

金融市場局ワーキングペーパーシリーズ 2000-J-4

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

重見 庸典

yousuke.shigemi@boj.or.jp

加藤 壮太郎

soutarou.katou@boj.or.jp

副島 豊

yutaka.soejima@boj.or.jp

清水 季子

tokiko.shimizu@boj.or.jp

日本銀行金融市場局

〒103-8660 日本橋郵便局私書箱 30 号

2000年3月14日

日本銀行金融市場局ワーキングペーパーシリーズは、金融市場局スタッフによる調査・研究成果をとりまとめたもので、金融市場参加者、学界、研究機関などの関連する方々から幅広くコメントを頂戴することを意図しています。ただし、論文の内容や意見は、執筆者個人に属し、日本銀行あるいは金融市場局の公式見解を示すものではありません。

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

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、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映じた reliable な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、必要である。しかし、現在の国債市場を巡っては、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様々な問題点が指摘されており、ストレスに対しても脆弱な市場体質となっている。特に99年夏には、レポ市場におけるショック等を切っ掛けに、国債市場全般に亘る広範な流動性低下に発展するといった現象が観察されたことは記憶に新しい。

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について、その背景にある市場参加者のビヘイビアとインセンティブの関連に着目し、市場流動性に与えた影響を整理した。具体的には、市場参加者が直面した諸問題、それに伴うマーケット・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）について、金融市場局が実施したアンケート調査やヒアリング内容、独自に行った定量分析に基づいて整理・検証を行った。

* 日本銀行 金融市場局 金融市場課 E-mail: yousuke.shigemi@boj.or.jp

** 日本銀行 金融市場局 金融調節課 E-mail: soutarou.katou@boj.or.jp

*** 日本銀行 金融市場局 金融市場課 E-mail: yutaka.soejima@boj.or.jp

**** 日本銀行 金融市場局 金融市場課 E-mail: tokiko.shimizu@boj.or.jp

予めポイントを纏めると、以下の通り。

(市場動向<マクロ・ダイナミクス>とその背景<ミクロ・メカニズム>)

マクロ・ダイナミクス

98年秋から年末にかけて国債需給に関する懸念が強まる中で、資金運用部の資金運用に関する要人発言等を切っ掛けに、98/12月には1ヶ月で105bpsという過去20年間で最大のマグニチュードで長期金利が上昇した。99/6月には債券先物の限月交替のタイミングが大幅にずれ込む中、最割安銘柄の突然の交替が発生し、対象銘柄の貸借料率が1%超まで拡大するという混乱が発生した。さらに99/8月には、最割安銘柄が流動性に問題を抱える超長期国債になることを忌避する動きと、Y2K問題を背景とするレポ市場の機能低下を背景に、最割安銘柄の貸借料率が2%を超えて急拡大したこと等から、現物・先物・レポ市場間の裁定関係、市場流動性が急激に低下した。

ミクロ・メカニズム

上記マクロ動向の背景には、98年夏のLTCM危機等を切っ掛けに裁定取引を行う市場参加者の退出傾向が強まったことがある。こうした市場参加者による市場流動性提供能力の低下により、構造的問題が再び浮き彫りになったといえる。すなわち、現物市場の流動性の問題やY2K問題に絡む期待の不安定化というショックに対して、先物偏重の価格形成やレポ市場の未成熟といった本邦国債市場が抱える脆弱性が顕現化し、ヘッジ効率の低下、在庫リスクの上昇を通じ、マーケット・メイク業務に伴うコストが増大した。その結果、市場流動性の低下を補うマーケット・メカニズムが働かず、一段と市場流動性が低下していくというプロセスが展開したと理解できる。この間、従来指摘されていた最終投資家の価格感応度の低さも、市場内部での流動性創造メカニズムが機能しなかった一因と考えられる。

(ミクロ・メカニズムの検証)

上記のような市場環境の変化の下で、業者の多くは、従来の手法に基づいたプライシングの限界に直面することとなった。大方の業者が採用しているプライシング手法は、隣接する現物価格に基づくもの、先物価格から算出される最割安銘柄価格に基づくもの、スワップ等他市場のイールド情報に基づくもの、に大別される。これらの手法のパフォーマンスを検証したところ、99/6~9月の先物市場およびレポ市場の混乱時期には先物およびス

ワップを基準としたプライシング手法のパフォーマンスが悪化する一方、隣接する現物を基にプライシングを行う手法のパフォーマンスが相対的に向上する結果となり、アンケート調査等で得られた市場の声と整合的な結果となった。

また、業者のプライシング行動および投資家の保有行動を考える上では、「個別銘柄の特性・属性に起因するバイアス」について考慮する必要があり、この点についてスプライン関数を用いて検証を行った。この結果、流動性の高い新発債近辺の銘柄についてはバイアスは小さい一方、最割安銘柄近辺の銘柄は先物に引き摺られる形で割安に、最割安銘柄前後の銘柄は反動から割高にプライシングされる傾向が強いこと、207 回債等に代表されるいわゆる「ロー・クーポン債」は、流動性の低さも影響し、大幅な割安にプライシングされる傾向があることが観察された。

（今後の課題）

本稿で行なった一連のスタディーの結果、ボラティリティの上昇、裁定関係の悪化、市場流動性の低下といったマクロ的市場現象の背後には、市場参加者のヘッジ行動やプライシングの困難化に伴うポジションの縮小、マーケットメイク機能の低下といったミクロなメカニズムが働いていることが判った。また、多様な市場参加者のミクロな行動の集積として決定される市場価格や流動性といったマクロ的な市場環境が、逆に、市場参加者各々のインセンティブ、ひいてはビヘイビアに影響していたことも明らかになった。

ここから次の2つの課題が導かれる。第1に、今後本邦国債市場の機能向上に取組むに当たっては、現物・先物・レポ市場の関係がバランスのとれた形で強化されるとともに、市場内部の流動性供給機能を阻害する要因を取り除く方向で取組むことが重要である。第2に、マクロ的現象をモニタリングする際には、その背後にあるミクロのメカニズムとのインタラクション、ひいては市場機能の状況に関する理解を向上させることが重要であり、このための分析能力・体制の整備が不可欠である。こうした取組みを通じて目指すものは、本行の政策運営上欠かせない前提である市場実勢を反映した金利情報の確保であり、金融調節の有効性の向上である。市場参加者や関係当局とともに本行としてもこうした取組みに積極的に関与していくことが重要と考えられる。

目次

1. イントロダクション	5
2. 98年秋以降の本邦国債市場の動向	6
2.1 「国際金融市場の混乱」と「資金運用部ショック」（98年秋～98年末）	6
2.2 限月交替局面での最割安銘柄の入替り（99年6月）	9
2.2.1 99/6月限先物の未決済建玉残高の積み上がり	9
2.2.2 99年6月限CTDの入替り現象（187回債　超長期2回債）	10
2.2.3 先物のヘッジ機能低下による代替手段としての円・円スワップの活用	13
2.3 先物の中心限月交替・「Y2K問題」に絡むレポ市場の混乱（99年8月）	13
2.3.1 99/9月限から2000/3月限（99/12月限をスキップ）への限月交替	14
2.3.2 「年末越えレポ取引」にかかるルーマーを切っ掛けとするレポ市場の混乱	17
3. 特徴的な市場参加者行動および市場構造 - アンケート結果のポイント -	18
3.1 業者行動の特徴	18
3.2 投資家行動の特徴	25
3.3 市場構造の特徴	26
3.3.1 レポ市場	26
3.3.2 現物市場	27
3.3.3 先物市場	28
4. プライシング手法	29
4.1 現物プライシングのシミュレーション	29
4.1.1 シミュレーション手法	30
4.1.2 シミュレーション結果	33
4.1.3 手法の総括	40
4.2 銘柄特性の価格への影響	41
4.2.1 分析手法	41
4.2.2 イールドカーブの歪みの推移	42
4.2.3 銘柄特性の特徴	50
5. 結語	53
参考文献	54
補論1 アンケート回答集計結果	55
補論2 債券先物の基礎知識およびCTDの交替リスク	71

1. イントロダクション

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、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映じた reliable な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[1999b]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全体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 およびアジア諸国にも共通のものとなっている。

とりわけ、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を鑑みれば、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」を備えておくことが、今後、一層求められるようになる。本稿での分析を通じて得られる課題すなわち 現物・先物・レポ市場の関係がバランスのとれた形で強化されていくこと、マーケット・メイク機能（流動性供給機能）を阻害するような要因を取り除くこと、更に、そうした市場機能の状況についてのモニタリング機能を向上させること、などはストレスに強い市場作りに資するものと考えられる。

98 年末からの長期金利の上昇や 99 年夏の現物・先物・レポ市場間の裁定関係の悪化は、国債発行制度や税制、取引慣行等に関する改革の道半ばにおいて、国際金融危機等の影響から市場参加者の流動性供給能力が低下したことで一段と増幅された。これら一連の現象は、一旦高まった市場効率の向上テンポが逆戻りする中で、国債需給を巡る環境の急変や Y2K 問題といったイベントリスクに対して市場がセンシティブになったことを切っ掛けとして生じたものと理解できる。

本稿では、こうした現象の背後にあったと思われる市場参加者のインセンティブやビヘイビアを、金融市場局が主要な国債市場の参加者に対して実施したアンケート調査ならびにヒアリング内容等を踏まえて整理・検証し、市場参加者がどのような問題に直面し、それによって、プライシング、収益・リスク・ポジション管理等の点でいかなる問題が発生したのかを考察した。その結果、

ボラティリティの上昇、裁定関係の悪化、市場流動性の低下といったマクロ的市場現象の背後には、市場参加者のヘッジ行動やプライシングの困難化に伴うポジションの縮小、マーケットメイク機能の低下といったミクロ的メカニズムが働いていることが判った。また、多様な市場参加者のミクロ的行動の集積として決定される市場価格や流動性といったマクロ的市場環境が、逆に、市場参加者各々のインセンティブ、ひいてはビヘイビアに影響していたことも明らかになった。

本稿の構成は以下の通りである。まず、第2章で98年秋以降の市場動向を概観した後、第3章では、市場参加者行動の特徴を整理する。第4章では、4つの典型的なプライシング手法を比較することにより、第2・3章で指摘した市場動向や市場参加者行動が発生した背景について定量的分析を行う。また、プライシングを行う上で重要な銘柄特性の抽出も試みる。最後に、第5章で若干のインプリケーションを纏める。なお、補論1では、金融市場局が実施したアンケート調査・ヒアリング内容等を取り纏めた。補論2では、債券先物に馴染みのない読者に向けて、若干の基礎的知識を整理すると共に、混乱の一つの要因であった最割安銘柄の交替リスクについて触れる。

2. 98年秋以降の本邦国債市場の動向

本章では、98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。特に、99年夏の国債市場における混乱に至るまでの経緯、先物市場で特徴的に観察された現象等をやや詳細に整理する。なお、図表2-1は、この間の動向を鳥瞰したものである。

2.1 「国際金融市場の混乱」と「資金運用部ショック」（98年秋～98年末）

主要な国際金融市場は、97年7月から98年7月の1年間におけるエマージング・マーケットの混乱¹の影響を免れたものの、98年夏の「ロシア危機」²発生の際には、同国向けエクスポージャーを抱えていた多くの投資家は、多大な影響を受けたほか、国際金融市場全般の市場参加者のリスク・エクスポージャー縮小等を通じて、市場流動性の低下が顕現化した。

¹ タイ・バーツ切下げ（97年7月）。

² ロシアが事実上のルーブル切下げ、民間の短期対外債務の支払凍結を宣言（98年8月）。

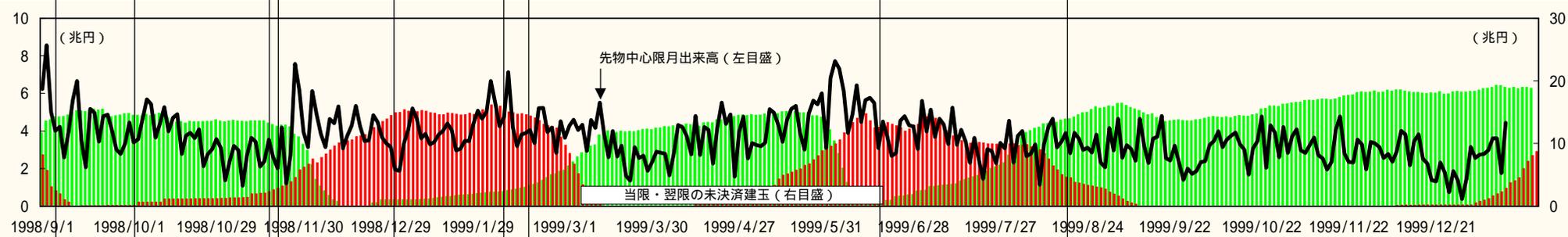
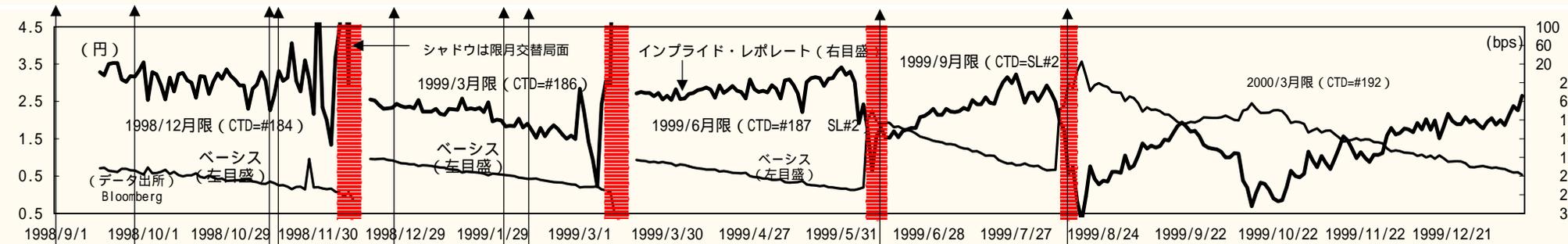
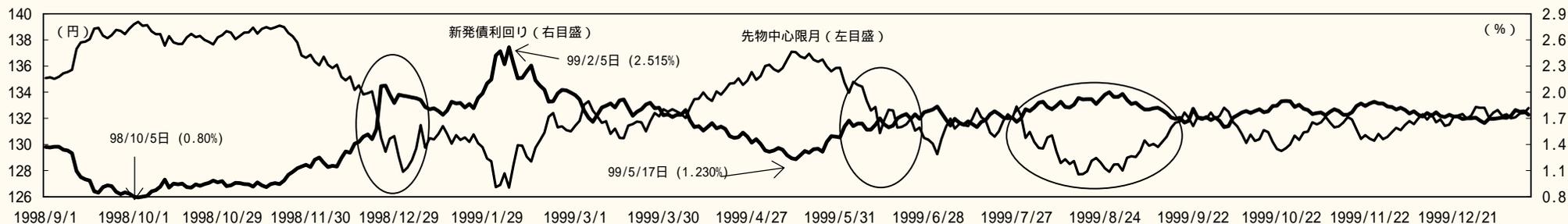
また、こうした状況下、LTCMの事実上の破綻に象徴されるようにアービトラージャー（裁定機会を積極的に活用する裁定業者）のリスクテイク力が低下、あるいは市場から退出することにより、市場で裁定機会が放置されやすい状況となっていたと考えられる。特に98年夏以降は、国際金融市場全般において、アービトラージャーのリスクテイク力の減退、市場退出に伴うボラティリティの上昇や流動性の低下等の現象が広く認められるようになった。

こうした中であって、98年11月以降、本邦国債市場においても、不安定な動きが観察された。すなわち、例年秋口における補正予算編成の時期には、国債増発を巡る需給悪化が市場参加者の間で強く意識されるが、98年年末にかけて、国債需給の悪化に繋がる売り材料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た。特に年末には、国債増発に関するルーマー等を切っ掛けに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等を切っ掛けに、先物相場が88年8/10日以来、約10年4ヶ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。

こうした「資金運用部ショック」に対する市場の反応を増幅させた背景の一つとして、市場の一部では、「債券先物売買システムの全面的な更新および注意気配の廃止等の制度変更」（98年11/2日実施。但し、その後99年6/25日には事実上「注意気配」復活に近い形で再変更）を指摘する声も聞かれた。この制度変更は、本来「取引の迅速化」、流動性向上を目的としたものであったが、「変更後むしろ先物市場の流動性が低下した」との報道も見受けられた。すなわち、同変更によって、「大口の成行き注文が注意気配として市場参加者に周知されることなく即時に約定されるようになったため、市場参加者にとっては取引執行に伴う価格変動が拡大した」とされ、「資金運用部ショック」のようなイベントが発生すると、相場が過度に乱高下し易い状況に陥っていたとの主張が少なからず聞かれた。

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」（98年12/21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。

図表2-1 最近1年間の主な国債関連指標の推移と主な出来事



出来事説明:

- <98/10/1> 市場予想比下振れした9月短観(主要製造業業況判断DI: 44)を受けて、長期金利既往最低更新。
- <98/9/9> 金融調節方針の「一段の追加的緩和措置」を決定
- <98/11/17> ムーディーズ社、日本のソブリン格付を引下げ(Aaa Aa1)
- <98/12/22> 資金運用部による国債買切り停止に絡む宮沢蔵相発言および速水総裁発言:「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」
- <98/11月~> 東証・国債先物取引で新システム導入(「注意気配」を原則廃止)。下旬にはシステムダウンが頻発。
- <99/2/5> フィッチIBCAの日本国債再格下げルーマー(格下げは実際には行われず)。
- <99/2/12> 金融調節方針変更(無担保コール0/Nレートをできるだけ低めに推移するよう促す<当初0.15%に>)
- <99/5月末~6月初旬> 翌限月(9月限)の最割安銘柄が流動性の低い超長期2回債であることが嫌気されたことから、6月限の最終売買日2日前(6/8日)と史上最も遅い中心限月交代となった。
- <99/8月中旬> レポ市場でのルーマー(官公庁が年末越えのレポ取引<貸借>を行わない等)を切っ掛けに、9月限の最割安銘柄(192回債)の貸借料率が急騰(Sレポレートのマイナス幅が拡大)、一時200bps超に達した模様。
- <99/6/10> 市場予想比大幅に上振れした1-3月期GDP速報(+1.9%、年率+7.9%)の公表を受け、翌11日には先物がストップ安に

マクロ要因 (丸) : マクロ要因
マーケット・ストラテジー要因 (角) : マーケット・ストラテジー要因

2.2 限月交替局面での最割安銘柄の入替り（99年6月）

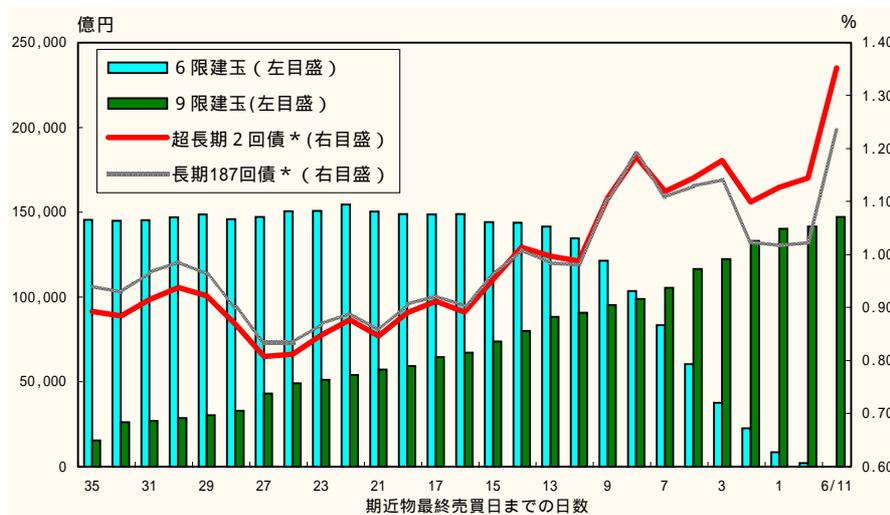
99年6月、先物中心限月が99年6月限から99年9月限へ移行していく過程で顕現化した現象とその背景についてみる。

2.2.1 99/6月限先物の未決済建玉残高の積み上がり

<現象>

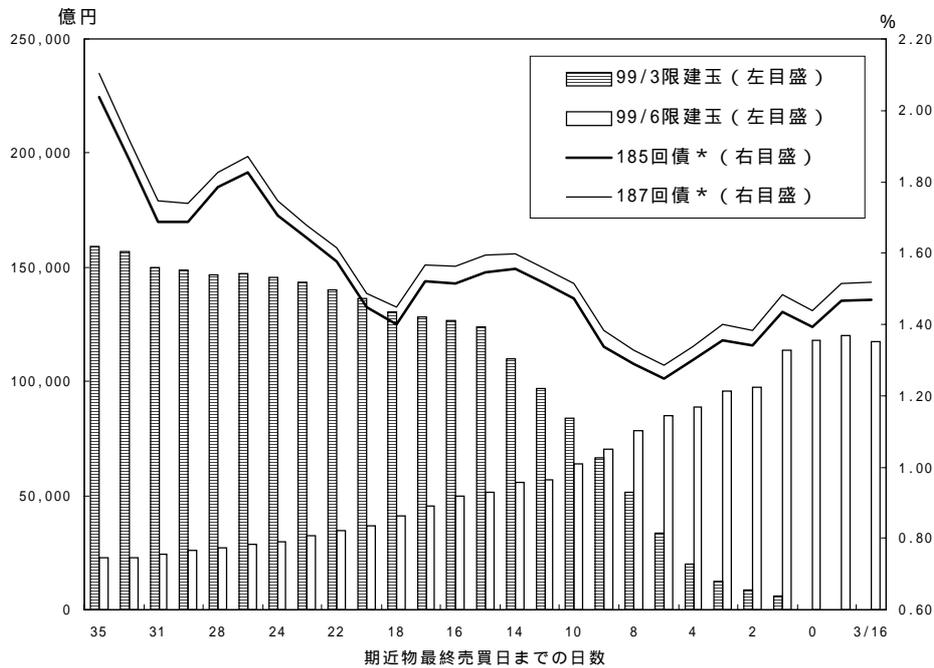
通常、先物限月交替時には、当限月を買戻し、翌限月をショートにするいわゆるショート・ロールが進むことから、当限月の建玉は減少し、翌限月の建玉が積み上がるパターンをとる。しかしながら、99年6月限の最終売買日（99年6/10日）の8営業日前時点で依然建玉が10兆円を越す高水準にあるなど、その減少ペースが緩慢であった（図表2-2）。99年6月限の建玉の減少がなかなか進捗しない状況で、先物限月交替は、最終売買日の2営業日前（99年6/8日）と史上最も遅いタイミングとなった。

図表 2-2 99年9月限への限月交替局面での建玉推移とCTD利回り



(注) * 99/6月限の最割安受渡候補銘柄

図表 2-3 99年6月限への限月交替局面での建玉推移とCTD利回り



(注) * 99/3 月限の最割安受渡候補銘柄

< 背景 >

99年6月限の建玉が高水準に止まった背景として、市場では、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⁴を最割安銘柄（以下、CTD）とする99年9月限のポジション造成に躊躇する投資家等が多かったことから、99年9月限へのロールオーバーが遅れたこと、一部筋が「99年6月限のCTDである187回債に買戻し圧力をかけるため、6月限のクロス（両建て）取引で意図的に表面上の建玉を膨らませた」こと等の可能性を指摘する声が聞かれた。

2.2.2 99年6月限CTDの入替り現象（187回債 超長期2回債）

< 現象 >

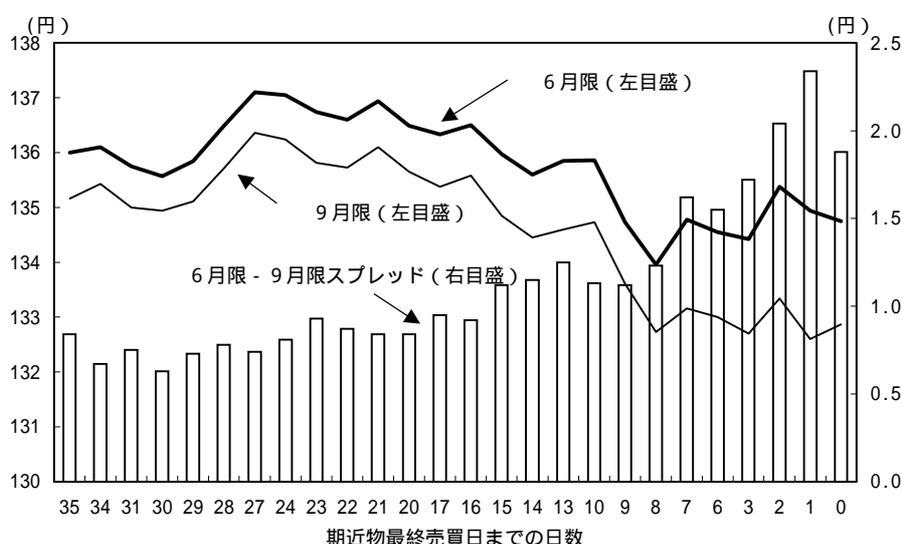
当初99年6月限のCTDは187回債であったが、前節で説明した動きを背景に超長期2回債の相対的な割高感が剥落⁵する一方、187回債は買戻しから急速

