

金融危機以降の米国短期金融市場における期待形成 —金利キャップを用いたインプライド確率分布に基づく分析—

金融市場局 菊池健太郎*

Bank of Japan Review

2010年9月

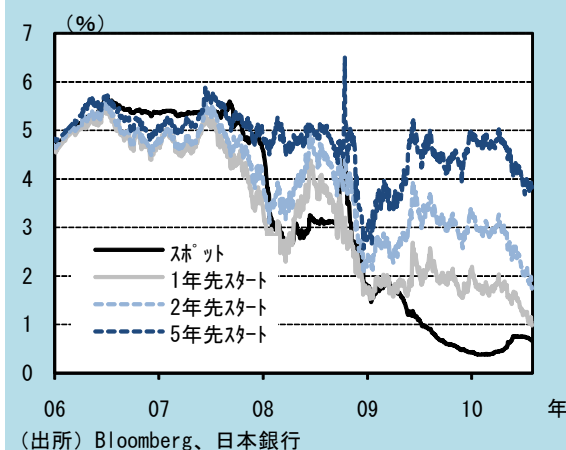
オプションの市場価格から、原資産価格に対する市場参加者の期待形成に関する情報を、確率分布の形で抽出できることが知られている。本稿では、金利キャップと呼ばれるオプション性を有する金利デリバティブの市場価格を用いて、金融危機以降の米国短期金融市場について、先行きの米ドルの銀行間取引金利に焦点を当て、その期待形成の変化を分析する。分析の結果、①2007年夏～2008年12月には、金融システム不安が高まる中で、先行きの銀行間取引金利の期待のばらつきは拡大し、先行きの金利上昇リスクが意識された、②様々な政策対応により、2009年初には、銀行間取引金利の期待のばらつきの拡大に歯止めがかかり、先行きの金利上昇リスクへの警戒感が和らいだ、③2010年春以降、欧州財政問題の深刻化や、それを受けたグローバル経済の停滞懸念を背景に、低金利政策が維持されるとの見方が強まった一方で、将来の金融機関の信用リスクに対する警戒感が高まり、先行きの金利上昇リスクが意識された、④2009年以降、短期金利が先行き急上昇するシナリオに賭けたポジション構築の動きがみられるとの指摘が聞かれたが、これが市場全体の動きにまでは広がらなかった、ことなどがわかった。

1. はじめに¹

銀行間取引金利の一つである LIBOR (London Interbank Offered Rate) は、政策金利や金融機関の信用リスク状況等に対する市場参加者の期待を反映する。したがって、将来のある時点における政策金利や金融機関の信用リスク状況に対する現時点での市場参加者の期待形成をみる場合には、フォワード LIBOR の推移をみるのが有用となる。

図表1は、米ドル LIBOR (6か月物) のスポット金利 (スポット LIBOR) とフォワード金利 (フォワード LIBOR) の動きを示したものである²。金融危機発生から現在に到るまでのフォワード LIBOR の動きを振り返ると、まず、2007年夏のパリバ・ショックから2008年末にかけて、基本的に低下傾向を辿った³。これは、金融システム不安の高まりに伴い、Fed が継続的に政策金利の引下げを実施したことで、先行きの短期金利の期待水準が低下したためと考えられる。2009年初から2010年春にかけては、フォワード LIBOR は、振れを伴いつつ横ばい圏内での推移となった。この間、市場参加者は、将来の金融政策変更をそれほど意識していなかったことが推察される。2010年4月下旬以降は、スポット LIBOR が上昇する一方で、フォワード LIBOR は低下した。スポット LIBOR の上昇は、ソブリン・エクスポージャーの市場価値の低下を通じて、金融機関の信用リスクに対する警戒感が、短期的には高まった可能性を

(図表1) 米ドル6か月LIBORの推移



示唆している。一方、フォワード LIBOR の低下については、「1年後や2年後の金融機関の信用リスクに対する状況が、足許数か月間の信用リスクに対する状況ほど深刻なものではない」、ないし、「グローバル経済の停滞懸念から、低金利政策が維持される」との見方を反映した可能性がある。

このように、将来のある時点での LIBOR に対する市場参加者の期待形成をみるうえで、フォワード LIBOR は有益な情報を提供するが、これが、一つの側面のみにはフォーカスしたものであることには注意が必要である。すなわち、フォワード LIBOR は、あくまで現時点における将来の LIBOR の期待値を示すものであり、これから、市場参加者の期待のばらつき、偏り、テイル・リスクを知ることにはできない。

