

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：82645

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25247028

研究課題名(和文) X線マイクロカロリメータで探る宇宙のダークサイド

研究課題名(英文) The dark side of universe investigated with X-ray microcalorimeters

研究代表者

満田 和久 (MITSUDA, KAZUHISA)

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・教授

研究者番号：80183961

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,300,000円

研究成果の概要(和文)：世界最先端のX線分光観測装置SXSから最大限の性能を引き出すための研究とその最大限の性能によって達成可能となるサイエンスについて従来の観測装置も用いた準備研究を行なった。ASTRO-H衛星の不具合のためSXSは短い期間の観測となったが、その間、想定通りに完璧に動作し、銀河団観測からダークエネルギーに関する制限を得る際に問題となる銀河団内高温物質の運動の影響が小さい示唆を得るなどの科学成果を得た。また、すざく衛星を用いたX線観測による暗黒物質探査の可能性を調べ、銀河ハローからの0.5から10keVの輝線放射の上限からステライルニュートリノについてこの質量範囲で、これまでで最も厳しい制限をえた。

研究成果の概要(英文)：We pursued researches to obtain the best performance from the cutting edge X-ray spectrometer, SXS, and to prepare for its observations. Although the SXS observation was stopped in about a month by malfunction of the ASTRO-H spacecraft, the SXS instrument performed perfectly in orbit. We obtained a scientific result which suggests systematic errors introduced by the macroscopic motion of hot gas is not large in mass determination of cluster of galaxies, which is important for the study of dark energy using clusters. We also performed X-ray searches of dark matter. We obtained most stringent constraint on the mixing angle of sterile neutrinos in 1 to 20 keV mass range using the Galactic halo observations of Suzaku X-ray astronomy satellite.

研究分野：X線宇宙物理学

キーワード：宇宙物理学 X線宇宙物理学 マイクロカロリメータ 宇宙科学

1. 研究開始当初の背景

宇宙の描像はこの 10 年で大きく変化した。宇宙マイクロ波背景放射の揺らぎの観測や I 型超新星の観測により、宇宙膨張が現在加速しつつあることが明らかになり、暗黒物質だけでなく暗黒エネルギーの存在が明らかになった。しかし振り返ってみると、我々の宇宙が $\Lambda > 0$ である最初の示唆は 1990 年代の銀河団の X 線観測からすでに得られていた[e.g. Donahue+1998]。この時の考え方を発展させると銀河団観測からダークエネルギーに関する制限が得られることが期待される[Allen,+2011]。しかしそのためには銀河団高温ガスの複雑な振る舞いにより生じる systematic な不確定性を小さくする必要がある[Albrecht+2007]。次世代の X 線観測により systematics の問題を解決することで、他の波長とは独立かつパラメータの縮退を解くような観測が期待される。また、LHC によるヒッグス粒子の発見は逆にヒッグス粒子程度の質量の暗黒物質候補となる素粒子が存在しないことを示しており、むしろ keV の X 線領域になんらかの信号が現れる可能性も示唆されている[Kusenko+2012]。このような宇宙のダークサイドに光を当てる最初の次世代のミッションが ASTRO-H 衛星に搭載される SXS (Soft X-ray Spectrometer) 観測装置である。SXS は、50 mK という極低温で動作するマイクロカロリメータを検出器として用いることで、従来の X 線 CCD に比べて 30 倍以上優れた 4-7 eV (FWHM) のエネルギー分解能で X 線を分光する。また、回折格子などの分散系の分光器では観測できなかった空間的に広がった X 線の高分解の分光が可能となる。さらに SXS は 2keV 以上のエネルギー範囲でこれまでの回折光子よりもより優れた分解能を持ち、すべてのエネルギー範囲 (0.4-10keV) においてより大きな有効面積を持つ[Mitsuda+2012]。これによって銀河団の高温ガスからの多数の輝線を分解するとともに、未知の X 線輝線放射の検出感度が飛躍的に向上することが期待される。

2. 研究の目的

本研究は世界最先端の X 線分光観測装置から最大限の性能を引き出すことを目的とし、当該装置を知り尽くした研究チームが実行する。これと並行して、最大限の性能によって達成可能となるサイエンスの中から、代表的な 2 つに焦点をあてて、従来の観測装置も用いつつその研究をすすめ、SXS による観測に備える。

