

Beige Book のセンチメントとマクロ経済データを用いた 米国金利変動予測

藤原 真幸¹ 中川 慧² 水門 善之³ 秋田 祐哉¹
¹ 京都大学 ² 野村アセットマネジメント株式会社
³ 野村証券株式会社

fujiwara.masaki.o99@kyoto-u.jp, kei.nak.0315@gmail.com
d2018ysuimon@socsim.org, akita@econ.kyoto-u.ac.jp

概要

本研究では、連邦公開市場委員会 (FOMC) の決定に大きく影響される米国の金利変動を予測するモデルを提案し、その効果を検証した。具体的には、10年金利・2年金利・イールドスプレッド、の3種類の金利変動予測に XGBoost モデルを使用し、特徴量として FinBERT モデルから得られた Beige Book のセンチメントデータと月次マクロ経済データを組み合わせ合わせた。特に金融政策との関連が強いイールドスプレッドの予測に関しては、センチメントデータとマクロ経済データの両方を使用することで、変動予測の精度とトレーディング収益が向上した。また、連邦準備制度の Dual Mandate に基づき、物価と雇用に関するセンチメントデータを利用することで、予測精度と収益率がさらに向上することがわかった。

1 序論

米国の中央銀行である連邦準備制度 (以下 FRS) に所属する連邦公開市場委員会 (以下 FOMC) の公開する情報は、市場に大きな影響を与え、高い注目を集めている [1, 2]。FRS は議会に付託された法的使命である「Dual mandate (二つの使命)」に従い、物価の安定と安定的な雇用の最大化を達成することを金融政策の目標と掲げ¹⁾、FOMC は政策金利の決定や債券の売買オペレーションなどの措置を含む国内の金融政策を決定し、実体経済に影響を与えている。FOMC は年に 8 回会合を開き、米国の経済・金融状況をレビューし、Beige Book を含むマクロ経済状況に基づいた金融政策について決定を行い、その決定を FOMC 会合で発表する。

Beige Book は、FRS 内の 12 の地区に所在する連

邦準備銀行が収集した現在の景況感を報告する文書であり、FOMC 会合の約 2 週間前に公開され、FOMC のメンバーは FOMC 会合で金融政策を決定する際に Beige Book の情報を重要視する。そのため、Beige Book を対象としたテキストマイニングによる分析の事例が多数存在する [3-7]。

このようなテキストに対して、マーケットの予測等のためにセンチメント分析が用いられることは少なくない。しかし、実際の市場参加者はテキスト内容を単純な極性のみで評価しない [8, 9]。具体的には、一般に金融センチメント分析の文脈ではネガティブであると解釈される「失業率の増加」といった文言も、中央銀行が果敢に利上げを行っている環境下では、利上げ打ち止めのきっかけとなりうる。それゆえ債券投資家にとって、「失業率の増加」はポジティブな文言であると捉えられることもある。このようにテキストの解釈は各時点での経済環境などにより変化するため、その時々々のマクロ経済指標などを考慮することが重要となる。

そこで本研究では、FinBERT [10] を使用した Beige Book のセンチメント評価に加えて月次マクロ経済データを組み合わせた特徴量を用いた金利変動の予測方法を提案する。

2 リサーチデザイン

FOMC が経済に影響を与える重要な手段の一つは、政策金利 (Federal Funds rate など) の設定である。FOMC 会合での政策金利の変更は企業や個人の借入れ行動に影響を及ぼし、それが消費や投資の意思決定に影響を与えるとされる。この際、短期金利 (2年金利) は政策金利やインフレ期待の影響を強く受け変動する。同時に政策金利の変更は将来の経済状況に波及効果をもたらすことから投資家の長期の

