

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：32612

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K13534

研究課題名（和文）ニュートリノ質量を説明する最小超対称標準模型の構築

研究課題名（英文）Minimal supersymmetric standard models for neutrino masses

研究代表者

川村 淳一郎（Kawamura, Junichiro）

慶應義塾大学・理工学部（矢上）・訪問研究員

研究者番号：00814667

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の成果としては、超対称模型におけるニュートリノを含むクォーク・レプトンの質量構造の理解と、精密測定における標準模型の予言からのずれを説明する新物理の提案がある。前者では、量子重力を含む統一理論であるF理論に基づいたニュートリノ物理の解析や、モジュラー対称性を用いて階層構造を説明する超対称模型を構築した。また、ニュートリノ質量項を利用したバリオン数生成や、ニュートリノの超対称対であるスニュートリノをLHC実験で検証する方法を提案した。後者では、ミューオン異常磁気モーメントやB中間子の稀崩壊におけるずれを、超対称標準模型や第4世代クォーク・レプトン等を含む模型で説明する方法を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

F理論のような統一理論の枠組みを考える事で、ステライルニュートリノと呼ばれる仮想粒子の存在が示唆される事を明らかにした。近年、クォーク・レプトンのフレーバー構造を理解する上で、モジュラー対称性が活発に議論されてきたが、本研究ではその階層構造を説明する可能性について具体的に議論した。特に、クォーク・レプトンの階層構造を同時に説明する模型は初であり、重要度が高い。近年見つかっている標準模型の予言からのずれは、新物理の兆候の可能性があるため興味深い。本研究では、これらのずれのうち複数を同時に説明できる数少ない可能性のうちの一つであり、精密測定や加速器によって今後の更なる検証が期待できる。

研究成果の概要（英文）：There are two main outcomes of this research project. One is about the structures of the quarks and leptons, including neutrinos in supersymmetric standard models (SMs), and the other is that we suggested models which explain the deviations from the SM predictions in precision measurements.

For the first result, we studied neutrino phenomenology in the F-theory, which is a candidate of a unified theory including quantum gravity. We constructed models to explain the hierarchical structures of the quarks and leptons by utilizing the modular flavor symmetry. We also studied a baryogenesis scenario using the neutrino mass terms, and proposed a method to explore sneutrinos, which are superpartners of neutrinos. For the second result, we proposed supersymmetric models and models with the fourth family quarks and leptons to explain the anomalies in the muon anomalous magnetic moment and rare semi-leptonic decays of B mesons.

研究分野：素粒子現象論

キーワード：ニュートリノ 超対称模型 質量階層性 LHC実験 異常磁気モーメント

1. 研究開始当初の背景

2012年にヒッグス粒子がLHC実験で発見されたことで、素粒子標準模型が実験的に確認された。一方、LHC実験や暗黒物質探索において、標準模型を超える新物理の兆候を得る事は出来なかった。このため、超対称標準模型を筆頭に、新たな新物理の方向性を探る試みが始まっていた。

そういった方向性のうち、ニュートリノはその質量を説明するために関係する新粒子が必要となるため、重要な手掛かりを与える可能性がある。特に、ニュートリノについては、1世代目と3世代目の混合角がヒッグス発見と同時期に測定された直後であり、注目度が高かった。そこで研究開始当初は、超対称標準模型においてニュートリノ質量構造を説明する模型を構築した上で、その現象論を調べる事を研究の主目的としていた。

2. 研究の目的

本研究では、計画に基づいた超対称標準模型の研究に加えて、その後に報告された新物理の兆候を説明する新物理模型についても研究を行った。

(1) 超対称標準模型において、ニュートリノ質量を説明する模型の構築及び、その現象論を議論する。また、いくつかの実験で見つかっているステライルニュートリノの兆候が説明できるか、等も議論する。更に、ニュートリノ以外のフェルミオンの質量に関して、特にその階層構造を説明する模型の構築も新たな目的として加えた。また、LHC実験においてニュートリノの超対称対となるスニュートリノやヒッグスの対となるヒッグシーノといった発見困難な粒子を発見する手法についても考察する。

(2) 研究期間中に、ミューオン異常磁気モーメント、B中間子のミューオンを含む稀崩壊過程及び、Wボソン質量の測定において、標準模型からのずれが見つかった。これらは精密計算・精密測定の両面の成果の上に成り立っており、現在もこのずれが新物理の兆候であるのかは議論的であるが、本研究ではこれらのずれをどのように新物理によって説明するのかを考察する。

3. 研究の方法

(1) ニュートリノ質量模型については、特に大統一理論等に基づいた模型において、ニュートリノ質量やステライルニュートリノが説明できるか調べる。ニュートリノを含むフェルミオン質量については、その階層構造をどのように説明するのか、対称性を使って明らかにする。また、LHC実験での探索においては、MadGraphを用いたシミュレーションによって、定量的に調べる。

