

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 24 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2011～2014

課題番号：23244021

研究課題名(和文) ハーシェルとあかり衛星観測に基づく近傍銀河中のダスト変成の研究

研究課題名(英文) Study of processing dust in nearby galaxies based on observations with Herschel and AKARI

研究代表者

尾中 敬 (Onaka, Takashi)

東京大学・理学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：30143358

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 36,500,000円

研究成果の概要(和文)：ハーシェル、あかり、スピッツァー衛星の赤外線データを用い、我々の銀河及び近傍銀河の星間ダストの生成、破壊、変性過程の研究を行った。この結果、竜骨座大質量星生成領域において、超新星爆発起源の可能性のあるダストが主に電離領域に存在すること、微小有機物ダストが銀河スケールで、衝撃波、あるいは銀河衝突による激しい過程で生成されていること、さらには電離領域ではサイズの小さい有機物ダストが選択的に破壊され、星間空間では微小有機物ダスト中の脂肪族C-H結合が芳香族結合に変性しているなどのダストの生成、破壊、変性過程についての新しい観測的描像を得た。

研究成果の概要(英文)：Based on infrared observations with Herschel, AKARI, and Spitzer satellites, we have studied the formation, destruction, and processing of interstellar dust grains in our Galaxy and nearby galaxies. We found that dust species that originate from supernova explosion exist predominantly in the ionized region of the Carina massive star-forming region, small organic dust is produced in violent events, e.g., shocks and galaxy collisions in a galactic scale, small organic dust is preferentially destroyed in the ionized region, and aliphatic C-H bonds in small organic dust is converted into aromatic C-H bonds in the interstellar medium. These findings provide us with a new observational view of dust formation, destruction, and processing of interstellar dust grains.

研究分野：天体物理学

キーワード：星間物理 宇宙物理学 赤外線天文学 赤外線衛星観測 物質循環

1. 研究開始当初の背景

ダスト粒子は星間空間の金属の多くを含み、星間空間の様々な物理・化学過程に大きく寄与している。その組成・性質の理解は、銀河の物質進化の研究に不可欠の要素である。ダストは銀河の中の衝撃波や、プラズマ中で変成・破壊されることが理論的に予想されている。しかしダスト生成・変成・破壊が実際どのように進行しているかはほとんど解明されていない。モデル解析から、ダストの赤外線放射の研究における 5–200 μm の広範囲の観測データの重要性が示されている (Onaka et al. 2007)。しかしこれまでの口径の小さい (1m 以下) 衛星冷却望遠鏡観測では、回折限界により空間分解能が制限され、中間赤外線で見られる大局的構造からの放射ですら遠赤外線でも精度よく抽出することが困難であった。このため、ダスト変性の系統的な研究は十分には行われていなかった。

2. 研究の目的

「あかり」、Spitzer, Herschel 衛星による分光データを最大限に活かし、ガスの輝線診断も利用し、近傍銀河及び銀河系内活動領域における空間的なダスト変性の過程を、ガスの物理状態と同時に明らかにすることを目的とする。特に「あかり」衛星の持つ近赤外線分光機能を活かし、この波長帯にあるダストの特徴 (有機物バンド、氷吸収バンド) の空間変化を他の波長データと組み合わせて解析し、ダスト変性の大局的な描像を得ることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 我々は「あかり」で検出された広がった構造を持つ近傍銀河や銀河系内の活動領域に対し、ダスト変性過程を系統的に解明する提案を Herschel に行い採択された。残念ながら近傍銀河の観測は冷媒の寿命中に実行されなかったが、銀河系内の大質量星形成領域竜骨座領域については、60 μm から 500 μm にわたる広い波長域での分光データを取得することができた。同じ領域については、我々のグループが取得した、Spitzer の IRS による中間赤外線の分光データがあり、これらを合わせて、ダスト変性の解析を行なった。

(2) 近傍銀河については、「あかり」衛星搭載の近・中間赤外線カメラ (IRC) の観測データの整約手法を改善し、近赤外線から中間赤外線の領域にかけて、エネルギースペクトル分布 (SED) を精度よく求め、特にサイズの小さいダストについての変性を衝突した痕跡のある銀河を中心に解析した。