3. 研究の方法

本研究は 2 つの方法で実行される。第一は、プロジェクトの要求値(requirements)を超えて SXS のマイクロカロリメータ検出器が持つ最高性能(goals)を軌道上で達成することを目標に、打ち上げ前の較正実験などにより検出器の動作の理解を深め、軌道投入後は、その成果を生かして軌道上較正と試験的な観測を実施

する。第二は、達成された最高性能を生かして宇宙のダークサイドに迫る観測を検討する。そのために、すざく衛星など既存の観測装置を用いた観測的研究もすすめる。これにより打ち上げ後の観測に向けた準備をすすめる。

4. 研究成果

前節に記述した第一の研究については、本研究開始後に、マイクロカロリメータの冷却システムの中で用いている機械式冷凍機の振動擾乱がマイクロカロリメータの動作に大きな影響を与える、という問題が存在することを発見した。このため、本研究で行う SXS の動作の理解の一部として、振動擾乱の発生とそれがマイクロカロリメータの動作に与えるプロセスの理解、さらに、その対策の支援も振り分けた。冷却システムの真空断熱容器の外側に取り付けられている機械式冷凍機のコンプレッサーで発生した振動擾乱が、極低温部を支える支持構造を介して、50mK まで冷却された検出器アセンブリに伝わり、そのエネルギーが熱に変換され、熱検出器であるマイクロカロリメータに影響を与えていることがわかった。複数の対策を並行して検討し、最終的には、コンプレッサーを高周波振動に対して浮かせる振動 isolator を採用することで問題の解決にいたった。この対策に多くの時間を要したため、SXS サブシステムとして動作試験を行いデータを取得する時間は当初の予定よりも短くなったが、その中で、較正に役立つデータを可能な限り取得した。

SXS は、衛星の不具合により、SXS が軌道上で動作を始めてから約 1 ヶ月短い時間で運用停止となった。それまでの期間は想定通りに完璧に動作した。ただ、運用停止時にはまだ初期の立ち上げの途中であったため、取得した全てのデータは定常観測では想定していない configuration で動作しており、打ち上げ前に用意していた較正手段ではデータを扱うことができなかった。そこで、地上試験のデータを可能な限り掘り起こしつつ、科学的な解析ができるころまで、較正を行なった。その成果は、5 節:主な発表論文等-雑誌論文の 4 となっている。この結果は、銀河団観測からダークエネルギーに関する制限を得る際に問題となる銀河団内高温物質の運動の影響が小さいことを示唆している。

第二の研究の方法としては、すざく衛星などの既存の衛星を用いて X 線観測による暗黒物質探査の可能性を調べた。本研究の開始後、銀河団の X M M - N e w t o n 衛星による 3.5keV のエネルギーを持つ未知の輝線スペクトルの可能性示唆され、暗黒物質候補である Stelile Neutorino からの放射である可能性が指摘された。これを受けて、すざく衛星のデータを調べたところ、否定的な結果が得られた[5 節:主な発表論文等-雑誌論文の 10]。またすざく衛星のデータを用いて我々の銀河系のハローにある暗黒物質からの 0.5 から 1 0 k e V の輝線放射を探索し、Stelile

Neutorino の phase transition について、この質量範囲ではこれまでで最も厳しい制限をえることができた[5 節:主な発表論文等-雑誌論文の 5]。さらに、地球磁場を利用して Axion like particles (ALP) を検出する方法を検討し、すざく衛星を使ってこの強度についても上限を得た[5 節:主な発表論文等-学会発表の 1]。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 14 件)

