

平成21年 5月 29日現在

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2006～2008

課題番号：18204017

研究課題名(和文) 高精度サブミリ波観測による星・惑星系形成の研究

研究課題名(英文) Research on Star and Planet Forming Regions through High-Precision Submillimeter Observations

研究代表者

川邊 良平(KAWABE RYOHEI)

国立天文台・電波研究部・教授

研究者番号：10195141

研究成果の概要：高精度のサブミリ波観測法を既存の望遠鏡に応用し、南米チリ高地のASTE10mサブミリ波鏡や、野辺山ミリ波干渉計(NMA)、野辺山45m鏡等を活用した星・惑星系形成研究の強力な推進を行った。近傍の星形成領域については、これまでになく広域でかつ高感度で1.1mm連続波での塵放射のサーベイを実現、また円盤ガスサーベイを実現しガス散逸時間を推定、誘発的星形成の証拠を発見するなど、多くの成果を得た。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	21,800,000	6,540,000	28,340,000
2007年度	11,800,000	3,540,000	15,340,000
2008年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
年度			
年度			
総計	37,900,000	11,370,000	49,270,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：天文学・天文学

キーワード：1. 惑星系形成 2. 原始惑星系円盤 3. サブミリ波 4. 星形成  
5. 高密度コア 6. 観測法 7. 誘発的星形成

## 1. 研究開始当初の背景

以下の背景があった。

(1) 日本も参加したアルマ(アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計)計画の建設がスタートしたので、アルマに向けた研究の準備(特に南天領域の星・惑星系形成領域のサーベイ観測など)を進める必要があった。

(2) 特別推進研究「サブミリ波干渉計による惑星系形成の研究」(代表；川辺、1999-2003年で実施)が終了し、その研究成果をさらに発展させる必要があった。特に、惑星系形成をコントロールしている原始惑星系円盤のガス成分の散逸過程について詳細な研究や、

塵成分のさらなる詳細な観測等が必要であった。

(3) 南米チリ高地に設置されたASTE10mサブミリ波望遠鏡の科学運用が始まった。本格的なサブミリ波観測に向けての、高精度のサブミリ波観測法を確立する必要があった。

## 2. 研究の目的

高精度のサブミリ波観測法を開発し、既存の望遠鏡等に応用し、星・惑星系形成に関する研究を強力に推進することを目的とした。我々のグループが中心となり南米チリの標高4800mに設置したASTE10m鏡や、また

既存の野辺山ミリ波干渉計(NMA)、45m鏡、さらにはサブミリ波干渉計(SMA)を活用して研究を推進。具体的には、3年間で以下のことを明らかにすることを目的とする；1) 原始星、Tタウリ型星の周りの原始惑星系円盤を調べる上で”ベスト”な分子輝線の特定や観測法の確立、2) サブミリ波を中心として、原始星からTタウリ期に渡って、円盤の物理量の進化やガス成分の散逸の観測的研究、3) 系外惑星系の多様性を規定するパラメータである円盤の面密度がどのように進化し、決定されるかの解明、4) 観測研究をベースにしたALMAに向けた観測計画の立案。

### 3. 研究の方法

我々のグループが中心となり南米チリの標高4800mに設置したASTE 10mサブミリ波鏡や、また既存の野辺山ミリ波干渉計(NMA)、45m鏡、さらにはサブミリ波干渉計(SMA)を活用して研究を推進。ASTE鏡には、高感度の連続波カメラを搭載して、南天領域を中心に近傍の星惑星系形成領域を広域にサーベイし、円盤天体探査や星形成コアの探査を行うこととした。また、高精度のサブミリ波観測を実現するために、観測法の検討や、サブミリ波大気透過率の高精度の測定・推定と、スペクトル線の高精度強度補正のための水蒸気モニターや、赤外線カメラを用いた雲モニターの開発を行いサイトに設置することとした。

