

1. 要旨

本論文は日本の国債先物市場の効率性を主題とした実証研究である。ここでいう市場の効率性とはFama (1970, 1991)の定義を用い、“公開情報が価格に瞬時に織り込まれ、その影響が持続しないこと”というセミストロング・フォーム(準強度)の意味での効率性である。

一般的に市場が効率的であるとは、証券価格の決定に関わるすべての情報が、完全にかつ正しく反映されているということである。さらにいうと市場がある情報集合に対して効率的であるとは、その情報をすべての市場参加者に明らかにしても、証券価格が影響されないということである。セミストロング・フォームの効率性は、この情報集合を公開情報としている場合である。本論文では日本の国債を対象に公開情報が価格に影響を及ぼすかどうかを検証している。

現在、日本の財政が過去に例を見ない厳しい状況にあることから、国債の大量発行が続いている。国債の残高が626兆円にのぼるなど、その規模は非常に大きなものになっており、政府短期証券や借入金を加えると、国の資金調達に伴う債務の残高は782兆円に達している(出典、財務省債務リポート2005)。国債に関しては、こうした資金調達や債務管理がどのように行われるかについて、その金額が非常に大きいことから、金融市場ひいてはわが国の経済に大きな影響を及ぼす要因の1つとなっている。また、これらの債務の償還や利払いに充てられる費用は、国の財政支出の大きな割合を占めており、資金調達コストの抑制は財政面からも大きな課題となっている。

こうした現在の状況を加味すると国債管理政策を考える上で、日本の国債市場の効率性について分析を行い、国債市場の特性を明らかにすることで何らかの貢献が可能であると考えられる。

平成16年度、国債先物取引の売買高は829兆円となっている。同年度の国債の東京店頭市場における売買高は、平成16年度を通じた公社債売買高(6,634.5兆円)のうち国債・政府短期証券売買高(6,317.4兆円)の占める割合は約95%である(出典、日本証券業協会、日本国債ガイドブック2005)。この金額をみてもわかるように国債先物市場の債券市場において重要な位置を占めている。さらに国債は信用リスク・フリーの金融商品であることからその役割は大きい。

確かに国債はリスク・フリー商品であるが、機関投資家のように短時間で繰り返し売買を行うような場合、少なくともリスクはゼロではない。そうした機関投資家にとってはリスクヘッジ手段として国債先物や国債先物オプションが用いられる。そうした市場の効率性や市場の特性を分析し、理解することは、リスク管理を行う際には必要不可欠なことであるように思われる。

さらに最近では、どちらかというリスク(危険)回避的であろうと思われる個人投資家に債券市場へ参加を促すために、個人向け国債や社債、地方債のミニ市場公募債などが発行され、家計の金融資産を債券市場に取り込もうとする試みが盛んになされている。リスク(危険)中立的な投資家とは、収益率の期待値を判断材料にして投資を行い、リスクの大きさには関心がない者をさす。だが、実際にはどうだろうか。投資家の多くは収益率の期待値が同じであるなら、よりリスクが小さい資産を選択するのではないだろうか。こうしたリスク(危険)回避的な投資家にとって、リスク指標である“ボラティリティ”は重要な情報であると考えられる。さらに明らかに個人投資家は機関投資家と比較して投資能力、情報収集能力に差があるのではないかとすれば、よりリスク管理が重要となるだろう。

こうしたことから、機関投資家だけでなく個人投資家にとっても国債先物市場はリスク管理手段の1つとして重要な役割を担うことになる。そのためにも国債先物市場の特徴を捉えておくことには意味があるだろう。

本論文では、一般にリスク指標とされる“ボラティリティ”に注目し、ボラティリティ変動モデルを用いて分析を行う。ここで言うボラティリティとは、収益率の分散、もしくは標準偏差で測られ、収益率がどれだけ変動するかを表すものである。

これまでの先行研究ではボラティリティは時間を通じて一定ではないことが示されている。ボラティリティは投資リスクを表す指標であり、それが一定でなく、変動するとすれば、その変動の特性を明らかにすることは金融資産のリスク管理を行う際に必要なことであると思われる。時系列分析ではボラティリティの変動を明示的に定式化するモデルが提案されており、本論文でもいくつかのボラティリティ変動モデルを用いて分析する。

