

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：37111

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K14206

研究課題名(和文) 長距離相互作用飛躍型無限粒子系の確率解析学

研究課題名(英文) Stochastic calculus of infinite particle systems of long range jumps with long range interactions

研究代表者

江崎 翔太 (Esaki, Syota)

福岡大学・理学部・助教

研究者番号：40784533

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本課題における主たる研究は、種村秀紀氏(慶應義塾大学)と共同で実施した、対数ポテンシャルで相互作用が表される無限粒子系を含む、長距離干渉系の時間発展である干渉飛躍型無限粒子系(強干渉飛躍系)に付随する無限次元確率微分方程式(ISDE)の解析の研究である。この研究で、ランダム行列に由来する点過程を平衡分布にもつ強干渉飛躍系のISDE表現とそのISDEの解の道ごとの一意性を示した。付随する研究として、多次元KPZ方程式の超離散化、1次元格子上的非衝突連続時間ランダムウォークの無限粒子系、非エルミート行列値ブラウン運動の固有値・固有ベクトル過程、一般化コーシー分布に付随する測度集中現象を研究した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一般に、系は粒子数無限の極限をとることにより、その系の本質である統計的性質を明らかにする。そのような統計的性質は、系に対しより詳細な解析を与える上でも大きな鍵となる。ところが長距離干渉系は相互作用の強さからくる収束性の扱いの困難から、統計的性質などを明らかにすることは難しい。一方、飛躍型過程はランダムウォークなどに代表されるものであり、一般にブラウン運動などの拡散過程などに比べ、数値計算を行いやすい。本研究では、長距離干渉飛躍型過程に対する詳細な解析を行ったため、今後本理論と数値実験等を通して長距離干渉系に対する新規の現象の観察に応用されることも期待できる。

研究成果の概要(英文)：The main research in this project is the time evolution of long-range interacting systems, including infinite particle systems whose interactions are represented by the logarithmic potentials. This research is given by the one of joint works with Hideki Tanemura(Keio University). In this study, we showed the ISDE representations of jump type systems with equilibrium measures derived from some scaling limits of random matrices, and the pathwise uniqueness of the ISDE. As additional research, we study a ultra-discretization of multidimensional KPZ equations, infinite particle systems of non-colliding continuous-time random walks on the one-dimensional lattice, eigenvalue and eigenvector processes of non-Hermitian matrix-valued Brownian motions, the measure concentration phenomena associated with the generalized Cauchy distributions .

研究分野：相互作用系に対する確率解析学

キーワード：飛躍型無限粒子系 確率解析 無限次元確率微分方程式 長距離相互作用系 非衝突系 非エルミート行列値ブラウン運動 測度距離空間 一般化コーシー分布

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。

1. 研究開始当初の背景

相互作用をもつ無限粒子系の時間発展(確率力学)の解析は、これまでに様々な設定で行われてきた。ところが、技術的困難から、その相互作用を与えるポテンシャル関数は遠方で指数的に減衰する短距離相互作用を扱うことが中心であった。しかし、ランダム行列に由来するモデルである、Ginibre、Dyson、Airy 確率点場は、無限遠で発散する対数ポテンシャル(2次元クーロンポテンシャル)によって相互作用が記述される。これらに関連する系の解析はヤング図形を用いて Borodin らによって行われていたが、それらの研究は代数的構造をもっている場合のみ適用ができ、一般的な設定に基づく確率力学の解析は従来理論の範疇外であった。

その状況の中で、長田博文氏や種村秀紀氏を中心として、上述の例を含む長距離干渉ブラウン粒子系の一般的な構成・解析がなされていた。従来扱うことができた Ruelle 族ポテンシャルは、ある種の正則性をもつため、無限系の解析も容易に行える。しかし対数ポテンシャルは、その正則性を持たず、解析には多くの困難が存在する。そこで、Osada(2013)で正準 Gibbs 測度の拡張である準 Gibbs 測度を導入し、一般的に準 Gibbs 測度に付随する確率力学を構成した。そして引き続き一連の研究で、具体的に、上述の Ginibre 確率点場と、あるパラメータの Dyson、Airy、Bessel 確率点場が準 Gibbs 測度であることを示した。さらに、Osada-Tanemura(2020)において、これらの確率力学が従う拡散型無限次元確率微分方程式(ISDE)の強解の存在と、ある種の一意性を示している。一方、より一般のパラメータに対する Dyson 模型に対しては Tsai(2016)で、Dyson 模型特有の性質に基づく手法を用いて、強解の存在と一意性を得ている。

