

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 4 月 24 日現在

機関番号：12612

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2013

課題番号：22510143

研究課題名(和文) 金融市場におけるリスクプレミアムの検証と資産評価・リスク管理技術への応用

研究課題名(英文) Evaluation of risk premium in financial market and its application to asset pricing and risk management

研究代表者

宮崎 浩一 (MIYAZAKI, Koichi)

電気通信大学・情報理工学(系)研究科・教授

研究者番号：10334575

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円、(間接経費) 960,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、まず、投資家のリスク選好を仮定した消費に基づく資産価格評価モデルの枠組みにおいて、株式リスクプレミアムの推定を行う。日本ではマクロ経済の鈍化要因が大きいため株価の下落が続いたことがわかった。また、ベータリスクモデルに基づくポートフォリオ投資を提案しそのパフォーマンスとモデルとの整合性を確認した。次に、関連する主な研究成果として金融市場やマクロ経済データに基づいて、流動性リスク、インフレーションリスクを含む様々なリスクファクターに関する広い意味でのリスクプレミアムの検証を行い、資産評価やリスク管理への様々な応用に関する成果を得た。

研究成果の概要(英文)：In this research, we firstly estimate equity risk premium in the frame of consumption-based capital asset pricing model with the risk preference of investors. In Japan, we find that the consecutive decline of the equity market is due to the low growth of the economy. We also propose portfolio strategy using the beta-risk model and examine the performance of the model. Secondly, as the related major results, we evaluate the risk premium of various kinds of risk factors such as the liquidity risk, the inflation risk and so on from financial market or macro-economic data and utilize them in asset pricing or risk management.

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：金融経済学

1. 研究開始当初の背景

(1) リスクプレミアムの概念自体は単純であり、事後的には、株式リターンから無リスク金利を差し引くような単純な計量により観測することができる。しかし、リスクプレミアムの変動要因を特定しなければ、投資やリスク管理への応用は難しい。

(2) 近年、国外の研究動向として、マクロ・ミクロ経済学による基礎付けに依拠した投資家のリスク選好を仮定した最適な資産価格評価モデルの枠組みに基づくリスクプレミアムの推定をはじめ時系列的な資産価格データに基づくリスクプレミアム推定が盛んになされているが、国内においてこのような方向性での研究の蓄積は十分とはいえない。

2. 研究の目的

(1) 金融市場が高騰・暴落するのは、投資家のリスク選好の変化に伴うリスクプレミアムの変動が資産価格に大きな影響を及ぼすからであり、資産評価およびリスク管理において、リスクプレミアムは重要な研究テーマである。本研究の目的は、時系列的な資産価格データに基づいた検証によりリスクプレミアムの変動要因を明らかにし、投資技術やリスク管理技術の向上に役立てることである。

(2) 投資家のリスク選好を仮定した最適な資産価格評価モデルの枠組みにおいては、実際には観測することができない投資家のリスク選好を表現するパラメータの推定を行う。また、金融危機に伴いリスクプレミアムの変動要因として、流動性リスク・信用リスク・インフレリスクなど様々なリスク要因を考慮した分析を行う。

3. 研究の方法

まず、投資家のリスク選好を仮定した最適な資産価格評価モデルの枠組みで消費のデータと株式データから株式リスクプレミアムを推定し((1)) ベータリスクモデルに基づくポートフォリオ投資を提案したうえで、収益構造とモデルとの整合性を確認する((1))。次に、上記に関連して、金融市場やマクロ経済データに基づいて様々なリスクファクターに関する広い意味でのリスクプレミアムの検証を行い資産評価やリスク管理への応用について研究を行う。((2)~(8))

(1) 消費に基づく資産評価モデルにおけるマクロ経済リスクと株式リスクプレミアムに関しては、マクロ経済リスクを対数消費成長率に関するレジームスイッチングモデルで表現し、消費に基づく資産評価モデルから、株式リターンを対数消費成長率の予測状態ベクトルに依存する株価配当率を用いて記述する。モデルの推定パラメータ、マクロ経済リスクや株式リターンに関して日米の比較を行う。また、上記のモデル化において

