

平成 22 年 5 月 1 日現在

研究種目： 基盤研究(A)  
研究期間： 2007 ~ 2010  
課題番号： 19204010  
研究課題名(和文) 確率解析の理論と応用

研究課題名(英文) Theory of stochastic analysis and its applications

#### 研究代表者

松本 裕行 (MATSUMOTO HIROYUKI)  
名古屋大学・大学院情報科学研究科・教授  
研究者番号：00190538

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：数学・基礎解析学

キーワード：確率解析, 確率微分方程式, マリアバン解析, 数理ファイナンス

#### 1. 研究計画の概要

伊藤解析, マリアバン解析に代表される確率解析の理論を発展させることと解析学, 幾何学, 数理ファイナンスなど他分野の研究への応用を進めることが研究の目的である.

##### (1) 確率解析の理論の整備

ラフパスの理論, ディリクレ形式の理論との関連において発展させる. 経路空間上の統計力学的問題に現れる部分集合に関連した部分積分の公式を他にも応用できる形で整理する.

##### (2) 幾何学などへの応用

確率解析の理論を用いファインマン経路積分の考えを援用して, 解析学, 幾何学など数学の他分野への応用を図る. また, 応用の際現れる確率論, 確率解析の問題の研究を進め, 確率解析の研究の将来を探る.

##### (3) 数理ファイナンス, 数値解析への応用

確率解析の数理ファイナンスへの応用を続けるとともに, 将来の研究の方向性を見定める. 数値解析への応用に関しては, 数理ファイナンスからの要請に応えるように研究を進める.

#### 2. 研究の進捗状況

(1) 確率解析の理論の拡張に関しては, 研究代表者, 分担者が連携研究者とともに, 日常的な研究連絡, 年に数回開催する研究集会における研究発表などを通して研究を進めている.

(2) 幾何学などへの応用に関しても同様であるが, 特に 2007 年 8 月に多くの外国人研究者, 幾何学を中心に活躍している日本人研究者を招いて研究集会を 2 週間開催し, 研究連絡を行うとともに, 共同研究も幾つか行った.

(3) 数理ファイナンスに関しても日常的な研究連絡, 確率論に関する研究集会とともに年に 1 度数理ファイナンスに特化した研究集会を開き研究を進めた. また, 2008 年 8, 9 月に京都で開催された国際的な研究集会に本研究の研究者が参加し研究の進展に役立った.

#### 3. 現在までの達成度

大きく 3 つに分けた分野すべて当初の計画以上に進展していると考えている. 理由は進捗状況の中で述べたとおりである.

#### 4. 今後の研究の推進方策

最終年度は, 研究の継続, 3 年間開催した確率論シンポジウム, 確率解析とその周辺, 数理ファイナンスとその周辺と題する 3 つの研究集会を開催するとともに, 国際研究集会「Stochastic Processes and their Applications」において研究発表, 研究連絡, 共同研究を行い, その開催に合わせて研究集会を計画する.

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 17 件)

- H. Matsumoto, Horizontal lift of the Brownian motion on the hyperbolic plane and the Selberg trace formula, J. Funct. Anal. 244 (2007), no. 2, 565-578.
- H. Matsumoto, J. Wesolowski, P. Witkowski, Tree structured independence for exponential Brownian functionals, Stoch.

Proc. Appl., 119 (2009), 3798–3815.

3. Z-Q. Chen, K. Panki, T. Kumagai, On heat kernel estimates and parabolic Harnack inequality for jump processes on metric measure spaces, Acta Math. Sin. (Engl. Ser.) 25 (2009), 1067–1086.

4. M. T. Barlow, A. Grigoryan, T. Kumagai, Heat kernel upper bounds for jump processes and the first exit time, J. Reine Angew. Math. 626 (2009), 135–157.

5. Z-Q. Chen, K. Panki, T. Kumagai, Weighted Poincare inequality and heat kernel estimates for finite range jump processes, Math. Ann. 342 (2008), 833–883.

