

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：32606

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H01091

研究課題名(和文) アインシュタイン方程式と3次元モジュライ空間論の新展開

研究課題名(英文) The Einstein Equation and Three Dimensional Manifolds

研究代表者

山田 澄生 (Yamada, Sumio)

学習院大学・理学部・教授

研究者番号：90396416

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,680,000円

研究成果の概要(和文)：5次元アインシュタイン時空の構造を、解析学、幾何学、位相幾何学および理論物理学を用いて多角的な観点から解明した。特に定常時空においてアインシュタイン計量を調和写像を用いて明示的に構成し、その幾何学的構造を解明したことを介して、数理相対論の幾何学的な知見に貢献した。計画当初は漸近平坦な時空のみを研究対象に挙げていたが、4年目において空間的に周期性を持つ漸近的に平坦ではない時空を我々の方法論を用いて構成できたことは予想外の研究成果となった。さらにこのアインシュタイン方程式のソリトン(孤立波)解は重力インスタントンを誘導することから、4次元のリーマン幾何学に新たな展開を導くことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

重力波天文学の創始という科学史上稀有の進展と時を同じくして、アインシュタイン方程式の内包する幾何学を、数学と物理学の分野融合的な観点から解明することの意義は大きい。今回の研究課題を牽引したグループにおいて、専門分野の異なるメンバーが協働することで、相対性理論に関する問題意識を先鋭化することに成功したことは、我が国の研究環境の活性化にも直結したと考える。

研究成果の概要(英文)：We have investigated the geometric structure of 5-dimensional Einstein spacetimes from the multiple viewpoints of partial differential equations, differential geometry, differential topology, and theoretical physics. In particular we succeeded in formulating the stationary Einstein spacetime with axial symmetries as harmonic map, and show the existence and uniqueness of such maps under a set of natural boundary conditions. Through these results, we have contributed to the field of mathematical relativity. On the other hand, even though we were initially only interested in asymptotically flat (AF) spacetimes, by considering space-periodic, non-AF static spacetimes, we managed to construct a family of 5 dimensional gravitational solitons, which in turn induced a 4-dimensional gravitational instanton of generic holonomy, which is an unexpected development.

研究分野：微分幾何学

キーワード：アインシュタイン方程式 調和写像 変分法 微分幾何学 ハミルトン形式 非線形偏微分方程式

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

まず2次元多様体のモジュライ空間論は、微分幾何学、代数幾何学および複素関数論の交差点として近代数学を牽引してきた反面、3次元多様体のモジュライ理論は未だ統一的な枠組みが存在しないという背景があった。本研究課題ではブラックホールを源とする重力波検出によって改めて見直されている一般相対性理論の数学的堅牢性に大いに触発されて、3次元多様体のモジュライ空間の定式化を遂行することを目指した。特に、4+1次元アインシュタイン時空に定義される複数のハミルトニアンを、事象の地平線/ブラックホールとして現れるコンパクト3次元部分多様体の形状を表現するモジュライと考えることでポアンカレ・ケーベの一意化定理の高次元化としての山辺の理論のあらたな展開を計画した。

### 2. 研究の目的

4+1次元アインシュタイン時空に関する4つのテーマを提案した。

主題 (I) : 4+1次元アインシュタイン方程式のハミルトニアン形式化

主題 (II) : 4次元リーマン多様体内の特異葉を含む葉層構造の構成

主題 (III) : ペンローズ等式下での葉層構造の解析的実現

主題 (IV) : 事象の地平線の部分多様体論と山辺の理論

これらを統合することで、ポアンカレ・ケーベの一意化定理の高次元化を実現することを目的とした。

### 3. 研究の方法

本研究の実装には、微分幾何学、微分トポロジー、理論物理学、そして偏微分方程式の専門家の協働が不可欠であった。そのために幾何学班、解析班および数理物理班という3つの研究グループを構成することで、参画する各研究者の専門性を活かした研究分担の体制を構成した。4+1次元アインシュタイン方程式の重力崩壊を体現するブラックホール解の形状という高度な非線形性をもつ数学的現象を解明するにあたって、研究目的で述べたハミルトニアン形式、モース理論、曲率流、変分法という4つの主題 (I)~(IV)をめぐっての3つの研究グループ間の問題意識の共有が本研究計画の中核をなした。

### 4. 研究成果

2017年度：まず5次元真空アインシュタイン時空の構成を2軸対称性のもとで行った。具体的な構成は、アインシュタイン方程式をエルンストの還元法を用いて調和写像と同一視することで、漸近的に定義されるディリクレ問題の解としてアインシュタイン計量を求めた。この結果は、研究代表者(山田)と連携研究者(Khuri, Weinstein)による2本の論文として発表し、2018年度に *Communication of Mathematical Physics* および *Progress of Theoretical and Experimental Physics* に掲載された。これらの結果は、数理物理学者たちによってこの20年間得られてきた5次元定常時空の厳密解の構成法(可積分系の逆散乱法)と本質的に異なるものであり、定常解のモジュライ空間の幾何学的性質を理解する上で、数理相対論の研究者の間では大きな進展と考えられている。一方で解析的なアプローチとしては、2軸対称性を持つアインシュタイン時空内の超曲面の動きを、半平面上の曲線の発展方程式と捉えることで、事象の地平線を含む超曲面の曲率流による時間発展を解析する手法の定式化を行った。この定式化を用いてミンコフスキー空間を含む明示的なアインシュタイン時空における曲率流の解析を進めた。

