DISCUSSION PAPER SERIES

銀行勘定における金利リスクの簡便な把握手法について

家田　明

Discussion Paper 97-J-1

IMES

日本銀行金融研究所

〒100-91 東京中央郵便局私書箱 203 号

備考：　日本銀行金融研究所ディスカッション・ペーパー・シリーズは、金融研究所スタッフおよび外部研究者による研究成果をとりまとめたもので、学界、研究機関等、関連する方々から幅広くコメントを頂戴することを意図している。ただし、論文の内容や意見は、執筆者個人に属し、日本銀行あるいは金融研究所の公式見解を示すものではない。

IMES Discussion Paper 97-J-1
1997年1月

銀行勘定における金利リスクの簡便な把握手法について

家田　明*

要　旨

銀行勘定の金利リスク（期間損益ベース及び現在価値ベース）を厳密に把握していくための手法としては、制度金利モデル等を勘案した上で、シミュレーションで金利リスク量を把握する EaR 法（アーニング・アット・リスク法）や VaR 法（シミュレーション法）がある。

しかし、これらの手法はシミュレーションなど比較的大掛かりな道具立てを必要とするため、銀行勘定における金利リスクを把握・管理していく上では、この他に一定の仮定を前提としたある程度簡便な手法も有効であるとの考え方も成り立ち得る。

本稿では、こうした観点に立って、金利リスク把握の簡便な手法を考察する。具体的には、期間損益、現在価値の2つのアプローチが必要であるとの認識から、期間損益ベースではマチュリティ・ラダー法について、また、現在価値ベースではデュレーション法、BPV 法、VaR 法（マトリックス法）について、考え方と具体的な計算例を示す。

キーワード：マチュリティ・ラダー法、デュレーション法、ベーシス・ポイント・バリュー法、VaR 法

* 日本銀行金融研究所研究第1課(E-mail: ieda@imes. boj.go.jp)

（目　　次）

1. はじめに

○ 銀行の金利リスクを考える場合、トレーディング勘定の金利リスク定量化については、現在価値ベースの確率的リスク評価手法としてVaR法が一般化している。一方、銀行勘定の金利リスクの場合は、それを期間損益ベースでみるべきか、あるいは現在価値ベースでみるべきかとの点について明確なコンセンサスが得られている訳ではない。また、銀行勘定には、制度金利連動商品やプリペイメント商品が存在する等の特性があり、リスク量の把握を技術的に困難にしているとの事情も存在している。

○ こうした技術面での対応としては、金利のターム・ストラクチャー・モデルを設定した上で、プリペイメント価値評価モデルや制度金利モデル等を組み込んで、モンテカルロ・シミュレーション等でリスク量を把握するVaR法（シミュレーション法）やEaR法（アーニング・アット・リスク法）がある。しかし、これらの手法はシミュレーションなど比較的大掛かりな道具立てを必要とするため、銀行勘定の金利リスクを把握・管理していく上では、こうした手法の他に、一定の仮定を前提としたある程度簡便な手法も有効であるとの考え方も成り立ち得る。本稿では、こうした観点に立って、簡便な銀行勘定の金利リスク把握手法を考察することを目的としている。

○ 以下では、２章で銀行勘定の金利リスク把握手法[1]について概観した後、３章で銀行勘定の金利リスクを簡便に把握する場合に必要な財務指標の内容及び具体的な手法を考察する。さらに４章でそれらの手法を使用した金利リスク量等の計算例を示す。

２．銀行勘定の金利リスク把握手法

2-1 マチュリティ・ラダー法

○ マチュリティ・ラダー法は、マチュリティ・ラダー表を用いて、オンバランス商品の資産・負債及びオフバランス・ポジションを満期/次期金利更改時までの残存期間別に分類し、同一期間帯の資産・負債のミスマッチから、金利シナリオを設定した上で、期間損益及びその変化を評価する手法である

---

[1] ここでは、銀行の金利リスクのうち、銀行勘定の部分に焦点を絞ることとする。いわゆる ALM ヘッジと呼ばれるオフバランス取引は対象に含まれる一方、投資有価証券勘定に含まれる政策株式は対象とはならない。

（いわゆるギャップ分析）。

———金利シナリオは、例えば、短期市場金利0.5%の上昇に対して、短プラが0.3%上昇する等一定の仮定に基づき設定。

○　マチュリティ・ラダー法は簡便な手法ではあるが、ポートフォリオの現在価値を把握・管理するには不適である。本手法は、先行き6か月または1年間程度の期間損益を把握・管理するために使用するのが一般的である。

2-2 デュレーション法

○　デュレーション法は、金利リスク量を現在価値ベースで把握する手法である。具体的には、将来に亙る元本とクーポンのキャッシュ・フローとそれらを割引く市場金利（割引金利）によって、各資産・負債の現在価値を把握し、この現在価値の割引金利変化に対する価格感応度を評価する。

○　これを簡単な算式で示す。割引金利をr、k期のキャッシュ・フローをc(k)として、「時価」pv(r)を(1)式で定義する。(1)式をrで微分すると(2)式が得られる。(2)式によって、金利がdr変化した際の、「時価」の変化dpv(r)を（一次微分しか見ていない意味で）近似的に算出することが出来る。なお、(2)式右辺の第1項（D/(1+r)）は修正デュレーションと呼ばれるものである。

$$\mathrm{pv}(r) = \sum_k \frac{c(k)}{(1+r)^k} \qquad (1)$$

$$\frac{d\mathrm{pv}(r)}{dr} = -\frac{\sum_k \frac{k \cdot c(k)}{(1+r)^k}}{\sum_k \frac{c(k)}{(1+r)^k}} \cdot \frac{1}{1+r} \cdot \mathrm{pv}(r) = -\frac{D}{1+r} \cdot \mathrm{pv}(r) \qquad (2)$$

