

# 日本国債先物入門

## —先渡と先物価格の乖離を生む要因—

財務総合政策研究所 研究員 服部 孝洋<sup>\*1</sup>

### ① はじめに

服部（2020a,b）では日本国債先物に焦点を当てて先物の仕組みを確認したあと、国債市場における現物と先物の裁定（アービトラージ）について説明を行いました。本稿では（現物から算出された）先渡と先物の価格差（ベースス）が発生する要因について様々な角度から議論していきます。まず本稿が取り上げる点は、仮に完全に裁定が働いていたとしても、先渡と先物の価格に一定の乖離が生じる可能性がある点です。本稿では証拠金の受渡が与えるプライシングへの影響とベースス取引が持つオプションのプレミアムについて取り上げます。これらはタックマン（2012）やハル（2016）など中級レベル以上のファイナンスのテキストにおいて議論される論点であるため、そのメカニズムについて可能な限り直感的な説明を行います。

一方、現実の市場では必ずしも先渡と先物の間に十分な裁定が働くとは限りません。本稿ではその典型例として特定の投資家によりチーペストが買い占められることで先物とチーペストの裁定がなされない可能性（いわゆるスキューズ）を考えます。日銀は公開市場操作（オペレーション）において、スキューズを避けるため国債の受渡に使われる7年ゾーンの国債の購入を避けるなど、この論点は実際の政策にも影響を与えています。本稿では最後に金融危機時に日本国債市場でみられた特異なチーペストの動きについても紹介します。

### ② 無裁定の下でネット・ベーススをゼロから乖離させる要因

#### 2.1 先物取引における証拠金の受渡がプライシングへ与える影響

先物と先渡価格の乖離についてファイナンスのテキストでまず取り上げられる点は短期金利と先物価格の相関関係に焦点を当てた議論です<sup>\*2</sup>。先物と先渡は予約という観点では同質ですが、先物取引には証拠金の受渡がある一方、先渡取引では必ずしも証拠金の受渡があるとは限りません（先渡取引における証拠金の受渡についてはBOXで解説を行います）<sup>\*3</sup>。そのため、先物の価格が低下した際、短期金利が上昇するなど、両者の間に負の相関がある場合、先物価格は先渡価格に対し、理論的には低くプライシングされます<sup>\*4</sup>。

例えば、自分がロングしていた先物の価格が低下したとしましょう。この場合、価格の低下により損失が発生し、追加的な証拠金が求められますから、この証拠金を差し出すため資金調達をしてくる必要があります。ただし、先物価格と短期金利の間に負の相関を想定しているため、先物の価格が低下した場合、短期金利は上昇しており、調達コストが増加していることになります。一方、先物価格が上昇した場合、逆のメカニズムで手元のキャッシュが増えますが、短期運用を行う際、金利低下により運用利回りが落ちていきます。いずれにせよ、先物取引は先渡取引に比べ、証拠金の受渡により不利な状況が生まれるわけですから、短期金利と先物価格に負の相関を想定した場合、先渡に対し

\*1) 本稿の意見に係る部分は筆者の個人的見解であり、筆者の所属する組織の見解を表すものではありません。本稿の記述における誤りは全て筆者によるものです。また本稿は、本稿で紹介する論文の正確性について何ら保証するものではありません。財務省や日本取引所グループ等、本稿につき、コメントをくださった多くの方々へ感謝申し上げます。

\*2) 例えば、ハル（2016）では5章、タックマン（2012）では17章で取り上げられます。また、先物と先渡価格の理論的な関係について分析をした重要な論文としてCox et al.（1981）が挙げられます。

\*3) 筆者の理解では期間の短い国債の先渡取引については証拠金の受渡をしないことが一般的です。

\*4) もちろん、正の相関関係がある場合、先物のほうが高くプライシングされますが、金利と先物価格の場合、負の相関が自然な想定といえます。また、短期金利が一定（非確率的）であると想定すれば（短期金利と先物の間に相関はなくなるので）、証拠金のみが先物と先渡の価格差を生むケースにおいて両者の価格は一致します。ファイナンスのテキストでは株式の先物などデリバリー・オプションを有しないものが想定されることが多く、短期金利が非確率的である場合、先物と先渡価格が一致すると説明されることも少なくありません。