2018年度：上記のディリクレ問題の境界条件の持つ離散的な情報(軸構造)を用いて、分担者(松本)および連携研究者(Khuri, Weinstein)とともにブラックホールの外的領域の位相的分類を4次元多様体の plumbing という構成法を用いて行い、5次元時空の位相的な分類を完成させた。その結果は論文として *Transactions of American Mathematical Society* に掲載された。4次元真空アインシュタイン時空の外的領域は位相的には自明なものしかないとわかっており、5次元はブラックホールの外的領域(Domain of Outer Communications)に非自明な位相空間が現れる最初の次元である。今回我々が得た結果は、完全な位相的な分類として既に多くの引用をされており、低次元微分位相幾何学の一般相対性理論への応用として国際的に認知されている。理論物理学の専門家のみでは達成し得なかったこの研究成果においては、分野融合型の本研究グループの本領が発揮できたと自負している。アインシュタイン方程式によって誘導される5次元時空上で展開される幾何学は、ローレンツ幾何学とリーマン幾何学の連動という意味で新規性があり、計画2年目において5次元定常時空の構成という目的を達成し、その幾何学および解析的な性質の理解を深めたという点で、当初の計画にあげた課題(主題I)を達成した。

2019年度：計画2年目において、本研究課題の次なる問題意識であるブラックホールのもつ特異点としての幾何学的定式化を山辺の理論を介して実行していく理論的な基盤の整備が終了した状況において、研究計画第3年度11月に開催した国際研究集会 "Geometric Analysis and

General Relativity"を中心として、アインシュタイン方程式を満たす時空の幾何学的構造に関する研究活動を進めた。東京大学駒場キャンパスにおいて行われた国際研究集会"Geometric Analysis and General Relativity"においては、海外から7名の Mathematical Relativity の最先端の研究者に加え、国内から若手の研究者を募り、一般相対性理論と幾何解析に関する分野融合的な情報発信を行った。本研究課題の中心となるアインシュタイン方程式を介して、国外からの参加者からも、学際的な切り口は好評であり、国境および世代を超えた活発な議論の場を提供できたことは、本研究グループにとっても大きな手応えとなった。研究代表者は、本研究課題とは技術的には直接な関係のない距離空間の幾何学に関わってきた。しかしながら H. Busemann および A.D. Alexandrov によって時間的な距離空間という半世紀前に提唱された分野における研究代表者の近年の研究が期せずしてアインシュタイン時空という本研究課題と関連するに至り、本年度には Timelike Funk and Hilbert Geometries という論文を発表し、国際専門誌 Differential Geometry and its Application に掲載された。

2020 年度：年度の初めにコロナ禍の勃発のもと、本研究グループの活動は大きな制約を受けたが、小規模の研究グループに分かれて遠隔で、前年度までに培った問題意識を基盤として研究打ち合わせを継続することができたことは、不幸中の幸いであった。研究代表者(山田)は、当初計画していた漸近平坦なブラックホール時空の構成を変更し、必ずしも漸近平坦ではない(Kasner 型漸近挙動を持つ)ブラックホールのない時空の構成を行った。ブラックホールが内包する重力崩壊による特異点の存在しない時空はシステムとして閉じており、幾何学的なパラメーターの制御が比較的容易であることから、位相幾何学的な特徴付けに関して興味深い結果を得ることができたことは、今後の研究の方向性を定めるにあたって大きな刺激となった。実際、第2ベッチ数が無限のリッチ曲率がゼロ以上な空間の構成は新規性があり、理論物理学の国際ジャーナル Journal of High Energy Physics に掲載されるに至っている。また研究分担者(泉、白水)は、漸近平坦時空の無限遠近傍におけるヌル測地線の振舞いを調べ4次元と、5次元以上の場合で以下の違いが現れることを示した。また、非負曲率を持つ3次元漸近平坦空間上の面積不等式を導き出した。これはアインシュタイン方程式のもとでのブラックホール面積の上限を与える面積不等式の一般化であり弱重力下でも適応可能な不等式となっており、当初の目的であった5次元時空のハミルトン形式化に、主題(II)に直結する重要な指針を与えた。