個別株式のベータリスクを導出し、銘柄に関する差異を確認する。

(1) マクロ経済リスクとポートフォリオ投資では、(1) のマクロ経済リスクに基づいてモデル化した個別株式の株価配当比を割高・割安の指標として利用し、ベータリスク制約の下で最適なポートフォリオ戦略を試みる。

(2) 景気レジームと株式リスクプレミアムでは、レジームスイッチングモデルを用いて、実体経済と金融市場の景気レジームおよびその不確かさを推定する。推定されたそれぞれの景気レジームとその不確かさが将来の市場リスクプレミアムとそのボラティリティを説明できるのか検証する。また、景気レジームとその不確かさから構築される景気レジームファクターは、クロスセクショナルに将来の個別株式リターンを説明できるのか検証を行い日米間で比較する。

(3) 日経 225 オプションの株式リスクプレミアムに関連するリスク回避度の推定では、相場観情報と過去の株価リターンを用いて市場参加者の予測株価リターンの分布を導出し、オプションのリスク中立分布にリスク回避度を加味した分布との距離を最小にするように日経 225 株式オプションに内在する投資家のリスク回避度(リスクプレミアムの発生源)を推定する。

(3) 日経 225 オプションのダイナミクスでは、株式から構築されるプライシングカーネルのボラティリティ項にデータミニステックボラティリティを採用し、株式リターンや様々な権利行使価格のオプションリターンを適正に割引くことが可能か検証する。モデルが棄却されればジャンプリスクの影響などが大きく存在することになる。

(4) 流動性リスクプレミアムにおけるビッド・アスク・スプレッドの推定では、Hasbrouch モデルを用いて日本の株価ダイナミクスにおいて流動性リスクプレミアムを表す 1 つの指標となるビッド・アスク・スプレッドをモデル化し、株価時系列データから推定する。

(4) レジームスイッチングモデルに基づく流動性リスクの検証では、大型株リターンと小型株リターンを被説明変数とし、マーケットリスク以外に流動性リスクを状態依存可能な説明変数として採用し、流動性リスクに関する回帰係数が状態に依存してどのようになるか確認する。

(4) 流動性リスクの景気予測力では、日本株式市場において、Amihud の非流動性指標と流動性リスクプレミアムであるビッド・アスク・スプレッド(株式の買値と売値の差)の 2 つの流動性指標の類似点・相違点を検討したうえで、2 つの流動性指標は景気変動を表わす指標(GDP、短観)に対して予測力を

持つのか回帰分析を行う。その際に、株式リターン、株式ボラティリティ、長短金利差などでコントロールしたうえでも流動性指標の予測力が残るかについても検討する。

(5) インフレーションリスクに関して国債に内在するインフレリスクプレミアムの検証では、先行研究 Ang, Bekaert and Wei (2008) に依拠して、日本国債市場において実質金利、期待インフレ率、インフレリスクプレミアムの抽出を行う。推定に利用する利回りの年限に応じて上記3つの推定値がどのように影響を受けるのかについて検証する。実質金利に関するモデル値が適切かどうかについて判断するため、物価連動国債の利回りを探りあげ、利回り比較を行う。

(5) CAPM にインフレーションのリスクファクターを加えたモデルの有用性に関しては、代表的な資産評価モデルである CAPM と Fama-French の 3 ファクターモデルに、インフレーションファクターを付加した Inflation-CAPM と Inflation-FF3 を構築し、インフレーションファクターは投資戦略においてリターンを得られるのか検証を行う。次に、マーケットリスクをヘッジする CAPM の投資戦略と比較して、マーケットリスクをヘッジし、インフレーションファクターによってリターンを獲得する Inflation-CAPM を用いた投資戦略は、インフレリスクプレミアムが得られるのか分析を行う。