⁴ 残存7年程度の長期国債の銘柄毎の市中発行額は約1~3兆円であるのに対し、超長期債の銘柄毎の市中発行額は4~5千億円に過ぎない。

⁵ 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（99年3/16日決定、2000/3月限から適用）ことに加え、本行国債買切りオペ（99年6/4日オフア

に割高化したため、限月交替直前のタイミング（99年6/8日）でCTDが187回債から超長期2回債に入替わる異例の事態となった。187回債は、その流動性の高さから大量のショートベース（187回債の空売り、6月限の買建て）が造成されていたため、この突然のデリバリーオプションの発生でショートベースの踏み上げ（先物買方のロスカット）が発生した。この結果、ベースが一気に拡大し、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2-4）。

図表 2-4 99/6月限と9月限との限月間スプレッドの推移



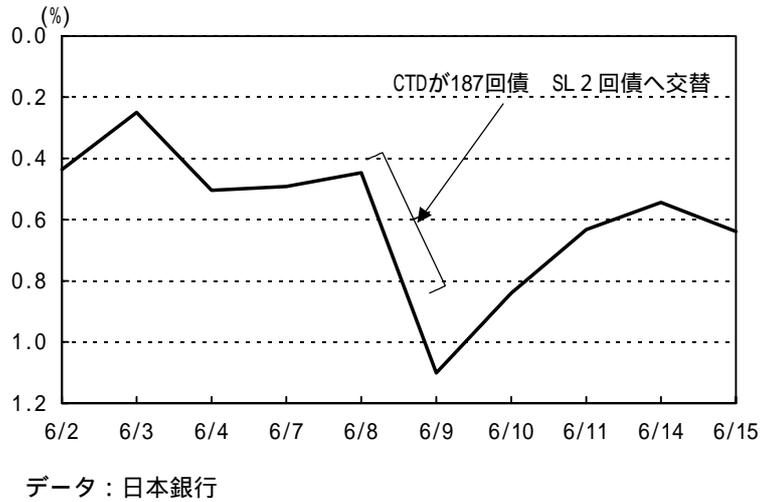
上記のように、99年6月限のCTDは、限月交替直前に超長期2回債に入れ替わったが、これに伴って、レポ市場でも、借入れニーズの強まりから超長期2回債の貸借料率が急上昇し、その結果、SCレポレートはマイナス幅⁶が急速に拡大した⁷（図表2-5）。

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。

⁶ レポ取引には、銘柄を特定しないGC(General Collateral)取引、および特定銘柄(現物)の貸借を行うSC(Special Collateral)取引の2種類がある。レポレートは、 $[\text{レポレート}] = [\text{担保金利率}] - [\text{当該銘柄の貸借料率}]$ により定義される。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ことをスペシャル化と呼ぶ。現在の金利環境下では、短期金利水準によって決まる担保金利率が低いため、スペシャル化した特定銘柄を貸借するSC取引においては $[\text{担保金利率}] < [\text{当該銘柄の貸借料率}]$ となる傾向が強く、SCレポレートは恒常的に負の値(マイナスレート)をとっている。

⁷ また、CTD入替りに後に借入ニーズが高まった背景として、「先物現渡しにおける課税玉・

図表 2-5 超長期 2 回債の SC レポレート



< 背景 >

CTD の交替現象についても、前節で見たように 99 年 6 月限の建玉が最終売買日直前まで高水準で推移したことが、結果的に大きな影響を与えたと考えられる。すなわち、当初 99 年 6 月限の CTD であった 187 回債の市中発行額（約 3 兆円）に対し、建玉がこれを遥かに上回る 15 兆円前後の高水準で最終売買日の直前まで推移していたこともあって、現渡しできないリスク⁸を重視した先物ショート筋は、現物の手当て買いを余儀なくされ、結果として 187 回債に急速に買い圧力が強まる形となった。

非課税玉の扱い」を指摘する声も聞かれている。すなわち、東証では、現渡しにおいて、ロング側が課税玉を敢えて要求し、ショート側が課税玉を現渡しできない場合、ショート側は、非課税玉を課税玉と同価格（経過利子から源泉徴収分を差引くため、その分安くなる）で現渡ししなければならない。通常、CTD の利払い日と受け渡し日が一致するため、影響は軽微だが、99/6 月限については、超長期 2 回債がクーポン 5.7%と高く、源泉徴収分が 100 円に対して約 29 銭と無視できないほど大きかったことが先物の買戻しを誘った可能性も考えられる。

⁸ 99 年 6 月限建玉が反対売買により相殺されず、最終売買日まで高水準で推移した結果、相当量の先物が最終決済を CTD の現引き・現渡しで行う可能性が高まった。

2.2.3 先物のヘッジ機能低下による代替手段としての円 - 円スワップの活用

< 現象 >

99年6/10日の99年6月限先物の最終売買日にかけて、円 - 円スワップ市場では、特に9~10年の長期ゾーンのスワップ金利が大幅な上昇を示した(99年6/5日に対国債スプレッドが一旦35bps程度まで縮小したものの、その後、再度45bps程度にまで拡大。因みに、99年1-3月中の平均スプレッドは概ね30bps弱)。また、中短期ゾーンのスワップレートは、債券先物に比べ相対的に市場の流動性が乏しい分、99年6/10日の1-3月期GDP速報の公表⁹を受けて、一時的にスプレッドが拡大したが、その後は急速に縮小した。

< 背景 >

こうした動きの背景には、投資家やディーラーの間で、保有する債券ポートフォリオやトレーディング・ポジションのヘッジ手段として波乱が予想される先物99年6月限や「ショート・スキーズ懸念が付きまとう」期先9月限あるいは12月限を用いることを避けて、一部債券先物からスワップヘシフトさせる動きが活発化したことが影響していると考えられる。

もっとも、こうしたスワップによるヘッジも、双方のカウンターパーティー・リスクが金利に反映される、市場流動性の低さから大口ロットのヘッジには機動的に対応できないといった理由から、ヘッジ機能には限界があることが市場では指摘されている。

2.3 先物の中心限月交替・「Y2K問題」に絡むレポ市場の混乱(99年8月)

99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。その後、「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」とのルーマーを切っ掛けに、CTDを初め、現物全般にSCレポレートが急激に低下、一時200bps超にまでマイナス幅が拡大した。こうした状況を受けて、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¹⁰を巻き込みながら、国債現物市

⁹ 前期比年率で+7.9%(公表直前の市場予測は、最も強気の見通しで前期比年率+2.0%程度)。

¹⁰ 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

場における流動性は一気に低下していった。

2.3.1 99/9月限から2000/3月限(99/12月限をスキップ)への限月交替

<現象>

従前より、債券先物の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CTDであった¹¹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きた。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、99年8/9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(最終売買日は、2000年3/9日)にシフトした。しかしながら、限月交替後も、2000年3月限は、以下で示すようなフェアバリュー算定上の困難さから、市場のコンセンサスを得る形で先物価格が決定されるには至らず、ベースス(現物と先物の価格差)が不安定に変動する状況となった。

<背景>

債先市場が不安定化した背景としては、以下の2点が指摘されている。

- a) 先物のフェアバリュー決定においては、裁定関係にあるレポレートが重要な指標となるが、短期取引が中心のレポ市場においては、足許から2000年3月までの7ヵ月という長いタームのレポは元々成立し難いこと(Box1参照)。
- b) 更に、同タームは、途中に年末を跨ぐため、いわゆる「Y2K問題」という不確定要素をも内包していること。

資金運用難や担保ニーズ等を背景とした都銀ポートや生損保、官公庁系等の大口機関投資家による現物買いニーズは、引続き根強かったが、買入対象銘柄は、「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易い」などの理由からカレントゾーン(最新発債)のほかに、2000年3月限のCTDである

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、リスクに晒された売買ポジションをほぼ自動的に手仕舞うこと。

¹¹ 先物9月限(6月限から9月限への限月交替は、99年6/8日)および12月限については、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いた(具体的には、超長期2回債がCTD)。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、使い勝手が良くない」とされていた。

192、193 回債に集中しがちであった。

この間、機関投資家は現物債を購入する一方で、金利上昇リスクをヘッジするために先物を大量に売建てたため、CTD はイールドカーブ上で割安な状態に位置するようになった。これを眺めた一部投資家が CTD の買い圧力を強めたため、業者間では CTD のショート・ポジションが造成された。ところが、投資家から CTD の売り物が出なかったことから、ベーススが急拡大し、レポレートの急騰、レポ・現物ディーラーのロスカットを巻き込む展開となった。この間のディーラー行動（現物ショート・先物ロング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、7 ヶ月超という長期間の先物にも関わらず、流動性およびヘッジ機能の回復により次限月取引への乗換え等が円滑に進捗すると考えられていたことが指摘されている。

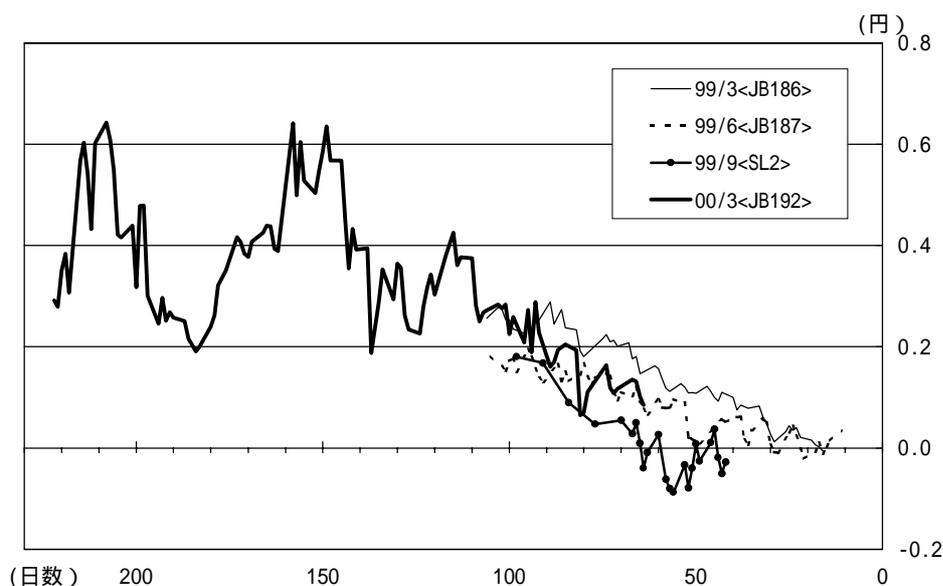
一方、ごく一部のレポ・ディーラーでは、上述のような機関投資家による特定ゾーンの現物買入ニーズを映じた現物の割高化と先物の割安化によるベースス拡大を眺め、特に CTD 銘柄（192、193 回債）のインプライド・レポレート¹²と実際に市場で成立しているレポレートの間での裁定（relative value trading）を狙った動きもみられたが、同裁定によっては市場の沈静化（ベーススの縮小等）には至らなかった。

¹² インプライド・レポレートは、現物と先物との関係を期間利回りで示したもの。例えば、国債市場では「キャッシュ・アンド・キャリー（＝受渡適格の現物債を購入すると同時に先物を売り建て、購入した当該現物を先物の売り建てに受渡して決済する手法）」に代表される現物・先物間の裁定取引が広く行われている。こうした現物債と先物との裁定ポジションを造成し、ロングポジションの現物債のファンディング（あるいはショートポジションの現物債の調達レート）と裁定ポジションから導かれる理論的な裁定レートが「インプライド・レポレート」と呼ばれる。ただし、同裁定には CTD の交替によるデリバリーリスクが含まれている（補論 2 参照）。

Box 1 1999年12月限のスキップがCTDにもたらした影響

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いる。先物と強くリンクして変動するCTD銘柄は両市場を繋ぐ重要な接点であり、特に、先物価格とCTDとの価格差（CTDのネット・ベースス： $\text{CTD先渡価格} - \text{先物価格} \times \text{CTDのコンバージョン・ファクター}$ ）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。CTD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 \times CTDのCF¹³）が等しくなる。現在の市場環境下では、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（Box図表1参照）。中心限月の決済日までが6ヵ月を超える事態は経験したことがなく、CTD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。

Box 図表1 4限月分のCTDネットベースス推移



（注）186回債、187回債のネットベーススはフォワード価格の算出にGCレートを
用いているため、CTDのSCレートをを用いた超長国2回債、192回債のネット・
ベーススより若干高めになっている。

¹³ 厳密には、先物を購入していた期間分の経過利子加わる。

2.3.2 「年末越えレポ取引」にかかるルーマーを切っ掛けとするレポ市場の混乱

<現象>

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（貸し債）の実行が通常通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が、8月中旬、「一部官公庁系投資家が年末年始の貸し債を実施しない」（99年8/12日頃）とのルーマーが出たことを切っ掛けに、「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月限に移行した債券先物の流動性に関し、市場が神経質になっていたところへこのルーマーが現物全般に対する市場の不安心理を一気に煽る形となり、次のような既存ポジションの急速な巻き戻しの動きが加速し、先物価格やレポレートの急変をもたらした。

<背景>

レポ市場が不安定化した背景としては、以下の2点が指摘されている。

- a) 前節で示したショートベース・ポジションを造成していたディーラーは、ベースの急拡大を受けて、ショートベースの巻き戻し（現物の買戻し、先物の売建て）を行った結果、一段のベース拡大を惹起し、インプライド・レポレートのマイナス幅拡大（貸借料率<品貸し料>の急騰）および現物価格の急騰、などの連鎖的な反応が一気に顕現化した¹⁴。
- b) また、同時にレポショート（現物の長期貸出）ポジションを構築していた一部レポ・ディーラーは、レポレートの急低下（ベースの急拡大＝現物の相対的な割高化、先物の割安化）による損失の膨張から、ロスカットルールに抵触する事態に直面した。そのため、既存のレポショート・ポジションの急速な巻き戻しを行った結果、一段のレポレート低下を助長する結果となった。

¹⁴ 当初は、2000年3月限のCTD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。4.2.2節.第 期参照。

3. 特徴的な市場参加者行動および市場構造 - アンケート結果のポイント -

98年以降の趨勢的な市場流動性の低下、さらには99年8月中旬のレポ市場に端を発する一連の国債市場の混乱は、市場参加者各々のインセンティブに基づく多様なビヘイビアの原因であると同時に結果でもあり、その因果関係を特定することは必ずしも容易ではない。本章では、この間の主な市場参加者のビヘイビアについて、その特徴点をアンケートの結果やヒアリング内容を基に整理し、各市場構造についても考察する。

3.1 業者行動の特徴

98年以降、市場流動性が低下に向かった背景には、業者による流動性提供能力の低下があった。90年代半ばにかけて観察された本邦国債市場の流動性向上や価格形成の円滑化は、外資系業者やヘッジファンド等、裁定業者の積極的な市場参入を背景としたものであったため、LTCM 危機等を切っ掛けに彼ら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といえる。さらに、Y2K 問題等を切っ掛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上昇）し、一層市場流動性が低下するプロセスが展開していったと理解できる。以下では、こうしたプロセスの鍵となった4つの特徴的な業者行動を挙げる。

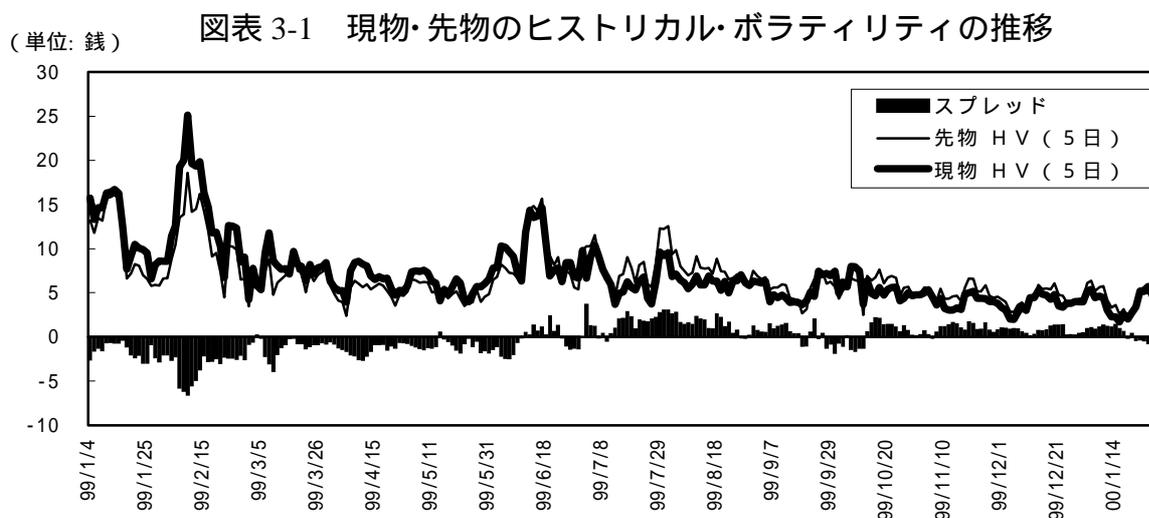
競争激化、97・98年秋の金融システム不安等によるリスクテイク意欲減退

93年4月の銀行・証券などの相互参入を進める一連の「金融制度改革法」の施行を受けて、特に93年6月～94年11月にかけて、銀行系証券会社等の債券市場参入が進み、市場参加者の増加等から競争が激化した。市場における趨勢的な競争激化や98年末の相場急落時の収益的な打撃などによって、国内業者のリスク許容度は著しく低下した。また、アービトラージ系のヘッジファンドも、LTCM の破綻等に代表されるように、ロシア危機以来体力が急速に低下するなど、「市場の歪み」を積極的にリスクテイクしていく裁定業者が激減したことも指摘できる。こうした状況下、99年8月のような相場急変に一旦陥ると、SCレート急低下（マイナス幅の拡大）という収益機会の拡大局面においても、市場参加者のスタンスは極めて消極的なものとなってしまう、裁定機会がなかなか解消されないまま不安定な状況が継続することとなった。

先物のヘッジ機能低下への対応（現物によるヘッジ、現引き回避等）

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P/Lマネジメント上困難化した」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、同じ量の現物と先物スプレッドでもリスクが増大し、1日当りの現物・先物のイールドスプレッド変動幅は、98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）」との指摘も存在する（図表3-1、Box2参照）。

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¹⁵。



(注) 現物は10年カレント物のヒストリカル・ボラティリティ(HV)。先物は現物7年CTDのHVに依存する。パラレルシフトを考えた場合、7・10年のイールドのボラティリティは等しく、かつマチュリティも等しいが、標準もののクーポンが6%と高いため先物のデュレーションがより短くなり、このため価格ベースでは先物HVが低くなるはずである。ところが、6月以降逆転現象が生じており、年末までこうした現象が継続している。

¹⁵ こうした認識は、4.1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。

損益のブレ拡大（最終リターンに対し、日々の損益のぶれが拡大）

かつては市場参加者層も厚く、先物価格はCTDに対して相当程度安定的に推移していたが、上述のような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、これが更なる市場参加者の減少に繋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向に偏る傾向が強まるなど、「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、外資系の多くが、「[ポジションの期待収益] / [そのポジションで発生する1日当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月限のベシスについては、「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、2億円損する現状ではポジションはとれなかった」のが実情と考えられる（Box3 参照）。

継続的に更新されるイールドカーブ（モデルの修正は継続的に実施）

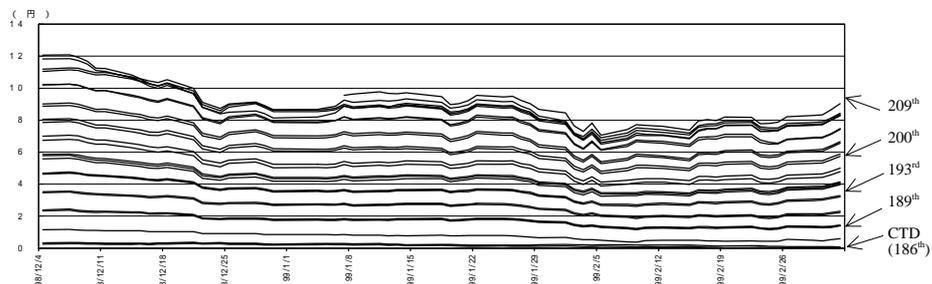
上述のように国債現物市場における流動性の低下が強く指摘されるようになって以来、「理論的なイールドカーブの推計手法が殆ど使用に耐えなくなった」との声が多く業者から聞かれるようになった。すなわち、「クーポンの高低やカレントに近いか否か等の個別銘柄の属性によって、投資家の選好に大きな差異がある」ため、「個別銘柄の需給のみで価格格差が生じている」という状況に陥った。

多くの業者では、基本的に、業者間取引での価格を基に、個別銘柄の属性を反映したイールドカーブを作成し、これを基に日中の取引を行うことを基本型としている。プライシングの際に採用しているモデルについては、各社独自の方法に依っている。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。（詳細は4節のプライシング手法を参照。）

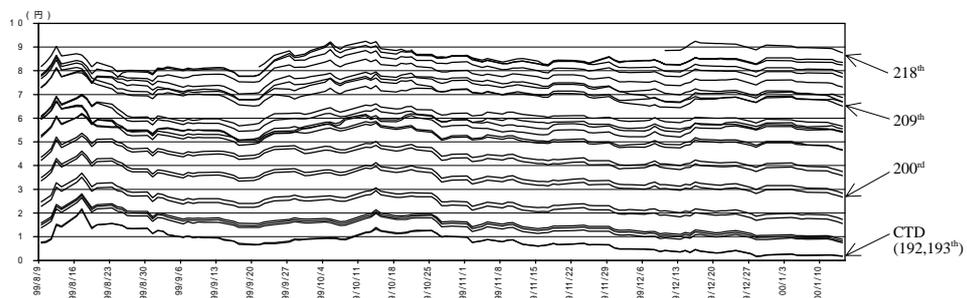
Box 2 先物のヘッジ効率性の低下

Box1 でみた CTD ネット・ベーススのボラティルな変動は、他の銘柄の価格やヘッジの効率性にも悪影響を及ぼした。流動性が高く現物相場水準全体への影響力が強い先物と CTD の関係が不安定化したため、イールドカーブを通じて CTD とリンクしている他の現物においても先物との関係が不安定化し、先物を用いたヘッジの不確実性が高まった。現物のヘッジに CF を用いる場合¹⁶、ベーススの変動しないことを仮定する。実際にはベーススの変動するため、CF ヘッジにはベースス・リスクが残る。通常、ベーススの変動は、イールド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 CTD 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る (Box 図表 2 参照)。通常期の例として示した 99 年 3 月限では、CTD のネット・ベーススは他銘柄のネット・ベーススに比べて極めて低水準であり、その変動が他の銘柄に与える影響は非常に小さく、イールドカーブ要因 (99 年 2 月まではスティーブ化、2 月中はフラット化) や価格水準要因がネット・ベーススの変動を決定している。CTD ネット・ベースス変動の影響をより仔細にみるため、ネット・ベーススの変動要因を分解したものが Box 図表 3 である。99 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、CTD ベースス要因は小さい。これに対し、99 年 9 月中の変動は CTD 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凹凸する傾向が強まっており、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が、現物債利回りの理論イールドからの乖離をもたらしていると思われる。こうした現象は、後述 4.2 節におけるスプラインのフィットネスの低下 (本文の図表 4-6) でも捉えられている。

Box 図表 2-1 99 年 3 月限ネット・ベースス推移 (10 年債受渡適格銘柄: CTD は 186 回)



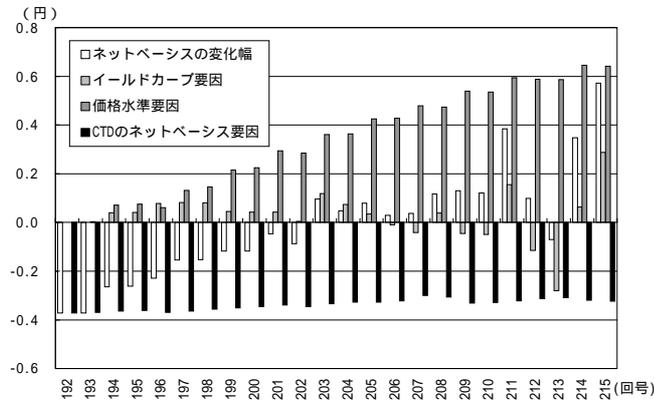
Box 図表 2-2 2000 年 3 月限ネットベースス推移 (10 年債受渡適格銘柄: CTD は 192, 193 回)



