

平成21年 3月31日現在

研究種目：基盤研究（C）
研究期間：2007～2008
課題番号：19510150
研究課題名（和文） 評価を考慮した多段決定問題の最適解に関する研究
研究課題名（英文） Studies on optimal values of sequential decision problems regarding to estimations
研究代表者
氏名（ローマ字）：中井 達（NAKAI TORU）
所属機関・部局・職：千葉大学・教育学部・教授
研究者番号：21045808

研究成果の概要：

社会科学における評価に対して動的計画法を応用すること、とくに不完備情報の多段決定モデルとして解析するための取り扱い方やその理論を中心に考えた。その結果、部分観測可能なマルコフ過程における多段決定問題に評価の概念を入れることを、クレームに対処するモデルへの応用について、費用最小化問題に対する最適方程式に基づき、その最適解に関する性質の解析を行い、適当な条件の下でそれらの単調性が成り立つことが示された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
19年度	1,900,000	570,000	2,470,000
20年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム工学・社会システム工学

キーワード：最適化、多段決定問題、マルコフ決定過程、動的計画法、カーネル法、遺伝的アルゴリズム、

1. 研究開始当初の背景

社会科学における「評価」には多くの側面があり、それぞれが独自の局面で発展し用いられてきている。いっぽう、このような「評価」については、オペレーションズ・リサーチの視点からも関心が持たれ、とくにDEAやAHPを評価に用いることについては数多くの研究と応用が知られている。ところで、最適化理論は多くの分野に応用されており、DEAやAHPも最適化の1つの手法である。しかし、動的計画法の考え方を「評価」に適応することは難しく、不完備情報の多段決定における

情報や学習と、最適政策および最適政策にしたがったときの期待利得などとのあいだの関係を、理論的に解明することはあまり行われてこなかった。

そこで、動的計画法を評価に応用すること、とくに不完備情報の多段決定モデルとして、政策形成や評価モデルにおける有効性を考えることは、応用を含めて興味深い問題であり、そのための理論や、解析を行うとともに、アウトカムにもとづく有効性をどのように取り扱うかを考えることが、本研究の目的である。このような、「有効性」を意識した最適

化モデルを考えることは、評価の意義と評価のための理論へ結びつけるための基礎となるものと考えられた。

2. 研究の目的

社会科学における評価については、オペレーションズ・リサーチの視点からも関心が持たれている。また、最適化理論は多くの分野に応用されているが、動的計画法の考え方を評価に適用することは難しく、不完備情報の多段決定における情報や学習と、最適政策および最適政策にしたがったときの期待利得などとのあいだの関係を、理論的に解明することはあまり行われてこなかった。そこで、動的計画法を評価に応用すること、とくに不完備情報の多段決定モデルとして解析するための理論や、有効性をどのように取り扱うかを考えることが、本研究の目的であった。そのため、社会科学における評価の問題点や最適決定への関わりなどを整理することで、評価を考慮した最適決定モデルを構築し、そのモデルに対する解析を行い、最適政策などの基本的な性質について明らかにする。あわせて、不確実性のある社会経済システムを解析するための数理的な理論の研究も行うとともに、それらの理論が経済システムのなかで、どのように適用できるかを検討した。

3. 研究の方法

本研究では最適化理論などの数理的な手法を用いて、評価と最適決定のあいだの関係を解析することを目的とし、そのための基礎的な研究が中心となっている。そのため、基礎的な理論について、より深く研究を進めていくとともに、いろいろな問題にも具体的に踏み込んで研究を進めてきた。とくに、不完備情報の動的最適化・ファジイ最適化・ノンパラメトリック最適化などの基礎的な理論について、研究を進めていくとともに、新たに政策形成における最適化理論の応用を考えるために、不確実性のもとでの意思決定モデルを考える上でのいろいろな問題にも含めて研究を進めてきた。あわせて、これらの理論の適用可能な範囲などについて検討した。これらのプロセスで得られた結果を、日本オペレーションズリサーチ学会、情報処理学会、日本経営工学会、経営情報学会などの国内外の学会・研究会・国際会議等で公表し、学会誌などで随時公表してきた。さらに、前年度に引き続き、資料の収集や情報の交換を行う。また、国内外で開催される国際的な研究集会やワークショップなどの機会をとらえ、新しい情報を得てきた。

