

## 信用リスクの計量化と管理手法

金融研究部 研究員 室町 幸雄 研究員 浅原 大介

### <要 旨>

1. 近年の規制緩和の流れや、不良債権問題、相次ぐ銀行・商社等の巨額損失事件などを通じて、金融機関を中心に、リスク管理の重要性が再認識されつつある。このような環境下で、金融工学の発達を受けて、市場リスクの評価・管理手法の研究・開発は進んだが、信用リスクの分野は一步遅れている。本稿は、貸付など、長期保有を前提とする円金利資産への応用を念頭に、信用リスクの計量化に関する基本的な考え方を整理し、その手法や適用例について述べたものである。
2. リスクの評価・管理の第一歩は資産の時価評価であるが、債券市場の情報をうまく活用することにより、市場性のない貸付の時価も算出可能になる。そこでの問題は、信用リスクを反映した理論スプレッドの設定であり、固定金利や変動金利、有担保など、貸付案件固有の条件を加味して、評価することになる。
3. 貸付における最適な格付け毎の配分構成を求める際、平均・分散アプローチに、信用リスクの概念を導入し、拡張することを考える。信用リスクのある貸付ポートフォリオにおいては、倒産確率だけでなく、格付け推移確率（当初ある格付けに属する企業群が、一定期間後に各格付けに変化する確率）も、最適資産配分に大きな影響を与える。この格付け推移確率の影響は、デュレーション（金利感応度）により異なるため、格付け毎にデュレーションをコントロールすることが望ましい。
4. ただし、信用リスク関連の基礎データは未整備であり、理論的なモデル化が不十分な部分も残っている。また、複数リスクの総合評価に関しても、その研究途上にある。そこで、データ、リスク・ファクター、評価・管理ツールといった階層構造を意識しながら、個々の構成要素間の複雑な関連性を解き明かしていくことが、今後のリスク管理・評価の課題であろう。

5. 生命保険会社の負債は、一般に超長期で、しかも死亡などの非金融的リスクや解約のようなオプション性を内包しているので、非常に複雑である。したがって、リスクの評価・管理手法の構築にあたっては、運用資産の抱えるリスクだけでなく、保険負債の抱えるリスクも十分考慮する必要があるだろう。

## 目次

### はじめに

#### I. 信用リスクの概念

1. 一般的な金融リスク
2. 信用リスク

#### II. 信用リスク計量化のフレーム・ワーク

#### III. 貸付の時価・収益性評価

1. 貸付の時価評価の考え方
2. 時価評価
3. 収益性評価
4. 理論スプレッドの構成と算出方法
5. 評価事例
6. 問題点

#### IV. ポートフォリオ最適化に関する感応度分析

1. 拡張された平均・分散アプローチ
2. 格付け推移行列の影響

#### V. 今後の信用リスク計量化に対する展望

1. 信用リスクの研究課題と展開
2. 各種リスクの統合管理
3. 生命保険会社のリスク管理の今後

#### 付録 使用した格付け別データ

#### 補論 1. 社債市場の金利スプレッドの分析

#### 補論 2. 倒産確率の予測モデル

#### 参考文献

### はじめに

ここ数年、金融業界ではリスク管理、中でも特に信用リスク管理の重要性を認識させる事件が相次いで発生した。国外ではベアリング証券や米国

オレンジ郡の破綻、国内では金融機関の抱える不良債権問題や度重なる金融機関の経営破綻、債券や商品取引に伴う銀行・商社等の巨額損失事件などである。これらは、国際的にはジャパン・プレミアム<sup>1</sup>、国内では利金債の横並び発行の終焉<sup>2</sup>など、様々な形で市場にも影響を与えた。

一方、規制緩和の流れの中、市場では金融商品の多様化や適債基準の撤廃、財務制限条項の義務付け廃止など様々な変革が進行中であり、自己責任原則やリスクに対する認識の徹底が、今まで以上に市場参加者に要求されるようになっている。

国際的には、金融機関のリスク管理は国際決済銀行（BIS）の自己資本比率規制などによって進められてきた。

BIS規制は、国際的業務を営む銀行に対して、リスク資産の一定比率（8%）以上の自己資本を準備する義務を課す、というものである。その大枠は、第1次規制（88年合意、92年導入）では信用リスクを対象に作られたが、第2次規制（96年公表、97年末導入予定）では市場リスクも対象に加わり、より総合的なリスク規制となった。また、第2次規制では、市場リスクの指標としてValue at Risk（VaR）の概念が提唱されているが、BISの提唱する標準モデルだけでなく、規定水準以上のモデルであれば各行の内部モデルの使用も認められることになった。

また、99年1月に実施予定の欧州通貨統合により、信用リスクの重要性が高まる可能性も指摘されている。これは、これまで自国通貨建てであった各国の債券市場がユーロ建て市場として一体化すると、債券価格が為替リスクよりも債券発行者の信用リスクに敏感に反応するようになる、と考えられるためである。

これらを背景に、現在、金融機関はリスク管理体制の整備を急速に進めつつある。しかし現状では、市場リスクの評価手法が概ね確立されてきた

<sup>1</sup> 邦銀の信用力が低下し、邦銀に対する銀行間貸出金利が欧米銀よりも数十ベース高くなった。

<sup>2</sup> 流通市場の実勢を反映して、95年12月発行の利金債で、初めてクーポン・レートに格差がついた。

のに対し、信用リスクに関しては、ようやく基礎研究の成果が出始めた程度である<sup>3</sup>。

現在、市場での売買利益獲得を目的に保有する資産の管理は、時価ベースで行うのが主流である。そこで、全資産の統合管理を目指す場合、貸付など長期保有が前提の資産についても時価評価を検討することは自然な流れである。また、たとえ長期保有が前提の資産であっても、それらを換金せざるを得なくなる事態が突然発生したり、証券化に伴い時価評価が必要になることもありうる。これらを考慮すると、長期保有資産に関しても、現在価値を把握しておくことが望ましい<sup>4</sup>。

本稿では、貸付・債券など生命保険会社が大量に長期保有している円金利資産<sup>5</sup>への適用を念頭に、信用リスクの考え方、取り扱い方とその影響について述べる。まず、第I章では信用リスクの概念を、第II章ではリスクの計量化のフレームワークを整理する。次に、第III章では貸付の時価・収益性評価、第IV章では円金利資産ポートフォリオの最適化について、事例を交えながら述べる。そして最後に、今後の研究課題をまとめ、リスク管理のあり方についても触れる。

## I. 信用リスクの概念

### 1. 一般的な金融リスク

具体的な話に入る前に、本稿で以後頻繁に使われるリスクという概念について、金融的なリスクに限定して簡単に触れる。

広義のリスクとは、「商品の価値に不確実性をもたらすもの」である<sup>6</sup>。金融商品はその特性に応じ、価格変動リスク、為替変動リスク、流動性

リスク、オプション・リスク、デフォルト（債務不履行）リスクなど、様々なリスクを抱えている。

価格変動リスクは、金利や株価など市場価格の変動により損失を被るリスク、為替変動リスクは為替相場の価格変動リスクである。流動性リスクは、市場の流動性が十分でないために、妥当な価格で資産の取引を行うことが困難になるリスクである。オプション・リスクは、オプション・ホルダーの権利行使によるリスクであり、貸付の繰り上げ弁済（プリペイメント）も、借り手をオプション・ホルダーとする一種のオプション・リスクである。

### 2. 信用リスク

本稿で扱う信用リスクとは、「取引相手のデフォルト（債務不履行）、あるいは将来のデフォルトの可能性の増大などに関連して生じるリスク」を指す。具体的には、デフォルト・リスクが最もイメージしやすい。

例えば、A社がB社発行の満期10年の割引債を、額面にして1億円分持っているとする。B社がデフォルトを起こさなければ、満期時にA社はB社から1億円のキャッシュを受け取る。しかし、満期以前にB社がデフォルトを起こした場合、A社は1億円の一部しか受け取れない。

図-1の例では、デフォルトの可能性のために将来のキャッシュフローが不確定になっている。これがデフォルト・リスクであり、最も代表的な信用リスクである。その他の信用リスクとしては、将来のデフォルト発生確率の変動による価格変動リスク<sup>7</sup>などがある。このような信用リスクのある債券の価値は、信用リスクのない債券（国債）よりも、リスクの分だけ低くなる。

<sup>3</sup>これは、市場での売買利益獲得を目的とする短期保有資産に関する現状である。長期保有を前提とする資産に関しては、信用リスクも市場リスクも評価手法が確立されたとは言えない。

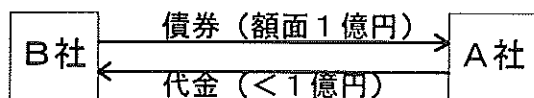
<sup>4</sup>一方、時価評価に対する疑問も提示されている。市場取引のない長期保有資産には客観的な時価が存在しないため、ある程度の主観が評価の中に入らざるを得ないからである。しかし、簿価も、実勢を反映する客観的な評価とは言えない。

<sup>5</sup>銀行で言えば、バンキング勘定に含まれる資産である。

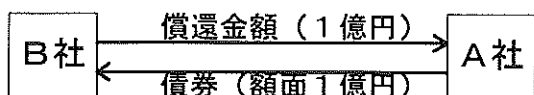
<sup>6</sup>狭義のリスクとは、リターンの振れ（標準偏差）を指す。

<sup>7</sup>格付けの低下に伴う価格の下落などを指す。

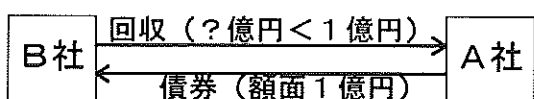
図-1 デフォルト・リスクの例



<10年後、償還時>



<B社デフォルト時>



信用リスクは、デフォルトの可能性を持つ全ての取引が抱えるリスクであるが、特に長期保有を前提とする貸付や債券のような資産では極めて重要になる。これは、金利リスクの期待損失額は、満期までの期間が長くなるほど緩やかに増加するようになるのに対し、信用リスクの期待損失額は、期間にほぼ比例して増加し続けるためである。

