

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：27101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K05282

研究課題名(和文) 数理的決定解析と経済理論への応用

研究課題名(英文) Mathematical Decision Analysis and its Application to Economic Theory

研究代表者

吉田 祐治 (Yoshida, Yuji)

北九州市立大学・経済学部・教授

研究者番号：90192426

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：リスク回避性に関して、多次元確率場に関する比較条件と多次元効用関数に関する比較条件を導いた。

また、効用関数によるリスク評価とリスクスペクトルを伴う合理的確率測度評価の間の最小化から最適な合理的確率測度を導いた。その測度は意思決定者の効用関数のリスク回避性を受け継ぐものになる。マルコフ決定過程の応用では、効用関数を伴う期待利得の最大化問題とリスク評価の最小化問題を上述の合理的確率測度論じて最適解を得た。この方法を用いると、高速計算を必要とする金融に於いて最適計算の中に意思決定者のリスク感覚を事前に組み込むことができる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年は、金融不安や地震災害など様々なリスクの中で、安定した社会基盤を築くことが求められている。リスクは不確実性と深くかかわり、リスクの数学的性質は心理学や経済学など様々な分野で研究されてきた。本研究では、経済や災害のリスク環境における意思決定の解析的性質を数理計画の観点から考察する。とくに、リスクを伴う確率場と意思決定者の評価基準の相互関係について数理的モデルを用いて研究する。また、社会や経済におけるリスクの連鎖も研究目的とし、ダイナミクスを伴うリスク環境における意思決定の解析的推移を数理計画の観点から研究する。

研究成果の概要(英文)：Stochastic dominance and risk premiums on two-dimensional regions are studied by weighted quasi-arithmetic means. A necessary condition and a sufficient condition for risk averse comparison of two utility functions are also given.

Minimizing the distance between risk estimations through decision maker's utility and coherent risk measures with risk spectra is discussed, and the risk spectrum of the optimal coherent risk measures is obtained and it inherits the risk averse property of utility functions. In Markov decision processes, risk-sensitive expected rewards under utility functions are approximated by weighted average value-at-risks, and risk constraints are described by coherent risk measures with the best risk spectrum derived from decision maker's risk averse utility. The mathematical optimality methods in Markov decision making are obtained for high-speed calculation in financial engineering.

研究分野：数理的決定過程

キーワード：数理ファイナンス リスク 効用 不確実性 意思決定

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 数理ファイナンスにおけるリスク回避のための投資を目的としたポートフォリオ理論には平均・分散モデルをもとに多くの研究がある。さらに、リスク測度に関する研究は確率論と凸解析の観点で分布関数をもとにした Value-at-Risk などの測度論的な coherent risk measure の概念が近年論じられている。また、確率場におけるリスクは経済学の期待効用理論と関係し、意思決定者のリスク対応に影響を与えている。現実には、経済のマーケット(数学表現としては確率場)と投資家(数学表現としては意思決定)は相互に関係し影響を与えている。昨今は、ビッグデータをコンピュータで分析し人々の行動をシミュレーションすることでリスクを研究する方法も流行っているが、数理モデルを用いて人々の行動を解析することはその因果関係や構造解析が行えることから経済学や社会学においては極めて重要である。本研究では確率場と効用関数による評価基準の相互関係を研究することにより、新たなリスク評価基準の構築や意思決定者の行動基準の数理的解析を可能にする。

(2) 研究代表者等は、確率環境における決定過程を計画数学の観点から研究してきた。数理ファイナンスへの応用を目指して、perception-based theory による人工知能の観点から人の選好や主観に基づく決定過程の研究も展開してきた。人工知能モデルの研究で分かったことは、人の意思決定は目的を達成しようとする行動だけでなく危険を避ける行動をどのように評価するかが重要である。