### 4. 研究成果

(1) サブミリ波大気透過率の高精度の測定・推定のため、水蒸気ラジオメータを開発し、チリ高地のASTE望遠鏡サイトに設置した。また、10 $\mu$ m全天雲モニターの設置も行った。定常的にデータを取得し、大気情報をASTEでのサブミリ波観測や観測法の検討のために利用することができるようになった。(2) マサチューセッツ大学が中心となって開発した、1.1mm波帯の連続波カメラ(AzTEC)をASTE10m鏡に搭載し、Lupus領域、カメレオン領域などの近傍の星惑星系形成領域のサーベイ観測を実施した。観測領域は30平方度をカバーし、かつ観測感度はほぼ均一で10mJy(コアの質量感度で0.01太陽質量に対応)を達成した。このサーベイにより、およそ1000天体(多くが、新天体)を検出した。これは、これまでのサーベイと比べて最も広く、最も高感度であり、この規模のデータは、世界ではまだない。星形成と惑星系形成を研究する上での貴重なデータベースである。このデータの解析から、コアの質量関数は、どの領域でも同じような形をしていること、星の初期質量関数と良く一致することが解った。

(3) 上記サーベイで、Lupus領域の弱輝線T-Tauri型星で非常に特異な円盤を見いだした(進化の晩期フェーズにある弱輝線T-Tauri型星では、はじめて非常に強い1.1mm連続波を検出)。非常に薄く、冷たく重い円盤のモデルが、中間赤外線データも含む観測結果を良く説明できることが解った。このような円盤は、惑星系形成のKyotoモデルにおいては一進化段階(微惑星・惑星が生まれる直前の状態)として予想されており、Kyotoモデルをサポートする極めて重要な証拠であると考えられる。

(4) ASTEによるCO&13CO(3-2)輝線のサーベイを40近い数のT-Tauri型星について実施した。5点法という方法で星方向に付随するガス成分だけを取り出す手法を開発し、星・惑星系形成に伴うガス成分の散逸をはじめてシステマティックに調べた。それにより、星形成の母体となったエンベロープ成分(+分子流)が、100万年程度の間存続すること、100AUを超える巨大なガス円盤は、30-1000万年くらいまで存続することが解った。

(5) オリオン領域の中質量星形成領域のサーベイ観測を45m鏡、ASTEで実施した。オンザフライマッピング法を用いたスペクトル線での星形成領域の広視野イメージングでは、数多くの新たな分子流天体を発見するとともに、分子流による誘発的星形成のこれまでで最も確かな証拠を見いだした。ASTEでの1.1mm連続波超広域マッピングデータと合わせて、分子流だけでなく、紫外線や、衝撃波による誘発的星形成領域候補の探査を進めることができた。また、高密度コアの質量関数が、星の初期質量関数と良く一致することなどを見いだした。

### 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19件)

1. Saito, Hiro; Saito, Masao; Yonekura, Yoshinori; Nakamura, Fumitaka : High-Resolution Studies of the Multiple-Core Systems toward Cluster-forming Regions Including Massive Stars : The Astrophysical Journal Supplement Series : Volume178 : pp302-329 : 査読有(2008)
2. Campbell, M. F. ;Sridharan, T. K. ;Beuther, H. ; Lacy, J. H. ;Hora, J. L. ; Zhu, Q. ; Kassisi, M. ; Saito, M. ; De Buizer, J. M. ; Fung, S.H. ; Johnson, L. C. : Mid-Infrared Photometry and Spectra of Three High-Mass Protostellar Candidates at IRAS

