

# 銀行勘定の金利リスク管理における コア預金平均満期と銀行経営

丹 波 靖 博

## 1. はじめに

近年の日本においては、低金利政策による低金利の環境が長く続き、銀行の収益が悪化の一途をたどっている。より多くの金利リスクをとることにより、収益を得ている銀行も少なからず見られる。そのような環境の中、2019年3月決算から国内基準行において、バーゼルの銀行勘定の金利リスク（IRRBB：Interest Rate Risk in the Banking Book）に関し、金利リスクについての資料開示が開始された。

銀行における業務は、貸出業務、預金業務を中心とした取引である銀行勘定と、短期的な売買差益の確保を目的とした取引であるトレーディング勘定に分類される。銀行勘定の金利リスクとは、金利の変動により銀行勘定の資産、負債の経済的価値と収益が変動することにより生じるリスクである。市場金利が変化すると、銀行における資産・負債のキャッシュフローが変化し、銀行のバランスシートにおける資産と負債の価値、及び損益に影響を与える。銀行勘定の金利リスク規制は、各金融機関の金利リスク水準の把握と計量方法の高度化により、銀行経営の健全性を定期的に確認し、健全な金融システムを維持することを目的としている。

本稿では、2019年7月から8月にかけて、2019年3月決算ディスクロージャー資料が開示されたことを受け、銀行勘定の金利リスクの計量において、最もインパクトの大きい銀行の負債サイドの流動性預金に焦点を当て、開示さ

れた金利リスクの計量結果から銀行経営の置かれた状況について考察を行う。具体的には、2019年3月末の地方銀行におけるコア預金の平均満期の開示結果などから、地方銀行の置かれた経営環境と、それに対する現在の経営の状況や経営方針について考察を行う。また、バーゼルの銀行勘定の金利リスクの概要、流動性預金のコア預金計測モデルの概要についてまとめる。コア預金計測モデルについては、ヒストリカル手法、AA-Kijima モデル、金利単回帰型モデル、景気参照型モデルの内容について整理し、各モデルのメリット・デメリットや留意点についてまとめる。

## 2. IRRBB とコア預金モデルの位置づけ

### 2-1. IRRBB の概要

#### 2-1-1. バーゼル規制と IRRBB 制度の導入過程

国際的に活動する銀行は、金融システムの安定や公平な競争環境の確保等の観点から、バーゼル委員会の自己比率規制が課せられている。1988年に合意されたバーゼル I では、銀行の貸し倒れリスク（信用リスク）、1996年には投資先（トレーディング勘定）の価格変動リスク（市場リスク）がリスクの対象として考慮された。今回、2018年3月より、預金や貸金、有価証券の長期保有などの銀行勘定の金利リスクも考慮されることになる。

銀行勘定のリスクについては、2013年春にバーゼル委員会で検討開始され、2015年6月～9月に

- ① 自己資本比率の分母に反映する案（第1の柱案）
- ② 現行アウトライヤー規制を強化する案（第2の柱案）

の両論併記で意見の募集を行い、2016年4月21日に「第2の柱案」を採用した最終合意文書が公表された。

2018年3月より国際基準行への適用と開示が開始され、国内基準行の当局報告も同時期の2018年3月から開始された。国内基準行に関しては、2019年3月から新基準の正式適用が開始され、分析結果の開示が始まった。

## 2-1-2. 最終合意文書での IRRBB の位置付け

IRRBB においては、金利変動により、銀行勘定の資産や負債の現在価値、あるいは収益が変動することにより生じる金利リスクの精緻化と計量化を行うことが金融機関に求められる。IRRBB の枠組みで把握する「金利リスク」は以下が対象となっている。

- ① ギャップ・リスク（期間構造から生じるリスク）
- ② ベーシス・リスク（同一期間×異なる金利指標）
- ③ オプションリスク（行動オプション・自動オプション）

上記の「金利リスク」を、IRRBB 原則の下で、銀行の内部モデル、または、標準的手法（標準化フレームワーク）に基づいて計測する取り決めとなっている。

## 2-2. IRRBB における金利リスク計量方法

具体的な金利リスクの計量手順の概要は以下のとおりである。

- ① キャッシュフローを期間バケットに割り当てる。
- ② 6つの金利ショック・シナリオ（通貨毎）で経済価値変動（ $\Delta EVE$ ）を計算する。
- ③ 6つの金利ショック・シナリオで標準化不適な通貨別ポジションの自動金利オプション価値変化を計算（ $\Delta EVE$ に加算）する。
- ④  $\Delta EVE$ の計算（3つの金利ショック・シナリオで計算された $\Delta EVE$ の最大値）を行う。
- ⑤ 内部モデルによる計量化を行う。

※国際合意と同様に、国内において採用される内部モデルに特段の制約はない。

監督当局によるモデルリスク把握の観点から、パラメータのリストやモデル検証に関わる説明が求められ、設定の前提等の開示やバックテストの状況については開示が必要となる。金利リスク計量についての具体的な内容は下表の通りである。

## 【IRRBB の概要（国際統一基準行の例）】

金利 ショック シナリオ	形 状	6つの金利シナリオ（パラレル（上下）・短期金利（上下）・ステイプニング・フラットニング） ※パラレル（上下）・ステイプニングが必須，その他は任意
	ショック 幅	◆円は，パラレル・短期・長期のいずれも100bp ◆米ドルは，パラレル200bp・短期300bp・長期150bp など通貨ごとに設定される。 ※将来見直しの可能性あり
アウトライヤー比率 （重要性テスト）		$\Delta EVE \div \text{Tier1 資本} > 15\%$ （国際合意に沿った水準） ※国内基準行： $\Delta EVE \div \text{コア資本} > 20\%$
計測の適用範囲		国際合意では，連結ベースを計測の適用範囲としていたが，国内基準では連結ベースとは別に単体ベースでの計測結果も求められ，開示および報告は，グループ単位，銀行連結単位および単体ベースで行われる。計測の範囲については，重要性の観点からストレス時に金融機関の資産に大きな影響を与えると考えられる連結子会社を計測の対象とし，全ての連結子会社を対象に含める必要はない。（選別基準の開示と監督当局への報告は必要）
開示頻度		半期に一度
報告頻度		四半期に一度（グループ連結/単体）

## 2-3. IRRBB と行動オプション性を有する金融商品

IRRBB では，計測対象オプションリスクのうち，期限前償還や中途解約等といった債務者や預金者の行動により，将来のキャッシュフローの不確実性のある行動オプションに伴う残存期間の変更可能性を考慮した仮定を置かなければならない。最終規則では，行動オプション性を有する金融商品として以下を挙げている

## i. 期限前償還リスクの対象となる固定金利ローン

(Fixed rate loans subject to prepayment risk)

具体的な金融資産・負債：住宅ローン，法人向け貸金

## ii. 固定金利ローンのコミットメント

(Fixed rate loan commitments)