2021 年度：研究代表者(山田)は、海外研究協力者(G.Weinstein、M.Khuri)に加えて、Martin Reiris(ウルグアイ共和国大学)との共同のもとで、前年度新たに構成した重力ソリトン解がリッチ曲率がゼロである重力インスタントンを新たに構成した。第2ベッチ数が無限のこの4次元リーマン多様体は、既存の重力インスタントンの構成法とは全く異なる方法によるもので、本研究計画においては想定していなかった展開である。実際、特殊ホロノミー群を持たないインスタントンは、我々の構成が史上初めての例であり、この空間の持つ意義は今後の研究課題として大きなポテンシャルがある。研究分担者(儀我)は曲率流の一つである異方性の強いクリスタライン平均曲率流についての研究成果のサーベイを出版した。これは主題(III)の遂行に関連する重要な研究である。一方で、研究分担者(野澤)は、真空 Einstein 方程式の厳密解で、加速しているブラックホールを表す  $C$  計量を一般化し、超重力理論における荷電  $C$  計量を構築した。これは加速度ゼロの極限ではスカラー場の毛を持った(つまり解のモジュライ空間において分岐した)ブラックホール解に帰着する。この解の大域構造を詳細に調べ上げ、超対称性を保つような条件を求めた。研究分担者(白水、泉)は、以前我々が示した3次元空間上の面積不等式を、高次元時空へ適用可能な形に拡張した。また Schoen-Yau による正エネルギー定理の証明を高次元理論の観点から再考察を行い、我々の宇宙と証明の中に現れる高次元時空中の仮想的宇宙のエネルギーの差は後者の位置を表すスカラー場の運動エネルギーに対応していることがわかった。

総合的な研究成果：当初の計画にあった3次元多様体としての事象の地平線の幾何学的構造分析に手が届かなかったことは残念であるが、一方で5次元アインシュタイン時空の構造を決定するにあたっての4次元リーマン多様体の持つ重要性をいくつかの新しい方法で明示的に定式化をすることができたことは、計画をする段階では全く想像できなかった展開となった。この意味で、幾何学、物理学および解析学の融合という研究体制を構成したことに大きな意義が見出せた。なお、コロナ禍が継続する中で、研究グループのメンバーが対面で集まって議論する機会が2年間(繰越の期間を鑑みると3年間)にわたって継続的に奪われたことは、問題意識の共有という点で大きな瑕疵となったことは否めない。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計38件（うち査読付論文 33件 / うち国際共著 18件 / うちオープンアクセス 24件）

1. 著者名 Nozawa Masato, Tomoda Kentaro	4. 巻 37
2. 論文標題 All the three dimensional Lorentzian metrics admitting three Killing vectors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Classical and Quantum Gravity	6. 最初と最後の頁 085005, 085005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6382/ab719e	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 MATSUMOTO Yukio	4. 巻 59(3)
2. 論文標題 Note on codimension two splitting problem	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 KYUNGPOOK Math. J.	6. 最初と最後の頁 563, 589
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5666/KMJ.2019.59.3.563	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 Khuri Marcus, Matsumoto Yukio, Weinstein Gilbert, Yamada Sumio	4. 巻 372
2. 論文標題 Plumbing constructions and the domain of outer communication for 5-dimensional stationary black holes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transactions of the American Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 3237, 3256
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/tran/7812	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 MATSUMOTO Yukio	4. 巻 42
2. 論文標題 Crystallographic Groups Arising from Teichmüller Spaces	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tokyo Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 1, 34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3836/tjm/1502179302	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 Yugo, Inami Takeo, Izumi Keisuke, Kitamura Tomotaka, Noumi Toshifumi	4. 巻 2019
2. 論文標題 S-matrix unitarity and renormalizability in higher-derivative theories	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/ptz084	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 Giga Yoshikazu, Tran Hung V., Zhang Longjie	4. 巻 4
2. 論文標題 On obstacle problem for mean curvature flow with driving force	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geometric Flows	6. 最初と最後の頁 9, 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1515/geofl-2019-0002	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 Yoshino Hiroataka, Izumi Keisuke, Shiromizu Tetsuya, Tomikawa Yoshimune	4. 巻 2020
2. 論文標題 Transversely trapping surfaces: Dynamical version	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/ptz161	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 MITSUIISHI Ayato, YAMAGUCHI Takao	4. 巻 71
2. 論文標題 Obtuse constants of Alexandrov spaces	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Mathematical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1081, 1103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2969/jmsj/78917891	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 Mitsuishi Ayato, Yamaguchi Takao	4. 巻 372
2. 論文標題 Good coverings of Alexandrov spaces	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transactions of the American Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 8107, 8130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/tran/7849	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 Athanasios Papadopoulos, Sumio Yamada	4. 巻 67
2. 論文標題 Timelike Hilbert and Funk geometries	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Differential Geometry and its Applications	6. 最初と最後の頁 101554
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.difgeo.2019.101554	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 山田 澄生	4. 巻 No. 675
2. 論文標題 「ヒルベルトと相対性理論」	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 数理科学 特集: ヒルベルト 現代数学の礎の源を探る	6. 最初と最後の頁 36, 42
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 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 Marcus Khuri, Gilbert Weinstein, 山田 澄生	4. 巻 43(8)
2. 論文標題 Stationary Vacuum Black Holes in 5 Dimensions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Communications in Partial Differential Equations	6. 最初と最後の頁 1205-1241
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/03605302.2018.1517791	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 Marcus Khuri, 松本幸夫, Gilbert Weinstein, 山田澄生	4. 巻 1
2. 論文標題 Plumbing Constructions and the Domain of Outer Communication for 5-Dimensional Stationary Black Holes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 to appear in Transactions of American Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/tran/7812	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 Marcus Khuri, Gilbert Weinstein, 山田 澄生	4. 巻 2018(5)
2. 論文標題 Asymptotically Locally Euclidean/Kaluza-Klein Stationary Vacuum Black Holes in 5 Dimensions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/pty052	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 M. Bolkart, Y. Giga, T.-H. Miura, T. Suzuki and Y. Tsutsui	4. 巻 290
2. 論文標題 On analyticity of the $L^p$ -Stokes semigroup for some non-Helmholtz domains,	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mathematische Nachrichten	6. 最初と最後の頁 2524-2546
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mana.201600016	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 H. Koba, C. Liu and Y. Giga	4. 巻 75
2. 論文標題 Energetic variational approaches for incompressible fluid systems on an evolving surface,	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Quarterly of Applied Mathematics	6. 最初と最後の頁 359-389
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/qam/1452,	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 Y. Giga and T. Namba	4. 巻 42
2. 論文標題 Well-posedness of Hamilton-Jacobi equations with Caputo's time-fractional derivative,	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Communications in Partial Differential Equations	6. 最初と最後の頁 1088-1120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/03605302.2017.1324880	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 MATSUMOTO Yukio	4. 巻 42
2. 論文標題 Crystallographic Groups Arising from Teichmüller Spaces	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tokyo Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 1, 34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3836/tjm/1502179302	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 Yukio Matsumoto	4. 巻 1
2. 論文標題 The Deligne-Mumford Compactification and Crystallographic Groups	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Handbook of Teichmüller spaces, Vol. VII.	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 -

