

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：12613

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K03538

研究課題名(和文)インフレ期待の変動メカニズムの解明

研究課題名(英文)Modeling and estimating the dynamics of expected inflation

研究代表者

高見澤 秀幸 (TAKAMIZAWA, Hideyuki)

一橋大学・大学院商学研究科・准教授

研究者番号：60361854

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本課題の目的は、サーベイデータと市場データを統合的に記述できる均衡型の資産価格モデルを構築し、インフレ期待の変動メカニズムやその変動に起因するリスクプレミアムを解明することである。提案モデルは、効用関数のパラメータを経済や市場を動かす状態変数に依存させて、投資家のリスクオン・オフといった選好の変化を捉えられるようにした。この拡張により、債券と株式の期間構造について、従来のモデルをはるかに上回る記述力を実現した。さらに、消費や配当の変動過程にジャンプを導入することによって、選好やインフレ期待についてより現実的な経済学的解釈を可能にした。

研究成果の概要(英文)：This research project proposes an equilibrium model of bonds and equities that incorporates information on expected inflation and estimates the model to elicit expected inflation and uncover its dynamics. The proposed model extends existing models in that preference parameters of a utility function depend on state variables of the economy and asset markets. It exhibits a high descriptive ability about term structures of bonds and equities. However, it obtains unrealistic economic implications such that when the risk aversion is set at 30 (which is acceptable compared with the previous work), the volatility of consumption growth rate exceeds 8% per year, which is too high. The model is extended by incorporating disaster risks into consumption and dividend processes with a slight modification of parameter values. It then provides reasonable economic implications about risk aversion and consumption volatility without losing the statistical fit.

研究分野：計量ファイナンス、資産価格論

キーワード：インフレ 期待 リスクプレミアム 均衡モデル 資産価格モデル 金利期間構造 配当期間構造

1. 研究開始当初の背景

元来、物価の安定は中央銀行の主要な政策目標の1つであるが、その物価に対する注目度は、2013年3月に黒田東彦氏が日本銀行(日銀)総裁に就任して以降一層高まった。黒田日銀総裁が2%という物価安定目標を掲げ、中長期国債やETF等リスク資産の購入を含む非伝統的な量的・質的金融緩和政策を強力に押し進めていったからである。中央銀行が物価に注目する場合、その対象はGDPデフレーターや消費者物価指数などの足元の指標のみならず、あらゆる経済主体のインフレに対する期待も含まれる。もし、このインフレ期待が高まらない状況下で超金融緩和策の出口戦略を採るならば、過去の失敗を繰り返すことになりかねない。しかし、インフレ期待を把握することはそもそも困難である。なぜなら、直接観測することができない上に、刻々と変化するからである。適切な金融政策の遂行には、インフレ期待を測りその変動メカニズムを明らかにしておくという難題がつきまとう。

2. 研究の目的

本研究の目的は、サーベイデータと市場データを統合的に記述する理論モデルを構築し、これらのデータに内在するインフレ期待の変動メカニズムを解明すること、及びその変動に対して投資家が要求するリスクプレミアムを推定すること、である。数理・計量ファイナンスの知見に基づいたモデルを用いて、インフレ期待の推移をシミュレートしておくことは、今後の金融政策、特に超金融緩和状態からの出口戦略を考える上で重要である。さらに、インフレ期待に関するリスクプレミアムを把握しておくことは、中央銀行にとって市場との対話を通じた金融政策の遂行に役立つだけでなく、すべての経済主体にとってリスク管理や資産配分の問題を考える上で有用である。

3. 研究の方法

直接観測できないインフレ期待を測ることは、そもそもの難題である。その上、そのダイナミクスやリスクプレミアムを推定することは一層難しい。しかもその推定結果は、中央銀行の金融政策や消費者の資産形成に有用な経済学的含意を提供するものでなければならない。これらの厳しい要件を満たすための研究方法として、次の2段階を考える。

(i) インフレ期待を明示的に取り入れた理論(均衡)モデルの構築

(ii) サーベイデータと市場(資産価格)データを用いたモデルの推定

(i)には、インフレ期待を含めたマクロ変数を状態変数として、均衡条件の下で資産価格を導くモデルを想定する。均衡モデルを用いることで、測定や推定の問題を同時に解決

でき、あわせて経済学的含意を獲得できる。さらに均衡モデルを用いる利点には、インフレ期待の情報源を一気に広げられる点もある。従来の研究では、アンケートやサーベイの他に、インフレ連動債など流動性の低い資産に限定されていたが、本研究では一般の資産(特にインフレに感応的で流動性の高い資産)にまで拡張することができる。

