

令和 4 年 6 月 7 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H01148

研究課題名(和文) 時間対称性がつなぐエントロピーとダイナミクスの階層

研究課題名(英文) Hierarchy of entropy and dynamics based on symmetry in time

研究代表者

佐々 真一 (Sasa, Shin-ichi)

京都大学・理学研究科・教授

研究者番号：30235238

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,100,000円

研究成果の概要(和文)：時間に関する非一様並進変換に対する対称性の結果として、エントロピーがネーター不変量として特徴づけられる理論に動機づけられて、様々な非平衡ダイナミクスの階層を対称性を踏まえて定式化した。量子系においては、熱力学状態空間上で定義される「熱力学的有効作用」を微視的な量子論から構築した。確率過程においては、連続的時間反転という新しい連続変換を見出すことで、熱力学第2法則よりも強い不等式を系統的に導出できるようになった。時間反転対称性が破れたずり流動下0(2)モデルでは、2次元連続対称性の破れが有限温度で生じることを示した。ゆらぎ流体力学を微視的力学から具体的に導出する手順を与えた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ミクロなダイナミクスとマクロなダイナミクスを結びつけるのは非平衡統計力学という学問分野である。本研究課題は、これまでの非平衡統計力学と大幅に異なる方法論を提案しているのが意義深い。例えば、ネーター不変量としてのエントロピーという構造を量子力学で表現するために、新しい有効作用の構成方法を提示した。また、対称性の視点にもとづいて、連続的時間反転という新しい変換をもちいてゆらぎを解析する方法の有用性を示した。形式的理論や方法論だけでなく、非平衡相転移が平衡相転移と全く違うことを時間反転対称性の破れを踏まえた新しい予言を行なった。本研究課題で得られた新しい方法論は長期にわたって重要になるであろう。

研究成果の概要(英文)：Motivated by the theory that entropy is characterized as a Noether invariant associated with symmetry for non-uniform time translation, we have formulated various hierarchies of non-equilibrium dynamics based on symmetry. In the quantum system, the "thermodynamically effective action" defined in the thermodynamic state space is constructed from the microscopic quantum theory. In the stochastic process, by finding a new continuous transformation called continuous-time reversal, it has become possible to systematically derive a stronger inequality than the second law of thermodynamics. In the 0(2) model under shear flow where the time-reversal symmetry is broken, it is shown that the two-dimensional continuous symmetry breaking occurs at a finite temperature. A procedure for concretely deriving fluctuating hydrodynamics from microscopic mechanics is also found.

研究分野：統計物理および非線形動力学

キーワード：エントロピー 対称性 非平衡 階層 ゆらぎ

1. 研究開始当初の背景

非平衡系における微視的記述と巨視的な現象をつなぐ学問である「非平衡統計力学」が本研究課題に関係する。2016年頃の非平衡統計力学の研究の様子を振り返る。

ゆらぎの定理発見以降、「ゆらぎ系の熱力学」は飛躍的に発展していた。教科書が出版され、レビューが執筆され、その基本的な枠組みは多くの研究者に共有されることになった。国際会議や研究集会においても、ゆらぎ系の熱力学そのものよりも、生物現象の理解を得るための応用へと展開されようとしていた。とくに、熱力学第2法則よりも強い不等式を与える「熱力学不確定性関係」とよばれるトレードオフ関係式が注目されつつあった。

自律素子の集団運動に関する研究は、その対象が「アクティブマター」と呼ばれるようになり、具体的な実験系のデザインが積極的になされるようになり、より制御された系の研究へと展開されはじめた。

また、量子系のダイナミクスでは、非エルミート系の物理が注目をあつめ、トポロジの議論が組み合わさって、非平衡系の新しい研究テーマとなろうとしていた。

ところで、研究分野のこれらの発展と全く独立した形で、「時間に関する非一様な並進に対する対称性の結果として、エントロピーをネーター不変量として特徴づける」という研究成果 (Sasa-Yokokura, PRL, 2016) が発表された。対称性に着目して現象を分類することは物理学の基本的な方法であるが、この時間に関する対称性とエントロピーの関わりは新しい展開を期待させるものだった。

2. 研究の目的

本研究課題を設定するにあたっては、ゆらぎ系の熱力学を発展させる意図はなかった。むしろ、ゆらぎの定理にもとづく発展とは全く独立して提案された「時間に関する対称性」を鍵として、異なる階層にあるミクロダイナミクスとマクロダイナミクスをつなぐ理論を発展させる。量子多体系、確率過程(ゆらぎ)連続場に対して、時間とエントロピーが相互に関わる現象を预言する理論を構築し、異なる階層を理解する新しい視点を定式化する。これまでの非平衡統計力学の理解を大きく前進させるだけでなく、量子論、一般相対論、流体力学、統計力学など物理学の基礎にも関わり、エントロピーの汎用性と理論の豊かさを通じて他分野にも波及する知見を得ることを目指した。