2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は次の通りである。不確実性の数学的表現として、確率場を扱う確率論や統計学はネットワーク化された社会基盤に多大な貢献をしている。近年は、金融不安や地震災害など様々なリスクの中で、安定した社会基盤を築くことが求められている。リスクは不確実性と深くかわり、リスクの数学的性質は心理学や経済学など様々な分野で研究されてきた。本研究では、経済や災害のリスク環境における意思決定の解析的性質を数理計画の観点から考察する。とくに、リスクを伴う確率場と意思決定者の評価基準の相互関係について数理的モデルを用いて研究する。また、社会や経済におけるリスクの連鎖も研究目的とし、ダイナミクスを伴うリスク環境における意思決定の解析的推移を数理計画の観点から研究する。

3. 研究の方法

(1) 研究代表者は、海外留学・国際学会講演や本・ジャーナルの編集を通じて、いくつかの海外研究協力のネットワークをもっている。さらに、各研究集会や各学会活動を通じて、国内に研究協力のネットワークもある。(2) これまでの科学研究費助成金による基礎となるべき研究成果をもとに、国内・海外の共同研究者のネットワークを駆使し随時に研究打ち合わせを行い、国内・海外の研究協力者と学会や国際会議等での先進的なアイデアや情報の交換することで緊密に連絡を取って次の計画を進めた。

Value-at-Risk を用いたリスク環境での coherent risk measure 一般化

Aggregation によるリスク測度構築

Aggregation 演算による効用関数の統合の研究と多目的リスク回避の研究

リスク回避行動による確率場の変化

離散決定過程の合理的リスク評価

数理ファイナンスへの応用

4. 研究成果

(1) について、リスク回避性に関して多次元確率場に関する比較条件を導いた。その成果は国際会議 MDAI2016 で議論した。 について、リスク回避性に関して多次元効用関数に関する比較条件を導いた。その成果は国際会議 MDAI2016 で議論し、学術論文誌 JACII2019 にまとめられ出版されている。 について、不確実・不確定な環境に於いてリスク最小化の最適決定過程を論じ、初年度は国際会議 ICICIP2016 と ASAC2016 で論じ、その拡張を国際会議 FUZZ-IEEE 2017 や ISCBI 2017 で発表した。さらに、その発展形を国際会議 CiSt2018 や TAMC2019 で論じ、2017 年 Springer 出版の共著書や学術論文誌 IJIST2019 や Granular Computing 2019 にまとめられ出版されている。 について、不確実・不確定な環境での最適決定過程の期待利得最大化を数理計画の双対性で研究し国際会議 IFSA-SCIS2017, FUZZ-IEEE 2018, ICRITO 2018 で論じた。この成果は学術論文誌 Procedia Computer Science 2017 に掲載された。 について、与えられた効用関数の下での最適な coherent risk measure の構築を行い、その結果を国際会議 MDAI2018, IJCCI2019 と日本数学会で発表した。その内容は、2019 年 Springer 出版の Smart Innovation Systems and Technologies 143 に収められている。

(2) 国際会議の主要論文は Springer 出版の Lecture Notes in Computer Science, Lecture Notes in Artificial Intelligence や Lecture Notes in Electric Engineering、または、国際電子工学会 IEEE 出版の proceeding として出版され公開されている。また、国際会議 KES IDT 2019, EURO2019, RIMS 研究集会でも研究発表を行った。

(3) さらに、本研究の最初に予想していなかったことではあるが、得られた研究成果は人工知能モデルと関係する可能性があるとの助言をいただき、国際会議 CogSIMA 2019 で発表し議論した IEEE 出版の proceeding に収められている。この議論をもとに、本研究の新しい展開が期待でき