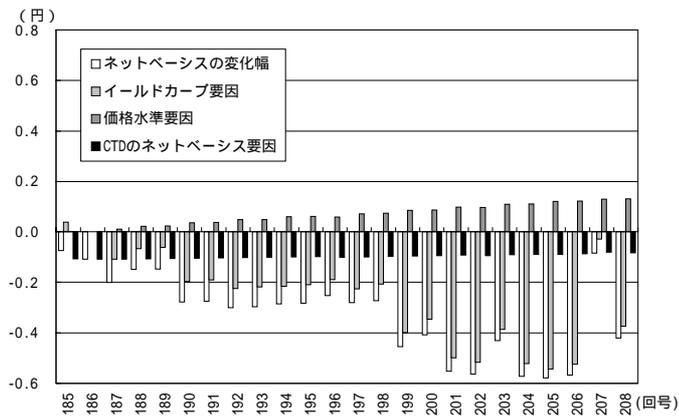
(注) ネット・ベーススを求める際、フォワード価格の算出に GC レートを用いているため、スペシャル化した銘柄についてはネット・ベーススが若干高めになっている。

¹⁶ この他に、デュレーション比率や回帰分析を用いる手法等がある (詳細は補論 2)。

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



Box 図表 3-2 ネット・ベースス変動の要因分解 (2000年3月限、99年9月中の変動)



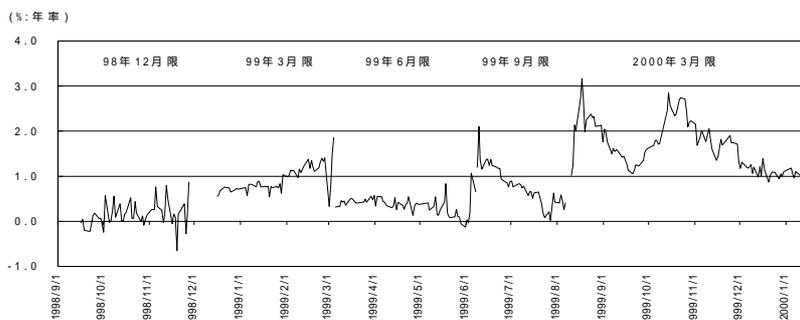
(注) 要因分解では、ネット・ベースス $NB(i)$ の定義式を全微分し、現物価格 $S(i)$ の変化幅 $dS(i)$ を最終利回り変化幅 $dr(i)$ と修正デュレーションと価格の積 ($=dS(i)/dr(i)$) で置き換えた。このため、1) キャリーコストの変化要因 (レボレート変化要因 + 時間要因) と 2) コンベキシティ分のトラックエラーがその他の要因 $others(i)$ として残されている。なお、価格水準要因は CTD を基準点に計測されている。分解式は以下の通り。第 1 項がイールドカーブ要因、第 2 項が価格水準要因、第 3 項が CTD のネット・ベースス要因である。

$$\begin{aligned}
 dNB(i) = & \{ S(i) / r(i) \} * (dr(i) - dr(CTD)) \\
 & + \{ [S(i) / r(i)] / [S(CTD) / r(CTD)] - CF(i) / CF(CTD) \} * dS(CTD) \\
 & + CF(i) / CF(CTD) * dNB(CTD) \\
 & + others(i)
 \end{aligned}$$

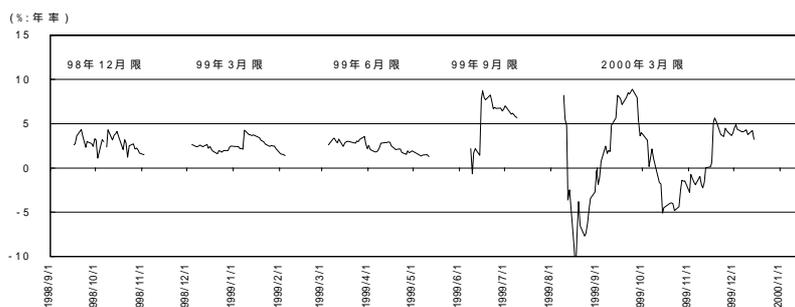
Box 3 ベーシス取引のリスク量増大

CTD のショートベース（現物ショート・先物ロング）は、レポ取引と同一のキャッシュフロー・現物授受を複製するため、レポと併せた裁定取引がしばしば組成される¹⁷。ネットベー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、デリバリー・オプションが存在したりレポ市場の効率性が低い場合には、ショートベースは比較的確実に収益をあげることができた。Box 図表 4-1 はショートベースを組成し、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。ボラティリティは高いものの利回り水準が高いため、一見するとポジションテイク可能なよう思われる。ところが、ポジション保有期間中の時価評価の振れを見るために、1ヶ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（Box 図表 4-2）。Box 図表 5 で期間利回りの平均・ボラティリティをみても、1ヶ月間の期間利回り場合、2000年3月限はリターンの割にリスク量が突出して高い。こうしたベースの振幅による損失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繋がった。

Box 図表 4-1 ショートベースの期間利回り（現引きによるポジションクローズ）



Box 図表 4-2 ショートベースの1ヶ月間の期間利回り

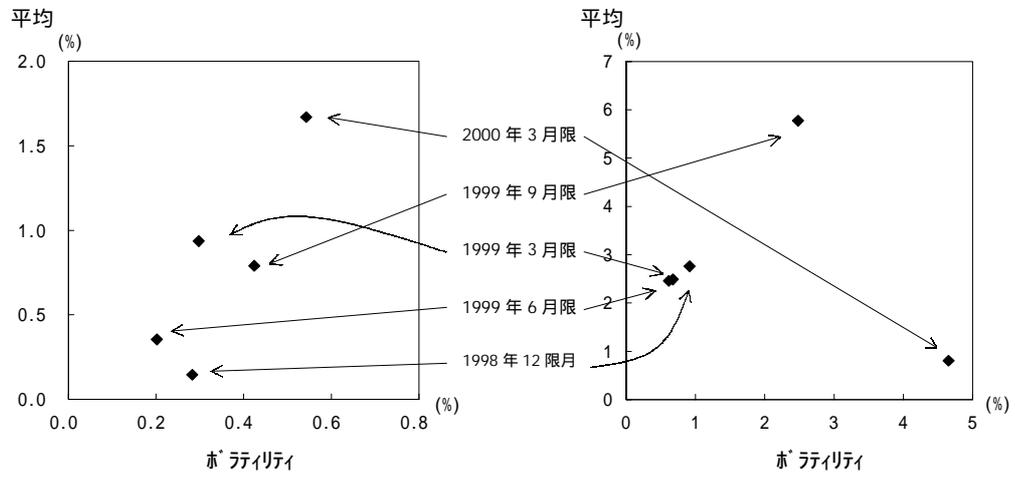


¹⁷ 詳細は補論 2 参照。なお、CTD の入替が発生した場合、現引いた銘柄がショートしていた現物と異なるというデリバリー・リスクが存在するため、ショート対象銘柄を直接レポ取引する場合に比べてプレミアムが発生する。もっとも、現在の金利環境と長期国債先物スキームにおいては、デリバリー・リスクは小さく考慮されないことが多い（同リスクの詳細は補論 2 参照）。なお、中期国債先物は商品性の見直しが実施され、標準物利率が引き下げられたため（上場は 2000 年 5/8 日）、今後はデリバリー・オプションが発生する可能性が高まると予想される。

Box 図表 5 ショートベース期間利回りの平均・ボラティリティ

A. 満期保有(現引き)の期間利回り

B. 1 Month 期間利回り



3.2 投資家行動の特徴

前節で指摘したプロセスの中で、本邦投資家が行った行動は、基本的に従来と同様であったが、このことが市場機能および流動性低下を助長したと考えられる。一方で、上述した業者サイドの収益状況の逼迫が、投資家サイドへの取引コストの転嫁を促し、徐々にではあるが投資家行動の価格感応度を高める方向に寄与していることも指摘できる。以下では、3つの特徴的な投資家行動を挙げる。

投資家の直利指向

現行の会計制度等を前提とした機関投資家の直利志向は、従来から本邦市場の特徴として指摘されてきたところであるが、この間においても不変であった。ただ、業者サイドがバランスシート制約等を背景に取引コストを価格に上乗せする傾向を強めていることを受けて、徐々にではあるが、時価をベースとした行動をとる方向に向かいつつある。

保有玉の偏りがもたらすレポコストの異常な動き

機関投資家などの最終投資家が保有する現物債には銘柄の偏りがあるほか、これら投資家の中には、レポ市場での貸し債に消極的であったり、レポ取引での対応に内部的制約を有する先も多く、業者のショート・カバー等のニーズに対し、レポ市場が高い流動性を有しているとは言い難い状況となっている。

また、投資家サイドにおけるレポ取引の損益管理についても、「『時価評価』を実施していない先が多く、そうした先では、貸出した債券の価値が急落した場合でも、借り戻してポジションをクローズするような対処をせず、それが裁定機能を低下させている」とか、「そもそも裁定機会をあまり意識していない」といった指摘も聞かれている。その一方で、ショートしているディーラーにおいてはストップロスが入ることから、一旦連鎖的にディーラーのロスカットが始まってしまうと(2.3.2における8月中旬の例)、現状の低い流動性の下では、貸借料率が異常なレベルにまで一気に高騰してしまうなど、過度にボラタイルな状況に陥りやすい。

オプション市場はヘッジ目的よりも投機的取引が中心

現状の投資家が行う国債関連オプション取引は、投機的な取引が中心で、ヘッジ手段として利用している機関投資家が少ない。

3.3 市場構造の特徴

各市場には、各々歴史的背景を負ったマイクロ・ストラクチャーが存在する。ここでは、市場の混乱を招いたマイクロ・ストラクチャー、混乱を経験して変化したマイクロ・ストラクチャーに注目する。

3.3.1 レポ市場

長めのターム物取引が出合いにくい

レポ市場においては、例えば3ヵ月物といった長めのターム物取引が成立し難い。長めのターム物取引のレート形成には、事実上本行レポオペでの足切りレートが一種のベンチマーク的な役割を果たしているとの指摘もあった。この結果、2.3.1で示したように、先物中心限月の決済日が7ヵ月先に飛んでしまうと、レポ市場における価格発見が一気に困難化するという現象が発生した。なお、混乱の経験を踏まえ、最近では徐々に長めのレポ取引も活発化しており、既に1月央から6月限の先物取引が増加する等、先物市場の多様性向上にも寄与している。

業者の現物ポジション・カバーのツールとしてのレポ

レポ市場は、現物売買の結果生じる業者の現物ポジション・カバーのためのツールとしての位置付けを脱していないのが実情であり、米国では投資家間でも活発に取引されている「レポ・ブック」（レポ取引とリバース・レポ取引との組み合わせ。最もポピュラーなのは、貸借料率の高いスペシャル銘柄をオフアーして低利で調達した資金を同期間のリバース・レポで高利で資金運用するいわゆる「マッチド・ブック取引」）等は、本邦では依然限定的なものに止まっている。本邦レポ市場でマッチド・ブック取引が広範化しない背景としては、フェイル慣行の未整備や投資家のレポ市場への参加が限定的である点等を指摘する声も聞かれ、今後こうした面でルール等が整備されれば、レポ市場の流動性が向上することも期待される。

スペシャル銘柄化の予測が困難

また、上記のような「マッチド・ブック」取引が本邦レポ市場で定着しないもう一つの背景として、「一般に個別銘柄のスペシャル化を予測するのは困難であること」が指摘されている。業者サイドからすれば、個別現物債のスペシャル化が容易に予測可能であるならば、「マッチド・ブック」取引により、確実に

鞘を抜くことが可能だが、銘柄毎の投資家の保有状況、市中の流通量、投資家の投資動向等スペシャル化する銘柄に関する不透明要因が多いため、リスクが大きくポジションを取り難いとされている。因みに米国では、スペシャル化する可能性があるのは、カレント物（on-the-run）とその前 2 銘柄程度に限定されるケースが多い模様である。

3.3.2 現物市場

フェイル慣行の欠如

現物受渡に伴うフェイル慣行の欠如を背景に、「意図的に特定の銘柄を大量に買付け、当該銘柄をレポ市場で貸し債に出さないことによって、過度な玉の締め上げ（貸借料率の引上げ）を図る投資家の存在」も指摘されている。このため、当該銘柄のショートポジションを抱えている先では、自己ポジションの相殺を余儀なくされる場合も生じ、例えば、業者間取引におけるビッド・アスク・スプレッドの拡がりや相場の一方向への振れの増幅等に繋がっている。

流動性の高い現物ゾーンはカレント近辺に限定されている現状

大方の業者において、「店頭取引を行う上で、十分な流動性が確保されていると認識されているゾーンは、10 年カレントおよびその周辺に限定されている」模様で、CTD およびその周辺については、十分な流動性が確保されていないとの声が大勢を占めている。

イールドカーブを歪める投資家行動

一部の投資家（市場では官公庁筋がしばしば指摘されている）が、特定銘柄のみに売買を集中させるため、ほぼ同残存・同クーポンの隣接銘柄にも関わらず、顕著な利回り較差が生じる。また、そうしたカーブの歪みは、裁定業者の不在から修正されることなく放置される現象が頻繁に観察される。

7 年ゾーンでのイールドカーブのキック

現状のイールドカーブは、CTD である 7 年ゾーンを境にキックしており、7 年以下のゾーンは、スワップ、それより更に短いゾーンは、金先等との相関関係が相対的に強い。また、最近では、景気動向や金融政策に対して 5 年近傍の中期ゾーンが市場参加者の金利観等を反映しセンシティブに変動しやすいといわれている（米国も同様）。この背景には、財政の調達構造の短期化傾向等、

発行体のニーズと市場のニーズが相互に影響しあって中期ゾーンの取引が活発化していることが指摘できる。

発行市場の問題点

現状、発行形態が長期ゾーンに集中していること、1銘柄当りの発行額が少ないこと、銘柄間の発行額にバラツキがあること等が、需給バランスを悪化させており、イールドカーブの歪みを増幅させている。

3.3.3 先物市場

現物から切り離された先物市場

現物・レポ市場に比較すれば、先物の流動性は維持されているとの評価が一部に聞かれたが、逆に言えば、本邦国債市場が、「相対的に流動性が高く、価格発見機能も優れている先物に過度に依存した市場」になっている、との解釈も可能である。平時においては、1つないし2銘柄のCTDとの間で両市場はリンクしているが、ストレス発生時には、こうしたリンクの脆弱性が顕現化するといえる。

標準物クーポン引下げ効果

標準物クーポンの引下げについては、顧客向け説明の容易さなどの理由からCTDが事実上固定化されデリバリー・オプションが発生しない現状を歓迎する傾向がある一方で、CTD候補銘柄の拡大に伴うスキーズ防止効果等、現物市場の流動性を補完する効果を評価する見方も存在する（補論2参照）。

4. プライシング手法

本章では、まず、市場参加者が現物国債のプライシングに際してどのような手法で価格決定を行ったのかについて、アンケートおよびヒアリング等で得た情報を基に整理する。次いで、スプラインカーブを用いた分析により、現物債の個別銘柄の特性がプライシングに与える影響について検証する¹⁸。

4.1 現物プライシングのシミュレーション

「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ることができる。従って、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、市場参加者が局面毎・銘柄毎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基に、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・ベーススを一定の仮定（例えば前日と不変）の下で仮置きし、それを基に先物価格からCTD価格を推定する¹⁹。CTD以外の銘柄については、各銘柄についてCTD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・ベーススを仮置きした上で先物の値動きからCTD価格を推定する。CTDの推定価格を支点到、a)イールドカーブをパラレル・シフトして推定、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、CTD

¹⁸ データは日本相互証券（BB）の引け値を使用した。

¹⁹ 現物・先物・レポレート間の裁定関係については、補論2を参照。

以外の銘柄のプライシングを行う。

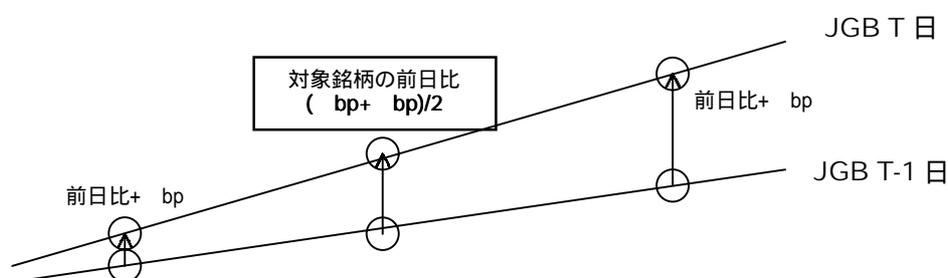
各銘柄について、市場でリアルタイムのプライス情報の得られるスワップレートや金先とのスプレッドを基にプライシングを行う。

4.1.1 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²⁰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²¹。

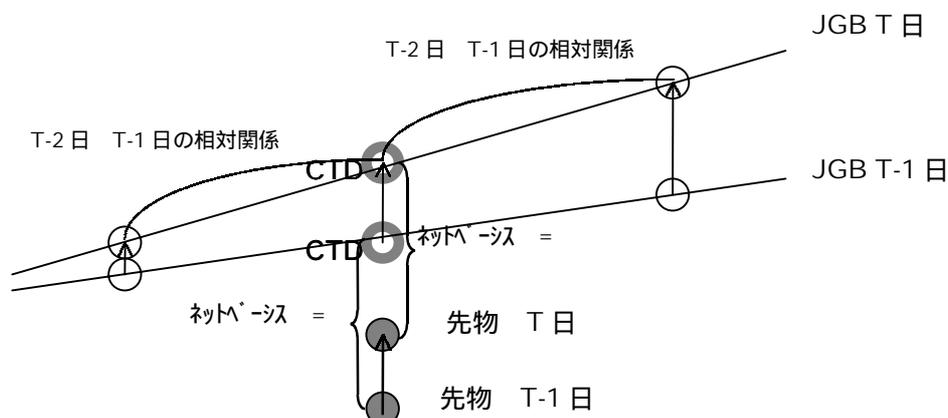


²⁰ 一般に、旧指標銘柄や銘柄統合によって発行残高の多い銘柄は、流動性が他の銘柄よりも高く、市場で価格情報入手し易いと考えられる。10年債市場では、こうした銘柄が5銘柄に1銘柄程度は存在することから、参照銘柄を左右3銘柄先に設定した。また、実際に市場で観察されるのは、ビッド・アスク情報であるため、シミュレーション上はビッド・アスク・スプレッド間からランダム（一様分布）に抽出する形とした。なお、ビッド・アスク・スプレッドのパラメータについては、井上[1999]を参考に、額面100円当り7.5銭とした。

²¹ 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。

先物から CTD 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

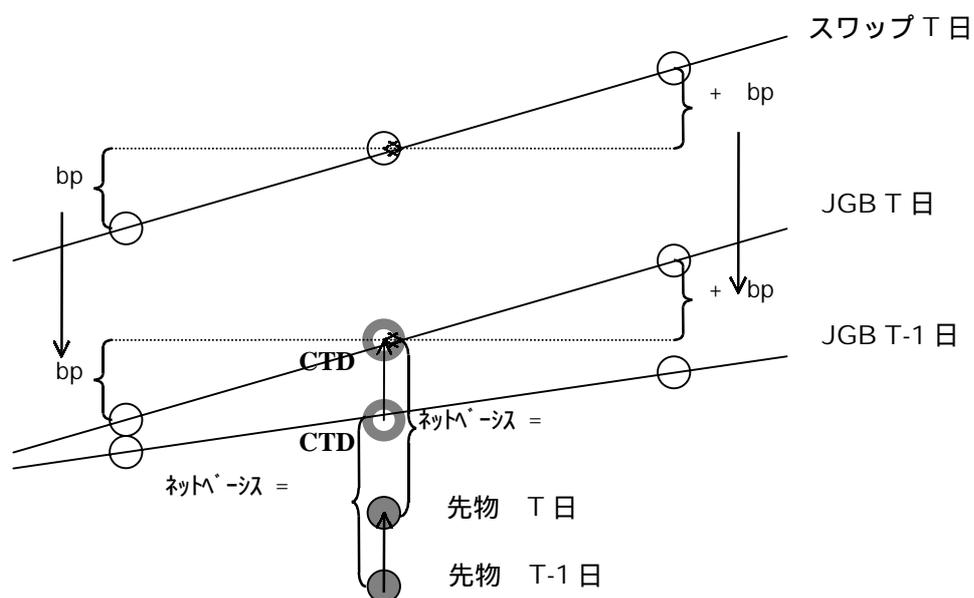
市場で常に観察可能な先物価格を用い、前日のネット・ベースス²²が当日も維持されるとの前提の下で、CTD の理論価格を算出する。次に、CTD 以外の各銘柄について、(T-2)日 (T-1)日の CTD との値動きの相対関係が(T-1)日 T日についても維持されると仮定して当日の値動きを予測する。例えば、(T-2)日 (T-1)日に CTD が+5bps 動き、対象銘柄が +4bps 動いたとすると、(T-1)日の CTD 価格と T日の CTD 理論価格が +3bps の場合には、対象銘柄は前日比 +2bps (= 3bps + 4bps - 5bps) 動く と推定する。



²² ネット・ベーススは、日興ソロモン・スミスバーニー証券の先物金利裁定表のデータを使用した。同表のデータには、実勢レポ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。実勢レポレートは、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敢えて実勢レポ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」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下での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・ベーススは実勢レポ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ポレートに関しては、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。

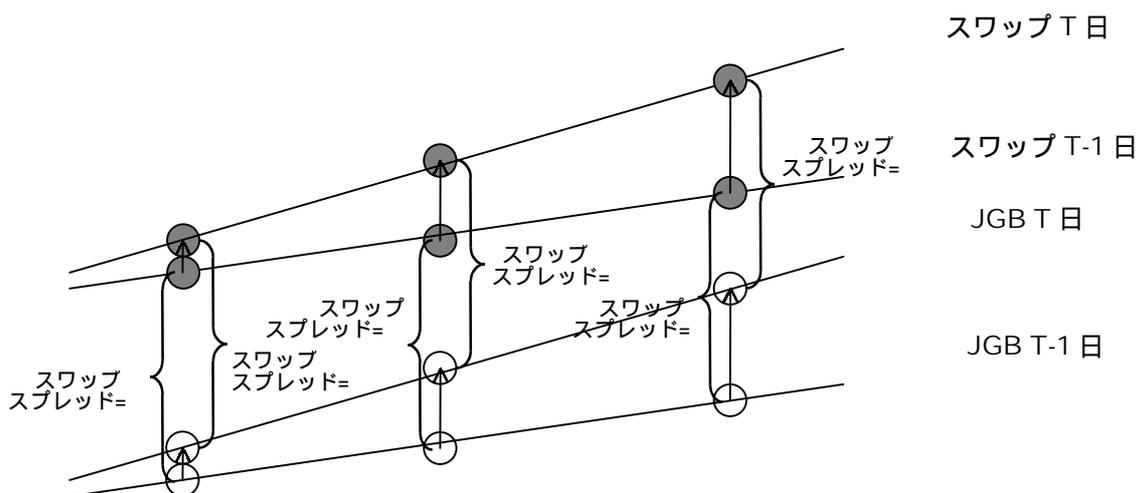
CTD でイールドカーブのレベルを推定、a) 平行シフト、ないし b) スワップレートで傾きを付加する手法

と同様の方法で、先物価格からネット・ベース一定の前提で CTD を推定する。CTD 以外の銘柄については、CTD を支点に、a) イールドカーブを前日比平行シフトさせる、b) スワップイールドカーブの傾きを用いて CTD 以外の銘柄の前日比イールド変化を推定する、の 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 CTD 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、「CTD 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 CTD 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下で、各対象銘柄の値動きを推定する。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。



4.1.2 シミュレーション結果

以上の ~ のアルゴリズムに基づき、98年11/24日～2000年1/24日までの毎営業日について、銘柄毎に推定値と市場価格の乖離幅（絶対値）を計算した結果が（図表4-1）～（図表4-4）である。また、イールドカーブ全体に対するパフォーマンスをみるため、全銘柄の乖離幅（絶対値）の平均の時系列も併せて示した。