○　(2)式は、マチュリティ・ラダー表の各期間帯に属する元本の（修正）デュレーションと所与の金利変動（例えば10bps）の積をリスクウェイトとし、これを各期間帯の元本とそのクーポンの「時価」に乗ずることで、「時価」の変動を算出するというものである。

○　デュレーション法では、ポートフォリオの金利変化に対する「時価」のセンシティビテイを算出しているので、債券先物ポジションのセンシティビテイを別途算出しておけば、当該ポートフォリオが先物換算で何単位に該当するかを求めることが出来るため、収益インパクトを把握しやすいとのメリットもある。

○　しかしながら、本手法は、上述のとおり、１次微分近似のため、金利変動幅が大きくなると高次の効果（すなわち誤差）が大きくなるほか、全期間を同じ金利で割引いているという点で注意が必要である。

2-3 ベーシス・ポイント・バリュー法(BPV法)

○　BPV法は、資産・負債の将来のキャッシュ・フローを基に、金利変動が生じた場合の現在価値の変化額（BPV）を求める手法である。具体的には、下記(3)式の金利r_kを各々のキャッシュ・フロー$c(k)$毎にdr_kだけ変化させた時の現在価値変化額を(4)式によって算出する。

———dr_kがkに依らず一定(1bpまたは10bps)の場合、狭義に1bp法または10bps法と呼ばれる。

$$pv(r_1,\cdots,r_k,\cdots)=\sum_k \frac{c(k)}{(1+r_k)^k} \tag{3}$$

$$pv(r_1+dr_1,\cdots,r_k+dr_k,\cdots)-pv(r_1,\cdots,r_k,\cdots) = \sum_k \frac{c(k)}{(1+r_k+dr_k)^k} - \sum_k \frac{c(k)}{(1+r_k)^k} \tag{4}$$

○　本手法は、各dr_kを独立に動かすことによって、イールド・カーブの形状変化に対応した現在価値の変化を把握することが可能となる。

○　さらに、各金利(r_k)の変化に関して一定のシナリオ（例えばイールド・カーブの傾きが変化）を設定すれば、(4)式よりそのシナリオに応じた現在価値の変化額を求めることが出来る。

2-4 VaR法

2-4-1 VaR法（マトリックス法）

○　銀行勘定の資産・負債を（トレーディング勘定で用いられている）VaR法の枠組みに取入れる方法としては、リスクファクターである金利変化に対するセンシティビティを算出し、それらをマトリックス法（分散・共分散法）で処理するとの手法が考えられる。

○　但し、こうしたマトリックス法は、金利の変化に伴ってポジションの現在価値が線形に変化するとの仮定に基づいており、非線形部分の効果を無視している。したがって、銀行勘定の商品の保有期間が短期でない場合には、

金利の変動幅は通常大きくなるので、非線形部分の効果を無視することは出来なくなる可能性がある。すなわち、こうしたマトリックス法を銀行勘定に適用出来るのは、貸出等流動性が低く一般的に保有期間が長い商品でも、例えばスワップ等でキャッシュ・フローを短期間に変更することが十分可能であると判断される場合に限定されることとなる。

———当該行がキャッシュ・フローを短期間に変更することが十分可能であるかどうかは、当該行に与えられているクレジットラインの大きさ等マーケットのアベイラビリティにも依存する。

2-4-2 VaR法（シミュレーション法）

○　2-4-1の場合とは異なり、銀行勘定のキャッシュ・フロー全体を短期間には変更できないと判断される場合には、上記マトリックス法は適用できなくなる。何故ならば、この際の金利の変動幅は相対的に大きくなり、非線形のリスク効果も勘案せざるを得なくなるためである。この場合には、シミュレーション法により、ポートフォリオ価値の変化を計算し、損失額がそれを上回る発生確率が例えば１％に対応する損失額をVaR値とするとの手法がある。

○　シミュレーション法でVaR値を求める場合には、①長期間にわたるイールド・カーブの変動、②保有期間中のポジション変動（プリペイメント等）、③制度金利変動（短プラ、長プラ等）といった問題を明示的に勘案する必要があり、工夫が必要となる。例えば、木山、山下、吉田、吉羽(1996)では、これらの問題への対応として、金利のターム・ストラクチャー・モデルの一つであるＨＪＭモデルを採用し、さらにプリペイメント価値評価モデルや制度金利変化モデルを組込むことにより、モンテカルロ・シミュレーションでリスク量を算出している。

2-5 EaR法(アーニング・アット・リスク法)

○　VaR法が現在価値の変動を把握する手法であるのに対して、EaR法は将来の期間収益の変動をリスクと捉えて確率論的に把握する手法である。この場合、EaR値の算出には、保有期間は長期間となるので、2-4-2と同様に、①イールド・カーブの変動、②保有期間中のポジション変動、③制度金利の変化といった問題を明示的に勘案する必要が生じる（詳細については例えば池森(1996)を参照）。

3．銀行勘定の金利リスク把握のための簡便な手法

3-1 基本的な考え方

○　銀行勘定の金利リスクを捉える切り口としては、期間損益ベース、現在価値ベースの２つのアプローチがある。銀行経営の観点からは、前者は、（預貸金を中心とした）目先の期間損益水準をみているという点で、後者も、（単に目先の期間損益だけではなく）将来に亘る銀行勘定のアクティビティの価値を現時点で把握・管理している点で、いずれも重要な行動基準となっている。こうした銀行経営上の考え方からは、銀行勘定の金利リスクの把握・管理には、期間損益ベース、現在価値ベース両方のアプローチが必要となる。