1. 著者名 Nozawa Masato, Shiromizu Tetsuya, Izumi Keisuke, Yamada Sumio	4. 巻 35
2. 論文標題 Divergence equations and uniqueness theorem of static black holes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Classical and Quantum Gravity	6. 最初と最後の頁 175009 ~ 175009
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6382/aad206	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 Ayato Mitsuishi	4. 巻 1
2. 論文標題 The coincidence of the homologies of integral currents and of integral singular chains, via cosheaves	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mathematische Zeitschrift	6. 最初と最後の頁 175009
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00209-018-2126-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 -

1. 著者名 Ayato Mitsuishi and Takao Yamaguchi	4. 巻 1
2. 論文標題 Lipschitz Homotopy Convergence of Alexandrov Spaces,	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Geometric Analysis	6. 最初と最後の頁 2217, 2241
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12220-018-0075-6	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 -

1. 著者名 Athanasios Papadopoulos, Sumio Yamada	4. 巻 182(4)
2. 論文標題 Deforming hyperbolic hexagons with applications to the arc and the Thurston metrics on Teichmüller spaces	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Monatshefte für Mathematik	6. 最初と最後の頁 913, 939
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00605-017-1023-4	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 Sumio Yamada	4. 巻 -
2. 論文標題 Riemann's Work on Minimal Surfaces	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Riemann to Geometry and Relativity	6. 最初と最後の頁 135, 150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-60039-0	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 Sumio Yamada	4. 巻 30
2. 論文標題 On the Weil-Petersson convex geometry of Teichmuller space	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 AMS Sugaku Expositions	6. 最初と最後の頁 159, 186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/suga/422	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 Athanasios Papadopoulos and Sumio Yamada	4. 巻 67
2. 論文標題 Timelike Hilbert and Funk Geometries	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Differential Geometry and its Applications	6. 最初と最後の頁 1, 45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.difgeo.2019.101554	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 Khuri Marcus, Weinstein Gilbert, Yamada Sumio	4. 巻 43
2. 論文標題 Stationary vacuum black holes in 5 dimensions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Communications in Partial Differential Equations	6. 最初と最後の頁 1205, 1241
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/03605302.2018.1517791	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 Athanasios Papadopoulos, Sumio Yamada	4. 巻 1
2. 論文標題 Busemann's metric theory of timelike spaces	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Herbert Busemann Selected Work, Springer (2018)	6. 最初と最後の頁 117, 133
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 Khuri Marcus, Weinstein Gilbert, Yamada Sumio	4. 巻 2018
2. 論文標題 Asymptotically locally Euclidean/Kaluza-Klein stationary vacuum black holes in five dimensions	5. 発行年 2018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/pty052	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 M. Bolkart, Y. Giga, T.-H. Miura, T. Suzuki and Y. Tsutsui	4. 巻 290
2. 論文標題 On analyticity of the $L^p$ -Stokes semigroup for some non-Helmholtz domains,	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Mathematische Nachrichten,	6. 最初と最後の頁 2524, 2546
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mana.201600016	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 H. Koba, C. Liu and Y. Giga	4. 巻 75
2. 論文標題 Energetic variational approaches for incompressible fluid systems on an evolving surface,	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Quarterly of Applied Mathematics,	6. 最初と最後の頁 359, 389
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/qam/1452, Errata: 10.1090/qam/1482	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 H. Koba, C. Liu and Y. Giga	4. 巻 76
2. 論文標題 Energetic variational approaches for incompressible fluid systems on an evolving surface,	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Quarterly of Applied Mathematics, Errata,	6. 最初と最後の頁 147, 152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/qam/1452, Errata: 10.1090/qam/1482	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 Y. Giga and T. Namba	4. 巻 42
2. 論文標題 Well-posedness of Hamilton-Jacobi equations with Caputo's time-fractional derivative,	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Communications in Partial Differential Equations,	6. 最初と最後の頁 1088, 1120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/03605302.2017.1324880	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 Y.Tomikawa, T.Shiromizu and K.Izumi,	4. 巻 34
2. 論文標題 On uniqueness of static spacetimes with non-trivial conformal scalar field,	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Class.Quant.Grav.	6. 最初と最後の頁 155004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6382/aa7906	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 H. Yoshino, K. Izumi, T. Shiromizu and Y. Tomikawa,	4. 巻 2017
2. 論文標題 Extension of photon surfaces and their area: Static and stationary spacetimes,	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Porg. Theor. Exp. Phys	6. 最初と最後の頁 630
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptx072	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 Ikehata Ryo, Onodera Michiaki	4. 巻 30
2. 論文標題 Remarks on large time behavior of the $L^2$ -norm of solutions to strongly damped wave equations	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Differential and Integral Equations	6. 最初と最後の頁 505, 520
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.57262/die/1493863392	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 Yugo Abe, Takeo Inami, Keisuke Izumi, Tomotaka Kitamura	4. 巻 2018, Issue 3
2. 論文標題 Matter scattering in quadratic gravity and unitarity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 310
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/pty010	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 野澤真人	4. 巻 770
2. 論文標題 Euclidean supersymmetric solutions with the self-dual Weyl tensor	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 166,173
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2017.04.064	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 -