6. M. Takeda, Large deviations for additive functionals of symmetric stable processes, J. Theoret. Probab. 21 (2008), 336–355.

7. M. Takeda,  $L^p$ -independence of spectral bounds of Schrodinger type semigroups, J. Funct. Anal. 252 (2007), 550–565.

8. M. Takeda, Branching Brownian motions on Riemannian manifolds: expectation of the number of branches hitting closed sets, Potential Anal. 27 (2007), 61–72.

9. M. Takeda, K. Tsuchida, Differentiability of spectral functions for symmetric alpha-stable processes, Trans. Amer. Math. Soc. 359 (2007), 4031–4054

10. M. Takeda, Gaussian bounds of heat kernels for Schrodinger operators on Riemannian manifolds, Bull. Lond. Math. Soc. 39 (2007), 85–94

11. H. Kaise, S-J. Sheu, Ergodic type Bellman equations of first order with quadratic Hamiltonian, Appl. Math. Optim. 59 (2009), 37–73.

12. K. Yano, Y. Yano, M. Yor, Penalising symmetric stable Levy paths, J. Math. Soc. Japan 61 (2009), 757–798.

13. K. Yano, Convergence of excursion point processes and its applications to functional limit theorems of Markov processes on a half-line, Bernoulli 14 (2008), 963–987.

14. K. Yano, Y. Yano, Remarks on the density of the law of the occupation time for Bessel bridges and stable excursions, Statist. Probab. Lett. 78 (2008), 2175–2180.

15. P. J. Fitzsimmons, K. Yano, Time change approach to generalized excursion measures, and its application to limit theorems, J. Theoret. Probab. 21 (2008), 246–265.

16. H. Osada, T. Shirai, Variance of the linear statistics of the Ginibre random

point field. Proceedings of RIMS Workshop on Stochastic Analysis and Applications, 193–200, RIMS Kōkyūroku Bessatsu, Res. Inst. Math. Sci., Kyoto, 2008.

17. T. Ohwa, T. Shirai, Joint distribution of the cover time and the last visited point of finite Markov chains, Kyushu J. Math. 62 (2008), 281–292.

[学会発表] (計 9 件)

1. M. Takeda, A large deviation principle for symmetric Markov processes with Feynman-Kac functional, German - Japanese Joint Research Project Stochastic Analysis and Applications 2008/8, 九州大学.

2. K. Yano, Excursions away from a regular point for one-dimensional symmetric Levy processes without Gaussian part, German - Japanese Joint Research Project Stochastic Analysis and Applications 2008/8, 九州大学.

3. T. Kumagai, Uniqueness of Brownian motion on Sierpinski carpets, German - Japanese Joint Research Project Stochastic Analysis and Applications 2008/8, 九州大学.

4. H. Matsumoto, Limiting behavior of Brownian motions on hyperbolic spaces, German - Japanese Joint Research Project Stochastic Analysis and Applications 2008/8, 九州大学.

5. 具瀬秀裕, Max-plus stochastic control and risk-sensitivity, 研究集会「確率論シンポジウム」2008.12, 東京工業大学.

6. 矢野孝次, ブラウン処罰を統一するシグマ有限測度について, 研究集会「確率解析とその周辺」, 2009/11, 東北大学.

7. H. Kaise, Max-plus stochastic control and risk-sensitivity: general framework Related with risk-averse limit of optimal consumption problem, Stochastic Analysis for and from Finance, 2009/8, 京都リサーチパーク.

8. K. Yano, ブラウン処罰を統一するシグマ有限測度のカメロン・マルティン公式, 研究集会「確率論シンポジウム」, 2009/12, 愛媛大学.

9. T. Kumagai, Convergence of discrete Markov chains to jump processes and applications to random conductance models, 研究集会「確率論シンポジウム」, 2009/12, 愛媛大学.