

REPORT III

債券先物によるヘッジ手法

- 金利上昇への対応策 -

金融研究部門 千田 英明
chida@nli-research.co.jp

1. はじめに

2006年7月の日銀金融政策決定会合により、ゼロ金利政策が解除された。これにより、短期金利は約5年ぶりに上昇し、債券マーケットに大きな影響を与えた。今後もこの傾向（短期金利上昇）は続くと考えられ、金利上昇に備える必要がでてきた。

債券は、金利が上昇すると価格下落による損失を被る。保有する債券現物を売却しないで、このリスクを回避（ヘッジ）するには、債券先物を売却することが多い。しかし、債券先物によるヘッジ手法には様々な手法があり、どの手法を採用するかにより、それによる損益（ヘッジ・エラー）は大きく異なる。さらに、ヘッジをしても、現物と先物という性質の異なるものを利用するため、価格変動リスクを完全に回避することはできない。

当レポートでは、主なヘッジ手法を採用してヘッジした場合の効果を、シミュレーションにより検証し、どのヘッジ手法が最も有効か、また、それを活用する際の留意点は何か、などを確認していく。

2. 主なヘッジ手法

債券先物には期間5年の中期国債先物取引と、期間10年の長期国債先物取引があるが、流動性などの観点から実質的には期間10年の長期国債先物取引しか利用できない（図表 - 1）。現物には期間3年・7年・10年など様々な年限があるにもかかわらず、先物には実質的に期間10年しかない。そのため、先物で様々な年限の現物をヘッジしようとした場合、売買金額を調整（ヘッジ比率を算出）する必要がある。ところが、このヘッジ比率の算出方法には、以下のように様々な手法がある。

図表 - 1 債券先物取引の制度概要

	中期国債先物取引	長期国債先物取引
対象銘柄	中期国債標準物 (3%、5年)	長期国債標準物 (6%、10年)
受渡適格銘柄	残存4年以上5年 3ヶ月未満の5年 利付国債	残存7年以上11年 未満の10年利付国 債
限月取引	3月、6月、9月、12月の3限月取引 (最長9ヶ月)	
受渡決済期日	各限月の20日(休業日の場合は繰下げ)	
取引最終日	受渡決済期日の7営業日前	
売買単位	額面1億円	
呼値の単位	額面100円につき1銭	
決済銘柄の受渡し	受渡しに供する国債の銘柄は売手の任意	
証拠金	約0.5% ^(注)	約1% ^(注)

直近1年間の売買高 <2005/9~2006/8>	0円	1,074兆円
------------------------------	----	---------

(注)直近の相場変動に応じ、定期的に見直し。含み損益分は別途、日々精算。

(1) 交換比率^(注1)(CF:コンバージョン・ファクター)を用いる方法

交換比率とは、先物の受渡決済期日が到来し先物と現物を交換する際、先物と現物の価格差を調整するための比率である。式で表すと、

$$\text{「先物価格} \times \text{交換比率} = \text{現物価格」}$$

となる。よって、先物価格が1変化した場合、現物価格は交換比率分変化することになる。つまり、現物に対し交換比率分の先物を保有すれば、現物をヘッジできることになる(ヘッジ比率=交換比率)

この方法は、現物と先物の価格水準の調整を行うが、残存期間などの調整は行わないため、実際に現物の受渡しが行われる最割安銘柄^(注2)(期間7年近辺の現物債券)に対してのみ有効である。残存期間の異なる、その他の年限の債券に対しては、金利変動リスクを負うことになる。

(2) デュレーション^(注3)を用いる方法

デュレーションとは、同一の金利変動幅に対して、各債券の価格がどれだけ変化するかを表す指標である。通常、残存期間の長い債券ほどデュレーションが長く、金利変動リスクが高い。

金利変動リスクをヘッジするためには、デュレーションを一致させればよい。

式で表すと、

$$\text{ヘッジ比率} = \frac{\text{現物のデュレーション}}{\text{先物のデュレーション}} \text{ (注4)}$$

となる。この方法は、どの年限の債券でも、金利変動幅が等しい限り、金利変動リスクをほぼ完全にヘッジできる。ただし、同一の金利変動幅に対する価格変動を想定しているため、金利変動幅が異なる(後の図表-5のように、イールドカーブの形状が変化する場合)場合には、価格変動リスクを負うことになる。

