

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01652

研究課題名(和文)再保険ネットワークのリスク管理と保険システムの救済問題に関する研究

研究課題名(英文) Research on Risk Management of Reinsurance Network and Relief Problem of Insurance System

研究代表者

鈴木 輝好 (Suzuki, Teruyoshi)

北海道大学・経済学研究院・教授

研究者番号：90360891

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：保険の性質であるプットオプション性を考慮しながら、解の存在条件をどこまで緩められるかを検討した。その結果、解の一位性の条件としても、既存の研究の中で最も制約を緩めることに成功した。また、既存のアルゴリズムを拡張する計算アルゴリズムを提案した。保険契約の性質を持つCDS証券を対象に数値的な実験を行った結果、その存在が市場の安定性を損なう可能性が示唆された。また、二企業間に財務諸表上の直接的なリンクが存在する場合、両企業の最適な財務戦略を検討した。有用な計算アルゴリズムを提案し、数値的な比較静学分析の結果、債務の持ち合いは、2社のデフォルトタイミングを早めてしまうことがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

再保険会社は、互いに再保険を掛け合うネットワーク構造を有している。つまり、再保険ネットワークは、システムミックリスクに晒されている。銀行間ネットワークを対象としたシステムミックリスクの研究は様々に進められている。本研究は其中でも、保険契約あるいはクレジットデフォルトスワップ契約を中心に扱い、システムミックリスクに関する研究の発展に寄与した。

研究成果の概要(英文)：Considering the put-option nature of insurance, we examined how far the conditions for the existence of solutions can be relaxed. As a result, we have succeeded in loosening the constraint most among the existing researches, even for the condition of the uniqueness of the solution. We also proposed a computational algorithm that extends existing algorithms. Numerical experiments on CDS securities, which have the properties of insurance contracts, suggest that their existence may destabilize the market.

In addition, when there is a direct link in financial statements between two firms, we examined the optimal financial strategy of both firms. We proposed a useful computational algorithm, and as a result of numerical comparative static analysis, we found that cross-debt hastened the default timing of the two companies.

研究分野：ファイナンス

キーワード：システムミックリスク

## 1. 研究開始当初の背景

再保険は、日本でいうならば地震保険を例にするとわかりやすい。住宅に対する地震保険契約では、良く名前の知られた保険会社と契約を結ぶが、彼らは保険金の最終的な支払い手にはなっていない。わが国では、地震保険契約の最終的な保険金の拠出者は政府になっている。これは地震保険が再び保険にかけられているため、この保険を再保険と呼んでいる。結局、損害保険会社は再保険契約を利用することで自社のリスクを調整している。また、再保険会社についても互いに再保険を掛け合うことで同じくリスク調整を行っている。

さて、わが国における再保険会社は規模が小さく、目立った問題とならなかったが、米国 9.11 事件の際には、どの再保険会社に支払い能力があり、どの再保険会社が破綻してしまうのか、それが明らかになるまでに数ヶ月を要し、世界的な社会問題となった。その原因は、先に述べたように、再保険会社が、互いに再保険を掛け合うネットワーク構造を有していたことが原因である。この教訓から、再保険ネットワークの最大のリスクは、システムリスクであることがわかる。システムリスクとは、金融システムの安定性に全体的な影響を及ぼすリスクのことで、例えば、影響力のある金融機関の破綻に付随して起きる様々な困難をいう。2008 年以降の世界的な信用収縮を機に、銀行規制当局および実務界において、焦点が当てられるようになった。この数年の間に、特に銀行間ネットワークを対象として、かなりの数の学術的成果が発表されている。

## 2. 研究の目的

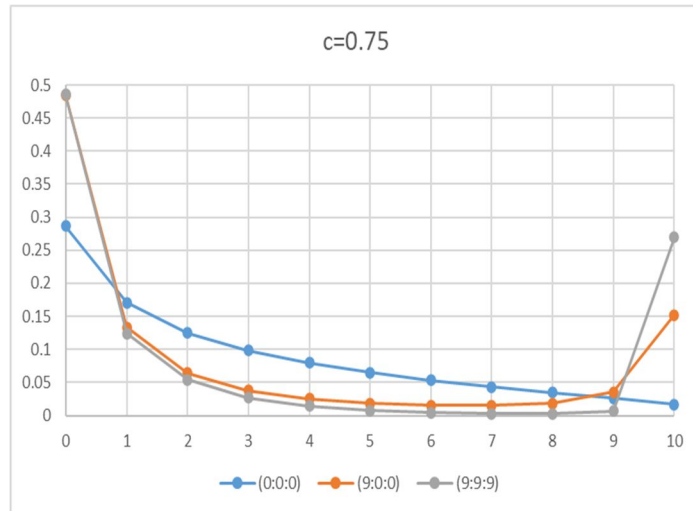
研究目的は二つある。第一の研究目的は、再保険ネットワークの頑健性を評価することである。そこで、保険会社と再保険会社が形成している保険売買関係のネットワークをシステムリスクの観点からモデリングする。銀行間ネットワークと違い、利得の単調性が保証されない点が問題を難しくしている。第二の研究目的は、政府による保険システムの救済問題について、その合理性や経済性に関して定量的な提言を行うことである。そのために、まず保険会社の救済問題を数理計画問題として定式化する。このとき、第一の目的のためにモデリングしたネットワークシステムが土台となる。その後、この問題を解くアルゴリズムを提案する。社会への影響度の大きさ、さらには過去の教訓から考えると、今後も重要な課題である。