ボラティリティに対するマクロ経済指標の影響を分析した先行研究としてはJones, Lamont and Lumsdaine (1998), Ederington and Lee(2001), Bollerslev, Cai and Song (2000)などがあげられる。

これらはいずれも、ボラティリティを分析するために、ボラティリティ変動モデルを用いて、Autoregressive Conditional Heteroskedasticity(ARCH)要因、マクロ経済指標の影響、ボラティリティの周期性要因をコントロールしている。その結果、ボラティリティの正確な推定値を得るためには、マクロ経済指標の影響をモデルに考慮することが重要であることを報告している。

本論文でも、第2章、第3章、第4章においてボラティリティ変動モデルを用いて、マクロ経済指標の発表が、国債先物の収益率ボラティリティに影響を及ぼしているかどうかを分析し、国債先物市場の効率性について検証を行う。

また、市場の効率性を分析した近年のイベント・スタディの多くでティック・データが用いられている。その理由は日次データでは収益率やボラティリティの1日内的変動を観察できず、公開情報によって引き起こされる影響を正確に分析するには、高頻度データが必要だからである。

そうした先行研究の1つであるBalduzzi, Elton and Green(2001)は、米国の債券市場に関するイントラデイ・データを用いて、価格、取引量、ビッド・アスク・スプレッドへの予定されたマクロ経済指標のアナウンスメント効果を検証している。

その結果、多くの公開情報は価格に迅速に織り込まれ、サプライズはボラティリティを説明することを報告している。スプレッドは発表後、通常の水準に迅速に戻り、取引量は指標の発表により増加するが、その影響は長く持続しないことを報告している。

さらにBalduzzi, Elton and Greenは収益率やボラティリティだけでなく、ビッド・アスク・スプレッドや取引高を

モデルに含め、ボラティリティ変動モデルだけでなく、マーケット・マイクロストラクチャー理論を援用した論文となっている。

本論文でも第3章でボラティリティだけでなく、ビッド・アスク・スプレッドや取引高をモデルに含めたボラティリティ変動モデルを扱い、さらに第5章、第6章において、ボラティリティ変動モデルだけでは説明しきれないボラティリティの変動パターン(ボラティリティのイントラデイ・パターン)について、マーケット・マイクロストラクチャー理論を援用して統計的に検証する。

まず、本論文、第2章、第3章、第4章では一般にリスク指標とされる“ボラティリティ”に注目し、ボラティリティ変動モデルを用いて、マクロ経済指標が発表される際にボラティリティにいかに関与を及ぼし、その影響がどれだけ持続するかについて分析を行っている。

次に、第5章、第6章において、ボラティリティ変動モデルだけでは説明しきれないボラティリティの変動パターン(ボラティリティのイントラデイ・パターン)について、マーケット・マイクロストラクチャー理論を援用して統計的に検証している。

各章で示された結果を以下でまとめる。まず、第2章では、夜間取引開始後の期間におけるティック・データを用い、国債先物市場の収益率とボラティリティに対してマクロ経済指標の発表がどのように影響(アナウンスメント効果)を及ぼしているかを調べ、市場の効率性や構造を分析している。アナウンスメント効果を検証するために、ダミー変数だけでなく実績値と予想値の差であるサプライズ変数も用いている。

分析方法は、まずマクロ経済指標のダミー変数もしくはサプライズ変数を使い、全時間帯、あるいは時間帯別に区切って回帰を行う。次に影響をマクロ経済指標の発表時点からの経過時間の3次関数とし、イントラデイの変動も考慮するために、3次関数とFFF(Fourie Flexible Form)の三角関数による定式化を用いる。そしてGgeneralized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity(GARCH)モデルを使って推定し、ボラティリティの変動要因を分析する。さらにGlosten, Jagannathan and Runkle(GJR)モデルを用いて、ボラティリティの非対称性についても分析している。

その結果、OLSによりマクロ経済指標の発表の影響を分析すると、国債先物の収益率とボラティリティに対して、ダミー変数を用いてもサプライズ変数を用いてもほぼ半数以上の変数が有意であり、有意性は持続している。