しかし、上述の理論の対象は全て拡散過程からなる確率力学であるため、格子上のモデルなどの飛躍型過程からなる確率力学に対して適用できない。ランダム行列理論に由来するモデルを格子上で展開することは、非平衡統計物理学との関連から現在に至るまで盛んに研究されている(例えば、Katori(2015)や Esaki(2014))。そこで申請者は、上述のモデルを含む長距離干渉飛躍型粒子系の詳細な解析を行うことを目標に研究を始めた。申請者は、それまで、Esaki(2019)において、配置空間上の長距離干渉飛躍型粒子系の構成を行っていた。また、Esaki(2016)において、格子上の準 Gibbs 測度を導入することで、あるパラメータの離散 Dyson 確率点場に付随する格子上の確率力学を構成していた。

Osada(1998)において Ruelle 族ポテンシャルに対する干渉ブラウン粒子系のタグ付け粒子は、拡散的なスケールリングに対して退化しないことが示された。この事実は、Ruelle 族ポテンシャルから定まる Gibbs 測度はポアソン確率点場に近い性質をもつことに基づく。ポアソン確率点場は相互作用がなく、独立な粒子系を表す。一方、「対数ポテンシャルで相互作用が与えられる Ginibre 干渉ブラウン粒子系のタグ付け粒子は劣拡散的である」ことが示されたということが、当時長田氏からセミナー等を通じて報告があった。この事実は従来理論の範疇で起き得なかった全く新しい現象であった。これは、粒子が動く空間が2次元の空間であるにもかかわらず、周りの粒子から受ける相互作用の強さゆえに、それぞれの粒子の動ける範囲が非常に限定されるということを示している。上述の Ruelle 族ポテンシャルと対数ポテンシャルの2つの事実を比較すると、タグ付け粒子の劣拡散性は、対数ポテンシャル特有の現象であることがわかる。この2つの異なる様相の根底には、対数関数が無限遠で発散することにより、その相互作用の影響は無限遠方に至るまで強く残り続けることが関わっていると考えられる。

この結果を受け、江崎は Ginibre 干渉飛躍型粒子系について以下の予想に至った。Ginibre 干渉系の平衡状態である Ginibre 確率点場の典型的な配置は格子状になっている。干渉ブラウン粒子系の場合は、その格子の構造を保存するように時間発展が行われることから、それぞれの粒子は動きが大きく制限される。ところが、実際には、この格子は真に整然と並んだ格子ではない。そこで、長距離の飛躍が起こりうる Ginibre 干渉飛躍型無限粒子系の場合、その欠けた格子の隙間をぬって粒子が移動し、拡散スケールで見たとき、非自明な極限が得られることが予想される。この点は、飛躍型にのみ期待される現象である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、Osada-Tanemura の研究に関連して、対数ポテンシャルで相互作用が与えられる粒子系の時間発展である干渉飛躍型無限粒子系に対して、詳細な解析を与えることであった。具体的には、以下の課題を克服することであった。

- (1) 長距離干渉飛躍型粒子系の無限次元確率微分方程式(ISDE)の解析
- (2) Ginibre 干渉飛躍型無限粒子系のタグ付け粒子に対する極限定理

以下で上記の項目別に研究目的を述べる。

- (1) 上述の長距離干渉ブラウン粒子系に対する方法を基に、長距離干渉飛躍型粒子系の ISDE に対する一般論を構築する。特に、対数ポテンシャルから記述される Ginibre、Dyson、Airy、

