

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 2 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24740122

研究課題名(和文)「あかり」中間赤外線全天地図で探る惑星と生命の物質の起源

研究課題名(英文)Origin of life and planets probed with the AKARI mid-infrared all-sky maps

研究代表者

石原 大助 (Ishihara, Daisuke)

名古屋大学・理学(系)研究科(研究院)・特任講師

研究者番号：30507835

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：日本初の赤外線天文衛星「あかり」による中間赤外線全天サーベイ観測データから、空間的に広がった放射成分の強度分布を精確に解析する方法を確立し、我々の銀河系内の星間空間に存在する有機物および固体粒子の性質・分布を研究した。さらに、観測的された有機物の分子形状や電離度を手掛かりに、その領域の物理状態(付近の大質量星による加熱や、衝撃波の通過履歴等)を推定する方法を新しく確立した。今後、星形成領域や超新星残骸など天文学の様々な分野の研究へ応用してゆく。また、データ解析を通じて装置特性に対する新たな発見があり、次世代の赤外線天文衛星の開発にフィードバックすべき技術的情報も取得した。

研究成果の概要(英文)：AKARI is the first Japanese infrared astronomical satellite which has observed all the sky in 2006-2007. We have established the method to analyze diffuse interstellar emission from AKARI mid-infrared all-sky survey data. Based on the analyzed data, we have studied the properties and spatial distribution of organic matters in the interstellar space. Furthermore, we have developed the method to speculate the physical state of the region (contributions of radiation from exiting stars or shock waves) through the physical state of the observed organic matters. This method will be applied to future various astronomical researches such as studies of star-forming regions and supernova remnants, etc. Through the data analysis, we have also found important technical information for the instruments which will be feed-back to the development of the next infrared astronomical satellite.

研究分野：赤外線天文学

キーワード：光学赤外線天文学 惑星起源・進化 宇宙物理 人工衛星

1. 研究開始当初の背景

宇宙では、元素は星の中で合成され星の最期とともに星間空間へ放出される。そして星間物質を材料に新しい星が生まれ、その星での惑星の形成過程や組成にも影響を与える。惑星や生命の起源を探る上で、また銀河の化学進化を探る上で、このプロセスの理解は重要である。星間空間に存在する固体粒子(ダスト)の主な供給源は、晩期中小質量星(AGB星)の質量放出とされているが、銀河系スケールでの定量的な議論や、成分別の調査は十分にできていない。さらに、AGB星が現れる以前の初期宇宙でのダストの発見(Bertoldi et al. 2003 他)以来、大質量星からのダスト供給の量・メカニズムの説明も期待されている。また、これらの物質供給メカニズムは、銀河の化学進化と相互に影響すると考えられている。

2006年に打ち上げられた日本初の赤外線天文衛星「あかり」の赤外線観測データは、星間空間の固体粒子やとくに全天の有機物からの放射を捉えるのに最適で唯一のリソースである。惑星等固体天体の源であるシリケート系粒子と、有機物(炭素系粒子)の最小単位である芳香族炭化水素(PAH)に注目することで、生命・惑星に関する起源物質の、銀河系内での物質循環に迫ることができる。

2. 研究の目的

本研究では「あかり」中間赤外線全天サーベイ観測データを活用し、これらの課題に迫る。「あかり」は、波長9-160 μm の6つの波長帯で全天を観測した。この内、波長9 μm 帯(6-12 μm)は、宇宙空間の有機物である、芳香族炭化水素(PAH)の6.2, 7.7, 8.6, 11.3 μm 放射を捉える。波長18 μm 帯(12-24 μm)は、大質量星などによって、一般的な星間空間(~20 K)よりも加熱された(~100-200 K)、固体粒子からの熱放射を捉える。本研究では、9 μm 帯と18 μm 帯のデータからマップを作成し、星間空間の固体粒子の良いトレーサーである遠赤外線マップ(IRAS 100 μm マップ等)と組み合わせ、有機物と岩石成分のそれぞれの、星間空間における分布や性質・起源を議論し、晩期型星から星間空間への固体粒子の供給と星間空間の化学進化のメカニズムを観測的に研究する。