て先物は低めにプライシングされます。このことは先物と先渡の価格差（ベース）を生むこととなります。

この点は先物と先渡の価格差を生むメカニズムとしてデリバティブのテキストで最初に指摘される論点です（両者の違いについて測度の観点で議論するテキストもあります\*5）。もっとも、筆者の意見では日本国債市場の実務家の中でこの違いを重視する者は少ない印象です。円債市場については日銀の低金利政策により、他国に比べて証拠金にかかる運用利回り・調達コストが低く推移しています。また、短期金利が安定的に低位に推移していることから、投資家が上記で記載した逆相関を意識する必要がない局面が続いていると見ることもできます。さらに、日本国債市場ではそもそも先渡取引が相対的に少なく、もし仮に先渡取引がなされたとしても、典型的には満期が2営業日から数週間などといった短期間であることも証拠金の影響が軽微であることの一因です。ハル（2016）でも、「満期が数か月のフォワード価格と先物価格との理論的な差異は、ほとんどの場合無視できるほど小さい」（p.179）と指摘しています\*6。

## 2.2. デリバリー・オプションのプレミアム

服部（2020a,b）で指摘しているとおおり、国債先物では、先物の売り手が残存7～11年の国債の中から好きな銘柄を受け渡すことが可能であるため、この受け渡しに係る選択権（オプション）を先物の売り手側が有していると見ることもできます。服部（2020a,b）では7年国債\*7を受渡することを前提に投資家の裁定行動を考えてきましたが、あくまで売り手は残存7年～11年の国債を受け渡せませんから、受渡する銘柄が残存7年の国債ではなく、たとえば残存7.25年の国

債になる可能性はゼロではありません\*8。このように現物の受け渡しに係るオプションをデリバリー・オプションといいます。このオプションのプレミアムがベースを生む可能性はありえます。

ファイナンスの学術研究では特に1980年代後半から1990年前半にかけて国債先物の中に含まれるオプションの分析が活発になされました。前述のとおり、先物の売り手がオプションを持つわけですから、先物のショートを含む「現物ロング+先物ショート（ロング・ベース）」はデリバリー・オプションを有するポジションです。もし仮に先物と先渡の間に十分な裁定が働いており、かつ、前節で言及した証拠金の影響を無視できるとすれば、ネット・ベース（先渡価格－先物価格×CF）をデリバリー・オプションのプレミアムと解釈することができます\*9。一方、オプションのモデルとして有名なブラック・ショールズ・モデルと同様、資産価格の動きに一定の仮定を置くことでデリバリー・オプションを推定するというアイデアもあります。学術研究であればジャーナル・オブ・ファイナンス誌で発表されたHemler（1990）\*10が代表的な研究ですが、Huggins and Schaller（2013）のように実務家を対象とした債券のテキストでもシンプルな金利モデルを用いてデリバリー・オプションをどのように評価するかについて言及がなされています\*11。

もっとも、日本国債先物の場合、チーペストは7年国債であることがこれまでほとんどであることから、デリバリー・オプションが意識されることは稀というのが筆者の実感です。このことをサポートする実証研究もあります。例えば、Lin et al.（1999）は米国の先物などとは異なり、日本国債先物には受渡のタイミングを選べるタイミング・オプションがないため、受

\*5) 先物と先渡のプライシングの違いは、先物がリスク中立測度で評価している一方、後者はフォワード測度で評価しているとも見ることができます。詳細は村上（2015）などを参照してください。

\*6) ハル（2016）では先物契約と先渡契約を同じと仮定できないケースとしてユーロドル先物を挙げています。ファイナンスのテキストでは特に金利先物の文脈で、先物と先渡のプライシングに係る調整を「コンベキシティ・アジャストメント」ということがあります。1990年代半ば頃まで、この論点が認識されていなかったため、金融機関が裁定取引を行うことで利益を上げた時期があり、この経験をうけてコンベキシティ・アジャストメントが加えられるようになったという指摘もあります。詳細は村上（2015）などを参照してください。

\*7) 本稿では記述の煩雑さを避けるため、受渡適格銘柄の中で最も残存7年に近い10年利付国債を「7年国債」と記載します。

\*8) 例えば、7年国債のクーポンが受渡適格銘柄の中で相対的に低く、現物価格が変わらない場合、7年より年限の長い受渡適格銘柄のCFが大きくなることで、7年以外の銘柄がチーペストになる可能性はありえます。

