

〔博士論文要旨〕

日本の国債市場と金利の期間構造

釜 江 廣 志

1 本論文の目的と意義

近年のわが国金融自由化の進展につれ、債券市場、とりわけ国債流通市場は大きな変化を見せている。市場の厚みが増し、価格メカニズムがかなり働くようになってきている長期国債流通市場の構造と機能を、データにもとづいて実証的に解明することが本論文の主目的である。具体的には、1985年秋の国債先物市場発足後の期間の現物国債市場において、利子率の期間構造に関する諸仮説のうち最も基本的である純粹期待仮説が成立しているか、成立していないならプレミアムの存在が示唆されるが、これは統計的に確認できるか、などを分析する。

利子率の期間構造については、いくつかの理論仮説がある。本論文では、プレミアムがゼロであるとする純粹期待仮説と、それを拡張してプレミアムの存在を考慮に入れる一般的な仮説（これを本論文では「プレミアム仮説」と呼ぶ）を分析の主たる対象とする。

一方、国債の先物市場は1985年に取引が開始された後、急速にその規模を拡大し、活発な取引が行なわれていて、現物市場に与える影響も大きく、現物市場に構造変化をもたらしたとみられる。先物市場は現物の将来価格の期待を形成する場であり、この市場におけるプライシングのメカニズムを分析することによって、現物債価格の期待形成を調べる手がかりを得ることができる。同時に、国債先物への投資にリスク・プレミアムが存在するか否か、換言すれば、先物価格が将来の現物価格の期待値といかなる関係を持っているか、さらには債券利回りの期待はどう形成されているかなども分析する。

2 本論文の構成

本論文の構成は次のとおりである。

序章 本論文の目的と構成

第1章 近年のわが国国債流通市場と利子率の期間構造

§1 国債流通市場の現状

§2 国債先物市場の現状

§3 利子率の期間構造

第2章 純粋期待仮説とプレミアム仮説の定式化

§1 はじめに

§2 フォワード・レート, 所有期間利回りとデュアレーション

§3 純粋期待仮説の定式化

§4 プレミアムが存在する場合の定式化

第3章 先物市場における価格決定

§1 はじめに

§2 先物の価格形成のテスト法

§3 データ

§4 計測とその結果

第4章 国債利回りの期待形成の不偏性

§1 はじめに

§2 債券現物の価格と所有期間利回りの期待値の推計

§3 期待形成の不偏性のテスト法

§4 結論と残された問題

第5章 純粋期待仮説のテスト(その1): 単一方程式による検定

§1 はじめに

§2 従来の実証研究のサーベイ

§3 純粋期待仮説の定式化と計測法

§4 データ

§5 純粋期待仮説のテスト結果

§6 結論

第5章の付論 測定誤差の影響

第6章 純粋期待仮説のテスト (その2) : VARモデルによる検定

§1 はじめに

§2 純粋期待仮説の利付債タームでの定式化

§3 データ

§4 純粋期待仮説のテスト結果

§5 おわりに

第7章 プレミアム存在の検証

§1 はじめに

§2 プレミアム仮説の定式化

§3 データ

§4 計測とその結果

§5 結論

終章 本論文のまとめ

§1 本論文のまとめ

§2 残された問題

付論および附表 最終利回りの推計法

参考文献

3 期待仮説の定式化

近年のわが国金融自由化の進展が国債市場に与えた影響をたどり、国債市場と先物市場の特徴を指摘するとともに、利子率の期間構造をグラフによって概観する本論文第1章に続いて、第2章では、純粋期待仮説とそれを一般化したプレミアム仮説の定式化を取り上げ、後章でのテストの準備として、両仮説の定式化に関する議論の整理をする。特に純粋期待仮説については、その3つの形態、即ち

(i) 長期利子率が現在と将来の短期利子率の期待値の平均に等しいとの関係、

(ii) フォワード・レートが将来のスポット・レートの期待値に等しいとの関係、

(iii) 長期債の期待所有期間利回りが現在のスポット・レートに等しいとの関係、

が互いに整合的であることを説明する。従って、いずれかの形態によって仮説検定を行えば、他の形態についても同様の結論を導き得ることになる。この章ではまた、

これら3形態に対応するプレミアム仮説の定式化を説明する。

4 所有期間利回りの期待形成

第3章では国債の先物市場における価格決定をテストする。先物市場は現物の将来価格の期待を形成する場であり、この市場における先物のプライシング・メカニズムを分析することにより、現物価格の期待形成がいかになされているかを調べ得る。具体的には、先物価格データから現物価格の期待値を計算できる。