(2) 実験で見つかっているずれを説明する模型として、本研究の主題である超対称標準模型や、第4世代に対応するベクトル型フェルミオンによって拡張した模型を考察する。

4. 研究成果

(1-1) ニュートリノ模型の構築と現象論

重力を含んだ統一理論の候補であるF理論において、どのようにニュートリノ質量が説明されるのか明らかにした。この模型には超対称標準模型とその対となるもう1つの標準模型が存在するが、右巻きニュートリノはその間に存在するため、両方の模型と結合している。この場合、両模型から軽いニュートリノが現れるが、特に軽い3個のニュートリノは量子補正からのみ質量を得る。この時の質量構造を明らかにした他、重いニュートリノがステライルニュートリノとして振舞う事も明らかにした。

ニュートリノがマヨラナ質量をもつ場合、その質量項はレプトン数を破る。この破れを用いてアクシオンの運動からバリオン数を生成するシナリオが文献[1]によって提案されていた。そこで、この時のアクシオンの運動を、運動方程式を直接的に解く事で評価する手法を開発した。そして実際の模型に応用した際に、どのようにバリオン数とニュートリノ質量が関わるのか明らかにした。

(1-2) フェルミオン質量階層性の説明

ニュートリノを含むクォーク・レプトンの質量階層性をZ4対称性によるFroggatt-Nielsen

(FN)機構によって説明し、その時のフラボンがヒッグス粒子と同時に適当な真空構造を持つ模型を構築した。そして、このような模型において、フラボンによるフレーバーの破れがどのように実験で見えるのか明らかにした。

クォーク・レプトンの質量構造を説明する新たな対称性として、モジュラー対称性が近年活発に議論されている。そこで、このモジュラー対称性を用いて、クォークの質量階層性を理解する模型を構築した。更に、ニュートリノを含む全ての階層構造を同時に説明する模型を初めて構築した。

(1-3) LHC 実験におけるスニュートリノ探索

スニュートリノは暗黒物質のように見えない粒子であるため、LHC 実験において最も探索が困難な粒子の一つである。このようなスニュートリノについて、ハドロンに崩壊する電弱ゲージボソンを 1 つだけ持つシグナルに着目する事で、他の手法より強い制限を付けられる事を指摘した。更に、この方法をヒッグシーノにも応用し、実際に従来よりも強い制限が得られることを発見した。

(2-1) 超対称標準模型におけるミュオン異常磁気モーメントの説明

ミュオン異常磁気モーメントの説明には軽いスレプトンが必要である一方、LHC 実験の結果やヒッグスの質量の観点から、スクォークは重い必要がある。モジュラー伝達とアノマリー伝達を組み合わせる事で、このようなスクォークとスレプトンの質量が自然に説明できる超対称性の破れの伝達機構を構築した。そして実際に、他の実験結果と矛盾せずに異常磁気モーメントのずれが説明できる事を示した。

(2-2) レプトンポータル暗黒物質模型における説明

標準模型に第 4 世代に相当するベクトル型レプトンと暗黒物質粒子の 2 粒子を加えた単純な模型において、ミュオン異常磁気モーメントと暗黒物質が同時に説明できる場合に、暗黒物質がどのように検出できるのか、系統的に明らかにした。更に、CDF 実験で報告された標準模型の予言とはずれた W ボソンの質量を説明できる事も示した。

(2-3) $U(1)'$ 模型における説明

第 4 世代に相当するベクトル型フェルミオンと新たな $U(1)'$ ゲージ対称性を考える事で、ミュオン異常磁気モーメントだけでなく、 B 中間子の稀崩壊におけるずれも同時に説明できる模型を提案した。更に、この模型ではベクトル型レプトンの対生成からミュオンが 4 個以上生成される特徴的なシグナルが LHC 実験で見える可能性を指摘し、実際にシミュレーションによって定量的に現在および将来実験での検出可能性を明らかにした。そして、CDF 実験で報告された標準模型の予言とはずれた W ボソンの質量を説明できる事も示した。

<文献>

[1] Lepto-axiogenesis, R.T.Co, N.Fernandez, A.Ghalsasi, L.J.Hall and K.Harigaya, JHEP 03 (2021) 017.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計24件（うち査読付論文 18件 / うち国際共著 21件 / うちオープンアクセス 18件）

