

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 25 日現在

機関番号：23903

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21540140

研究課題名（和文） 確率力学系理論によるリスク分析

研究課題名（英文） Risk analysis based on stochastic dynamical systems theory

研究代表者

三澤 哲也（Misawa Tetsuya）

名古屋市立大学・大学院経済学研究科・教授

研究者番号：10190620

研究成果の概要（和文）：本研究はリスクを伴う投資の価値評価問題に確率力学系理論の枠組みでアプローチしている。その結果、期待値不変性の一種である効用無差別価格概念と関連するリスク鋭感的価値尺度が優れた特性を持つこと、火力発電事業投資問題への応用を通してそれを簡約化したランダム NPV プロビットモデルが実用に適することを示した。関連して確率 Hamilton 系のシンプレクティックスキームの導出、電力市場価格や電力システムの長期供給信頼度の定量的評価の分析も行った。

研究成果の概要（英文）：The present study focuses to the problem of project value evaluation with risk in a framework of stochastic dynamical systems theory. The results obtained in this work are as follows: (1) We have shown that the risk-sensitive value measure related to utility indifference pricing which is regarded as a sort of expected invariance for stochastic systems has many superior properties. (2) We have examined that a random NPV moments probit model derived from a simplification of the risk-sensitive value measure is suited to practical use through the application to a project value evaluation problem of thermal power plant. (3) As some issues related to the theme of the present research, we have formulated a symplectic numerical scheme for stochastic Hamiltonian dynamical systems and investigated electric power market prices and the long-term reliability of power system quantitatively.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010 年度	900,000	270,000	1,170,000
2011 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：数学・数学一般（含確率論・統計数学）

キーワード：確率力学系、リスク、ランダム NPV プロビットモデル、効用無差別価格、リスク鋭感的価値尺度、リアルオプション、供給信頼度、電力市場価格

1. 研究開始当初の背景：

一般に力学系の力学構造の解明には、系が許容する保存量（不変量）やそれを生み出す対称性の概念に着目することが重要である。

この観点から研究代表者は、確率力学系における対称性・保存量概念の拡張定式化、対称性からの保存量導出法、系の簡約化などに関する研究を行ってきた。また関連して、合成

法 一部分系の指数写像の合成より系全体の近似解を構成する方法— を用いて、確率力学系の構造再現性を有する数値近似法を提案し、近年の高性能計算機の汎用化に伴って進展している確率数値近似分野にもアプローチしてきた。

ところで、確率論が重要な役割を担う研究対象として、現象やシステムにかかわる様々な不確実性を一種の「リスク」とみなしてモデル化し評価する、「リスク分析研究」がある。いわゆる「数理ファイナンス」における確率論の役割がまさしくその典型例として挙げられるが、当該分野の近年急速な発展は、こうした研究の重要性の証左と見ることもできよう。この観点からすると、「確率力学系理論とリスク分析の話題とは関連付けられるか、またそれは有用か」という話題を扱うことは自然で重要なことと思われるが、これまでのところ、国内外でそのような研究はあまり見られないようである。以上の様な状況の中、代表者は、数理ファイナンス、電力システムを専門とする分担者らとこれまで行ってきた研究交流を通じて、上記話題にたいする肯定的回答の可能性があると考えるに至った。

1つは「効用無差別価格理論」の存在である。現在、数理ファイナンス分野においては、プロジェクトやリアルオプションなど、市場化されていない（もしくは、されていても流動性に著しく欠ける）リスクを含む資産や商品の価値評価問題が重要な話題の1つになっているが、その解決法の1つとして、1960年代末に Merton や Rubinstein らによって提唱されたこの理論が有力視されている。これは資産の購入者の期待効用を購入状態と未購入状態とで無差別化することで価格を決定する方法であるが、そこには確率過程でモデル化されるリスクを含んだ資産（＝一種の確率系）の期待効用を通じての不変量概念が自然と備わっていることが伺われる。すなわち、確率力学系理論のフレーム枠の中で当該価格理論を見直し、新しい視点でのリスク評価研究が展開できる可能性がある。さらにこのような系の構造を保つ数値近似法の開発も興味深い。

もう1つは「電力システムにおけるリスク分析問題」である。電力システムはここ数年の諸国での大停電事故の後、特に信頼度評価＝システムリスク評価への注目が高まり、それにかかわる確率系モデル研究が進展している。しかしながら、こうしたシステムリスクの価値評価となるとその方法が必ずしも確立しておらず、可及的に関連研究が待たれている。こうした中、上記の効用無差別概念がこの場合も有効になる可能性が考えられる。またシステムが大規模であるため、シミュレーションを通じた分析が必要不可欠で

