

令和 5 年 6 月 25 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H01791

研究課題名(和文) 拡散過程とレヴィ過程およびその変型過程に関する極限定理とその応用

研究課題名(英文) Limit theorems for diffusions, Levy processes and their variants with their applications

研究代表者

矢野 孝次 (Yano, Kouji)

京都大学・理学研究科・准教授

研究者番号：80467646

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,580,000円

研究成果の概要(和文)：一般化逆正弦法則の発展的研究として、中立不動点を持つ力学系および平均的中立不動点を持つランダム力学系に対して逆正弦法則とDarling・Kac法則の結果を得た。処罰問題の包括的研究として、かなり一般のレヴィ過程に対してランダム時計を用いた局所時間処罰問題の結果を得た。作用発展の情報系について、有限半群のRees分解およびその上の畳み込み無限積に関する理論に基づき、三種類のノイズによる完全な分解公式を得た。その他にも、エイジング逆正弦法則、跳入拡散過程の滞在時間の揺らぎ極限、集合値マルチンゲールの確率積分表現、出生死滅過程に対する初到達時刻分布からの初期分布復元、に関する結果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

基本の確率過程である拡散過程とレヴィ過程に対しては様々な既存理論がよく知られているが、これらを駆使することで、基本の確率過程の一部の構造を保ちながら一般化した変型過程を研究し、その極限的性質の理論的究明と新しい現象の発見を目指してきた。本研究の結果、マルコフ分割、ランダム時計および畳み込み無限積の手法を駆使することで、ランダム力学系の一般化逆正弦法則、レヴィ過程の処罰問題、作用発展の情報系分解問題に関して革新的な知見を得ることができた。これらの研究成果は、同様の性質を持つ新しい変形過程のクラス、もしくは異なる性質を持つ特殊な変形過程の例を模索する、新たな展望へと繋がるものである。

研究成果の概要(英文)：We have extended the generalized arcsine law to obtain arcsine and Darling-Kac laws for deterministic dynamical systems with indifferent fixed points and for random dynamical systems with indifferent-in-mean fixed points. We have comprehended the penalisation problems to obtain results of local time penalisations with random clocks for greatly general Levy processes. We have obtained the complete resolution formula of sigma-fields for action evolutions consisting of three kinds of noises by means of the theories of the Rees decomposition and of infinite convolutions. Moreover, we obtained the aging arcsine law, the fluctuation limit theorems of occupation times for jumping-in diffusions, the stochastic integral representation of set-valued martingales, and the reproduction of the initial distributions from the first hitting time distributions for birth-and-death processes.

研究分野：確率過程論

キーワード：確率過程論 極限定理 拡散過程 レヴィ過程 周遊理論

1. 研究開始当初の背景

確率過程の長時間極限は確率論の黎明から現在に至るまで中心的な位置を占める問題であるが、それは現象論的にはランダム揺動の長時間累積の結果として現れる普遍的な統計的法則を明らかにする試みである。ランダムウォークおよびブラウン運動に対する逆正弦法則とその次元拡散過程への一般化、ブラウン運動に対する長時間条件付け問題およびその処罰問題への一般化、ランダムウォークの一般化理論としての局所コンパクト位相群における確率測度の無限畳み込み理論など、確率論の古典理論はその問題意識に沿った形で発展してきた。

2. 研究の目的

本研究では、古典の問題意識に沿いつつも、古典的結果の枠に収まらない特異な対象に対する新しい知見の獲得を目標としてきた。研究対象とする変型過程としては、半直線上の拡散過程に原点から内部への跳びのみを許した跳入拡散過程、位相と積構造を持つ位相群においてランダム要素の積により時間発展する一般乱歩、いくつかの決定的力学系をランダムに選択して反復させるランダム力学系、がある。これらの変形過程に対し、一般化逆正弦法則、退化極限定理、処罰問題、情報系問題を研究することを目的とした。

3. 研究の方法

確率過程の長時間極限を研究する基礎理論として、周遊理論、ストリング理論、無限畳み込み理論であり、それぞれの過程が持つ特徴的な独立増分性を抽出したものである。これら基礎理論の古典理論だけでなく、クレイン・小谷理論など古典理論を深化させた最新研究を取り入れつつ、さらに必要に応じて基礎理論それ自身の発展も図った。