1. 著者名 Kawamura Junichiro, Raby Stuart	4. 巻 2023
2. 論文標題 A Right-handed neutrino portal to the hidden sector: active neutrinos and their twins in an F-theory model	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/JHEP02(2023)239	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 Kawamura Junichiro, Okawa Shohei, Omura Yuji	4. 巻 106
2. 論文標題 W boson mass and muon g-2 in a lepton portal dark matter model	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.106.015005	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 Kawamura Junichiro, Raby Stuart	4. 巻 106
2. 論文標題 W mass in a model with vectorlike leptons and U(1)'	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.106.035009	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 Abe Yoshihiko, Higaki Tetsutaro, Kawamura Junichiro, Kobayashi Tastuo	4. 巻 -
2. 論文標題 Quark and lepton hierarchies from S_4 prime modular flavor symmetry	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physics Letters Bに採録決定済み	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) 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 Kawamura Junichiro	4. 巻 77
2. 論文標題 Complete Vectorlike Fourth Family and New U(1)' for Muon Anomalies	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Moscow University Physics Bulletin	6. 最初と最後の頁 451 ~ 455
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3103/S0027134922020485	査読の有無 無
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 Kawamura Junichiro, Okawa Shohei, Omura Yuji	4. 巻 106
2. 論文標題 W boson mass and muon g-2 in a lepton portal dark matter model	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.106.015005	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 Dermisek Radovan, Kawamura Junichiro, Lunghi Enrico, McGinnis Navin, Shin Seodong	4. 巻 2022
2. 論文標題 Leptonic cascade decays of a heavy Higgs boson through vectorlike leptons at the LHC	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)138	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 Kawamura Junichiro, Raby Stuart	4. 巻 106
2. 論文標題 W mass in a model with vectorlike leptons and U(1)'	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.106.035009	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 Kawamura Junichiro, Raby Stuart	4. 巻 2023
2. 論文標題 A Right-handed neutrino portal to the hidden sector: active neutrinos and their twins in an F-theory model	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/JHEP02(2023)239	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 Kawamura Junichiro, Raby Stuart	4. 巻 104
2. 論文標題 Signal of four muons or more from a vector-like lepton decaying to a muon-philic Z' boson at the LHC	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.104.035007	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 Jeong Kwang Sik, Kawamura Junichiro, Park Chan Beom	4. 巻 2021
2. 論文標題 Mixed modulus and anomaly mediation in light 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 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP10(2021)064	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 Kawamura Junichiro, Raby Stuart	4. 巻 --
2. 論文標題 Lepto-axiogenesis in minimal SUSY KSVZ model	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Accepted by 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)116	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 Carpenter, Linda M. and Gilmer, Humberto and Kawamura, Junichiro	4. 巻 2110.04185
2. 論文標題 Exploring nearly degenerate higgsinos using mono-Z/W signal	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 arXiv	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.2022.137191	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 該当する

1. 著者名 Iguro, Syuhei and Kawamura, Junichiro and Okawa, Shohei and Omura, Yuji	4. 巻 2201.04638
2. 論文標題 Importance of vector leptoquark-scalar box diagrams in Pati-Salam unification with vector-like families	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 arXiv	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/JHEP07(2022)022	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 該当する

1. 著者名 L.M.Carpenter, H.B.Gilmer and J.Kawamura	4. 巻 -
2. 論文標題 New Bounds on Light Sneutrino Masses: Rare SUSY Signals II	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Phys.Rev.D (掲載決定済)	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.103.095014	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 J.Kawamura and S.Raby	4. 巻 1
2. 論文標題 Qualities of the axion and LSP in Pati-Salam unification with $Z_4 \times Z_N$ symmetry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Phys.Rev.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.103.015002	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 Iguro Syuhei, Kawamura Junichiro, Okawa Shohei, Omura Yuji	4. 巻 104
2. 論文標題 TeV-scale vector leptoquark from Pati-Salam unification with vectorlike families	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.104.075008	査読の有無 無
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 S. Iguro, J. Kawamura, Y. Omura and Y. Shigekami	4. 巻 2103.12712
2. 論文標題 Higgs flavor phenomenology in a supersymmetric left-right model with parity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 arXiv	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/JHEP06(2021)125	査読の有無 無
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 J. Kawamura, S. Raby, A. Trautner	4. 巻 100
2. 論文標題 Complete vectorlike fourth family and new U(1) for muon anomalies	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 55030
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.100.055030	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 T. Higaki, J. Kawamura	4. 巻 3
2. 論文標題 A low-scale flavon model with a ZN symmetry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 129
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP03(2020)129	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 J. Kawamura, S. Raby and A. Trautner	4. 巻 101
2. 論文標題 Complete vectorlike fourth family with U(1) : A global analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 35026
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.035026	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 J. Kawamura, S. Okawa and Y. Omura	4. 巻 2002.12534
2. 論文標題 Current status and muon g-2 explanation of lepton portal dark matter	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 arXiv	6. 最初と最後の頁 12534
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP08(2020)042	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 該当する