1) <https://www.chicagofed.org/research/dual-mandate/dual-mandate>

経済見通しへも影響を与える。この投資家の見通しが債券の売買を通じて長期金利（10年金利）に反映されることで長期金利と短期金利の金利差（イールドスプレッド）が変動する。FOMCのメンバーは、Beige Bookの公表内容とその時のマクロ経済環境から今後の金融政策を決定し、FOMC会合終了時にその内容を公表する。一方、市場参加者もBeige Bookの公表時にその内容やマクロ経済データといったFOMCメンバーと同様の情報に触れていることから、今後の金融政策の方向を推測し、その推測をもとに金利トレーディングを行うことでマーケットがその情報を織り込んでいく。図1にこの関係を示す。市場参加者からすると、長期・短期金利やその差を適切に予測することは効率的な投資やリスク管理の観点から非常に重要である。

そこで本研究では次の金利変動を予測対象とする。

10年金利 (10Y)・2年金利 (2Y): 市場に流通する米国債のうち残存期間が10年・2年の債券が取引されている金利である。10年金利は長期金利、2年金利は短期金利の一種であり、金融政策のみならず複数の要因により変動するとされる。

イールドスプレッド (YS): 本研究では10年金利と2年金利の金利差を対象とする。この組み合わせは米国における景気先行指標と位置付けられ[11, 12]、金融政策とのかかわりが極めて強く、多くの金融関係者が注目している指標である。

これらの金利変動を予測するにあたって、序論の議論を踏まえた2つの仮説を立てる。すなわち、Beige Bookの発表からFOMC会合の終了までの金利変動を予測するモデルを構築する際、

H1: Beige Book テキストから得られるセンチメントデータとBeige Book 公表時点で利用可能なマクロ経済データを特徴量として用いることにより予測精度が向上する。

H2: Beige Book テキストから得られるセンチメントデータのうち、物価と雇用に関する文章のみ焦点を当てることで、より予測精度が向上する。

これらの仮説を検証するために、Beige Bookの発表に対応する各金利変動の予測精度と、その予測に基づくトレーディングで得られる収益を計算する。

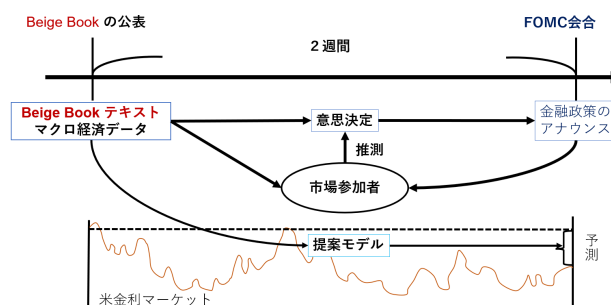


図1: Beige Bookの発表と金融政策発表に対する金利変動予測の関係図

3 評価実験

3.1 データセット

FRSのウェブサイトから、Beige Bookのテキストデータとその公開日、及びFOMC会合の最終日を収集した。1996年10月30日から2023年10月18日までに公開されたBeige Bookの全216回の文書入手し、2018年5月3日から2023年10月18日までに開催された44回のFOMC会合に関連する金利取引戦略の予測性能と収益性を検証した。

マクロ経済データについては、FRED(Federal Reserve Economic Data)のウェブサイト²⁾から次のデータを取得した：

インフレ率:

年率 (Year on Year, YoY) および月率 (Month on Month, MoM) 都市消費者向け消費者物価指数 (Consumer Price Index for All Urban Consumers, CPI)

失業率:

月次および月率 (Month on Month, MoM) 失業率 (Unemployment Rate, UNRATE)

CPIおよびUNRATEは1996年6月から2023年10月までの月次データであるが、これはBeige Bookの公開日と必ずしも一致しないため、各Beige Bookの発表日より前に公表された最新のCPIおよびUNRATEのデータを、その発表日に対応するマクロ経済データとして扱うことにした。

ターゲットとなる10年金利と2年金利はPythonパッケージであるinvestpy³⁾を使用して収集し、イールドスプレッドにおいてもこのデータを利用して計算した。