○　具体的な金利リスクの把握においては、VaR(シミュレーション法)、EaR法のような手法は、相当大掛かりなシミュレーションが必要となる等必ずしも機動的ではないため、これらの手法とは別に、一定の仮定を前提としたある程度簡便な手法も有効であると考えられる。こうした簡便な金利リスク把握手法としては、２章で述べた手法のうち、VaR(シミュレーション法)、EaR法を除いた各種手法が該当しよう。

3-2 分析上必要なマチュリティ・ラダー表の具体的イメージ

○　ここでは、上記の基本的な考え方に基づいて、具体的な必要情報のイメージについて検討する。

3-2-1 期間帯の設定

○　マチュリティ・ラダー表は、時間軸を複数の期間帯に分割し、資産・負債毎に、満期/金利更改期にあわせて元本を展開するものである。期間帯は、その数が多いほど、各々の元本の正確な満期/金利更改期を表すこととなる。

3-2-2 資産・負債の項目設定

○　銀行勘定のうち金利リスクを抱える資産・負債の各項目は、①金利が固定であるか変動であるか、また②適用金利が市場金利であるか否か、によって概ね図表１のように分類することが出来る。

（図表１）マチュリティ・ラダー上の資産・負債と適用金利等

	資産・負債項目	固定・変動	適用金利
資産	短期貸出	固定金利	短プラ
	〃	〃	市場金利
	長期貸出	変動金利	短プラ
	〃	〃	長プラ
	〃	固定金利	市場金利
	債券ﾛﾝｸﾞ	〃	〃
	〃	変動金利	〃
	当座貸越	〃	短プラ等
	ｵﾌﾊﾞﾗﾝｽ商品	固定金利	市場金利
	〃	変動金利	〃
負債	定期預金+CD	固定金利	市場金利
	〃	変動金利	〃
	短期借入	固定金利	〃
	債券ｼｮｰﾄ	〃	〃
	〃	変動金利	〃
	流動性預金	固定金利	一部連動
	ｵﾌﾊﾞﾗﾝｽ商品	〃	市場金利
	〃	変動金利	〃

―――①は、マチュリティ・ラダー上において、固定金利商品を満期、変動金利商品を次期金利更改期の属する期間帯に各々元本を展開するための情報である。

―――②は、商品の適用金利形態により商品の金利感応度が異なってくることを勘案するための情報である。とくに、マチュリティ・ラダー法のギャップ分析におけるシナリオ設定には、市場金利と短プラ、長プラといった制度金利が必ずしも連動していないため（ベーシス・リスクを内包）、これらの情報は必須である。

3-2-3 各期間帯の平均クーポン

○　キャッシュ・フロー展開を行う[2]ためには、各期間帯に展開された元本の平均クーポンに関する情報が必要となる（全ての元本のクーポンのキャッシュ・フロー情報を組み入れることも考えられるが、事務負担が大きいと

[2] 市場金利商品の場合、マチュリティ・ラダーへの展開は次期金利更改期が属する期間帯に行う。この際、金利部分のキャッシュ・フロー展開は考慮する必要がないことが簡単な計算によって分かる。

いう問題がある）。

3-3 マチュリティ・ラダー展開上の問題点

○　マチュリティ・ラダーへの元本の展開については、不良資産、流動性預金、プリペイメント商品のように満期が不確定の商品もあるため、取扱いには注意が必要となる。但し、現状はこれらの取扱いに関する明確なコンセンサスはない。

① 不良資産の扱い

○　不良資産は、1)延滞債権、2)金利減免・棚上債権、3)破綻債権に分類出来るが、何れも満期が確定しているものではないため、マチュリティ・ラダー上に展開する場合には、例えば、以下のような取扱いが必要となる（ある程度の仮定が前提となる）。

▽延滞債権………延滞解消が見込まれる時期を一つ一つの案件毎に判断した上で、満期及び金利条件を設定。

▽金利減免・棚上債権………当該先への支援計画に応じて、満期及び金利条件を設定。

▽破綻債権………債権償却によりB/Sから落ちることとなるため、それに応じて満期及び金利条件を設定。

② 流動性預金の扱い

○　流動性預金については、満期が不確定であるため、現状のイールド・カーブの形状等を条件に、それらの満期をヒストリカル・データから推定し、マチュリティ・ラダー上に展開することが考えられる。

○　しかし、必ずしもヒストリカル・データの蓄積が十分でない場合には、マチュリティ・ラダー上への展開の簡便な方法として、(a)固定負債（期日不定負債）と見なし、最長期の期間帯に展開する、あるいは(b)銀行サイドには期限の利益がないため、最短期の負債とみなし、最短期の期間帯に展開するという２つのアプローチが考えられる。

③ プリペイメント商品の扱い

○　住宅ローンや期日指定定期預金等は、プリペイメント商品であることから、満期を定めることは困難である。このため、（流動性預金の場合と同様に）現状のイールド・カーブの形状等を条件に、それらの満期の分布をヒストリ

カル・データから推定し、マチュリティ・ラダー上に展開することが考えられる。

3-4 具体的なリスク量把握手法の検討

○ ここでは、2章で記述したリスク把握手法をベースに、上記マチュリティ・ラダーによって入手された情報を使って、金利リスク量を把握する具体的手法を検討する。この際、基本的な考え方に従って、金利リスクの把握は、期間損益ベースと現在価値ベースの両方で行うことを想定する。

▽期間損益ベース………先行き1年程度の期間損益の動きをマチュリティ・ラダー法のギャップ分析で把握する。

▽現在価値ベース………銀行勘定のポジションが比較的短期間に変更することが出来る（すなわち保有期間は短期である）との立場に立って、デュレーション法、BPV法、VaR法（マトリックス法）を用いる。