(3) 回帰分析^(注5)による方法

過去の現物と先物の価格変動の関係から、価格の連動性を算出し、過去の価格連動性を将来のヘッジ比率として採用する方法である。

この方法は、イールドカーブの形状が変化しても、将来も引き続き過去と同じように変化し続ければヘッジできるが、相場環境が急激に変化したときなどにはヘッジできない。また、回帰分析する期間により結果が大きく変わってくるため、分析の期間をどの程度に設定するかが問題となる。

3. 各ヘッジ手法の効果

各ヘッジ手法を検証するために、過去データを用いてシミュレーションを実施したが、その前提条件は次の通り設定した(図表-2)

図表-2 シミュレーションの前提

期間	2003/4~2006/8(約3年半)
運用形態	現物買い-先物売り
対象現物	残存3年・7年・10年の長期国債 ^(注1)
対象先物	長期国債先物の中心限月 ^(注2)
リバランス	各月末に先物ヘッジ比率を調整 限月交代時に現物・先物とも入替
売買単位	設定しない ^(注3)
取引コスト	なし ^(注3)
回帰分析	10日・20日・40日・60日の4期間を設定 過去データで存在しない期間がある場合、先物は前限月のものを、現物は期間を短縮
ヘッジ・エラー	現物価格変動損益+クーポン収入 -先物価格変動損益

(注1) 残存は先物受渡時の年限。ただし10年は長期国債で最も年限が長いものを採用。

(注2) 売買高の最も多い限月。通常、期間の最も短い限月が中心限月となり、先物が現物に交換される直前に、次の限月へ入替わる。

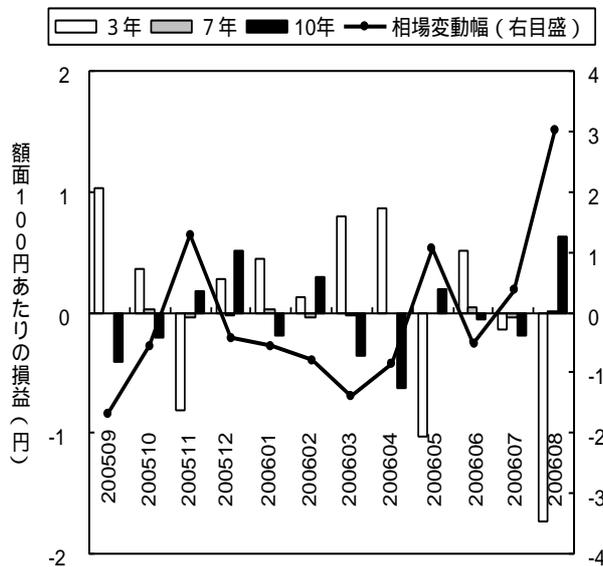
(注3) ヘッジ手法の効果をより精緻に計測するため。

(1) 交換比率を用いる方法

図表-3に交換比率を用いた直近1年間のヘッジ・エラーの推移を示す。7年債はほぼ完全にヘッジできているものの、3年債と10年債ではヘッジ・エラーが大きいことが分かる。また

相場上昇時には10年債の損益がプラスになり、相場下落時には10年債の損益がマイナスになっている（3年債はその逆）。これは現物の年限にかかわらず、先物を一定比率保有している（交換比率を用いる方法では、現物と先物の価格水準差しか調整できていない）ためであり、このことから、この手法では7年債以外の金利変動リスクをヘッジできていないことが確認できる。