具体的には、1)量子系における時間とエントロピー、2)確率過程における時間とエントロピー、3)連続場における階層、4)エントロピーの現象論の4つの項目に分けて、それぞれ対称性とダイナミクスの階層を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

1)量子系について以下の二つの研究を行った。

1-1)一般的な量子多体系を解析する。熱力学状態空間上への経路積分を定式化することで、時間に対する非一様な並進変換の対称性とエントロピー保存の関係を考察する。

1-2)量子系においてある極限でカオスを示す系を提案する。時間反転対称かつユニタリー変換で時間変化が記述される量子力学の記述において、コルモゴロフ=シナイエントロピーが正である古典系のカオスが創発する系を構成し、古典カオスを量子力学の言葉で記述する。

2)確率過程において以下の3つの研究を行った。

2-1)孤立系における熱力学量の時間変化において、時間に対する非一様な変換の対称性とエントロピー保存の関係を考察する。

2-2)非平衡系ランジュバン系に対して、エントロピー生成に関係する時間に関する新しい変換を見出す。

2-3)非平衡条件下でゆらぎ連続場模型において、熱力学量のポテンシャル(ゆらぎのエントロピー汎関数)を計算する。

3)連続場において、以下の3つの研究を行った。

3-1)連続的内部対称性の自発的破れと時間反転対称性の破れの関係を考察するためにずり流下における位相秩序の創発について考察する。

3-2)フェルミ、パスタ、ウラム模型とよばれる1次元非調和振動子に対して、ゆらぎ流体力学を定式化する。

3-3)ブラックホールエントロピーは対称性から特徴づけられているが、ブラックホールの有無に関わらずより一般の時空に対してエントロピーを対称性の立場から考察する。

4)エントロピー最大原理を熱伝導下に適用できるように拡張する。

4. 研究成果

1-1) 量子多体系において熱力学状態空間に経路積分を定式化し、その有効作用を導出する理論を完成させた。当初、エネルギーシェルのエネルギー固有状態をランダム位相で重ね合わせた状態によって過剰完全系を構築していたが、その形式的計算で用いたランダム位相の統計的性質が極端になっており、実際の計算には適切ではないという問題があった。その方針を放棄し、エネルギーシェルの射影を用いて完全系にもとづく形式化を与えた。実際にこの方針を用いた計算を行い、熱力学に固有な性質を明示的に仮定することにより、論旨を明晰にし、矛盾なく「熱力学状態空間上の有効作用」を導出した。その結果、この熱力学的解析力学に相当する形式が量子力学にもとづいて得られたことになり、その解析力学の対称性を議論することができるようになった。そして、断熱準静的過程におけるエントロピー保存則が、時間に関する非一様並進の結果であることが示された。この結果を記した論文は、Phys. Rev. E に掲載された。

1-2) 古典カオスを示す運動方程式に対して、実空間を格子にして、粒子の運動をタイトバインディングモデルのホッピングとポテンシャルの量子力学で記述する。このとき、適切な極限をとることで、古典の運動方程式が厳密に再現することが示せる。また、別の極限では古典系のハミルトニアンに対応するシュレーディンガー方程式が厳密に再現される。これまでの古典カオスを示す系を量子化するアプローチと異なり、古典カオスをシミュレートする量子系を基礎においている。そして、この系において観測される古典カオスを量子力学の言葉を使って特徴づけた。具体的には、ミクロとマクロのエンタングルメントの指標を提案した。これは量子系固有の量であり、非カオス系でゼロ、カオス系では有限の値をとることが分かった。この結果は、論文として公開し、2022年5月の時点で論文査読中である。

2-1) 確率過程における経路積分表示において、断熱準静的過程での対称性を明らかにした。その結果、ゆらぐ熱力学の定式化において、対称性の観点からエントロピーを特徴づけることができた。ただし、確率過程では様々な対称性が知られており、それらとの関係については不明であるし、時間並進対称性との結びつきもはっきりしない。この結果を記した論文は、J. Stat. Mech. に掲載された。