一方、複数の行使価格を持つ同行使期日のオプション価格を利用すると、行使期日におけるオプションの原資産価格の確率分布を推定することが可能となる⁴。この方法を、金利キャップと呼ばれるオプション性を有する金利デリバティブの市場価格に適用すると、将来のある時点における LIBOR の確率分布（これを、以下ではインプライド確率分布と呼ぶ）を求めることができる⁵。これにより、期待の水準だけでなく、期待のばらつき、偏り、テイル・リスクなどを抽出することができ、期待形成をより深く考察することが可能となる。

以下では、まず、金利キャップの商品性と金利キャップ価格から LIBOR のインプライド確率分布を計算する方法の概要を解説する。次に、金利キャップ価格からインプライド確率分布を計算し、2年先の米ドル LIBOR に対する市場参加者の期待形成が、金融危機以降どのように変化してきたかを分析する。

2. 金利キャップの商品性

ここでは、将来の LIBOR のインプライド確率分布を計算するうえで必要となる金利キャップと呼ばれる商品の解説を行う。

変動金利ローンの借り手は、将来、金利が上昇することによって支払いが増大するリスクに直面する。このようなリスクに対する保険の一つとして設計されたものが金利キャップである。金利キャップを購入していれば、将来、ローン金利が上昇したとしても、支払い金利を一定水準（これをキャップ・レートと呼ぶ）に抑えることができる。一方、金利キャップを販売する金融機関は、金利上昇に対する保険料（プレミアム）を買い手から受け取る。この結果、取引が成立する。以上が、金利キャップの商品性の概要であるが、次に、金利キャップが内包するオプション性について詳しくみていこう。

まず、金利キャップの買い手は、金利キャップの売り手にプレミアムを支払う。そして、半年に一回の頻度で、半年前の6か月 LIBOR が取引時点で定まるキャップ・レートを上回る分を、売り手から受け取る⁶（但し、取引開始時点から6か月後にはキャッシュ・フローは発生せず、取引開始時点の1年後以降にキャッシュ・フローが発生する商品設計が一般的）。例えば、キャップ・レート3%の2年金利キャップの買い手のキャッシュ・フローは以下のようなものとなる（下表）。

《金利キャップの買い手のキャッシュ・フロー》

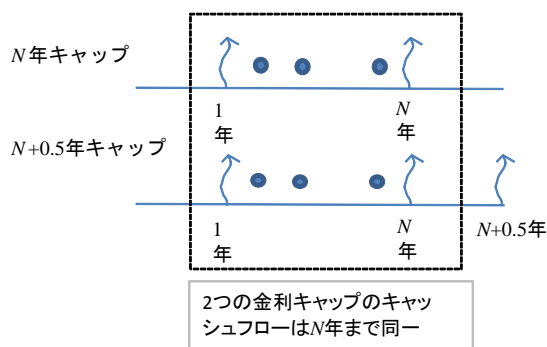
時点	キャッシュ・フロー
取引開始時	プレミアムを売り手に支払う。
取引開始1年後	取引開始0.5年後の6か月 LIBOR がキャップ・レート3%を上回る分を受け取る。上回らない場合は受け取り無し。
取引開始1.5年後	取引開始1年後での6か月 LIBOR がキャップ・レート3%を上回る分を受け取る。上回らない場合は受け取り無し。
取引開始2年後	取引開始1.5年後での6か月 LIBOR がキャップ・レート3%を上回る分を受け取る。上回らない場合は受け取り無し。

これをみると、金利キャップが、6か月 LIBOR を原資産とし、権利行使価格をキャップ・レートとする（上記の例では3%）コール・オプションとなっていることがわかる。しかし、通常のコー

ル・オプションと異なり、約定期間中に権利行使の機会が半年ごとに訪れるため、金利キャップを取引することは、コール・オプションの「束」を取引することと解釈される。この金利キャップを構成するそれぞれのコール・オプションは、通常、「キャップレット」と呼ばれるが、キャップレット自体は市場で取引されておらず、その価格を観測することはできない。しかし、異なる年限の金利キャップの市場価格を用いると、キャップレットの「理論上の価値（以下、簡単のため価格と呼ぶ）」を算出することが可能となる。