3. 研究の方法

「あかり」の波長9 μm 帯と18 μm 帯の赤外線検出器には、SiにAsをドーピングした不純物半導体を採用し、全天のサーベイ観測を行うために、特殊な動作モード(Ishihara et al. 2006)で運用していた。また、カメラには世界でも類を見ない赤外線の透過型光学系を採用していた。このため、装置出力の特性に対する既存の情報が少なく、天域マップを構成すると装置由来の様々な偽模様が載る状態であった。

そこで、検出器の半導体や光学系など装置

の原理に基づき、出力に偽信号が混入する原因を特定し、補正方法を開発した。「あかり」中間赤外線点源カタログ(Ishihara et al. 2010)を作成した際の、データ解析プログラムをベースに、カメラのレンズ間での多重反射による迷光、視野角40°以上離れたところにある明るい天体(月)による迷光、明るい天体を見た後の一時的な感度低下、約1年のタイムスケールの感度の経年変化、光入射量に対する検出器出力の非線形性、リセット直後の出力不安定、衛星が南大西太平洋磁気異常帯(SAA)を通過し一時的に大量の放射線を浴びた時の感度変化、等を補正する方法を新たに確立し、解析プログラムに組み、精度良いマップの作成を試みた。

4. 研究成果

本研究によるデータ解析の改善により、「あかり」中間赤外線全天サーベイの全時刻・領域のデータに対し、一様に補正を適用し、偽信号のレベルを光子ノイズ以下に軽減することに成功した。これにより、それまで偽信号に埋もれていた拡散放射成分に関して、議論することが可能になった(図1)。離隔数十度に渡って影響を及ぼす明るい天体の迷光成分の補正に関しては、迷光の原因を望遠鏡の設計とつぎ合わせて追求し、次世代赤外線望遠鏡の開発にもフィードバックしている。

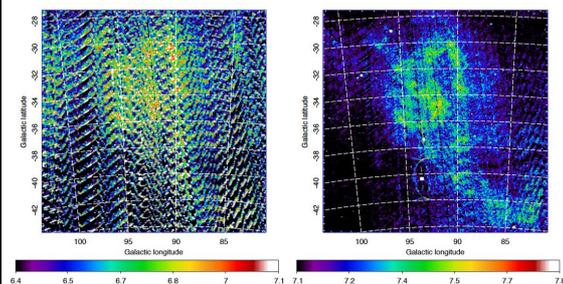


図1 「あかり」18 μm 帯マップの例。高銀緯分子雲MBM 53, 54, 55付近の6°×6°領域の(左)本研究開始前のオリジナルデータ、(右)本研究による解析の成果。

精度を上げたマップを活用し、とくに有機物(PAH)放射をトレースする「あかり」9 μm 帯のマップと、固体粒子の放射をトレースする「あかり」140 μm 帯マップを比較した。固体粒子の供給源である酸素星と、炭素系粒子(有機物)の供給源である炭素星は、銀河系内で分布が系統的に異なっているが(Ishihara et al. 2011)、星間空間に供給された有機物は、星間空間の固体粒子とよく混ざり、系統的な分布の偏りを見せることなく、銀河系内に広く分布することが分かった(図2)。

さらに、局所的に見ると(<数°スケール)、周囲に比べて有機物の固体粒子に対する相対量が、多いまたは少ない領域が存在することも明らかになった。有機物放射が相対的に弱くなっているところでは、電波による

