

## ドットチャートの形成と金融市場・経済のダイナミクス

## The Dot Plot and Dynamics of Financial Markets and Economy

齋藤周\*, 宮崎浩一\*, 木村玄蔵\*, 阿部友樹\*  
Amane Saito\*, Koichi Miyazaki\*, Genzo Kimura\*, Yuki Abe\*

\* 年金積立金管理運用独立行政法人

In the investment business, much emphasis is placed on the analysis of US monetary policy and the dot plot. In Japan, the dot plot is likely to be of interest in JGB and mortgage markets, which are expected to be affected by US interest rates. This paper analyzes how the US real estate market affects monetary policy and financial markets. The results show that the US price index, which includes shelter costs, has significant effects on the dot plot, and the dot plot has significant effects on the policy rate outlook and US interest rate. This suggests that fluctuations in the US real estate market may spill over to the Japanese mortgage market through financial markets.

**Keywords:** ドットチャート (Dot plot), 住宅ローン市場 (Mortgage markets), グレンジャーの因果性 (Granger Causality), 予測精度 (Forecast accuracy), ネルソン・シーゲルモデル (Nelson-Siegel Model)

## 1. はじめに

投資実務の現場では、世界の金融市場への影響が大きい米国金融政策の分析が重視されている。実際、2022年3月以降の米国での利上げプロセスの開始は、米国に留まらず日本においても市場の長期金利上昇圧力となっている。そのため米国の中央銀行にあたる連邦準備制度 (Federal Reserve System, 以下、「Fed」という) の意思決定機関である連邦公開市場委員会 (Federal Open Market Committee, 以下、「FOMC」という) の政策決定やその背景にある議論の動向が注目を集めている。加えて、先行きの金融政策を見通す上でFOMC参加者による経済見通し (Summary of Economic Projections, 以下、「SEP」という) やその一部である政策金利見通し (以下、「ドットチャート」という) は多くの注目を集めている。特に日本国内においては、米国債金利の影響を受けやすい国債市場や住宅ローン市場でもそれらへの注目度は高いと考えられる。

FOMCによる金融政策と市場の反応とに関する分析は非常に多く行われており、例えばLunsford(2020)では、2000年から2006

年までのFOMCによるフォワードガイダンスの文言を用いて、その文言のうち、経済見通しのリスクに関する文言と、金融政策の方向性に関する文言とについて、それぞれの市場への影響を分析し、金融政策の方向性に関するフォワードガイダンスの文言がより強い影響を持つことを示している。

また、Bauer and Swanson (2023)では、FOMCの声明がGDP成長率や失業率、インフレに関する市場予想に対して、マクロ経済モデルとは反対の影響を与えていることに着目している。すなわち、これまではそうしたFOMCの声明から市場予想に対する影響は「Fedからの情報効果 (Fed Information Effect)」として解釈されていたのに対し、Bauer and Swanson (2023)では、FOMCも市場予想も同じ情報に対して反応しているため、マクロ経済モデルとは反対の影響が生じているように見えるものの、市場予想に対するFOMCの影響はないことを示している。

このほか、Cochrane and Piazzesi (2002)では、日次データを用いてFF金利誘導目標 (以下、「政策金利」という) と市場金利

との関係の分析を行っており、月次データでは金融政策変更ショックに分類される政策金利の変化に対する市場の反応が、日次データでは必ずしも金融政策変更ショックに分類されない点を指摘している。また、日次データに基づいて抽出した金融政策変更ショックが米国債金利へ与える影響を分析し、月次データに基づく分析に比べてショックのインパクトが大きいことを示している。さらに、ベクトル自己回帰 (Vector Autoregression) モデル (以下、「VAR モデル」という) による分析を行い、雇用指標やインフレ率に対して金融政策変更ショックの影響は見られない点を指摘している。

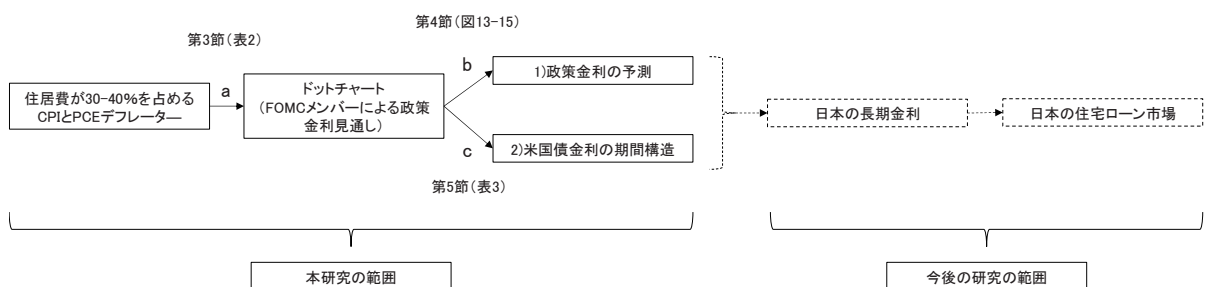
Cochrane and Piazzesi (2002) で使用されているように価格変動の資産間での波及効果や市場と経済指標との因果関係の分析では VAR モデルや併せて用いられる Granger (1969) の因果性検定<sup>1</sup>が広く使われている。例えば Yang (2005) では、欧州 6 か国の国債市場について分析しており、短期間の相関関係が明確であっても、国債市場間で Granger の因果性は確認されないことを示している。また、野村・宮崎 (2013) では、ドル/円レートに関して、為替オプションのボラティリティ・スキューと収益率との関係に対し、Granger の因果性検定による分析を行い、ドル/円レートの収益率からボラティリティ・スキューに対する因果性を確認している。

以上のように FOMC と市場との関係性や、価格変動の資産間での波及効果、市場と経済指標との因果関係の分析は数多く行われているが、ドットチャートと市場や経済指標との関係性についての計量モデルに基づ

く分析はその数が少なく、さらに、その関係性に依拠して、米国不動産市場と日本の住宅ローン市場とが、どのように連動し得るのかについての考察は筆者の知る限り行われていない。そのため、住居費が 30-40% を占める消費者物価指数 (Consumer Price Index, 以下、「CPI」という) や個人消費支出 (Personal Consumption Expenditure) デフレーター (以下、「PCE」という) といった米国の物価指数をはじめとした経済指標とドットチャートとの関係性の実証分析は、不動産市場と金融市場の関連性についての研究に新たな道筋を示唆するものと考えられる。具体的には、図 1 に示した通り、米国の不動産市場の動向が物価指数を通して金融政策当局の意向に影響することで (波及経路 a, 第 3 節で検討)、市場参加者の政策金利予測 (波及経路 b, 第 4 節で検討) や実際の米国債の期間構造に影響する波及経路 (波及経路 c, 第 5 節で検討) が存在するかどうかを本論文によって明らかにできる。また、ドットチャートが影響を与えると考えられる米国の政策金利見通しや国債金利の期間構造の動向は、日本を含むグローバルな金融市場に影響することから、米国の不動産市場の動向が金融市場を通じて (波及経路 a, b, c)、日本の長期金利及び住宅ローン市場へ影響しているかどうか、地域を跨いだ不動産市場間の波及経路についても考察が可能となる (破線矢印部分、今後の研究の範囲)。

そこで本研究では Cochrane and Piazzesi (2002) を出発点にドットチャートに関して米国不動産市場との関係性を念頭に様々な角度から分析を行う。まず、波及経路 a の

矢印は考えられる波及経路を示す



(出所：著者らが作成)

図 1 本研究の範囲

住居費 (Shelter) の占める割合が大きい CPI や PCE からドットチャートへの影響では、VAR モデルを用いた Granger の因果性検定によって市場金利及び物価指標を含む経済指標とドットチャートとの関係を分析する (第 3 節)。次に、波及経路 b のドットチャートが実際の米国での政策金利の予測に有用かどうか (第 4 節) について考察を行う。さらに、イールドカーブの形状を説明する Nelson and Siegel (1987) 及び Svensson (1994) によるモデルを使用して、波及経路 c であるドットチャートが米国債金利の期間構造に影響を与えているかどうかを分析する (第 5 節)。

本論文は、Cochrane and Piazzesi (2002) による分析を直近データで確認したほか、ドットチャートを結節点として米国の不動産市場と金融市場との関係性に着目した点で学術的に新規性を有している。また、米国の金融市場を通じた、米国の不動産市場と日本の住宅ローン市場との関係性についての波及経路の整理を行い、今後の課題としてその重要性を指摘する。

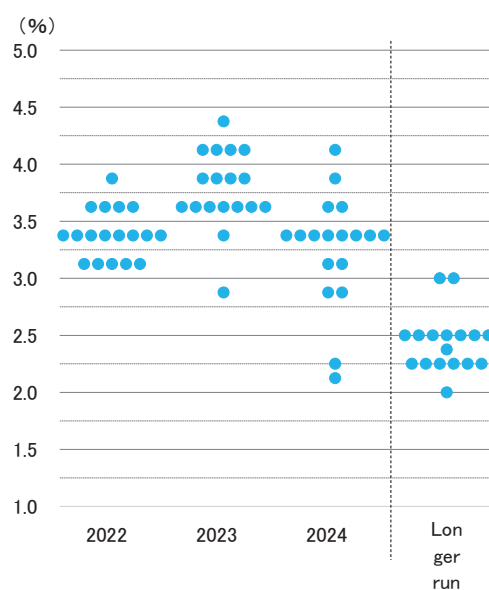
本論文の構成は以下の通りである。第 2 節では分析に用いたデータの説明を行い、第 3 節ではドットチャートと市場金利及び経済指標との VAR モデルを用いた Granger の因果性による分析を行う。第 4 節ではドットチャートの予測力の分析、第 5 節ではドットチャートがイールドカーブに与える影響を分析する。第 6 節はまとめと今後の課題を付す。

## 2. ドットチャートとそのデータ構造

### 2.1 ドットチャートとは

FOMC においては四半期に一度、SEP が公表される。SEP は FOMC に参加する米国連邦準備制度理事会 (Federal Reserve Board, 以下、「FRB」という) の理事 7 名と米国各地に設置されている 12 の連邦準備銀行 (以下、「地区連銀」という) 総裁による当面の経済指標と政策金利の見通しが示されている。そのうち、政策金利については各参加者の予測値がドットで示されたグラフが公