(ii)のアンケートやサーベイのデータとしては、「生活意識に関するアンケート(日銀)」「消費動向調査(内閣府)」「ESPフォーキャスト調査(日本経済研究センター)」を用いる。市場データとしては、インフレ連動債やインフレスワップの他に、通常の国債や社債、インフレ感応的な株式も考慮に入れる。このように、サーベイデータと市場データを統合的に用いることによって、インフレ期待とそのリスクプレミアムをより高い精度で推定することを意図している。

4. 研究成果

「3. 研究の方法」で述べた(i)の理論(均衡)モデルの構築で大きな進展があった一方、現段階ではモデルのカリブレーションに留まり、(ii)の実データを用いた推定までには至っていない。そこで本欄では、理論モデルの成果を中心に述べ、(ii)は今後の課題とする。

(1) 理論モデルの導出

均衡モデルのベースとして、ルーカス型の交換経済を想定した。その理由は、経済構造を複雑にしないことによって、資産価格を説明する自由度を確保するためである。その上で、代表的な消費者はEpstein and Zin (1991)の提案した再帰的効用を持ち、消費やインフレの変動過程は自己相関の高いドリフトを持つことを想定した。ここまでの枠組みは、Bansal and Yaron (2004)の提案したLong-run risk (LRR) modelを踏襲しているが、これにはいくつかの問題点が指摘されている。第一に、実質債券のイールド・カーブをうまく説明できないことである。LRRモデルは、右下がりのカーブを生成できても、水平なカーブや右上がりのカーブは生成できない。インフレ期待やインフレ・リスクプレミアムは、名目金利と実質金利の差に反映されているため、実質金利に対する記述力の低いモデルでは、期待のダイナミクスや期待のプレミアムを高い精度で推定することは難しい。第二に、配当のリスクプレミアムに関する期間構造をうまく説明できないことである。Bansal et al. (2012)やBansal and Kojen (2017)らは、近い将来に払われる配当のリスクプレミアムは高く、遠い将来に払われる配当のそれは低いことを、インデックス・オプションや配当先物のデータを用いて明らかにした。しかし、LRRモデルは、近い将来のプレミアムは低く遠い将来のプレミアムは高いという逆の関係しか生成で

きない。インフレやその期待に感応的なリスク資産に内在する情報を、配当プレミアムに対する記述力の低いモデルを通じて抽出することは難しい。

そこで当研究は、LRR モデルの問題点を克服するために、再帰的効用関数を拡張した。その拡張とは、リスク回避度のパラメータと時間選好のパラメータを状態変数に依存させることである。このような選好パラメータの状態依存は、Gordon and St-Amour (2000, 2004)、Melino and Yang (2003)、Dew-Becker (2014)らが既に行っている。しかし、先行研究にはない当研究の特色は、状態変数にマクロ変数や市場変数を用いることによって、消費者が経済や市場を観察して選好を変える様子(いわゆる、リスクオン・リスクオフの変化)を記述したところにある。その状態変数の1つに期待インフレを入れ、市場データから推定できるようにした。

リスク回避度を状態依存させることによって、消費者は近い将来に受け取れるはずの配当が失われることにより大きなリスクを感じることをモデル化でき、近い将来の配当プレミアムが高くなることを説明できるようになった。さらに、リスク回避度の状態依存は、名目債券のイールド・カーブの説明にも寄与する。従来の均衡モデルは、消費成長率とインフレ変化率の相関係数を用いて、名目イールド・カーブの形状をコントロールしていた。このため、マクロデータから推定した相関係数を用いると、モデルが生成する名目イールド・カーブは実際に観測されるそれと合わないという問題が生じていた。しかし当研究のモデルには、相関係数の他に、リスク回避度を通じて名目イールド・カーブの形状をコントロールする経路がある。例えば、期待インフレと正の関係があるようにリスク回避度を定式化する。期待インフレが上昇すると、そもそも名目金利(特に長期債の金利)は押し上げられるが、同時にリスク回避度も上昇するため、金利上昇は一層顕著になる。これによって、従来の均衡モデルでは難しい、高い名目長短スプレッドの説明が可能になる。このように、リスク回避度の状態依存は、株式のみならず債券に対する説明力も向上させる。

