

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2015～2018

課題番号：15H02090

研究課題名（和文）X線精密分光による銀河MeV宇宙線研究の開拓

研究課題名（英文）Study of the Galactic MeV cosmic rays with X-ray precision spectroscopy

研究代表者

鶴 剛 (Tsuru, Takeshi)

京都大学・理学研究科・教授

研究者番号：10243007

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 34,350,000円

研究成果の概要（和文）：フェルミ衛星やチェレンコフ望遠鏡により、GeV・TeVの銀河宇宙線陽子の情報が入手可能になった。一方、MeV宇宙線陽子のデータは地球のごく近傍を除いて未だ皆無である。本研究はこの精密X線分光を用いてMeV銀河宇宙線陽子の研究を行った。その成果は下記のとおりである。銀河中心領域および複数の超新星残骸からMeV宇宙線由来の鉄中性6.4keV輝線の検出。宇宙線重イオンによる中性原子の多重電離に由来する輝線構造のモデル化。「ひとみ」衛星の搭載X線CCDカメラの開発と機上較正。XRISM衛星の搭載X線CCDカメラの開発。次世代広帯域X線衛星搭載用の新型X線検出器の試作。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究でMeV銀河宇宙線をX線バンドから観測可能であることを示したことに大きな意義がある。「ひとみ」衛星の損失で本研究期間内での実現はできなかったものの、X線精密撮像分光がMeV銀河宇宙線の研究分野を大きく切り拓くことを確信することができた。これはMeV銀河宇宙線の研究の始まりに過ぎない。ここで得られるデータや知見を元に、日本も参加表明している大型のATHENA衛星や独自の広帯域X線衛星など、将来のX線ミッションにおけるサイエンスの大きな柱に成長するであろう。

研究成果の概要（英文）：The Fermi satellite and air Cherenkov telescopes have provided information on the GeV and TeV cosmic-ray protons. On the other hand, there are still no observational studies data on MeV cosmic-ray protons, except for those in the vicinity of the Earth. We made pioneer studies of MeV galactic cosmic-ray protons by using the precise X-ray spectroscopy. The results obtained from this study are as follows. Detection of Fe-neutral 6.4 keV emission lines generated by MeV cosmic-rays at the molecular clouds in the Galactic center region and the ones at the vicinities of several supernova remnants. Modeling of emission line structures derived from multiple ionizations of neutral atoms by cosmic-ray heavy ions. Calibration of the X-ray CCD camera onboard the Hitomi satellite. Development of X-ray CCD for the XRISM satellite. Production of prototype of a new type of X-ray sensors for the Next Generation Broadband X-ray Satellite.

研究分野：宇宙物理学実験

キーワード：X線天文学 MeV宇宙線 すざく衛星 ひとみ衛星

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

天の川銀河中心領域および銀河面の広がったX線の観測研究は、本研究室(京大物理・宇宙線研究室)が誇る成果である。図1(左)は、「すざく」X線 CCD カメラで得た銀河中心領域のスペクトルである(Koyama et al. 2007, PASJ, 59, 245)。6.7keV と 6.9keV はヘリウム状および水素状に高階電離した鉄輝線であり、温度約  $10^8\text{K}$  のプラズマが銀河中心領域を一様に満たしていることを示す。一方 6.4keV 輝線は中性の鉄原子が放出する蛍光 X線である。撮像観測から私達は巨大分子雲が強い 6.4keV 輝線を放射していることを見いだした(図1下)。これは銀河中心巨大ブラックホール(BH)射手座 A\*が、過去の活動時に照射した X線の反射(蛍光)X線である。この「X線反射星雲説」は今や国際的に広く受け入れられている。

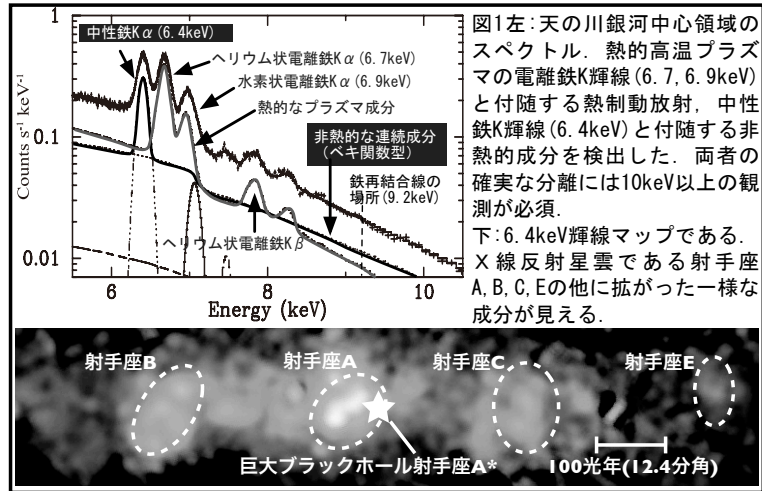


図1左:天の川銀河中心領域のスペクトル。熱的高温プラズマの電離鉄輝線(6.7, 6.9keV)と付随する熱制動放射、中性鉄輝線(6.4keV)と付随する非熱的成分を検出した。両者の確実な分離には10keV以上の観測が必須。

