

平成 30 年 5 月 21 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2014～2017

課題番号：26285069

研究課題名（和文）資産市場における構造変化の検出と投資理論への応用

研究課題名（英文）Detecting structural changes in the capital markets and its application to the investment theory

研究代表者

江上 雅彦（Egami, Masahiko）

京都大学・経済学研究科・教授

研究者番号：40467395

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,600,000 円

研究成果の概要（和文）：資本市場における資産間の相関係数の高まりなどの構造変化を検出し、効率的ポートフォリオの組成について研究を行った。さらに資本市場の情報から観測不可能な資産価値を推計する方法を用いることで、構造変化を反映する形で、クレジットリスク管理、REIT市場分析、銀行の債権証券化市場分析等の応用研究を行うことができた。これによりデフォルト相関の上昇を早期に検出するモデル、クレジットリスク管理ツール、債権証券化で得た資金の用途を判別するツール等の開発を行った。

研究成果の概要（英文）：We detect a structural change in the capital markets and examine the possibility of constructing a more efficient portfolio. We estimate unobservable market value of company's asset by using the capital market information and analyze credit risk, the Japanese REIT, and banks' securitization. This approach enables our models to reflect structural changes in the capital market. We developed a model to detect an increase in simultaneous default probabilities of several companies, some novel credit risk management tools, and a simple device to tell how banks use sales proceeds from their loan securitization.

研究分野：ファイナンス工学

キーワード：構造変化 相関 効率的ポートフォリオ クレジットリスク REIT マルコフ過程 証券化プログラム

1. 研究開始当初の背景

通常の資産価格理論では、株式や債券などの原証券やオプションなどの派生証券の価格付けは、完全な情報を持った合理的な市場参加者による資産選択の結果として導かれる。この理論の前提には複数の証券価格の相関関係などの市場構造が比較的安定しているという想定がある。しかし現実には証券価格の相関関係が急激に変化する場合があり、特に2008年9月のリーマンショックのように、市場環境が悪化したときに資産価格の相関が急速に高まること多くのマーケットで観察された。

この現象は通常の理論で説明することが難しいため、従来アノマリー(例外現象)として受け止められていたが、近年はリーマンショックにおいて見られた市場参加者の資産投売りを外部性と捉えたり、金融機関の事業形態から資産価格下落時のリスクを計測する試みなどの研究がある。

これに対して市場データを基に、資産価格相関の変化に代表される市場の構造変化を検出し分析する方法を考案し、より直接的にこの問題に取り組むことは、派生証券の価格付け、ヘッジ効率、リスク管理という観点から喫緊かつ重要であると考えられる。

2. 研究の目的

金融資産が取引されている種々のマーケットの特性に合わせたモデルを構築したうえで構造変化の検出を試みる。

(1) 株式市場・・・資産価値の相関係数の変化という構造変化を考慮した効率的株式運用方法の分析を行う。特に構造変化を検出しながらポートフォリオのリバランスを行うことで投資パフォーマンスを向上させることが可能かについて検証を行う。

(2) 資本市場の構造変化を捉えたクレジット市場の分析

クレジット分析において既存のファクターモデルでは2社以上のデフォルト相関を低く見積る傾向があるため、リーマンショック前後の構造変化を考慮できなかった。この点を考慮したモデルの設定および実証研究を行う。

従来のデフォルト確率に加えて、より洗練されたクレジットリスクの計測を行うため、企業価値が「危険レベル」を最後に通過する時点の確率分布、その最終通過時刻からデフォルトまでの猶予期間などを求める。

(3) REIT市場・・・不動産会社などポンサー企業が保有する不動産をREITとして資本市場に上場させる前後において、同企業の株式と不動産業界全体の株価インデックスの相関の変化を考察する。資本市場全体から見れば、REITに含まれる個別不動産は変化していないが、相関関係に不可逆的な変化が発生するかを検証する。

(4) 債権証券化市場・・・証券化前後における銀行の企業価値の変化を観測し、金融危機を想定した大きな変動下における銀行行動の分析を行う。

(5) マルコフ過程の研究

上記(1)～(4)の研究課題においては複雑な動学モデルを取り扱うことを考慮し確率過程の理論研究を並行して行う。

3. 研究の方法

前項2-(1)については、マルコフ連鎖モデルを使い、景気変動によるレジーム(可逆的)の変化と構造変化によるレジーム(非可逆的)の変化を別々に検出することとした。まず実際のデータにフィットさせて、これらのレジームの転換点を推計する。次にこれらの情報を持つ投資家が、いかにして投資効率を改善できるかを研究した。