3. 金利キャップ価格を用いた LIBOR のインプライド確率分布の抽出

同一のキャップ・レートを持つ約定期間 N 年の金利キャップ (N は自然数) と $N+0.5$ 年の金利キャップが市場で取引されているケースを考えてみよう。この2つの金利キャップのキャッシュ・フローは、 $N+0.5$ 年金利キャップの最後に発生するキャッシュ・フローの分だけ異なる (下図参照)。



したがって、当該キャッシュ・フローの理論上の価値、すなわち、取引開始後 N 年時点で定まる6か月 LIBOR を原資産とするキャップレット価格は、 $N+0.5$ 年金利キャップと N 年金利キャップの価格差として計算できる。しかし、実際、約定期間 N 年の金利キャップが市場でクオートされていても、 $N+0.5$ 年金利キャップがクオートされていない場合がある。

そこで本稿では、一定の仮定を置くことで、毎営業日市場でクオートされている約定期間 N 年と $N+1$ 年の金利キャップの価格差を用いて、取引開始後 N 年時点で定まる6か月 LIBOR を原資産とするキャップレット価格を求めた⁷。キャップレット、すなわち、LIBOR を原資産とする金利オプション価格が求められれば、先行きの LIBOR のインプライド確率分布を抽出することが可能となる (オプション価格を用いたインプライド確率分布抽出の理論的背景は下記 BOX を参照)。

本稿の分析では、2年と3年の約定期間の米ドル建て金利キャップ (キャップ・レートは、1%、1.5%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%の9種類) を用いて、2年後の6か月米ドル LIBOR のインプライド確率分布を計算する⁸。そして、これを用いて、市場参加者の期待のばらつき、偏り、テイル・リスクを分析する⁹。

BOX オプション価格を用いたインプライド確率分布の抽出

ここでは、行使価格の異なる複数のオプション価格から原資産価格 (金利オプションの場合は、原資産は金利となるが、以下では簡単のために価格として話を進める) のインプライド確率分布を計算することが可能となることを、株式オプションを例に説明する。

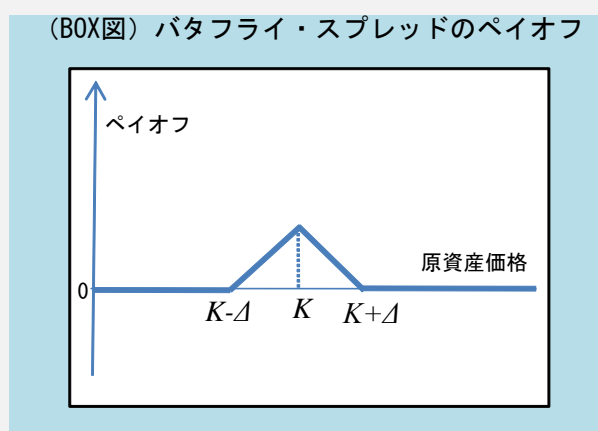
オプションとは、事前に特定した状態になった際に行使できる権利を意味する。例えば、行使価格が1,000円の、ある企業の株式を原資産とする株式コール・オプションを購入すると、オプションの行使期日に当該株式を1,000円で購入する権利を保有できる。すなわち、行使期日に当該企業の株価が1,000円以上になれば、コール・オプションの買い手は、オプションの権利を行使し (1,000円で株を購入)、市場でこれより高い価格で売却することにより利潤を得ることができる。一方、行使期日に株価が1,000

円を下回ると、オプションの買い手は権利を行使せず、買い手の損失は契約時に売り手に支払うオプション料のみとなる（なお、原資産価格の水準と比べてオプション料は小さい）。

ここで、オプション価格が原資産の将来価格の確率分布に関する情報を内包していることをみるために、次のような、行使期日が同一の3つの株式コール・オプションからなるポートフォリオを考えよう。

- ① 行使価格 $K-\Delta$ のコール・オプションの買い1単位
- ② 行使価格 K のコール・オプションの売り2単位
- ③ 行使価格 $K+\Delta$ のコール・オプションの買い1単位

①～③のオプションのポートフォリオは、「バタフライ・スプレッド」と呼ばれるものだが、バタフライ・スプレッドのペイオフは以下ようになる（BOX図）。



図をみると、 Δ が十分に小さい場合、バタフライ・スプレッドは、原資産価格が行使期日に K 近傍 ($K-\Delta \sim K+\Delta$) となることに賭けたポジションであることがわかる。したがって、バタフライ・スプレッドの価値は、原資産が行使期日に K 近傍となる確率と密接な関係があることが予想される。実際、行使期日に原資産価格が K 近傍となる確率は、以下のように、バタフライ・スプレッドの市場価値を用いて計算されることが理論的に知られている。