下:6.4keV輝線マップである。X線反射星雲である射手座 A, B, C, Eの他に広がった一様な成分が見える。

一方 私達は「すざく」の観測から、この明るいX線反射星雲以外にも銀河中心領域にはほぼ一様な 6.4keV 輝線が存在している事を発見した(図1下) (Tsuru et al. 2014, Proc. Suzaku-MAXI Workshop)。そしてそれは銀河面へと繋がっている。この起源を調べるため「すざく」キーププロジェクトを提案し、銀河中心領域から接続する銀経 2~4 度の領域(GC 東)を観測した。図2は 6.4, 6.7keV 輝線と分子雲の強度分布である(Tsuru et al. 2014, Proc. Suzaku-MAXI Workshop; Kawabata et al., 2014, COSPAR, 口頭講演)。6.7keV 輝線は GC 西と東で対称であるのに対し、6.4keV 輝線は GC 東が 3 倍高い。つまり両輝線の起源は違う。さらに 6.4keV 輝線と分子雲は極めて良い相関を持つことを発見した。つまり分子雲が 6.4keV 輝線を放射している。近傍には明るいX線星は無く、射手座 A\*からも遠い。従ってX線反射星雲ではない。電子と陽子は等価幅(連続成分に対する輝線強度比)で区別できる。GC 東から GC 西のスペクトルを引き、6.4keV 輝線を放射する成分のみを抽出した結果を図3に示す。等価幅は 1.3keV と非常に大きいことがわかった。これから電子起源は否定される。電子は強い制動放射を放出するので等価幅は 0.2-0.4keV にすぎないためである。一方 MeV 陽子由来の 6.4keV 輝線は等価幅が高く矛盾しない。これから MeV 宇宙線陽子が 6.4keV 輝線の起源である可能性がほぼ確実になった。

宇宙線加速の最大の候補は超新星残骸(SNR)である。最近の「すざく」の観測から 6.4keV 輝線を持つ、あるいはその可能性が高い SNR が 2 例見つかった。いずれも分子雲と衝突しており、GeV ガンマ線が見つかっている。高い GeV 陽子密度は、高い MeV 陽子密度を意味する。従って MeV 陽子が起源である可能性が高い。

宇宙線加速の最大の候補は超新星残骸(SNR)である。最近の「すざく」の観測から 6.4keV 輝線を持つ、あるいはその可能性が高い SNR が 2 例見つかった。いずれも分子雲と衝突しており、GeV ガンマ線が見つかっている。高い GeV 陽子密度は、高い MeV 陽子密度を意味する。従って MeV 陽子が起源である可能性が高い。

### 2. 研究の目的

以上の通り私達は、6.4keV 輝線観測から MeV 宇宙線陽子を探索できる可能性を見いだした。私達は 2015 年度に ASTRO-H (「ひとみ」衛星)を打ち上げ、マイクロカロリメーターによる精密分光( $\Delta E=4\text{keV}$  FWHM)を実現する(X線 CCD の実に 35 倍である)。これにより MeV 陽子起源に特徴的な 6.4keV 輝線構造の検出が可能になり、これまで未知だった MeV 銀河宇宙線の探索を行う。

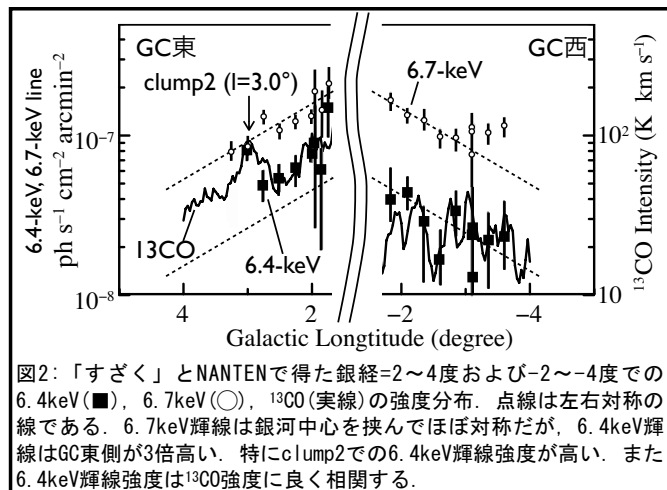


図2:「すざく」とNANTENで得た銀経=2~4度および-2~-4度での6.4keV(■)、6.7keV(○)、<sup>13</sup>CO(実線)の強度分布。点線は左右対称の線である。6.7keV輝線は銀河中心を挟んでほぼ対称だが、6.4keV輝線はGC東側が3倍高い。特にclump2での6.4keV輝線強度が高い。また6.4keV輝線強度は<sup>13</sup>CO強度に良く相関する。