隣接銘柄の値動きから推定する手法（図表4-1）

両サイド3銘柄先を参照銘柄とし、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。

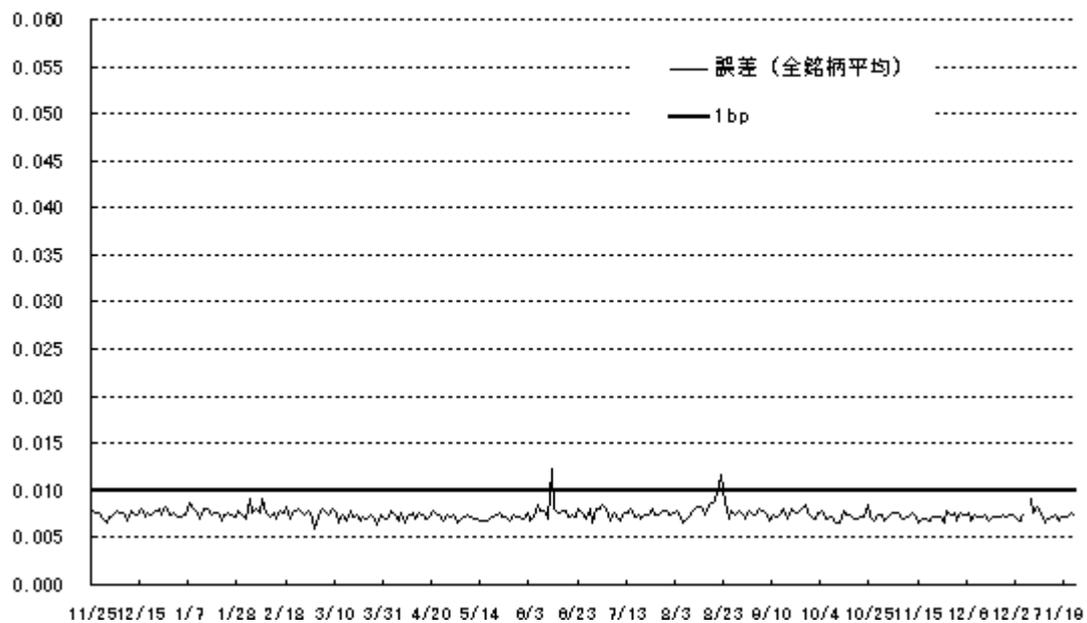
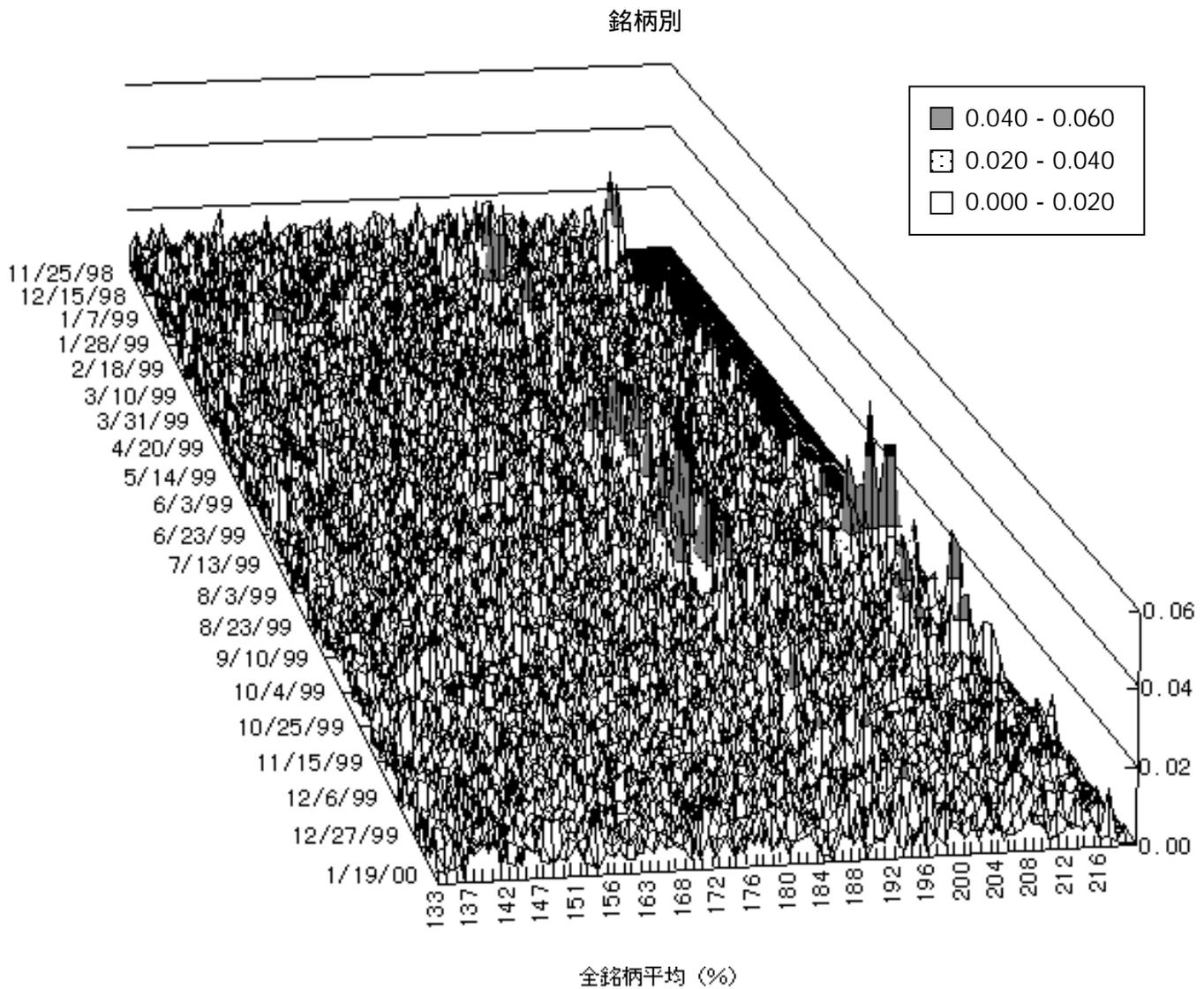
ゾーン別にみると、ロー・クーポンの207、208、213回債やCTD近辺について、相場下落に対する警戒感から先物にヘッジ売り圧力が強まったり（98年末

～99/2月頃、99/5月頃)、レポ市場の混乱がみられた99/6～8月頃にパフォーマンスの低下がみられる。

先物からCTD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
(図表4-2)

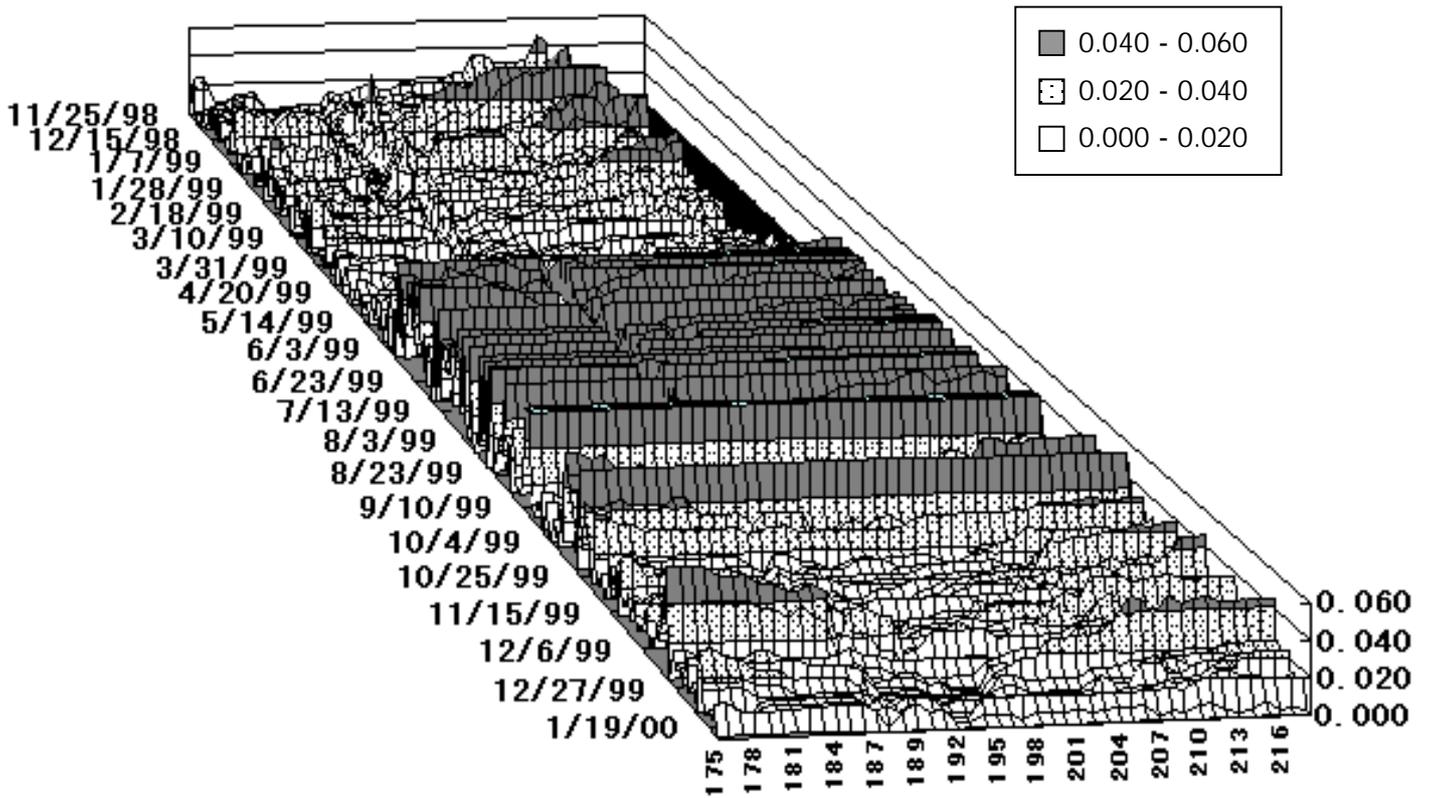
CTD交替を巡って相場が混乱した6月初旬までは安定した結果が得られた。なお、本手法はCTDとの距離が大きくなる短期ゾーンでパフォーマンスが著しく低下することから、175回債(推計期間では残存4～5年)以降について乖離幅の平均を計算した。6月以前においては、1bp程度で推移しており、この程度のシンプルなアルゴリズムでもかなりの確度でマーケット・プライスを説明できることが分かる。しかし、6～9月頃にはパフォーマンスが極端に悪化しており、このプライシング手法が実用に耐えず、実質的に放棄されていたことを示唆している。銘柄別にみても、全ゾーンで大幅な乖離がみられ「先物とCTDを結ぶリンケージ」というプラ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

図表 4-1 両サイド 3 銘柄先の値動きを用いたプライシング

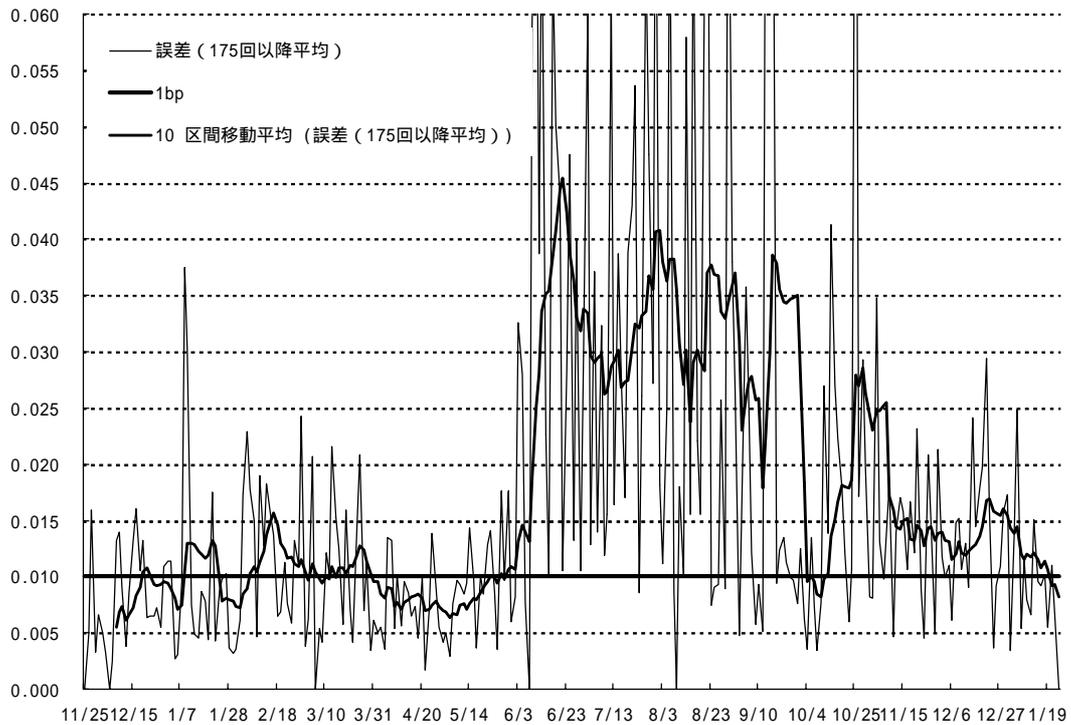


図表 4-2 CTD との関係に基づくプライシング (ネットベースシス不変)

銘柄別



175回以降平均 (%)



CTD でイールドカーブのレベルを推定、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 (図表 4 - 3)

イールドカーブのパラレル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 (98 年末 ~ 99/2 月頃) では、CTD 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。99/5 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、ますます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 99/6 ~ 9 月には、CTD の推定値自体が不正確となるため、と同様パフォーマンスが極端に悪化している。

なお、の手法は、CTD や先物との個別銘柄の 1 対 1 の相関関係を基準にブラッシングを行うのに対し、本手法では、CTD 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、CTD 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、CTD からの距離が遠く、CTD 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。

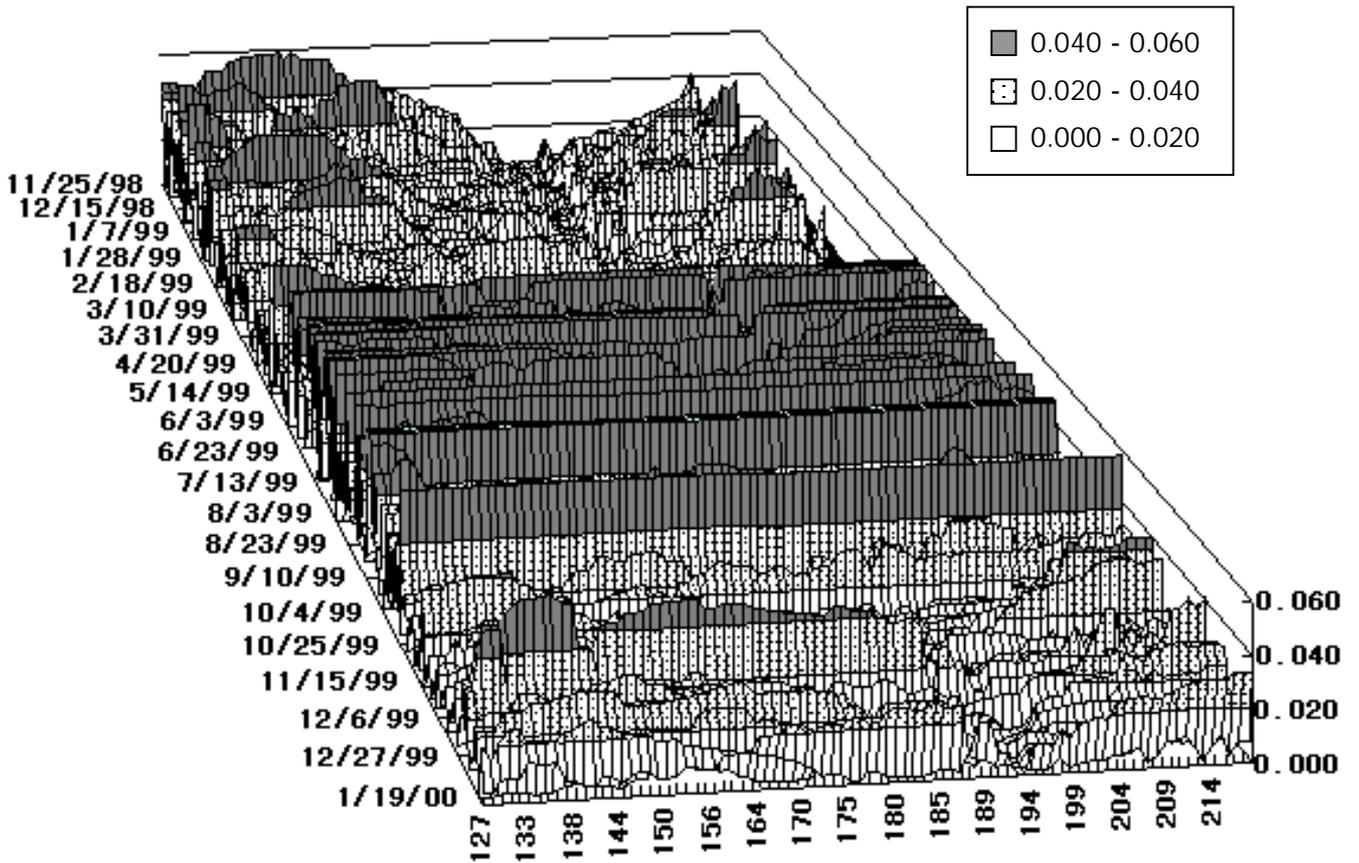
スワップ・スプレッド一定とする手法 (図表 4-4)

先物の情報を利用せず、スワップのみを使うブラッシング手法は、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ブラッシングがなされている可能性が窺われる。一方、99/9 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、国債現物のブラッシングに際し、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²³。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 98 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 99/6 ~ 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。

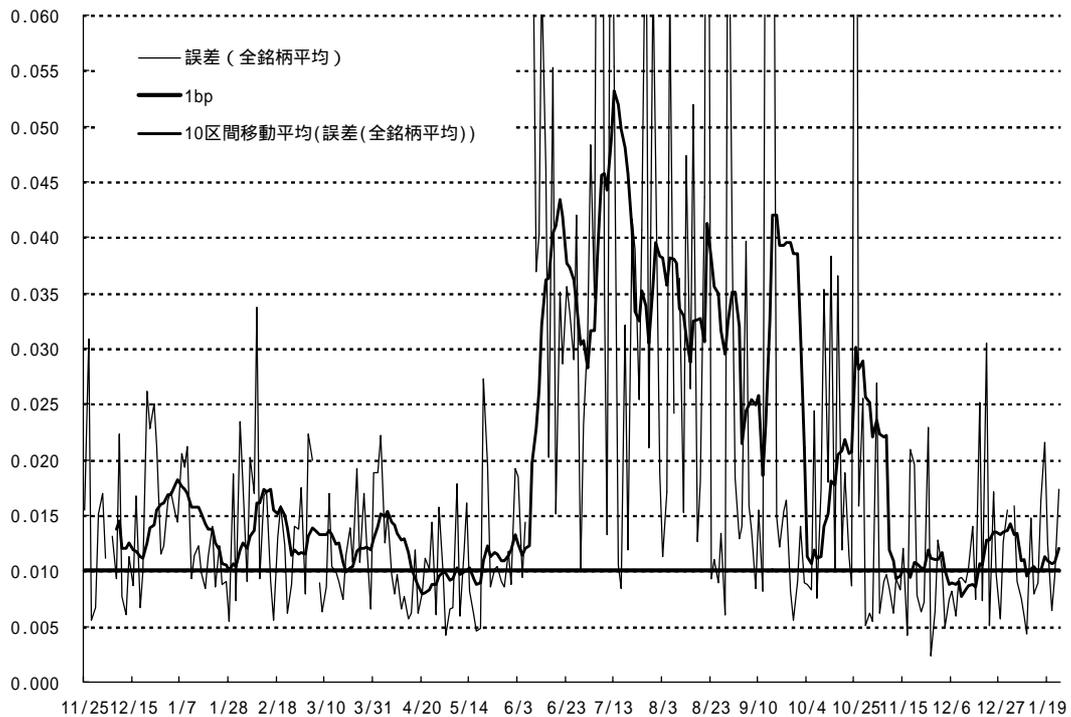
²³ 10 月以降はパフォーマンスが改善しているが、このことが、市場参加者がよりスワップを参考にブラッシングするようになったことを意味しているのか、レンジ相場化の影響によるものかは見極めにくい。

図表 4-3 スワップレートとの関係に基づくプライシング (ネットベース不変)

銘柄別

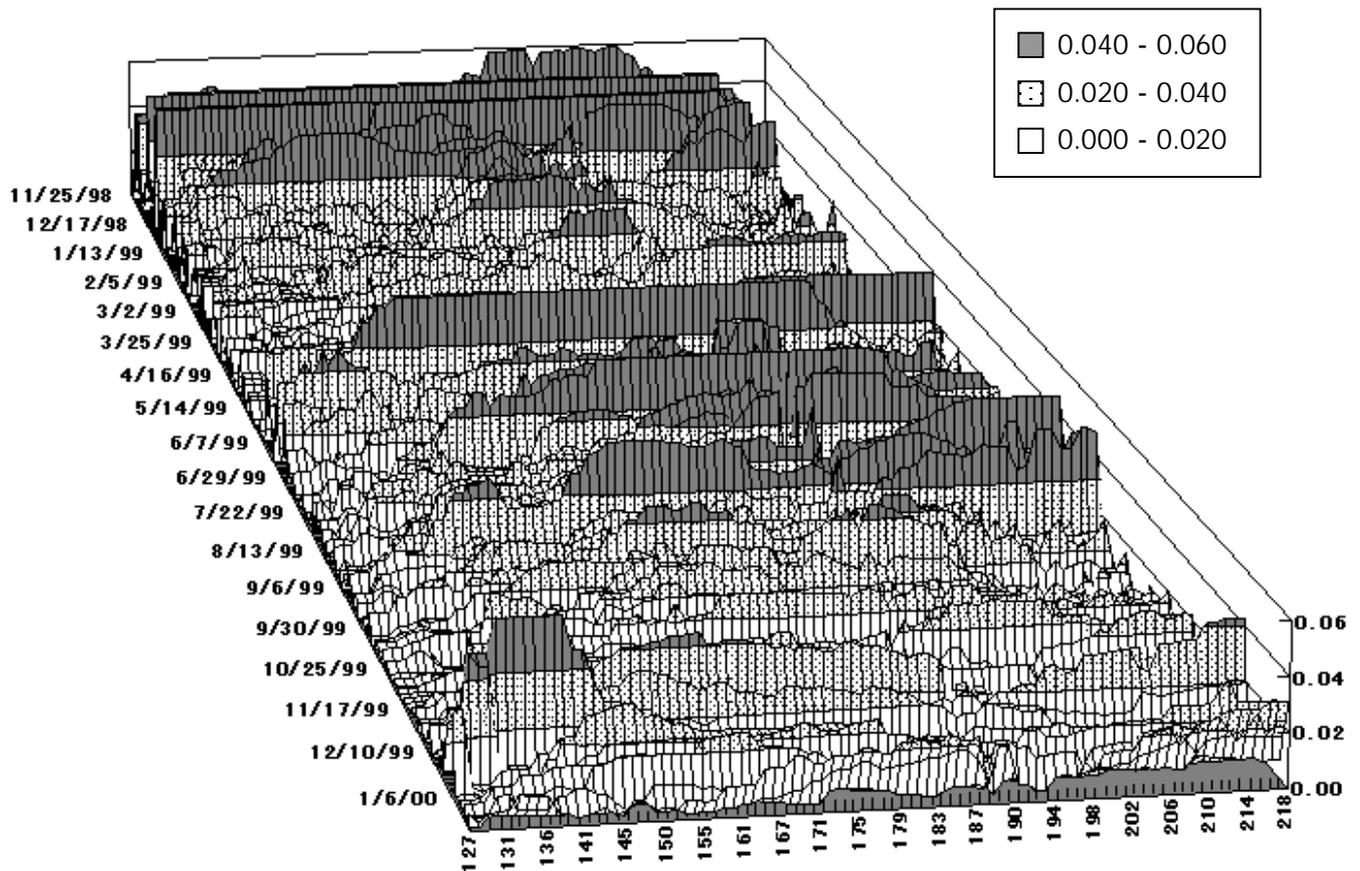


全銘柄平均 (%)

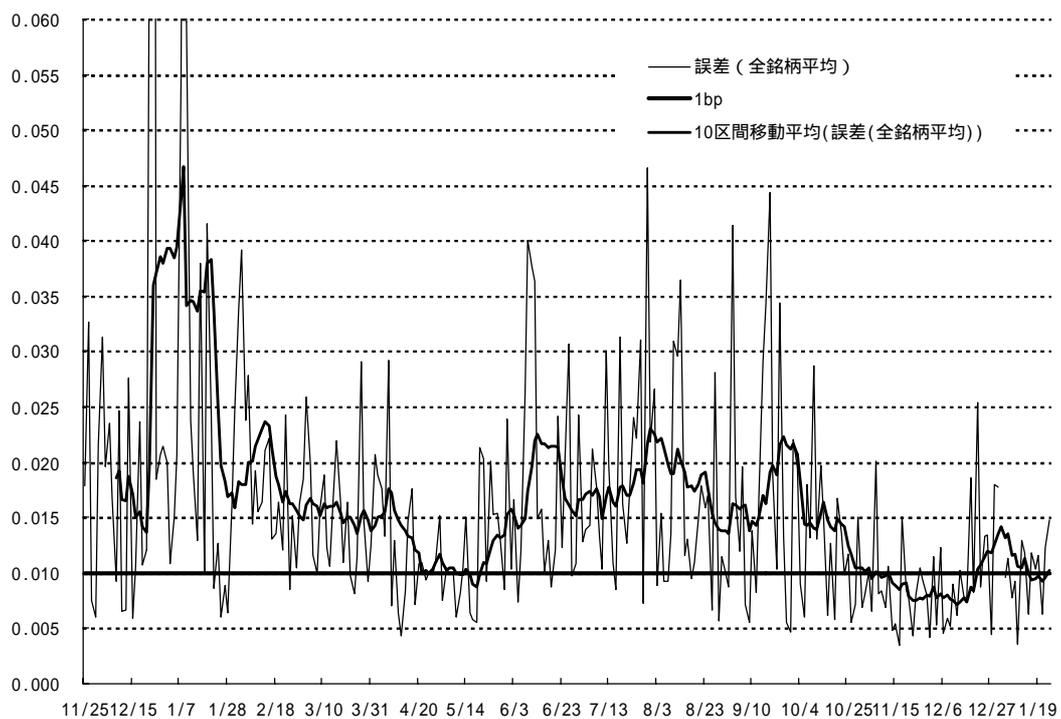


図表 4-4 スワップ・スプレッドを一定としてプライシング

銘柄別



全銘柄平均 (%)