(3) 我々の銀河系の星生成領域及び近傍銀河の IRC 近赤外線分光データを解析し、近赤外線スペクトルに含まれる有機物ダストの特徴の変化から、有機物ダストの変性、生成機構を推定した。一部のデータについては中間赤外線のデータも取り入れた解析を行った。

4. 研究成果

(1) Herschel 衛星搭載の SPIRE, PACS による竜骨座の分光マッピングデータの解析を行った。さらにこれに Spitzer 搭載の IRS の分光データ、「あかり」中間赤外線全天サーベイデータ、MSX の中間赤外線データを加え、詳細な解析を行った。Herschel の分光データでは J=15-14 までの高回転準位の ^{12}CO 輝線と一部の遷移では ^{13}CO の輝線も検出された。これらから輻射輸送のモデルを使い、CO の柱密度を見積もった。さらに「あかり」、MSX を使いこの領域の赤外線 SED をプロットすると 22 μm に大きな超過が見られることがわかった。この超過は Chan & Onaka (2000) が ISO の観測で報告したバンド放射に対応し、Spitzer の観測でも確認されたものである (Onaka et al. 2008)。SED からこの成分を抜き出して空間分布を調べたものを図 1 に示す。

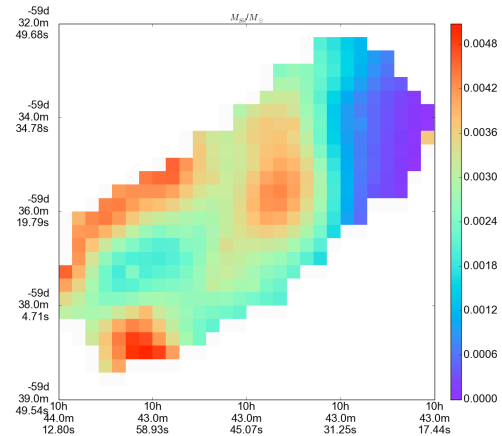


図1. 竜骨座 22 μm バンド成分の空間分布

図 1 の分布は、Spitzer の分光観測から得られた 1 次元の分布とよく一致し (Onaka et al. 2008)、22 μm バンドの成分が電離領域の端に集中していることがわかる。同様の 22 μm バンド放射は超新星残骸 Cas A で検出されており (Rho et al. 2008)、超新星起源のダスト成分である可能性が示唆されている。今回の結果は、このダストの存在領域が電離領域に位置しており、何らかの変性作用を受けていることを示唆する。

(2) 「あかり」衛星搭載近・中間赤外線カメラ (IRC) の撮像データの整約方法を見直し、大幅な改善を行い (Egusa et al. 2016)、さらに wavelet 手法を用い、ノイズの軽減を図った。この手法を適用し、衝突銀河における PAH の空間分布についての解析を行った。バンド S7 (7 μm) の画像に特徴的な構造が見られ、この構造が水素の 21cm 輝線でも見られる銀河衝突に伴い作られたと考えられている構造と一致する (図 2; Smith 1994)。S7 バンドは、PAH 放射を効率よく捉えていると考えられ (e.g., Onaka et al. 2010)、このことは PAH が

衝突により剥ぎ取られたガス中で生成されている可能性を示唆する(Nakamura et al. 2013)。実際、この領域の赤外線 SED をモデル解析すると、PAH の量が超微粒ダストに比較して増加していることが示唆され、破碎によって PAH が生成しているという仮説を支持する。

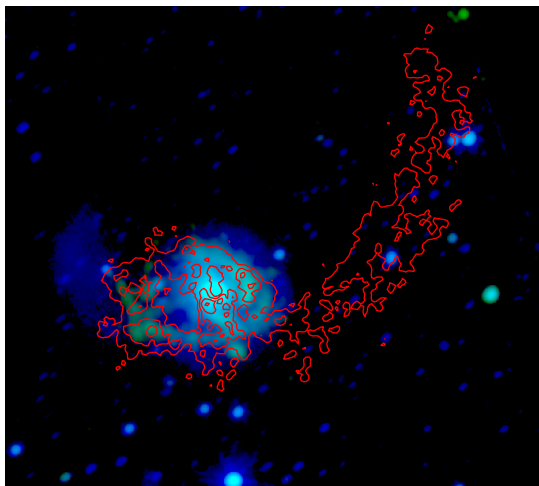


図 2. NGC2782 の赤外線 ($7\mu\text{m}$, 青) と中性水素 21cm (赤等高線) の画像。東側に特徴的な構造が見られる(Onaka et al. 2016)。