- 1."TES X-ray microcalorimeters for X-ray astronomy and material analysis", Mitsuda, K., PHYSICA C-SUPERCONDUCTIVITY AND ITS APPLICATIONS, vol 530, part 4, pp 93-97, doi 10.1016/j.physc.2016.03.018, (NOV 15, 2016)
- 2."Calibration of the microcalorimeter spectrometer on-board the Hitomi, (Astro-H) observatory", Eckart, ME., Boyce, KR., Brown, GV., Chiao, MP., Fujimoto, R., Haas, D., den Herder, JW., Ishisaki, Y., Kelley, RL., Kilbourne, CA., Leutenegger, MA., McCammon, D., Mitsuda, K., Porter, FS., Sawada, M., Sneiderman, GA., Szymkowiak, AE., Takei, Y., Tashiro, M., Tsujimoto, M., de Vries, CP., Watanabe, T., Yamada, S., Yamasaki, NY., REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, vol 87, part 11, pp 93-97, doi 10.1063/1.4961075, (NOV, 2016)
- 3."The quiescent intracluster medium in the core of the Perseus cluster", ASTRO-H collaboration (Aharonian, F., Akamatsu, H., ..., Fujimoto, R., ..., Mitsuda, K., ..., Ota, N. et al) NATURE, vol 535, part 7610, pp 117-+, doi 10.1038/nature18627, (JUL 7, 2016)
- 4."Temporal Gain Correction for X-ray Calorimeter Spectrometers", Porter, FS., Chiao, MP., Eckart, ME., Fujimoto, R., Ishisaki, Y., Kelley, RL., Kilbourne, CA., Leutenegger, MA., McCammon, D., Mitsuda, K., Sawada, M., Szymkowiak, AE., Takei, Y., Tashiro, M., Tsujimoto, M., Watanabe, T., Yamada, S., JOURNAL OF LOW TEMPERATURE PHYSICS, vol 184, part 1-2, pp 498-504, doi 10.1007/s10909-016-1503-2, (JUL, 2016)
- 5.A search for a keV signature of radiatively decaying dark matter with, Suzaku XIS observations of the X-ray diffuse background", Sekiya, N., Yamasaki, NY., Mitsuda, K., PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF JAPAN, vol 68, part 6, pp 519-526, doi 10.1093/pasj/psv081, (JUN, 2016)
- 6."Flight model performance test results of a helium dewar for the soft, X-ray spectrometer onboard ASTRO-H", Yoshida, S., Miyaoka, M., Kanao, K., Tsunematsu, S., Otsuka, K., Hoshika, S., Mitsuda, K., Yamasaki, N., Takei, Y., Fujimoto, R., Sato, Y., DiPirro, M., Shirron, P., CRYOGENICS, vol 74, part 6, pp 10-16, doi 10.1016/j.cryogenics.2015.10.012, (MAR, 2016)
- 7."Flight model measurements of the porous plug and film flow suppression, system for the ASTRO-H Soft X-ray Spectrometer dewar", Ezoe, Y., Ishikawa, K., Mitsuishi, I., Ohashi, T., Mitsuda, K., Fujimoto, R., Murakami, M., Kanao, K., Yoshida, S., Tsunematsu, S., DiPirro, M., Shirron, P., CRYOGENICS, vol 74, part 6, pp 17-23, doi 10.1016/j.cryogenics.2015.12.004, (MAR, 2016)
- 8."Development of 1K-class Joule-Thomson cryocooler for next-generation astronomical mission", Yoichi Sato, Kenichiro Sawada, Keisuke Shinozaki, Hiroyuki Sugita, Kazuhiisa Mitsuda, Noriko Y. Yamasaki, Takao Nakagawa, Shoji Tsunematsu, Kiyomi Ootsuka, Katsuhiro Narasaki, Cryogenics, online, (2015), DOI: 10.1016/j.cryogenics.2015.10.017
- 9."An X-ray spectroscopic search for dark matter in the Perseus cluster, with Suzaku", Tamura, Takayuki, Iizuka, Ryo, Maeda, Yoshitomo, Mitsuda, Kazuhisa, Yamasaki, Noriko Y., PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF JAPAN, vol 67, part 2, pp 509-513, doi 10.1093/pasj/psu156 (APR 2015)
- 10."Development status of the mechanical cryocoolers for the Soft X-ray, Spectrometer on board Astro-H", Sato, Yoichi, Sawada, Kenichiro, Shinozaki, Keisuke, Sugita, Hiroyuki, Nishibori, Toshiyuki, Sato, Ryota, Mitsuda, Kazuhisa, Yamasaki, Noriko Y., Takei, Yoh, Goto, Ken, Nakagawa, Takao, Fujimoto, Ryuichi, Kikuchi, Kenichi, Murakami, Masahide, Tsunematsu, Shoji, Ootsuka, Kiyomi, Kanao, Kenichi, Narasaki, Katsuhiro, CRYOGENICS, vol 64, part 3, pp 182-188, doi 10.1016/j.cryogenics.2014.04.022 (NOV-DEC 2014)
11. "He flow rate measurements on the engineering model for the Astro-H Soft, X-ray Spectrometer dewar", Mitsuishi, I., Ezoe, Y., Ishikawa, K., Ohashi, T., Fujimoto, R., Mitsuda, K., Tsunematsu, S., Yoshida, S., Kanao, K., Murakami, M., DiPirro, M., Shirron, P., CRYOGENICS, vol 64, part 3, pp 189-193, doi 10.1016/j.cryogenics.2014.02.013 (NOV-DEC 2014)
- 12."Operation of an ADR using helium exchange gas as a substitute for a, failed heat switch", Shirron, P., DiPirro, M., Kimball, M., Sneiderman, G., Porter, F. S., Kilbourne, C., Kelley, R., Fujimoto, R., Yoshida, S., Takei, Y., Mitsuda, K., CRYOGENICS, vol 64, part 3, pp 207-212, doi 10.1016/j.cryogenics.2014.04.011 (NOV-DEC 2014)
- 13."Structural study of Galactic hot gas toward Markarian 421 from X-ray, absorption and emission lines", Sakai, Kazuhiro, Yao, Yangsen,

