

令和 5 年 6 月 23 日現在

機関番号：23604

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K14718

研究課題名（和文）宇宙論的加速器物理学に基づくインフレーション宇宙を構成する素粒子の探索

研究課題名（英文）Determining the inflationary particle content through the cosmological collider physics

研究代表者

白石 希典（Shiraishi, Maresuke）

国立諏訪東京理科大学・共通・マネジメント教育センター・講師

研究者番号：00803446

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）：宇宙開闢直後のインフレーション期における粒子描像を、理論観測双方向からのアプローチによって探求した。前者では、アクシオン、ベクトル場、高スピン場が宇宙マイクロ波背景放射(CMB)、銀河、宇宙背景重力波に与える影響を精密に理論予測した。後者では、最新のCMB観測データ(WMAP、Planck、BICEP/Keck)を用いてさまざまな理論予測の検証を行い、アクシオンとベクトル場の結合定数やベクトル場のエネルギー密度に対して新たな観測的制約を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で得たアクシオンとベクトル場の結合定数やベクトル場のエネルギー密度の制限値は、世界最高精度のものであり、インフレーション期の粒子描像を解明する上で貴重な情報となっている。また、本研究で得た理論予測結果や開発した解析手法は、将来観測で得られる高精度データを用いた追検証の際に必要とされるものである。本研究は、宇宙開闢に関する最新の理解を提供するとともに、将来研究の成功への道筋を築く役割を担っている。

研究成果の概要（英文）：We have probed the particle content of the primordial inflationary universe using both theoretical and observational approaches. We have accurately predicted the effects of axions, vector fields and higher spin particles on the cosmic microwave background (CMB), galaxies and the gravitational wave background. We have also tested some of our predictions with the latest CMB datasets (WMAP, Planck and BICEP/Keck) and obtained new constraints on the axion-vector field couplings and the vector field energy density.

研究分野：宇宙論

キーワード：インフレーション アクシオン ベクトル場 高スピン場 宇宙マイクロ波背景放射(CMB) 銀河 重力波 パリティの破れ

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

我々の宇宙がどのようにして始まったかという謎は、人間の根源にも関わる大問題であり、専門家、非専門家問わず誰もが1度は抱く疑問である。ここで提案する研究計画は、その答えに迫ろうとするものである。

我々の宇宙は極初期においてインフレーションと呼ばれる加速膨張を体験し、その後緩やかに大きくなっているということが広く認められている。そのようなシナリオは、地平線問題や平坦性問題、モノポール問題などの自然な解を与え、また、様々な宇宙観測事実を見事に再現するものである。このインフレーションシナリオは、宇宙は誕生して間もない頃はマイクロな世界であったということを示唆する。従って、星、銀河、銀河団といった宇宙の豊かな構造は全て、初期宇宙の量子揺らぎの中に起源を持ち、それが重力進化してできたというのが自然な解釈となっている。

以上がインフレーションに関する大まかな描像であるが、その詳細はインフレーション研究が始まって40年近くたった現在でも不透明なままである。そのオリジナルモデルは、単一のスカラー場(スピン0の粒子)の真空エネルギーによって加速膨張が起きたという単純なものである。一方で、研究の進展とともに、現在では複数の粒子が存在した可能性が指摘されている。その背景としては、観測技術の進展によって宇宙のより細かい構造が見え、1つのスカラー場だけでは説明のつかない事象が浮かび上がって来たからである。例えば、銀河間やボイドなど物質のない大スケール領域にも磁場が存在するというものがある。それは、磁場の種であるベクトル場(スピン1の粒子)がスカラー場とともにインフレーション中に存在し、空間の加速膨張によって大きく引き伸ばされ現在の磁場になったというシナリオを示唆する。また、理論研究からの示唆もある。重力と他の3つの力を統一的に記述できる究極理論として注目を集めるひも理論では、擬スカラー場(アクシオン)との結合を持つベクトル場の存在を预言する。これらとは対称的に、粒子が全く存在しない可能性も古くから議論されて来た。そのようなシナリオは、アインシュタインの相対論を修正することにより重力に斥力的効果を付加し、加速膨張を引き起こそうとするものである。