4. 研究成果

本研究を行うにあたり、新たな研究の基礎とするため、本研究に先立って続けてきた部

分観測可能なマルコフ過程における多段決定問題に関する研究成果と、アウトカムをもとにした評価に関連する事項を整理するとともに、‘The Second International Conference on Optimization and Optimal Control’において成果を公表した。さらに、Wroclaw University of Technologyにおける‘Workshop on Markov Decision Processes’においても情報や意見の交換をするとともに、成果を公表した。これらの議論を通じて、部分観測可能なマルコフ過程における多段決定問題に、評価の概念を入れることは、保険などのクレームに対処するモデルに応用できる可能性が指摘された。これらの成果をもとに、部分観測可能なマルコフ過程における多段決定問題の最適値と最適政策についての研究を行った。そのなかで、部分観測可能なマルコフ過程における多段決定問題に、車などの耐久消費財に対するクレームに対処するモデルへの応用について、費用最小化問題に対する最適方程式に基づき、その最適解に関する性質の解析を行い、適当な条件の下でそれらの単調性が成り立つことが示された。その成果を、南アフリカ Sandton Convention Centre で開催された‘IFORS 2008 (International Federation of Operational Research Societies Conference)’で公表するとともに、日本オペレーションズ・リサーチ学会や、京都大学数理解析研究所で開催されたシンポジウム「不確実な状況における意思決定の理論と応用」および、シンポジウム「不確実性と意思決定の数理」において、成果の公表を行い、あわせて情報や意見の交換を行った。

また、共同研究者とは意見や情報の交換を行い、共同研究者の成果にもとづく新たな応用の可能性も示唆された。その結果は個別的研究となったが、つぎのような成果を得ることができた。まず、カーネル法に基づくパーセント点の推定量の分布のEdgeworth展開とスチューデント化の研究をおこない、ジャックナイフ型の分散推定量の漸近的な性質を明らかにし、スチューデント化カーネル型確率点推定量の分布のEdgeworth展開を求めた。さらに、1次元連続状態上の確定的多段評価として2次評価を考え、それに対して黄金最適解、およびフィボナッチ相補双対性を発表するとともに、3つの無限段動的システム—確定的、確率的、非決定性—において2次評価過程に対して黄金かつ最適解(最適値関数・最適政策)の有無を論じ、存在する場合はそのベルマン方程式の解析解を求めた。また、評価関数の最適化と資産配分変更を用いた制御への応用や遺伝的アルゴリズムにもとづいたシステムの解析や、執行リスクを伴う市場におけるデリバティブのリスクを最小化する取引戦略の研究などを行

い、時系列モデルにおいてはジャンプ拡散過程を導入しより現実的なモデル分析に取り組み、複雑系を解析する上で重要となるエージェントのシミュレーションに関しても遺伝的プログラミングによるモデル化を導入し極めて有効なものであることを確認した。さらに、取引不確実性を伴う市場における下限制約付きポートフォリオ最適化の研究を行った。

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 22 件)

1. 中井 達、評価と関連した不完備情報の多段決定問題について、京都大学数理解析研究所講究録、-、2009、査読無(掲載予定)
2. T. Nakai, A Sequential Decision Problem based on the Rate Depending on a Markov Process, Recent Advances in Stochastic Operations Research II (Eds. T. Dohi, S. Osaki and K. Sawaki), World Scientific Publishing, 2009 (出版予定)、査読有
3. Y. Maesono, Edgeworth Expansion and Normalizing Transformation of Ratio Statistics and their Application、Communications in Statistics - Theory and Methods、-、2009(掲載予定)、査読有
4. 池田欽一、時永祥三、ノードへのフロー入力調整を含むネットワークにおけるプライシングのカオス性変動の解析とその抑制、情報処理学会論文誌、vol. 50, 2009年3月掲載予定、査読有。
5. 中井 達、評価と関連した不完備情報の多段決定問題について、京都大学数理解析研究所講究録、1589、6-15、2008、査読無
6. S. Iwamoto, A. Kira and M. Yasuda, Golden duality in dynamic optimization、Proceedings of the Second Kosen Workshop Mathematics, Technology and Education、35-47、2008、査読有
7. 池田欽一、時永祥三、ジャンプ過程を含む変数で記述される評価関数の最適化と資産配分変更を用いたValue at Risk制御への応用、電子情報通信学会論文誌、J91-A、03、1-13、2008、査読有
8. 池田欽一、時永祥三、ジャンプ過程を含む変数で記述される評価関数の最適化と企業間取引における製造・販売リアルオプション推定への応用、情報処理学会論文誌、49, SIG 41、1-13、2008、査読有
9. 時永祥三、松野成悟、企業間情報ネットワークにおけるトレーサビリティ・システム導入のアクター理論による分析、日本情報経営学会誌、28、97-104、2008、査読有
10. 松野成悟、時永祥三、別会社方式による