表されるため、「ドットチャート」(2.2 節を参照) と呼ばれている。ドットチャートは、金融政策の投票権を持つ参加者を含む FOMC 参加者全員<sup>2</sup>の予測値が示されるため、市場参加者からの注目度は高い。しかし、FOMC 参加者ごとの予測値のばらつきが大きいことや、その値が変化しても予測者が匿名であり、どういった経済見通しを前提に予測値が変更されているかが不明瞭なことなどから、批判も行われている。実際にイエレン元 FRB 議長やパウエル FRB 議長が、金融政策の先行きを考えるにあたってドットチャートを見ることは適切ではない旨を指摘している (FOMC (2014), FOMC (2021), FRB (2019))。



(出所：FRB ホームページから著者らが作成)

図 2 2022年6月FOMC後に公表されたドットチャート

SEP が初めて公表されたのは 2007 年 10 月 31 日 (米国日付) の FOMC である。当時の FRB 議長であるバーナンキ氏<sup>3</sup>は世界金融危機を含む 2006 年から 2014 年に FRB 議長を務めたことで知られる。同氏は FRB 着任前からインフレーション・ターゲティング (以下、「インフレ目標」という) の研究を行っており、SEP は間接的なインフレ目標として導入されている。その後、世界金融危機を受けて米国でもゼロ金利政策

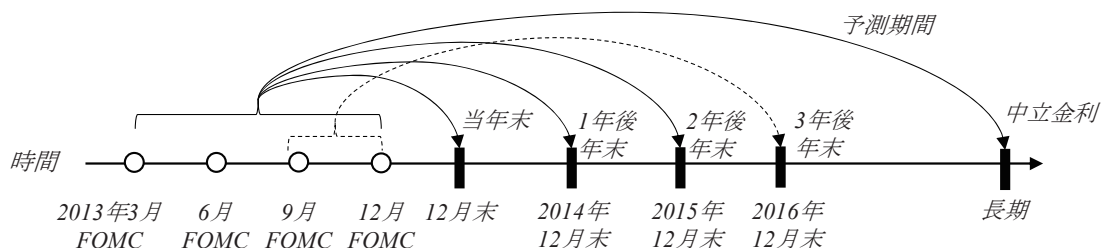
が行われるなかで、2012年1月25日のFOMCにおいてPCEインフレ率2%程度を目標とするインフレ目標の導入が決定されるとともに、SEPにドットチャートが追加された。ドットチャートは、ゼロ金利政策の下で低インフレ率に陥った場合でも、先行きの金融政策が緩和的となることを示し、長期金利に働きかける金融政策とすることで緩和効果をもたらすことが期待されていた。このように、ドットチャートを解釈するにあたっては、公表内容に対するFRB議長やFOMC参加者の発言に鑑みて、金融政策が長期金利に働きかけるという目的を反映したものとなっているかを踏まえて考察することが必要だといえる。

## 2.2 ドットチャートのデータ構造と発表までのスケジュール

図2は2022年6月15日のFOMC後に公表されたドットチャートである（FOMC(2022)）。図2では、左から順に、2022年末、2023年末、2024年末、長期(Longer run)についての、FOMC参加者18人それぞれの政策金利見通しが0.125%刻みのドットによって表されている。ただし、長期については1人の参加者が見通しを提出しておらず17のドットとなっている。長期の政策金利は、適切な金融政策が行われて追加的な経済・金融ショックが無いことを前提とした場合に、その他の金融経済指標とともに、政策金利が収束する水準を示すものであり、中立金利と呼ばれている。

なお、ドットチャートが初めて公表された2012年1月25日のFOMC後の記者会見で、バーナンキ議長（当時）が、ドットチ

ャートは各年の中央値を重視する旨を発言しており、そうしたことから、ドットチャートの分析では一般的に中央値が参照される。よって、本論文でも中央値を用いて分析を行う。2012年はSEPが1月、4月、6月、9月、12月に公表され、新型コロナウイルス感染拡大を受けて公表されなかった2020年3月を除き、2013年以降は3月、6月、9月、12月の四半期ごとに公表されている。SEPの予測期間は、3月と6月は「当年末」「1年後末」「2年後末」と「中立金利」、年末が近づく9月と12月は「3年後末」についても見通しが示される。そのため図3の通り、同じ「当年末」の見通しでも、3月時点では9か月後の予測となっているのに対して、6月時点で半年後、9月時点で3か月後、12月時点では数週間後と、見通しの期間が3か月ごとに短くなる点に留意が必要である。また、ドットチャートは、上述の通り各四半期の最終月に公表されていることから、当該四半期の市場・経済動向を踏まえた予測となっている。具体的なFOMC前のスケジュールを確認すると、FOMCの2週間前に12の地区連銀による各地域の経済動向を分析した「ページブック」が公表される。なお、FOMCの2週前の土曜日からは、FOMC参加者による対外的な情報発信が行われず、いわゆる「ブラックアウト期間」に入る。次に、FOMCの1週間前を目途に、スタッフによる経済状況の分析や金融政策の選択肢を含んだ資料である「ティールブック」がFOMC参加者に配布される。そうした情報等を踏まえて、FOMC参加者はFOMC直前の金曜日に予測値を提出することになるが、その後も



(出所：FRB ホームページから著者らが作成)

図3 公表月別ドットチャートの見通し期間（2013年の場合）

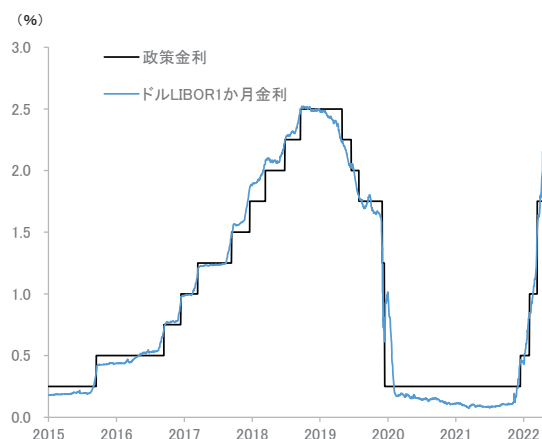
FOMC 初日であれば予測値の修正が可能となっている。FOMC 初日には、スタッフによる金融市場動向のサマリーや、国内外の経済分析・予測等の説明が行われている模様である。そのため、ドットチャートの予測値は、前回のドットチャート以降の1四半期間における市場・経済動向を踏まえて決定されているが、以上のような事情から、場合によってはFOMC初日の議論が反映されていると考えられる。

### 3. ドットチャートと市場・経済との因果関係

#### 3.1 先行研究と本論文の位置づけ

本節では、ドットチャートと市場・経済

との関係性の分析を行う。特に住居費（Shelter）が占める割合の大きい物価指数に着目する。本分析と関連性の高い先行研究である Cochrane and Piazzesi (2002) では、政策金利と市場金利との関係を分析している。この研究では、2001年の日次データを用いて、政策金利の変更に対する市場金利（ユーロダラー1か月物金利、1年から10年物の米国債金利）の反応を確認している。その結果、市場金利は概ね政策金利に先行した動きとなっており、市場金利が事前に政策金利変更後の水準に達している場合は政策金利変更によるショックはないものとして取り扱っている。また、日次データを用いた分析において、金融政策変更ショックの回数は月次データを用いた分析の場合



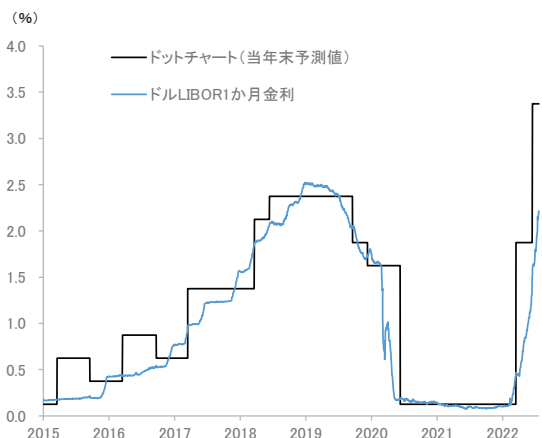
(出所：Factset のデータから著者らが作成)

図4 政策金利と短期金利の推移



(出所：Factset のデータから著者らが作成)

図5 政策金利と米国債金利の推移



(出所：Factset のデータから著者らが作成)

図6 ドットチャートと短期金利の推移



(出所：Factset のデータから著者らが作成)

図7 ドットチャートと米国債金利の推移

に比べて少ないことを指摘している。その上で、日次データで確認される金融政策変更ショックを対象に、政策金利変更 2 日前から変更 1 日後までの市場金利の変化率を被説明変数、政策金利の変化を説明変数とした回帰分析を行っている。この分析の結果、金融政策変更ショックは市場金利を 50-70bps 程度と大きな規模で変化させるほか、短期金利よりも長期金利への影響が大きいことが明らかとなっている。そのほか、VAR モデルを用いて、雇用関連指標やインフレ指標に対しては金融政策変更ショックの影響が明確ではない点を指摘している。

Cochrane and Piazzesi (2002) では分析対象が 2001 年までの期間に限られている。その後の世界経済はグローバル化の拡大や世界金融危機、それに続くゼロ金利政策等を経験しており、金融市場の構造や金利間の関係性が変化していることも考えられる。そこで本論文では、最初に米国がゼロ金利政策の解除を行った 2015 年以降でも、市場金利が政策金利に先行しているかどうかを確認する。さらに、分析対象に、新たにドットチャートの当年末予測値を加えることで、市場金利と FOMC 参加者の見通しとの関係の分析も行う。

図 4 でドル LIBOR 1 か月物金利<sup>4</sup>と政策金利との推移をみると、2015 年から 2019 年の利上げ局面では政策金利の変更に先行して短期金利が徐々に上昇し、FOMC 直前で急速に金利が上昇して利上げを織り込んでいることが確認できる。一方、図 5 で示した米国債金利と政策金利との関係では、短期金利に比べて米国債金利は早い段階で政策金利の変更に織り込んでおり、政策金利が米国債金利を後追いしているように見える。こうした関係性は 2019 年以降の利下げ局面や 2022 年以降の利上げ局面でも見られ、Cochrane and Piazzesi (2002) と同様の傾向が確認された。これに対して、本論文で新たに分析対象としたドットチャート（当年度末予測値の中央値）と市場金利との関係を見たのが図 6 及び図 7 である。短期金利については、図 4 に比べて市場金利がドットチャートの後追いになっているよ

うに見える一方、米国債金利については図 5 と同様にドットチャートに先行して推移しており、FOMC では市場金利に応じた政策金利の予測が行われていると考えられる。この点について VAR モデルを用いてドットチャートと市場金利との因果性を分析する。

