

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：24303

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K13540

研究課題名（和文）超弦理論およびM理論の双対性

研究課題名（英文）Dualities in string and M-theory

研究代表者

酒谷 雄峰（Sakatani, Yuho）

京都府立医科大学・医学（系）研究科（研究院）・助教

研究者番号：40636403

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 900,000円

研究成果の概要（和文）：超弦理論およびM理論は重力を含む統一理論の候補だが、高次元の時空で定義されるため、我々が観測する4次元時空の理論を得るには時空のコンパクト化が必要となる。最も簡単なトーラスコンパクト化を行うと、これらの理論にはT双対性やU双対性と呼ばれる対称性が現れる。一方、トーラス以外の空間でコンパクト化した場合にもある種の一般化されたT双対性が現れることが知られていたが、U双対性の一般化については研究が進んでいなかった。本研究では、double field theoryなどの近年発展された定式化を用いることで、一般化されたT双対性の構造を詳しく調べ、それを一般化されたU双対性へと拡張した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

物体により生み出される時空の歪みは一般相対性理論でうまく記述されることが知られているが、一般相対性理論の運動方程式は非線形であり、その古典解を求めることは容易ではない。重力場以外の様々な場が加わった超重力理論では、なおさら解の構築が困難である。本研究で発見した一般化されたU双対性は、ある性質を満たす古典解が与えられると、その解にU双対性変換と類似の変換を作用させることで、超重力理論の新たな古典解を数多く生み出すことができるものである。超重力理論における古典解の新たな生成手法が得られたと同時に、超弦理論の隠れた対称性が明らかになった。

研究成果の概要（英文）：Superstring theory and M-theory are candidates of the unified theory involving gravity, but since they are defined in higher dimensional spacetime, a certain compactification of spacetime is necessary to obtain a theory on the four dimensional spacetime, which we observe. With the simplest torus compactification, symmetries called T-duality and U-duality appear in these theories. If we consider a compactification on manifolds other than a torus, it had been known that a certain generalized T-duality appears, but the generalization of U-duality has not been studied. In this research project, by using recently developed formulations, such as double field theory, we have clarified the structure of the generalized T-duality and extended it to generalized U-duality.

研究分野：重力理論

キーワード：超弦理論 M理論 T双対性 U双対性 超重力理論

1. 研究開始当初の背景

超弦理論および M 理論は量子重力理論の有力候補として期待されている。これらの理論は 10 次元または 11 次元で定義されるため、現実的な理論を導くには時空のコンパクト化が必要となる。特に、トーラスでコンパクト化した場合、T 双対性や U 双対性と呼ばれる対称性が現れ、これらの双対性に着目することで超弦理論の研究が大きく発展してきた。近年、この対称性を明白にする定式化として、double field theory や exceptional field theory と呼ばれる理論が提案され、これらを用いることで超弦理論・M 理論やその低エネルギー理論である超重力理論の構造が明確になり、従来の定式化では記述できない新たな時空の存在なども議論されてきた。通常の T 双対性や U 双対性はトーラスでコンパクト化したときに現れる対称性だが、群多様体など、より一般の空間を用いてコンパクト化した場合にも、ある種の「一般化された T 双対性」が存在することが知られている。この対称性を double field theory を用いて記述できるかどうかは、研究開始当初の段階では明らかになっていなかった。しかし、double field theory が有用であるという示唆は得られており、この点を明らかにしようという研究が進められていた。また、「一般化された T 双対性」については従来から研究が存在したが、「一般化された U 双対性」の存在については全く議論されていない段階であった。

2. 研究の目的

上述のように、超弦理論は T 双対性や U 双対性の発見により大きく発展し、これらの双対性をより一般的に拡張することは、超弦理論のさらなる発展のために有用である。そこで、この一般化を実現する上で、以下の三点を実現することを目標とした。

「一般化された T 双対性」が double field theory の対称性であることを示すこと。

「一般化された T 双対性」を「一般化された U 双対性」へと拡張すること (double field theory と exceptional field theory は非常に類似点が多く、double field theory で「一般化された T 双対性」が明確に記述できれば、exceptional field theory で「一般化された U 双対性」を定式化できるはずだという期待があった)。

