

DISCUSSION PAPER SERIES

信用リスク管理の展望

— 市場リスクとの統合された
ポートフォリオアプローチ —

高橋秀夫・森平爽一郎

Discussion Paper 96-J-11

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、必ずしも筆者らが所属する機関の公式見解を示すものではない。

信用リスク管理の展望 — 市場リスクとの統合された ポートフォリオアプローチ —

高橋秀夫¹・森平爽一郎²

要　　旨

1. ローンの信用リスク管理の手法を考える場合、市場リスク管理で採られた手法をそのまま転用することはいくつかの点で困難である。その理由は、第一にローンに市場性が無く市場価格を観測することが期待できないこと、第二に市場に売却することで損失を確定することが期待できないこと、である。従って、現状の我が国でローンを中心としたポートフォリオの管理手法を考える場合は、トレーディングを中心とした市場リスクの管理手法として定着したVARや、株式・債券ポートフォリオの管理を目的としたマーコビッツ・アプローチやCAPM等による管理手法とは若干異なった手法を考える必要があろう。本稿ではそれを「ローン取引アプローチ」と呼ぶ。
2. 「ローン取引アプローチ」の主要は特徴は、以下の通りである。第一にローンの市場性資産に対する感応度を分析していることである。感応度を分析することで、信用リスクと市場リスクの混在したポートフォリオのリスクを統合的に観測する。第二に感応度分析の結果として、信用リスクと市場リスクの混在したポートフォリオの損益分析、およびローンと債券等のポートフォリオの最適配分を行うフレームワークを構築していることである。
3. まず、帝国データバンクの1986年から1994年までのデータを用いて、倒産率の分析を行った。帝国データバンクが公表している評点、および

¹ 株式会社日本長期信用銀行金融商品開発部 (E-mail: 1tcbfed2@mb.tokyo.infoweb.or.jp)

² 慶應義塾大学総合政策学部 (E-mail: mori@sfc.keio.ac.jp)

本論文は、1996年6月に日本銀行で開催された「フィナンシャルリスクに関するワークショップ」への提出論文に加筆・修正を加えたものである。同ワークショップ参加者から貴重なコメントを多数頂戴したことを記して感謝したい。

業種によって倒産率を分類したところ、評点によって倒産率の高低が異なっていること、また業種別にも倒産率の推移に差異があることが統計的に観察された。これにより、実際に企業群のマトリックスを作成する際には、企業の信用力、および業種に応じて倒産率を想定する必要があると考えた。

4. 上記によって分類された企業群に対応する倒産率の推移を本稿では以下の様に要因分解して考察することとした。まず、倒産率のシステムティックリスクである。格付け別・業種別に分類された企業群に対応する一つの倒産率の推移をマルチファクターモデルによって説明する。次にスペシフィックリスクがある。これには、二つのリスクがあり、一つは「格付け低下リスク」であり、もう一つは「レジデュアルリスク」である。前者は事前に分類されていた格付けから個別企業がアップグレイド、およびダウングレイドするリスクである。これは、マルコフ過程を想定することで企業群ごとの年あたり推移確率マトリックスを推計することで、アップグレイドおよびダウングレイドする確率を想定できる。
5. このうちマルチファクターモデルについて、本稿では左辺に過去の単年度倒産率を、右辺に金利（長期金利）、株価（日経225）、為替レート（円／ドル）を使って回帰分析を行うことにより推計した。この推計結果は、データ数が少ないとの制約はあるものの、符号条件等は想定された通りのものであり、また、格付け別・業種別にもそれらの回帰係数に若干の差異が認められた。
6. これらの倒産率の分析結果を用いて、実務上必要と思われるポートフォリオ全体の感応度分析、およびポートフォリオ配分分析を行った。まず感応度分析だが、マルチファクターモデルの回帰係数によって個別の企業群に対する倒産率の市場資産に対する感応度は既知であるので、これをポートフォリオ全体に集約することで、個別の市場資産が微少に変化した時のポートフォリオ価値の変化を知ることができる。この分析は債券ポートフォリオや株式ポートフォリオと一体となった金融機関の保有する資産全体を対象にした場合に多くの意味がある。すなわち、金融機関の資産価値が何に対して最も影響を受けやすいのかを知ることができるからである。
7. これまでの金融機関経営の中で、多くの意思決定が定性的な判断に基づいて行われてきた。上記の様な分析結果に従って、個別の方法論の成果に関する定量的な分析やシミュレーション結果を重視する経営スタンスに変化させていく必要がある。計量化された信用リスク量は数字そのものに意味はない。経営陣が適正なリスク量とそれをコントロールしていく方法論を具体的に提示していくことが、「リスクの計量化」のプロセスに最も重要なことである。

目次

I. 分析のフレームワーク	1
I - 1. ローンと市場性資産との相違点	1
I - 2. 現実的な信用リスク管理のフレームワークの条件	2
II. 倒産率の分析	5
II - 1. 倒産率の推移	5
II - 2. セクター分類の仕方	14
III. ローンポートフォリオの抱えるリスク	16
III - 1. ローン取引アプローチによる信用リスクの定義	16
III - 2. 倒産率変動リスクのマルチファクターモデル	16
III - 3. 格付け低下リスク	22
III - 4. 担保価値変動リスク	25
IV. ローンポートフォリオの管理	26
IV - 1. ポートフォリオの保有するリスク	26
IV - 2. ポートフォリオ構成のシミュレーション	28
IV - 3. モデルの派生型	35
V. リスク管理の運営手法と体制	36
V - 1. 信用リスク計量化の限界	36
V - 2. “仮説を検証するマネジメント”の導入	37
結語	50
参考文献	51
(付論1) 倒産率の相関係数が最大損失に与える影響	i
(付論2) 推移確率の求め方	i-v

I. 分析のフレームワーク

I-1. ローンと市場性資産との相違点

株式や債券、またデリバティブに至るまでそのポートフォリオを管理するときのアプローチには共通したコンセプトがある。それは、リスクリターンプロファイルを何らかの形で定義し、それを管理者の望む種類のリスクや量に時々に調整しながら、収益をあげていくというものである。リスクの定義の仕方やその調整の仕方には種々の方法論が存在する。それらが「アート」として成功したポートフォリオ管理者に対する人々の賞賛を生む。

当然ながらほぼすべての場合、あらかじめ想定されたシナリオが予想された通りに実現されることはない。それゆえに確率論が導入され、シナリオ通りに事がはこばなかった時の損失を事前に認識し、現在保有しているポートフォリオの中身をコントロールしようと考える。マーコビッツ流のMV分析やCAPMは価格変動リスクを具体的に示すとともにポートフォリオ調整の方法を示し、またVARの議論は最悪の事態に対する準備の仕方を教えてくれる。

本稿で取り扱う信用リスクの大層をなす部分はローンであると想定している。実務上の立場から、市場性資産とローンの相違点をいくつかあげておきたい。

第一に、殆どの市場性資産の価格は市場で観察することが可能であり、またはスワップやオプション商品のように公知の評価式に原資産の市場価格を代入することで“市場価値”を求めることが一般的に可能であり、それによってリターンを計測することが可能である。一方、ローン商品のパフォーマンスを計測することは極めて難しい。まず市場価格を計測可能な「市場」が我が国には存在しない。また、信用リスクを理論上規定していると考えられる倒産率についても、我が国のメインバンク制、金融支援の存在等を考えると、果たして充分な情報が求められたものであるのか判断に迷うところが多々ある。

さらに、その倒産率が過去のパターンを将来も踏襲しうると統計的に想定することが非常に難しいことがある。例えば、今までの過去5年間の倒産率をこれから5年間の長期ローンのリスク把握に用いることが健全と言えるだろうか。

第二に、市場性資産の流動性は一般的に非常に高いが、ローンは基本的には流動性がほぼない商品である。擬製的にもそれを仮定することが困難であり、それ故ポートフォリオの組み替えには莫大な時間とコストを要する。例えば、新規取引を開始するコストは株式の購入を決めるに比して多大なものがある。担当者が日参し、先方の経営者、財務担当者と面談を繰り返し、その上で一つの取り引きが行われれる。また、取引先に対するローン量を増やしたいと考えても、当然当方の都合のみでことが済む話ではない。投資分散効果を狙って、銀行がその資金量に見合った数だけの企業を確保することがままならない場合もあるだろう。

第三に、上記の特徴の根源をなすものだが、ローン市場が他の資産市場に比べると著しく効率性に欠けると予想されることである。まず現状ではローンのプライシングが何らかの形でリスク量と関連づけて考えられているとは必ずしも言えない。もちろん、主要な市

場参加者である銀行や企業が今後リスクリターンに基づいた行動を始めれば、何年か後にそうした合理的な行動を認められることもあるかもしれないが、それを前提にしたフレームワークを提示することが本稿の目的ではない。

さらに効率性が欠けると考えられるのは、市場機能の重要な特性のひとつとして考えられる匿名性が低いため、一つの取り引きからの撤退は極めて長い期間その企業との取り引きが不可能となることを意味していることだ。ローンポートフォリオにおける“銘柄の入れ替え”の意味合いは株式の銘柄入れ替えに比べてはるかに重たく、故にポートフォリオの内容調整のための“入れ替え”的意思決定には実際には多くの時間が必要となることになる。