[学会発表] 計91件 (うち招待講演 82件 / うち国際学会 54件)

1. 発表者名 野澤真人
2. 発表標題 Classification of metrics admitting Killing vectors in 2+1 dimensions
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 野澤真人
2. 発表標題 Classification of Killing vectors in the three dimensional Lorentzian spacetime
3. 学会等名 The 29th Workshop on General Relativity and Gravitation in Japan (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yukio Matsumoto
2. 発表標題 Teichmuller spaces and crystallographic groups
3. 学会等名 Riemann surfaces and Teichmuller spaces (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松本幸夫
2. 発表標題 タイヒミュラー空間に付随する結晶群について
3. 学会等名 リーマン面に関連する位相幾何学2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 泉 圭介
2. 発表標題 S-matrix Unitarity and Renormalizability
3. 学会等名 1-day Workshop on Quantum Gravity (理化学研究所) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 泉 圭介
2. 発表標題 Penrose inequality" for photon surface
3. 学会等名 Mini-workshop Black holes and neutron stars imagination and reality", (Vietnam) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 泉 圭介
2. 発表標題 Invertible field transformations with derivatives: necessary and sufficient conditions
3. 学会等名 3rd Korea-Japan bilateral workshop on String axion cosmology, (Korea) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 泉 圭介
2. 発表標題 Causal structures in Gauss-Bonnet gravity
3. 学会等名 the APCTP workshop of Gravity, Strings and QM Matter (Korea) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 泉 圭介
2. 発表標題 Invertible field transformations with derivatives: necessary and sufficient conditions
3. 学会等名 Gravitation and Mathematical Relativity (China) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 泉 圭介
2. 発表標題 Causal structures in Gauss-Bonnet gravity
3. 学会等名 4th Korea-Japan bilateral workshop on String axion cosmology (鹿児島) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 泉 圭介
2. 発表標題 Causal structures in Gauss-Bonnet gravity
3. 学会等名 Miyazaki Workshop on Particle Physics and Cosmology in 2020 (宮崎) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Giga
2. 発表標題 On the large time behavior of solutions to birth and spread type equations, Dynamics
3. 学会等名 Equations and Applications (DEA 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白水徹也
2. 発表標題 Can ghost have positive ADM mass? -theory compatible with Schoen-Yau's positive energy theorem-
3. 学会等名 3rd Korea-Japan bilateral workshop on string axion cosmology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白水徹也
2. 発表標題 ブラックホール幾何
3. 学会等名 第66回幾何学シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 白水徹也
2. 発表標題 A no-go theorem in strictly stationary spacetime
3. 学会等名 Workshop on ``General relativity and partial differential equation" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Hyperbolic solutions to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 Analysis Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Hyperbolic solutions to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 Seminar on Calculus of Variations & Partial Differential Equations (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Dynamical approach to an overdetermined problem
3. 学会等名 PDE & Analysis Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Foliated solutions to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 Geometric Analysis and General Relativity (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Foliated hyperbolic solutions to <del>¥</del> Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 The 2nd Taiwan-Japan Joint Conference on Differential Geometry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Hyperbolic solutions to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 日本数学会秋季総合分科会, 函数方程式分科会(特別講演) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Hyperbolic solutions to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 12th ISAAC Congress, Session 10: Geometric & Regularity Properties of Solutions to Elliptic and Parabolic PDEs (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Hyperbolic solutions to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 RIMS Conference on ``Viscosity solution approach to asymptotic problems in front propagation, dynamical system and related topics'' (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Hyperbolic solutions to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 6th Italian-Japanese Workshop on Geometric Properties for Parabolic and Elliptic PDE's (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三石史人
2. 発表標題 pエネルギーのある種のミニ・マックス値とパッキング半径
3. 学会等名 リーマン幾何と幾何解析 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三石史人
2. 発表標題 pエネルギーのある種のミニ・マックス値とパッキング半径
3. 学会等名 筑波大学微分幾何学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三石史人
2. 発表標題 Certain min-max values of p-energy and packing radii of metric measure spaces
3. 学会等名 AIMR Math Group Seminar (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三石史人
2. 発表標題 pエネルギーのある種の min-max 値とパッキング半径
3. 学会等名 測地線及び関連する諸問題 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三石史人
2. 発表標題 pエネルギーのある種の min-max 値とパッキング半径
3. 学会等名 多様体上の微分方程式 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田 澄生
2. 発表標題 What is a blackhole?
3. 学会等名 Geometry and Topology Seminar, IRMA, Strasbourg, フランス (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田 澄生
2. 発表標題 On Development of Relativity from 1900 to 1920
3. 学会等名 International Conference on History and Recent Developments in Mathematics, Madhuben and Bhanubhai Patel Institute of Technology, Gujarat, インド (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田 澄生
2. 発表標題 アインシュタイン、ワイル、そして高次元ブラックホール
3. 学会等名 東工大大岡山談話会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田 澄生
2. 発表標題 Timelike geometry and generalized de Sitter spaces