分子雲の速度・温度の解析の結果と、有機物のスペクトルの解析と合わせ、分子雲の衝突や、衝撃波によって、有機物が固体粒子よりも相対的に早く（多く）破壊されている様子も明らかになっており、赤外観測による有機物の物理状態の推定が、その領域の物理的理解に有用なことを示している。本研究で確立した、有機物の物理状態による領域の診断は今後天文学の様々な分野で役に立つことが期待される。

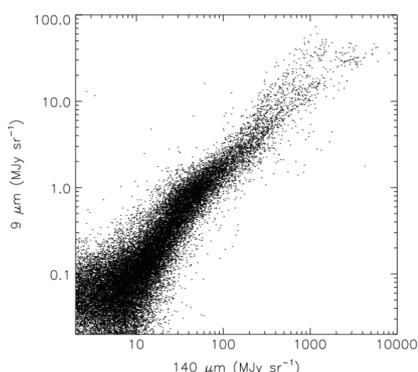


図2 有機物(PAH)放射をトレースする「あかり」9 μm 帯と、シリケート系ダストの放射をトレースする「あかり」140 μm 帯のマップの、面輝度の相関プロット。良い相関が見られる。

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 29 件)

"An AKARI infrared study of dust emission in Galactic bubbles indicative of large-scale cloud-cloud collisions", Hattori, Y., Kaneda, H., Ishihara, D., Yamagishi, M., Kondo, T., & Sano, H., *Planetary and Space Science*, in press., (2015), 査読有

"A study of iron and dust in the supernova remnant IC 443", Kokusho, T., Nagayama, T., Kaneda, H., Ishihara, D., Lee, H.-G., & Onaka, T., *Planetary and Space Science*, in press., (2015), 査読有

"AKARI observations of interstellar dust grains in our Galaxy and nearby galaxies" Kaneda, H., Ishihara, D., Kobata, K., Kondo, T., Oyabu, S., Yamada, R., Yamagishi, M., Onaka, T., & Suzuki, T., *Planetary and Space Science*, Vol.100, pp.6-11, (2014), 査読有

"A Relation of the PAH 3.3 μm Feature with Star-forming Activity for Galaxies with a Wide Range of Infrared Luminosity", Yamada, R., Oyabu, S., Kaneda, H., Yamagishi, M., Ishihara, D., Kim, J. H., & Im, M., *Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.65, No.103, (2013), 査読有

"Difference in the Spatial Distribution between H₂O and CO₂ Ices in M 82 Found with AKARI", Yamagishi, M., Kaneda, H., Ishihara, D., Oyabu, S., Onaka, T., Shimonishi, T., Suzuki, T., & Minh, Y. C., *The Astrophysical Journal Letters*, Vol.773, id.L37, (2013), 査読有

"Large-scale mapping of the massive star-forming region RCW38 in the [CII] and PAH emission", Kaneda, H., Nakagawa, T., Ghosh, S. K., Ojha, D. K., Ishihara, D., Kondo, T., Ninan, J. P., Tanabe, M., Fukui, Y., Hattori, Y., Onaka, T., Torii, K., & Yamagishi, M., *Astronomy & Astrophysics*, Vol.556, id.A92, (2013), 査読有

"Large-area [Fe II] Line Mapping of the Supernova Remnant IC 443 with the IRSF/SIRIUS", Kokusho, T., Nagayama, T., Kaneda, H., Ishihara, D., Lee, H.-G., & Onaka, T., *The Astrophysical Journal Letters*, 768, id.L8, (2013), 査読有

"The 9 and 18 Micrometer Luminosity Functions of Various Types of Galaxies with AKARI: Implication for the Dust Torus Structure of AGN", Toba, Y., Oyabu, S., Matsuhara, H., Malkan, M. A., Ishihara, D., Wada, T., Ohshima, Y., Takita, S., & Yamauchi, C., *Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.65, No.130, (2013), 査読有

"Observational Studies on the Near-infrared Unidentified Emission Bands in Galactic H II Regions", Mori, T. I., Onaka, T., Sakon, I., Ishihara, D., Shimonishi, T., Ohsawa, R., Bell, A. C., *The Astrophysical Journal*, Vol.784, id.53, (2013), 査読有

