

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 28 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24530351

研究課題名(和文) 合理的・非合理的な学習効果を考慮した債券とCDS価格モデルの発展とその実証研究

研究課題名(英文) Theoretical and empirical investigation of rational and irrational learning effects on bond prices and CDS

研究代表者

小野 貞幸 (Ono, Sadayuki)

広島大学・社会(科)学研究科・准教授

研究者番号：80602002

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は債券の価格とCDSの保障料に関する学習効果を考慮した理論式を導き実証を行った。経済の基礎的條件の期待成長率に関して情報の非完全性から正確な観測が不可能になるためその評価(学習)が必要となる。合理的な学習方法としてベイズ統計に従う方法、非合理的な学習として、保守的、短絡的、楽観的、悲観的な学習方法をモデルに応用した。

債務不履行のリスクのある債券収益率のボラティリティに関して観測値が示す平均回帰性が学習効果の時間変動より説明できることを証明した。またリスク回避度の合理的な値でモデルから得られる信用スプレッドが観測値に近い値を示したが、CDSスプレッドは観測値に比べ幾分小さな値となった。

研究成果の概要(英文)：This study conducts theoretical and empirical investigation on bond prices and Credit Default Swap(CDS) spreads, taking into account of learning effects. The expected growth rates of economic fundamentals cannot be accurately observed due to the incomplete information. As a result, the investor needs to learn or evaluate them. Two learning methods are applied to the model. One is the rational Bayesian learning, and the other is irrational such as conservative, representative, optimistic, and pessimistic learnings.

The model shows that mean reversion of the return volatility of defaultable bonds, which is observed by data, can be explained by the time variation of the learning effects. Moreover, credit spreads obtained from the model with a reasonable value of relative risk aversion are close to values observed in the US credit market. However, the model-implied CDS spreads show somewhat smaller values compared to the data.

研究分野：ファイナンス

キーワード：債券価格 CDS 学習効果

1. 研究開始当初の背景

これまでの学術研究における金融資産の価格を説明する理論モデルは、Lucas(1978)に代表される情報の完全性のもと、すべての市場参加者が合理的に自身の効用を最大化することを主要な前提条件として構築されていた。しかしながら、理論上精密で簡潔なモデルではあるが、それにより現実の市場価格の特徴を説明することは困難であることがいくつかの実証研究で証明された。

本研究では、既存のモデルの欠点を補う債券価格モデルを創り出すため、価格に影響を与える経済指標(ファンダメンタルズ)の確率分布のパラメータの一つ、ファンダメンタルズの期待成長率の正確な値を知ることができないという情報の不完全性を導入する。そのパラメータが観測不可能なため、新しいファンダメンタルズの情報が更新されるたびに投資家はその値を評価することが必要となり、その結果、理論上投資家によるパラメータ値の学習(ラーニング)が債券価格形成に効果をあたえることになる。またこのラーニングから生ずる投資家の経済成長率に対する信条の時系列変化を内生的に導くことが可能となる。

2. 研究の目的

これまでの多くの学術研究における金融資産の価格を説明する理論モデルはすべての投資家が市場について正確な情報を持ち、合理的に行動することが前提とされている。しかしながら、リーマン・ブラザーズの破綻や欧州の信用不安から生じたここ数年来の金融市場の急激な変化を予測できなかったという経験は、完全情報・合理的なモデルが市場の動きを完全には説明できないことを示唆している。

本研究では、私たち人間がとりうる合理性というのは限定合理性とならざるを得ないと考え、情報の不完全性を導入し、債券とその金融派生商品クレジット・デフォルト・スワップ(CDS)の保証料率の理論モデルを構築することを目的とする。情報の不完全性のため投資家による情報の学習(ラーニング)が必要となり、本研究では合理的にラーニングすることに加え心理学上の行動様式である悲観的、楽観的、保守的、短絡的なラーニング方法も考慮する。

情報の不完全性を導入し観測不可能な経済ファンダメンタルズの期待成長率の評価方法で異なるいくつかのモデルを考える。それぞれのモデルから、異なる償還期間を持つデフォルト・リスクのない債券の価格、デフォルトの可能性のある債券の価格、そして債務不履行に対する保険として使われるクレジット・デフォルト・スワップ(CDS)保証料の公式を求める。さらに導かれた債券価格・CDS保証料と投資家のファンダメンタルズの期待成長率に関する信条との関係を調べる。

3. 研究の方法

合理的な代表的投資家による学習(ラーニング)モデルを応用し、償還期間の異なる先進国の政府債券に代表されるデフォルト・リスクのない債券の価格モデルを構築する。このモデルを心理学で扱われている人間の行動性を加味した非合理的な代表的投資家によるラーニングモデルに拡張する。これらすべてのモデルを社債のようなデフォルトの可能性のある債券の価格と債務不履行に対する保険であるクレジット・デフォルト・スワップ(CDS)の保証料に応用する。また、米国におけるマクロ経済変数、債券価格とCDS保証料のデータを用いて実証分析を行い、それらの統計的な特徴そして経済指標との関連性を調べ、モデルがその特徴と関連性に対し説明が可能か検査する。

4. 研究成果

(1) ラーニングを応用し、償還期間の異なるデフォルト・リスクのない債券の価格モデルを構築した。そのモデルでは实体经济に対して実質GDP、金融状態に対して通貨供給量を経済ファンダメンタルズとして選択し、債券価格の公式を導いた。加えて観測が不可能な経済ファンダメンタルズの期待成長率に関する投資家の信条が債券価格に影響することを見いだした。実証研究として米国の実質GDPと通貨供給量(M2)の1961年第2四半期から2014年第4四半期までのデータを用いた状態マルコフ転換モデルなどを応用しモデルのキャリブレーションを行った。重要な結果を以下に示す。