### 3. 研究の方法

以上示した背景や目的に従い、下記の研究を行うことを計画した。

- (1) マイクロカロリメーターで銀経 3 度領域を観測する。特徴的な 6.4keV 輝線を検出し、陽子起源を確定する。ひとみ衛星に搭載する X 線 CCD カメラと硬 X 線イメージャーを用いて 6.4keV 輝線に付随する連続成分を広帯域(0.5-80keV)で精密測定する。冷たい星間ガス(中性水素および分子雲)の情報も加え、MeV 宇宙線陽子のエネルギー密度とスペクトルのベキと決定する。
- (2) 他の領域、つまり外側の銀河面や銀河中心領域の広がった 6.4keV 輝線も同じく MeV 陽子起源だろうか？それとも keV 電子が起源だろうか？それぞれの領域を ASTRO-H で観測し検証する。
- (3) 複数の 6.4keV 輝線 SNR を観測し、MeV 陽子起源を検証し、SNR のタイプ依存性を調べる。
- (4) (1)~(3)を総合し、天の川銀河における MeV 宇宙線陽子の加速領域と伝搬を明らかにする。
- (5) 上記の観測に使用する X 線 CCD カメラの機上較正・性能維持実験を行う。マイクロカロリメーターと硬 X 線イメージャーとの相互較正を行い、3 つの検出器の最高性能を引き出す。較正結果を即座に世界中のユーザーに公開し、ASTRO-H の科学的価値を高める。

ASTRO-H は 2 月 17 日に無事打ち上げられ、ひとみ衛星と名付けられた。しかし、初期運用の終了後、初期観測を行っていた最中の 3 月末に、通信異常が発生し、そのまま「ひとみ」衛星は失われることになってしまった。従って、「ひとみ」衛星の稼働を前提とした本基盤研究は、方法や計画の変更を余儀なくされることとなった。

わずか数個であったが、初期観測に「ひとみ」衛星が得たデータは非常に素晴らしいものであった。そこで、関係者の理解と努力により、カロリメータと X 線 CCD カメラを搭載する XRISM 衛星として、再挑戦を行うことになった。X 線 CCD カメラは、「ひとみ」衛星搭載の X 線 CCD カメラをベースとして申請者らを中心として開発が進められることとなった。

この経緯を踏まえ、本基盤研究の 2 年目 (FY2016)からは下記の方法で研究を行った。

- (6) XRISM 衛星に搭載する X 線 CCD カメラの開発を行う。
- (7) 既存衛星を用いた超新星残骸の観測を行う。
- (8) XRISM 衛星での観測を目指し、宇宙線重イオンの中性元素への衝突時に放射される中性蛍光  $K\alpha$  輝線の輝線構造の研究を行う。
- (9) MeV 宇宙線が放出する連続成分を観測することを目的に、新型の低バックグラウンド X 線 SOI 検出器の開発を行う。

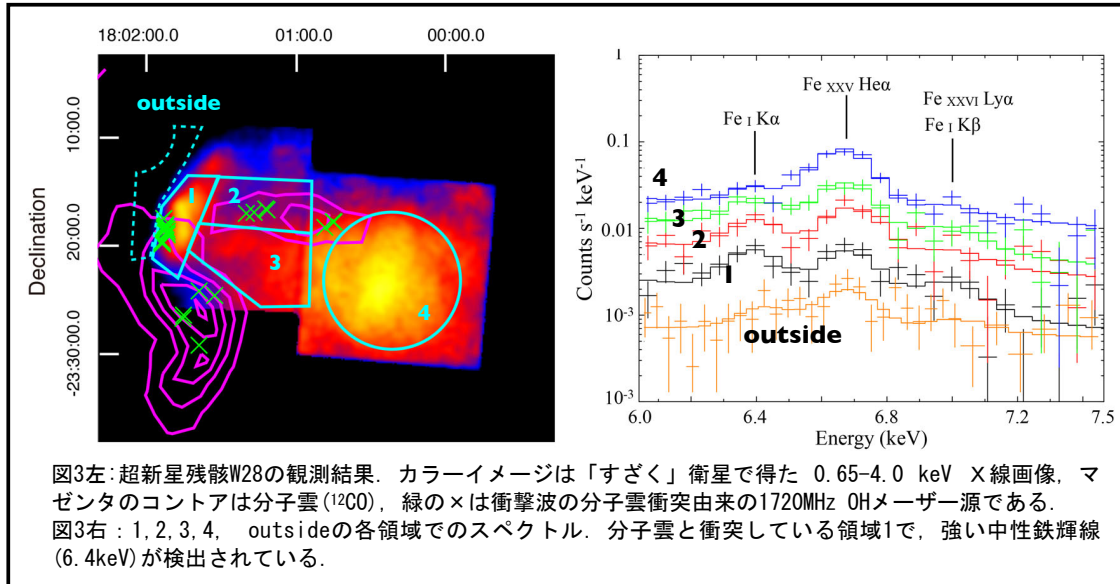
### 4. 研究成果

- (1) 「すざく」による銀河中心領域の MeV 宇宙線由来の鉄中性 6.4keV 輝線の検出

「研究開始当初の背景」で示した銀河中心領域から接続する銀経 2~4 度の領域(GC 東)の観測結果を論文として出版した (Nobukawa et al. 2015)。これは銀河面の中性鉄(6.4keV)輝線の起源が MeV 陽子の分子雲中の鉄原子の内殻電離による蛍光輝線である事を示した成果である。

