew West, Eric Wulf, 山本龍哉, 楊冲, 米山友景, 吉田勇登, 善本真梨那, XL-Calibur チーム, 「硬 X 線偏光観測実験 XL-Calibur 気球実験計画の 2022 年フライトへ向けた準備状況」, 日本物理学会第 76 回年次大会, オンライン, 2021 年 3 月 12–15 日.
- 郡司修一 (口頭発表), 寺島政伸, 渡邊瑛里, 斎藤耀, 水野恒史, 内田和海, 山本龍哉, 深沢泰司, 高橋弘充, 玉川徹, 北口貴雄, 榎戸輝揚, 内山慶祐, 三石郁之, 山口友洋, 柏倉一斗, 田原讓, 林田清, 朝倉一統, 岩切渉, Martin Weisskopf, Brian Ramsey, Stephen O’Dell, Paolo Soffitta, Luca Baldini ほか IXPE 衛星チーム, 「X 線偏光衛星 IXPE の開発の現状」, 日本物理学会第 76 回年次大会, オンライン,

イン, 2021年3月12-15日。

寺島政伸(口頭発表), 郡司修一, 渡邊瑛里, 斎藤耀, 水野恒史, 内田和海, 山本龍哉, 深沢泰司, 高橋弘充, 玉川徹, 北口貴雄, 榎戸輝揚, 内山慶祐, 三石郁之, 山口友洋, 柏倉一斗, 田原讓, 林田清, 朝倉一統, 岩切渉, Martin Weisskopf, Brian Ramsey, Stephen O'Dell, Paolo Soffitta, Luca Baldini ほか IXPE 衛星チーム, 「IXPE 衛星による GRB afterglow の偏光観測シミュレーション」, 日本物理学会第 76 回年次大会, オンライン, 2021年3月12-15日。

山本あゆ美(口頭発表), 坂本貴紀, 芹野素子, 李晋, 盛顯捷, 天谷友亮, 米徳大輔, 澤野達哉, 三原建弘, 三石郁之, 「X 線ビームラインを用いたロプスターアイ光学系の性能評価試験」, 日本物理学会第 76 回年次大会, オンライン, 2021年3月12-15日。

米田浩基(口頭発表), 高嶋聡, 小高裕和, 井上芳幸, 辻直美, 一戸悠人, Georgia Karagiorgi, Reshmi Mukherjee, Tsuguo Aramaki, Jonathan Asaadi, Kerstin Perez, GRAMS コラボレーション, 「GRAMS 実験 3: 全体報告・イベント再構成アルゴリズムの開発」, 日本物理学会第 76 回年次大会, オンライン, 2021年3月12-15日。

高嶋聡(口頭発表), 小高裕和, 馬場彩, 米田浩基, 木村真人, 田中雅士, 寄田浩平, GRAMS コラボレーション, 「GRAMS 実験 4: 液体アルゴン検出器のエネルギー測定性能と宇宙線バックグラウンドの研究」, 日本物理学会第 76 回年次大会, オンライン, 2021年3月12-15日。

石崎欣尚(ポスター発表), Richard L. Kelley, 赤松弘規, 粟木久光, Thomas G. Bialas, Gregory V. Brown, Meng P. Chao, Elisa Costantini, Jan-Willem den Herder, Michael J. Dipirro, Megan E. Ekart, 江副祐一郎, Carlo Ferrigno, 藤本龍一, 古澤彰浩, Steven M. Graham, Martin Grim, 林多佳由, 堀内貴史, 星野晶夫, 一戸悠人, 飯塚亮, 石田学, 石川久美, Caroline A. Kilbourne, 北本俊二, Maurice A. Leutenegger, 三石郁之, 水本岬希, 森英之, 大橋隆哉, 岡島崇, Stephane Paltani, F. Scott Porter, 佐藤浩介, 澤田真理, 瀬田弘美, Peter J. Shirron, Gary J. Sneiderman, Yang Soong, Andrew E. Szymkowiak, 竹井洋, 玉川徹, 辻本匡弘, 内田悠介, Cor P. de Vries, 山田真也, 山崎典子, 安田進, 吉岡奈紗, 「X 線分光撮像衛星 (XRISM) 搭載 Resolve の開発状況」, 第 21 回宇宙科学シンポジウム, オンライン, 2021年1月6-7日。