あるが、それには確率系の数値近似スキームが重要となる。

以上のことから、代表者は当該研究課題を設定し、数理ファイナンス、電力システムの研究者に関連分野での研究協力を仰ぎつつ、課題に取り組むに至った。

2. 研究の目的

本研究の目的は、これまで代表者が展開してきた確率力学系の力学構造研究の一環として、「確率力学系の理論」の観点から、事業プロジェクトや電力システムにかかわる様々なリスクの分析問題、ならびにそれに関わる様々な確率シミュレーションの問題に研究分担者と共にアプローチし、新知見を得るとともに、それを通じて見出される数理的問題を手掛かりに、確率力学系理論のさらなる深化を図ることである。具体的には以下の事柄を構想した。1) 確率力学系の対称性概念にあたる効用無差別価格概念を通じてリスク評価についての新たな手法の展開可能性を探る。特にリスクを含むプロジェクトの価値評価の問題を題材に取り上げる。

2) 1) の成果を電力システムにおける設備投資問題に適用しその有効性を探る。

3) 2) に関連して電力市場価格の統計分析および電力システムの供給信頼性にかかわる確率モデルシミュレーション分析を行う。

4) 1) に関連して、構造再現性を意識した確率力学系の数値近似法についての基礎的な検討を行う。

3. 研究の方法

先に述べた研究目的の遂行にあたり、それぞれの項目について代表者・分担者による単独ないしは連携研究を進めた。具体的テーマと担当者は以下のとおりである：

テーマ1) 「確率力学系の対称性概念としての効用無差別価格理論とそれに基づくリスクとプロジェクト価値評価」：担当は三澤哲也と宮原孝夫。主として宮原が数理ファイナンスの立場から、リスク価値尺度と効用無差別価格理論の関係を、三澤がその実用化に向けた統計モデルの研究を行った。

テーマ2) 「電力システムにおけるプロジェクト価値評価」：担当は宮内肇と三澤哲也。1) の成果を設備投資の価値評価問題に適用し、成果の有用性・実用性を検証した。

テーマ3) 「電力システムの市場価格分析と供給信頼性にかかわる確率モデルシミュレーション」：担当は宮内肇と三澤哲也。システム工学的な問題の提供と考察を宮内が、確率モデルの推定やデータの計量分析を三澤が担当した。

テーマ4) 「確率力学系の構造再現性を有す

る数値スキーム」：三澤哲也が担当。確率モデルのシミュレーション、確率力学系の対称性に関係して、確率系の構造再現性を保つ数値近似法についての基礎的研究を行った。

これらの実施に当たっては、代表者、分担者個々に各自のテーマ追求にかかわる研究情報等の収集や研究発表を国内外で行うと共に、それぞれが主催するセミナー等に相互に参加し情報を共有した。さらに年度末に適宜「リスク・ワークショップ」を名古屋市立大学と共催で開催し、個別研究の成果報告や関連分野の情報収集を行うとともに、共同研究推進のため、各自の研究成果の連関可能性を探り、最終的には三澤が全体のとりまとめを行った。

4. 研究成果

3で述べた各テーマに対する得られた成果は以下のとおりである：

テーマ1）：

(1) 分担者・宮原孝夫は、期待効用理論を基礎にした効用無差別価格の考え方から得られる評価法の一つであるリスク鋭感的価値尺度について、その特性を調べることにより、この評価法がリスクと価値をバランスよく評価するための優れた評価法であることを示した。その上で、この評価法を種々の分野に応用することを試みた。この評価法により、従来からの評価法の弱点のいくつかが克服できることが分かってきたが、同時に、適用する際の問題点や検討課題も浮き上がってきた。今後はこれらの検討課題について研究し、リスク鋭感的価値尺度に基づく評価法を有効に適用できるものを目指す（論文5、11、16も一部関連）。

(2) 代表者・三澤哲也は(1)の宮原の成果を基礎にしてそれを実用に供するような簡約化を行い、その結果得られた統計モデルランダムなNPVのモーメントを説明変数とする事業実行に関するプロビットモデルを導出した。これは効用無差別価格理論を背景として、プロジェクトの価値を「事業者にとっての実行確率」を通じて表現するという、これまであまり見られなかった価値評価法であり、今後、(1)とともに、確率統計モデルとしての精密化やファイナンスにおける他の価格付け・価値づけ問題への展開など、大いに発展が期待できると考えている（論文10）。

