

Nonlinear adjustment in the term structure of interest rates: A cointegration analysis in the nonlinear STAR framework

同志社大学大学院 牧 大樹

(報告要旨)

本稿では、日本における利子率の期間構造の非線形調整を検証する。利子率の期間構造の問題は、これまでに Engle and Granger (1987) や Johansen (1988) の線形の調整過程を想定する共和分検定を用いて議論されてきた。しかしながら近年の研究において、取引費用を含む市場の摩擦があるもとでは、期間構造の調整が非線形となることが明らかとなってきた。例えば、Anderson (1997) が指摘するように、取引費用の範囲内では多くの投資家が債券のポートフォリオを組替えないのに対し、その範囲外では利益を得るためにポートフォリオを組替えようとする。こうしたことから、長期利子率と短期利子率の差が大きいと、多くの投資家が利益を得ようとすることによって裁定が働き、期間構造の調整過程はより速くなる。一方で、その差が小さいとほとんどの投資家が裁定からの利益を得ようとしないので、均衡誤差は不安定なものとなる。こうした非線形調整を考慮に入れずに分析すると、一般的な想定を分析できないだけでなく、検出力の観点からも問題となることが指摘されている。

そこで本稿では、Kapetanios, Shin, and Snell (2003) によって提案された非線形円滑遷移自己回帰(Nonlinear Smooth Transition Autoregression, STAR)の枠組みにおける共和分検定を用いて分析する。ここで用いられる手法は、帰無仮説共和分なしに対して対立仮説は非線形調整を含む共和分を検定する。この手法は、均衡誤差が均衡近くでは発散し易く、均衡から離れるほど均衡に速く戻る性質を持つ。線形の調整過程を想定する Engle and Granger (1987) や Johansen (1988) などの代表的な共和分検定では、共和分の関係が得られなかったのに対し、STAR 共和分検定は、明確な共和分関係を得られることが示される。この結果は、長期と短期利子率間の長期均衡関係が非線形調整のもとで安定していることを示す。

(討論者からのコメント)

明治大学

論文は、1966年10月から2003年4月までのIFS月次データ(IMF)を用いて、日本のコール翌日物金利と10年物国債利回りの裁定関係を検証したものである。論文の特徴は裁定関係の検証方法にある。論文は、両金利が裁定関係から乖離した場合の調整メカニズムとして非線形を想定したSTAR model(Smooth Transition Autoregressive model)を用いる。STAR modelのもとで、従来の線形調整を想定した共和分検定の結果と異なり、両金利の裁定関係の成立が検証される。

上記論文は、data-dependentなラグの選択やADF、GLS双方の単位根検定を用いるなど用意周到に検証している。こうした実証手法の手堅さは評価できるが、他方で、STAR modelを金利裁定の検証に単純に応用しただけとの印象も拭いきれない。以下でコメントするように、金融市場の制度改革や金融政策の変化、金融市場のマイクロストラクチャー等を踏まえ、サンプル期間や金利変数の選択、非線形調整の経済的含意などに関して注意深い検討が加えられるべきである。それがなければ論文での検証の意義が薄れるよう。

(1) サンプル期間の選択について

論文のサンプル期間は1966年10月から2003年4月までである。その間、多くの金融市場の制度改革や大きな金融政策の変化があった。論文では、サブ・サンプルでの分析も含めて、そうした制度改革や政策変化に対する配慮がない。

金融市場の制度改革や金融政策の変化にかかわらず、長期的な時間視野の中で金利裁定を検証することが論文の目的であると主張することもできよう。しかし、論文のサンプル期間のような長い時間視野の中で金利の動きを見れば、金利はすべて同方向に動いており金利差はすべからず定常的であることは用意周到な分析を待つまでもなく自明である。

金利裁定は、本来、市場の効率性に関わるテーマであり、その時間的視野は短期である。そうであれば、制度改革や政策変化に対応して慎重にサンプル期間の選択を行うべきであろう。