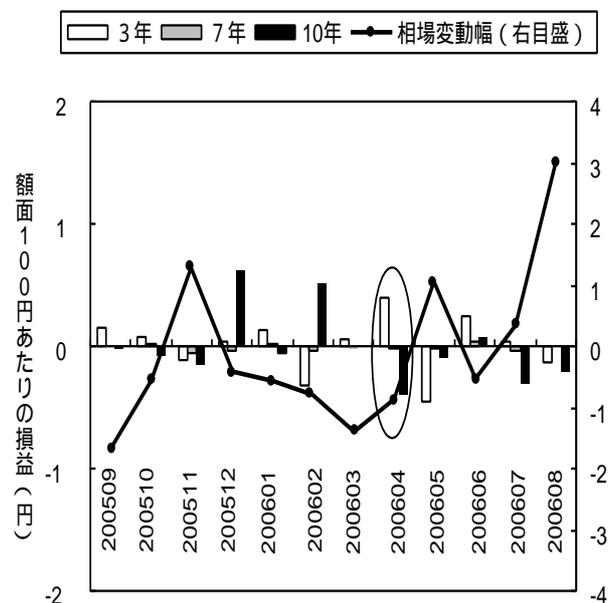
図表 - 3 ヘッジ・エラーの推移
＜交換比率を用いる方法＞



(注)相場変動幅は額面100円あたりの先物損益

縦軸に利回りを示したものを前月のそれと比較してみたが、短期金利がそれほど変化してないにもかかわらず、長期金利は大きく上昇している（イールドカーブのスティープ化）よって、7年債と比較すると、3年債は金利上昇幅が少なく（価格下落が少なく）ヘッジ・エラーはプラス、10年債は金利上昇幅が大きく（価格下落が大きく）ヘッジ・エラーはマイナスとなる。

図表 - 4 ヘッジ・エラーの推移
＜デュレーションを用いる方法＞



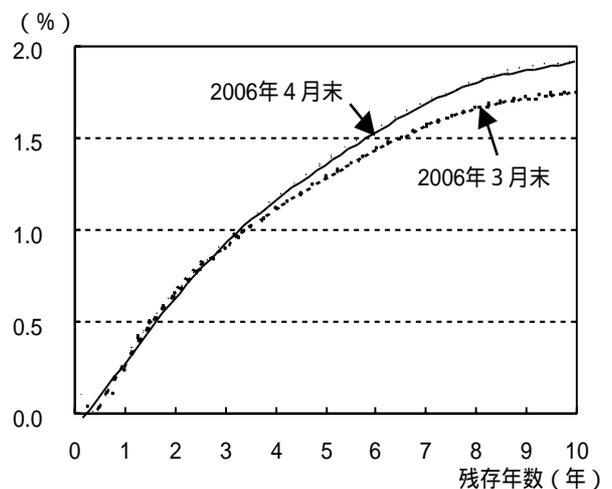
(注)相場変動幅は額面100円あたりの先物損益

(2) デュレーションを用いる方法

図表 - 4 はヘッジ比率をデュレーションを用いる方法で算出した場合のヘッジ・エラーの状況である。図表 - 3 に比べて、全般的にヘッジ・エラーが縮小している。デュレーションを一致させることにより、7年債以外についても金利変動リスクを回避できたためである。

しかし、依然として3年債と10年債はヘッジ・エラーが大きくなる月がある。例えば、2006年4月のヘッジ・エラーは、3年債がプラス、10年債がマイナスになっている。図表 - 5 で、この月のイールドカーブ（横軸に残存年数、

図表 - 5 イールドカーブの変化
＜長期国債利回り＞



このように、デュレーションを用いる方法は、イールドカーブが平行移動（残存年数毎の金利変動幅が同じ）する場合には問題ないが、イールドカーブの形状そのものが変化した場合は、7年債以外の債券に対して価格変動リスクを抱えることになる。

(3) 回帰分析による方法

図表 - 6 は、回帰分析を用いた場合のヘッジ・エラーの状況である。下段にトラッキング・エラー^(注6)とあるのは、ヘッジ・エラーの変動性を計測したもので、この数値が小さい程、ヘッジ・エラーのぶれが少なく、ヘッジが有効に機能していると考えられる。この手法によると、回帰分析した時期の相場環境により、ヘッジ・エラーやトラッキング・エラーが大きく異なることが分かる。例えば、2003年6月から8月は長期金利が急激に上昇した（図表 - 7）、これは過去の金利低下トレンドから大きく乖離した動きであった。そのため、この期間を含む

場合（全期間）と含まない場合（直近3年間）とでは、ヘッジ・エラーが大きく異なる。

残存年数別に比較してみると、回帰分析においても、7年債の連動性が最も優れていて、続いて3年債、10年債となる。債券先物は最終的に7年債で受け渡されるため、7年債との連動性が高くなっている。