玉川徹(ポスター発表) 北口貴雄, 榎戸輝揚, 内山慶祐, 三石郁之, 山口友洋, 柏倉一斗, 田原讓, 郡司修一, 渡邊瑛里, 寺島政伸, 斎藤耀, 深沢泰司, 水野恒史, 高橋弘充, 内田和海, 山本龍哉, 岩切渉, 林田清, 朝倉一統, Martin Weisskopf, Brian Ramsey, Stephen O'Dell, Paolo Soffitta, Luca Baldini ほか IXPE 衛星チーム, 「X 線偏光観測衛星 IXPE 開発の現状」, 第 21 回宇宙科学シンポジウム, オンライン, 2021年1月6-7日。

三石郁之(ポスター発表), 山口友洋, 柏倉一斗, 瀧川歩, 田村啓輔, 宮田喜久子, 田原讓, 玉川徹, 大西崇文, 立花一志, 立花正満, 村島健介, 「X 線偏光観測衛星 IXPE 搭載に向けた望遠鏡用サーマルシールドの開発(2)」, 第 21 回宇宙科学シンポジウム, オンライン, 2021年1月6-7日。

郡司修一(ポスター発表), 寺島政伸, 渡邊瑛里, 斎藤耀, 水野恒史, 内田和海, 山本龍哉, 深沢泰司, 高橋弘充, 玉川徹, 北口貴雄, 榎戸輝揚, 内山慶祐, 三石郁之, 山口友洋, 柏倉一斗, 田原讓, 林田清, 朝倉一統, 岩切渉, Martin Weisskopf, Brian Ramsey, Stephen O'Dell, Paolo Soffitta, Luca Baldini ほか IXPE 衛星チーム, 「日本チームによる IXPE 衛星の偏光観測シミュレーションの現状」, 第 21 回宇宙科学シンポジウム, オンライン, 2021年1月6-7日。

三原建弘(ポスター発表), 根来均, 中平聡志ほか MAXI チーム, 「MAXI の現状」, 第 21 回宇宙科学シンポジウム, オンライン, 2021年1月6-7日。

根来均(ポスター発表), 中島基樹, 芹野素子, 三原建弘, 上野史郎, 富田洋, 中平聡志, 菅原泰晴, 河合誠之, 吉田篤正, 坂本貴紀, 杉田聡司, 上田佳宏, 坪井陽子, 岩切渉, 山内誠, 山岡和貴, 川室太希, 志達めぐみ, 杉崎睦, 松岡勝, 「2020 年に MAXI が発見した新天体と突発現象」, 第 21 回宇宙科学シンポジウム, オンライン, 2021年1月6-7日。

富永愛侑(ポスター発表), 中平聡志, 志達めぐみ, 大枝幹, 海老沢研, 菅原泰晴, 根来均, 河合誠之, 杉崎睦, 上田佳宏, 三原建弘ほか MAXI チーム, 「ブラックホール X 線新星 MAXI J1348-630 の発見」, 第 21 回宇宙科学シンポジウム, オンライン, 2021年1月6-7日。

三原建弘(ポスター発表)(理研) ほか MAXI チーム, 「MAXI 後期運用(3) 期間中(2018-2020) の MAXI の成果: 論文, リンクと概説」, 第 21 回宇宙科学シンポジウム, オンライン, 2021年1月6-7日。

米徳大輔(口頭発表), 三原建弘, 土居明広, 坂本貴紀, 津村耕司, HiZ-GUNDAM WG, 「ガンマ線バーストを用いた初期宇宙・極限時空探査計画 HiZ-GUNDAM」, 第 21 回宇宙科学シンポジウム, オンライン, 2021年1月6-7日。