さて、先物市場の参加者のうち、将来、現物の売却を予定している保有者は、先物市場で先物を買って(売ヘッジ)、現物の値下がりリスクを避けようとする。他方、将来において現物を購入しようとする需要者は、現物の値上りリスクを避けるため、買ヘッジを行なう。売ヘッジが買ヘッジよりも多い場合、投機家は買いに回るが、その際、現在の先物価格が将来の期待現物価格よりも低く、リスクを負担して投資をするに足りだけのプレミアムが存在しないと、投機家は先物取引を行なわない。このように、現在の先物価格が将来の現物価格の期待値を下回り、プレミアムが存在する現象が、「正常の逆翰」である。逆に、買ヘッジが売ヘッジよりも多い場合、投機家は先物を買うが、その際、現在の先物価格が将来の期待現物価格より高くなければならぬ。このような現象が「順翰」である。

第3章では、裁定価格理論の枠組みを用いることによって、1985～90年のわが国の長期国債などの先物市場における価格形成を分析して、先物投資からプレミアムが得られるか、即ち、「正常の逆翰」や「順翰」が存在するかを因子分析などにより計量的にテストする。テスト結果から、プレミアムがゼロであり、「正常の逆翰」と「順翰」は存在しない可能性があることが示される。なお、この期間のテストの有意性は高くないが、期間を短くすると有意性は高く、結果は頑健になる。これらの結果は、現在の先物価格が将来の期待現物価格に等しいことを意味する。

次に、純粋期待仮説の分析を行なう場合には、利率などの期待値を用いなければならないが、期待値のデータは一般に観察不可能であるので、期待形成についての仮説を設けた上で、これら両仮説を組み合わせて得られる結合仮説を検定することが多い。しかし、結合仮説が否定される場合、それを構成する2仮説のどちらか一方のみが適切ではないのか、あるいは両方が不適切であるのかの判断は下し難く、やはり個別の仮説それ自体をテストする必要がある。そこで第4章では、わが国長

期国債の所有期間利回りデータを用いて、その期待形成が不偏性条件を満足してなされているか否かの直接的な検定を試みる。

ところで、期待形成に関する直接的なテストを行なうには、一般には観察不可能である期待値のデータを何らかの工夫により得なければならない。第4章では、前章での結果、即ち、現在の先物価格が先物の将来の割引期待価格に等しい可能性があることを利用して、先物市場のデータから期待現物価格を得、期待形成仮説のテストを行なう。なお国債先物の場合、実際に存在する現物の多数の銘柄が受渡し決済に用いられ得るので、現物の期待価格を求めるためには、銘柄を特定した上で、それと先物取引の対象である標準物とを関係づける変換係数を考慮する。最割安銘柄の所有期間利回りの期待値データを用いて得られている結果は、この銘柄の所有期間利回りに関する期待形成が不偏性条件を満足する可能性があることを示している。ただし、分析に用い得るサンプル数は十分ではなく、計測結果の有意性も大きくないので、結果の解釈には問題が残る。

5 純粋期待仮説の検定

続いて第5章と6章では、国債（現物）の流通市場において形成される利子率の期間構造に関する純粋期待仮説のテストを行なう。

第5章では第4章の結果を敷衍し、特定の銘柄だけでなく全ての銘柄について期待形成の不偏性条件が成立することを仮定した上で、単一方程式を計測し、得られる係数推定値が、現物国債の所有期間利回りタームでの純粋期待仮説を満たす値と等しくなるかをテストする。期間構造理論は残存期間の利回りへの影響を分析するものであり、残存期間以外の要因が一定であるサンプルを用いることが望ましい。そこで計測には、クーポンがゼロである割引債の利回りデータを用いる。なおわが国では、残存期間の長い割引債のサンプルの利用可能性は限られているので、利付債のデータを用いて、巻末付論で説明している推計法によって求める。