\*9) このような観点でデリバリー・オプションを計算している代表的な研究としてHegde（1988）があります。Hegde（1988）は同手法が良い点として、金利プロセスに対する仮定が相対的に少ない点、また、米国の先物にはクオリティ・オプションおよびタイミング・オプションという複数のオプションがある中で、一つのフレームワークでデリバリー・オプションの合計値を計算できる点を挙げています。逆に同手法の弱い点としては、デリバリー・オプションの価値が市場価格に反映されていることを仮定してしまっている点を挙げています。

\*10) Hemler（1990）では2つの金利モデルによりクオリティ・オプションを推定するとともに、実際にオプションが行使された時に得られるペイオフからオプションの価値を推定しています。同論文の主張はそれまでの先行研究（Kane and Marcus 1986）に比べ、クオリティ・オプションの価値は小さいというものです。詳細は同論文をご参照ください。

\*11) 学術研究ではデリバリー・オプションに関する推定は膨大になされており、本稿が紹介している論文はその一例にすぎません。例えば、Kane and Marcus（1986）は金利モデルを推定したうえで、モンテカルロ・シミュレーションを用いてクオリティ・オプションを推定しています。また、Hegde（1990）はチーペストが変化することに伴う事後的なリターンを計算することでクオリティ・オプションの価値を計算しています。

渡銘柄の選択に関するオプション（クオリティ・オプション）がクリーンに推定できる点に注目していません。Lin et al. (1999) はスタンダードな金利モデ

ル<sup>\*12</sup>を用いて先物に含まれるクオリティ・オプションの価値を計算し、そのオプションの価値が非常に小さい点を指摘しています<sup>\*13</sup>。

## BOX 先渡契約における証拠金の受渡とXVA

日本国債の先渡契約については期間が短い等を背景に証拠金の受渡がなされないケースがありますが、近年、為替スワップなど多くの先渡契約において証拠金の受渡がなされるケースが増えてきています。その背景には、リーマン・ブラザーズが破綻して以降、取引相手がたとえ金融機関であってもデフォルトするリスクが認識されるようになったことがあります。例えば読者が金融機関と契約を結ぶ際、取引相手となる金融機関の信用力が高い場合は安心して取引できますが、仮に取引相手の信用リスクが低いケースでは、その分不利な契約だと考え、その分の調整を求めることが合理的です。現在、この調整をデリバティブの価格に反映させる慣行が普及しており、この調整は「信用評価調整（Credit Valuation Adjustment、CVA）」と呼ばれています。先渡契約は相対で取引するデリバティブ（店頭デリバティブ）であることから、取引相手に応じてCVAを調整する必要があり、その意味で、CVAは先物と先渡のペーシスに影響を与えます。

重要な点は、証拠金の受渡とCVAは密接な関係を有する点です。取引相手と十分な証拠金の受渡をしている場合、仮に相手がデフォルトしたとしても、その証拠金を受け取ることができるため、デリバティブの価格にCVAを反映させる必要性は低いといえます。現在の店頭デリバティブでは大きく分けて、中央清算機関と呼ばれる第三者を通じて証拠金を受け渡す仕組みと、CSA（Credit Support Annex）と呼ばれる契約を通じて、取引相手と相対で証拠金を受け渡す仕組みがとられています。従来のファイナンスのテキストでは、証拠金の有無にフォーカスして先物と先渡の違いを説明することが少なくありませんが、近年、為替スワップなど多くの先渡契約で証拠金の受渡が求められていることに鑑みると、先物と先渡の本質的な違いを取引所取引と相対取引の違いと整理する方がよいというのが筆者の意見です（為替スワップなどの詳細については服部（2017）を参照してください）。

なお、ここではCVAを取り上げましたが、取引相手の信用リスク以外の要因<sup>\*14</sup>もデリバティブの価格に影響を与えることから、CVAなどを総称しXVAとよばれることがあります。XVAはそれだけで膨大な内容であるため、その詳細は富安（2014）や斎藤（2017）など関連文献に譲ります。

### 3 スクイズ

国債先物では、残存7～11年の国債の中から売り手が受け渡す銘柄を選択することができますが、その理由の一つは受け渡す銘柄を一つにすると、その銘柄を

買い占めて利益を得ようとする投資家がいるからです。このように銘柄が買い占められる状況をスクイズといいます。例えばチーベストである7年国債を特定の投資家が買い占めた場合、先物と先渡の間の裁定が