- Mitsuda, Kazuhisa, Yamasaki, Noriko Y., Wang, Q. Daniel, Takei, Yoh, McCammon, Dan, PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF JAPAN, vol 66, part 4, pp 1046-1052, doi 10.1093/pasj/psu058 (AUG 2014)
14. "O I fluorescent line contamination in soft X-ray diffuse background, obtained with Suzaku/XIS", Sekiya, Norio, Yamasaki, Noriko Y., Mitsuda, Kazuhisa, Takei, Yoh, PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF JAPAN, vol 66, part 2, pp 86-91, doi 10.1093/pasj/psu007 (APR 2014)
- [学会発表] (計 26 件)
1. "地球磁場を用いたアクシオン様粒子起因の X 線放射の探索", 山本亮, 山崎典子, 満田和久, 前久景星, 高田昌広, 日本天文学会、春季年会 2017 年 3 月 15 日-18 日九州大学伊都キャンパス
2. "Recent Progress in TES Microcalorimeters for Material Analysis", Kazuhisa Mitsuda, T. Hayashi, H. Muramatsu, K. Maehisa, N.Y. Yamasaki, A. Takano, K. Maehata, T. Hara, 1st Asian ICMC and CSSJ 50th anniversary conference, 8 November 2016, Kanazawa, Japan (invited)
3. "「ひとみ (ASTRO-H)」搭載 SXS 超流動ヘリウム排気系の軌道上性能", 江副祐一郎 (首都大), 石川久美 (ISAS/JAXA), 三石郁之 (名古屋大), 大橋隆哉 (首都大), 満田和久 (ISAS/JAXA), 藤本龍一 (金沢大), 村上正秀 (筑波大), 金尾憲一, 吉田誠至, 恒松正二 (住友重機械), Michael DiPirro, Peter Shirron (NASA/GSFC), 「ひとみ」SXS チーム, 日本天文学会、秋季年会、2016 年 9 月 14-16 日、愛媛大学
4. "「ひとみ (ASTRO-H)」搭載 SXS の波形処理装置の軌道上性能", 石崎欣尚, 山田真也, 瀬田裕美 (首都大), 田代信, 寺田幸功, 加藤優花 (埼玉大), 満田和久, 辻本匡弘, 小山志勇 (ISAS/JAXA), 澤田真理 (青山学院大), Kevin R. Boyce, Meng P. Chiao, Tomomi Watanabe, Megan Eckart, Maurice Leutenegger, F. Scott Porter, Caroline Kilbourne, Richard L. Kelley (NASA/GSFC), 「ひとみ」SXS チーム, 日本天文学会、秋季年会、2016 年 9 月 14-16 日愛媛大学
5. "「ひとみ (ASTRO-H)」搭載 SXS の軌道上での観測スペクトルを用いた応答関数の評価", 佐藤浩介 (東京理科大), 満田和久, 山崎典子, 辻本匡弘, 竹井洋, 前田良知, 小山志勇 (ISAS/JAXA), 藤本龍一 (金沢大), 澤田真理 (青山学院大), 石崎欣尚, 江副祐一郎, 山田真也, 瀬田裕美 (首都大学東京), 北本俊二, 星野晶夫 (立教大), 田代信 (埼玉大), 野田博文 (東北大), R. L. Kelley, C. A. Kilbourne, F. S. Porter, M. E. Megan, T. Okajima (NASA/GSFC), 他「ひとみ」SXS チーム, 日本天文学会、秋季年会、2016 年 9 月 14-16 日、愛媛大学