- (2) 超新星残骸からの 6.4keV 中性輝線の発見

宇宙線加速の最大の候補は超新星残骸である。「すざく」のアーカイバルデータを用いて、超新星残骸 W28 から 6.4keV の中性鉄輝線を検出することに成功した (図 3 : Okon et al. 2018)。これに引き続きさらに 5 個の超新星残骸から中性鉄輝線を検出した (Nobukawa et al. 2018)。中性鉄輝線の放射領域は分子雲に衝撃波が衝突している領域であった。さらに、鉄輝線を検出した超新星残骸は全て、ガンマ線観測から GeV 以上の帯域まで加速された相対論的粒子の存在が明らかになっている。このことから、中性鉄輝線の起源は準相対論的粒子(電子であれば 10 keV 程度、陽子であれば 10 MeV 程度)の分子雲中の鉄原子の内殻電離による蛍光輝線であると結論した。



(3) 宇宙線重イオンによる中性原子の多重電離に由来する輝線構造

X線や電子が行う内殻電離はK殻の電子1個のみを放出させるため中性蛍光  $K\alpha$  輝線は  $K\alpha 1$  と  $K\alpha 2$  の2つだけの単純な構造を持つ. それに対し, 陽子とそれに付随する重イオンはK殻の電子と同時にL殻やM殻の電子も放出させる「多重電離」を行うので,  $K\alpha 1$  と  $K\alpha 2$  に加え高エネルギー側に複雑なサブストラクチャーを持つ. これを銀河面や超新星残骸の中性鉄K輝線構造の精密分光から検出できれば, MeV陽子や重イオンによる電離を意味し, 宇宙線陽子・重イオンの存在を仮定なしに証明できる. サブストラクチャーの強度比から宇宙線重イオンのアバダンスの測定も可能である. そこでXRISMによる精密分光観測に備え, 地上の実験結果を利用し, 輝線構造のモデル化を行った.

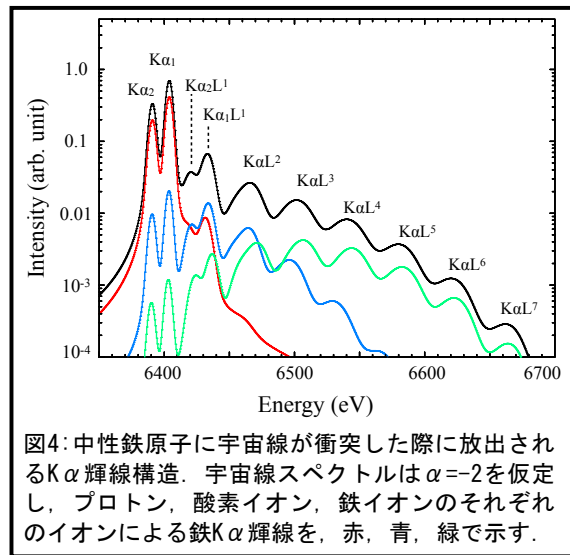


図4は, このモデル化から得られた宇宙線が中性鉄に衝突した際に放射される鉄  $K\alpha$  輝線のシミュレーションである. この成果は査読論文として PASJ で出版される予定である (Okon et al. 2000, Accepted).

(4) 「ひとみ」衛星の搭載X線 CCD カメラの開発と機上較正

ひとみ衛星の打ち上げ前に, 搭載 X線 CCD カメラ の地上キャリブレーションを行った. 新たに開発した回転型 X線発生装置を用いて, 京大にて 2014 年度に取得した X線データの解析を行った. F-K, Ge-L, Ge-K, Fe-55, Ti-K の各蛍光輝線での電荷転送効率, 電荷注入によるゲイン回復とゲインの CCD 面上での位置依存性を補正する関数を考案し, そのパラメータを用いた. この結果は修士論文としてまとめられた. 得られた結果は, 全世界のユーザーが使用する解析ソフトに組み込んだ. さらにひとみ衛星の総合試験に参加し, 熱真空や振動衝撃によって主に X線 CCD カメラの性能に 変化がないことを確認した. 種子島に輸送後の試験もを行い, X線 CCD カメラの性能に 変化がないことを確認した. ひとみ衛星打ち上げ後, 私たちが担当した X線 CCD カメラは軌道上で完全に動作した. 天体及び, 搭載した校正線源の観測から地上で予定していた性能が発揮することを確認した. ひとみ衛星搭載の X線 CCD カメラの地上および機上キャリブレーションから特性関数を決定し, 解析ソフトに組み込んで, 全世界のユーザーに公開した. CCD カメラのハードウェア論文と, CCD および他の観測装置を用いた観測論文として出版した (Tanaka et al. 2018; Nakajima et al. 2018).