残存期間が3年から9年までのデータを用いると、計測結果は次のとおりである。1期が1, 2, 3, 6か月であると想定する時、説明変数の係数推定値は全ての残存期間について、また定数項の推定値はかなりの残存期間について、純粋期待仮説の意味する値と有意に異なる。両推定値を一括してテストすると、全ての場合において純粋期待仮説の意味する関係は否定される。このように、全銘柄の1期の所有期間

利回りの期待値が不偏性条件を満たすと仮定すると、純粹期待仮説は棄却される。さらに第5章付論では、操作変数法を用いて、長期利率の測定誤差がバイアスをもたらしている可能性は少ないことを検証している。

第6章では、純粹期待仮説の第2のテストとして、時系列分析による仮説検定を行なう。純粹期待仮説から得られる関係をベクトル値自己回帰(VAR)モデルの枠組みで計測して検定し、この仮説が成立するか否かを調べる。この章では、第5章で使用した割引債ではなく、利付債のデータを用いて純粹期待仮説のテストを行なうが、わが国の利付債の、クーポンと残存期間がともに一定であるようなサンプルを分析対象期間全体に渡って採集することは困難である。そこで第6章でも、実際には存在しない、クーポンが特定の値であるような利付債の利回りの時系列データを推計によって得て、計測に用いている。

検定結果によれば、1期が2, 3, 6か月であるとする場合、ほとんど全てのケースにおいて純粹期待仮説は通常の有意水準で棄却される。このようにほとんどのケースについては純粹期待仮説が通常の有意水準で成立せず、前章とほぼ同様の結果が得られる。なお本章では、期待形成仮説として合理的期待仮説を前提に用いており、これと純粹期待仮説との結合仮説がテストされる。従ってこの結合仮説が棄却されることは、それを構成する両仮説のうちの少なくともどちらか一方が棄却されることを意味する。

6 プレミアム存在の検証

第5, 6章の結果はプレミアムの存在を示唆するので、第7章ではプレミアム(長期債の期待所有期間利回りとスポット・レートとの差)の存在を明示的に検証し、その動態を究明する。つまり、プレミアムの説明変数を用いる分析を行なって、オーバー・タイムに一定、または時間とともに変化するプレミアムが統計的に検出できるか否かを検討する。

現物国債の全ての銘柄の、1期間の所有期間利回りに関する期待形成が不偏性の条件を満たすと仮定した上で、残存3~9年の各年の長期国債の所有期間利回りの期待値を用いてプレミアム仮説を定式化し、所有期間利回りの予測誤差の条件付分散をプレミアムの説明変数に用いて計測を行なう。計測結果によれば、1期を1か月、2か月とする場合のいずれか一方において、オーバー・タイムに一定のプレミ

アムが有意であるケースが存在するのは残存3~8年の各年であり、時間とともに変化するプレミアムが有意であるケースが存在するのは残存3, 4, 5, 7年である。このように、計測の対象とする残存年の大部分にオーバー・タイムに一定のプレミアムが検出されるケースが存在し、また過半数の残存年に時間とともに変化するプレミアムの存在が認められるケースがある。ある残存年についてプレミアムの存在が認められるケースが1つでもあれば、プレミアムが存在すると解釈し得るので、かなりの残存年において統計的に有意なプレミアムが存在するといえよう。

7 結語

最後に終章では、以上のような分析の含意と残された問題についてふれる。結果の含意は次のとおりである。第1に、プレミアムが存在して純粹期待仮説が成立しないのは、債券市場の効率性が達成されておらず、裁定が十分に働かないためであるとしばしば解釈されるが、Famaの効率市場仮説のweak-formのテストは収益の予測可能性のテストであり、第7章の結果が示すように、収益を予測できれば市場は非効率的であると解釈されない。第2に、分析期間のうち1986~89年においては、長期金利が歴史的な低水準にあった。このことを本論文の分析の結果、つまりプレミアムが存在したことに即して説明するとすれば、長期債市場が厚みを増したため、金利変動リスク・プレミアムなどが低下したとみなし得る。長短金利差がプレミアムの大きさを近似的に表わしているとすれば、これは最近時において実際に縮小しており、上記の説明を裏付けることになる。