4. 研究成果

本研究の最重要課題である、一般化逆正弦法則、退化極限定理、処罰問題、作用発展の情報系分解問題について、以下のような著しい研究成果が得られた。さらにそれと並行して行ってきたいくつかの副次的な問題についても、以下のような興味深い研究成果が得られた。

一般化逆正弦法則

一般化逆正弦法則のもう一つの発展的問題として、当時院生の秦と共同でランダム力学系の逆正弦法則と Darling・Kac 法則に取り組んできた。本研究では、左端点に吸引される力学系と右端点に吸引される力学系とをランダムに切り替えることで得られるランダム力学系を考察し、同法則の成立を示すことができた。この結果をまとめた論文が学術雑誌 *Stochastics and Dynamics* に掲載された。

上記の研究のさらなる発展として、中野(東海大)、中村(北見工大)、および豊川(北見工大)と共同で、コアを持つランダム力学系に対する逆正弦法則と Darling・Kac 法則の結果を得た。仮定を満たすランダム力学系としては、左端点と右端点の付近に自由度は無いが、コアの部分はかなり自由に与えることができるという意味で、大幅な一般化を与えている。証明においては、焼鈍測度推移性の概念を導入してこれを用いた。この結果をまとめた論文が学術雑誌 *Nonlinearity* に掲載された。

レヴィの逆正弦法則の発展的問題として、秋元(東京理科大)、当時院生の世良、当時院生の山戸と共同で、エイジング逆正弦法則の問題に取り組んだ。原点出発ブラウン運動の初期時刻からの正側滞在時間の分布は逆正弦分布に従うが、少し時間が経ってから観測すると分布の形が崩れる。本研究では、正側滞在時間の分布密度が受ける開始時間と観測時間の定量的な影響を、端点の漸近挙動において明らかにした。この結果をまとめた論文が学術雑誌 *Physical Review E* に掲載された。

退化極限定理

退化極限定理の発展的問題として、当時院生の山戸と共同で跳入拡散過程の正側滞在時間に対する揺らぎ極限定理の問題に取り組んできた。零再帰的な場合はランペルティの一般化逆正弦法則が成立するが、正再帰的な場合は極限が退化する。本研究では、退化の様子を詳しく調べるため、揺らぎのスケール極限を、跳入が小さい場合に考察した。その結果、スペクトル片側安

定過程の一次結合によって揺らぎ極限を表現することに成功した。その際、クレイン・小谷理論を援用して修正ノイマン境界条件の固有関数を新しく導入し、これを用いた。この結果をまとめた論文が学術雑誌 Journal of Functional Analysis に掲載された。

処罰問題

処罰問題の発展的問題として、普遍シグマ有限測度の問題を一般的に論ずるべく、乗法的重みの処罰問題における普遍性について研究してきた。レヴィ過程の処罰問題において明らかになったことは、複数の異なる普遍シグマ有限測度が存在する場合がある、ということである。本研究では、普遍シグマ有限測度が絶対連続となるための条件を、調和関数の長時間漸近挙動によって特徴付ける一般定理を得た。また、ランジュヴァン過程の条件付け極限の問題にこの一般定理を応用した。この結果をまとめた論文が査読付き論文集に掲載された。

一次元レヴィ過程に対するランダム時計を用いた局所時間処罰問題の研究を、当時院生の武田と共同で取り組んできた。定数時計を用いた先行研究では、一次元安定過程に限って結果が得られているが、本研究では指数時計、到達時刻時計、二点到達時刻時計、逆局所時間時計といったランダム時計に着目し、一般のレヴィ過程に対する局所時間処罰問題の結果を得ることができた。この結果をまとめた論文が学術雑誌 Electron. J. Probab. に掲載された。