「ひとみ」衛星自身は失われてしまった. そのため, 「ひとみ」衛星を用いた本格的な観測研究を

行うことはできなくなりましたが、短期間で得られた観測データから予想以上の成果を上げること的成功し、10本の投稿論文として発表した(Hitomi collaboration 2018 他).

#### (5) XRISM 衛星の搭載X線 CCD カメラの開発

すでに述べた経緯で、XRISM 衛星の実現に向け X 線 CCD カメラの再度実現の研究開発をすすめることとなった。ひとみ衛星 X 線 CCD カメラは目標の性能を達成したが、いくつかの課題も明らかになった。それを解決する形でより完成度の高い X 線 CCD カメラを目指す。具体的には、CCD プロセスの改良による電荷転送効率の向上、CCD 上のアルミニウム遮光膜の改良、CCD 素子エッジからの可視光侵入の遮断である。これまでに、FM 素子の製造、スクリーニング、キャリブレーションを実施した。他の部材の準備もすすみ、FM カメラの組み立ては順調に推移している (Hayashida et al. 2018).

#### (6) SOIPIX 検出器の開発

MeV 宇宙線は特徴的な中性 K 輝線とともに、連続 X 線成分として逆制動放射を持つ。これを検出することを念頭に XRISM に続く広帯域精密撮像分光 X 線衛星 FORCE の実現を目指している (Tsuru et al 2017)。本研究では、その広帯域撮像分光素子である X 線 SOI の開発として、PDD 構造と呼ぶ暗電流を削減したテスト素子の詳細設計と製造、入手と評価を行った。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計57件（うち査読付論文 48件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Okon, Hiromichi; Imai, Makoto; Tanaka, Takaaki; Uchida, Hiroyuki; Tsuru, Takeshi Go	4. 巻 Accepted
2. 論文標題 Probing Cosmic Rays with Fe K Line Structures Generated by Multiple Ionization Process	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan Letter	6. 最初と最後の頁 未定
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 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 Okon Hiromichi, Tanaka Takaaki, Uchida Hiroyuki, Yamaguchi Hiroya, Tsuru Takeshi Go, Seta Masumichi, Smith Randall K., Yoshiike Satoshi, Orlando Salvatore, Bocchino Fabrizio, Miceli Marco	4. 巻 890
2. 論文標題 Deep XMM-Newton Observations Reveal the Origin of Recombining Plasma in the Supernova Remnant W44	5. 発行年 2020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/ab6987	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 Sawada Makoto, Tachibana Katsuhiko, Uchida Hiroyuki, Ito Yuta, Matsumura Hideaki, Bamba Aya, Tsuru Takeshi Go, Tanaka Takaaki	4. 巻 71
2. 論文標題 Ionization age of iron ejecta in the Galactic Type Ia supernova remnant G306.3?0.9	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 id.61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz036	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 Hitomi Collaboration, Aharonian Felix, Akamatsu Hiroki, Akimoto Fumie, et al.	4. 巻 70
2. 論文標題 Detection of polarized gamma-ray emission from the Crab nebula with the Hitomi Soft Gamma-ray Detector †	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 id.113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy118	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 Okuno Tomoyuki, Tanaka Takaaki, Uchida Hiroyuki, Matsumura Hideaki, Tsuru Takeshi Go	4. 巻 70
2. 論文標題 Spatially resolved spectroscopy of non-thermal X-rays in RX J1713.7-3946 with Chandra	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 id.77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy072	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 Hitomi Collaboration, Aharonian Felix, Akamatsu Hiroki, Akimoto Fumie, et al.	4. 巻 70
2. 論文標題 Hitomi X-ray observation of the pulsar wind nebula G21.5-0.9	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 id.38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy027	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 Tomoyuki Okuno, Takaaki Tanaka, Hiroyuki Uchida, Felix A. Aharonian, Yasunobu Uchiyama, Takeshi Go Tsuru, Masamune Matsuda	4. 巻 Accepted
2. 論文標題 Time Variability of Nonthermal X-ray Stripes in Tycho's Supernova Remnant with Chandra	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ApJ	6. 最初と最後の頁 Accepted
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 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 Okon Hiromichi, Tanaka Takaaki, Uchida Hiroyuki, Yamaguchi Hiroya, Tsuru Takeshi Go, Seta Masumichi, Smith Randall K., Yoshiike Satoshi, Orlando Salvatore, Bocchino Fabrizio, Miceli Marco	4. 巻 890
2. 論文標題 Deep XMM-Newton Observations Reveal the Origin of Recombining Plasma in the Supernova Remnant W44	5. 発行年 2020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/ab6987	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 Hagino K., Negishi K., Oono K., Yarita K., Kohmura T., Tsuru T.G., Tanaka T., Harada S., Kayama K., Matsumura H., Mori K., Takeda A., Nishioka Y., Yukumoto M., Fukuda K., Hida T., Arai Y., Kurachi I., Kishimoto S.	4. 巻 14
2. 論文標題 Sub-pixel response of double-SOI pixel sensors for X-ray astronomy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Instrumentation	6. 最初と最後の頁 C10023 ~ C10023
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-0221/14/10/C10023	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 Hagino K. et al.	4. 巻 66
2. 論文標題 Measurement of Charge Cloud Size in X-Ray SOI Pixel Sensors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Nuclear Science	6. 最初と最後の頁 1897 ~ 1905
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNS.2019.2920281	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 Sawada Makoto, Tachibana Katsuhiko, Uchida Hiroyuki, Ito Yuta, Matsumura Hideaki, Bamba Aya, Tsuru Takeshi Go, Tanaka Takaaki	4. 巻 71
2. 論文標題 Ionization age of iron ejecta in the Galactic Type Ia supernova remnant G306.3+0.9	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 id.61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz036	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 Kayama K. et al.	4. 巻 14
2. 論文標題 Subpixel response of SOI pixel sensor for X-ray astronomy with pinned depleted diode: first result from mesh experiment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Instrumentation	6. 最初と最後の頁 C06005 ~ C06005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-0221/14/06/C06005	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 Harada S. et al.	4. 巻 924