〔博士論文審査要旨〕

日本の国債市場と金利の期間構造

論文審査担当者 花 輪 俊 哉
柴 川 林 也
清 水 啓 典

I

本論文は、昭和50年代の日本経済の低成長期への移行に伴う国債の大量発行によって拡大した、日本の国債流通市場の構造と機能を、そこで形成されている利子率の期間構造に関する実証分析を通して明らかにしようとしたものである。具体的には、国債先物取引が始まった1985年から1990年までの長期国債市場における、利子率の期間構造に関する純粋期待仮説の妥当性を、最近発展の著しい時系列分析の手法を用いていくつかの側面から詳細に検討した成果であり、同時にその過程で、先物市場における価格決定メカニズムや、債券利回りの期待形成等の分析が行われている。本論文の主要な構成は次の通りである。

序章 本論文の目的と構成

第1章 近年のわが国国債流通市場と利子率の期間構造

第2章 純粋期待仮説とプレミアム仮説の定式化

第3章 先物市場における価格決定

第4章 国債利回りの期待形成の不偏性

第5章 純粋期待仮説のテスト(その1):単一方程式による検定

第6章 純粋期待仮説のテスト(その2):VARモデルによる検定

第7章 プレミアム存在の検証

終章 本論文のまとめ

付論および付表

まず第1章では、国債流通市場と国債先物市場の現状と特徴を述べた上で、分析期間中の残存期間別長期債と短期利子率の時系列グラフ、並びに各月のイールド・カーブが示されている。

第2章では、Shiller 他 (1983) の議論に基づいて、本論文で分析対象となる純粋期待仮説の理論的整理が行なわれている。まず、フォワード・レート、所有期間利回りとデュアレーションの概念が説明された後で、純粋期待仮説は3つの形態で表現されること、更にそれらの3形態の離散時間モデルでの線形近似は互いに整合的とみなしてよいという解説が、利付債の場合について行なわれている。後の章での計測に利用される純粋期待仮説の定式化は、そのうちの2形態、すなわち、i) 長期利子率が現在と将来の短期利子率の期待値の平均に等しい、及び iii) 長期債の期待所有期間利回りが現在のスポット・レートに等しい、という定式化である。また、プレミアムが存在する場合に純粋期待仮説を拡張した場合の3形態の定式化も示されており、第7章の計測に用いられるのは、そのうちの iii) 残存 i 期の長期債の1期間の期待所有期間利回りがスポット・レートとプレミアムの合計に等しい、という定式化である。

第3章は、次章以下で分析する国債現物価格の期待値を得るための準備として、先物市場の価格決定にリスク・プレミアムが存在するか否か、すなわち、「正常の逆翰」と「順翰」が存在するかどうかを、Roll and Ross (1980) の裁定価格理論 (APT) モデルに従い、Ehrhardt 他 (1987) が農産物について行なった方法によって検討している。計測の第1段階では季節別に分類したサンプルと、因子数を3とする他いくつかの仮定に基づいて因子分析が行なわれた上で、そこで得られた因子負荷量の推定値を説明変数とした回帰分析によって、各個別因子に関する危険のみを持つポートフォリオのリスク・プレミアムの推定値を求め、それら全ての値がゼロと有意に異なるかどうかを χ^2 テストするという方法である。その結果、僅かな差ながらも、先物投資のリスク・プレミアムはゼロで、「正常の逆翰」と「順翰」は存在しないこと、つまり、現在の先物価格が将来の先物の割引期待価格に等しいという結論が得られている。

第4章では、純粋期待仮説が通常何らかの期待形成仮説との結合仮説としてテストされるため、それが否定された場合にいずれの仮説が不適切か判断できない点を問題として、現物長期国債の所有期間利回りの期待形成が不偏性の条件を満足して

いるか否かを直接テストしようと試みている。そのためには現実には観察可能でない期待値のデータを得る必要があるが、本論文のアプローチはそのために将来価格の予測機能を持つ先物市場のデータを利用するというものである。

そこで、前章の結論に依拠すれば、先物価格のデータから将来の先物価格の期待値が得られるので、これを基礎に現物価格の期待値を得ようとする。しかし、先物市場では残存10年、クーポン6%を基準とする標準物の取引だけが行われているし、限月以外の期間の期待価格のデータは存在しない。また、決済時に受け渡しに用いられる現物は最割安銘柄であって、標準物の属性とは一致しないので、変換係数を考慮する必要がある。これらの点を考慮し、前章の結論から示唆される結果を拡張し、APTモデルにおいて先物の収益率がプレミアムをも含めてどの因子からも影響を受けないとの仮定を置き、最割安銘柄のみについて所有期間利回りの取引最終日の期待値を推計している。更にその上で、その推計された期待値を用いて行なったテストによって、最割安銘柄の所有期間利回りの期待形成が不偏性の条件を満たしているとの仮説が棄却されないという結果を得ている。しかし、データ数も十分ではなく、期待値の推定値を得ることも容易ではないので、この結果の解釈に十分な注意が必要であることも付記されている。