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 19件 / うち国際共著 19件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Y.Yoshida and S.Kumamoto	4. 巻 11436
2. 論文標題 Dynamic Average Value-at-Risk Allocation on Worst Scenarios in Asset Management	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 674-683
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-030-14812-6_42	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 Y.Yoshida	4. 巻 3
2. 論文標題 Allocation Processes for Worst Scenarios in Fuzzy Asset Management Using Weighted Average Value-at-Risks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Information Science and Technologies	6. 最初と最後の頁 39-45
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） hISSN : 2550-5114	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 Y.Yoshida	4. 巻 23
2. 論文標題 Comparison of Risk Aversity for Two Utility Functions on R^2	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics	6. 最初と最後の頁 555-560
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/ jaciii.2019.p0555/	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 Y.Yoshida	4. 巻 -
2. 論文標題 Markov Decision Processes with Coherent Risk Measures: Risk Aversity in Asset Management	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 国際学会議CogSIMA 2019	6. 最初と最後の頁 147-151
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ COGSIMA.2019.8724252	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 Y.Yoshida	4. 巻 11676
2. 論文標題 Risk-Sensitive Markov Decision under Risk Constraints with Coherent Risk Measures	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 29-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-26773-5_3	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 Y.Yoshida	4. 巻 -
2. 論文標題 Risk-Sensitive Markov Decision Processes with Risk Constraints of Coherent Risk Measures in Fuzzy and Stochastic Environment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 国際学会議IJCCI2019	6. 最初と最後の頁 269-277
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0007957502690277	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 Y.Yoshida	4. 巻 4
2. 論文標題 Portfolio Optimization with Perception-Based Risk Measures in Dynamic Fuzzy Asset Management	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Granular Computing	6. 最初と最後の頁 615-627
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s41066-018-0100-y	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 Yoshida Yuji	4. 巻 -
2. 論文標題 Maximization of Returns under Value-at-Risk Constraints in Dynamic Fuzzy Asset Allocation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 国際学会議FUZZ-IEEE.2018	6. 最初と最後の頁 591-596
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/FUZZ-IEEE.2018.8491675	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 Yuji Yoshida	4. 巻 -
2. 論文標題 Return-Maximizing in Fuzzy Portfolio Processes under Average Value-at-Risk Constraints	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 国際学会議ICRITO.2018	6. 最初と最後の頁 849-854
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICICIP.2016.7885875	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 Yuji Yoshida	4. 巻 11144
2. 論文標題 Coherent Risk Measures Derived from Utility Functions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 15-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-00202-2_2	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 Yuji Yoshida	4. 巻 -
2. 論文標題 Dynamic Fuzzy Asset Management for Worst Scenarios with Average Value-at-Risks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 国際学会議CiSt 2018	6. 最初と最後の頁 437-442
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/CIST.2018.8596615	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 Yuji Yoshida	4. 巻 428
2. 論文標題 An Optimal Process for Average Value-at-Risk Portfolios in Financial Management	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Electric Engineering	6. 最初と最後の頁 101-108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-53934-8_12	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 Yuji Yoshida	4. 巻 -
2. 論文標題 Maximization of Returns under a Value-at-Risk Constraint in Fuzzy Asset Management	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 国際学会議IFSA-SCIS2017	6. 最初と最後の頁 No.84, 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IFSA-SCIS.2017.8023218	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 Yuji Yoshida	4. 巻 -
2. 論文標題 Optimization of Dynamic Maximum for Value-at-Risks with Fuzziness in Asset Management	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 国際学会議FUZZ-IEEE2017	6. 最初と最後の頁 No.68, 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/FUZZ-IEEE.2017.8015420	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 Yuji Yoshida	4. 巻 -
2. 論文標題 Portfolios Optimization with Coherent Risk Measures in Fuzzy Asset Management	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 国際学会議ISCBI2017	6. 最初と最後の頁 100-104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISCBI.2017.8053553	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 Yuji Yoshida	4. 巻 112
2. 論文標題 Maximization of Returns under an Average Value-at-Risk Constraint in Fuzzy Asset Management	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science	6. 最初と最後の頁 11-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procs.2017.08.001	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 Yuji Yoshida	4. 巻 10571
2. 論文標題 Comparison of Risk Averse Utility Functions on Two-Dimensional Regions	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 15-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-67422-3_2	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 Yuji Yoshida	4. 巻 9880
2. 論文標題 Weighted Quasi-Arithmetic Means on Two-Dimensional Regions: An Independent Case	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 82-93
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-45656-0	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 Yuji Yoshida	4. 巻 -
2. 論文標題 Dynamic Optimization of Value-at-Risk Portfolios with Fuzziness in Asset Management	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 国際学会議 ICICIP2016	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICICIP.2016.7885886	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