同様の結果は NGC7727 にも見られる (Onaka et al. 2016)。これらの結果は、衝撃波 (Onaka et al. 2010)、あるいは超新星爆発 (Seok et al. 2012) に伴い大きなダストの破碎で PAH が生成されるという過程が銀河スケールでも起きていることを示唆するものである。

(3) 大マゼラン雲の近、中間赤外線分光観測からは、PAH の $3.3\mu\text{m}$ バンドと $7.7\mu\text{m}$ バンドの比が PDR 領域と電離領域で大きく傾向を変えることを見出した。このことは電離領域で小さな PAH が減少しているモデルで定量的に説明することができる (Mori et al. 2012)。この結果は星間空間中の有機物ダストの変性を始めて捉えたものであると同時に、ダスト変性の研究にはこれまで系統的な観測データが少なかった $3.3\mu\text{m}$ バンドの観測の重要性を示すものである。さらに我々の銀河面の星生成領域の近赤外線分光データから脂肪族 C-H 結合の特徴である $3.4\text{--}3.5\mu\text{m}$ バンドと芳香族 C-H 結合の $3.3\mu\text{m}$ バンドの比を解析し、PAH の電離度の指標である $3.7\mu\text{m}$ の連続光と $3.3\mu\text{m}$ バンドの比との間に弱い相関がある結果を得た (Mori et al. 2014)。この結果は、脂肪族の C-H 結合が星間空間で紫外線より芳香族 C-H 結合に変わるという理論的予想 (Jones et al. 2014) を支持するもので、星間空間における有機物ダストの変性過程を初めて観測的に明らかにした結果である。

また竜骨座領域についての中間赤外線 PAH バンドの解析から、PAH が電離領域で消滅していることを分光的に明らかにするなど (Onaka et al. 2015)、ダストの星間空間にお

ける変性、破壊、生成の過程について、観測的に様々な新しい結果を得た。PAH が大きなダストの破碎から生成される過程が比較的普遍的に起きていることを示したことは、本研究の大きな成果の一つである。

引用文献

- Chan, K.-W. and Onaka, T. 2000, *ApJ*, 533, L33
 Egusa, F., et al., 2016, *PASJ*, in press
 Jones, A. P., et al. 2013, *A&A*, 558, A62
 Mori, T. I., et al., 2012, *ApJ*, 744, 68
 Mori, T. I., et al., 2014, *ApJ*, 787, 53
 Nakamura, T., et al., 2013, *Proc. of Science*, LCDU2013, 80
 Onaka, T., et al., 2007, *ApJ*, 654, 844
 Onaka, T., et al., 2008, *ASPC*, 381, 80
 Onaka, T., et al., 2010, *A&A*, 514, 15
 Onaka, T., et al., 2015, *P&SS*, 116, 73
 Onaka, T., et al., 2016, *Proc. of IAU Symp.* 315, in press
 Rho, J., et al., 2008, *ApJ*, 673, 271
 Seok, J.-Y., et al., 2012, *ApJ*, 744, 160
 Smith, B. J. 1994, *AJ*, 107, 1695

5. 主な発表論文等

(〔雑誌論文〕 (計 22 件))

(1) F. Egusa, F. Usui, K. Murata, T. Yamashita, I. Yamamura, and T. Onaka

Revised calibration for near- and mid-infrared images from ~ 4000 pointed observations with AKARI/IRC (査読有)

Publ. Astron. Soc. Japan, **68**, 19 (19pp) (2016)

DOI: 10.1093/pasj/psv135

(2) T. Onaka

An overview of AKARI observations of the interstellar medium (査読有)

Asian Journal of Physics, **24**, 1143–11150 (2015)

<http://asianjournalofphysics.in/content2/vol-24-2015/vol-24-no-8>

(3) T. Onaka, T. I. Mori, and Y. Okada

Dust processing in the Carina nebula region (査読有), *Planetary and Space Science*, **116**, 84–91 (2015) DOI: 10.1016/j.pss.2015.03.025

