

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：33924

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2023

課題番号：18K13541

研究課題名（和文）高次元極限を用いた高次元重力理論におけるブラックホールダイナミクスの理論的研究

研究課題名（英文）Theoretical Study of Black hole dynamics in Higher dimensional gravity using the large D limit

研究代表者

鈴木 良拓（Suzuki, Ryotaku）

豊田工業大学・工学（系）研究科（研究院）・ポストドクトラル研究員

研究者番号：90711490

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：時空次元が大きいとして近似する高次元極限を用いて、高次元重力理論におけるブラックホールの非線形ダイナミクスを理論的に解明した。時空次元が5以上の高次元時空では、ブラックホールは4次元時空においては存在しない球面以外の形状や不安定性、それに付随する非線形ダイナミクスなど、豊かな物理を持つが、4次元における従来の手法を用いることができないため、対称性の高い場合を除いて解析は困難であった。高次元極限では、対称性の有無に関わらず重力の方程式が劇的に簡略化するため、本手法を用いて、様々な対称性の低いブラックホールや、非線形ダイナミクスを、高度な数値計算を用いることなく理論的に解明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

量子重力理論の候補である超弦理論が预言する高次元時空の存在は未だ検証されていない。そこで、理論的に時空のダイナミクスを解明することと、超弦理論や量子重力理論の解明に寄与することが期待される。本研究では、高次元極限を用いた手法が、高次元時空において理論や形状を問わず様々なブラックホールのダイナミクスに対し幅広く適用できることがわかった。今後、修正重力理論などより一般的な理論の解析に本手法を応用することで、高次元ブラックホール研究がより一層進展することが期待される。

研究成果の概要（英文）：Using "the large D limit" which assumes large spacetime dimensions, we theoretically elucidated the non-linear dynamics of black holes in high-dimensional gravity theories. In spacetimes with dimensions greater than 4, black holes exhibit rich physics such as horizon shapes beyond spherical ones, new instabilities accompanied by non-linear dynamics which do not exist in 4-dimensional spacetime. However, conventional methods in 4 dimensions cannot be applied to those phenomena in higher dimensions, except for highly symmetric cases. In the large D limit, the gravitational equation dramatically simplifies regardless of symmetry, allowing us to reach the theoretical understanding of various low-symmetry black holes and non-linear dynamics without using the numerical analysis.

研究分野：一般相対論

キーワード：ブラックホール 一般相対論 高次元時空 高次元極限 修正重力理論

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

物理学において基本的な4つの力のうち、ミクロな物理を支配する電磁気力・弱い力・強い力は場の量子論の考え方のもと、素粒子標準模型によって統一的に記述されている。ところが、マクロな物理において支配的な重力を記述する一般相対性理論は量子論の枠組みでは記述できておらず、量子重力理論の正しい定式化は現状では分かっていない。量子重力を含む究極理論の候補と考えられている超弦理論は4より大きい次元を持つ**高次元時空**の存在を预言する。高次元時空の存在は現状では実験的に検証されていないが、将来の検証に備え高次元時空がどのような配位を取りうるか理論的に確認しておくことが重要である。

特に高次元時空のダイナミクスを理解する上で、時空がとりうる安定的な終状態として定常ブラックホール解の理解が重要となるが、高次元における定常解の分類はその数学的困難のため進んでいないのが現状である。4次元における定常ブラックホールは球状の回転ブラックホールであるカー解ただ一つに限られることが知られているが、5次元時空においてはブラックリング解を始めとして、球面以外の様々な形状のブラックホールが知られている。5以上の一般次元においても同様に球面以外の形状の解が無数に存在することが期待されるが、系統的な厳密解の構成法が分かっていないため、現状では一般次元における解の完全な構成・分類はできていない。そこで5次元以上の高次元では解の存在を調べるために、近似的な手法や数値解法が用いられてきた。

2. 研究の目的

本研究では、時空次元を十分に大きいものとして近似を行う高次元近似の手法を用いて高次元重力理論におけるブラックホール解を解析し、そのダイナミクスを理論的・系統的に明らかにする。高次元近似を用いることで座標依存性を一つ減らすことができるため、これまで対称性が低く数値解法に頼る必要があった解についても解析的な取り扱いが容易になる。

