

機関番号：11501

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)

山形大学・理学部・教授

研究者番号：00190538

研究成果の概要(和文): 代表者, 分担者のみならず日本国内の研究者の研究の進展に役立てるため, 2 件の国際会議を含む研究集会を毎年複数開催して日本内外の研究者の研究連絡, 共同研究などを行った. また, 海外の研究者の招聘し, さらに研究代表者, 分担者, 連携研究者が海外の研究集会に参加し, 研究者を訪問した. これらの活動を通して, 確率解析の理論の発展に寄与し, 統計力学に起源をもつ問題, 微分方程式論, 多様体のスペクトル, 数理ファイナンスなどの研究への応用に関する研究成果を得た.

研究成果の概要(英文): To account of not only the members but also of the researchers on probability theory in Japan, we held several conferences every year, including two international ones, and made connections on study and joint research. Moreover we invited several foreign researchers and the members of this grant attended conferences outside Japan and visited foreign researchers. Through these activities we contributed some progress on theory of stochastic analysis and on applications to study on questions with origins from statistical physics, study of differential equations, spectra of manifolds, mathematical finance and so on.

交付決定額

(金額単位: 円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
2008 年度	7,900,000	2,370,000	10,270,000
2009 年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
2010 年度	8,400,000	2,520,000	10,920,000
年度			
総計	25,000,000	7,500,000	32,500,000

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, ラプラシアン, 拡散過程, 熱核, 流体力学的極限, 数理ファイナンス

1. 研究開始当初の背景

伊藤解析, マリアバン解析に代表される確率解析の理論研究においては日本は世界の最先端を行っていると思われるが, 他方応用面に関しては一部の分野を除いてはおくれを取っていたと思われる. 一方, 幾何学や数理ファイナンスなどでは, それらの研究の進展の中に確率論的課題が見つかり, これら

らの研究の要請がなされるとともに, それまで以上に研究交流の必要性が高まっていた. これらの状況の中で既に 2 件の重要な国際的な会合の企画が進んでいた. つまり, (1) 確率論の幾何学への応用に関する国際的な研究集会を 2008 年度に京都で開催することが決定していて多くの関連研究者の参加が予定されていた.

(2) 確率論全体に関する国際会議を 2010 年度に日本で開催して欲しいという依頼があり、関連研究者により開催の可否、開催する場合の会場の選定や準備すべき事柄などが議論されていた。

これらを成功させるためには事前の周知な準備が学問の面で必要であったし、このことが研究の進展に寄与するので例年行われている研究集会を発展させた形で継続する必要があった。

2. 研究の目的

(1) 伊藤解析, マリアバン解析に代表される経路空間上の解析である確率解析の理論をさらに整備し、経路空間上の幾何学を構築することが理論研究の目的である。ファインマンの経路積分の考えとの関連づけが可能な部分については詳細に調べることも重要である。

(2) 研究代表者, 分担者, 連携研究者は、ランダム行列や流体力学的極限の問題など統計力学に起源をもつ問題、多様体のラプラシアンなどの微分作用素のスペクトルの研究、数理ファイナンス、数値計算に関わる確率論の問題などに関わっており、確率解析の理論をこれらに応用する。逆に、応用面からの理論研究への要請を探り課題に答えることも目的である。

(3) 研究集会を企画、運営することで、日本の確率論研究の進展に寄与することが1つの目的である。特に、幾何学への応用やランダム行列の研究など、日本が国際的におくれを取っている分野については、海外から研究者を招聘するなどして研究集会を開催し、日本での研究の進展を探るとともに、特に関連する若手研究者の育成に寄与する必要がある。

3. 研究の方法

(1) 各研究者が各自の所属する研究期間において、本研究の研究代表者, 分担者などとメール等による日常的な研究連絡, 近隣の研究者との定期的なセミナーなどを活用しながら研究を進展させる。必要に応じて、本研究費による旅費の援助により、関連する研究者も含めた相互訪問を行い議論を深めた。

(2) 毎年、確率解析に関わる研究集会、数理ファイナンスに関わる研究集会、確率解析を含めた確率論全体と応用に関する研究集会を開催し、研究発表を通じた研究連絡を行い、必要に応じて共同研究を行った。

(3) 2008年度は確率論と幾何学への応用に関する国際的な研究集会、2010年度は確率論と応用に関する国際会議を他の研究費などと共同で開催した。また、2008年8, 9月には京都で開催された国際的な研究集会に多くの分担者が参加した。国内の研究者の研究発表を行うとともに国際的な著名な研究者

を招聘して、研究結果のレビューを受けるとともに研究連絡を行った。さらに必要に応じて共同研究へ発展させて進展を図った。

4. 研究成果

成果の一例としてあげると、理論研究においては、ベッセル過程に関する確率積分の開発、経路空間の部分集合に関する部分積分の開発などの成果を挙げた。熱核に関する研究を通して幾何学への応用を行った。例えば、滑らかな多様体を一般化した距離空間の研究、輸送方程式への応用など幾何学への確率論、確率解析の応用を行った。