(5) インフレリスクプレミアムを考慮した株式と株式オプションのポートフォリオでは、インフレーションを平均回帰過程でモデル化し、株価プロセスとして株式リスクプレミアムがインフレーションに関する1次式に従うような幾何ブラウン運動型の株価プロセスを取り上げる。ヘッジ中立測度に基づいて、株価を原資産とするコールオプションの評価を解析的に行う。インフレ率シナリオの下で株式や株式オプションの期待リターン、ボラティリティ、相関行列をシミュレーションから導出し、最適なポートフォリオを構築する。

(6) ボラティリティリスクに関しては EGARCH モデルをベースとして日次リターンとその長期的な平均リターンから短期・長期ボラティリティを推定する。これらをリスクファクターに持つ資産評価モデルを構築し、既存のリスクファクター (SMB、HML、流動性指標) をコントロールしたうえでモデルの説明力を検討する。

(7) ジャンプリスクに関しては、株式のポートフォリオリスク管理においてジャンプ成分の影響がどの程度であるかについて検証する。個別株式のリターンをジャンプ拡散過程でモデル化しそのパラメータ値を計測する。銘柄数を幾通りか設定したポートフォリオに対しても同様の計測を行う。ジャンプ

成分に関連するパラメータがポートフォリオに組み込まれた銘柄数が増えるに従い中心極限定理的な作用から縮小するかについて検証する。

(8) インフレーションが信用リスクへ与える影響に関しては、インフレ率と企業のデフォルトリスクとの関係を月次と年次で 2003 年から 2011 年のデータ期間においてグレンジャー因果性検定により分析する。デフォルトリスクとしては、社債のクレジットスプレッド及び株式から推定されるデフォルト確率を利用する。また、デフォルトリスクのインフレ感応度は企業の負債比率の大きさによりどのように異なるかについても分析する。

4. 研究成果

(1) マクロ経済リスクと株式リスクプレミアムに関して、米国においては、マクロ経済リスクの低下が株式リスクプレミアムの低下の誘因であり、その結果として株価の上昇をもたらされたとする先行研究とは異なり、日本では株式リスクプレミアムの低下要因よりもマクロ経済の成長率の鈍化要因が大きいため株価の下落が続いたことがわかった。また、個別株式の市場リスクプレミアムを表現するベータ値もマクロ経済リスクに基づいてモデル化を行い、実データとの整合性が確認された。

(1) マクロ経済リスクとポートフォリオ投資では、モデルが割安と判断する銘柄をポートフォリオに組み込んだものや、モデルが割高と判断する銘柄をショートするポートフォリオを構築したところ、何れのポートフォリオからも市場ベンチマークを超えるリターンがえられた。また、個別銘柄のマーケットリスクプレミアムが修正される際に収益や損失が生じることが確認された。

(2) 景気レジームと株式リスクプレミアムに関しては、景気レジームが不景気になると株式リスクプレミアムのボラティリティは上昇し、有意に正の相関がある。実体経済から推定された景気レジームファクターは株式特性を表すファクターよりも説明力が劣るのに対して、金融市場から推定された景気レジームファクターは株式特性を表すファクターよりも説明力が向上した。景気レジームファクターを持つモデルに株式特性を表すファクターを付加すると実体経済と金融市場から推定された景気レジームファクターは、株式特性を表すファクターと異なる性質を持つ説明変数であることがわかった。また、米国では実体経済から推定された経済レジームファクターの方が将来の個別株式リターンをクロスセクショナルに説明出来るのに対して、日本では金融市場から推定された経済レジームファクターの方が説明出来ることがわかった。

(3) 日経 225 オプションの株式リスクプレミアムに関連するリスク回避度の推定では、オプション市場に内在するリスク回避度は長期間にわたって一定ではなく月単位でも大きく変動することなどが確認され、また、投資家の相場に対する予想を何らかの形で反映させてリスク回避度を推定する場合には、リスク回避度が平均すると正の値をとることがわかった。株式オプション市場に織り込まれる投資家の満期時点における株価分布が現実の株価ダイナミクスをどの程度捉えることができるかについて検証することができた。