———銀行勘定のポジションが短期間には変更出来ないとの立場では、VaR法（シミュレーション法）等が必要となるが、上述したリスク把握の簡便性の観点から、本稿では捨象する。

3-4-1 期間損益ベース（マチュリティ・ラダー法）

○ マチュリティ・ラダー表の各期間帯に区分された金利感応度別の資産・負債に想定される各々の金利変動（金利特性によって相違）を勘案して、先行き6か月ないし1年のネット金利収入の変化を把握し、損失可能額を算出する。さらに、想定される金利変動を金利感応度別に変え、別途策定した幾つかの金利シナリオに基づく収益インパクト額を試算する。

———なお、3-4-2-2のBPV法以下で後述するように、各期間帯の平均クーポンを展開することによって、現時点で見込まれる先行き6か月ないし1年程度のネット金利収入を計算することが出来る。

3-4-2 現在価値ベース（デュレーション法、BPV法、マトリックス法）

3-4-2-1 デュレーション法

○ 本稿2ページの(2)式を用いて、各資産・負債の現在価値とそれに対応する（修正）デュレーションから、各資産・負債及びポートフォリオ全体の「金利の単位変化当りの現在価値の変化」を求める。

○ 具体的には、上述のマチュリティ・ラダー表で得られた情報を基に以下の

様な簡便化を行う。

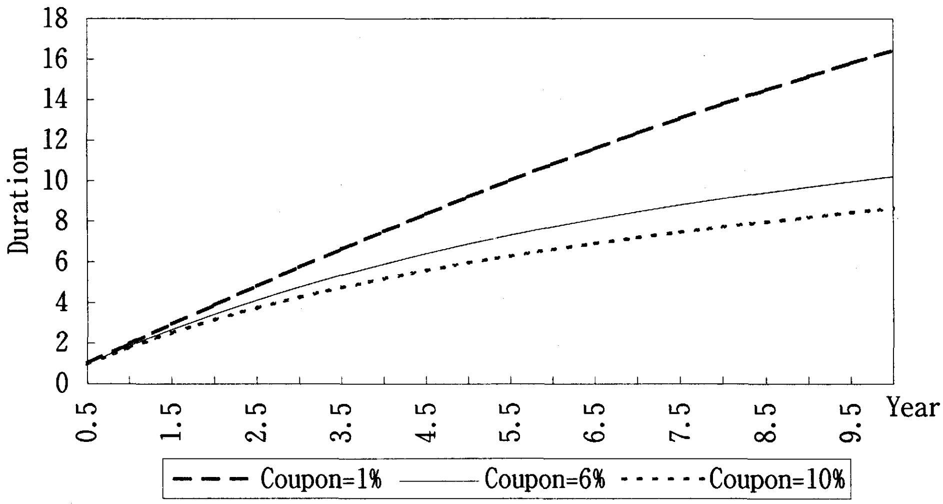
① 各項目（図表１参照）毎に元本をマチュリティ・ラダー上に展開する。この際、各項目毎に期間帯別の元本の平均クーポンも各項目別に得られているものとする。

② （修正）デュレーションについては、各項目・各期間帯の平均クーポンから求める（デュレーションは、割引金利を一定とする場合、当該資産・負債の残存期間が長いほど、またクーポンが小さいほど大きくなるとの性質がある＜図表２参照＞）。

③ ①②から、(2)式を用いて、各項目毎の「金利の単位変化当りの現在価値の変化額」を求める。

④ 一定の市場金利変動（パラレルシフト）を仮定した（±10bps等）上で、それに伴う時価損益の変化額を算出する。

（図表２）割引金利が3%の場合の利付債のデュレーション変化（クーポン=1, 6, 10%の各場合）



3-4-2-2 BPV法

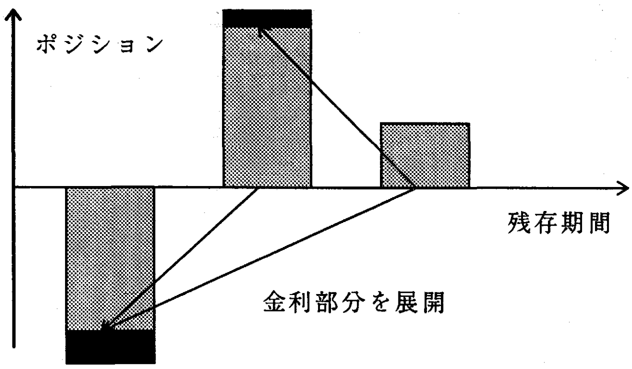
(1) 現在価値の計算（キャッシュ・フローの展開）

○ マチュリティ・ラダーの各期間帯の番号を1,･･･,k,･･･として、本稿３ページの (3)、(4)式から、資産・負債の時価変化額を算出する

○ 各項目の各期間帯における元本とその平均クーポンからキャッシュ・フローを仮想的に展開して（図表３）、(3)式から現在価値を、(4)式から

現在価値変化額を各々算出する。

（図表3）キャッシュ・フロー展開の具体的イメージ



○　現在価値の変化額は、(4)式で割引金利を変化させることで求める。この点、デュレーション法の場合には、期間に依らず割引金利が一定との前提を置いており、現在価値の変化額を求める際にもイールド・カーブのパラレル・シフトにしか対応出来ないとの難点があった。一方、BPV法では、各期間帯毎に独立した金利変化（$dr_1, \cdots, dr_k, \cdots$）を想定することが出来る。このため、イールド・カーブのパラレル・シフトのみならず、イールド・カーブの傾きの変化等に伴う現在価値の変化を求めることも可能である。