### 3. 2 モデルと分析設定

ここでは VAR モデルを用いた Granger の因果性検定を行う。Granger の因果性検定を行うに当たっては、まず変数  $x_t$ ,  $y_t$  を考える。これらの 2 変数は  $t = 1, 2, \dots, n$  の時系列データであり、いずれの変数も定常性を満たしていることを仮定する。これらの 2 変数について、以下の (1), (2) 式からなる VAR モデルを構築する。(1) 式では変数  $x_t$  は定数項、過去  $p$  期までの変数  $X^- = \{x_{t-1}, x_{t-2}, \dots, x_{t-p}\}$ ,  $Y^- = \{y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-p}\}$  と誤差項  $\varepsilon_{x,t}$  に依存している。

$$x_t = \mu_{1,t} + \alpha_1 x_{t-1} + \dots + \alpha_p x_{t-p} + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_p y_{t-p} + \varepsilon_{x,t} \quad (1)$$

$$y_t = \mu_{2,t} + \gamma_1 x_{t-1} + \dots + \gamma_p x_{t-p} + \delta_1 y_{t-1} + \dots + \delta_p y_{t-p} + \varepsilon_{y,t} \quad (2)$$

このとき変数  $x_t$  を予測するのに変数  $Y^-$  が有用かどうかを確認する検定を Granger の因果性検定といい (Hamilton (1994)), 変数  $x_t$  への  $Y^-$  による Granger の因果性については、(3) 式の帰無仮説の検定を行う。同様に変数  $y_t$  への  $X^-$  による Granger の因果性については、(4) 式の帰無仮説の検定を行う。

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0 \quad (3)$$

$$H_0: \gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_p = 0 \quad (4)$$

ドットチャートを対象とした Granger の因果性検定では、図 8 に示した通りドットチャートと市場金利の変化幅の因果性を分析する。例えば、FOMC<sub>1</sub> から FOMC<sub>3</sub> までの 3

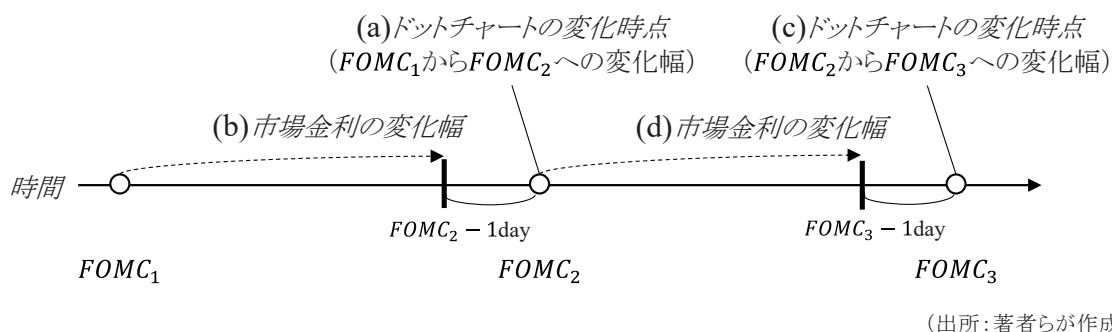


図 8 VAR モデルのデータイメージ

回分のドットチャートが利用可能な場合に、ドットチャートから市場金利及び経済指標に対する因果性の分析では、 $FOMC_1$ から $FOMC_2$ へのドットチャートの変化幅 (a) が市場金利の変化幅 (d) 及び $FOMC_3 - 1day$ 時点で取得可能な経済指標に与える影響の検定を行う。反対に、市場金利及び経済指標からドットチャートに対する因果性の分析では、市場金利の変化幅 (b) 及び $FOMC_2 - 1day$ 時点で取得可能な経済指標が $FOMC_2$ 時点のドットチャートの変化幅 (a) に与える影響の検定を行う。つまり、片方の値が変化した後で、もう片方の値の変化が影響を受けているかどうかを確認している。

なお、VAR モデルの説明変数のラグ  $p$  の選択では、AIC (Akaike's Information Criterion, 以下、「AIC」という) をはじめとした情報量規準を使用するのが一般的である。しかし、ドットチャートは 2.2 節で指摘したように 3 月から 12 月にかけて「当期末」「1 年後末」「2 年後末」と同じ時点を予測しており、特に「中立金利」ではドットチャートすべてで同じ予測期間に対する見通しが直近の値に更新される仕組みとなっている。そのため、ドットチャートから市場金利及び経済指標に対する因果性を考える場合には、その時点で利用可能な直近のドットチャートを参照することが適切だと考えられる。また、市場金利及び経済指標からドットチャートに対する因果性では、ドットチャートが四半期の金融経済環境を踏まえて当該四半期の最終月に公表されることを考慮することが必要である。そのた

め、四半期データを用いた本分析では市場金利及び経済指標についてはドットチャート設定時に最も参照される可能性が高いと考えられる直近のものに限ることとし、 $p = 1$ とした。 $x_t$ をドットチャート、 $y_t$ を市場金利及び経済指標として、ドットチャートの予測期間に応じて添字  $i$  を、市場金利及び経済指標の種類に応じて同じく  $j$  を導入し、推計に用いる VAR モデルを (1') 式、(2') 式とする。

$$x_{i,t} = \mu_{i,t} + \alpha_{i,1}x_{i,t-1} + \beta_{j,1}y_{j,t-1} + \varepsilon_{x,t} \quad (1')$$

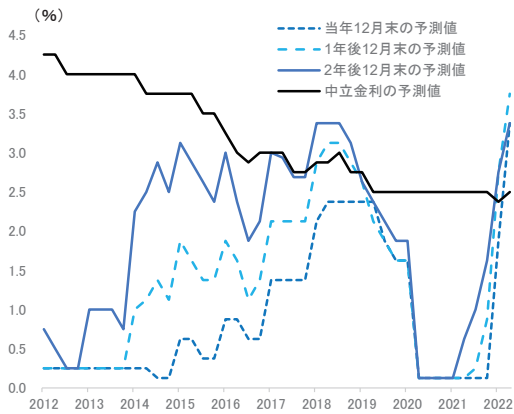
$$y_{j,t} = \mu_{j,t} + \gamma_{i,1}x_{i,t-1} + \delta_{j,1}y_{j,t-1} + \varepsilon_{y,t} \quad (2')$$

上述のドットチャートの変化幅 (a) が市場金利の変化幅 (d) に与える影響の分析では、 $x_{i,t-1}$ は $FOMC_1$ から $FOMC_2$ までのドットチャートの変化幅である。 $y_{j,t}$ は $FOMC_2$ から $FOMC_3 - 1day$ までの市場金利の変化幅もしくは $FOMC_3 - 1day$ 時点で取得可能な経済指標である。また、市場金利の変化幅 (d) が $FOMC_3$ 時点のドットチャートの変化幅 (c) に与える影響の分析では、 $y_{j,t-1}$ は $FOMC_2$ から $FOMC_3 - 1day$ までの市場金利の変化幅もしくは $FOMC_3 - 1day$ 時点で取得可能な経済指標であり、 $x_{i,t}$ は $FOMC_2$ から $FOMC_3$ までのドットチャートの変化幅である。そのため、(1') 式と (2') 式とで、 $t$ 時点に対応する $x_{i,t}$ と $y_{j,t}$ とのデータが異なる点に留意が必要である。

表1 VAR分析に用いる変数の記述統計量

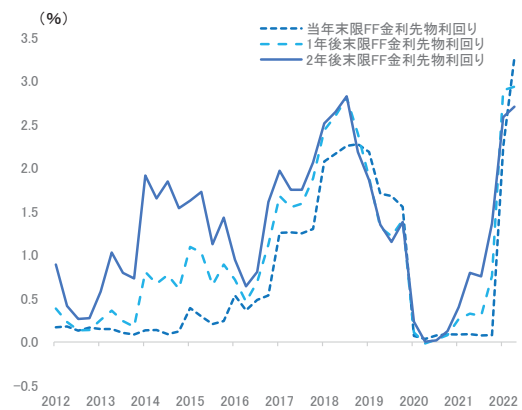
変数名	単位	N	平均	分散	最小値	0.25%	中央値	0.75%	最大値	
ドットチャート										
i =										
1	当年12月末の予測値 (変化幅)	%pt	41	0.08	0.48	-1.50	0.00	0.00	0.00	1.75
2	1年後12月末の予測値 (変化幅)	%pt	41	0.09	0.51	-1.50	-0.25	0.00	0.25	1.88
3	2年後12月末の予測値 (変化幅)	%pt	41	0.06	0.55	-1.75	-0.25	0.00	0.44	1.50
4	中立金利の予測値 (変化幅)	%pt	41	-0.04	0.11	-0.25	-0.06	0.00	0.00	0.13
金融経済指標										
j =										
1	米国国債2年利回り (変化幅)	%pt	41	0.08	0.41	-1.43	-0.02	0.02	0.13	1.44
2	米国国債3年利回り (変化幅)	%pt	41	0.07	0.40	-1.40	-0.06	0.05	0.16	1.37
3	米国国債5年利回り (変化幅)	%pt	41	0.06	0.39	-1.28	-0.11	0.04	0.22	1.34
4	米国国債7年利回り (変化幅)	%pt	41	0.05	0.39	-1.14	-0.17	0.02	0.17	1.26
5	米国国債10年利回り (変化幅)	%pt	41	0.03	0.39	-1.02	-0.21	0.00	0.18	1.19
6	米国国債30年利回り (変化幅)	%pt	41	0.01	0.35	-0.67	-0.25	-0.01	0.18	0.88
7	当年末限FF金利先物利回り (変化幅)	%pt	41	0.01	0.36	-1.31	-0.04	0.00	0.04	1.41
8	1年後末限FF金利先物利回り (変化幅)	%pt	41	0.01	0.38	-1.31	-0.15	0.01	0.09	1.20
9	2年後末限FF金利先物利回り (変化幅)	%pt	41	0.33	0.76	-0.56	-0.11	0.08	0.57	2.58
10	CPI (前年比)	%	41	2.25	1.95	-0.10	1.40	1.70	2.30	8.60
11	コアCPI (前年比)	%	41	2.34	1.18	1.20	1.70	2.00	2.20	6.50
12	PCE (前年比)	%	41	1.91	1.46	0.10	1.25	1.60	1.95	6.60
13	コアPCE (前年比)	%	41	1.98	0.96	1.13	1.50	1.69	1.97	5.22
14	失業率	%	41	5.65	1.92	3.60	4.10	5.10	6.90	13.00