2-2) ゆらぎのダイナミクスの記述において時間尺度を変換する操作を考える。それにより、時間反転操作を連続パラメータに拡張した連続的時間反転を定義し、この連続的変換のパラメータによって、エントロピー生成をフィッシャー情報量として書くことができた。また、このパラメータによりカレントの応答がカレント自身になり、熱力学的不確定性関係を導いた。連続的時間反転操作は様々な応用があり、ゆらぐダイナミクスの記述や理解に対して重要な鍵を与える可能性がある。ただし、この変換と時間非一様変換の関係はまだ明らかになっていない。この成果を記した論文は、Phys. Rev. Research. に掲載された。さらに、この定式化をすすめ、相関をとりいれた不確定性関係の拡張を行った。これは時間の対称性にもとづくエントロピー生成の理解について大きな進展を与えるものであり、また、実際の実験データを解析する上でも重要な結果を与える。この成果は、Phys. Rev. X に掲載された。

2-3) 平衡条件下において秩序無秩序転移を示すゆらぐ連続場を熱伝導下で考える。熱伝導は局所エネルギーの連続の式で書かれるので、オーダーパラメータ場とエネルギー場の結合方程式を解析する。非平衡条件下における熱力学量のポテンシャル関数をズバーレフ = マクレナン表示を使って計算する。その際、界面部分においてゆっくりだが長時間にわたって生じるエントロピー生成の寄与を取り入れることにより、ゆらぎの効果が特異的になっていることを示した。この結果を記した論文は、Phys. Rev. E に掲載された。

3-1) 平衡状態で $O(2)$ 対称性をもつゆらぐ連続場モデルを考える。空間2次元系では、十分温度が低いときに準長距離秩序を示すKT相になる。つまり、長距離秩序を持つことはない。ここでずりを入れると、確率過程のモデルとして時間反転対称性が破れることになる。その結果、十分低温では、 $O(2)$ 対称性が破れることが分かった。また、無秩序相から対称性が破れた相への転移は2次転移であることが数値的に分かった。ずりが大きいところでは臨界的振る舞いは平均場的であるが、弱いずりのところでは非自明な様相が観測されるのでまだはっきりしない。しかし、平衡系では決して生じない協同現象が生じることには違いない。この結果を記した論文は、Phys. Rev. Lett. に掲載された。

3-2) フェルミ、パスタ、ウラムモデルは、密度、運動量、エネルギーの3つの保存量が存在し、巨視的には3つの場に対する流体方程式が対応する。ただし、次元系では、流体方程式のパラメータが発散することが知られている。この発散は流体モードからくると理解されるので、ゆらぐ流体方程式レベルの記述では輸送係数が有限にとどまると予想される。そこで、このゆらぐ連続場を現象論的に導出するとともに、微視的モデルから非線形射影を使って具体的に計算できる形に整備した。その計算の結果、確かに、1次元ゆらぐ連続場は確かに存在することが明らかになった。この結果を記した論文は、Phys. Rev. Lett. に掲載された。

3-3) 量子論においてブラックホールの正体は未だにわからないが、少なくともそれは普遍的性質「ホーキング温度の熱浴と平衡になり、真空中では質量の3乗の時間スケールで蒸発する」をもつだろう。そこで、ホーキング温度の熱浴中で可逆的に形成された球対称物体を考え、(conformal matter fieldsを仮定して)その内部を記述する計量を半古典的アインシュタイン方程式の解として得た。それはホライズンを持たないが、Hawking-like radiationをする高密度物体を表し、面積に比例するエントロピーを持つ。これは「極限的に強い重力場中における物体の相 = ブラックホール」を示唆しており、重力系一般の持つエントロピーを対称性から探求する際の非自明かつ重要な具体的な土台を与えていると期待される。この結果を記した論文は、Phys. Rev. D に掲載された。