以下第5章、第6章と第7章では、純粹期待理論とプレミアム仮説のテストが行なわれているが、これらはいずれも前章で得られた最割安銘柄の所有期間利回りに関してのみテストされた期待形成の不偏性が、他の全銘柄についても成立することを仮定している。

第5章ではまず、従来の日本内外での実証研究の結果が簡単に要約されている。次に、純粹期待理論を直接にテストするために必要であるが、データの制約のために得られない現物の割引債の残存3~9年ものの所有期間利回りを、付論に示されたような方法に従いいくつかの仮定の下で利付き国債のデータを利用して推定する。その上で、その推定値をデータとして、ある期の長短利子率格差が次期の長期利子率と今期の短期利子率の差で説明されという形態の純粹期待理論の推定を行ない、そこで得られた係数推定値が純粹期待仮説から導かれる理論値と一致するか否かをテストしている。なお、1期の長さはそれぞれ1, 2, 3, 6ヶ月として4つの計測が行なわれ、また変数の定常性のテストも行われている。

その結果、説明変動の係数は全ての残存期間について、また定数項はかなりの残

存期間について、いずれも純粋期待仮説の意味する値と有意に異なる。また2つの推定値を同時にテストすると全ての場合において純粋期待仮説の成立は否定される。このように、現物国債の全銘柄の1期間の所有期間利回りが期待の不偏性の条件を満たすという仮定の下では、純粋期待仮説は成立していないとされる。

更に第6章では、純粋期待仮説の第2のテストとして、合理的期待の仮定と組合せた、ベクトル値自己回帰(VAR)モデルを用いている。ここでは、前章の割引債の所有期間利回りの推定と同様の方法で、利付き国債のデータから、クーポンが一定であるような実際には存在しない利付き債利回りの時系列データを推計し、その推計値がVARモデルの計測に用いられている。この場合にも、1期を1ヶ月とする場合の他は、殆ど全ての場合において、純粋期待仮説は棄却されるという結論が得られる。

第7章は、前章までの純粋期待仮説を否定する結果に基づいて、プレミアムの存在自体を検証しようとする試みである。ここでは、Engle他(1987)に従って、プレミアムは超過所有期間利回りの予測誤差の不均一な条件付分散に依存する、投資家は利回りの予測誤差の分散が過去の利回りの予測誤差に依存すると考えている、等々いくつかの仮定を置いて、そのような形で表わされるプレミアムが存在するかどうかを、自己回帰条件付分散不均一(ARCH)モデルを用いて計測を行っている。その結果、いくつかの残存年に時間的に変化しない一定のプレミアムが検出され、過半数の残存年に時間と共に変化するプレミアムの存在が見られる場合がある。しかし、長い残存年についてはこれらのことは必ずしも言えない。

終章では、本論文の結論が要約され、残された課題が示されている。

更に、付論および付表では、わが国の割引国債の銘柄は少なく、残存期間も限定されており、割引債のデータから長期利子率を求めることは困難であるため、修正したThies(1985)の方法に従って、利付き国債のデータを利用して、特定のクーポンと残存期間を持つ利付き債と割引債の最終利回りの推計方法が説明され、それによって得られたデータが示されている。すなわち、①クーポンが離散的に支払われる、②割引要素は3次のスプライン関数で近似できる、③スプライン関数の節点は、2, 4, 8期である、という先験的仮定に基づいて得られる債券価格の定式化から、回帰分析によって係数の推定値を得て、それを債券価格の定義式に代入して、最終利回りについて解くという方法である。ここでは、その方法で得られた推計値が一部