作用発展の情報系分解問題

作用発展に対する情報系分解問題の研究のため、位相半群上の確率測度の無限畳み込みの理論について再考した。無限畳み込みの極限測度の台は完全単純と呼ばれる代数的な性質を持ち、リース分解と呼ばれる構造定理が成立しており、これに基づいて極限測度の畳み込み分解が得られる。この古典理論は局所コンパクト第二可算ハウスドルフの仮定で示されていたが、本研究ではポーランド位相の仮定で同様の理論が成立することを見出し、フラクタル上の拡大縮小回転ランダム写像の畳み込み積の例を構成した。この結果をまとめた論文が Probability Surveys に掲載された。

作用発展に対する情報系分解問題について、伊藤(京都産業大学)および世良(大阪大学)と共同で取り組んできた。有限集合上のランダム写像反復モデルに対する多粒子作用発展の情報系に着目し、これを、駆動ノイズ、無限過去ノイズ、第三ノイズに分解する一般的な公式を得ることができた。その際、上述の論文で整理した有限半群の Rees 分解およびその上の確率測度の畳み込み無限積に関する理論を用いた。この結果をまとめた論文が学術雑誌 Journal of Theoretical Probability に掲載されることとなった。

初到達時刻分布による初期分布再生問題

半直線上の一次元拡散過程のクラスにおいて原点到達時刻分布から初期分布を再生する問題は Rogers(1984)によって部分的な結果が得られているが、現在に至っても完全解決には至っていない。この問題に対し、出生死滅過程のクラスにおいて山戸(筑波大)と共同で取り組み、スケール関数の類似を用いた一般的な表現公式を得ることができた。この結果をまとめた論文が学術雑誌 Bernoulli に掲載されることとなった。

集合値マルチンゲールの確率積分表現問題

集合値マルチンゲールの確率積分表現の可能性について、Zhang(華北電力大学)と共同で、否定的な結果を得た。ユークリッド空間値の場合と異なり、集合値過程の確率積分は集合値マルチンゲールの特別なクラスを形成していることを見出し、その特徴付けを与えた。この結果をまとめた論文が国際研究集会の論文集に掲載された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計37件（うち査読付論文 33件 / うち国際共著 9件 / うちオープンアクセス 26件）

1. 著者名 Kosuke Yamato and Kouji Yano	4. 巻 -
2. 論文標題 Reproduction of initial distributions from the first hitting time distribution for birth-and-death processes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Bernoulli	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Ito Yu, Sera Toru, Yano Kouji	4. 巻 -
2. 論文標題 Resolution of Sigma-Fields for Multiparticle Finite-State Action Evolutions with Infinite Past	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Theoretical Probability	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/s10959-022-01219-4	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 Hata Genji, Yano Kouji	4. 巻 23
2. 論文標題 Arcsine and Darling--Kac laws for piecewise linear random interval maps	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Stochastics and Dynamics	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) 10.1142/S0219493723500065	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 Nakamura Fumihiko, Nakano Yushi, Toyokawa Hisayoshi, Yano Kouji	4. 巻 36
2. 論文標題 Arcsine law for random dynamics with a core	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nonlinearity	6. 最初と最後の頁 1491 ~ 1509
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6544/acb398	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 Takeda Shosei, Yano Kouji	4. 巻 28
2. 論文標題 Local time penalizations with various clocks for Levy processes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Electronic Journal of Probability	6. 最初と最後の頁 1--35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1214/23-EJP903	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 Yano Kouji	4. 巻 -
2. 論文標題 On Universality in Penalisation Problems with Multiplicative Weights	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Dirichlet Forms and Related Topics: In Honor of Masatoshi Fukushima's Beiju, IWDFRT 2022	6. 最初と最後の頁 535 ~ 558
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-19-4672-1_26	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 Zhang Jinping, Yano Kouji	4. 巻 -
2. 論文標題 Remarks on Martingale Representation Theorem for Set-Valued Martingales	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Building Bridges between Soft and Statistical Methodologies for Data Science, SMPS 2022	6. 最初と最後の頁 398 ~ 405
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-15509-3_52	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 Kouji Yano	4. 巻 15
2. 論文標題 Local time penalizations with various clocks for Levy processes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Workshop report of MFO-RIMS Tandem Workshop: Nonlocality in Analysis, Probability and Statistics, Oberwolfach Report	6. 最初と最後の頁 101--104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14760/OWR-2022-15	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 Hayashi Masafumi、Oshiro So、Takei Masato	4. 巻 2023
2. 論文標題 Rate of moment convergence in the central limit theorem for the elephant random walk	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment	6. 最初と最後の頁 023202 ~ 023202
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-5468/acb265	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 Sakuma Noriyoshi、Suzuki Ryoichi	4. 巻 -
2. 論文標題 A modified -Sobolev inequality for canonical Levy processes and its applications	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Modern Stochastics: Theory and Applications	6. 最初と最後の頁 145 ~ 173
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15559/23-vmsta220	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 Maejima Makoto、Sakuma Noriyoshi	4. 巻 197
2. 論文標題 Rates of convergence in the free central limit theorem	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Statistics and Probability Letters	6. 最初と最後の頁 109802 ~ 109802
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.spl.2023.109802	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 Maejima Makoto、Sakuma Noriyoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Selfsimilar Free Additive Processes and Freely Selfdecomposable Distributions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Theoretical Probability	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/s10959-022-01227-4	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 -