4-1) エントロピー最大原理は平衡状態において熱力学量を決定する基本的な変分原理であるが、それを熱伝導下に拡張することを試みた。特に、熱伝導下気液相共存において、気体と液体の熱力学量の配分を決める原理を熱力学関係式と変分原理の両方を線形応答領域で拡張することにより、拡張された原理を本質的に一意に絞り込むことができる。拡張されたエントロピーが非相加的な寄与を含むなど物理的に新しい結果をもたらしている。この結果を記した論文は公開し、2022年5月現在、査読中である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計40件（うち査読付論文 36件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Dechant Andreas, Sasa Shin-ichi, Ito Sosuke	4. 巻 4
2. 論文標題 Geometric decomposition of entropy production in out-of-equilibrium systems	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 L012034
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.4.L012034	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 Dechant Andreas, Sasa Shin-ichi	4. 巻 11
2. 論文標題 Improving Thermodynamic Bounds Using Correlations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review X	6. 最初と最後の頁 41061
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevX.11.041061	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 Sasa Shin-ichi, Nakagawa Naoko, Itami Masato, Nakayama Yohei	4. 巻 103
2. 論文標題 Stochastic order parameter dynamics for phase coexistence in heat conduction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 62129
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.103.062129	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 Hiraizumi Mao, Sasa Shin-ichi	4. 巻 2021
2. 論文標題 Perturbative solution of a propagating interface in the phase field model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment	6. 最初と最後の頁 103203 ~ 103203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-5468/ac22fc	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 Tanogami Tomohiro, Sasa Shin-ichi	4. 巻 3
2. 論文標題 Van der Waals cascade in supercritical turbulence near a critical point	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 L032027
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.3.L032027	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 Hiura Ken, Sasa Shin-ichi	4. 巻 103
2. 論文標題 Kinetic uncertainty relation on first-passage time for accumulated current	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 L050103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.103.L050103	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 Dechant Andreas, Sasa Shin-ichi	4. 巻 3
2. 論文標題 Continuous time reversal and equality in the thermodynamic uncertainty relation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 L042012
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.3.L042012	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 Saito Keiji, Hongo Masaru, Dhar Abhishek, Sasa Shin-ichi	4. 巻 127
2. 論文標題 Microscopic Theory of Fluctuating Hydrodynamics in Nonlinear Lattices	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 10601
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.127.010601	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 Tanogami Tomohiro, Sasa Shin-ichi	4. 巻 4
2. 論文標題 XY model for cascade transfer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 L022015
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.4.L022015	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 Kawai Hikaru, Yokokura Yuki	4. 巻 105
2. 論文標題 Interior metric of slowly formed black holes in a heat bath	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 45017
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.105.045017	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 Ho Pei-Ming, Kawai Hikaru, Yokokura Yuki	4. 巻 2022
2. 論文標題 Planckian physics comes into play at Planckian distance from horizon	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP01(2022)019	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 Ho Pei-Ming, Yokokura Yuki	4. 巻 7
2. 論文標題 Firewall from Effective Field Theory	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Universe	6. 最初と最後の頁 241 ~ 241
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/universe7070241	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 Ho Pei-Ming, Matsuo Yoshinori, Yokokura Yuki	4. 巻 104
2. 論文標題 Distance between collapsing matter and apparent horizon in evaporating black holes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 64005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.104.064005	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 Yoshida Akira, Nakagawa Naoko	4. 巻 4
2. 論文標題 Work relation for determining the mixing free energy of small-scale mixtures	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 23119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.4.023119	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 Itami Masato, Nakayama Yohei, Nakagawa Naoko, Sasa Shin-ichi	4. 巻 103
2. 論文標題 Effective Langevin equations leading to large deviation function of time-averaged velocity for a nonequilibrium Rayleigh piston	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 '022125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.103.022125	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 Hiroyoshi Nakano, Yuki Minami, and Shin-ichi Sasa	4. 巻 126
2. 論文標題 Long-Range Phase Order in Two Dimensions under Shear Flow	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 160604
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.126.160604	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 Pei-Ming Ho, Yoshinori Matsuo, and Yuki Yokokura	4. 巻 102
2. 論文標題 An Analytic Description of Semi-Classical Black-Hole Geometry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Phys. Rev. D	6. 最初と最後の頁 24090
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.102.024090	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 H. Kawai and Y. Yokokura	4. 巻 6
2. 論文標題 Black Hole as a Quantum Field Configuration,	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 universe	6. 最初と最後の頁 77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/universe6060077	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 Ken Hiura, Shin-ichi Sasa	4. 巻 177
2. 論文標題 Microscopic Reversibility and Macroscopic Irreversibility: From a viewpoint of Algorithmic	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Statistical Physics	6. 最初と最後の頁 727-751
