

本邦国債市場における市場参加者 行動と価格決定メカニズム

- 1998年末から1999年中の市場の動きを
理解するために -

しげみようすけ かとうそうたろう そえじまゆたか しみずときこ
重見庸典 / 加藤壮太郎 / 副島 豊 / 清水季子

要 旨

国債市場における市場流動性・効率性の向上は、円金利体系のベンチマーク・イールドとなる国債利回りが市場実勢を反映し歪みなく決定されていく上で、また、金融政策遂行上の観点からも重要な課題である。しかし、わが国国債市場は、マーケット・ストラクチャーの側面あるいは市場参加者行動等の側面からさまざまな問題点が指摘されており、ストレスに対して脆弱な市場体質となっている。特に1998年末以降1999年夏にかけて、レポ市場を中心に国債市場における広範な流動性低下が観察された。

本稿では、最近の本邦国債市場において顕現化した種々の現象が価格形成メカニズムに及ぼした影響を、マーケット・メイク機能の低下（プライシングの困難化および収益面への影響等）という側面から、定量的に分析した。その結果、市場が不安定化した時期に、現物・先物市場間および現物銘柄間の裁定関係が悪化した、従来のプライシング手法が有効でなくなった、収益率がリスク比大幅に低下した、といった事実が観察された。

キーワード：国債先物、レポ、ベースス、インプライド・レポ・レート、
デリバリー・オプション、現物プライシング・モデル、銘柄特性、
スプライン、CTD交替、限月スキップ、ヘッジ機能低下

筆者らは日本銀行金融市場局に所属する。本稿は、金融市場局ワーキングペーパー（重見・加藤・副島・清水 [2000]）の一部に修正を加えたものである。市中金融機関の債券関係者の方々には、アンケートや面談、ワーキングペーパーへのコメントなど、種々のご協力を頂いた。なお、本稿で示されている内容および意見は筆者ら個人に属し、日本銀行の公式見解を示すものではない。

重見庸典 日本銀行金融市場局金融市場課 (yousuke.shigemi@boj.or.jp)
加藤壮太郎 日本銀行金融市場局金融市場課 (soutarou.katou@boj.or.jp)
副島 豊 日本銀行金融市場局金融市場課 (yutaka.soejima@boj.or.jp)
清水季子 日本銀行金融市場局金融市場課 (tokiko.shimizu@boj.or.jp)

1. はじめに

国債市場における市場流動性・効率性の向上は、円金利体系のベンチマークとなる国債利回りが、市場実勢を適切に反映し、歪みなく決定されるために、極めて重要な課題である。また、効率的な国債市場の存在は、金融政策遂行上の観点からも、市場参加者の金利観を適切に反映した信頼できる金利情報を得るため、

国債関連オペレーションを通じた円滑な金融調節を遂行するために、必要である。こうした認識は、BISグローバル金融システム委員会 [1999] が「最近の金融危機の経験を踏まえ、流動性の高い金融市場、特に国債市場が、頑健で効率的な金融システムの維持のために必要であるというコンセンサスが得られつつある」と指摘しているように、G10各国およびアジア諸国にも共通のものとなっている。

国際的な資本移動や市場参加者の期待が変化するスピード、マグニチュードの増大にかんがみれば、ストレス発生時においても、流動性が枯渇することなく価格発見機能が維持されるという「ストレス耐性」を高めておくことが、今後、一層求められるようになる。本稿は、特にストレス発生時に実際に市場における価格形成がどのように歪められたかを定量的に分析することにより、ストレス下においても安定的に価格形成が行なわれる市場環境を整備するために、考慮すべき点を浮き彫りにすることを目的としている。1998年末以降観察された一連の市場の混乱は、マーケット・メーカーによる市場流動性提供メカニズムが働かなくなった結果、市場全体の流動性低下という形でストレスが増幅された可能性がある。したがって、本稿では、ストレス下で生じた価格形成メカニズムの歪みを、ヘッジ効率の低下、在庫リスクの上昇といったマーケット・メイク業務に伴うコストの増大として定量的に分析する。

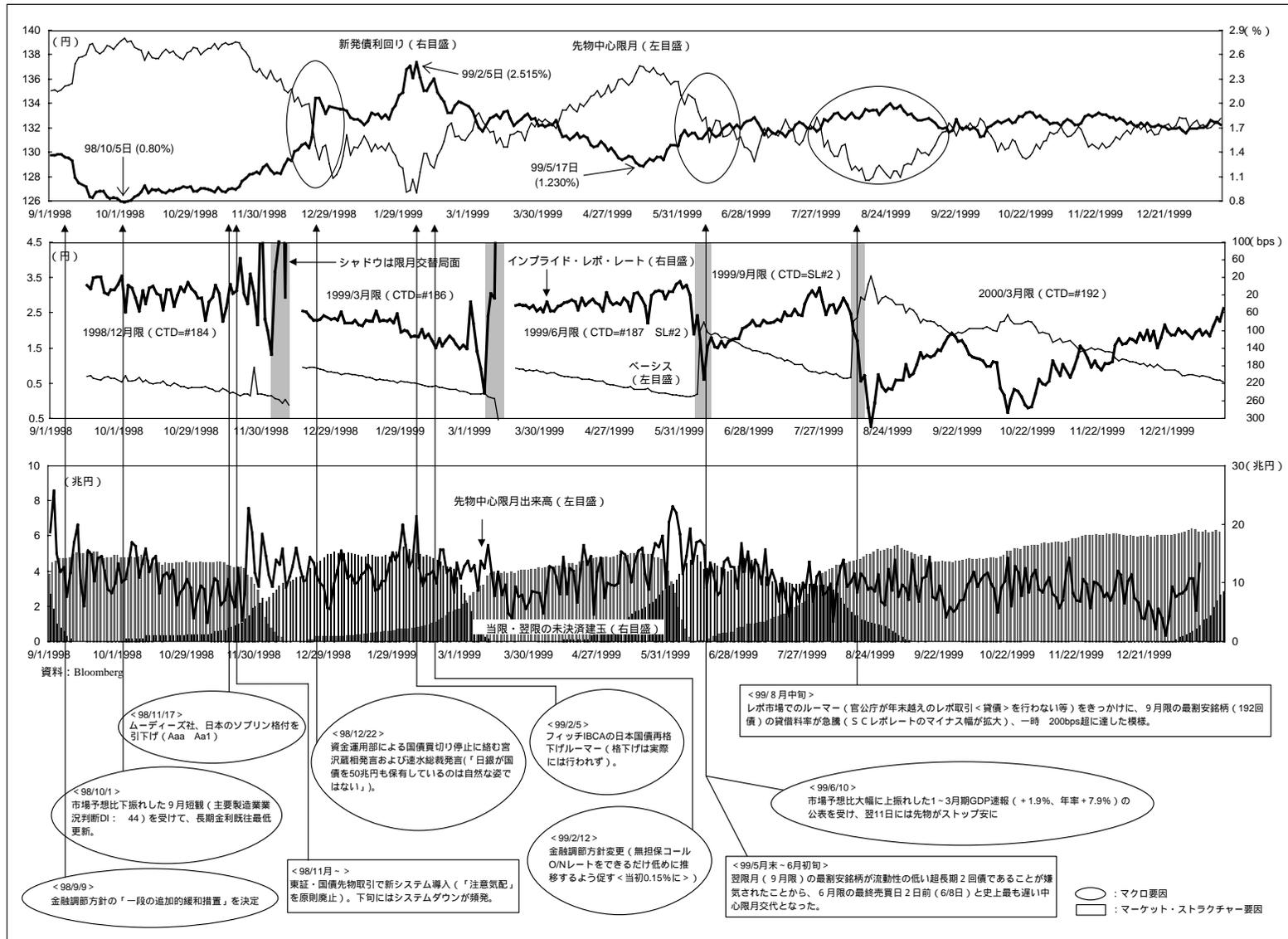
本稿の構成は以下のとおりである。まず、2章で1998年秋以降の市場動向を概観する。3章では、この間の価格形成メカニズムの変化を、先物市場のヘッジ機能の低下、日次収益率のボラティリティの拡大、現物・先物・スワップ市場間の裁定関係の悪化、現物市場内での裁定関係の悪化といった点から定量的に分析する。最後に、4章で若干のインプリケーションをまとめる。なお、補論では債券先物に関する若干の基礎知識を紹介するとともに、市場の混乱の1つの要因となった最割安銘柄の交替リスクについて触れる。

2. 1998年秋～99年末の国債市場の動向

本章では、1998年秋以降の国債市場動向を時間の流れに沿って概観する¹。図表1は、この間の動向を鳥瞰したものである。

1 詳細は、重見・加藤・副島・清水 [2000] を参照。

図表1 1998年秋から1999年末にかけての主な国債関連指標の推移と主な出来事



本邦国債市場における市場参加者行動と価格決定メカニズム

(1) 国際金融市場の混乱と資金運用部ショック (1998年秋～98年末)

国際金融市場では、1998年夏から秋にかけてロシア危機²およびLTCMの事実上の破綻が発生した。こうした混乱の影響から、主要な市場参加者はリスク・エクスポージャーを縮小する傾向を強めた。この結果、市場では裁定機会が放置されやすい状況となり、ボラティリティの上昇や流動性の低下等の現象が広く観察された。

本邦国債市場においても、1998年末にかけて不安定な動きが観察された。国債増発に伴う需給悪化懸念に市場が過敏に反応する地合いが続く中で、相場は総じて軟調裡に推移していた。特に年末には、国債増発に関するルーマー等もあって投資家からの売り圧力が強まる中で、「資金運用部による国債買切り停止」に係る要人発言³等をきっかけに、先物相場が1988年8月10日以来、約10年4カ月振りのストップ安となるなど、波乱含みの展開となった。

(2) 先物限月交替に伴う混乱 (1999年6月)

イ. 史上最も遅い限月交替タイミング

通常、先物の中心限月が交替する時には、売り建てていた当限月を買い戻すと同時に、翌限月を売り建てる、いわゆる「ショート・ロール」が進むことから、当限月の建玉は減少し、翌限月の建玉が積み上がるパターンを辿る。しかしながら、99年6月限から9月限への交替に際しては、6月限最終売買日(1999年6月10日)の8営業日前の時点でいぜん建玉が10兆円を越す高水準にあり、減少ペースが緩慢であった(図表2)。99年6月限の建玉の減少が進捗しない中、先物中心限月の9月限への交替⁴は、6月限最終売買日の2営業日前(1999年6月8日)と史上最も遅いタイミングとなった。

99年6月限の建玉が高水準にとどまった背景として、9月限の「最割安銘柄」に関する懸念を指摘する声が強い。先物を売り建てた場合、反対売買によりショート・ポジションを閉じるか、予め定められた受渡銘柄の中からいずれかの現物債を引き渡すことで取引が終了する。通常、受渡適格銘柄の中で最も割安なものが交換対象となるため、これが最割安銘柄(CTD: cheapest to deliver)となる。最割安銘柄は現物と先物価格の間で裁定が働く重要なポイントとなる(詳細は補論参照)。99年6月限の建玉が高水準にとどまった背景には、もともと発行額が少なく、市場流動性が低い超長期2回債⁵が翌9月限の最割安銘柄となることが見込まれていたことがある。9月限でのポジション造成を躊躇する投資家が多かったことが、ロール・オー

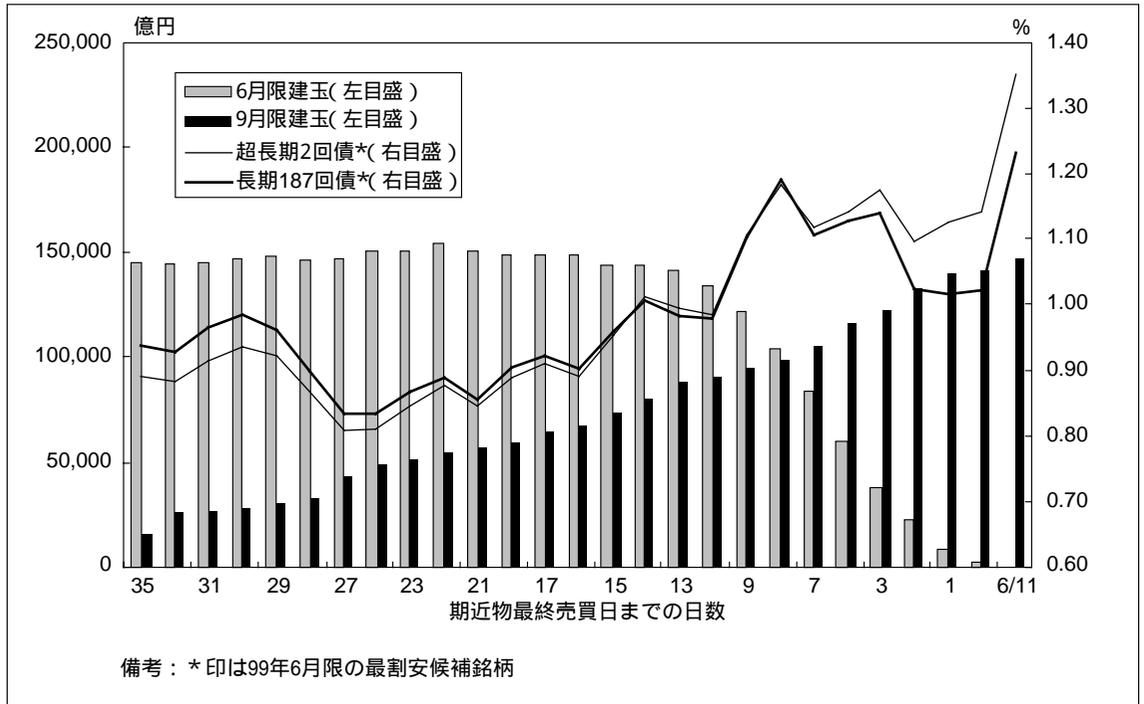
2 ロシアが事実上のルール切下げおよび民間の短期対外債務の支払凍結を宣言(1998年8月)。

3 宮沢蔵相の「資金運用部の国債買切り中止は、大したことではない」(1998年12月21日)や速水日銀総裁の「日銀が国債を50兆円も保有しているのは自然な姿ではない」(同日)等の報道。

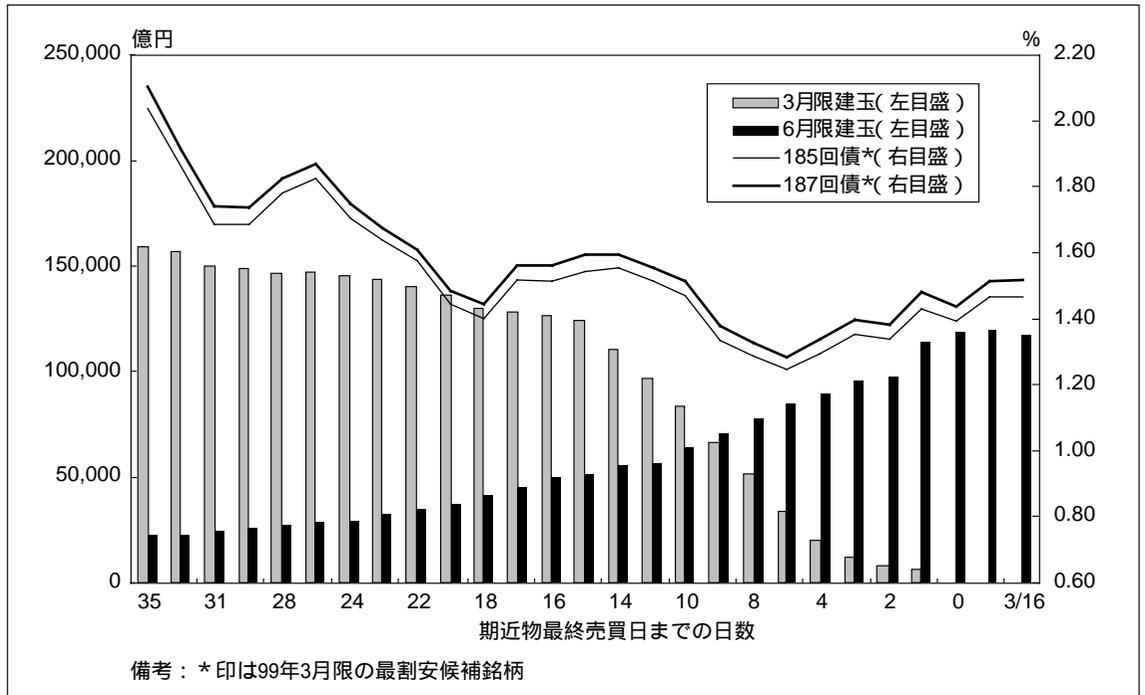
4 限月交替日は、翌限月の日中取引高が現限月を初めて上回った日を指す。一般に、建玉残高の逆転は限月交替より先に起こる。