1. 著者名 Endo Taiki, Katori Makoto, Sakuma Noriyoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Functional Equations Solving Initial-Value Problems of Complex Burgers-Type Equations for One-Dimensional Log-Gases	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Symmetry, Integrability and Geometry: Methods and Applications	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) 10.3842/SIGMA.2022.049	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 Hasebe Takahiro, Ueda Yuki, Wang Jiun-Chau	4. 巻 169
2. 論文標題 Log-unimodality for free positive multiplicative Brownian motion	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Colloquium Mathematicum	6. 最初と最後の頁 209 ~ 226
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4064/cm8413-6-2021	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 Ueda Yuki	4. 巻 25
2. 論文標題 Rates of convergence for laws of the spectral maximum of free random variables	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Infinite Dimensional Analysis, Quantum Probability and Related Topics	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) 10.1142/S0219025722500199	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 Fujie Katsunori, Ueda Yuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Law of Large Numbers for Roots of Finite Free Multiplicative Convolution of Polynomials	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Symmetry, Integrability and Geometry: Methods and Applications	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) 10.3842/SIGMA.2023.004	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 Yuki Ueda	4. 巻 463
2. 論文標題 正規分布のブル自己分解可能性	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 統計数理研究所共同研究リポート 無限分解可能過程に関連する諸問題 (27)	6. 最初と最後の頁 107--114
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 Yano Kouji	4. 巻 19
2. 論文標題 Infinite convolutions of probability measures on Polish semigroups	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Probability Surveys	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) 10.1214/22-PS6	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 Tsukada Hiroshi	4. 巻 58
2. 論文標題 Pathwise uniqueness of stochastic differential equations driven by Cauchy processes with drift	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Osaka Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 671 ~ 684
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18910/83206	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 Tsukada Hiroshi	4. 巻 94
2. 論文標題 Pathwise uniqueness of stochastic differential equations driven by Brownian motions and finite variation Levy processes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Stochastics	6. 最初と最後の頁 143 ~ 162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/17442508.2021.1914621	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 Hasebe Takahiro, Ueda Yuki	4. 巻 149
2. 論文標題 Homomorphisms relative to additive convolutions and max-convolutions: Free, boolean and classical cases	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the American Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 4799 ~ 4814
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/proc/15595	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 Ueda Yuki	4. 巻 35
2. 論文標題 Limit Theorems for Classical, Freely and Boolean Max-Infinitely Divisible Distributions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Theoretical Probability	6. 最初と最後の頁 89 ~ 114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10959-020-01060-7	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 Lopez Dante Mata, Perez Jose Luis, Yamazaki Kazutoshi	4. 巻 12
2. 論文標題 Effects of Positive Jumps of Assets on Endogenous Bankruptcy and Optimal Capital Structure: Continuous- and Periodic-Observation Models	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SIAM Journal on Financial Mathematics	6. 最初と最後の頁 1112 ~ 1149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1137/20M1362127	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 Palmowski Zbigniew, Perez Jose Luis, Yamazaki Kazutoshi	4. 巻 31
2. 論文標題 Double continuation regions for American options under Poisson exercise opportunities	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Mathematical Finance	6. 最初と最後の頁 722 ~ 771
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/mafi.12301	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 Yamato Kosuke, Yano Kouji	4. 巻 279
2. 論文標題 Fluctuation scaling limits for positive recurrent jumping-in diffusions with small jumps	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Functional Analysis	6. 最初と最後の頁 108655 ~ 108655
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jfa.2020.108655	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 Akimoto Takuma, Sera Toru, Yamato Kosuke, Yano Kouji	4. 巻 102
2. 論文標題 Aging arcsine law in Brownian motion and its generalization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review E	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/PhysRevE.102.032103	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 Perez Jose-Luis, Yamazaki Kazutoshi, Bensoussan Alain	4. 巻 58
2. 論文標題 Optimal Periodic Replenishment Policies for Spectrally Positive Levy Demand Processes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 SIAM Journal on Control and Optimization	6. 最初と最後の頁 3428 ~ 3456
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1137/18M1196406	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 Palmowski Zbigniew, Perez Jose Luis, Surya Budhi Arta, Yamazaki Kazutoshi	4. 巻 24
2. 論文標題 The Leland-Toft optimal capital structure model under Poisson observations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Finance and Stochastics	6. 最初と最後の頁 1035 ~ 1082
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00780-020-00431-6	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 該当する