(2) 金利の選択について

論文では、コール翌日物金利と10年物国債利回りの裁定関係を検証している。10年物国債利回りは景気動向や政府の国債発行状況等に強く影響をされるので、日銀がコール翌日物金利を通じて10年物国債利回りをコントロールすることは困難である。事実、日銀も時間軸効果を通じての金利のコントロールは、数ヶ月から数年までのターム物金利を念頭においている。10年物国債利回りのような長期金利はコントロールの対象ではなく、むしろ市場の実勢に委ねて市場から情報を得ようとするのが日銀のスタンスである。金融政策の有効性の観点から金利裁定の検証を行うなら、対象金利は10年物国債利回りではなく3ヶ月程度のターム物金利が望ましい。

(3) 非線形調整の根拠とモデルの選択について

STAR modelでは、調整の非線形性の根拠として取引コストの存在があげられる。流動性の高い10年物国債やコール翌日物のマーケットに関して具体的にどのような取引コス

トを想定すればよいのか。

金融政策との関連で調整の非線形を想定するなら、政策反応の非対称から生ずる asymmetric adjustmentの方が現実的である。インフレ懸念から長期金利が上昇し均衡から乖離する場合とデフレ懸念から長期金利が下落し乖離する場合とでは、金融政策の対応が異なる。このような金融政策の非対称的な対応が調整の非線形性をもたらす。そうであれば、モデルの選択として、論文での symmetric adjustment を想定した STAR model ではなく asymmetric adjustment を分析できる Threshold Autoregressive model や Momentum Threshold Autoregressive model の方がよいのではないか。

(4) cointegration vector の構造変化について

全サンプル期間で共和分関係を推定しているが、論文の Figure 1 の両金利の動きから推測して、切片項 α_1 は有意ではないと推察する。共和分式の構造変化として α_1 のシフトを考慮すれば、非線形調整を考慮に入れなくとも残差項は容易に定常になるものと予想する。

従来の方法で共和分関係が検証できなかったのは、調整の非線形性が共和分関係の構造変化かどちらが原因なのか明らかでない。

(5) Table 2 と Table 3 の θ の推定値について

論文では、長短金利に関する共和分式の推定残差を用いて非線形調整式の θ を推定している。被説明変数として長期金利と短期金利を用いた場合の共和分式を推定し、それぞれの推定残差をから θ の推定を行っている。結果は、両方の場合で θ の推定値が大きく異なっている (Table 2 の長期金利の場合は約 0.1、Table 3 の短期金利の場合は約 0.01)。この θ の推定結果の違いは解釈を要する。

長期金利を x_{1t} 、短期金利を x_{2t} とすれば、長期金利を被説明変数とする共和分式と非線形調整式は $x_{1t} = \alpha_1 + \alpha_2 x_{2t} + \mu_t$, $\Delta \mu_t = \gamma \mu_{t-1} [1 - \exp(-\theta \mu_{t-1}^2)]$ である。短期金利を非説明変数とする共和分式と線形調整式は $x_{2t} = \beta_1 + \beta_2 x_{1t} + \omega_t$, $\Delta \omega_t = \gamma \omega_{t-1} [1 - \exp(-\eta \omega_{t-1}^2)]$ である。ここで両者の関係は、 $\beta_1 = -(\alpha_1 / \alpha_2)$, $\beta_2 = 1 / \alpha_2$, $\omega_t = -(1 / \alpha_2) \mu_t$, $\eta = \theta \alpha_2^2$ となる。論文の Table 2 と Table 3 の θ は同じものではない (Table 2 は θ 、Table 3 は η)。両者の推定値に関して $\eta = \theta \alpha_2^2$ の関係が成立するかどうか α_2 の推定値を用いておおよそのチェックが必要である。