I - 2. 現実的な信用リスク管理のフレームワークの条件

市場リスク管理の考え方を直接信用リスクに応用した場合、そのフレームワークは以下の様になろう。

第一に、リスクファクターを倒産率と定義し、このリスクファクターの変動がもたらす現在価値の変化をリスク量と認識する。VARの考え方を援用すれば、倒産率の動きを正規分布等で仮定し、一定の信頼区間を以て「最大損失額」と定義する。

第二に、ポートフォリオ全体のリスクを計測する場合は、リスクファクター間の相関を以て先に計測されたリスク量を統合する。この場合は倒産率のヒストリカルな相関を計測することが一般的である。ここではこの様な市場リスク管理の考え方を取り込んだ信用リスク管理のアプローチ（つまりVARの計測とその運用を中心としたリスク管理手法）を「市場志向アプローチ」と呼ぶこととする。

この手法を信用リスクに応用する時の問題点は以下の通りであろう。

第一に、相関係数の安定性の問題である。倒産率間の相関係数は不安定かつ説明が困難であることが多い。この将来値をどう想定するか、という問題である。結果的に、測定されたVARの信頼性が低下する可能性があることを認識すべきである。

第二に、システムティックリスクの分析が困難なことである。スペシフィックリスクは分散投資によって回避可能と考えるが、システムティックリスクの回避は不可能と考えられる。流動性の高い市場性資産を取引して思わぬ損失を蒙った場合は損失限度内でポジションをクローズしていくべきが、ローンを中心とした信用リスクに同じ方法を適用することは想定し難い。それ故、リスク量を観測することは可能となるが、実際にそのリスクが実現された時には対処のしようがない。従ってストレス状態には極めて弱いリスク管理体制しかとれないことになる。

それでは、我が国で実務に耐えうる信用リスク管理のフレームワークとはどのようなものか。本稿で採るアプローチを「ローン取引アプローチ」と呼び、（図表I-1）に市場志向アプローチと本稿のローン取引アプローチの主要な違いをまとめてみた。主要な点は次の二点である。

第一に、リスクを複合的に捉えて、それぞれについてより分析的なアプローチを試みて

(図表 I-1) 市場志向アプローチとローン取引アプローチの想定の比較

	一般的な市場志向アプローチ	本稿でのローン取引アプローチ
市場価格	存在	観測不能
流通市場	存在	なし
リスクの定義	市場価格の変動をリスクファクターにした VAR の計算	倒産率を説明するマルチファクターモデルを構築。 リスクファクターに対する感応度により認識。
環境変化への対応	ポートフォリオの入れ替え	予測の精度をアップすることで対応。 ポートフォリオ内容の変更、スプレッドの変更、 担保追徴等の方策はあるものの、短期間の対応 は困難。

いる。単一な指標でリスクを定義せず、格付け別の倒産率をマルチファクターモデルによって説明し、市場志向アプローチでは焦点のあまり当たらないシステムティックリスクの分析をも試みている。

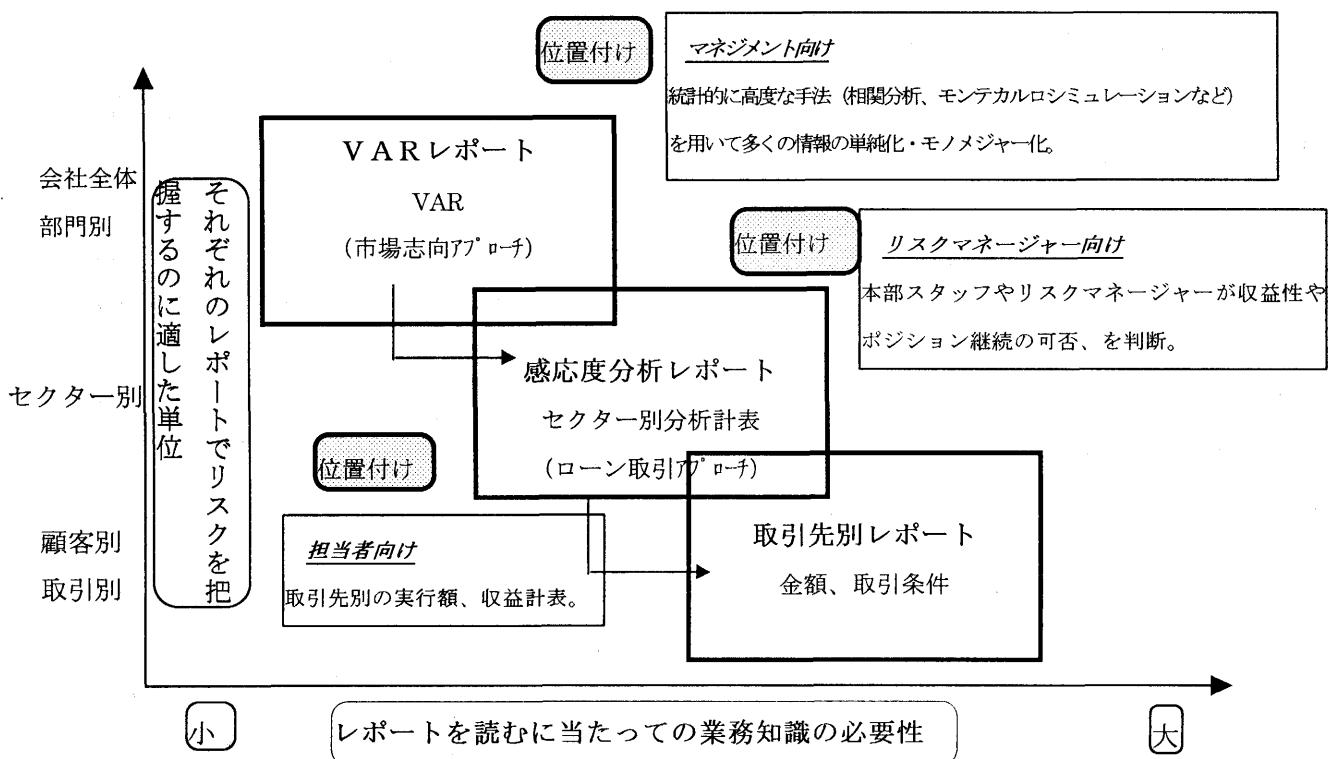
第二に、リスク量を相関係数を用いて統合した値とせずに、マルチファクターモデルの導入によって得られる市場性資産の感応度によって定義し、これによって市場リスクと同じフレームワークで管理することを意図している。さらに、感応度データを基に、種々のシミュレーションを行うことで将来の損益状態を認識しようとする。

VARはポジション総量と市場の動きの双方からリスクを定義してあることから、ポジションリミットの作成には適しており、またマネージメント向けに概観を報告するには最適である。一方、リスク管理の実務者の立場から言えば、VARレポートだけでは情報として十分ではなく、自分たちの抱えるポジションについてより詳細な情報が必要となる。例えば、市場リスクを見る際には、短期金利のエクスポージャーが大きいのか、長期金利のエクspoージャーが大きいのか、ポジション量と感応度を詳細に把握しておく必要がある。信用リスクでは、業種、信用ランク別に分けられた企業群に対応する倒産率が今後どのように推移する可能性が高いか、またその企業群の中に特異な動きをするものがないか、を知っておく必要があるだろう。とりわけ、「こうなった時にどうなるか」といったシナリオ分析はリスク管理実務者には欠かせないツールとなっている。

市場志向アプローチとローン取引アプローチの関係は(図表 I-2)のようになる。実は両者は排他的な関係にあるのではなく、使用目的の若干異なった補完的な関係にあると我々は考えている。VARレポートでマネージメントあて報告をすると同時に自らのポジションについての“ウォーニング”を出す指標としてVARを位置付け、ポジション調整(市場リスクで言えば特定のポジションを継続するか、そこで切るのか。信用リスクで言えば、特定の企業群との取引をいくらまで拡大するのか、縮小するのか)や損益のシミュレーションにはまた別のより分析的なツールを用いる必要があろう。信用リスク管理にVARアプローチを直接適用することが実務上難問が多いことを踏まえて、我々はローン取引アプローチ

ローチの内容を本稿で掘り下げていくこととしたい。

(図表 I-2) 市場志向アプローチとローン取引アプローチの関係



I I . 倒産率の分析

この章では、帝国データバンクの倒産データを用いて、過去の倒産率の傾向を分析する。本章の目的は、

- ①倒産率は信用ランクによって異なるのか、否か、
- ②倒産率は業種別に異なるのか、否か、
- ③計量化に伴う分析に用いるのに適切な信用ランク、業種の分類の仕方は何か、

を考察し、実際にローンポートフォリオを管理する為のセクター分類の考え方を整理することにある。

I I - 1 . 倒産率の推移

過去のデータ分析に求められるポイントは、

- ・データの量が多く、かつ企業グループ、業種、規模等に偏りがないこと、
- ・何らかの基準により過去の一時点での個別企業の信用力の程度が判断され、その後その企業がいつ倒産したか、トレースが可能であること、

の2点である。社内データはともするとデータに偏りがあったり、また実務的には過去の情報がデータベース化されていないケースも多くある。ここで用いた帝国データバンクのデータは、コスモス1に含まれているデータで85年末に帝国データバンクが評点を付けていたもの、191,363社を対象としている。85年末の評点が企業格付けと同様の意味をもっていたと想定して、その後9年間に企業が実際に倒産したか否かを調査した。帝国データバンクの評点は、(図表II-1)の内容によって構成されている。