Bessel 干渉飛躍型無限粒子系に対する ISDE の強解の存在と一意性を得ることを目的とした。開始当時、長距離干渉ブラウン粒子系に関する研究は急激に進展していたが、長距離干渉飛躍型粒子系については、飛躍率と相互作用のバランスを常に詳細に考慮する必要から生じる困難により、研究はほとんど存在していなかった。特に、ISDE の強解の存在と一意性については示されていなかった。このことにより、本研究は長距離干渉飛躍型粒子系に対する完全に新しい解析法を与える研究であり、独創的であると考へた。

- (2) 上で述べた Ginibre 干渉飛躍型粒子系のタグ付け粒子に対する予想は、Ruelle 族ポテンシャルに対しては起き得ない現象で、Ginibre 干渉無限粒子系特有の現象の 1 つであると考えられる。それを確認するために、まずは Ruelle 族ポテンシャルに対する干渉飛躍型無限粒子系に関して、タグ付け粒子の極限定理を明らかにする。その後、Ginibre 干渉飛躍型無限粒子系のタグ付け粒子の極限定理について研究を行い、上述の予想を解決することが、目的であった。干渉飛躍型過程のタグ付け粒子の極限定理に関する研究においても、解析の中心は短距離相互作用系であった。特に、本研究のような、対数ポテンシャルに対する干渉飛躍型粒子系のタグ付け粒子の極限定理の研究は、技術的な困難から存在しない。さらに、上で述べた問題意識は飛躍型過程独自のものであり、この予想の解決は拡散過程で得られた結果をさらに深く発展させることに繋がるため、与える影響は大きく、独創的であると考へた。

3. 研究の方法

研究方法について上述 2 で与えた項目別に述べる。

- (1) 飛躍型 ISDE の一般論、強解の存在と一意性について：

配置空間上の過程に適切なラベル付けを行う。

で得たラベル付き相互作用飛躍型無限粒子系に対して、それが従う ISDE を求める。

で得た ISDE に対し、強解の存在と、ある条件をみたす上での(以下で「ある種の」と表現する)一意性を示す。

これらについて、さらに項目別に具体的に述べる。

について：江崎は、本研究開始時既に Esaki(2019)において、長距離干渉飛躍型粒子系を配置空間上の過程として得ていた。そこで、確率微分方程式表示を得るためには、この過程に対し適切にラベル付けを行う必要があった。ここでいう適切なラベル付けというものは、初期状態で、あるラベルを付けられた粒子が、時間発展に対し継続的に、同じラベルとして観察され続けるようなもののことをいう。配置空間上の相互作用系に対して、この種のラベル付けを行うことは、配置空間上のパス空間から粒子の動く空間の無限直積上のパス空間への可測写像(以下、ラベル写像と呼ぶ)を用いて行われる。ところが、この方法でラベル付けされた相互作用無限粒子系を構成してしまうと、自然な形で付随するディリクレ形式を構成することができない。そこで、我々は、まず、有限個(以下で n 個と表す)の相互作用系と、それらとも互いに相互作用をする配置空間上の相互作用系からなる特殊なカップリング過程を、ディリクレ形式によって構成した。このディリクレ形式を作成する上で、測度は確率点場に対応するものとして Campbell 測度を、二次形式は配置空間上の系に対応する形で与えた。カップリング過程に対応するディリクレ形式を構成する上で用いた議論は、配置空間上の相互作用系の構成法をもとに適宜変形されて与えられた。可閉性に対しては、Campbell 測度の元となる測度の準 Gibbs 性が鍵となって用いられた。その構成の後、現在構成されたカップリング過程は、既に得られていた配置空間上の相互作用系をラベル写像で写したものであるという意味の両立条件をみたすことを示した。また、このことによって、配置空間上の相互作用系と両立的である n で添字つけられたカップリング過程の列を得ることができた。直感的には、この両立的な列の n を無限大にとばした極限によって、全ての粒子に対しラベルづけられた無限粒子系を得ることができる。