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10955-019-02387-0	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 Naoko Nakagawa, Shin-ichi Sasa	4. 巻 177
2. 論文標題 Global Thermodynamics for Heat Conduction Systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Statistical Physics	6. 最初と最後の頁 825-888
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10955-019-02393-2	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 Hiroyoshi Nakano, Shin-ichi Sasa	4. 巻 176
2. 論文標題 Statistical mechanical expressions of slip length	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Statistical Physics	6. 最初と最後の頁 312-357
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10955-019-02302-7	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 Yuki Minami, Shin-Ichi Sasa	4. 巻 1
2. 論文標題 Thermodynamic entropy as a Noether invariant in a Langevin equation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment	6. 最初と最後の頁 13213
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-5468/ab5b8b	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 Hiroyoshi Nakano, Shin-ichi Sasa	4. 巻 3
2. 論文標題 Equilibrium measurement method of slip length based on fluctuating hydrodynamics	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 33109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.101.033109	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 Andreas Dechant, Shin-ichi Sasa	4. 巻 12
2. 論文標題 Fluctuation-response inequality out of equilibrium	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 6430-6436
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1918386117	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 Nakano Hiroyoshi, Shin-ichi Sasa	4. 巻 174
2. 論文標題 Surface Critical Phenomena of a Free Bose Gas with Enhanced Hopping at the Surface	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Statistical Physics	6. 最初と最後の頁 762-799
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10955-018-2198-3	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 Shin-ichi Sasa, Sho Sugiura, Yuki Yokokura	4. 巻 99
2. 論文標題 Thermodynamical path integral and emergent symmetry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 22109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.99.022109	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 Hiroyoshi Nakano, Shin-ichi Sasa	4. 巻 99
2. 論文標題 Microscopic determination of macroscopic boundary conditions in Newtonian liquids	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 13106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.99.013106	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 Itami Masato, Shin-ichi Sasa	4. 巻 2018
2. 論文標題 Singular behaviour of time-averaged stress fluctuations on surfaces	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment	6. 最初と最後の頁 123210 ~ 123210
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-5468/aaf31c	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 Yuki Minami, Shin-ichi Sasa	4. 巻 173
2. 論文標題 The Most Effective Model for Describing the Universal Behavior of a Noisy Kuramoto-Sivashinsky equation as a Paradigmatic Model	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Statistical Physics	6. 最初と最後の頁 120-139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10955-018-2125-7	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 Masahiko Ueda, Shin-ichi Sasa	4. 巻 121
2. 論文標題 Ueda and Sasa Reply	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 128902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.121.128902	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 Andreas Dechant, Shin-ichi Sasa	4. 巻 6
2. 論文標題 Current fluctuations and transport efficiency for general Langevin systems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment	6. 最初と最後の頁 63209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-5468/aac91a	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 Andreas Dechant, Shin-ichi Sasa	4. 巻 97
2. 論文標題 Entropic bounds on currents in Langevin systems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 62101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.97.062101	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 Ho Pei-Ming, Kawai Hikaru, Matsuo Yoshinori, Yokokura Yuki	4. 巻 2018
2. 論文標題 Back reaction of 4D conformal fields on static black-hole geometry	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP11(2018)056	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 横倉祐貴	4. 巻 7
2. 論文標題 ネーター保存量としての熱力学エントロピー	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 物性研究・電子版	6. 最初と最後の頁 72218
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Naoko Nakagawa, Shin-ichi Sasa	4. 巻 119
2. 論文標題 Liquid-Gas Transitions in Steady Heat Conduction	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 260602/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.119.260602	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 佐々真一	4. 巻 649
2. 論文標題 時間の対称性がつなぐミクロとマクロ	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 数理科学	6. 最初と最後の頁 54-60
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 Hikaru Kawai, Yuki Yokokura	4. 巻 3
2. 論文標題 A Model of Black Hole Evaporation and 4D Weyl Anomaly	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Universe	6. 最初と最後の頁 51 ~ 51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/universe3020051	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 横倉祐貴	4. 巻 9月号
2. 論文標題 ネーター保存量としての熱力学エントロピー	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 物理科学雑誌パリティ (丸善出版)	6. 最初と最後の頁 34
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 Hiroyuki Fujita, Yuya O.Nakagawa, Sho Sugiura*, Masaki Oshikawa	4. 巻 97
2. 論文標題 Construction of Hamiltonians by supervised learning of energy and entanglement spectra	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 Art. No.075114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.97.075114	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 Yuya O.Nakagawa, Masataka Watanabe, Hiroyuki Fujita, Sho Sugiura*	4. 巻 9
2. 論文標題 Universality in volume-law entanglement of scrambled pure quantum states	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 Art. No.1635
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-03883-9	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 -