6. "「ひとみ (ASTRO-H)」搭載 SXS の高エネルギー帯域スペクトルの較正", 瀬田裕美, 石崎欣尚, 江副祐一郎, 山田真也 (首都大学東京), 辻本匡弘, 前田良知, 小山志勇, 山崎典子, 満田和久 (ISAS/JAXA), 藤本龍一 (金沢大), 澤田真理 (青山学院大), 佐藤浩介 (東京理科大), 北本俊二, 星野晶夫 (立教大), 田代信 (埼玉大), 野田博文 (東北大), R. L. Kelley, C. A. Kilbourne, F.S. Porter, M. E. Megan, T. Okajima (GSFC/NASA), 他「ひとみ」SXS チーム, 日本天文学会、秋季年会、2016 年 9 月 14-16 日、愛媛大学
7. "「ひとみ (ASTRO-H)」搭載 SXS 用デジタル波形処理装置の地上試験での時刻精度の検証", 加藤優花, 久保田拓武, 田代信, 寺田幸功 (埼玉大), 小山志勇, 辻本匡弘, 山崎典子, 満田和久, 石川久美 (ISAS/JAXA), 石崎欣尚, 江副祐一郎, 山田真也, 瀬田裕美, 大橋隆哉 (首都大学東京), 澤田真理 (青山学院大), 野田博文 (東北大), 北本俊二, 星野晶夫 (立教大), 佐藤浩介 (東京理科大), 藤本龍一 (金沢大), 玉川徹 (理研), R. L. Kelley, C. A. Kilbourne, F. S. Porter, K. R. Boyce, M. E. Eckart, M. P. Chiao, M. A. Leutenegger (GSFC/NASA), J.-W. den Herder, C. de Vries (SRON), 他 ASTRO-H SXS チーム, 日本天文学会、秋季年会、2016 年 9 月 14-16 日、愛媛大学
8. "ASTRO-H 搭載精密軟 X 線分光装置 SXS の開発の現状 XVI", 辻本匡弘, 満田和久, 山崎典子, 竹井洋, 小山志勇, 小川美奈, 杉田寛之, 佐藤洋一, 篠崎慶亮, 岡本篤, 石川久美 (JAXA), 藤本龍一 (金沢大), 大橋隆哉, 石崎欣尚, 江副祐一郎, 山田真也, 瀬田裕美 (首都大), 田代信, 寺田幸功 (埼玉大), 北本俊二, 星野晶夫 (立教大), 玉川徹 (理研), 野田博文 (東北大), 佐藤浩介 (東京理科大), 太田直美 (奈良女大), 澤田真理 (青山学院大), 三石郁之 (名古屋大), 村上正秀 (筑波大), 村上弘志 (東北学院大), 伊豫本直子 (九州大), 谷津陽一 (東工大) R. L. Kelley, C. A. Kilbourne, F. S. Porter, K. R. Boyce, M. E. Eckart, M. P. Chiao, M. A. Leutenegger, (NASA/GSFC), G.V. Brown (LLNL), D. McCammon (Wisconsin 大), A. Szymkowiak (Yale 大), J.-W. den Herder, D. Haas, C. de Vries, E. Costantini, H. Akamatsu (SRON), S. Paltani (Geneva 大), 他 ASTRO-H SXS チーム, 日本天文学会、秋季年会、2016 年 9 月 14-16 日、愛媛大学
9. "ASTRO-H (ひとみ) 衛星搭載精密軟 X 線分光装置 SXS の軌道上での性能", 藤本龍一, 満田和久, 山崎典子, 竹井洋, 辻本匡弘, 小川美奈, 小山志勇, 石川久美, 杉田寛之, 佐藤洋一, 篠崎慶亮, 岡本篤, 大橋隆哉, 石崎欣尚, 江副祐一郎, 山田真也, 瀬田裕美, 田代信, 寺田幸功, 北本俊二, 星野晶夫, 玉川徹, 佐藤浩介, 澤田真理, 野田博文, 三石郁之, 村上弘志, 太田直美, 伊豫本直子, 村上正秀, R.L. Kelley, C.A. Kilbourne, F.S. Porter,