で利用可能な現実値と比較され、両者の差は小さいことが示されている。

以上が本論文の内容である。

II

本論文は、従来の純粹期待仮説の検定に伴う他の期待形成仮説との結合仮説の検定という欠点の克服を問題意識の一つとしている。そこで、国債先物市場の取引開始による先物データの利用可能性という点に注目して、それを利用することのさまざまな困難を、時系列分析の手法に基づいた多角的な分析によって補完し、純粹期待仮説の直接的検定を試みようとした点は、興味深い。また、ATPモデルに基づく因子分析や、VARモデル、ARCHモデル等の時系列分析の手法は、日本の利子率の期間構造を対象にしたものとしては先駆的試みであり、非常に詳細かつ緻密な分析を行なった点が評価される。また、これらの新たな分析手法を用いる場合に、いかなる手順を踏み、どのような問題点があるかを例示しているという意味で、他の研究者の参考になり得よう。

わが国の利子率の期間構造に関する従来の研究では、純粹期待仮説の妥当性が高いとの見解が有力であった。しかし、本論文では、いくつかの仮定の下では、純粹期待仮説は必ずしも妥当せず、リスク・プレミアム存在の可能性が否定できないことが指摘されている。また、プレミアムの分析の関しては、超過所有期間利回りの予測誤差の条件付き分散に依存するという、伝統的な流動性プレミアム理論等よりも一般的な最近のモデルを積極的に取り入れていることも、本論文の特徴である。

また、未だ歴史の浅い日本の国債先物市場を分析対象とし、裁定価格理論を用いて現在の先物価格が将来の現物価格の期待値に等しくなっており、「正常の逆贖」や「順贖」が存在しない可能性を指摘したことも、先物市場の効率性を示唆する興味深い知見である。

他方、本論文で得られた結論は、いくつかの時系列分析モデルを組合せて得られたもので、多数の仮定や推計値に基づいているため、分析結果が導かれた結論をどれ程強く支持するものであるかについては、疑問が残る。新たな手法による直接的な純粹期待仮説の検定を目指しながら、結果的にはなお成功とは言えない段階にある。仮定や推計値の適合性等を厳密に検討し、より頑強性のある結果が主張できるような実験計画上の工夫が必要である。

また、その原因の一つは、分析を1985年の国債先物取引開始後に限定しているため、実際に市場から得られるデータ数が少ないことにある。これは、もともと多数のデータを必要とする時系列分析の手法を用いたことのマイナス面であるが、構造変化を検証した上でサンプル数を増やして、推計部分を極力減らす努力が必要であろう。

更に、分析結果の有意水準や決定係数は必ずしも高くない点や、先物市場ではプレミアムが存在しないのに、国債市場にはプレミアムが存在するのはなぜか、プレミアムの存在が短い残存年については言えるが、本来より存在の確認しやすいと思われる長い残存年についてはなぜ言えないのかという問題、分析期間が1980年代後半のいわゆるバブル期にあたっていることの影響等々、結果のインプリケーションや整合性に十分な説明が与えられていない点が見受けられる。これらの問題点は、実証分析には常に伴う困難という側面もあるので、誤解を避けるためにも、より丁寧かつ系統的な説明が望まれるところである。

本論文で用いた純粋期待理論の定式化では、国債の利子率以外の要因は全く考慮されていない。期待インフレ率等、ここでは分析対象とされていない諸要因を考慮すると純粋期待仮説がなお妥当している可能性も否定できない。今後、分析視野を拡大することも検討される必要があるだろう。

新たに手法を用いて、先駆的かつ詳細な分析をおこなっているだけに、それらについての解説、問題点の指摘、利用したモデルの適否に関するコメント等がより詳しく述べられていれば、同様の研究を意図する者にとっても読みやすく、より有益な論文になり得たと思われる。とはいえ、以上のような数々の要望を、時系列分析という新たな手法を用いた実証分析において全て満たすことは、正に今後取り組むべき研究のフロンティアであり、今後更に改善された研究が行われることを期待したい。

III

本論文は日本の国債市場の価格形成に関する詳細な実証研究である。上述の問題点も、先駆的挑戦という観点から見れば止むを得ない面をも含んでおり、本論文が学界に刺激を与えるものであることは疑いないところである。よって、審査員一同は所定の試験結果とも併せ考慮して、本論文の筆者に一橋大学博士（商学）の学位

(160) 一橋論叢 第110巻 第5号 平成5年(1993年)11月号

を授与することを適当と判断する。

平成5年7月14日