2) <https://fred.stlouisfed.org/>

3) <https://pypi.org/project/investpy>

3.2 分類モデル

分類モデルとして FinBERT によるセンチメント分析と XGBoost による二値分類モデルを組み合わせて使用する。

Beige Book のテキストは、全地区のまとめを記述する章と、計 12 の地区連銀が各地区の景況感を報告する章で構成されている。その構成に基づきテキストを 13 章に分割した。その後、各章はさらに単文ごとに分けられ、各単文をセンチメントの計算を行う最小単位として扱った。

FinBERT モデルの出力ラベルが Positive の場合、出力スコアをそのまま文のスコアとして使用した。ラベルが Negative の場合は、出力スコアに -1 を乗じたものを文のスコアとして使用し、ラベルが Neutral の場合は、文のスコアを 0 と設定した。その後、これら個々の文の平均センチメントスコアを計算し、それを章のスコアとして扱う。この時、ひとつの Beige Book は 13 章分のセンチメント、すなわち 13 次元の実数値で表現されることになる。

H1 に関してはすべてのテキストデータを用いる。H2 に関しては、'inflation'、'price'、'cost'、'energy'、'labor'、'stability'、'wage' のいずれかの単語を含む文を物価と雇用に関連する文とみなし [13]、物価と雇用に関連するセンチメントスコアは、これらの文のスコアの平均として計算した。

こうして得られた Beige Book のセンチメントデータとマクロ経済データを特徴量として XGBoost の学習を行い、予測を行った。その際、XGBoost モデルのハイパーパラメータに関しては各モデルにおいて最適化を行った。

3.3 実験設定

仮説 H1 を検証するため、マクロ経済データおよび Beige Book 公開時点の各金利、センチメントデータ (13 次元)、また両方を特徴量として使用する 3 つのケースを検討する。仮説 H2 の検証においては、物価および雇用に着目したセンチメントデータで同様の予測を行い、その性能を比較する。

各 Beige Book 公開日から FOMC 会合の終了までの期間、次の工程を行う事とする。訓練データは入手データの冒頭から 80% (172 サンプル)、テストデータは残りの 20% (44 サンプル) とした。

ステップ 1: XGBoost モデルを訓練データを用いて構築する。

ステップ 2: テストデータの各サンプルについて、与えられた特徴量に XGBoost モデルを適用して金利変動を予測する。

ステップ 3: 予測された変動が正の場合は債券を売り、FOMC 会合の終了時にポジションを閉じる。負の場合は債券を買い、FOMC 会合の終了時にポジションを閉じる。イールドスプレッドの場合は、スプレッドの正負に応じて片方の国債を買い、もう片方の国債を同等のリスク量で同時に売り、会合の終了時にポジションを清算する。

ステップ 4: 予測された変動と実際の変動の符号が同じ場合、変動した分だけ利益となり、逆の場合は、変動した分だけ損失となる。

3.4 性能指標

性能の評価にあたり、二値分類の性能と、予測に基づきポジションを構築することから得られるリターン [14] の 2 つの観点を考え、以下の指標を採用した。ここで、全期間を T 、時間 t における各種債券取引のリターン (利益または損失) を r_t とする。その予測である \hat{r}_t をモデルの出力から得たものとする。

- **正解率 (ACC)** : 金利の上昇と下落の予測の正解率である。
- **年間リターン (AR)** : リターン r_t の予測に基づいて、時間 t までの累積リターンは $C_t := \sum_{u=0}^t \text{sign}(\hat{r}_u)r_u$ として与えられる。年間リターンは $\text{AR} := \frac{T_Y}{T} C_T$ と定義される。ここで、 T_Y は 1 年間に含まれる期間の平均数である。
- **シャープレシオ (SR)** : シャープレシオ、またはリターン/リスク比は、その標準偏差で調整されたリターン値である。すなわち、 $\mu := \frac{1}{T} C_T$ 、 $\sigma^2 := \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\text{sign}(\hat{r}_t)r_t - \mu)^2$ としたときに $\text{SR} := \mu/\sigma$ と定義される。
- **カルマーレシオ (CR)** : 最大ドローダウン (MDD) を $\text{MDD} := \max_{1 \leq t \leq T} \max_{t < s \leq T} (1 - C_t/C_s)$ と定義する。カルマーレシオは $\text{CR} := \text{AR}/\text{MDD}$ として定義される。なお、SR と CR はどちらもリスク測定値によって調整されたリターンであるが、CR は財務危機など、頻発には発生しないドローダウンイベントに対してより敏感である。