[学会発表] 計98件(うち招待講演 19件/うち国際学会 24件)

1. 発表者名 Shin-ichi Sasa
2. 発表標題 Non-equilibrium thermodynamics from information theory
3. 学会等名 SECOND WORKSHOP ON STOCHASTIC THERMODYNAMICS (WOST II) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐々真一, 中川尚子
2. 発表標題 格子気体非平衡相共存におけるゆらぎのポテンシャル
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 日浦健, 伊藤創祐, 佐々真一
2. 発表標題 逐次予測的な情報熱力学第二法則と大数の法則
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 中川尚子, 佐々真一
2. 発表標題 格子気体非平衡相共存についての大域熱力学
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 田之上智宏, 佐々真一
2. 発表標題 乱流カスケードのミニマルモデル
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 加村優悟, 中川尚子
2. 発表標題 レナード=ジョーンズ粒子系の気液界面付近における熱伝導率変化
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 吉田旭, 中川尚子
2. 発表標題 錬金術法による操作仕事を用いた活量係数の表式
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 横倉祐貴, 川合光
2. 発表標題 Interior of Typical Black Holes
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 Andreas Dechant, Shin-ichi Sasa, Sosuke Ito
2. 発表標題 Geometric decomposition of entropy production in out-of-equilibrium systems
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 小林郁海, 佐々真一
2. 発表標題 複雑な分子の組み立ての困難さと破壊の簡単さ
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 佐々真一, 日浦健, 中川尚子, 吉田旭
2. 発表標題 準静的分割の構成とギブスのパラドックス
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 平泉真生, 太田洋輝, 佐々真一
2. 発表標題 準安定相からの安定相の確率的相成長
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 伊丹将人, 佐々真一
2. 発表標題 数値的時間粗視化による確率的運動方程式の推定
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 養口睦美, 佐々真一
2. 発表標題 KPZ界面の外力応答における輸送係数の異常性
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 久田淳司, 賀川史敬, 中川尚子, 佐々真一
2. 発表標題 熱流下気液相共存系に関する局所温度・気相圧力計測の実験
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 吉田旭, 中川尚子
2. 発表標題 混合自由エネルギーによる二成分流体気液転移の有限サイズ効果の特徴付け
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 加村優悟, 中川尚子
2. 発表標題 熱流による気液界面の安定化と界面近傍状態の再現の難しさ
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 横倉祐貴
2. 発表標題 Field dynamics inside evaporating black holes
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 中川尚子
2. 発表標題 Global thermodynamics for heat conduction states
3. 学会等名 中央大学・素粒子 理論研究室セミナー（オンライン）（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中川尚子
2. 発表標題 Global thermodynamics for heat conduction states : 非平衡状態を粗っぽく見る枠組みの提案,
3. 学会等名 ISSPワークショップ 開放系トポロジーと生体・量子・統計物理, 東京大学 柏キャンパス物性研究所（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 Interior of Thermodynamical Black Holes
3. 学会等名 at String theory, gravity and cosmology 2021 in Posco International Center, Korea (via online) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 Interior of Typical Black Holes
3. 学会等名 16th Marcel Grossmann Meeting (online) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 Universality of Interior Metric of Typical Black Holes
3. 学会等名 at Strings and Fields 2021 in YITP (via online) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐々真一, 中川尚子
2. 発表標題 ゆらぐ相境界ダイナミクスに対する熱流効果
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中川尚子, 佐々真一
2. 発表標題 ポワズイユ流下での気液界面温度特異性を決める無次元パラメータ
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 湯川諭, 中川尚子, 佐々真一
2. 発表標題 Lennard-Jones熱伝導系における気液転移
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊丹將人, 宮崎州正, 佐々真一
2. 発表標題 平衡流体における面平均カレントの長距離相関と超均一性
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 佐々真一, 日浦健, 金澤輝代士
2. 発表標題 熱力学第2法則は平衡分布を決めるか?
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 Andreas Dechant, Shin-ichi Sasa
2. 発表標題 Continuous time reversal and equality in the thermodynamic uncertainty relation
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 中川尚子, 佐々真一
2. 発表標題 非相加的エントロピーで体系化される大域熱力学
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 小林未知数, 中川尚子, 佐々真一
2. 発表標題 ハミルトン・ポッツ模型を用いた一次相転移界面を含む熱伝導状態の解析
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 中野裕義, 南佑樹, 佐々真一
2. 発表標題 一様せん断流下にある二次元系での連続対称性の破れと長距離秩序
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 Masato Itami
2. 発表標題 Effective Langevin equations leading to large deviation function of time-averaged velocity for a nonequilibrium Rayleigh piston
3. 学会等名 33rd Marian Smoluchowski Symposium on Statistical Physics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 Black Hole as a Quantum Field Configuration
3. 学会等名 KEK Theory Workshop 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 Black Hole as a Quantum Field Configuration
3. 学会等名 4th International Conference on Holography, String theory and Discrete approach in Hanoi (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 横倉祐貴