1. 著者名 Ueda Yuki	4. 巻 27
2. 論文標題 Max-convolution semigroups and extreme values in limit theorems for the free multiplicative convolution	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bernoulli	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) 10.3150/20-BEJ1247	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 Sera Toru, Yano Kouji	4. 巻 372
2. 論文標題 Multiray generalization of the arcsine laws for occupation times of infinite ergodic transformations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transactions of the American Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 3191 ~ 3209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/tran/7755	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 Noba Kei, Yano Kouji	4. 巻 129
2. 論文標題 Generalized refracted Levy process and its application to exit problem	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Stochastic Processes and their Applications	6. 最初と最後の頁 1697 ~ 1725
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.spa.2018.06.004	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 伊藤悠、世良透、矢野孝次	4. 巻 2116
2. 論文標題 多粒子有限状態の無限過去を持つ時間発展に対する情報系分解問題	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 確率論シンポジウム・数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 76--84
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 矢野孝次	4. 巻 2115
2. 論文標題 無限過去を持つ時間発展の情報系分解問題について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ランダム力学系理論の総合的研究・数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 135-139
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 Junca Mauricio, Moreno-Franco Harold A., Perez Jose-Luis, Yamazaki Kazutoshi	4. 巻 51
2. 論文標題 Optimality of refraction strategies for a constrained dividend problem	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advances in Applied Probability	6. 最初と最後の頁 633 ~ 666
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/apr.2019.32	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 Czarna Irmina, Perez Jose-Luis, Rolski Tomasz, Yamazaki Kazutoshi	4. 巻 129
2. 論文標題 Fluctuation theory for level-dependent Levy risk processes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Stochastic Processes and their Applications	6. 最初と最後の頁 5406 ~ 5449
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.spa.2019.03.006	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 Hayashi Masafumi	4. 巻 13
2. 論文標題 Regularity of the Local Time of Diffusions on the Positive Real Line with Reflection at Zero	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Communications on Stochastic Analysis	6. 最初と最後の頁 1 ~ 25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.31390/cosa.13.1.02	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 Palmowski Zbigniew, Perez Jose-Luis, Surya Budhi Arta, Yamazaki Kazutoshi	4. 巻 24
2. 論文標題 The Leland-Toft optimal capital structure model under Poisson observations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Finance and Stochastics	6. 最初と最後の頁 1035 ~ 1082
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00780-020-00431-6	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 該当する

[学会発表] 計67件 (うち招待講演 25件 / うち国際学会 24件)