テーマ2）：

(3) 代表者・三澤哲也と分担者・宮内肇は、火力発電事業に対する価値評価問題を題材にリスク鋭敏価値尺度評価にたいする(2)

の確率統計モデルの近似の良さや実務的な有用性についての検証を行った。すなわち、電力市場価格や燃料価格の変動などを確率モデル化し、事業の実行可否を(2)のプロビットモデルで評価する。その結果、プロビットモデルによる事業の実行可否は(1)の方法と整合的であり、事業者のプロジェクトに対する価値評価が、モデルから得られる事業の実行確率を指標として表現できることを明らかにした。さらにプロジェクトに対する撤退オプション等リアルオプションの価値が実行確率の変化で表現できることも分かった。以上を考慮すると、本手法による事業の実行確率指標を通じて、事業者のプロジェクトやリスクに対する価値を適切に評価できる妥当な手法が開発される可能性があり、リスクの定量化を図る1つの道筋となるものと期待される。今後はこうした観点からの本モデル手法の一般化・精密化とともに、設備投資設定をより実態に近いものに拡張して、(1)や(2)の成果のより実証的な有用性を示したい（論文1、6、7、13）。

テーマ3）：

(4) 分担者・宮内肇を中心に代表者・三澤哲也も協力して、電力システムにかかわるリスクの問題 — 1つは電力市場リスク分析、もう1つは供給信頼性のリスク分析 — に取り組んだ。前者については JEPX における卸電力価格の回帰モデルやカオスモデルなどを用いた価格の特徴を抽出する分析を行った（論文12、14、15）。

後者について、電力システムが巨大複雑化するにつれ、一旦停電が発生するとその規模も大きくなり、社会に対する影響も大きい。また、2006年11月のドイツ国内の系統操作を引き金に発生した欧州の停電事故は、風力発電機からの大きな電力が原因とされている。そのため、太陽光や風力といった、いわゆる分散電源を含む電力システムの供給信頼度を適切に評価することは重要な課題となっている。そこで本テーマでは、需要や分散電源の出力を確率モデルで表し、発電機の増設計画をターゲットとするさまざまなシナリオを描いて確率シミュレーションを行うことで、長期の供給信頼度を指標として定量的に評価した。その結果、長期的には風力発電や太陽光発電システムは、その設置容量の20%程度の容量を供給力と見ることを明らかにしている。従来、短期的には風力はその出力が大きく変動するため供給力はないものとされ、太陽光発電も感覚的に設置容量の20%程度の供給力と考えられてきたが、今回、長期的に見ればこれらの分散電源の設置容量の20%程度が供給力として見込めることを定量評価できた点は大きい。この成果は、現在着目されているスマートグリッドにも応

用できるものである。あわせて供給リスク評価におけるテーマ1)との関連付けなども今後大いに期待される(論文2, 3, 4, 8)。

テーマ4):

(5)経済理論分野ではリスク=不確実性を含む財への投資行動は期待効用最大化仮説により規定されるが、それは数理的には「確率制御系の問題」として捉えられることができ、ポントリヤギンの原理を背景に「確率 Hamilton 力学系」に関連付けられることも多い。一方、確率系の解が陽に求められるケースは一般に少なく、そのため何らかの数値近似が重要となるが、通常の数値スキームでは往々にして Hamilton 系の構造再現性が損なわれてしまう。こうした事実を考慮して、代表者・三澤哲也は一番簡便な1次元 Wiener 系で与えられる確率 Hamilton 系の場合について、Hamilton 構造の再現性を意識した確率数値スキームを定式化した。経済はもとより、物理、工学等、確率 Hamilton 系の適用範囲の広さを考慮すると、当該近似手法をさらに一般化させることで、より汎用的に有用に働く数値スキームが構成できるのではないかと考えている(論文9)。

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 16 件)

- ①廣瀬高史、宮内肇、三澤哲也：リアルオプションを考慮した RNPV プロビットモデルに基づく火力発電事業価値評価、リアルオプション研究、査読有、第5巻、2012、pp.1-18
- ② Ryosuke Ohirabaru, Keita Kawamoto, Hajime Miyauchi : Generation Investment Planning in Small Island Considering Adequacy, Proc. of AORC CIGRE Technical Meeting 2011, Chian Mai, Thailand, Oct 2011、査読有、CD-ROM、2011、Paper No. P1-14
- ③ Keita Kawamoto, Hajime Miyauchi : Generation Investment Planning in Small Island Considering Adequacy, Proc. Of 17th International Conference on Electrical Engineering, Hong Kong, July, 2011、査読有、CD-ROM、2011、Paper No. A067
- ④ Keisuke Ishiyama, Hajime Miyauchi : Studies on Power Supply Adequacy of Power System in Isolated Island Considering Fuel Restriction, Proc. Of 17th International Conference on Electrical Engineering, Hong Kong, July, 2011、査読有、CD-ROM、2011、Paper No. A066