¹⁰ "Comet 17P/Holmes: Contrast in Activity between before and after the 2007 Outburst", Ishiguro, M., Kim, Y., Kim, J., Usui, F., Vaubaillon, J. J., Ishihara, D., Hanayama, H., Sarugaku, Y., Hasegawa, S., Kasuga, T., Warjurkar, D. S., Ham, J.-B., Pyo, J., Kuroda, D., Ootsubo, T., Sakamoto, M., Narusawa, S., Takahashi, J., Akisawa, Hi., & Watanabe, J., *The Astrophysical Journal*, Vol.778, id.19, (2013), 査読有

¹¹ "Processing of Interstellar Dust Grains in Galaxies Revealed by AKARI", Kaneda, H., Ishihara, D., Kobata, K., Kondo, T., Yamagishi, M., Yasuda, A., Onaka, T., Sakon, I., & Suzuki, T., *Proc. of the IAU*, Vol.292, pp.271-274, (2013), 査読無

¹² "AKARI/IRC 18 μm survey of warm debris disks", Fujiwara, H., Ishihara, D., Onaka, T., Takita, S., Kataza, H., Yamashita, T., Fukagawa, M., Ootsubo, T., Hirao, T., Enya, K., and 4 coauthors, *Astronomy & Astrophysics*, 550, p.45, (2013), 査読有

¹³ "Slow-Scan Observations with the

Infrared Camera (IRC) aboard AKARI", Takita, S., Ikeda, N., Kitamura, Y., Ishihara, D., Kataza, H., Kawamura, A., Oyabu, S., Ueno, M., & Yamamura, I., Publication of the Astronomical Society of Japan, Vol.64, p.126, (2013), 査読有

¹⁴ "The 18 μ m Luminosity Function of Galaxies with Akari", Toba, Y., Oyabu, S., Matsuhara, H., Ishihara, D., Malkan, M., Wada, T., Ohshima, Y., Kataza, H., & Takita, S., Publications of the Korean Astronomical Society, Vol.27, p.355, (2012), 査読有

¹⁵ "The 3.3 Micron PAH Emission of the Mid-Infrared Excess Galaxies Discovered by the Akari Mid-Infrared All-Sky Survey", Yamada, R., Oyabu, S., Kaneda, H., Yamagishi, M., Ishihara, D., Kim, J. H., Im, M., Toba, Y., & Matsuhara, H., Publications of the Korean Astronomical Society, Vol.27, p.299, (2012), 査読有

¹⁶ "Survey of Dusty Active Galactic Nuclei Based on the Mid-Infrared All-Sky Survey Catalog", Oyabu, S., Ishihara, D., Yamada, R., Kaneda, H., Yamagishi, M., Toba, Y., Matsuhara, H., Nakagawa, T., Malkan, M., & Shirahata, M., Publications of the Korean Astronomical Society, Vol.27, p.2650, (2012), 査読有

¹⁷ "Properties of Dust in Early-Type Galaxies Based on the All-Sky Data and Near-Infrared Spectra", Mori, T., Oyabu, S., Kaneda, H., Ishihara, D., & Yamagishi, M., Publications of the Korean Astronomical Society, Vol.27, p.263, (2012), 査読有

¹⁸ "The Central Region of the Barred Spiral Galaxy NGC 1097 Probed by Akari Near-Infrared Spectroscopy", Kondo, T., Kaneda, H., Oyabu, S., Ishihara, D., Mori, T., Yamagishi, M., Onaka, T., Sakon, I., & Suzuki, T., Publications of the Korean Astronomical Society, Vol.27, p.257, (2012), 査読有