予定していた国際的な研究集会、国際会議を開催し、研究発表の場を提供するとともに研究連絡を行い一部は共同研究に繋がった。

毎年確率解析に関する研究集会、確率論すべてに関する研究集会を主宰し、数理ファイナンスに関する研究集会を援助した。特に、大学院生などを含む若手研究者に対して援助し育成の一助とした。

5. 主な発表論文等

(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 20 件)

T.Funaki, T.Otobe, Scaling limits for weakly pinned random walks with two large deviation minimizers. J. Math. Soc. Japan, Vol.62, No. 3, 2010, 1005-1041. 査読有

I.Shigekawa, Non-symmetric diffusions on a Riemannian manifold, in Probabilistic approach to geometry, 437-461, Adv. Stud. Pure Math., Vol.57, Math. Soc. Japan, 2010. 査読有

M.Takeda, Feynman-Kac penalizations of symmetric stable processes, Electron. Commun. Probab., Vol.15, 2010, 32-43. 査読有

M.Takeda, A formula on scattering length of positive smooth measures, Proc. Amer. Math. Soc., Vol.138, No. 4, 2010, 1491-1494. 査読有

N.Ikeda, S.Taniguchi, The Ito-Nisio theorem, quadratic Wiener functionals, and 1-solitons, Stochastic Process. Appl., Vol.120, No. 5, 2010, 605-621. 査読有

Z-Q.Chen, T.Kumagai, A priori Holder estimate, parabolic Harnack principle and heat kernel estimates for diffusions with jumps, Rev. Mat. Iberoam., Vol.26, No. 2, 2010, 551-589. 査読有

K.Hara, M.Hino, Fractional order Taylor's series and the neo-classical

inequality., Bull. Lond. Math. Soc., Vol.42, No. 3, 2010, 467-477. 査読有
M.Hino, Sets of finite perimeter and the Hausdorff-Gauss measure on the Wiener space, J. Funct. Anal., Vol.258, No. 5, 2010, 1656-1681. 査読有
W.Fleming, H.Kaise, S-J.Sheu, Max-plus stochastic control and risk-sensitivity, Appl. Math. Optim., Vol.62, No. 1, 2010, 81-144. 査読有
H.Hata, J.Sekine, Explicit solution to a certain non-ELQG risk-sensitive stochastic control problem. Appl. Math. Optim., Vol.62, No. 3, 2010, 341-380. 査読有
M.Katori, H.Tanemura, Non-equilibrium dynamics of Dyson's model with an infinite number of particles., Comm. Math. Phys., Vol.293, No. 2, 2010, 469-497. 査読有
T.Shirai, A remark on monotonicity for the Glauber dynamics on finite graphs, Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci., Vol.86, No. 2, 2010, 33-37. 査読有
K.Yano, Y.Yano, M.Yor, Penalisation of a stable Levy process involving its one-sided supremum, Ann. Inst. Henri Poincare Probab. Stat., Vol.46, 2010, 1042-1054. 査読有
H.Matsumoto, Limiting behaviors of the Brownian motions on hyperbolic spaces, Colloquim Mathematicum, Vol.119, 2010, 193-215. 査読有
T.Funaki, B.Xie, A stochastic heat equation with the distributions of Levy processes as its invariant measures, Stoch. Proc. Appl., Vol.119, No. 2, 2009, 307-326. 査読有
E.Bolthausen, T.Funaki, T.Otobe, Concentration under scaling limits for weakly pinned Gaussian random walks, Probab. Theory Related Fields, Vol.143, No. 3-4, 2009, 441-480. 査読有
I.Shigekawa, Witten Laplacian on a lattice spin system, Asterisque, Vol.327, 2009, 115-129. 査読有
M.Takeda, Y.Tawara, Lp-independence of spectral bounds of non-local Feynman-Kac semigroups, Forum Math., Vol.21, No.6, (2009), 1067-1080. 査読有
S.Taniguchi, A Wiener integral approach to non-commutative harmonic oscillators, Kyushu J. Math., Vol.63, No.2, 2009, 347-352. 査読有
H.Matsumoto, J. Wesolowski, P.Witkowski, Tree structured independence for

exponential Brownian functionals Stoch. Proc. Appl., Vol.119, 2009, 3798-3815. 査読有

[学会発表](計20件)

K.Yano, Extremality of excursion measure and of sigma-finite measure unifying penalisations, 34th Conf. on Stochastic Processes and their Applications, 2010/9/7, 千里ライフサイエンスセンター.

T.Kumagai, Convergence of symmetric Markov chains on Zd , 34th Conf. on Stochastic Processes and their Applications, 2010/9/7, 千里ライフサイエンスセンター.