第1に信条の動きを記述する確率過程が平均回帰性を示したため、実測値が示すようにモデルから導いた債券リターンがGARCH効果を表すことを証明した。

第2にファンダメンタルズのボラティリティと債券リターンのボラティリティが負の相関関係を示した。この結果はSchwert(1989)の提示した経済指標ボラティリティの実測値に比較して資産価格ボラティリティの実測値が大きいという現象に矛盾がないことを示した。

最後にモデルから推定される経済ファンダメンタルズ(GDPとM2)の期待成長率に関する投資家の信条を使い経済状況に対する不確定性を定量化した。その経済不確定変数と観測される貨幣流通速度の変動率が統計的に有意な負の相関関係を与えることを見出した。このことはFriedman(1983, 1984)が主張した経済の不確定性が大きくなると予備的目的から貨幣の需要が名目所得に比較して増加し、つまり貨幣流通速度が減少することを、モデルから推定される経済の不確定性から説明したことになる。

(2) 社債や先進国以外の国債に適應できるように債務不履行の可能性を考慮し、代表的投資家が経済ファンダメンタルズとして実質

消費量の観測不可能な期待成長率に関して合理的に学習を行うという仮定の下、債券価格とCDS保証料率の公式を導いた。

本研究と最も近い社債価格に学習効果を応用したこれまでの先行研究では債務不履行が起こる時は満期日のみであったが、First Passage Timeの手法を使いより現実に近いように満期日までに資産価値がデフォルト境界を初めて下回った時に債務不履行が生じるとした。デフォルトが生じた場合の債券投資家のキャッシュ・フローは債務不履行時、額面値から債券回復額を引いた額を失い満期日に額面値が返還されるとした。

また、デフォルト・リスクを伴う債券価格とCDS保証料率の公式を得るための割引率は均衡条件を満足するように相対的リスク回避度が一定のべき乗効用関数から導かれた。内生的にデフォルトが生じる構造モデルをCDS保証料に適用した先行研究ではこれまで企業の資産価値の確率過程はリスク中立過程とし割引率は単に無リスク利子率を用いており、本研究が初めて均衡条件を伴う構造モデルからCDS保証料率を得た。しかしながら、より現実に近いFirst-Passage-Timeの手法と均衡・構造モデルを応用することから債務不履行のリスクのある債券価格とCDS保証料率の閉じた解を求めることが不可能となるため、代わりにシミュレーションを実行し理論値を計算した。一つの計算値を求める時間は100万回のシミュレーションを伴う場合でさえ約8分程度で済み実行可能である。

実証研究としてモデルのキャリブレーションを実施した。モデルの主要なパラメータの値は以下のように決めた。まず1959年9月から2016年2月までの米国の月次データを4状態マルコフ転換モデルに応用し実質消費量の確率過程のパラメータを評価した。期待成長率の4つのレジームは年率マイナス7.5%、プラス1.8%、4.6%、10.0%を示し妥当な結果を得た。次にデフォルト発生の条件を決める境界値と債権回収率は先行研究の結果に従った。債券発行企業の資産価値のボラティリティは過去のデフォルト率の観測値に等しくなるように設定された。これら実質消費量の確率過程のパラメータ値と効用関数のパラメータである主観的割引率を1%に固定し相対的リスク回避度の幾つかの値から信用スプレッドとCDS保証料率の条件なし期待値を求めた。例えば、4年満期の格付けがBaaの信用スプレッドはモデルによると年率1.44%を示し観測値1.58%に近い値となった。この結果は相対的リスク回避度が可能な値である6.0で求められた。一方、5年満期の格付けがBaaのCDS保証料率は相対的リスク回避度が6.0ではモデル値が年率0.2%となり過去のデータ0.95%に比較し幾分低い値となり、相対的リスク回避度を40にして近い値0.96%を示した。

(3) 債務不履行リスクのない債券と同様、4つの非合理的な学習を応用した債務不履行リ

スクのある債券の数値解析手法を設定した。経済ファンダメンタルズの成長率の学習方法として非合理的である4つの方法(悲観的、楽観的、保守的、短絡的)を定式化した。悲観的な(楽観的な)学習では鉱工業指数と貨幣供給量の成長率の過去の観測値のうちベイズ推定が示唆するよりも低い(高い)値を強調して現在の期待成長率を推定し、保守的な(短絡的な)学習ではベイズ推定が示唆するよりも古い(新しい)観測値を強調して推定を形成した。これら4つの非合理的な学習方法からは国債価格、社債価格、CDS保証料率の閉じた解を得ることは不可能で、理論値を導くためシミュレーションで計算する方法を確立した。

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 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

- (1) Sadayuki Ono, Term Structure Dynamics in a Monetary Economy with Learning, The 50th Anniversary Meeting of the Eastern Finance Association, 2014年4月, ピッツバーグ(米国)
- (2) Sadayuki Ono, Term Structure Dynamics in a Monetary Economy with Learning, 2014 Midwest Finance Association Conference, 2014年3月, オランダ(米国)
- (3) Sadayuki Ono, Term Structure Dynamics in a Monetary Economy with Learning, 日本ファイナンス学会第20回大会, 2012年5月, 東京

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 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 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

小野 貞幸 (ONO, Sadayuki)
広島大学・大学院社会科学部研究科・准教授
研究者番号：80602002

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：