- K.R. Boyce, G.A. Sneiderman, M.J. DiPirro, P.J. Shirron, T. Bialas, M.E. Eckart, M.P. Chiao, M.A. Leutenegger, T. Watanabe, K. Sakai, G.V. Brown, D. McCammon, A. Szymkowiak, J.-W. den Herder, D. Haas, C. de Vries, E. Costantini, H. Akamatsu, S. Paltani, 他 ASTRO-H SXS チーム, 金沢大, ISAS/JAXA, ARD/JAXA, 首都大, 埼玉大, 立教大, 理研, 東京理科大, 青山学院大, 東北大, 名古屋大, 東北学院大, 奈良女大, 九州大, 筑波大, NASA/GSFC, LLNL, Wisconsin 大, Yale 大, SRON, Geneva 大, 日本物理学会, 2016 年秋季大会, 2016 年 9 月 13 日(火)~16 日(金), 金沢大学角間キャンパス
10. “The ASTRO-H (Hitomi) X-ray Astronomy Satellite”, T. Takahashi et al. SPIE, Astronomical Telescopes + Instrumentation, June 26-July 1, 2016, Edinburgh
11. “The Astro-H High Resolution X-Ray Spectrometer”, Richard.L. Kelley, ..., Hiroki Akamatsu, Phillip Azzarell, Tom Bialas, Kevin R. Boyce, Gregory V. Brown, Edgar Canavan, Meng P. Chiao, Elisa Costantini, Michael J. DiPirro, Megan E. Eckart, Yuichiro Ezoe, Ryuichi Fujimoto, Daniel Haas, Jan-Willem den Herder, Akio Hoshino, Kumi Ishikawa, Yoshitaka Ishisaki, Naoko Iyomoto, Caroline A. Kilbourne, Mark Kimball, Shunji Kitamoto, Saori Konami, Shu Koyama, Maurice A. Leutenegger, Dan McCammon, Joseph Miko, Kazuhsa Mitsuda, Ikuyuki Mitsuishi, Harvey Moseley, Hiroshi Murakami, Masahide Murakami, Hirofumi Noda, Mina Ogawa, Takaya Ohashi, Atsushi Okamoto, Naomi Ota, Stéphane Paltani, F. Scott Porter, Kazuhiro Sakai, Kosuke Sato, Yohichi Sato, Makoto Sawada, Hiromi Seta, Keisuke Shinozaki, Peter J. Shirron, Gary A. Sneiderman, Hiroyuki Sugita, Andrew E. Szymkowiak, Yoh Takei, Toru Tamagawa, Makoto Tashiro, Yukikatsu Terada, Masahiro Tsujimoto, Cor P. de Vries, Shinya Yamada, Noriko Y. Yamasaki, and Yoichi Yatsu, SPIE, Astronomical Telescopes + Instrumentation, June 26-July 1, 2016, Edinburgh
12. “Vibration isolation system for cryocoolers of soft x-ray spectrometer onboard ASTRO-H”, Yoh Takei et al., SPIE, Astronomical Telescopes + Instrumentation, June 26-July 1, 2016, Edinburgh
13. “In-orbit operation of the ASTRO-H SXS”, Masahiro Tsujimoto et al. SPIE, Astronomical Telescopes + Instrumentation, June 26-July 1, 2016, Edinburgh