このように、インフレーションとひとくくりに言えど、構成粒子の有無やその種類により詳細は全く違ったものとなる。それを一刻も早く特定し初期宇宙描像を確立することは、現代宇宙論における最重要課題の1つといえる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、素粒子固有の性質であるスピンを指標として、インフレーション中に存在可能な素粒子の仕分けを行う。そのために、様々なスピン粒子が宇宙論統計量へ及ぼす影響の理論予測、宇宙観測データを用いたその検証、という理論、観測双方向からのアプローチを行う。これらを成し遂げ、インフレーション宇宙の粒子描像に迫る。

3. 研究の方法

(1) 様々なスピン粒子が宇宙論統計量へ及ぼす影響の理論予測

スピン粒子(アクシオン、ベクトル場、高スピン場)の存在するインフレーションモデルの現象論解析を行い、宇宙論統計量、すなわち、宇宙マイクロ波背景放射(CMB)の温度・E/Bモード偏光場、銀河の数密度・速度・形状場、宇宙背景重力波(GWB)の強度場の相関関数への影響を正確に予測する。また、フィッシャー行列の計算を通して、現行、将来観測でのそれらの検証可能性を議論する。さらに、これらを行うために構築した解析法を一般化し、将来研究に有用なツールとする。

(2) 宇宙観測データを用いた理論予測の検証

(1)での理論予測の中でCMBに関するものを最新の観測データ(WMAP、Planck、BICEP/Keck)を用いて検証し、インフレーション中に存在可能なスピン粒子を炙り出す。また、日本の主導するCMB衛星観測実験LiteBIRDを成功させ、そこで得られる高精度偏光データを用いた追検証を実現するため、衛星観測機器の開発実験や新たなデータ解析法の構築に携わる。

4 . 研究成果

(1)理論的研究の主な成果

CMB 相関関数の解析

インフレーション中にアクシオンとベクトル場が存在していれば、後に生成される CMB 場の 2,3 点相関関数の形状はアクシオンポテンシャルやアクシオンとベクトル場の結合に強く依存することを明らかにした。また、4 点相関関数の見積もりにも成功し、既存の観測データ(Planck など)で既に検証可能な理論パラメータ領域が存在することを発見した。

銀河相関関数の解析

インフレーション中にベクトル場が存在していれば、そのスピン依存性のため、後に生成される銀河の分布に特異な方向依存性が現れることを明らかにした。

このような兆候は、銀河の数密度・速度・形状場の 2 点相関関数の大スケール領域に顕著に現れるが、正確に計算する手法が確立されていなかったため、まずその構築を行った。これまでに、数密度・速度場相関関数の等方かつ非等方成分と形状場相関関数の等方成分に適用できる計算法(spin-weighted TripoSH decomposition technique)を開発している。かつての手法では、大スケール相関関数の計算に 10%以上の誤差が生じていたが、この手法はそれを完全に解消しうる画期的なものである。今後の研究で、形状場相関関数の非等方成分にも適用できるよう拡張していく。

この手法は汎用性の高いものであり、銀河の 3 次元位置情報の観測的不確定性に起因する歪み効果(Alcock-Paczynski effect)を正確に推定する手法として使えることも明らかにした。

GWB 相関関数の解析

GWB の強度場と CMB の温度場との相互相関関数が、インフレーション宇宙に存在するスピン粒子の探索ツールになることを提唱した。これは、GWB 衛星観測実験の将来計画(LISA など)を推進する上での科学的動機を与えるものとなっている。

(2)観測的研究の主な成果

CMB2 点相関関数の測定

インフラトンと共に U(1)ベクトル場と結合したアクシオンが存在するインフレーションモデルを、温度・E/B モード偏光場の最新観測データ(Planck、BICEP/Keck)を用いて検証した。特異な信号が検出されなかったことから、モデルパラメータであるアクシオンとベクトル場の結合定数やアクシオンの速度などに対する新たな上限値が得られた。これは、先行研究における温度・E モード偏光場の観測データ(WMAP)を用いた検証結果と無矛盾であり、より不定性の少ないものである。

CMB3 点相関関数の測定

WMAP データを用いて温度場の 3 点相関関数を測定し、高スピン場の存在可能性に対する観測的制約を得た。

また、Planck データを用いて温度・E モード偏光場の 3 点相関関数を測定し、アクシオンとベクトル場の結合定数やベクトル場のエネルギー密度に対する厳しい上限を得た。これは ESA Planck Collaboration の宇宙論解析チームの中で私が主導して解析を行い得た結果であり、成果をまとめた論文は既に数多くの文献で引用されている。

その他

CMB 温度・E/B モード偏光場の 3 点相関関数の一般的なデータ解析手法を開発した。また、LiteBIRD 衛星の電磁界解析を行い、観測機器の電磁両立性を調べた。

上記の成果は複数の論文にまとめ、世界に公表している。また、スピン粒子などから生成される原始重力波の非ガウス性の探査に関する総説論文も出版しており、多くの反響を得ている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計28件（うち査読付論文 28件 / うち国際共著 24件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 LiteBIRD Collaboration: Vielva P., Martinez-Gonzalez E., Casas F. J., ..., Shiraishi M. et al.	4. 巻 4
2. 論文標題 Polarization angle requirements for CMB B-mode experiments. Application to the LiteBIRD satellite	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 029 ~ 029
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2022/04/029	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 Campeti Paolo, Ozsoy Ogan, Obata Ippei, Shiraishi Maresuke	4. 巻 7
2. 論文標題 New constraints on axion-gauge field dynamics during inflation from Planck and BICEP/Keck data sets	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 039 ~ 039
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2022/07/039	査読の有無 有
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 LiteBIRD Collaboration: Hubmayr J., Ade P. A. R., Adler A., ..., Shiraishi M. et al.	4. 巻 209
2. 論文標題 Optical Characterization of OMT-Coupled TES Bolometers for LiteBIRD	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Low Temperature Physics	6. 最初と最後の頁 396 ~ 408
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10909-022-02808-7	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 Tsuji M., Tsujimoto M., Sekimoto Y., Dotani T., Shiraishi M.	4. 巻 209
2. 論文標題 Assessment of the RFI by the X-Band Antenna in LiteBIRD Using a 3D Electromagnetic Field Simulator	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Low Temperature Physics	6. 最初と最後の頁 1097 ~ 1103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10909-022-02889-4	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 Fujita Tomohiro, Minami Yuto, Shiraishi Maresuke, Yokoyama Shuichiro	4. 巻 106
2. 論文標題 Can primordial parity violation explain the observed cosmic birefringence?	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 103529
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.106.103529	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 LiteBIRD Collaboration: Hasebe T., Ade P. A. R., Adler A., ..., Shiraishi M. et al.	4. 巻 -
2. 論文標題 Sensitivity Modeling for LiteBIRD	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Low Temperature Physics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10909-022-02921-7	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 Shiraishi Maresuke, Taruya Atsushi, Okumura Teppei, Akitsu Kazuyuki	4. 巻 503
2. 論文標題 Wide-angle effects on galaxy ellipticity correlations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters	6. 最初と最後の頁 L6 ~ L10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnrasl/slab009	査読の有無 有
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 Shiraishi Maresuke, Akitsu Kazuyuki, Okumura Teppei	4. 巻 103
2. 論文標題 Alcock-Paczynski effects on wide-angle galaxy statistics	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 1 ~ 7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.103.123534	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 Fujita Tomohiro, Murai Kai, Obata Ippei, Shiraishi Maresuke	4. 巻 1
2. 論文標題 Gravitational wave trispectrum in the axion-SU(2) model	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 007 ~ 007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2022/01/007	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 LiteBIRD Collaboration: Krachmalnicoff N., Matsumura T., de la Hoz E., ..., Shiraishi M. et al.	4. 巻 1
2. 論文標題 In-flight polarization angle calibration for LiteBIRD: blind challenge and cosmological implications	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 039 ~ 039
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2022/01/039	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 Planck Collaboration: Akrami Y, Arroja F, Ashdown M, ..., Shiraishi M et al.	4. 巻 641
2. 論文標題 Planck 2018 results. I. Overview and the cosmological legacy of Planck	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Astronomy & Astrophysics	6. 最初と最後の頁 A1 ~ A1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/0004-6361/201833880	査読の有無 有
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 Planck Collaboration: Akrami Y, Arroja F, Ashdown M, ..., Shiraishi M et al.	4. 巻 641
2. 論文標題 Planck 2018 results. X. Constraints on inflation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Astronomy & Astrophysics	6. 最初と最後の頁 A10 ~ A10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/0004-6361/201833887	査読の有無 有
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 Planck Collaboration: Akrami Y, Arroja F, Ashdown M, ..., Shiraishi M et al.	4. 巻 641
2. 論文標題 Planck 2018 results. IX. Constraints on primordial non-Gaussianity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Astronomy & Astrophysics	6. 最初と最後の頁 A9 ~ A9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/0004-6361/201935891	査読の有無 有
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 Shiraishi Maresuke, Okumura Teppei, Sugiyama Naonori S, Akitsu Kazuyuki	4. 巻 498
2. 論文標題 Minimum variance estimation of galaxy power spectrum in redshift space	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters	6. 最初と最後の頁 L77 ~ L81
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnrasl/slaa132	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 Shiraishi Maresuke, Okumura Teppei, Akitsu Kazuyuki	4. 巻 3
2. 論文標題 Minimum variance estimation of statistical anisotropy via galaxy survey	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 039 ~ 039
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2021/03/039	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 Malhotra Ameet, Dimastrogiovanni Ema, Fasiello Matteo, Shiraishi Maresuke	4. 巻 3
2. 論文標題 Cross-correlations as a diagnostic tool for primordial gravitational waves	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 088 ~ 088
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2021/03/088	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 Hazumi Masashi, Ade Peter A., Adler Alexandre, ..., Shiraishi Maresuke et al.	4. 巻 11443
2. 論文標題 LiteBIRD satellite: JAXA's new strategic L-class mission for all-sky surveys of cosmic microwave background polarization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 114432
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2563050	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 Sekimoto Yutaro, Ade Peter, Adler Alexandre, ..., Shiraishi Maresuke et al.	4. 巻 11453
2. 論文標題 Concept design of low frequency telescope for CMB B-mode polarization satellite LiteBIRD	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 1145310
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2561841	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 Montier Ludovic, Mot Baptiste, de Bernardis Paolo, ..., Shiraishi Maresuke et al.	4. 巻 11443
2. 論文標題 Overview of the medium and high frequency telescopes of the LiteBIRD space mission	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 114432G
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2562243	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 Tsuji Masatoshi, Tsujimoto Masahiro, Sekimoto Yutaro, Dotani Tadayasu, Shiraishi Maresuke	4. 巻 11443
2. 論文標題 Simulating electromagnetic transfer function from the transmission antennae to the sensors vicinity in LiteBIRD	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 114436
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2560899	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 Fujita Tomohiro, Sfakianakis Evangelos I., Shiraishi Maresuke	4. 巻 5
2. 論文標題 Tensor spectra templates for axion-gauge fields dynamics during inflation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 057 ~ 057
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2019/05/057	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 該当する