- 18151-1208 and IRAS 20343+4129 : The Astrophysical Journal : Volume673 : pp954-967: 査読有 (2008)
3. Saito, Hiro; Saito, Masao; Yonekura, Yoshinori; Nakamura, Fumitaka : High-Resolution Studies of the Multiple-Core Systems toward Cluster-forming Regions Including Massive Stars : The Astrophysical Journal Supplement Series : Volume178 : pp302-329: 査読有 (2008)
  4. 川邊良平, 塚越 崇, 平松正顕, 島尻芳人, 百瀬宗武, 北村良美, 池田紀夫, 亀谷和久, 齋藤正雄, 関口朋彦: Survey of Cores and Disks in nearby Forming Regions -Deep and Wide Field Mapping of 1. Imm Dust Continuum with AzTEC on ASTE - : 第 26 回NROユーザーズミーティング集録 : Volume 2 6 : pp70-72 : 査読無 (2008)
  5. Takakuwa, S., Iono, D., Vila-Vilaro, B., Sekiguchi, T., and Kawabe, R : Scientific Role of ACA for Low-Mass Star-Formation Study : Astrophys. and Sp. Sci. : Volume313:pp169-173 : 査読有 (2008)
  6. Takahashi, S., Saito, M., Takakuwa, S., and Kawabe, R. : A New Evolutionary Scenario of Intermediate-Mass Star-Formation Revealed by Multi-Wavelength Observations of OMC-2/3 : Astrophys. and Sp. Sci. : Volume313:pp165-168: 査読有 (2008)
  7. Nakajima, T., Sakai, T., Asayama, S., Kimura, K., Kawamura, M., Yonekura, Y., Ogawa, H., Kuno, N., Noguchi, T., Tsuboi, M., and Kawabe, R. : A New 100-GHz Band Front-End System with a Waveguide-Type Dual-Polarization Sideband-Separating SIS Receiver for the NRO 45-m Radio Telescope: Publ. Astron. Soc. Japan: Volume60 : pp435-443: 査読有 (2008)
  8. Shimajiri, Y., Takahashi, S., Takakuwa, S., Saito, M., and Kawabe, R. : Millimeter- and Submillimeter-Wave Observations of the OMC-2/3 Region. II. Observational Evidence for Outflow-Triggered Star Formation in the OMC-2 FIR 3/4 Region : Astrophys. J. : Volume683 : pp255-266: 査読有 (2008)
  9. Takahashi, S., Saito, M., Ohashi, N., Kusakabe, N., Takakuwa, S., Shimajiri, Y., Tamura, M., and Kawabe, R. : Millimeter- and Submillimeter-Wave Observations of the OMC-2/3 Region. III. An Extensive Survey for Molecular Outflows : Astrophys. J. : Volume688 : pp344-361: 査読有 (2008)
  10. N. Ikeda, K. Sunada and Y. Kitamura : A Survey of Dense Cores in the Orion A Cloud : The Astrophysical Journal : Vol. 665 : pp. 1194-1219 : 査読有 (2007)
  11. K. Sunada, T. Nakazato, N. Ikeda, S. Hongo, Y. Kitamura and J. Yang : Water Maser and Ammonia Survey toward IRAS Sources in the Galaxy I. H2O Maser Data : Publications of the Astronomical Society of Japan : Vol. 59 : pp. 1185-1219 : 査読有 (2007)
  12. Takakuwa, Shigehisa; Kamazaki, Takeshi ; Saito, Masao; Yamaguchi, Nobuyuki; Kohno, Kotaro : ASTE Observations of Warm Gas in Low-Mass Protostellar Envelopes : Different Kinematics between Submillimeter and Millimeter Lines : Publications of the Astronomical Society of Japan, : Vol. 59 : No. 1 : pp. 1-13 : 査読有 (2007)
  13. Saito, Hiro ; Saito, Masao ; Sunada, Kazuyoshi; Yonekura, Yoshinori : Dense Molecular Clumps Associated with Young Clusters in Massive Star-forming Regions : The Astrophysical Journal : Volume 659 : Issue 1 : pp. 459-478 : 査読有 (2007)
  14. Takami, S., Takakuwa, S., Momose, M., Hayashi, M., Davis, C. J., Pyo, T.-S., Nishikawa, T. & Kohno, K. : Kinematics of SiO  $J = 8-7$  Emission towards the HH 212 Jet : Publications of the Astronomical Society of Japan : Volume 58: pp. 563-568: 査読有 (2006)
  15. Saito Hiro, Saito Masao, Moriguchi Yoshiaki, Fukui Yasuo: High-Resolution Studies of the Dense Molecular Cores toward Massive Star-Forming Regions: Publications of the Astronomical Society of Japan: Volume58: No. 2: pp. 343-359: 査読有 (2006)
  16. Yasui, Chikako; Kobayashi, Naoto; Tokunaga, Alan T.; Terada, Hiroshi; Saito, Masao : Deep Near-Infrared Imaging of an Embedded Cluster in the Extreme Outer Galaxy: Census of Supernova-Triggered Star Formation: The Astrophysical Journal: Volume 649: Issue 2: pp. 753-758: 査読有 (2006)
  17. Takahashi, Satoko; Saito, Masao; Takakuwa, Shigehisa; Kawabe, Ryohei:

- Millimeter- and Submillimeter-Wave Observations of the OMC-2/3 Region. I. Dispersing and Rotating Core around the Intermediate-Mass Protostar MMS 7 : The Astrophysical Journal: Volume 651: Issue 2: pp. 933-944: 査読有 (2006)
18. R. S. Furuya, Y. Kitamura and H. Shinnaga: The Initial Conditions for Gravitational Collapse of a Core: An Extremely Young Low-Mass Class 0 Protostar GF 9-2 : The Astrophysical Journal : Vol. 653 : pp. 1369-1390 : 査読有 (2006)
  19. K. Sunada, S. Hongo, N. Ikeda and Y. Kitamura: A Giant Molecular Outflow Triggered the Formation of the High Mass Dense Clumps in the NGC 7538 Region: IAU Symposium No. 237: p. 217: 査読無 (2006)
- [学会発表] (計 46 件)
1. 中川裕貴 他: (V08a) ASTE サイトでの赤外線雲モニタデータを用いた観測環境評価: 日本天文学会春季年会: 大阪府立大: 2009. 03. 26
  2. 秋山永治 他: Herbig Ae型星 HD163296 の星周ガス円盤 CO 観測: 円盤温度構造の解明: 日本天文学会春季年会: 大阪府立大: 2009. 03. 24
  3. 島尻芳人 他: Observational Evidence for Outflow-Triggered Star Formation in the OMC-2 FIR3/4 region : 2nd Tokyo-NRO Workshop Chemical Diagnostics of Star and Planet Formation : 東京大学: 2009. 03. 06
  4. T. Tsukagoshi 他: Structures and Evolution of the Circumstellar Environments around Classical T Tauri Stars in nearby Star Forming Regions : Chemical Diagnostics of Star and Planet Formation : University of Tokyo : 2009. 03. 05-2009. 03. 06
  5. 秋山永治 他: CO observation of HD163296: probing the circumstellar disk : ASTE Science Workshop 2nd circular "Sub-mm spectroscopy with ASTE in the ALMA era": 国立天文台三鷹: 2008. 12. 11
  6. 川邊良平 他: "1.1 mm Continuum and CO(3-2) Survey toward Disk sources in Lupus and Chameleon" : ASTE Science Workshop "Sub-mm spectroscopy with ASTE in the ALMA era": 国立天文台三鷹: 2008. 12. 11
  7. M. Hiramatsu 他: Institute of Astronomy and Astrophysics, Academia Sinica : ASTE Science Workshop "Sub-mm spectroscopy with ASTE in the ALMA era": 国立天文台三鷹: 2008. 12. 11
  8. 島尻芳人 他: "AzTEC Results of Core and Disk Survey Project and Future Observing Plan" : ASTE Science Workshop "Sub-mm spectroscopy with ASTE in the ALMA era": 国立天文台三鷹: 2008. 12. 11
  9. 島尻芳人 他: Observational Evidence for Outflow-Triggered Star Formation in the OMC-2 FIR3/4 region : The Birth and Feedback of Massive Stars, Within and Beyond the Galaxy : シャーロットビル (アメリカ) : 2008. 09. 25-2008. 09. 27
  10. 田村陽一 他: (V62a) ミリ波大気透過率イメージャ MiSTI の運用開始: 日本天文学会秋季年会: 岡山理科大学: 2008. 09. 12
  11. T. Tsukagoshi 他: Structures and Evolution of the Circumstellar Environments around Classical T Tauri Stars in nearby Star Forming Regions : Star Formation from Spitzer (Lyman) to Spitzer (Space Telescope) and Beyond (Joint European and National Astronomy Meeting) : University of Vienna (Austria) : 2008. 09. 11
  12. 川邊良平 他: Star Formation with AzTEC on ASTE (invited talk) : Star Formation from Spitzer (Lyman) to Spitzer (Space Telescope) and Beyond (Joint European and National Astronomy Meeting) : University of Vienna (Austria) : 2008. 9. 11
  13. 島尻芳人 他: Observational Evidence for Outflow-Triggered Star Formation in the OMC-2 FIR3/4 region : ALMA 星形成サブワーキンググループ: 名古屋大学 : 2008. 08. 29
  14. 島尻芳人 他: AzTEC on ASTE: Wide Field Imaging of Nearby Star Forming Regions : ALMA 星形成サブワーキンググループ: 名古屋大学: 2008. 08. 29
  15. 川邊良平 他: AzTEC on ASTE : 1.1mm Survey of disk sources in Lupus and Cha regions and CO(3-2) search : Interstellar matter and star formation in the Southern sky Helsinki : Helsinki (フィンランド): 2008. 08. 06
  16. 島尻芳人 他: On the triggered star formation in Orion Molecular Cloud : Interstellar matter and star formation in the Southern sky Helsinki : Helsinki (フィンランド): 2008. 08. 06