「一般化された U 双対性」を、超重力理論にとどまらず、ブレーンの世界体積理論において理解できるかを調べること。

これら以外にも、T 双対性や U 双対性をどれだけ一般的に拡張できるかを探ることも目標とした。

3. 研究の方法

「一般化された T 双対性」は Poisson-Lie T-duality と呼ばれており、その特別な場合として非可換 T 双対性や Yang-Baxter 変形と呼ばれるものが存在する。研究開始当初において、Yang-Baxter 変形は double field theory の定式化を用いると非常に明確に議論できることがわかっており、これを拡張することで Poisson-Lie T-duality の double field theory を用いた定式化に取り組んだ。さらに、double field theory と exceptional field theory の類似点に着目し、「一般化された T 双対性」の「一般化された U 双対性」への拡張に取り組んだ。

4. 研究成果

本研究で得られた様々な成果について、テーマごとに ~ に分類してまとめる。
(以下では論文番号には arXiv のプレプリント番号を用いる)

(1) 本研究を進める上での基礎となる研究

超弦理論・M 理論に現れるブレーンの分類と変形された超重力理論

超弦理論・M 理論をトーラスでコンパクト化した場合、D ブレーンなどのよく知られた物体以外に、エキゾチックブレーンと呼ばれる物体が現れる。論文[arXiv:1805.12117]では、3 次元以上の時空へコンパクト化された理論において、どれだけのエキゾチックブレーンが存在するかを分類し、それぞれのブレーンと結合するゲージ場(mixed-symmetry potential)を同定した。

論文[arXiv:1907.07177]では、 E_{11} プログラムと呼ばれるアプローチに基づき、同様の解析をより徹底的に行った。

さらに、それぞれの mixed-symmetry potential が T 双対性変換や S 双対変換の下でどのように変換するかという変換則を、論文[arXiv:1805.12117] では非線形部分は無視

して求めた。非線形部分も含めたより詳しい解析を行うため、新たな手法を論文 [arXiv:1909.01335] で開発した。そして、この手法を用い、論文 [arXiv:1910.10144] では様々な mixed-symmetry potential の双対性の下での変換則を求めた。論文 [arXiv:1805.12117] では、さらに、様々な変形された超重力理論を提案した。10次元の massive type IIA 超重力理論と呼ばれる変形された超重力理論は、D8 ブレーンと呼ばれるドメインウォールブレーンが存在する時空における超重力理論である。より低次元の時空を考えると、D8 ブレーン以外にも様々なドメインウォールブレーン(エキゾチックブレーン)が存在し、これらのそれぞれが変形した超重力理論を与える。これらの変形された超重力理論を exceptional field theory から導く方法を示した。

一般化された超重力理論と超弦理論

非可換 T 双対性や Yang-Baxter 変形を実行すると、超重力理論の解は、「一般化された超重力理論」と呼ばれる変形された超重力理論の解へ写像されることが知られていた。しかし、時空が「一般化された超重力理論」の解である場合には、超弦理論の Weyl 対称性が破れると考えられており、これらの時空上で超弦理論を矛盾なく定義できるかは明らかでない。論文 [arXiv:1811.10600] では、Weyl anomaly を相殺する counter term が構築できることを示し、Weyl 対称性の実現可能性について議論した。

Yang-Baxter 変形と TT 変形

非可換 T 双対性の特別な場合として Yang-Baxter 変形があるが、これと類似の変形として、TT 変形と呼ばれるものがある。論文 [arXiv:1811.03050] では、この変形がある種の T 双対性変換の形に表されることを示し、その有限変換の公式を得た。

U 双対性に基づいたブレーンの世界体積理論の定式化

論文 [arXiv:2004.09486] では、T 双対性の文脈で知られていた Born sigma model を、U 双対性版へと拡張することで、様々なブレーンの世界体積理論を U 双対性共変な形に定式化した。