1. 著者名 Sarah Shandera, Peter Adshead, Mustafa Amin, Emanuela Dimastrogiovanni, Cora Dvorkin, Richard Easther, Matteo Fasiello, Raphael Flauger, John T. Giblin, Jr, Shaul Hanany, Lloyd Knox, Eugene Lim, Liam McAllister, Joel Meyers, Marco Peloso, Graca Rocha, Maresuke Shiraishi, Lorenzo Sorbo, Scott Watson	4. 巻 51, 3
2. 論文標題 Probing the origin of our Universe through cosmic microwave background constraints on gravitational waves	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bulletin of the American Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 338
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 該当する

1. 著者名 Shiraishi Maresuke, Liguori Michele, Fergusson James R., Shellard E.P.S.	4. 巻 6
2. 論文標題 General modal estimation for cross-bispectra	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 046 ~ 046
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2019/06/046	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 LiteBIRD Collaboration: A. T. Lee, P. Ade, Y. Akiba, ..., M. Shiraishi et al.	4. 巻 51, 7
2. 論文標題 LiteBIRD: An All-Sky Cosmic Microwave Background Probe of Inflation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bulletin of the American Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 286
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 該当する

1. 著者名 De Luca Valerio, Franciolini Gabriele, Kehagias Alex, Riotto Antonio, Shiraishi Maresuke	4. 巻 100
2. 論文標題 Constraining graviton non-Gaussianity through the CMB bispectra	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 63535
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.100.063535	査読の有無 有
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 Akitsu Kazuyuki, Sugiyama Naonori S., Shiraishi Maresuke	4. 巻 100
2. 論文標題 Super-sample tidal modes on the celestial sphere	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 103515
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.100.103515	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 LiteBIRD Collaboration: H. Sugai, P. A. R. Ade, Y. Akiba, ..., M. Shiraishi et al.	4. 巻 199
2. 論文標題 Updated Design of the CMB Polarization Experiment Satellite LiteBIRD	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Low Temperature Physics	6. 最初と最後の頁 1107 ~ 1117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10909-019-02329-w	査読の有無 有
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 Shiraishi Maresuke	4. 巻 6
2. 論文標題 Tensor Non-Gaussianity Search: Current Status and Future Prospects	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Astronomy and Space Sciences	6. 最初と最後の頁 49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fspas.2019.00049	査読の有無 有
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 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Maresuke Shiraishi
2. 発表標題 Cosmological signatures and constraints on primordial parity violation
3. 学会等名 2022 Summer NRF-JSPSWorkshop in particle physics, cosmology, and gravitation (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Maresuke Shiraishi
2. 発表標題 Parity violation search using non-Gaussian observables
3. 学会等名 Domestic Molecule-type Workshop "Non-linear Nature of Cosmological Perturbations and Its Observational Consequences" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 白石希典
2. 発表標題 Finding higher spinning particles through cosmic symmetry breakings
3. 学会等名 第一回科学研究部シンポジウム銀河赤方偏移探査による宇宙論研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Maresuke Shiraishi
2. 発表標題 Graviton non-Gaussianity search
3. 学会等名 CosKASI-ICG-NAOC-YITP Workshop 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019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
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計1件

国際研究集会	開催年
Workshop on Very Light Dark Matter 2023	2023年～2023年

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
イタリア	University of Padova	University of Bologna	INFN	他18機関
ドイツ	MPA	MPE	University of Erlangen-Nurnberg	
フランス	University of Paris	CNES	CEA	他7機関
米国	NASA	LBNL	Princeton University	他5機関
台湾	ASIAA			
ノルウェー	University of Oslo			
オーストラリア	The University of New South Wales			
英国	University of Portsmouth	University of Cambridge	University College London	他5機関
スペイン	Instituto de Fisica Teorica UAM/CSIC	Universidad de La Laguna	Universidad de Oviedo	他2機関
オランダ	Radboud University	European Space Agency	Leiden University	他3機関
スイス	University of Geneva	CERN		
ギリシャ	National Technical University of Athens			