¹⁹ "Processing of Interstellar Dust Grains in Galaxies", Kaneda, H., Ishihara, D., Onaka, T., Sakon, I., Suzuki, T., Kobata, K., Kondo, T., Yamagishi, M., & Yasuda, A., Publications of the Korean Astronomical Society, Vol.27, p.237, (2012), 査読有

²⁰ "A Study of the Galactic Center Regions Using the Improved Data of the Mid-Infrared All-Sky Survey", Mouri, A., Kaneda, H., Ishihara, D., Oyabu, S., Kondo, T., Suzuki, S., Yasuda, A., & Onaka, T., Publications of the Korean Astronomical Society, Vol.27, p.217, (2012), 査読有

²¹ "Is the Anomalous Microwave Emission due to the Rotation of Interstellar Pachs? Planck Results: PLANCK - AKARI Project", PLANCK Collaboration, Giard, M., Berne,

O., Doi, Y., Ishihara, D., Joblin, Ch., Kaneda, I., Marshall, D., Nakagawa, T., Ohsawa, R., Onaka, T., Sakon, I., Shibai, H., & Ysard, N., Publications of the Korean Astronomical Society, Vol.27, p.195, (2012), 査読有

²² "A Survey of T Tauri Stars with Akari", Takita, S., Kataza, H., Kitamura, Y., Ueno, M., Oyabu, S., Ishihara, D., & Ita, Y., Publications of the Korean Astronomical Society, Vol.27, p.185, (2012), 査読有

²³ "Debris Disks Explored by Akari and Irsf", Kiriyama, Y., Ishihara, D., Nagayama, T., Kaneda, H., Oyabu, S., Onaka, T., & Fujiwara, H., Publications of the Korean Astronomical Society, Vol.27, p.181, (2012), 査読有

²⁴ "Lifecycle of the Interstellar Dust Grains in Our Galaxy Viewed with Akari/mir All-Sky Survey", Ishihara, D., Kaneda, H., Mouri, A., Kondo, T., Suzuki, S., Oyabu, S., Onaka, T., Ita, Y., Matsuura, M., & Matsunaga, N., Publications of the Korean Astronomical Society, Vol.27, p.117, (2012), 査読有

²⁵ "The Absence of Cold Dust around Warm Debris Disk Star HD 15407A", Fujiwara, H., Onaka, T., Takita, S., Yamashita, T., Fukagawa, M., Ishihara, D., Kataza, H., & Murakami, H., Astrophysical Journal, Vol.759, p.18, (2012), 査読有

²⁶ "The Central Region of the Barred Spiral Galaxy NGC 1097 Probed by AKARI Near-infrared Spectroscopy", Kondo, T., Kaneda, H., Oyabu, S., Ishihara, D., Mori, T., Yamagishi, M., Onaka, T., Sakon, I., & Suzuki, T., Astrophysical Journal, Vol.751, p.18, (2012), 査読有

²⁷ "AKARI near-infrared spectroscopy of the aromatic and aliphatic hydrocarbon emission features in the galactic superwind of M 82", Yamagishi, M., Kaneda, H., Ishihara, D., Kondo, T., Onaka, T., Suzuki, T., & Minh, Y. C., Astronomy & Astrophysics, Vol.541, p.10, (2012), 査読有

²⁸ "Processing of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Molecular-Loop Regions near the Galactic Center Revealed by AKARI", Kaneda, H., Ishihara, D., Mouri, A., Oyabu, S., Yamagishi, M., Kondo, T., Onaka, T., Fukui, Y., Kawamura, A., & Torii, K., Publication of the Astronomical Society of Japan, Vol.64, p.25, (2012), 査読有

²⁹ "Silica-rich Bright Debris Disk around HD 15407A", Fujiwara, H., Onaka, T., Yamashita, T., Ishihara, D., Kataza, H., Fukagawa, M., Takeda, Y., & Murakami, H., Astrophysical Journal, Vol.749, p.29, (2012), 査読有

〔学会発表〕(計 23 件)