(図表II-2)にこのデータの対象となっている会社数を信用ランク別、業種別に記した。信用ランクは、帝国データバンク評点10点おきに機械的に7分類した。業種分類のうち19の金融関係、22通信業、25の公共サービスは分析の対象から除外してある。(図表II-3)に業種分類の方法をまとめてある。

このデータの精度については、評点が85点を越えるところ、ならびに35点以下のところではデータ数が他と比べるとかなり少なくなっている、その信頼度を考慮する必要がある。評点によって機械的に分類した結果、信用ランク別の対象企業数にはばらつきが出ている。また業種でみても、9のゴム・皮革製造業、16の精密機械・医療器械、23の公益業等でデータ数が少なくなっている、分析に注意を要する。

倒産データの特徴

10年間の倒産率について、信用ランク別の累積倒産率と単年度倒産率および業種別の累積倒産率と単年度倒産率を(図表II-4)に、また(図表II-3)の業種区分2に従った倒産率データを(図表II-5)にまとめた。図表II-5では信用ランクも3段階にまとめてある。

まず、信用ランク別には、評点が低くなるほど累積倒産率は高くなる。また業種別にも

(図表II-1) 帝国データバンクの評点方法(帝国データバンク資料より)

業績 (15) 5点···現在の事業の経過年数によって、企業運営の堅実性をみる。
資本構成 (0~12) 12点···企業の安定性をみるために、主として自己資本比率を指標とする。
規模 (2~19) 19点···年売上高、従業員総数などから経営規模を見るもの。
損益 (0~10) 10点···現在の売上増減、収益動向、回収状況、支払能力、資金調達力などを評価。
代表者 (1~15) 15点···業界および経営者としての経験年数、資質のほか、収入、資産保有状況を見るもの。
企業活力 (4~19) 19点···人材、取引先の良否、生産、販売力などについて評価。

(このほか状況により加点、減点することがあり)

(図表II-2) 今回の調査の対象とした企業数の分布状況

帝国データバンク評点別(評点は85年末時点による)

	~85	~75	~65	~55	~45	~35	35~	
<信用ランク(本稿での定義)> (単位:社数)								
業種	A	B	C	D	E	F	G	合計
1	0	8	84	365	234	29	4	724
2	1	27	182	367	281	37	5	900
3	7	312	5,496	23,104	25,168	3,902	353	58,342
4	6	195	967	1,946	915	86	11	4,126
5	1	73	889	1,810	874	63	10	3,720
6	0	29	507	1,542	1,100	104	7	3,289
7	7	87	766	1,522	940	100	5	3,427
8	9	151	601	779	342	44	2	1,928
9	1	21	146	311	230	18	0	727
10	3	72	672	1,242	806	106	16	2,917
11	2	56	414	916	561	42	0	1,991
12	0	86	828	2,283	1,739	184	16	5,136
13	9	172	1,170	2,435	1,853	199	17	5,855
14	14	156	680	1,468	1,103	139	2	3,562
15	4	62	303	574	366	35	5	1,349
16	2	47	153	323	236	38	4	803
17	0	68	565	1,516	1,000	77	11	3,237
18	7	894	11,649	28,575	19,263	2,101	160	62,649
20	1	57	639	2,752	3,948	1,207	198	8,802
21	5	145	1,195	2,697	1,847	214	21	6,124
23	9	16	70	54	12	2	4	167
24	2	145	1,601	4,827	4,299	602	112	11,588
合計	90	2,879	29,577	81,408	67,117	9,329	963	191,363

(注) 業種区分は(図表II-3)の業種区分1にしたがっている。

(図表 II-3) 帝国データバンクの業種分類

帝国データバンク業種区分	区分1	区分2
農業（農業的サービス業を除く）	1	
農業的サービス業		
林業		1
狩猟業		
漁業		
水産養殖業		
金属鉱業	2	
石炭鉱業		
原油、天然ガス鉱業		
非金属鉱業		
職別工事業	3	
総合工事業		
設備工事業		
武器製造業		
食料品製造業	4	
たばこ製造業		
繊維工業	5	
衣服、その他の繊維製品製造業		
木材、木製品製造業	6	
家具、装備品製造業		
パルプ、紙、紙加工品製造業	7	
出版、印刷、同関連産業		
化学工業	8	
石油、石炭製品製造業		
ゴム製品製造業	9	
皮革、同製品製造業		
窯業、土石製品製造業	10	
鉄鋼業、非鉄金属製造業	11	4
金属製品製造業	12	3
機械製造業	13	
電気機械器具製造業	14	
輸送用機械器具製造業	15	
精密機械、医療機器具製造業	16	
その他の製造業	17	3

帝国データバンク業種区分	区分1	区分2
卸売業	18	
代理商、仲立業		
各種商品小売業		
織物、衣服、身のまわり品小売業		
飲食料品小売業		
飲食店		
自動車、自転車小売業		
家具、建具、じゅう器小売業		
その他の小売業		5
銀行、信託業	19	—
農林水産金融業		
中小商工、庶民、住宅等金融業		
補助的金融業、金融付帯業		
証券業、商品取引業		
保険業		
保険媒介代理業、保険サービス業		
投資業		
不動産業	20	6
鉄道業	21	
水運業		
航空運輸業		
倉庫業		7
運輸に付帯するサービス業		
通信業	22	—
電気業	23	
ガス業		
水道業		8
熱供給業		
物品貯貸業	24	
旅館、その他の宿泊所		
家事サービス業		
洗たく、理容、浴場業		
その他の個人サービス業		
映画、録画業		
娯楽業		
放送業		
自動車整備業および駐車場業		
その他の修理業		
協同組合（他に分類されないもの）		
広告、調査、情報サービス業		
その他の事業サービス業		
専門サービス業（他に分類されないもの）		
医療業		
保健および清掃業		
宗教		
教育		
社会保険、社会福祉		
学術研究機関		
政治、経済、文化団体		
その他のサービス業		
外国公務	25	—
国家事務		
地方事務		
分類不能の産業		

(図表 II-4) A. 信用ランク別倒産率の推移

<累積倒産率>

	<評点>								合計
	85まで	75まで	65まで	55まで	45まで	35まで	35未満		
	A	B	C	D	E	F	G		
86	0.00%	0.00%	0.06%	0.50%	1.67%	3.03%	4.15%	0.98%	
87	0.00%	0.00%	0.09%	0.81%	2.52%	4.54%	6.12%	1.50%	
88	0.00%	0.03%	0.10%	1.04%	3.20%	5.52%	7.31%	1.89%	
89	0.00%	0.03%	0.11%	1.20%	3.62%	6.37%	7.90%	2.15%	
90	0.00%	0.03%	0.17%	1.35%	4.03%	7.08%	8.49%	2.40%	
91	0.00%	0.07%	0.26%	1.64%	4.77%	8.49%	10.07%	2.88%	
92	0.00%	0.07%	0.33%	2.07%	5.72%	10.07%	11.75%	3.49%	
93	0.00%	0.10%	0.44%	2.45%	6.67%	11.34%	13.23%	4.07%	
94	0.00%	0.17%	0.56%	2.85%	7.65%	12.73%	14.31%	4.68%	

<単年度倒産率>

	A	B	C	D	E	F	G	全体
86	0.00%	0.00%	0.06%	0.50%	1.67%	3.03%	4.15%	0.98%
87	0.00%	0.00%	0.03%	0.31%	0.85%	1.51%	1.97%	0.52%
88	0.00%	0.03%	0.01%	0.23%	0.69%	0.99%	1.18%	0.39%
89	0.00%	0.00%	0.01%	0.16%	0.42%	0.85%	0.59%	0.26%
90	0.00%	0.00%	0.06%	0.15%	0.41%	0.71%	0.59%	0.26%
91	0.00%	0.03%	0.08%	0.29%	0.74%	1.41%	1.58%	0.47%
92	0.00%	0.00%	0.08%	0.42%	0.95%	1.58%	1.68%	0.61%
93	0.00%	0.03%	0.10%	0.38%	0.95%	1.26%	1.48%	0.58%
94	0.00%	0.07%	0.12%	0.41%	0.98%	1.39%	1.09%	0.61%
平均	0.00%	0.02%	0.06%	0.32%	0.85%	1.41%	1.59%	0.52%
標準偏差	0.00%	0.03%	0.04%	0.12%	0.38%	0.68%	1.07%	0.22%

B. 業種別倒産率の推移

<累積倒産率>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
86	1.24%	0.89%	1.31%	0.75%	0.70%	1.58%	0.53%	0.21%	1.24%	0.62%	0.60%
87	2.35%	1.99%	2.42%	1.86%	1.80%	2.69%	1.63%	1.31%	2.34%	1.72%	1.71%
88	3.45%	3.10%	3.52%	2.96%	2.91%	3.79%	2.74%	2.42%	3.45%	2.83%	2.81%
89	4.56%	4.20%	4.63%	4.07%	4.01%	4.90%	3.84%	3.52%	4.55%	3.93%	3.92%
90	5.66%	5.31%	5.73%	5.17%	5.12%	6.00%	4.95%	4.63%	5.66%	5.04%	5.02%
91	6.77%	6.41%	6.84%	6.28%	6.22%	7.11%	6.05%	5.73%	6.76%	6.14%	6.13%
92	7.87%	7.52%	7.94%	7.38%	7.33%	8.21%	7.16%	6.84%	7.87%	7.25%	7.23%
93	8.98%	8.62%	9.05%	8.49%	8.43%	9.32%	8.26%	7.94%	8.97%	8.35%	8.34%
94	10.08%	9.73%	10.15%	9.59%	9.54%	10.42%	9.37%	9.05%	10.08%	9.46%	9.44%