(2) Double field theory を用いた Poisson-Lie T 双対性の記述とその拡張

- 論文 [arXiv:1903.12175] では、非可換 T 双対性および Poisson-Lie T 双対性の結果を double field theory の言語で書き直した。従来の Poisson-Lie T 双対性の研究では、NS-NS セクターに着目したものが多く、Ramond-Ramond 場が Poisson-Lie T 双対性変換の下でどのように変換すべきかという公式は知られていなかった。本研究では、double field theory を活用することで、Ramond-Ramond 場の変換則を一般的に導き、様々な具体例を用いて、その変換則が正しいことを確認した。さらに、従来の Poisson-Lie T 双対性の研究において、dilaton puzzle と呼ばれる問題点が知られていたが、この問題を double field theory を用いることで解消した。さらに、double field theory の flux formulation と呼ばれる定式化を用いて、(spectator 場を含む) Poisson-Lie T 双対性が double field theory の運動方程式の対称性であることを一般的に示した。

- 論文 [arXiv:2102.01069] では、Wess-Zumino-Witten 模型で記述される一般の時空に対して、Poisson-Lie T 双対性と同様の変換を作用させられることを示した。そして、様々な具体例を考えることで超重力理論の新たな解を得た。

- Poisson-Lie T 双対性は Drinfel' d double と呼ばれる Lie 代数に基づいているが、論文 [arXiv:2104.00007] では、Drinfel' d double をある Leibniz 代数へと拡張することで、Jacobi-Lie T-plurality と呼ぶ新たな対称性を見つけた。そして、これが double field theory の運動方程式の対称性であることを一般的に示した。さらに、Jacobi-Lie T-plurality の具体例を考えることで、超重力理論の様々な新たな解を構築した。

(3) Nambu-Lie U 双対性の発見と拡張

- 論文 [arXiv:1911.06320] では、Drinfel' d double という Lie 代数の拡張として Exceptional Drinfel' d Algebra (EDA) という Leibniz 代数を構築した。そして、これを用いることで Poisson-Lie T 双対性の一般化として、Nambu-Lie U 双対性を提案した。また、Yang-Baxter 変形が Poisson-Lie T 双対性の特別な場合であったことに着目し、これを一般化した Yang-Baxter 変形を提案した。ただし、ここでの解析は、U 双対性群が $SL(5)$ の場合に限定されていた。

- ・論文[arXiv:2007.08510]では、このU双対性群をSL(5)から E_6 へと拡張し、その場合のEDAおよびNambu-Lie U双対性を議論した。
- ・論文[arXiv:2009.04454]では、embedding tensor formalismと呼ばれる形式を用いることで、より見通しよくEDAを議論できる枠組みを構築した。そして、これにより、有限次元の範囲で最大のU双対性である E_8 群の場合のNambu-Lie U双対性を定式化した。また、これまでのNambu-Lie U双対性は、M理論におけるNambu-Lie U双対性に関するものだったが、IIB型超重力理論も扱えるよう、EDAの拡張を行った。これにより、M理論とIIB型理論をつなぐNambu-Lie U双対性を実行することも可能となった。
- ・論文[arXiv:1911.06320]では、このNambu-Lie U双対性を、超重力理論ではなく、M2ブレーンの世界体積理論の立場から議論した。
- ・論文[arXiv:2012.13263]では、実際にNambu-Lie U双対性を応用して、超重力理論の様々な解を構築した。この研究により、提案したNambu-Lie U双対性が超重力理論の対称性になっているという傍証が得られた。
- ・Nambu-Lie U双対性は、11次元超重力理論や10次元II型超重力理論などの最大の超対称性を持つ理論における双対性だが、ヘテロ型やI型超重力理論などの、半分の超対称性を持つ超重力理論(half-maximal supergravity)においても同様の一般化された双対性を定式化できると考えられる。そこで、論文[arXiv:2106.02041]では、half-maximal supergravityにおける一般化された双対性を提案した。