について：Osada(2012)では、干渉ブラウン粒子系に対する ISDE を構成するために、確率点場に対する対数微分という概念を導入し、特に Ginibre 確率点場、Dyson 確率点場に対して対数微分的具体形を得ている。ブラウン運動は微分作用素に対応することから、干渉ブラウン粒子系に対する ISDE を得る上で、対数微分は非常に有用である。ところが、本研究の対象である飛躍型過程は、微分作用素ではなく、差分(擬微分)作用素に対応する。従って、対数微分の概念をそのまま用いて ISDE を得ることはできなかった。そこで、本研究では干渉ブラウン粒子系の場合の対数微分に対応する「対数差分」にあたる関数の導入を行い、その関数を用いて ISDE の形式を明らかにした。以下では、この方法によって与えられた、相互作用系における各粒子の飛躍率を「相互作用込みの飛躍率」と呼ぶ。相互作用込みの飛躍率は、独立な場合各粒子がもつ飛躍率と、確率点場の 1 次相関関数、確率点場の Palm 測度を用いて与えられた。この構成を用いて、上述の例などのそれぞれの確率点場に対して具体形を得た。続いて、対応する確率力学の ISDE 表現を与える上で、各粒子の座標をカップリング過程から定まる加法的汎関数にとらえ、ディリクレ形式理論における加法的汎関数に対する Fukushima 分解を用いた。この分解定理を用いるためには、各粒子の座標(を近似する)関数はディリクレ形式の定義域に含まれる必要がある。しかし、配置空間上の相互作用系と付随するディリクレ形式のみしか考察対象にしない場合には、座標(を近似する)関数はディリクレ形式の定義域に含まれ得ない。この困難を克服するために、得たカップリング過程と対応するディリクレ形式を用いた。それぞれ n を止めるごとに有限個のラベルをつけられた粒子に対する SDE のみを得られるが、両立性を用いることに

より、結果として全ての粒子に対する SDE 表現、すなわち ISDE 表現を与えることができた。

について：Osada-Tanemura(2020)では、平衡状態を与える確率点場の末尾自明性を用い、相互作用系に対応する ISDE の強解の存在とある種の一意性を示している。この手法は本質的に、駆動する粒子の力学的な性質によらない形で示されていると考えられた。実際、議論の本質に関わる部分では Osada-Tanemura の一般論をもとにし、適宜相互作用込みの飛躍率の評価を行うことで、この定理は示された。この結果により Osada-Tanemura の一般論は、拡散型・飛躍型に関わらず適用可能であることがわかり、より多くの相互作用確率過程系に適用できる可能性が示唆されている。

(2) Ginibre 干渉飛躍型無限粒子系のタグ付け粒子に対する極限定理について：

上記(1) のカップリング過程に対応するディリクレ形式の構成と同時並行して、タグ付け粒子とタグ付け粒子からみた周りの配置環境のカップリングの構成を行った。この方法は、Osada(2010)において、干渉ブラウン粒子系に対して行われている方法をもとに、適切に変形したものであった。その後、相互作用が Ruelle 族ポテンシャルによって与えられる系に対し、極限定理を与える。これを示す上で、Osada(1998)の方法を用いることができると考えた。引き続いて、Ginibre 干渉飛躍型粒子系のタグ付け粒子に対して自明でない極限が得られるスケールを特定し、スケール極限を求める。これを示すために、長田氏による「Ginibre 干渉ブラウン粒子系のタグ付け粒子は劣拡散的である」という結果を示した手法の一部が拡張された上で適用できると考えた。併せて、特に、飛躍型過程の最も重要な例である安定過程からなる干渉無限粒子系のタグ付け粒子に対してこの理論を適用することを考えた。

4. 研究成果

以下で、研究成果をまず上述 2 の項目別に述べる。

(1) 飛躍型 ISDE の一般論、強解の存在と一意性について：

上述 3 で述べた方法によって、具体的には次の課題を克服した。

配置空間上の長距離干渉飛躍型粒子系に対し、適切なラベル付けを行い、ラベル付け過程に対応するディリクレ形式を構成した。ディリクレ形式は、ある配置空間上の過程と n 個の有限粒子の過程からなるカップリングとして構成され、それらは n に関して両立的であることを示した。特に、配置空間上の過程とも両立的である。