具体的な金融資産・負債：これまでのところ日本においては対象として議論されている商品は見られない

## iii. 解約リスクがある定期預金

(Term deposits subject to early redemption risk)

具体的な金融資産・負債：定期性預金

## iv. 流動性預金

(non-maturity deposits)

具体的な金融資産・負債：流動性預金（コア預金）

上記金融商品の中で、金利リスク計量への影響が最も大きいものが流動性預金（コア預金）である。そのため、日本においてコア預金モデルによる推定を行い、金利リスク計量を行う場合は、上記のコア預金以外の分析についてもモデル等による金利リスクの精緻化を求められる方針となっている。国内基準行については、以下のように、コア預金に内部モデルを導入するケースとしないケースで今後の対応方針が異なる。

【コア預金の内部モデル化と対応内容】

対応方針	コア預金の内部モデル化を検討する場合	コア預金の内部モデル化を検討しない場合
具体的対応内容	コア預金以外の行動性オプションについても、重要性に応じて ① 内部モデルの導入 ② 保守的な前提の反映により計量し、その後の精緻化を順次考慮する必要がある。 ※「保守的な前提の反映」では、金融庁が提示する計測モデルの利用が想定されている	コア預金以外の行動性オプションを考慮しなくても良い ※モデル化を行わない場合でも、利用者行動に関わるデータの蓄積と推移モニタリングの実施を当局より求められる

金融庁による上記の方針に対して、本邦金融機関の現在の対応状況は以下の通りとなっている。

- モデルを導入する場合は、内部モデルを用いた計測を基本とし、バーゼルで定められた標準的手法による IRRBB 計測も可能であるが、本邦銀行においては標準的手法の採用は少数で、内部モデルを採用するケースが多数を占める。地方銀行、第二地方銀行については、多くが内部モデルを導入

済みであるが、信用金庫で内部モデルを導入しているケースは比較的少ない。

- 一方、システム化対応が必要となるケースが想定されること等から、モデルの使用に関する義務付けはされず、モデルを使用していない金融機関も少数存在する。この場合は、金融庁による保守的な計量手法が適用されている。
- 標準的手法を用いる場合も、内部モデルと同様にバックテスト等の報告は必要であり、対象となる金融機関では対応が行われている。
- 監督当局が、使用する内部モデルに欠陥や問題があると判断した場合等は、標準的手法による経済的価値の変化（ $\Delta EVE$ ）の計測を要求されることがある。この点については、対象となる金融機関が出てくるかは、今後の当局の対応次第となるだろう。
- 収益性の変化（ $\Delta NII$ ）についても順次対応が求められる方針となっている。

#### 2-4. IRRBB に係る早期警戒制度

金利リスクの計量（重要性テスト）の結果、基準値を超えた金融機関に関しては、経営の健全性を総合的に判断するため、早期警戒制度として金利リスク以外のリスクについても多角的に精査される。

以下から構成される新しい枠組みの早期警戒制度として、監督指針へも反映される。

1. 重要性テスト
2. オフサイト・モニタリング・データの追加分析
3. 金融機関からのヒアリング・提出資料を用いた分析・対話

重要性テストへの該当をもってアウトライヤー行とは判断されることはないが、重要性テストに該当した先については、オフサイト・モニタリング・データの追加分析等を通じて、当局調査が実施される。重要性テストの該当先を対象に、収益性・リスクテイク・自己資本バランスや金利ショックが自己資本に

与える影響について以下の観点で分析を行う必要がある。つまり、金利リスクが基準値を超えており、経済変化による経営の健全性確保が危ぶまれる金融機関については、その他のリスクカテゴリーについての精査が行われ、監督・指導の対象になる可能性もあり、金融機関の経営方針にも影響を与える可能性がある。有価証券運用による収益性確保が重要な手段となっている金融機関も多くあり、今後の動向が注目される。

- 有価証券価格変動リスクと自己資本の余裕度との関係。尚、自己資本の余裕度には有価証券の含み損益を勘案する。
- 通貨別の金利リスクと自己資本の余裕度との関係を検証する。
- 過去収益および金利ショックが将来収益にあたえる影響を検証する。

※自己資本の余裕度とは、現在積んでいる自己資本から最低所要自己資本を引いたものを指す。

例) 国際基準行の場合：Tier1 資本から6%引いたもの

国内基準行の場合：自己資本から4%引いたもの

### 3. IRRBB におけるコア預金推定モデル

#### 3-1. IRRBB におけるコア預金とモデル推定の重要性

流動性預金は預金者が預金引き出しの権利を持っているため、満期の定められていない預金である。しかし、流動性預金の一定額は口座内に滞留することが観測されており、保守的に見積もった滞留分をコア預金と呼ぶ。

金融機関の抱える金利リスクは、資産サイドと負債サイドの金利リスクによって計算される。流動性預金で調達した資金を、国債などへの長期固定金利商品の投資にあてる場合、流動性預金の満期を短く設定すると、負債サイド（例、預金）と資産サイド（例、債券）の満期のミスマッチから、銀行は金利リスクを抱えることになる。例えば債券を考えた場合、金利が上昇した場合は、債券の価値は減少し、資産サイドの経済的価値は減少（ $\Delta EVE$  はマイナス）する。一方、負債サイドを見ると、金融機関の負債の大半は預金が占めており、その経済的価値は増加（ $\Delta EVE$  はプラス）する。資産サイドと負債サイドの

経済的価値の増減を加算することで、金融機関の金利リスクを計量する。流動性預金を考えた場合、預金を引き出す権利は預金者にあるため、預金者行動（行動性オプション）を考慮したうえで、保守的に見積もっても金融機関に滞留すると推定される預金をコア預金とし、負債サイドについてはコア預金を対象として金利リスクを計量する。

前述したように、IRRBBの金利リスク計量において、最も結果へのインパクトの大きいものは流動性預金であり、コア預金ををできるだけ精緻に計量することが金利リスク計量のカギとなる。モデルによりコア預金推定を行わない場合、銀行では金融庁の基準に従いコア預金の満期を見積もっているが、その場合、満期は保守的に短めに設定される。合理的なモデルでコア預金の満期をより正確に推定できれば、国債や住宅ローンなどの資産サイドの金利リスクを負債サイドの金利リスクで相殺する部分が大きくなるため、中長期の債権投資や長期貸付で更なる収益機会を得られる可能性がある。この点で、厳しい経営環境の中、効率的に資産を活用するためにも、保守性を重視するだけでなく、推定の精度を上げることは重要となる。

### 3-2. コア預金推定モデルの概要

流動性預金は預金者の預金預け入れ、引き出し行動に左右されるため満期に不確実性があり、また、市場金利、預金金利、その他の変数と預金者の預金行動はそれらの動きが完全に連動しないため、流動性預金残高や満期の推定モデルの構築は容易ではない。さらに、過去のデータからは景気や金利の上昇局面において流動性預金が減少することが観測されているが、多くの金融機関では10年から15年間程度の預金残高データしか取得できず、金利上昇局面のデータは十分にあるとは言えない、などの実務上の問題が存在する。