Ishihara, D., Takeuchi, N., Kondo, T., Kobayashi, H., Kaneda, H., Inutsuka, S., Oyabu, S., Nagayama, T., Fujiwara, H., & Onaka, T., "Debris disks and the zodiacal light", *THE UNIVERSE IN THE LIGHT OF AKARI and Synergy with future Large Space Telescopes*, Jul 9-11, 2014, Oxford, UK

石原大助, 金田英宏, 永山貴宏, 鈴木仁研, 山岸光義, "銀河中の星生成と物質進化の相互作用の解明", 光赤天文連シンポジウム「光赤外分野の展望 将来計画検討書中間報告会」, 2014年9月8-10日, 国立天文台

石原大助, "SPICA によるデブリ円盤の研究", 「赤外線観測と惑星科学」研究会, 2014年10月8-9日, 神戸大学

Hattori, Y., Kaneda, H., Ishihara, D., Yamagishi, M., Kondo, T., & Sano, H., "AKARI observations of massive star-forming regions indicative of large scale cloud-cloud collisions", *THE UNIVERSE IN THE LIGHT OF AKARI and Synergy with future Large Space Telescopes*, Jul 9-11, 2014, Oxford Univ., UK

Kondo, T., Ishihara, D., Kaneda, H., Oyabu, S., Amatsutsu, T., Nakamichi, K., Sano, H., Ootsubo, T., & Onaka, T., "Modeling of the zodiacal light for the AKARI mid-IR all-sky diffuse maps", *THE UNIVERSE IN THE LIGHT OF AKARI and Synergy with future Large Space Telescopes*, Jul 9-11, 2014, Oxford Univ., UK

Oseki, S., Oyabu, S., Ishihara, D., Enya, K., Haze, K., Kotani, T., Kaneda, H., Nishiyama, M., Ame, L., & Yamamuro, T., "Laboratory experiments of a pupil coronagraph instrument with aluminum mirrors for space infrared missions", *THE UNIVERSE IN THE LIGHT OF AKARI and Synergy with future Large Space Telescopes*, Jul 9-11, 2014, Oxford Univ., UK

Takeuchi, N., Ishihara, D., Kaneda, H., Oyabu, S., Kobayashi, H., Nagayama, T., Onaka, T., & Fujiwara, H., "Search for Debris disks by AKARI and IRSF", *THE UNIVERSE IN THE LIGHT OF AKARI and Synergy with future Large Space Telescopes*, Jul 9-11, 2014, Oxford Univ., UK

Amatsutsu, T., Ishihara, D., Kondo, T., Kaneda, H., Oyabu, S., Yamagishi, M., Nakamichi, K., Sano, H., & Onaka, T., "The current status of the AKARI mid-infrared all-sky diffuse maps", *THE UNIVERSE IN THE LIGHT OF AKARI and Synergy with future Large Space Telescopes*, Jul 9-11,

2014, Oxford Univ., UK

Nakamichi, K., Ishihara, D., Kaneda, H., Oyabu, S., Kondo, T., Amatsutsu, T., Sano, H., & Onaka, T., "A new source confirmation method for the AKARI mid-IR faint source catalogue", *THE UNIVERSE IN THE LIGHT OF AKARI and Synergy with future Large Space Telescopes*, Jul 9-11, 2014, Oxford Univ., UK

¹⁰ Kaneda, H., Ishihara, D., Kondo, T., Oyabu, S., Yamada, R., Yamagishi, M., Onaka, T., & Suzuki, T., "Properties of dust in various environments of nearby galaxies", *THE UNIVERSE IN THE LIGHT OF AKARI and Synergy with future Large Space Telescopes*, Jul 9-11, 2014, Oxford Univ., UK

¹¹ Nishiyama, M., Kaneda, H., Ishihara, D., Oseki, S., Takeuchi, N., & Nagayama, T., "Development of a cryogenic testing system for mid-infrared detectors on SPICA", *THE UNIVERSE IN THE LIGHT OF AKARI and Synergy with future Large Space Telescopes*, Jul 9-11, 2014, Oxford Univ., UK