(出所: Factset のデータから著者らが作成)



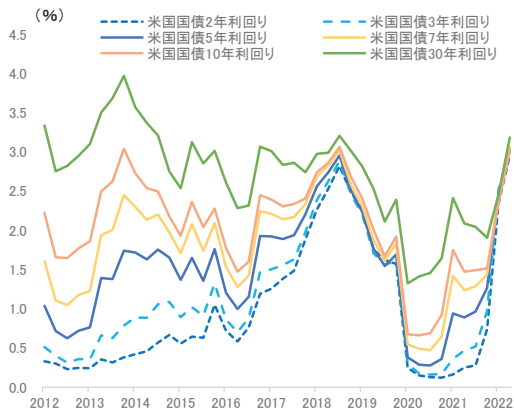
(出所: Factset のデータから著者らが作成)

図9 ドットチャートの推移



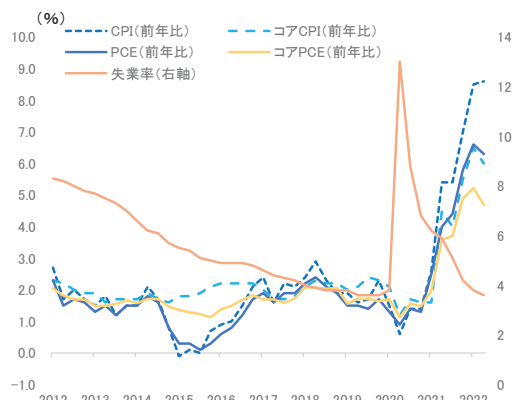
(出所: Factset のデータから著者らが作成)

図10 FF金利先物の推移



(出所: Factset のデータから著者らが作成)

図11 米国債利回りの推移



(出所: Factset のデータから著者らが作成)

図12 経済指標の推移



以上の VAR モデルについて、ドットチャートから市場金利及び経済指標への影響については  $H_0: \gamma_{i,1} = 0$  の検定を行い、ドットチャートへの影響については  $H_0: \beta_{j,1} = 0$  の検定を行う。

### 3.3 データ

分析に使用するデータは、四半期毎<sup>5</sup>に公表されるドットチャートの変化幅、ドットチャートとの相互関係が予測される市場金利は、米国債利回り及び FF 金利先物利回りの変化幅を用いた。経済指標は、FOMC それぞれの開催時点に取得可能な直近の月次の CPI の前年比、PCE の前年比、失業率を用いた。すなわち、経済指標は FRB のデュアルマニデート<sup>6</sup>に関する指標とした。なお、CPI と PCE それぞれの構成要素のうち約 3 割は帰属家賃 (Owner's equivalent rent of residence) も含めた住居費 (Shelter) が占めており、その変動による CPI や PCE への影響は大きい。データ期間は 2012 年 4 月から 2022 年 6 月の 41 個の期間 (t) である。表 1 にそれらの記述統計量を示した。

また、図 9 から図 12 にドットチャート、FF 金利先物、米国債利回り、経済指標それぞれの推移を示している。ドットチャートは、世界金融危機の影響が残存していた 2012 年以降は、当年末や 1 年後末予測値がゼロ金利政策の継続を示す 0.125% で推移している。ただし、2 年後末予測は 2012 年後半から、1 年後末予測は 2013 年後半から、それぞれ上昇しており、先々の利上げが示唆されている。一方、収束先を示す中立金利は潜在成長率の低下とともに徐々に低下している。その後は 2019 年に利下げサイクルに入ったことや、新型コロナウイルスの感染拡大を背景に、ドットチャートの予測値は低下し、2021 年以降に再度上昇している。図 10 の FF 金利先物はそうした金融政策の変更に合わせて推移をしているほか、図 11 の米国債利回りは FF 金利先物に先行して推移をしている。このほか、図 12 の経済指標では、実際の利上げが行われた 2015 年以降に徐々にヘッドラインの CPI や PCE が上昇し、失業率も低下していることがわ

かる。さらに 2019 年以降には利下げとともにインフレ率が低下、失業率が上昇している。そのため、FOMC による政策金利やドットチャートの引き上げ (下げ) による経済指標への引き締め (緩和) が同じタイミングで生じているとはいいがたく、Bauer and Swanson (2023) でも指摘されたように、FOMC はそれまでの市場金利と経済情勢に合わせた意思決定を行っていることが示唆される。

### 3.4 分析結果とその考察

Granger の因果性検定の結果は表 2 の通りである。各行にドットチャートの当年末、1 年後末、2 年後末と中立金利の予測値を示し、各列に市場金利と経済指標を示している。各欄の上段は F 値、下段のカッコ内は p 値であり、1% 水準で有意なものの F 値に “\*\*\*”，5% 水準で有意なものの F 値に “\*\*”，10% 水準で有意なものの F 値に “\*” を付している。

まず、市場金利及び経済指標のドットチャートに対する影響では、当年末から 2 年後末の予測値に対してはすべての変数が、中立金利に対しては 5-10 年金利と 2 年後末限の FF 金利先物が、それぞれ有意に影響していることが確認された。各変数の影響の大きさでは、当年末に対しては当年末限の FF 金利先物の F 値が 68.5 と他の変数に比べて最も大きく、影響が大きいことがわかる。

次いで、影響が大きいのは、米 2 年金利 (55.71)、米 3 年金利 (40.45)、1 年後末限の FF 金利先物 (38.62) であった。一方、米 30 年金利 (8.25) や米 10 年金利 (13.32)、2 年後末限の FF 金利先物 (8.09) は、相対的に影響は小さいものの統計的に有意であることが確認された。このほか、インフレ率と雇用に関しては、ヘッドラインのインフレ率である CPI (4.41) や PCE (4.35) に比べてコア CPI (7.88) とコア PCE (9.84) が重視されていることが分かった。こうした傾向は、ドットチャートの 1 年後末予測値でも同様であり、FOMC 参加者による近い将来の政策金利の予測値は、市場金利

表2 Granger の因果性検定の結果

ドットチャートから市場金利及び経済指標の影響														
	米2年金利	米3年金利	米5年金利	米7年金利	米10年金利	米30年金利	当年末限 FF金利	1年後末限 FF金利先物	2年後末限 FF金利先物	CPI	コアCPI	PCE	コアPCE	失業率
当年	0.71	0.68	0.35	0.14	0.13	0.01	0.02	0.83	0.36	0.93	0.03	0.40	0.97	0.14
12月末予測	(0.40)	(0.41)	(0.56)	(0.71)	(0.72)	(0.92)	(0.88)	(0.37)	(0.55)	(0.34)	(0.87)	(0.53)	(0.33)	(0.71)
1年後	0.06	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	2.21	0.03	0.35	0.01	0.52	0.01	0.06	0.06
12月末予測	(0.80)	(0.94)	(0.92)	(0.93)	(0.99)	(0.94)	(0.14)	(0.86)	(0.56)	(0.92)	(0.47)	(0.94)	(0.81)	(0.81)
2年後	0.03	0.03	0.04	0.01	0.02	0.06	1.23	0.03	0.05	0.00	0.51	0.02	0.08	0.02
12月末予測	(0.86)	(0.87)	(0.85)	(0.94)	(0.88)	(0.81)	(0.27)	(0.86)	(0.82)	(0.97)	(0.48)	(0.89)	(0.78)	(0.90)
中立金利	0.56	0.88	0.50	0.15	0.00	0.21	0.00	0.71	1.05	0.35	0.17	0.10	0.04	0.05
	(0.46)	(0.35)	(0.48)	(0.70)	(0.98)	(0.65)	(0.99)	(0.40)	(0.31)	(0.55)	(0.68)	(0.76)	(0.83)	(0.82)

\*\*\*, \*\*, 及び \* はそれぞれの係数が 1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示している。各欄の上段はF値、下段のカッコ内はp値を示す。

市場金利及び経済指標からドットチャートへの影響														
	米2年金利	米3年金利	米5年金利	米7年金利	米10年金利	米30年金利	当年末限 FF金利	1年後末限 FF金利先物	2年後末限 FF金利先物	CPI	コアCPI	PCE	コアPCE	失業率
当年	55.71***	40.45***	25.28***	17.12***	13.32***	8.25***	68.5***	38.62***	8.09***	4.41**	7.88***	4.35**	9.84***	10.84***
12月末予測	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.04)	(0.01)	(0.04)	(0.00)	(0.00)
1年後	60.45***	51.14***	29.12***	17.79***	12.32***	6.39**	54.26***	50.25***	14.33***	4.35**	7.30***	5.93**	11.23***	5.01**
12月末予測	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.04)	(0.01)	(0.02)	(0.00)	(0.03)
2年後	23.61***	23.4***	15.62***	9.31***	6.37**	3.00*	22.32***	22.73***	15.19***	7.42***	7.82***	10.43***	10.62***	3.11*
12月末予測	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.09)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(0.00)	(0.08)
中立金利	0.70	1.58	2.82*	3.17*	3.13*	2.71	0.15	2.43	4.70**	0.00	0.00	0.21	0.34	0.31
	(0.40)	(0.21)	(0.10)	(0.08)	(0.08)	(0.10)	(0.70)	(0.12)	(0.03)	(0.96)	(0.96)	(0.65)	(0.56)	(0.58)

\*\*\*, \*\*, 及び \* はそれぞれの係数が 1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示している。各欄の上段はF値、下段のカッコ内はp値を示す。

(出所：Factset のデータから著者らが作成)

(特に短い年限)や、インフレ率と労働市場の状況に応じて設定されていることが示された。インフレ率については、その構成要素に占める住居費(Shelter)のウェイトが約3割と大きい。また、2022年3月以降の利上げプロセスでは、住居費(Shelter)の上昇の他、新型コロナウイルス感染拡大後のサプライチェーン混乱継続、ロシアによるウクライナ侵攻を受けたエネルギー価格の上昇等を背景にインフレ圧力が残存したこともあり、Fedは継続的な利上げを強いられている。特に住居費の上昇については、新型コロナウイルス感染拡大によって郊外の戸建住宅への需要が拡大したことによる住宅価格の上昇や、利上げに伴う住宅ローン金利の上昇によって持ち家購入を断念する家計の賃貸住宅への需要が高まり、家賃が上昇したことが要因として指摘されている。