5 残存7年程度の長期国債の銘柄ごとの市中発行額は約1～3兆円であるのに対し、超長期債の銘柄ごとの市中発行額は4～5兆円に過ぎない。

図表2 99年9月限への限月交替局面での先物建玉推移



(参考) 99年6月限への限月交替局面での先物建玉推移



バーが遅れた最大の要因とされている⁶。

ロ．限月交替直前の最割安銘柄の交替

99年6月限の最割安銘柄は当初187回債であったが、超長期2回債が割安化する一方、187回債が急速に割高化したため、限月交替直前のタイミング（1999年6月8日）で最割安銘柄が入れ替わる（187回債 超長期2回債）異例の事態となった。

一般に、先物の建玉は最割安銘柄の流通高を遥かに上回っている（187回債の市中発行額約3兆円に対し、先物15兆円前後の高水準で推移）。また、先物の価格は最割安銘柄の価格とリンクしているため、先物の売り手が最割安銘柄以外の現物を引き渡すと損失をこうむる場合が多い⁷。したがって、先物を売り建てている先には、現渡し（最終的に現物債を引き渡して先物取引を決済すること）ができないリスクが存在する⁸。最終的に最割安銘柄の手当てができなかった場合、わが国では「フェイル」（当初合意した決済日に証券が受け渡されない状態）を許容する（解除権を行使しない）慣行が導入されていないため、割高になっても最割安銘柄を手当てする必要がある⁹。99年6月限から9月限への交替期には、こうした事情から187回債の価格が上昇する一方、超長期2回債の割安化¹⁰があったため、限月交替直前で最割安銘柄が超長期2回債へ入れ替わった。

現物・先物・レボ市場の裁定取引や先物による現物のヘッジにおいては、最割安銘柄が重要な役割を果たしている（補論参照）ため、最割安銘柄の突然の交替は各市場に大きな混乱をもたらした。例えば、187回債は、その流動性の高さを前提に、現物の空売りと先物の買建てを組み合わせる裁定取引（ショート・ベース）ポジションが造成されていたといわれている。187回債の価格上昇により、ベース（現物と先物の価格差）が急激に拡大したため、ベースの縮小を見込んでレボを活用したショート・ベース・ポジションを組んでいた先は、損失の拡大に直面することになった。この結果、これらの先が先物のポジションをクローズする（先物の売戻し）ことによるロスカットを行ったため、先物の割安化、すなわちベースがさらに拡大する状況となった。また、99年6月限の最割安銘柄となった超長期

6 こうした懸念が交錯する中で、一部筋が99年6月限の最割安銘柄であった187回債に買戻し圧力をかける（価格を上昇させる）ため、6月限を両建てで取引することにより意図的に表面上の建玉を膨らませた可能性を指摘する声も聞かれた。

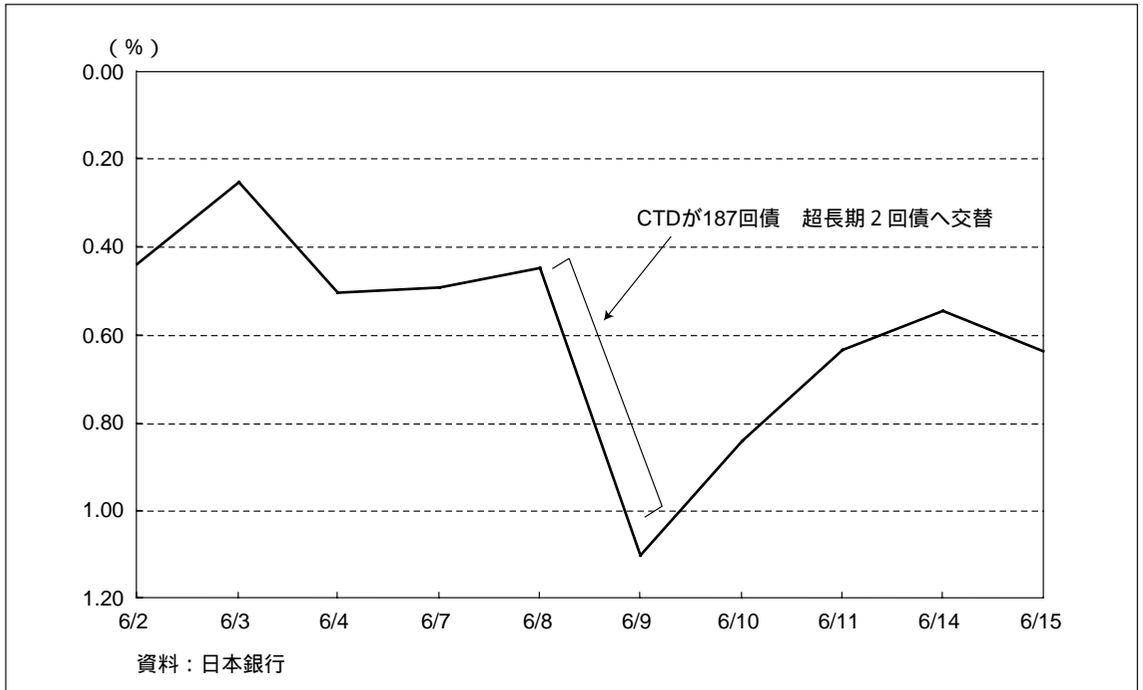
7 2番目に割安な銘柄（セカンド・チーベスト）が最割安銘柄とほとんど無差別、すなわちベースがほとんど等しい場合には、セカンド・チーベストを現渡ししても損失は発生しない。

8 99年6月限建玉が反対売買により相殺されず、最終売日まで高水準で推移した結果、相当量の先物を最割安銘柄の現渡しで決済しなければならない可能性が高まった。

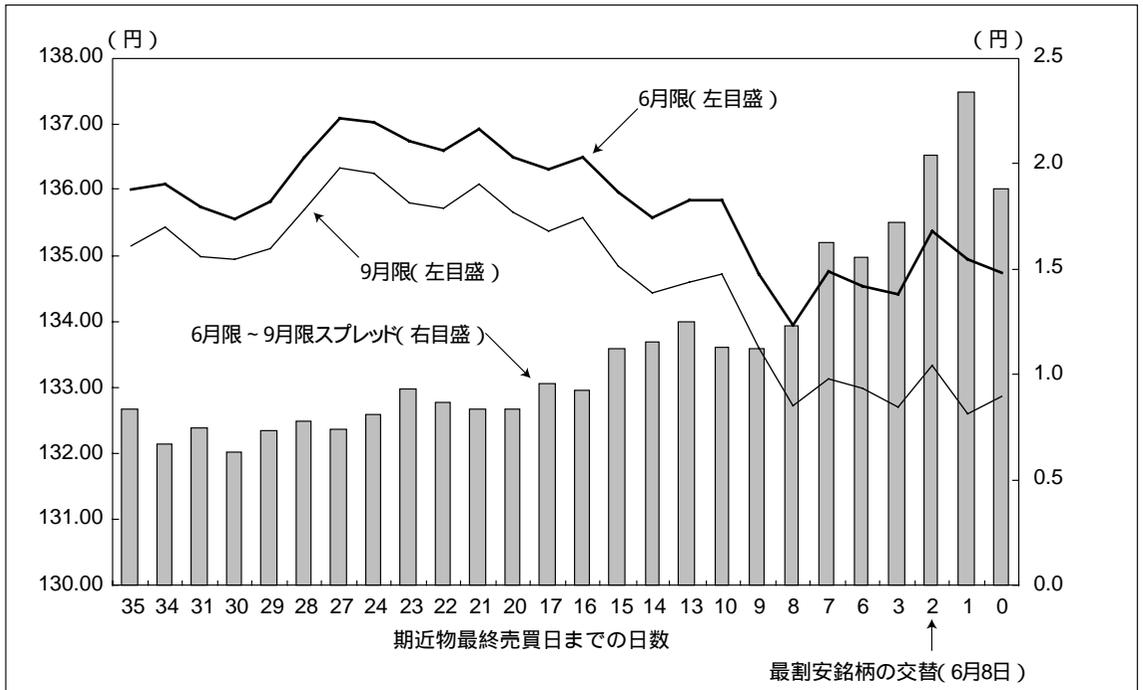
9 上限はセカンド・チーベストとの相対的な関係に依存する。最割安銘柄の価格が上昇しセカンド・チーベストと無差別になると、最割安銘柄への価格上昇圧力は和らぐ。

10 東証における長国先物の受渡適格銘柄から、超長期国債を除外する措置が採られた（1999年3月16日決定、2000年3月限から適用）ことに加え、本行国債買入れオペ（1999年6月4日オファー分以降）の対象銘柄から超長期2回債が除外されたことが超長期2回債の割安化を加速した、との指摘も聞かれた。

図表3 超長期2回債のSCレボ・レート



図表4 99年6月限と9月限との限月間スプレッドの推移



2回債については、レポ市場で借入ニーズが強まり、貸借料率が急上昇した結果、レポ・レートのマイナス幅¹¹が1%を超える水準まで急速に拡大した(図表3)。この間、99年6月限と99年9月限との価格差である「限月間スプレッド」も急速に拡大した(図表4)。

(3)「Y2K問題」をきっかけとするレポ市場の混乱(1999年8月)

イ. 99年9月限から2000年3月限への限月交替(12月限をスキップ)

1999年8月、国債市場では、先物中心限月が99年9月限から12月限をスキップして、2000年3月限に移行するという異例の限月交替が発生した。99年9月限および12月限については、市場流動性の低い超長期債が最割安銘柄であった¹²ことが忌避され、ヘッジ手段としての機能低下、流動性の問題が指摘されていた。一方、2000年3月限以降は、超長期債が受渡適格銘柄から除外されているため、先物中心限月は、1999年8月9日という早い段階で、かつ99年12月限をスキップするという前例のない形で、それまでの99年9月限から2000年3月限にシフトした。

しかしながら、限月交替後も、2000年3月限は、以下で示すような問題を背景に不安定な価格変動が続き、ベースス(現物と先物の価格差)も不安定化した。先物の価格形成が不安定化した背景として、レポ市場の未成熟、Y2K問題の影響、および直近限月が存在しない状況のもとで2限月先取引をプライシングすることの困難さが指摘できる。ベーススすなわち現物と先物の間の関係を決めるには、裁定関係にあるレポ・レートが重要な指標となる。しかしながら、現在わが国の国債レポ市場は短期取引が中心であるため、1999年8月から2000年3月までの7ヵ月という長いタームのレポは成立し難い。さらに、2000年3月までのタームは、途中で年末をまたぐため、いわゆるY2K問題という不確定要素を内包していたことも市場参加者の期待の不安定化を増幅させる要因となった。

以下では、直前の3限月分のベースス推移と2000年3月限のベースス推移を比較することで、99年12月限のスキップが先物価格形成にもたらした影響を検証する(図表5)。わが国において先物市場は現物市場の相場観を形成する上で重要な役割を果たしており、先物と強くリンクして変動する最割安銘柄は両市場をつなぐ重要な接点である。特に、先物価格と最割安銘柄との価格差(最割安銘柄のネット・ベースス¹³)は、現物・先物間の割安・割高感やコンバージョン・ファクター(以下CF)による

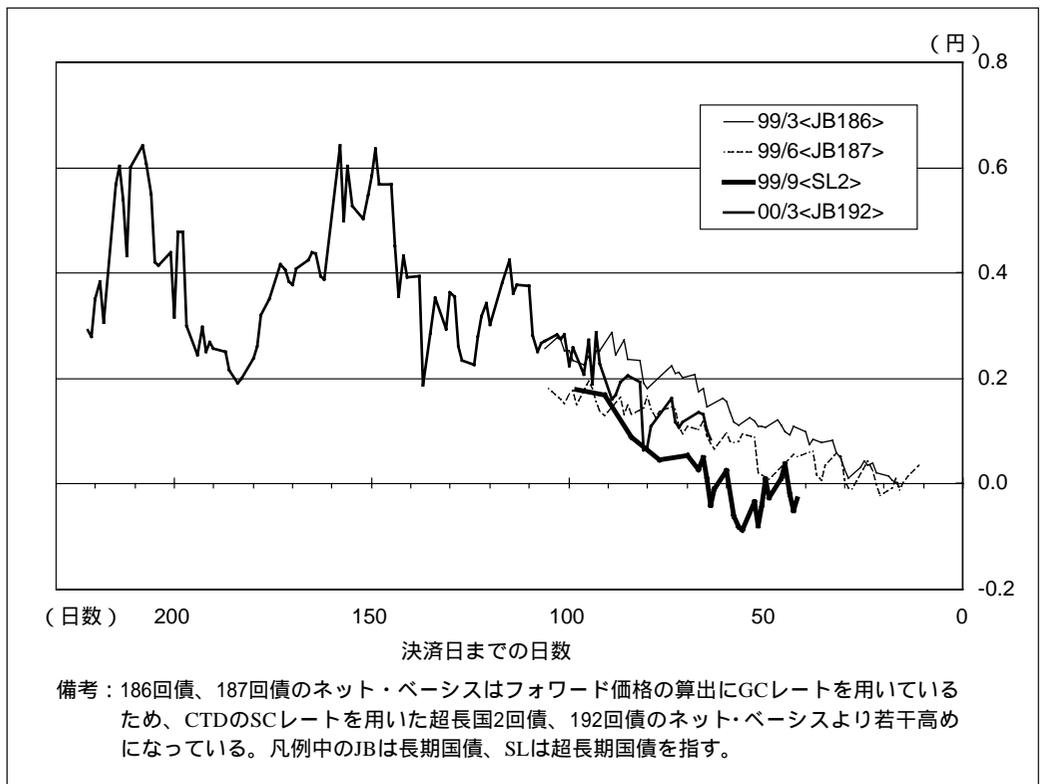
11 レポ市場におけるSC(special collateral)取引とは、銘柄を特定しないGC(general collateral)取引に対し、特定銘柄(現物)の貸借を行う取引。SCレポ・レートは、次式により導かれる。[SCレポ・レート] = [担保金利率] - [当該銘柄の貸借料率]。当該銘柄の借入ニーズの強まりから、貸借料率が急騰すると、[担保金利率] < [当該銘柄の貸借料率]となり、SCレポ・レートは負の値(マイナス・レート)となる。

12 元来、受渡適格銘柄に市場流動性が乏しい超長期債が含まれる扱いとなっており、先物9月限および12月限については、超長期2回債が最割安銘柄となる見込みであった。このため、市場では「決済時の現引き・現渡しに懸念があるなど、ヘッジ手段としては使い勝手がよくない」とされていた。

13 「最割安銘柄の先渡価格 - 先物価格 × 最割安銘柄のコンバージョン・ファクター」。

ヘッジの効率性、レポ市場との裁定機会などをみる上で重要な指標となる。最割安銘柄のネット・ベーススは、先物の決済期日にはゼロに収束する、すなわち先渡価格（決済期日には現物価格と一致）と受渡代金（最終清算価格×最割安銘柄のCF¹⁴）が等しくなる。現在の市場環境のもとでは、ネット・ベーススは正の値をとり、時間経過とともにゼロに向かうが、2000年3月限の場合、決済期日までが長期化したため、ネット・ベーススは通常よりも高い水準からスタートした。中心限月の決済日までが6カ月を超える事態は経験したことがなく、最割安銘柄の水準感を与えるレポ・レートも存在しないため、ネット・ベーススの変動は非常にボラタイルなものとなった。

図表5 4限月分のCTDネット・ベースス推移



ロ．Y2K問題を背景とするレポ市場の流動性に関する懸念の強まり

1999年8月12日、「官公庁系投資家が年末越えのレポ取引（貸し債）を実施しない」とのルーマーをきっかけに、最割安銘柄をはじめ、現物債全般にレポ・レートが急激に低下（貸借料率が上昇）、一時 200bps 超にまでマイナス幅が拡大した。それまで市場参加者の多くは、生損保・官公庁系等の大口機関投資家によるレポ（貸し