回帰期間については、期間10日など短期間の回帰は一時的に大きな損失を被る可能性があり危険であることが分かる。相場環境が急激に変化した場合、短期間の回帰分析ではその変動を直ぐにヘッジ比率に反映させるため、ヘッジ比率自体の変動が大きくなり不安定になるためである。

一方、回帰期間が1年のように長すぎると、相場環境の変化を十分に反映できないこと、データの存在しない期間が発生すること、対象債券の残存期間が変化してくること（時間経過により残存期間が短くなりデュレーションも短くなる）などの理由から、あまり望ましくない。

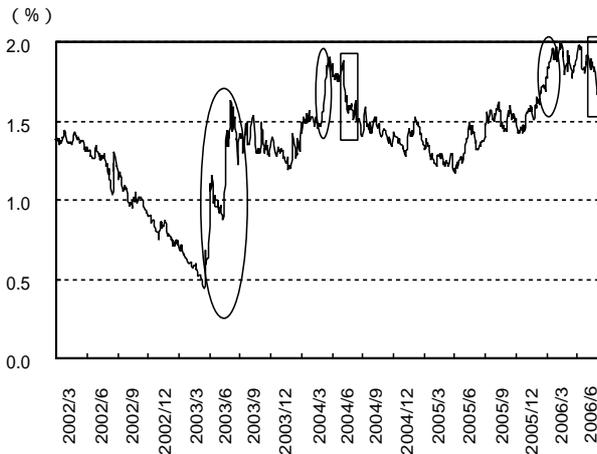
図表 - 6 ヘッジ・エラーの状況 <回帰分析による方法>（額面100円あたりの損益）

（単位：円）

残存年数 回帰期間	3年				7年				10年				相場 変動幅
	10日	20日	40日	60日	10日	20日	40日	60日	10日	20日	40日	60日	
2003年4月	0.13	0.12	0.11	0.11	0.02	-0.00	-0.00	0.00	0.42	0.34	0.34	0.34	0.54
2003年5月	-0.08	0.02	0.02	-0.00	0.00	-0.06	-0.02	-0.02	-0.18	-0.54	-0.50	-0.50	1.20
2003年6月	0.09	-0.13	-0.10	-0.09	-0.10	-0.21	-0.15	-0.05	-2.27	-0.24	-0.29	-0.29	-2.75
2003年7月	0.14	0.14	0.14	0.14	0.03	0.03	0.03	0.03	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	0.29
2003年8月	-0.33	-0.24	-0.21	-0.21	-0.18	-0.09	-0.07	-0.08	-1.03	0.15	0.14	0.15	-4.45
2003年9月	-0.21	-0.15	-0.11	-0.04	-0.06	-0.09	-0.09	-0.11	0.00	-0.18	-0.17	-0.16	0.91
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2006年6月	0.19	0.18	0.20	0.21	0.02	0.04	0.04	0.03	-0.01	0.05	0.05	0.05	-0.52
2006年7月	0.07	0.07	0.07	0.07	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.19	-0.21	-0.23	-0.23	0.35
2006年8月	0.06	0.07	0.07	0.08	0.03	0.03	0.06	0.04	0.03	0.38	0.48	0.36	2.98
全期間（2003年4月～2006年8月）													
ヘッジ・エラー計	0.17	0.27	0.13	0.27	-0.72	-0.90	-0.72	-0.72	-5.85	-3.38	-3.27	-3.33	2.64
トラッキング・エラー（%）	0.49	0.47	0.47	0.46	0.17	0.18	0.16	0.15	1.80	1.19	1.15	1.15	
直近3年間（2003年9月～2006年8月）													
ヘッジ・エラー計	0.22	0.35	0.17	0.33	-0.49	-0.56	-0.51	-0.60	-1.65	-1.95	-1.82	-1.89	7.81
トラッキング・エラー（%）	0.47	0.46	0.47	0.46	0.14	0.14	0.15	0.15	1.14	1.03	0.98	0.98	
直近1年間（2005年9月～2006年8月）													
ヘッジ・エラー計	-0.01	-0.05	-0.16	-0.18	-0.06	-0.02	-0.01	-0.06	-0.71	0.01	0.19	-0.16	-1.07
トラッキング・エラー（%）	0.70	0.72	0.72	0.71	0.10	0.11	0.12	0.11	1.19	1.09	1.11	1.10	