(3) 日経 225 オプションのダイナミクスでは、日経 225 オプションに関しては、プライシングカーネルにおける株価モデルとしてデタミニステックボラティリティモデルを採用した場合でも十分に柔軟な関数形を採用すれば短期のオプションではモデルは概ね棄却されず、米国のオプション市場と比較するとジャンプ過程やそのリスクプレミアムなどの影響は限定的であることがわかった。

(4) 流動性リスクプレミアムにおけるビッド・アスク・スプレッドの推定では、Hasbrouch モデルを用いて、株価ダイナミクスにおいてビッド・アスク・スプレッドをモデル化し、日本株式市場における株価時系列データから推定した。株式特性が強く表れない平均的な銘柄では、推定値は現実のビッド・アスク・スプレッドに概して近い。また、小型株ほど大型株よりビッド・アスク・スプレッドは大きく推定されるが現実のスプレッドほどの違いはないことがわかった。更に、現実のビッド・アスク・スプレッドは、景気拡大期においてもバリュース株の方がグロース株より大きい、推定値ではグロース株の方がバリュース株よりも大きいことがわかった。

(4) レジームスイッチングモデルに基づく流動性リスクの検証では、レジームスイッチングモデルを用いて流動性リスクが株価リターンに与える影響を検証したところ、大型株の流動性ベータが小さいのに対して小型株の流動性ベータは大きく、小型株ポートフォリオのリスク管理においては流動性リスクプレミアムの影響が大きいことが確認された。

(4) 流動性リスクの景気予測力では、リーマンショック期以外において、2つの流動性指標は似通った推移で GDP に対して先行していたのに対して、リーマンショック期では Amihud の非流動性指標よりも、売買代金データを使わない(4) で推定した Bid ask spread の方が大きく増加することを確認した。また、Amihud の非流動性は、TOPIX リターンを説明変数として加えると、GDP と短観の何れを景気変動指標とする場合でも有意にならないのに対して、Bid ask spread では、

短観（大企業）に関してすべてのコントロール指標を加えても有意であることがわかった。

(5) インフレーションリスクに関して、国債に内在するインフレリスクプレミアムの検証では、ゼロ金利政策下では残存期間 1 年の名目金利は殆ど 0 に張り付いているため、このような利回りデータを含むデータセットを用いると、インフレリスクプレミアムの推定に皺寄せが生じ、金利ファクターのパラメータ値が正しく推定されず、残存期間が長い国債の名目金利を実質金利、期待インフレ率、インフレリスクプレミアムへと適切に分解できないことがわかった。

(5) CAPM にインフレーションのリスクファクターを加えたモデルの有用性では、CAPM、Fama-French の 3 ファクターモデルと比較して、インフレーションファクターを付加した Inflation-CAPM と Inflation-FF3 は、モデルの決定係数が向上することからインフレーションファクターは投資戦略においてリターンが得られると示唆された。また、CAPM の投資戦略と比較して、Inflation-CAPM の投資戦略は累積リターン、勝率、シャープレシオの観点から優れており、インフレリスクプレミアムが得られることを確認した。

(5) インフレリスクプレミアムを考慮した株式と株式オプションのポートフォリオでは、分析データ期間において株式リスクプレミアムは多くの業種でインフレ率と負の弾力性があることが確認された。負の弾力性が大きい業種ほどインフレを考慮しない通常の BS モデルよりもコールオプション価格が小さい傾向が確認された。シミュレーションから得られたインフレ率シナリオの下での株式や株式オプションの期待リターン、ボラティリティ、相関行列と最適なポートフォリオのウエイトは整合的な結果となった。

(6) ボラティリティリスクに関連する成果では、短期ボラティリティのポートフォリオリターンに対する説明力は SMB ファクターを説明変数に加えると失われるが、長期ボラティリティの説明力は既存モデルのリスクファクターをコントロールしても失われず、資産評価モデルにおいて長期ボラティリティリスクに関するリスクプレミアムの変動が重要な役割を果たすことがわかった。