また、金利リスクは金利デリバティブや変動金利貸付などによってある程度ヘッジ可能であるが、信用リスクはほとんどヘッジ不可能であることも重要である。

これまで、信用リスクは投資家にとって最重要リスクの一つであるにも拘わらず、理論に基づく定量的な評価・管理が行われてこなかった。しかし最近、信用リスクにも現代ポートフォリオ理論を適用し始めており、ようやく理論的、定量的なリスク管理の対象に入ってきた。

## II. 信用リスク計量化のフレーム・ワーク

本章では、信用リスクの計量化に関連する、個々

のファクターや概念の相互関係を再整理し、総括的に理解するために、リスク管理体系の概要を示す。これを図示すると、図-2のようになる。

一般的に、リスク管理といった場合には、株や為替などの、価格変動（マーケット）・リスクを主な対象として考える場合が多く、VaR や最適化を適用する過程でも、最重要ファクターとなることはいうまでもない。

しかし、本稿では、敢えてそれらのリスク・ファクターの全ては考慮せず、割引率（割引後の価格）の変動を念頭に、マーケット・リスクとしては「金利」のみを考えた。

この図-2では、リスク管理のフレーム・ワークとして、4段階の階層構造をイメージしており、個々の観測データや、調査結果の集積であるデータ・レベルがその最下層を構成する。

次に、直接観測データも含まれるが、主にデータ・レベルのデータに、統計処理を加えて求めた、リスク尺度やその計算要素として機能するリスク・ファクターが第2階層、更に、求められたリスク・ファクターを基礎に、種々の手法や評価ツールを活用して、リスクや収益性を数値化する段階（第3階層）がある。

また、この階層構造から独立して、これまでの3階層を統合・集約する部分があり、ここでリスクとリターンの概念的な関係も整理される。

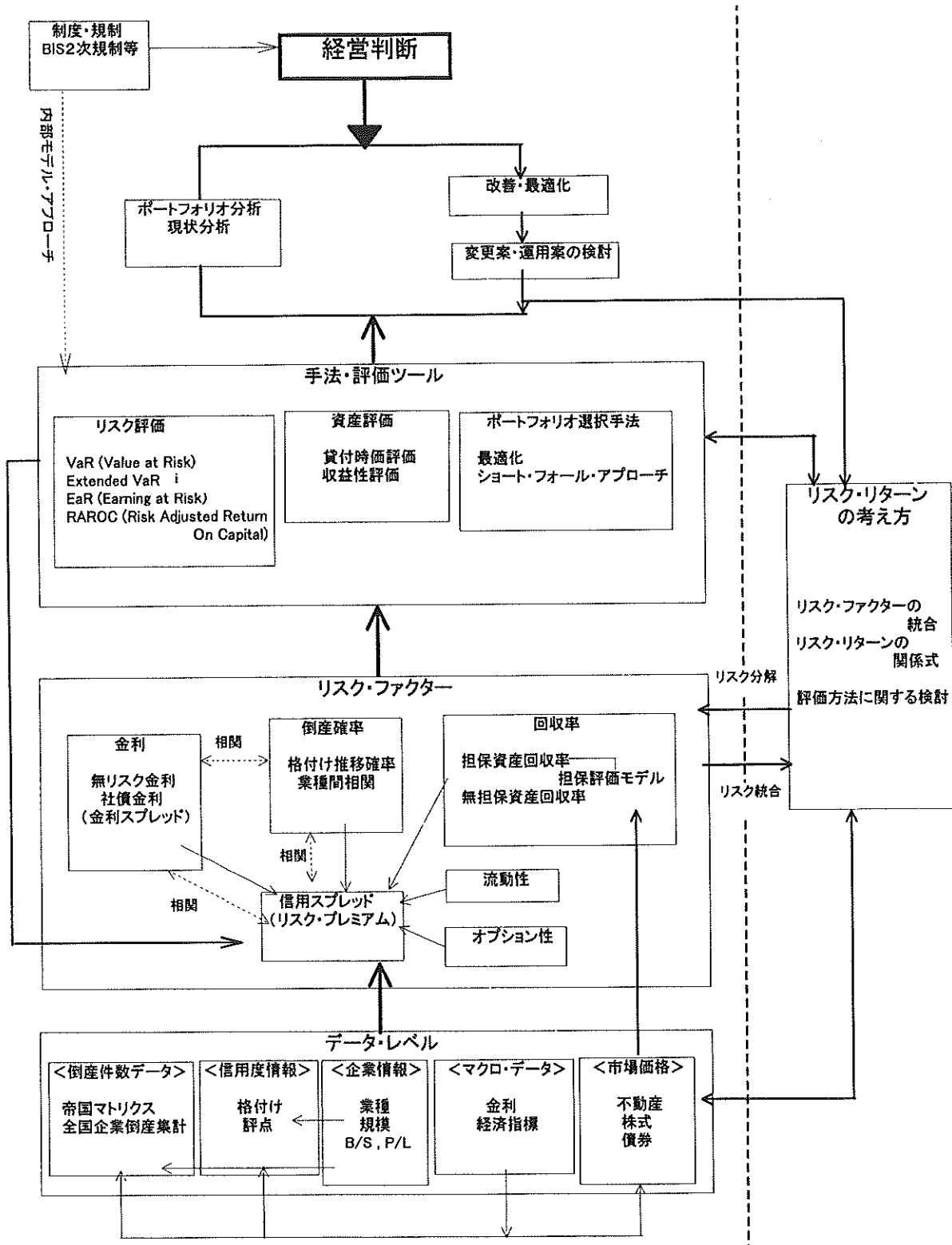
最上位には、データやツールを利用する組織や体制といった最終レベル（第4階層）が存在し、実際の投資判断やリスク管理が運営される枠組みになっている。

例えば、評価・選択のツールを、運用方針や企画立案の過程において、それぞれの目的に沿ったかたちで活用しながら、課題に検討、改善を加えていくというのが一般的である<sup>8</sup>。

近年、信用リスク関連の研究が盛んであるが、そのテーマとしては、全体系の中で、各階層を、

<sup>8</sup>具体的には、社債・スワップ等の評価、貸出し時の必要リスク・プレミアムの算出等が考えられる。更に組織や体制を最適化していく場合には、リスクや収益性の評価をベースに、設備・労働力等も含めた適正資源配分が考えられていくべきであろう。

図-2 信用リスク計量化を中心としたリスク管理の枠組み



<sup>1</sup>小田・村永[1996]を参照されたい。

部分的、局所的に取扱ったものも多い。

例えば、財務データから倒産確率を推計するなど、データ・レベル、リスク・ファクター・レベル等の、同一階層で完結している場合もある。

一方、手法・評価ツールに関する分析の場合には、下位ファクターの計量化を前提としたり、把握不可能な諸数値を何らかの割り切りで求めたものが多かった。しかし実際には、下位ファクターの定式化の方法や前提が、総合的評価や管理方法に影響したり、その逆の場合も考えられる。

そういった意味で、各段階、各要素の取扱いに際しては、総合的な体系の中での位置付けや、相互関連を意識、把握すべきであろう。

### III. 貸付の時価・収益性評価

資産管理の基本は、個別資産の時価評価と収益性評価である。ここでは、時価・収益性評価に信用リスクを取り込む基本的な考え方と具体的な方法について、貸付を中心に述べる。

#### 1. 貸付の時価評価の考え方

貸付や債券などの円金利資産の時価について考えてみよう。

社債の場合、流動性は低いながらも一応市場が存在し、特定銘柄の時価を知ることができるので、それを参考に様々な銘柄の時価を推定することが

できる。一方、基本的に相対で取引される貸付には、時価を観察できるような市場は存在しない。

しかし、各資産の契約内容に立ち戻ってみれば、貸付も債券も将来のキャッシュフロー（以下、CFと略す）契約の集合であり、その意味では同質とみなすことができる。この視点に立てば、債券市場で得られる特定銘柄の価格情報をもとに、貸付の時価も評価できるはずである。ただし、債券と貸付では、流動性や内包されるオプションの複雑さなどいくつかの点で大きな差異があるので、それらを時価に適切に反映しなければならない。

#### 2. 時価評価

CF割引モデルによると、債券や貸付の時価PVは、次のように示すことができる<sup>9</sup>。

$$PV = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r_i + \alpha_i)^i}$$

ただし、 $i$  : CF発生時点 ( $i=1, 2, \dots, n$ )、 $C_i$  : 時点 $i$ のCF、 $r_i$  : 無リスク金利<sup>10</sup>、 $\alpha_i$  : 理論スプレッド、 $r_i + \alpha_i$  : 理論利回りである。

リスクがない場合には、理論スプレッドは0で、将来のCFを無リスク金利で割り引けば時価が求められるが、リスクがある場合には、無リスク金利に理論スプレッドを上乗せした理論利回りで割り引かなければならない。理論スプレッドは、リスクによる期待損失額の埋め合わせに必要な利回りと、リスクをとる代償として投資家が要求する