14 厳密には、先物を購入していた期間分の経過利子が加わる。

債)の実行が通常どおり実行されることを前提に、現物のショート・ポジションを造成していた。ところが、ルーマーをきっかけに、「他の官公庁系も年末年始の貸し債を実施しないのではないか」との思惑が市場全体に広がった。2000年3月限にスキップした債券先物の流動性に関して市場が神経質になっていたところへ、このルーマーが流れ、現物およびレポ市場全般の流動性についても市場の不安心理をおおる形となった。

八．先物・現物・レポ市場の関係の不安定化

先物およびレポ市場が不安定化する中、日次ベースで収益管理を行っている多くの業者のロスカット¹⁵を巻き込みながら、国債現物市場における流動性も低下していった。背後で働いていたメカニズムとしては、まず、現物と先物を組み合わせた裁定取引(ショート・ベースス<現物売・先物買>)を行っていたディーラーが、ベーススの急拡大を受けてポジションの損切り(現物買・先物売)を行ったことが指摘できる。この結果、ベーススは一段と拡大し、現物・先物価格から算出されるインプライド・レポ・レート¹⁶のマイナス幅が拡大(貸借料率の急騰)、現物価格の急騰、といった連鎖的な反応が一気に顕現化した¹⁷。また、レポで現物債の長期貸出を行っていた一部レポ・ディーラーも、レポ・レートの急低下(現物の相対的な割高化、先物の割安化)による損失の拡大から、ロスカット・ルールに抵触する事態に直面した。これを受けて、既存のレポ・ポジションの急速な巻戻しを行ったことが、一段のレポ・レート低下を助長する結果となった。

この間、機関投資家を中心に、金利上昇リスクをヘッジするために先物を大量に売り建てる動きが広がり、最割安銘柄はイールド・カーブ上割安な状態に位置するようになった。これを眺めた都銀ポートや生損保、官公庁系等の一部投資家は、資金運用難や担保ニーズを満たす対象として、「他の銘柄に比べて流動性が高く、いざという時に売り抜きやすい」などの理由から、カレント・ゾーン(最新発債)に加えて2000年3月限の最割安銘柄である192、193回債を買い進めた。こうした買い注文を受けた業者には、最割安銘柄のショート・ポジションが積み上がることとなったが、投資家から最割安銘柄の売り物が出なかったことから、ベーススが急拡大(現物割高化、先物割安化)し、現物ディーラーのロスカットも発生した。この間のディーラーの行動(現物売・先物買ポジションの積上がり)は、市場機能に対する過信によって助長された面も指摘できる。すなわち、当初、192回債(発行額1.3兆円)および193回債(同3.0兆円)は、発行額からみても流動性の面で特段問題があるとは考え難かったほか、先物中心限月の2000年3月限移行後は、期間の長

15 債券の売買において、ある部門(あるいはディーラー)の損失が事前に社内等で定められた金額に達すると、それ以上の損失の累積を回避するため、リスクにさらされた売買ポジションをほぼ自動的に手仕舞うこと。

16 インプライド・レポ・レートについては、補論3章(2)を参照。

17 当初は、2000年3月限の最割安銘柄である192、193回債を中心に現物価格の急騰およびSCレポ・レートの急低下がみられたが、次第にカレント・ゾーンにまでSCレポ・レートの低下は波及していった。

期化（7カ月先）による悪影響よりも、受渡適格銘柄から超長期債がはずれることにより流動性およびヘッジ機能が回復する好影響の方が大きいと予想されていた。

一方、ごく一部のレポ・ディーラーでは、上述のような機関投資家による特定ゾーンの現物買入ニーズを映じた現物の割高化と先物の割安化によるベース拡大を眺め、特に最割安銘柄銘柄（192、193回債）のインプライド・レポ・レートと実際に市場で成立しているレポ・レートの間を裁定を狙った動きもみられたが、同裁定によっては市場の沈静化（ベースの縮小等）には至らなかった。

3. 価格形成メカニズムの変化

(1) 先物市場のヘッジ機能の低下

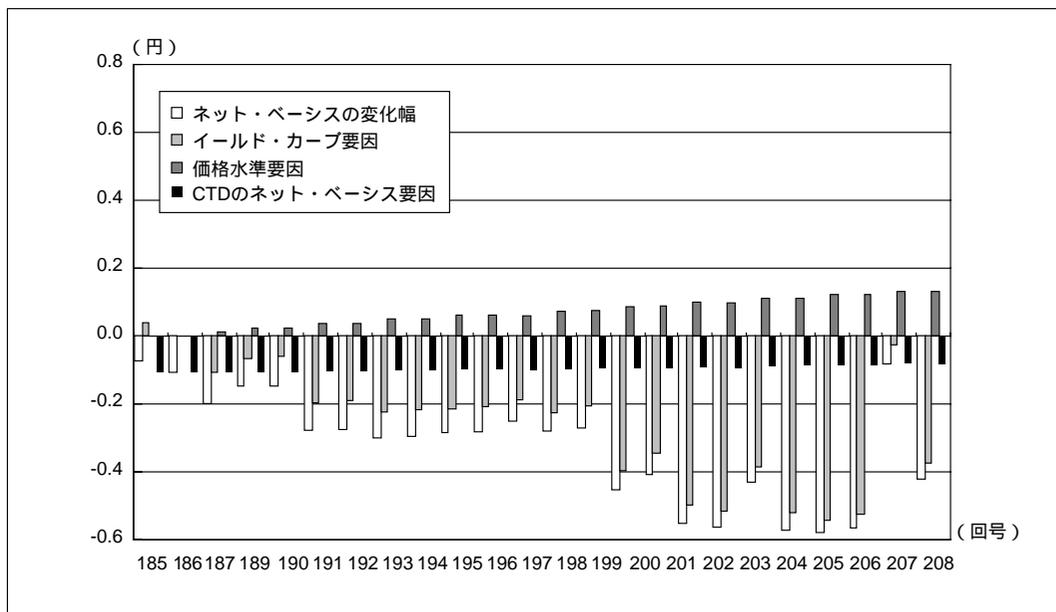
1998年以降、市場流動性が低下した背景には、業者による流動性提供能力の低下があった。LTCM危機等をきっかけに外資系業者やヘッジファンド等、裁定業者の退出傾向が強まったことは、裁定行動をとる市場参加者の裾野が広がっていないといった市場の構造的問題を再び浮き彫りにした。さらに、Y2K問題等をきっかけに市場の期待が不安定化したことにより、現物市場の歪みや先物偏重の価格形成、レポ市場の未成熟といった構造問題が増幅され、ヘッジ・コストや在庫リスクが上昇（すなわちマーケット・メイク業務に伴うコストが上昇）し、一層市場流動性が低下するという悪循環が展開していった。

市場では、「特に、超長期債が受渡適格となった99年6月限から、現物と先物との間の裁定・相関関係が悪化し、先物のヘッジ機能が低下した」と指摘する声が多く聞かれている。これに伴い、「ヘッジ・エラーが高まり、ポジションを膨らませることが収益管理上困難化した」先が増加、市場参加者全体で、現物・先物のポジションを大幅に圧縮する傾向が強まった。一部には、「先物と現物の裁定関係悪化により、1日当たりの現物・先物のイールド・スプレッド変動幅は、1998年夏に比較すると、約3倍に拡大した（すなわち同量のポジションに対し約3倍のリスクが発生）」との指摘もある。先物のヘッジ機能低下を受け、「現物ポジションのヘッジを現物周辺銘柄で行う」ほか、先物の決済についても「現引きは原則行わない」という内部ルールを設けていた先もあった¹⁸。

18 こうした認識は、3章3節のプライシング手法のパフォーマンス分析により、定量的に裏付けられている。

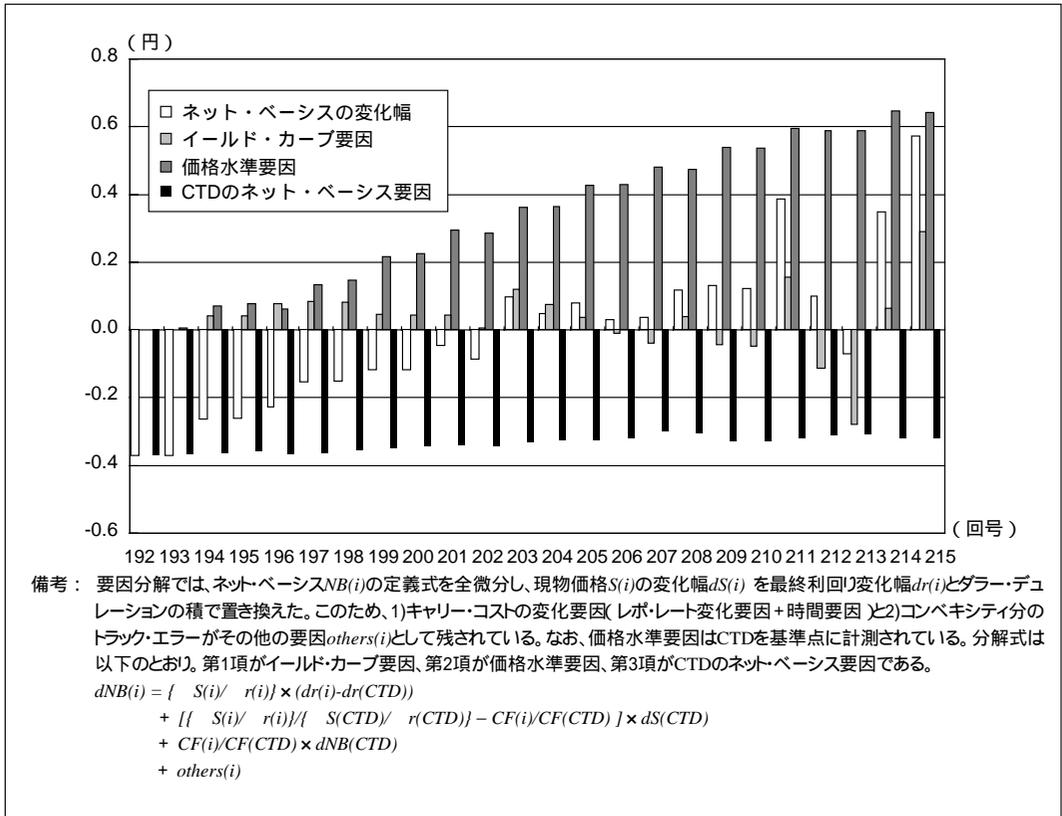
以下では、ベースス・リスクを分解してみるによりヘッジ機能の低下を定量的に検証する。図表5でみた最割安銘柄のネット・ベーススのボラタイルな変動は、イールド・カーブを通じて最割安銘柄とリンクしている他の現物に対しても先物との関係を不安定化させ、その結果、先物を用いたヘッジ取引の不確実性が高まった¹⁹。通常、ベーススの変動は、イールド・カーブの傾きの変化および価格水準全体の変化に依存するが、2000年3月限においては最割安銘柄のベーススの変動が全銘柄のベースス変動に強く影響していた。最割安銘柄のネット・ベースス変動の影響をみるため、ネット・ベーススの変動要因を分解したものが図表6である。1999年1月中のベースス変動においては、イールド・カーブ要因が最も寄与しており、最割安銘柄のベースス要因は小さい。これに対し、1999年9月中の変動は最割安銘柄のベースス要因および価格水準要因が大きく寄与している。また、イールド・カーブ要因が隣接銘柄で凸凹する傾向が強まっていることも観察される。これは、現物市場の流動性の低下や先物とのリンケージの不安定化によって、現物債利回りの理論イールドから各銘柄の価格が乖離したことによるものと考えられる。こうした現象は、後述3章4節におけるスプラインのフィットの低下でも捉えられている。

図表6-1 ネット・ベースス変動の要因分解（99年3月限の1999年1月中の変動）



19 現物のヘッジにCFを用いる場合、ベーススの変動しないことを想定している。実際にはベースス変動するため、CFヘッジにはベースス・リスクが残る。

図表 6-2 ネット・ベースス変動の要因分解（2000年3月限の1999年9月中の変動）

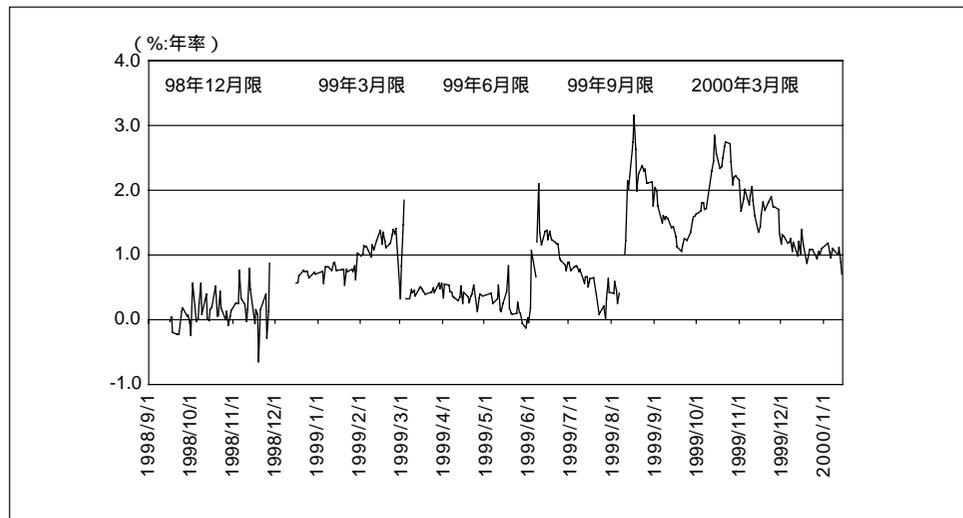


(2) 日次収益率の振れ幅拡大

これまで、先物市場は現物市場より流動性が高く、現物市場に対するベンチマークとして安定的に推移してきたが、1998年秋以降、裁定業者の減少などから、市場流動性の低下、ボラティリティの増大が生じ、これがさらなる市場参加者の減少につながるという悪循環に陥った。その結果、価格の歪みが修正されることなく、小さなショック等で過度に一方に偏る傾向が強まり、「たとえ明確な裁定機会が存在しても、日々の時価評価による損益のブレが大き過ぎ、ポジションをとれない状況に陥った」と考えられる。こうした行動の背景には、外資系業者の多くが、「[ポジションの期待収益] / [そのポジションから発生する1日当たりの損益の標準偏差]を基準に投資判断を行っており、これがあまりに低い(分母<すなわち日々の損益の振れ>が大きい)取引については、どんなに儲かる(分子が大きい)とわかっていても取引を回避する」といった内部ルールを設けていることがある。3月限のベーススについては、「これを売れば、来年3月には1億円儲かることが自明な状況ではあったが、それまでの日々の時価評価で1億円、2億円損する状況ではポジションはとれなかった」と考えられる。