\*12) 同論文ではハル・ホワイト・モデルを用いています。同モデルについてはハル（2016）などを参照してください。

\*13) ちなみに、オーストラリア国債先物など、現金決済の先物では、そもそも売り手がデリバリー・オプションを有していません（そもそも現金決済の先物にはチーベストという概念がありません）。

\*14) CVA以外のXVAの例としてFunding Value Adjustment（FVA）が挙げられます。例えば、読者がA社とデリバティブ契約を結ぶ一方で、そのヘッジとしてB社と同種の契約を結んだとします（A社とB社のデリバティブの価格は逆に動く想定します）。その際、A社との契約にCSA契約がなく証拠金の授受がない一方、B社との契約にはCSA契約があるとしましょう。このケースでは、仮にB社との契約の時価がマイナスに動いた場合、読者はB社へ証拠金を払わなければなりません。一方、A社との契約の時価はプラスに動いていますが、A社とはCSA契約を結んでいないため、証拠金を受け取ることができません。この場合、B社へ支払う証拠金を読者は自ら調達してくる必要がありますから、読者はA社との契約では事前にこのコストを調整した価格を求めることが合理的です。この調整がFVAに相当しますが、これは自社の調達コストがデリバティブ価格に影響を与える事例になります。現在の標準的なデリバティブ契約では中央清算機関やCSAを通じて証拠金のやり取りをすることが多いため、証拠金の受渡がないケースではデリバティブの価格にFVAを調整する慣行が広がっています。なお、CSAの契約の内容によってはCSA契約を結んでいても一定の調整が求められるケースもあります。

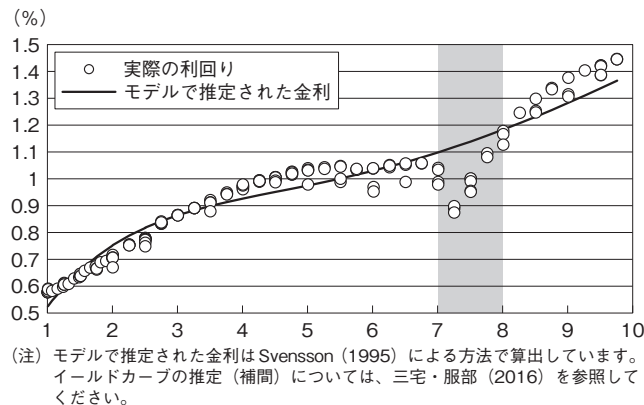
弱くなることを通じてベースがゼロから乖離する可能性が生まれます。

先物を含め、国債市場においてはこれまでスクイーズや価格操作について様々な分析がなされてきました。国債市場におけるスクイーズについて特に有名な例は、ソロモン・ブラザーズによる2年国債のスクイーズです\*15。服部（2020b）で記載したとおり、ソロモン・ブラザーズは債券のトレーディングに強い投資銀行でしたが、1991年の国債入札において違法な形で大量落札を行いました。その後、ソロモン・ブラザーズは不正を追及されていきますが、Jegadeesh（1993）とJordan and Jordan（1996）など学術研究でもスクイーズがもたらした効果の検証がすすめられています\*16。ちなみに、ソロモン・ブラザーズの不正は、プライマリー・ディーラー以外も米国債の入札に参加可能になるなど、国債の入札制度に多大な影響をもたらしました\*17。

先物市場におけるスクイーズの研究はKyle（1984）による理論的な研究以降、その理論の拡張（Cooper and Donaldson 1998など）に加え、様々な実証研究が進められています。国債先物を取り上げた研究としては、ドイツ国債先物について分析を行ったJärvinen and Käppi（2004）やロンドン国際金融先物取引所（London International Financial Futures and Options Exchange, LIFFE）の事例を取り扱ったMerrick et al.（2005）などが挙げられますが、実際にスクイーズが一定期間存在していたことを指摘する研究は少なくありません。米国の先物市場を規制する米商品先物取引委員会（Commodity Future Trading Commission, CFTC）がスクイーズを指摘したケースもあります\*18。

日本の国債市場でもスクイーズが指摘されたケースはあります。例えば、宮野谷等（1999）では過去にスクイーズが起きた典型的な事例として、1996年9月限の長期国債先物の決済に向けた動きを指摘しています。もっとも、日本国債市場ではスクイーズを防ぐための施策はとられています。例えば、財務省はリ