	12	13	14	15	16	17	18	20	21	23	24
86	1.01%	0.84%	1.21%	0.89%	1.12%	1.14%	0.89%	0.66%	0.46%	0.00%	0.67%
87	1.46%	1.30%	1.88%	1.26%	1.37%	1.64%	1.32%	1.05%	0.62%	0.00%	0.98%
88	1.69%	1.69%	2.44%	1.48%	1.62%	2.07%	1.69%	1.37%	0.77%	0.00%	1.26%
89	1.87%	1.86%	2.64%	1.56%	2.12%	2.19%	1.90%	1.64%	0.96%	0.00%	1.53%
90	1.99%	2.03%	2.86%	1.70%	2.37%	2.32%	2.16%	1.98%	1.09%	0.00%	1.77%
91	2.16%	2.32%	3.37%	1.85%	2.86%	2.72%	2.66%	2.87%	1.34%	0.00%	2.17%
92	2.57%	3.21%	3.79%	2.00%	3.61%	3.06%	3.24%	3.99%	1.70%	0.00%	2.87%
93	3.02%	4.12%	4.60%	2.30%	3.99%	3.55%	3.82%	4.70%	1.96%	0.00%	3.47%
94	3.47%	4.92%	5.14%	2.37%	4.73%	4.05%	4.44%	5.43%	2.40%	0.00%	4.00%

<業種別単年度倒産率>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
86	1.24%	0.89%	1.31%	0.75%	0.70%	1.58%	0.53%	0.21%	1.24%	0.62%	0.60%
87	1.10%	0.22%	0.77%	0.46%	0.40%	0.64%	0.23%	0.10%	0.28%	0.31%	0.30%
88	0.97%	0.22%	0.55%	0.32%	0.32%	0.43%	0.12%	0.00%	0.28%	0.27%	0.10%
89	0.55%	0.33%	0.37%	0.07%	0.32%	0.24%	0.20%	0.10%	0.28%	0.10%	0.05%
90	0.28%	0.22%	0.30%	0.27%	0.19%	0.43%	0.20%	0.10%	0.28%	0.10%	0.10%
91	0.41%	0.67%	0.53%	0.51%	0.43%	0.27%	0.32%	0.21%	0.41%	0.14%	0.20%
92	0.97%	0.89%	0.68%	0.34%	0.73%	0.49%	0.47%	0.16%	0.55%	0.14%	0.20%
93	0.14%	0.33%	0.63%	0.22%	0.59%	0.67%	0.47%	0.21%	0.96%	0.34%	0.30%
94	0.55%	0.33%	0.70%	0.48%	0.54%	0.70%	0.38%	0.21%	0.14%	0.24%	0.55%
平均	0.69%	0.46%	0.65%	0.38%	0.47%	0.60%	0.32%	0.14%	0.49%	0.25%	0.27%
標準偏差	0.39%	0.28%	0.29%	0.20%	0.18%	0.40%	0.14%	0.07%	0.37%	0.16%	0.20%

	12	13	14	15	16	17	18	20	21	23	24
86	1.01%	0.84%	1.21%	0.89%	1.12%	1.14%	0.89%	0.66%	0.46%	0.00%	0.67%
87	0.45%	0.46%	0.67%	0.37%	0.25%	0.49%	0.44%	0.39%	0.16%	0.00%	0.31%
88	0.23%	0.39%	0.56%	0.22%	0.25%	0.43%	0.36%	0.33%	0.15%	0.00%	0.28%
89	0.18%	0.17%	0.20%	0.07%	0.50%	0.12%	0.21%	0.26%	0.20%	0.00%	0.27%
90	0.12%	0.17%	0.22%	0.15%	0.25%	0.12%	0.26%	0.34%	0.13%	0.00%	0.24%
91	0.18%	0.29%	0.51%	0.15%	0.50%	0.40%	0.50%	0.90%	0.24%	0.00%	0.41%
92	0.41%	0.89%	0.42%	0.15%	0.75%	0.34%	0.58%	1.11%	0.36%	0.00%	0.70%
93	0.45%	0.91%	0.81%	0.30%	0.37%	0.49%	0.58%	0.72%	0.26%	0.00%	0.60%
94	0.45%	0.80%	0.53%	0.07%	0.75%	0.49%	0.62%	0.73%	0.44%	0.00%	0.53%
平均	0.39%	0.55%	0.57%	0.26%	0.53%	0.45%	0.49%	0.60%	0.27%	0.00%	0.44%
標準偏差	0.27%	0.31%	0.25%	0.30%	0.30%	0.21%	0.29%	0.12%	0.00%	0.18%	

(図表II-5) 単年度倒産確率一覧
(単年度倒産確率一覧)

	1-a	1-b	1-c	2-a	2-b	2-c	3-a	3-b	3-c	4-a	4-b	4-c
'86	0.000%	1.043%	5.333%	0.069%	1.237%	3.854%	0.049%	0.996%	3.109%	0.092%	1.027%	4.366%
'87	0.000%	0.802%	0.000%	0.052%	0.771%	1.716%	0.000%	0.430%	2.591%	0.031%	0.529%	2.287%
'88	0.000%	0.481%	4.000%	0.000%	0.568%	1.081%	0.033%	0.299%	1.036%	0.000%	0.458%	1.040%
'89	0.000%	0.561%	0.000%	0.000%	0.371%	0.893%	0.000%	0.223%	0.648%	0.000%	0.173%	1.247%
'90	0.331%	0.241%	0.000%	0.069%	0.282%	0.823%	0.082%	0.239%	0.389%	0.000%	0.234%	0.208%
'91	0.000%	0.561%	2.667%	0.017%	0.524%	1.340%	0.065%	0.337%	1.425%	0.092%	0.366%	1.247%
'92	0.000%	1.043%	2.667%	0.034%	0.677%	1.598%	0.098%	0.484%	1.295%	0.062%	0.702%	1.663%
'93	0.000%	0.321%	0.000%	0.069%	0.636%	1.293%	0.033%	0.571%	0.777%	0.185%	0.844%	1.247%
'94	0.000%	0.481%	1.333%	0.069%	0.696%	1.669%	0.098%	0.522%	1.166%	0.092%	0.773%	1.040%

信用ランク区分												
表示は全て(表2-4)のランク												
分けに対応												
a.....A, B, C												
b.....D, E												
c.....F, G												

	5-a	5-b	5-c	6-a	6-b	6-c	7-a	7-b	7-c	8-a	8-b	8-c	9-a	9-b	9-c
'86	0.064%	1.014%	2.742%	0.000%	0.478%	0.277%	0.000%	0.484%	2.553%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.679%	2.241%
'87	0.032%	0.489%	1.636%	0.000%	0.328%	0.128%	0.000%	0.198%	0.426%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.362%	0.420%
'88	0.000%	0.424%	1.061%	0.143%	0.224%	0.138%	0.000%	0.198%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.318%	0.420%
'89	0.008%	0.226%	0.973%	0.143%	0.254%	0.053%	0.000%	0.242%	0.426%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.263%	0.980%
'90	0.056%	0.291%	0.840%	0.000%	0.313%	0.096%	0.074%	0.132%	0.426%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.172%	0.394%
'91	0.104%	0.548%	1.592%	0.143%	0.761%	0.287%	0.000%	0.330%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.263%	0.560%
'92	0.088%	0.675%	1.415%	0.000%	1.015%	0.319%	0.000%	0.418%	1.277%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.745%	1.681%
'93	0.120%	0.669%	1.327%	0.143%	0.552%	0.266%	0.000%	0.330%	0.426%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.172%	0.636%
'94	0.175%	0.707%	1.238%	0.000%	0.731%	0.160%	0.000%	0.550%	0.851%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.570%	1.120%

ばらつきが見える。いくつかの特徴を簡単にまとめると、

- ・倒産率のピークは、86～87年にかけてと91～93年にあり、88～90年にかけては倒産率が低くなっている、景気サイクルとの関連性がみてとれる、
- ・信用ランク別にみると、ランクの低いところほど前記の二つのピークのうち前半に倒産率のピークがあり、前半のピークと後半のピークの差が大きい、
- ・業種別の倒産率では、建設業、製造業のうち木材関連、ゴム・皮革、精密機械、等でピークが前半にある、
- ・一方、不動産業のピークは後半にある、
- ・単年度倒産率の標準偏差をみると、食料品・たばこ、紙パルプ・出版、化学、窯業・土石、鉄・非鉄、運輸業等で0.1%台と低くなっているのに対し、農林・鉱業、木材、ゴム・皮革、機械、等は0.3%台と比較的高い、
- ・業種、信用ランクをまとめてある（表II-5）のデータの方が特異値が少ないと想定されるものの、両者の関係が混ざりあってバラつきは大きい、

ただし、9年間の時系列データは、その中から特性を導き出すためには極めて短い期間で、偶発的な事象と因果関係をもっている事象との厳密な判別は困難である。

計量化の為の信用ランク、業種分類の考え方

これらのデータを信用リスクの計量化フレームワークの中で利用する為には以下の点について分析する必要がある。

まず、信用ランク別に倒産率に差異があるかどうかについては、（図表II-4）より信用ランクによって倒産率がかなり異なることは見て取れるし、直感的にもそうなるのは理解できる。倒産率の平均値は格付けが低いほど高く、標準偏差も格付けが低い程大きい値を取っている。