- **コスト (Cost)** : 実際の取引を行う際に必要となるコストを計算した。具体的にはポジションを2週間保有することで得られる経過利子⁴⁾をARなどと比較しやすいように年率換算した。正の値はこの経過利子を受け取ることを意味する。

4 実験結果

表 1: H1 に基づくモデルの性能比較

Feature	Target	ACC	AR	SR	CR	Cost
Macro のみ	10Y	0.52	-22.16	-0.25	-12.06	-84.95
	2Y	0.43	112.82	1.12	102.25	-145.06
	YS	0.66	57.58	0.82	8.55	-2.52
Text のみ	10Y	0.41	0.77	0.01	0.61	-14.41
	2Y	0.61	152.42	1.55	215.15	-116.87
	YS	0.61	58.75	0.84	40.02	26.23
両方	10Y	0.48	1.24	0.01	0.79	-52.74
	2Y	0.48	47.78	0.46	24.83	-132.26
	YS	0.68	75.54	1.09	11.22	0.29

YS: イールドスプレッド、10Y:10年金利、2Y:2年金利。各金利において最も性能が高いものを太文字で表記している。

表 1にそれぞれの場合の性能指標を示す。10年金利ではどのモデルにおいても高い性能は得られなかった。これは、10年金利は金融政策以外にも様々な影響を受けるため金融政策に重きを置いた本モデルでは予測が困難であったことが理由と考えられる。2年金利はテキストのみの特徴量を与えたモデルにて最も高いパフォーマンスとなった。これは、2年金利は金融政策に加えて期待インフレにも反応することから、Beige Book との関係が強かったことが考えられる。この時、2年金利において両方の特徴量を与えたモデルの特徴量 Importance を確認するとマクロデータが上位に存在することが確認できたため、これがノイズとなってしまった可能性がある。これに対してイールドスプレッドは、予測性能が十分に高いとは言えない10年、2年金利の差分を取っただけのものであるにもかかわらず、安定して高い予測精度となっている。また両方の特徴量を与えたモデルにおいてさらなる精度向上が見られ、H1と整合するため、本モデルは金融政策と密接な関係を持つイールドスプレッドの予測に長けていると考

4) 債券をショートする場合はこの経過利子を支払う必要があることに注意されたい。

えられる。運用上重要なコストの観点で見ても、10年、2年金利ともに債券単体の売買であることから極めて大きくなってしまっているに対し、イールドスプレッドは債券を組み合わせることでコストが相殺され影響が小さくなっていることが分かる。

表 2: 文章抽出を行った場合 (H2) の性能

target	ACC	AR	SR	CR	Cost
10Y	0.43	13.88	0.16	9.76	-110.80
2Y	0.50	-19.11	-0.18	-7.70	-126.01
YS	0.75	97.33	1.43	143.08	-10.35

表 1の両方の特徴量を与えたモデルより性能が向上しているものは太字で表記している。

表 2は、物価と雇用に関する文章を抽出した場合の性能評価を示す。イールドスプレッドの予測の際、物価と雇用に関連するセンチメントに焦点を当てたモデルは、それに焦点を当てないモデルと比較して、より高い精度とリターン、およびより高い安定性を示した。これは H2 に整合し、FRB の Dual mandate を予測モデルに組み込むことの有用性が分かる。