2年後末の予測値に対しては、米2年金利(23.61)や1年後末限のFF金利先物(22.73)の影響が大きく、これは当年末や1年後末のドットチャートの予測値と同様の傾向だが、市場金利のF値はおしなべて低下している。一方で、CPI(7.42)やPCE(10.43)、コアCPI(7.82)やコアPCE(10.62)として表すインフレ率のF値が当年末や1年後末のドットチャートでの結果に比べて大きく、2年後の政策金利予測に関しては、FOMC参加者が経済指標についても、より強く注目していることが示された。

中立金利では、有意な変数は米5年、7年、10年金利と2年後末限のFF金利先物であり、いずれのF値も当年末から2年後末のドットチャートについての結果に比べて小さくなっている。そのため、中立金利の予測に当たっては、異なる材料をもとに予測値が設定されていると考えられる。これは、中立金利が追加的な政策変更やショックが無かった場合の政策金利の収束先を示すことから、その金利水準が直近の市場・経済動向よりも、経済の潜在成長率など長期的な均衡水準を踏まえて設定されているためだと考えられる。

一方で、ドットチャートから市場金利及

び経済指標に対する因果性をみると、いずれの変数間でも因果性が確認されなかった。これはすでに図6と図7でみたとおり、ドットチャートの動向は事前に市場金利に織り込まれているためだと考えられる。

以上より、ドットチャートと市場金利及び経済指標との関係性においては、FOMC参加者の将来の政策金利の見通しを市場が織り込むのではなく、FOMC参加者が市場・経済動向を踏まえて、将来の金融政策を検討しているといえる。そのためCochrane and Piazzesi(2002)が示した市場金利と政策金利との関係性が、その予測値であるドットチャートにおいても確認された。

特に経済指標のうちでインフレ動向に関しては、その構成要素に占める住居費(Shelter)のウェイトが大きいため、ドットチャートに対して米国の住宅市場の動向が影響していることが示唆された。このことは図1における波及経路aを検証したものであり、米国不動産市場の動向が物価指標を通じて金融政策当局の意向に波及していると考えられる。

#### 4. ドットチャートの政策金利に対する予測力

##### 4.1 データと分析設定

3節の分析では、ドットチャートと市場金利及び経済指標の四半期ごとの変動に対し、Grangerの因果性の検定を行い、ドットチャートからの影響がみられないことを確認した。本節では、四半期ごとのドットチャートで公表される当年末、1年後末、2年後末の予測値が実際に将来の政策金利をどの程度の精度で予測していたかについて、を2つの方法を用い分析する。

1つ目の分析方法(以下、「分析方法1」という)では、四半期ごとのドットチャートの当年末、1年後末、2年後末の予測値とその後時間が経過して年末となった時点(当年末、1年後末、2年後末)の政策金利の実現値との差を計算する。具体的には、12月FOMCでの当年末予測値は1か月(未満)先の予測、9月FOMCでの当年末予測

値は3か月先の予測、6月FOMCは6か月先の予測値が得られる。さらに、1年後末予測値を用いると、12月FOMCは12か月先の予測、9月FOMCは15か月先の予測となり、2年後末予測値を使用した場合には33か月先までの予測値が計算可能である（実際の計算式については補論Aを参照）。また、FF金利先物についてもドットチャート公表日における当年末限、1年後末限、2年後末限の値を使用して1か月（未満）先から33か月先の予測値を計算した。それらドットチャートとFF金利先物による予測値と、その後の政策金利の実現値との差を計算し、これらの差を「四半期ごとの予測精度」とした。ドットチャートは2012年から約10年分が公表されているため、それぞれの予測期間で8から10サンプルの予測精度が計算可能である。

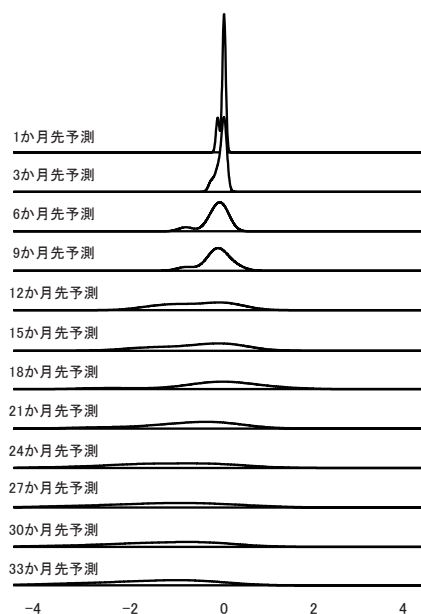
2つ目の分析方法（以下、「分析方法2」という）では、分析方法1に比べて同一時点の予測値に関する分析サンプル数を大きくするために、ドットチャートが公表される各時点で推定される1年先の政策金利を示唆するドットチャート及び2年先の政策金利を示唆するドットチャートを一定の前提をおいて計算する。前提をおくことでドットチャートの値そのものを使用することはできないが、同じ将来の時点に対する予測値を分析方法1に比べて多く得ることができる。具体的には、1年先の政策金利を示唆するドットチャートを計算する場合、各年3月時点は、ドットチャートの当年末予測値（先行き9カ月分の予測）に、ドットチャートの1年後末予測値と当年末予測値との差に0.25を乗じて（当年末を起点に先行き3か月分の予測値を算出して）加えたものとする。こうして計算した3月時点の1年先の政策金利を示唆するドットチャートと時間が経過して翌年3月になった時点に実現した政策金利との差分を「1年先の予測精度」とする。6月、9月、12月時点に公表されたドットチャートについても同様の計算を行うことで37サンプルの「1年先の予測精度」を計算することができる（実際の計算式については補論Bを参照）。ま

た、2年先の予測精度についても同様の計算を行う。すなわち、1年後末予測のドットチャート（3月FOMCでのドットチャートであれば先行き21カ月分の予測）に、1年後末予測のドットチャートと2年後末予測のドットチャートとの差に0.25を乗じたものを（1年後末を起点に先行き3か月分の予測値を算出して）加えて2年先の政策金利を示唆するドットチャートを計算する。その上で、2年先の政策金利を示唆するドットチャートと2年間に経過した時点に実現した政策金利との差分を「2年先の予測精度」とする。6月、9月、12月時点に公表されたドットチャートについても同様の計算を行うことで33サンプルの「2年先の予測精度」を得る。FF金利先物についてもドットチャート公表日における当年末限、1年後末限、2年後末限の値を使用して「1年先の予測精度」と「2年先の予測精度」を計算する。サンプル数はドットチャートと同じである。

以上2つの分析方法によって算出した、ドットチャートとFF金利先物の「四半期ごとの予測精度」、「1年先の予測精度」、「2年先の予測精度」について考察を行う。

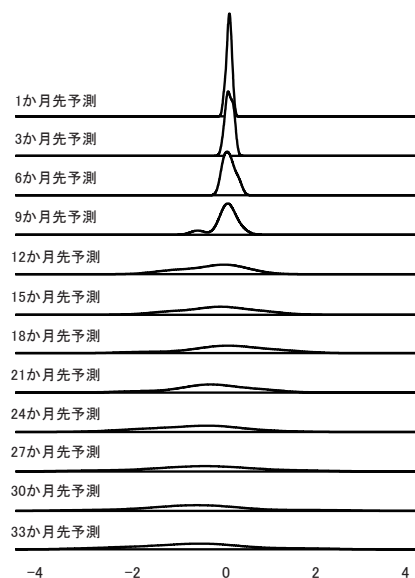
#### 4.2 分析結果とその考察

分析方法1の結果は図13、図14に示した。ドットチャートとFF金利先物の「四半期ごとの予測精度」の平均値についてのヒストグラムを作成し、カーネル密度推定<sup>7</sup>を行った。推定の結果、いずれの予測期間においてもドットチャートとFF金利先物とで概ね同様の形状の分布となっており、予測期間が短いほど分布の裾が狭く、予測値と実現値との差が小さく、予測精度が良いことがわかる。予測精度の平均値を確認すると、3か月先の予測精度ではドットチャートが0.08%pt、FF金利先物が0.19%ptであり、ドットチャートの方が予測精度が良い。この傾向は6か月先の予測精度（ドットチャート：-0.04%pt、FF金利先物：0.19%pt）、9か月先の予測精度（ドットチャート：-0.03%pt、FF金利先物：0.12%pt）と、比較的短い予測期間で確認される。一方、



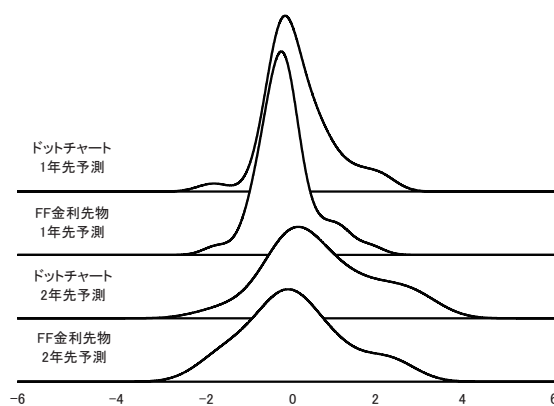
(出所:Factset のデータから著者らが作成)

図 13 ドットチャートの「四半期ごとの予測精度」



(出所:Factset のデータから著者らが作成)

図 14 FF 金利先物の「四半期ごとの予測精度」



(出所:Factset のデータから著者らが作成)

図 15 ドットチャートと FF 金利先物の「1 年先の予測精度」と「2 年先の予測精度」

12 か月先の予測精度 (ドットチャート:  $-0.35\%pt$ , FF 金利先物:  $-0.08\%pt$ ) からは FF 金利先物の方が予測精度が良く, 18 か月先の予測精度を除いて, 長期の予測では FF 金利先物の予測精度が良いことが確認された.

また, 分析方法 2 で計算したドットチャートと FF 金利先物の「1 年先の予測精度」, 「2 年先の予測精度」のヒストグラムを作成してカーネル密度推定を行ったのが図 15 である. こちらも, より短い「1 年先の

予測精度」では裾の狭い分布である一方, 「2 年先の予測精度」では分散が大きく裾の広い分布が確認できる. それぞれの予測精度の平均値では, 1 年先でドットチャートが  $0.27\%pt$ , FF 金利先物が  $-0.01\%pt$ , 2 年先でドットチャートが  $0.78\%pt$ , FF 金利先物が  $-0.22\%pt$  になり, 分析方法 1 と同様に FF 金利先物の予測精度が良いことが確認された.