【インプライド確率分布の公式】¹⁰

$$\begin{aligned} (\text{行使期日に原資産価格が } K \text{ 近傍となる確率}) &= (\text{定数倍}) \times (\text{バタフライ・スプレッドの価値}) \\ &= (\text{定数倍}) \times (C(K+\Delta) - 2C(K) + C(K-\Delta)) \end{aligned}$$

ここで、 $C(x)$ は行使価格が x のコール・オプションの価格。また、 Δ は十分に小さい量とする。

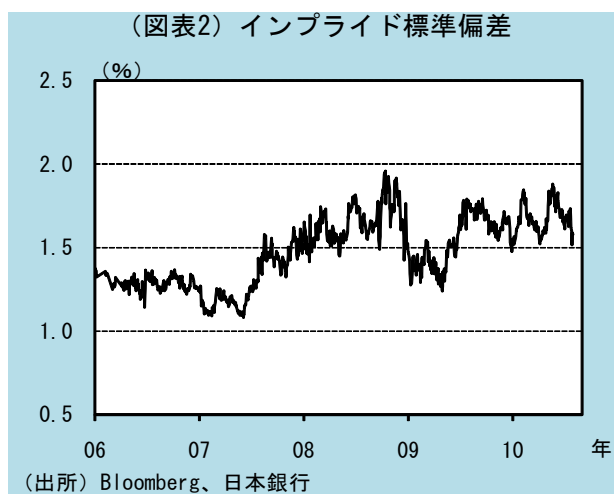
上述のインプライド確率分布の公式をあらゆる価格 K に対して適用し、将来の原資産価格が K 近傍となる確率を計算すると、原資産価格の確率分布（インプライド確率分布）を描くことが可能となる。このインプライド確率分布は、原資産価格の変動に対して一定の確率過程を事前に仮定することなく導出されるものであり、市場の実勢を、モデルで歪めることなく映し出したものといえる¹¹。また、インプライド確率分布から計算される統計量（標準偏差や歪度など）は、様々な行使価格のオプション価格を利用している点で、例えば、アット・ザ・マネーのオプション価格から計算されるインプライド・ボラティリティと比べて、内包する情報量が多いという利点がある。

4. 金利キャップ市場からみた米国短期金融市場の期待形成

以下では、金融危機以降の2年後の米ドルLIBORに対する、市場参加者の期待のばらつき、期待の偏り、テイル・リスクについて、LIBORのインプライド確率分布を用いて考察する。

(1) 期待のばらつき

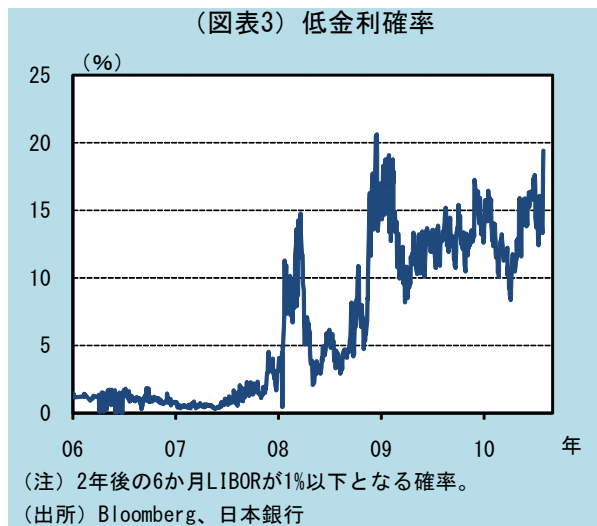
まず、2年後の6か月LIBORに対する市場参加者の期待のばらつきをみてみよう。2年後のLIBORのインプライド確率分布を求めると、それを用いて分布の標準偏差（以下、インプライド標準偏差と呼ぶ）を計算することができる。このインプライド標準偏差は、期待値（≡フォワードLIBOR）を中心にみた分布の広がりを表すものであり、これにより市場参加者全体の期待のばらつきを捉えることが可能となる。



図表2は、インプライド標準偏差の推移を示している。2006年初から2007年夏までの期間、安定的に推移した後、①2007年夏から2008年12月までの上昇、②2008年12月から2009年4月までの低下、③2009年4月から8月までの上昇、④2009年8月以降の振れを伴った横ばい圏内での動き、といった4つの局面を経た推移となっていることわかる。