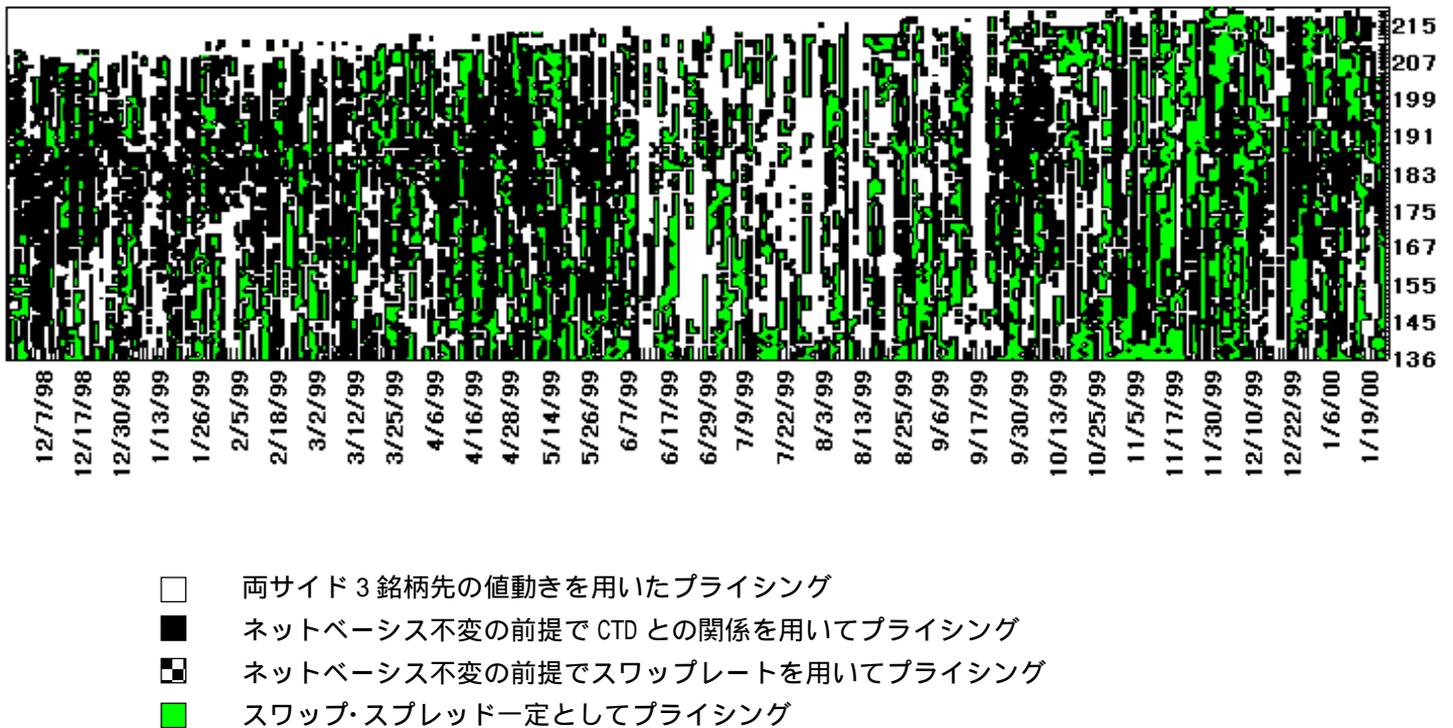


4.1.3 手法の総括

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纏めると（図表 4-5）の様になる。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 3.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) 99/6 月以前は、現物のみに基づく の方法のパフォーマンスが相対的に低く、7 年ゾーンを中心に長期にかけては先物を用いる方法（ 、 ） 短期ゾーンではスワップを用いる方法（ ）のパフォーマンスが高い。
- b) 99/6~9 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。
- c) 99/10 月以降では、 ~ のパフォーマンスが再び向上した。すなわち、99/6~9 月のレポ市場の混乱により、市場参加者がそれまで用いてきた先物やスワップを用いたプライシングを一旦放棄し、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窺われる。

図表 4-5 プライシング手法のパフォーマンス比較



4.2 銘柄特性の価格への影響

4.1 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。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。

4.2.1 分析手法

Vasicek-Fong[1982]²⁴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）を回帰推定する。得られたスプラインカーブに基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²⁵（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）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併せて算出しておき、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必要がある。

²⁴ 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、補論1アンケート回答集計結果参照）。

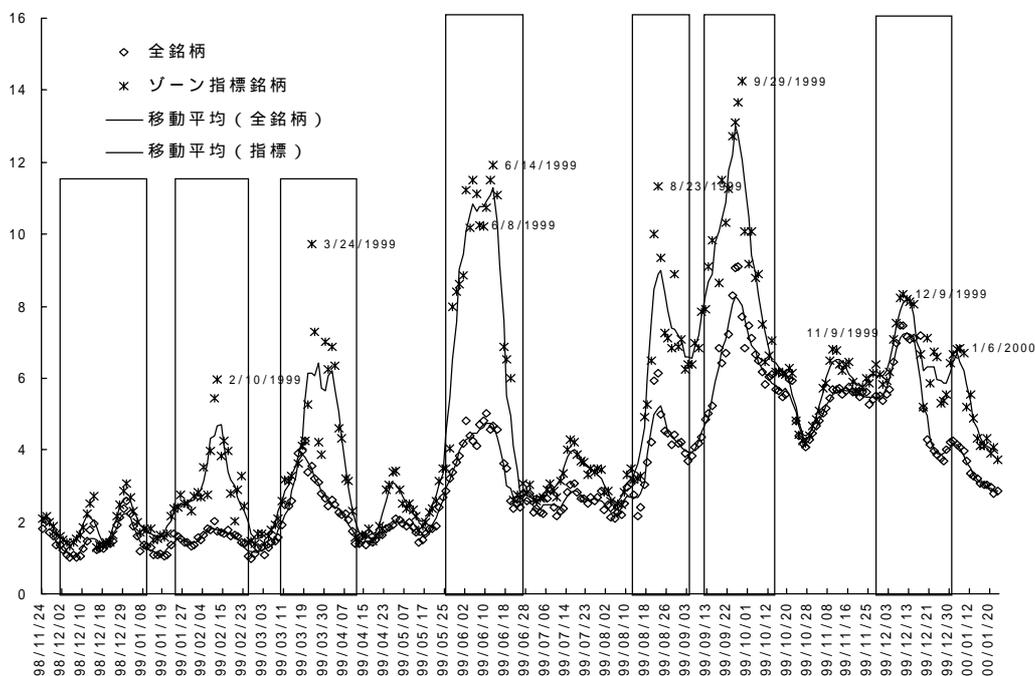
²⁵ アンケート調査やモニタリングを通じて市場参加者から得られた情報を基に、144、145、151、153、157、164、170、174、182、190、200、203、204、214回債および計算日の新発銘柄を用いた。なお、3銘柄統合で流動性の高い187回債については、99/6月限のCTDであったことから除外した。もっとも、187回債を含めた推計結果は187回債を除外したものとほぼ同様であった。

4.2.2 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通りである（図表 4-6-1 参照、全銘柄の残差は図表 4-9²⁶）。

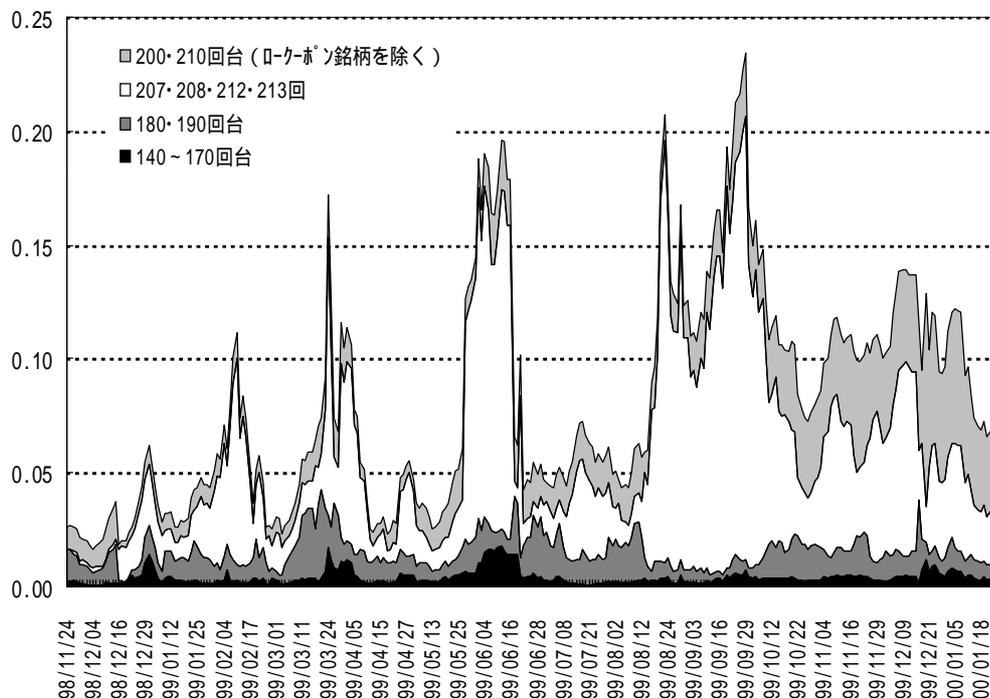
図表 4-6-1 は、ゾーン指標銘柄のみを用いた推計と全銘柄を用いた推計の SSR の時系列推移、図表 4-6-2・3 は、ゾーン指標銘柄のみによる推計について、SSR を銘柄別に寄与度分解した結果である。図表 4-6-2・3 をみると、図表 4-6-1 中の、
、
期において、ロークーポン銘柄（207、208、212、213 回）の寄与度が大きくなっている一方、6 月下旬から 8 月初などイールドカーブの歪みが小さかった時期では、CTD 近辺（180・190 回台）の寄与度が大きくなっている。これは通常時においては投資家の先物ヘッジ売りの影響で CTD 近辺は割安化しやすいが、レポのタイト化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 4-6-1 スプラインの残差平方和（SSR）の推移

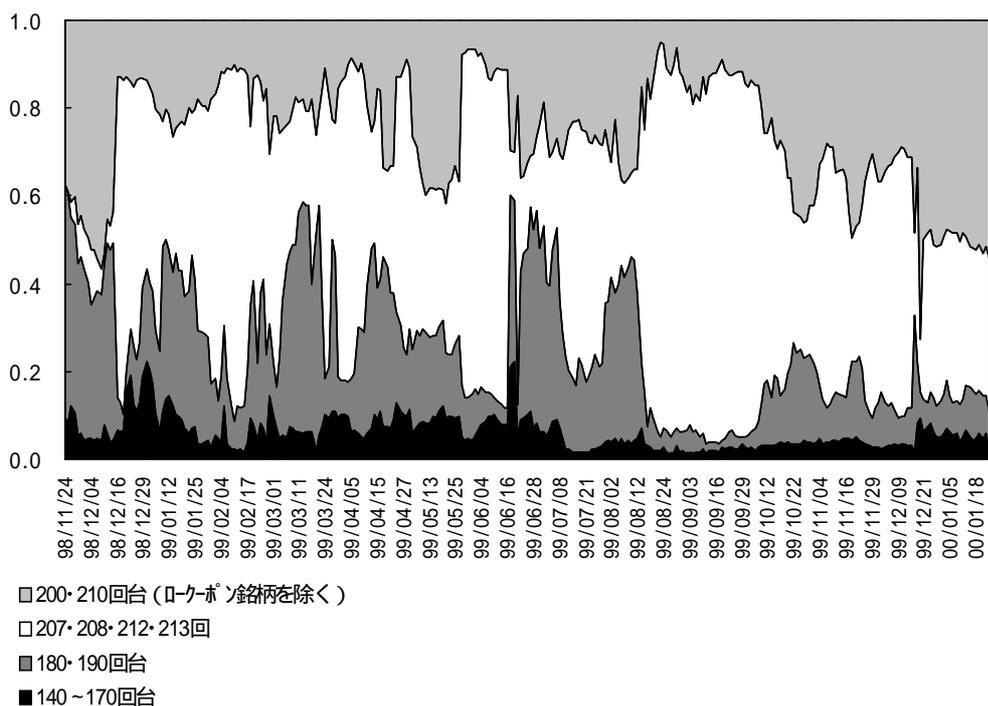


²⁶ 図表 4-9 は補論 2 の後に添付した。

図表 4-6-2 ゾーン指標銘柄別寄与度分解



図表 4-6-3 ゾーン指標銘柄別寄与度分解 (ウエイト)



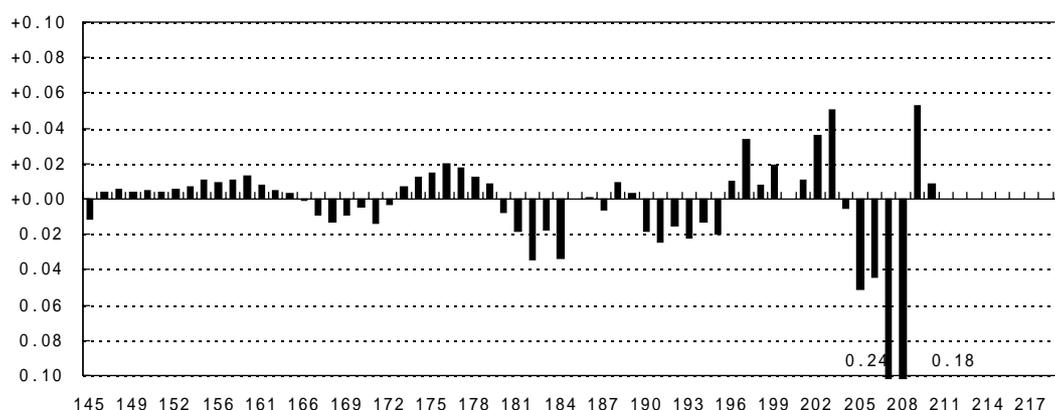
期：98/11月～99/1月上旬

98年末～99年初にかけては、相当規模の相場変動（資金運用部ショック）が発生したにも拘わらず、SSRの変動は比較的小さく、また全銘柄による推計とゾーン指標銘柄による推計にSSRの差異は殆どみられない。従って、相場変動によりイールドカーブに多少の歪みが発生したものの、その程度はかなり小さく、またゾーン指標銘柄にはイールドカーブの形状に関する情報がほぼ全て含まれていたと理解できる。

期：99/1月中旬～2月下旬（図表4-7-1）

10年債増発のニュースや国債価格下げを巡る思惑から、1月末にかけて債券相場は急落した。これを受けて、先物（99/3月限、CTDは186回債）や10年ゾーンに対するヘッジ売り圧力が強まったため、ゾーン指標銘柄のSSRは7年ゾーン（180回台～190回台前半）および10年ゾーン（200回台）の割安化を主因に急上昇した。一方、全銘柄のSSRは比較的安定的に推移している。これは、CTD近辺や10年ゾーンの割安化の過程でその周辺の銘柄も滑らかに割安化したため、全銘柄による推計には銘柄特性の影響が織り込まれてしまったためと解釈できる。なお、207・208回債が大幅に割安化しているが、その程度は、イールドカーブに大きな歪みが生じた時期（後述 期）と比べると小幅に止まっている。

図表4-7-1 局面毎の銘柄特性（スプラインカーブ²⁷との乖離）＜99年2/10日＞



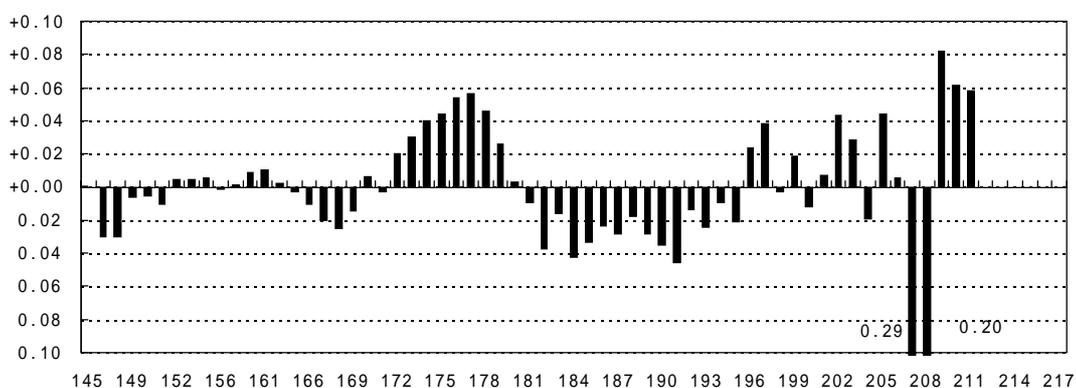
²⁷ 「ゾーン指標銘柄」を用いたスプラインとの乖離（以下、同様）。

期：99/3月上旬～4月中旬（図表4-7-2）

この時期の債券相場は、比較的堅調に推移しており、先物中心限月の交替（3/4日、99/3月限 6月限、CTD：186回債 187回債）の影響でSSRが上昇したと考えられる。1月中旬～2月下旬と異なり、全銘柄のSSRも上昇している。CTD近辺の銘柄は、1月中旬～2月下旬以上に割安化しており、1月中旬～2月下旬を上回るイールドカーブの歪みが発生していたと考えられる。このことから、先物中心限月の交替は相場変動以上にイールドカーブに歪みを生じさせる可能性があることが判る。

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摺られる形でスプライン関数が上方へ引上げられ²⁸、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程顕著でないのは、9～10年にゾーン指標銘柄が多かったためと考えられる。

図表4-7-2 局面毎の銘柄特性（スプラインカーブとの乖離）＜99年3/24日＞



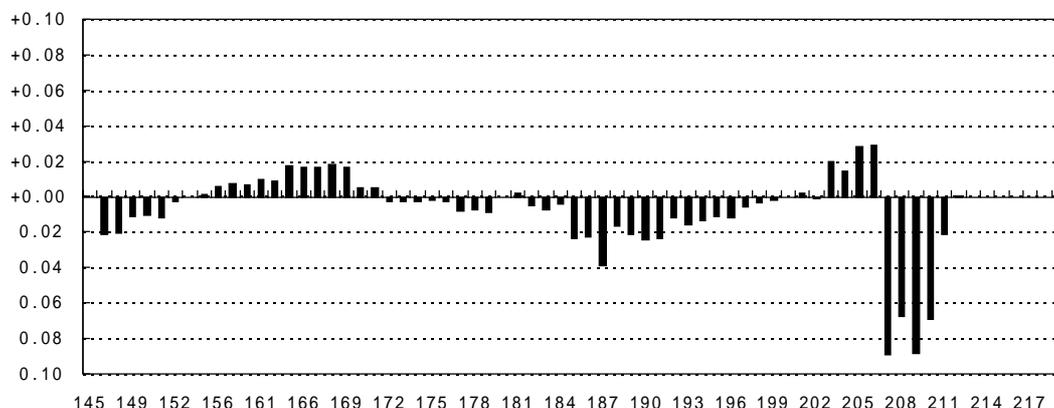
²⁸ これは、CTD近辺の銘柄の情報が、ゾーン指標銘柄のプライシングに一部反映されてしまふことを示唆しており、ゾーン指標銘柄のみを用いてスプラインカーブを推計しても、銘柄特性を完全には除去しきれないこととなる。

期：99/5月下旬～6月下旬（図表4-7-3・4）

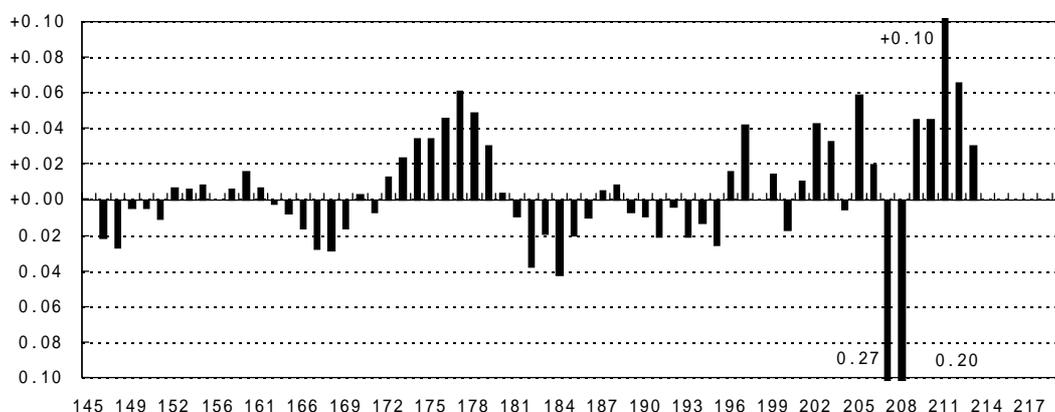
国債増発に伴う需給悪化懸念や1-3月期GDP統計が市場予想を上回る好結果となったことにより、債券相場の調整が発生し、先物にヘッジ売り圧力が強まったこと、さらに、6月限の最終決済が近づいているにも拘わらず、流通量が少なく、取引が忌避されていた超長期2回債がCTDとなる9月限への移行が進捗しなかったこと、等からイールドカーブの歪みが著しく拡大した。ゾーン指標銘柄のSSRの上昇幅は3月上旬～4月中旬よりも大きくなっているほか、全銘柄のSSRも上昇している。

銘柄別にみると、CTDの187回債は、5月下旬にはヘッジ売り圧力を受けて一旦割安になった後（図表4-7-3）、6/8日頃（図表4-7-4）にかけて急速に割高化しており、188、189回債にも同様の動きが観察される。一方、受渡に関係のない手前の180～186回債については割安化したままとされている。さらに手前の160、170回台については、170回債が180回台の割安化の反動で割高となっているほか、160回台についてはさらにその反動で割安となる結果となっており、通常の7年近辺の割安化にCTD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3月上旬～4月中旬と比べて離れたゾーンにまで影響が及んでいる。なお、2000/3月限のCTDである192、193回債は6月の段階ですでに割安化しており（図表4-9）、投資家を中心とした市場参加者が99/12月限を飛び越して2000/3月限にヘッジ売りを出していることが分かる。

図表4-7-3 局面毎の銘柄特性（スプラインカーブとの乖離）＜99年5/20日＞



図表 4-7-4 局面毎の銘柄特性（スプレインカーブとの乖離）＜99年 6/8日＞

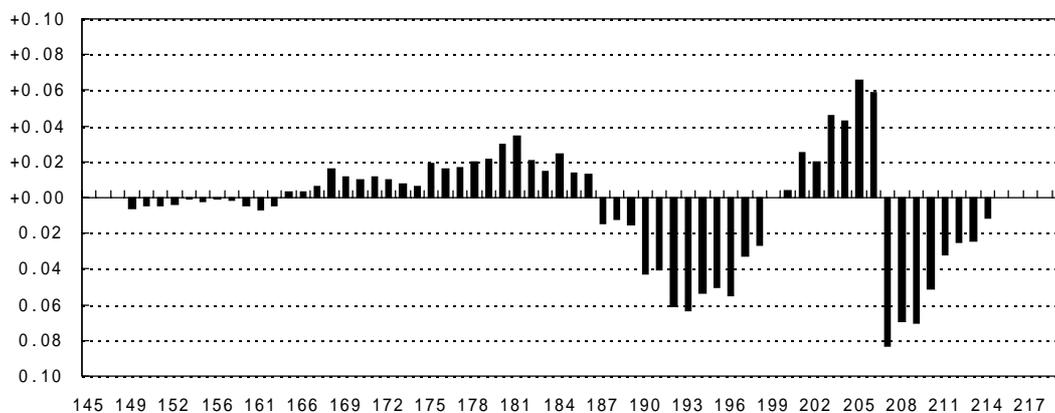


期：99/8/10日頃～9月上旬（図表 4-7-5・6）

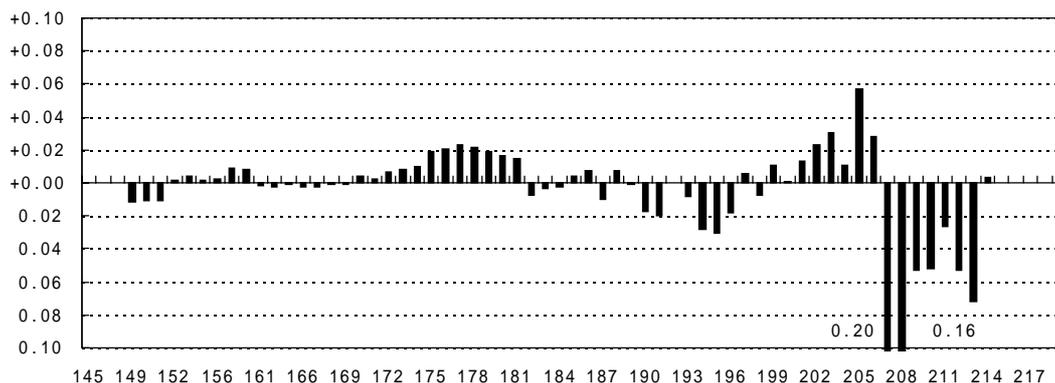
8月上旬に先物中心限月が交替（9月限 2000/3月限、CTD：超長期2回債 192、193回債）した後、「一部投資家が『Y2K問題』の影響で3月限CTDをレポ放出しない」とのルーマーを切っ掛けに、年末にかけての玉繰りタイト化への警戒感が強まったため、8月中・下旬にかけてイールドカーブに歪みが生じた。