リスク回避度の状態依存に比べ、時間選好の状態依存を考慮した先行研究はほとんど存在しない。しかし、時間選好も状態変数に依存して変化する仕組みを取り入れることによって、実質イールド・カーブの形状を自由にコントロールできるという大きな利点が生じる。例えば、消費者の限界効用が上がった状態(端的に言えば飢えた状態)において、時間割引率も上がるとすれば、実質債券のペイオフ(特に長期債のペイオフ)の現在割引価値は飢えた状態において下がることになる。従って、消費者は実質債券に高いプレミアムを要求することになるので、実質イールド・カーブは右上がりになる。

再帰的効用関数にこのような拡張を行った上で、均衡における債券や株式の価格を解析的に解いたことも当研究の貢献である。解析解を得るにあたっては近似を用いたが、その精度は良好であることも確かめた。解析解を得ることによって、大規模な資産価格データをを用いたモデル推定が可能になった。

(2)モデル・パラメータのカリブレーション

実データを用いて推定する前に、パラメータを人工的に与えて提案モデルの記述力を検証した。そのパラメータの値は、提案モデルを Lettau and Wachter (LW) (2011)の構築したモデルに当てはめることによって得た。LW モデルは、効用関数や消費の変動過程を明示しない誘導型モデルである。均衡条件も課さないため、その分自由度が高い。従って、資産価格に対する記述力は、どの均衡モデルよりも高い。このようなモデルに提案モデルを当てはめた理由は二つある。第一に、提案モデルの統計的記述力を高めるためである。第二に、LW モデルの経済学的解釈を深めるためである。

(3)統計的記述力

カリブレーションの後、債券と株式に関する期間構造を生成し、モデルの記述力を確かめた。図1は、提案モデルと LW モデルによって生成された、平均実質イールド・カーブである。横軸が満期(単位は四半期)、縦軸が金利(年率)である。両モデルともカーブは右上がりである。前述の通り、既存の均衡モデルは右上がりのカーブをうまく説明できないので、当均衡モデルはその難点を克服している。

図2は、平均名目イールド・カーブを描いたものである。両モデルともカーブは右上がりであり、実態をよくあらわしている。

図3は、配当のリスクプレミアム・カーブである。両モデルとも急激に右下がりになるカーブを描いている。前述の通り、既存の均衡モデルでは右下がりのカーブをうまく説明できないので、当均衡モデルはその難点を克服している。このように当均衡モデルは、既存の均衡モデルにはない高い記述力を有している。

(4)経済学的解釈

表1は、カリブレートされたパラメータの一部を示したものである。LW モデルに合うような当均衡モデルのパラメータの組み合わせは、無数に存在する。ただし、どの組み合わせを用いても、(3)で述べた図の結果、即ちモデルの記述力、は変わらない。表の各行は、平均リスク回避度に応じた組み合わせを示している。例えば、(a)の行を見ると、リスク回避度の平均が30であるとき、その標準偏差は25で、消費成長率の標準偏差は8.84%(年率)である。米国の長期消費データから推定される標準偏差は高々4%程度なので、8%

を超える値は現実的ではない。かといって、消費成長率の標準偏差を 4%未満に抑えようとすれば、リスク回避度の平均を 150 に引き上げざるを得ず、これも現実的ではない。加えて、リスク回避度の標準偏差はどの平均についても大きく、リスク回避度が負になる確率は 12%程度にも達する。このように、当均衡モデルを LW モデルに当てはめると、経済学的には正当化しにくい結果を得てしまったのである。

(5)モデルの改良

このような結果をもたらした原因としてまず考えられるのは、元々の LW モデルのパラメータの値に問題があることである。LW モデルは自由度の高い誘導型モデルであるため、パラメータの値も自由に与えられる。一方、効用関数や消費の変動過程を明示した上で均衡条件を課した提案モデルでは、各パラメータがとれる値の範囲は大幅に制限される。そのため、LW モデルでは問題ないとされたパラメータの値の組み合わせでも、当均衡モデルに適用したとたんに問題が浮き彫りになったのである。

この問題を解決するために、LW モデルの一部のパラメータの値を変えた上で、当均衡モデルのパラメータをカリブレートした。その変更とは、リスクプレミアム全体に影響を及ぼすファクターの平均と分散を下げ、配当成長率の分散を上げるものである。これにより、ファクターと配当成長率がバランスよく、近い将来の配当プレミアムが高いという現象を説明できるようになった。

新たなカリブレーションの結果は、表 2 の「JUMP なし」の行に示されている。リスク回避度の平均が 30 であるとき、その標準偏差は 8.6 であり、リスク回避度が負になる確率は無視できる程度に減った。一方、消費成長率の標準偏差は 5%程度であり、表 1 の(a)の結果よりも改善しているとは言え、歴史的に見て妥当な水準である 4%を依然として上回っている。