〔学会発表〕 計23件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 20件)

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 herent Risk Measures Derived from Utility Functions and Risk-Sensitive Expectation
3. 学会等名 RIMS研究集会「不確実・不確定性の下における数理的意決定の理論と応用」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Risk-Sensitive Markov Decision Processes with Risk Constraints of Coherent Risk Measures in Fuzzy and Stochastic Environment
3. 学会等名 IJCCI 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Risk-Sensitive Decision Making with Constraints of Coherent Risk Measures in Fuzzy and Stochastic Environment
3. 学会等名 EUSFLAT 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Risk-Sensitive Markov Decision under Risk Constraints with Coherent Risk Measures
3. 学会等名 MDAI 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Finite Horizon Risk-Sensitive Markov Decision under Risk Constraints: Coherent Risk Measures Derived from Risk Averse Utility
3. 学会等名 EURO 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Risk-Sensitive Decision Making under Risk Constraints with Coherent Risk Measures
3. 学会等名 KES-IDT 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Dynamic Average Value-at-Risk Allocation on Worst Scenarios in Asset Management
3. 学会等名 TAMC 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Markov Decision Processes with Coherent Risk Measures: Risk Aversity in Asset Management
3. 学会等名 CogSIMA 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Maximization of Rewards under Value-at-Risk Constraints in Dynamic Fuzzy Asset Allocation
3. 学会等名 国際学術会議FUZZ-IEEE.2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Return-Maximizing in Fuzzy Portfolio Processes under Average Value-at-Risk Constraints
3. 学会等名 国際学術会議 ICRITO 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Coherent Risk Measures Derived from Utility Functions
3. 学会等名 国際学術会議MDAI 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Dynamic Fuzzy Asset Management for Worst Scenarios with Average Value-at-Risks
3. 学会等名 国際学術会議CiSt 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Risk Measures Derived from Utility Functions
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Maximization of Returns under a Value-at-Risk Constraint in Fuzzy Asset Management
3. 学会等名 IFSA-SCIS2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Optimization of Dynamic Maximum for Value-at-Risks with Fuzziness in Asset
3. 学会等名 FUZZ-IEEE2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 A Portfolio Decision Process with a Value-at-Risk Criterion
3. 学会等名 IFORS2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Portfolios Optimization with Coherent Risk Measures in Fuzzy Asset
3. 学会等名 ISCB12017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Maximization of Returns under an Average Value-at-Risk Constraint in Fuzzy Asset Management
3. 学会等名 KES2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Comparison of Risk Averse Utility Functions on Two-Dimensional Regions
3. 学会等名 MDAI2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 2次元空間上の重み付き準算術平均と効用関数への応用
3. 学会等名 RIMS 研究集会「不確実性の下での意思決定理論とその応用：計画数学の展開」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Weighted Quasi-Arithmetic Means on Two-Dimensional Regions: An Independent Case
3. 学会等名 MDAI2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 An Optimal Process for Average Value-at-Risk Portfolios in Financial Management
3. 学会等名 APSAC2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yuji Yoshida
2. 発表標題 Dynamic Optimization of Value-at-Risk Portfolios with Fuzziness in Asset
3. 学会等名 ICICIP2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 M.Vannucci, G.Akkad, H. Hassen, Yuji Yoshida 他共著	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer Nature Singapore Pte Ltd.	5. 総ページ数 347 (Chapter 19 pp.219-229を執筆)
3. 書名 Intelligent Decision Technologies 2019, Vol.2	

1. 著者名 V.Torra, A.Dahlbom Y.Narukawa, Yuji Yoshida 他共著	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 347 (Part IV pp.255-269を執筆)
3. 書名 Fuzzy Sets, Rough Sets, Multisets and Clustering	

〔産業財産権〕

〔その他〕

北九州市立大学 研究者情報データベース
<https://www.kitakyu-u.ac.jp/research/activities/>

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
--	---------------------------	-----------------------	----