3. 研究の方法

時空の次元 D を十分に大きいものとして近似する高次元極限では、次元数の逆数 $1/D$ を小パラメータとして展開することで、一般的に解析の困難な重力方程式が劇的に簡単化される。特に、高次元におけるブラックホールダイナミクスは、時空次元 D が大きくなると、(a)ブラックホール半径 r_0 の逆数程度の**低振動数ゆらぎ**、と (b) $O(D/r_0)$ 程度の**高振動数ゆらぎ**、の2つのセクターに分離していく。これにより高次元極限では、低振動数セクターはホライズン近傍に集積し、ホライズン面上で完結する有効場の系(高次元有効理論)として記述することが可能になる。一方、高振動数セクターの影響は $O(e^{-D})$ となり無視できる。すなわち、非線形かつ多自由度な偏微分方程式であり、一般に解くことが困難なアインシュタイン方程式が、より変数自由度が少なく解析の容易なホライズン面上の有効場の方程式に帰着する。時空全体でアインシュタイン方程式を解く替わりに、この高次元有効理論をホライズン面上で解けばいいため、従来であれば厳密解が求まらず数値計算に頼る必要のあった対称性の低いブラックホールが近似解を用いて解けるなど、高次元ブラックホールに特徴的な物理の解析が劇的に簡単になる。

以上の高次元極限や高次元有効理論を用いて、高次元ブラックホールの理論研究を行った。

4 . 研究成果

(1). 高次元近似による対称性の低い高次元ブラックホール解の研究

高次元における時空のダイナミクスを理解するために、高次元極限を用いて高次元ブラックホール、特に従来の手法では解析が困難な対称性の低い高次元ブラックホールについて以下の成果を得た。

(i) 高次元有効理論の応用

ホライズン上の有効理論である高次元有効理論に時間に関して単調な物理量として新たに「エントロピー」を導入し、実際にエントロピーを用いて様々なブラックホールの不安定性を捉えた。また、従来の高次元有効理論では複数のブラックホール同士の相互作用を扱うことができなかったが、一つ一つの孤立したブラックホールを一つのシート上のブラックホール(ブラックブレーン)上の「こぶ」(プロブ)と同一視することで、ブラックホールの合体や分裂につながるような不安定性を容易に扱うことができる**プロブ近似**の手法を発展させた。本成果は以下の論文で発表された。

"Entropy production and entropic attractors in black hole fusion and fission",
T. Andrade, R. Emparan, A. Jansen, D. Licht, R. Luna, **R. Suzuki**, JHEP **08**, 098 (2020)
"Black hole interactions at large D : brane blobology", **R. Suzuki**, JHEP **02**, 131 (2021)

(ii) 対称性の低い高次元ブラックホールの非線形ダイナミクス

高次元有効理論やそれを応用したプロブ近似の手法を用いて、回転や自己重力、負の宇宙項など様々な因子によって変形する高次元ブラックホールの非線形ダイナミクスを解明した。本成果は以下の論文で発表された。

"Black Ripples, Flowers and Dumbbells at large D ",
D. Licht, R. Luna and **R. Suzuki**, JHEP **04**, 108 (2020)
"Dynamics of Myers-Perry black holes with almost equal angular momenta in odd dimensions",
R. Suzuki and S. Tomizawa, JHEP **10**, 166 (2023),
"Squashed black holes at large D ", **R. Suzuki** and S. Tomizawa, JHEP **12**, 194 (2021)
"Black Tsunamis and Naked Singularities in AdS ",
R. Emparan, D. Licht, **R. Suzuki**, M. Tomašević and B. Way, JHEP **02**, 90 (2022)
"The large D effective theory of black strings in AdS ",
D. Licht, **R. Suzuki** and B. Way, JHEP **12**, 146 (2022)
"Holographic duals of evaporating black holes",
R. Emparan, R. Luna, **R. Suzuki**, M. Tomašević, B. Way, JHEP **05**, 182 (2023)

