

SFC ディスカッションペーパー  
SFC-DP 2014-004

## 銀行行動の ALM モデル

小坂弘行（総合政策学部名誉教授）  
鈴木崇弘（EY アドバイザリー株式会社）

[hkosaka@sfc.kieo.ac.jp](mailto:hkosaka@sfc.kieo.ac.jp)

2014 年 10 月

# 銀行行動の ALM モデル

慶応義塾大学総合政策学部名誉教授 小坂弘行  
EY アドバイザリー株式会社 鈴木崇弘

要約：金融モデルにおける貸出市場のモデル分析は、存在したとしても形式的な貸出市場の需給均衡から貸出金利が決まるのが通常である。したがって貸出供給と借入需要の詳細な分析は少ない。本稿はこうした現状を鑑み、銀行の ALM を通して貸借対照表の諸項目を多目的計画の中で最適処理する。その結果、貸出はじめ対照表の諸項目の最適決定が明示される。しかし、ここで決まる貸出最適額は銀行側の論理からであり、借入側の最適決定を含めた両者の調整的相互的決定は、ALM の LP 問題の複数の並列処理で可能となる。最後に、都市銀行の平成 23 年度貸借対照表を前提に実証分析の試算もおこなっている。

## 1 節 はじめに

日本経済はバブル崩壊後、銀行機能が停滞し、貸し渋りという現象がおきている。その後、2008年にはリーマンショック、2010年にはギリシャに端を発するEUの債務危機、いま中国でも同じようなことが起きつつある。不良債権を抱えた市中銀行の貸し渋りの解明への取り組みは、清滝ムーアがある(N.Kiyotaki and J.Moore(1997)を参照)。

銀行行動を含めた金融モデルについて、日本で代表的なものを取り上げると、貞広彰(1992)、小川一夫・北坂真一(1998)等がある。貞広モデルは、銀行貸出は直接取り上げられなく、長期金利があるのみである。小川北坂でも、準備通貨、コール市場、貸出市場、土地市場、実物市場の5つの市場が取り上げられているが、問題の貸出市場では需給均衡から貸出金利が内生され実証されているにすぎない。日本では知られていないが、Klein&Krelle(1983)では、銀行の信用創造は信用創造乗数で外生変数となっており、モデル化されていない。

本稿のアプローチは、資産負債管理(Asset Liability Management,ALM)の延長上にある(例えば枇々木規雄(1995)を参照)。しかし彼我の違いは、我々においては過去の数値を説明し、近未来を予測するとともにあり、ALMでは過去のデータの説明の必要性はない。

銀行行動モデルの特徴は以下の2点に集約できる。

- a)貸借対照表や損益計算書の全項目を説明するだけの豊かな経済理論がない。そこで本稿では最適化モデルを採用することとする。
- b)名目表示の数値を使用するので、計量経済学的推定では、項目の関係性は容易に高い相関性が計測されてしまうため、危険がともなう。かつてマネーフローをベースにしたモデルがあったが、その安定性には疑念がある。本稿はそうした疑念を払拭している。

さて本稿では、銀行の財務諸表の項目を多目的処理する。多目的計画法には幾つかのアプローチがある。例えば、瀬尾芙美子(1984)、J.P.Ignizio(高桑宗右衛門訳)(1985)、伏見多美雄・福川忠昭・山口俊和(1987)、P.Nijkamp,P.Rietveld and H.Voogd(1990)、瀬尾芙美子(1994)、坂和正敏(2000)などを参照されたい。その中で「目標ベクトル法」を採用する。その中でも幾つかの方式があり、伏見方式、山口方式、福川方式が知られているが、本稿は最初の伏見方式を採用する。因みに伏見方式は加重型であり簡単に線形計画法(Linear Programming,LP)にのる。山口方式(山口俊和,1977)はL字型モデルでありLPにのりにくいが、福川方式(福川忠昭,1985)はオープンL字型モデルであり面倒だがLPにのる。各種方式の比較は、伏見多美雄・福川忠昭・山口俊和(1987)を参照されたい。