図1 リーマン・ブラザーズ破綻直後の日本国債のイールドカーブ



オープン の充実に加え、流動性供給入札により希少な国債を追加的に供給する仕組みを強化しています。また、日銀は補完供給オペ\*19の強化や国債買入の対象から7年ゾーンを外すなどスクイーズを防ぐための努力をしています。ちなみに、Hattori（2019a）では流動性供給入札が流動性の改善に寄与したことを指摘しています。

#### 4 日本国債市場における金融危機の経験：チーペストの特異な動き

金融危機時は金融市場において最も裁定が働きにくい市場環境といえます。国債市場において裁定を行う主体は金融機関などの機関投資家ですが、金融危機時は資産価格の低下などを背景に、裁定取引のための資本が枯渇し、裁定行動が阻害されます。そのため、金融危機は先物と先渡の裁定が働きにくくなる典型的な事例といえます。特に我が国では、金融危機時は7年ゾーンにプレミアムが付される局面が続き、当時の市場参加者の間で話題になりました。図1はリーマン・ブラザーズ倒産直後の日本国債のイールドカーブを示しています。

筆者は、Hattori（2019b）において、この特異なチーペストの動きについて違う角度から分析を行っています。2008年当時は大手金融機関の倒産が懸念されるほか、日本国債市場は他国に比べて決済の期間が長かったこともあり（当時はT+3）、国債市場におい

\*15) ソロモン・ブラザーズによるスクイーズの詳細はローウェンスタイン（2001）などを参照してください。  
 \*16) Jegadeesh（1993）はソロモン・ブラザーズが買い占めた2年債が発行後4週間にわたり割高になったことを指摘しています。Jordan and Jordan（1996）ではソロモン・ブラザーズのスクイーズにより約6週間にわたり2年債のオーバー・プライスが続いたとしています。  
 \*17) 詳細は上田（2010）を参照してください。  
 \*18) CFTC（1996, 2009）などを参照してください。  
 \*19) 補完供給オペについては服部（2020b）のBOX 4を参照してください。

でもカウンター・パーティ・リスク<sup>\*20</sup>が認識されていました。実際、国債の入札に参加したリーマン・ブラザーズが破綻したことにより未入金が発生しただけでなく、大量の国債の受渡が不履行に陥るなどの混乱が起きました。Hattori (2019b) の主張は、チーペストである7年国債はカウンター・パーティ・リスクを有する店頭市場だけでなく、厳格な証拠金制度などにより安定性の高い取引所で決済をすることができたため、この期間、7年国債が特に高く評価されたというものです<sup>\*21</sup>。通常時の先物取引では反対売買により現物決済が回避されることが多いのですが、筆者の研究では金融危機時に先物を通じた現物の受渡が急増したことを示しています。

## 5 おわりに

これまで日本国債先物を通じて先物の仕組みについて考えてきました。債券以外にも、株式、商品、通貨など幅広い先物が取引されています。もちろん、商品性について一定の差がありますが、先物の基本的な仕組みは同じであるため、本稿の内容を把握しておけば、他の先物の仕組みも比較的容易に理解できると考えています。日本国債先物についてはオプション市場も存在しているため、次回からはオプションと日本国債市場の関係について考えていきます。

### 参考文献

- [1]. 上田晃三 (2010) 「オークションの理論と実際－金融市場への応用」日本銀行金融研究所『金融研究』29 (1), 47–90.
- [2]. 斎藤祐一 (2017) 「金融規制の複合的影響を考慮したXVA」日本銀行金融研究所『金融研究』36 (2), 109–152.
- [3]. ブルース・タックマン (2012) 「債券分析の理論と実践 (改訂版)」東洋経済新報社
- [4]. 富安弘毅 (2014) 「カウンターパーティーリスクマネジメント (第2版)」きんざい
- [5]. 服部孝洋 (2017) 「ドル調達コストの高まりとカバー付き金利平価」ファイナンス10月号、56–63.
- [6]. 服部孝洋 (2020a) 「日本国債先物入門：基礎編」ファイナンス1月号、60–74.
- [7]. 服部孝洋 (2020b) 「日本国債先物入門－ファイナン日本国債との裁定 (ベース取引) とレボ市場について」ファイナンス1月号、70–80.
- [8]. 村上秀記 (2015) 「金融実務講座 マルチンゲールアプローチ入門：デリバティブ価格理論の基礎とその実際」近代科学社
- [9]. ロジャー・ローウェンスタイン (2001) 「天才たちの誤算－ドキュメントLTCM破綻」日本経済新聞社
- [10]. ジョン・ハル (2016) 「フィナンシャルエンジニアリング [第9版] ーデリバティブ取引とリスク管理の総体系」きんざい
- [11]. 三宅裕樹・服部孝洋 (2016) 「イーールド・カーブ推定の動向－日本における国債・準ソブリン債を中心に」ファイナン