前項2-(2)(3)(4)については企業の株価情報を用いて観測不可能な(同社の)資産価値を推計する方法を利用し、問題解法を試みることとした。これにより資本市場で発生している構造的な変化をリアルタイムで企業価値に反映することができる。つまりこの方法で推計された企業価値を利用して行われるクレジットリスク管理は、より先見性と正確性を持つと予想される。加えて研究として新規性があると考えられる点について以下記述することとする。

2-(2)については、デフォルト相関に変化を与えるショックを一時的なものとして捉えるのではなく、ショックがある程度の期間にわたって持続するため相関が高まるというモデルを構築した。

2-(2)については、レバレッジ比率を状態変数として確率過程の時間反転を利用し、危険レベルを1年以内に最後に通過しデフォルトに到る確率、その時刻からデフォルトまでの時間の分布を求め、実際のデータで検証することとした。

さらに前項(5)について、確率過程の最大値からの乖離(excursion)が一定の値に達した場合が債務不履行となるモデルを設定する。この場合、企業のレバレッジ比率を明示的に扱うことが可能になる。よってexcursion理論を研究し、モデル分析の裾野を拡げることになると考えられる。

4. 研究成果

(本項の番号は「2. 研究の目的」で付した番号に対応する)

(1) 株式市場の不可逆的な構造変化(資産間の相関の高まり)の時期を投資家が知っていることは、投資効率の改善につながることを論証することができた。次にシミュレーションにより景気変動と構造変化を生起させたうえで、その変動を検出しそれぞれのレジームで最適なポートフォリオを組成しパフォーマンスを上げることができるかを計測した。その際、構造変化の存在を意識しているが、時期についてはデータにより検出しなければならぬ投資家を想定した。しかし構造変化の時期を検出しつつその推計に基づいてポートフォリオをリバランスする場合には、必ずしも高いパフォーマンスを上げることができないことを確認した。原因としては、パラメータが増加し推計の精度に影響を与えることに加え、検出点を起点として(新しいレジームでの最適ポートフォリオ組成のため)資産間の分散共分散行列を推計し直すまでのタイムラグの存在が運用効率にマイナスの影響を及ぼしていることが考えられる。この結果は An irreversible change of correlations in the US equities market and difficulties in using the information (Egami, Shigeta and Wakai) というワーキングペーパーとして公開している。

(2) 同時倒産確率に影響を与えるショックの累積をショットノイズ過程で表現し、企業の資産価値モデルを構築した。具体的には、ショットノイズ過程を通じて、各企業の資産価値に相関を持たせることとした。このモデルを用いると既存モデルに比して、早い時点で同時倒産確率の上昇(相関の高まり)を検出できることが確認できた。これにより金融危機などの時期において、いち早くデフォルト相関の変化を捉え CDO などの集合債権の価値下落を察知できる可能性が開けたと考えられる。さらにこのモデルから示唆される CDS スプレッドと現実のデータの整合性も確認できたので、現実に利用できるモデルであると考えられる。

本研究は An analysis of simultaneous company defaults by the shot noise process (Egami and Kevkhishvili) として、査読付ジャーナル Journal of Banking and Finance に掲載された。

(2) レバレッジ比率を拡散過程で表現し、その時間反転を利用して「2. 研究の目的」で挙げた必要な確率を計算した。その情報を使ってリスク管理に寄与しうる様々な指標を開発した。特に「危険レベル」を最後に通過してデフォルトに到る時間を知るとは債務者・債権者双方にとって交渉・協力のための貴重な情報となる。また任意の時刻

に「危険レベル」を下回っている場合に、そのレベルに回帰することができない確率を計算した。これらは新しいクレジットリスク管理ツールと考えられる。データ分析では、実際に倒産した企業について、倒産に至る過程でこれらの指標がどのように変化したかを検証した。さらに「危険レベル」を適切な最適化問題の解として内生化するのフレームワークを設定することも行った。

この研究は An application of time reversal to credit risk management (Egami and Kevkhishvili) として、ワーキングペーパーを公開している。