17. 島尻芳人 他 : AzTEC on ASTE : 1.1mm Survey toward Lup- I, II, and III : Interstellar matter and star formation in the Southern sky Helsinki : Helsinki (フィンランド) : 2008.08.07
18. M. Hiramatsu 他 : AzTEC on ASTE:1.1mm Survey toward Cha- I and Cha- II and spectral line follow up : Interstellar matter and star formation In the Southern sky Helsinki : Helsinki (フィンランド) : 2008.08.05
19. Norio Ikeda 他 : AzTEC on ASTE : 1.1mm Survey toward Cha-III Talk presented by Masaaki Hiramatsu : Interstellar matter and star formation in the Southern sky Helsinki : Helsinki (フィンランド) : 2008.08.05
20. M. Hiramatsu 他 : AzTEC/ASTE Wide-Field Imaging of Southern Star Forming Regions at Lambda = 1.1 mm : The Early Phase of Star Formation 2008 : Castle Ringber (Germany) : 2008.07.26-2008.08.01
21. 島尻芳人 他 : Intermediate Mass Star Formation : ALMA Science WG ISM Subgroup Meeting:東京大学:2008.06.26
22. 島尻芳人 他 : Observational Evidence for Outflow-Triggered Star Formation in the OMC-2 FIR3/4 region : 第4回星形成ワークショップ : 国立天文台三鷹 : 2008.06.23-2008.06.24
23. 島尻芳人 他 : Observational Evidence for Outflow-Triggered Star Formation in the OMC-2 FIR3/4 region : The 4th Japan-Taiwan ALMA Science Meeting : 茨城大学 : 2008.04.05-2008.04.06
24. M. Hiramatsu 他 : AzTEC/ASTE Wide-Field Imaging of Southern Star Forming Regions at Lambda = 1.1 mm : The 4th Japan-Taiwan ALMA Science Meeting: 茨城大学 : 2008.04.05-2008.04.06
25. 池田紀夫 他 : AzTEC on ASTE: Wide Field Imaging on Nearby Star Forming Regions at lambda = 1.1 mm. III. - Dust Core Mass Function in Chamaeleon III : 日本天文学会春季年会 : 国立オリンピック記念青少年総合センター:2008.03.24-03.27
26. 平松正顕 他 : AzTEC on ASTE: Wide Field Imaging of Nearby Star Forming Regions at lambda = 1.1 mm. II. Chamaeleon I and II molecular cloud : 日本天文学会春季年会 : 国立オリンピック記念青少年総合センター:2008.03.24-03.27
27. 島尻芳人 他 : AzTEC on ASTE: Wide Field Imaging of Nearby Star Forming Regions at  $\lambda=1.1$  mm IV- Lupus I, II, II: 日本天文学会春季年会 : 国立オリンピック記念青少年総合センター:2008.03.24-03.27
28. 島尻芳人 他 : NMA によるオリオン分子雲 2 領域/FIR6 領域の観測 : 日本天文学会春季年会 : 国立オリンピック記念青少年総合センター:2008.03.24-03.27
29. 木村 渉 他 : ASTE サイトにおける赤外線雲モニタの開発 : 日本天文学会春季年会 : 国立オリンピック記念青少年総合センター:2008.03.24-03.27
30. 島尻芳人 他 : Observational Evidence for Outflow-Triggered Star Formation in the OMC-2 FIR3/4 region : Accretion and Outflow in Astrophysics 2008 : ホテル本能寺会館 (京都):2008.01.08-01.11
31. 樋口あや 他 : L1551MC の C180(J=1-0), H13CO+ (J=1-0) 輝線観測 : 日本天文学会秋季年会 : 岐阜大学 : 2007.09.26-09.28
32. 吉田淳志 他 : L1551 領域における SO (JK=10-01) マッピング観測 : 日本天文学会秋季年会 : 岐阜大学:2007.09.26-09.28
33. 池田紀夫 他 : Orion B 分子雲における H13CO+コアサーベイ I-H13CO+コアとダストコアの関係 : 日本天文学会秋季年会:岐阜大学:2007.09.26-09.28
34. A. Higuchi 他 : A study of the physical relation between embedded clusters and their natal clumps by using the Nobeyama 45m telescope with the 25Beam Array Receiver System ( BEARS ) : Massive Star Formation : Observations confront Theory : Heidelberg( Germany ) : 2007.09.10-09.14
35. 田村陽一 他 : ミリ波サブミリ波絶対強度校正実験専用望遠鏡 Scanning Radiometer (II) : 第25回NROユーザーミーティング : 野辺山宇宙電波観測所 (長野県) : 2007.08.02-08.03
36. 島尻芳人 他 : クラスター形成領域の ASTE による観測 : 第3回星形成ワークショップ : 国立天文台三鷹 : 2007.07.18-07.19
37. 島尻芳人 他 : Outflow triggered star formation : The 3rd Japan-Taiwan ALMA Science Meeting:中央大学(台湾) : 2007.04.13-04.14
38. 島尻芳人 他 : An Observational Study of the cluster forming region OMC-2/FIR4 with NMA and ASTE:ALMA