このような背景により、これまで独自モデルによる流動性預金の平均満期推定は行わず、金融庁の標準手法による平均満期算出を行ってきた金融機関も多くある。本手法による平均満期は1.25年（現預金残高の50%をコア預金とした場合）と保守的に短い設定となっているが、実際には流動性預金はそれより長い期間金融機関に滞留すると考えられ、実態に即した分析手法を開発すること



が、求められてきた。

これまで、初期の段階では多くの金融機関が木島、伊藤（1997）モデル（以下、AA-Kijima モデル）を導入しており、AA-Kijima モデルはこれまで最も多く採用されているモデルの1つとなっていた。AA-Kijima モデルでは、ストレステスト的要素の強い仮定をおくことで、過去データでは観測できない金利上昇レジームを推定し、コア預金残高等を求めている。このため、アウトライヤー基準に比べ、長い推定平均満期が求められるものの、保守性がいまだ強すぎると考える金融機関も少なくない。また、AA-Kijima モデルは算出される平均満期の安定性に問題があると考えられる金融機関も多い。このようなことから、今回の IRRBB 適用に際し、他のモデルを採用する金融機関も多く出てきている。

次に、本邦金融機関において現在採用されている主要なコア預金推定モデルを見ていく。コア預金推定モデルは大きく分けて以下4種類のタイプに分類される。

#### 【主なコア預金推定モデルの概要】

分類タイプ	代表的なモデル例	主な特徴
自己履歴 完結型	ヒストリカル手法 (正規分布モデル) AA-Kijima モデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>履歴データが整備されれば算出が可能</li> <li>モデルが安定せず、算出結果の予測が難しい</li> <li>正規分布へのあてはめは十分な検証が必要 (正規分布モデル)</li> <li>ストレス水準が過少となる可能性 (正規分布モデル)</li> <li>ストレス水準が過大で、その根拠も乏しい (AA-Kijima)</li> </ul>
外部説明変数 参照型 (単変量)	金利単回帰モデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>流動性預金の時価評価との相性が良い</li> <li>低金利が続く日本では回帰式タイプは定式化が難しい</li> </ul>
	景気単変量モデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>長期間の構造をモデル化しているため、結果のブレが比較的少ない</li> </ul>

① ヒストリカル手法（正規分布モデル）

預金残高のヒストリカルデータにより、99%タイルの実績預金残高減少額を算出し、その減少額が設定期間で続くと仮定し、コア預金を算出する方法である。つまり、「過去の残高推移における最大流出が今後続く」と仮定したモデルである。

実績預金残高減少額を使用しているため、保守性の観点からも、できるだけ長期のヒストリカル預金残高データにより分析することが望ましい。金利上昇時に預金残高の減少が発生するため、特にバブル期を含む金利上昇期のデータがない場合には、本手法を用いる事は好ましくないと考えられるが、基本的に預金残高の減少がほとんど見られない直近10年のデータで計算されることも多々あるため、モデルの妥当性についての検証が必要である。

また、実績預金残高減少率を理論分布にあてはめる際に「実績値を正規分布にあてはめる」場合が多いが、統計的に正規性が認められない場合も多く、正規性の検証を踏まえ採用する理論分布を決定することが望ましいなどの留意点が挙げられる。

② AA-Kijima モデル

預金残高のデータのみを使用したモデルである。預金残高の上昇、安定期の状態（レジーム）を遷移するレジーム・スイッチング・モデルのパラメータ（トレンド項「残高増加」「残高安定」の2つ（ $\mu_1$ ,  $\mu_2$ ）とボラティリティ）を、統計的手法（EM アルゴリズム）により推定する。

ストレステスト的要素の強い以下の仮定をおくことで、コア預金残高等を求める。

（仮定1）パラメータを用いて、一つの「残高減少トレンド項 $\mu_3$ 」を求める。（過去データで観測できない金利上昇レジームを推定して金利上昇期の残高減少トレンドに見立てる）

（仮定2）将来のレジームは金利上昇レジームから遷移しない。

以上の仮定から、預金残高の解析解（99% タイル値など）が得られる。

※AA-Kijima モデルの変形版モデルとして、トレンドがスイッチせず1つの上昇トレンド値を求め、符号を反転させるモデルを採用している金融機関も存在する。

### ③ 金利単回帰モデル

単回帰モデルを使用し、金利データにより預金残高変化率を説明するモデルである。金利単回帰モデルにはいくつかのタイプがあるが、預金減少率のパーセンタイルを求める際に、金利期間構造モデル（HW モデル、CIR モデルなど）を用いているモデルもみられる。この場合は、金利期間構造モデルを用いた式が1つあり、金利と預金残高の関係式が別にある重層的な構造をもつモデルとなっているため、金利期間構造モデルの妥当性の検証も重要となる。

金利を説明変数としたモデルは、主にヨーロッパで多く紹介されている。ゼロ金利が長年続いた日本に比べ、これまではヨーロッパでの金利モデル適用の難易度は低かったと思われるが、現在はヨーロッパにおいても低金利傾向になっているため、状況が変わってきている可能性もある。日本においては低金利政策のため1995年以降は金利の変化幅が小さく、預金残高の過去履歴データが取得できる期間と合すると、2006年頃のみになるケースの方が多い。一方、預金残高は変化率でみると大きな変動が観測され、変動が小さい金利で変動の大きな預金変化をモデル化するにはモデルの工夫が必要となる。

金利単回帰モデルのメリットには、コア預金の平均満期の算出のみではなく、流動性預金の時価まで算出したい場合に適する点が挙げられる。

### ④ 景気単変量モデル

ゼロ付近に張り付いた金利でなく景気指標（日銀短観）を説明変数としており、預金残高と景気指標は逆相関の関係が高くなる場合も多く、高い説明力が期待される。AA-Kijima モデルで2つの値をとるレジームとして設計されていたドリフト項を、時間とともに変化するファクターモデルと

し、トレンド項は景気指標を説明変数とした関数で定式化を行う。これにより、トレンド項が式により求められ、景気上昇局面のシナリオが表現され、AA-Kijima モデルでのパラメータの不安定性が軽減される。

残高減少トレンドは、過去の最大景気水準（平均+2 $\sigma$ 等）が将来にわたって継続する、というストレスシナリオを設定し、残高減少時のトレンドとして推定を行う。最大景気水準によりトレンドを推定し、求められた確率微分方程式から解析解により99%タイル等の預金残高を求め、平均満期を算出する。

### 3-3. コア預金推定モデルのメリット・デメリットと留意点

各コア預金推定モデルのメリット・デメリットをまとめると下表の通りである。実務における使用においては、理論的な妥当性の他に、どのような経済状況やイベントに対しても左右されないコアとなる滞留預金というコア預金の性質や定期的な実務での運用を考慮し、以下4つの各評価軸により評価を行っている。