(4) T. Onaka, I. Sakon, R. Ohsawa, T. I. Mori, H. Kaneda, M. Tanaka, Y. Okada, F. Boulanger, C. Joblin, and P. Pilleri

Near-Infrared Spectroscopy of the Diffuse Galactic Emission (査読無)

Highlights of Astronomy, 106, 703–704 (2015)

DOI: 10.1017/S1743921314012976

(5) H. Kaneda, D. Ishihara, K. Kobata, T. Kondo, S. Oabu, R. Yamada, M. Yamagishi, T. Onaka, and T. Suzuki

AKARI observations of interstellar dust grains in our Galaxy and nearby galaxies (査読有)

Planetary and Space Science **100**, 6–11 (2014)

DOI: 10.1016/j.pss.2014.01.017

(6) T. I. Mori, T. Onaka, I. Sakon, D. Ishihara, T. Shimonishi, R. Ohsawa, and A. C. Bell
Observational studies on the near-infrared unidentified emission bands in Galactic HII regions (査読有)

Astrophysical Journal, **787**, 53 (12pp) (2014)

DOI: 10.1088/0004-637X/784/1/53

Erratum: *Astrophysical Journal*, **792**, 80 (2pp) (2014)

(7) T. Onaka, T. I. Mori, I. Sakon, R. Ohsawa, H. Kaneda, Y. Okada, and M. Tanaka
Search for the Infrared Emission Features from Deuterated Interstellar Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (査読有)

Astrophysical Journal, **780**, 114 (9pp) (2014)

DOI: 10.1088/0004-637X/780/2/114

(8) T. Nakamura, T. Onaka, H. Kaneda, I. Sakon, R. Ohsawa, and T. I. Mori

AKARI/IRC Imaging Observations of the Merger Remnant NGC 2782 (査読無), Proc. of The Life Cycle of Dust in the Universe: Observations, Theory, and Laboratory Experiments, Proc. of Science (LCDU2013) 80 (2013)

http://pos.sissa.it/archive/conferences/207/080/LCDU2013_080.pdf

(9) H. Kaneda, D. Ishihara, K. Kobata, T. Kondo, M. Yamagishi, A. Yasuda, T. Onaka, I. Sakon, and T. Suzuki

Processing of Interstellar Dust Grains in Galaxies Revealed by AKARI (査読無)

Proc. of IAU **292**, 271—274 (2013)

DOI: 10.1017/S1743921313001348

(10) T. Onaka

ISM Diagnostics: Dust (査読無)

Proc. of IAU **292**, 259—266(2013)

DOI: 10.1017/S1743921313001324

(11) J. Y. Seok, B.-C. Koo, and T. Onaka

A Survey of Infrared Supernova Remnants in the Large Magellanic Cloud (査読有)

Astrophysical Journal, **779**, 134 (28pp) (2013)

DOI: 10.1088/0004-637X/779/2/134

(12) F. Egusa, T. Wada, I. Sakon, T. Onaka, K. Arimatsu, and H. Matsuhara

Interstellar dust properties of M51 from AKARI mid-infrared images (査読有)

Astrophysical Journal, **778**, 1 (11pp) (2013)

DOI: 10.1088/0004-637X/778/1/1

(13) T. Suzuki, H. Kaneda, and T. Onaka

An AKARI View of Star Formation in NGC1313 (査読有), *Astron. Astrophys.*, **554**, A8 (11pp) (2013)

DOI: 10.1051/0004-6361/201220294

(14) T. Onaka, H. Matsuhara, T. Wada, D. Ishihara, Y. Ohshima, I. Sakon, T. Shimonishi, R. Ohsawa, T. I. Mori, F. Egusa, F. Usui, S. Takita, H. Murakami, S. Oyabu, M. Yamagishi, T. Mori, A. Mouri, T. Kondo, S. Suzuki, H. Kaneda, Y. Ita, and T. Ootsubo

Summary of Observations of the Infrared Camera (IRC) onboard AKARI (査読無)

Proc. of SPIE **8442**, 844213-844213-13 (2012)