14. “ASTRO-H 搭載 精密軟 X 線分光装置 SXS の現状”, 田代信, 満田和久, 山崎典子, 竹井洋, 辻本匡弘, 小川美奈, 杉田寛之, 佐藤洋一, 篠崎慶亮, 岡本篤, 藤本龍一, 大橋隆哉, 石崎欣尚, 江副祐一郎, 山田真也, 瀬田裕美, 寺田幸功, 北本俊二, 星野晶夫, 玉川徹, 石川久美, 野田博文, 佐藤浩介, 太田直美, 澤田真理, 三石郁之, 村上正秀, 村上弘志, 伊豫本直子, R.L. Kelley, C.A. Kilbourne, F.S. Porter, K.R. Boyce, M. E. Eckart, M. P. Chiao, M. A. Leutenegger, G. V. Brown, D. McCammon, A. Szymkowiak, J.-W. den Herder, D. Haas, C. de Vries, E. Costantini, H. Akamatsu, S. Paltani, 他 ASTRO-H SXS チーム, 日本物理学会年次大会, 東北学院大, 2016/3/19-22
15. “ASTRO-H 搭載 精密軟 X 線分光装置 (SXS) の初期運用熱解析”, 野田博文, 満田和久, 山崎典子, 竹井洋, 岡本篤 (JAXA), 藤本龍一, 大橋隆哉, 石崎欣尚, 江副祐一郎, 石川久美, 三石郁之, M. DiPirro, P. Shirron, 吉田誠至, 他 ASTRO-H SXS チーム, 日本天文学会春季年会, 首都大学東京, 2016/3/14-17
16. Kazuhsa Mitsuda, “TES X-ray Microcalorimeters for X-ray Astronomy and Material Analysis”, 28th International Symposium on Superconductivity, ISS 2015, November 16-18, 2015, Tokyo, Japan (invited)
17. “ASTRO-H 搭載 精密軟 X 線分光装置 SXS の開発の現状 XIV”, 辻本匡弘, 満田和久, 山崎典子, 竹井洋, 小川美奈, 杉田寛之, 佐藤洋一, 篠崎慶亮, 岡本篤, 藤本龍一, 大橋隆哉, 石崎欣尚, 江副祐一郎, 山田真也, 小波さおり, 瀬田裕美, 田代信, 寺田幸功, 北本俊二, 星野晶夫, 玉川徹, 石川久美, 野田博文, 佐藤浩介, 太田直美, 澤田真理, 三石郁之, 村上正秀, 村上弘志, 伊豫本直子, R. L. Kelley, C. A. Kilbourne, F. S. Porter, K. R. Boyce, M. E. Eckart, M. P. Chiao, M. A. Leutenegger, G. V. Brown, D. McCammon, A. Szymkowiak, J.-W. den Herder, D. Haas, C. de Vries, E. Costantini, H. Akamatsu, S. Paltani, 他 ASTRO-H SXS チーム 日本天文学会秋季年会, 甲南大学, 2015/9/9-11
18. Kazuhsa Mitsuda, “Global Coordination of National and Strategic Planning”, Global Coordination of Ground and Space Astrophysics, IAU general assembly, 5-6 August 2015, Honolulu (Invited)
19. Kazuhsa Mitsuda, Richard Kelley et al. (SXS team) “Soft X-ray Spectrometer, SXS, onboard ASTRO-H - status and performance”, Low Temperature Detectors 16, Grenoble, France, 23 July 2015
20. N. Y. Yamasaki, N. Sekiya, K. Mitsuda, R. Yamamoto “A Search for a keV Signature of Radiatively Decaying Dark Matter with Suzaku XIS and Future Missions”, The Chalonge School 19th Paris Cosmology Colloquium 2015, July 22-24, Paris (invited)
大阪大学
21. “ASTRO-H 搭載 精密軟 X 線分光装置 SXS の開発の現状 (VI)”, 石崎欣尚(首都大学東京), 満田和久, 山崎典子, 竹井洋, 辻本匡弘, 小川美奈 (ISAS/JAXA), 杉田寛之, 佐藤洋一, 篠崎慶亮, 岡本篤 (ARD/JAXA), 藤本龍一 (金沢大学), 大橋隆哉, 江副祐一郎, 山田真也,