- ① 「モデルの安定性」
- ② 保守性を考慮する上での「ストレスの合理性と保守性」
- ③ 内部/外部部門における説明責任と結果が変動した際に原因を解釈するために必要である「モデルの分かりやすさ」
- ④ 経済状況などを考慮したモデル体系としての「マクロ要因の加味」と採用した説明変数の十分な「説明力」

モデル構築における留意点としては以下のようなものが挙げられる。

- 各モデルにはそれぞれのメリット・デメリットがあるが、モデル構築時の各銀行データでのモデル検証の他に、定期的なモデル精度の確認とバックテストを行っていくことも重要な点であろう。
- モデル構築は、預金を個人・法人・地行体の3区分に分け、3モデルを構築することが通常である。個人預金は、全国的に見てどの地域も動きは近く、直近では預金残高は増加の一途を辿っている。法人の預金残高に関しては、地域性が見られるとともに、各銀行の営業方針の違いなどによっても預金推移に特徴がみられることが多い。地行体の預金残高は通常大きな変動を伴い、モデルの当てはまりは、個人・法人に比べると低くなることが多い。

- イベント性の預金増減に関しては、モデル化の際にその影響を排除する工夫を行う必要がある。例えば、東北地方であれば2011年の東日本大震災以降の数年は保険金や義援金などの振込により、預金残高が急激に伸びているが、マクロ変数によるモデル構築を行う上では、イベントによる預金変化は調整することが必要となる。また、統合や合併により複数の銀行データを統合しデータ構築する場合には、データの推移状況に違和感がないか、イベント性の要因があれば調整を行うなどのチェックを行う必要がある。
- どのモデルを採用するかは金融機関の裁量に任されている。各モデルはそのモデル特性により、算出される平均満期の水準に違いがあり、また分析時のパラメータ設定によっても算出される平均満期は異なる。実務においては、モデルの理論的な合理性、パラメータなどの設定の妥当性、資産側の金利リスク量、運用上の利便性などを考慮し、分析内容を決定することが必要となる。

モデル		安定性	ストレスの 合理性と保守性	モデルの 分かりやすさ	マクロ要因の 加味と説明力
自己履歴完結型	正規分布モデル	正規分布へのあてはまりが弱く、安定しない可能性あり	データ期間が短い場合や正規分布へのあてはめで、ストレスが過少となる可能性がある	預金変化率の正規分布へのあてはめでは単純な手法	マクロ要因を加味していない
	AA-Kijimaモデル	パラメータ推定が安定しにくい 安定化のためにはデータ期間と処理の工夫が必要	上昇局面の反転により保守的な下降局面ストレスを想定しているが、ロジックの根拠に乏しく、保守的になりすぎる傾向も	トレンド算出のEMアルゴリズムの理論背景が分かりにくいとの声もあり	マクロ要因を加味していない
外部説明変数参照型	金利単回帰モデル	モデルのあてはまりが弱く、分析データにより結果のブレの可能性あり 金利の期間構造モデルを使う場合は、構造的に不安定要素となり得る	重要な説明変数である金利の感応度が小さく、ストレスが過少となる懸念がある	金利単変数でのモデル化で分かりやすい 金利の期間構造モデルを使う場合は、内容が比較的高度	金利と預金の関係を考慮しているが、金利の説明力が弱い 特に高金利下の預金減少のテイルの説明力は低い
	景気単変数モデル	長期間の構造をモデル化しているため結果のブレが少ない 直近期間では景気と預金の逆相関関係が弱まっている点に注意	バブル景気が10年続くなどの合理的なストレス水準の設定	景気指数での単純な式でモデル単変数で分かりやすい	景気と預金の高い逆相関の関係から説明力の高いモデル構築が可能

#### 4. 流動性預金に関する開示データの検証

本節では、地方銀行（64行）を対象とし、IRRBBの開示結果の分析を行う。国内基準行に関しては、2019年3月から新基準の正式適用が開始されたため、2018年度のディスクロージャー資料で、新基準におけるコア預金の平均満期年などの結果が確認可能である。開示結果からどのようなことが示唆されるかを議論するとともに、現在の地方銀行の置かれた状況と、背後にある経営方針について考察を行う。

##### 4-1. 使用データ

流動性預金の開示データの検証に使用したデータは以下の通りである。

###### ① 流動性預金に関するディスクロージャー資料からの取得データ

開示資料には、各銀行がどのタイプのコア預金内部モデルを使用しているかは記載されていない。そのため、本稿では各モデルの正当性の検証や議論は行わず、各銀行による計測結果（平均満期、金利リスク量）と計測結果に大きな影響を与える事項（内部モデルの有無、最長満期）を使用して議論を行う。

###### 【ディスクロージャー資料からの取得データ】

平均満期年
最長満期
内部モデルの有無
最大 $\Delta$ EVE
自己資本額
最大 $\Delta$ EVEとなる金利シナリオ

データ出所：各地方銀行ホームページのディスクロージャー資料

## ② 財務データ

## 【財務データ】

データ項目	コード
有価証券合計	FINFSTA'B11046
貸出金合計	FINFSTA'B11053
資産合計	FINFSTA'B11098
預金	FINFSTA'C11021
負債	FINFSTA'C11089
純資産	FINFSTA'C11090
株主資本	FINFSTA'C11091
資本金	FINFSTA'C11092
その他有価証券評価差額金	FINFSTA'C11106
負債・純資産	FINFSTA'C11112
自己資本	FINFSTA'C11113
経常収益 [累計]	FINFSTA'D11021
経常利益 [累計]	FINFSTA'D11115
売上高・営業収益（短信サマリー）[累計]	FINFSTA'D11005

データ出所：日経 NEEDS Final Quest

## ③ 県別人口データ

総務省統計局ホームページ

<https://www.stat.go.jp/data/nihon/02.html>

## ④ 県内総生産データ

内閣府ホームページ

[https://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/sonota/kenmin/kenmin\\_top.html](https://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/sonota/kenmin/kenmin_top.html)

## 4-2. 流動性預金に関する開示データの基礎分析

流動性預金に関する開示データの基礎分析結果を以下にまとめる。

## ① 平均満期

銀行はコア預金モデルから算出された流動性預金のマチュリティラダーから、コア預金の平均満期を計算する。コア預金の平均満期は採用するモ

デル，設定されたパラメータ，追随率，マチュリティラダーの最長満期等により水準が大きく変わってくる。それらの設定についての厳しいルールはなく，各銀行が合理的に決定することになっている。平均満期の水準により，健全性の判定基準の指標であるアウトライヤー比率の水準も変わってくることになる。そのため，平均満期の水準とアウトライヤー比率の水準を見れば，銀行のおおよその金利リスク量が推測可能である。開示データによるコア預金の平均満期は，1年から9年に分布し2年，3年，4年台に約80%の銀行が分布していることが確認される。