- ⑤ Yoshio Miyahara : Risk-Sensitive Value Measure Method for Projects Evaluation, Journal of Real Options and Strategy、査読有、Vol. 3、2010、pp.185-204
- ⑥ 平田直樹、宮内肇、三澤哲也 : UNPV法の簡約化によるプロビットモデルの構成と検証、電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会資料、査読無、PE-10-71、2010、pp. 99-102
- ⑦ Naoki Hirata, Hajime Miyauchi and Tetsuya Misawa : Composition of Probit Model of Simplified UNPV Method, Proc. of 16th Int. Conf. of Electrical Eng. 2010 Busan Korea、査読有、CD-ROM、2010、Paper No. PM-01
- ⑧ Keita Kawamoto and Hajime Miyauchi : Generation Investment Project of Power System in Small Island Considering Adequacy, Proc. of 16th Int. Conf. of Electrical Eng. 2010 Busan Korea、査読有 CD-ROM、2010、Paper No. PSS&R-05
- ⑨ Tetsuya Misawa : Symplectic integrators to stochastic Hamiltonian dynamical systems derived from composition methods, Mathematical Problems in Engineering、doi:10.1155/2010/384937、査読有、2010、Article ID384937、pp.1-12
- ⑩ Tetsuya Misawa : Simplification of utility indifference net present value method, OIKONOMIKA、査読無、Vol. 46、2010、pp. 123-135
- ⑪ 三輪昌隆、宮原孝夫 : 設備維持管理計画の価値評価に対する制御マルコフ過程によるリアルオプションアプローチ、リアルオプション研究、査読有、第3巻、2010、pp.1-23
- ⑫ N. Nishiyama, A. Mukai, H. Miyauchi and T. Misawa : Regression Analysis of JEPX Market Price, Proceedings of IEEE Transmission and Distribution Conference in Asia 2009、査読有、CD-ROM、2009、Paper No. OR4-4
- ⑬ 平田直樹、宮内肇、三澤哲也 : UNPV法の簡約化に関する基礎的検討、電気学会・電力技術、電力系統技術合同研究会資料、査読無、PE-09-130、2009、pp. 57-62
- ⑭ 西山信行、宮内肇、三澤哲也 : JEPXシステムプライスに対する回帰分析、電気学会・電力技術、電力系統技術合同研究会資料、査読無、PE-09-128、2009、pp. 49-52
- ⑮ 竹内裕也、宮内肇、喜多敏博 : 電力市場価格のカオス性に関する基礎的検討、電気学会論文誌B、査読有、129巻、2009、pp. 897-904
- ⑯ Y. Miyahara and N. Moriwaki : Option Pricing Based on Geometric Stable Processes and Minimal Entropy

Martingale Measures, “Recent Advances in Financial Engineering”, Proceedings of the 2008 Daiwa International Workshop on Financial Engineering, 査読有、2009、pp.119-133

[学会発表] (計 40 件)