<sup>9</sup>本文中の式では将来のCFを確定値とみなしているが、CFを不確定値（確率変数）とみなした次式も使用される。

$$PV = \sum_{i=1}^n \frac{E[\tilde{C}_i]}{(1+r_i + \alpha_i)^i}$$

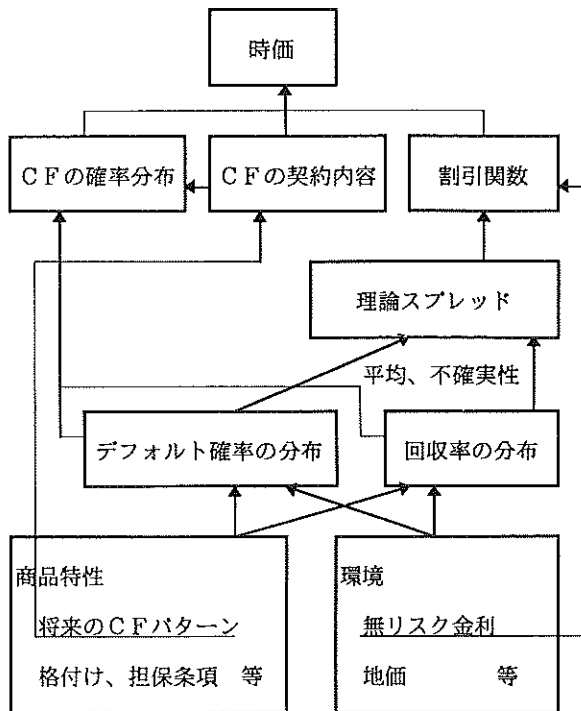
ただし、 $\alpha_i$  : リスク・プレミアム、 $E[\cdot]$  : 期待値演算子で、 $\tilde{x}$  は  $x$  が確率変数であることを示す。CFの不確実性の原因をデフォルト・リスクに限定すると、分子のCFの期待値は、デフォルト確率と回収率を用いて次のように表現できる。

$$E[\tilde{C}_i] = E[\tilde{S}_i]C_i + E[\tilde{S}_{i-1}\tilde{\pi}_i\tilde{\mu}_i]PV_i$$

ただし、 $\tilde{S}_i = (1-\tilde{\pi}_1)\cdots(1-\tilde{\pi}_i)$  :  $i$  時点までデフォルトしない確率、 $\tilde{\pi}_i$  :  $i-1$  時点から  $i$  時点までのデフォルト確率、 $\tilde{\mu}_i$  :  $i$  時点のデフォルト時の回収率、 $PV_i$  :  $i$  時点の時価である。この式は、本文中の式より複雑だが、デフォルト確率の期間構造や回収率などを直接反映できる。

<sup>10</sup>国債のように、将来のCFが確定的な債券の利回り。

図-3 時価評価システムの概念



利回り（リスク・プレミアム）から構成される。

図-3のように、理論スプレッドをデフォルト確率と回収率の関数で表し、デフォルト確率と回収率を格付け、担保条項、無リスク金利、地価、財務変数などの関数で表すことができれば、様々な貸付・債券の統一的な時価評価が可能になる。

### 3. 収益性評価

前節で求めた時価評価に、投資期間の概念を取り込んだ価値尺度が収益性である。ここでは、貸付をそれと等価なCFに変換して求めた利回り（貸付の実効利回りと呼ぶ）を、理論利回りと比較する方法を紹介する<sup>11</sup>。

評価は、以下の手順で行う。

①貸付の時価PVを前節で述べた方法で算出する。

その際に、デュレーション<sup>12</sup>Duも求めておく<sup>13</sup>。

②時価PVを、理論利回りでDu年間運用した場合

の、将来価値FVを算出する。

③現在の貸付額が、Du年後にFVになるものとして、利回りを算出する。これが、貸付の実効利回りである。

④実効利回りを、期間Du年の理論利回りと比較する。実効利回りと理論利回りの差が超過収益率である。

本節のはじめに述べた、貸付と等価なCFとは、Du年後の金額FVというCFである。このCFの時価とデュレーションは、元の貸付と等しい。

このような時価・収益性評価を実際に行うために最も重要なことは、適切な理論スプレッドの算出である。

### 4. 理論スプレッドの構成と算出方法

まず、債券と貸付の理論利回りの構造の概念を図-4に示す。ここでは、デフォルト、オプション、流動性をリスクとして考慮した。図中のデフォルト・リスク・プレミアムは、デフォルト・リスクをとる代償として投資家が要求する上乗せ利回りである。

この図を例に、債券の理論スプレッドをもとに、貸付の理論スプレッドを算出する手順を示す。

①貸付と債券が抱えるリスク・ファクターを抽出する。この場合は、デフォルト、オプション、流動性の3つである。

②抽出したリスクを、貸付と債券が全く同じように抱えているリスク（デフォルトとオプション）と、そうでないリスク（流動性）に分類する。

③債券の理論スプレッドを、各リスク・ファクター別に分解する。

④貸付の「デフォルトによる損失を補う利回り」

<sup>11</sup>実効利回りは、貸付条件などから決まる貸付固有の利回りであり、理論利回りは、デフォルト確率などから理論的に求められる利回りの基準値である。

<sup>12</sup>債券価格の金利感応度、あるいは投下資本の平均回収期間を示す。ここでは後者の意味で使用している。

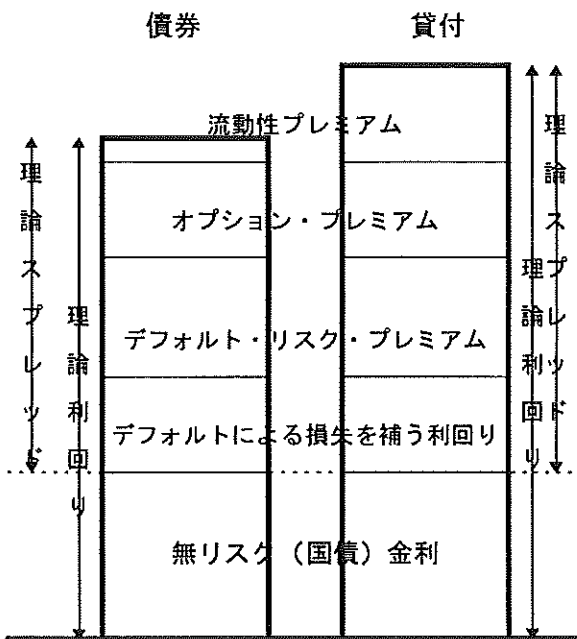
<sup>13</sup>変動金利貸付の場合は、スポットレートと期間構造から算出されるインプライド・フォワードレートをを用いて将来の期待キャッシュフローを求めて、そのデュレーションを使用する。



「デフォルト・リスク・プレミアム」「オプション・プレミアム」は、③で求めた債券の値と等しいとする。

- ⑤貸付の「流動性プレミアム」は、③で求めた債券の値、あるいはその他の情報を参考に推定する<sup>14</sup>。
- ⑥リスク・ファクター別に算出された利回りの合計を、貸付の理論スプレッドとする。

図-4 債券と貸付の理論利回りの構造



これは、リスクを要因分解し、各々に起因するスプレッドを評価して積み上げる、というビルディング・ブロック方式である。仮にリスク間に相関がなければ、この方法は正しい。

大雑把に言えば、貸付の理論スプレッドを求めるには、債券市場で観測される理論スプレッドに、流動性プレミアムの差を加えれば良い。もしも貸付に内在するオプションが債券に比べて複雑な場合には、オプション・プレミアムをオプション価値評価手法を用いて適切に評価してやれば良い。その場合、理論スプレッドの差はオプション・プ

レミアムの差と流動性プレミアムの差の合計になる。

以上のように、時価・収益性評価や理論スプレッドの算出方法は、概念的にはある程度整理できるが、具体的な研究はあまり進んでいない。例えば、デフォルト・リスク・プレミアムや流動性プレミアムのモデル化、リスク間の相関とその取り扱い方などは、依然として未解決の問題である。

## 5. 評価事例

そこで、本章をまとめる意味で、簡単な貸付案件を想定して時価・収益性評価を行う。

貸付は、貸付期間や担保条件の他に、金利決定方法（固定金利、変動金利）、基準金利（長P、短P、LIBOR）、元本返済方法（一括、均等）など様々な条件を契約に含んでいる。評価する4案件について、条件を表-1にまとめる<sup>15</sup>。

無リスク金利は、96年1月5日の国債のスポットレートを用いた<sup>16</sup>。貸付の信用度別理論スプレッド及びデフォルト確率<sup>17</sup>は、付録の表-6の値を用いた。ここで、理論スプレッドは期間に依らず一定とした。なお、この時点の長期プライムレートは2.6%、超長期プライムレート（日本生命の10年長期貸付基準金利）は3.2%である。

### (1) 変動金利貸付と有担保貸付の評価方法

表-1に示すように、案件3は長期プライムレートをベースとする変動金利貸付であり、案件4は回収率80%の有担保貸付である。変動金利貸付の評価では、ベースとする変動金利のモデル化が必要であり、有担保貸付の評価では、回収率を反映するような割引関数のモデル化が必要である。ここで用いたモデルを簡単に紹介する。

<sup>14</sup>西田[1995]は、この流動性プレミアムを債券の発行コストで代替することを提案している。

<sup>15</sup>本章では、無担保貸付のデフォルト時の回収率 $\mu = 0$ と仮定した。実際には、無担保貸付の $\mu$ は0ではない。

<sup>16</sup>若干変更を加えたHougllet法で推定した。なお、スポットレートの期間構造から算出されたフォワードレートは、スポットレートより高かった。これは、将来の金利上昇を市場が見込んでいることを示している。

<sup>17</sup>ここではデフォルト確率=倒産確率とみなした。

まず、案件3の変動金利のベースとなる長期プライムレート  $r_p$  は、

$$r_p = \text{国債5年スポットレート} + 29bp$$

とする。29bpは、96年1月5日時点の長期プライムレートと国債5年スポットレートの差である。将来の国債5年スポットレートは、現在の国債のスポットレートの期間構造から、フォワードレートとして求める。