2. 論文標題 Performance of the Silicon-On-Insulator pixel sensor for X-ray astronomy, XRPIX6E, equipped with pinned depleted diode structure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment	6. 最初と最後の頁 468 ~ 472
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2018.09.127	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 Yarita K. et al.	4. 巻 924
2. 論文標題 Proton radiation damage experiment for X-ray SOI pixel detectors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment	6. 最初と最後の頁 457 ~ 461
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2018.09.057	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 Hayashi H. et al.	4. 巻 924
2. 論文標題 Evaluation of Kyoto's event-driven X-ray astronomical SOI pixel sensor with a large imaging area	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment	6. 最初と最後の頁 400 ~ 403
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2018.09.042	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 Kanemaru Y. et al.	4. 巻 14
2. 論文標題 Radiation hardness of a p-channel notch CCD developed for the X-ray CCD camera onboard the XRISM satellite	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Instrumentation	6. 最初と最後の頁 C04003 ~ C04003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-0221/14/04/C04003	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 Hitomi Collaboration、Aharonian F. et al.	4. 巻 70
2. 論文標題 Detection of polarized gamma-ray emission from the Crab nebula with the Hitomi Soft Gamma-ray Detector †	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 id.113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy118	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 Okuno Tomoyuki、Tanaka Takaaki、Uchida Hiroyuki、Matsumura Hideaki、Tsuru Takeshi Go	4. 巻 70
2. 論文標題 Spatially resolved spectroscopy of non-thermal X-rays in RX?J1713.7?3946 with Chandra	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 id.77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy072	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 Nakazawa Kazuhiro、Mori Koji、Tsuru Takeshi G.、Ueda Yoshihiro、Awaki Hisamitsu、Fukazawa Yasushi、Ishida Manabu、Matsumoto Hironori、Murakami Hiroshi、Okajima Takashi、Tsunemi Hiroshi、Zhang William W.、Nakazawa Kazuhiro、Takahashi Tadayuki	4. 巻 10699
2. 論文標題 The FORCE mission: science aim and instrument parameter for broadband x-ray imaging spectroscopy with good angular resolution	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 id. 106992D
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2309344	査読の有無 無
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 Hayashida K. et al.	4. 巻 10699
2. 論文標題 Soft x-ray imaging telescope (Xtend) onboard X-ray Astronomy Recovery Mission (XARM)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 id. 1069923
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2311446	査読の有無 無
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 Tashiro M. et al	4. 巻 10699
2. 論文標題 Concept of the X-ray Astronomy Recovery Mission	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 id. 1069922
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2309455	査読の有無 無
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 Hitomi Collaboration, Aharonian Felix et al.	4. 巻 70
2. 論文標題 Hitomi X-ray observation of the pulsar wind nebula G21.5?0.9	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 id.38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy027	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 Okon Hiromichi, Uchida Hiroyuki, Tanaka Takaaki, Matsumura Hideaki, Tsuru Takeshi Go	4. 巻 70
2. 論文標題 The origin of recombining plasma and the detection of the Fe-K line in the supernova remnant W28	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 id. 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy022	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 Takahashi T. et al.	4. 巻 4
2. 論文標題 Hitomi (ASTRO-H) X-ray Astronomy Satellite	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems	6. 最初と最後の頁 id. 021402
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/1.JATIS.4.2.021402	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 Okon Hiromichi, Uchida Hiroyuki, Tanaka Takaaki, Matsumura Hideaki, Tsuru Takeshi Go	4. 巻 70
2. 論文標題 The origin of recombining plasma and the detection of the Fe-K line in the supernova remnant W728	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 未定
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy022	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 Nakajima Hiroshi et al.	4. 巻 70
2. 論文標題 In-orbit performance of the soft X-ray imaging system aboard Hitomi (ASTRO-H)	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 id.21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx116	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 Collaboration Hitomi, Aharonian Felix, Akamatsu Hiroki, Akimoto Fumie, et al.	4. 巻 70
2. 論文標題 Glimpse of the highly obscured HMXB IGR J16318-4848 with Hitomi	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 id.17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx154	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 Hitomi Collaboration	4. 巻 70