(2) 高次元極限における高振動自由度の研究

高次元極限における低振動自由度はホライズン面上で定義される高次元有効理論として定式化されている。一方、振動数が $O(D/r_0)$ 程度の高振動自由度の扱いは、十分に定式化されておらず、理解が進んでいない。そこで、高次元有効理論で扱うことができない高振動自由度が重要となる現象の一つとして、**定常解のトポロジー転移**の問題を研究した。この現象では、パラメータの変化に伴って、あるトポロジーを持つ定常解が特異な臨界解を経て別のトポロジーを持つ定常解に転移する。その際、臨界解の時空では物理量が無限大になる点が現れるため数値解析によって直接転移の存在を示すことはこれまで困難であった。私は一定のスケール仮定のもと高次元極限をとることで、アインシュタイン方程式が、微分幾何学においてよく知られた**リッチフロー方程式**に帰着することを解明した。さらに、リッチフロー方程式の解が特異点を伴うトポロジー転移を記述することを示した。特にコンパクト化時空中のブラックストリング-ブラックホール間のトポロジー転移については既知のリッチフロー解(King-Rosenau 解)を用いて具体的な解析解を得ることができた。これによ

り、数値解析により示唆されていたトポロジー転移の存在を理論的に示すことができた。本成果は以下の論文で発表された。

"Topology-changing horizons at large D as Ricci flows",
R. Emparan and **R. Suzuki**, JHEP **07**, 094 (2019)

(3)高次元近似を用いた高次曲率重力理論の研究

高次元時空では、超弦理論における量子補正から、曲率に関する高次の補正が予言され、一般相対性理論に高次曲率補正を加えた修正重力理論が提案されている。修正重力理論では、重力方程式が一般相対性理論に比べ著しく煩雑になるため、従来の解析法が適用できず、一般相対性理論では厳密解が知られている回転ブラックホールですら厳密解は見つかっていない。本研究では、曲率の2乗項までの補正を含む Einstein-Gauss-Bonnet 理論において、高次元有効理論を適用することで、回転ブラックホール解の導出に成功した。また、同理論におけるブラックストリングのダイナミクスを高次元有効理論を用いて解析し、一般相対性理論と同様にエントロピー増大則が成り立つことを確認した。本成果は以下の論文で発表された。

"Rotating black holes at large D in Einstein-Gauss-Bonnet theory",

R. Suzuki and S. Tomizawa, Phys. Rev. D **106**, 024018 (2022)

"Phase and stability of black strings in Einstein-Gauss-Bonnet theory at large D ",

R. Suzuki and S. Tomizawa, JHEP **02**, 101 (2023)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 20件 / うち国際共著 7件 / うちオープンアクセス 23件）