## 2 節 銀行行動モデル

### 2.1 銀行行動の多目標行動と指標

以下、銀行の行動を誘引したり、規制する要因となる指標を議論する。

- a)収益

最も重要な行動要因は利潤である。行動を牽引する収益指標の幾つかを取り上げる。それは銀行の損益計算書から明らかにされる。経常収益主要項目の資産運用収益は、貸出金利息①+有価証券利息配当金②，となっている。また経常収益主要項目の役務取引等収益③(振込などの手数料)となっている。経常収益主要項目の特定取引収益④がある。経常収益主要項目の、その他業務収益⑤(国債の売買益)がある。経常収益主要項目に、その他経常収益⑥(株式売買益)がある。また一方、経常費用主要項目では、資金調達費用の中に、預金利息⑦(預金利息)がある。これらがモデルで考慮すべき項目となる。

以上のことを踏まえて以下の比率を前年度の財務諸表から計算する。

#### 貸出にともなう収益と費用

上の①-⑦を意味し、貸出利益率 $=①-⑦/貸出金=①-⑦/loan$ と預金金利 $=⑦/預金=⑦/(deposit+cd)$ とする。予想貸出収益率 $\hat{r}_{BL}$ ，予想預金金利 $\hat{r}_D$ とすると、予想利益は、 $\hat{r}_{BL} \times loan - \hat{r}_D \times (deposit + cd)$ となる。多目的処理で、利益の最低水準を確保する不等式は以下となる。

$$\hat{r}_{BL} \times loan - \hat{r}_D \times (deposit + cd) \geq B_{BL}^L \quad (2.1)$$

また利益の最高水準に近づける等式は以下となり、利益が最高水準を実現できるよう、 $z_1$ の最小化を図る。

$$\hat{r}_{BL} \times loan - \hat{r}_D \times (deposit + cd) + z_1 = B_{BL}^U \quad (2.2)$$

#### 有価証券からの収益

有価証券からの利益は②+④+⑤+⑥が関連している。有価証券を5区分する、すなわち国債、社債、株式、地方債、その他証券となる。後の2つは外生変数とし、最初の3つを内生化する。国債の利益率 $=⑤/国債額=⑤/security\_gbond$ であるが、ここで10年物国債金利を使用することで金融モデルの一部となることが可能となる。国債に関連する2つの制約は、以下の2本となる。(2.3)が最低水準の確保、(2.4)は最高水準に近づけるための式となる。

$$\hat{r}_{gbond} \times security\_gbond \geq B_{gbond}^L \quad (2.3)$$

$$\hat{r}_{gbond} \times security\_gbond + z_2 = B_{gbond}^U \quad (2.4)$$

社債利益率は日経公社債インデックスからとる。社債に関連する2つの制約は、以下の2本となる。

<sup>1</sup> 費用は当面の扱いでは、コンスタントとして処理されるので、右辺に移項して処理して構わない。また費用を無視した制約でも構わない。

$$\hat{r}_{cbond} \times \text{sec urity\_cbond} \geq B_{cbond}^L \quad (2.5)$$

$$\hat{r}_{cbond} \times \text{sec urity\_cbond} + z_3 = B_{cbond}^U \quad (2.6)$$

株式利益率=1/PER となり外部からとる。株式に関連する 2つの制約は、以下の 2本となる。

$$\hat{r}_{equity} \times \text{sec urity\_equity} \geq B_{equity}^L \quad (2.7)$$

$$\hat{r}_{equity} \times \text{sec urity\_equity} + z_4 = B_{equity}^U \quad (2.8)$$

いずれも  $z_2, z_3, z_4$  が最小化されるよう最適化処理される。数値的に国債金利が最も低く、株価収益率が最も高い。その分散も考慮した最適資産配分を実現するためには、マルコビッツ流の危険資産混合の資産選択理論の成果を採用しなければならない。