次に、3次関数法とFFF表現を用いて分析すると、指標公表の影響はより長く持続するという結果が得られる。9時に発表される指標の収益率への影響は0.5時間だけ持続するのに対し、ボラティリティには2-3.5時間後まで影響が残っている。14時に発表される指標は収益率とボラティリティへ3.5時間の影響が示されている。

このように、3次関数法、FFF表現をとり入れた分析では、発表から3時間を超えて影響が持続している場合が多い。国債先物市場は非効率的であるといえるだろう。

また第2章において、ボラティリティへのマクロ経済指標の発表の影響をGARCHモデルで分析したところ、ボラティリティが無条件分散に半分戻るのに要する時間は1時間以上であることが多く、市場が効率的であるとは思われない。また、ボラティリティの非対称性についてGJRモデルを用いて分析を行ったところ、ボラティリティが非対称的であることを示している。

このようにJGB先物市場の効率性について5分刻みのデータを用いて分析を行うと、マクロ経済指標の発表の影響は持続することが示され、市場は効率的ではないと考えられる。そこで、より詳細にマクロ経済指標の影響を見るために1分刻みのデータを用いて、ビッド・アスク・スプレッド、取引高といった流動性指標も含めて第3章で分析を行う。

第3章でもJGB先物を対象に市場の効率性分析を行っている。ただし東証で取引されているJGB先物について、ボラティリティやビッド・アスク・スプレッド、取引高に対してマクロ経済指標の発表がどのように影響を及ぼしているかを分析し、市場の効率性を検証している。ここでも、第2章で用いたボラティリティ変動モデルを用いている。

また、Balduzzi, Elton and Green(2001)やFleming and Remolona(1999)で示されるように、マクロ経済指標公表の影響を分析する際には、実績値と予想値の差が重要であることを考慮して、その差(サプライズ)をブルームバーグ社の報道している予想値(サーベイ・データ)を用いて計算している。ボラティリティに影響を与えるのは市場参加者が予測できなかった部分、つまりサプライズ、ではないかと考えている。

分析の結果、JGB先物のボラティリティや取引高、スプレッドに対してマクロ経済指標のアナウンスメント効果は認められる。ただし、スプレッドへの効果は他の2つに比べて弱いようである。また、ボラティリティ・クラスタリングの発生が認められ、マクロ経済指標の発表がその要因の1つであることが示される。またその持続時間は約30分であり、情報が織り込まれるまでの時間としては長いように思われる。

ボラティリティ、ビッド・アスク・スプレッド、取引高へのマクロ経済指標の発表の影響を1分刻みで分析すると、第2章と比較してその持続時間は短くなっているが、やはりJGB先物市場は効率的ではないと考えられる。

次に第4章では東京証券取引所とシンガポール取引所(SGX)で取引されているJGB先物について、ボラティリティに対してマクロ経済指標の発表が影響を及ぼしているかを調べ、市場の効率性を分析している。

第2章、第3章ではいずれも東京証券取引所に上場されているJGB先物市場はセミストロング・フォームの意味で効率的ではないという結果が示されている。では、はたして東京証券取引所以外のJGB先物市場について効率性はどうかになっているのか。これについて、東京と1時間しか時差のないシンガポール取引所に上場されているJGB先物市場を対象に東証と比較しながら検証している。分析方法は第2章、第3章と同じようにボラティリティ変動モデルを用いている。

分析の結果、東証とSGX両市場においてマクロ経済指標の発表はボラティリティへ有意に影響を及ぼしており、変動要因の1つであることが示される。マクロ経済指標の影響をコントロールせずにボラティリティの持続時間を推定すると東証では60分、SGXでは30分となっている。それに対してマクロ経済指標の発表をコントロールすると持続時間は東証でおおよそ5分から10分、SGXでも5分から10分となる。

ボラティリティをGARCHモデルで定式化する場合、東証、SGXの両市場においてマクロ経済指標要因、ARCH要因はボラティリティを説明することが示される。この結果は、Ederington and Lee(2001)やBollerslev, Cai and Song(2000)で示された結果と整合的である。このことからボラティリティの変動モデルを推定する場合、マクロ経済指標をモデルに考慮するの重要性が示されている。