(2) イールド・カーブ変化の取込み

① シナリオ設定の具体例

○　想定するイールド・カーブの変化は、ヒストリカル・データから統計的に求めるのが一般的な方法であるが、より単純には一定のシナリオを前提とすることも可能である。例えば、イールド・カーブのベア・スティープ化をイメージする場合、$dr_1, \cdot\cdot, dr_k, \cdot\cdot, dr_n$を以下の(5)式のように設定すればよい。

$$dr_k = t_k \cdot d\alpha + dr_0 \qquad (5)$$

t_k：k番目の期間帯の年数

$d\alpha$：定数(>0)

dr_0：定数(>0)

② イールド・カーブ変化の要因分解～主成分分析

○　(1)ではヒストリカル・データに依らずに、単純なシナリオを設定して現在価値の変化額を求める例を挙げたが、実際のイールド・カーブ変化が金利水準の変化やイールド・カーブの傾きの変化等の要因によって、どの程度

説明できるかを事前にチェックしておけば、実際のシナリオ設定にも資すると考えられる。こうした事前チェックに用いることが出来る手法としては、イールド・カーブの主成分分析[3]がある。同分析を用いると、イールド・カーブの変化が、①金利水準の変化、②イールド・カーブの傾きの変化、③イールド・カーブの曲率の変化の３要因（主成分）によって概ね説明出来ることが多く、それらの寄与度も算出出来る（寄与度は①→③の順に減少する）。

3-4-2-3 VaR法（マトリックス法）

○ 3-4-2-2（BPV法）では、各期間帯に簡便にキャッシュ・フローを展開する手法を記述したが、このキャッシュ・フローを基にデルタマップを作成することが出来る。デルタマップは、各期間帯を代表するゼロクーポン・レート（リスクファクター）の変化に対する時価変化の割合、すなわち

---

[3] まず、イールド・カーブの各々の期間帯（n個）を代表する金利（例えばゼロクーポン・レート）のヒストリカル・データ群から、各々の平均を引いたデータを r_k $(k=1,2,\cdots,n)$ とし、r_k, r_l の共分散を s_{kl} とする。このとき、(a)式の固有方程式から固有値 λ_k $(\lambda_1 \geqq \lambda_2 \geqq \cdots \geqq \lambda_n)$ 及び固有ベクトル $(l_{1k}, l_{2k}, \cdots, l_{nk})$ を求めることが出来る。

$$\begin{vmatrix} s_{11}-\lambda & s_{21} & \cdots & s_{n1} \\ s_{12} & s_{22}-\lambda & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \ddots & \cdots \\ s_{1n} & \cdots & \cdots & s_{nn}-\lambda \end{vmatrix} = 0 \qquad \text{(a)}$$

これらの固有値及び固有ベクトルを用いて、イールド・カーブの主成分 z_k $(k=1,2,\cdots,n)$ を次の(b)式で求めることが出来る。

$$\begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \vdots \\ z_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} l_{11} \\ l_{12} \\ \vdots \\ l_{1n} \end{pmatrix} r_1 + \begin{pmatrix} l_{21} \\ l_{22} \\ \vdots \\ l_{2n} \end{pmatrix} r_2 + \cdots + \begin{pmatrix} l_{n1} \\ l_{n2} \\ \vdots \\ l_{nn} \end{pmatrix} r_n \qquad \text{(b)}$$

イールド・カーブ変化に対する第k主成分の寄与度 c_k は、(c)式で求められる（その水準は $\lambda_1, \lambda_2 \cdots \lambda_n$ の順に小さくなる）。

$$c_k = \frac{\lambda_k}{\sum s_{ll}} \qquad \text{(c)}$$

なお、米国におけるイールド・カーブの主成分分析の実証分析では、第１成分が金利水準、第２成分がイールド・カーブの傾き、第３成分がイールド・カーブの曲率であること、またそれらによってイールド・カーブ変化の90％超が説明出来たという結果が報告されている（Litterman and Sheinkman(1991)等）。

センシティビティを期間帯毎に並べたものである。

○ このセンシティビティに加えて、各期間帯毎の代表金利すなわちリスクファクターのボラティリティと分散・共分散行列を別途算出すれば、(6)式によってVaR値を求めることが出来る（マトリックス法）。

$$VaR=\phi\cdot\sqrt{\tau}\cdot\sqrt{\begin{pmatrix}\delta_1\sigma_1 & \delta_2\sigma_2 & \cdots & \delta_n\sigma_n\end{pmatrix}\begin{pmatrix}1 & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1n}\\ \rho_{21} & 1 & \cdots & \rho_{2n}\\ \vdots & & \ddots & \\ \rho_{n1} & \cdots & & 1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\delta_1\sigma_1\\ \delta_2\sigma_2\\ \vdots\\ \delta_n\sigma_n\end{pmatrix}} \quad (6)$$

ϕ：信頼区間

τ：対象資産・負債の保有期間

δ_i：i番目の金利に対する資産・負債のセンシティビティ

σ_i：i番目の金利のボラティリティ

ρ_{ij}：金利（i,j番目）間の相関係数

4．具体的な金利リスク計算例（デュレーション法、BPV法、マトリックス法）

○ ここでは、上述したデュレーション法、BPV法及びマトリックス法について、想定ポートフォリオの平均クーポンのキャッシュ・フロー展開等による具体的な金利リスクの計算例を示す。