それでは業種によって倒産率が異なるのか。（図表II-6）に6つに分けた信用ランク別、および22の業種別の倒産率の9年間の平均をまとめた。まず、平均は業種によって異なっていて、かつ業種によって格付けDからFの平均値にばらつきがあり、また平均値の最大値と最小値の差もDからFにかけて大きくなっている。標準偏差もそれを裏付けており、D～Gは業種間にかなりのばらつきが見られる。繰り返しになるが、この結果を考える際には、とりわけデータ数の少ないセクターでのばらつきが目立つことに留意すべきである。

9年間の倒産率の平均が業種によって等しいかどうかを見るために分散分析を行った。帰無仮説は信用ランク、業種別のそれぞれのセクターの倒産率の平均が等しいことである。棄却域は5%であり、この仮説が棄却された場合はそれぞれのセクターの平均値は統計的に異なることになる。結果は（図表II-7）である。まず、業種分類Iに従った場合、帰無仮説は棄却されており、統計的に業種別の倒産率は異なることになる。

実務上はもう少し大まかな分類の方が理解しやすいこともあり、（図表II-3）の分類2

(図表II-6) 信用ランク別、業種別単年度倒産率の分析

<9年間の平均>

業種	A	B	C	D	E	F	G
1	0.00%	0.00%	0.13%	0.30%	1.23%	2.68%	2.78%
2	0.00%	0.00%	0.00%	0.21%	1.03%	1.20%	0.00%
3	0.00%	0.04%	0.04%	0.35%	0.91%	1.57%	1.79%
4	0.00%	0.00%	0.06%	0.30%	0.84%	1.42%	3.03%
5	0.00%	0.15%	0.15%	0.40%	0.88%	1.59%	1.11%
6	0.00%	0.00%	0.04%	0.42%	1.05%	1.50%	1.59%
7	0.00%	0.00%	0.03%	0.12%	0.76%	1.78%	2.22%
8	0.00%	0.00%	0.02%	0.09%	0.52%	0.51%	0.00%
9	0.00%	0.00%	0.08%	0.39%	0.82%	1.85%	0.00%
10	0.00%	0.00%	0.03%	0.14%	0.47%	0.94%	3.47%
11	0.00%	0.00%	0.05%	0.17%	0.51%	1.59%	0.00%
12	0.00%	0.00%	0.03%	0.26%	0.65%	1.15%	1.39%
13	0.00%	0.06%	0.09%	0.40%	0.94%	1.79%	1.31%
14	0.00%	0.00%	0.07%	0.45%	1.00%	1.60%	0.00%
15	0.00%	0.00%	0.04%	0.14%	0.61%	0.95%	2.22%
16	0.00%	0.00%	0.07%	0.34%	1.04%	1.46%	0.00%
17	0.00%	0.00%	0.12%	0.31%	0.81%	1.01%	3.03%
18	0.00%	0.00%	0.08%	0.34%	0.89%	1.41%	1.60%
20	0.00%	0.19%	0.05%	0.27%	0.69%	1.22%	1.63%
21	0.00%	0.00%	0.01%	0.18%	0.53%	0.57%	2.12%
22	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
24	0.00%	0.08%	0.05%	0.23%	0.74%	1.13%	0.79%

<業種別9年間の倒産率平均／標準偏差の最大、最小、中心値>

	A	B	C	D	E	F	G
倒産率最大	0.00%	0.19%	0.15%	0.45%	1.23%	2.68%	3.47%
倒産率最小	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
倒産率中心値	0.00%	0.00%	0.05%	0.29%	0.82%	1.42%	1.49%
標準偏差最大	0.00%	0.58%	0.40%	0.39%	1.03%	3.93%	8.33%
標準偏差最小	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
標準偏差中心値	0.00%	0.00%	0.08%	0.16%	0.46%	1.19%	2.22%

(図表II-7) 業種別倒産率の分散分析

<業種分類1による分析>

～電力を含む22業種

自由度	分散比	P-値	F 境界値
21	4.015	0.000	1.616

～電力を除く21業種

自由度	分散比	P-値	F 境界値
20	2.821	0.000	1.633

<業種分類2による分析>

<格付け a >

自由度	分散比	P-値	F 境界値
7	0.855	0.546	2.156

<格付け b >

自由度	分散比	P-値	F 境界値
7	1.564	0.162	2.156

<格付け c >

自由度	分散比	P-値	F 境界値
7	2.320	0.036	2.156

に従ってセクター分けをしたものについても同様の分析を行った（（図表 II-7））。業種別にはとりわけ信用ランクの低いもので業種別平均値の差異が大きくなっている。分散分析の結果もより高い値で帰無仮説が棄却されている。

II-2. セクター分類の仕方

これらの結果より、冒頭に述べた①～③までの点についての望ましいアプローチは以下の様にまとめられる。

まず、信用ランク別、業種別に倒産率は異なっていると考えられることがある。米国での分析例を調べると、多くのものが格付け別倒産率の分析に費やされており、業種別の分析は少ない。おそらく、社債市場のみならずローン市場でも流通市場で格付け別にローンスプレッドが決定されることが多く、また仮に格付けに関する新しい情報（決算情報や新製品情報）が市場参加者にもたらされた場合は急速にローンスプレッドが新しい情報をもとに修正されていくという効率的な市場を形成している、と考えられる。改めて業種の効果を想定する必要がない。

一方、我が国では、（とりわけ社内での）過去の格付け分析の中では、必ずしも“倒産”という事象に絞った信用分析をしてこなかった様に感じられる。また、倒産を意識しながらも、過去の実際の倒産率と格付けをリンクさせる考えは殆どなかったはずである。従つて、同一業種内で企業のランク付けを行うプロセスで結果的に倒産率との関連性が高くなる傾向はあったが、業種を越えて倒産率を均等化させるべく“格付けシステム”が機能しなかったのではないか、と推測される。いづれにしてもしばらく現在の格付けシステムと関連付けて倒産率を推定する場合は、何らかの形で業種の効果を反映させることが望ましいし、また社内格付けは今後倒産率を基準にして情報の整理をし直す必要があろう。

実務的には、分類があまり細かすぎたり、複雑すぎると将来を想定したシナリオ分析や、

シミュレーションに用いにくい。一方、目の粗すぎる情報は目的に合致しない。実際の分析で用いる倒産率は社数ベースの二項分布に従っていることから、統計上は、

- ・個別のセクターに分類される企業数が概ね同数であること、
- ・実際のローン件数がセクター別に平準化されていること、
- ・結果的にセクター内のローン金額が等しくそろっていること、

が望まれる。社内格付けは、個別の金融機関の組織、取引先の数・与信件数、業種別の与信量、等を考慮して決定していくことになろう

この後の章で、マルチファクターモデルを推定したり、種々のシミュレーションを行っているが、それらは全てセクター別の倒産率をベースとして行われている。実際のリスク管理に際しても、収益性の計測、リスク量の把握、またリスク・リターン効率、コスト効率等の計測もこのセクター分類に基づいて行われる。言わば管理上の要となる考え方であることから、上記の点に留意して経験に基づき慎重に行う必要がある。

III. ローンポートフォリオの抱えるリスク

この章ではローンポートフォリオの保有するリスクを3種類定義し、個別にその内容を検討する。先に触れたように、本稿ではリスクを単一に定義せず、複数のものがそれぞれ経済環境と密接に関連しながら推移していると想定する。

III-1. ローン取引アプローチによる信用リスクの定義

ここではローン市場アプローチに従ってローンの抱えるリスクを個別に分類していく。市場リスクを把握する際には、実際の市場の価格が変化する主因をあげ、複数の要因間の関係を相関関係をもって捉えるのが通例であった。ここでは、価格変化が観察できない商品としてローンを位置づけ、分析的にリスクの所在に対してアプローチしていく。

ローンの抱えるリスクを(図表III-1)の様に定義する。

(図表 III-1) 信用リスクの源泉

想定されるリスクの種類	本稿での取り扱い
I. システマティックリスク マルチファクターモデルによって説明されるリスク =主としてマクロファクターによって説明されるもの。 ・格付けに対応する倒産確率、およびその変化	マルチファクターモデルでリスクファクターに対する感応度を測定。
II. スペシフィックリスク a. 個別会社の格付けの変更=「格付け低下リスク」 ・一定の割合でダウングレード、アップグレードが発生 b. レジデュアルリスク ・分散投資によって低減可能	過去のデータより推移確率を推定、それに基づく格付け変動を導入。
III. 担保価値変動リスク 個別の担保価格の変化による倒産時の回収額の変化	

III-2. 倒産率変動リスクのマルチファクターモデル

2-1. アプローチの概要

ローンの信用リスクを考える場合、最も重要なことは、貸倒額の期待(予想)値とその散ばり(分散)を見積ることであろう。ひるがえって、貸倒額の不確実性の最も重要な要因は、倒産確率の見積もりの誤差にある。これまでのところ、倒産確率の推定は、個々の企業の財務データを用いて予想する方法と、過去の実際の倒産率をもって見積もるという二つの方法がある。