図1 平均満期分布

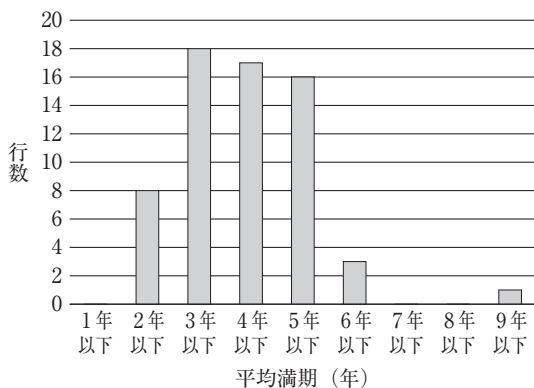


表1 平均満期分布

データ区間	頻度	比率
1年以下	0	0%
2年以下	8	13%
3年以下	18	28%
4年以下	17	27%
5年以下	16	25%
6年以下	3	5%
7年以下	0	0%
8年以下	0	0%
9年以下	1	2%

② 最長満期

平均満期を計算する際に採用しているマチュリティラダーの最長満期の分布は，以下のとおりである。これまでの慣例で，10年に設定している銀行が77%を占める。その次に多いのが5年であるが，これは金融庁手法における設定のケースを含む。最長満期の設定は，平均満期の水準に大きく影響を与えるが，その設定に関する取り決めはなく，各銀行が行っている。

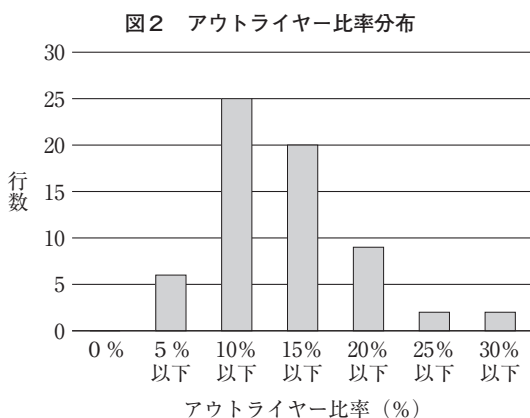
表2 最長満期分布

採用最長満期	行数	比率
4.5年	1	2%
5年	8	13%
8年	3	5%
9年	1	2%
10年	49	77%
15年	1	2%
20年	1	2%



## ③ アウトライヤー比率

銀行は算出された流動性預金のマチュリティラダーから、金利が変化し  
た際の流動性預金の経済的価値の変化（ $\Delta EVE$ ）を計算する。 $\Delta EVE$ が  
銀行の保有する金利リスク量と考えられ、算出された $\Delta EVE$ の自己資本  
額に対する比率がアウトライヤー比率である。アウトライヤー比率の水準  
により、銀行がどれぐらいの金利リスクを抱えているかの危険度を測るこ  
とができる。開示データによるアウトライヤー比率は、5%から15%の範  
囲に約70%の銀行が分布している。アウトライヤー行の基準値である20%  
を超えているのは4行のみとなっている。

表3 アウトライヤー  
比率分布

データ区間	頻度	比率
0%	0	0%
5%以下	6	9%
10%以下	25	39%
15%以下	20	31%
20%以下	9	14%
25%以下	2	3%
30%以下	2	3%

④ 最大 $\Delta EVE$ 金利シナリオ

銀行は3つの金利シナリオ（上方パラ  
レル、下方パラレル、スティーブ）に関  
して、それぞれの $\Delta EVE$ 最大値が計算  
され、最大 $\Delta EVE$ におけるアウトライ  
ヤー比率が計算される。各銀行において、

表4 最大 $\Delta EVE$ 金利シナリオ

最大 $\Delta EVE$ 金利シナリオ	行数
上方パラレル	32
下方パラレル	29
スティーブ	3

$\Delta EVE$ が最大となった金利シナリオは、どのような分布を示しているか  
の集計を行った。集計結果によると、上方パラレルと下方パラレルが約  
半々であることが分かる。これは各銀行がどのようなポートフォリオを保

有しているかを推測する材料として利用することが可能である。例えば、下方パラレルにおいて $\Delta EVE$ が最大となっている銀行は長期債券などの保有額が少ないこと、与貸満期が短いことなどが推測される。

⑤ 採用モデル

地方銀行が採用しているモデルは、92%が内部モデルとなっている。

表5 採用モデル

採用モデル	行数	比率
当局モデル	5	8%
内部モデル	59	92%

表6 各銀行の開示データ一覧

No	銀行名	証券コード1	証券コード2	県	コア預金モデル	平均満期	平均満期順位	最長満期	最大 $\Delta EVE$ 金利シナリオ	アウトライヤー比率
1	北海道銀行	8353	8377	北海道	内部モデル	3.67	24	10年	下方パラレル	16.07%
2	青森銀行	8342	8342	青森	内部モデル	1.98	56	10年	下方パラレル	14.14%
3	みちのく銀行	8350	8350	青森	内部モデル	2.70	48	5年	下方パラレル	8.47%
4	秋田銀行	8343	8343	秋田	内部モデル	4.76	6	10年	下方パラレル	23.75%
5	北都銀行	-	-	秋田	内部モデル	4.69	7	10年	上方パラレル	12.45%
6	荘内銀行	-	-	山形	内部モデル	4.54	10	10年	上方パラレル	14.95%
7	山形銀行	8344	8344	山形	内部モデル	4.56	8	10年	下方パラレル	12.76%
8	岩手銀行	8345	8345	岩手	内部モデル	4.16	16	10年	上方パラレル	5.63%
9	東北銀行	8349	8349	岩手	内部モデル	4.16	16	10年	下方パラレル	8.87%
10	七十七銀行	8341	8341	宮城	内部モデル	2.96	45	10年	上方パラレル	13.60%
11	東邦銀行	8346	8346	福島	内部モデル	2.97	42	10年	下方パラレル	12.56%
12	群馬銀行	8334	8334	群馬	内部モデル	2.97	42	10年	下方パラレル	5.09%
13	足利銀行	8335	8335	栃木	内部モデル	2.98	41	10年	上方パラレル	12.30%
14	常陽銀行	8333	7167	茨城	内部モデル	3.13	35	10年	上方パラレル	14.11%
15	筑波銀行	8338	8338	茨城	内部モデル	2.80	46	10年	上方パラレル	12.16%
16	武蔵野銀行	8336	8336	埼玉	内部モデル	3.00	38	5年	上方パラレル	9.37%
17	千葉銀行	8331	8331	千葉	当局モデル	1.25	58	5年	上方パラレル	7.26%
18	千葉興業銀	8337	8337	千葉	内部モデル	2.49	52	5年	上方パラレル	13.53%
19	きはし銀行	8409	7173	東京	内部モデル	5.20	4	10年	上方パラレル	1.50%
20	横浜銀行	8332	7186	神奈川	内部モデル	1.51	57	10年	上方パラレル	6.87%
21	第四銀行	8324	7327	新潟	内部モデル	3.50	26	10年	下方パラレル	7.78%
22	北越銀行	8325	7327	新潟	内部モデル	3.30	31	10年	下方パラレル	29.70%
23	山梨中央銀	8360	8360	山梨	内部モデル	4.23	14	10年	下方パラレル	11.57%
24	八十二銀行	8359	8359	長野	内部モデル	4.10	18	10年	上方パラレル	6.39%
25	北陸銀行	8357	8377	富山	内部モデル	3.04	37	10年	下方パラレル	20.00%
26	富山銀行	8365	8365	富山	内部モデル	2.74	47	10年	上方パラレル	12.69%
27	北國銀行	8363	8363	石川	内部モデル	4.20	15	10年	下方パラレル	14.61%
28	福井銀行	8362	8362	福井	内部モデル	4.09	20	10年	下方パラレル	17.72%