李晋(ポスター発表), 坂本貴紀, 芹野素子, 澤野達哉, 米徳大輔, 三石郁之, 三原建弘, 「ロプスターアイ光学系の地上試験及びシミュレータによる性能評価」, 第 21 回宇宙科学シンポジウム, オンライン, 2021年1月6-7日。

荻野直樹(ポスター発表), 有元誠, 澤野達哉, 米徳大輔, 平賀純子, 坂本貴紀, 盛顯捷, 谷津陽一, 「HiZ-GUNDAM に向けた CMOS イメージセンサの高速読み出しシステムの開発」, 第 21 回宇宙科学シンポジウム, オンライン, 2021年1月6-7日。

澤野達哉(ポスター発表), 米徳大輔, 有元誠, 李晋, 三原建弘, 荻野直樹, 坂本貴紀, 芹野素子「ロプスターアイ光学系による X 線突発天体検出アルゴリズムの研究」, 第 21 回宇宙科学シンポジウム, オンライン, 2021年1月6-7日。

武田朋志(口頭発表)(理科大/理研), 玉川徹, 榎戸輝揚, 北口貴雄, 加藤陽, 沼澤正樹, 三原建弘(理研), 岩切渉(中央大), 内山秀樹(静岡大), 内山慶祐, 吉田勇登(理科大/理研), 佐藤宏樹(芝浦工大/理研), Chin-Ping Hu(京都大), 高橋弘充(広島大), 小高裕和, 「超小型 X 線衛星 NinjaSat に搭載のガス X 線検出器の開発」, 日本天文学会 2020 年秋季年会, オンライン, 2020年9月8-10日。

吉田勇登(理科大/理研), 玉川徹, 榎戸輝揚, 北口貴雄, 加藤陽, 沼澤正樹, 三原建弘(理研), 岩切渉(中央大), 内山秀樹(静岡大), 内山慶祐, 武田朋志(理科大/理研), 佐藤宏樹(芝浦工大/理研), Chin-Ping Hu(京都大), 高橋弘充(広島大), 小高裕和(東京大)「超小型 X 線衛星 NinjaSat に搭載の高電圧印加・アナログ信号処理ボードの開発」, 日本天文学会 2020 年秋季年会, オンライン, 2020年9月8-10日。

佐藤宏樹(芝浦工大/理研), 玉川徹, 榎戸輝揚, 北口貴雄, 加藤陽, 沼澤正樹, 三原建弘(理研), 岩切渉(中央大), 内山秀樹(静岡大), 内山慶祐, 武田朋志, 吉田勇登(理科大/理研), Chin-Ping Hu(京都大), 高橋弘充(広島大), 小高裕和(東大)「超小型 X 線衛星 Ninjasat に搭載の X 線背景放射減衰シールドの最適化」, 日本天文学会 2020 年秋季年会, オンライン, 2020年9月8-10日。

畠内康輔, 春日知明, 丹波翼, 高嶋聡, 鈴木寛大, 渡邊泰平, 南木宙斗, 谷本敦, 小高裕和, 馬場彩(東大), 周圓輝(理科大/理研), 玉川徹(理研), 長澤俊作, 峰海里, 高橋忠幸(東大 Kavli IPMU), 成影典之(国立天文台), 佐久間翔太郎, 朝倉一統, 林田清(阪大)「CMOS イメージセンサを用いた硬 X 線撮像偏光計の開発 III」, 日本天文学会 2020 年秋季年会, オンライン, 2020年9月8-10日。