2. 論文標題 Hitomi observations of the LMC SNR N132D: Highly redshifted X-ray emission from iron ejecta	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 id.16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx151	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 Hitomi Collaboration	4. 巻 70
2. 論文標題 Hitomi X-ray studies of giant radio pulses from the Crab pulsar	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 id.15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx083	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 Hitomi Collaboration	4. 巻 70
2. 論文標題 Search for thermal X-ray features from the Crab nebula with the Hitomi soft X-ray spectrometer	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 id.14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx072	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 Hitomi Collaboration	4. 巻 70
2. 論文標題 Hitomi observation of radio galaxy NGC 1275: The first X-ray microcalorimeter spectroscopy of Fe-K line emission from an active galactic nucleus	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 id.13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx147	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 Hitomi Collaboration	4. 巻 70
2. 論文標題 Atomic data and spectral modeling constraints from high-resolution X-ray observations of the Perseus cluster with Hitomi*	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 id.12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx156	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 Hitomi Collaboration	4. 巻 70
2. 論文標題 Temperature structure in the Perseus cluster core observed with Hitomi*	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 id.11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy004	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 Hitomi Collaboration	4. 巻 70
2. 論文標題 Measurements of resonant scattering in the Perseus Cluster core with Hitomi SXS*	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 id.10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx127	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 Hitomi Collaboration	4. 巻 70
2. 論文標題 Atmospheric gas dynamics in the Perseus cluster observed with Hitomi*	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 id.9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx138	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 Nobukawa Kumiko K., Nobukawa Masayoshi, Koyama Katsuji, Yamauchi Shigeo, Uchiyama Hideki, Okon Hiromichi, Tanaka Takaaki, Uchida Hiroyuki, Tsuru Takeshi G.	4. 巻 854
2. 論文標題 Evidence for a Neutral Iron Line Generated by MeV Protons from Supernova Remnants Interacting with Molecular Clouds	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 87~87
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aaa8dc	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 Tanaka Takaaki, Uchida Hiroyuki, Nakajima Hiroshi, Tsunemi Hiroshi, Hayashida Kiyoshi, Tsuru Takeshi Go, Dotani Tadayasu	4. 巻 4
2. 論文標題 Soft X-ray Imager aboard Hitomi (ASTRO-H)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems	6. 最初と最後の頁 1~1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/1.JATIS.4.1.011211	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 Matsumura Hideaki, Tanaka Takaaki, Uchida Hiroyuki, Okon Hiromichi, Tsuru Takeshi Go	4. 巻 851
2. 論文標題 Toward the Understanding of the Physical Origin of Recombining Plasma in the Supernova Remnant IC 443	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 73~73
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aa9bdf	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 Matsumura Hideaki, Uchida Hiroyuki, Tanaka Takaaki, Tsuru Takeshi Go, Nobukawa Masayoshi, Nobukawa Kumiko Kawabata, Itou Makoto	4. 巻 69
2. 論文標題 Localized recombining plasma in G166.0+4.3: A supernova remnant with an unusual morphology	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 id.30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx001	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 Yoshihara Y., Shimazoe K., Mizumachi Y., Takahashi H., Kamada K., Takeda A., Tsuru T., Arai Y.	4. 巻 12
2. 論文標題 Development of electron-tracking Compton imaging system with 30- $\mu$ m SOI pixel sensor	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Instrumentation	6. 最初と最後の頁 C01045~C01045
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-0221/12/01/C01045	査読の有無 無
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 Kamehama Hiroki, Kawahito Shoji, Shrestha Sumeet, Nakanishi Syunta, Yasutomi Keita, Takeda Ayaki, Tsuru Takeshi, Arai Yasuo	4. 巻 18
2. 論文標題 A Low-Noise X-ray Astronomical Silicon-On-Insulator Pixel Detector Using a Pinned Depleted Diode Structure	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sensors	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) 10.3390/s18010027	査読の有無 無
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 Hitomi Collaboration	4. 巻 837
2. 論文標題 Hitomi Constraints on the 3.5 keV Line in the Perseus Galaxy Cluster	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L15, 9 pp
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/aa61fa	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 Matsumura, Hideaki et al.	4. 巻 69
2. 論文標題 Localized recombining plasma in G166.0+4.3: A supernova remnant with an unusual morphology	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 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx001	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, Shota; et al.	4. 巻 831