No	銀行名	証券コード1	証券コード2	県	コア預金モデル	平均満期	平均満期順位	最長満期	最大ΔEVE金利シナリオ	アウトライヤー比率
29	静岡銀行	8355	8355	静岡	当局モデル	1.25	58	4.5年	上方パラレル	8.80%
30	スルガ銀行	8358	8358	静岡	当局モデル	1.25	58	5年	下方パラレル	9.19%
31	清水銀行	8364	8364	静岡	内部モデル	3.40	28	10年	上方パラレル	8.60%
32	大垣共立銀	8361	8361	岐阜	内部モデル	5.45	3	9年	上方パラレル	10.57%
33	十六銀行	8356	8356	岐阜	内部モデル	4.40	11	10年	上方パラレル	12.23%
34	三重銀行	8374	7322	三重	内部モデル	2.67	49	10年	スティープ	6.72%
35	百五銀行	8368	8368	三重	内部モデル	3.40	27	10年	下方パラレル	7.80%
36	滋賀銀行	8366	8366	滋賀	内部モデル	3.00	38	10年	上方パラレル	5.59%
37	京都銀行	8369	8369	京都	内部モデル	5.00	5	15年	下方パラレル	3.31%
38	関西みらい銀	-	-	大阪	内部モデル	1.20	63	10年	スティープ	5.11%
39	池田泉州銀	-	-	大阪	当局モデル	1.25	58	5年	上方パラレル	4.59%
40	南都銀行	8367	8367	奈良	内部モデル	2.97	42	10年	上方パラレル	15.15%
41	紀陽銀行	8370	8370	和歌山	内部モデル	4.40	11	10年	下方パラレル	23.55%
42	但馬銀行	-	-	兵庫	当局モデル	1.25	58	5年	スティープ	19.47%
43	鳥取銀行	8383	8383	鳥取	内部モデル	2.60	50	10年	上方パラレル	18.42%
44	山陰合同銀	8381	8381	島根	内部モデル	8.70	1	20年	下方パラレル	10.59%
45	中国銀行	8382	8382	岡山	内部モデル	3.83	22	10年	上方パラレル	4.69%
46	広島銀行	8379	8379	広島	内部モデル	3.09	36	10年	上方パラレル	5.65%
47	山口銀行	8380	8418	山口	内部モデル	4.26	13	10年	上方パラレル	4.65%
48	阿波銀行	8388	8388	徳島	内部モデル	3.54	25	10年	上方パラレル	8.13%
49	百十四銀行	8386	8386	香川	内部モデル	3.40	28	10年	下方パラレル	8.69%
50	伊予銀行	8385	8385	愛媛	内部モデル	3.00	38	10年	上方パラレル	9.50%
51	四国銀行	8387	8387	高知	内部モデル	3.80	23	10年	上方パラレル	15.74%
52	福岡銀行	8326	8354	福岡	内部モデル	3.30	32	8年	下方パラレル	12.08%
53	筑邦銀行	8398	8398	福岡	内部モデル	3.23	33	10年	下方パラレル	3.58%
54	西日本シティ	8327	7189	福岡	内部モデル	2.45	53	10年	下方パラレル	8.93%
55	北九州銀行	-	-	福岡	内部モデル	3.39	30	10年	上方パラレル	25.43%
56	佐賀銀行	8395	8395	佐賀	内部モデル	記載なし		10年	下方パラレル	17.41%
57	十八銀行	8396	8354	長崎	内部モデル	3.17	34	8年	上方パラレル	11.64%
58	親和銀行	-	-	長崎	内部モデル	2.54	51	8年	上方パラレル	10.51%
59	肥後銀行	8394	7180	熊本	内部モデル	5.54	2	10年	上方パラレル	6.44%
60	大分銀行	8392	8392	大分	内部モデル	4.10	18	10年	下方パラレル	13.87%
61	宮崎銀行	8393	8393	宮崎	内部モデル	4.00	21	10年	下方パラレル	9.87%
62	鹿児島銀行	8390	7180	鹿児島	内部モデル	4.56	8	10年	下方パラレル	6.70%
63	琉球銀行	8399	8399	沖縄	内部モデル	2.29	55	10年	下方パラレル	15.74%
64	沖縄銀行	8397	8397	沖縄	内部モデル	2.35	54	5年	下方パラレル	6.19%

※証券コード1：当該銀行の証券コード、証券コード2：親会社の証券コード。「-」は非上場。

### 4-3. 流動性預金に関する開示データの分析

銀行の置かれた状況と経営方針を議論するために、前節の開示データの分析を行う。具体的には、平均満期を対象とし、平均満期と表7の各データ項目との関係につき調査し、その結果についての考察を行う。アウトライヤー比率でなく平均満期を対象とする理由は、これまでに述べたように、平均満期はモデルの設定等で水準が大きく変わるため、アウトライヤーの判定基準値が考慮された結果、平均満期の水準に各銀行の金利リスク量の水準が反映される傾向にあると考えられるためである。検証する各データ項目と平均満期との相関値は以下の通りである。県に関するデータは、各地方銀行の本店が所在する県のデータを適用している。また、預貸率は貸出金合計/(預金+譲渡性預金)、預証率は有価証券合計/(預金+譲渡性預金)で計算している。

表7 検証データ項目と平均満期との相関

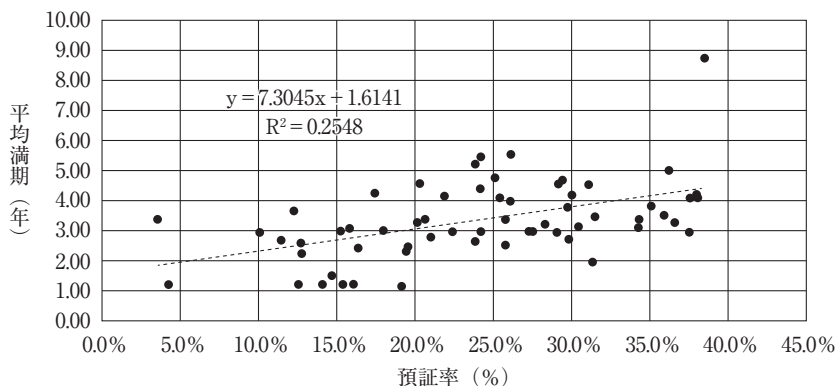
データ項目	平均満期との相関
アウトライヤー比率	2.5%
最大ΔEVE	-14.7%
自己資本額	-19.3%
資産合計	17.8%
経常利益	-19.0%
預金	7.6%
預貸率	-23.7%
預証率	50.5%
貸出金合計/資産合計	-38.6%
有価証券合計/資産合計	45.4%
県内総生産	-15.7%
県内総生産増加率	11.6%
県総人口	-33.5%
県人口増減率	-33.6%