1. 著者名 Eiki Kagohashi, Ryotaku Suzuki, Shinya Tomizawa	4. 巻 2403.18533
2. 論文標題 Innermost stable circular orbits around a spinning black hole binary	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 e-Print	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) 10.48550/arXiv.2403.18533	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 Ryotaku Suzuki, Shinya Tomizawa	4. 巻 2403.17796
2. 論文標題 Solution Generation of a Capped Black Hole	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 e-Print	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) 10.48550/arXiv.2403.17796	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 Tomizawa Shinya, Suzuki Ryotaku	4. 巻 109
2. 論文標題 Static equilibrium of multi-black holes in expanding bubbles in five dimensions	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.109.104067	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 Suzuki Ryotaku, Tomizawa Shinya	4. 巻 109
2. 論文標題 New construction of a charged dipole black ring by the Harrison transformation	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.109.084020	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 Suzuki Ryotaku, Tomizawa Shinya	4. 巻 109
2. 論文標題 Capped black hole in five dimensions	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.L121503	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 Tomizawa Shinya, Suzuki Ryotaku	4. 巻 108
2. 論文標題 Causality of photon propagation under dominant energy condition in nonlinear electrodynamics	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.108.124072	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 Ren Tsuda, Ryotaku Suzuki, Shinya Tomizawa	4. 巻 2308.02146
2. 論文標題 Existence conditions of nonsingular dyonic black holes in nonlinear electrodynamics	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 e-Print	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) 10.48550/arXiv.2308.02146	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 Suzuki Ryotaku, Tomizawa Shinya	4. 巻 2023
2. 論文標題 Dynamics of Myers-Perry black holes with almost equal angular momenta in odd dimensions	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)166	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 Suzuki Ryotaku, Tomizawa Shinya	4. 巻 105
2. 論文標題 Stable bound orbits around static Einstein-Gauss-Bonnet black holes	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.105.124033	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 Suzuki Ryotaku, Tomizawa Shinya	4. 巻 2022
2. 論文標題 Einstein-Gauss-Bonnet black strings at large	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/JHEP09(2022)135	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 Tomizawa Shinya, Suzuki Ryotaku	4. 巻 106
2. 論文標題 Black lens in a bubble of nothing	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.106.124029	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 Licht David, Suzuki Ryotaku, Way Benson	4. 巻 2022
2. 論文標題 The large D effective theory of black strings in AdS	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/JHEP12(2022)146	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 Suzuki Ryotaku, Tomizawa Shinya	4. 巻 2023
2. 論文標題 Phase and stability of black strings in Einstein-Gauss-Bonnet theory at large D	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)101	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 Empanan Roberto, Luna Raimon, Suzuki Ryotaku, Toma?evi? Marija, Way Benson	4. 巻 2023
2. 論文標題 Holographic duals of evaporating black holes	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/JHEP05(2023)182	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 Isomura Kenshin, Suzuki Ryotaku, Tomizawa Shinya	4. 巻 107
2. 論文標題 Particle motions around regular black holes	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.107.084003	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 Tsuda Ren, Tomizawa Shinya, Suzuki Ryotaku	4. 巻 107
2. 論文標題 Acoustic black and white holes of potential flow in a tube	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.107.104020	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 Suzuki Ryotaku, Tomizawa Shinya	4. 巻 2021
2. 論文標題 Squashed black holes at large D	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/JHEP12(2021)194	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 Empanan Roberto, Licht David, Suzuki Ryotaku, Toma?evi? Marija, Way Benson	4. 巻 2022
2. 論文標題 Black tsunamis and naked singularities in AdS	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/JHEP02(2022)090	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 Licht David, Luna Raimon, Suzuki Ryotaku	4. 巻 2022
2. 論文標題 Lattice black branes at large D	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)063	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 Andrade Tom?s, Empanan Roberto, Jansen Aron, Licht David, Luna Raimon, Suzuki Ryotaku	4. 巻 2020
2. 論文標題 Entropy production and entropic attractors in black hole fusion and fission	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)098	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 Suzuki Ryotaku	4. 巻 2021
2. 論文標題 Black hole interactions at large D: brane blobology	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/JHEP02(2021)131	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 Emparan Roberto, Suzuki Ryotaku	4. 巻 2019
2. 論文標題 Topology-changing horizons at large D as Ricci flows	5. 発行年 2019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/JHEP07(2019)094	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 Licht David, Luna Raimon, Suzuki Ryotaku	4. 巻 2020
2. 論文標題 Black ripples, flowers and dumbbells at large D	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/JHEP04(2020)108	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30件(うち招待講演 11件/うち国際学会 10件)