2. 論文標題 Modeling the spectral response for the soft X-ray imager onboard the ASTRO-H satellite	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A	6. 最初と最後の頁 415-419
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2016.03.071	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 Tsunemi Hiroshi et al.	4. 巻 9905
2. 論文標題 Soft x-ray imager (SXI) onboard ASTRO-H	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 id. 99051 11 pp
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2230672	査読の有無 無
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 Takahashi Tadayuki; et al.	4. 巻 9905
2. 論文標題 The ASTRO-H (Hitomi) x-ray astronomy satellite	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 id. 9905 17 pp.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2232379	査読の有無 無
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 Hitomi Collaboration	4. 巻 535
2. 論文標題 The quiescent intracluster medium in the core of the Perseus cluster	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 117-121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nature18627	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 Washino, Ryosaku et al.	4. 巻 68
2. 論文標題 Recombining plasma in the remnant of a core-collapsed supernova, Kes 17	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 id.S4 7 pp
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psv095	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 Takata Akihiro et al.	4. 巻 68
2. 論文標題 X-ray study of the supernova remnant G337.2-0.7	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 id.S3 9 pp
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psv025	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 Nobukawa, K. K.; Nobukawa, M.; Tsuru, T. G. et al.	4. 巻 55
2. 論文標題 Discovery of new X-ray sources near the unidentified gamma-ray source HESS J1841-055	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Advances in Space Research	6. 最初と最後の頁 2493-2499
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.asr.2015.02.035	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 Takata, Akihiro; Nobukawa, Masayoshi; Uchida, Hiroyuki; Tsuru, Takeshi Go; et al.	4. 巻 未定
2. 論文標題 X-ray study of the supernova remnant G337.2-0.7	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 未定
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psv025	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 Nobukawa, K. K.; Nobukawa, M.; Uchiyama, H.; Tsuru, T. G.; et al.	4. 巻 807
2. 論文標題 Enhancement of the 6.4 keV Line in the Inner Galactic Ridge: Proton-induced Fluorescence?	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2041-8205/807/1/L10	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 Dogiel, V. A.; Chernyshov, D. O.; Kiselev, A. M.; Nobukawa, M.; Cheng, K. S.; Hui, C. Y.; Ko, C. M.; Nobukawa, K. K.; Tsuru, T. G.	4. 巻 809
2. 論文標題 Spectrum of Relativistic and Subrelativistic Cosmic Rays in the 100 pc Central Region	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 id. 48, 12 pp
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/0004-637X/809/1/48	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 Ponti, Gabriele; Ptak, Andrew; Tsuru, Takeshi Go; Members of SWAG2. 3	4. 巻 (none)
2. 論文標題 Astrophysics of Feedback in local AGN and Starbursts	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Proceedings of a conference held 8-10 September, 2015 in Madrid, Spain	6. 最初と最後の頁 p.29 - p.29
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 Tanaka, Takaaki; Tsunemi, Hiroshi; Hayashida, Kiyoshi; Tsuru, Takeshi G.; et al.	4. 巻 9601
2. 論文標題 The Soft X-ray Imager (SXI) for the ASTRO-H Mission	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 id. 96010E
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2190808	査読の有無 無
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 Washino, Ryosaku; Uchida, Hiroyuki; Nobukawa, Masayoshi; Tsuru, Takeshi Go; et al.	4. 巻 未定
2. 論文標題 Recombining plasma in the remnant of a core-collapsed supernova, Kes 17	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 未定
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psv095	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 Yasui, Kazuki; Nishiyama, Shogo; Yoshikawa, Tatsuhito; Nagatomo, Schun;	4. 巻 未定
2. 論文標題 Number density distribution of near-infrared sources on a sub-degree scale in the Galactic center: Comparison with the Fe XXV K line at 6.7 keV	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 未定
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psv100	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3件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Tsuru, T.G.
2. 発表標題 Overview of the X-ray Astronomical Imaging Detectors - CCD to APS -
3. 学会等名 11th International Hiroshima" Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors (HSTD11) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T.G.Tsuru et. al.
2. 発表標題 Kyoto's Event-Driven X-ray Astronomical SOI Pixel Sensor
3. 学会等名 SPIE Optics+Photonics 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T.G.Tsuru et. al.
2. 発表標題 Kyoto's Event-Driven X-ray Astronomical SOI Pixel Sensor
3. 学会等名 New Developments In Photodetection (国際学会)
4. 発表年 2017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
研究 分担者	信川 正順  (Nobukawa Masayoshi)  (00612582)	奈良教育大学・理科教育講座・准教授   (14601)	
研究 分担者	武田 彩希  (Takeda Ayaki)  (40736667)	宮崎大学・工学部・助教   (17601)	