DOI: 10.1117/12.926717

(15) F. Egusa, I. Sakon, T. Onaka, H. Matsuhara, K. Arimatsu, T. Suzuki, T. Wada, and the IRC team, Interstellar Dust in M51 from IRC Images (査読有), *Publications of the Korean Astronomical Society*, **27**, 253—256 (2012)

DOI: 10.5303/PKAS.2012.27.4.253

(16) H. Kaneda, D. Ishihara, T. Onaka, I. Sakon, T. Suzuki, K. Kobata, T. Kondo, M. Yamagishi, and A. Yasuda,

Processing of Interstellar Dust Grains in Galaxies (査読有), *Publications of the Korean Astronomical Society*, **27**, 237—242 (2012)

DOI: 10.5303/PKAS.2012.27.4.237

(17) T. Onaka

AKARI Observations of the Interstellar Medium (査読有), *Publications of the Korean Astronomical Society*, **27**, 187—193 (2012)

DOI: 10.5303/PKAS.2012.27.4.187

(18) T. Kondo, H. Kaneda, S. Oyabu, D. Ishihara, T. Mori, M. Yamagishi, T. Onaka, I. Sakon, and T. Suzuki

The Central Region of the Barred Spiral Galaxy NGC 1097 Probed by AKARI Near-Infrared Spectroscopy (査読有), *Astrophysical Journal Letters*, **751**, L18 (5pp) (2012)

DOI: 10.1088/2041-8205/751/1/L18

(19) J.-Y. Seok, B.-C. Koo, and T. Onaka

Detection of 3.3 Micron Aromatic Feature in the Supernova Remnant N49 with AKARI (査読有)

Astrophysical Journal, **744**, 160 (13pp) (2012)

DOI: 10.1088/0004-637X/744/2/160

(20) T. I. Mori, I. Sakon, T. Onaka, H. Kaneda, H. Umehata, and R. Ohsawa

Observations of the Near- to Mid-Infrared Unidentified Emission Bands in the Interstellar Medium of the Large Magellanic Cloud (査読有) *Astrophysical Journal*, **744**, 68 (15pp) (2012)

DOI: 10.1088/0004-637X/744/1/68

(21) T. Suzuki, H. Kaneda, T. Onaka, and T. Kitayama, Far-infrared emission from intergalactic medium in Stephan's Quintet revealed by AKARI (査読有), *Astrophysical Journal (Letters)*, **731**, L12 (5pp) (2011)

DOI: 10.1088/2041-8205/731/1/L12

(22) H. Kaneda, D. Ishihara, T. Onaka, T. Suzuki, T. Mori, S. Oyabu, and M. Yamagishi
Properties of dust and PAHs in the hot plasma of the elliptical galaxy NGC4125 revealed with AKARI and Spitzer (査読有)
Publ. Astron. Soc. Japan, **63**, 601–615 (2011)
DOI: 10.1093/pasj/63.3.601

〔学会発表〕 (計 25 件)

(1) Ronin Wu, Takashi Onaka, Tomohiko Nakamura, Fumihiko Usui, Tamami I. Mori, Itsuki Sakon 他

The origin of the 22 μm broad feature and its association with the molecular clouds of the Great Nebula in Carina

日本天文学会 2016 年春季年会、首都大学 (東京都八王子市), 2016 年 3 月 14–17 日

(2) T. Onaka, Organic dust in galaxies (招待講演) The 11th Pacific Rim Conference on Stellar Astrophysics, Physics and Chemistry of the Late Stages of Stellar Evolution, Hong Kong, PR China, 2015 年 12 月 14–17 日

(3) Ronin Wu, Takashi Onaka, Tomohiko Nakamura, Fumihiko Usui, Tamami I. Mori, Itsuki Sakon 他

The origin of the broad feature at 22 μm and its association with the molecular clouds of the Great Nebula in Carina

日本天文学会 2015 年秋季年会、甲南大学 (兵庫県神戸市), 2015 年 9 月 9–11 日

(4) T. Onaka, T. Nakamura, I. Sakon, R. Ohsawa, T. Mori, R. Wu, and H. Kaneda, AKARI observations of dust processing in merger galaxies: NGC2782 and NGC7727

