

## 銀行の統合リスク管理に対する多期間最適化モデル

申請中 慶應義塾大学大学院 理工学研究科 大崎 裕資 \*OHTSUKI Hiroshi  
01505910 慶應義塾大学 理工学部 枇々木 規雄 HIBIKI Norio

### 1. 研究の目的

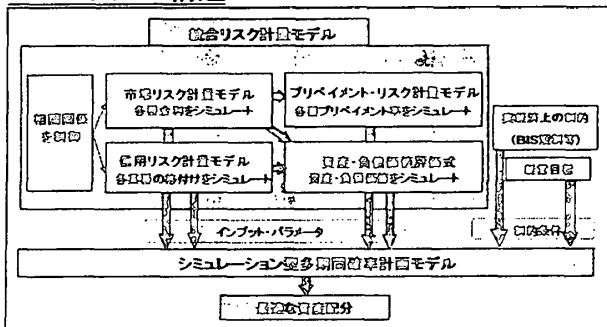
近年、ALM（資産負債総合管理）技術は、銀行経営において、重要な管理手法として定着してきている。このモデル構築においては、市場リスクと信用リスクを同時に管理するモデルであることに加え、それらの相関関係まで統合的に考慮する必要がある。

齋藤・枇々木 [2001] は、銀行の中長期的な意思決定支援を目的とした、「市場リスクと信用リスクの統合管理」と「最適な資産・負債配分の決定」を行う ALM モデルのフレームワークを提案した。

しかし、このモデルは、自己資本比率規制やプリペイメント・リスクなどの銀行において不可欠な実務上の制約がきちんと考慮されていない。

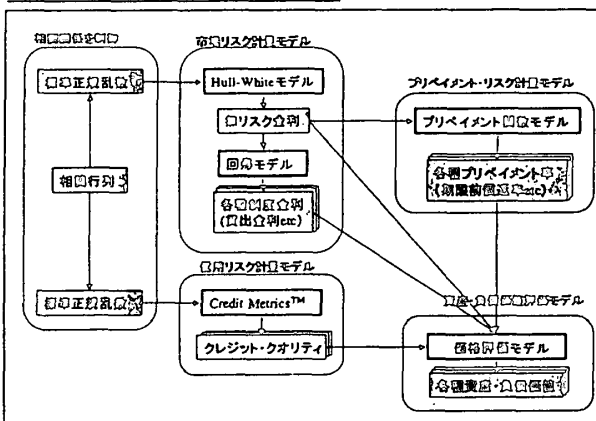
本論文では、齋藤・枇々木[2001]のモデルに自己資本比率制約やプリペイメント・リスクを考慮した改良モデルを提案する。また、本モデルに対し、様々なインプット・データに対する感度分析を行うことで、モデルの有効性を検証する。

### 2. モデルの構造



- ① 統合リスク計量モデルのパラメータを初期時点の市場の状態に合うように推定し、各種金利（貸出約定金利や定期預金金利等）や債務者の信用格付け（デフォルトも含む格付け）および各種プリペイメント率（貸出金の期限前返済率など）のシミュレーション経路を生成する。
- ② ①で生成された値を用いて、資産価値と負債価値のシミュレーション経路を計算する。
- ③ ①と②で生成されたシミュレーション経路に対して、数理計画モデル（統合最適化モデル）により、多期間にわたる最適な資産・負債配分を算出する。

### 3. 統合リスク計量モデル



#### 3-1. 市場リスク計量モデル

無リスク金利は、Hull-White モデルによってモデル化する。また、貸出金利等の各種制度金利は、無リスク金利を説明変数とした回帰モデルによってモデル化を行う。これらのモデルを用いて、モンテカルロ・シミュレーションによって、無リスク金利や各種制度金利のシミュレーション経路を生成する。

#### 3-2. 信用リスク計量モデル

各業種の格付け推移は、J.P.Morgan[1997]によって提唱された企業資産価値モデルを利用してモデル化する。まず、資産の将来の債務履行能力は、その資産が属する業種の格付けのみによって捉えられると仮定する。次に、各業種のインデックス収益率（これを各業種の平均的な企業資産価値とみなす）を標準正規乱数により生成し、この値を格付けに変換する。

格付け推移間の相関構造のモデル化は、推定した各業種のインデックス収益率間の相関関係で近似する。格付け推移のシミュレーション経路は、推定した相関行列を持つ多次元標準正規乱数を用いたモンテカルロ・シミュレーションを行うことで生成する。

#### 3-3. プリペイメント・リスク計量モデル

各種プリペイメント率は、Schwartz and Torous[1989]によるプリペイメント関数モデルを用いてモデル化する。彼らは、期限前解約が可能な代表的商品であるモーゲージ証券に対して、ハザード関数を明示的に与えてプリペイメント率を算定しているが、これを貸出金の期限前返済率、定期預