後者の方法を、個々の企業の倒産率を見積るために適用することは不可能であるが、

似通つたいくつの企業をグループ化し、その中の個々の企業の倒産率は一定であると見なすことができれば、過去の倒産企業数のデータから、容易に倒産率を推定できる。

金融機関の信用リスク管理の観点からするならば、特定の格付けの、特定の業種に属する企業へのローンは、平均的には同じ信用リスクカテゴリーに入ると考えられる。従って、この範囲では、同じ倒産率を有してもよいとみなすことができよう。また、過去の倒産企業数と全企業数のデータさえ当てられれば、この倒産率を計算することは難しいことではない。しかし、その倒産率の「将来の値」は不確実にしか知らない。金融機関にとっての信用リスクの推定とその管理にあたって、倒産率そのものが不確実であることが重要な問題である。以下に、倒産率が不確実に変動するときの、信用リスク管理の簡単なモデルを示すことにしたい。

t 期において、 i 産業に属し格付け j の倒産企業を、その範疇に属する総企業数で割って得られる「倒産率」を π_{ijt} としよう。さらに、時期の同じ格付けの、同じ産業へのローン金額を L_{ijt} としよう。ここでは倒産率を、倒産企業ベースで測定するのではなく、金額ベースで考えることも一つの方法であるが、以下の分析では、規模が比較的大きくない企業の倒産を考えるために件数を基礎にした倒産率を考えている。

このローンが、倒産に陥った時の損失額(D_{ijt})は、回収率を λ_{ijt} とすれば次のように計算できよう。

$$(1) \tilde{D}_{ijt} = (1 - \lambda_{ijt}) \cdot \tilde{\pi}_{ijt} \cdot L_{ijt}$$

従って、予想される期待損失額は、この式の両辺の期待値をとることにより、

$$(2) E[\tilde{D}_{ijt}] = (1 - \lambda_{ijt}) \cdot E[\tilde{\pi}_{ijt}] \cdot L_{ijt}$$

となる。

これまでのローンの信用リスク分析では、推定された倒産率そのものには、不確実性がないと仮定して期待損失額を計算して来た。しかし、倒産率の過去の推移を見ると、(図表II-4)に示されているように、かなりの変動を観察できる。

従って、損失額の不確実性は、倒産率の不確実性に依存する。ローンの信用リスクを管理する上で、最も重要な問題は、推定された倒産率がばらつくことを避けられないことである。この原因は、一部にはパラメータの不確実性(Parameter Uncertainty)の問題として知られている倒産率の統計的推定誤差に依存するが、他方過去の倒産率が時系列的にみて安定的でない事にもよる。従って、倒産率の変動を考えると、損失額のリスク、つまりその分散は、

$$(3) Var(\tilde{D}_{ijt}) = (1 - \lambda_{ijt}) \cdot Var[\tilde{\pi}_{ijt}] \cdot L_{ijt}$$

となる。

更により重要なことは、倒産率の不確実性を所与のものと考えるのではなくて、それがどのようなリスク要因に分解され、またその大きさがどのようなものであるのかを推定することである。もしそれが可能であれば、倒産率の変動幅を予測し、それに起因する損失

額の変動リスクをヘッジすることさえ理論的には可能になるであろう。

Marcus=Orr[1996]では、異なる格付けの事業債の保有期間リターンを、(1)T-Bond 先物価格、(2)S&P500 先物価格の変化率、(3)その交差項、そして(4)投資家が楽観的である時期を 1、そうでないときをゼロとするタミー変数で説明する回帰モデルを推定している。これは、格付け、従って信用リスクの異なる事業債に投資をしているときに、景気循環リスクをこのマルチファクター・モデルを用いることによってヘッジ可能であることを示すためである。以下に示す、我々のモデルは、従属変数に債券投資からのリターンではなく、倒産率を考えている違いはあるものの、同様な考え方を有しているといえよう。

2-2. 倒産率のマルチファクター・モデル

先行業績

倒産率の変動を説明しようとするモデルの推定は今までにも幾つか試みられてきた。

Altman[1983]は、過去のヒストリカルな倒産率の変化をマクロ経済要因によって説明しようとした最初の試みである。倒産率の過去の四半期データについて、まずその変化率を(1)実質 GNP の変化率、(2)貨幣供給量の増加率、(3)S&P 株価指数の変化率、(4)新規設立企業数の増加率などによって説明しようとした。単純な時系列回帰を行うのではなく、これらの説明変数が倒産率に与える影響は 6 四半期にわたる比較的長い遅れを有すると考え、Almon の二次あるいは三次多項式ラグを用いた推定を試みている。また、倒産率の水準そのものをこれらの独立変数によって説明する回帰モデルの推定も試みている。

Nelson[1990]は、1896 年から 1985 年にわたる長期の銀行の倒産率の分析を試みている。説明変数としては、(1)リスク資産量、(2)失業率、(3)農地価格の増加率と下落率、(4)燃料価格の増加率と下落率、(5)銀行保有資産価値の下方率、などを考えている。ここで、農地、燃料価格、そして資産価値についてはその変化率のプラスの時とマイナスの時を別々に二つの変数として考えている（マイナスの変化率は、ダウンサイド・リスクをあらわすものである）。推定された回帰式は、推定期間で有意な変数が異なるものの、決定係数が 0.5 から 0.7 くらいの間となり比較的高い説明力を有している。

Platt and Platt[1994]は、アメリカの全州の横倒産率断面データとその 1969 年から 82 年までの時系列データとをプールして分析を試みている。つまり、倒産率の時系列変動を説明すると同時に、地域的な倒産率の変動をも同時に説明できるモデルの推定を試みている。説明変数としては、企業の経営を行っていくときの費用側面をあらわす変数と、企業外部のマクロ経済要因の二つの変数を考えている。推定方法として系列相関と不均一分散を同時に考慮した一般化最小二乗法を用いている。

太田[1994a]は、1968 年から 86 年までの年時の倒産率の水準をマクロ経済要因(GDP 変化率、M2 株価指数変化率、失業率など)と企業の財務諸表から得られる経営比率（自己資本比率、負債比率、流動比率、資産規模変化、売上高経常利益率、資本回転率、経常収支比率）とによって説明しようとした。太田[1994b]では、倒産率を日本企業全体で求めるの

でなく、東京商工リサーチによる倒産原因別についてそれをもとめ、太田[1994a]と同様な分析を試みている。

倒産率モデル

本稿では、上で述べた幾つかの研究と異なり、倒産率を集計化された一つの数値として見るのでなく、異なる業種では、異なる倒産率が実現されるはずであると考える。また、倒産率の計算は、異なる格付けの影響を受けるはずであると考える。なぜならば、予想されない格付けの変化が倒産率の見積もりに影響を与える可能性があるからである。

まず最初に、同じ格付けと同じ業種に属する企業の倒産率を幾つかのマクロ指標と業種によって説明するモデルを考えてみよう。ここでは、簡単にすべての格付けごとに同じ特定化をおこなった。つまり、倒産率を、株価(日経 225)、円の長期金利(国債の利回り)、そして円ドルレートによって説明した。われわれは、株価を経済活動全般の代理指標と考え、それが上昇しているときには、倒産率にはマイナスの影響を与えると予想した。金利が上昇している時は好況期で倒産率が低まると考え、さらに円高(ドル安)は、一般に、製品輸出価格の相対的な上昇を招き、企業経営にマイナスの効果をあたえ、そのことは倒産率の上昇を招くものと予想した。

これらのデータはすべて、対前年度比の形をとっている。その理由は、被説明変数が倒産「率」であらわされているという点に加え、変化率で示されるこれらマクロ指標は予想外の変化をあらわし、それが倒産率に影響を与えていたと考えたからである。

(図表 III-2) は、異なる格付けごとに推定された倒産率の回帰モデルの推定結果を示している。推定は通常の最小二乗法によっている。格付けごとの倒産率のデータが年時平均でしか入手可能でなかったことにより、標本数が $n=9$ と統計的な検定を行い、安定的な結論を得ることはやや困難ではある。特に、年時データを用いているため、系列間のトレンドが存在し、そのことで、株価、金利、円ドルレート間で多重共線性が生じた。このため、これらのファクターに対する係数は安定的ではなく、かつ有意であるとは必ずしも言えない。多くの場合為替レートが倒産率に大きな影響を与えているという結果になっている。

このような問題点を回避するために、9年間の時系列データと、異なる格付け(二分類)と4業種の横断面データをプールして倒産率を説明するモデルを考えた。つまり過去の倒産率の変化を、これらのマクロファクターに加え、業種ダミーと格付けダミーによって説明する次のようなモデルを考える。 Z_{ijt} を j 番目の産業を示すダミー変数としよう。 X_{ijt} を格付け j を示すダミー変数とすると、倒産率は

$$(4) \pi_{ijt} = \beta_1 JGB_t + \beta_2 N225_t + \beta_3 E_t + \sum_{i=1}^n \alpha_i Z_{ijt} + \sum_{j=1}^m \gamma_j X_{ijt} + \epsilon_{ijt}$$

ここで、 ϵ は平均ゼロ、分散 σ^2 の相互に独立な誤差項をあらわしている。 $N225$ は株価(日経 225)を、 JGB は円金利(国債の利回り)、そして E は為替レート(円/ドルレート)を示す。推定すべきパラメータの β は各マクロファクターの倒産率に与える影響の度合を表す。また、 α は倒産率が業種によって異なるであろう効果を表している。 γ は格付けと倒産率