3. 学会等名 Riemann surfaces and Teichmüller theory, Euler Institute, St. Petersburg, ロシア (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田 澄生
2. 発表標題 Einstein, Weyl, and Five-Dimensional Blackhole Spacetime
3. 学会等名 Chebyshev Laboratory Colloquium (談話会) St. Petersburg, ロシア (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田 澄生
2. 発表標題 Stationary Einstein equation and harmonic maps
3. 学会等名 The 2nd International Conference Geometry of Submanifolds and Integrable Systems, 大阪市大, 2019年3月25日 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田 澄生
2. 発表標題 Einstein, Weyl, and five-dimensional blackhole spacetime.
3. 学会等名 Physics Department Seminar, Ariel University, Israel, 2019年2月26日 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田 澄生
2. 発表標題 On the shapes of domains of outer communication of the 5D Einstein spacetimes
3. 学会等名 リーマン幾何と幾何解析 筑波大学 2019年1月26日 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田 澄生
2. 発表標題 Harmonic maps and the Einstein equation
3. 学会等名 Analysis and Geometry in Minimal Surface Theory, Hilton Hotel, 慶州、韓国 2018年12月3日 Sung-Hong Min, Eun-Joo Lee, Jyuncheol Pyo, Keomkyo Seo (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田 澄生
2. 発表標題 H.ワイルによるアインシュタイン方程式と高次元ブラックホール時空
3. 学会等名 京都大学理学研究科数学専攻 談話会 2018年10月24日 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田 澄生
2. 発表標題 The Einstein equation according to Hermann Weyl
3. 学会等名 The 102th Encounter between Mathematicians and Theoretical Physicists, IRMA, Strasbourg, France 2018年9月15日 Athanase Papadopoulos (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田 澄生
2. 発表標題 Harmonic map, symmetric space and Einstein equation
3. 学会等名 New Trends in Teichmüller Theory and Mapping Class Groups, Oberwolfach Mathematical Institute, Germany, 2018年9月8日 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田 澄生
2. 発表標題 調和写像とアインシュタイン方程式 - 5次元定常時空の構成法 -
3. 学会等名 名古屋大学多元数理研究科談話会 2018年7月11日 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田 澄生
2. 発表標題 Harmonic maps in general relativity
3. 学会等名 The 11th Mathematical Society of Japan (MSJ) Seasonal Institute (SI), "The Role of Metrics in the Theory of Partial Differential Equations" 北海道大学, 2018年7月3日 日本数学会 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Giga,
2. 発表標題 Approximation by Cahn-Hoffman facets and the crystalline mean curvature flow,
3. 学会等名 Analysis seminar, May 4 (2017), University of Warwick, UK (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Giga,
2. 発表標題 On $L^\infty$ theory for the Navier-Stokes equations and its applications to regularity criteria via vorticity direction,
3. 学会等名 Incompressible Navier-Stokes Equations, September 11 - 14 (2017), Fudan University, China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Matsumoto
2. 発表標題 Teichmüller spaces and crystallographic groups
3. 学会等名 Geometry & Topology Symposium, Kanazawa, Ishikawa, Japan, 9-10th, March, 2019. (招待講演)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 白水徹也
2. 発表標題 On uniqueness of static black hole in Einstein-conformal scalar,
3. 学会等名 Workshop on "Essential next steps for gravity and cosmology", 2018年6月19日, Tohoku Univ. (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白水徹也
2. 発表標題 How to "solve" Einstein equation -a review-
3. 学会等名 Workshop on ``Partial differential equation and general relativity" , 2018年7月20日, Yamagata Univ. (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白水徹也
2. 発表標題 時空特異点の数理～因果構造と最長曲線～,
3. 学会等名 日本物理学会シンポジウム「一般相対論とその周辺の数理的な展開」, 2019年3月15日, 九州大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Hyperbolic solutions to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 Workshop on Nonlinear Parabolic PDEs , 2018年6月14日 , Institut Mittag-Leffler, Djursholm, Sweden (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Hyperbolic solutions to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 Geometric PDEs in Freiburg 2018 , 2018年7月26日 , University of Freiburg, Freiburg, Germany (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Hyperbolic solutions to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 The 43rd Sapporo Symposium on Partial differential Equations , 2018年8月22日 , 北海道大学 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Dynamical approach to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 Ito Workshop on Partial Differential Equations --- KYUSHU UNIV. -- POSTECH -- SJTU Joint Workshop on PDEs and Related Topics , 2018年8月24日 , 九州大学 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Dynamical approach to an overdetermined problem
3. 学会等名 Tokyo Tech -- Uppsala University 5th Joint Symposium , 2018年9月24日 , Uppsala University, Sweden (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Foliations in Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 第61回函数論シンポジウム , 2018年11月24日 , 広島大学 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Dynamical approach to an overdetermined problem in potential theory
3. 学会等名 INS Colloquia , 2018年11月27日 , Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Foliations in Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 AIMR Workshop on Pure and Applied Mathematics , 2019年1月7日 , 東北大学 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 泉 圭介
2. 発表標題 Locality and Causality
3. 学会等名 The 2nd Korea-Japan bilateral workshop on String Axion Cosmology, 雲仙, 2019年1月 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 泉 圭介
2. 発表標題 On uniqueness of static black hole in Einstein-conformal scalar,
3. 学会等名 Korea-Japan bilateral workshop on String axion cosmology, Sungkyunkwan University (Korea), 2018年11月(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 泉 圭介
2. 発表標題 Loosely trapped surface,
3. 学会等名 Korea-Japan bilateral workshop on String axion cosmology, Sungkyunkwan University (Korea),2018年11月(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 泉 圭介