①については、2007年8月のパリバ・ショックを発端とする金融システム不安を背景とした、金融機関の信用リスクに対する不確実性の高まり

が、一時的なものとは捉えられなかったことを示唆している。特に、2008年9月の米証券会社リーマン・ブラザーズの破綻に伴い、インターバンク市場の不確実性は極度に高まり、インプライド標準偏差はピークに達した。②は、当局の様々な政策対応（例えば、2008年12月半ばに実施された、Fedによる、1.0%から0%~0.25%への政策金利の引下げ）等を背景に、金融システム不安が和らいだことを映じた結果と考えられる。③の時期には、各種資金市場が落ち着きを取り戻しつつあったことや、事前予想対比、好調な経済指標が公表されたことなどを背景に、Fedによる低金利政策の出口が早まるとの思惑が市場の一部に広がった¹²。この結果、市場参加者間の先行きの見通しにばらつきが生じた可能性がある。一方、④については、2009年秋に、G20で「回復が確実なものとなるまで政策支援を維持する」との声明が発表されたほか、FOMCでも低金利政策の継続を確認する声明が出されたことによって、③の時期にみられた早期の利上げ観測が後退した。この結果、インプライド標準偏差の上昇に歯止めがかかったと考えられる。



また、2010年4月下旬以降、インプライド標準偏差は幾分低下した。これは、欧州財政問題の深刻化や、それを受けたグローバル経済の長期停滞懸念の高まりにより、Fedが低金利政策を維持するとの見方が強まった結果と考えられる。この動きを確認するため、インプライド確率分布から、

2年後のLIBORが1%を下回る確率を計算してみると、2010年4月以降、当該確率が上昇しており、市場参加者が低金利政策の継続に対する見方を強めていったことが示唆される（図表3）。

（2）期待の偏り

次に、市場参加者が、期待値からみて、金利上昇と低下のどちらの方向により強くリスクを意識していたのかをみてみよう。このような市場参加者の期待の偏りをみる統計量として、インプライド確率分布の歪度（3次の積率。以下、インプライド歪度と呼ぶ）がある。インプライド歪度は、これが正の時は、期待値に対して確率分布が右方向（金利上昇方向）に歪み、分布の裾が同方向に長くなっていることを表す。この場合、市場参加者は、2年後のLIBORが期待水準（≡フォワードLIBOR）から（大きく）上振れするリスクを、（大きく）下振れするリスクに比べて強く意識していると解釈できる。



金融危機が始まった2007年夏から2008年12月にかけて、インプライド歪度は大幅に上昇し、負から正の値に転じた¹³（図表4）。この時期は、金融機関の信用リスクに対する懸念が高まる中で、LIBORの構成要素である金融機関の信用プレミアムが、期待水準から上振れするリスクが強く意識されていた可能性が考えられる。しかし、2008年央には、インプライド歪度は低下に転じるなど、インプライド標準偏差とは異なる動きを示した。これは、LIBORの構成要素である政策金利

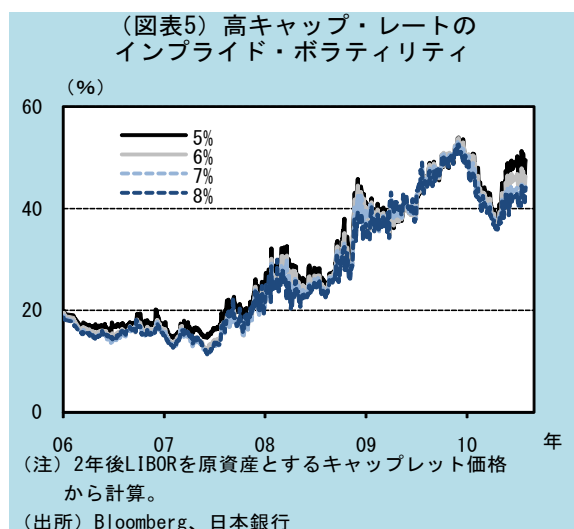
が見通しから下振れするリスクが、2008年3月の米証券会社ベアー・スターンズの経営危機や同年9月のリーマン・ブラザーズ破綻等を経て、意識されるようになったことを反映したものと考えられる。この下振れリスクが、もう一つの構成要素である金融機関の信用プレミアムの上振れリスクを打ち消す格好となった可能性がある。その後、2008年11月に入ってから、インプライド歪度は再び上昇した。これには、2008年10月末にFedが政策金利を1.5%から1.0%に引下げ、十分な低金利環境が実現したことで、将来の政策金利が期待水準から下振れする余地が限定的となったことが影響していると考えられる。将来の政策金利が見通しから下振れる余地が限定的となる中で、なお、将来の金融機関の信用プレミアムが上振れする懸念が残存していたことが、インプライド歪度の上昇を引き起こしたと考えられる。2009年に入ると、インプライド歪度の上昇はほぼ止まり、2009年初から2010年春にかけて、振れを伴いつつも、おおよそ横ばい圏内での推移となった。政策金利の引下げをはじめとする政策対応等により、金融機関の信用プレミアムが上振れするリスクへの警戒感が和らいだ可能性が考えられる。しかし、2010年春以降、インプライド歪度は再び上昇した。前述の通り、インプライド標準偏差は低下したが、欧州財政問題に伴うソブリン・エクスポージャーの市場価値の低下や景気後退懸念などが金融機関の経営体力を将来的に圧迫し、2年後のLIBORが上昇するリスクを意識する動きがあった様子が窺われる。