(図表 III-2) マルチファクターモデル 1

業種	信用ランク				回帰係数	標準誤差	t-value	p-value
1	a	R^2	0.5848	切片	0.0424	0.0108	3.9401	0.0110
		残差誤差	0.0240	J G B	0.0219	0.0680	0.3218	0.7606
		D. W.	1.1790	日経225	-0.0935	0.0405	-2.3083	0.0691
				為替	-0.2061	0.1101	-1.8732	0.1199
1	b	R^2	0.8607	切片	0.4415	0.0641	6.8923	0.0010
		残差誤差	0.1427	J G B	-0.1803	0.4046	-0.4456	0.6745
		D. W.	2.5016	日経225	0.0256	0.2409	0.1061	0.9196
				為替	-2.3791	0.6544	-3.6354	0.0150
2	a	R^2	0.1930	切片	0.0868	0.0386	2.2510	0.0742
		残差誤差	0.0859	J G B	-0.2041	0.2436	-0.8380	0.4403
		D. W.	3.1699	日経225	0.0550	0.1451	0.3788	0.7204
				為替	0.4199	0.3940	1.0656	0.3353
2	b	R^2	0.9366	切片	0.6320	0.0456	13.3515	0.0000
		残差誤差	0.1016	J G B	-1.1886	0.2882	-4.1246	0.0091
		D. W.	2.4946	日経225	-1.2144	0.1716	-7.0764	0.0009
				為替	-0.7691	0.4652	-1.6498	0.1599
4	a	R^2	0.4210	切片	0.0615	0.0218	2.8221	0.0370
		残差誤差	0.0485	J G B	-0.0703	0.1376	-0.5107	0.6313
		D. W.	1.1342	日経225	-0.1464	0.0820	-1.7866	0.1340
				為替	-0.1296	0.2260	-0.5820	0.5858
4	b	R^2	0.8292	切片	0.4322	0.0546	7.9136	0.0005
		残差誤差	0.1217	J G B	-0.3318	0.3450	-0.9617	0.3804
		D. W.	1.9960	日経225	-0.3462	0.2054	-1.6853	0.1528
				為替	-1.7821	0.5580	-3.1936	0.0242

との関係を表すパラメータである。

時系列データと横断面データをプールして推定する場合には、誤差項についての系列相関と不均一分散の二つの問題が生じる。単純な最小二乗法は偏りのある推定値をもたらす可能性があるが、今回は時系列部分のデータが9年間と少ないこともあり、より洗練された推定方法を採用することはしなかった。

これから、倒産率の変動リスクは、(1)マクロ経済要因、(2)格付けの変動、(3)残差要因、の三つに依存していることがわかる。

ここでは、企業を特定の業種に分類するとき間違って分類すること、あるいは同一企業が時間とともに異なる業種に分類されることはないと考えた。従って倒産率の分散を計算するにあたって業種ダミーは非確率的であると考える。従って、倒産率の期待値を計算する場合には、業種ダミーは影響を与えるが、その分散を計算するにあたっては業種ダミーは影響を与えないと考えた。

式(4)の右辺の第二から第四項は、一国経済全体の影響によって決まる倒産率の変化を示している。従ってその国の中でのみ貸し付けが行われている時には、いくら格付けと

業種の異なるセクターにわたって広く分散化していたとしても、こうしたマクロ経済要因の変動に伴う倒産率の変化を避けることはできない。その意味で、この部分を倒産率の組織的（システムテック）リスクをあらわしていると考えることができよう。

業種ダミーを非確率的であると考えたのに対し、格付けダミー変数をわれわれは確率変数であると考えた。格付けの過去の推移を見ると、それはかなりの変動を示している。金融機関のローン担当者あるいは信用リスク管理者は、特定の信用格付けに対応して、将来の倒産率を予想する。信用格付けの利用者、ユーザーは格付け情報を所与として将来の倒産率を予測し、従って、将来の貸し倒れ損失額を見積もる。しかし、格付け変更は、信用調査機関によって与えられることから、ローン担当者は意図しない格付け変更に伴う倒産率の見積もり誤差から生ずる貸し倒れの予想外の変化にさらされている。要約すると、式(4)の右辺第五項でしめされる格付けダミーは、ローン担当者・リスク管理者の将来倒産率の推定値や変動を計算する場合の「情報集合」であり、それが不確実な情報集合でありうることをあらわしたものである。つまり、このことは倒産率の予測値（変動）は、マクロ要因の変化ばかりでなく、格付け変更を所与とする条件付き期待値(分散)として計算されなければならない。

このような観点は、信用リスクのもとにある社債の投資にあたっては、格付け低下あるいは上昇による債券価格の意図せざる変動リスクを避けることができないことを意味している。投資家はこのようなリスクを避けるために、あらかじめ格付け低下リスクを防御する契約を債券の売り手と結ぶことができる。つまり格付けの低下があったときには、債券の買い手は売り手にあらかじめ決められた（行使）価格で手持債券を売る権利：プット・オプション条項を行使する。しかし、現在の日本の社債市場では、こうした特約条項のついた債券に投資することはできない。まして市場性の無いローンの世界ではこうした「格付け低下リスク」をヘッジする手段はない。この式の右辺の格付けダミーは、こうした状況を具体的にモデル化したものである。これを、特定リスク（Specific Risk）と呼ぶことにしよう。

最後に、残差項は、倒産率の変動に影響を与えるものの、相互に独立かつ分散一定な確率変数と仮定した。従って、異なる業種と格付けセクターに幅広く貸し出しを行うことにより、分散投資効果を通じて、このリスクは回避できる。事実、式(4)を式(1)に代入し、両辺の分散をとり、この残差リスクに関する部分に注目すると、

$$(5) \quad \sum_i \sum_j \text{Var}(\varepsilon_{ijt}) L_{ijt}^2 = \sum_i \sum_j \sigma^2 L_{ijt}^2 = \sigma^2 \sum_i \sum_j L_{ijt}^2$$

がえられ、この式の最後の項は分散投資を広く行ていれば相対的には小さい値をとるその意味で、この部分を残差リスク（Residual Risk）とよぶことができよう。

ダミーを用いた推定結果は、（図表 III-3）に示されている。業種ダミーの説明力が弱いが、他の係数は有意であり、符号条件も満たしている。

(図表 III-3) マルチファクターモデル2

R^2	0.8896			
残差誤差	0.1722			
D. W.	1.0861			
	回帰係数	標準誤差	t-value	p-value
J G B	-0.3255	0.1994	-1.6329	0.1092
日経225	-0.2867	0.1187	-2.4147	0.0197
為替	-0.8077	0.3225	-2.5046	0.0158
業種ダミー/製造	0.0110	0.0514	0.2139	0.8316
業種ダミー/不動産	0.0177	0.0514	0.3434	0.7328
業種ダミー/非製造	-0.0235	0.0514	-0.4578	0.6492
格付けダミー/ランクb	0.5621	0.0469	11.9897	0.0000

III-3. 格付け低下リスク

次にマルチファクターモデルの中で所与と置いていた格付けが変化するリスクについて述べる。個別企業の格付けの変化はランダムに起きると考えられるが、一つの格付けに分類されている企業群の格付け変化の平均的な動きを観測することは可能である。ここでは

(図表III-4) ムーディーズ・データから得られた推移確率マトリクス

出典 ~Carty, L.V. and J.S. Fons, "Measuring Changes in Corporate Credit Quality".

The Journal of Fixed Income, June 1994, pp27-41

1年間での格付け推移マトリクス (%)

		Rating To:							
		Aaa	Aa	A	Baa	Ba	B	Caa	Default
Rating From:	Aaa	89.6	7.2	0.7	0	0	0	0	0
	Aa	1.1	88.8	6.9	0.3	0.2	0	0	0
	A	0.1	2.5	89	5.2	0.6	0.2	0	0
	Baa	0	0.2	5.2	85.3	5.3	0.8	0.1	0.1
	Ba	0	0.1	0.4	4.7	80.1	6.9	0.4	1.5
	B	0	0.1	0.1	0.5	5.5	75.7	2	8.2
	Caa	0	0.4	0.4	0.8	2.3	5.4	62.1	20.3

5年間での格付け推移マトリクス (%)

		Rating To:							
		Aaa	Aa	A	Baa	Ba	B	Caa	Default
Rating From:	Aaa	62.5	21.8	4.9	0.5	0.7	0.2	0.1	0.2
	Aa	5.5	52.9	22.3	3.9	1.8	0.5	0	0.4
	A	0.3	9.9	59.6	15	3.9	1.1	0.2	0.6
	Baa	0.2	1.9	18.8	49.7	12.6	3.2	0.3	1.7
	Ba	0.2	0.5	3.6	13.6	37.4	12.6	0.8	10.1
	B	0.1	0.1	0.7	3.1	10.3	31.8	1.7	24.6
	Caa	0	0	0.6	7.6	5.8	14	19.9	35.1

