

平成 26 年 5 月 20 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23310098

研究課題名(和文) 金融システム破綻の経済損失とそのリスクに関する統一的数量化モデルの開発

研究課題名(英文) An unified evaluation model for the financial systemic risk under financial crisis

研究代表者

鈴木 輝好 (SUZUKI, Teruyoshi)

北海道大学・経済学研究科(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) 15,200,000円、(間接経費) 4,560,000円

研究成果の概要(和文)：システミックリスクの下での企業負債の評価モデルを開発し、また金融システム破綻時の、政府による資本注入問題を最適化問題として定式化し、これを解く手法を提案した。両研究ともに、本研究費助成金を用いて開催した国際シンポジウム(北海道大学)および諸外国における国際学会において発表した。どちらの研究も、発展可能性の高い基礎的枠組を提供している。前者については、システミックリスクを考慮する上で、より発展的な動的モデルへの拡張可能性を持つ。後者については、経済破綻時における不可逆的な経済損失を考慮に入れることが課題である。

研究成果の概要(英文)：First, we presented the pricing model of the corporate securities with cross-holdings, default costs and bond seniorities. We propose an early clearing payment vector to capture the financial crisis. We showed the existence of them and the method to derive them. Second, we introduced an optimal capital injection problem and proposed an algorithm to solve it. The problem can be represented by a linear programming formulation under Eisenberg and Noe's model. We presented a sequential method to solve both the firm's payoff to debt holders and the government's capital injection to the firms. We can show that the priority rule of capital injection does not depend on the amount of the budget by the government.

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学 社会システム工学・安全システム

キーワード：ファイナンス 金融リスク管理

## 1. 研究開始当初の背景

2007年に始まった金融危機以降、規制当局を含めた実務界では、役員報酬の体系や銀行以外の金融機関に対する資本規制を盛んに議論するようになった。また最も本質的な問題であるシステムリスクにあらためて焦点が当てられるようになった。ここで、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ある。具体的には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。システムリスクに関して金融機関のリスク管理体制および行政府の監督体制は、いまだに不完全であることが世界的な問題となった。さらには、行政府が危機に瀕した金融機関の救済する際に、何ら定量的指針を持っていなかったことも大きな問題となった。

## 2. 研究の目的

金融機関が破綻した後の最大の問題は、政府がその金融機関を救済するかどうかである。救済を判断すれば費用はかかるが経済への影響は小さくなる。しかし、現在のところ、破綻の処理については、定量的な指針があるとはいえ、その判断根拠については「大きすぎて潰せない」という理由を様々に言い換えて説明しているのが現状である。破綻処理には多額の税金が投入されること、一方でその効果が事前に定量化されていないことが原因で、銀行救済の是非に関する議論は感情的になりがちである。経済効果の大きさから考えるとこのような現状は実に危うい。これまで、あまり研究されていなかったが、銀行の破綻が経済へ及ぼす社会的損失を事前に把握できないかということが議論の対象になってきている。確かに行政府は、金融機関に対しては貸出先が同時に倒産する可能性を考慮するよう指導している一方で、金融機関が同時に倒産する可能性については危険を認識するものの、定量化には至っていない。このことが原因で、システムリスクの定量化が実現できていないのである。本研究の目的は金融機関の破綻処理に関して、事前に定量的な指針を与えることである。その効果は、機動的な破綻処理が可能になるばかりではない。もし破綻後の影響を事前に定量化できれば、その影響を小さくするような金融行政が可能である。その際、現在行われている自己資本比率規制と整合的な枠組みを用いるならば、首尾一貫した金融行政が可能になり、結局のところ金融機関の破綻の可能性とその破綻が経済への影響を統一的に制御する仕組みを提供することができる。

本研究の最大の成果は、その問題にアプローチする過程で生まれた。実は、破綻処理自体が数理計画の問題として面白い問題であり、また社会的に重大な問題である。研究の目的をより端的に言うと、

不完全な納得感（大きくて潰せない）の下で遂行される、行政に対して定量的指針を与えることである。

## 3. 研究の方法

### (1) 出張の状況

研究を進める上では、新鮮な相手との議論が欠かせない。出張先では共通のテーマを持つ研究者と議論し、研究遂行のアイデアを多数得た。主な出張先を示しておく。

#### 2011 年度

- 2011/12/11-16, “Quantitative Methods in Finance,”にて講演. Sydney, Australia.
- 2011/14-20, “The Sixth Bachelier Colloquim on Mathematical Finance and Stochastic Calculus”にて講演. Metabief, France.

#### 2012 年度

- 2012/6/17-21, “7th Bachelier Finance Society World Congress 2012”にて講演. Sydney, Australia.

#### 2013 年度

- 2013/6/24-28, International Conference “Advanced Finance and Stochastics”にて講演. Moscow Russia.
- 2013/9/2-7, “Advanced Methods in Mathematical Finance”にて講演. Angers, France.