（3）テイル・リスク

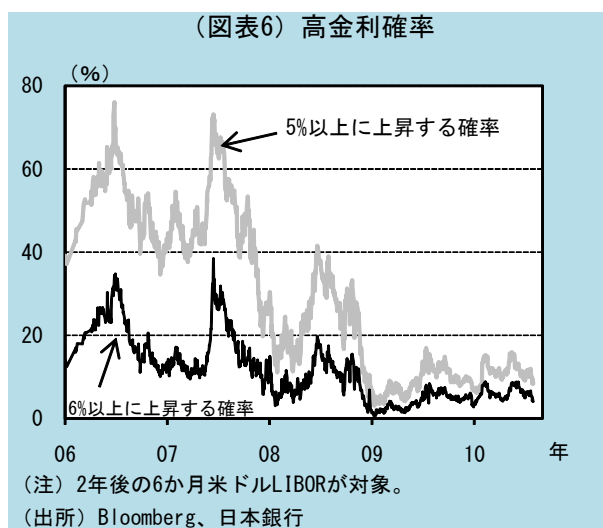
こうした上昇リスクに対する意識が市場全体でみてどの程度のものであったかを把握するために、2年後のLIBORが大幅に上昇するようなテイル・リスクについて、市場がどのように捉えていたのかをみてみよう。

2009年以降、積極的な財政政策を背景に、財政バランス悪化に対する懸念が強まった。金融市場では、財政バランスの悪化を背景に、将来の短期

金利が急上昇することに賭けるポジションを構築する動き（例えば、フォワード LIBOR の水準から大きく乖離した高水準のキャップ・レートの金利キャップを買う動き）がみられるとの指摘が聞かれた。

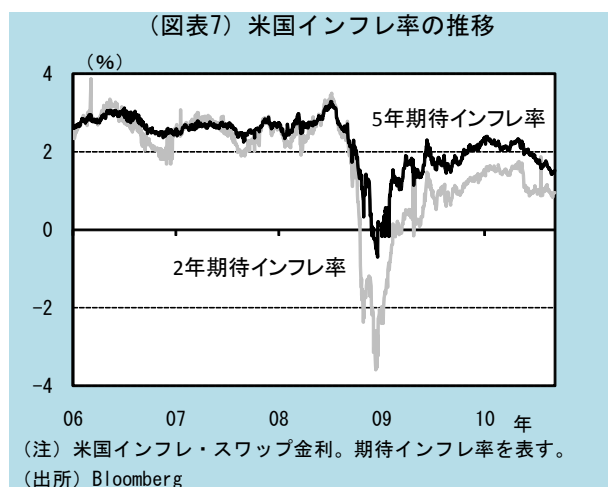


高キャップ・レートの金利キャップから計算されるインプライド・ボラティリティの動きをみると、2009年中と2010年4月以降に上昇したことがわかる¹⁴ (図表5)。特に、2009年中の上昇の理由については、「財政バランス悪化により将来のインフレ・リスクが高まり、最終的に中央銀行による政策金利の引上げテンポが速まる」とのシナリオに基づくポジション構築が生じていることが背景にあるとの指摘が聞かれた¹⁵。