以上, 2 つの分析方法から示されたよう

に、先行き 1 年未満の近い将来に関してはドットチャートの予測精度が良い。この背景には、より近い将来に関しては FOMC 参加者の政策金利への意見が集約されやすく、実際の政策金利もその意見の下で変更されるからだと考えられる。一方で、より長い先行きについては、政策金利が市場金利の後追いとなるほか、FOMC よりも幅広い参加者による予測が反映される FF 金利先物の予測精度が良くなると考えられる。

ドットチャートは、Granger の因果性検定を行った四半期データの変化に関しては市場への影響が確認されなかったが、先行きの政策金利予測では近い将来においては予測力を有していると考えられる。これにより、図 1 の波及経路 b が検証された。すなわち、比較的近い将来に関しては不動産市場の動向を反映した金融政策当局の意向が先行きの政策金利見通しとして有用であり、市場参加者から参照されている可能性が示された。

## 5. ドットチャートの情報が織り込まれる 米国債利回りの期間構造

### 5. 1 モデルと分析手法

Granger の因果性検定で明らかになったように、市場金利はドットチャートに先行した動きとなっており、四半期ベースではドットチャートの変化による市場への影響は確認されなかった。そのためドットチャートは市場金利を後追いしていると考えられるが、その一方で Lunsford (2020) が指摘するように、市場は FOMC のフォワードガイダンスの文言から影響を受けている。

FOMC はドットチャートが公表されない会合を含めると通常は年に 8 回開かれており、市場がそこでのフォワードガイダンスの文言や FOMC 参加者による発言などに反応して、次のドットチャートが事前に織り込まれている可能性が考えられる。その場合には、織り込まれる対象であるドットチャートが公表された時点で、金利の期間構造を表すイールドカーブの形状が、ドットチャートが示す政策金利の経路を反映し

ていることになる。そこで、以下では Nelson and Siegel (1987) によるイールドカーブ形状を水準、傾き、曲率によって説明するモデル(以下、「NS モデル」という)を Svensson (1994) が曲率に関して拡張したモデル (Nelson Siegel Svensson, 以下、「NSS モデル」という) を使用し、米国債のイールドカーブがドットチャートによって示される政策金利の経路をどの程度織り込んでいるかを分析する。

NSS モデルは (5) 式で表される。 $\beta_0$  はイールドカーブの水準、 $\beta_1$  は傾き、 $\beta_2$  と  $\beta_3$  は曲率を表すパラメータである。 $\lambda$  と  $\kappa$  は減衰ファクターと呼ばれ、主に曲率のピークがどの年限に位置するかに関わるパラメータであり、 $\tau$  は年限を表す。

$$y(\tau) = \beta_0 + \beta_1 \left( \frac{1 - e^{-\lambda\tau}}{\lambda\tau} \right) + \beta_2 \left( \frac{1 - e^{-\lambda\tau}}{\lambda\tau} - e^{-\lambda\tau} \right) + \beta_3 \left( \frac{1 - e^{-\kappa\tau}}{\kappa\tau} - e^{-\kappa\tau} \right) \quad (5)$$

NSS モデルの推計では、 $\lambda$  と  $\kappa$  を含めたすべてのパラメータを一度に推計する非線形の方法と、 $\lambda$  と  $\kappa$  の値を固定して線形回帰する方法がある。例えば、Gürkaynak et al. (2007) では NSS モデルの 6 つのパラメータを最尤法によって一度に推計する方法が取られているが、パラメータが不安定に推移することも報告している。一方、Diebold and Li (2006) では、NS モデルの推計において、 $\lambda$  を一定の値として、 $\beta_0, \beta_1, \beta_2$  を線形回帰して推計する方法が取られている<sup>8</sup>。本分析でも Diebold and Li (2006) の手法を採用し、 $\lambda = 0.60$  と  $\kappa = 0.18$  として、他のパラメータを推計した。なお、本分析では利回りそのものに回帰するのではなく、現在価値ベースで回帰を行っている(推計手法の詳細については補論 C を参照)。推計対象は 2012 年 4 月から 2022 年 6 月までの 41 期であり、いずれもドットチャート公表日の米国債年限別ゼロクーポンレートを使用した。推計に用いた対象年限 ( $\tau$ ) はデータが取得可能

な1か月から50年のうち、1年から30年を対象に、流動性が乏しい年限などを除外した<sup>9</sup>。

図16から図19にNSSモデルのパラメータの推計結果を示している。ここでは推計結果の参考指標として、水準( $\beta_0$ )には米10年金利、傾き( $\beta_1$ )には米1年10年スプレッド、曲率1( $\beta_2$ )には「 $\text{曲率} = \text{米3年金利} \times 2 - (\text{米1年金利} + \text{米30年金利})$ 」、曲率2( $\beta_3$ )には「 $\text{曲率} = \text{米10年金利} \times 2 - (\text{米1年金利} + \text{米30年金利})$ 」を合わせて表示した。水準( $\beta_0$ )は、ゼロ金利政策解除の見方が市場で広がったことから2013年半ばにかけて上昇し、その後は2016年初の新興国ショックや2020年初の新型コロナウイルスの世界的な感染拡大による金利低下、2022年の利上げに向けた金利上昇の動きが捉えられている。傾き( $\beta_1$ )は、2017年から2019年の期間や2022年頃は参考指標との乖離が見られるが、2012年から2014年にかけての傾き縮小とその後の傾き拡大傾向が再現されている。さらに、曲率1( $\beta_2$ )や曲率2( $\beta_3$ )でも、市場が大きく変動したタイミングで概ね参考指標とも沿った動きをしており、イールドカーブ変動時の特徴を再現していると考えられる<sup>10</sup>。

このようにして推計したパラメータ( $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ )を被説明変数とし、説明変数にドットチャートの当年末予測(水準)、2年後末予測と1年後末予測との差(傾き)を用いた回帰分析を行い、ドットチャートがイールドカーブにどの程度織り込まれているかを調べる。なお、FF金利先物を用いた水準と傾きもドットチャート同様に算出し、説明変数に用いてそれらの回帰分析結果を比較する。

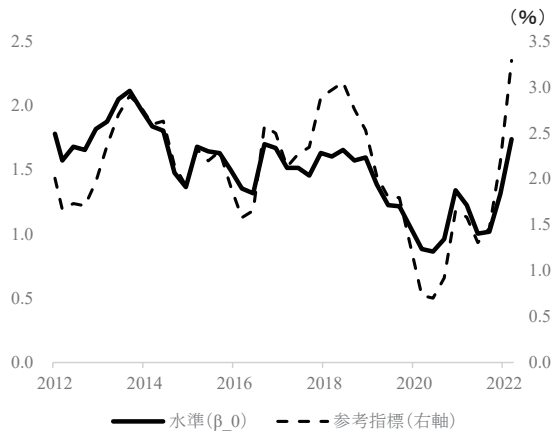
## 5.2 分析結果とその考察

回帰分析結果は表3に示した。係数のうち1%水準で有意なものに“\*\*\*”，5%水準で有意なものに“\*\*”，10%水準で有意なものに“\*”を付した。まず、水準( $\beta_0$ )に対する係数の値は、ドットチャートの傾きが1%の有意水準で0.26であった。FF金利先物については、水準が5%有意水準で0.14、

傾きが1%有意水準で0.60と、ともに有意に正の影響を与えていることが示された。そのため、ドットチャートやFF金利先物による先行きの政策金利の経路を示す1年後末と2年後末の差が拡大した場合は、米国債のイールドカーブ全体の水準が上昇する傾向があるといえる。また、FF金利先物からはその当年末の水準も影響を及ぼしていることが示された。被説明変数がイールドカーブ全体の水準( $\beta_0$ )にもかかわらず、説明変数の水準が、ドットチャートについて有意とならず、FF金利先物についても有意水準が低くなった背景には、サンプル期間のうち2012年から2015年にはゼロ金利政策が行われており、その期間には市場がドットチャートやFF金利先物の水準である近い将来の金利よりも、より遠い将来の金利に注目していたからだと考えられる。そのため、ドットチャートはゼロ金利政策下では将来の政策金利の変化の方向性を示すことで、市場金利に対して働きかけていたと考えられる。調整済み $R^2$ は、ドットチャートが0.13でFF金利先物が0.31であり、FF金利先物はドットチャートに比べて2倍以上の説明力を有していることが確認された。

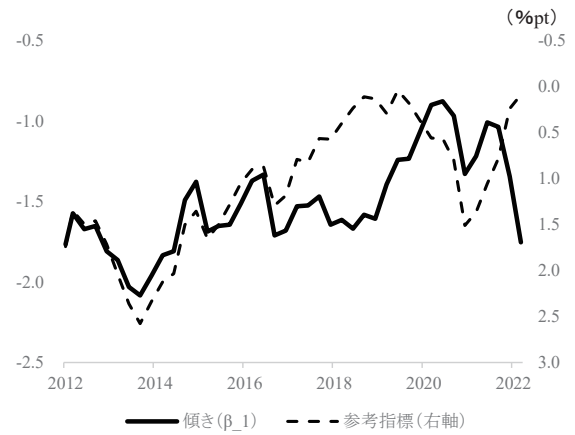
次に、傾き( $\beta_1$ )でも、ドットチャートもFF金利先物も、ともに傾きが有意に負の影響を与えていることが確認された。係数の値は、ドットチャートが1%の有意水準で-0.27、FF金利先物が1%の有意水準で-0.61であった。また、FF金利先物は、その水準の係数も有意水準1%で-0.15と負の影響を与えていることが示された。調整済み $R^2$ は、ドットチャートが0.15、FF金利先物が0.33であり、ここでも2倍以上の差が確認された。

曲率( $\beta_2$ 及び $\beta_3$ )でも、ドットチャートもFF金利も、ともに傾きが負の影響を与えていることが確認された。曲率1( $\beta_2$ )に対する係数の値は、ドットチャートが有意とはならず、FF金利先物は1%有意水準で-0.22であった。曲率2( $\beta_3$ )に対しては、ドットチャートが5%有意水準で-0.47であり、FF金利先物が1%有意水準で-1.05であった。