#### 役務からの手数料収益

役務取引とは、資金の貸出先や役員派遣先などから得る収益である。広義のコンサルティングによる収益だと考えられる。これは銀行の取引関係のある主体からの収益であるから、銀行が保有する預金に応じて得られるものだと仮定する。上の③を意味し、役務収益率=③/(預金+譲渡性預金)=③/( $deposit + cd$ )となる。予想役務収益率  $\hat{r}_L$  として、予想役務収益は、 $\hat{r}_L \times (deposit + cd)$  となる。

$$\hat{r}_L \times (deposit + cd) \geq B_L^L \quad (2.9)$$

$$\hat{r}_L \times (deposit + cd) + z_5 = B_L^L \quad (2.10)$$

#### 全体の収益目標

以上の 3つの取引による収益に、預金者に支払う金利を差し引いたものを銀行が業務全体を通して受け取る利潤であると考え。したがって全体利潤は以下の式によって求めることとする。

$$\begin{aligned} & \hat{r}_{BL} \times bloan + \hat{r}_{SC} \times \text{sec urity} + \hat{r}_L \times (deposit + cd) \\ & - \hat{r}_D \times (deposit + cd) \geq B_{PR}^L \end{aligned} \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned} & \hat{r}_{BL} \times bloan + \hat{r}_{SC} \times \text{sec urity} + \hat{r}_L \times (deposit + cd) \\ & - \hat{r}_D \times (deposit + cd) + z_6 = B_{PR}^U \end{aligned} \quad (2.12)$$

つぎに銀行行動を規制する要因を以下に議論しよう。

#### b) 預金準備率

日本銀行はその他の金融機関に対して、支払準備金の保有を求めている。預金に対する準備率の保持は銀行の貸出行動を規制する。準備率  $r_R$  は、預金毎個別にあるが、ここでは全体で議論する。準備率 = 現金 / (預金 + 譲渡性預金) であるから、準備率の下限  $r_R^L$  と上限  $r_R^U$  を設定し、下限以下にはいかない。また上限に近付けるように目標を追求すると、以下のよう

$$cash \geq r_R^L \times (deposit + cd) \quad (2.13)$$

$$cash - z_7 = r_R^U \times (deposit + cd) \quad (2.14)$$

#### c) 自己資本比率

銀行経営の健全性の観点から国内活動では 4%、海外活動では 8% が要求されている。自己資本比率は、定義的には、自己資本 / (貸出 + 有価証券) となる。準備率と同じように制約が付される。すなわち最低限確保されないといけない自己資本額と望ましい自己資本額に近付けるように計画される。本稿では、主要な都市銀行を分析対象とするため、最低水準を 8% として設定する。

$$capital\_total \geq r_{BIS}^L \times (bloan + security) \quad (2.15)$$

$$capital\_total - z_8 = r_{BIS}^U \times (bloan + security) \quad (2.16)$$

なお直近の動向として、資本規制のさらなる強化が議論されている。2014 年 9 月に開催された G20 財務相・中央銀行総裁会議において、国際展開する巨大銀行の自己資本比率規制を 16%~20% にすることが提案された。2014 年 11 月に開催予定のオーストラリア首脳会議で、新規導入の方向で合意する予定である。主要国の金融監督当局で構成するバーゼル銀行監督委員会は現在 29 の金融機関に対し、融資などの資産に対する「中核的自己資本 (コアティア 1)」の比率を最終的に 8~9.5% にすることを義務付けている。G20 ではこれに加えて、経営破綻時に返済順位が低い劣後債などをさらに積み上げることを求め、従来の自己資本と合わせて 2 倍程度にする方向で調整に入った。すなわちバーゼル規制は「資本の質」に関する議論が中心であったことに対して、今回の提案はリスク資産に対する「自己資本の比率」そのものを改めようという試みである。資本を厚くして、経営危機に陥っても税金を投入せず破綻を回避する狙いで、日本のメガバンクも 10 兆円規模の新規調達が必要になることが指摘されている。当然ながら貸出などは抑制される可能性が高い。本モデルにおいても B/S の資産項目の細分化、及び不等式における自己資本比率の水準を変更することなどを通して、両規制の銀行行動への影響を分析することが出来よう。