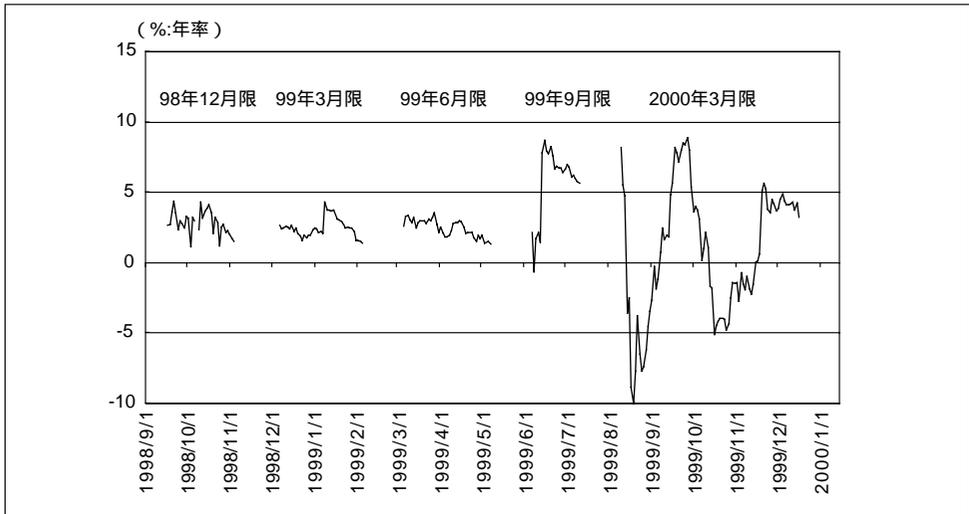
以下では、最割安銘柄のショート・ベースス（現物ショート・先物ロング）を造成した時のリスク・リターンの関係を直近限月と比較し、同ポジションの時価評価の極端な振幅が裁定取引を困難にしていた点を確認する。最割安銘柄のショート・ベーススでは、最割安銘柄と先物でレポ取引（現物の貸出）と同一のキャッシュフローおよび現物の授受を複製し、これに逆のレポ取引（現物の借入）をあわせることで裁定取引を組成する²⁰。ネット・ベーススは正の値からゼロに収束していくという傾向を持つため、レポ市場の効率性が低く、ベーススのゼロからの乖離が長期にわたる場合には、ショート・ベーススは比較的確実に収益をあげることができた。図表7-1はショート・ベーススを組成し、決済日まで保有した場合の期間利回りを示したものである。一看すると、ボラティリティは高いものの利回り水準が高いため、ポジションテイク可能なように見える。しかしながら、ポジション保有期間中の時価評価の振れをみるために、1カ月間の期間利回りを算出してみると、6月以降ボラティリティが極端に高まっていることがわかる（図表7-2）。図表8で期間利回りの平均・ボラティリティをみても、1カ月間の期間利回りでも見た場合、2000年3月限はリターンの割にリスク量が突出して高い。こうしたベーススの振幅によるリスクの拡大が損切りによるポジション・クローズをもたらし、その後の裁定取引の収縮につながった。

図表7-1 ショート・ベーススの期間利回り（現引きによるポジション・クローズ）

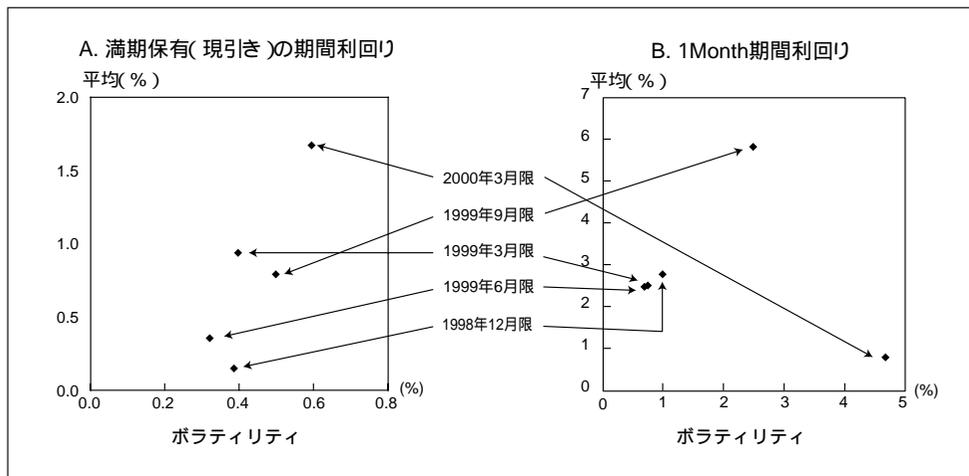


20 詳細は補論参照。なお、CTDの入替えが発生した場合、現引いた銘柄がショートしていた現物と異なるというデリバリー・リスクが存在するため、ショート対象銘柄を直接レポ取引する場合に比べてショート・ベースス取引にはプレミアムが発生する。もっとも、現在の金利環境と長期国債先物のスキームにおいては、デリバリー・リスクは小さく考慮されないことが多い。

図表7-2 ショート・ベーススの1カ月間の期間利回り



図表8 ショート・ベースス期間利回りの平均・ボラティリティ



(3) 現物・先物・スワップ市場間の裁定関係の変化

イ．現物のプライシング手法

多くの業者では、基本的に、業者間取引での価格をもとに、個別銘柄の属性を反映したイールド・カーブを作成し、これをもとに日中の取引を行っている。プライシングの際に採用しているモデルについては、各社独自の方法によっている。ただし、銘柄間や市場間の裁定関係が不安定化した状況においては、モデルのパフォーマンスも安定的でないため、「その時々で最も影響力のあるファクターを見極めてそれをモデルに組み込む」など、継続的に修正を加えている先が多い。

「マーケットで観察される価格は、市場参加者のプライシングを正しく反映している」と考えた場合、ある仮定のプライシング手法により推計された価格と実際にマーケットで観察される価格が一致すれば、市場参加者がそのプライシング手法を実際に用いて取引している可能性が高いと考えられる。したがって、アンケート結果やヒアリングによって得られた複数のプライシング手法のパフォーマンスを時系列・銘柄別に検証し、手法間でのパフォーマンスの優劣を調べることにより、市場参加者が局面ごと・銘柄ごとにプライシング手法をどのように使い分けてきたのかを推測することができる。

アンケート結果やヒアリングによって得られた情報をもとに、市場で主に採用されているプライシング手法を類型化すると、概ね以下の4通りとなった。

プライシングを行おうとする銘柄の隣接銘柄の値動きが市場で観察される場合、隣接銘柄の前日比での値動きを参考にプライシングを行う。

ネット・ベースス（ないしレポ・レート）は市場においてリアルタイムで観察することが困難であるため、当日のネット・ベーススのある仮定の下で置き置き（例えば前日と不変）、それをもとに先物価格から最割安銘柄の価格を推定する。最割安銘柄以外については、各銘柄について最割安銘柄との値動きの相関関係をヒストリカルに調べておき、その関係を用いてプライシングを行う。

と同様に、当日のネット・ベーススを置き置きした上で先物の値動きから最割安銘柄の価格を推定する。この推定価格を支点に、a) イールド・カーブをパラレル・シフトして推定、あるいはb) 比較的リアルタイムのビッド=アスク情報が得られやすいスワップや金先のデータを用いてイールド・カーブを推定し、最割安銘柄以外のプライシングを行う。

各銘柄について、市場でリアルタイムのプライス情報が得られるスワップ・レートや金先とのスプレッドをもとにプライシングを行う。

ロ．シミュレーション手法

シミュレーションにおいては、上記 ~ のプライシング手法を簡略化し、以下のようにアルゴリズム化した。

隣接銘柄の値動きから推定する手法

推定しようとする銘柄（以下、対象銘柄）の左右3銘柄先の銘柄（参照銘柄）の前日比イールド変化（実績値）に一定の誤差を加え、参照銘柄の前日比イールド変化の推定値²¹とする。両側の参照銘柄推定値の平均を計算し、対象銘柄の前日比

21 一般に、旧指標銘柄や銘柄統合によって発行残高が多くなった銘柄は、流動性がほかの銘柄よりも高く、市場で価格情報を入手しやすいと考えられる。10年債市場では、こうした銘柄が5銘柄に1銘柄程度は存在することから、参照銘柄を左右3銘柄先に設定した。また、実際に市場で観察されるのは、ビッド=アスク情報であるため、シミュレーション上はビッド=アスク・スプレッド間からランダム（一様分布）に抽出する形とした。なお、ビッド=アスク・スプレッドのパラメータについては、井上[1999]を参考に、額面100円当たり7.5銭とした。

イールド変化の推定値とする。なお、対象銘柄がイールド・カーブの両端に位置し、片側の参照銘柄が存在しない場合には、ショート・エンドでは推計対象から除外し、ロング・エンドでは新発債の価格を参照銘柄とした²²。

先物から最割安銘柄理論値を算出し過去の相関関係から他銘柄を推定する手法
市場で常に観察可能な先物価格を用い、前日のネット・ベースス²³が当日も維持されるとの前提のもとで、最割安銘柄の理論価格を算出する。次に、最割安銘柄以外の各銘柄について、(T-2)日 (T-1)日の最割安銘柄との値動きの相対関係が(T-1)日 T日についても維持されると仮定して当日の値動きを予測する。例えば、(T-2)日 (T-1)日に最割安銘柄が+5bps動き、対象銘柄が+4bps動いたとすると、(T-1)日の最割安銘柄価格とT日の最割安銘柄理論価格の差が+3bpsの場合には、対象銘柄は前日比+2bps (= 3bps + 4bps - 5bps) 動くとして推定する。

最割安銘柄でイールド・カーブのレベルを推定し、a) パラレル・シフト、ないし、b) スワップ・レートで傾きを付加する手法

と同様の方法で、先物価格からネット・ベースス一定の前提で最割安銘柄価格を推定する。最割安銘柄以外については、最割安銘柄を支点に、a) イールド・カーブを前日比パラレル・シフトさせる、b) スワップ・イールド・カーブの傾きを用いて最割安銘柄以外の銘柄の前日比イールド変化を推定する、という2手法を試みた。a) の手法は単純である一方、イールド・カーブの傾きの変化を無視するために最割安銘柄から遠い銘柄ほどパフォーマンスが悪化した。このため、b) では市場でビッド = アスクのリアルタイム情報が得られるスワップ・レートを使用し、イールド・カーブの傾きの変化も織り込めるようにした。プログラム上は、1~10年のスワップ・レートのスプライン・カーブを推計し、「最割安銘柄と同残存のスワップ・レート」と「対象銘柄と同残存のスワップ・レート」の差を推定された最割安銘柄イールドに加えることにより対象銘柄の値動きを推定した。

スワップ・スプレッド一定とする手法

スワップ・スプレッドが前日と変わらないとの前提のもとで、各対象銘柄の値動

22 イールド・カーブのロング・エンドについては、現物債の中で流動性の最も高いカレント物のビッド = アスクは常に入手可能と考えられるため。

23 ネット・ベーススは、日興ソロモン・スミスパーニー証券の先物金利裁定表のデータを使用した。データには実勢レボ・レートが反映されていないため、厳密な意味でのネット・ベーススとは異なる。実勢レボ・レートは、市場では通常観察が困難であるが、99年夏の混乱にみられるように市場機能に大きな影響をもたらす要因であるため、本稿では、プライシング手法のアルゴリズムにあえて実勢レボ・レートの変化を内包させている。すなわち、実際のシミュレーション・プログラム上では、キャリー損益に相当する「グロス・ベースス」-「ネット・ベースス」(= 現物価格 - 先渡し価格)を先物決済期日までの残存日数の減少に応じて縮小させる。これにより、ネット・ベーススが(T-1)日と変わらないとの前提のもとでのT日のグロス・ベーススを推計し、最終的にグロス・ベーススと先物価格から現物価格を求めた。ネット・ベーススは実勢レボ・レートの変動により日々変化するが、スペシャル化したレボ・レートに関しては、今のところ有効な予測法はないため、静学的期待(前日と変化しないと予測)を適用した。

きを推定する。プログラム上では、スプライン補間により得られた対象銘柄と同残存のスワップ・レートの前日比值動きを対象銘柄の前日値に加えることにより、当日のイールドを推定した。

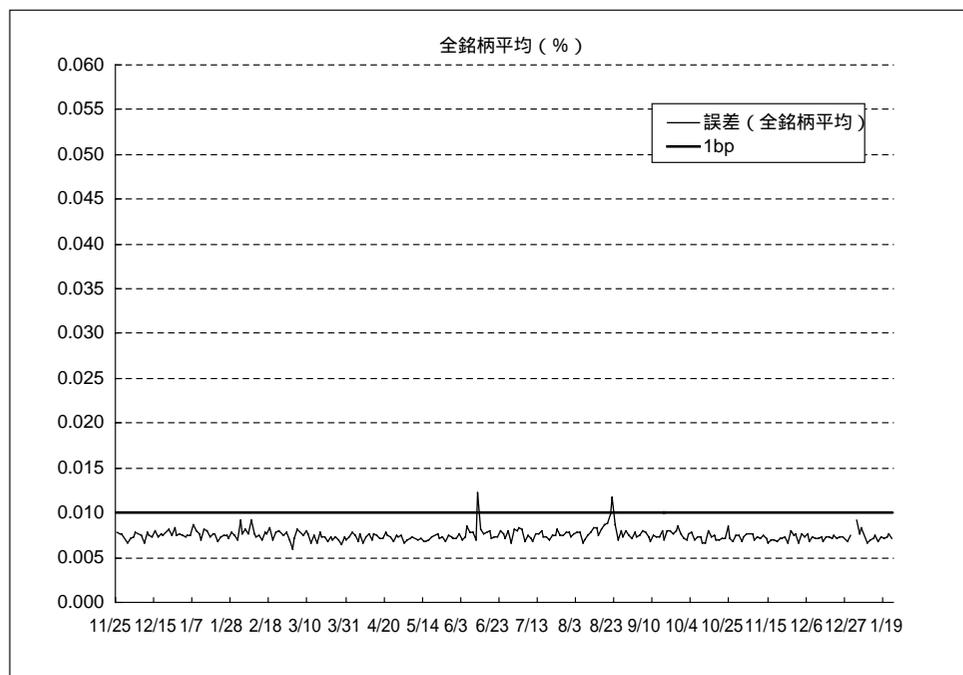
ハ．シミュレーション結果

以上の ~ のアルゴリズムにもとづき、1998年11月24日～2000年1月24日までの毎営業日について、推定値と市場価格の乖離幅（絶対値）の全銘柄平均を計算した結果が図表9-1～4である。図表9-2～4については、日々の振れが大きいいため10営業日移動平均もあわせて示した。

隣接銘柄の値動きから推定（図表9-1）

両サイドに3銘柄分づつ離れた各2銘柄を参照銘柄とし、エラー要素を含めてシミュレーションを行ったところ、非常に安定した結果が得られた。乖離幅の全銘柄平均は、0.7～0.8bps程度で安定的に推移している。ゾーン別にみると、ロー・クーポンの207、208、213回債や最割安銘柄近辺について、相場下落に対する警戒感から先物にヘッジ売り圧力が強まったり（1998年末～1999年2月頃、1999年5月頃）、レポ市場の混乱がみられた1999年6～8月頃にパフォーマンスの低下がみられる。

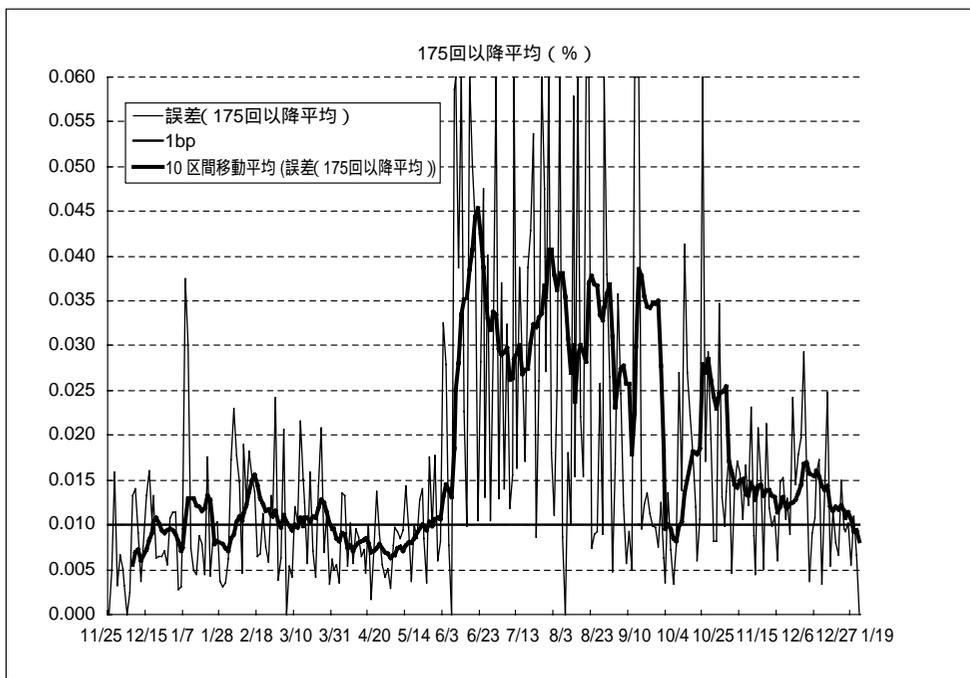
図表9-1 両サイド3銘柄先の値動きを用いたプライシング



先物から最割安銘柄理論値を算出し過去の相関関係から他銘柄を推定（図表9-2）最割安銘柄交替を巡って相場が混乱した6月初旬までは安定した結果が得られた。

なお、本手法は最割安銘柄との距離が大きくなる短期ゾーンでパフォーマンスが著しく低下することから、175回債（推計期間では残存4～5年）以降について乖離幅の平均を計算した。6月以前においては、1bp程度で推移しており、この程度のシンプルなアルゴリズムでもかなりの確度でマーケット・プライスを説明できることがわかる。しかし、6～9月頃にはパフォーマンスが極端に悪化しており、このプライシング手法が実用に耐えず、実質的に放棄されていたことを示唆している。銘柄別にみても、全ゾーンで大幅な乖離がみられ、「先物と最割安銘柄を結ぶリンケージ」というプライシングの前提が崩れていたことを示している。