銘柄別にみると、先物ヘッジ売りから6月下旬頃よりすでに割安化していた192、193回債を中心とする7年近辺が、レポタイト化の影響により1週間程度の間（8/11日～17日）に急速に割安を解消した（図表 4-7-5・6）。CTD近辺より短期のゾーンについては、5月下旬～6月下旬程の波及はみられないが、これは、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ことで（5月下旬～6月下旬は、タイト化したのは187回債前後に限られていた）、5月下旬～6月下旬にみられたイールドカーブの波打ちに繋がらなかった可能性が考えられる。なお、8/11日から17日の間に、CTD近辺の銘柄のタイト化により、スプレインカーブが下方へ押し下げられた結果、ロー・クーポンで不人気の207、208回債が大幅に割安となっている（図表 4-7-5・6）。

図表 4-7-5 局面毎の銘柄特性（スプラインカーブとの乖離）＜99年8/11日＞



図表 4-7-6 局面毎の銘柄特性（スプラインカーブとの乖離）＜99年8/17日＞



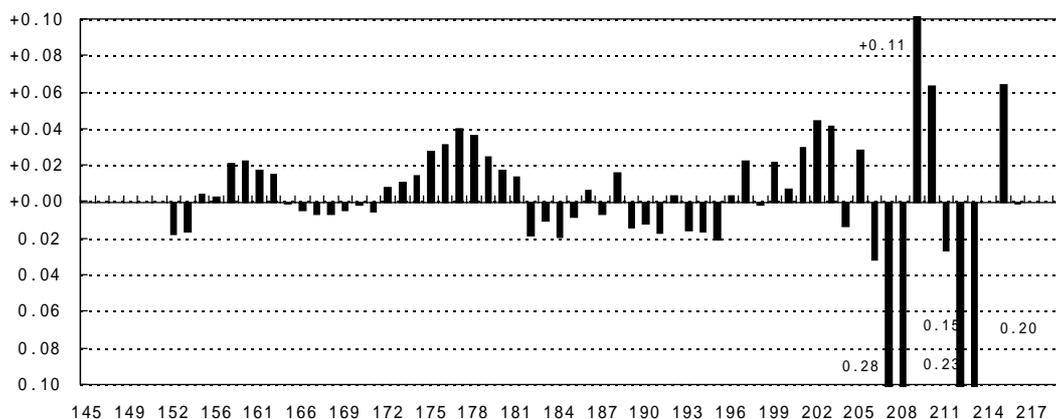
期：99/9月上旬～10月上旬（図表 4-7-7）

9月末にかけては、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SSRが上昇した可能性が高い。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被った先が、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、個別銘柄の需給関係が業者間市場の価格に直接反映され易くなったと指摘されている。

銘柄別にみると、7年ゾーンは8月中旬のレポ市場の混乱時と類似の形状をしており、市場混乱の影響がみてとれる。また、200回台前半や209、210回債等が、一部投資家からの継続的な買い圧力で割高化する一方、ロー・ク

ポン銘柄（207、208、213 回債）が大幅に割安化するなど、個別銘柄の特性がそのまま業者間市場のプライシングに反映される姿となっている。また、10年ゾーンの需給タイト化と7年ゾーンへのヘッジ売り圧力により7-10年イールドカーブがフラット化したため、手前の170回台の銘柄には割高に評価される銘柄がみられる。

図表 4-7-7 局面毎の銘柄特性（スプラインカーブとの乖離）<99年9/29日>

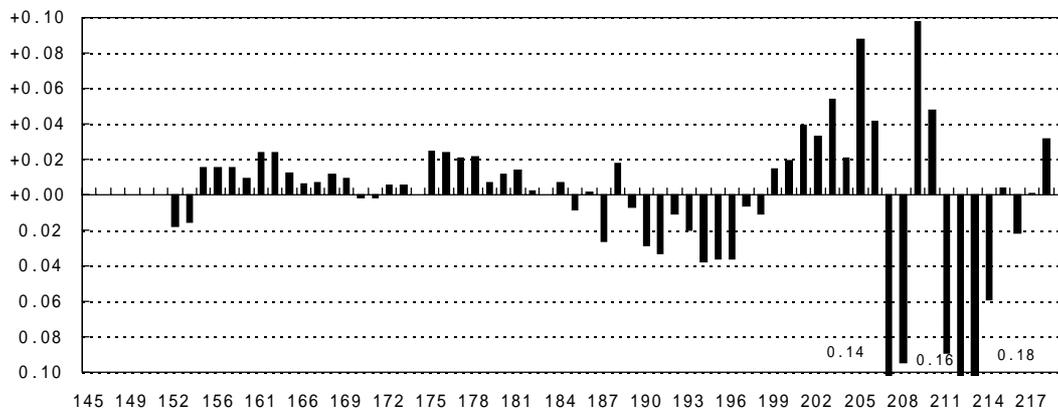


期：99/11月下旬～12月下旬（図表 4-7-8）

11月下旬～12月下旬にかけては、レポ市場混乱の影響が徐々に薄れたものの、7-9月GDP統計（12/6日）や2000年度の国債発行計画策定（12/19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SSRが高水準で推移したと考えられる。

銘柄別にみると、相場変動に伴う先物ヘッジ売り圧力から99/8月や9月末と比較して7年ゾーンが割安化する平常時のパターンに戻っているが、9～10年ゾーンは引続き銘柄毎に区々の動きとなっている。

図表 4-7-8 局面毎の銘柄特性（スプラインカーブとの乖離）＜99年12/10日＞



4.2.3 銘柄特性の特徴

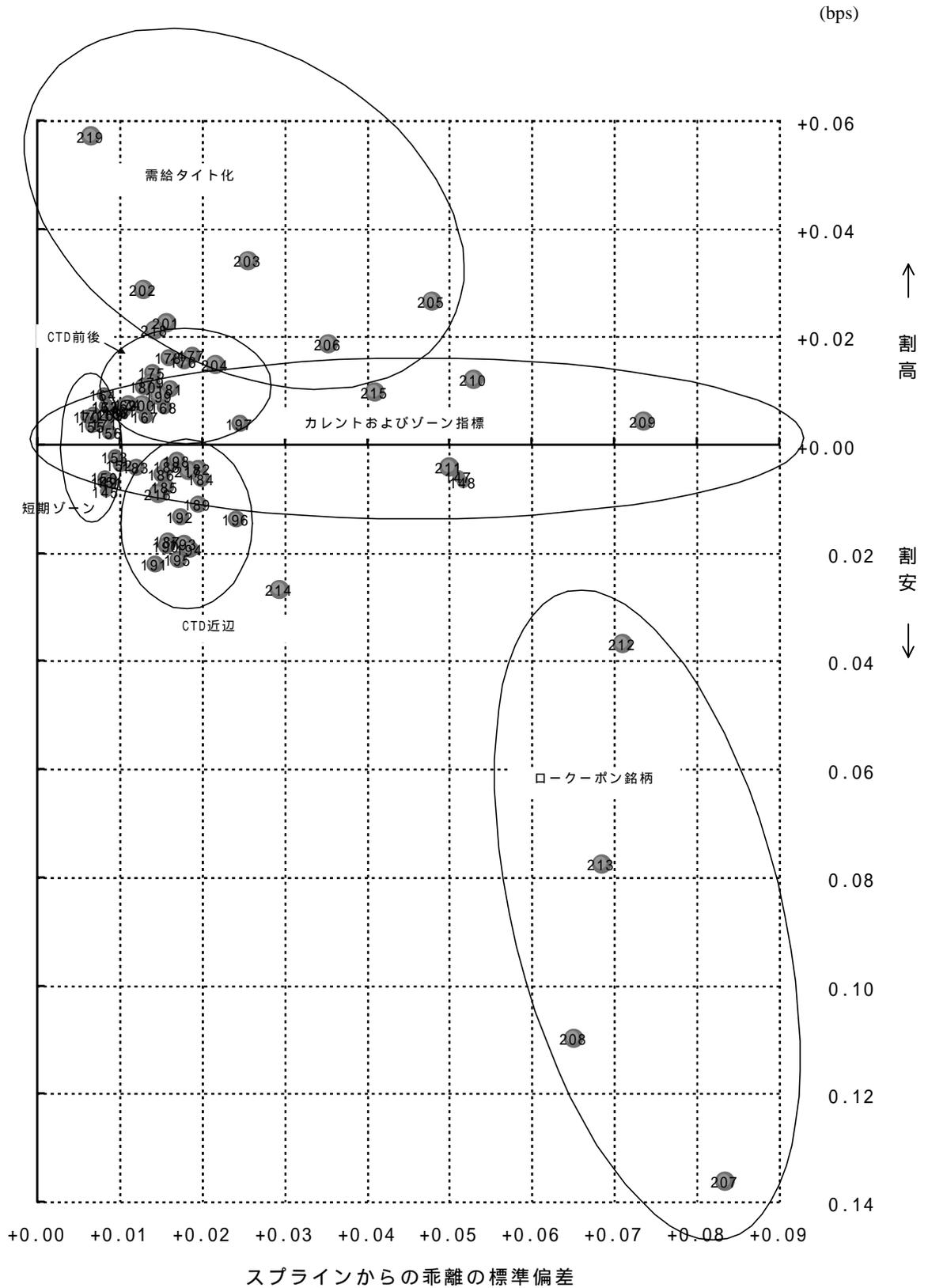
推定期間中を通しての銘柄属性をスライン推定値との乖離の平均および標準偏差によって分類すると（図表 4-8）、銘柄特性に関して以下の特徴が指摘できる。

- 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 程度に止まっており、比較的スムーズなプライシングがなされている。
- CTD 近辺は、先物ヘッジ売りに引き摺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。
- CTD の前後については、CTD が割安方向に乖離する反動から割高に出易い傾向がある。また、この傾向はゾーン指標銘柄が多くス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 CTD 近辺の割安化の反動であることから、標準偏差は CTD 近辺とほぼ同レベルとなっている。
- 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（例えば、209 回債<クーポン 2.0%>、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）ため、乖離の標準偏差が大きくなるケースもみられる²⁹。

²⁹ 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、ゾーン指標銘柄としていることから、計算上スプラインとの乖離が小さく出易い性質もある。

図表 4-8 スプラインからの乖離の平均・標準偏差



5. 結語

以上では、最近の本邦国債市場を巡る諸現象について、その背後にある市場参加者の行動やインセンティブ等との関連を踏まえて整理を試みた。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こととする。

第一に、本邦国債市場を効率性の高い、かつストレスに強い市場とするためには、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。最近発生した市場の機能低下プロセスをみると、市場にショックが発生した場合に、これを各市場が分散して吸収する、もしくは一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。現物発行市場における流動性向上策、先物の商品性改善等については既にいろいろな取組みが進んでいるが、これらを繋ぐレポ市場の流動性向上についても一層前向きに取り組むことが重要と考えられる。

第二に、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。そもそもの切っ掛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。従って、日頃から、各市場における流動性が誰によって提供され、どういう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。こうした能力は、市場参加者それぞれにとって重要であると同時に、中央銀行にとっても欠かすことのできない能力であるといえる。本稿で用いたプライシング手法やリスク・プロファイル分析等の手法を活用することにより、定量的な理解も踏まえたモニタリング能力の一層の向上を図りたい。

以 上

参考文献

- BIS グローバル金融システム委員会、1999a (5月)、「市場流動性：研究成果と政策へのインプリケーション(日本銀行仮訳)」、日本銀行ホームページ、<http://www.boj.or.jp>、(原文、*Market Liquidity: Research Findings and Selected Policy Implications*, Committee on the Global Financial System, BIS, <http://www.bis.org>)
- BIS グローバル金融システム委員会、1999b (11月)、「流動性の高い国債市場を目指して(日本銀行仮訳)」、日本銀行ホームページ、<http://www.boj.or.jp>、(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>)
- 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」、1999(5月)、日本銀行、金融市場局ワーキングペーパーシリーズ、99-J-2、<http://www.boj.or.jp>
- Vasicek, Oldrich A. and Gifford H. Fong, "Term Structure Estimation Using Exponential Splines", *Journal of Finance*, Vol.38, 1982, pp339-48.

補論1 アンケート回答集計結果

<アンケート実施時期：平成11年10月12日～10月29日、対象先数：29先>

〔「回答概要」欄における は多数（過半数）、 は数先（10先程度）、 は一部先（5先程度）、 ・ は極一部（1～2先程度）からの回答〕

質問項目	回答概要	主なコメント等
<p>・国債関連市場の流動性</p> <p>現状、流動性が確保されている状況にあると思われませんか。</p>	<p>市場全般として、十分な流動性が確保されていない。</p> <p>特定ゾーンの現物のみ流動性が確保されている。</p> <p>レポ市場では、状況によってS Cの流動性が急速に低下することがある。</p> <p>先物の流動性が低下傾向にある。</p> <p>・先物の流動性は確保されている。</p> <p>・業者間の流動性は概ね確保されている。</p>	<p>現物の流動性は低下傾向。先物も大口ロットを売買できる程の流動性はなくなりつつある。特に99/6月限のC T Dに超長期2回債がなったことを主因に先物のヘッジ機能が低下して以来、現物・先物ともに流動性が著しく低下。</p> <p>カレントおよびその周辺は、十分な流動性が確保されている。C T Dとその周辺銘柄の流動性が十分確保されていない。銘柄によっては常時レポがタイト化する傾向が強い。</p> <p>8月以来、年末越えのレポ取引に対する不安が燻り続ける状況が継続。特にC T Dのベースス変化が激し過ぎ、流動性が低下。特定の保有者に偏って保有されている銘柄は流動性が著しく低下する傾向がある。</p> <p>8月中旬比、多少回復したが、全体的にはまだ流動性は低い。</p> <p>現物・レポ市場の流動性は十分には確保されていないが、先物は確保されている。</p> <p>常時レポ市場に参加している業者間の流動性については、概ね確保されている（但し、そこで玉繰りがつかない場合には、極端に流動性が悪化するケースも見受けられる）。</p>

<p>上記のような「流動性低下」の理由として考えられる構造的要因等は何だとお考えですか。</p>	<p>「フェイル慣行」の欠如</p> <p>「Y2K問題」に対する警戒感</p> <p>先物の「受渡適格・標準物ルール」</p> <p>市場参加者層の薄さ、裁定業者の減少、および市場参加者のリスクテイク能力・意欲の減退等</p>	<p>「フェイル慣行」の欠如から（現物に対し）先物の方が取引し易いため、取引が先物に集中。また、特定の市場参加者が特定の銘柄を大量に買い付け、レポに出さない場合等には、必然的にビッド・アスクも広がりかつレートも一方向に振れやすくなるなどの弊害が生じている。</p> <p>「フェイル慣行」がないため、スペシャル銘柄は出し手の言い値で借りざるを得ず、異常なレートでの取引が常態化し易い。</p> <p>「Y2K」を控えて業者がポジションを大幅に圧縮していること等から流動性が低下。</p> <p>先物の「受渡適格ルール」に掛かる構造的問題を改善すべき。</p> <p>「現引き・現渡し制度」を廃止し、「差金決済」のみにすべき。</p> <p>ロシア危機、LTCM 危機以降の裁定業者の減少・体力低下、競争激化や合併の進捗等による市場参加者の減少、レポ市場を利用しない投資家が依然多い、など投資家層の厚み・裾野の拡がりが乏しい。</p> <p>国内投資家が、国債所有シェアの約9割以上を占め、投資動向が非常に画一的で一方向に振れやすい。形式的なものではなく、実質的にも国債に対する『源泉徴収税』を撤廃するなど、海外投資家の参加を促す改革、『円の国際化』が必要。</p> <p>ヘッジ・ファンドもロシア危機以降体力が急低下した上、趨勢的な競争激化等で体力のある業者が減少。投資家・ディーラーともにリスク許容度が著しく低下し、大</p>
--	--	--

	<p>市場の不透明性、投資家間の特定玉の偏在、投資家の偏向した売買 等</p> <p>プライマリー（発行）市場における発行形態の問題</p> <p>・ 会計制度の問題</p> <p>・ 日銀オペレーションの未整備</p>	<p>手の機関投資家の動きを吸収しきれず、市場が矮小化している。</p> <p>少数投資家による特定銘柄の保有やレポ市場に参加しない投資家による現物保有が顕著など、特定銘柄に対する投資家の需給に偏りがある。このため銘柄毎に偏った売買が横行しやすく、イールドカーブの歪曲化に繋がっている。常時市場に参加している者以外に投資家の保有状況・銘柄毎の偏在度合い等の市場実態がみえにくい面が強い。</p> <p>発行形態（年限）が長期債に集中し、1銘柄当りの発行額が少なく、十分な市場流動性が確保出来ない、また銘柄の発行量にバラツキがあり、プライシングが需給に大きく左右される傾向が強い。</p> <p>特殊な会計基準が適用される非上場債（中期債）の存在（全てを上場債にし、年限の多様化を図るべき）。</p> <p>「取得原価主義」の投資家が大半で、投資家の投資行動が画一的で多様性に欠ける。</p> <p>当局がリバース・レポ等、市場に対して玉を供給する手段を持たないのはアンバランス。また、国債買切りオペ等によって吸収された銘柄の市場残存額を巡って市場で思惑が生じやすいため、オペ後の市中残存額を公表すべきではないか。</p> <p>中期（2、4、6年）国債が「国債買入れオペ」の対象になっていないため、流動性等の面で格差が生じている。</p>
--	--	---

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 税制面の不備 ・ 監視・監督機能の不備 ・ ゼロ金利政策の弊害 	<p>税制の影響によりレポ市場が未成熟のままとなっている。</p> <p>「スキーズ」等に対する当局の監視機能が不十分。</p> <p>(レポ・スペシャル銘柄の流動性低下の背景について)ゼロ金利政策の長期化によって、銀行の資金調達ニーズが減退したことで、最終投資家にとっての収益機会をも減退させた。</p>
<p>.国債現物市場</p> <p>国債現物ポジションとヘッジ手法</p> <p>1) 現物ポジションに趨勢的(ここ1~2年間)な変化は窺われますか。</p>	<p>(先行きも含め)大幅にポジション圧縮</p> <p>ほぼ横這い(ないし大きな変化なし)</p> <p>・ ポジション拡大</p>	<p>98年末の債券相場暴落以来、ポジションを圧縮しており、ここ半年で約半分にまで圧縮。</p> <p>先物市場が正常に機能しなくなり始めた99/6月以降は圧縮傾向。レポ市場の動向によっては今後一段と圧縮の可能性もある。</p> <p>「ROEの増強」と「Y2K」懸念を勘案し、B/Sの圧縮に努めており、現物ポジションを縮小。4、6年債のポジションは発行量の増加に伴って増やしたが、7年超については、先物の流動性低下に対応して圧縮。</p> <p>これまでは「環境の変化(資金繰り、自己資本比率の改善等)」と「流動性低下」の相殺で、現物ポジションに大きな変化はなかった(が、今後は「Y2K」を控え、状況次第で圧縮も検討)。</p> <p>ロング・ショートともにポジションは増加。</p>

<p>2) 現物ポジション変化の背景には(相場変動要因とは別に)市場取引慣行等の変化が影響していると考えますか。</p>	<p>現物と先物間の関係悪化による先物の「ヘッジ・エラー」の高まり</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「単価調整の禁止」による流動性の低下 ・ 「ローリング決済制度」の導入 ・ 「Y2K」に絡むレポ・コストの上昇を眺めた銘柄入替 ・ 現物「指標銘柄」の不在 ・ 現物債のコモディティ化 	<p>超長期2回債が受渡適格となった先物99/6月限から、現物債と先物の相関関係が悪化してしまい、先物のヘッジ機能の低下から大きなポジションをとることがP/Lマネジメント上も困難化した。</p> <p>「Y2K問題」等による現物債の流動性低下、先物と現物の裁定関係の悪化、先物価格の不安定化(ベシスリスクの拡大)等による収益のプレを極小化するため、ポジションを圧縮せざるを得なくなった。</p> <p>単価調整の禁止により、会計上の問題等から特定銘柄に投資家ニーズが集中(or敬遠されたり)するため、隣接銘柄間でも利回りが大きく変動。このため、理論的に正当と思われたポジションでさえ大きな損失を被る可能性が生じた。</p> <p>レポ市場のインフラが未整備のまま、「ローリング決済」が導入されたこと。また、ローリング決済への移行(96/9月)とその短期化(97/4月)。</p> <p>「Y2K問題」を控え、レポコストの上昇が見込まれるため、多少のコストを払っても銘柄入替等ポジション調整を実施。</p> <p>現物「指標銘柄」の不在でヘッジが先物に集中する傾向が一段と強まった。</p> <p>以前はCTDを除くと同償還銘柄は同複利でプライシングされていたが、現物の流動性の低下、</p>
--	---	---

<p>3) 現物の「ポジション管理」や「ヘッジ手段」の手法および実務上考慮している点等はありませんか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・東証の「先物売買システムにかかる障害」の発生 ・長国先物の「超長期債受渡」問題 <p><ポジション管理に関して> 先物換算デルタ、VaR 等を活用</p> <p>BPV (ベース・ポイント・バリュー)</p> <p><ヘッジ手段> 現物の周辺銘柄、先物、スワップ、金先を用いたヘッジ</p>	<p>コモディティ化により、各銘柄のロング・ショートをゾーンでヘッジせず、その銘柄<u>そのもの</u>の売買でカバーする傾向が強まり、一時的な需給で利回り格差が発生する状態が常態化。</p> <p>全体的リスクは VaR で管理。基本的には先物換算でデルタ・ポジションを管理し、ヘッジは先物、スワップ、金先等も利用。 10bp デルタ、VaR 手法を活用。 ポジション全体の VaR は勿論のこと、セクター毎のデルタ (ネット・ポジション) やグロス・ポジションも管理指標。</p> <p>複利 BPV をベースに C T D に換算してポジション管理。以前は即時性を重視し、ヘッジに先物を多様していたが、現状現物債との乖離が極めて大きいため、瞬時のヘッジを除き、先物の使用頻度は低下。 0 ~ 30 年のイールドカーブが平行に動いた場合に、現物と先物を合わせたポジションの損益がゼロになる状態をデルタ・ニュートラルと考えている。それ以外にはある年限あるいは銘柄にロング/ショートが偏らないように配慮。また先物の建玉にも制限を設定。</p> <p>先物の流動性低下から、先物オプションでヘッジをかけにくいこ</p>
---	---	--

	<p>現物・スワップでのヘッジ比率引上げ</p> <p>現物債は原則現物債でヘッジ</p> <p>・ Modified Duration 換算での総枠管理、グリッドセンシビティ管理、グロスの額面管理による流動性管理</p> <p>・ (リバース)レポとの組み合わせ</p>	<p>ともあり、金利低下局面と上昇局面における市場変動パターンを認識してヘッジのタイミングや手法を微調整している。</p> <p>大口取引(100億円程度)の売買を行った場合、現物市場で直ちにヘッジ出来ないため、一般的には先物でヘッジ。中短期債の場合には、先物ではカーブリスクが発生するので、債券より流動性の高いスワップでヘッジすることもしばしば(但し、スプレッドリスクが発生するので、常にその水準をみながら判断)。</p> <p>半分を現物、残りを先物・スワップでヘッジ(但し、最近のベースの過大な変動を受けて、現物およびスワップでのヘッジ比率を上げている)。</p> <p>98年秋以前であれば、償還期日が隣同士の銘柄はほぼ同様に取引され、お互いヘッジが成り立っていたが、現物・先物間の連動性の低下から、現在では投資家にある銘柄をビッド/アスクした場合、その銘柄自身を取引する以外ヘッジ手段がない。</p> <p>以前は先物をヘッジ手段の中心として使用。リスクポジションの換算も先物換算(CTDについては、CF換算)のデルタポジションを計算し、リスク管理。しかし、最近はいールドカーブのリスクを重要視し、ポジションテイクの手法もいールドカーブを意識した方法に変化しつつある。</p> <p>短期的なデルタの調整は先物に依存している部分が残るが、基本的にいールドカーブリスクの管理は、現物のロング・ショートと</p>
--	--	---