IAU Symposium 315, From Interstellar Clouds to Star-forming Galaxies: Universal Processes? Honolulu, Hawaii, U.S.A., 2015 年 8 月 3–7 日

(5) T. Onaka, T. Mori, I. Sakon, and T. Shimonishi, AKARI near-infrared spectroscopy of interstellar ices (招待講演)

Focused Meeting 12, Bridging Laboratory Astrophysics and Astronomy, IAU General Assembly, Honolulu, Hawaii, U.S.A., 2015 年 8 月 3–5 日

(6) R. Wu, S. Madden, F. Galliano, C. Wilson, T. Onaka, and T. Nakamura, Spatially resolved physical conditions of molecular gas: A zoom-in from circumnuclear region of M83 to Carina Nebula, 30 years of PhotoDissociation Regions, A symposium to honor David Hollenbach's lifetime in science, Asilomar, California, U.S.A., 2015 年 6 月 28 日–7 月 3 日

(7) T. Onaka, T. Okada, T. I. Mori, T. Nakamura, T., M. Hammonds, R. Wu, I. Sakon, and D. Ishihara, Dust processing in the interstellar medium (招待講演)

International Conference on Interstellar Dust, Molecules and Chemistry 2014
Tezpur, India, 2014 年 12 月 15–18 日

(8) T. Onaka, Lifecycle of dust grains in the interstellar medium (招待講演)

Cosmic Dust VII, 大阪産業大学梅田サテライトキャンパス(大阪府大阪市) 2014 年 8 月 4–8 日

(9) H. Kaneda, T. Kokusho, R. Yamada, D. Ishihara, S. Oyabu, T. Kondo, M. Yamagishi, A. Yasuda, T. Onaka, T. Suzuki

Properties of Dust In Various Environments Of Nearby Galaxies (招待講演)

THE UNIVERSE IN THE LIGHT OF AKARI and Synergy with future Large Space Telescopes, Oxford, U. K., 2014 年 7 月 9–11 日

(10) T. Onaka, T. I. Mori, R. Ohsawa, I. Sakon, A. C. Bell, M. Hammonds, T. Shimonishi, D. Ishihara, H. Kaneda, Y. Okada, and M. Tanaka, Processing of the Interstellar Medium as Divulged by AKARI (招待講演)

THE UNIVERSE IN THE LIGHT OF AKARI and Synergy with future Large Space Telescopes Oxford, U. K., 2014 年 7 月 9–11 日

(11) 森 珠実、尾中 敬、左近 樹、大澤 亮 他

「あかり」衛星による我々の銀河系内の HII 領域の近赤外線分光観測 II

日本天文学会 2014 年春季年会、国際基督教大学 (東京都三鷹市), 2014 年 3 月 19–22 日

(12) H. Kaneda, D. Ishihara, S. Oyabu, T. Suzuki, T. Onaka, I. Sakon, M. Yamagishi, T. Kondo, R. Yamada, and K. Kobata,

Properties of dust and PAHs in various environments of nearby galaxies (招待講演)

The Life Cycle of Dust in the Universe: Observations, Theory, and Laboratory Experiments, Taipei, Taiwan, 2013 年 11 月 17–22 日

(13) 中村友彦、尾中 敬、左近 樹、大澤 亮、森 珠実、佐藤 一輝 他

Herschel PACS/SPIRE 分光観測による Carina Nebula の輝線診断

日本天文学会 2013 年秋季年会、東北大学 (宮城県仙台市), 2013 年 9 月 10–12 日

(14) 中村友彦、尾中 敬、左近 樹、大澤 亮、森 珠実 他

「あかり」IRC による特異銀河 NGC2782 の近・中間赤外線撮像観測

日本天文学会 2013 年春季年会、埼玉大学 (埼玉県さいたま市), 2013 年 3 月 20–23 日

(15) 森 珠実, 尾中 敬, 左近 樹, 大澤 亮 他

「あかり」衛星による我々の銀河系内の HII 領域の星間物質の近赤外分光観測

日本天文学会 2013 年春季年会、埼玉大学 (埼玉県さいたま市), 2013 年 3 月 20–23 日

(16) T. Onaka, I. Sakon, R. Ohsawa, T. I. Mori, H. Kaneda, M. Tanaka, Y. Okada, F. Boulanger, C. Joblin, and P. Pilleri, Near-Infrared Spectroscopy of the Diffuse Galactic Emission (招待講演)