- ①大平原亮介、川本啓太、宮内肇：分散電源の増加によるアデカシーへの影響、平成 24 年電気学会全国大会、2012 年 3 月 23 日、広島工業大学
- ②石山圭亮、宮内肇：燃料制約を考慮した離島系統の電源アデカシーに関する検討、平成 24 年電気学会全国大会、2012 年 3 月 23 日、広島工業大学
- ③宮原孝夫：リスク鋭感的価値尺度による評価～裁定理論によらない評価法の必要性と可能性～、日本金融・証券計量・工学学会、2011 冬季大会(会長就任招待講演)、2012 年 3 月 12 日、筑波大学 東京キャンパス文京校舎
- ④ Yoshio Miyahara : Risk-Sensitive Value Measure and its Applications, Workshop on Stochastic Processes and Applications (Invited lecture)、March 9, 2012、NCTS, Taiwan
- ⑤宮原孝夫：リスク鋭感的価値尺度、日本保険・年金リスク学会 第 1 回研究会 (招待講演)、2011 年 12 月 9 日、J A ビル 8 階 T G I フィナンシャル・ソリューションズ本社セミナールーム
- ⑥廣瀬高史、宮内肇、三澤哲也：リアルオプションを考慮した RNPV プロビットモデルに基づく火力発電事業価値評価、日本リアルオプション学会、2011 年 11 月 6 日、青山学院大学厚木キャンパス
- ⑦ Ryosuke Ohirabaru, Keita Kawamoto, Hajime Miyauchi : Generation Investment Planning in Small Island Considering Adequacy, AORC CIGRE Technical Meeting 2011, Oct 27, 2011、Chian Mai, Thailand
- ⑧川本啓太、大平原亮介、宮内肇：離島系統での分散電源増加に伴うアデカシーへの影響、平成 23 年電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会、2011 年 9 月 28 日、常翔学園大阪センター
- ⑨川本啓太、大平原亮介、宮内肇：分散型電源を有する離島系統のアデカシーへの影響、平成 23 年電気学会電力・エネルギー部門大会、2011 年 9 月 1 日、福井大学文京キャンパス
- ⑩廣瀬高史、宮内肇、三澤哲也：UNPV 法を簡約化したプロビットモデルの検証と応用、平成 23 年電気学会電力・エネルギー部門大会、2011 年 9 月 1 日、福井大学文京キャンパス
- ⑪ Keita Kawamoto, Hajime Miyauchi :

- Generation Investment Planning in Small Island Considering Adequacy, The 17th International Conference on Electrical Engineering, July 13, 2011、Hong Kong
- ⑫ Keisuke Ishiyama, Hajime Miyauchi : Studies on Power Supply Adequacy of Power System in Isolated Island Considering Fuel Restriction、The 17th International Conference on Electrical Engineering, July 13, 2011、Hong Kong
- ⑬廣瀬高史、平田直樹、宮内肇、三澤哲也：UNPV 法を簡約化したプロビットモデル高次項の検証、平成 23 年電気学会全国大会、平成 23 年 3 月 18 日、大阪大学豊中キャンパス
- ⑭川本啓太、石山圭亮、大平原亮介、宮内肇：分散電源を有する離島系統のアデカシー評価、平成 23 年電気学会全国大会、平成 23 年 3 月 16 日、大阪大学豊中キャンパス
- ⑮石山圭亮、川本啓太、宮内肇：燃料制約を考慮した離島系統の電源アデカシーに関する検討、平成 23 年電気学会全国大会、平成 23 年 3 月 16 日、大阪大学豊中キャンパス
- ⑯石山圭亮、宮内肇：燃料制約を考慮した離島系統の電源アデカシーに関する検討、平成 23 年電気学会電力系統技術研究会、平成 23 年 1 月 21 日、北海道大学札幌キャンパス
- ⑰ Yoshio Miyahara : Risk-Sensitive Value Measure Method for Project Evaluation, QMF-2010、December 17, 2010、Sydney、Australia
- ⑱川本啓太、石山圭亮、宮内肇：分散形電源の増加に伴う離島系統の電源アデカシーへの影響、平成 22 年電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会、平成 22 年 9 月 29 日、広島大学東広島キャンパス
- ⑲平田直樹、宮内肇、三澤哲也：UNPV 法の簡約化によるプロビットモデルの構成と検証、平成 22 年電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会、平成 22 年 9 月 28 日、広島大学東広島キャンパス
- ⑳宮内肇、観音寺翼、西山信行、三澤哲也：JEPX 市場価格の四季別回帰式の構成、平成 22 年電気学会電力・エネルギー部門大会、平成 22 年 9 月 3 日、九州大学伊都キャンパス
- ㉑平田直樹、宮内肇、三澤哲也：UNPV 法の簡約化によるプロビットモデルの構成と検証、平成 22 年電気学会電力・エネルギー部門大会、平成 22 年 9 月 3 日、九州大学伊都キャンパス
- ㉒石山圭亮、川本啓太、宮内肇：燃料制約を考慮した離島系統の電源アデカシーに関する基礎的検討、平成 22 年電気学会電力・エネルギー部門大会、平成 22 年 9 月 3 日、九州大学伊都キャンパス
- ㉓川本啓太、石山圭亮、宮内肇：分散型電源の増加による離島系統の電源アデカシーへ

の影響、平成 22 年電気学会電力・エネルギー部門大会、平成 22 年 9 月 2 日、九州大学伊都キャンパス

㉒ Naoki Hirata, Hajime Miyauchi and Tetsuya Misawa: Composition of Probit Model of Simplified UNPV Method, The 16th International Conference of Electrical