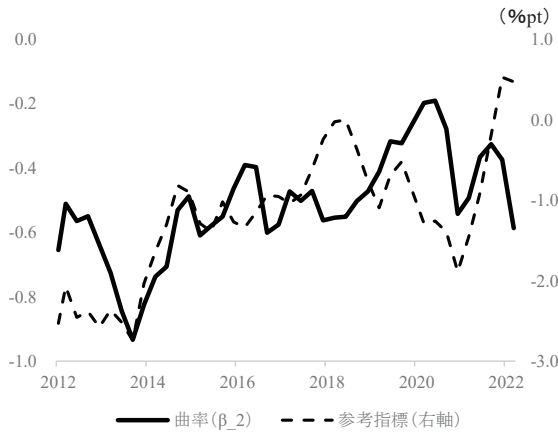
(出所：Factset のデータから著者らが作成)

図 16 水準 ( $\beta_0$ ) の推移



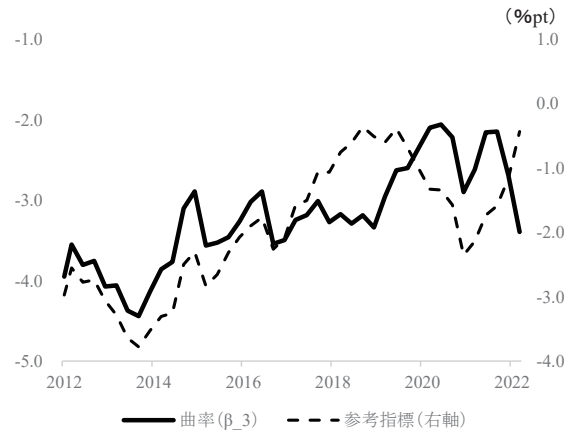
(出所：Factset のデータから著者らが作成)

図 17 傾き ( $\beta_1$ ) の推移



(出所：Factset のデータから著者らが作成)

図 18 曲率 1 ( $\beta_2$ ) の推移



(出所：Factset のデータから著者らが作成)

図 19 曲率 2 ( $\beta_3$ ) の推移

表 3 イールドカーブの回帰分析結果

	水準 ( $\beta_0$ )		傾き ( $\beta_1$ )		曲率1 ( $\beta_2$ )		曲率2 ( $\beta_3$ )	
	ドットチャート	FF金利先物	ドットチャート	FF金利先物	ドットチャート	FF金利先物	ドットチャート	FF金利先物
切片	1.04*** (11.37)	0.95*** (11.83)	-1.04*** (-11.50)	-0.96*** (-12.03)	-0.35*** (-8.05)	-0.29*** (-7.58)	-2.32*** (-12.26)	-2.17*** (-12.58)
当年末予測 (説明変数の水準)	0.05 (1.12)	0.14** (2.68)	-0.06 (-1.22)	-0.15*** (-2.83)	0.03 (1.23)	-0.01 (-0.33)	0.00 (0.01)	-0.14 (-1.24)
2年後末予測と1年後末予測の差 (説明変数の傾き)	0.26*** (2.86)	0.60*** (4.46)	-0.27*** (-3.03)	-0.61*** (-4.65)	-0.07 (-1.62)	-0.22*** (-3.42)	-0.47** (-2.50)	-1.05*** (-3.66)
R <sup>2</sup>	0.18	0.34	0.19	0.36	0.16	0.32	0.17	0.29
調整済みR <sup>2</sup>	0.13	0.31	0.15	0.33	0.11	0.28	0.12	0.25
F値	4.09**	9.96***	4.59**	10.84***	3.56**	8.86***	3.82**	7.77***
F値の有意確率	0.02	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00

\*\*\*, \*\*, 及び \* はそれぞれの係数が1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示している。カッコ内はt値を示す。

(出所：Factset のデータから著者らが作成)



前述の通り、曲率 1 ( $\beta_2$ ) は 3 年債を中心、曲率 2 ( $\beta_3$ ) は 10 年債を中心とした曲率を表しており、ドットチャート及び FF 金利先物はイールドカーブのうち比較的長期ゾーンの曲率 2 ( $\beta_3$ ) に強く影響することが示された。これは、水準 ( $\beta_0$ ) の結果からも示唆されていたように、ドットチャートと FF 金利先物のうち、より先行きに関する情報が市場に織り込まれているためだといえる。調整済み  $R^2$  は、曲率 1 ( $\beta_2$ ) はドットチャートが 0.11、FF 金利先物が 0.28 であった。曲率 2 ( $\beta_3$ ) はドットチャートが 0.12、FF 金利先物が 0.25 であり、曲率においても FF 金利先物の説明力が大きく上回っている。このように、NSS モデルで推計した米国債のイールドカーブの特徴を表すパラメータに関して、ドットチャートと FF 金利先物は、その水準よりも傾きが市場に強く織り込まれていることが確認された。その要因として、いずれも近い将来ではなく長期の金利動向が市場参加者から注目されているためだと考えられる。

そのため、米国債のイールドカーブに対しては、幅広い市場参加者によって先行きの価格が形成される FF 金利先物とともに、FOMC におけるフォワードガイダンスを踏まえて公表されるドットチャートも米国債市場に織り込まれている。このことは図 1 のうち波及経路 c を検証したものである。不動産市場の動向を反映した金融政策当局の意向は、先行きの予測だけでなく実際に取引が行われている国債金利の期間構造にも影響していることが示された。

## 6. まとめと今後の課題

本論文では、世界金融危機の後、米国でゼロ金利政策が解除された 2015 年以降において、政策金利の変動が市場金利に織り込まれているかについて分析し、政策金利と市場金利との関係性が維持されていることを明らかにした。加えて、市場参加者からの注目度が極めて大きいものの、研究対象となることが少なかったドットチャートに着目して、市場金利がドットチャートに先行した動きとなっていることを確認し、

ドットチャートを中心にして不動産市場との関係性を念頭に 3 つの分析を行った。

1 つ目の Granger の因果性検定を用いたドットチャートと市場金利及び経済指標との関係性の分析では、ドットチャートは市場金利と住居費 (Shelter) のウェイトが大きい CPI や PCE といった物価指数などの経済指標を反映して設定されており、不動産市場の動向が物価指数を通じて金融政策当局の意向に影響していることが確認された。一方、四半期ベースではドットチャートから市場金利及び経済指標に対する影響は見られないことを確認した。2 つ目の将来の政策金利の予測力の分析では、ドットチャートは FF 金利先物に比べて先行き 1 年未満の期間について予測力が優れていることが示された。3 つ目の、NSS モデルを用いた分析では、市場からは FF 金利先物の水準や傾きがより注目されているものの、ドットチャートは公表時点でイールドカーブの水準、傾き、曲率すべてに織り込まれていることが示された。

分析結果のインプリケーションとしては、以下のようなことが言える。不動産市場の動向を反映したドットチャートは近い将来についての政策金利の予測力を有しており、先行き 1 年程度に関してはその中央値を用いて金融政策の方向性の予測に用いることが有用だといえる。また、NSS モデルによる分析では米国債のイールドカーブ形状の先行きを検討するにあたっては、FF 金利先物とともにドットチャートも重要な判断材料になると考えられる。

なお、本分析で明らかになったように、ドットチャートが反映しているインフレ指標は住居費 (Shelter) のウェイトが大きく、米国の不動産市場の動向が反映されている (図 1 の波及経路 a)。また、ドットチャートの中央値は 1 年程度の短期では実際の政策金利としての実現性が高い (図 1 の波及経路 b) ほか、国債金利のイールドカーブにも影響している (図 1 の波及経路 c)。そのため、図 1 で示した通り、米国の不動産市場の動向がドットチャートを結節点として、市場参加者による米国の政策金利見通しや、

期間構造を通じて米国債金利の変動に繋がることが確認された。米国の金融政策や国債金利は日本を含むグローバルな金融市場に与える影響は大きい。そのため、米国での不動産市場から金融市場への影響がドットチャートを通じて日本の長期金利に影響し、住宅ローン市場や住宅市場へ波及効果を持つ可能性が考えられよう（図1の破線矢印）。

そうした市場参加者による米国の政策金利見通しや米国債金利の変動から、日本の国債市場への波及を通して日本の住宅ローン市場にどの程度影響しているかについての実証分析は今後の課題としたい。日本国内での住宅購入者のほとんどが住宅ローンを利用しており、米国不動産市場の動向を反映したドットチャートや米金融市場の影響を明らかにすることは、日本の住宅市場を分析する上でも重要なテーマである考えられる。

#### 補論 A. ドットチャートと FF 金利先物の 予測精度 1

ドットチャートによる政策金利の 1 か月（未満）先の予測精度は、各年 12 月のドットチャート（当年末予測中央値）と年末の実際の政策金利との差と定義し、2012 年から 2021 年の 10 サンプル分の計算を行う。3 か月先の予測精度は、各年の 9 月のドットチャート（当年末予測中央値）と年末の実際の政策金利との差と定義し、2012 年から 2021 年の 10 サンプル分の計算を行う。同様にして 33 か月先までの予測精度を計算する。FF 金利先物についても同様の定義による予測精度を算出する。

1 か月（未満）予測精度  
= 12 月 FOMC のドットチャート（当年末予測）  
- 12 月末時点の政策金利

3 か月予測精度  
= 9 月 FOMC のドットチャート（当年末予測）  
- 12 月末時点の政策金利

6 か月予測精度  
= 6 月 FOMC のドットチャート（当年末予測）  
- 12 月末時点の政策金利

9 か月予測精度  
= 3 月 FOMC のドットチャート（当年末予測）  
- 12 月末時点の政策金利

12 か月予測精度  
= 12 月 FOMC のドットチャート（1 年後末予測）  
- 1 年後 12 月末時点の政策金利

15 か月予測精度  
= 9 月 FOMC のドットチャート（1 年後末予測）  
- 1 年後 12 月末時点の政策金利

...