1. 発表者名 Kouji Yano
2. 発表標題 Local time penalizations with various clocks for Levy processes
3. 学会等名 Theory of Markov Semigroups and Schrodinger Operators, Wroclaw University (online seminar) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kouji Yano
2. 発表標題 Local time penalizations with various clocks for Levy processes
3. 学会等名 International Workshop on Dirichlet Forms and Related Topics, Kansai University (hybrid conference) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kouji Yano
2. 発表標題 Local time penalizations with various clocks for Levy processes
3. 学会等名 Seminario Interinstitucional de Matrices Aleatorias SIMA 2022, CIMAT (hybrid conference) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Noriyoshi Sakuma
2. 発表標題 非可換確率論における自己分解可能分布
3. 学会等名 確率論シンポジウム(京都大学, ハイブリッド)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Noriyoshi Sakuma
2. 発表標題 非可換確率論からのアウトライヤーへのアプローチ
3. 学会等名 思考院セミナー(統計数理研究所, ハイブリッド)(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Noriyoshi Sakuma
2. 発表標題 Selfsimilar free additive processes and freely selfdecomposable distributions
3. 学会等名 Math-Fi seminar(立命館大学, ハイブリッド)(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Noriyoshi Sakuma
2. 発表標題 非可換確率論によるアウトライヤーの考察と行列モデル
3. 学会等名 東京確率論セミナー(慶應義塾大学, オンライン)(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Noriyoshi Sakuma
2. 発表標題 Selfsimilar free additive processes and freely selfdecomposable distributions
3. 学会等名 Seminario Interinstitucional de Matrices Aleatorias SIMA 2022, CIMAT (hybrid conference) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroshi Tsukada
2. 発表標題 Pathwise uniqueness of SDEs driven by Brownian motions and finite variation Levy processes
3. 学会等名 Mexico-Japan Probability Seminar (online) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroshi Tsukada
2. 発表標題 Pathwise uniqueness and non-confluence property of SDEs driven by stable processes
3. 学会等名 霧島確率論セミナー (鹿児島高専) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuki Ueda
2. 発表標題 Freely quasi-infinitely divisible distributions and extension of Bercovici-Pata bijection
3. 学会等名 Mexico-Japan Probability Seminar (Online Seminar) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuki Ueda
2. 発表標題 The class of freely quasi-infinitely divisible distributions and an extension of Bercovici-Pata bijection
3. 学会等名 Workshop on Non-commutative Probability (京都大学) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuki Ueda
2. 発表標題 Regularity results on the class of Boolean selfdecomposable distributions
3. 学会等名 日本数学会 2022年度秋季総合分科会 (北海道大学)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuki Ueda
2. 発表標題 Limit theorems for non-commutative free random variables
3. 学会等名 第2回数理解析若手交流会 (オンライン) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuki Ueda
2. 発表標題 正規分布のプール自己分解可能性
3. 学会等名 無限分解可能過程に関連する諸問題 (統計数理研究所, オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuki Ueda
2. 発表標題 Combinatorial formulas and limit theorems related to finite free probability theory
3. 学会等名 福岡大学確率論セミナー (福岡大学) (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuki Ueda
2. 発表標題 New combinatorial formulas and limit theorems for finite free convolution
3. 学会等名 7th Mexico-Japan Probability Seminar (Online Seminar) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kouji Yano
2. 発表標題 Arcsine law for a piecewise linear random map
3. 学会等名 Session "Ergodic Theory, Dynamical Systems, Fractals and Applications" of CMS Summer Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢野孝次
2. 発表標題 Arcsine law for a piecewise linear random interval map
3. 学会等名 ランダム力学系および多価写像力学系理論の総合的研究 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢野孝次
2. 発表標題 Arcsine law for a piecewise linear random interval map
3. 学会等名 日本数学会秋季総合分科会統計数学分科会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢野孝次
2. 発表標題 Arcsine and Darling-Kac laws for piecewise linear random interval maps
3. 学会等名 エルゴード理論とその周辺
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢野孝次
2. 発表標題 Arcsine and Darling-Kac laws for piecewise linear random interval maps
3. 学会等名 確率論シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kouji Yano