- ス11月号、65–71.
- [12]. 宮野谷篤・井上広隆・肥後秀明 (1999) 「日本の国債市場のマイクロストラクチャーと市場流動性」金融市場局ワーキングペーパーシリーズ 99-J-1
- [13]. CFTC 1996. U.S. Commodity Futures Trading Commission Press release #3922-96 (July 10, 1996) .
- [14]. CFTC 2009. U.S. Commodity Futures Trading Commission Press release #5751-09 (November 13, 2009) .
- [15]. Cooper, D. J., Donaldson, R. G. 1998. A Strategic Analysis of Corners and Squeezes. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 33 (1), 117–137.
- [16]. Cox, J., Ingersoll, J., Ross, S. 1981. The Relation between Forward Prices and Futures Prices. *Journal of Financial Economics* 9 (4), 321–346.
- [17]. Hattori, T. 2019a. Do Liquidity Enhancement Auctions improve the Market Liquidity in the JGB market? *Economics Letters* 183, 108516.
- [18]. Hattori, T. 2019b. Estimation of CCP Premium During the Financial Crisis of 2008 : Evidence from Japanese Government Bond Market. Working Paper.
- [19]. Hegde, S. 1988. An Empirical Analysis of Implicit Delivery Options in the Treasury Bond Futures Contract. *Journal of Banking and Finance* 12 (3), 469–492.
- [20]. Hegde, S. 1990. An Ex Post Valuation of the Quality Option Implicit in the Treasury Bond Futures Contract. *Journal of Banking and Finance* 14 (4), 741–760.
- [21]. Hemler, M. 1990. The Quality Delivery Option in Treasury Bond Futures Contracts. *Journal of Finance* 45 (5), 1565–1586.
- [22]. Huggins, D., Schaller, C. 2013. Fixed Income Relative Value Analysis : A Practitioners Guide to the Theory, Tools, and Trades. Bloomberg Financial.
- [23]. Järvinen, S., Käppi, J. 2004. Manipulation of the Bund Futures Market. *Applied Financial Economics* 14 (11), 799–808.
- [24]. Jegadeesh, N. 1993. Treasury Auction Bids and the Salomon Squeeze. *Journal of Finance* 48 (4), 1403–1419.
- [25]. Jordan, B., Jordan, S. 1996. Salomon Brothers and the May 1991 Treasury Auction : Analysis of a Market Corner. *Journal of Banking and Finance* 20 (1), 25–40.
- [26]. Kane, A., Marcus, A. 1986. The Quality Option in the Treasury Bond Futures Market : An Empirical Assessment. *Journal of Futures Markets* 6 (2), 231–248.
- [27]. Kyle, A. 1984. A Theory of Futures Market Manipulations. *Applied Economic Theory and Economics*. In *The Theory of Futures Markets*, 272–303.
- [28]. Lin, B., Chen, C., Chou, J. 1999. Pricing and Quality Option in Japanese Government Bond Futures. *Applied Financial Economics* 9 (1), 51–65.
- [29]. Merrick, J., Naik, N., Yadav, P. 2005. Strategic Trading Behavior and Price Distortion in a Manipulated Market : Anatomy of a Squeeze. *Journal of Financial Economics* 77 (1), 171–218.
- [30]. Svensson, L. 1995. Estimating Forward Interest Rates with the Extended Nelson and Siegel Method. *Quarterly Review, Sveriges Riksbank* 3 (1) : 13–26.

\*20) 取引の相手方 (カウンター・パーティ) が破綻することにより、契約が履行されずに損失を被るリスクを指します。

\*21) 日本国債の決済期間については2012年4月にT+2化、2018年5月にT+1化が実現しています。