M.Hino, Martingale dimensions for self-similar fractals, 34th Conf. on Stochastic Processes and their Applications, 2010/9/10, 千里ライフサイエンスセンター.

矢野孝次, 安富賢二, Realization of mixing Markov chain as a random walk subject to a synchronizing road coloring, 数理解析の諸相, 2010/8/10, 山形大学.

松本裕行, ネルソン力学について, 数理解析の諸相, 2010/8/9, 山形大学.

矢野孝次, 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」, 2009/12/16, 愛媛大学.

熊谷隆, 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」, 2009/12/18, 愛媛大学.

稲浜讓, Laplace approximation for rough differential equation driven by fractional Brownian, 研究集会「確率解析とその周辺」, 2009/11/5, 東北大学.

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」, 2009/11/5, 東北大学.

竹田雅好, Feynman-Kac Penalizations of symmetric stable processes, 研究集会「Markov過程と確率解析」2009/10/11, 岡山大学.

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, 2009/8/5, 京都リサーチパーク.

H.Kaise, Nonlinear H^∞ -control and its applications to mathematical finance, Mathematical Finance and Related Topics in Economics and

Engineering, 2009/8/14, 関西セミナーハウス.

貝瀬秀裕, Max-plus stochastic control and risk-sensitivity, 研究集会「確率論シンポジウム」2008/12/18, 東京工業大学.

矢野孝次, 対称安定過程に対する Feynman-Kac killing の処罰問題, 研究集会「確率解析とその周辺」2008/11/20, 名古屋大学.

Y. Inahama, A stochastic Taylor-like expansion in the rough path theory, The 1st MSJ-SI The Mathematical Society of Japan, Seasonal Institute, Probabilistic Approach to Geometry, 2008/8/6, 京都大学.

M. Takeda, A large deviation principle for symmetric Markov processes with Feynman-Kac functional, German - Japanese Joint Research Project Stochastic Analysis and Applications 2008/9/8, 九州大学.

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, 2008/9/11, 九州大学.

T. Kumagai, Uniqueness of Brownian motion on Sierpinski carpets, German Japanese Joint Research Project Stochastic Analysis and Applications, 2008/9/11, 九州大学.

H. Matsumoto, Limiting behavior of Brownian motions on hyperbolic spaces, German - Japanese Joint Research Project Stochastic Analysis and Applications, 2008/9/8, 九州大学.

Y. Shiozawa, Stability of Feller property for non-local operators by bounded perturbations, German-Japanese joint Research Project Stochastic Analysis and Applications, 2008/9/9, 九州大学.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本 裕行 (MATSUMOTO HIROYUKI)

山形大学・理学部・教授

研究者番号: 00190538

(2) 研究分担者

竹田 雅好 (TAKEDA MASAYOSHI)

東北大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号: 30179650

熊谷 隆 (KUMAGAI TAKASHI)

京都大学・数理解析研究所・教授

研究者番号: 90234509

白井 朋之 (SHIRAI TOMOYUKI)

九州大学・大学院数理学研究院・教授

研究者番号: 70302932

貝瀬 秀裕 (KAISE HIDEHIRO)

名古屋大学・大学院情報科学研究科・准教授

研究者番号: 60377778

矢野 孝次 (YANO KOUJI)

神戸大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号: 80467646

杉田 洋 (SUGITA HIROSHI)

大阪大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号: 50192125

谷口 説男 (TANIGUCHI SETSUO)

九州大学・大学院数理学研究院・教授

研究者番号: 70155208

塩沢 裕一 (SHIOZAWA YUUICHI)

岡山大学・大学院自然科学研究科・准教授

研究者番号: 60454518

(3) 連携研究者

舟木 直久 (FUNAKI TADAHISA)

東京大学・大学院数理科学研究科・教授

研究者番号: 60112174

重川 一郎 (SHIGEKAWA ICHIRO)

京都大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号: 00127234

種村 秀紀 (TANEMURA HIDEKI)

千葉大学・理学部・教授

研究者番号: 40217162

関根 順 (SEKINE JUN)

大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授

研究者番号: 50314399

日野 正訓 (HINO MASANORI)

京都大学・大学院情報学研究科・准教授

研究者番号: 40333888

高岡 浩一郎 (TAKAOKA KOICHIRO)

一橋大学・大学院商学研究科・准教授

研究者番号: 50272662

乙部 巖己 (OTOBE YOSHIMI)

信州大学・理学部・講師

研究者番号: 30334882

会田 茂樹 (AIDA SHIGEKI)

東北大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号: 90222455

藤田 岳彦 (FUJITA TAKAHIKO)

一橋大学・大学院商学研究科・教授

研究者番号: 50144316

稲浜 譲 (INAHAMA YUZURU)

名古屋大学・大学院多元数理科学研究科・

准教授

研究者番号: 80431998