小波さおり (首都大学東京), 田代信, 寺田幸功, 瀬田裕美 (埼玉大学), 北本俊二, 星野 晶夫 (立教大学), 玉川徹, 石川久美, 野田博文 (理研), 佐藤浩介 (東京理科大), 太田直美 (奈良女子大学), 澤田真理 (青山学院大学), 三石郁之 (名古屋大学), 村上正秀 (筑波大学), 村上 弘志 (東北学院大学), 伊豫本直子 (九州大学), R. L. Kelley, C. A. Kilbourne, F. S. Porter, K. R. Boyce, M. E. Eckart, M. P. Chiao, M. A. Leutenegger (N A S A / G S F C), G. V. Brown (L L N L), D. McCammon (U. Wisconsin), A. Szymkowiak (Yale U.), J.-W. den Herder, D. Haas, C. de Vries, E. Costantini, H. Akamatsu (SRON), S. Paltani (Geneve U.), 他
ASTRO-H SXS チーム 日本物理学会, 2015, 3/21-24, 早稲田大学

22. “ASTRO-H 搭載 精密軟 X 線分光装置 SXS の開発の現状 XIII”, 辻本匡弘, 満田和久, 山崎典子, 竹井洋, 小川美奈, 杉田寛之, 佐藤洋一, 篠崎慶亮, 岡本篤, 藤本龍一, 大橋隆哉, 石崎欣尚, 江副祐一郎, 山田真也, 小波さおり, 田代信, 寺田幸功, 瀬田裕美, 北本俊二, 星野晶夫, 玉川徹, 石川久美, 野田博文, 佐藤浩介, 太田直美, 澤田真理, 三石郁之, 村上正秀, 村上弘志, 伊豫本直子, R. L. Kelley, C. A. Kilbourne, F. S. Porter, K. R. Boyce, M. E. Eckart, M. P. Chiao, M. A. Leutenegger, G. V. Brown, D. McCammon, A. Szymkowiak, J.-W. den Herder, D. Haas, C. de Vries, E. Costantini, H. Akamatsu, S. Paltani, 他
ASTRO-H SXS チーム 日本天文学会, 2015, 3/18 -21, 大阪大学
23. “銀河面からの軟 X 線背景放射 (2)”, 中道蓮, 三石郁之, 佐治重孝, 松本浩典, 田原譲, 大藪進喜 (名古屋大学), 佐藤寿紀, 佐々木伸 (首都大学東京), 満田和久, 山崎典子 (ISAS/JAXA), Dan McCammon (University of Wisconsin) 日本天文学会, 2015, 3/18 -21,
24. “「すぎく」衛星による X 線背景放射観測を用いた keV 領域における暗黒物質の探査”, 関谷典央, 山崎典子, 満田和久 (ISAS/JAXA), 日本天文学会, 2015, 3/18 -21, 大阪大学
25. K. Mitsuda, “Review of the Japanese Space Science Program”, in Symposium. Scientific Motivation and Requirements for Future Space Astronomy and Solar System Science Missions, IAC2014 Toronto, 29 September, 2014 (Invited)
26. K. Mitsuda, et al., “Soft X-ray Spectrometer (SXS): The High-Resolution Cryogenic Spectrometer Onboard ASTRO-H”, SPIE Space Telescopes and Instrumentation 2014: Ultraviolet to Gamma-Ray, Montreal, June 25, 2014

[その他]

ホームページ等

<http://www.astro.isas.jaxa.jp/~mitsuda/labo>

6. 研究組織

(1)研究代表者

満田 和久 (MITSUDA, Kazuhisa)

研究開発法人宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・教授

研究者番号：80183961

(2)研究分担者

藤本 龍一 (FUJIMOTO, Ryuich)

金沢大学・数物科学系・准教授

研究者番号：20280555

太田 直美 (OTA, Naomi)

奈良女子大学・理学部・准教授

研究者番号：40391891