#### e) 貸出金 < 預金

信用創造論より銀行貸出から銀行預金の創造がおこなわれ、また一方で預金には銀行貸出から引き起こされない本源的預金があるから、貸出は預金を上回ることはない。したがっ

て、貸出金<預金という不等式制約が成立する。ここで本源的預金と派生預金に分けるのが妥当である。本源的預金は外生変数であり、モデルから派生預金を決める。

## 2.2 不良債権

債権の種類は、不良性が深刻なものから正常なものまで、以下のように分類されている。

- ①破綻先：法的・形式的な経営破綻（破産、会社更生法適用など）に陥っている貸付先不良債権
- ②実質破綻先：法的・形式的な経営破綻には陥っていないが、深刻な経営難の状態にあり、再建の見通しが無いなど、実質的に経営破綻に陥っている貸付先
- ③破綻懸念先：経営破綻の状態にはないが、経営難の状態にあり、再建計画の進捗状況が芳しくなく、今後、経営破綻に陥る可能性が大きい貸付先
- ④要注意先：貸出条件に問題がある、債務の履行状況に問題がある、業況が低調ないし不安定な債務者、財務内容に問題があるなど、今後の管理に注意が必要な貸付先（いわゆる金融支援を受けている）
- ⑤要管理先：要注意先のうち、債務の履行を3か月以上延滞、または貸出条件の緩和を受けた貸付先
- ⑥要管理先以外：要注意先の貸付先のうち、要管理先以外の貸付先
- ⑦正常先：業績が良好で、財務内容にも問題がない優良な貸付先

全国銀行協会の統計では、上記の「破綻先債権」、「延滞債権」、「3ヵ月以上延滞債権」、「貸出条件緩和債権」を区別している。そこで「破綻先債権」には100%、「延滞債権」には50%、「3ヵ月以上延滞債権」には30%、「貸出条件緩和債権」には20%のウエイトを付すことにする。そうして不良債権額の深刻度指数を作成する。平成19年度～平成23年度で示すと以下である。

平成19年度： $6091 \times 1.0 + 68155 \times 0.5 + 1094 \times 0.3 + 35264 \times 0.2 = 47549.5$

平成20年度： $15646 \times 1.0 + 78218 \times 0.5 + 1697 \times 0.3 + 19460 \times 0.2 = 59156.1$

平成21年度： $11031 \times 1.0 + 81348 \times 0.5 + 1434 \times 0.3 + 19610 \times 0.2 = 56057.2$

平成22年度： $7356 \times 1.0 + 79472 \times 0.5 + 2198 \times 0.3 + 22633 \times 0.2 = 52278.0$

平成23年度： $5330 \times 1.0 + 82702 \times 0.5 + 1469 \times 0.3 + 24960 \times 0.2 = 52113.7$

指標は、深刻度で加重平均した「加重不良債権額」ということになる。平成20年度及び平成21年度は全体の平均を大きく上回っているが、概ね50000程度で変動していることがわかる。上でみるようにデータとしては50000程度を変動している。大きい時には不良債権額が大、小さい時には小と判断される。

さて計画年度の4つの不良債権の比率に対して予想するものとする。第*i*番目の比率の予想を $\hat{r}_i$ と仮定し、計画年度の銀行貸出を**bloan**とすると、 $\hat{r}_i \times \text{bloan}$ が予想される第*i*番目の