2. 発表標題 S-matrix unitarity and renormalizability,
3. 学会等名 Essential next steps for gravity and cosmology, 東北大学,2018年6月.(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三石史人
2. 発表標題 アレクサンドロフ空間の鈍角定数と体積,
3. 学会等名 横国大幾何学セミナー, 2018年6月22日
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ayato Mitsuishi
2. 発表標題 Collapsing three-dimensional Alexandrov spaces
3. 学会等名 The 4th China-Japanese geometry conference, 中国, 2018年9月 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三石史人
2. 発表標題 ペレルマンのモース理論に現れるファイバーの位相
3. 学会等名 測地線と関連する諸問題, 熊本大学, 2019年1月 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野澤真人
2. 発表標題 Uniqueness theorems of black holes based on divergence equations
3. 学会等名 XI Black Holes Workshop, 2018年12月, Tecnico, University of Lisbon (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野澤真人
2. 発表標題 On the uniqueness of static black holes
3. 学会等名 Partial Differential Equation and General Relativity, 2018年11月, 名古屋大学 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野澤真人
2. 発表標題 On the uniqueness of static black holes
3. 学会等名 The 28th Workshop on General Relativity and Gravitation, 2018年11月, 立教大学 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田澄生
2. 発表標題 Harmonic map construction of 4+1 spacetimes with non-spherical blackholes
3. 学会等名 99e rencontre entre mathematically et physiciens theoriciens : Geometrie et physique, Universit&eacute; de Strasbourg (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山田澄生
2. 発表標題 Construction of stationary blackhole solution to the 4 + 1 vacuum Einstein equation with non-spherical horizons
3. 学会等名 Workshop "Analysis, Geometry and Topology of Positive Scalar Curvature Metrics", Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山田澄生
2. 発表標題 アインシュタイン方程式と調和写像
3. 学会等名 研究集会『離散幾何解析学の進展』, 明治大学中野キャンパス (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田澄生
2. 発表標題 Harmonic Maps and the Einstein Equation: constructing a new set of stationary solutions in 5 dimension
3. 学会等名 Workshop on Geometric Analysis and General Relativity, The Chinese University of Hong Kong (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田澄生
2. 発表標題 アインシュタイン方程式と調和写像
3. 学会等名 研究集会『リーマン幾何と幾何解析』、筑波大学(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Giga,
2. 発表標題 Approximation by Cahn-Hoffman facets and the crystalline mean curvature flow,
3. 学会等名 Analysis seminar, University of Warwick, UK (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Y. Giga,
2. 発表標題 On $L^\infty$ theory for the Navier-Stokes equations and its applications to regularity criteria via vorticity direction,
3. 学会等名 Incompressible Navier-Stokes Equations, Fudan University, China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松本幸夫
2. 発表標題 4次元多様体とLefschetzファイバー空間
3. 学会等名 第64回トポロジーシンポジウム(企画講演), 東海大学高輪キャンパス2号館(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松本幸夫
2. 発表標題 Orbifold charts of the compactified moduli spaces and crystallographic groups
3. 学会等名 2017年度「リーマン面・不連続群 研究集会」名古屋大学多元数理科学棟 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白水徹也
2. 発表標題 ブラックホール, 山なし谷なし
3. 学会等名 生物から宇宙までの非平衡現象, 京都大学(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 白水徹也
2. 発表標題 Loosely trapped surface
3. 学会等名 Gravitational Dynamics and Black Holes, 名古屋大学(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Bernoulliの自由境界問題の極限解について
3. 学会等名 水戸数学・情報数理研究会2017,水戸中央ビル8階会議室G (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Hyperbolic solutions to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 Ito Workshop on Partial Differential Equations,九州大学 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Flow approach to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 第64回幾何学シンポジウム 金沢大学 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Dynamical approach to an overdetermined problem
3. 学会等名 Geometry Seminar, ICMAT, Madrid, Spain (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Hyperbolic solutions to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 The third Japanese-Spanish workshop on Differential Geometry, ICMAT, Madrid, Spain (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Hyperbolic solutions to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 Uppsala University - Tokyo Tech Joint Symposium, 東京工業大学 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Michiaki Onodera
2. 発表標題 Hyperbolic solutions to Bernoulli's free boundary problem
3. 学会等名 Seminaire d'Equations aux Derivees Partielles et Applications, Institut Elie Cartan, Nancy, France (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 泉 圭介
2. 発表標題 因果構造解析
3. 学会等名 相対論宇宙論 東北研究会 2017, 東北大学 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Keisuke Izumi
2. 発表標題 Loosely trapped surface
3. 学会等名 Third LeCosPA International Symposium ,C.C. Leung Cosmology Hall (台湾大学、台湾台北市) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 野澤真人
2. 発表標題 Inflation in maximal gauged supergravity,
3. 学会等名 Exceptional Groups as Symmetries of Nature '17, 高エネルギー加速器研究機構 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 野澤真人
2. 発表標題 Killing スピノルの幾何学と自己双対計量
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会, 宇都宮大学
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 野澤真人
2. 発表標題 Supersymmetric black objects in five dimensions,
3. 学会等名 International Molecule-type Workshop on "Recent Developments in Microstructures of Black Holes, 京都大学基礎物理学研究所 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 野澤真人
2. 発表標題 Black holes in general relativity
3. 学会等名 Geometry of Moduli Space of Low Dimensional Manifolds, 京都大学数理解析研究所 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 ホーキング、ハートツホ、佐藤勝彦、白水徹也	4. 発行年 2018年
2. 出版社 早川書房	5. 総ページ数 96
3. 書名 ホーキング、最後に語る：多宇宙をめぐる博士のメッセージ	