市場の効率性に関してみると、東証とSGXにおいて大きな差は見られない。また、マクロ経済指標の発表による影響が5分から10分であるという結果から、両市場においてJGB先物市場が効率的であると見なしてよいのかもしれない。ただし、モデルにビッド・アスク・スプレッド、取引高を含めて市場の効率性を分析した第3章ではボラティリティの持続時間は第4章の結果より長く推定されている。スプレッドや取引高を含めた分析が必要であろう。

さらに、GJRモデルはボラティリティが非対称的であることを示している。今後、ボラティリティの変動に関して、こうしたボラティリティの非対称性を考慮したGJRモデルやEGARCHモデルを用いて分析する必要性が示されている。

以上、第2章、第3章、第4章をまとめると、JGB先物市場において、収益率ボラティリティはマクロ経済指標の発表に影響され、その影響は少なからず持続することが示されている。このことからJGB先物市場はセミストロング・フォームの意味で効率的ではないと考えられる。また第4章において東京証券取引所とシンガポール取引所の比較を行っているが、両市場の効率性に差は見られない。東京証券取引所では連続オークション方式、シンガポール取引所ではオープンアウトクライ方式といった取引方法の違いがあるにもかかわらずこのような結果が示されていることは当初の予測とは異なる結果である。

その他、ボラティリティのイントラデイ・パターンをみるとマーケット・マイクロストラクチャー現象の代表例でもあるU字パターンが両市場で観察されている。しかし、ボラティリティのイントラデイ・パターンについては、これまで用いているボラティリティ変動モデルでは説明できないところである。またU字パターンについてはボラティリティのみでなく、ビッド・アスク・スプレッドや取引高にも観察されるものであることがMcInish and Wood (1992)、Jain and Jon(1988)で示されている。そこで、このボラティリティのイントラデイ・パターンについてマーケット・マイクロストラクチャー理論を援用しながら第5章、第6章で分析を行っている。

第5章では、日本国債先物のビッド・アスク・スプレッド、収益率のボラティリティ、出来高、それぞれのティック・データを用いて、マーケット・マイクロストラクチャーの観点から、東証における国債先物市場の取引制度と価格形成の関係を明らかにすることを目的としている。わが国の証券市場を対象にした研究では、ティック・データを利用できず日次データによる研究が行われてきたが、約定の仕組みや価格形成、公開情報によって引き起こされる影響を正確に分析するには日次データではなくティック・データの方がより適切であると考える。

国債先物を対象にティック・データを用いて分析を行った第2章、第3章、第4章では、ボラティリティが時間の経過に連れてU字型の動きをすることが示されている。従来の先行研究では、このような形状は、板寄せが用いられるか、あるいはザラバかという約定の仕組みの違いが原因であると指摘されている。またこれ以外に、情報が価格に織り込まれる過程にその原因があるとする考えもある。その1つがAmihud and Mendelson(1991a,b)などによる取引中断仮説であり、取引が中断して直前の価格がない状況で価格に影響を与えるような情報が新たに発生すると、市場参加者の解釈は多様化してコンセンサスが得られず、ボラティリティが大きくなってU字型の動きをもたらす、と主張する。

また、U字型の動きはスプレッドや出来高にも見られ、このような変動が共通の要因によって生じているのか、また、これらの現象に何らかの関係があるかが問題である。

第5章ではマーケット・マイクロストラクチャー理論に従い、スプレッド、ボラティリティ、取引高の関係についてファクト・ファインディングを行っている。分析方法はティック・データから1分刻みのサンプルを抽出し、それらが示している現象をマーケット・マイクロストラクチャー理論により解釈するものである。また、それぞれのイントラデイ・パターンをマクロ経済指標によって説明できるかについて回帰分析を用いて検討している。分析の結果、ボラティリティのイントラデイ・パターンは取引が再開された後、時間の経過につれて減滅とする取引中断仮説で説明が可能であると考えられる。また、スプレッドと取引高のイントラデイ・パターンはCopeland and Galai(1983)などの情報の非対称性にもとづく取引参加者の行動を考慮に入れることにより説明が可能となることが示されている。

さらに、マクロ経済指標を用いると、ボラティリティと取引高のイントラデイ・パターンを説明できるが、スプレッドを説明することは困難であることがわかる。つまりスプレッドにはボラティリティや取引高ほどアナウンスメント効果は見られないということである。