金の期限前解約率、コーラブル債の期限前償還率に応用する。

### 3-4. 市場リスクと信用リスクの相関モデル

過去のデータから推定した、各業種の標準化されたインデックス収益率と無リスク金利との間の相関係数行列を持つ、多次元正規乱数を用いたモンテカルロ・シミュレーションを実行することで、モデル化を行う。

### 3-5. 資産・負債価値の評価方法

対象とする資産または負債から生じる全キャッシュ・フローを価値算出時点まで無リスク金利でディスカウントし、得られた値をその資産・負債の価値とみなす。そして、その値に売買コストを加減したものを、購入価格・売却価格とする。ただし、貸出金や定期預金等バンキング勘定は、売買コスト分は考慮しない。また、コーラブル債は、期限前償還リスクを考慮したプライシングを行う。

## 4. 統合最適化モデル

多期間にわたる意思決定を行うモデルとして、枇々木[1999]の提案した「シミュレーション型多期間確率計画モデル」を用いる。統合リスク計量モデルによって生成したシミュレーション経路を下に、数理計画問題として記述された統合最適化モデルを解くことで、各時点の資産・負債配分が決定変数として求まる。

目的関数は、CVaR (Conditional Value at Risk) の最小化とし、制約条件は、

- ① 実務上の制約 (自己資本比率 10%以上等)
- ② 期待収益額 ≥ 要求水準
- ③ 時点間における資産負債の投資量のバランス式
- ④ 各時点におけるキャッシュ・フローバランス式等を設定する。

## 5. 数値実験

以下のような仮想的なデータ設定のもとで数値実験を行った。

- ・ 初期時点における資産・負債残高：

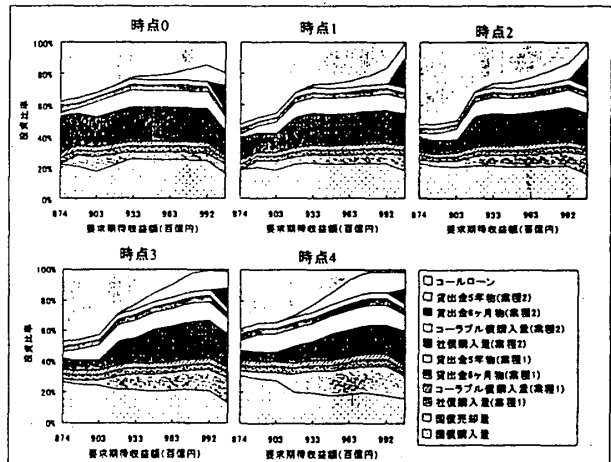
資産		負債	
コールローン	65	コールマネー	200
国債	925	定期預金(6ヶ月物)	700
ノン・コーラブル債(業種1)	110	定期預金(1年物)	1000
ノン・コーラブル債(業種2)	90		
コーラブル債(業種1)	100		
コーラブル債(業種2)	80		
貸出金(6ヶ月物)(業種1)	1000		
貸出金(6ヶ月物)(業種2)	965		
貸出金(5年物)(業種1)	500		
貸出金(5年物)(業種2)	480		
計	4315	計	1900

(単位:百億単位)

- ・ シミュレーション本数：1000本
- ・ 計画期間：6時点 (1時点0.5年として3年間)
- ・ 業種セクター数：2つ  
(業種1: 高格付け AA、業種2: 低格付け BBB)

### 【結果】

計画期間の最終時点における要求期待収益額を変化させた場合の、資産勘定の投資比率 (制御不可能な新規発生分は除く) の推移を示す。



要求期待収益額を高めるほど、リスクの低い国債やコール・ローンへの投資比率が減少し、リスク・リターンが大きい貸出金5年物 (業種2) や貸出金6ヶ月物 (業種1、業種2) への投資比率が増加していることがわかる。

## 6. 結論

本研究では、市場リスク、信用リスク、プリペイメントリスクといった、銀行のリスク管理上重要なリスクを統合的に管理するALMモデルを提案した。今回の数値実験の結果からは、モデルはうまく機能していることが確かめられた。

## 7. 参考文献

- ・ 齋藤直紀、枇々木規雄[2001], 市場リスクと信用リスクを考慮した銀行の資産負債管理に対する確率的最適化モデル, 日本金融・証券計量・工学会 2001年夏季大会予稿集, pp.330-349.
- ・ Schwartz and Torous [1989], Prepayment and the Valuation of Mortgage-Backed Securities, Journal of Finance, Vol.44, pp.375-392
- ・ 枇々木規雄[2001], 戦略的資産配分問題に対する多期間確率計画モデル, JORSJ, Vol.44, No.2, pp.169-193.J.P.Morgan [1997] 「CreditMetrics™ - Technical Document」