図表9-2 最割安銘柄との関係にもとづくプライシング（ネット・ベースス不変）



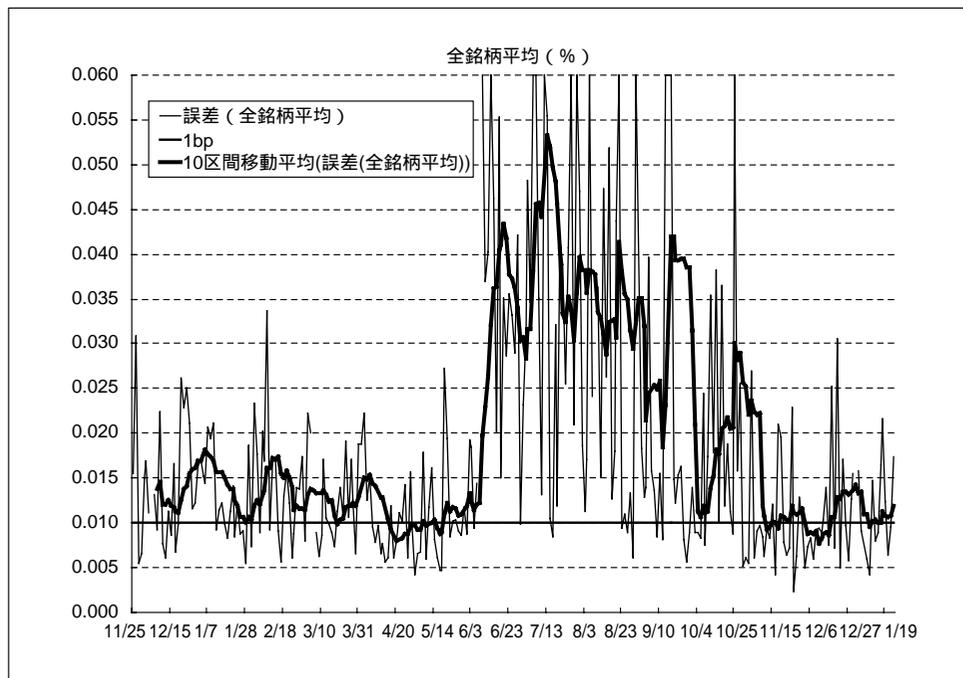
最割安銘柄でイールド・カーブのレベルを推定し、a) 平行・シフト、ないし、b) スワップ・レートで傾きを付加する手法（図表9-3）

イールド・カーブの平行・シフトを仮定したアルゴリズム a) の場合、カーブの傾きの変化が大きかった局面（1998年末～1999年2月頃）では、最割安銘柄のゾーン（7年ゾーン）から離れるにつれてパフォーマンスが極端に悪化したため、b) ではスワップのイールド・カーブを使って傾きの情報を織り込んだ。1999年5月までは、乖離の全銘柄平均が1bpをやや上回る程度で推移し、まずまずのパフォーマンスとなったが、先物・現物の関係が不安定となった1999年6～9月には、最割安銘柄の推定値自体が不正確となり、と同様パフォーマンスが極端に悪化している。

なお、この手法は、最割安銘柄や先物との個別銘柄の1対1の相関関係を基準にプライシングを行うのに対し、本手法では、最割安銘柄の情報はイールド・カーブの

レベル推計のみに用い、カーブの傾きに関しては追加的な情報をスワップ市場から得ている。このため、本手法では、最割安銘柄の影響を強く受ける7年ゾーンでの手法対比パフォーマンスが劣る一方、最割安銘柄からの距離が遠く、最割安銘柄との相関が少ない短期ゾーンでは、 を上回るパフォーマンスを示している。

図表9-3 スワップ・レートとの関係にもとづくプライシング(ネット・ベースス不変)

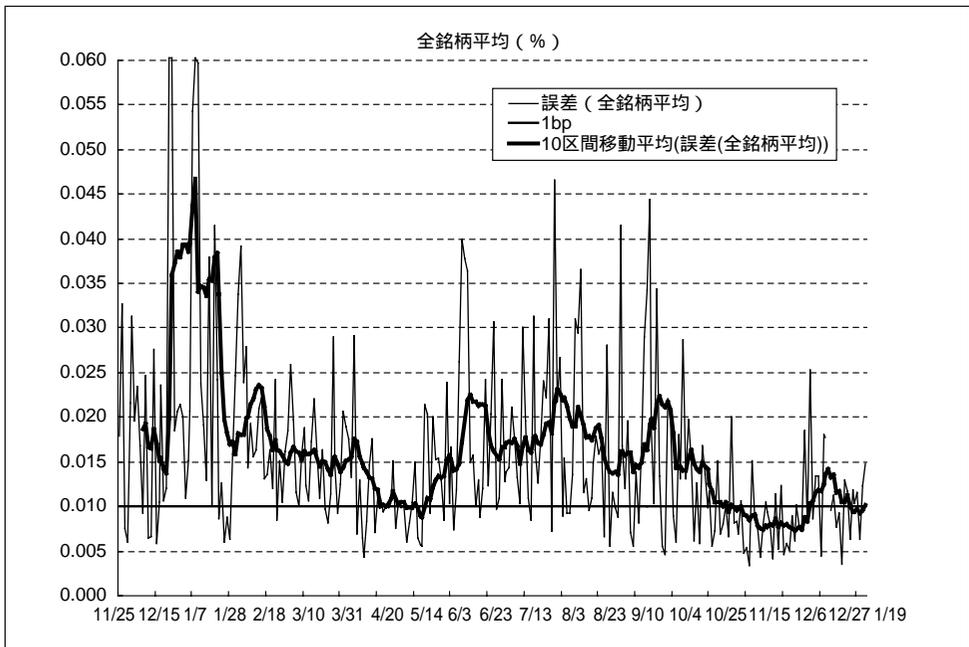


スワップ・スプレッド一定とする手法 (図表9-4)

先物の情報を利用せず、スワップのみを使うプライシング手法は、短期ゾーンで相対的に良好なパフォーマンスを示しており、3年程度までのゾーンではスワップが主流となってプライシングがなされている可能性がうかがわれる。一方、1999年9月頃までの中長期ゾーンではかなりの乖離がみられ、短期ゾーン以外では、国債現物のプライシングに際し、市場参加者がスワップ・レートを参考にしていなかった可能性を示している²⁴。乖離幅の全銘柄平均は、1～2bps程度と先物価格を用いる手法よりもパフォーマンスが悪く、特に相場急変動の影響でスワップ・スプレッドが不安定になった1998年年末近辺には、乖離幅の全銘柄平均が3bps程度にまで達している。ただし、先物を用いる手法のパフォーマンスが極端に悪化した1999年6～9月についても、特にパフォーマンスの悪化は認められない。

²⁴ 1999年10月以降はパフォーマンスが改善しているが、このことが、市場参加者がよりスワップを参考にプライシングするようになったことを意味しているのか、レンジ相場化の影響によるものかは見極めにくい。

図表9-4 スワップ・スプレッドを一定としてプライシング

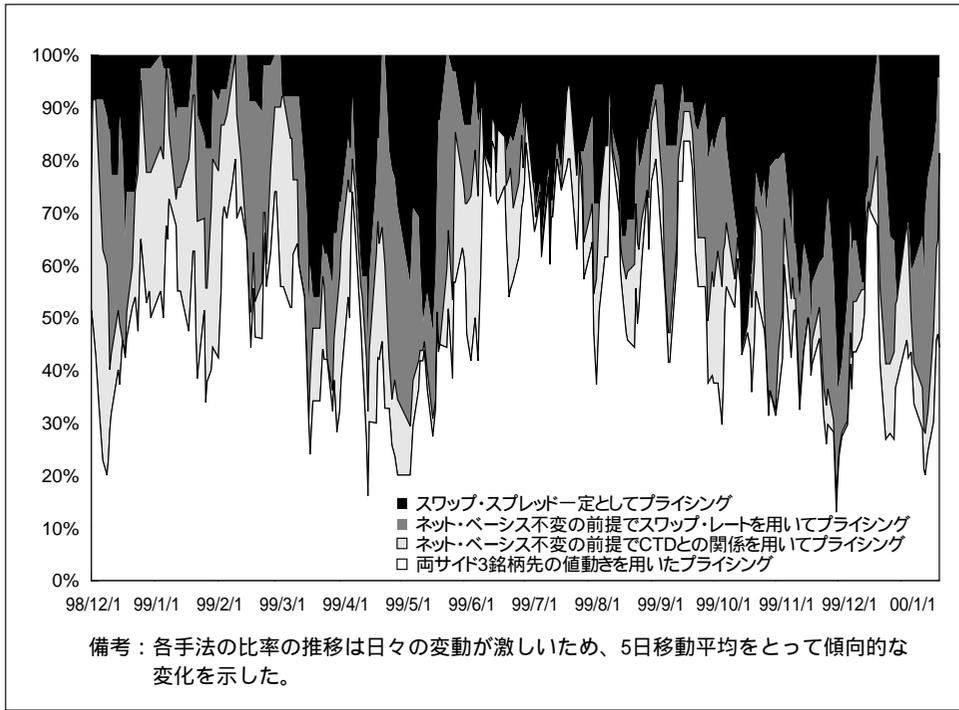


二．手法の総括

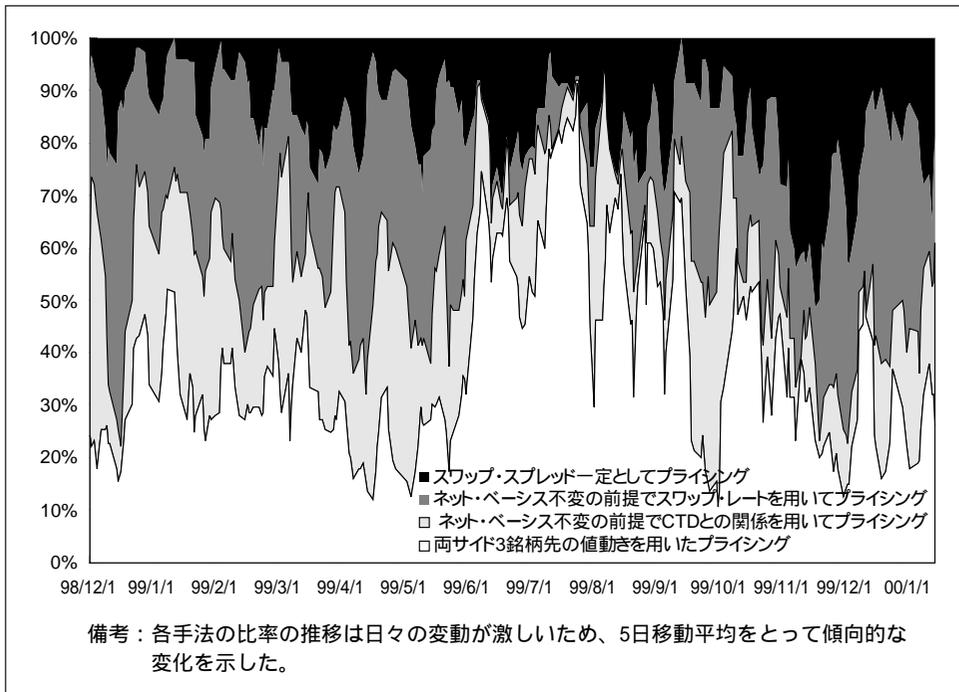
以上 ~ の手法について、銘柄別・約定日別にどのプライシング手法による推計値が最も市場価格に近かったかをまとめると図表10-1・2の様になる。ある約定日について、どの推計方法が各銘柄ごとに最も適していたかを求め、最適であった推計方法のウェイトを約定日ごとに求めた。全銘柄を評価対象としたものが図表10-1であり、最割安銘柄周辺（7年ゾーン）のみについて評価したものが図表10-2である。この結果から、以下のような推移を読み取ることが可能であり、これは、先の章で整理した市場参加者による指摘を裏付けるものである。

- a) 1999年6月以前は、現物のみにもとづく の方法（図表10-1の白抜き部）のパフォーマンスがそれ以降に比べると低く、特に最割安銘柄周辺では先物を用いる方法（ 、 : 図表10-2の薄・濃シャドー部）のパフォーマンスが高く、の方法はパフォーマンスが悪い。
- b) 1999年6～9月では、 ~ の方法のパフォーマンスが低下したことにより、相対的に の方法のパフォーマンスが向上した。特に、先物にリンクして変動するはずの最割安銘柄周辺においても、先物を用いる手法のパフォーマンスが著しく低下した点が特徴的である。
- c) 1999年10月以降では、 ~ のパフォーマンスが再び向上した。すなわち、6～9月のレポ市場の混乱により、市場参加者はそれまで用いていた先物やスワップを用いたプライシングをいったん放棄していたが、レポ市場が安定化するにつれて再び従来の手法に回帰してきた様子がうかがわれる。最割安銘柄周辺についても先物を用いたプライシングのパフォーマンスが向上している。

図表10-1 プライシング手法のパフォーマンス比較（全銘柄）



図表10-2 プライシング手法のパフォーマンス比較(最割安銘柄周辺:7年ゾーン)



(4) 現物市場内部における裁定関係の悪化 銘柄特性の価格に対する影響

前章では、市場参加者が局面やゾーンに応じてどのようなプライシング手法を採ってきたかについて分析したが、実際にプライシングが行われる際には、基本的な手法に加えて、個別銘柄の属性に起因するバイアスを加味する必要がある。国債現物市場における流動性の低下が強く指摘されるようになって以来、「理論的なイールド・カーブの推計手法がほとんど使用に耐えなくなった」との声が多く、業者から聞かれるようになった。すなわち、「クーポンの高低やカレントに近いか否か等の個別銘柄の属性によって、投資家の選好に大きな差異がある」ため、「個別銘柄の需給のみで価格格差が生じている」という状況に陥った。以下では、銘柄特性についてスプライン関数を用いた分析により検証する²⁵。

イ．分析手法

Vasicek-Fong [1982]²⁶の手法によりディスカウント・ファクターのスプライン・カーブ（ディスカウント・ファクターを残存期間のスプライン関数で表現）を帰帰推定する。得られたスプライン・カーブにもとづく各銘柄の利回りを、マーケットで観察された利回りと比較する。スプライン・カーブを推計する際に、市場において流動性が高く、保有主体の行動に影響されにくいと考えられている銘柄²⁷（以下「ゾーン指標銘柄」）のみを使えば、各銘柄のマーケット・プライスとの乖離は主として銘柄属性に起因するものと考えることができる。また、推計値とマーケット価格の全銘柄についての残差平方和（SSR：sum of squared residuals）は、イールド・カーブ全体の歪みの程度を示す指標と捉えることができる。

なお、以上の推計方法においては、「ゾーン指標銘柄の価格には銘柄属性の影響がない」ことに加え、「ゾーン指標銘柄の価格は、イールド・カーブ全体を表現するのに十分な情報を含んでいる」ことが前提となる。しかし、実際には、イールド・カーブに極端なキックがみられる場合など、ゾーン指標銘柄の価格に含まれる情報のみではイールド・カーブを十分正確に表現できない可能性がある。このため、全銘柄価格情報を用いたスプライン・カーブをあわせて算出しておき、ゾーン指標銘柄のみを用いた推計結果がイールド・カーブを十分に表現しているかどうかをチェックしながら分析結果を解釈していくこととする。