<p>4) 現物のポジション管理やヘッジに際して考慮せねばならない重要な「市場取引慣行等の変化」はありますか。</p>	<p>先物の商品性(標準物クーポン等)、先物の受渡適格銘柄条件の変更(それによるCTDの変更 現物と先物の裁定関係悪化)</p> <p>「フェイル慣行」の未整備、税制面の不備</p> <p>・日銀オペレーションでの対象銘柄拡大が必要</p>	<p>レポの組み合わせで実施。</p> <p>先物を用いた場合は、CTDのベークス水準を考慮し、イールドカーブリスクをとる(キャリーも重要な要素)。スワップを用いる場合も、現物とのスプレッドやキャリーを考慮。他の現物を用いる場合、イールドカーブの形状やキャリーを考慮。</p> <p>超長期2回債がCTDとなった99年6月限から、現物と先物の関係が悪化し、先物のヘッジ機能の低下から、大きなポジションをとることがP/Lマネジメント的にも困難化。</p> <p>超長期債が受渡適格から外れ、スプレッドが大きく変動。先物がヘッジ手段として機能しなくなったため、ポジション管理・ヘッジが困難化。</p> <p>「フェイル慣行」を確立することで先物と現物の相関を間接的に高め、ヘッジコストの軽減に繋がる。また、源泉徴収税の完全撤廃は、課税玉・非課税玉の違いによるオペレーショナル・コストの軽減に繋がる。</p> <p>中期(2、4、6年)国債の「国債買入オペ」の対象銘柄化は、現物のポジション管理等に大きく貢献することが期待される。</p>
<p>国債現物のプライシングについて</p> <p>1) 現物各銘柄および銘柄間(隣接銘柄間等)</p>	<p>理論的なものは特にない(あるいは使用に耐えない)</p>	<p>気配のある近隣銘柄を参照しながら滑らかなカーブが描けるよ</p>

<p>の価格付けの手法</p>	<p>ベンチマーク方式</p> <p>各銘柄別に業者間取引、先物価格等から複利イールドカーブを想定し、クーポン格差等を考慮してプライシング</p> <p>・ヒストリカル・データに基付いてフォワード・ブレイクイーンを参照</p>	<p>うな利回りを想定しているが、クーポンの高低やカレントに近いかな否かな等で投資家の選好が全く異なるため、理論的な説明は事実上不可能。需給のみで動いているような状況が多い。</p> <p>これまでは先物価格にベースをプラスしてCTDのプライシングを行ってきたが、現状ベースが不安定なため、先物と現物のプライシング上リンクさせず、業者間取引、現物の需給等を勘案している。</p> <p>各セクター毎に、ある程度流動性の高い銘柄をベンチマークとして選び出し、モデルに基づいてカーブを描いた上で、プライシング。</p> <p>短期、3年、5年、CTD銘柄を基準にしたカーブを引き、その間にある銘柄のBPVやレポレート等を勘案してプライシング。</p> <p>前日のイールドカーブを基準に当日業者間取引でついた価格、先物価格、CTDのベース等を考慮してその時点での利回り曲線を想定し、隣接銘柄等のプライシングを行う。</p> <p>個別銘柄のデュレーションをベースにクッション(オーバーパレの利回り変動の硬直性)、ローリング(残存期間の短縮化)、レポレートを考慮し、修正を加えたイールドカーブを作成。</p> <p>ヒストリカル・データからみた割安・割高およびレポ・コストを念頭においたフォワード・ブレイクイーン分析(短期債償還時点における長期債最終利回り分析)を参照。</p>
-----------------	---	--

<p>2) 先物価格および CTD 銘柄の価格は、その他の現物のプライシングにどのような影響していますか。</p>	<p>「先物価格 = 残存 7 年ポイントの (推定) 基準価格」原則を採用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・先物対比のヒストリカル・データの活用 ・先物を起点に平行シフト 	<p>先物価格は他の現物価格形成の中心的役割を担っており、先物価格 CTD 価格 周辺銘柄 (イールドカーブ、非上場債スプレッド、銘柄属性等を加味) の順にプライシング。</p> <p>基本的には、先物と CTD の関係が安定している限りにおいては、CTD のベーススおよび先物価格によって CTD のイールドを決め、それを起点に需給等の特殊要因のない銘柄の市場取引価格のサンプリングを行い、連続性のあるカーブを描く。</p> <p>業者間取引の気配がない場合は、先物価格から計算される CTD 利回りを基準に、フラットニングおよびスティーピングの度合いがどの程度か推定 (但し、中短期債の場合には、スワップ、金先など他の市場のレートを参考)。</p> <p>現物債の先物価格対比のヒストリカル・データを管理し、その動きに応じて、現物のプライシング実施 (現物債が先物価格平行にプライシングされることはないとの前提)。</p> <p>先物を起点に前日の終値からの変化幅をイールドカーブの平行シフトを前提に算出。</p>
<p>3) 上記のような理論的な価格決定手法とは別にプライシングの際に実務的に考慮しなければならない要素はありますか。</p>	<p>流動性指標全般 (レポの流動性、レポコスト、各銘柄の需給等)</p>	<p>当該銘柄の属性 (レポ等の市場流動性、発行量、クーポン、玉の偏在等) を勘案した流動性に関する要素全般。</p> <p>特定の投資家が大部分を保有していたり、日銀の国債買入オペによる吸い上げ等で市場流動性が</p>

<p>4) 市場全般をみて、「対顧客売買」を行う際のプライシングに変化は生じていますか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 上場・非上場債スプレッド <p>ビッド・アスク・スプレッドの拡大、銘柄間価格のバラツキの顕現化、極端な振れ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「有価証券取引税」の撤廃により、特に中期債の流動性が多少だが向上し、現物債のビッド・アスク・スプレッドは幾分縮小 	<p>低下している銘柄は、ディーラーが常にショート・ポジションになっており、投資家の売りニーズを引き出すために、割高にプライシングする場合がある。</p> <p>上場・非上場債の違いによるスプレッドを加味したプライシングを実施。</p> <p>先物によるヘッジエラーの拡大により、プライシングの幅を広めにとるようになった。 クーポン格差、上場・非上場債格差、銘柄間の値動きのバラツキ等が顕著で、方向も一方向でなくなっている。</p>
<p>国債先物市場 「先物理論価格の決定方法」について</p> <p>1) 実務的に採用しているプライシング手法やその際に考慮している点がありますか。</p>	<p>C T Dのレポレート市場価格、先物価格等を基準・勘案して算出</p>	<p>「デリバリー・オプション」がほとんど発生しない現状においては、教科書的な先物価格の決定以外に先物価格を計算する方法はない。C T Dの受渡価格とキャリーから算定される一般的なプライシング手法を使用。</p> <p>日本の場合、先物価格が最も顕著に需給を反映して決定され、それからC T D銘柄など受渡適格銘柄の価格が影響を受ける傾向がある。その意味で先物の価格は基本的には需給で決定。</p>

<p>2) 過去との比較において、先物価格の決定に市場参加者（主に裁定業者）の増加（もしくは減少）等は影響していると思われますか。</p>	<p>市場参加者の激減による価格の不安定化</p>	<p>かつては市場参加者層も相当厚く、先物価格はC T Dに対してかなり安定的に推移したが、特に99/3 月限のベーススの乱高下以来、参加者が激減し流動性は著しく低下。価格形成は、非常に不安定化し、価格の歪みも修正されることなく一方向に偏る傾向が強まった。</p> <p>外資系証券、銀行系証券、海外ヘッジファンド等が取引を増大させた頃に比較し、市場参加者は激減。裁定業者のポジションは一方方向に積み上がるが多く、ロスカットルールに抵触した場合の混乱が大きい。</p> <p>L T C Mの破綻以来、いわゆるアービトラージ系のヘッジファンドのポジションは急速に減少しており、裁定機会があっても、裁定は効かない場合が多い。裁定機能を代替する必要がある業者も、現実にはその量が限定される（すなわち、市場のボラティリティが大き過ぎ、例え必ず裁定できると分かっている、日々時価評価することによる損益のブレが大き過ぎ、決して良い取引にはならない）。</p>
<p>現物の受渡にかかる「デリバリー・オプション」について</p>	<p>基本的にプライシングの際には無視</p> <p>独自に開発したモデル等は存在するが使用せず（使用する状況にない）</p>	<p>国債先物による「デリバリー・オプション」のリスクは非常に限定的なため、プライシングの際には基本的に無視。標準物クーポンが、実勢金利よりはるかに高いことに起因するC T Dとそれ以外の銘柄のベースス格差が、海外（米国等）の先物市場に比してはるかに大きい。</p> <p>理論的なモデルは存在するが、ここ数年市場金利が先物標準物のクーポンよりはるかに低く、C T Dが入れ替わる可能性はほぼゼロ</p>

<p>国債先物ポジションとヘッジ手法</p> <p>1) 先物ポジションに趨勢的な変化は窺われますか。</p> <p>2) ポジション変化の背景は。</p> <p>3) 先物ポジション管理やヘッジ手法は。</p>	<p>圧縮</p> <p>< 現物と同様 ></p> <p>< 現物と同様 ></p>	<p>口に近いため、考慮に入れていない。</p> <p>99/6 月限までCTDが入替るリスクがなかったため、算出してこなかった(手法としては、イールドカーブが平行にシフトした時にCTDが入替ることになる先物価格と、その先物価格になる確率、イールドカーブが変化してCTDが入替る確率、等を計算する方法が考えられる)。</p> <p>現物ショート・先物ロングのポジション構成は大きく変化していないが、ここ直近はかなりポジションを圧縮。</p> <p>会計基準の変更(時価会計の導入等)を主因にテクニカルに先物を建てる必要がなくなったことも影響。</p> <p>< 現物の項を参照 ></p> <p>< 現物の項を参照 ></p>
<p>国債レポ市場</p> <p>SCレポレートのパライシング・メカニズム</p> <p>1) SCレートのパライシング手法(モデル)等</p>	<p>「ベースス・モデル」等</p>	<p>CTDのSCに関してはグロスベーススを参考にパライシング</p>

<p>1) 市場取引慣行でレポレートのプライシングに影響を与えるものはありますか。</p> <p>レポのポジション</p> <p>1) レポ(ＳＣ)ポジションは、趨勢的に変化していますか。</p>	<p>「キャッシュ・アンド・キャリー」の裁定から算出</p> <p>特定のモデルはない。</p> <p>現受け銘柄の決定通知のタイミング</p> <p>特定の投資家動向</p> <p>圧縮方向</p>	<p>を行っているが、それ以外の銘柄は特別なモデルはない。</p> <p>ＣＴＤの場合、先物決済日までのレポについては、ＩＲＲとデリバリー・オプションの価格を基準に、取引コストを勘案してプライシング。その他のターム・レポについては、先渡しカーブ等、レポレートの「状態遷移確率行列」を参考に取引コストを勘案。</p> <p>現物・先物の「キャッシュ・アンド・キャリー・ポジション」を基に算出。</p> <p>強いてあげれば、インプライド・レポレートを用いて、(ＣＴＤのアクチュアル・レポレートがそれに近づいた場合には)レポコストがオーバーシュートしているか否かの判断に用いている程度。</p> <p>現受け銘柄の決定通知は受渡日の２営業日前なのに対し、ＳＣの取引は３営業日前が中心のため、その１日分のコストが受渡し後のレポレートに上昇バイアスをかけている。</p> <p>国債を大量に保有する官公庁系等の機関投資家が、無担保で貸借を行う場合の品貸し料が、現金担保レポにおいてのレポレートの下限になる場合が多い。</p> <p>「Ｙ２Ｋ懸念」に対する不安が払拭されないため、ポジションを圧縮。</p> <p>ゼロ金利以降、「マッチド・ブック(レポレートの低いスペシャル銘柄を一定期間貸し出すことで低利資金を調達し、この資金を同期間のリバース・レポ<債券借入</p>
--	--	---

<p>2) 1)における変化に影響を与えた市場取引慣行等の変化はありますか。</p>	<p>「Y2K懸念」、個別銘柄属性(保有投資主体、発行量等)等現物・先物とほぼ同様。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 期末のポジション調整 ・ 会計上の問題 	<p>>で運用する取引)では、一貫してSC・GCのポジションを圧縮。</p> <p><現物・先物の項を参照></p> <p>「レポ取引における損益管理」において、「時価評価」を実施していない先が多く、仮にアゲインストになってもストップ・ロスが入り難い。従って、最後まで高水準の残高が維持されたままとなってしまう。反面、ショートしているディーラーのストップ・ロスが連鎖的に入った場合、現状の流動性では貸借料率高騰に繋がり易い。</p>
<p>3) SC銘柄のレポ・ポジションの管理やヘッジ手法について、どのような手法が用いられているか。</p>	<p>ほとんど行っていない</p> <p>GCによる金利リスクヘッジとベーススによるヘッジ</p>	<p>必要であれば、金先、TB/FB等を用いる場合があるが、ほとんど行っていない。</p> <p>マッチド・ブックのポジションにおいて、SCのリスクはベースになる金利リスクとそのベースレートに対するスプレッドのリスクに分解して管理(ベースになる金利のヘッジはGC、TB、JGB、Libor、ユーロ円金先などを用いる)。スプレッドのリスクに関しては、対象債券のベーススやイールドカーブのポジションのデュレーションをマッチさせている。</p> <p>金利リスクについては、全てのトレードを期間別にバケッティングし、そのグリッド・ポイント・ベースでのリスク管理をしている(具体的には、TB/FB、GC、タームデポジット、ユーロ円金先等を用いてヘッジ)。</p>

	現物・先物直結のリスク管理	C T Dゾーンについては、レポポジションを現物・先物の各ポジションに直結させてリスク管理。
・マーケット・メイク機能	明らかに悪化している	レポ・先物市場の混乱による流動性の低下が更なるレポ・先物市場の流動性低下に繋がる等悪循環に陥っており、マーケットメイク機能は明らかに悪化。
・その他意見・要望	リバース・レポ等S L Fの導入	<p>年末越えのレポに対する不安から、先物対現物の価格形成が歪んだ局面がみられた。「フェイル慣行」が未整備、といった現状の枠組みの中においては、日銀は、リバース・レポオペの導入等を含めた国債の流動性確保のスタンスを明確に示すべきではないか。</p> <p>年末・年度末等、特定の銘柄が連鎖的フェイル状態に陥いる可能性がある場合には、日銀が「国債の最終的な貸手」として機能できるような市場の整備を検討して欲しい。</p>

以 上

補論2 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JGB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。従って、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を先物価格に乗じることにより算出される¹。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。従って、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：Cheapest to deliver）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したと考え、現在の先渡価格によりベースを定義する。これをネットベース（先渡価格 - 先物価格×CF）と呼ぶ。従って、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、CTDは先渡価格/CFが最小となる銘柄である）。

どの銘柄がCTDとなるかは、CFと先渡価格によって決定される。CFが大きく先渡価格が低いほど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、従って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、従ってCTDになりやすい。先渡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² - 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（フェアバリュー）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先渡価格に基づいて先物価格を求めた場合、現在のCTDが決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価格に基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）。

¹ 実際の受渡価格には経過利子分等が加わる。

² 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のコストと見做すレポレートを使う方が一般的。

3. CTD 交替リスクの影響

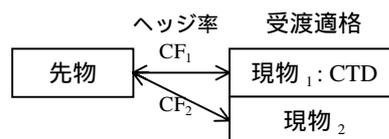
CTD の交替リスクの推定は、満期までの期間が長い先物ほど、現物価格のボラティリティが高いほど、需給相場の側面が強まり期間構造が崩れやすくなっているほど困難化する³。この不確実性の上昇は先物のプライシングを困難にするため、先物が提供している様々な機能に障害をもたらす。先物の機能は、(1)金利リスクのヘッジ機能、および(2)長・短金利間の裁定を通じた価格調整機能の二つに大別できる。以下では、CTD 交替リスク上昇に伴う先物価格のフェアバリュー算出の困難化が、どのような障害をもたらすかを各々の機能について解説する。

3.1 金利リスクのヘッジ機能低下

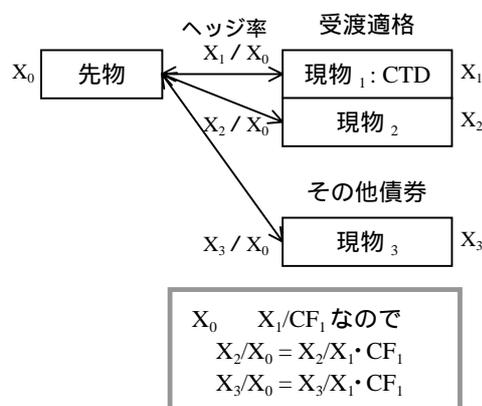
金利リスクのヘッジとしては、保有債券の値下がりリスクのヘッジや、将来の資金調達時の金利上昇リスクのヘッジ（ともに「売りヘッジ」）、引受債券の顧客販売までのラグ期間における価格上昇リスクのヘッジや、将来の現物債投資までの価格上昇リスクのヘッジ（ともに「買いヘッジ」）などがある。ヘッジ取引に当たっては、CF 比率やセンシティブティ比率が現物と先物のヘッジ比率として用いられることが多い。ネットベース=先渡価格 - 先物価格 × CF（= 現物価格 + キャリーコスト - 先物価格 × CF）という関係より、ネットベース（=グロスベース - キャリーコスト）が変化しない限り、先物と現物の価格変動比率は CF と一致する⁴。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：ベースポイ

ントバリュー<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⁵。先物の代わりに、CTD のセンシティブティを CF で除したものをを用いてもほぼ同値となる。センシティブ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。この他、過去の現物・先物価格（利回り）データに基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。

CF によるヘッジ



センシティブティ(X)によるヘッジ



³ 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。

⁴ 実際には、ネットベースは一定でなく、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 Box3 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。

⁵ 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。イールドカーブがスティープ・フラット化した場合、ヘッジエラーが生じる。

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、センシティブ比率の場合、例えば j 番目の銘柄のセンシティブ比率を X_j とした上図の事例では、CTDが1番目の債券であったとき、その他の債券のヘッジ率 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⁶には、このように適正なヘッジ率の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。

3.2 レポ市場との裁定機能の低下

先物価格は、様々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。

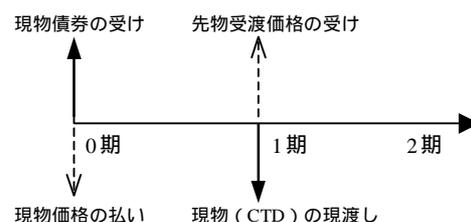
先物と現物価格は、インプライド・レポレートを一意的に決定し、実際のSCレポレートが同レートと一致するような裁定圧力が働く。従って、先物価格と現物価格およびSCレポレートの三者は、一定の裁定関係を満たすよう同時決定的に変動する。ところが、CTDの交替リスクに伴うプレミアムが拡大する場合には、この裁定関係が不安定化する。すなわち、同リスクが安定的に評価できないと三市場間の価格調整機能が失われる可能性がある。

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、

⁶ 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。

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。債券の移動とキャッシュフローは、次図のようになる。



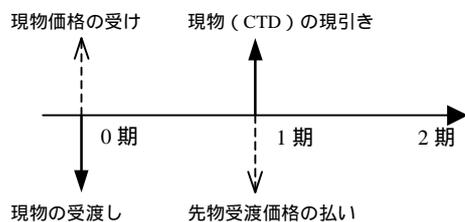
1期間で閉じることになるこの合成ポジションは、現物を1期間保有することの対価として、現在時点で現物価格 S を払い1期後に先物受渡価格（ $F \times CF$ ）を受け取るものと考えられる。従って、所有期間利回りは、 $(F \times CF - S) / S$ で与えられる⁷。所有期間利回りの分子がベース（の負値）となっており、現物価格 S に対するベースの相対的な大きさが所有期間利回りを決定している。なお、現物ロング・先物ショートのポジションはロングベース・ポジションと呼ばれており、逆に、現物ショート・先物ロングのポジションは、ショートベース・ポジションと呼ばれている⁸。

今、SCレポ市場で特定の現物を借り入れてきた場合の現物・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（次図参照）は、レポと同一の現物・資金の移動となる。従って、ベースの期間利回

⁷ 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。

⁸ 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。

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。債券借入れ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(担保付利金利 - 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一旦売り、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。従って、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 を処分し元々の 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⁹。特に CTD の交替が予測しにくい市場環境下では、このコストが増大している危険性がある。従って、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。

実際にベー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¹⁰。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、ベースの変動に突然ジャンプが生じる。従って、CTD 交替のリスクはベース取引の予想リターンにも影響を与える。

3.3 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クは CTD 一銘柄で繋がっている。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、先物と一点で繋がっていたイールドカーブ

⁹ ベース取引は CTD 交替リスクを含む。従って、IRR と実際の SC レポレート(アクチュアル・レポレート：ARR)は一致せず、IRR にリスクプレミアムが上乗せされる。これは、 $IRR < or = ARR$ という関係で表現される。

¹⁰ ロングベースの場合、ベースが拡大するほど収益が高まり、ショートベースの場合、ベースが縮小するほど収益が高まる。

が複数の点で繋がる、すなわち複数の現物のバスケットと先物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った影響を弱める効果が期待される¹¹。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繋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¹²。

4. デリバリー・オプションのプライシング

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)を有していることを示す。

デリバリー・オプションのプライシング

まず、 t 期時点で評価したデリバリー・オプション

¹¹ ただし、現物市場が銘柄毎の需給に強く影響されると、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 4 節で見たように現物市場の現状を鑑みれば、この可能性は小さくない。

¹² もっとも、CTD の踏み上げを意図したプレイ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。

の価値(プレミアム) $QO(t)$ を、

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

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 j 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 j / 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、従ってデリバリー・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 番目の銘柄をデリバリーすればよい。従って、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)。従って、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。従って、

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

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、(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¹³。従って、

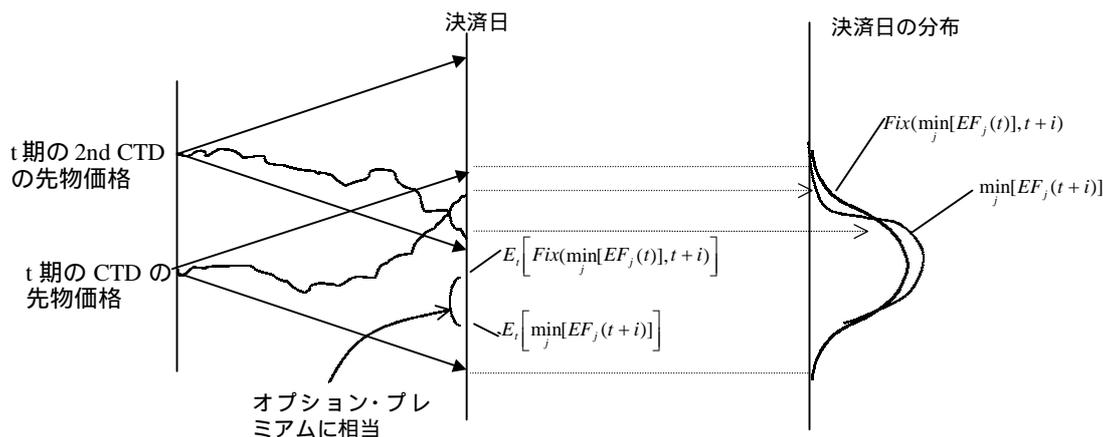
$$F(t) = E_t [\min_j [EF_j(t+i)]] \quad (3)$$

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、

$$\min_j [EF_j(t)] = E_t [Fix(\min_j [EF_j(t)], t+i)] \quad (4)$$

が成立する。(3)式、(4)式の右辺を比較すると、CTDを固定しない(3)式のほうが小さい値を取ることが判る。このことを、直感的に理解するために、受渡適格銘柄が2つのケースを図示した。

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、代わりに新しい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。従って、仮に t 期のCTDの将来価格が図のように正規分布に近い形をしていたとしても、(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。



¹³ 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。

日本の先物データに関する分析事例

Yu, Theobald and Cadel[1996]は、JGB 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を計測法と、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trinomial lattice（三項結合格子）法¹⁴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ーを推計する。次に、推計パラメーターに基づき、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ヶ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）¹⁵。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

に改善が見られ、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。

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。従って、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蒙ることになる。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

¹⁴ 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。

¹⁵ その理由として、JGB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い可能性、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、(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。