- 高橋弘充, 内田和海, 内田悠介, 深沢泰司, 水野恒史 (広島大学), 林田清, 松本浩典, 常深博 (大阪大学), 前田良知, 石田学, 斎藤芳隆 (宇宙科学研究所), 宮澤拓也 (沖縄科学技術大学院大学), 粟木久光 (愛媛大学), 石橋和紀 (名古屋大学), 北口貴雄, 玉川徹, 榎戸輝揚 (理化学研究所), 内山慶祐, 武田朋志, 吉田勇登 (東京理科大学), 郡司修一 (山形大学), Henric Krawczynski (ワシントン大学), Fabian Kislak (ニューハンプシャー大学), 岡島崇, 田村啓輔, 林多佳由 (NASA), Mark Pearce (スウェーデン王立工科大学), XL-Calibur チーム「硬 X 線偏光観測実験 XL-Calibur 気球の 2022 年フライトへ向けた準備状況」, 日本天文学会 2020 年秋季年会, オンライン, 2020 年 9 月 8-10 日.
- 山本龍哉, 水野恒史, 深沢泰司, 高橋弘充, 内田和海 (広島大), 玉川徹, 北口貴雄, 榎戸輝揚 (理研), 三石郁之, 山口友洋, 柏倉一斗, 田原讓 (名古屋大), 郡司修一, 渡邊瑛理, 寺島政伸, 斎藤耀 (山形大), 林田清, 朝倉一統 (大阪大), 内山慶祐 (東理大/理研), 岩切渉 (中央大), Martin Weisskopf, Brian Ramsey, Stephen O'Dell (NASA/MSFC), Paolo Soffitta (IAPS), Luca Baldini (INFN), 他 IXPE チーム「シミュレーションを用いた IXPE 衛星による広がった天体の軟 X 線偏光解析手法の研究」, 日本天文学会 2020 年秋季年会, オンライン, 2020 年 9 月 8-10 日.
- 山口友洋, 瀧川歩, 柏倉一斗, 三石郁之, 田原讓, 大西崇文, 立花一志 (名古屋大学), 宮田喜久子 (名城大学), 田村啓輔 (NASA/GSFC, UMBC), 玉川徹 (理研), 立花正満, 村島健介 (株式会社カネカ)「X 線偏光観測衛星 IXPE 搭載 X 線望遠鏡用受動型熱制御素子サーマルシールドの開発 (7)」, 日本天文学会 2020 年秋季年会, オンライン, 2020 年 9 月 8-10 日.
- 小高裕和, 高嶋聡 (東京大学), 井上芳幸, 米田浩基, 辻直美 (理研), 一戸悠人 (立教大学), Georgia Kara-giorgi, Reshmi Mukherjee (Columbia 大学), Tsuguo Aramaki (Northeastern 大学/SLAC), GRAMS コラボレーション「GRAMS 計画 1: MeV ガンマ線観測・ダークマター探索気球実験」, 日本天文学会 2020 年秋季年会, オンライン, 2020 年 9 月 8-10 日.
- 根来均, 中島基樹, 青木真凜 (日大), 三原建弘, 松岡勝 (理研), 岩切渉, 北古賀智紀, 岡本豊 (中央大), 志達めぐみ (愛媛大), 菅原泰晴 (JAXA), 庭野聖史, 河合誠之 (東工大) 他 MAXI チーム「MAXI/GSC が検出した 2020 年度前半の突発現象: X 線連星系の短期長期活動と増光する矮新星 SS Cyg の検出」, 日本天文学会 2020 年秋季年会, オンライン, 2020 年 9 月 8-10 日.
- 米田浩基 (理研), 牧島一夫 (Kavli IPMU/東大理/理研), 榎戸輝揚 (理研), Dmitry Khangulyan (立教大), 峰海里 (東大理/Kavli IPMU), 水野恒史 (広島大), 高橋忠幸 (Kavli IPMU/東大理)「ガンマ線連星 LS 5039 の, NuSTAR 衛星と Fermi 衛星を用いた広帯域スペクトル解析」, 日本天文学会 2020 年秋季年会, オンライン, 2020 年 9 月 8-10 日.