2. 発表標題 Local time penalizations with various clocks for Levy processes
3. 学会等名 Nonlocality in Analysis Probability and Statistics MFO-RIMS Tandem Workshop（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 林正史
2. 発表標題 エレファントランダムウォークの高次モーメントの漸近挙動について
3. 学会等名 無限粒子系、確率場の諸問題XVI
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 林正史
2. 発表標題 Elephant random walk に対する中心極限定理におけるモーメント収束の速さについて
3. 学会等名 日本数学会年会2022年度年会統計数学科会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kazutoshi Yamazaki
2. 発表標題 Double continuation regions for American options under Poisson exercise opportunities
3. 学会等名 One World Optimal stopping and related topics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazutoshi Yamazaki
2. 発表標題 Non-zero-sum optimal stopping game with continuous versus periodic observations
3. 学会等名 CFMAR Seminar, University of California, Santa Barbara (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山崎和俊
2. 発表標題 On the CUSUM procedure for phase-type distributions: a Levy fluctuation theory approach
3. 学会等名 2021年度待ち行列シンポジウム「確率モデルとその応用」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 前島信, 佐久間紀佳
2. 発表標題 自由加法・自由自己相似過程と自由自己分解可能分布について
3. 学会等名 日本数学会年会(アブストラクト発表)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野場啓, 佐久間紀佳, 植田優基
2. 発表標題 プール自己分解可能分布について
3. 学会等名 日本数学会年会(アブストラクト発表)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塚田大史
2. 発表標題 Pathwise uniqueness of SDEs driven by finite variation Levy processes
3. 学会等名 岡山確率論セミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塚田大史
2. 発表標題 Pathwise uniqueness of SDEs driven by finite variation Levy processes
3. 学会等名 確率論研究会2(関西大学, ハイブリッド)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 植田優基
2. 発表標題 Rate of uniform convergence towards classical and free extreme value distributions
3. 学会等名 第3回レヴィセミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 植田優基
2. 発表標題 Rate of convergence to the extreme value distributions
3. 学会等名 九州確率論セミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 植田優基
2. 発表標題 自由極値分布の収束レートについて
3. 学会等名 極値理論の工学への応用
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuki Ueda, , , 2021
2. 発表標題 On rate of convergence towards free extreme value distributions
3. 学会等名 German Probability and Statistics Days Mannheim (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 植田優基
2. 発表標題 自由確率論におけるLevy-Khintchine表現と無限分解可能分布
3. 学会等名 第10回信州大学関数解析シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 植田優基
2. 発表標題 New homomorphisms relative to additive and max-convolutions: free and classical cases
3. 学会等名 Workshop on “ Non-commutative Probability and Related Fields 2021 ”
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 植田優基, 長谷部高広
2. 発表標題 New homomorphisms relative to additive convolutions and max-convolutions
3. 学会等名 無限分解可能過程に関連する諸問題
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 植田優基
2. 発表標題 Freely quasi-infinitely divisible distributions and Bercovici-Pata bijection
3. 学会等名 関西大学 確率論研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kouji Yano
2. 発表標題 Generalization of the arcsine laws for infinite ergodic transformations
3. 学会等名 Bernoulli-IMS One World Symposium (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Yamazaki
2. 発表標題 Levy processes observed at Poisson arrival times and their applications in stochastic control
3. 学会等名 PV Seminar organized by Probability Victoria (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山崎和俊
2. 発表標題 On singular control for Levy processes
3. 学会等名 Osaka Webinar on Mathematical Finance (Osaka University)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐久間紀佳
2. 発表標題 自由擬無限分解可能分布について
3. 学会等名 無限分解可能過程に関連する諸問題
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐久間紀佳
2. 発表標題 On free-quasi infinitely divisible distributions
3. 学会等名 Levy Seminar
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐久間紀佳
2. 発表標題 自由擬無限分解可能分布について
3. 学会等名 日本数学会2021年度年会統計数学科分科会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塚田大史
2. 発表標題 Pathwise uniqueness and non-contact property of SDEs driven by Cauchy processes with drift
3. 学会等名 日本数学会2021年度年会統計数学科分科会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuki Ueda