### (2) シンポジウムの開催

当初の研究計画通り、海外研究者を招聘してシンポジウムを開催した。その際、研究課題に関する情報収集を行い、また、研究成果に関して様々な助言をもらった。シンポジウムは、研究期間中、毎年1回開催した。下記に、日程および招待者のリストさらにはポスターを示す。

ファイナンス理論の新展開と金融リスク管理  
Winter Workshop on Finance, 2012  
2012年2月13日, 14日

招待講演者 (6名): Juri Hinz: National University of Singapore, Yuri Kabanov: Universite de Besancon, Masaaki Kijima: Tokyo Metropolitan University, Alex Novikov: University of Technology Sydney, Katsusige Sawaki: Nanzan University, Jun Sekine: Osaka University, Lioudmila Vostrikova: Angers University



ファイナンス理論の新展開と金融リスク管理  
 Winter Workshop on Finance, 2013  
 2013年2月18日, 19日

招待講演者 (7名): Albert Shiryaev: Moscow State University, Konstantin Borovkov: The University of Melbourne, Juri Hinz: University of Technology Sydney, Yuri Kabanov: U.F.R. des Sciences et Technologie, Alex Novikov: University of Technology Sydney, Martin Larsson: Cornell University, Lioudmila Vostrikova: Angers University



ファイナンス理論の新展開と金融リスク管理  
 Winter Workshop on Finance, 2013  
 2014年2月16日, 17日

招待講演者 (10名): Aygul Abakirova, University of Lille, France; Konstantin Borovkov, The University of Melbourne, Australia; Anastasia Ellanskaya, Universite d'Angers, France; Juri Hinz, University of Technology Sydney, Australia; Yuri Kabanov, University of Franche-Comte, Besancon, France; Nino Kordzakhia, Macquarie University, Sydney, Australia; Martin Larsson, Swiss Finance Institute at EPFL, Lausanne; Alex Novikov, University of Technology Sydney, Australia; Lioudmila Vostrikova, Universite d'Angers, France; Mikhail Zhitlukhin, Steklov Mathematical Institute, Russia



#### 4. 研究成果

##### (1) 主な成果

本研究では、一般化された金融ネットワークの下で、複数の金融機関が破綻状態にある場合を扱った。政府は、事前に決められた予算の下で資本注入を行い、金融ネットワークの価値を最大化させる問題に直面する。我々は、まず、資本配分の問題が線形計画問題として定式化できることを示した。次に、その解を与える逐次救済アルゴリズムを提案できた。我々のアルゴリズムは、最適な配分額を決定するとともに、予算総額に依存しない救済順位を与える。すなわち、ネットワーク全体を救出する問題を一度だけ解いておくと、救済される企業のリストを見な

がら、予算総額を決定できる。すなわち、事後的に予算を決定しても、救済企業のリストは最適政策であることが保証される。これはシンプレックス法にはない特徴である。以下に、数学的な厳密性を捨象してアルゴリズムの概要を示しておく。

### 逐次救済アルゴリズム

1. 資本注入効果の最も高いと思われる企業（金融機関）に対して、その企業が生存するまで、資本注入を行う。
2. 資本注入後、あらたに金融ネットワークを評価する。
3. 過去に、資本注入した企業の株価が正であるならば、その企業から注入資本の一部を取り戻し、予算に加える。
4. 資本注入企業は生存とデフォルトの境界にあるように保つ。
5. ここまでを予算が無くなるまで繰り返す。

### (2) 成果の国内外での位置付けとインパクト

① 本成果の一部は“Optimal Capital Injection Problem under Financial Crisis”として、The 8th Bachelier Colloquium, 2014/1/18, Metabief, France にて発表した。アルゴリズムにある資本の回収、および最適解への経路に対して評価が高かった。ただし、論文として発表されておらず、評価は定まっているとはいえない。② 国内向けの成果発表は行ったものの、広く知られておらず、政府機関へのアピールを必要とする。

### (3) 今後の展望

本研究結果は様々な応用が可能である。たとえば、デフォルトコストの勘案、合併を伴う救済など、実社会への応用性が高い。また、コーポレートファイナンスへの応用も可能で有り、展望を広く持てる研究成果が得られた。

## 5. 主な発表論文等

【雑誌論文】(8件)

- [1] Funahashi, H. and Kijima, M. (2014), “An extension of the chaos expansion approximation for the pricing of exotic basket options,” *Applied Mathematical Finance*, forthcoming, 査読有。
- [2] Kijima, M., Suzuki, Y. and Tamba, Y. (2014), “Risk Evaluation of Mortgage-Loan Portfolios under Low Interest-Rate Environment,” *Journal of Risk*, forthcoming, 査読有。
- [3] Elliott, R.J. and K. Nishide, “Pricing of Discount Bonds with a Markov Switching

Regime,” *Annals of Finance*, forthcoming, 査読有。

- [4] T. Ishii and K. Makino (2014), “Augmenting edge-connectivity between vertex subsets,” *Algorithmica*, 査読有。
- [5] T. Ishii (2013), “Augmenting outerplanar graphs to meet diameter requirements,” *Journal of Graph Theory*, **74**, 392–416, 査読有。
- [6] T. Hasunuma, T. Ishii, H. Ono and Y. Uno (2013), “A linear time algorithm for L(2,1)-labeling for trees,” *Algorithmica*, **66**, 654–681, 査読有。
- [7] T. Ishii, H. Ono and Y. Uno (2014), “(Total) vector domination for graphs with bounded branchwidth,” *11th Latin American Theoretical Informatics Symposium (LATIN 2014)*, 238–249, 査読有。
- [8] Goto, M. and Takashima, R. (2013), “Investment, Capacity Choice and Outsourcing Options under Uncertainty,” *International Journal of Real Options and Strategy*, **1**, 17–27, 査読有。

【図書】(0件)

【産業財産権】(0件)

【その他】(0件)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

鈴木 輝好 (SUZUKI Teruyoshi)  
北海道大学・大学院経済学研究科・教授  
研究者番号：90360891

### (2) 研究分担者

木島 正明 (KIJIMA Masaaki)  
首都大学東京・社会科学部研究科・教授  
研究者番号：00186222

石井 利昌 (ISHII Toshimasa)  
北海道大学・大学院経済学研究科・准教授  
研究者番号：30324487

後藤 允 (GOTO Makoto)  
北海道大学・大学院経済学研究科・准教授  
研究者番号：30434286

西出 勝正 (NISHIDE Katsumasa)  
横浜国立大学・国際社会科学部研究科・准教授  
研究者番号：30434286