2. 発表標題 Black Hole as a Quantum Field Configuration
3. 学会等名 Strings and Fields 2020 in YITP
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐々真一
2. 発表標題 エントロピー最大原理の非平衡への拡張 - ミクロ力学からの構成と実験への予言 -
3. 学会等名 基研研究会 「熱場の量子論とその応用」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々真一
2. 発表標題 ネーター不変量としてのエントロピー：古典、量子、確率過程
3. 学会等名 量子と古典の物理と幾何
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 芳賀大樹, 佐々真一
2. 発表標題 古典カオスを再現する離散量子系におけるエンタングルメント・エントロピー生成とコルモゴロフ・シナイエントロピー
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 日浦健, 佐々真一
2. 発表標題 アルゴリズム的ランダムな初期状態のマクロな緩和
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 中川尚子, 佐々真一
2. 発表標題 熱伝導による過冷却状態の安定化：データベース値を用いた予想
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 佐々真一, 中川尚子
2. 発表標題 熱伝導下相共存の物理的機構
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 伊丹将人, 中山洋平, 中川尚子, 佐々真一
2. 発表標題 断熱ピストン問題における長時間変位のキュムラント母関数
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 中野裕義, 佐々真一
2. 発表標題 ゆらぐ流体力学に基づいたスリップ長の平衡測定法の提案とその応用
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 横倉祐貴, 佐々真一, 杉浦祥
2. 発表標題 Thermodynamical path integral and emergent symmetry
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 Yuki Yokokura
2. 発表標題 Black Hole as a Quantum Filed Configuration
3. 学会等名 Strings and Fields 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 A Self-Consistent Description Of Time Evolution Of Black Holes Including Collapsing Matter and Hawking Radiation
3. 学会等名 GR22 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 Black Hole as a Quantum Filed Configuration
3. 学会等名 1-day workshop on Quatum Gravity, RIKEN (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横倉祐貴, 川合光
2. 発表標題 Hawking輻射と崩壊物質を含むブラックホールの時間発展のself-consistentな記述
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 吉田旭, 中川尚子
2. 発表標題 熱伝導下にある二成分流体への半透膜の挿入
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 舘享祐, 中川尚子
2. 発表標題 密度不均一を課した熱伝導系の非平衡定常状態
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 瀬谷敦雅, 伊丹將人, 中山洋平, 中川尚子
2. 発表標題 方向性ブラウン運動の変位の三次キュムラントを再現する有効ランジュバン方程式
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 中川尚子, 佐々真一
2. 発表標題 流れがある系の大域熱力学
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 佐々真一, 中川尚子, 田崎晴明
2. 発表標題 簡単な確率過程模型による非平衡相共存
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 南佑樹, 佐々真一
2. 発表標題 確率過程におけるネーター不変量としての熱力学エントロピー
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 伊丹將人, 佐々真一
2. 発表標題 時間平均によるマルコフ過程の粗視化
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 中野裕義, 佐々真一
2. 発表標題 ゆらく流体力学に基づいたスリップ長の平衡測定法：凹凸を持つ壁への応用
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 西村和真, 有賀隆行, 伊丹將人, 佐々真一
2. 発表標題 確率過程模型によるキネシンの特徴付け
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 吉田旭, 中川尚子
2. 発表標題 熱伝導下にある二成分流体への半透膜の挿入II
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 高野晃太郎, 中川尚子
2. 発表標題 非平衡エントロピーを用いた蔵本モデルの特徴づけ
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 Shin-ichi Sasa, Andreas Dechant
2. 発表標題 Fluctuation response inequality out of equilibrium 2018 Nonequilibrium Statistical Physics of Complex Systems
3. 学会等名 The 8th KIAS Conference on Statistical Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shin-ichi Sasa with Naoko Nakagawa, Michikazu Kobayashi
2. 発表標題 Stochastic thermodynamics of phase coexistence out of equilibrium
3. 学会等名 Stochastic thermodynamics : experiment and theory (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々真一
2. 発表標題 秩序創発へのミクロからの挑戦
3. 学会等名 名古屋大学IGERグリーン自然科学レクチャー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shin-ichi Sasa, with Naoko Nakagawa, Michikazu Kobayashi
2. 発表標題 Stochastic order parameter dynamics with energetics: phase coexistence under heat conduction
3. 学会等名 Entropic Fluctuation Relations in Mathematics and Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masato Itami
2. 発表標題 Singular behavior of time-averaged stress fluctuations on surfaces
3. 学会等名 Advances in Physics of Emergent orders in Fluctuations (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊丹將人
2. 発表標題 流体中で固定壁に働く熱誘起力
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊丹將人
2. 発表標題 Singular behavior of time-averaged stress fluctuations on surfaces
3. 学会等名 第16回京都大学福井謙一記念研究センターシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 Entropy inside evaporating black holes
3. 学会等名 One day workshop of quantum field theory and strings (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 Thermodynamic entropy as a Noether invariant
3. 学会等名 物性夏の学校 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 Thermodynamic entropy as a Noether invariant