¹² 近藤徹, 石原大助, 金田英宏, 天筒智也, 中道恵一郎, 佐野栄俊, 大坪貴文, 尾中敬, "「あかり」中間赤外線全天 diffuse マップを用いた黄道光のモデリング", 日本天文学会春季年会, 2015年3月18日-21日, 大阪大学

¹³ 服部和生, 金田英宏, 石原大助, 山岸光義, 近藤徹, 佐野栄俊, "「あかり」を用いた分子雲衝突が示唆される Spitzer bubble の統計的研究・(3)", 日本天文学会秋季年会, 2015年3月18-21日, 大阪大学

¹⁴ 中道恵一郎, 石原大助, 金田英宏, 大藪進喜, 近藤徹, 天筒智也, 佐野栄俊, 尾中敬, "「あかり」中間赤外線全天サーベイマップからの暗い天体の検出方法の確立", 日本天文学会秋季年会, 2014年9月11-13日, 山形大学

¹⁵ Ishihara, D., Kaneda, H., & Oyabu, S., "AKARI Observations of Interstellar Polycyclic Aromatic Hydrocarbons", *International Astrobiology Workshop 2013*, Nov 28-30, 2013, ISAS/JAXA, Japan

¹⁶ Ishihara, D., Kaneda, H., Kondo, T., Amatsutsu, T., Nakamichi, K., Yamagishi, M., Oyabu, S., Ootsubo, T., & Onaka, T., "AKARI mid-infrared all-sky survey: development of the new inter-planetary dust (IPD) map and the world-first all-sky PAH map", *The lifecycle of dust in the universe*, Nov. 18-22, 2013, ASIAA, Taiwan

¹⁷ Ishihara, D., Kaneda, H., Oyabu, S., Oseki, S., Takeuchi, N., Enya, K., Kotani, T., Haze, K., Onaka, T., & Fujiwara, H., "Evolution of solid materials in planet-forming disks - From AKARI to SPICA", *SPICA Science Conference 2013*, Jun 18-21,

2013, Univ. of Tokyo, Japan

¹⁸ 石原大助, "あかりと IRSF によるデブリ円盤の探査", 日本天文学会春季年会, 2014 年 3 月 19-22 日, 国際基督教大学

¹⁹ Ishihara, D., "AKARI Mid-Infrared All-Sky Survey Diffuse Map", *39th COSPAR Scientific Assembly*, Jul 14-22, 2012, Mysore, India

²⁰ Ishihara, D., "Results from AKARI mid-IR All-Sky Survey and laboratory tests for future missions", *QFPU Final International Forum*, Mar 8-10, 2013, Gifu, Japan

²¹ 石原大助, "超新星残骸の「あかり」赤外線による観測 (AKARI Infrared Observations of SNRs)", *超新星と超新星残骸の融合研究会 (招待講演)*, 2012 年 10 月 15-17 日, 国立天文台

²² 石原大助, 永山貴宏, 服部和生, 尾関真二, 大藪進喜, 金田英宏, 藤原英明, 尾中敬, "あかりと IRSF によるデブリ円盤の探査", 日本天文学会, 2012 年 9 月 19-21 日, 大分大学

²³ 石原大助, 近藤徹, 鈴木慧士, 天筒智也, 金田英宏, 大藪進喜, 尾中敬, "「あかり」中間赤外線 diffuse 全天マップ", *宇宙科学シンポジウム*, 2013 年 1 月 8-9 日, JAXA 宇宙科学研究所

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

取得年月日 :

国内外の別 :

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石原 大助 (ISHIHARA DAISUKE)

名古屋大学・大学院理学研究科・特任講師

研究者番号 : 30507835

(2) 研究分担者

()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :