

令和 6 年 5 月 30 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H01897

研究課題名（和文）中性子星を用いた暗黒物質探索の理論的研究

研究課題名（英文）Theoretical study of dark matter search using neutron stars

研究代表者

濱口 幸一（Hamaguchi, Koichi）

東京大学・大学院理学系研究科（理学部）・准教授

研究者番号：80431899

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,200,000円

研究成果の概要（和文）：中性子星の将来観測を通じて暗黒物質の兆候を捉える可能性に関して、以下の結果を含む複数の研究成果が得られた。

- ・電弱多重項暗黒物質の中性子星捕獲率を系統的に計算し、将来の暗黒物質直接探索実験と中性子星表面温度観測による探索が相補的な役割を果たし、これらの暗黒物質モデルを検証することが可能であることを明らかにした。
- ・中性子超流動渦系の運動に伴う摩擦により生じる中性子星加熱効果を研究し、この効果を加味した中性子星表面温度理論予言が観測データをうまく説明することを明らかにした。また、この加熱効果が存在する場合、中性子星に暗黒物質が捕獲されることに伴う加熱効果は隠されてしまうことを議論した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

- ・電弱多重項暗黒物質の研究においては、将来の暗黒物質直接探索実験と中性子星表面温度観測による探索が相補的な役割を果たすことを示した。これは直接探索実験の研究にとっても重要な意義を持つ。
- ・中性子超流動渦系の運動に伴う摩擦により生じる中性子星加熱効果の研究結果は、素粒子分野で近年注目を集めている一連の研究（中性子星温度観測を用いた暗黒物質探索の可能性の研究）に一石を投じるもので、非常に重要な成果である。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study is to quantify the prospects with regard to the possibility of probing dark matter signals through future observations of neutron stars. The following results were obtained.

- The neutron star capture rate of electroweak multiplet dark matter is systematically calculated, and it is shown that future direct dark matter search experiments and searches based on neutron star surface temperature observations can play a complementary role and may probe these dark matter models.
- The neutron star heating effect caused by the friction of the neutron superfluid vortex creep is studied, and it is shown that the theoretical prediction of neutron star surface temperatures with this effect is a good explanation of the observed data. It is also argued that, if this heating effect exists, the heating effect associated with the capture of dark matter in neutron stars is masked.

研究分野：素粒子理論

キーワード：中性子星 暗黒物質 標準模型を超える物理

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

様々な宇宙論的観測により暗黒物質の存在は立証されたものの、その正体は未だわかっていない。これまで幾多の可能性が提唱されてきたが、中でもとりわけ有望視されているのは、暗黒物質が未知の新粒子であるという考え方である。このような新粒子は、素粒子標準模型を超える物理模型にしばしば登場する。特に、電弱スケールに新物理を预言する模型では、Weakly-Interacting Massive Particle (WIMPs) が暗黒物質候補となる。また、アクシオンのような、軽くて非常に弱い相互作用をする粒子も有望な暗黒物質候補であるこれらの暗黒物質模型を検証するために数多くの実験が行われてきたものの、暗黒物質の検出には未だ至っていない。

これまでは (i) 検出器内の物質との散乱事象を通じて暗黒物質を捉える直接探索実験、(ii) 粒子衝突により暗黒物質を直接作り出す加速器実験、(iii) 現在の宇宙において暗黒物質が消滅・崩壊した際に生成される粒子を捉えることでその存在を探る間接探索実験、の 3 種類の実験が主に考えられてきた。しかしながら、これらの実験において暗黒物質の兆候は未だ観測されていない。そのため、これらと異なる戦略によって暗黒物質を探索する手法を考案することでこの状況を打開することが急務であると我々は考えた。

本研究は、暗黒物質探索の新たな戦略として中性子星を用いる方法が有望であるという考えに基づいている。中性子星は、8-30 太陽質量程度の恒星がその一生の最期に超新星爆発を起こした後に生じる天体である。中性子星はブラックホールを除く天体の中で最も強い重力場を持つ。このため WIMP 暗黒物質は中性子星に捕獲され、表面温度などの観測量に影響を与えうる。また、熱核反応を行わない“死んだ”星である点も、暗黒物質の兆候を探る上で都合が良い。しかしながら、天体観測に伴う大きな不定性により、上記 3 つの暗黒物質探索戦略などと比較すると、中性子星を用いる方法の感度は低いだろうと考えられてきた。

一方で、近年天体観測技術は飛躍的に向上し、中性子星に関する種々の観測量を精度良く決定することが可能になってきている。これに伴い、中性子星を用いた暗黒物質探索の可能性に関してもここ数年見直されてきた。その結果、現在の中性子星観測は、超新星爆発 1987A などによって従来得られていた制限と同程度に強い制限をアクシオン模型に対し与えることや、将来の観測により様々な種類の暗黒物質模型を探りうるようになってきた。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、中性子星の将来観測を通じて暗黒物質の兆候を捉える可能性に関して、その見込みを定量的に評価することである。中性子星を用いた暗黒物質探索手法はどのような暗黒物質候補に対して有用であるかを明らかにした上で、将来観測の結果を用いて暗黒物質模型を検証することを目標とする。

### 3. 研究の方法

(ここでは WIMP 暗黒物質に限って記述する)

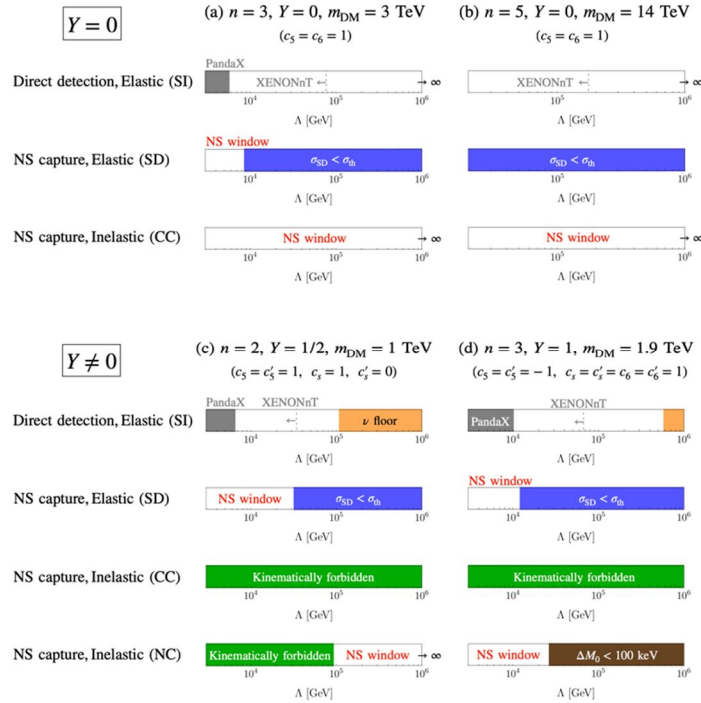
・中性子星表面温度観測を用いて暗黒物質を探る方法は、電弱多重項暗黒物質に対し特に有望である。中性子星近傍の重力が非常に大きいことから、中性子星に降下する暗黒物質は光速近くまで加速される。このため、暗黒物質が中性子星中の核子と散乱を行う際の反跳エネルギーはとて大きくなり、非弾性散乱によって暗黒物質が効率よく捕獲される。そこで本研究では、非弾性散乱による電弱多重項暗黒物質の捕獲率を計算することで、この場合の暗黒物質加熱を評価し、将来の観測における探索可能性を明らかにする。

・ミューオン異常磁気能率(ミューオン  $g-2$ )は、20 年前に米国ブルックヘブン国立研究所で行われた実験および 2021 年に米国フェルミ研究所で行われた実験により、測定値が標準模型の予言値より 4 シグマ以上離れていることが報告されており、標準模型を超える新物理の兆候ではないかと注目されている。この研究では、ミューオン異常磁気能率のずれと暗黒物質を同時に説明出来る模型において暗黒物質の中性子星への捕獲を調べ、こうした模型で中性子星表面温度観測による暗黒物質探索が有望であることを明らかにする。

・中性子星表面温度観測を用いて WIMP 暗黒物質を探る方法は有望な探索方法であるが、中性子星そのものが持つ内部加熱機構があると探索が難しくなる可能性がある。ここでは特に vortex creep と呼ばれる内部加熱機構に着目し、まずは先行研究を精査し解析をアップデートし、さらに最新の観測結果と合わせてその妥当性を吟味する。続いてこの vortex creep 機構による中性子星加熱と暗黒物質による中性子星加熱の両方を取り入れた解析を行い、vortex creep 機構の存在化で暗黒物質の探索が可能かどうかを明らかにする。

## 4. 研究成果

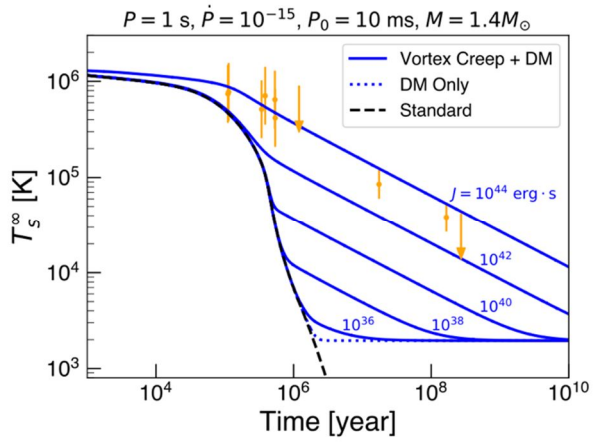
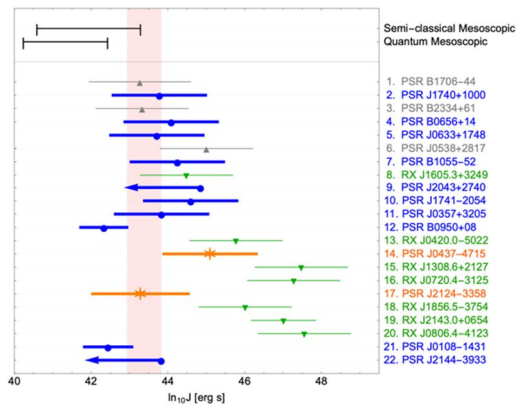
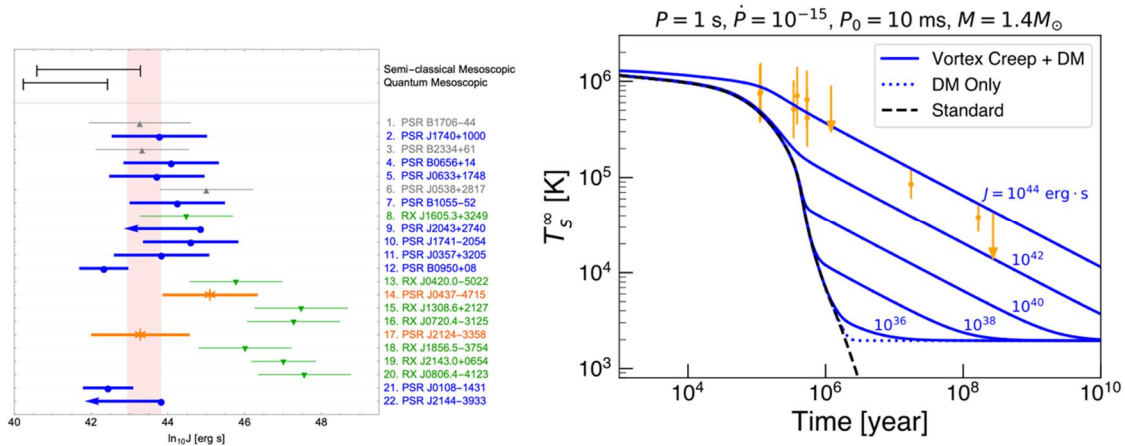
・電弱多重項暗黒物質の中性子星捕獲率を系統的に計算し、将来の暗黒物質直接探索実験ないし中性子星表面温度観測による探索によりこれらの暗黒物質モデルを検証することが可能であることを明らかにした。(右図: M. Fujiwara, K. Hamaguchi, N. Nagata, J. Zheng, Phys.Rev.D 106 (2022) 055031 より。)



・本科研費での雇用による博士研究員と共に、ミュオン磁気双極子モーメントの実験値と理論値のずれを説明可能な暗黒物質モデルを考察し、それらの暗黒物質候補を中性子星表面温度観測によって探索しうることを示した。

・同博士研究員は、球状星団 M4 中の白色矮星における暗黒物質の捕獲率を計算し、観測から得られる暗黒物質・核子散乱弾面積に対する制限が暗黒物質直接探索実験により課される制限と相補的であること、特に GeV 以下の質量領域において後者よりもはるかに強い制限が得られること、を明らかにした。

・同博士研究員と共に、中性子超流動渦糸の運動に伴う摩擦により生じる中性子星加熱効果を研究し、この効果を加味した中性子星表面温度理論予想が観測データをうまく説明することを明らかにした。(下図左: M. Fujiwara, K. Hamaguchi, N. Nagata, M. E. Ramirez-Quezada, JCAP 03 (2024) 051 より。)また、この加熱効果が存在する場合、中性子星に暗黒物質が捕獲されることに伴う加熱効果は隠されてしまうことを議論した。(下図右: M. Fujiwara, K. Hamaguchi, N. Nagata, M. E. Ramirez-Quezada, Phys.Lett. 848 (2024) 138341 より。)



## 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 20件 / うちオープンアクセス 24件）

1. 著者名 Graneli A., Hamaguchi K., Nagata N., Ramirez-Quezada M. E., Wada J.	4. 巻 2023
2. 論文標題 Thermal leptogenesis in the minimal gauged U(1) $\mu$ -tau model	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 79
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/JHEP09(2023)079	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 Enomoto Kazuki, Hamaguchi Koichi, Kamada Kohei, Wada Juntaro	4. 巻 2023
2. 論文標題 Revisiting Affleck-Dine leptogenesis with light sleptons	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 003 ~ 003
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1088/1475-7516/2023/07/003	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 Cheong Dong Yeon, Hamaguchi Koichi, Kanazawa Yoshiki, Lee Sung Mook, Nagata Natsumi, Park Seong Chan	4. 巻 108
2. 論文標題 Axion quality problem and nonminimal gravitational coupling in the Palatini formulation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 15007
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevD.108.015007	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 Fujiwara Motoko, Hamaguchi Koichi, Nagata Natsumi, Ramirez-Quezada Maura E.	4. 巻 2024
2. 論文標題 Vortex creep heating in neutron stars	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 051 ~ 051
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1088/1475-7516/2024/03/051	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 Fujiwara Motoko, Hamaguchi Koichi, Nagata Natsumi, Ramirez-Quezada Maura E.	4. 巻 848
2. 論文標題 Vortex creep heating vs. dark matter heating in neutron stars	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 138341 ~ 138341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2023.138341	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 Ellis John, Nagata Natsumi, Olive Keith A., Zheng Jiaming	4. 巻 84
2. 論文標題 Electroweak loop contributions to the direct detection of wino dark matter	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epjc/s10052-023-12361-6	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 Kaneta Kunio, Nagata Natsumi, Olive Keith A., Pospelov Maxim, Velasco-Sevilla Liliana	4. 巻 2023
2. 論文標題 Quantifying limits on CP violating phases from EDMs in supersymmetry	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 250
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP03(2023)250	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 Hamaguchi Koichi, Nagata Natsumi, Osaki Genta, Tseng Shih-Yen	4. 巻 2023
2. 論文標題 Probing new physics in the vector-like lepton model by lepton electric dipole moments	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP01(2023)100	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 Hamaguchi Koichi, Hor Shihwen, Nagata Natsumi	4. 巻 107
2. 論文標題 Minimal Nambu-Goldstone-Higgs model in supersymmetric SU(5) revisited	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 35016
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.107.035016	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 Hamaguchi Koichi, Nagata Natsumi, Ramirez-Quezada Maura E.	4. 巻 2022
2. 論文標題 Neutron star heating in dark matter models for the muon g-2 discrepancy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP10(2022)088	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 Fujiwara Motoko, Hamaguchi Koichi, Nagata Natsumi, Zheng Jiaming	4. 巻 106
2. 論文標題 Capture of electroweak multiplet dark matter in neutron stars	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 55031
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.106.055031	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 Asai Kento, Hamaguchi Koichi, Nagata Natsumi, Tseng Shih-Yen, Wada Juntaro	4. 巻 106
2. 論文標題 Probing the Lmu-Ltau gauge boson at the MUonE experiment	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 L051702
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.106.L051702	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 Kpatcha Essodjolo, Lara Inaki, Lopez-Fogliani Daniel E., Munoz Carlos, Nagata Natsumi, Otono Hidetoshi	4. 巻 82
2. 論文標題 Searching for stop LSP at the LHC	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epjc/s10052-022-10216-0	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 Ellis John, Evans Jason L., Nagata Natsumi, Nanopoulos Dimitri V., Olive Keith A.	4. 巻 81
2. 論文標題 Flipped SU(5) GUT phenomenology: proton decay and g- 2	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 1109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epjc/s10052-021-09896-x	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 Ellis John, Evans Jason L., Nagata Natsumi, Nanopoulos Dimitri V., Olive Keith A.	4. 巻 81
2. 論文標題 Flipped g- 2	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 1079
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epjc/s10052-021-09829-8	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 Heinemeyer Sven, Kpatcha Essodjolo, Lara Inaki, Lopez-Fogliani Daniel E., Munoz Carlos, Nagata Natsumi	4. 巻 81
2. 論文標題 The new g-2 result and the $\mu$ SSM	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 802
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epjc/s10052-021-09601-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 該当する

1. 著者名 Endo Motoi, Hamaguchi Koichi, Iwamoto Sho, Kitahara Teppei	4. 巻 2021
2. 論文標題 Supersymmetric interpretation of the muon g-2 anomaly	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP07(2021)075	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 Ellis John, Evans Jason L., Nagata Natsumi, Olive Keith A.	4. 巻 81
2. 論文標題 A minimal supersymmetric SU(5) missing-partner model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 543
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epjc/s10052-021-09337-9	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 Chigusa So, Hamaguchi Koichi, Moroi Takeo, Niki Atsuya, Ono Kosaku	4. 巻 817
2. 論文標題 Studying squark mass spectrum through gluino decay at 100 TeV future hadron colliders	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 136332 ~ 136332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2021.136332	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 Abe Tomohiro, Hamaguchi Koichi, Nagata Natsumi	4. 巻 815
2. 論文標題 Atomic form factors and inverse Primakoff scattering of axion	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 136174 ~ 136174
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2021.136174	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 Ellis John、Evans Jason L.、Nagata Natsumi、Olive Keith A.、Velasco-Sevilla L.	4. 巻 81
2. 論文標題 Low-energy probes of no-scale SU(5) super-GUTs	5. 発行年 2021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/s10052-021-08903-5	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 Ellis John、Garcia Marcos A. G.、Nagata Natsumi、Nanopoulos Dimitri V.、Olive Keith A.、Verner Sarunas	4. 巻 29
2. 論文標題 Building models of inflation in no-scale supergravity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Modern Physics D	6. 最初と最後の頁 2030011 ~ 2030011
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0218271820300116	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 Hamaguchi Koichi、Hor Shihwen、Nagata Natsumi	4. 巻 2020
2. 論文標題 R-symmetric flipped SU(5)	5. 発行年 2020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(2020)140	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 Ge Shao-Feng、Hamaguchi Koichi、Ichimura Koichi、Ishidoshiro Koji、Kanazawa Yoshiki、Kishimoto Yasuhiro、Nagata Natsumi、Zheng Jiaming	4. 巻 2020
2. 論文標題 Supernova-scope for the direct search of Supernova axions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 059 ~ 059
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2020/11/059	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 Asai Kento, Hamaguchi Koichi, Nagata Natsumi, Tseng Shih-Yen	4. 巻 2020
2. 論文標題 Leptogenesis in the minimal gauged $U(1)_{L\mu-L}$ model and the sign of the cosmological baryon asymmetry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 013 ~ 013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2020/11/013	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 Ramirez-Quezada Maura E.	4. 巻 107
2. 論文標題 Constraining dark matter interactions mediated by a light scalar with white dwarfs	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 83022
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.107.083022	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 Balaji Shyam, Ramirez-Quezada Maura E., Silk Joseph, Zhang Yongchao	4. 巻 107
2. 論文標題 Light scalar explanation for the 18?TeV GRB 221009A	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 83038
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.107.083038	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 Hofken Zink Jaime, Ramirez-Quezada Maura E.	4. 巻 108
2. 論文標題 Exploring the dark sectors via the cooling of white dwarfs	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 43014
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.108.043014	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

[学会発表] 計41件(うち招待講演 31件/うち国際学会 23件)

1. 発表者名 Natsumi Nagata
2. 発表標題 Vortex Creep Heating vs. Dark Matter Heating in Neutron Stars
3. 学会等名 KEK-PH 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Natsumi Nagata
2. 発表標題 Electroweak Loop Contributions to the Direct Detection of Wino Dark Matter
3. 学会等名 DSU 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Natsumi Nagata
2. 発表標題 Challenges in the Dark Matter Search with Neutron-Star Temperature Observations
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 Natsumi Nagata
2. 発表標題 Axionic Wormholes and Quality Problem
3. 学会等名 20th Recontres du Vietnam: BSM in particle physics and cosmology - 50 years later (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Natsumi Nagata
2. 発表標題 Vortex Creep vs WIMP DM Heating in Neutron Stars
3. 学会等名 Summer Institute 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Natsumi Nagata
2. 発表標題 Neutron Star Heating: WIMP DM vs Others
3. 学会等名 TDLI-PKU BSM Workshop 2023: Looking to the Sky (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Natsumi Nagata
2. 発表標題 Neutrinos and Proton Decay in Grand Unified Theories
3. 学会等名 Neutrino Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Natsumi Nagata
2. 発表標題 Neutron Star Heating: WIMP DM vs Others
3. 学会等名 PASCOS 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Koichi Hamaguchi
2. 発表標題 Supernova-scope for the Direct Search of Supernova Axions
3. 学会等名 Windows on the Universe, 30th Anniversary of the Rencontres du Vietnam (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 永田夏海
2. 発表標題 中性子星温度観測を通じたWIMP暗黒物質探索
3. 学会等名 中性子星の観測と理論 研究活性化ワークショップ2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 永田夏海
2. 発表標題 Axionic Wormholes and Quality Problem
3. 学会等名 Aso Workshop on Particle Physics and Cosmology 2023 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 永田夏海
2. 発表標題 超新星・中性子星冷却を用いたアクシオン探索
3. 学会等名 宇核連宇宙核物理セミナー (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 永田夏海
2. 発表標題 WIMP DM Heating in Neutron Stars
3. 学会等名 PCF2023-2024 (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Natsumi Nagata
2. 発表標題 Probing the Lmu-Ltau Gauge Boson at the MUonE Experiment
3. 学会等名 PASCOS 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Natsumi Nagata
2. 発表標題 Neutron Star Heating and Dark Matter
3. 学会等名 2nd workshop: Multimessenger Study of Heavy Dark Matter (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Natsumi Nagata
2. 発表標題 Wino/Higgsino DM at FCC
3. 学会等名 FCC BSM Physics Programme Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Natsumi Nagata
2. 発表標題 GUT, proton decay, and BSM theories
3. 学会等名 NNN2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Natsumi Nagata
2. 発表標題 On the WIMP dark matter signature in old neutron stars
3. 学会等名 Workshop on Physics of Dark Cosmos: dark matter, dark energy, and all (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Natsumi Nagata
2. 発表標題 Neutron Star Heating: WIMP DM vs Others
3. 学会等名 DSU2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 永田夏海
2. 発表標題 WIMP Dark Matter Capture in Neutron Stars
3. 学会等名 NHWG33 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 永田夏海
2. 発表標題 2040年代の素粒子と宇宙
3. 学会等名 次世代エネルギーフロンティアの検討会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 永田夏海
2. 発表標題 高エネルギー将来 計画委員会理論レビュー
3. 学会等名 日本物理学会 2022 年秋季大会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 永田夏海
2. 発表標題 ヨタスケールの物理
3. 学会等名 高エネルギー将来 計画委員会理論レビュー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 永田夏海
2. 発表標題 Axionic Wormholes and Quality Problem
3. 学会等名 Aso Workshop on Particle Physics and Cosmology 2023（招待講演）
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 Koichi Hamaguchi
2. 発表標題 Report from group E01, Theoretical research on new particle physics models and the evolution of the early universe unravelling the origin of matter
3. 学会等名 Unraveling the History of the Universe 2021, online (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koichi Hamaguchi
2. 発表標題 Supernova-scope for the Direct Search of Supernova Axions
3. 学会等名 Darkness on the table, APCTP (Hybrid) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koichi Hamaguchi
2. 発表標題 Matter-Antimatter asymmetry of the Universe and Leptogenesis
3. 学会等名 Tsukuba Global Science Week, online (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koichi Hamaguchi
2. 発表標題 Matter-Antimatter asymmetry of the Universe and Leptogenesis
3. 学会等名 RCNPでの次期計画検討会 (大阪大学RCNP、ハイブリッド) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koichi Hamaguchi
2. 発表標題 Supernova-scope for the Direct Search of Supernova Axions
3. 学会等名 2022 Chung-Ang University BSM Workshop (online) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Koichi Hamaguchi
2. 発表標題 Neutrino Theory
3. 学会等名 Japan-Korea Joint Symposium, Prospect of Neutrino Physics (online) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 N. Nagata
2. 発表標題 A Minimal Supersymmetric SU(5) Missing-Partner Model
3. 学会等名 SUSY 2021, online (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 M. E. Ramirez-Quezada
2. 発表標題 Dark Matter Capture in White Dwarfs
3. 学会等名 Asia-Pacific Workshop on Particle physics and Cosmology 2021, online (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 M. E. Ramirez-Quezada
2. 発表標題 White dwarfs as dark matter probes
3. 学会等名 XIX Mexican school of Particles and Fields, online (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 濱口幸一
2. 発表標題 標準模型を超える物理と中性子星
3. 学会等名 素粒子若手オンライン研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 濱口幸一
2. 発表標題 計画研究E01
3. 学会等名 新学術「地下宇宙」領域研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 濱口幸一
2. 発表標題 [チュートリアル] レプトジェネシス(とニュートリノレス二重ベータ崩壊)
3. 学会等名 ニュートリノを伴わない二重ベータ崩壊とその周辺 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永田夏海
2. 発表標題 Axion Supernova-scope
3. 学会等名 KEK-PH + KEK-Cosmo Joint Lectures and Workshop on "Dark Matter" (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永田夏海
2. 発表標題 Axion Supernova-scope
3. 学会等名 7th Supernova Neutrino Workshop
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永田夏海
2. 発表標題 Notes on Inverse Primakoff Scattering of Axions
3. 学会等名 Migdal observation investigative workshop 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永田夏海
2. 発表標題 SK/HKでのBSM理論レビュー
3. 学会等名 CRC将来計画タウンミーティング (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永田夏海
2. 発表標題 中性子星の温度観測を用いた暗黒物質探索
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会（招待講演）
4. 発表年 2020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
研究分担者	永田 夏海  (Nagata Natsumi)  (60794328)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・助教    (12601)	

	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
研究協力者	マウラ ラミレスケサダ  (Maura Ramirez-Quezada)	ミュンヘン工科大学・Physik-Department・博士研究員	
研究協力者	藤原 素子  (Fujiwara Motoko)	東京大学・理学系研究科・博士研究員   (12601)	

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

スペイン	UAM-CSIC			
ポーランド	ワルシャワ大学			
アルゼンチン	ブエノスアイレス大学			
英国	King's College London			
中国	T. D. Lee 研究所			
米国	ミネソタ大学	Texas A&M University		
スイス	CERN			
ノルウェー	University of Bergen			