3. 学会等名 第三回若手による重力・宇宙論研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 A self-consistent solution of evaporating black holes
3. 学会等名 Sigrav2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 Energy-momentum tensor inside evaporating black holes
3. 学会等名 Strings and Fields 2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 A self-consistent solution of evaporating black holes
3. 学会等名 15th Marcel Grossmann Meeting (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 蒸発するブラックホール内部の物質場の厳密解
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 佐々真一
2. 発表標題 多様なエントロピーのひろがりにつながり
3. 学会等名 大阪大学理学研究科 第22回南部コロキウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shin-ichi Sasa
2. 発表標題 Thermodynamic entropy as a Noether invariant
3. 学会等名 Frontiers of Quantum and Mesoscopic Thermodynamics 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐々真一、中川尚子
2. 発表標題 熱伝導下における気液相転移の大域熱力学3
3. 学会等名 日本物理学会2017秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shin-ichi Sasa, Naoko Nakagawa
2. 発表標題 Liquid-gas transitions in steady heat conduction
3. 学会等名 East Asia Seminars on Statistical Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐々真一
2. 発表標題 Thermal pure state path integral and emergent symmetry
3. 学会等名 日本大学 素粒子論セミナー講演
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐々真一
2. 発表標題 Liquid-gas transitions in steady heat conduction
3. 学会等名 大阪大学理学研究科 秋冬集中講義
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐々真一
2. 発表標題 熱伝導と気液転移が会うとき 19世紀科学から21世紀科学への展開
3. 学会等名 第15回京都大学福井謙一記念研究センターシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々真一
2. 発表標題 ゆらぎの理論と構造の理論
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々真一
2. 発表標題 熱伝導下気液転移への線形応答理論からのアプローチ
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 A Model of Black Hole Evaporation and 4D Weyl Anomaly
3. 学会等名 Loops17, Warsaw University (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 A Model of Black Hole Evaporation and 4D Weyl Anomaly
3. 学会等名 Strings and Fields, YITP Kyoto University (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 A Self-consistent Model of Black Hole Evaporation
3. 学会等名 Quantum Black Holes in the Sky?, Perimeter Institute (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuki Yokokura
2. 発表標題 Quantum Fields inside Evaporating Black Holes (ポスター発表)
3. 学会等名 KEK theory workshop, KEK (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 横倉祐貴、川合光
2. 発表標題 蒸発するブラックホールの内部の量子場の状態
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 横倉祐貴、川合光
2. 発表標題 蒸発するブラックホールの内部のエネルギー運動量テンソル
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会、東京理科大学
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masato Itami, Shin-ichi Sasa
2. 発表標題 Universal form of stochastic evolution for slow variables in equilibrium systems (ポスター発表)
3. 学会等名 30th Marian Smoluchowski Symposium on Statistical Physics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊丹將人、佐々真一
2. 発表標題 ソレー効果と断熱ピストン問題における熱誘起力の差異
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊丹將人、佐々真一
2. 発表標題 The difference between the heat-induced forces of the Soret effect and the adiabatic piston (ポスター発表)
3. 学会等名 第15回京都大学福井謙一記念研究センターシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊丹將人、佐々真一
2. 発表標題 平衡流体における時間平均応力ゆらぎの超均一性II
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉浦 祥
2. 発表標題 体積則に従うフォンノイマンエントロピーの量子純粋状態における典型的な振る舞い
3. 学会等名 日本物理学会2017秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sho Sugiura
2. 発表標題 Universality in volume law entanglement of pure quantum states
3. 学会等名 Quantum Thermodynamics: Thermalization and Fluctuations (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sho Sugiura
2. 発表標題 Thermal pure state path integral in isolated quantum system and emergent symmetry of thermodynamic entropy
3. 学会等名 APS March Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉浦 祥
2. 発表標題 平衡化した量子純粋状態が持つエンタングルメントエントロピーの普遍的な振る舞い
3. 学会等名 統計物理学懇談会<第6回>(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉浦 祥
2. 発表標題 カオス的な量子純粋状態が示すフォンノイマンエントロピーの一般則
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018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	伊丹 将人 (Itami Masato) (00779184)	京都大学・理学研究科・特定助教 (14301)	
研究分担者	横倉 祐貴 (Yokokura Yuki) (50775616)	国立研究開発法人理化学研究所・数理創造プログラム・上級研究員 (82401)	
研究分担者	中川 尚子 (Nakagawa Naoko) (60311586)	茨城大学・理工学研究科(理学野)・教授 (12101)	

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	杉浦 祥 (Sugiura Sho) (20793350)	東京大学・物性研究所・特別研究員 (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