第6章では、東京証券取引所とシンガポール取引所で取引されている日本国債先物の価格変動の共通点や違いを明らかにすることにより、マーケット・マイクロストラクチャーの観点から市場間比較を行っている。第5章では東証のみを対象にボラティリティ、ビッド・アスク・スプレッド、取引高のイントラデイ・パターンについてマーケット・マイクロストラクチャー理論を援用して説明を試みている。第6章では東証だけでなくシンガポール取引所も対象にして分析を行っている。特に第5章とは異なるビッド・アスク・スプレッドを用いて、情報の非対称性についても言及している。

東証、シンガポール取引所で取引されている日本国債先物について、両取引所における価格変動に着目し、取引コストや流動性の指標となる3種類のビッド・アスク・スプレッドを用いて、市場間比較を行う。両市場に1時間しか時差がないにも関わらず両市場で取引が行われているからには、その誘因がなければならないが、第6章ではそれが約定の仕組みの差や情報の非対称性、さらには市場参加者の行動から生じている可能性があるかを検討している。

分析方法は両市場のティック・データから計算したボラティリティ、ビッド・アスク・スプレッドを使用して、両市場から得られる結果を検定するものである。ここでボラティリティはリスクの指標であり、スプレッドは流動性かつ取引コストの尺度で、流動性が高いほど小さくなる。

また情報の非対称性については、Huang and Stoll(1996)に従いeffective spreadとrealized spreadの差が情報の非対称性を表すものとする。

分析の結果、両市場を比較すると取引コストや流動性、情報の非対称性要因に差があることが示された。quoted spreadとeffective spreadのタームでの取引コストはSGXよりも東証の方が安く、流動性は高いことが示されている。また、情報の非対称性要因は東証、SGXともに正の値であって、情報を持っていないトレーダーやディーラーは情報トレーダーと取引すると損失をこうむることが示されるが、両市場を比較すると東証の方が小さい。したがって、マイクロストラクチャーの観点から見ると、投資家はSGXよりも東証へ参加しやすいと判断できるだろう。

ではなぜSGXで取引するのかについて疑問が生じるが、その要因として考えられるのは取引単位の小さい

ミニJGB取引の存在などがあげられるほか、取引手数料に差がある可能性があげられる。また、東証での価格変動をSGXがトレースしていることから、東証での取引情報を使いSGXで取引しようとする投資家が参加しているのかもしれない。これらを明らかにすることは今後の課題である。なお、ボラティリティを比較すると東証よりSGXの方が小さい。

第6章で示された結果と第4章示された結果をみると、東京証券取引所とシンガポール取引所ではJGB先物市場の効率性に関して差がないことがわかる。しかし、流動性や情報の非対称性には有意な差があることが示されている。このことは取引高の違いで説明できるだろう。つまり新たな情報を価格に織り込むスピードに関しては両市場に差はないが、取引高が東証とシンガポール取引所では異なるために、流動性に差が生まれ、その結果スプレッドから測られる情報の非対称性要因に差が生じているのだと考えられる。

以上で示された結果をまとめると、本論文ではJGB先物市場は概してセミストロング・フォームの意味で効率的ではないことが示されている。このことは東京証券取引所、シンガポール取引所においても当てはまる。また、ボラティリティ変動モデルにマクロ経済指標の発表による影響を考慮することで収益率ボラティリティへの影響を正確に推定することができる。

さらに、マーケット・マイクロストラクチャー理論を援用することにより、ボラティリティ、ビッド・アスク・スプレッド、取引高のイントラデイ・パターンを説明することが可能である。情報の非対称性を測る尺度を用いると東証よりシンガポール取引所において、情報の非対称性が存在することが示されている。流動性に関しては東証のJGB先物の方がシンガポール取引所より高いことが示されている。残された今後の課題として、本論文で用いたボラティリティ変動モデルには多くの拡張モデルが存在するが、そうしたモデルの精度を高めること、さらには、そうしたモデルを用いて、債券市場のみでなく、株式市場を対象とした分析を進めなければならない。もう1つの重要な課題として国債市場の取引制度や取引方法による、マーケット・マイクロストラクチャー理論の枠組みでさらに分析を進める必要があると考える。