- Science WG ISM Subgroup Meeting:中央  
大学(台湾)、2007.04.12
39. 林 洋行 他:ASTE10m/NR045m 鏡による  
HerbigAe 型星 HD163296 の星周円盤 CO  
(J=3-2/1-0) 観測:日本天文学会春季  
年会:東海大学(神奈川県):2007.03.28-03.30
40. 樋口あや 他:野辺山 45m 電波望遠鏡を  
用いたクラスター形成領域に付随する  
大質量高密度クラumpの観測 1:日本天  
文学会春季年会:東海大学(神奈川県):2007.03.28-03.30
41. 島尻芳人 他:ASTEによる中質量クラス  
ター形成領域 OMC-2/FIR4 領域のサブミ  
リ波 CH3OH 輝線観測:日本天文学会春季  
年会:東海大学(神奈川県):  
2007.03.28-03.30
42. 塚越 崇 他:おおかみ座分子雲におけ  
る古典的TタウI型星のサブミリ波輝線  
観測 2 - 星周ガスの進化と散逸 -:日本  
天文学会秋季年会:九州国際大学(福岡  
県):2006.09.19-09.21
43. 田村陽一 他:全天スキャン型高精度小  
口径電波望遠鏡によるサブミリ波 絶  
対強度較正法の基礎開発(II):専用望  
遠鏡の設計・製作、日本天文学会秋季年  
会:九州国際大学(福岡県):  
2006.09.19-09.21
44. 島尻芳人 他:クラスター形成領域の高  
密度ガス・分子流のNMA 観測 2:日本天  
文学会秋季年会:九州国際大学(福岡  
県):2006.09.19-09.21
45. 田村陽一 他:ミリ波サブミリ波絶対強  
度較正実験専用望遠鏡:第24回NROユ  
ーザーズミーティング:野辺山宇宙電波  
観測所(長野県):2006.09.11-09.13、
46. 島尻芳人 他:Interaction between  
molecular outflows and dense gas in  
the cluster forming region  
OMC-2/FIR4 : International  
Astronomical Union(IAU) XX VI th  
General Assembly:プラハ(チェコ) :  
2006.08.14-08.18