次に、案件4の有担保貸付では、デフォルト確率と回収率を明示的に扱える、脚注9の式を用いる。信用リスク・プレミアムは、デフォルト確率と回収率の関数として表現する<sup>18</sup>。

これらは必ずしも最適と言える方法ではないが、変動金利貸付の特性や回収率の影響は、十分に評価に反映できるはずである。

## (2) 案件の評価

表-2に、各案件の評価をまとめる。

案件1は、A格付け企業に対する超長期プライムレート3.2%の10年固定金利貸付である。

損失額は現在価値ベースで4000万円強、デュレーション8.6年の理論利回りを約0.5%下回るばかりか、「国債利回り+倒産による損失を補う利回り」をもわずかだが下回っている。これは、国債に投資した方が有利なことを示している。将来の金利上昇が見込まれる中<sup>19</sup>で、このような長期固定貸付を行うのはまずい、という例である。

案件2は、帝国データバンクの評点46~55点の企業に対する5年固定金利貸付（長期プライムレート+30bp）である。元本均等弁済を採用したため、デュレーションは短い。その結果、現在価値ベースで242万円の利益があり、理論利回りを約0.1%上回っている。

案件3は、案件2と同じ企業に対する長期プライムレート+30bpの5年変動金利貸付である。期限一括弁済のためデュレーションは長いにも拘わらず、現在価値ベースで4000万円弱の利益があり、理論利回りを約0.8%上回っている。変動金利貸付の長所が表われた例である。

案件4は、案件2の回収率を80%にした場合である。回収率の上昇により信用スプレッドが小さくなり、理論利回りが低下した結果、現在価値

表-1 貸付案件の条件

	案件1	案件2	案件3	案件4
貸付先信用度	A	評点46~55点	評点46~55点	評点46~55点
貸出金額	10億円	10億円	10億円	10億円
貸出レート	3.2% (超長P)	2.9% (長P+30bp)	長P+30bp (当初は2.9%)	2.9% (長P+30bp)
期間	10年	5年	5年	5年
金利	固定	固定	変動	固定
利払い方法	6ヶ月後払い	6ヶ月後払い	6ヶ月後払い	6ヶ月後払い
元本弁済方法	期限一括弁済	元本均等弁済	期限一括弁済	元本均等弁済
担保 (回収率)	無担保 (回収率0%)	無担保 (回収率0%)	無担保 (回収率0%)	有担保 (回収率80%)

<sup>18</sup>信用リスク・プレミアム  $\alpha'$  には、以下の関数を用いる。

$$\alpha'(\pi, \mu) = a\pi(1-\mu) \quad (a \text{ は定数})$$

$a$  は、無担保 ( $\mu=0$ ) 時の価格が、理論スプレッドを用いた本文中の式で算出される価格と一致するように定める。この関数は、以下の条件を満足する最も簡単な式である。

①デフォルト確率  $\pi=0$  のとき  $\alpha'=0$

②回収率  $\mu=1$  のとき  $\alpha'=0$

ただし、 $\pi_i = \pi$ 、 $\mu_i = \mu$  で一定とする。①は、デフォルトが発生しない無リスク状態を意味する。②は、デフォルトが発生しても、それがCFに影響しないことを意味する。 $\alpha'$  は、最低でもこれらの条件式を満足しなければならない。

<sup>19</sup>脚注16を参照。

表-2 案件の時価・収益性評価

	案件1	案件2	案件3	案件4
現在価値	9億5947万円	10億242万円	10億3682万円	10億2157万円
現在価値ベースでみた損益	-4053万円	242万円	3682万円	2157万円
デュレーション	8.549年	2.620年	4.602年	2.620年
国債利回り	3.2477%	1.1883%	2.1295%	1.1882%
倒産による損失を補う利回り	0.0000% <sup>1</sup>	0.4820%	0.4820%	0.0968% <sup>2</sup>
片側信頼限界95%の倒産確率による損失を補う利回り	0.0171%	1.0592%	1.0592%	0.2136%
信用リスク・プレミアム	0.2869%	0.4180%	0.4180%	0.0836%
理論利回り	3.6846%	2.3883%	3.3295%	1.6686%
実効利回り	3.2006%	2.4807%	4.1152%	2.4831%
超過スプレッド (対理論利回り)	-0.4840%	0.0924%	0.7858%	0.8145%
超過スプレッド (対国債利回り+倒産による損失を補う利回り)	-0.0471%	0.8104%	1.5038%	1.1981%
超過スプレッド (対国債利回り+片側信頼限界95%の倒産による損失を補う利回り)	-0.0642%	0.2332%	0.9265%	1.0813%

<sup>1</sup>この「倒産による損失を補う利回り」は、0ではないが非常に小さい。

<sup>2</sup>回収率の上昇のため、案件2の約1/5になっている。「片側信頼限界95%の倒産確率による損失を補う利回り」も同様である。

ベースの利益は2000万円強となり、実効利回りは理論利回りを約0.8%上回っている。有担保の効果は明確に表われた例である。

## 6. 問題点

本章の最後に、時価・収益性評価を利用する上での注意点を述べる。

一つは、貸付と債券のオプション・プレミアムの差の重要性である。投資対象が高格付け企業の場合、信用リスクをとる対価として得られる超過収益は非常に薄い。そのため、プリペイメントのような貸付特有のオプション・リスクを適切に評価しないで貸付を行うと、そのリスクによる現在価値低下が超過収益を上回り、損失もありうる。利益として得られる利回りが低いだけに、各リスクに対するシビアな評価が必要になる。

もう一つは、時価・収益性評価を過信してはならない、ということである。確かに個々の案件の時価・収益性評価は必要だが、これだけを根拠に貸付実行の判断を行ってはならない。手持ちのポートフォリオのリターン上昇を目指すだけでなく、

リスクの変動も同時に考慮すべきである。場合によっては、収益性は低くてもリスク分散の効果も期待して組み込むべき資産もあるだろう。

次章で取り扱うポートフォリオの最適化は、上述の問題点にも少なからず関連する問題である。

## IV. ポートフォリオ最適化に関する感応度分析

次に、ポートフォリオ選択に関する実証例として、貸付資産の最適化を取り上げる。

ここでは、現代ポートフォリオ理論の中でも特に、マーコビッツの最適資産配分モデル（平均・分散アプローチ）に信用リスクの概念を導入し、拡張したものの適用を考えていく。

### 1. 拡張された平均・分散アプローチ

信用格付けで分類された  $n$  個の円金利資産クラス（債券・貸付）から成るポートフォリオを考える。資産の最終利回りの平均と分散は、クラス毎に決まっているとす。このとき、各クラスの

資産を $w_i$ ずつ持つポートフォリオのトータルリターン $R_p$ は、

$$R_p = \sum_{i=1}^n w_i R_i$$

$$R_i = Y_i - P_{id}(1 + Y_i)(1 - \delta_i) - D_i \sum_{j \neq d} P_{ij}(Y_j - Y_i)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (w_i \geq 0)$$

(ただし、 $R_i$ :  $i$ クラスの資産のリターン、 $Y_i$ :  $i$ クラスの資産の最終利回り、 $\delta_i$ :  $i$ クラスの資産の回収率、 $P_{ij}$ :  $i$ クラスの資産が $j$ クラスに移る確率、 $P_{id}$ :  $i$ クラスの資産のデフォルト確率、 $D_i$ :  $i$ クラスの修正デュレーション)である。

$R_i$ の右辺第2項はデフォルトの寄与、第3項は格付け変更による価格変化の寄与<sup>20</sup>である。例えば、格下げになると $Y_j > Y_i$ で、現在価値が低下するので、 $R_i$ は低下する。トータルリターン $R_p$ が上がるか下がるかは、全体で格下げ・格上げどちらの確率が高いか、すなわち $P_{ij}$ に依存して決まる。

## 2. 格付け推移行列の影響

効率的フロンティアの決定要因は、

①最終利回りの平均と標準偏差

②倒産確率と標準偏差

③格付け推移確率

④回収率

といったリスク・ファクターと、これらの相関関係である。また、③を考える場合には、資産属性としての

⑤デュレーション

も重要である。

西田[1995]では、①と②を中心に、倒産による損失効果を議論している。これに対して、本節では、特に③と④の、格付け変更に伴う現在価値変化が効率的フロンティアと最適資産配分に与える影響を中心に分析した。

以下のシミュレーションでは、簡単のため回収率は0とした。また、リターンの代わりに国債に対するスプレッドを用いたが、これは純粋に信用リスクの影響だけを調べるためである。なお、想定したスプレッド及び倒産確率の期待値と標準偏差、スプレッド間の相関係数、倒産確率の分散・共分散は付録に示した。

### (1) 格上げ確率が高い推移行列の場合

格付けの推移確率行列とは、当初ある格付けに属する企業群が、一定期間後に各格付けに変化する

表-3 帝国データバンクの1年間推移確率行列

(単位: %)

		1年後						
		76以上	66~75	56~65	46~55	36~45	35未満	倒産確率
当初	76以上	81.62	18.19	0.16	0.02	0.01	0.01	0.00
	66~75	22.26	74.56	1.84	0.80	0.39	0.15	0.01
	56~65	7.19	10.90	71.06	9.95	0.38	0.29	0.24
	46~55	0.03	3.14	7.78	82.09	5.96	0.03	0.97
	36~45	0.01	0.28	5.06	5.11	87.31	0.62	1.86
	35以下	0.04	0.08	8.02	12.95	12.98	62.95	2.99