5 結論

本研究では、Beige Book のセンチメントとマクロ経済データが各種金利変動予測に貢献するかを検証した。本研究の主な発見は次のようにまとめられる。

- 本研究の枠組みにおいて、金融政策との関連が強いイールドスプレッドの予測が性能やコストの観点から最も有効である。
- 本研究の枠組みにおいて、2年金利の予測に使用する特徴量にはマクロデータよりも Beige Book テキストデータのほうが効果的である。
- Beige Book のセンチメントとマクロ経済データを組み合わせることで、イールドスプレッド予測の性能と収益性が向上する (H1)。
- 米国中央銀行の「Dual mandate」に基づき、Beige Book における物価と雇用に関するセンチメントにのみ焦点を当てることで、イールドスプレッド予測の精度と収益性の両方が向上する (H2)。

参考文献

20th International Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems, pp. 656–664, 2021.

- [1] Joshua Hausman and Jon Wongswan. Global asset prices and FOMC announcements. *Journal of International Money and Finance*, Vol. 30, No. 3, pp. 547–571, 2011.
- [2] Anna Cieslak, Adair Morse, and Annette Vissing-Jorgensen. Stock returns over the FOMC cycle. *The Journal of Finance*, Vol. 74, No. 5, pp. 2201–2248, 2019.
- [3] Michelle T. Armesto, Ruben Hernandez-Murillo, Michael Owyang, and Jeremy Piger. Measuring the information content of the Beige Book: A mixed data sampling approach. *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 41, No. 1, pp. 35–55, 2009.
- [4] Shibley Sadique, Francis In, Madhu Veeraraghavan, and Paul Wachtel. Soft information and economic activity: Evidence from the Beige Book. *Journal of Macroeconomics*, Vol. 37, pp. 81–92, 2013.
- [5] Nathan S. Balke, Michael Fulmer, and Ren Zhang. Incorporating the Beige Book into a quantitative index of economic activity. *Journal of Forecasting*, Vol. 36, No. 5, pp. 497–514, 2017.
- [6] Bennett Saltzman and Julieta Yung. A machine learning approach to identifying different types of uncertainty. *Economics Letters*, Vol. 171, pp. 58–62, 2018.
- [7] Bryan R. Routledge. Machine learning and asset allocation. *Financial Management*, Vol. 48, No. 4, pp. 1069–1094, 2019.
- [8] Nan Jing, Zhao Wu, and Hefei Wang. A hybrid model integrating deep learning with investor sentiment analysis for stock price prediction. *Expert Systems with Applications*, Vol. 178, , 2021.
- [9] Jaimin Shah, Darsh Vaidya, and Manan Shah. A comprehensive review on multiple hybrid deep learning approaches for stock prediction. *Intelligent Systems with Applications*, Vol. 16, , 2022.
- [10] Zhuang Liu, Degen Huang, Kaiyu Huang, Zhuang Li, and Jun Zhao. Finbert: A pre-trained financial language representation model for financial text mining. In *Proceedings of the twenty-ninth international conference on international joint conferences on artificial intelligence*, pp. 4513–4519, 2021.
- [11] David C Wheelock, Mark E Wohar, et al. Can the term spread predict output growth and recessions? a survey of the literature. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, Vol. 91, No. 5 Part 1, pp. 419–440, 2009.
- [12] Anastasios Evgenidis, Stephanos Papadamou, and Costas Siriopoulos. The yield spread’s ability to forecast economic activity: What have we learned after 30 years of studies? *Journal of Business Research*, Vol. 106, pp. 221–232, 2020.
- [13] Martin T. Bohl, Dimitrios Kanelis, and Pierre L. Siklos. Central bank mandates: How differences can influence the content and tone of central bank communication. *Journal of International Money and Finance*, Vol. 130, No. C, 2023.
- [14] Katsuya Ito, Kentaro Minami, Kentaro Imajo, and Kei Nakagawa. Trader-company method: A metaheuristics for interpretable stock price prediction. In *Proceedings of the*