(4) 一般化された双対性のさらなる拡張

- ・通常のPoisson-Lie T双対性の拡張として、dressing cosetのPoisson-Lie T双対性と呼ばれる一般化が知られていた。論文[arXiv:2112.14766]では、この対称性を様々なアプローチを用いて調べた。特に、dressing cosetのPoisson-Lie T双対性がdouble field theoryの運動方程式の対称性であることを確認した。
- ・論文[arXiv:2203.16532]では、dressing cosetのU双対性版を議論するため、様々なブレーンに対するgaugedシグマ模型を定式化し、これを用いてdressing cosetのU双対性版であるexceptional dressing cosetについて議論した。まだ不明瞭な点は残されている段階ではあるが、exceptional dressing cosetを研究する上での一つの方向性を与えた。

以上、(1)~(4)の研究により、超重力理論およびブレーン理論を用いて、一般化されたT双対性を一般化されたU双対性へと拡張した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 18件 / うち国際共著 8件 / うちオープンアクセス 17件）

| | |
|--|--------------------|
| 1. 著者名 Sakatani Yuho | 4. 巻 2022 |
| 2. 論文標題 Poisson-Lie T-plurality for dressing cosets | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics | 6. 最初と最後の頁 1-82 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptac079 | 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 Sakatani Yuho, Uehara Shozo | 4. 巻 2022 |
| 2. 論文標題 Gauged sigma models and exceptional dressing cosets | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics | 6. 最初と最後の頁 1-33 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptac098 | 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 Edvard T. Musaev, Yuho Sakatani | 4. 巻 104 |
| 2. 論文標題 Non-Abelian U duality at work | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Physical Review D | 6. 最初と最後の頁 1-23 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.104.046015 | 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 Yuho Sakatani | 4. 巻 2021 |
| 2. 論文標題 Poisso-Lie T-plurality for WZW backgrounds | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics | 6. 最初と最後の頁 1-25 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptab054 | 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 Jose J. Fernandez-Melgarejo, Yuho Sakatani | 4. 巻 11 |
| 2. 論文標題 Jacobi-Lie T-plurality | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 SciPost Physics | 6. 最初と最後の頁 1-39 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21468/SciPostPhys.11.2.038 | 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 Yuho Sakatani | 4. 巻 2022 |
| 2. 論文標題 Half-maximal extended Drinfel ' d algebras | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics | 6. 最初と最後の頁 1-37 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptab166 | 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 Yuho Sakatani, Shozo Uehara | 4. 巻 Volume 2020, Issue 7 |
| 2. 論文標題 Born sigma model for branes in exceptional geometry | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental 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) 10.1093/ptep/ptaa081 | 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 Emanuel Malek, Yuho Sakatani, Daniel C. Thompson | 4. 巻 2021 |
| 2. 論文標題 E6(6) exceptional Drinfel ' d algebras | 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/JHEP01(2021)020 | 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 Yuho Sakatani | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Extended Drinfel ' d algebras and non-Abelian duality | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental 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) 10.1093/ptep/ptaa188 | 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 Yuho Sakatani | 4. 巻 Volume 2019, Issue 7 |
| 2. 論文標題 Type II DFT solutions from Poisson-Lie T-duality/plurality | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental 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) 10.1093/ptep/ptz071 | 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 Jose J. Fernandez-Melgarejo, Yuho Sakatani, Shozo Uehara | 4. 巻 Volume 2020, Issue 5 |
| 2. 論文標題 Exotic branes and mixed-symmetry potentials. I. Predictions from E11 symmetry | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental 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) 10.1093/ptep/ptaa021 | 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 Jose J. Fernandez-Melgarejo, Yuho Sakatani, Shozo Uehara | 4. 巻 Volume 2020, Issue 5 |
| 2. 論文標題 Exotic branes and mixed-symmetry potentials II: Duality rules and exceptional p-form gauge fields | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental 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) 10.1093/ptep/ptaa022 | 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 Yuho Sakatani | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Duality rules for more mixed-symmetry potentials | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental 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) なし | 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 Yuho Sakatani | 4. 巻 Volume 2020, Issue 2 |
| 2. 論文標題 U -duality extension of Drinfel' d double | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental 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) 10.1093/ptep/ptz172 | 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 Yuho Sakatani, Shozo Uehara | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Non-Abelian U-duality for membrane | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental 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) なし | 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 Jose J. Fernandez-Melgarejo, Tetsuji Kimura, Yuho Sakatani | 4. 巻 1809 |
| 2. 論文標題 Weaving the Exotic Web | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics | 6. 最初と最後の頁 1 ~ 84 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP09(2018)072 | 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 Thiago Araujo, Eoin O Colgain, Yuho Sakatani, M.M. Sheikh-Jabbari, Hossein Yavartanoo | 4. 巻 1903 |
| 2. 論文標題 Holographic integration of $T\bar{T}$ & $J\bar{J}$ via $O(d,d)$ | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics | 6. 最初と最後の頁 1 ~ 25 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP03(2019)168 | 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 Jose J. Fernandez-Melgarejo, Jun-ichi Sakamoto, Yuho Sakatani, Kentaroh Yoshida | 4. 巻 122 |
| 2. 論文標題 Weyl Invariance of String Theories in Generalized Supergravity Backgrounds | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Physical Review Letters | 6. 最初と最後の頁 111602-1 ~ -6 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.122.111602 | 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 |