（注）相場変動幅は額面100円あたりの先物損益

図表 - 7 新発10年国債利回り（単利）



よって、回帰期間は適度の長さに設定する必要がある。今回シミュレーションを実施した20日から60日程度の期間であれば、概ね問題ないと考えられる。

また、シミュレーションの直近1年間は、日銀によるゼロ金利政策が解除され、短期金利の変動幅が大きかった。よって、3年債のヘッジ・エラーの変動性である、トラッキング・エラーも悪化している。

4. 各ヘッジ手法の比較

図表 - 8 はこれまでのヘッジ手法における、ヘッジ・エラーとトラッキング・エラーの状況を比較したものである。トラッキング・エラーの最も小さい手法が、現物と先物の連動性が高く、最も優れた手法であると判断される。一方でヘッジ・エラーがマイナスに大きく傾いているものは、損失を被っているということであり、たとえトラッキング・エラーが小さくても望ましい状態とはいえない。よって、トラッキング・エラーを原則としつつ、ヘッジ・エラーも参考にしながら、優れたヘッジ手法を判断しなければならない。

3年債については回帰分析による方法が、トラッキング・エラーは最も小さく、優れた手法であると判断される。ヘッジ・エラーも特に大きく悪化していない。7年債については交換比率による方法が、トラッキング・エラーが最も小さい。ヘッジ・エラーは大差ない。10年債は

図表 - 8 ヘッジ・エラーの状況 <各手法の比較> (額面100円あたりの損益)

(単位：円)

残存年数 ヘッジ手法	3年			7年		10年			相場 変動幅
	CF	Dur	回帰	CF	回帰	CF	Dur	回帰	
2003年6～8月	5.53	1.53	-0.23	-0.14	-0.27	-3.51	-1.19	-1.23	-6.91
2004年6月	1.53	0.53	0.07	0.01	-0.03	-0.76	-0.26	-0.72	-1.73
2004年8月	-2.10	-0.55	-0.02	-0.03	0.01	0.71	-0.05	0.57	2.80
2006年4月	0.85	0.39	0.31	-0.01	-0.02	-0.63	-0.39	-0.59	-0.86
2006年8月	-1.74	-0.14	0.07	0.01	0.03	0.62	-0.20	0.38	2.98
全期間 (2003年4月～2006年8月)									
ヘッジ・エラー計	-0.84	0.44	0.27	-0.71	-0.90	-3.21	-3.83	-3.38	2.64
トラッキング・エラー (%)	3.64	0.98	0.47	0.14	0.18	1.66	1.05	1.19	
直近3年間 (2003年9月～2006年8月)									
ヘッジ・エラー計	-5.02	-0.76	0.35	-0.56	-0.56	-0.30	-2.64	-1.95	7.81
トラッキング・エラー (%)	2.97	0.83	0.46	0.13	0.14	1.27	0.89	1.03	
直近1年間 (2005年9月～2006年8月)									
ヘッジ・エラー計	0.68	0.12	-0.05	-0.11	-0.02	-0.24	-0.03	0.01	-1.07
トラッキング・エラー (%)	2.92	0.81	0.72	0.09	0.11	1.33	1.03	1.09	

(注1) CF: 交換比率、Dur: デュレーション、回帰: 回帰分析

(注2) 回帰期間は20日

(注3) 残存年数7年のDurはCFと一致するため省略している

(注4) 相場変動幅は額面100円あたりの先物損益

デュレーションによる方法が、トラッキング・エラーが最も小さいが、ヘッジ・エラーのマイナス幅が大きいため、回帰分析による方法が望ましいと考えられる。

全般的に7年債のトラッキング・エラーが最も小さく、3年債、10年債と続く。よって、7年を超える長期債・超長期債をヘッジする際に、ヘッジ・エラーのリスクが高いことに注意しなければならない。