2. 発表標題 On relations between additive and max-convolutions in classical, free and Boolean probability theory
3. 学会等名 Probabilistic Operator Algebra Seminar
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 植田優基
2. 発表標題 Relation between stable laws and extreme values
3. 学会等名 極値理論の工学への応用
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuki Ueda
2. 発表標題 Relations between additive and max-convolution semigroups in a view of limit theorems in free probability
3. 学会等名 Bernoulli-IMS One World Symposium 2020, (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 植田優基
2. 発表標題 Free extreme values and related distributions
3. 学会等名 大阪大学確率論セミナー
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 植田優基
2. 発表標題 Log-unimodal distributions and free normal distributions on the positive real line
3. 学会等名 無限分解可能過程に関連する諸問題
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 植田優基
2. 発表標題 Non-commutative extreme value theory
3. 学会等名 Workshop on "Non-commutative Probability and Related Fields"
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 植田優基
2. 発表標題 On free extreme value distributions
3. 学会等名 2020年度確率論シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 植田優基
2. 発表標題 自由極値理論とその発展
3. 学会等名 日本数学会2021年度年会統計数学科分科会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 堀田一敬, Wojciech Mlotkowski, 佐久間紀佳, 植田優基
2. 発表標題 符号付測度を表現測度としてもつ自由Levy-Khintchine表現について
3. 学会等名 2020年度日本数学会東北支部会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kouji Yano
2. 発表標題 The third noise problems for action evolution with infinite past
3. 学会等名 Interactions between commutative and non-commutative probability (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kouji Yano
2. 発表標題 The third noise problems for action evolution with infinite past
3. 学会等名 Research on the Theory of Random Dynamical Systems and Fractal Geometry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazutoshi Yamazaki
2. 発表標題 Fluctuation theory for level-dependent Levy risk processes
3. 学会等名 Workshop on Stochastic Analysis and Application (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazutoshi Yamazaki
2. 発表標題 Optimal dividend problem for Levy risk processes
3. 学会等名 2019 SIAM Conference on Control and Its Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazutoshi Yamazaki
2. 発表標題 Stochastic control for Levy processes under periodic observations
3. 学会等名 2019 SIAM Conference on Control and Its Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山崎和俊
2. 発表標題 The Leland-Toft optimal capital structure model under Poisson observations
3. 学会等名 ファイナンスの数理解析とその応用
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazutoshi Yamazaki
2. 発表標題 The Leland-Toft optimal capital structure model under Poisson observations
3. 学会等名 INFORMS 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山崎和俊
2. 発表標題 レヴィー過程の変動理論と待ち行列
3. 学会等名 日本オペレーションズリサーチ学会待ち行列研究部会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kouji Yano
2. 発表標題 Generalization of the arcsine laws for infinite ergodic transformations
3. 学会等名 Bernoulli-IMS One World Symposium 2020（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kazutoshi Yamazaki
2. 発表標題 Levy processes observed at Poisson arrival times and their applications in stochastic control
3. 学会等名 Probability Victoria Seminar（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kazutoshi Yamazaki
2. 発表標題 On singular control for Levy processes
3. 学会等名 Osaka Webinar on Mathematical Finance（招待講演）
4. 発表年 2020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	林 正史 (Hayashi Masafumi) (90532549)	琉球大学・理学部・准教授 (18001)	
研究分担者	佐久間 紀佳 (Sakuma Noriyoshi) (70610187)	名古屋市立大学・大学院理学研究科・准教授 (23903)	
研究分担者	塚田 大史 (Tsukada Hiroshi) (40827854)	鹿児島大学・理工学域理学系・助教 (17701)	
研究分担者	植田 優基 (Ueda Yuki) (40878120)	北海道教育大学・教育学部・講師 (10102)	
研究分担者	山崎 和俊 (Yamazaki Kazutoshi) (50554937)	関西大学・システム理工学部・准教授 (34416)	
研究分担者	矢野 裕子 (Yano Yuko) (10337462)	京都産業大学・理学部・教授 (34304)	

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			
メキシコ	CIMAT数学研究センター			
ポーランド	ヴロツワフ工科大学			
オーストラリア	クイーンズランド大学			
ドイツ	ビーレフェルト大学			
カナダ	サスカチュワン大学	プリンスエドワード大学		
中国	華北電力大学			
イスラエル	テルアビブ大学			
米国	テキサス大学ダラス			
コロンビア	アンデス大学	ノルテ大学		