1. 著者名 Kawamura Junichiro, Kobayashi Tatsuo, Nagata Natsumi	4. 巻 2018
2. 論文標題 Non-universal gaugino masses in the NMSSM	5. 発行年 2018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(2018)120	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 Kawamura Junichiro, Okawa Shohei, Omura Yuji	4. 巻 2020
2. 論文標題 Current status and muon g ? 2 explanation of lepton portal dark matter	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/JHEP08(2020)042	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24件(うち招待講演 7件/うち国際学会 21件)

1. 発表者名 Kawamura Junichiro
2. 発表標題 Exploring nearly degenerate higgsinos using mono-Z/W signal
3. 学会等名 SUSY2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kawamura Junichiro
2. 発表標題 Exploring nearly degenerate higgsinos using mono-Z/W signal
3. 学会等名 1st workshop on Symmetry and Structure of the Universe (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kawamura Junichiro
2. 発表標題 Explaining recent anomalies in vector-like fermion extensions
3. 学会等名 PASCOS2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kawamura Junichiro
2. 発表標題 Exploring nearly degenerate higgsinos using mono-Z/W signal
3. 学会等名 素粒子物理学の進展2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kawamura Junichiro
2. 発表標題 Exploring nearly degenerate higgsinos using mono-Z/W signal
3. 学会等名 NuDM2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kawamura Junichiro
2. 発表標題 Lepto-axiogenesis in minimal KSVZ axion model
3. 学会等名 7th IBS-CTPU-MultiDark workshop (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kawamura Junichiro
2. 発表標題 Quark masses and CKM hierarchies from S_4' modular flavor symmetry
3. 学会等名 CAU beyond the Standard Model workshop (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kawamura Junichiro
2. 発表標題 Quark and lepton hierarchies from S_4' modular flavor symmetry
3. 学会等名 Recent development of modular flavor symmetry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Junichiro Kawamura
2. 発表標題 >=4 mu signal from a vector-like lepton decaying to a muon-philic Z' boson at the LHC
3. 学会等名 Phenomenology 2021 symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junichiro Kawamura
2. 発表標題 >=4 mu signal from a vector-like lepton decaying to a muon-philic Z' boson at the LHC
3. 学会等名 PASCOS 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junichiro Kawamura
2. 発表標題 More than four muon signal from a vectorlike lepton decaying to a muon
3. 学会等名 2021 Apres-LHC Physics Workshop @ Korea (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junichiro Kawamura
2. 発表標題 Complete vectorlike fourth family and new U(1)' for muon anomalies
3. 学会等名 20th Lomonosov Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junichiro Kawamura
2. 発表標題 Exploring nearly degenerate higgsinos using mono-Z/W signal
3. 学会等名 The 6th IBS-IFT-MultiDark Workshop (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junichiro Kawamura
2. 発表標題 A low scale Flavon Model with a ZN Flavor Symmetry
3. 学会等名 PHEN02020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Junichiro Kawamura
2. 発表標題 Fermion portal dark matter and muon anomalies
3. 学会等名 Jeonbuk Mini-Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Junichiro Kawamura
2. 発表標題 Fermion portal dark matter and muon anomalies
3. 学会等名 Dark Matter as a Portal to New Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junichiro Kawamura
2. 発表標題 A complete vector-like 4th family model for muon anomalies
3. 学会等名 PHENO 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Junichiro Kawamura
2. 発表標題 A complete vector-like 4th family model for muon anomalies
3. 学会等名 SUSY 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川村淳一郎
2. 発表標題 Complete Vector-like Fourth Family with Vector-like $U(1)'$ for Muon Anomalies
3. 学会等名 素粒子物理学の発展2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Junichiro Kawamura
2. 発表標題 A low-scale Flavour Model with a Z_N flavor symmetry
3. 学会等名 PIKIMO 8 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Junichiro Kawamura
2. 発表標題 Non-Universal Gaugino Masses in the NMSSM
3. 学会等名 SUSY2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 川村淳一郎
2. 発表標題 素粒子物理学の進展2018
3. 学会等名 Non-Universal Gaugino Masses in the NMSSM
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 Junichiro Kawamura
2. 発表標題 A complete vector-like 4th family model for muon anomalies
3. 学会等名 PIMK10 7 (国際学会)
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 Junichiro Kawamura
2. 発表標題 A complete vector-like 4th family model for muon anomalies
3. 学会等名 SUSY2019 (国際学会)
4. 発表年 2019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
--	---------------------------	-----------------------	----

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			
米国	Ohio State University	University of Wisconsin Madison	Indiana University	
韓国	Institute for Basic Science	Pusan National University	Jeonbuk National University	
ドイツ	Karlsruher Institut für Technologie	Max Planck Institute		
スペイン	Institut de Ciències del Cosmos			
中国	Huazhong University			
カナダ	Victoria University			