5. ヘッジ・エラーの要因

各手法のヘッジ・エラーは、概ねマイナスになっている。特に10年など長期債ほどマイナス幅が大きい。そこで、ヘッジ・エラーがマイナスとなる要因について検証していく。

(1) 回帰分析による方法

回帰分析による方法の中でも、10年債は、ヘッジ・エラーが大幅なマイナスになっている(図表-8)。回帰分析でヘッジ・エラーの起こる原因は、過去の相場と将来の相場が異なる動きをする場合であった。特に、過去の相場変動が小さかったのに、将来の相場変動が大きくなる場合である。逆の場合は、連動しなくても、相場の動き自体が小さいため問題ない。

将来の相場変動が大きくなるケースとして、金利上昇(価格下落)局面と金利低下(価格上昇)局面の2通りが考えられる。金利上昇局面になれば、10年債の方が7年債よりも金利上昇幅が大きくなる(最近のように短期金利がゼロ%近辺で動かない場合)。よって、ヘッジ・エラーはマイナスとなる。逆に、金利低下局面ではプラスとなる。

債券マーケットを見てみると、金利は上昇局面で急激に動き、低下局面はゆっくりと動くこ

とが多い。図表-7の印は金利が急激に上昇したため、ヘッジ・エラーがマイナスとなった局面、印は金利が急低下したため、ヘッジ・エラーがプラスとなった局面である。

このように、債券は金利上昇局面の方が、変動が大きくなる特性があることから、7年債より長い長期債を回帰分析による方法でヘッジしようとした場合、ヘッジ・エラーがマイナスになる局面が多いことが分かる。逆に、7年債より短い3年債などは、ヘッジ・エラーがプラスになることが多い(図表-8)。

(2) ベーシスの影響

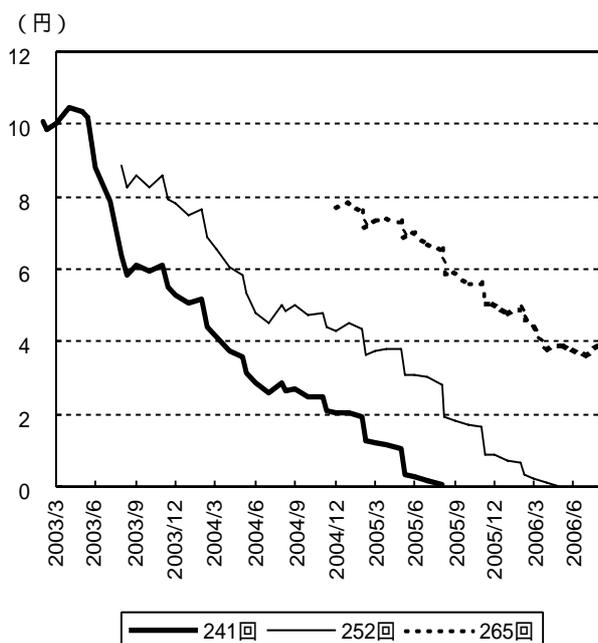
ベーススとは、現物債券の価格と、先物価格から換算して求められた現物決済価格との差であり、通常これはプラスに推移する。つまり現物債券の先物に対する割高具合を示していると考えられる。

図表-9に主な国債のベースス推移を示す。各債券とも限月交代を委ねるごとに、ベーススは大幅なプラスから縮小していき、先物と現物が交換される受渡決済期日にほぼゼロとなっている。

このように現物債券が割高に推移していて、それが解消されていく要因の一つとして、債券貸借取引による貸借料が考えられる。現物債券を保有していれば、その債券を貸すことにより貸借料を受け取ることができるため、債券先物を保有(買う)するよりも有利である。

現物が有利な分は価格に反映されるため、現物は先物に対して高い値段がつく。しかし、先物と現物が交換される受渡決済期日には現物も先物も等価となるため、受渡決済期日に向けて、現物の値段は徐々に修正されて(安くなって)いく。逆に言うと、先物は現物に対して上昇していく。

図表 - 9 主な国債のベースス推移



つまり、「現物債券買い - 債券先物売り」^(注7)のポジションを持っていると、現物が先物に対して安くなっていくため、その差額であるヘッジ・エラーはマイナスに寄与することになる。