ISアウトソーシング多様化に関する一考察、日本情報経営学会誌、28、68-77、2008、査読有

11. 池田欽一、時永祥三、ジャンプ過程を含む変数で記述される評価関数の最適化と資産配分変更を用いたValue at Risk制御への応用、電子情報通信学会論文誌、vol. J91-A、no. 03、360-372、2008、査読有。

12. 池田欽一、時永祥三、ジャンプ過程を含む変数で記述される評価関数の最適化と企業間取引における製造・販売リアルオプション推定への応用、情報処理学会論文誌、vol. 49, no. SIG 41(TOM20)、1-13、2008、査読有。

13. K. Matsumoto, Optimal Strategy with Uncertain Trade Execution、京都大学数理解析研究所講究録、1580、136-149、2008、査読無

14. 中井 達、評価に関連するマルコフ過程での最適化問題について、京都大学数理解析研究所講究録、1559、67-81、2007、査読無

15. 中井 達、評価に関連するマルコフ過程での最適化問題について、経済学研究、74、43-61、2007、査読無

16. Y. Maesono, An Edgeworth expansion and a normalizing transformation for L-statistics、Bulletin of Informatics and Cybernetics、39、25-43、2007、査読有

17. S. Iwamoto, Golden optimal policy in calculus of variation and dynamic programming、Advances in Mathematical Economics、10、65-89、2007、査読有

18. K. Tan and S. Tokinaga, Genetic algorithm - based parameter optimization of Tsallis distribution and its application to financial markets、Proc NOLTA2007、22-24、2007、査読有

19. K. Tan and S. Tokinaga, An approximation of return distribution based upon GA optimized mixture distribution and its applications、Proc of Fourth International Conference on Computational Intelligence, Robotics and Autonomous Systems、22-24、2007、査読有

20. Y. Ikeda and S. Tokinaga, Multi-fractality Analysis of time series in artificial stock market generated by multi-agent systems based on the Genetic Programming and its applications、IEICE Trans. Fundamentals、E90-A、9、2212-2222、2007、査読有

21. Y. Ikeda and S. Tokinaga, Analysis of price changes in artificial double auction markets consisting of multi-agents using Genetic Programming for learning and its applications、IEICE Trans. Fundamentals、E90-A、9、2203-2211、2007、査読有

22. K. Matsumoto, Portfolio Insurance with Liquidity Risk, Asia-Pacific Financial Markets, 14, No. 4, 363-386, 2007、査読有.

〔学会発表〕(計 6 件)

1. T. Nakai, A Sequential Decision Problem on a Partially Observable Markov Process related to an Evaluation, International Federation of Operational Research Societies Conference, Sandton Convention Centre, Johannesburg, South Africa, 2008.

2. 中井 達, 不完備情報のマルコフ過程での支出モデルについて, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2008 年度秋期研究発表会, 2008.

3. 中井 達, 不完備情報の多段決定問題と評価について, シンポジウム「不確実性と意思決定の数理」, 京都大学数理解析研究所, 2008.

4. S. Iwamoto, A. Kira and M. Yasuda, Golden duality in dynamic optimization, The Second Kosen Workshop Mathematics, Technology and Education, Ibaraki National College of Technology, 2008

5. T. Nakai, A Sequential Decision Problem based on Outcomes and a Partially Observable Markov Process, The Second International Conference on Optimization and Optimal Control, National University of Mongolia, 2007

6. K. Tan and S. Tokinaga, An approximation of return distribution based upon GA optimized mixture distribution and its applications, Fourth International Conference on Computational Intelligence, Robotics and Autonomous Systems, 2007

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中井 達 (NAKAI TORU)
千葉大学・教育学部・教授
2 0 1 4 5 8 0 8

(2) 研究分担者

岩本 誠一 (IWAMOTO SEIICHI)
九州大学・大学院経済学研究院・教授
9 0 0 3 7 2 8 4

時永 祥三 (TOKINAGA SHOZO)
九州大学・大学院経済学研究院・教授
3 0 1 2 4 1 4 3

前園 宜彦 (MESONO YOSHIHIKO)
九州大学・大学院経済学研究院・教授
3 0 1 7 3 7 0 1

松本 浩一 (MATSUMOTO KOICHI)
九州大学・大学院経済学研究院・准教授
3 0 3 8 0 6 7 8

(3) 連携研究者