○ 計算に当たっては、次のような仮定を置く。

▽ マチュリティ・ラダーは、～6ｍ（月）、6ｍ～1ｙ（年）、1～2ｙ、2～3ｙ、3～4ｙ、4～5ｙ、5～7ｙ、7～10ｙ、10ｙ～の9期間帯。

▽ 各期間帯のリスクファクターはゼロクーポン・レート（連続複利）とし、各々の期間帯で残存期間3ｍ、6ｍ、1ｙ、2ｙ、3ｙ、4ｙ、5ｙ、7ｙ、10ｙとする。

▽ 想定ポートフォリオは全て固定金利商品とする。

―――変動金利商品の場合は、次期金利更改期が属する期間帯に元本を立てるのみで、クーポン部分のキャッシュ・フロー展開の必要性はない[4]。ここでは簡便化のため、想定ポートフォリオは固定金利商品

[4] 厳密には、変動金利商品でも適用金利が市場金利ではない場合（短プラ等制度金利の場合）にはこれは正しくない。すなわち、制度金利商品については、本来は現在のイールド・カーブから算出したフォワード・レート水準から将来の制度金利のクーポンを推定し、

のみで構成されるものとする。

▽　各期間帯で、元本がネットアウトされているほか、ネットアウト後の平均クーポンも得られているものとする。

▽　キャッシュ・フロー展開に当たって、利払いは半年毎とする。

▽　10ｙ～の期間帯の平均残存期間は15ｙとする。

4-1 キャッシュ・フロー展開

○　先ず、各期間帯の元本残高と平均クーポンを用いて、クーポンのキャッシュ・フロー展開を行う（図表４）。展開されたクーポンと元本の合計額を各期間帯毎に算出する。

―――なお、先行き６か月ないし１年のネット金利収入は、当該期間帯のクーポン展開から求めることが出来る（例えば、先行き６か月のネット金利収入は66.25<=-1933.75+2000>）。

（図表４）キャッシュ・フロー展開

期間帯	元本残高	ｸｰﾎﾟﾝ										合計
-6m	-2000	0.50%	10	15	7.5	50	5	-7.5	-2.5	-11.25	-5	-1933.75
6m-1y	-3000	0.75%	10	15	7.5	50	5	-7.5	-2.5	-11.25		-2933.75
1-2y	-500	1.00%	20	30	15	100	10	-15	-5			-345.00
2-3y	-1000	1.50%	20	30	15	100	10	-15				-840.00
3-4y	500	2.00%	20	30	15	100	10					675.00
4-5y	4000	2.50%	20	30	15	100						4165.00
5-7y	500	3.00%	40	60	30							630.00
7-10y	1000	3.00%	60	90								1150.00
10y-	500	4.00%	100									600.00

4-2 デュレーション法の場合

○　割引金利は期間帯に依らず一定（3.0%）と仮定。その割引金利からキャッシュ・フローの「時価」（(1)式で定義したもの＜ここでは連続複利ベース＞）を求め、各期間帯の平均クーポンから各期間帯に対応するデュレーションを算出。金利が一定幅変化した場合（1bp）の「時価」の変化額（「1bp変化値」）は、「時価」、デュレーション及び金利変動幅の積から求める（図表５）。

キャッシュ・フローを求める必要がある。本稿で呈示した金利リスク把握手法では、現在価値計算の簡便化のため、制度金利も市場金利にフルに連動するとの仮定を置く。

（図表５）デュレーション法による計算（クーポンを考慮）

期間帯	元本	割引金利	「時価」	ﾃﾞｭﾚｰｼｮﾝ	1bp変化値
-6m	-2000	3.00%	-1990	0.50000	0.0995
6m-1y	-3000	3.00%	-2955.4	0.99625	0.29443
1-2y	-500	3.00%	-487.7	1.48507	0.07243
2-3y	-1000	3.00%	-970.78	2.42717	0.23562
3-4y	500	3.00%	487.854	3.30449	-0.1612
4-5y	4000	3.00%	3959.16	4.10444	-1.625
5-7y	500	3.00%	512.337	5.20118	-0.2665
7-10y	1000	3.00%	1034.06	6.97138	-0.7209
10y-	500	3.00%	555.341	10.3088	-0.5725
					-2.6441

○　こうして得られた想定ポートフォリオの1bp変化値をみると、イールド・カーブの1bpパラレルシフトに対するセンシティビティが求められるほか、期間帯毎には４～５年付近の金利上昇に最もセンシティブであることが分かる。

———想定ポートフォリオは短期調達・長期運用（ショート・ロング・ポジション）となっているため、中長期の金利上昇は現在価値の減少に繋がる。この場合、デュレーション法を用いることによって、金利変化に対する各期間帯の具体的なセンシティビティを算出することが出来るため、例えば４～５ｙの期間帯の金利上昇リスクのヘッジには、７～10ｙの期間帯の商品（例えば債券先物）をどの程度ショートすればよいかといった定量情報を得ることが可能となる。

（クーポンのキャッシュ・フロー展開を行わない場合）

○　因みに、クーポンのキャッシュ・フロー展開を行わずに元本のみにデュレーション法を適用する場合を以下に示す（図表６）。

○　本方式はクーポン展開を行わない点で、リスク管理上は、より簡便な方法である（例えば、クーポンのキャッシュ・フローを考慮した場合と同様、想定ポートフォリオは４～５年付近の金利上昇に最もセンシティブであることが分かる）。しかしながら、より正確なリスク量の把握を指向する場合には、クーポンのキャッシュ・フローを考慮する方がより望ましいのは明らかである。

———なお、より簡便な方法としては、具体的なデュレーションを求めずに、「期間がｎ倍となればデュレーションも概ねｎ倍となる」傾向があることを捉えて、例えば１年物換算値（１年物のデュレーションを１と置く）でリスク量を定義することも考えられる。