(3) 短期金利の影響

「現物債券買い - 債券先物売り」のポジションをつくるためには、現金を調達する必要があるため、通常はこのポジションで短期金利分の収益を得られるはずである。今回シミュレーションを実施した期間は、ほとんど短期金利がゼロ%であったため、この分がプラスにならない。しかし、ゼロ金利政策が解除された期間を含む直近1年間のヘッジ・エラーがプラス傾向にあることが分かる(図表 - 8)。

6. おわりに

以上の通り、債券先物を利用して債券の価格変動リスクを最も有効にヘッジする手段は、回帰分析による方法であると考えられる。しかし、7年債に限っては先物との連動性が非常に高い

ため、交換比率を用いる方法がより有効であると考えられる。

回帰分析による方法を利用する際に、留意しなければならない点は、相場環境が急激に変化するような局面では機能しないことであった。また、分析に利用する過去データの期間を適度に設定する必要があった。

一方で、どのように精緻なヘッジをしたとしても、完全にリスクを排除することは不可能であった。ヘッジ・エラーによる損失額は、時として非常に大きな金額になる可能性を含んでいる。よって、ヘッジをする目的・相場環境などを考慮し、適切なヘッジを実施していく努力が必要となる。

(注1) 先物の受渡決済期日が到来し現物と交換される際、先物はクーポン6%、期間10年と固定されているのに対し、現物は様々なクーポン・年限があるため通常、価格は異なる。この価格を調整するための比率が交換比率と呼ばれ、次の式で算出される。

$$\text{交換比率} = \frac{C / 0.06 \times ((1 + 0.06 / 2)^N - 1) + 100}{(1 + 0.06 / 2)^{n/6} \times 100} - C \times (6 - d) / 1,200$$

C : 受渡適格銘柄のクーポン (%)
 N : 受渡決済以降の利払回数
 n : 受渡決済期日の残存期間 (月)
 d : 次回利払日までの月数

この式は、受渡決済期日の現物債券を、利回り6%で割引いた時の価格である。

(注2) 受渡決済期日に先物の売手が現物を受渡する際、残存7年以上11年未満の10年利付国債の中から銘柄の選択が可能である。この銘柄選択権は売手にあるため、受渡時点において最も割安と考えられる銘柄が選択されることになる。現在のように現物金利が先物標準物金利である6%を大きく下回る環境では、最も短い残存7年の債券が最割安銘柄になる。

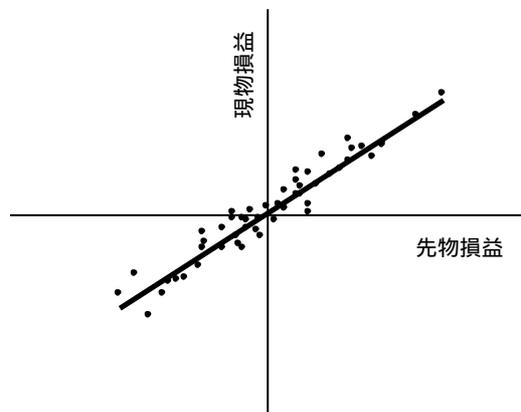
(注3) デュレーションには、主に次の概念がある。

マコーレーのデュレーション
 = キャッシュ・フローの現在価値 × 期間 / 価格
 修正デュレーション
 = マコーレーのデュレーション / (1 + 利回り)
 金額デュレーション
 = 修正デュレーション × 利含み単価

ここでは、金額デュレーションを採用している。

(注4) 「先物のデュレーション」は「最割安銘柄のデュレーション / 交換比率」と置き換えることができる。

(注5) 回帰分析とは、2つのデータの相関関係を見出す手法である。下図のように、現物と先物の損益について過去データを取り、データと直線の離れぐあいが最も小さくなるような直線を引くと、この直線の傾きが現物と先物の相関係数となり、ヘッジ比率として利用できる。



(注6) トラッキング・エラーとは、2つの運用形態の収益率の差の標準偏差である。ここでは、現物の収益率と先物の収益率の差、つまりヘッジ・エラーの標準偏差であり、年率換算している。

(注7) 「現物債券売り - 債券先物買い」といった逆のポジションを持たばヘッジ・エラーはプラスになるはずである。しかし、この場合は、売却するための現物債券をどこから借りてくる必要がある。よって、債券貸借取引による貸借料を支払わなければならないため、結局、ヘッジ・エラーはプラスにならない。