得たディリクレ形式を用いて、干渉飛躍型無限粒子系の ISDE 表現を構成した。平衡状態を与える確率点場の末尾自明性という性質を用い、ISDE の強解の存在とある種の一意性を示した。

さらに、この一般論を具体例に応用するために、仮定に対する十分条件の研究を行った。具体的には以下の結果を示した。

我々の設定においては、理論の仮定である No Big Jump 条件が、他の仮定である非衝突条件から導出されること。

独立な場合の飛躍率が出発点と到着点の位置ベクトルの差のみに依存するとき、理論の仮定である非爆発条件が成り立つこと。

粒子が 1 次元空間を動く場合は確率点場の密度関数のある評価により、2 次元以上の空間を動く場合は確率点場のある種の有界性によって非衝突条件が成立すること。また、1 次元の場合の評価は、確率点場がある種の行列式確率点場、四元数行列式確率点場の場合にみられること。

独立な場合の飛躍率が出発点と到着点の位置ベクトルの差のみに依存するとき、拡散型で用いられた対数微分の性質といくつかの仮定により、飛躍型 ISDE の強解の存在と一意性に関する一般論の仮定がみられること。

これらの十分条件により、本理論は、具体例として、ある種の Ruelle 族ポテンシャルから定まる正準 Gibbs 測度、Ginibre 確率点場、逆温度が 1、2、4 の Sine、Airy 確率点場、逆温度が 2 でありパラメータが 1 以上である Bessel 確率点場を平衡分布にもつ、干渉安定過程系に対して適用可能であることがわかった。

本研究は開始当初感じていた通り、それまで示されていなかった飛躍型 ISDE の強解の存在と一意性について得られた独創的な結果として、国内外にインパクトを与え、特にその成果を 2021 年日本数学会秋季総合分科会の特別講演で講演した。これら強干渉飛躍系に付随する ISDE に関する論文が、種村秀紀氏(慶應義塾大学)との共著として、Journal of the Mathematical Society of Japan に掲載決定した。

併せて、「No Big Jump 条件が非衝突条件から導出される」という命題が、より一般のディリクレ形式に付随する無限粒子系に対して成り立つことを示した。従って、この命題は、各粒子が連続的に動きながら時に不連続な飛躍を行うような粒子系に対しても成り立つことがいえ、今後の理論発展の方向性を与えることができた。今後の展望としては、連続的運動と飛躍を並行して行うような粒子系に対して理論を展開することが目標となる。さらに、

連続空間上で展開された ISDE の理論を、正方格子などの離散空間上の相互作用系に応用することを行い、その ISDE 表現を得る一般論を構築した。今後引き続いて行うべきこととしては、この一般論を適用できる具体例を多く作成することが挙げられる。

(2) Ginibre 干渉飛躍型無限粒子系のタグ付け粒子に対する極限定理について :

上述 3 で述べた方法により、タグ付け粒子とタグ付け粒子からみた周りの配置環境のカップリングの構成を行うことができた。その後の展開としては、飛躍率と相互作用のバランスを詳細に考慮する必要から生じる困難により、成果を与えることができなかった。今後の展望としては、これらのバランスに対する詳細な評価を与え、Ginibre 干渉飛躍型粒子系のタグ付け粒子に対して自明でない極限が得られるスケールを特定し、スケール極限を求めることを目標とする。長田氏による方法は、確率点場の性質が本質的に関わり、その部分に限定すれば拡散型・飛躍型に関わらず適用可能であることが示唆されている。よって、今後の展望としては、拡散型・飛躍型に関わらないと想定される部分の確認を行い、飛躍型特有の評価が必要な部分を明らかにすることが、まず行われるべきである。

上述(2)の困難に伴い、特に後半の研究期間において、上述 2 の(1)、(2)の他に開始当初予見していなかった下記(3)、(4)の研究を行い新たな知見を得た。これらは全て飛躍型長距離相互作用系への応用をもとに考察を始めた内容であったが、得られた知見は飛躍型長距離相互作用系内に収まらず、広範な内容となった。