（図表６）デュレーション法による計算（クーポンを考慮しない）

	元本	ﾃﾞｭﾚｰｼｮﾝ	1bp変化値
-6m	-2000	0.50000	0.1
6m-1y	-3000	0.99625	0.29888
1-2y	-500	1.48507	0.07425
2-3y	-1000	2.42717	0.24272
3-4y	500	3.30449	-0.1652
4-5y	4000	4.10444	-1.6418
5-7y	500	5.20118	-0.2601
7-10y	1000	6.97138	-0.6971
10y-	500	10.3088	-0.5154
			-2.5638

4-3 BPV法の場合

○　デュレーション法の場合は、割引金利が各期間に依らず一定であるとのやや非現実的な仮定を置いているとの欠点があった。一方、BPV法で、そうした仮定は置かず、実際の市場金利から計算した各期間帯を代表するゼロクーポン・レートを割引金利に使用する。

―――ゼロクーポン・レートは、Liborレートやスワップレートを用いて別途算出する。

○　各期間帯のゼロクーポン・レートが1bp変化した時のポートフォリオのセンシティビティ（いわゆるデルタ値）及び全てのゼロクーポン・レートが同時に1bp動いた場合のポートフォリオの現在価値の変化額（１ベーシス・ポイント・バリュー＝1bpv）を求める（図表７）。

（図表７）デルタ値、1bpvの算出

	合計	ｾﾞﾛﾚｰﾄ	現在価値										
-6m	-1933.75	0.5154%	-1931.3	-1931.2	-1931.3	-1931.3	-1931.3	-1931.3	-1931.3	-1931.3	-1931.3	-1931.3	-1931.2
6m-1y	-2933.75	0.5466%	-2921.7	-2921.7	-2921.5	-2921.7	-2921.7	-2921.7	-2921.7	-2921.7	-2921.7	-2921.7	-2921.5
1-2y	-345.00	0.6296%	-341.76	-341.76	-341.76	-341.71	-341.76	-341.76	-341.76	-341.76	-341.76	-341.76	-341.71
2-3y	-840.00	0.9123%	-821.06	-821.06	-821.06	-821.06	-820.85	-821.06	-821.06	-821.06	-821.06	-821.06	-820.85
3-4y	675.00	1.3137%	644.666	644.666	644.666	644.666	644.666	644.44	644.666	644.666	644.666	644.666	644.44
4-5y	4165.00	1.7232%	3854.24	3854.24	3854.24	3854.24	3854.24	3854.24	3852.5	3854.24	3854.24	3854.24	3852.5
5-7y	630.00	2.0636%	556.631	556.631	556.631	556.631	556.631	556.631	556.631	556.297	556.631	556.631	556.297
7-10y	1150.00	2.6407%	918.794	918.794	918.794	918.794	918.794	918.794	918.794	918.794	918.013	918.794	918.013
10y-	600.00	3.1386%	374.706	374.706	374.706	374.706	374.706	374.706	374.706	374.706	374.706	374.144	374.144
		合計	333.209	333.257	333.428	333.26	333.414	332.983	331.475	332.875	332.428	332.647	330.097
				-6m	6m-1y	1-2y	2-3y	3-4y	4-5y	5-7y	7-10y	10y-	1bpv
			デルタ値	0.04828	0.21912	0.05126	0.20524	-0.2256	-1.734	-0.3339	-0.7806	-0.5616	-3.112

○　得られた結果をみると、期間帯毎では、４～５年付近の金利上昇にポートフォリオは最もセンシティブであることが分かる（デュレーション法とほぼ同様の結果）。また1bpv（-3.112）とデュレーション法における1bp変化値（-2.644）を比較すると、水準的にはほぼ同様であり、デュレーション法もイールド・カーブのパラレルシフトを想定した場合の現在価値（「時価」）の変化額を大雑把に把握する上ではそれなりに有効性があると判断できる。

――――しかし、デュレーション法では、イールド・カーブの形状変化に伴う現在価値（「時価」）変化を把握できないとの欠陥があり、その点ではBPV法の方が汎用性が高い。

(イールド・カーブの形状変化に伴う現在価値変化額の計算)

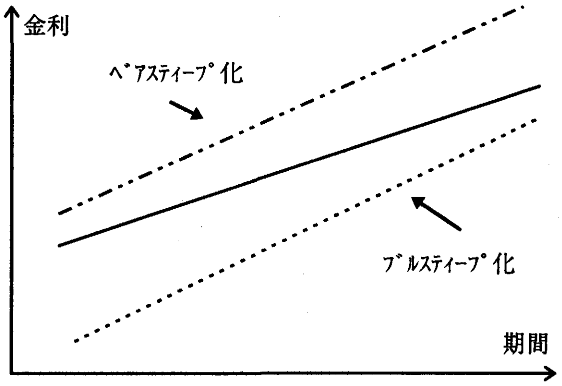
○ ここでは、イールド・カーブがスティープ化またはフラット化した場合の現在価値の変化額を計算する。

○ 以下では、イールド・カーブの形状変化を、(1)傾きの変化（スティープ化/フラット化）、(2)水準の変化（ブル化/ベア化）の併せて4パターンに分けて捉える（図表8）。具体的な、金利変化幅として、9個のゼロクーポン・レートのうち、最短期レートと最長期レートの変化幅を事前に与え、残りのゼロレートの変化幅は線形補間することによって求める。

――――現在のイールド・カーブの形状を前提として、具体的な金利変化幅は以下の4通りとする。

①ベアフラット………最短期＋30bps、最長期＋20bps
②ベアスティープ……　〃　＋20bps、　〃　＋30bps
③ブルフラット………　〃　－20bps、　〃　－30bps
④ブルスティープ……　〃　－30bps、　〃　－20bps