〔学会発表〕 計15件(うち招待講演 1件/うち国際学会 4件)

| |
|--|
| 1. 発表者名 酒谷雄峰、上原正三 |
| 2. 発表標題 Gauged sigma models and exceptional dressing cosets |
| 3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Falk Hassler、酒谷雄峰 |
| 2. 発表標題 一般化された U-duality と gauged supergravity |
| 3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 酒谷雄峰 |
| 2. 発表標題 Non-Abelian duality in half-maximal supergravities |
| 3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 酒谷雄峰 |
| 2. 発表標題 Poisson-Lie T-plurality for dressing cosets |
| 3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 酒谷雄峰 |
| 2. 発表標題 Extended Drinfel'd algebras and non-Abelian duality |
| 3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 酒谷雄峰 |
| 2. 発表標題 Type II DFT solutions from Poisson-Lie T-duality/plurality |
| 3. 学会等名 名古屋大学 E研 セミナー |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 酒谷雄峰 |
| 2. 発表標題 Type II DFT solutions from Poisson-Lie T-duality/plurality |
| 3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 酒谷雄峰 |
| 2. 発表標題 Poisson-Lie T双対性と非可換U双対性 |
| 3. 学会等名 北里大学理学部物理学科 量子物理学講座 セミナー |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 酒谷雄峰 |
| 2. 発表標題 Drinfel'd doubleの一般化と非可換U双対性 |
| 3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 酒谷雄峰 |
| 2. 発表標題 Weaving the Exotic Web |
| 3. 学会等名 Geometry, Duality and Strings 2018 (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 酒谷雄峰 |
| 2. 発表標題 Weaving the Exotic Web |
| 3. 学会等名 Strings and Fields 2018 (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Jose J. Fernandez-Melgarejo, 木村哲士, 酒谷雄峰 |
| 2. 発表標題 Weaving the Exotic Web |
| 3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 酒谷雄峰 |
| 2. 発表標題 超弦理論におけるブレーンと変形された超重力理論 |
| 3. 学会等名 第8回日大理工・益川塾連携シンポジウム |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 酒谷雄峰 |
| 2. 発表標題 Yang-Baxter deformations and local $O(d,d)$ transformation |
| 3. 学会等名 KEK Theory workshop 2018 (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 酒谷雄峰 |
| 2. 発表標題 Double/Exceptional Field Theory and Generalized Supergravity; Type II DFT solutions from Poisson-Lie T-duality/plurality |
| 3. 学会等名 String: T-duality, Integrability and Geometry (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 | | | |
|---------|-----------------------------|---------|--|--|
| ロシア連邦 | MIPT | | | |
| スペイン | Universidad de Murcia | | | |
| ドイツ | Albert Einstein Institute | | | |
| 英国 | Swansea University | | | |
| スペイン | Universidad de Murcia | | | |
| 韓国 | APCTP | Postech | | |
| イラン | IPM | | | |
| 中国 | Chinese Academy of Sciences | | | |