そこで、消費成長率の標準偏差をさらに下げる手段として、消費と配当の変動過程にジャンプを導入した。このジャンプは、発生頻度は高くないものの、ひとたび起これば消費と配当を大幅に減少させるので、消費者をよりリスク回避的にする。つまり、リスク回避度のパラメータの値は同じでも、ジャンプがある場合はない場合に比べて、消費者がリスクを嫌う度合いが強くなるのである。従って、消費成長率の標準偏差がそれ程高なくても、消費者は十分に大きなリスクを感じるようになる。

ジャンプを入れて当均衡モデルをカリブレートした結果は、表 2 の「JUMP あり」の行に示されている。リスク回避度の平均を 15 に抑えた上で、消費成長率の標準偏差は 4%にまで下がっている。効用関数のみならず消費や配当の変動過程にも工夫を凝らすこと

によって、経済学的観点からも現実的なモデルに近づいたことがわかる。

(6)当研究成果の公表

この成果は、「An Equilibrium Model of Term Structures of Bonds and Equities」という題目でワーキングペーパーにまとめた。研究期間中、同題目の研究発表を 5 回行った（後述の〔学会発表〕の ~ ）。

(7)今後の課題

当均衡モデルは、統計的記述力が元々高く、課題であった経済学的解釈についても申し分のないところまで改善された。このモデルを、インフレに関するサーベイデータとインフレ期待を反映した資産価格データに当てはめることによって、インフレ期待を抽出しそのダイナミクスやプレミアムを推定することが可能となる。この実証研究は、今後の課題とする。

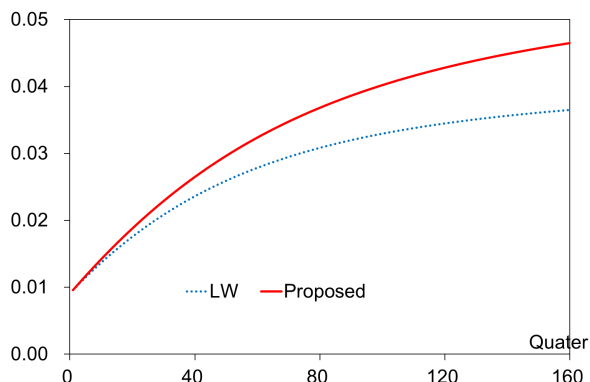


図 1：実質イールド・カーブ

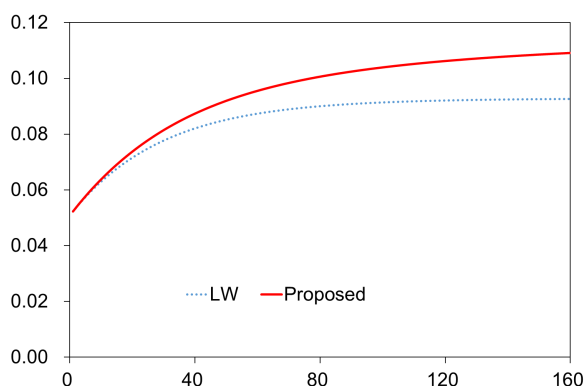


図 2：名目イールド・カーブ

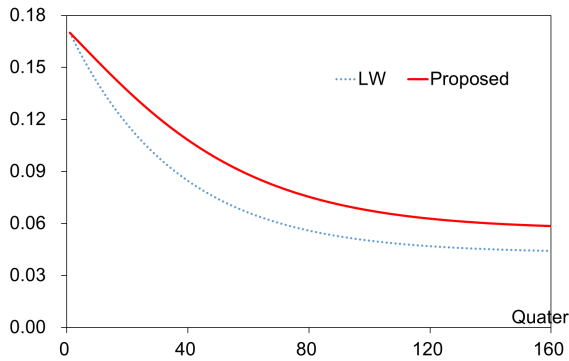


図3：配当プレミアム・カーブ

表1：カリブレーション

| | リスク回避度 | | 消費成長率の |
|-----|--------|------|--------|
| | 平均 | 標準偏差 | 標準偏差 |
| (a) | 30 | 25 | 8.8% |
| (b) | 60 | 51 | 5.9% |
| (c) | 90 | 77 | 4.8% |
| (d) | 120 | 102 | 4.2% |
| (e) | 150 | 128 | 3.9% |

表2：パラメータを一部変えたときのカリブレーション

| | リスク回避度 | | 消費成長率の |
|--------|--------|------|--------|
| | 平均 | 標準偏差 | 標準偏差 |
| JUMPなし | 30 | 8.6 | 5.1% |
| JUMPあり | 15 | 4.8 | 4.0% |