- (3) 新規の長距離相互作用系の構成・解析
- (4) 相互作用系に適用可能な測度幾何学的基礎理論の構築

以下では(3)、(4)それぞれについて項目別に成果を述べる。

(3) 新規の長距離相互作用系の構成・解析

多次元 KPZ 方程式の超離散化を考えることにより、新しい種類の格子上の相互作用系を得ることができた。KPZ 方程式と長距離相互作用系の繋がりは従来から多く研究されているため、この系もその枠組みとして重要である。今後は、この粒子系に対して数値実験等を通して、新規の現象を観測することが目標となる。

強干渉飛躍系の一種の 1 次元正方格子上の非衝突連続時間ランダムウォーク(RW)からなる無限粒子系の研究として、粒子の飛躍率が左右に等しい系に対して以前自身が得ていた結果を飛躍率が非対称な系に拡張した。特に、ある初期条件から始める非衝突非対称 RW からなる無限粒子系の構成、定常状態への収束を示すことができた。

香取眞理氏(中央大学)と共同で実施した研究において、周期的な初期配置から始める無限次元 Dyson 模型の平衡状態への収束を示せた。本研究は拡散型相互作用系の研究であるが、理論の本質は飛躍型相互作用系に対しても適用できる可能性がある。この理論を、適宜修正し、飛躍型過程に展開することを目標として引き続き研究する。

各成分が独立な複素ブラウン運動で与えられる行列値過程に対する固有値・固有ベクトル過程について研究した。この固有値過程は長距離相互作用系であるが、Dyson 模型と異なりマルチンゲールの時間変更である。付随するオーバーラップ行列の各成分が従う確率微分方程式と、固有値の経験分布過程等が従う(確率)偏微分方程式を導出した。本研究は、香取氏と藪奥哲史氏(北九州高専)と共同で実施した研究である。本研究対象は行列値確率過程とその汎関数であり、有限粒子系に関連する。しかし、経験分布等を対象として、その無限粒子系極限を考えることができる。このような無限粒子系極限を通して、本模型に対応する飛躍型無限粒子系を構成し、解析することが今後の展望として考えられる。

(4) 相互作用系に適用可能な測度幾何学的基礎理論の構築

測度距離空間(mm 空間)の拡張であるピラミッドの研究を数川大輔氏(九州大学)、三石史人氏(福岡大学)との共同研究で行った。mm 空間は測度と距離が与えられた空間で確率論の研究対象も含まれる。また、一般に強干渉飛躍系を含むマルコフ過程を測度距離幾何的に扱うためには mm 空間を拡張したピラミッドとしての解析が有益となる。ピラミッドは測度集中現象と関連し、その現象は極限定理として理解されるため、ピラミッドの研究は本課題の極限定理に関する研究に大きな影響をもつと考えられる。本研究ではマルコフ過程への応用を念頭に、ピラミッドの不変量を定め、未知の非自明なピラミッドの構成を行った。また、非自明なピラミッドからなる空間の位相的次元に関する結果を得た。さらに、一般化コーシー分布に付随する測度集中現象の成立を証明し、一般化コーシー分布から導かれる同分布確率変数列のある種の非エルゴード性を示した。一般化コーシー分布は飛躍型過程の推移確率とも関連するため、本課題の基礎理論として関連する結果である。今後の展望としては、これらの結果を用いた極限定理への別アプローチを考察することが考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Esaki, S. and Tanemura, H.	4. 巻 -
2. 論文標題 Stochastic differential equations for infinite particle systems of jump type with long range interactions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Mathematical Society of Japan	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 -