このような財政悪化シナリオに賭けたポジシ

ョン構築の動きが市場全体にどの程度の広がりを持っていたのかを確認するために、2年後のLIBORが5%、および6%以上の水準にまで上昇する確率を、インプライド確率分布から求めてみよう (図表6)。2008年末にかけてのFedの利下げに伴って、当該確率は低下したが、それ以降は概ね横ばい圏内での推移となった。このことは、財政悪化から短期金利が急上昇するというシナリオが、これまでのところ、市場の一部の限定的な見方に過ぎなかった可能性を示唆している。



この点、図表7は、財政バランス悪化により将来のインフレ・リスクが意識される状況には到っていなかったことを示している。このことから、上述の短期金利急上昇シナリオが一部の限定的な見方に過ぎなかった可能性を確認することができる。

5. おわりに

本稿では、まず、金利キャップの市場価格から、先行きの米ドル LIBOR のインプライド確率分布を求めた。それをを用いて、標準偏差や歪度、低金利確率、高金利確率などを計算し、フォワード LIBOR やアット・ザ・マネーのオプション価格から求められるインプライド・ボラティリティだけでは捉えることができない、米ドル LIBOR に対する期待のばらつき、偏り、テイル・リスクを抽出し、その変動の背景を考察した。

分析の結果、①2007年夏～2008年12月には、

金融システム不安が高まる中で、先行きの銀行間取引金利の期待のばらつきは拡大し、先行きの金利上昇リスクが意識された、②様々な政策対応により、2009年初には、銀行間取引金利の期待のばらつきの拡大に歯止めがかかり、先行きの金利上昇リスクへの警戒感が和らいだ、③2010年春以降、欧州財政問題の深刻化や、それを受けたグローバル経済の停滞懸念を背景に、低金利政策が維持されるとの見方が強まった一方で、将来の金融機関の信用リスクに対する警戒感が高まり、先行きの金利上昇リスクが意識された、④2009年以降、短期金利が先行き急上昇するシナリオに賭けたポジション構築の動きがみられるとの指摘が聞かれたが、これが市場全体の動きにまでは広がらなかった、ことなどが明らかになった。

* 現金融研究所。

¹ 本稿の全ての図表の観測期間は、2006年1月2日～2010年7月30日。

² 図表1で示しているフォワードLIBORは、6か月LIBORとスワップ金利から、ブートストラップ法と呼ばれる方法で計算したものである。

³ 2008年6月にフォワードLIBORは一時的に上昇を示したが、これは、この時期、原油価格をはじめとする商品価格が急騰し、インフレ懸念が高まったことに伴うものと考えられる。

⁴ 平易な解説はBOX参照。専門的には、例えば、以下の文献を参照されたい。Breedon, D. T. and R. H. Litzenberger, "Prices of State-Contingent Claims Implicit in Option Prices", *The Journal of Business*, 51(4), 1978, pp. 621-651.

⁵ 本稿では、将来のある時点でのLIBORの確率分布を、金利キャップの市場価格を用いて抽出する。その際、抽出された確率分布は、リスク中立測度下での分布となり、一般に、リスク回避的な投資家が想定する現実測度下での確率分布と一致しない点に注意が必要である。現実的な市場参加者の期待形成を捉えるうえで、本来は、現実測度下での確率分布を考えるべきだが、本稿では、多くの先行研究と同様、リスク中立測度下での分布と現実測度下での分布の形状が大きく異ならないとの仮定を置き、市場参加者の期待の抽出を行っている。

⁶ 3か月に一回の頻度で支払いが行われる金利キャップも市場で取引されている。この場合、参照される金利は、支払い日の3か月前の時点で決定される3か月LIBORである。本稿では、6か月に一回の頻度で支払いが行われる金利キャップを扱っている。

⁷ $N+1$ 年金利キャップと N 年金利キャップの価格差は、2つの金利キャップのキャッシュ・フローの違いを考えると、 N 年後の6か月LIBORを原資産とするキャップレット価格と $N+0.5$ 年後の6か月LIBORを原資産とするキャップ

レット価格の総和となる。ここで、 N 年後スタートのフォワードLIBORと $N+0.5$ 年後スタートのフォワードLIBORが、等しいボラティリティの幾何ブラウン運動に従うとの仮定を置くと、 N 年後の6か月LIBORを原資産とするキャップレット価格を計算することができる。

