

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：11301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2021～2023

課題番号：21K20364

研究課題名（和文）アクシオン非線形的進化の宇宙論

研究課題名（英文）Cosmology of non-linear axion evolution

研究代表者

殷文（Yin, Wen）

東北大学・理学研究科・助教

研究者番号：20908719

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,400,000円

研究成果の概要（和文）：プロジェクトは非常に成功を収めたと考える。三年間で世界的に有名なもの複数を含む約40本の関連研究論文を発表し、直近を除く全ては国際的雑誌に査読を経て掲載されている。30近くの（ほとんどオンライン）の招待公演を行った。これらにより、アクシオン非線形の宇宙論についての理解が深まった。最終年度では、ナノヘルツ程度の重力波データが発表され、研究が著しく進展した。そのデータを説明する初期宇宙でQCDと結合するアクシオンによる巨視的物体であるアクシオンドメインウォールのシナリオを提案した。ドメインウォール生成から消滅までの宇宙論的非線形進化とその重力波を第一原理計算により世界で初めて明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

この研究は、計画された国内外の多くの連携により推進する予定であった。しかし、新型コロナウイルス感染症の影響で国際的な交流や出張が制限されたため、一年の延長を行い、合計三年間に渡り研究を行った。一方、インターネットを駆使し、国際会議の参加や、共同研究者との議論を行なった。これらは、新たな研究の形の可能性を創出しており、国外研究機構との共同研究が促進された部分もある。また、研究自体世界的に着目され、多くのフィードバックを得た。格子計算に基づき、初期宇宙やアクシオンの非線形進化の研究の重要性を指摘することができた。

研究成果の概要（英文）：The project has been highly successful. Over the three years, I published approximately 40 related research papers, including several that are world-renowned, with all but the most recent ones being peer-reviewed and published in international journals. I conducted nearly 30 invited presentations (mostly online). These efforts have deepened the understanding of the nonlinear cosmology of axions. In the final year, the release of nanohertz-level gravitational wave data significantly advanced the research. I proposed a scenario involving axion domain walls, which are macroscopic objects coupled with QCD in the early universe, to explain this data. For the first time in the world, I elucidated the cosmological nonlinear evolution of these domain walls and their associated gravitational waves from generation to annihilation through first-principle lattice calculations.

研究分野：素粒子宇宙理論

キーワード：アクシオン ダークマター 非線形進化 格子計算 重力波 ナノヘルツ 相転移

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。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

素粒子標準理論は加速器実験などで非常に精度良く検証されている。一方、宇宙論では、標準理論と一般相対性理論では説明できない現象にインフレーション、粒子反粒子非対称、暗黒物質がある。これらは標準理論を超える物理法則の証拠である。この物理の正体は何かというのは素粒子論、宇宙論、天文学での未解決問題である。

どの現象の説明の場合にも、アクシオンと呼ばれる仮説的な粒子が背後にある可能性が議論されている。アクシオンの起源はさまざまであり、例えば、究極理論候補である超弦理論から導かれる4次元有効理論に含まれる場合や、標準模型の強いCP問題の有力解である、Peccei-Quinn機構からも擬南部ゴールドストーンボソンとしてアクシオンが予言される。アクシオンの寿命は宇宙年齢より容易に長くなるため、暗黒物質の有力候補であり、その初期宇宙での生成機構や探索手法において、熾烈な研究競争が、世界中で理論・実験の双方から行われている。アクシオンは、新しい物理法則の手がかりであり、その検証方法も日に日に充実しているため、理論的研究はますます重要となっている。

2. 研究の目的

アクシオンの宇宙論的非線形進化を包括的に理論的に調べることにより、多彩な観測データからアクシオン発見へのブレークスルーを見つけ、その背後の新たな物理法則を究明することが目的である。

3. 研究の方法

- 格子計算を行い、このプレヒーティング過程での場の進化を定量的に評価する。
- ストリングの伴わないウォールの生成についての格子計算に基づく研究を行う。
- CMB 将来計画に備え格子計算を駆使しウォール進化を調べ分布の精密計算を行う。
- 「波」の性質を持つ暗黒物質による構造形成の研究を格子計算に基づき行う。
- 非線形進化でのアクシオンの状態のもとで、素粒子論、宇宙論、天文学の融合的研究を行う。

4. 研究成果

上記、申請時に提案した内容に関しては、対応する論文を発表している。

- Q.Li, T.Moroi, K.Nakayama and W.Yin, ``Instability of the electroweak vacuum in Starobinsky inflation,`` JHEP 09 (2022), 102
- N.Kitajima, F.Kozai, F.Takahashi and W.Yin, ``Power spectrum of domain-wall network, and its implications for isotropic and anisotropic cosmic birefringence,`` JCAP 10 (2022), 043 [arXiv:2205.05083 [astro-ph.CO]]. など
- D.Gonzalez, N.Kitajima, F.Takahashi and W.Yin, ``Stability of domain wall network with initial inflationary fluctuations and its implications for cosmic birefringence,`` Phys. Lett. B $\text{\textbf{843}}$ (2023), 137990 [arXiv:2211.06849 [hep-ph]].
- R.Kitano, M.Suzuki and W.Yin, ``Role of QCD in moduli stabilization during inflation and axion dark matter,`` JHEP 11 (2023), 103 [arXiv:2307.15059 [hep-ph]]. (ただし、アクシオンによる構造形成において、当初予定していた格子計算は扱わなかった。)
- W.Yin, ``Thermal production of cold “hot dark matter” around eV,`` JHEP 05 (2023), 180, [arXiv:2301.08735 [hep-ph]]と T.Bessho, Y.Ikeda and W.Yin, “Indirect detection of eV dark matter via infrared spectroscopy,`` Phys. Rev. D 106 (2022) no.9, 095025 [arXiv:2208.05975 [hep-ph]].

このように当時に提案した研究は全て行うことができた。

この研究課題は、計画された国内外の多くの連携により推進する予定であった。しかし、新型コロナウイルス感染症の影響で国際的な交流や出張が制限されたため、当初の予定に少しでも近づけるように一年の延長を行い、合計三年間に渡り研究を行った。当初想定していた密度の直接的国際的協力による関連する成果は得られておらず、この点に関しては、遺憾であったが、**客観的には、プロジェクト自体は非常に成功を収めたと考える**。三年間で世界的に有名なもの複数を含

む約 40 本の関連研究論文を発表し、直近を除く全ては国際的雑誌に査読を経て掲載されている。30 近くの(ほとんどオンライン)の招待公演を行った。上記記載 a-e のように、当時予定した研究は全て完遂しており、それ以上の成果を残した。これらにより、アクシオンに関連する宇宙の進化とその非線形的な挙動についての理解が深まったと考える。

特に最終年度において、NANOGrav によるナノヘルツ程度の重力波のデータの発表がなされたのは想定外の出来事であり、研究が著しく進んだ。そのデータを説明する可能性として、初期宇宙で QCD と結合するようなアクシオンによる巨視的物体であるアクシオンドメインウォールを提案した。このようなドメインウォールが潰れる衝撃から重力波が発生されるが、その振動数はちょうどナノヘルツ程度であることが予言される。このドメインウォールの生成から消滅までの宇宙論的非線形進化をスーパーコンピュータによる格子計算に基づく第一原理計算により明らかにした。ドメインウォール進化および消滅による重力波の見積もりにおいて、このような宇宙論進化を完全にカバーした研究は世界で初めてであり、非常に注目されている。本研究により、従来考えられていた、ドメインウォール「進化」においての重力波より、「消滅」の場合の重力波の方が圧倒的に強いことを明らかにした本研究は非常に多くの注目を浴びた。

しかし、アクシオン非線形進化の宇宙論は非常に深く、研究分野の全てを明らかにしたわけではない。今後も、アクシオン構造形成、相互作用、太陽系にある特殊点など含むアクシオン非線形進化の宇宙論における全貌解明に向け格子計算を駆使し明らかにしていきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計45件（うち査読付論文 43件 / うち国際共著 11件 / うちオープンアクセス 42件）

1. 著者名 Yin Wen	4. 巻 2024
2. 論文標題 Weak-scale Higgs inflation	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 060 ~ 060
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2024/05/060	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 Fujita Tomohiro, Murai Kai, Nakayama Kazunori, Yin Wen	4. 巻 2024
2. 論文標題 Misalignment production of vector boson dark matter from axion-SU(2) inflation	5. 発行年 2024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) 10.1088/1475-7516/2024/04/007	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 -

1. 著者名 Narita Yuma, Takahashi Fuminobu, Yin Wen	4. 巻 2023
2. 論文標題 QCD axion hybrid inflation	5. 発行年 2023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) 10.1088/1475-7516/2024/04/007	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 -

1. 著者名 Narita Yuma, Takahashi Fuminobu, Yin Wen	4. 巻 2023
2. 論文標題 QCD axion hybrid inflation	5. 発行年 2023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) 10.1088/1475-7516/2023/12/039	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 -

1. 著者名 Kitano Ryuichiro, Suzuki Motoo, Yin Wen	4. 巻 2023
2. 論文標題 Role of QCD in moduli stabilization during inflation and axion dark matter	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of High Energy 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/JHEP11(2023)103	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 -

1. 著者名 Murai Kai, Yin Wen	4. 巻 2023
2. 論文標題 A novel probe of supersymmetry in light of nanohertz gravitational waves	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of High Energy 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) 10.1103/PhysRevD.108.083518	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 -

1. 著者名 Murai Kai, Yin Wen	4. 巻 2023
2. 論文標題 A novel probe of supersymmetry in light of nanohertz gravitational waves	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of High Energy 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/JHEP10(2023)062	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 -

1. 著者名 Kitajima Naoya, Lee Junseok, Murai Kai, Takahashi Fuminobu, Yin Wen	4. 巻 851
2. 論文標題 Gravitational waves from domain wall collapse, and application to nanohertz signals with QCD-coupled axions	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 138586 ~ 138586
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2024.138586	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 -

1. 著者名 Murai Kai、Takahashi Fuminobu、Yin Wen	4. 巻 108
2. 論文標題 QCD axion: A unique player in the axiverse with mixings	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1103/PhysRevD.108.036020	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 -

1. 著者名 Yin Wen、Hayashi Kohei	4. 巻 960
2. 論文標題 Indirect Detection of Decaying Dark Matter with High Angular Resolution: The Case for Axion Search by IRCS on the Subaru Telescope	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 98 ~ 98
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/acfa01	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 -

1. 著者名 Takahashi Fuminobu、Yin Wen	4. 巻 109
2. 論文標題 Hadrophobic axion from a GUT	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1103/PhysRevD.109.035024	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 -

1. 著者名 Gonzalez Diego、Kitajima Naoya、Takahashi Fuminobu、Yin Wen	4. 巻 843
2. 論文標題 Stability of domain wall network with initial inflationary fluctuations and its implications for cosmic birefringence	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 137990 ~ 137990
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP05(2023)180	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 Nakagawa Shota, Takahashi Fuminobu, Yamada Masaki, Yin Wen	4. 巻 839
2. 論文標題 Axion dark matter from first-order phase transition, and very high energy photons from GRB 221009A	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 137824 ~ 137824
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2023.137990	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 -

1. 著者名 Haghighat Gholamhossein, Mohammadi Najafabadi Mojtaba, Sakurai Kodai, Yin Wen	4. 巻 107
2. 論文標題 Probing a light dark sector at future lepton colliders via invisible decays of the SM-like and dark Higgs bosons	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1016/j.physletb.2023.137824	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 Nakagawa Shota, Takahashi Fuminobu, Yin Wen	4. 巻 107
2. 論文標題 Early dark energy by a dark Higgs field and axion-induced nonthermal trapping	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1103/PhysRevD.107.035033	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 -

1. 著者名 Nakagawa Shota, Takahashi Fuminobu, Yin Wen	4. 巻 107
2. 論文標題 Early dark energy by a dark Higgs field and axion-induced nonthermal trapping	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1103/PhysRevD.107.063016	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 -

1. 著者名 Bessho Taiki, Ikeda Yuji, Yin Wen	4. 巻 106
2. 論文標題 Indirect detection of eV dark matter via infrared spectroscopy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1103/PhysRevD.106.095025	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 Azatov Aleksandr, Barni Giulio, Chakraborty Sabyasachi, Vanvlasselaer Miguel, Yin Wen	4. 巻 2022
2. 論文標題 Ultra-relativistic bubbles from the simplest Higgs portal and their cosmological consequences	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of High Energy 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/JHEP10(2022)017	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 -

1. 著者名 Jaeckel Joerg, Yin Wen	4. 巻 107
2. 論文標題 High energy sphalerons for baryogenesis at low temperatures	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	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/JHEP09(2022)102	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 Kitajima Naoya, Kozai Fumiaki, Takahashi Fuminobu, Yin Wen	4. 巻 2022
2. 論文標題 Power spectrum of domain-wall network, and its implications for isotropic and anisotropic cosmic birefringence	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 043 ~ 043
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2022/10/043	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 -

1. 著者名 Nakayama Kazunori、Yin Wen	4. 巻 106
2. 論文標題 Anisotropic cosmic optical background bound for decaying dark matter in light of the LORRI anomaly	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1088/1475-7516/2022/10/043	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 -

1. 著者名 Nakayama Kazunori、Yin Wen	4. 巻 106
2. 論文標題 Anisotropic cosmic optical background bound for decaying dark matter in light of the LORRI anomaly	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1103/PhysRevD.106.103505	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 -

1. 著者名 Sakurai Kodai、Takahashi Fuminobu、Yin Wen	4. 巻 833
2. 論文標題 Singlet extensions and W boson mass in light of the CDF II result	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 137324 ~ 137324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2022.137324	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 -

1. 著者名 Sakurai Kodai、Yin Wen	4. 巻 83
2. 論文標題 Suppression of Higgs mixing by "quantum Zeno effect"	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	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) 10.1140/epjc/s10052-023-11664-y	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 -

1. 著者名 Takahashi Fuminobu, Yin Wen	4. 巻 830
2. 論文標題 Cosmological implications of $n=1$ in light of the Hubble tension	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 137143 ~ 137143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2022.137143	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 -

1. 著者名 Sakurai Kodai, Yin Wen	4. 巻 2022
2. 論文標題 Phenomenology of CP-even ALP	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of High Energy 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/JHEP04(2022)113	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 Azatov Aleksandr, Vanvlasselaer Miguel, Yin Wen	4. 巻 2021
2. 論文標題 Baryogenesis via relativistic bubble walls	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of High Energy 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/JHEP10(2021)043	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 -

1. 著者名 Nakayama Kazunori, Yin Wen	4. 巻 2021
2. 論文標題 Hidden photon and axion dark matter from symmetry breaking	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of High Energy 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/JHEP10(2021)026	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 Li Qiang, Moroi Takeo, Nakayama Kazunori, Yin Wen	4. 巻 2021
2. 論文標題 Hidden dark matter from Starobinsky inflation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of High Energy 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/JHEP09(2021)179	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 -

1. 著者名 Takahashi Fuminobu, Yin Wen	4. 巻 2021
2. 論文標題 Challenges for heavy QCD axion inflation	5. 発行年 2021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) 10.1088/1475-7516/2021/10/057	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 Kim Dongok, Kim Younggeun, Semertzidis Yannis K., Shin Yun Chang, Yin Wen	4. 巻 104
2. 論文標題 Cosmic axion force	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1103/PhysRevD.104.095010	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 -

1. 著者名 Yin Wen, Yamaguchi Masahiro	4. 巻 106
2. 論文標題 Muon g-2 at a multi-TeV muon collider	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1103/PhysRevD.106.033007	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 -

1. 著者名 Yin Wen	4. 巻 106
2. 論文標題 Small cosmological constant from a peculiar inflaton potential	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1103/physrevd.106.055014	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 -

1. 著者名 Sakurai Kodai, Takahashi Fuminobu, Yin Wen	4. 巻 833
2. 論文標題 Singlet extensions and W boson mass in light of the CDF II result	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 137324 ~ 137324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2022.137324	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 -

1. 著者名 Takahashi Fuminobu, Yin Wen	4. 巻 830
2. 論文標題 Cosmological implications of n_{eff} in light of the Hubble tension	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 137143 ~ 137143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2022.137143	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 Jaeckel Joerg, Yin Wen	4. 巻 105
2. 論文標題 Shining ALP dark radiation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1103/physrevd.105.115003	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 -

1. 著者名 Nakagawa Shota, Takahashi Fuminobu, Yin Wen	4. 巻 107
2. 論文標題 Early dark energy by a dark Higgs field and axion-induced nonthermal trapping	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1007/jhep04(2022)113	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 -

1. 著者名 Nakagawa Shota, Takahashi Fuminobu, Yin Wen	4. 巻 107
2. 論文標題 Early dark energy by a dark Higgs field and axion-induced nonthermal trapping	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1103/physrevd.107.063016	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 Jaeckel Joerg, Yin Wen	4. 巻 107
2. 論文標題 High energy sphalerons for baryogenesis at low temperatures	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1103/physrevd.107.035033	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 Bessho Taiki, Ikeda Yuji, Yin Wen	4. 巻 106
2. 論文標題 Indirect detection of eV dark matter via infrared spectroscopy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1103/physrevd.107.015001	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 -

1. 著者名 Nakayama Kazunori, Yin Wen	4. 巻 106
2. 論文標題 Anisotropic cosmic optical background bound for decaying dark matter in light of the LORRI anomaly	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1103/physrevd.106.095025	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 -

1. 著者名 Azatov Aleksandr, Barni Giulio, Chakraborty Sabyasachi, Vanvlasselaer Miguel, Yin Wen	4. 巻 2022
2. 論文標題 Ultra-relativistic bubbles from the simplest Higgs portal and their cosmological consequences	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	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) 10.1103/physrevd.106.103505	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 Kitajima Naoya, Kozai Fumiaki, Takahashi Fuminobu, Yin Wen	4. 巻 2022
2. 論文標題 Power spectrum of domain-wall network, and its implications for isotropic and anisotropic cosmic birefringence	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 043 ~ 043
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/jhep10(2022)017	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 Li Qiang, Moroi Takeo, Nakayama Kazunori, Yin Wen	4. 巻 2022
2. 論文標題 Instability of the electroweak vacuum in Starobinsky inflation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	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) 10.1088/1475-7516/2022/10/043	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 -

1. 著者名 Lee Junseok, Murai Kai, Takahashi Fuminobu, Yin Wen	4. 巻 2024
2. 論文標題 Bubble misalignment mechanism for axions	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 122 ~ 122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2024/05/122	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 -

[学会発表] 計58件 (うち招待講演 46件 / うち国際学会 44件)

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 eVダークマターの熱生成 と実験的探索
3. 学会等名 日本物理学会 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 ALP miracle and eV axion dark matter
3. 学会等名 Extreme Mass Dark Matter Workshop: from Superlight to Superheavy, (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Dark Matter, " eV-dark matter ", and WINERED
3. 学会等名 マゼラン望遠鏡観測検討会 (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Axion and accelerator
3. 学会等名 Hokkaido Workshop on Particle Physics at Crossroads, (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Current status of eV axion dark matter search
3. 学会等名 FY2023 "What is dark matter? - Comprehensive study of the huge discovery space in dark matter? (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 eV axion dark matter
3. 学会等名 Texas Symposium on Relativistic Astrophysics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Axion domain wall formations and implications
3. 学会等名 Aso Workshop on Particle Physics and Cosmology 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 素粒子宇宙論におけるニュートリノとダークマター
3. 学会等名 第8回宇宙素粒子若手の会 秋の研究会 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Dark Matter Models
3. 学会等名 Tohoku University, GPPU seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Axion domain wall formations and implications
3. 学会等名 Advancements in Axion Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Thermal production of eV dark matter with bose-enhancement
3. 学会等名 DWWG seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 eVダークマターの熱的生成 およびボーズ増幅
3. 学会等名 日本物理学会第78回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Bose-Enhancement Effect in Thermal Production of Light Dark Matter -Accessibility to Accelerator Experiments-
3. 学会等名 Seminar at Liaoning Normal Univ. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Light dark matter around eV mass range
3. 学会等名 TDLI-PKU BSM Workshop 2023: Looking to the Sky, 2nd (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Dark Matter, “ eV-Dark Matter ”, and WINERED
3. 学会等名 マゼラン望遠鏡観測検討会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Light dark matter around eV mass range
3. 学会等名 Workshop on Very Light Dark Matter 2023 (@Chino Nagano) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Broken Phase Sphaleron and Baryogenesis
3. 学会等名 KEK seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Cosmology of ultra-relativistic bubble wall expansion
3. 学会等名 Kagoshima Workshop on Particles, Fields, and Strings 2023 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Thermal production of eV range light DM
3. 学会等名 IAS Program on High Energy Physics (@ HongKong, online) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 W-boson mass, singlet extensions and beyond
3. 学会等名 7th workshop on particle physics phenomenology (@ Tehran, online) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Axion dark matter
3. 学会等名 2022 Kashiwa Dark Matter Symposium (@ Tokyo University) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 ドメインウォールと宇宙複屈折
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 電弱相転移後再加熱の スファレロンによるバリオジェネシス
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Baryogenesis at reheating temperature below the electroweak scale
3. 学会等名 2nd workshop: multi-messenger study of heavy dark matter (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 W-boson mass with singlet scalars
3. 学会等名 北陸合宿2022 (online) (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Light DM production via phase transition
3. 学会等名 九州大学セミナー (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Light dark sector, quantum Zeno effect, and fuzzy Higgs boson
3. 学会等名 Kavli IPMU seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Light dark sector, quantum Zeno effect, and fuzzy Higgs boson
3. 学会等名 The Hebrew University seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Implications of Hubble tension for very early universe cosmology
3. 学会等名 名古屋大学セミナー (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Light dark sector and fuzzy Higgs boson
3. 学会等名 New Higgs working group 33th meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 DM stability from Pauli-exclusion principle
3. 学会等名 Dark Matter Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 少し特殊な暗黒物質
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Axionic Unification of Inflaton and Dark Matter
3. 学会等名 The 2022 Chung-Ang University Beyond the Standard Model (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Relaxing the cosmological constant during low-scale inflation
3. 学会等名 Heidelberg University seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 CP-violating light dark sector
3. 学会等名 大阪大学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Axion dark matter and inflation scale
3. 学会等名 Workshop on very light dark matter 2021 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Physics with very light new particles
3. 学会等名 ILC summer camp 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Heavy QCD axion inflation and strong CP problem
3. 学会等名 SUSY2021 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 GW from DM production
3. 学会等名 1st workshop: Multimessenger Study of Heavy Dark Matter (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 [Wen Yin]
2. 発表標題 Matter-antimatter asymmetry via relativistic bubble walls
3. 学会等名 新ヒッグス勉強会第30回定例会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 Light dark matter around eV mass range
3. 学会等名 Workshop on Very Light Dark Matter 2023 (@Chino Nagano) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 Cosmology of ultra-relativistic bubble wall expansion
3. 学会等名 Kagoshima Workshop on Particles, Fields, and Strings 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 Thermal production of eV range light DM
3. 学会等名 IAS Program on High Energy Physics (@ HongKong, online) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 W-boson mass, singlet extensions and beyond
3. 学会等名 7th workshop on particle physics phenomenology (@ Tehran, online) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 2022 Kashiwa Dark Matter Symposium (@ Tokyo University)
3. 学会等名 2022 Kashiwa Dark Matter Symposium (@ Tokyo University) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 Baryogenesis at reheating temperature below the electroweak scale
3. 学会等名 2nd workshop: multi-messenger study of heavy dark matter (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 W-boson mass with singlet scalars
3. 学会等名 北陸合宿2022 (online) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 Light dark sector and fuzzy Higgs boson
3. 学会等名 New Higgs working group 33th meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 ドメインウォールと宇宙複屈折
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 電弱相転移後再加熱の スファレロンによるバリオジェネシス
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 Matter-antimatter asymmetry via relativistic bubble walls
3. 学会等名 新ヒッグス勉強会第30回定例会 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 GW from DM production
3. 学会等名 1st workshop: Multimessenger Study of Heavy Dark Matter (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 Heavy QCD axion inflation and strong CP problem
3. 学会等名 SUSY2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 Physics with very light new particles
3. 学会等名 ILC summer camp 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 Axion dark matter and inflation scale
3. 学会等名 Workshop on very light dark matter 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 Axionic Unification of Inflaton and Dark Matter
3. 学会等名 The 2022 Chung-Ang University Beyond the Standard Model (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 少し特殊な暗黒物質
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wen Yin
2. 発表標題 DM stability from Pauli-exclusion principle
3. 学会等名 FY2021 学術変革領域研究「ダークマター」シンポジウム (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022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0件

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
---------	---------