<sup>20</sup>この項は、固定金利と変動金利で異なる。変動金利の場合の式は複雑なので省略するが、無リスク金利の変動を考慮しない場合には、固定金利の場合と類似した式で表現される。

る確率を行列として表したものである。

例として、高橋・森平[1996]の帝国データ・バンクの評点にもとづく推移確率行列を示す。

表-3では、当初の評点に属する企業群が、1年後にどの評点に移したかを示している。例えば、当初の評点が76以上の企業群が、1年後に66~75に格下げされる確率は18.19%という意味である。

実際の推移確率は安定しておらず、時系列的に変化するため、その推定は非常に困難であるが、以下のシミュレーションでは、この確率を表-3の数値とし、一定であると考えた。

また、評点76以上をA格以上<sup>21</sup>、75~66をBBB格に相当するとして、貸付における、最適な格付け毎の配分構成を求めた。

この結果(図-5)、推移確率を考慮しない場合に比べて効率的フロンティアは上昇し、更に、デュレーションを長くするほど上方に移動することがわかった。これは、デュレーションが長い場合ほど、格付け変更に伴う現在価値の変化率が大きくなることによる。

図-5 効率的フロンティアに対するデュレーションの影響

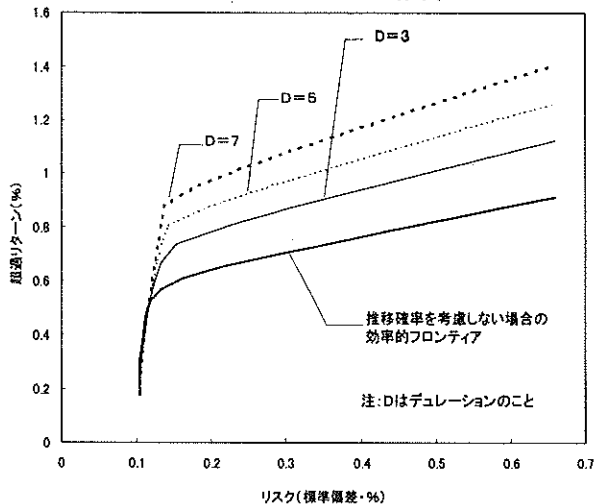


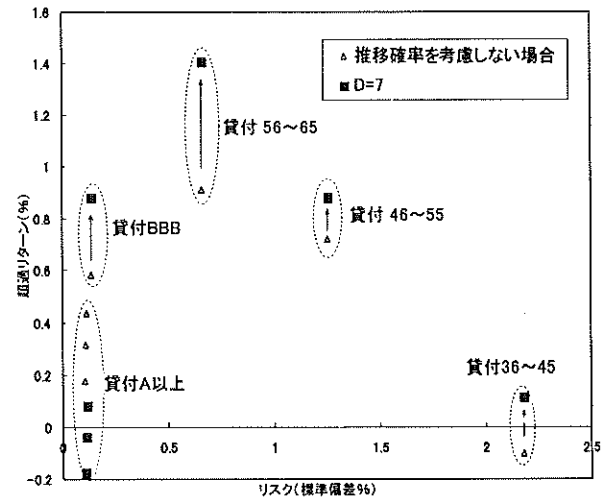
表-3で前提とした推移確率では、評点76以上以外の全てのクラスで、格下げよりも格上げの

<sup>21</sup>評点76以上が、AAA、AA、A格に対応する様に細分化されていないため、スプレッドと、標準偏差は便宜的にAA格の値を用いた。また、この3クラス内での格付け推移は生じないものとし、他への推移は、3クラスとも全て同じ確率で生じるものとみなした。

確率の方が高く、これに伴う現在価値の上昇が、リターンの増大(上方シフト)につながったといえる。

また、デュレーションが7年の場合の、格付け毎の期待超過リターンの変化を表したのが、次の図-6であり、特に、BBB格と、評点56~65の期待超過リターンが大きく増加していることがわかる。

図-6 信用度別の期待超過リターンの変化

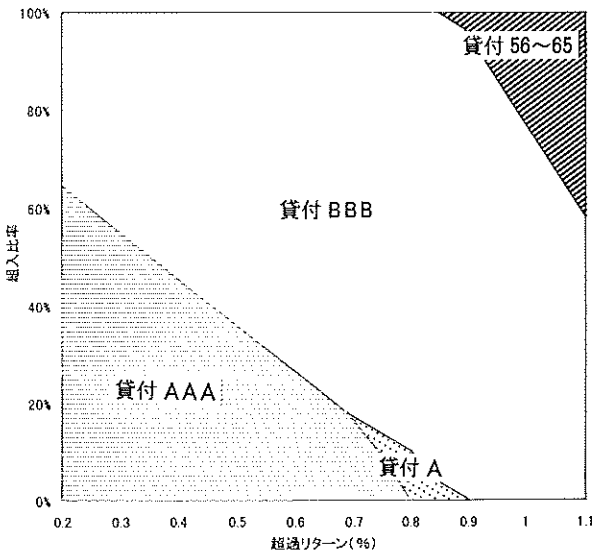


結果的に、デュレーションが7年の場合には、図-7が最適な信用度構成となり、ここでは、横軸の超過リターンを狙う場合の、構成比を表している。例えば、効率的フロンティア上で、0.4%の超過リターンを狙う場合、AAA、BBB格が約半分ずつで、最もリスクを押さえた貸付ポートフォリオとなることを表している。

このように、デュレーションを長くして、1%程度の超過収益を狙う場合、リターン/リスクが高いBBB格で、殆どが構成されることになる。

ここで、AAA~Aの高格付け資産の中で、期待超過リターンが一番小さいAAAが組入れられているのは、BBBとのリスク分散効果が一番大きいためと考えられる。

図-7 最適資産配分 (デュレーション7年)



次に、一般的には、倒産リスクに比べて小さいと考えられる、信用度の低い企業のスプレッドを変化させてみる。

具体的には、評点 65 以下の各クラスについて、以下の 3 種類のスプレッドを想定した。

表-4 低信用度クラスについてのスプレッド値

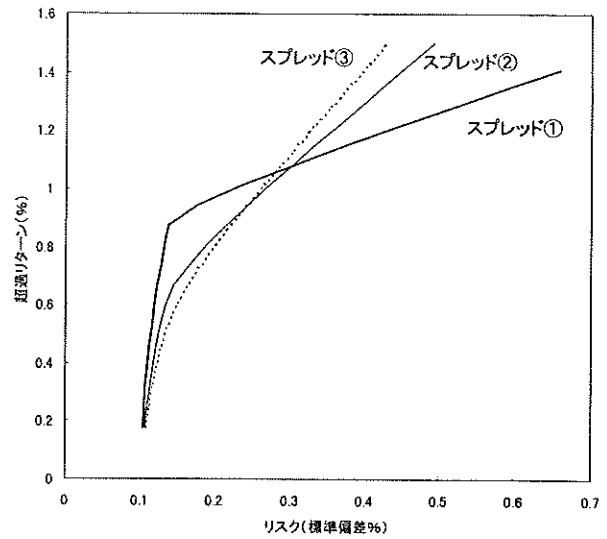
	①	②	③
貸付56~65	1	1.2	1.4
貸付46~55	1.2	2.4	2.8
貸付36~45	1.4	4.6	5.5
貸付35以下	1.6	7.8	10

スプレッド想定値の上昇に伴い、効率的フロンティアが図-5と異なり、ねじれる様に変化していることがわかる。(図-8)

これは、低リスク資産で、格下げに伴う現在価値の下落率が大きくなる一方、高リスク資産の格上げに伴う現在価値の上昇率が大きくなったことを反映して、期待超過リターンが増減したためである。

但し、当然ながら、これらの現象は、前提として置いた、推移確率に依存する。つまり、以上の最適化では、低リスク資産で格下げ（現在価値低下）の可能性が高く、高リスク資産では、倒産よ

図-8 効率的フロンティアに対するスプレッド変化の影響



りも格上げ（現在価値上昇）の可能性が高いと置いたため、このような結果になったのである。

そこで次に、この推移確率を変化させた場合に、最適資産配分がどのように変化するかを分析する。

図-9 最適資産配分 (スプレッド②、デュレーション7年)

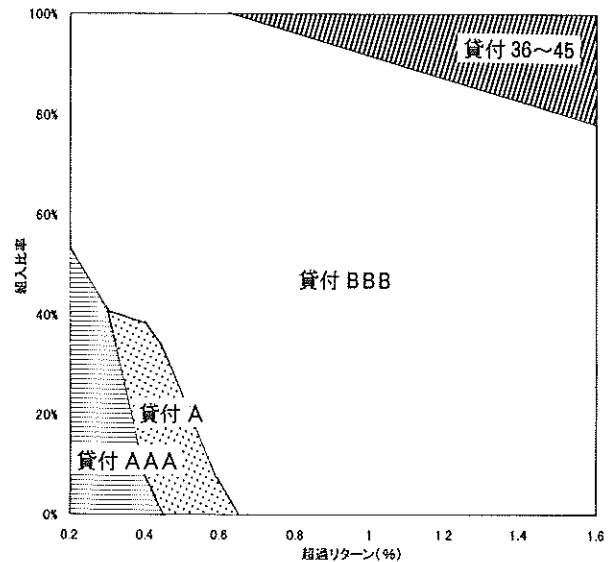


表-5 1年間推移確率行列(格下げの可能性が高い場合)

(単位: %)