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

川邊 良平 (KAWABE RYOHEI)  
国立天文台・電波研究部・教授  
研究者番号:10195141

### (2) 研究分担者

百瀬 宗武 (MOMOSE MUNETAKA)  
茨城大学・理学部・准教授  
研究者番号:10323205

(平成18年度~平成19年度)

北村 良美 (KITAMURA YOSHIMI)  
独立行政法人宇宙航空研究開発機構・  
宇宙科学研究本部・准教授  
研究者番号:30183792  
ビラ・ビラーロ バルタサル  
(BALTASAR VILA VILARO)  
国立天文台・電波研究部・専門研究職員  
研究者番号:20413966  
江澤 元 (EZAWA HAJIME)  
国立天文台・電波研究部・助教  
研究者番号:60321585  
井口 聖 (IGUCHI SATORU)  
国立天文台・電波研究部・助教  
研究者番号:10342627  
齋藤 正雄 (SAITO MASAO)  
国立天文台・電波研究部・助教  
研究者番号:90353424  
中西 康一郎 (NAKANISHI KOUICHIRO)  
国立天文台・電波研究部・助教  
研究者番号:60399277  
阪本 成一 (SAKAMOTO SEIICHI)  
独立行政法人宇宙航空研究開発機構・  
宇宙科学研究本部・教授  
研究者番号:60300711

### (3) 連携研究者

(平成20年度)

北村 良美 (KITAMURA YOSHIMI)  
独立行政法人宇宙航空研究開発機構・  
宇宙科学研究本部・准教授  
研究者番号:30183792  
ビラ・ビラーロ バルタサル  
(BALTASAR VILA VILARO)  
国立天文台・電波研究部・専門研究職員  
研究者番号:20413966  
江澤 元 (EZAWA HAJIME)  
国立天文台・電波研究部・助教  
研究者番号:60321585  
井口 聖 (IGUCHI SATORU)  
国立天文台・電波研究部・助教  
研究者番号:10342627  
齋藤 正雄 (SAITO MASAO)  
国立天文台・電波研究部・助教  
研究者番号:90353424  
中西 康一郎 (NAKANISHI KOUICHIRO)  
国立天文台・電波研究部・助教  
研究者番号:60399277  
阪本 成一 (SAKAMOTO SEIICHI)  
独立行政法人宇宙航空研究開発機構・  
宇宙科学研究本部・教授  
研究者番号:60300711