IAU General Assembly, Special Session 16, Unexplained spectral phenomena in the interstellar medium, Beijing, China, 2012 年 8 月 27–28 日

(17) T. Onaka, IR Observations of Interstellar Dust Based on Recent IR Space Telescopes (招待講演) IAU General Assembly, Special Session 12, Modern views of the interstellar medium Beijing, China, 2012 年 8 月 27–31 日

(18) T. Onaka, ISM Diagnostics: Dust (招待講演) IAU Symp. 292, Molecular Gas, Dust, and Star Formation in Galaxies Beijing, China, 2012 年 8 月 20–24 日

(19) T. Onaka, H. Matsuhara, T. Wada, D. Ishihara, Y. Ohshima, I. Sakon, T. Shimonishi, R. Ohsawa, T. I. Mori, F. Egusa, F. Usui, S. Takita, H. Murakami, S. Oyabu, M. Yamagishi, T. Mori, A. Mouri, T. Kondo, S. Suzuki, H. Kaneda, Y. Ita, and T. Ootsubo, Summary of Observations of the Infrared Camera (IRC) onboard AKARI (招待講演) 2012 SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation, Conf. 8442, Space Telescopes and Instrumentation 2012: Optical, Infrared, and Millimeter Wave, Amsterdam, The Netherlands 2012 年 7 月 1–6 日

(20) I. Sakon, T. Onaka, T. I. Mori, R. Ohsawa, Y. Doi, Y. Okada, H. Kaneda, and T. Ootsubo, Mid-to far-infrared observations of diffuse Galactic emission with AKARI (招待講演)

The second AKARI conference: Legacy of AKARI: A Panoramic View of the Dust Universe, Cheju, Korea, 2012 年 2 月 27–29 日

(21) T. Onaka, AKARI observations of the interstellar medium (招待講演)

The second AKARI conference: Legacy of AKARI: A Panoramic View of the Dust Universe, Cheju, Korea, 2012 年 2 月 27–29 日

(22) H. Kaneda, D. Ishihara, T. Onaka, I. Sakon, T. Suzuki, K. Kobata, T. Kondo, M. Yamagishi, and A. Yasuda, Processing of Interstellar Dust

Grains in Galaxies (招待講演)

The second AKARI conference: Legacy of AKARI: A Panoramic View of the Dust Universe, Cheju, Korea, 2012 年 2 月 27–29 日

(23) T. Onaka, Infrared Spectroscopy of the Unidentified Infrared Bands in the Galaxy and External Galaxies (招待講演)

International Conference on Interstellar Dust Molecules and Chemistry, Pune, India, 2011 年 11 月 22–25 日

(24) T. Onaka, Dust life cycle and processing in the interstellar medium (招待講演)

Galactic Archaeology: Near-Field Cosmology and the Formation of the Milky Way, Laforet Shuzenji (静岡県, 修善寺) 2011 年 10 月 31 日–11 月 4 日

(25) 森 珠実, 左近 樹, 尾中 敬, 梅畑 豪紀, 大澤 亮, 金田 英宏, 松原 英雄, 和田 武彦

「あかり」による大マゼラン雲の星間物質の近・中間赤外分光観測

日本天文学会 2011 年秋季年会、鹿児島大学 (鹿児島県鹿児島市), 2011 年 9 月 19–21 日

[その他]

ホームページ等

<http://komatta.astron.s.u-tokyo.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

尾中 敬 (ONAKA, Takashi)

東京大学・大学院理学系研究科・教授
研究者番号: 30143358

(2) 研究分担者

金田 英宏 (KANEDA, Hidehiro)

名古屋大学・大学院理学研究科・教授
研究者番号: 30301724

(3) 連携研究者

左近 樹 (SAKON, Itsuki)

東京大学・大学院理学系研究科・助教
研究者番号: 70451820

研究者番号

大藪 進喜 (OYABU, Shinki)

名古屋大学・大学院理学研究科・助教
研究者番号: 10396806

(4) 研究協力者

森 珠実 (MORI, Tamami)

大澤 亮 (OHSAWA, Ryou)