		1年後								
		AAA	AA	A	BBB	56~65	46~55	36~45	35未満	倒産確率
当初	AAA	92.10	7.20	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	AA	1.10	91.60	6.90	0.30	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
	A	0.10	2.50	91.50	5.20	0.60	0.20	0.00	0.00	0.00
	BBB	0.00	0.20	5.20	88.30	5.30	0.80	0.10	0.10	0.00
	56~65	0.00	0.10	0.40	4.70	85.90	6.90	0.40	1.41	0.09
	46~55	0.00	0.10	0.10	0.50	5.50	83.50	2.00	7.72	0.48
	36~45	0.00	0.40	0.40	0.80	2.30	5.40	70.50	18.80	1.50

(2) 格下げの確率が高い推移行列の場合

ここでは、最適化で用いる推移確率行列を、全格付けで、格下げおよび倒産する確率が大きくなるように再設定した<sup>2)</sup>(表-5)。

なお、低信用度クラスについては、表-4の②で設定したスプレッドを用いてシミュレーションを行っている。

この新たな推移確率行列を用いて効率的フロンティアを求めると、ほぼ全てのリスク領域で、期待超過リターンは低下することがわかった。

更に、デュレーションを変化させると、相対的

にデュレーションが短い場合ほど、期待超過収益は上昇し、(1)で得られた結果と全く逆になっている。(図-10)

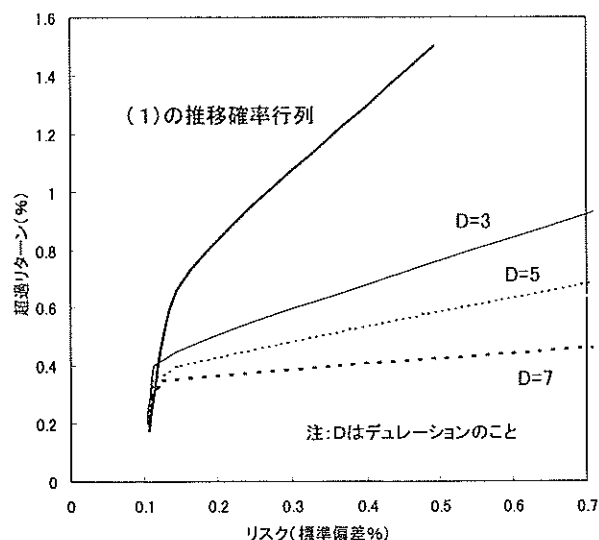
これは、全ての格付けクラスについて、格下げの確率が高まったことにより、デュレーションが長いもの程、現在価値の下落率が大きくなり、リスクを増大させても超過収益が期待しにくくなるためである。

また、図-11を、図-9と比較すれば、推移確率行列を変えた場合に、どの様に最適資産配分が変化するかがわかる。

これを見ると、ハイリスク資産程、期待超過リターンが著しく低下し、資産配分が大きく変化したことがわかる。

ここで、図-9の貸付 BBB が、主に貸付 A 及び貸付 36~45 で代替されているのは、各格付けクラスでの超過リターンが低下する中、図-12中の貸付 A (図中では貸付 BBB 以上に含まれている) 及び貸付 36~45 を結んだやや上に凸の曲線上で殆どのポートフォリオが構成され、超過リターンがこの線以下の資産は、選択されないことを示している。

図-10 効率的フロンティアに対するデュレーションの影響



(3) デュレーション・コントロールの重要性

これまでみてきた様に、信用リスクを考慮した最適資産配分を考える上では、信用度別の倒産確

<sup>2)</sup>Pons and Carty [1994]が推定した Moody's 格付けの推移確率行列を参考にした。

図-11 最適資産配分  
(格下げの場合・デュレーション7年)

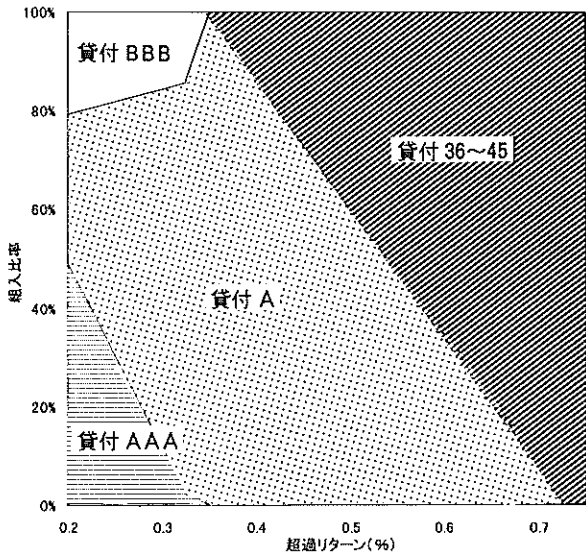


図-12 信用度別の期待リターンの変化

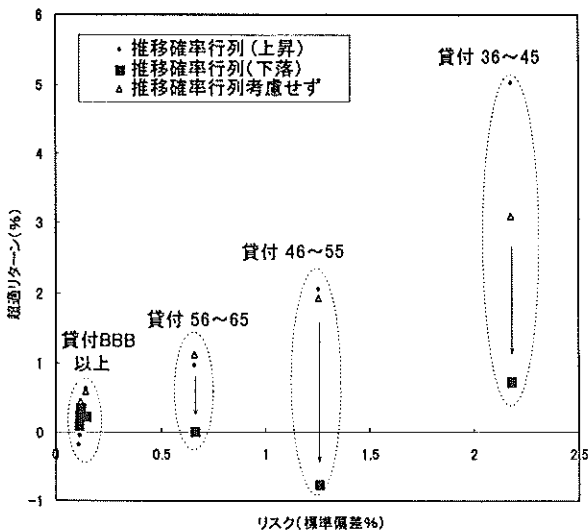


図-13 デュレーションと超過リターン  
(格上げの可能性が高い場合)

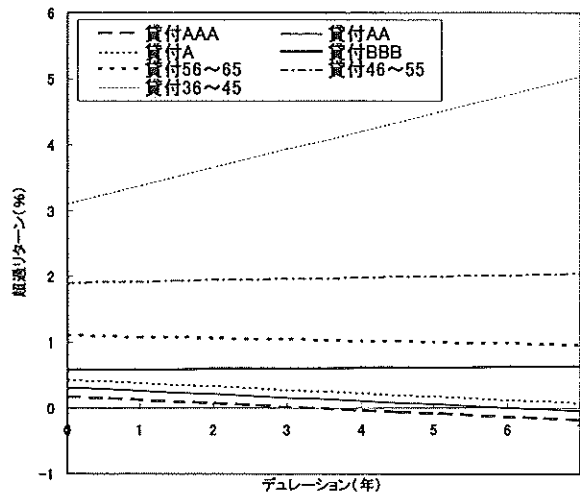
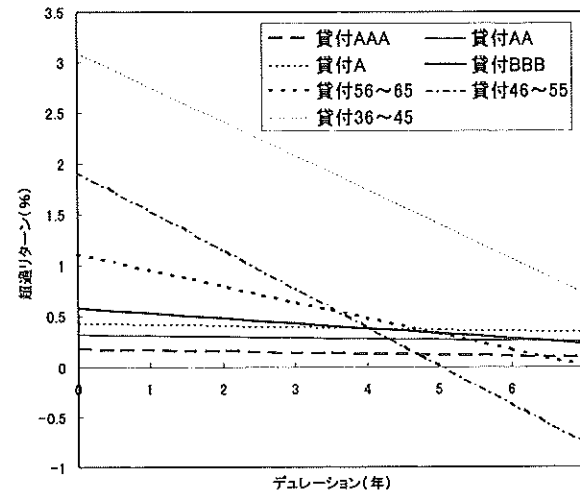


図-14 デュレーションと超過リターン  
(格下げの可能性が高い場合)



率や標準偏差に加えて、格付け変更に伴う期待リターン（現在価値）の変化が大きな影響を及ぼすことがわかった。

以上を整理すると、次のようになる。

- ①信用度の期待リターンの変化を考慮せずに、スプレッドの拡大だけで判断して、その資産のウェイトを上昇させるのは有効でない。
- ②信用度の低い資産は、格上げ、格下げもしくは倒産の両方の可能性が考えられ、推移確率の変化による影響を受けて、期待リターンが大きく変動し易い。(図-13, 14)

したがって、推移確率の予測が困難な場合には、リスク回避的に、デュレーションを短くせざるを得ない。しかし、信用度の上昇がある程度確実に予測できれば、従来の平均以上の期待リターンが得られる部分である。

- ③高信用度の資産は、倒産までの時間が長いという意味で、安定的な収益源になるが、格上げによる、期待リターンの増加は期待しにくい。

以上を踏まえると、貸付においては、信用度の変化に即したデュレーション・コントロールをいかに行うかが、戦略上の重要課題となるであろう。



また、今回のシミュレーションでは、業種間の関係が与える影響は割愛したが、分散投資によりリスク低減を図るために、非常に重要なファクターであることを付け加えておく。

## V. 今後のリスク計量化に対する展望

### 1. 信用リスクの研究課題と展開

現状では、本格的に信用リスクを計量化するには、未だ様々な課題が残っている。

まず、債券市場の価格データの整備である。時価・収益性評価に必要な信用スプレッドの基礎は、社債市場の実証分析である。鈴木[1996]や室町[1996]（補論1を参照）は、社債評価や信用スプレッドの推計に実証的に取り組んでいるが、共にデータの信頼性という点で問題を抱えている。現在公表されている価格データが、市場実勢を必ずしも的確に反映していない可能性があるためである。これは致命的な問題なので、市場実勢を的確に反映するデータを早急に整備する必要がある<sup>23</sup>。