⁸ インプライド確率分布の計算方法は以下の通り。①まず、9つのキャップ・レート(1%、1.5%、2%、以下1%刻みで8%まで)に対応する金利キャップのインプライド・ボラティリティ(市場ではボラティリティがクオートされている)を、キャップ・レート0.7%~8%まで0.05%刻みでスプレッド法によって補間・補外する。②次に、0.7%~8%のキャップ・レート(0.05%刻み)全てに対して、2年金利キャップと3年金利キャップ価格をブラックの公式と呼ばれる解析式を用いて計算する。③さらに、本論で説明したように、同一のキャップ・レートを有する2年金利キャップと3年金利キャップ価格差(すなわち、2年後のLIBORを原資産とするキャップレットの価格)を計算する。④計算されたキャップレットの価格から、0.7%~8%のキャップ・レートに対して、BOXで示した手法(【インプライド確率分布の公式】)を用いて、先行きのLIBORが0.7%~8%となるインプライド確率分布を計算する。但し、このようにして得られるインプライド確率分布の事象の確率の総和(総面積)は一般には1未満となる。そこで、⑤先行きのLIBORが0%~0.7%となるインプライド確率分布の密度関数については、事象の総面積が1となるように、直線で補外する。すなわち、求められたインプライド確率分布の密度関数は、LIBORが0%から0.7%の区間は、台形の形をとることになる。また、本稿の分析では、2年後のLIBORが8%を超える確率はゼロと仮定している。

⁹ 短期の年限の米ドル建ての金利オプションとして、金利キャップ以外に、LIBORを原資産とするユーロ・ドル金利先物オプションが知られている。しかし、当該オプションは、①アメリカン型であり本稿で示した手法によりインプライド確率分布を推定することが容易ではない点、②限月が決められているため、評価時点から期間を一定に保った将来時点におけるインプライド確率分布の時系列分析といった「コンスタント・マチュリティー・ベース」での分析が難しい点(例えば、評価時点から2年後のLIBORのインプライド確率分布の日次時系列変化をみることが難しい)、③短期ゾーンの中でも比較的長めの期間(2年程度)の金利先物オプションの取引量は0.5年、1年の当該オプションと比べて相対的に低い点、などを考慮して、本稿ではユーロ・ドル金利先物オプションではなく金利キャップを分析に使用した。

¹⁰ 公式中の「定数倍」は割引率に関する項となる。

¹¹ ブラック=ショールズ公式を導出する際は、原資産価格が幾何ブラウン運動に従うと仮定する。

¹² 2009年6月上旬に発表された米雇用統計が事前予想と比べて好調だったことから、Fedの低金利政策が早期に終了されるとの思惑により、2年米国債の売却など、短期ゾーンの金利が急上昇する場面がみられた。

¹³ アット・ザ・マネーから十分に乖離した高水準のキャップ・レートを持つアウト・オブ・ザ・マネー(OTM)の金利キャップの流動性は低い。したがって、このようなOTMの金利キャップ価格の動向に影響を受けない条件の下で、市場参加者の期待の偏りを捉える方が良いのではないかと考え方もあろう。そこで、2年後のLIBORが5%以下となる条件下での条件付インプライド度を計算し

てみたが、図表4のインプライド歪度とほぼ同様の推移を示していることが確認された。

¹⁴ 図表5をみると、高キャップ・レートのインプライド・ボラティリティの上昇は、2007年夏から既にみられている。これは、金融システム不安の高まりによって、金融機関の信用リスクに対する警戒感が強まり、LIBORが将来時点で大幅に上昇するリスクを高キャップ・レートの金利キャップでヘッジする動きが生じていた可能性が考えられる。

¹⁵ この点に関しては、*BIS Quarterly Review*, December, 2009. で指摘されている。また、2009年に入ってから、スワップションのインプライド・ボラティリティが急上昇する場面もみられ、各国の財政悪化のリスクの顕れと指摘するレポート（上記のBISのレポートやPeter, Madigan, “Fixed returns?”, *Risk*, 21(10), 2009, pp. 31-33.）もある。

日銀レビュー・シリーズは、最近の金融経済の話題を、金融経済に関心を有する幅広い読者層を対象として、平易かつ簡潔に解説するために、日本銀行が編集・発行しているものです。ただし、レポートで示された意見は執筆者に属し、必ずしも日本銀行の見解を示すものではありません。

内容に関するご質問等に関しましては、日本銀行金融市場局総務課市場分析グループ（代表 03-3279-1111 内線 2703）までお知らせ下さい。なお、日銀レビュー・シリーズおよび日本銀行ワーキングペーパーシリーズは、<http://www.boj.or.jp> で入手できます。