(3) スポンサー企業(不動産会社)が保有する不動産を REIT として資本市場で売却する前後において、スポンサー企業の株価と不動産業界全体の株価インデックスの相関が弱まるケースを確認することができた。この結果は「証券化による発行者の資産リスクの変動と資本市場の評価: J-REIT のケース・スタディ」(江上・細野) という論文にまとめ、学習院大学経済経営研究所年報(査読なし)として公表した。

(4) 銀行のレバレッジ比率をモデルに組み込み、貸出債権証券化の前後における銀行価値の変化を計測する方法を確立した。また証券化で得られた資金が債務返済に使用されるか、あるいは配当として株主に還元されるかを判定するツールを考察した。さらに excursion 理論を用いて、証券化で得られた資金を配当金として支払う場合の最適配当政策について分析した。市場環境が異なる場合はこの最適配当政策も変化すること、これに伴い銀行行動の変化を確認することができた。本件は A model for banks' asset securitization program (Egami and Hosono) の大幅改定に繋がった。この論文はワーキングペーパーとして公表している。なおこの論文では(5)のマルコフ過程の excursion 理論を応用したモデルを利用した。

(5) マルコフ過程の excursion 理論を研究した。その応用として銀行の早期是正措置に関する論文 An excursion-theoretic approach to regulator's bank reorganization problem (Egami and Oryu) が Operations Research (査読付)に掲載された。もうひとつの応用例としてアメリカンタイプのオプションのペイオフが株価の最大値に依存する場合の最適停止戦略を A direct solution method for pricing options involving maximum process (Egami and Oryu) という論文として完成し、Finance and Stochastics (査読付)に掲載された。この論文は直接、解を求める手法を提案したものであり、従来の方法に比べて解法可能な問題の範囲を大幅に拡大できたと考えている。

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 7 件)

M.Egami, Y.Shigeta, and K.Wakai, “An irreversible change of correlations in the US equities market and difficulties in using the information”, 京都大学経済学研究科ディスカッションペーパー, 査読無, 2016

<http://www.econ.kyoto-u.ac.jp/dp/papers/e-15-013.pdf>

M.Egami and T.Oryu, “An excursion-theoretic approach to regulator’s bank reorganization problem”, Operations Research, 査読有, 63(3) 2015, 523-539.
DOI:10.1287 /oper.2015.1371.

江上雅彦・細野薫、「証券化による発行者の資産リスクの変動と資本市場の評価：J-REITのケース・スタディ」学習院大学経済経営研究所年報, 査読無, 第 29 巻, 2015, 19-28.

M.Egami and R.Kevkhishvili, “An analysis of simultaneous company defaults by the shot noise process”, Journal of Banking and Finance, 査読有, 80, 2017, 135-161,
DOI:10.1016/j.jbankfin.2017.04.007.

M.Egami and R.Kevkhishvili, “An application of time reversal to credit risk management”, ArXiv.org, 査読無, 2017,
<https://arxiv.org/abs/1701.04565>.

M.Egami and K.Hosono, “A model for banks’ asset securitization program”, SSRN ワーキングペーパー, 査読無, 2017,
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1593524.

M. Egami and T.Oryu, “A direct solution method for pricing options involving maximum process”, Finance and Stochastics, 査読有, 21(4), 2017, 967-993.
DOI:10.1007/s00780-017-0343-5.

[学会発表](計 2 件)

江上雅彦(発表者), 尾立唯生, 「拡散過程とその最大値に関する最適停止問題の変位理論による解法について」, 日本オペレーションズリサーチ学会 2016 春季研究発表会, 2016 年 3 月 17 日~18 日, 慶應義塾大学

矢上キャンパス, 横浜市

M.Egami(発表者) and T.Oryu, “Explicit solution for optimal stopping of maximum process with absorbing boundary”, Bachelier Finance Society, 9th World Congress (国際学会), 2016 年 7 月 15 日~19 日, New York, NY. U.S.A.

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

江上雅彦(EGAMI, Masahiko)
京都大学大学院経済学研究科・教授
研究者番号: 40467395

(2) 研究分担者

若井克俊(WAKAI, Katsutoshi)
京都大学大学院経済学研究科・教授
研究者番号: 80455708

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

()