また、デフォルト率などから理論スプレッドを算出する数理モデルを作成し、それと比較することによって、市場が適正かどうかを評価する必要もある。

なお、モデル化に関しては、流動性のように未だ定義すら確定していないリスク・ファクターも存在する。これらの本質を捉えた数理モデルの作成も、今後の課題であろう。

さらに、前章で取り上げた最適化では、倒産確率の他に、格付け推移確率の推計が重要であることを述べたが、現状では、完成された推計（推定）モデルは殆どないと言ってもよい。倒産確率の推定を試みたものには、マルチ・ファクター・モデルを用いた森平[1996]や、浅原[1996]（補論2を参照）などがあるが、今後はこれらを格付け推

移確率の推計に活用していく必要があるだろう。

また、回収率に関しては、国内の実績データの蓄積が乏しい。取引高など流動性に関しても同様である。これらは、倒産件数などと同様に、将来にむけたデータの整備・蓄積を図るべきであろう。

最後に、信用リスクのヘッジやデュレーション・コントロールの一手法として有効なクレジット・デリバティブやスワップの活用について触れる。

現在のスワップ市場では、信用リスク（プレミアム）を適正に反映した価格形成がなされているとはいえず、正味の信用リスクを常にヘッジ可能であるとは限らない。それだけに、投資家が適正な基準を持って売買に臨むことが期待される。

また、クレジット・デリバティブに関しては、現時点では、その有効性は市場整備の状況次第としか言えないが、場合によっては、流動性の定義や流動性プレミアムのあり方にまで影響を与える可能性も秘めている。

### 2. 各種リスクの統合管理

現在、金融機関が定量的に評価しているのは、主に金利リスクなどの市場リスクである。しかもその対象は、トレーディング勘定等の短期的な運用資産に限られているようである。

もしも、全資産・全リスクの統合管理を理想とするならば、今後の研究の方向性は、複数リスクの総合評価と、短・長期資産のリスクの統合であろう。ここでは、前者について簡単に触れる。

そもそも、複数リスクの総合評価は本質的に重要である。リスク間の相関次第でトータルリスクが大きく変動するからである。

様々なリスクの中で最初に統合すべきものは、既に評価方法が確立しつつある市場リスクと、発生時の損失額が大きい信用リスクであろう。

小田・村永[1996]は、VaR<sup>24</sup>の概念を大幅に拡張したリスク量算出モデルを提案した。そのモデ

<sup>23</sup>97年4月実施予定の店頭基準気配制度の改革により、この問題は解決に向かうかもしれない。

<sup>24</sup>ある一定期間後に、ある確率で起こり得る損失額の最大値。現在価値ベースで算出する。

ルでは、ポートフォリオの抱える金利リスクと信用リスクの同時評価が可能であり、不確実性の評価対象も、リスク評価期間終了時点（例えば1年後）のポートフォリオの時価だけでなく、リスク評価期間内（1年以内）に発生する全てのCF（利払いなど）にまで拡大された。そして、これを用いた多彩なポートフォリオのVaRの計算結果から、以下のことが指摘された。

- ①「リスク量は期間の平方根に比例する」（ $\sqrt{T}$ ルール）が成立するとは言えない
- ②ポートフォリオをオンバランスとオフバランスに分割して算出したリスク量の合計は、本来のリスク量を上回る
- ③信用リスクと金利リスクの和は、統合リスクに一致しない
- ④商品によっては、統合リスクが個別リスク（信用リスク、金利リスク）より小さくなる。

これらはVaRの非加算性から自明のことだが、計算結果は、その効果の大きさを明確に示し、全リスクの総合評価の重要性を再認識させた。

今のところ、各種リスクの統合評価に関する研究は、理論的にも基礎データ分析の面でもあまり進んでいない。この分野の進展のためには、小田・村永[1996]のような複数のリスクの統合に関する研究や、本稿第IV章のような資産配分に関する研究、そしてそれらを支える実証研究など、様々な研究が必要である。

### 3. 生命保険会社のリスク管理の今後

最後に、生命保険会社のリスク管理に触れる。

これまで、信用リスクを中心に、資産の抱えるリスクに関して議論してきたが、さらに将来の総合的なリスク管理について述べるには、負債のリスクにまで視野を広げるべきであり、若干ながらALM<sup>25</sup>の領域に足を踏み込むことになる。

金融先進国である米国の例にならうと、特に長期の負債を扱う生命保険などでは、モンテカルロ・シミュレーションを用いたキャッシュフロー（CF）型ALMが一般的になっている。

CF型ALMでは、様々なケースのCFを計算機上に発生させて個々に評価を行い、それを統計処理して総合的な情報を引き出す。多様なリスクをモデルに取り込むことが可能で、しかも互いに相関を持たせることもできるため、複雑なリスクの総合評価が可能なALM手法である<sup>26</sup>。

本稿のテーマである信用リスクは、将来のCF自体に影響を及ぼす本質的なリスクである。そのため、金利リスクとともに、汎用的な形で、早急にCF型ALMに取り込まれることが望ましい。

一方、生命保険の負債は生命保険契約のキャッシュフローであり、一般に超長期で、しかも死亡などの非金融的リスクや、解約などのオプション的性格も抱えた複雑な金利依存型の負債である。

そのため、信用リスクや金利リスクなど運用資産のリスク・ファクターだけでなく、死亡率・脱退率の変動リスクや予定利率設定リスクなど、保険負債の抱えるリスク・ファクターに関しても、相関関係を含めて総合的に考慮する必要がある。

将来的に、経営が抱える真の総合的なリスク量を把握することを目指すならば、保険負債の抱えるリスクに関しても、実証分析に基づく数理モデルを個々に検討した上で、CF型ALMに取り込める形に仕上げていくことが重要であろう。

<sup>25</sup>Asset Liability Management（資産・負債の総合管理）。

<sup>26</sup>しかも、最近提案されたVaRなどのリスク評価ツールも無理なく取り込むことができる。

付録. 使用した格付け別データ

格付け別スプレッドの平均・標準偏差は、①国内社債市場の格付け別スプレッドの分析データ(BBB格以上)、②国内金融機関の貸付スプレッドの例をもとに、スプレッドとその標準偏差がおおよそ比例関係にあることを仮定して作成した。ス

プレッドの相関も①に基づく。ただし、貸付56～65以下では一律に相関関係を0.5と置いた。

また、倒産確率の分散・共分散データは、帝国データバンクの「倒産確率算出用マトリクスデータ」により求めた。評点66以上については、国内格付け機関3社(JBRI、NIS、JCR)の格付けとの対応関係を、判別分析により求め、格付けに対応した評点群毎に分散・共分散を計算した。

表-6 スプレッドおよび倒産確率の期待値と標準偏差

	スプレッド		倒産確率	
	期待値	標準偏差	期待値	標準偏差
貸付AAA	0.1775	0.1054	0	0
貸付AA	0.3162	0.1114	0	0
貸付A	0.4369	0.1133	0	0.0104
貸付BBB	0.5846	0.1361	0.0030	0.0189
貸付56～65	1.0000	0.6500	0.0910	0.1074
貸付46～55	1.2000	1.2000	0.4820	0.3509
貸付36～45	1.4000	2.0000	1.5030	0.8665
貸付～35	1.6000	2.5000	2.9830	1.1833

表-7 スプレッド間の相関係数

	貸付AAA	貸付AA	貸付A	貸付BBB	貸付56～65	貸付46～55	貸付36～45
貸付AAA	1						
貸付AA	0.9547	1					
貸付A	0.9803	0.9770	1				
貸付BBB	0.5958	0.7175	0.7034	1			
貸付56～65	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	1		
貸付46～55	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	1	
貸付36～45	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	1

表-8 倒産確率の分散・共分散

	貸付AAA	貸付AA	貸付A	貸付BBB	貸付56～65	貸付46～55	貸付36～45
貸付AAA	0						
貸付AA	0	0					
貸付A	0	0	0.0001				
貸付BBB	0	0	0.0000	0.0004			
貸付56～65	0	0	0.0000	0.0019	0.0115		
貸付46～55	0	0	0.0000	0.0058	0.0373	0.1231	
貸付36～45	0	0	0.0002	0.0145	0.0919	0.3030	0.7508

【補論1】社債市場の金利スプレッドの分析

国内無担保普通社債の、国債に対する利回り格差（スプレッド）の実証分析結果を示す。

図-15と図-16は、1996年3月末の国内普通社債（無担保）のスプレッドの分布である。これらの図から、スプレッドは、①残存期間が長いほど低いこと、②クーポンレートが高いほど高いこと、③格付けにはあまり依存していないこと、がわかる。

この結果をもとに、次のモデル式<sup>27</sup>

$$S(R, T, K) = a + cT + dK + b_1X(R) + b_2Y(R) + b_3Z(R)$$

でスプレッドの回帰分析を行った。月毎に算出されたモデル式のパラメータとt値（表-9に抜粋）をみると、格付けによるスプレッド格差は1994年秋以前は有意とは言えなかったが、以後次第に拡大し、1996年時点では、A格とBBB格はAAA格に対して十分有意なスプレッド格差をもつことがわかった。

最近国内社債市場も信用力格差を評価するようになってきたが、依然としてスプレッドは残存期間とクーポンレート、特に残存期間で決まっており、格付けの説明力は低い。

これらの分析の詳細な手順及び問題点などについては、室町[1996]を参照されたい。

図-15 国内普通社債の格付け別スプレッド  
(1996年3月末、店頭基準気配、JBRI)