(7) ジャンプリスク関連では、個別銘柄のリスクには、ジャンプ成分が多く含まれている。ポートフォリオで保有すると、ジャンプ成分がネットオフされ、リスクは拡散成分のみに近づくことが予想されるが、金融危機時にはジャンプ成分の相関が高く、ポートフォリオの銘柄数を増やしてもジャンプ成分は残りジャンプリスクプレミアムが内在することがわかった。

(8) インフレーションが信用リスクへ与える影響では、実証分析結果から、1 か月という超短期におけるインフレ率の上昇はデフォルトリスクを低下させることが確認された。また、負債比率の高い企業ほどインフレの影響を強く受けることがわかった。インフレ率がデフォルトリスクに先行する一方で、デフォルトリスクがインフレ率に先行する企業の存在も確認された。インフレ率と企業のデフォルトリスクとの関係性は、1 年の期間では月次の関係性とは異なることが示唆された。

上記の研究成果、特に流動性リスクに関するものは、これまで日本においては研究の蓄積が十分とはいえない分野に新たな知見を与えるものであり、一定の価値があると考えている。今後は種々のリスクファクターの関連性を明らかにするような方向性の研究もなされることも想定される。

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 8 件)

竹俣潤, 宮崎浩一, 日本株式ポートフォリオのリスク管理におけるジャンプ成分と拡散成分の影響, 情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用, 査読有, Vol.6 No.2, 2013, pp. 1-15

Ren, Y. and K. Miyazaki, A Simple Mean-variance Model for Equities and Equity Options under Inflation Rate Dynamics, Journal of Japan Industrial Management Association, Refereed Vol.64, No.2E, 2013, pp.272-283

小林寛司, 宮崎浩一, 資産評価モデルにおける短期・長期ボラティリティの影響, 情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用, 査読有, Vol.5 No.1, 2012, pp. 9-20

伊東賢二, 宮崎浩一, 回測純治, 流動性リスクと株価リターン: レジームスイッチングモデルによる検証, 情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用, 査読有, Vol.5 No.2, 2012, pp. 1-15

岩井邦紘, 宮崎浩一, 日本国債市場におけるレジームスイッチングモデルを用いた実質金利・期待インフレ率・インフレリスクプレミアムの推定, 京都大学数理解析研究所講究録, 査読無, 1802, 2012, pp. 235-241

徳永拓也, 宮崎浩一, 日本株式市場における経済レジームファクターの役割, 京都大学数理解析研究所講究録, 査読無, 1818, 2012, pp. 47-67

Yamamoto, T. and K. Miyazaki: Deterministic Volatility Models and Dynamics of Options Returns, JSIAM Letters, Refereed, Vol3, 2011, pp.57-60

山本篤, 宮崎浩一, 日本におけるマクロ経済リスクと株式市場 ベータリスクモデルの提

案と実証分析, 情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用, 査読有, Vol.3 No.3, 2010, pp. 117-131

[学会発表](計 5 件)

Mawaribuchi, J., Miyazaki, K., Stock Characteristics and Transaction Cost in Japanese Stock Market, The IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (December, 12, 2012).

岩井邦紘, 宮崎浩一, 株式市場の流動性指標と景気循環, 平成 24 年度日本経営工学会秋季研究大会, pp.228-229 (2012 年 11 月 18 日).

佐藤賢, 宮崎浩一, インフレーションが社債や株式の信用力に与える影響に関する研究, 情報処理学会研究報告 2012-MPS-91, 1-4 (2012 年 12 月 7 日).

山本篤, 宮崎浩一, 日本におけるマクロ経済リスクとポートフォリオ戦略, 第 18 回社会情報システム学シンポジウム, pp.103-108 (2012 年 1 月 26 日).

Sato, K., Miyazaki K., Mawaribuchi, J., Simple Portfolio Strategies Utilizing Inflation Factor in Japanese Equity Market, ICCS2011(International Conference on Computational Science) Procedia Computer Science (Jun, 3, 2011).

6. 研究組織

(1)研究代表者

宮崎 浩一 (MIYAZAKI Koichi)

電気通信大学・情報理工学研究科・教授
研究者番号: 10334575