## 3. 研究の方法

基本的なシステムリスクモデルは様々に拡張されている。保険契約への応用におけるポイントは、証券の売り持ちを考慮することである。我々は、保険契約を、まずはクレジットデフォルトスワップ契約で代替することにより、証券の売り持ちが持つシステムリスクへの影響を調査した。また、よりシンプルに 2 つの主体が、保険契約を掛け合うような状況を想定し、2 企業の最適行動について分析を行った。

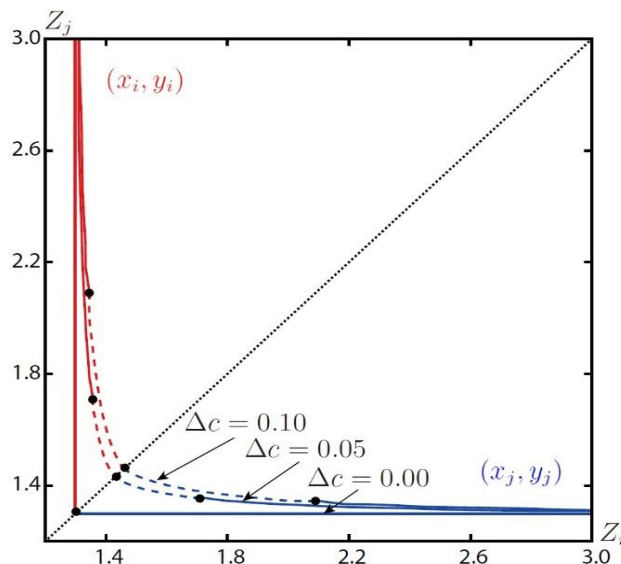
## 4. 研究成果

右の図は、10 個の対称な銀行を想定し、債務を相互に保有する状態（オレンジ）、債務およびクレジットデフォルトスワップを相互に保有する場合（グレー）、また相互のリンクが無い状況（青線）において、1 年後を満期とする、Merton の構造モデルを相互保有に拡張したモデルを用いた、デフォルト確率を表す。デフォルトコストを 0.75 とし、またその他のパラメータについて



も、リスクの高い状況を想定した。横軸の  $n=0, \dots, 10$  は、例えば、 $n=0$  であれば、1 年後に 0 社が倒産する確率を表し、 $n=10$  であれば、10 社すべてがデフォルトする確率を表す。将来の状況として 100 万通りを想定するモンテカルロシミュレーションを行った。青線は、銀行が発行する債務は、銀行以外の主体が保有する健全な状況を表す。シビアな経済状態を想定しており、デフォルト率は高いものの、図は素直な右下がりであり、各行が独立してデフォルトすることがわかる。システミックリスクは低い。これに対して、債務の相互保有（オレンジ）、さらにはクレジットデフォルトスワップの相互保有（グレー）を行うと、 $n=0$  の確率が上がり、一見、銀行セクターの頑健性が高まるように見えるが、一方で、 $n=10$  の確率も上昇しており、システミックリスクの上昇を見て取れる。これは、債務のデフォルトリスクを業界全体で引き受ける方法は、システミックリスクを上昇させることを意味する。つまり、再保険業界のあり方に警笛をならすものである。

続いて、右の図は、2 企業が債務の持ち合いを行う場合の、両者の倒産閾値を描いたものである。  $c$  は持ち合い債務の上昇を表す、また点線は 2 社が同時にデフォルトする際の閾値である。実線は、1 社がデフォルトする際の閾値である。つまり、相互保有量が増すと、倒産時刻が早まり、なおかつ、同時倒産の可能性が高まることがわかった。債務の相互保有は、倒産時刻・同時倒産可能性の両面から、システミックリスクを高めることを示唆している。



## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Katsumasa Nishide and Yuan Tian	4. 巻 81
2. 論文標題 Brokered versus Dealer Markets: Impact of Proprietary Trading with Transaction Fees	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Review of Financial Analysis	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.irfa.2019.101371	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 -
1. 著者名 宮田亮	4. 巻 99
2. 論文標題 契約の不完備性が存在する経済における技術進歩	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 琉球大学経済研究	6. 最初と最後の頁 19-33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 -
1. 著者名 Lu, K., Mizuno, S. & Shi, J	4. 巻 14
2. 論文標題 A new mixed integer programming approach for optimization over the efficient set of a multiobjective linear programming problem	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Optimization Letters	6. 最初と最後の頁 2323-2333
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11590-020-01554-7	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 -
1. 著者名 Hitoshi Hayakawa, Toshimasa Ishii, Hiroataka Ono and Yushi Uno	4. 巻 265
2. 論文標題 Settlement fund circulation problem	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Discrete Applied Mathematics	6. 最初と最後の頁 86-103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dam.2019.03.017	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 -

1. 著者名 Arai, T., T. Asano and K. Nishide	4. 巻 85
2. 論文標題 Optimal Initial Capital Induced by Optimized Certainty Equivalent	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Insurance: Mathematics and Economics	6. 最初と最後の頁 115-125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

1. 著者名 Kimitoshi Sato, Kyoko Yagi and Masahito Shimazaki	4. 巻 35
2. 論文標題 A Stochastic Inventory Model for a Random Yield Supply Chain with Wholesale-price and Shortage Penalty Contracts	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Asia-Pacific Journal of Operational Research	6. 最初と最後の頁 1850040
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0217595918500409	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 -

〔学会発表〕 計12件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Katsumasa Nishide
2. 発表標題 Default Contagion and Systemic Risk with Cross-Ownership of Equities, Debts, and Financial Derivatives
3. 学会等名 2019 China International Risk Forum (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Katsumasa Nishide
2. 発表標題 Hostile Takeovers or Friendly Mergers?: A Real Options Analysis
3. 学会等名 2019 INFOMRS Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Katsumasa Nishide
2. 発表標題 Strategic Liquidity Provision in High Frequency Trading
3. 学会等名 International Conference on Science, Social Science and Economics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Katsumasa Nishide
2. 発表標題 Strategic Liquidity Provision in High Frequency Trading
3. 学会等名 Quantitative Methods in Finance Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Lu, K., Mizuno, S. & Shi, J
2. 発表標題 A Numerical Study on MIP Approaches over the Efficient Set
3. 学会等名 World Congress on Global Optimization (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Nishide
2. 発表標題 Auction versus Dealership Markets: Impact of Proprietary Trading with Transaction Fees
3. 学会等名 Annual International Conference on Macroeconomic Analysis and International Finance 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Nishide
2. 発表標題 Optimal Initial Capital Induced by the Optimal Certainty Equivalent,
3. 学会等名 日本經濟学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Nishide
2. 発表標題 Default Contagion and Systemic Risk in the Presence of Credit Default Swaps
3. 学会等名 4th International Conference on Social Sciences Economics and Finance (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Nishide
2. 発表標題 Optimal Initial Capital Induced by the Optimal Certainty Equivalent
3. 学会等名 日本經濟学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Nishide
2. 発表標題 Brokered versus Dealer Markets: Impact of Proprietary Trading with Transaction Fees
3. 学会等名 Australia and New Zealand Business and Social Science Research Conference 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 八木 恭子
2. 発表標題 The Dynamics of Exchange Offer
3. 学会等名 日本ファイナンス学会第26回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 八木 恭子
2. 発表標題 Default Contagion and Systemic Risk in the Presence of Credit Default Swaps
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会2018年秋季研究発表会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Lu, K., Mizuno, S. & Shi, J	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer, Cham	5. 総ページ数 6
3. 書名 A Numerical Study on MIP Approaches over the Efficient Set	

1. 著者名 八木恭子・澤木勝茂	4. 発行年 2018年
2. 出版社 ミネルヴァ書房	5. 総ページ数 212
3. 書名 証券投資理論	

〔産業財産権〕

〔その他〕



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
研究分担者	石井 利昌  (Ishii Toshimasa)  (30324487)	北海道大学・経済学研究院・教授    (10101)	
研究分担者	宮田 亮  (Miyata Ryo)  (30336383)	琉球大学・国際地域創造学部・准教授    (18001)	
研究分担者	西出 勝正  (Nishide Katsumasa)  (40410683)	一橋大学・大学院経済学研究科・教授    (12613)	
研究分担者	施 建明  (SHI Jianming)  (70287465)	東京理科大学・経営学部ビジネスエコノミクス学科・教授    (32660)	
研究分担者	八木 恭子  (Yagi Kyoko)  (80451847)	東京都立大学・経営学研究科・准教授    (22604)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関