（図表8）イールド・カーブの傾き変化（スティープ化の例）



○ 計算結果は図表9のとおりである。これからも見て取れるとおり、残存期間が長期になる（すなわちデュレーションが長い）ほど、金利の変動に対する現在価値の変化率は大きい。このため、想定ポートフォリオがここではショート・ロングの構造となっている関係から、現在価値はベア化により減少し、ブル化により増加する。

――――傾きの変化（スティープ化/フラット化）の影響については、上述の残存期間と金利変化に対するセンシティビティの関係から、フラット化

の場合の方がスティープ化に比べ、現在価値の増加額が大きい（または減少幅が小さい）。

（図表９）イールド・カーブ変化による現在価値変化

	合計	ｾﾞﾛﾚｰﾄ	現在価値	ﾍﾞｱﾌﾗｯﾄ	ﾍﾞｱｽﾃｨｰﾌﾟ	ﾌﾞﾙﾌﾗｯﾄ	ﾌﾞﾙｽﾃｨｰﾌﾟ
-6m	-1933.75	0.5154%	-1931.3	-1929.8	-1930.3	-1932.2	-1932.7
6m-1y	-2933.75	0.5466%	-2921.7	-2915.2	-2917.3	-2926.2	-2928.3
1-2y	-345.00	0.6296%	-341.76	-340.26	-340.69	-342.82	-343.26
2-3y	-840.00	0.9123%	-821.06	-815.29	-816.6	-825.55	-826.87
3-4y	675.00	1.3137%	644.666	638.562	639.537	649.835	650.827
4-5y	4165.00	1.7232%	3854.24	3809.14	3813.1	3895.82	3899.86
5-7y	630.00	2.0636%	556.631	548.301	548.386	565	565.087
7-10y	1150.00	2.6407%	918.794	900.947	898.006	940.062	936.994
10y-	600.00	3.1386%	374.706	363.632	358.218	391.953	386.118
			333.209	259.982	252.347	415.884	407.782
			変化額	-73.227	-80.861	82.6755	74.5732

4-4 VaR法（マトリックス法）の場合

○ ここでは、4-3で得られたデルタ値と別途算出したゼロクーポン・レートの分散・共分散行列及びボラティリティ（図表10、11）から、(6)式を用いて具体的なVaR量を計算する。

———計算に当たっては、保有期間１日、信頼区間99%と仮定。

（図表10）ゼロクーポン・レートの分散・共分散行列

	3m	6m	1y	2y	3y	4y	5y	7y	10y
3m	1	0.7196	0.6144	0.4198	0.4313	0.3825	0.3570	0.2327	0.2888
6m	0.7196	1	0.7419	0.5142	0.5581	0.5198	0.4817	0.3754	0.3879
1y	0.6144	0.7419	1	0.6454	0.6600	0.6426	0.6252	0.4874	0.5251
2y	0.4198	0.5142	0.6454	1	0.8276	0.8330	0.8239	0.6573	0.6848
3y	0.4313	0.5581	0.6600	0.8276	1	0.9485	0.9280	0.7335	0.7671
4y	0.3825	0.5198	0.6426	0.8330	0.9485	1	0.9606	0.7613	0.8364
5y	0.3570	0.4817	0.6252	0.8239	0.9280	0.9606	1	0.7994	0.8731
7y	0.2327	0.3754	0.4874	0.6573	0.7335	0.7613	0.7994	1	0.7241
10y	0.2888	0.3879	0.5251	0.6848	0.7671	0.8364	0.8731	0.7241	1

（図表11）ゼロクーポン・レートのボラティリティ

3m	6m	1y	2y	3y	4y	5y	7y	10y
2.7793	3.1002	3.2991	3.6523	2.8993	2.1947	1.7586	1.6487	1.1007

○ この結果、想定ポートフォリオのVaR量は28.08であることが得られる。

5.まとめ

○ 本稿は、銀行勘定の金利リスクを簡便に把握するに当たっての具体的な手法を検討した。具体的には、期間損益、現在価値の２つのアプローチが必要であるとの認識から、期間損益ベースではマチュリティ・ラダー法について、また、現在価値ベースではデュレーション法、BPV法、VaR法（マト

リックス法）について、考え方と具体的な計算例を示した。

○ なお、銀行勘定の金利リスクを把握する場合に考慮しなければならない問題として、銀行勘定のポジションの保有期間をどのように設定すべきかという点がある。この点について、本稿では、銀行勘定のポジションの保有期間が比較的短期であるとの仮定を置いて、金利リスクの計算を試みた。

○ 一方、ポジション保有期間が短期間でないと判断される場合には、本稿で触れたように、銀行勘定特有の性質を持つ商品（プリペイメント商品、制度金利商品等）や保有期間における金利変動等を勘案する必要がある。これらを考慮するためには、EaR法等のシミュレーションによってリスク量を把握することが必要となってくるが、本稿では計算の簡単な概念を説明することにとどめた。

以　上

参考文献

日本銀行、「バリュー・アット・リスク(Value at Risk)の算出とリスク／リターン・シミュレーション」、『日本銀行月報』、1995年4月

木山善直、山下司、吉田敏弘、吉羽要直、「銀行勘定における金利リスク—VaRのフレームワークを用いた定量化—」、『金融研究』、第15巻第4号、日本銀行金融研究所、1996年

池森俊文、「金利リスクの統合管理について」、『金融研究』、第15巻第4号、日本銀行金融研究所、1996年

Litterman,R. and J.Sheinkman, "Common Factors Affecting Bond Returns." The Journal of Fixed Income, June 1991