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。

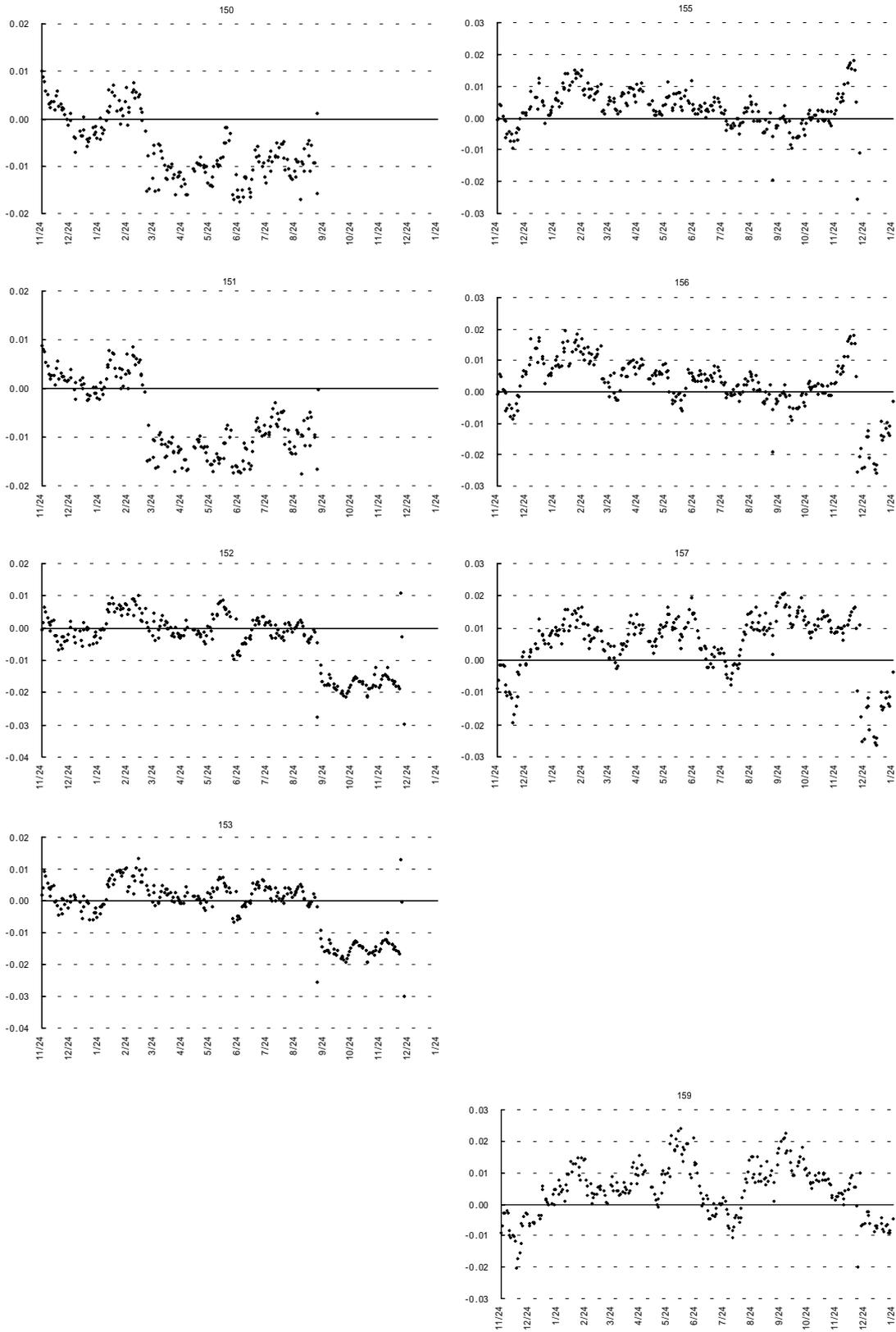
米国債先物の場合、ワイルドカード・オプションの価値は相当大きく、先物のプライシングにおいて考慮する必要があるが、エンド・オブ・マンズ・オプションの価値は比較的小さく考慮されない場合もある。JGB 先物は決済日を一日に限定しているが、CBOT の米国債先物のようにデリバリー期間を長く取ったり、先物売買最終日から受渡銘柄決定までラグが存在したりすると、先物のプライシングが複雑になる。その一方で、CTD 候補銘柄が広がることにより、スクイーズを仕掛けるリスクやコストを大きくする効果を有している。

以 上

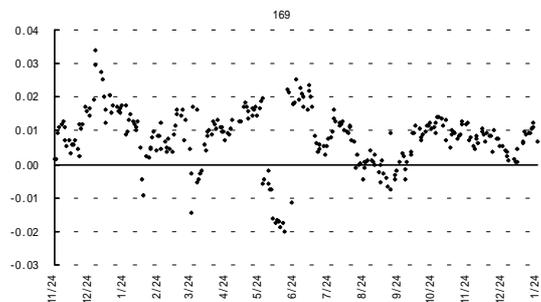
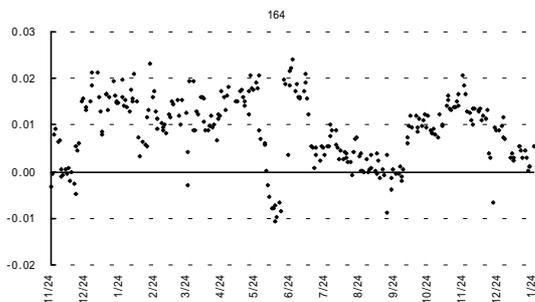
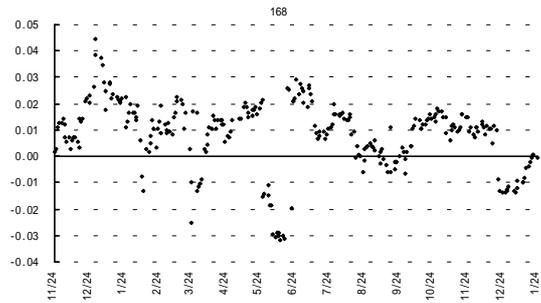
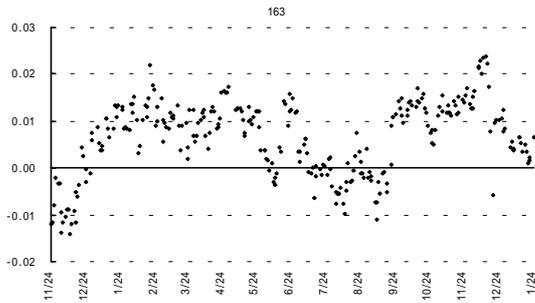
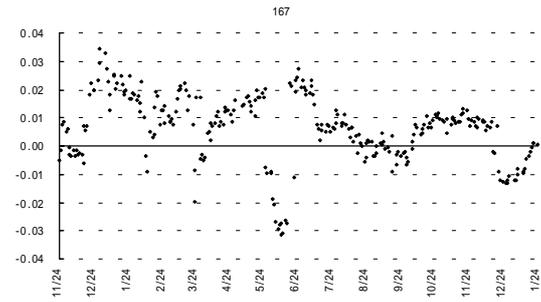
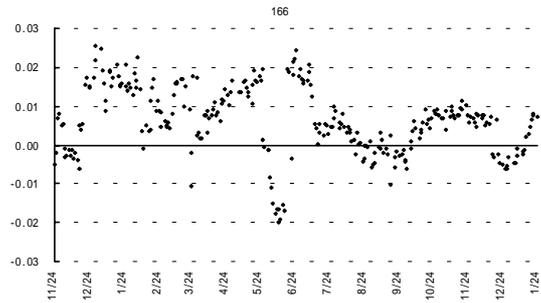
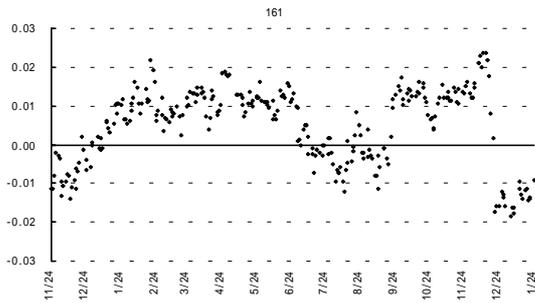
参考文献

Yu, Theobald and Cadel, "Quality Options and Hedging in Japanese Government Bond Futures Markets", *Financial Engineering and the Japanese Markets*, Vol.3, 1996, p171-193.

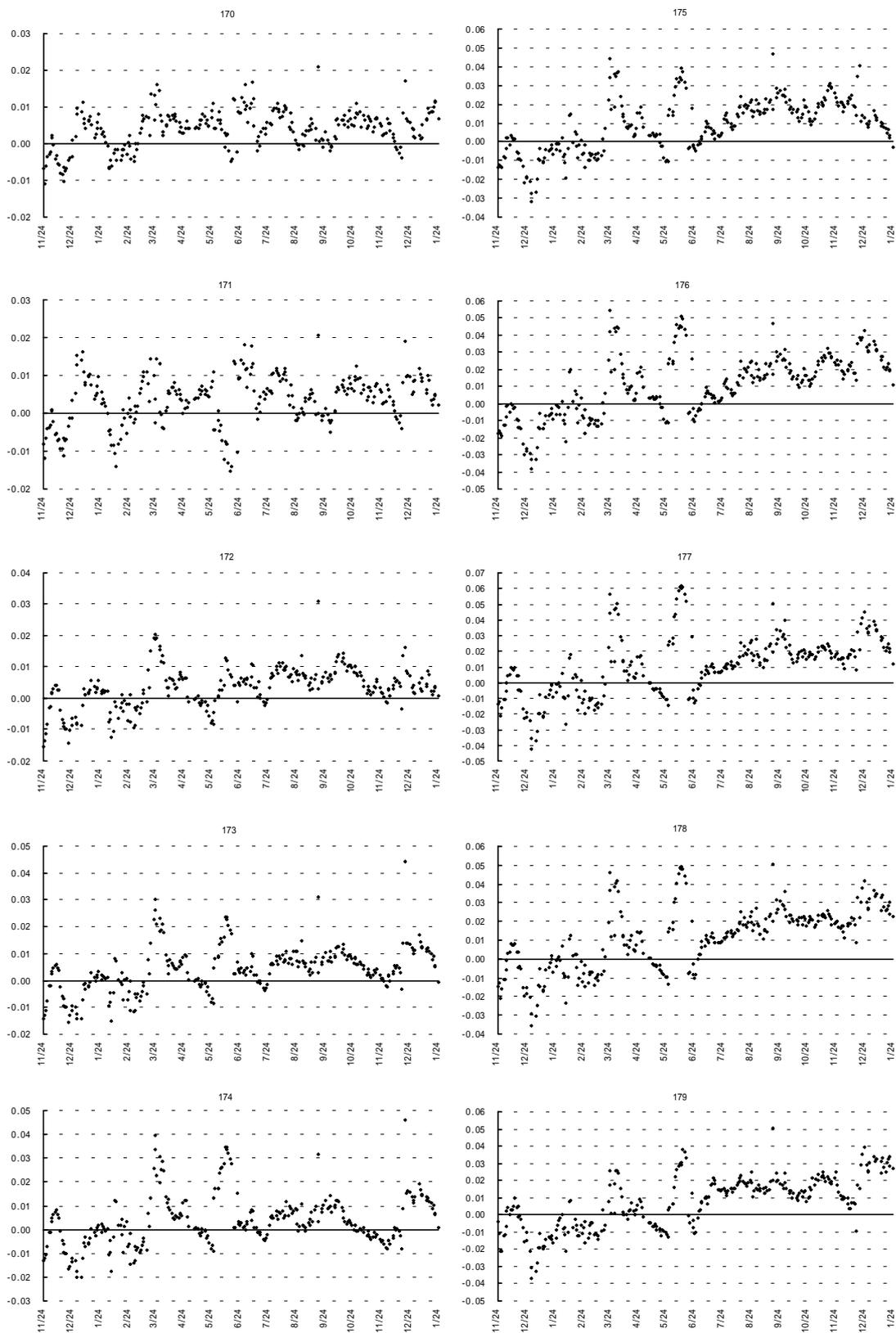
(図 4-9-1) スプラインカーブ(ゾーン指標銘柄)との乖離幅(150 回台)



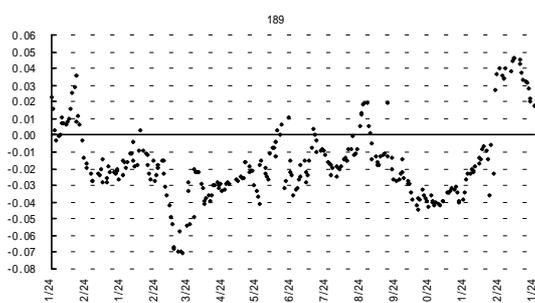
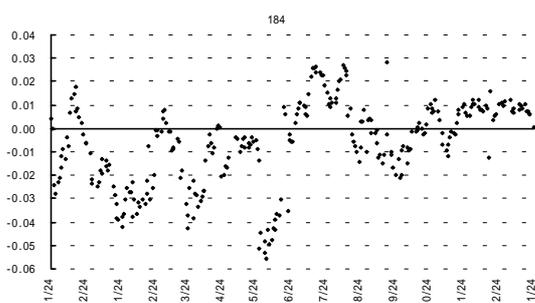
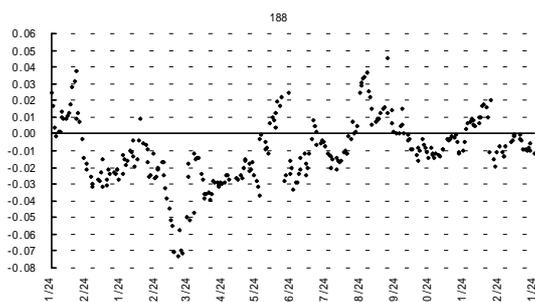
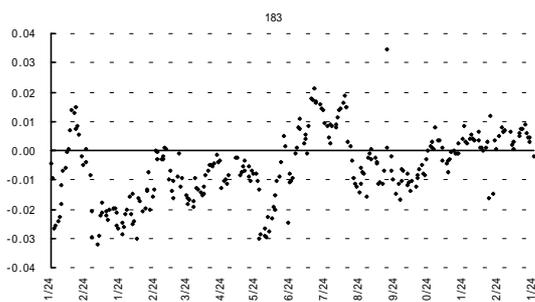
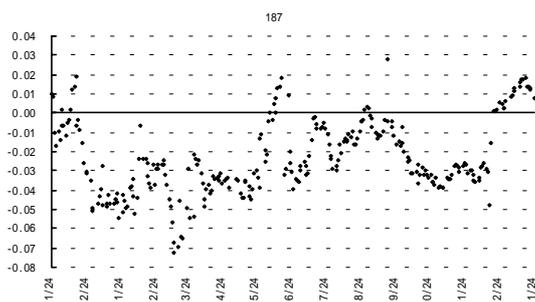
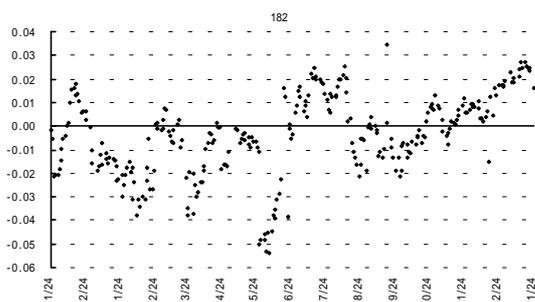
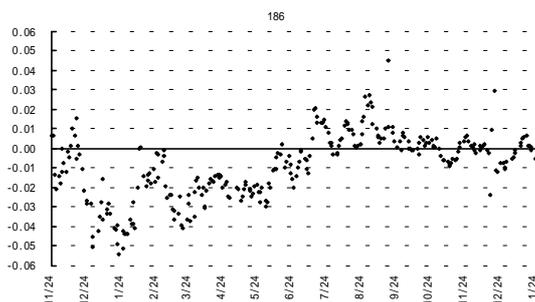
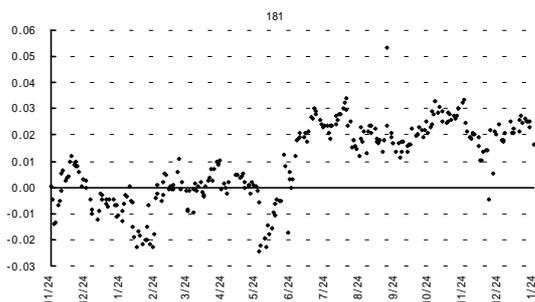
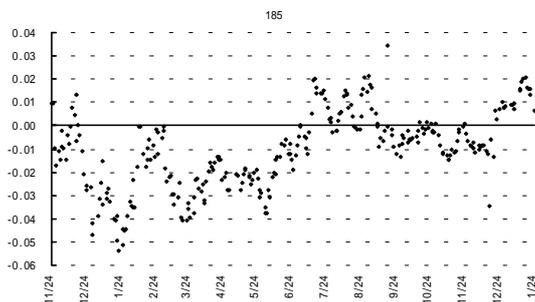
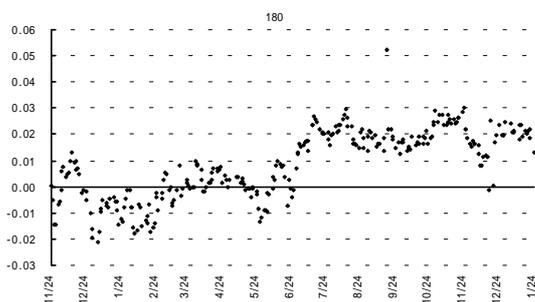
(図 4-9-2) スプラインカーブ(ゾーン指標銘柄)との乖離幅(160 回台)



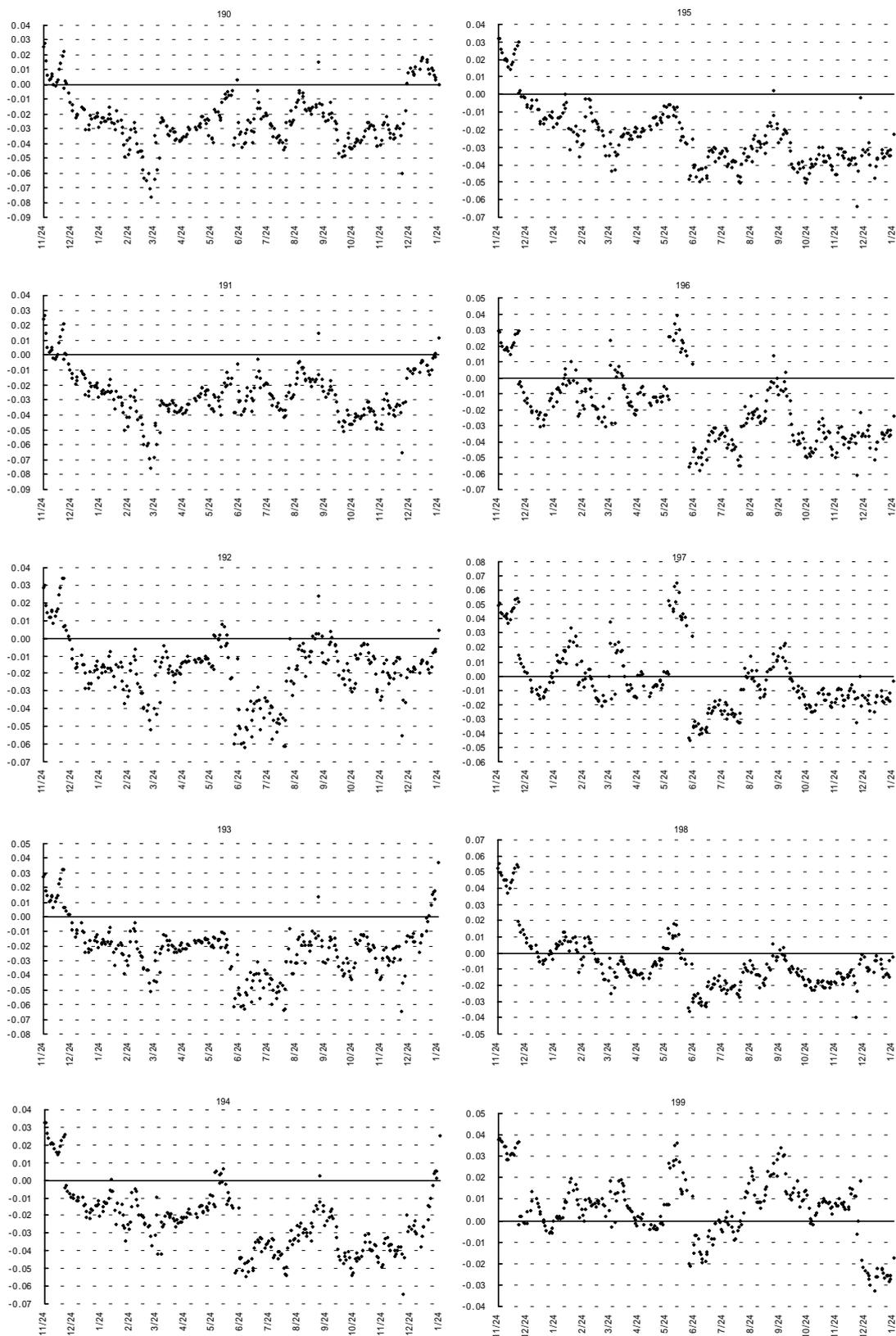
(図 4-9-3) スプラインカーブ(ゾーン指標銘柄)との乖離幅(170 回台)



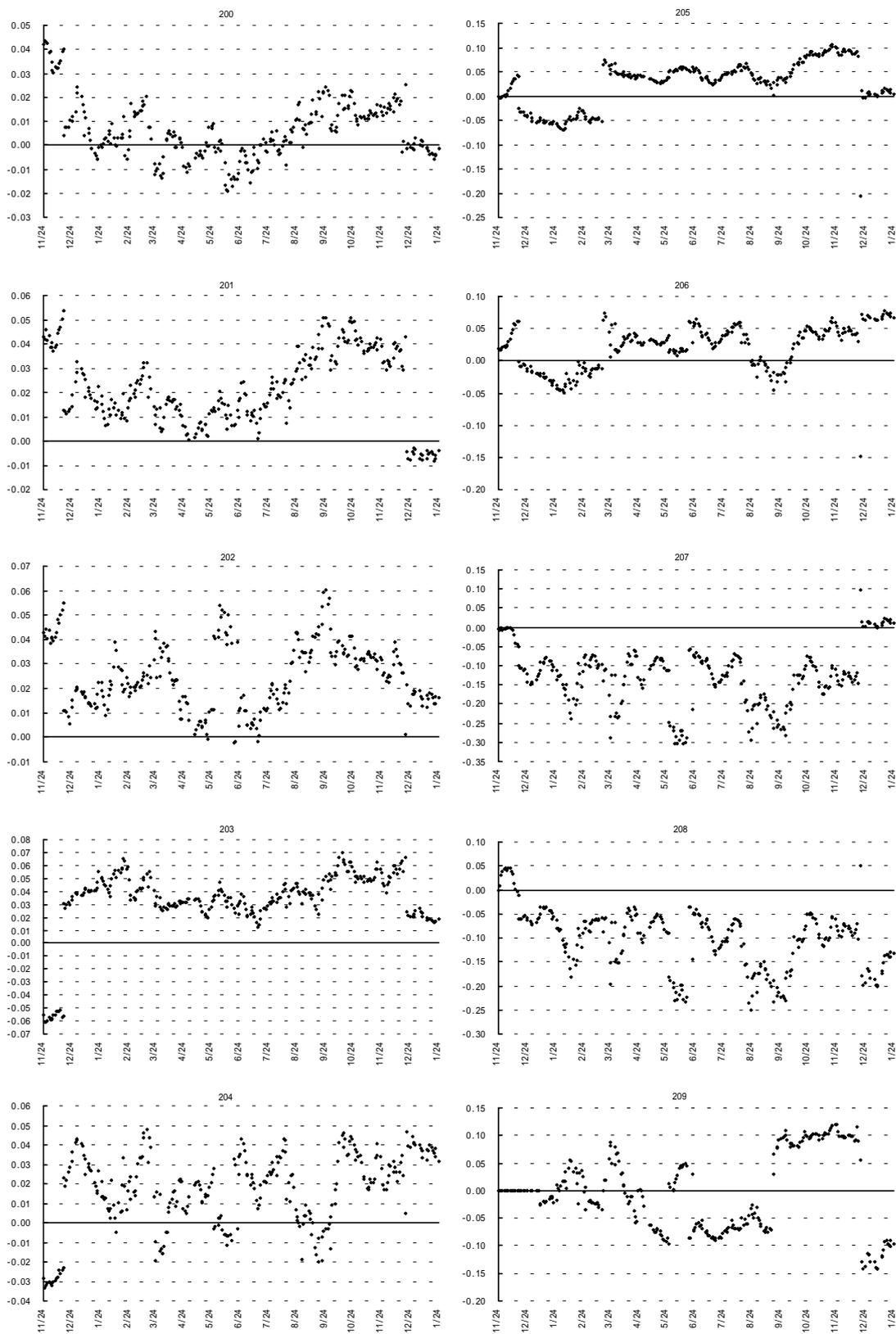
(図 4-9-4) スプラインカーブ(ゾーン指標銘柄)との乖離幅(180 回台)



(図 4-9-5) スプラインカーブ(ゾーン指標銘柄)との乖離幅(190 回台)



(図 4-9-6) スプラインカーブ(ゾーン指標銘柄)との乖離幅(200 回台)



(図 4-9-7) スプラインカーブ(ゾーン指標銘柄)との乖離幅(210 回台)