※日経 Needs でデータ欠損の銀行に関しては、相関値の計算対象外としている。

調査したデータ項目の中で相関値（絶対値）の水準が最も高いのは預証率（約50.5%）である。符号はプラスなので、平均満期が長くなると預証率が高くなることが分かる。このことは、有価証券運用を積極的に行っている銀行の平均満期は長いことを表している。背景には有価証券運用において、金利リスクをとっており、その結果長いコア預金の平均満期で金利リスクを相殺していることがあると推測される。有価証券合計/資産合計の相関値が高いことも同様の理由で解釈できる。また、貸出金合計/資産合計も約-38.6%と高い水準となっているが、預証率が高いということは、貸出金合計/資産合計が低いことを意味するので、貸出金比率が小さく有価証券運用額が多くなっている銀行ということと同様のことを意味する。

図3は預証率と平均満期の関係を単回帰した結果である。預証率は0-40%の範囲に分布しており、銀行によって有価証券運用に占める比率が大きく異なることが分かる。いくつかの外れ値はあるものの、相関で見たように、預証率が高くなると平均満期が長くなる。有価証券運用に積極的な銀行には、いくつかのリスクカテゴリーの中で金利リスクをとって収益を上げている銀行もあり、資産側の金利リスクを相殺するために負債側の平均満期が長くなる傾向にあることが推測される。

図3 預証率と平均満期



その他の項目で相関値（絶対値）の水準が高いものに県総人口、県人口増減率が挙げられる。県総人口は県の経済規模（県内総生産）をおおむね表し、県総人口と県内総生産の相関は約92%と高い。一方、人口増減率は人口の増減傾向を示し、大都市ほど人口が増加、地方都市ほど人口が減少している傾向にあるため、総人口と人口増減率の相関は約70%と高い水準となっている。ただし、沖縄のように人口増加率は高いものの、人口はそれほど多くない地域も存在する。県総人口、県人口増減率の平均満期との相関値が高い理由は、人口が増加している大都市では経済活動が活発で、与貸先企業も比較的確保でき預貸率が高いため、金利リスクをそれほどとる必要もなく、その結果平均満期が短くなっていると推測される。県人口増減率と預貸率の相関は約50%と、ある程度高い水準となっていることが確認される。

図4は県人口増加率と預貸率を単回帰した結果である。相関で見たように県人口増加率が高くなると預貸率が高くなる。現在の日本においては、人口増加率がマイナスの地域の方が多く、プラスの県は少数派であることが確認され、人口減少傾向が全国的にみられることが分かる。特に、東京の7.3%は突出して高い値になっている一方、-10%を下回る県は東北地方に多く見られる。この図からも、人口減少している地域において、預貸率が低水準となる傾向があることが分かる。

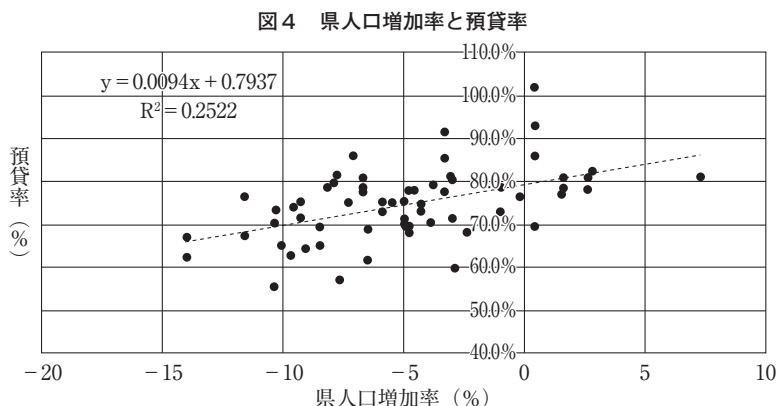
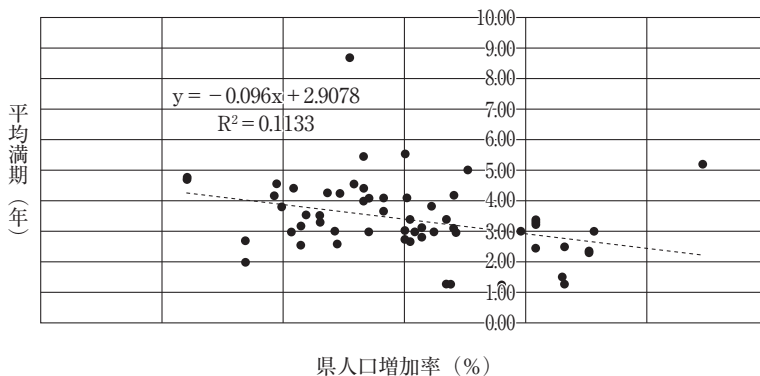


図5は県人口増加率と平均満期を単回帰した結果である。大きい2つの外れ値はあるものの、相関で見たように県人口増加率が高くなると平均満期が短くなる。この図が示しているのは、地域的な平均満期の傾向であり、人口減少が進んでいる地域の銀行では平均満期が長くなる傾向にあることが確認される。ただし、図4、図5を見ると、同水準の人口増加率であっても、預貸率や平均満期の水準はそれなりに大きく、同地域の銀行であっても与信競争で優位にある銀行とそうでない銀行の差があることが分かる。この点については、銀行の規模、営業力、経営方針などにもかかわっていると考えられる。

図5 県人口増加率と平均満期



以上がアウトライヤー比率（最大金利リスク量/自己資本）の分子である最大金利リスク量側の考察であり、金利リスク量は銀行がどのようなポートフォリオを保有しているかを表している。これまでの議論をまとめると、地方銀行においては、地方になるほど経済規模が小さく経済活動も活発でない傾向があるため、銀行の与貸先も限られ、収益を上げるための経営方針として与貸満期を長くしたり長期の有価証券運用に力を入れたりせざるを得ない状況にあると考えられる。その結果、資産側の金利リスク量が高くなり、コア預金の平均満期も高めに算出される傾向にあると推測される。