〔学会発表〕 計21件（うち招待講演 17件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 江崎翔太
2. 発表標題 SDE representation of overlaps associated with non-Hermitian matrix-valued Brownian motion
3. 学会等名 東京確率論セミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Syota Esaki
2. 発表標題 SDE representation of eigenvalues, eigenvectors and overlaps of non-Hermitian matrix-valued Brownian motion
3. 学会等名 Workshop on Probabilistic Methods in Statistical Mechanics of Random Media and Random Fields 2023（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 江崎翔太
2. 発表標題 Representation formula of overlaps of non-Hermitian matrix-valued Brownian motion
3. 学会等名 関西大学確率論研究会 2022（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 江崎翔太
2. 発表標題 確率解析と Gromov のピラミッド
3. 学会等名 測度距離空間の解析と幾何およびその展望
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 江崎翔太
2. 発表標題 長距離相互作用飛躍型無限粒子系の確率解析
3. 学会等名 日本数学会2021年秋季総合分科会統計数学科分科会特別講演（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Syota Esaki
2. 発表標題 Noncolliding system of asymmetric continuous-time random walks
3. 学会等名 Workshop on Probabilistic Methods in Statistical Mechanics of Random Media and Random Fields 2022（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 江崎翔太
2. 発表標題 Noncolliding system of asymmetric continuous-time random walks and Relaxation phenomenon
3. 学会等名 研究集会 マルコフ過程とその周辺
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 江崎翔太
2. 発表標題 Non-collision, non-explosion and no-big jump conditions of jump type interacting particles systems
3. 学会等名 東京確率論セミナー (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 江崎翔太
2. 発表標題 No collision condition and No big jump condition of interacting particle systems
3. 学会等名 Workshop on "Random matrices, Determinantal point processes and Gaussian analytic functions" (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Syota Esaki
2. 発表標題 Consistency and ISDE representation of long range interacting particle systems with jumps
3. 学会等名 Japanese-German Open Conference on Stochastic Analysis 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江崎翔太
2. 発表標題 Consistency and ISDE of interacting Levy processes
3. 学会等名 Stochastic Analysis on Particle Systems (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Syota Esaki
2. 発表標題 Consistency and ISDE representation of jump type long range interacting particle systems
3. 学会等名 The 18th Symposium Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Syota Esaki
2. 発表標題 ISDE representations of long range interacting particle systems with jumps
3. 学会等名 Workshop on Probability at Kansai University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 江崎翔太
2. 発表標題 Infinite particle systems of jump type with long range interaction
3. 学会等名 Workshop on "Random Matrices and Related Topics" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 江崎翔太
2. 発表標題 Dyson Brownian Motion and long range interacting particle systems
3. 学会等名 One day workshop "Irreversibility and Evolution Equations" (招待講演)
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 江崎翔太
2. 発表標題 Ultra-discrete limit of KPZ equation and related interacting particle system
3. 学会等名 新潟確率論ワークショップ
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 江崎翔太
2. 発表標題 Infinite-dimensional stochastic differential equations for interacting particle systems of jump type with long range interactions
3. 学会等名 大阪大学確率論セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 江崎翔太
2. 発表標題 Interacting particle systems on graphs with long range interactions
3. 学会等名 岡山確率論セミナー（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Syota Esaki
2. 発表標題 Infinite Levy particles with long range interactions
3. 学会等名 The 39th Conference on Stochastic Processes and their Applications (SPA2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 江崎翔太
2. 発表標題 無限粒子系の確率解析について
3. 学会等名 2017年度確率論ヤングサマーセミナー（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Syota Esaki
2. 発表標題 Stochastic differential equations for infinite particle systems of jump types with long range interactions
3. 学会等名 Japanese-German Open Conference on Stochastic Analysis 2017（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Syota Esaki's website Talks https://www.cis.fukuoka-u.ac.jp/~sesaki/Talks.html Syota Esaki's website Research https://www.cis.fukuoka-u.ac.jp/~sesaki/Research.html

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
研究協力者	種村 秀紀 (Tanemura Hideki)		

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
研究協力者	香取 眞理 (Katori Makoto)		
研究協力者	藪奥 哲史 (Yabuoku Satoshi)		
研究協力者	三石 史人 (Mitsuishi Ayato)		
研究協力者	数川 大輔 (Kazukawa Daisuke)		

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