Engineering 2010 Busan Korea, July 12, 2010, Paradise Hotel, Busan, Korea

㉓平田直樹、宮内肇、三澤哲也：UNPV 法の簡約化によるプロビットモデルの構成、平成 22 年電気学会全国大会、2010 年 3 月 17 日、明治大学

㉔西山信行、宮内肇、三澤哲也：時間帯を考慮した JEPX システムプライスの回帰分析、平成 22 年電気学会全国大会、2010 年 3 月 17 日、明治大学

㉕西山信行、宮内肇、三澤哲也：JEPX システムプライスおよび買い入札量に対する単位根検定、平成 22 年電気学会全国大会、2010 年 3 月 17 日、明治大学

㉖宮内肇、平田直樹、三澤哲也：効用無差別価格理論によるプロジェクト価値評価法の簡約化と発電事業の価値評価シミュレーション、Risk Workshop 2010「リスクと価値の評価法」、2010 年 3 月 13 日、名古屋市立大学大学院経済学研究科

㉗辻井芳樹、宮原孝夫：Application of Entropic Value Measure to Portfolio Optimization Problems, Risk Workshop 2010「リスクと価値の評価法」、2010 年 3 月 13 日、名古屋市立大学大学院経済学研究科

㉘宮原孝夫：Risk Sensitive Value Measure Method for Project Evaluation, Risk Workshop 2010「リスクと価値の評価法」、2010 年 3 月 13 日、名古屋市立大学大学院経済学研究科

㉙宮原孝夫：リスクと価値の評価：裁定理論と価値尺度、科研費研究集会「数理ファイナンスとその周辺」、2010 年 1 月 22 日、名古屋大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー

㊀宮原孝夫：Risk-Sensitive Value Measure Method for Projects Evaluation, 日本リアルオプション学会、2009 年 12 月 13 日、信州大学・上田キャンパス

㊁N. Nishiyama, A. Mukai, H. Miyauchi and T. Misawa: Regression Analysis of JEPX Market Price, IEEE Transmission and Distribution Conference in Asia 2009, 2009 年 10 月 26 日、COEX Convention Center, Seoul, Korea

㊂三澤哲也：効用無差別価格によるプロジェクト価値評価法 (UNPV 法) の簡約化から導かれる回帰モデルについて、数理ファイナンスおよびその電力分野への応用研究会、2009 年 9 月 18 日、熊本大学大学院自然科学研究科

㊃西山信行、宮内肇、三澤哲也：JEPX システ

ムプライスに対する回帰分析、平成 21 年電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会 2009 年 9 月 15 日 早稲田大学

㊄平田直樹、宮内肇、三澤哲也：UNPV 法の簡約化に関する基礎的検討、平成 21 年電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会、2009 年 9 月 15 日、早稲田大学

㊅Yoshio Miyahara: Stable process models in finance, Congress: "Stochastic Analysis for and from Finance" (SAFFF)、2009 年 8 月 4 日、Science Hall, Kyoto Research Park

㊆宮原孝夫：Risk-Sensitive Value Measures and their Applications, 2009 年日本金融・証券計量・工学学会夏季大会、2009 年 7 月 29 日、法政大学市ヶ谷キャンパス

㊇宮原孝夫：Risk Sensitive Value Measure, 大阪大学 金融・保険セミナーシリーズ 第 22 回、2009 年 5 月 7 日、大阪大学大学院基礎工学研究科

㊈宮原孝夫：Value Measures for Project Evaluation, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 研究部会、「ファイナンス理論の展開」第 1 回研究会、2009 年 4 月 9 日、首都大学東京・秋葉原サテライトキャンパス

〔図書〕(計 1 件)

㊉Yoshio Miyahara: Option pricing in Incomplete Markets: Modeling Based on Geometric Levy Processes and Minimal Entropy Martingale Measures, Imperial College Press, 2012, 185 pages

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三澤 哲也 (MISAWA TETSUYA)

名古屋市立大学・大学院経済学研究科
・教授

研究者番号：10190620

(2) 研究分担者

宮原 孝夫 (MIYAHARA YOSHIO)

名古屋市立大学・大学院経済学研究科
・名誉教授

研究者番号：20106256

宮内 肇 (MIYAUCHI HAJIME)

熊本大学・大学院自然科学研究科・准教授
研究者番号：20181977

(3) 連携研究者

()

研究者番号：