- 内田悠介 (口頭発表), Quin Abarr, 粟木久光, Richard Bose, Dana Braun, Gialuigi de Geronimo, Paul Dowkontt, 榎戸輝揚, Manel Errando, 深沢泰司, Tom Gadson, Victor Guarino, 郡司修一, Keon Harmon, 林田清, Scott Heatwole, 石田学, Fabian Kislak, Mozzi Kiss, 北口貴雄, Henric Krawczynski, Nirmal Kumar Iyer, Rakhee Kushwah, James Lanzi, Shaorui Li, Lindsey Lisalda, 前田良知, 松本浩典, 宮澤拓也, 水野恒史, 岡島崇, Mark Pearce, Zachary Peterson, Brian Rauch, Felix Ryde, 斎藤芳隆, Theodor-Adrian Stana, David Stuchlik, 高橋弘充, 武田朋志, 玉川徹, 田村啓輔, 常深博, 内田和海, 内山慶祐, Andrew West, Eric A. Wulf, 吉田勇登, XL-Calibur チーム, 「硬 X 線集光偏光系 XL-Calibur 気球実験の準備状況と 0.8 mm 厚 CZT 検出器の性能」, 日本物理学会 2020 年秋季大会, オンライン, 2020 年 9 月 14-17 日.
- 小高裕和 (口頭発表), 畠内康輔, 春日知明, 渡邊泰平, 丹波翼, 鈴木寛大, 高嶋聡, 南木宙斗, 谷本敦, 馬場彩, 周圓輝, 玉川徹, 長澤俊作, 峰海里, 高橋忠幸, 成影典之, 佐久間翔太郎, 朝倉一統, 林田清, 「CMOS イメージャを用いた X 線偏光撮像システムの開発 V: 開発と性能評価の現状」, 日本物理学会 2020 年秋季大会, オンライン, 2020 年 9 月 14-17 日.
- 米田浩基 (口頭発表), 牧島一夫, 榎戸輝揚, Dmitry Khangulyan, 峰海里, 水野恒史, 高橋忠幸, 「ガンマ線連星 LS 5039 の MeV ガンマ線放射の起源と, マグネター連星の可能性」, 日本物理学会 2020 年秋季大会, オンライン, 2020 年 9 月 14-17 日.
- 小高裕和 (口頭発表), 高嶋聡, 井上芳幸, 米田浩基, 辻直美, 一戸悠人, Georgia Karagiorgi, Reshmi Mukherjee, Tsuguo Aramaki, GRAMS コラボレーション, 「GRAMS 実験 1: MeV ガンマ線観測・ダークマター探索気球実験ミッション概要」, 日本物理学会 2020 年秋季大会, オンライン, 2020 年 9 月 14-17 日.
- 高嶋聡 (口頭発表), 小高裕和, 馬場彩, 米田浩基, 木村真人, 田中雅士, 寄田浩平, GRAMS コラボレーション, 「GRAMS 実験 2: 液体アールゴン検出器における多重コンプトン散乱イベントの解析」, 日本物理学会 2020 年秋季大会, オンライン, 2020 年 9 月 14-17 日.
- 米田浩基, 「ガンマ線連星 LS 5039 の MeV ガンマ線放射と, マグネター連星系の可能性」, Pulsar Bi-Monthly Meeting, オンライン, 2020 年 12 月.

[Seminars]

- 米田浩基, 「ガンマ線連星 LS 5039 のマグネター連星系の可能性: 硬 X 線パルスの兆候と強い MeV ガンマ線放射」, 高エネルギー宇宙物理学研究会 2020, 東京大学宇宙線研, 2020 年 12 月.
- Hiroki Yoneda, “Mystery of the strong MeV gamma-ray emission from gamma-ray binary systems—magnetic reconnection close to magnetars in binaries? —,” 知の共有ゼミ, 理研, 2020 年 6 月.
- Hiroki Yoneda, “The mystery of the MeV gamma-ray emission from gamma-ray binary systems,” ICRR Seminar, オンライン, 2020 年 12 月.

Outreach Activities

- 三原建弘ほか, 「ISS 20 年, 日本の挑戦の軌跡」, NHK コズミックフロントネクスト 2020 年 12 月 17 日放送.