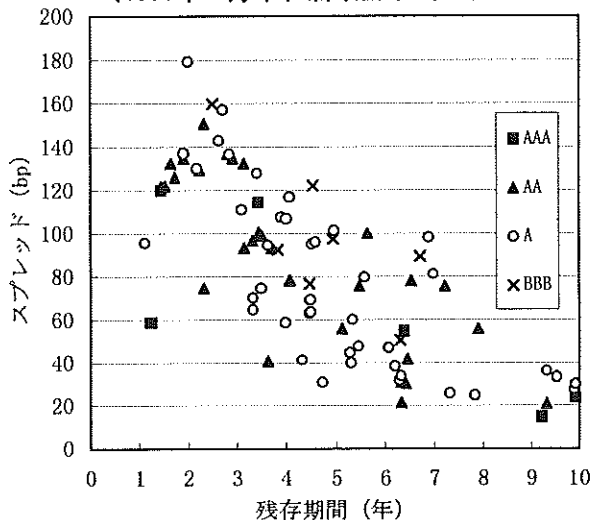


図-16 国内普通社債のクーポン別スプレッド  
(1996年3月末、店頭基準気配、JBRI)

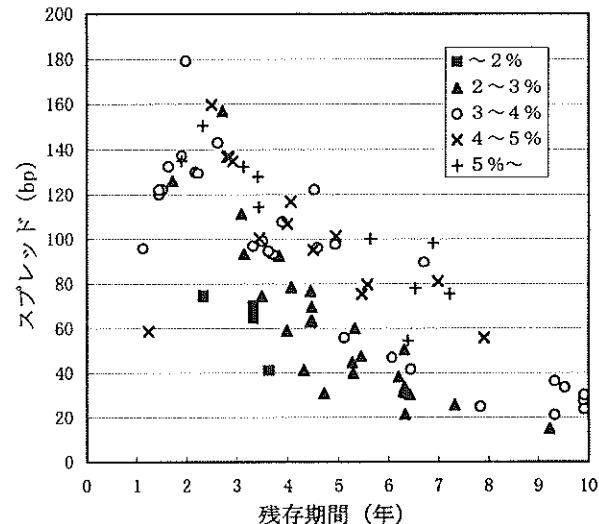


表-9 モデル式のパラメータ（国内普通社債）

	a	c	d	b1	b2	b3	決定係数
1994年	62.1	-4.9	10.9	8.4	18.1		27.4
3月	2.5	-2.2	3.5	0.5	1.0		
1995年	77.3	-13.1	12.2	15.1	26.7	29.7	51.6
3月	5.3	-5.9	4.5	1.5	2.5	2.4	
1996年	51.1	-17.8	22.3	27.5	38.6	80.1	79.0
3月	2.5	-10.3	10.2	1.8	2.5	5.0	

(注) 二段目はt値。網掛けは、95%で有意な係数。

<sup>27</sup>S: スプレッド (bp)、R: 格付け、T: 残存期間 (年)、K: クーポンレート (%), X(R)、Y(R)、Z(R): R=AA のとき X(R)=1、R=A のとき Y(R)=1、R=BBB のとき Z(R)=1、その他は0。

【補論2】倒産確率の予測モデル

多変量時系列変動要因分析モデル (Multivariate Time Series Variance Component Model : 以下 MTV モデル) を利用した、倒産確率の予測モデルを一例に挙げる。

これは、倒産確率が過去平均値に回帰することに疑問を抱き、大数の法則に基づけば、「企業の倒産は、現在の経済環境に依存して確率的に発生する」と考えて、将来の倒産確率の予測を試みたものである。

MTV モデルは、形式的には主成分分析の時系列化であり、下式のように表現される。

$$\begin{aligned} x_{1t} &= \mu_{1t} + \alpha_{11} \cdot f_{1t} + \alpha_{12} \cdot f_{2t} + \dots + \alpha_{1p} \cdot f_{pt} \\ x_{2t} &= \mu_{2t} + \alpha_{21} \cdot f_{1t} + \alpha_{22} \cdot f_{2t} + \dots + \alpha_{2p} \cdot f_{pt} \\ &\vdots \\ x_{pt} &= \mu_{pt} + \alpha_{p1} \cdot f_{1t} + \alpha_{p2} \cdot f_{2t} + \dots + \alpha_{pp} \cdot f_{pt} \end{aligned}$$

ここで、予測すべき変量も含めた各変量を  $x_{it}$ 、 $\mu_{it}$  は  $x_{it}$  の平均値、 $f_{jt}$  は  $(x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{pt})$

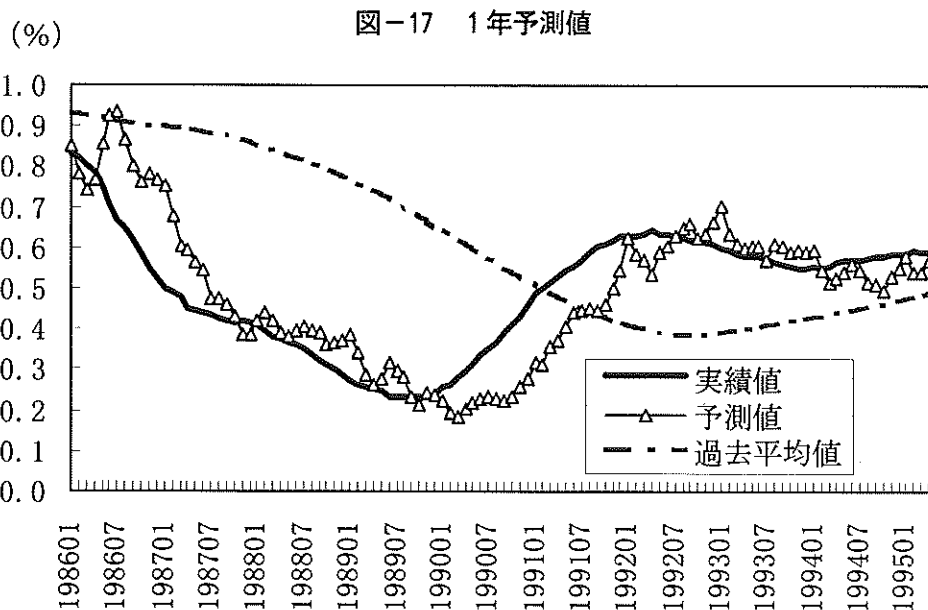
の第  $j$  共通変動要因 ( $j = 1 \dots p$ )、 $\alpha_{ij}$  は  $f_{jt}$  が  $x_{it}$  に与える影響の大きさを示す係数である。

ここでは、左辺の変量として、景気の変動を表す様な複数の経済指標、及び倒産確率の代理変数として、ワイブル (Weibull) 分布で倒産確率曲線を近似した時のパラメータを用い、それらを対象に主成分分析を行った。(倒産確率は、帝国データバンク「全国企業倒産集計」の資本金別倒産件数及び、国税庁「法人企業の実態」の法人企業数をもとに算出した。)

次に、その主成分を時系列モデルで予測し、それを説明変数として、1期先の倒産確率を表すパラメータを求めた。更に、1期先にかけての変化率を不変として、多期間の倒産確率を求めた。

予測誤差要因としては、多期間の倒産確率変化率を一定としたことと、ワイブル分布のパラメータ推定誤差が考えられるが、過去平均値を用いるよりは、実績値に近い値を予測していることが、図17をみればわかる。

なお、モデルについての詳細は、浅原[1996]を参照されたい。



## 参考文献

- 浅谷輝雄監修「リスク管理とアクチュアリー」  
金融財政事情研究会、1992
- 浅原大介「MTV モデルによる倒産確率の予測」  
JAFEE1996 冬季大会予稿集、pp.34-50、1996
- 池森俊文「金利リスクの統合管理について」  
日本銀行金融研究所、1996
- 大久保豊「スプレッド・バンキング」  
金融財政事情研究会、1996
- 小田信之、村永淳「信用リスクの定量化手法について—ポートフォリオのリスクを統合的に計量する枠組みの構築に向けて—」  
日本銀行金融研究所、1996
- 鈴木茂央「信用リスクと社債評価—デフォルト率・回収率を考慮した社債評価と日本市場の実証分析」証券アナリストジャーナル7月号、pp.40-57、1996
- 関野勝弘「信用リスク管理への挑戦」  
金融財政事情研究会、1996
- 高橋秀夫、森平爽一郎「信用リスク管理の展望」  
日本銀行金融研究所、1996
- 田中周二「保険と年金の ALM 概念—リスクの可視化と管理技術」保険学雑誌第 546 号、1994
- 田中周二「ソルベンシー概念と生保 ALM」、  
ニッセイ基礎研究所調査月報3月号、pp.3-33、1993
- 田中周二「貸付の理論価格とポートフォリオ論的な位置付けについて」ニッセイ基礎研究所調査月報5月号、pp.3-17、1992
- 新美隆宏「機関投資家から見た格付け利用方法とその展望」証券アナリストジャーナル6月号、pp.28-42、1995
- 西田真二「ALM 手法の新展開」日本経済新聞社、1995
- 室町幸雄「円債流通市場における信用スプレッドの実証分析とそのモデル化」証券アナリストジャーナル7月号、pp.28-39、1996
- 森平爽一郎「倒産確率のファクター・モデルと融資配分」MTEC ジャーナル第9号、1996
- 若杉敬明、佐々木正信「来たるべき信用リスクマネジメントのビジョン」富士通システム総研、1995
- ロッド A・ベックストローム、アリス R・キャンベル（大和証券業務開発部訳）「統合リスク管理への挑戦」金融財政事情研究会、1996
- Carty, L.V., D. Lieberman 「Corporate Bond Defaults and Default Rates 1938-1995」  
Moody's Investors Service, January, 1996
- Carty, L.V., J.S. Fons 「Measuring Changes In Corporate Credit Quality」The Journal of Fixed Income, June, 1994
- Douglas.J.Lucas 「Default Correlation And Credit Analysis」The Journal Of Fixed Income, March, 1995