<引用文献>

Bansal, R., and A. Yaron, 2004, Risks for the Long Run: A Potential Resolution of Asset Pricing Puzzles, *Journal of Finance*, 59, 1481-1509.
 Binsbergen, van, J. H., M. Brandt, and R. S. J. Koijen, 2012, On the Timing and Pricing of Dividends, *American Economic Review*, 102, 1596-1618.
 Binsbergen, van, J. H. V., and R. S. J. Koijen, 2017, The Term Structure of Returns: Facts and Theory, *Journal of Financial Economics*, 124, 1-21.
 Dew-Becker, I., 2014, Bond Pricing with a Time-Varying Price of Risk in an Estimated Medium-Scale Bayesian DSGE Model, *Journal of Money, Credit and Banking*, 46, 837-888.
 Epstein, L. G., and S. E. Zin, 1991, Substitution, Risk Aversion, and the Temporal Behavior of Consumption and Asset Returns: An Empirical Analysis, *Journal of Political Economy*, 99, 263-286.
 Gordon, S., and P. St-Amour, 2000, A Preference Regime Model of Bull and

Bear Markets, *American Economic Review*, 90, 1019-1033.

Gordon, S., and P. St-Amour, 2004, Asset Returns and State-Dependent Risk Preferences, *Journal of Business and Economic Statistics*, 22, 241-252.
 Lettau, M., and J. A. Wachter, 2011, The Term Structures of Equity and Interest Rates, *Journal of Financial Economics*, 101, 90-113.

Melino, A., and A. X. Yang, 2003, State-Dependent Preferences Can Explain the Equity Premium Puzzle, *Review of Economic Dynamics*, 6, 806-830.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計3件)

Takamizawa, Hideyuki, "A Term Structure Model of Interest Rates with Quadratic Volatility," forthcoming in *Quantitative Finance*, 2018. (査読有り)

Doi:10.1080/14697688.2017.1417623

Takamizawa, Hideyuki, "Predicting Interest Rate Volatility Using Information on the Yield Curve," *International Review of Finance*, 15(3), 347-386, 2015. (査読有り)

Doi:10.1111/irfi.12053

Takamizawa, Hideyuki, "Impact of No-arbitrage on Interest Rate Dynamics," Hitotsubashi University Center for Financial Research Working Paper Series G-1-5, pp.1-75, 2015. (査読無し)

http://hdl.handle.net/10086/25894

[学会発表](計10件)

高見澤秀幸, "An Equilibrium Model of Term Structures of Bonds and Equities," 釧路公立大学・研究集会「ファイナンス・経済統計の諸問題」, 2018/2/20.

高見澤秀幸, "An Equilibrium Model of Term Structures of Bonds and Equities," 日本ファイナンス学会第25回大会, 千葉工業大学, 2017/6/3.

高見澤秀幸, "An Equilibrium Model of Term Structures of Bonds and Equities," 横浜国立大学・近経研究会, 2017/5/19.

高見澤秀幸, “ An Equilibrium Model of Term Structures of Bonds and Equities,” 一橋大学・金融研究会, 2016/10/6 (英語) .

Takamizawa, _____ Hideyuki, “ An Equilibrium Model of Term Structures of Bonds and Equities,” Kellogg Quantitative Finance Seminar, Northwestern Univ., 2016/5/16(英語).

高見澤秀幸, “ An Alternative Chanel of Long-Run Risks and Time-Varying Risk Premiums,” 大阪大学・金融・保険セミナー, 2016/2/4.

高見澤秀幸, “ An Alternative Chanel of Long-Run Risks and Time-Varying Risk Premiums,” 一橋大学・ICS ファカルティセミナー, 2016/2/1.

高見澤秀幸, “ An Alternative Chanel of Long-Run Risks and Time-Varying Risk Premiums,” 一橋大学・金融研究会, 2016/1/21.

Takamizawa, _____ Hideyuki, “ An Alternative Chanel of Long-Run Risks and Time-Varying Risk Premiums,” Kellogg Quantitative Finance Seminar, Northwestern Univ., 2015/12/4(英語).

高見澤秀幸, “ Impact of No-arbitrage on Interest Rate Dynamics,” 科研費コンファレンス「グローバル金融危機後の新しい金利・為替評価手法の構築」, 一橋大学, 2015/6/5.

6 . 研究組織

(1)研究代表者

高見澤 秀幸 (TAKAMIZAWA, Hideyuki)
一橋大学・大学院商学研究科・准教授
研究者番号 : 60361854