(6) Davis Problem について

最後に、非線形調整式について付記しておきたい。論文では帰無仮説のもとで非線形調整式の θ を識別できない (Davis Problem) ことから非線形調整式を Taylor 展開した近似式を使う。しかし、R.Kilic ("A Test Procedure for a unit root in the STAR model," June 2003, Discussion Paper, School of Economics, Georgia Institute of Technology) では、grid search の方法を用いて θ の推定を行っている。しかも Kilic の検定方法は論文での方法よりも高い power を持つことがモンテカルロ・シミュレーションにより示されている。この点の改善も今後の課題として取り組まれることを希望する。

(報告者リプライ)

1. 本論文では、1966年10月から2003年4月までのデータに付け加え、サブサンプルとして、1970年、1980年、1990年から2003年4月までの分析も行った。これらサブサンプルの分析を行った理由は、各年代で様々な経済状況の変化を考慮に入れた上で結果の安定性を確かめるためである。しかし、ご指摘に挙げられるとおり、様々な経済状況の変化を厳密に考慮しているわけではない。したがって、制度改革や政策変化が何らかの長期均衡関係に影響をもたらしているかどうかを厳密に分析したい。

2. 本論文では、最も一般的に用いられるIFSデータをもとに分析を行った。この点は、データの汎用性の観点から望ましいと思われる。しかし、コールレートの有担保から無担保への切り換えや、いくつかの債券の平均利子率を長期利子率と扱っている等のIFSデータそのものの問題点も存在する。従って、例えば日本銀行のホームページやNIKKEI NEEDS等から得られる有担保レートと無担保レートの両方で実証結果を確認することも必要となるであろう。さらに、コールレートと債券利子率だけでなく、3ヶ月のターム金利等のいくつかのデータを用いても検証することが必要となるので、これらの結果も付け加えたい。

3. 共和分関係の非線形調整を考える理由としては、検出力の点が挙げられる。代表的なモデルでは、調整過程が長期的に線形(一定)であるという想定下で共和分検定が行われるが、調整過程が非線形のとときに代表的なモデルを用いると、検出力が劣るという指摘がなされている。この点では、非線形調整を考慮に入れることは有効であろう。さらには、その非線形調整の理論的根拠として取引コスト等がある。しかし、ご指摘に挙げられるように、10年物国債とコール翌日金利間の取引コストというのは、想定するのが難しいであろう。したがって、STARを非対称性に対応できるLogistic Smooth Transition modelや既存のThreshold modelによって、金融政策の非対称性の観点からの検証を行いたい。

4. 本論文では、線形調整の共和分関係が出ない理由を非線形調整の観点から検証を行った。線形調整の共和分関係が出ない理由は、必ずしも非線形調整のためだけではなく、定数項や共和分ベクトルの構造変化も考えられる。この点は、例えば、Gregory and Hansen (1996)に挙げられるような手法を用いて確認したい。もし、定数項の構造変化を考慮に入れることで共和分関係が出るならば、非線形調整と構造変化どちらが、もしくは、両方が影響を与えているかも検証しなければならない。この問題に答えるための手法は、まだ明らかにされてはいないので、そうした手法の開発も必要となるであろう。

5. 論文中では、被説明変数を長期利子率と、短期利子率の両方を分析した。被説明変数を入れかえる場合、 β は同一のものとはなくなるので、両者の推定値の関係がおおよそ一致しているかどうかのチェックを行いたい。さらには、インパルス応答関数等の分析によって、ショックの影響がどのように波及していくかを分析したい。

6. 本論文で用いられたモデルは、Taylor 展開で近似して検定を行う手法であるので、の正確な推定値が求められない。これを改善する手法として、ご指摘に挙げられた Kilic (2003)の論文があるが、この手法は、1 変数の単位根検定を行っており、さらには、遷移変数としてレベルの数値ではなく、階差を取った数値を用いている。本論文での未知の共和分ベクトルを扱うには、Kilic(2003)の手法を多変数に拡張し、さらには、遷移変数をレベルの数値として扱うことが必要となるが、検出力が高まることが予想されるので、そうしたモデルを提案した上での分析を今後の検討課題として付け加えたい。