1. 発表者名 鈴木良拓, 富沢真也
2. 発表標題 Dynamics of Myers-Perry black holes with almost equal angular momenta at large D
3. 学会等名 第24回特異点研究会, 日本大学, 2023年8月30日-9月1日
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木良拓, 富沢真也
2. 発表標題 Dynamics of Myers-Perry black holes with nearly equal angular momenta at large D
3. 学会等名 日本物理学会 第78回年次大会, 東北大学, 2023年9月16-19日
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ryotaku Suzuki, Shinya Tomizawa
2. 発表標題 Spherical black holes with nontrivial domain of outer communication in D=5 minimal supergravity
3. 学会等名 The 32nd Workshop on General Relativity and Gravitation in Japan(JGRG32), Nagoya University, Japan, 27 Nov-1 Dec 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木良拓, 富沢真也
2. 発表標題 Capped Black Hole in Five Dimensions
3. 学会等名 「一般相対論と幾何」研究会, 名古屋大学, 2024年2月8-9日
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 鈴木良拓, 富沢真也
2. 発表標題 Capped Black Hole in Five Dimensions
3. 学会等名 「時空と重力」研究会, 大阪工業大学, 2024年3月4-5日 (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 鈴木良拓, 富沢真也
2. 発表標題 Capped Black Hole II: non-uniqueness of spherical black holes
3. 学会等名 日本物理学会 2024年春季大会, オンライン, 2024年3月18-21日
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Ryotaku Suzuki, Shinya Tomizawa
2. 発表標題 Stable bound orbits around Einstein-Gauss-Bonnet black holes
3. 学会等名 23rd International Conference on General Relativity and Gravitation (GR23), Beijing, China (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryotaku Suzuki, Shinya Tomizawa
2. 発表標題 Large coupling limit in Einstein-Gauss-Bonnet theory
3. 学会等名 Fundamental aspects of gravity, Imperial College London, UK (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryotaku Suzuki, Shinya Tomizawa
2. 発表標題 Stable bound orbits around static Einstein-Gauss-Bonnet black holes
3. 学会等名 日本物理学会 2022年秋季大会, 岡山理科大
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryotaku Suzuki, Shinya Tomizawa
2. 発表標題 Rotating black holes at large D in Einstein-Gauss-Bonnet theory
3. 学会等名 日本物理学会 2022年秋季大会, 岡山理科大
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryotaku Suzuki, Shinya Tomizawa
2. 発表標題 Rotating black holes at large D in Einstein-Gauss-Bonnet theory
3. 学会等名 JGRG31, The University of Tokyo (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木良拓
2. 発表標題 高次元ブラックホール研究の最近の進展について -高次元極限法による解析的アプローチの発展-
3. 学会等名 第35回理論懇シンポジウム, コラッセふくしま, 福島 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木良拓, 富沢真也
2. 発表標題 Gauss-Bonnet black strings at large D
3. 学会等名 第23回特異点研究会, イールーム名駅前A, 名古屋
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryotaku Suzuki, Roberto Emparan, Raimon Luna, Marija Tomasevic, Benson Way
2. 発表標題 Holographic dual of evaporating black holes
3. 学会等名 セミナー, 名古屋大学, (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ryotaku Suzuki, Shinya Tomizawa
2. 発表標題 Einstein-Gauss-Bonnet Black holes at large D
3. 学会等名 6th international conference on Holography, String Theory and Spacetime, Da Nang, Vietnam (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ryotaku Suzuki, Shinya Tomizawa
2. 発表標題 Phase and stability of Einstein-Gauss-Bonnet black strings at large D
3. 学会等名 日本物理学会 2023年春季大会, オンライン
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木良拓
2. 発表標題 Phase and Stabilities of AdS black strings at large D
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木良拓
2. 発表標題 高次元有効理論におけるプロブ近似
3. 学会等名 ブラックホール研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryotaku Suzuki
2. 発表標題 Squashed black holes at large D
3. 学会等名 Japan Gravitation and General Relativity meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木良拓
2. 発表標題 Squashed black holes at large D
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木良拓
2. 発表標題 Topology-changing horizons at large D as Ricci flow
3. 学会等名 日本物理学会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryotaku Suzuki
2. 発表標題 Brane blobology in large D effective theory
3. 学会等名 online JGRG (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木良拓
2. 発表標題 Black Ripples, Dumbbells and Flowers at large D
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryotaku Suzuki
2. 発表標題 Topology-changing horizons at large D as Ricci flow
3. 学会等名 Large D and holography workshop, University of Utrecht, Dutch (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryotaku Suzuki
2. 発表標題 Merging horions at large D
3. 学会等名 22nd International Conference on General Relativity and Gravitation (GR22), Valencia, Spain (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木良拓
2. 発表標題 Topology-changing horizons at large D as Ricci flows
3. 学会等名 日本物理学会、秋季大会、山形大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryotaku Suzuki
2. 発表標題 Topology-changing horizons at large D as Ricci flows
3. 学会等名 多弦セミナー、名古屋大学(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木良拓
2. 発表標題 Bumpy Black holes, Black Flowers and Black Dumbbells
3. 学会等名 特異点研究会、秋田大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryotaku Suzuki
2. 発表標題 Large D limit of General Relativity: Near-boundary structure and Ricci flow
3. 学会等名 Seminar, CENTRA, Lisbon(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木良拓
2. 発表標題 Large D limit of Conifold horizons
3. 学会等名 第20回特異点研究会、九州大学
4. 発表年 2018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			
スペイン	バルセロナ大学	バレンシア大学		
フランス	パリ工科大, エコール・ポリテクニク			
スペイン	バルセロナ大学			