1. 著者名 山田 澄生 (担当:共編者, 範囲:Editor with Lizhen Ji and Athanase Papadopoulos)	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 637
3. 書名 From Riemann to Differential Geometry and Relativity	

1. 著者名 早田次郎、野海俊文、泉圭介、関口雄一郎、西岡辰磨、山本直希、櫻山和己、多々良源、泉正己、鈴木増雄、谷村省吾	4. 発行年 2017年
2. 出版社 株式会社 サイエンス社	5. 総ページ数 -
3. 書名 数理科学 2017年8月号 No.650 特集：「相対論的思考法のすすめ」	

〔産業財産権〕

[ その他 ]

General Relativity and Geometric Analysis, プログラム  
<https://pc1.math.gakushuin.ac.jp/~yamada/gagr-todai.program.pdf>  
 Geometry and Analysis, プログラム  
<https://pc1.math.gakushuin.ac.jp/~yamada/geometry-and-analysis-kyoto.program.pdf>

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	白水 徹也  (Shiromizu Tetsuya)  (10282716)	名古屋大学・多元数理科学研究科・教授    (13901)	
研究分担者	儀我 美一  (Giga Yoshikazu)  (70144110)	東京大学・大学院数理科学研究科・特任教授    (12601)	
研究分担者	松本 幸夫  (Matsumoto Yukio)  (20011637)	学習院大学・理学部・研究員    (32606)	
研究分担者	小野寺 有紹  (Onedera Michiaki)  (70614999)	東京工業大学・理学院・准教授    (12608)	
研究分担者	三石 史人  (Mitsuishi Ayato)  (80625616)	福岡大学・理学部・助教    (37111)	

6. 研究組織（つづき）

	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	泉 圭介  (Izumi Keisuke)  (90554501)	名古屋大学・素粒子宇宙起源研究所・助教    (13901)	
研究分担者	野澤 真人  (Nozawa Masato)  (60547321)	大阪工業大学・工学部・講師    (34406)	

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4件

国際研究集会 General Relativity and Geometric Analysis, 東京大学数理科学研究科	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 Geometry and Analysis, 京都大学理学部	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 京都大学数理解析研究所RIMS共同研究（公開型）「低次元多様体モジュライ空間の幾何学」	開催年 2018年～2019年
国際研究集会 Geometry of Moduli Spaces for Low Dimensional Manifolds Location	開催年 2018年～2018年

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