次に、アウトライヤー比率（最大金利リスク量/自己資本）の分母側である自己資本について考察する。自己資本はおおむね銀行の資産規模を表しており、

自己資本と資産合計の相関は約80%であることが確認される。一方、最大 $\Delta$ EVEと平均満期との相関は約-14.7%で、平均満期が長ければ金利リスク量が小さくなる傾向にあることが分かる。仮に、自己資本が同じであれば、このような傾向になるのは当然の結果である。ところが、銀行の規模対比のリスクであるアウトライヤー比率と平均満期との相関は約2.5%で、ほとんど相関していないことが確認される。これは、規模の小さく自己資本の小さい銀行ほど最大 $\Delta$ EVEが小さく（自己資本と最大 $\Delta$ EVEの相関は約78%）、そのような銀行は平均満期が長いということを示唆している。これは、規模の小さい銀行は大きい銀行に比べ、本業である与信に苦勞していることが背景にあることが推察される。現在、地方銀行は、与信額の増加に苦勞しており、他県へ営業範囲を拡大している傾向があり、地方銀行間の与信獲得競争が厳しくなっている。その結果、与信に苦勞している規模の小さい銀行は、与貸満期の長期化、有価証券運用の長期化に力を入れざるを得ず、資産側の金利リスク量が高くなっていると考えられる。

## 5. まとめと今後の課題

本稿においては銀行勘定の金利リスク計量において、最もインパクトの大きい銀行の負債サイドの流動性預金に焦点を当て、金利リスクの計量方法結果と銀行経営の置かれた状況について議論を行った。2019年3月末における開示資料に基づき、地方銀行におけるコア預金の平均満期年の開示結果を分析し、地方銀行の置かれた状況と背景にある経営方針について考察を行った。

その結果、以下の点が推測される。地方銀行においては、人口が少なく経済規模が小さい経済活動がそれほど活発でない地域では、銀行の与貸先も限られ、収益を上げるための経営方針として、与貸満期を長くしたり、長期の有価証券運用に力を入れたりせざるを得ない状況にあると考えられる。その結果、金利リスク量が高くなり、資産側と負債側の金利リスクを相殺するために、コア預金の平均満期も高めに算出される傾向にあると推測される。また、規模の小さく自己資本の小さい銀行ほど与信獲得競争に苦勞しており、金利リスクをとり



収益性を上げるため、最大 $\Delta$ EVEが大きくなり、平均満期が長くなっていることが推察される。

今後の研究課題としては、メガバンク、都市銀行、第二地方銀行、信用金庫などの開示データから同様の分析を行い、それぞれの金融機関の置かれた状況と経営方針の違いなどを議論したい。また、個別銀行に関しての分析内容を深め、平均満期の水準により運用対象商品の違いはあるか、運用対象商品の残存年数の特徴はあるか、与信期間の点でポートフォリオの特徴はあるか、などを調査し、それぞれの銀行の経営状況の特徴について議論を深めたい。

## 【APPENDIX】

### ■ アウトライヤー銀行

2019年3月のIRRBB以前における新BIS規制では

① 上下200bpの平行移動

③ 保有期間1年、観測期間最低5年の金利変動の1%と99%テイル値

による金利ショックにより、バンキング勘定の資産・負債、オフバランス取引で、自己資本の基本的項目(Tier1)と補完的項目(Tier2)の合計の20%を超える経済価値の低下が発生する銀行をアウトライヤー銀行と呼ぶ。

### ■ 金融庁のコア預金定義

a. ①過去5年の最低残高、②過去5年の最大年間流出量を現残高から差し引いた残高、又は③現残高の50%相当額のうち、最少額を上限とし、満期は5年以内(平均2.5年以内)として銀行が独自に定める。

b. 銀行の内部管理上、合理的に預金者行動をモデル化し、コア預金額の認定と期日への振り分けを適切に実施している場合は、その定義に従う。

## 【参考文献】

- 青野和彦, 「銀行における流動性預金の現在価値と金利リスクの計測: 先行研究のサーベイと実際のデータを用いた分析」, 『金融研究』, 第25巻別冊第2号, 75~104頁, 2006年
- 伊藤 優・木島正明, 「銀行勘定金利リスク管理のための内部モデル(AA-Kijima Model)について」, 『証券アナリストジャーナル』, 第45巻第4号, 79~92頁, 2007年
- 大久保 豊・森本祐司・栗谷修輔・野口雅之・松本 崇, 『【全体最適】の銀行ALM』, 金融財政事情研究会, 2010年
- 上武治紀・枇々木規雄, 「銀行の流動性預金残高と満期の推定モデル」, 日本金融・証券計量・工学会編, 『バリユエーション(ジャファイア・ジャーナル「金融工学と市場計量分析」)』, 朝倉書店, 196~223頁, 2011年
- 金融庁, 「『主要行向けの総合的な監督指針』, 『中小・地域金融機関向けの総合的な監督

- 指針』, 2018年
- 金融庁, 「主要行向けの総合的な監督指針」, 2016年
- 佐藤隆文 (編著), 『バーゼルⅡと銀行監督: 新しい自己資本比率規制』, 東洋経済新報社, 2007年
- 日本銀行金融機構局, BOJ Reports & Research Papers 『リスク管理と金融機関経営に関する調査論文』, 2011年3月
- 日本銀行金融機構局, 「国際金融危機の教訓を踏まえたリスク把握のあり方」, BOJ Reports & Research Papers 『コア預金モデルの特徴と留意点 — 金利リスク管理そしてALMの高度化に向けて —』, 2014年3月
- [https://www.boj.or.jp/research/brp/ron\\_2011/data/ron111124a.pdf](https://www.boj.or.jp/research/brp/ron_2011/data/ron111124a.pdf)
- 日本銀行金融高度化センター, 「ワークショップ『銀行勘定における金利リスク管理 — 預貸金のデュレーションの把握 —』を開催」掲載資料, 2013年11月18日
- [http://www.boj.or.jp/announcements/release\\_2013/re131118a.htm](http://www.boj.or.jp/announcements/release_2013/re131118a.htm)
- バーゼル銀行監督委員会 (日本銀行仮訳), 「金利リスクの管理と監督のための諸原則 (Principles for the Management and Supervision of Interest Rate Risk)」, 2004年7月
- Basel Committee on Banking Supervision Standards, “Interest rate risk in the banking book,” *Bank for International Settlements*, April 2016.
- <https://www.bis.org/bcbs/publ/d368.pdf>
- Cox, John C., Jonathan E. Ingersoll Jr., and Stephen A. Ross, “A Theory of the Term Structure of Interest Rates,” *Econometrica*, 53(2), pp.385-407, 1985.
- Hamilton, James D., “Analysis of Time Series Subject to Changes in Regime,” *Journal of Econometrics*, 45(1-2), pp.39-70, 1990.
- Times Series Analysis, Princeton University Press, 1994.
- Hull, John and Alan White, “Pricing Interest-Rate-Derivative Securities,” *Review of Financial Studies*, 3(4), pp.573-592, 1990.