25 データは日本相互証券（BB）の引け値を使用した。

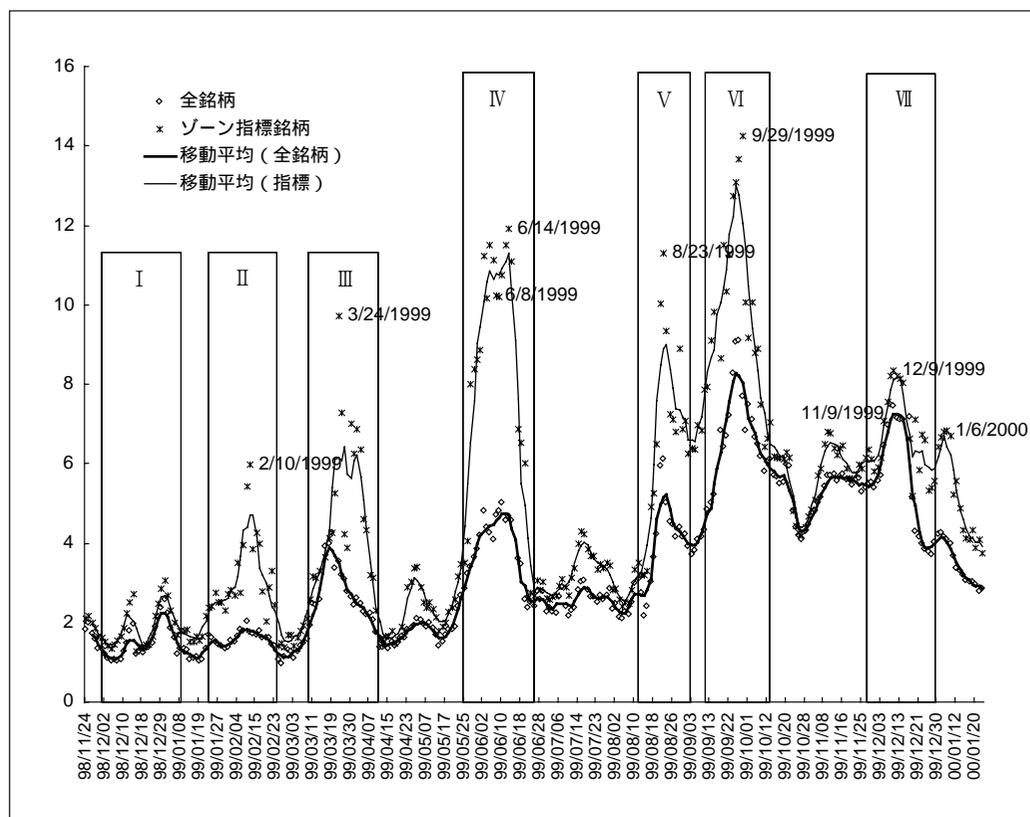
26 ノット・ポイントは、3・7年の2ヶ所に設定した。なお、3・5・7年の3ヶ所に設定しても、結果はほとんど変わらなかった（設定ポイントは、アンケート回答にもとづいたもの）。

27 アンケート調査やモニタリングを通じて市場参加者から得られた情報をもとに、144、145、151、153、157、164、170、174、182、190、200、203、204、214回債および計算日の新発銘柄を用いた。なお、3銘柄統合で流動性の高い187回債については、99年6月限の最割安銘柄であったため除外した。もっとも、187回債を含めた推計結果は187回債を除外したものとほぼ同様であった。

ロ．イールド・カーブの歪みの推移

試算結果を時系列で整理すると以下のとおりである。図表11-1は、SSRの時系列推移をみたものである（ゾーン指標銘柄のみを用いた推計と全銘柄を用いた推計を併記）。1998年末（図表中のⅠ期）には、あまり大きなイールド・カーブの歪みは観察されなかったものの、その後の1999年5月～6月（Ⅳ期）、8月（Ⅴ期）には、かなりイールド・カーブの歪みが拡大した。さらに注目すべき点として、8月のショック以降も9月期末から年末にかけて（Ⅵ・Ⅶ期）、イールド・カーブの歪みが高水準で推移したことが指摘できる。これは、先物・レポ・現物市場間の裁定関係はある程度回復したものの、現物銘柄間の裁定関係の正常化にはかなり時間がかかったという市場参加者の指摘を裏付けるものといえる。また、ショック発生時以外でも、通常の前月交替および期末時に歪みが拡大している（1999年3月、Ⅲ期）点は興味深い。

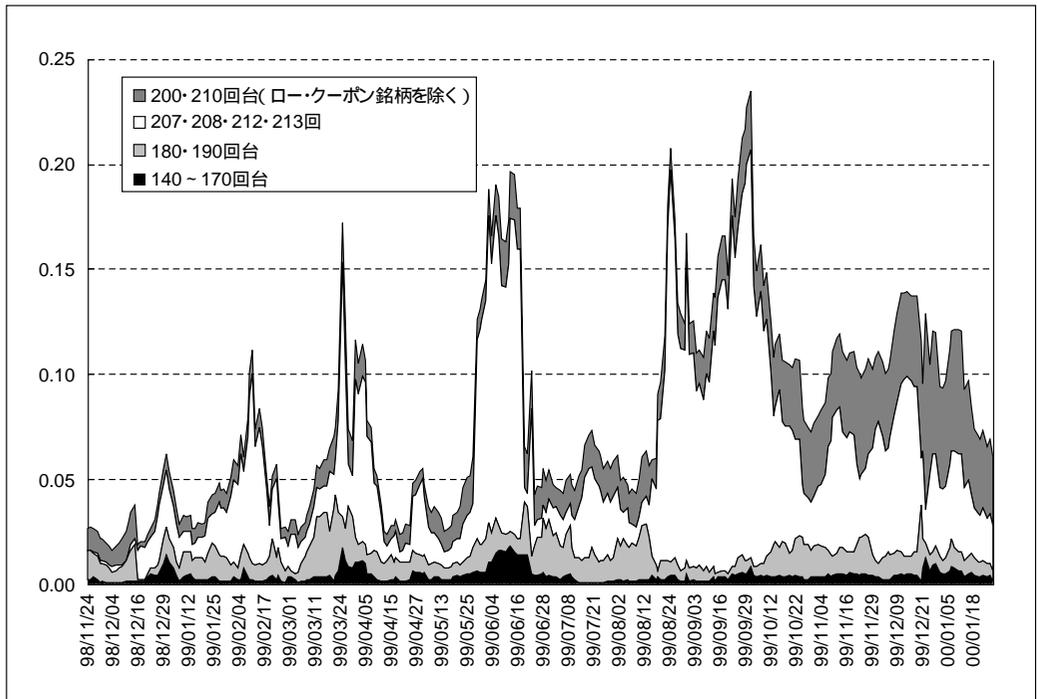
図表11-1 スプラインの残差平方和（SSR）の推移



次に、SSRを銘柄別に寄与度分解した結果をみる（図表11-2・3、ゾーン指標銘柄のみによる推計）。Ⅳ期においては、ロー・クーポン銘柄（207、208、212、213回）の寄与度が大きくなっている一方、6月下旬から8月初などイールド・

カーブの歪みが小さかった時期では、最割安銘柄近辺（180・190回台）の寄与度が大きくなっている。これは通常時においては投資家の先物ヘッジ売りの影響で最割安銘柄近辺は割安化しやすいが、レボ需給のタイト化などのショックが加わり、スプライン・カーブが下方へ押し下げられると、計算上ロー・クーポン銘柄の乖離が大きく算出されるためと考えられる。

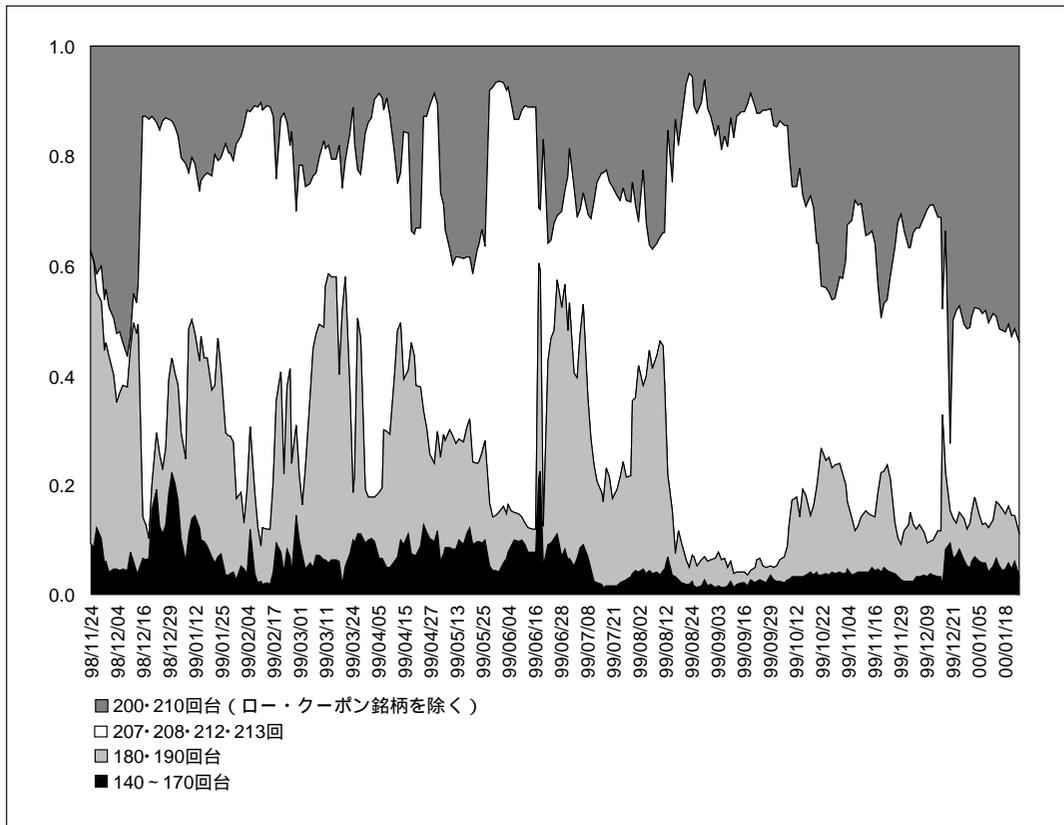
図表11-2 ゾーン指標銘柄別寄与度分解



以下では、代表的な各局面について時系列順にやや詳細にみてみる。

1998年末には相当規模の相場変動（資金運用部ショック）が発生したにもかかわらず、イールド・カーブの歪みは比較的小さかった。イールド・カーブの歪みについては、むしろ年明け後（期）拡大している。これは、10年債増発のニュースや国債格下げを巡る思惑から債券相場が急落した際に、先物（最割安銘柄は186回債、残存7年）やカレント債に対するヘッジ売り圧力が強まり7年および10年ゾーンが割安化したためと考えられる。

図表11-3 ゾーン指標銘柄別寄与度分解（ウエイト）



1999年3月～4月（期）にかけては、債券相場は比較的堅調に推移したものの、先物中心限月の交替（3月4日）および期末の影響から一時的に歪みが拡大した。この時は期と異なり全銘柄でみた歪みも拡大している²⁸。

先物限月交替を巡るショックが発生した1999年5月～6月（期）には、イールド・カーブの歪みが著しく拡大した。これは、国債増発に伴う需給悪化懸念や1～3月期GDP統計が市場予想を上回る好結果となったことにより、債券相場の下方調整が発生し、先物にヘッジ売り圧力が強まったこと、さらに、6月限の最終決済が近づいているにもかかわらず9月限への移行が進捗しなかったことから最割安銘柄の需給がタイト化したことによるものである。ゾーン指標銘柄の歪みの拡大幅は期より大きくなっているほか、全銘柄の歪みも拡大上昇している。これは、相場悪化に伴う残存7年近辺の銘柄の割安化に、最割安銘柄のタイト化が加わった結果、7年ゾーンの割安化のみが観察された期と比較して、離れたゾーンにまで影響が

28 銘柄別にみると、7年ゾーンが割安化している一方、その手前の170回台は逆に割高化している。これは7年ゾーンの割安化に引きずられる形でスプライン関数が上方へ引き上げられ、結果として手前のゾーンが割高と認識されたことによるものと考えられる。一方、7年を越えるゾーンにこうした反動がそれほど顕著でないのは、9～10年にゾーン指標銘柄が多かったためと考えられる。

及んだことによるものと考えられる。なお、この時点から既に2000年3月限の最割安銘柄である192、193回債は割安化しており、市場参加者が99年12月限を飛び越して2000年3月限にヘッジ売りを出していたことが分かる。

Y2K問題をきっかけとするレポ市場の混乱が発生した1999年8月中旬～9月上旬（Ⅰ期）には、イールド・カーブに歪みが生じたが、Ⅰ期程の歪みには至っていない。これは、ルーマーをきっかけに年末にかけての玉繰りタイト化への警戒感が強まって、レポ市場全体が混乱したことにより、幅広い銘柄の需給が逼迫したため、Ⅰ期に観察されたようなイールド・カーブの波打ちにつながらなかった可能性が考えられる（Ⅰ期にタイト化したのは187回債前後に限られていた）。なお、この時期、最割安銘柄近辺の銘柄がタイト化し、スプライン・カーブが下方へ押し下げられた結果、ロー・クーポン債が大幅に割安となっている。

8月ショックの後、9月末にかけて（Ⅱ期）にかけて、レポ市場混乱の影響が残る中、上期末を控えた市場流動性の低下によりイールド・カーブの歪みが一段と上昇している。また、年末（Ⅲ期）にかけても、レポ市場混乱の影響は徐々に薄れたものの、7～9月GDP統計（12月6日）や2000年度の国債発行計画策定（12月19日）の影響、さらには「Y2K問題」に対する警戒感を受けた取引手控えもあってイールド・カーブの歪みは引き続き高水準で推移した。この点について市場では、6月以降の市場混乱により損失をこうむった先が、イールド・カーブの歪みを修正するポジションを造成することに慎重になり、投資家の選好による個別銘柄の需給が業者間市場の価格に直接反映されやすくなったことが指摘されている。8月の混乱の後、先物・レポ市場との関係は改善に向かったが、現物市場における銘柄間の裁定関係の悪化については、混乱の影響が長引いたことがうかがわれる。

八．銘柄特性の特徴

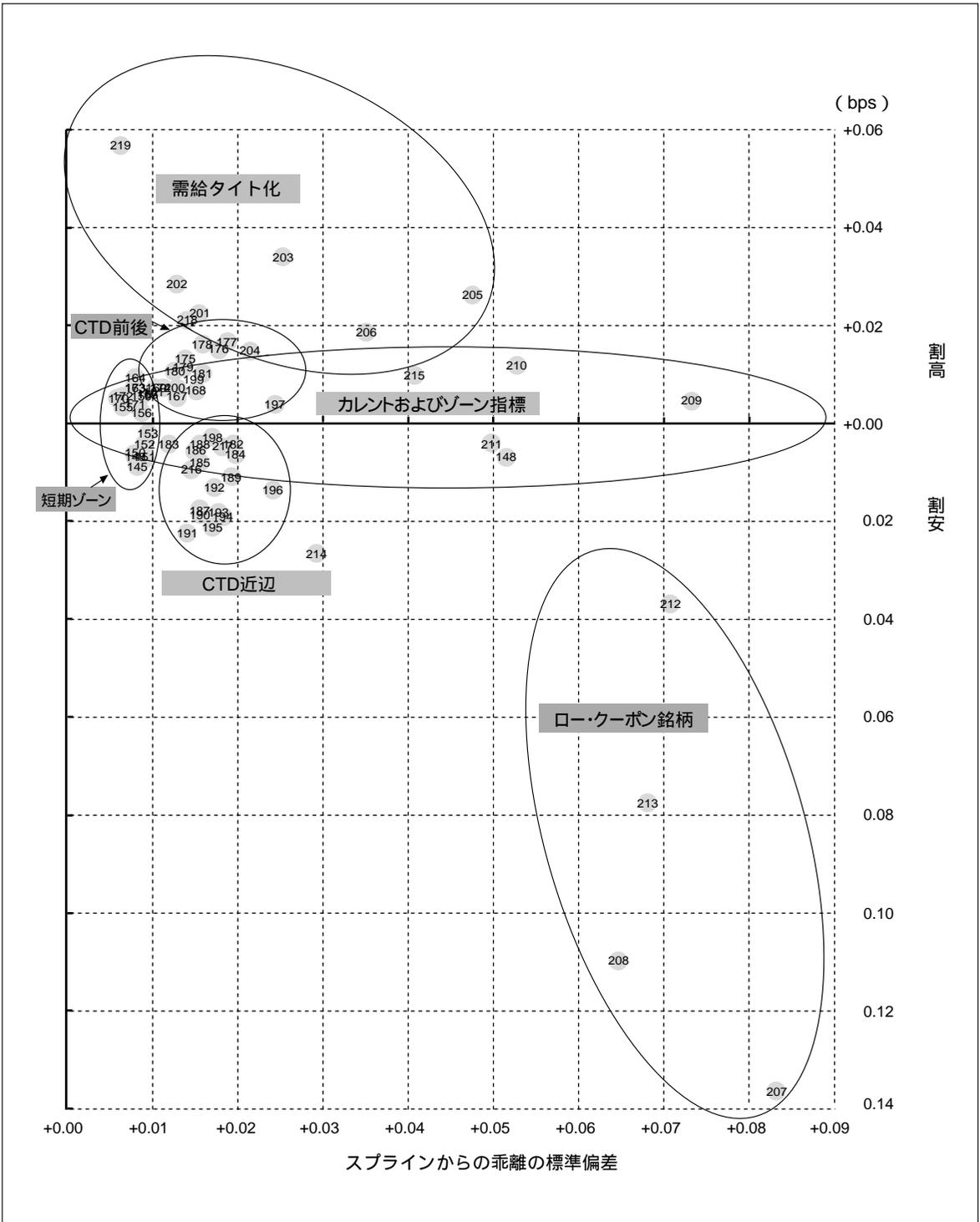
推定期間中を通しての銘柄属性をスプライン推定値との乖離の平均および標準偏差によって分類すると、銘柄特性に関して以下の特徴が指摘できる（図表12）。