不良債権額となる。したがって、 $h_i$ を加重係数として、 $\sum_{i=1}^4 h_i \hat{r}_i \times \text{bloan}$ が予想される加重不良債権額となる。この加重不良債権に対して、銀行は戦略的な資産選択を行うことで、不良債権額をコントロール出来るとする。超えてはならない加重不良債権額  $BL^U$  と近づきたい加重不良債権水準  $BL^L$  とすると、多目標計画問題の制約は以下の2つとなる。したがって、超えてはならない不良債権額を  $BL^U$ 、理想とする不良債権額を  $BL^L$  とすると、多目的計画問題の制約は以下のように示すことが出来る。

$$\sum_{i=1}^4 h_i \hat{r}_i \times \text{bloan} \leq BL^U \quad (2.17)$$

$$\sum_{i=1}^4 h_i \hat{r}_i \times \text{bloan} - z_9 = BL^L \quad (2.18)$$

銀行が厳しい目標を設定すれば、貸出が抑制され、貸渋りが出てくることを表現できる。マクロ金融モデルとしては上で十分であるが、実際の銀行ALMでは、融資先を地域別、産業別に管理することが望ましく、詳細な制約を置くことになる。

さて、例として平成20年度について考えよう。平成19年度の4種の不良債権データから計算された比率の数値を平成20年度の予想比率として、計算される加重不良債権額は以下。

$$\begin{aligned} & \left( \frac{6091}{4459756} \right) \times \text{bloan} + \left( \frac{68155}{4459756} \right) \times 0.5 \times \text{bloan} + \left( \frac{1094}{4459756} \right) \times 0.3 \times \text{bloan} + \left( \frac{35264}{4459756} \right) \times 0.2 \times \text{bloan} \\ & = \left[ \left( \frac{6091}{4459756} \right) + 0.5 \times \left( \frac{68155}{4459756} \right) + 0.3 \times \left( \frac{1094}{4459756} \right) + 0.2 \times \left( \frac{35264}{4459756} \right) \right] \times \text{bloan} \end{aligned}$$

仮に、 $BL^U = 55000$ 、 $BL^L = 45000$ とした場合、 $0.010662 \times \text{bloan} \leq 55000$  と  $0.010662 \times \text{bloan} - z_{10} = 45000$ が制約に付されることになる。

### 2.3 多目的計画処理

データは全国銀行協会の平成19年度～平成23年度の5年を使用する。この程度の時系列では計量経済学的推定は不可能である。多期間の計画も可能であるが、ここで平成23年を計画期間とする。

最後に、スラック変数の和を設定して最小化を図ることで全体を統御する。

$$z = z_1 + z_2 + z_3 + z_4 + z_5 + z_6 + z_7 + z_8 + z_9 \rightarrow \min \quad (2.19)$$

制約式：(2.1)～(2.18)

全てのスラック変数がゼロになるのが最も望ましいが、制約の関係で実現しないだろう。また特定のスラック変数に強いウエイトを架すことも可能である。さらに多期間の計画では、異時点の変数が並べられる。その際、計画が動学性を伴うかは、制約が動学的か否か



に関わる。

この枠組みで多目的処理を実行した結果は、有価証券が実績値の 97.8%となり、貸出は実績値に対して 135.6%となった。一応は容認できる結果であると考えられる。

収益の関連で、長期金利が上がると貸出金利が上昇し、金利収入が増加するだろう。銀行側の論理からすると、貸出増加して増収しようとするが、企業側からすれば金利負担の増加は借入減少になり、どちらが優勢かが、貸出増加の鍵を握る。これは貸し出す側と借り入れる側を同時に考慮しなければならないことを裏書きしている。しかし上の論理からは借り手の事情は反映されない。何らかの買い手の要因も考慮すべきだろう。それは理想的には借り手側の ALM も同時に走らすことで考慮されなければならない。この点について、複数の LP 問題の統合という観点から、H.Kosaka(1985)を参照されたい。また複数の LP 問題をゲーム論的にみる観点から、F.Kydland(1975)を参照されたい。さて、貸出増は派生預金増加になり、マネーサプライ増加、長期金利低下に作用して、金利安定化効果がでると思われる。実際の貸出は、そうした双方の思惑の結果であり、企業側のモデルとの相互作用も要求される。企業の側では、金利の上昇の結果、金利負担の増加から借入抑制に繋がり、家計で言えば、住宅建設や耐久消費財の抑制になる。