30 か月予測精度  
= 6 月 FOMC のドットチャート（2 年後末予測）  
- 2 年後 12 月末時点の政策金利

33 か月予測精度  
= 3 月 FOMC のドットチャート（2 年後末予測）  
- 2 年後 12 月末時点の政策金利

#### 補論 B. ドットチャートと FF 金利先物の 予測精度 2

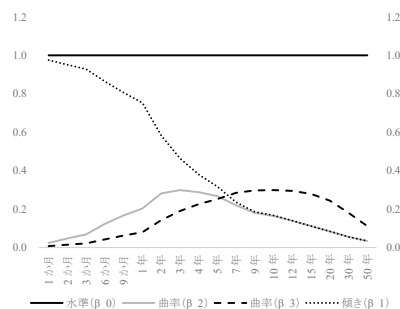
ドットチャートによる政策金利の「1 年先の予測精度」は、FOMC 開催月ごとに下記の計算を行った。また、同様に「2 年先の予測精度」についても算出した。FF 金利先物についても同様の定義による予測精度を算出した。

3 月 FOMC における 1 年後の推定ドットチャート  
= ドットチャートの当年末予測中央値 + 0.25  
\* (ドットチャートの 1 年後末予測中央値  
- ドットチャートの当年末予測中央値)

3 月ドットチャートの 1 年予測精度  
= 1 年後の推定ドットチャート  
- 翌年 3 月に実現した政策金利

<p>6月FOMCにおける1年後の推定ドットチャート                  = ドットチャートの当年末予測中央値 + 0.5                  * (ドットチャートの1年後末予測中央値                  - ドットチャートの当年末予測中央値)</p> <p>6月ドットチャートの1年予測精度                  = 1年後の推定ドットチャート                  - 翌年6月に実現した政策金利</p>
<p>9月FOMCにおける1年後の推定ドットチャート                  = ドットチャートの当年末予測中央値 + 0.75                  * (ドットチャートの1年後末予測中央値                  - ドットチャートの当年末予測中央値)</p> <p>9月ドットチャートの1年予測精度                  = 1年後の推定ドットチャート                  - 翌年9月に実現した政策金利</p>
<p>12月FOMCにおける1年後の推定ドットチャート                  = ドットチャートの1年後末予測中央値</p> <p>12月ドットチャートの1年予測精度                  = 1年後の推定ドットチャート                  - 翌年12月に実現した政策金利</p>

表 C2 では、各年限で曲率を最大化する  $\lambda$  と  $\kappa$  の値を示した。第 5 節における分析では、対象期間のうち年限別の価格変動が最も大きかった 3 年と、より長期の 10 年に対するドットチャートの影響を考察するため、 $\lambda = 0.60$  と  $\kappa = 0.18$  とした。



(出所：Factset のデータから著者らが作成)

図 C1 NSS モデルのパラメータ特性

表 C2 年限別の減衰ファクターの値

年限	1年	2年	3年	5年	7年	10年	30年
$\tau$	1	2	3	5	7	10	30
$\lambda$ もしくは $\kappa$	1.79	0.90	0.60	0.36	0.26	0.18	0.06

(出所：Factset のデータから著者らが作成)

### 補論 C. NSS モデルの推計

(5) 式の NSS モデルの右辺それぞれの項を、水準 ( $\beta_0$ )、傾き ( $\beta_1$ )、曲率 ( $\beta_2, \beta_3$ ) のパラメータで微分を行うと図 C1 の形状が示される。横軸は債券の年限を示しており、縦軸はそれぞれのパラメータに関する項の値である。水準 ( $\beta_0$ ) に関する項は債券の年限に関わらず一定の影響をもたらすのに対し、傾き ( $\beta_1$ ) では年限が短い金利に対する効果が大きく、年限が長くなるにつれてその影響が小さくなることがわかる。曲率 ( $\beta_2, \beta_3$ ) ではそれぞれイールドカーブの凸型の形状を示すものであり、減衰ファクターの  $\lambda$  と  $\kappa$  に応じて最大値をとる年限の位置が変化する。

そのため、分析対象としたい年限 ( $\tau$ ) において  $(1 - e^{-\lambda\tau}/\lambda\tau - e^{-\lambda\tau})$  及び  $(1 - e^{-\kappa\tau}/\kappa\tau - e^{-\kappa\tau})$  を最大化する  $\lambda$  と  $\kappa$  を設定することで、対象年限における曲率の変動の分析が可能である (Diebold and Li (2006))。

なお、NSS モデルの推計では、利回り ( $r$ ) そのものを推計した場合には、例えば 3 年債の 1 ベーシスポイントの推計誤差と 10 年債の 1 ベーシスポイントの推計誤差が同等の扱いとなり、年限ごとの金利水準に応じた誤差の取り扱いができない。そのため、(C3) 式の通り額面 100 を利回りを用いて債券価格に変換し、その現在価値に対して NSS モデルのパラメータを推計した。

$$y(\tau) = 100 * e^{-r\tau} \quad (C3)$$

### 謝辞

多くの有益なコメントをいただいた 2 名の匿名の査読者に深くお礼申し上げます。

### 参考文献

[1] 谷崎久志 (2005), 「密度関数のカーネル推定量におけるバンド幅の選択について: モンテカルロ実験による小標本特

- 性」, 『国民経済雑誌』, 191(1), 59-70.
- [2] 野村哲史, 宮崎浩一 (2013), 「為替オプション市場における行動ファイナンス」, 『情報処理学会論文誌』, 6(2), 63-77.
- [3] ベン・バーナンキ (2015), 『危機と決断 (上) 前 FRB 議長ベン・バーナンキ回顧録』, 角川書店.
- [4] Bauer, D. M., and E. T. Swanson (2023), “An Alternative Explanation for the “Fed Information Effect”,” *American Economic Review*, 113(3), 664-700.
- [5] Cochrane, J. H., and M. Piazzesi (2002), “The Fed and Interest Rates—A High Frequency Identification,” *American Economic Review*, 92(2), 90-95.
- [6] Diebold, F. X., and C. Li (2006), “Forecasting the Term Structure of Government Bond Yields,” *Journal of Econometrics*, 130(2), 337-364.
- [7] FOMC (2014), “Transcript of Chair Yellen’s Press Conference March 19, 2014” <https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/fomcpresconf20140319.htm> (最終確認日: 2023/01/17) .
- [8] FOMC (2021), “Press Conference Transcript” <https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/fomcpresconf20210616.htm> (最終確認日: 2023/01/17) .
- [9] FOMC (2022), “Summary of Economic Projections” <https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/files/fomcprojtabl20220615.pdf> (最終確認日: 2023/01/17) .
- [10] FRB (2019), “Monetary Policy: Normalization and the Road Ahead” <https://www.federalreserve.gov/newsevents/speech/powell20190308a.htm> (最終確認日: 2023/01/17) .
- [11] Granger, C. W. J (1969), “Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross - Spectral Methods,” *Econometrica*, 37(3), 424-438.
- [12] Gürkaynak, R. S., B. Sack, and J. H. Wright (2007), “The U.S. Treasury Yield Curve: 1961 to the Present,” *Journal of Monetary Economics*, 54(8), 2291-2304.
- [13] Hamilton, J. D (1994), *Time Series Analysis*, Princeton University Press, Princeton.
- [14] Lunsford, K. G (2020), “Policy Language and Information Effects in the Early Days of Federal Reserve Forward Guidance,” *American Economic Review*, 110(9), 2899-2934.
- [15] Nelson, R. C., and A. F. Siegel (1987), “Parsimonious Modeling of Yield Curves,” *The Journal of Business*, 60(4), 473-489.
- [16] Svensson, L. E. O (1994), “Estimating and Interpreting Forward Interest Rates: Sweden 1992-1994,” *NBER WORKING PAPER SERIES*, Working Paper 4871.
- [17] Wahlström, R. R., Paraschiv, F., and M. Schuerle (2022), “A Comparative Analysis of Parsimonious Yield Curve Models with Focus on the Nelson-Siegel, Svensson and Bliss Versions,” *Computational Economics*, 59, 967-1004.
- [18] Yang, J (2005), “Government Bond Market Linkages: Evidence from Europe,” *Applied Financial Economics*, 15(9), 599-610.

## 注

<sup>1</sup> Granger (1969) によって提案された因果性を検定する手法。時系列データを予測する際に別の時系列データが有用かどうかを統計的に判断する検定である。しかし、あくまで時系列データ間の時間的な関係进行分析しているものであり、原因と結果との関係を示す「因果関係」を判断しているものではない点に留意が必要である。

<sup>2</sup> 当初は FOMC 参加者間で見通しのコンセンサスの作成も検討されたが、FOMC 参加者が最大で 19 人に上り、合意形成が難しいことから、参加者ごとの見通しと予測レンジが公表される形態になった。

<sup>3</sup> バーナンキ (2015) によると、景気後退期においては住宅ローン金利や社債利回りといった長期金利の引き下げが必要であり、特に利下げ余地が限られる低金利環境にお

いては FF 金利の引き下げによる効果が限られるため、インフレ目標を通じて長期的な金融政策の方針を市場参加者に示すことが必要だとしている。

<sup>4</sup>LIBOR (London Inter-Bank Overnight Rate) は 2021 年 12 月末をもってドルを対象とした一部の指標を除いて廃止されており、2023 年 6 月末にはすべての指標が廃止される予定である。本論文では、分析対象期間の中心が 2021 年 12 月末以前であることや、対象期間すべてにわたって算出されているドルに関する指標を参照しているため、LIBOR を使用している。

<sup>5</sup>2012 年 4 月から同年 6 月については 2 か月間隔の変化となる。

<sup>6</sup>一般に中央銀行が「物価の安定」に対して使命を負っているのに対し、FRB では「雇用の最大化」についても同様に使命を負っているため、デュアルマンドート (2 つの使命) といわれる。

<sup>7</sup> サンプルデータから元のデータ全体の分布 (密度関数) を推定する手法。一般的に行われる、計量分析において分布を仮定して推定や検定を行う方法をパラメトリック法というが、これに対し、分布自体を未知と考えて平均や分散などの母数の推論を行う方法をノンパラメトリック法という。ノンパラメトリック法による密度関数の近似では、同じ分布からの  $n$  個の観測値  $x_i, i = 1, 2, \dots, n$  がある場合、 $x_i$  の密度関数を  $f(x)$  とするときに密度関数の推定値  $\hat{f}(x)$  を以下の式で推定することができる。 $h$  はバンド幅と呼ばれるパラメータである。

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)$$

$K(\cdot)$  はカーネルと呼ばれる関数であるため、ノンパラメトリックな方法によるデータから元のデータの密度関数を推定する手法はカーネル密度推定と呼ばれる。カーネル関数の性質やバンド幅については谷崎 (2005) が詳しい。

<sup>8</sup>このほかにも Wahlström et al. (2022) では NSS モデルの推計において、一度 NS モデ

ルで 4 つのパラメータを推計し、その値を前提に NSS モデルの残り 2 つのパラメータを推計する方法などが行われている。

<sup>9</sup>具体的には 1 年から 5 年までの各年と、7 年、9 年、10 年、15 年、30 年。

<sup>10</sup>市場金利を用いて算出した参考指標は NSS モデルによるパラメータと同様にイーールドカーブ形状の特徴を示すものの、定義が異なるため必ずしも値は一致しない。