短期ゾーンについては、乖離の平均は1bp程度であるほか、標準偏差も1bp程度にとどまっており、比較的スムーズなプライシングがなされている。

最割安銘柄近辺は、先物ヘッジ売りに引きずられるかたちでやや割安となっているほか、先物の売り圧力やレポ市場の状況によって割安になる程度も変動することから、標準偏差も短期ゾーン対比では大きい。

最割安銘柄の前後については、最割安銘柄が割安方向に乖離する反動から割高に出やすい傾向がある。また、この傾向はゾーン指標銘柄が多くスプラインと乖離しにくい8、9年ゾーンより6、7年ゾーンで顕著となっている。なお、乖離の原因が最割安銘柄近辺の割安化の反動であることから、標準偏差は最割安銘柄近辺とほぼ同レベルとなっている。

図表12 スプラインからの乖離の平均・標準偏差



200回台前半については、上期末頃から一部投資家が積極的に購入を進めた影響で割高なプライシングがなされている。ただ、こうした傾向は時期によって異なるため、大きな標準偏差を示す銘柄もみられる。

207、208、213回債などのロー・クーポン銘柄は市場で嫌われる傾向が強いことから大幅に割安となっているほか、市場流動性が低下する局面では特に忌避される傾向も観察されるため、標準偏差も大きい。

カレント物（推定期間中では207～217回債）については、流動性が高いことから乖離の平均は概して小さい。しかし、次のカレントが発行されると、クーポンの違い等により大幅にスプライン・カーブから乖離することがあるため、乖離の標準偏差が大きくなるケースもみられる²⁹。

4. おわりに

本稿では、1998年秋以降に観察された本邦国債市場の不安定化について、マーケットメイク・コストに及ぼした影響に注目し、定量的に検証することを試みた。最後に、本稿での分析結果を通じて得られたインプリケーションを踏まえ、今後の課題を提示して本稿を締めくくる。

第1に、ストレスに強い市場整備という観点から、以下のような示唆が得られた。まず、本邦国債市場を効率性の高い、かつストレスに強い市場にするためには、発行・流通市場両面、さらに現物・先物・レポの3市場がバランスよく整備されることが重要である。市場にショックが発生した場合に、これを分散して吸収する、もしくは1つの市場が機能低下に陥っても他の2つがカバーすることが可能となれば、市場のストレス耐性を向上することができると考えられる。さらに、市場流動性に関するモニタリング能力の向上が喫緊の課題である。本稿で取り上げた最近の市場の混乱をみても、市場流動性に対する市場参加者の信認が失われると市場の流動性が枯渇し、価格形成に歪みが生ずることがわかる。そもそものきっかけとなるショックを回避することは不可能であり、またショックは常に形を変えて発生する。したがって、日頃から、各市場における流動性が誰によって提供され、どのような形で流動性に対するニーズの偏りが生ずるのかというメカニズムを理解し、状況を把握することができれば、ショックが生じた際に機動的かつ有効な対応をとることが可能となると考えられる。

第2に、市場における価格形成メカニズムを正確に理解するためには、取引制度、決済や発行制度等の仕組みといったマイクロ・ストラクチャーや、市場参加者が採用しているプライシング手法を把握する必要がある。これらの要素が市場での価格

29 例えば、209回債<クーポン2.0%>や210回債<同1.9%>は、216回債<同1.7%>が発行されると急速に割高化している。もっとも、カレント物は次期カレント物が発行されるまでの間、ゾーン指標銘柄とみなしてスプラインを計算しているため、スプラインとの乖離が小さく出やすい性質がある。

形成にどのように影響しているかを平時から定量的に認識することができれば、市場環境が急変した際に、市場に及ぼす影響の深刻さの度合いを見極めることが可能となる。これにより、短期的および長期的に必要な対応策を臨機応変に用意することができるようになると期待される。本稿で示した国債現物価格の決定メカニズムおよびレポ・先物市場との裁定関係については、まだ十分に分析が進んでいない分野であり、今後一段と研究を深める必要がある。

補論 債券先物の基礎知識およびCTDの交替リスク

1. 最割安銘柄：CTD (cheapest to deliver)

債券先物では先物取引を集中化し流動性を高めるため、例えば長期国債の場合、クーポン6%、残存期間10年の仮想上の債券を想定し、これを売買する。したがって、現物の受渡し（現引き・現渡し）においては、受渡される銘柄ごとにクーポンや残存期間の違いに応じて調整した受渡価格を求める必要がある。これはコンバージョン・ファクター（CF）を先物価格に乘じることにより算出される³⁰。先物の売り手（現物を渡して受渡価格分のキャッシュフローを得る）は、受渡銘柄を適格銘柄の中から選択できる。現引いた現物価格から支払った受渡価格を差し引いた分（グロス・ベース）が、先物の買い手にとっての収益となり、売り手にとっては損失となる。したがって、売り手はベースが最も小さくなるような現物を選んで引き渡す。この銘柄を最割安銘柄（CTD）と呼ぶ。決済日以前には決済日当日の現物価格が不明である。そこで、決済日の現物調達を現時点で確保するケースを考え、現在の先物価格によりベースを定義する。これをネット・ベース（先物価格 - 先物価格 × CF）と呼ぶ。したがって、売買期間中においてはネット・ベースが最も小さい銘柄がCTDとなる（先物価格はどの銘柄についても共通であるため、先物価格 / CFが最小となる銘柄がCTDになると考えることもできる）。

どの銘柄がCTDとなるかは、CFと先物価格によって決定される。CFが大きく先物価格が低いものほどCTDになりやすい。CFの大小は、クーポン・レートと残存期間によって決定される。債券の最終利回りが仮想債券のクーポン6%より低い場合、クーポン・レートが高く残存期間が短いほどCFは大きくなり、したがってCTDになりやすい。逆に、債券の最終利回りが6%より高い場合、クーポン・レートが低く残存期間が長いほどCFは大きくなり、したがってCTDになりやすい。先物価格は日々の債券市場の取引で決定される現物価格にキャリア・コスト（レポ・コスト³¹・クーポン収入）を加えたものであり、現物価格に対しては債券残存期間、クーポン・レートおよびイールド・カーブの形状が影響する。現在の長期金利水準では、この要因のうち特に残存期間の影響力が強く、受渡適格銘柄（残存期間7年以上11年未満）のうち最小残存期間の銘柄がCTDになる傾向がある。

2. CTDの交替リスクとデリバリー・オプション

標準物の価格は決済時点のCTDの価格と同銘柄のCFで決定されるため、先物の適正価格（fair value）は将来のCTD価格に依存することになる。どの銘柄が将来のCTDとなるかは不確定であり、先物のフェア・バリューは本来確率的にしか求められない。現在のCTD先物価格にもとづいて先物価格を求めた場合、現在のCTDが決

30 実際の受渡価格には経過利子分等が加わる。

31 期間に応じた短期金利を用いる場合もあるが、債券を保有していることでの機会費用と考えレポ・レートを扱う方が一般的。

済時においても受渡銘柄でありつづけることを暗黙のうちに仮定していることになり、CTDが交替するリスクを無視した価格付けを行っていることになる。

こうしたリスクを無視した価格付けは、先物の売り手に有利に働く。CTDが交替しなかった場合、約定された先物価格は売り手・買い手ともに不利に働くことはない。一方、CTDが交替した場合には、売り手は過去のCTD価格にもとづいて約定された先物価格で、新たにより割安になったCTDを売却することができる。こうしたCTDの交替に起因した、売り手が一方的に得るベネフィット(権利)は、デリバリー・オプションと呼ばれている(オプション・プレミアムの求め方については後述)。

3. CTD交替リスクの影響

CTDの交替リスクの推定は、満期までの期間が長い先物ほど、現物価格のボラティリティが高いほど、需給相場の側面が強まり期間構造が崩れやすくなっているほど困難化する³²。この不確実性の上昇は先物のプライシングを困難にするため、先物が提供しているさまざまな機能に障害をもたらす。先物の機能は、(1)金利リスクのヘッジ機能、および(2)長・短金利間の裁定を通じた価格調整機能の2つに大別できる。以下では、CTD交替リスク上昇に伴う先物価格のフェア・バリュー算出の困難化が、どのような障害をもたらすかをおのおのの機能について解説する。

(1) 金利リスクのヘッジ機能低下

金利リスクのヘッジとしては、保有債券の値下がりリスクのヘッジや、将来の資金調達時の金利上昇リスクのヘッジ(ともに「売りヘッジ」、引受債券の顧客販売までのラグ期間における価格上昇リスクのヘッジや、将来の現物債投資までの価格上昇リスクのヘッジ(ともに「買いヘッジ」)などがある。ヘッジ取引に当たっては、CF比率やセンシティブティ比率が現物と先物のヘッジ比率として用いられることが多い。ネット・ベースス = 先渡価格 - 先物価格 × CF (= 現物価格 + キャリー・コスト - 先物価格 × CF) という関係から、ネット・ベースス (= グロス・ベースス - キャリー・コスト) が変化しない限り、先物と現物の価格変動比率はCFと一致する³³。センシティブティ比率は、利回りの一定幅の変化に対する価格変化(BPV : basis point value <利回り1bps変化時の価格変化幅>) もしくは価格変化率(修正デュレーション)の比率によって得られる³⁴。先物の代わりに、CTDのセン

32 現物価格がターム・ストラクチャーと整合的に変動している場合、ターム・ストラクチャーの変化を予測すればCTDの交替リスクが測定できるため、既存のターム・ストラクチャーモデルを応用することができる。こうしたモデルのフィットがよければ同リスクを先物価格に織り込むことが可能となる。

33 実際には、ネット・ベーススは一定でなく、イールド・カーブの傾きの変化やCTD価格水準の変動により変動する(本文図表5・6参照)。CTDと残存期間が離れるほどヘッジ・エラーが出やすい。

34 利回り(最終利回り)は金利の期間構造が水平であることを前提に算出したものであるため、センシティブティ比率はイールド・カーブの平行・シフトを前提としている。したがって、イールド・カーブがスティープ化、フラット化した場合、ヘッジ・エラーが生じる。

シティビティをCFで除したものをを用いてもほぼ同値となる。センシティビティ比率を用いたヘッジ手法はCFを持たない受渡適格銘柄以外の国債にも利用可能である。非受渡適格銘柄の債券を先物でヘッジすることをクロス・ヘッジと呼ぶ。このほか、過去の現物・先物価格（利回り）データにもとづいた回帰分析でヘッジ比率を決める手法や、ブレイク・イーブン利回りによるヘッジ手法がある。

CTDの銘柄交替はヘッジ比率に大きな影響を与える。CFヘッジの場合、そもそもCFが新しいCTDのCFにジャンプするため大幅なヘッジ・エラーが突然現れる可能性がある。また、センシティビティ比率の場合、例えばj番目の銘柄のセンシティビティを X_j 、先物のセンシティビティを X_0 とすると、CTDが1番目の債券であったとき、債券jのヘッジ率 X_j / X_0 は $X_j / X_1 \cdot CF_1$ として与えられていた。ところがCTDが2番目の銘柄に交替した場合、新しいヘッジ率は $X_j / X_2 \cdot CF_2$ となる。CTD交替時³⁵には、このように適正なヘッジ率に不連続的な変化が生じる可能性がある。このことは、CTD交替リスクが適正に評価されていない、あるいはCTD交替時のヘッジ率の変化幅が大きすぎると、先物のヘッジ機能が低下してしまうことを意味している。先物価格のフェア・バリューが求めにくくなるため先物のヘッジ機能が低下するという指摘がしばしばなされるが、これは上述の現象によるものである。

(2) レポ市場との裁定機能の低下

先物価格は、さまざまな裁定取引を通じて種々の市場金利と関連している。ここでは、現物・先物・SCレポ市場間の裁定について取り上げる。

先物と現物価格は、インプライド・レポ・レートを一意的に決定し、実際のSCレポ・レートが同レートと一致するような裁定圧力が働く。したがって、先物価格と現物価格およびSCレポ・レートの三者は、一定の裁定関係を満たすよう同時決定的に変動する。ところが、CTDの交替リスクに伴うプレミアムが拡大する場合には、この裁定関係が不安定化する。すなわち、同リスクが安定的に評価できないと三市場間の価格調整機能が失われる可能性がある。

以下では、まず、2期満期の現物（割引債）と、これを原資産とした先物（1期満期）を用いて、インプライド・レポ・レートについて解説を行い、同レートがSCレートと一致するような裁定が働くことを示す。

まず、2期満期の現物に対する先物（1期満期）を想定する。先物を1単位ショートし、現物を1単位ロングした合成ポジションを考えよう。1期後、先物ショートに対する現渡りで閉じることになるこの合成ポジションは、現物を1期間保有することの対価として、現時点で現物価格 S を払い1期後に先物受渡価格 $(F \times CF)$ を受け取るものと考えられる。したがって、所有期間利回りは、 $(F \times CF - S) / S$ で与えられる³⁶。所有期間利回りの分子がベース（の負値）となっており、現物価格 S に対するベースの相対的な大きさが所有期間利回りを決定している。なお、現物

35 CTD交替の瞬間に一致しているのは、(先渡価格₁ / CF₁) と (先渡価格₂ / CF₂) である。

36 実際は利付債に対する先物取引であるため、経過利子分を調整する必要がある。

ロング・先物ショートポジションはロング・ベース・ポジションと呼ばれており、逆に、現物ショート・先物ロングのポジションは、ショート・ベース・ポジションと呼ばれている³⁷。

今、SCレポ市場で特定の現物を借入してきた場合の現物・資金の移動を考えると、上記の合成ポジションと同一であることがわかる。逆にショート・ベースは、レポと同一の現物・資金の移動となる。したがって、ベースの期間利回りはレポ・レートと一致するはずである。これが、ベース取引の利回りがインプライド・レポ・レート(IRR)と呼ばれる理由である。

実際には、以下のような裁定取引により両者が一致する方向へ圧力がかかる。債券借入にあたって差し出された現金担保には利子が付くため、SCレポ・レートは(担保付金利 - 貸借料率)で定義される。仮に、SCレポ・レートがベースの期間利回りより低ければ(貸借料率が高ければ)、ロング・ベースで現物を調達してレポに出すことにより裁定益を生み出せる。逆の場合、リバース・レポで調達した現物を、ショート・ベースと組み合わせる、すなわち調達した現物をいったん売り、先物で現引いたものをレポ玉として返すことにより、裁定益を生み出せる。平時においては、こうした裁定取引が行われることにより、SCレポ・レートとIRRはほぼ等しくなる。