不良債権を抱えた銀行に、貸し渋りが起こるのは、上のモデルで表現されている。今回は実行しないが、以下のようなシナリオ分析が必要となる。

シナリオ分析 1=加重不良債権額を下げるシナリオを問う。加重不良債権額の上限  $BL^U$  を下げるシナリオ。ここで貸渋りが増加することとなる。

シナリオ分析 2=長期金利が上がり、貸出金利が上がると、予想貸出収益率  $\hat{r}_{BL}$  があがる。したがって貸出が増加し、派生預金も上昇し、通貨供給の増加に繋がる。

シナリオ分析 3=株価が上昇すると、予想有価証券収益率  $\hat{r}_{SC}$  が上昇する。

### 3. 結語

本稿では銀行の ALM モデルについて述べたが、銀行以外の保険業の ALM は異なる。銀行業がどちらかという資産側に考察の重点があるのに対し、保険業においては負債側に力点がある。また製造業の ALM は多くの有力企業が多国籍化している現状から、グローバル SCM(Global Supply Chain Management)が問題になるように、グローバル ALM 化せざるを得ない。つまり多国籍企業では利潤の国際間操作がある程度可能であり、法人税が低く、またドル評価で低い通貨での利潤を計上するのが有利であることから、そうした操作が行われ易く、またそうした傾向は ALM にも反映されるので、グローバル ALM が重要視される。こうした銀行以外への拡張については、他の機会に譲りたい。

なお本稿の最適化処理は Excel を用いたが、より大きな問題処理には、GAMS が適しているので、今後 GAMS での処理に移行したい。

## 参考文献

- 01)福川忠昭,1985,経営計画問題を意図した目標計画法の拡張,慶応義塾大学理工学研究科博士論文.
- 02)伏見多美雄・福川忠昭・山口俊和,1987,経営の多目標計画,森北出版.
- 03)枇々木規雄,1995,財務リスクを管理するための ALM モデルー銀行の ALM(資産負債管理)に対する数理計画法を用いたモデル・アプローチ,慶應義塾大学理工学研究科博士論文.
- 04)氷見野良三,2003,BIS 規制と日本,金融財政事情研究会.
- 05)J.P.Ignizio(高桑宗右衛門訳),1985,単一目標・多目標システムにおける線形計画法,モデリング研究所.
- 06)Kiyotaki,N. and J.Moore,1997,"Credit Cycles," Journal of Political Economy,Vol.105,pp211-248.
- 07)Klein,L.R. and W.Krelle,1983,Capital Flows and Exchange Rate Determination, Journal of Economics, Supplement 3.
- 08)Kosaka,H.,1985,"The Optimization of an Interconnected System with Multiple Decision Makers," European Journal of Operations Research,pp233-244.
- 09)Kydland,F.E.,1975,"Noncooperative and Dominant Players Solutions in Discrete Dynamic Games," International Economic Review,Vol.16,No.2,pp321-335.
- 10)Nijkamp,P., P.Rietveld and H.Voogd,1990,Multicriteria Evaluation in Physical Planning,North-Holland.
- 11)小川一夫・北坂真一,1998,資産価格と景気変動,日本経済新聞社.
- 12)大野勝久編著,2008,Excel によるシステム最適化,コロナ社.
- 13)貞広彰,1992,日本経済のマクロ経済分析,有斐閣.
- 14)坂和正敏,2000,離散システムの最適化ー一目的から多目的へー,森北出版.
- 15)瀬尾芙美子,1984,多目的評価と意志決定,日本評論社.
- 16)瀬尾芙美子,1994,思考の技術ーあいまい環境下の経営意思決定ー,有斐閣.
- 17)山口俊和,1977,多目標下の経営意思決定問題に関する研究,慶応義塾大学理工学研究科博士論文.
- 18)山下邦男,1972,銀行論,東大出版会.