上述のようなベース取引とSCレポの裁定についても、CTD交替リスクが高まると裁定関係が弱まる。ロング・ベースとリバース・レポ(ショート・ベースとレポ)は取引にかかる物・資金の流れが同じであると述べたが完全に同一ではなく、ベース取引はCTD交替リスクという不確実性を抱えている。したがって、ロング・ベースとレポ(ショート・ベースとリバース・レポ)を組み合わせさせた裁定取引は完全に無リスクとはならない。CTD交替リスクを示すために、IRRとレポ・レートが一致していないときのショート・ベースによる裁定取引を考えよう。ベース取引で現引き・現渡しされるのはCTDであるため、ショート・ベースに合わせてCTDのリバース・レポを約定したとしよう。ところが、約定したときのCTDが先物決済時でもCTDであるとは限らず、別の玉が引き渡される可能性がある(CTD交替リスク)。リバース・レポの終了時に返す玉は元々のCTDであるため、現渡しされたCTDを売却し元々のCTDを調達してくる必要が生じるが、これが追加的なコストを発生させる可能性がある³⁸。特にCTDの交替が予測しにくい市場環境のもとでは、このコストが増大している危険性がある。したがって、CTD交替リスクが高まるとベース取引にプレミアムが求められるようになるため、レポとの裁定が効きにくくなる。

37 通常は、現物をロングした場合にはレポに出す、現物をショートする場合にはレポで調達するという裁定ポジション分まで含めてロング・ベース、ショート・ベースと呼ばれる。

38 ベース取引はCTD交替リスクを含む。したがって、IRRと実際のSCレポ・レート(ARR: actual repo rate)は一致せず、IRRにリスク・プレミアムが上乘せされる。これは、IRR > ARRという関係で表現される。

実際にベースス取引を行う市場参加者はポジションを先物の決済日まで持ちきるのではなく、決済までの期間中のベーススの変動に注目し、途中でポジションクローズすることで利鞘を稼ぐ場合が多い³⁹。CTDが交替すると先物価格は新たなCTDとの関係によって決まるため、ベーススの変動に突然ジャンプが生じる。したがって、CTD交替のリスクはベースス取引の予想リターンにも影響を与える。

(3) 現物価格形成の安定化

CTD交替リスクの取込みが市場の安定性を高める可能性として、現物・先物の価格形成メカニズムの変化が挙げられる。現在、現物価格と先物価格のリンケージはCTD1銘柄でつながっている。CTD価格が先物価格と同時決定され、これがイールド・カーブを通じて他の現物価格に波及する仕組みになっているが、その際、個別銘柄の需給も影響を及ぼしている。一方、CTD交替可能性が高いと、他のCTD候補の現物価格も先物とリンクするため、先物と一点でつながっていたイールド・カーブが複数の点でつながる、すなわち複数の現物のバスケットと先物の間で裁定が働くようになる。これにより、個別銘柄の流動性格差がイールド形状を歪めるといふ影響を弱める効果が期待される⁴⁰。また、より多くのCTD候補があれば、スクイーズが仕掛けにくくなるという効果も指摘できる。

先物プライシングにおいてデリバリー・オプションが必ずしも考慮されていない理由として、現在の低金利下ではCTDの交替可能性が低くなっていることが挙げられる。平時はこれで問題ないようにみえても、99年6月限の先物に生じたようにCTD交替リスクが突然顕現化すると大きな混乱につながってしまう可能性がある。平時からこうしたリスクの存在が意識されることにより、国債市場のストレスに対する耐性を向上させることができよう⁴¹。

4. デリバリー・オプションのプライシング

前述したように、標準化された仮想債券に関する先物を集中取引する制度において、現物引渡しによる決済を認め、かつ、先物の売り手が受渡銘柄を選択できるシステムが採られたことが、デリバリー・オプションを生じさせている。以下では、デリバリー・オプションのプライシング方法について触れる。また、債券先物は同オプション以外にも、ワイルドカード・オプションやエンド・オブ・マンス・オプション（ともに米国債先物のケース）を有していることを示す。

39 ロング・ベーススの場合、ベーススが拡大するほど収益が高まり、ショート・ベーススの場合、ベーススが縮小するほど収益が高まる。

40 ただし、現物市場が銘柄ごとの需給に強く影響されていると、ターム・ストラクチャーの関係を前提としたモデルの当てはまりが悪くなり、デリバリー・オプションの評価が困難となる。本文3章でみたように現物市場の現状にかんがみれば、この可能性は小さくない。

41 もっとも、CTDの踏上げを意図した取引が乱発するような市場では、CTD交替リスクの捕捉は困難になる。複数のCTD銘柄がバスケットとして捉えられる、あるいはCTD銘柄の流動性が極めて高いような市場環境がもたらされて初めて同リスクのコントロールが可能となる。

まず、 t 期時点で評価したデリバリー・オプションの価値（プレミアム） $QO(t)$ を、

$$QO(t) = \min_j [EF_j(t)] - F(t) \quad (A-1)$$

と定義する。 $F(t)$ はCTDが交替する可能性を織り込んでプライシングされた t 時点での適正な理論先物価格である。 $\min_j [EF_j(t)]$ は受渡適格銘柄をデリバリーすることを前提にプライシングされた理論先物価格 $EF_j(t)$ (= 現物価格 / CF_j) のうち現在最小の値を取るもの、すなわち現在 t 時点でのCTDをデリバリーすることを前提とした理論先物価格である。CTDが交替する不確実性がまったくない場合、 $F(t)$ は $\min_j [EF_j(t)]$ と等しくなり、したがってデリバリー・オプションのプレミアム $QO(t)$ はゼロとなる。

さて、CTDの交替の可能性がある場合を考えよう。今、1番目の受渡適格銘柄がCTDだとすると、 $\min_j [EF_j(t)] = EF_1(t)$ である。将来 $t+i$ 時点で2番目の銘柄がCTDになった場合、 $Fix(\min_j [EF_j(t)], t+i) = EF_1(t+i) > EF_2(t+i)$ となる。 $Fix(\min_j [EF_j(t)], t+i)$ は、 $t+i$ 時点でのCTDの先物価格ではなく、 t 時点でCTDを固定して、同じ銘柄について $t+i$ 時点で評価した先物価格である点に注意されたい。実際の先物契約では、決済時点で最も割安の現物を選択できるため、 $t+i$ 時点が決済時とすると2番目の銘柄を受け渡せばよい。したがって、現在 t 時点において、先物のフェア・バリュー $F(t)$ は、将来のCTDの交替可能性を考慮して $\min_j [EF_j(t)] = EF_1(t)$ より安くなっていなければならない（なぜならCTDの交替があった時、過去のCTDより割安となった2番目の銘柄をデリバリーできるから）。したがって、デリバリー・オプションのプレミアム $QO(t)$ は正の値をとる。

このように、うまくいけば（CTDが交替すれば）売り手にとって正のリターンが、悪くても（CTDが交替しなくとも）ゼロのリターンが保証されているので、 $QO(t)$ は先物の売り手にとってのオプション性を有している。

デリバリー・オプションのプレミアムが正の値を取り得る点を、数式で示してみる。決済時点（ $t+i$ 時点）ではCTD交替の不確実性はない。したがって、

$$F(t+i) = \min_j [EF_j(t+i)] \quad (A-2)$$

となる。右辺は決済時点でのCTDの価格をCFで除して求まる先物価格である。 t 期の先物価格は、決済時のCTDを先物価格 \times CFで購入する価格であるため、(A-2) 式右辺の t 期における期待値が、 t 期の先物価格に相当する⁴²。したがって、

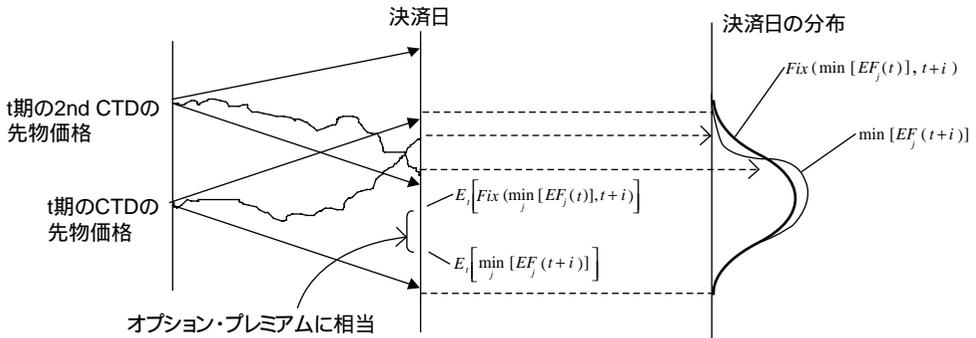
42 ただし、投資家のリスク中立性（不確実性に対して要求されるプレミアムが存在しないこと）を仮定している。

$$F(t) = E_t[\min_j[EF_j(t+i)]] \quad (\text{A-3})$$

が成立する。一方、 t 期時点でCTDを固定した先物価格 $Fix(\min_j[EF_j(t)], t+i)$ については、

$$\min_j[EF_j(t)] = E_t[Fix(\min_j[EF_j(t)], t+i)] \quad (\text{A-4})$$

が成立する。(A-3)式、(A-4)式の右边を比較すると、CTDを固定しない(A-3)式のほうが小さい値を取ることがわかる。このことを、直感的に理解するために、CTD及びセカンド・チーペストの理論先物価格 EF_j について、将来の経路を图示した。



CTDを固定したほうの期待値は、下方のコーンの中心地(印)で示されている。一方、CTDを固定しないほうの期待値(印)は、CTDが交替した場合には新しいCTDの先物価格(印)について期待値をとるため、 t 期のCTDだけで期待値をとるより小さくなる。決済時点の確率分布を比較すると、CTDを固定しない方の分布は、価格が上昇した時にCTD交替が生じる可能性が高まるので、分布上方の裾が薄く、分布上方の肩から中央部にかけて厚くなっている。CTDを固定しないほうの分布からは、 t 期時点のCTDがとった経路の一例(決済時点(印))が除かれているため、分布の上方の裾は薄くなり、変わりに新しいCTDの経路(決済時点の(印))が含まれるため分布の中央部にかけて厚くなっている。したがって、仮に t 期のCTDの将来価格が図の太線のように正規分布に近い形をしていたとしても、(A-3)式で与えられる先物のフェア・バリューの分布は、CTDを固定した場合に比べ、期待値が低く、かつ上方に歪んだ形状を示すことになる。

5. 日本の先物データに関する分析事例

Yu, Theobald and Cadel [1996] は、長期国債先物市場の1989～1994年のデータを用いて、デリバリー・オプションの大きさを計測している。また、CTD交替のリスクを考慮したヘッジ率（センシティブティの比によるヘッジ率）を提案し、その評価を行っている。以下では、オプションの大きさの計測法と、分析結果を簡単に紹介する。

債券価格の変動を表現するために、金利のターム・ストラクチャーモデルを2ファクターHJM(Heath, Jarrow and Morton)モデルで与え、これを三項結合格子法(trinomial lattice)⁴³で離散化する。同モデルによりデリバリー・オプションのプレミアムを以下の手順で求める。まず、現物価格データにフィットするようにモデルのパラメータを推計する。次に、推計パラメータにもとづき、各受渡適格債券について理論値 EF_j をそれぞれ計算する。これらの最小値 $\min_j [EF_j(t)]$ と実際に市場で成立している先物価格 $F(t)$ との差により $QO(t)$ を定義する。

分析結果によると、決済までの期間が短くなるにつれてCTD交替の不確実性が弱まり QO がゼロに収束していく現象が確認できたが、 QO の大きさは3カ月のマテュリティ時点で評価しても先物価格の0.14%程度とさほど大きくなかった（米国債先物を用いた研究例では、1～2%程度と無視できない大きさを示したものが多い）⁴⁴。ところが、同オプションを考慮した修正版ヘッジ率を用いてヘッジ効果を評価すると、ヘッジ・パフォーマンスに改善がみられ、特に非受渡適格銘柄のヘッジ（クロスヘッジ）のパフォーマンスが向上することが示された。

6. 債券先物に内包されているその他のオプション

CBOT (Chicago Board of Trade) で取引されている米国債先物には、デリバリー・オプションのほかに、ワイルドカード・オプションやエンド・オブ・マンズ・オプションが内包されており、先物はこれらを考慮してプライシングされている。ワイルドカード・オプションとは、先物市場がシカゴ時間の午後2時にクローズしてから、デリバリーの意思を決済機関に連絡するリミット・タイムまでに6時間のラグがあることによって発生するオプションである。CBOTの国債先物の売り手は、デリバリー月間のうちどの営業日でも受渡を実行してよいため、先物価格が終値で固定された後の現物価格の動きをみて有利な戦略を考えることができる。午後2時以降に現物価格が下がった場合、その時点で現物を調達することにより所与の受渡価格（先物価格とCFの積）と実際の調達価格の差の分だけ売り手の利益は増加する。

43 二項ツリーモデルを三項に増やし、かつ、時間とともに枝分かれするツリーが格子のように再結合するように変形したモデル。金利の平均回帰性を表現可能。

44 その理由として、先物価格に本来含まれるべきデリバリー・オプションのプレミアム相当分が反映されていなかった可能性、長期金利低下に伴いCTD交替リスクが実際に低下していた可能性が考えられよう。であった場合、先物価格も市場で成立している価格でなく、(A-3)式で定義された理論値として計算する必要があると思われる。

したがって、売り手はこの時間ラグからメリットを享受する。仮に、先物取引の引け後に現物価格が上がってしまったとしても翌日のデリバリーに方針変換すれば、引け後の現物の価格変化は翌日の先物価格に反映されるため、受渡価格を仕切りなおして再びワイルドカード・オプションに賭けることができる。

また、先物取引の決済価格は月末から7営業日前に確定される一方、デリバリーは月末までのいずれの営業日においても可能である。月末日までの7営業日の間、先物の売り手は固定された先物価格に対し現物の価格を様子見することができる。ところが、結果として現物価格が上昇してしまった場合、既に先物市場は終了してしまっているため、ワイルドカード・オプションの場合とは異なり損失をこうむることになる。このような先物取引終了日と決済日までのラグによるオプションをエンド・オブ・マンズ・オプションと呼ぶ。なお、ワイルドカード・オプションやエンド・オブ・マンズ・オプションのように、決済のタイミングに関して売り手が有しているオプションをタイミング・オプションと総称する。

米国債先物の場合、ワイルドカード・オプションの価値は相当大きく、先物のプライシングにおいて考慮する必要があるが、エンド・オブ・マンズ・オプションの価値は比較的小さく考慮されない場合もある。日本の長期国債先物は決済日を1日に限定しているが、CBOTの米国債先物のようにデリバリー期間を長く取ったり、先物売買最終日から受渡銘柄決定までラグが存在したりすると、先物のプライシングが複雑になる。その一方で、CTD候補銘柄が広がることにより、スクイーズを仕掛けるリスクやコストを大きくする効果を有している。

参考文献

- 井上広隆、「G7 諸国の国債市場：市場流動性の観点からみた日本市場の特徴点」、日本銀行、金融市場局ワーキングペーパーシリーズ、No. 99-J-2、<http://www.boj.or.jp>、1999年5月
- 重見庸典・加藤壮太郎・副島 豊・清水季子、「本邦国債市場における市場参加者行動と価格決定メカニズム：98年末から99年中の市場の動きを理解するために」、日本銀行、金融市場局ワーキングペーパーシリーズ、No. 00-J-4、<http://www.boj.or.jp>、2000年3月
- BISグローバル金融システム委員会（日本銀行仮訳）、「流動性の高い国債市場を目指して」、日本銀行ホームページ、<http://www.boj.or.jp>、1999年11月（原文、*How should we design deep and liquid markets? The case of government securities*, Committee on the Global Financial System, BIS, <http://www.bis.org>）
- Vasicek, Oldrich A. and Gifford H. Fong, “Term Structure Estimation Using Exponential Splines,” *Journal of Finance*, Vol.38, 1982, pp. 339-48.
- Yu, Theobald and Cadet, “Quality Options and Hedging in Japanese Government Bond Futures Markets,” *Financial Engineering and the Japanese Markets*, Vol.3, 1996, pp. 171-193.