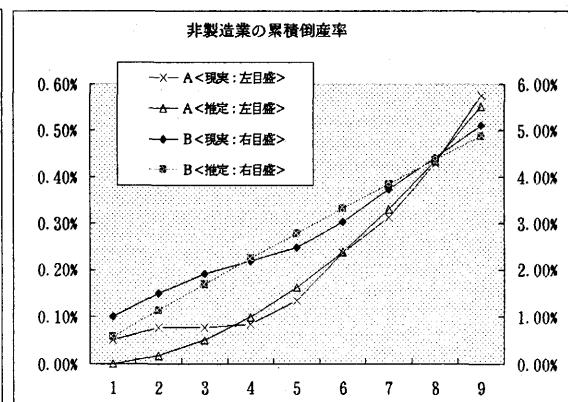
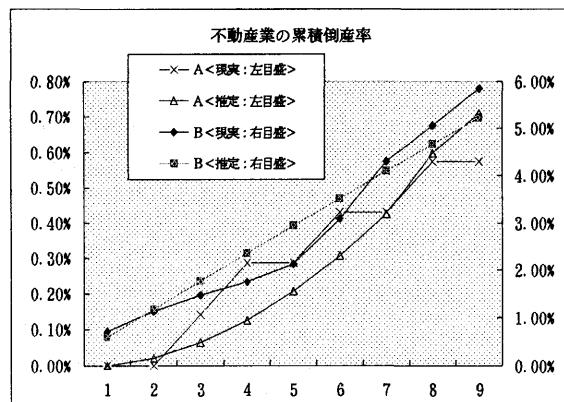
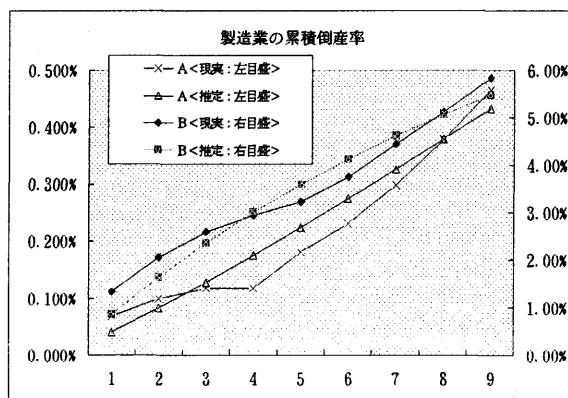
(図表 III-5) 帝国データバンクのデータに基づく推移確率(1年間)の推定結果

<全信用ランク>

	A&B	C	D	E	F	G	倒産率
A&B	81.622%	18.185%	0.157%	0.023%	0.005%	0.005%	0.000%
C	22.260%	74.559%	1.839%	0.801%	0.386%	0.148%	0.007%
D	7.191%	10.895%	71.055%	9.950%	0.384%	0.290%	0.236%
E	0.027%	3.141%	7.781%	82.086%	5.964%	0.026%	0.974%
F	0.012%	0.275%	5.062%	5.112%	87.313%	0.616%	1.857%
G	0.039%	0.075%	8.021%	12.951%	12.976%	62.952%	2.986%

<業種別推移確率>

<製造業>		
a b 倒産		
a	99.654%	0.305%
b	8.754%	90.382%
<不動産>		
a b 倒産		
a	96.345%	3.654%
b	0.015%	99.404%
<非製造業(不動産、電力を除く)>		
a b 倒産		
a	97.035%	2.964%
b	0.780%	98.647%
		0.002%
		0.571%



<業種分類>

- 1 製造業
- 2 不動産
- 3 電力(省略)
- 4 非製造業(除く不動産、電力)

<信用ランク>

- ランク a (図表 II-2) の A B C
- ランク b (図表 II-2) の D E F G

(図表III-6) 好況期と不況期の推移確率の比較

(ムーディーズベース、1970—1992)

出典 ~Crabbe, L. E., "A Framework for Corporate Bond Strategy",
Journal of Fixed Income, June 1995

<好況期>

t \ t+1	AAA	AA	A	BBB	BB	B	C&D
AAA	95.9	3.7	0.4	0	0	0	0
AA	2.3	93.9	3.5	0.2	0.1	0	0
A	0.2	5.1	91.6	2.7	0.3	0.1	0
BBB	0	0.4	10.7	85.6	2.8	0.4	0.1

<不況期>

t \ t+1	AAA	AA	A	BBB	BB	B	C&D
AAA	83.8	14.8	1.4	0	0	0	0
AA	0.6	84.2	14.3	0.6	0.4	0	0
A	0.1	1.3	86.4	10.7	1.2	0.4	0
BBB	0	0.1	2.7	84.2	10.9	1.6	0.4

非線形計画法を利用して格付け変化を表す推移確率を推定する。

推移確率の求め方

(図表 III-4) はムーディースの格付けに基づいて、当初の格付けが一年後にどうなっているのか示したものである (Carty[1994])。この表が示しているのは、例えば、当初 Aaa に格付けされていたものは平均的には 1 年後に 89.6 % が同じく Aaa に格付けされ、7.2 % が Aa にダウングレードすることを意味している。同様に、現在 Ba に格付けされているもののうち、それ以下の Ba 格以下に落ちるのが 6.4 % あることを示している。一方、5 年間でみると、Ba 格以下となる確率はかなり大きくなっています。長期の投資の場合は注意を要することが分かる。

この様なマトリックスを推移確率行列と呼ぶ。ムーディースや S & P のように、過去の格付け変化の履歴がわからない場合は、(付論 2) の方法で推計が可能である。

推移確率の推計結果

帝国データバンクの 9 年間分の累積倒産率に基づいて (付論 2) の方法で推移確率を推計したのが (図表 III-5) である。また業種による違いを見るため、製造業、不動産業、非製造業 (不動産、電力を除く) の累積倒産率を用いて同様の方法で推移確率を推計している ((図表 III-5))。これによると、製造業で b 格から a 格に上昇する確率が高くなっています。また、不動産業で a 格から b 格へ下落する確率が他の業種に比べて若干ながら高くなっています。この例ではわずかではあるが業種別に差異が見られる。

この推移確率を用いることで、倒産率の期間構造を推定することが可能となる。つまり、一年間の格付け別倒産率が既知だとすると、この推移確率が将来安定的であると仮定することで将来時点までの累積倒産率を計算できる。つまり、今後5年間の累積倒産率を求めたい時には、一年間の倒産率をベクトルとし、推移確率定めると、5年間の累積倒産率はマルコフ過程を想定することにより、推移確率のべき乗と倒産率ベクトルの積により求めることができる。

問題は、この推移確率も時間経過にあわせて変化することである。Crabbe[1995]はムーディースの推移行列を用いて、好況期と不況期の推移行列の比較を試みている。（図表III-6）にその結果をまとめである。

これによると、好況期と不況期の間でとりわけBaaから投資不適格債に下落する確率が異なるのが目立つ。好況期にはわずか3.3%だったものが不況期には12.9%に拡大している。この増加は実務上も見逃し得ない。加えて不況期には投資不適格の格付けに対応する倒産率は好況期より増加している可能性が高い。

ビジネスサイクルに従って推移確率が変化することは、ローンポートフォリオの質がビジネスサイクルと共に変化することを意味している。とりわけ5～7年の長期ローンは、ローンが満期を迎える前にビジネスサイクルが一巡する可能性が高く、また業種別の倒産に至るプロセスがどう異なるのか、を分析する上でも推移確率の理解は重要であろう。

理論的には、システムティックリスクと同様に、格付け低下リスクについてもマルチファクターモデルを作ったり、あるいはCrabbeの分析のようにビジネスサイクルのなかで推移確率マトリックスがどのように変化するのかの分析は可能なはずである。この点は今後の研究に委ねたい。

I I I - 4. 担保価値変動リスク

これは担保価値が変動することによって倒産時に回収可能な金額が変化するリスクである。ローンのリスク調整後価値を算出する場合、一般的に想定できるのは担保価値の変動率を担保の種類別に設定していくことである。例えば、金融期間の多くの担保は土地であり、結果的に土地価格の推移にローン価値がリンクしていることになる。また、有価証券等が担保になっていたり、その他の債権が担保になっている場合は、その価格変動要因が何に依存しているかを明確にしておく必要があろう。

次章以降の分析では担保が土地価格にリンクしていると想定して、ローン価値の把握やその感応度を分析していくこととする。

I V. ローンポートフォリオの管理

さて、前章まででローンの価値を分析的、計測的に把握する方法について述べた。この章では、総体としてのローンポートフォリオの管理の方法について述べたい。これまでの分析で、まず信用ランク、業種別のセクター分けについて考察した。次にセクターに対応する将来の倒産率の推移をマルチファクターモデルと推移確率で表現した。この章では、これらの分析結果を踏まえ、セクター別のリスクを把握しつつ、倒産率の目処を立てながらポートフォリオを調整する方法論を検討する。

I V-1. ポートフォリオの保有するリスク額の把握

ここで現在保有しているポートフォリオの内容を（図表 IV-1）の様に想定する。ここでポートフォリオが保有する感応度を以下の様に定義する。

まず倒産率の1%変化に対するポートフォリオのリスク調整後価値の変化額である。これを業種、信用ランクに分けられたセクター別に求める。次に、マルチファクターモデルの右辺の変数に対するポートフォリオのリスク調整後価値の変化額を同様にセクター別に求める。それぞれ、長期金利、日経平均株価、為替レートの値が10%低下した時のポートフォリオ価値の変化額を求める。さらに担保価値変化による感応度も計る。これらの感応度を市場リスクと信用リスクの双方について横断的に求めることによって、ポートフォリオ全体が市場価格の変動によってもたらされるリスクの大きさを把握できることになる。

（図表IV-1）仮想ポートフォリオの内容（単位：%）

構成比	業種別スプレッドの設定		担保価値の想定	
製造業	ランク a 10	ランク b 10	ランク a 0.5	ランク b 0.5
不動産	15	20	不動産 0.5	元本の50%
電力	15	—	電力 0.2	担保価値の変化 0.2
非製造業	10	10	非製造 0.5	土地価格にリンク 0.5
<債券>	10			

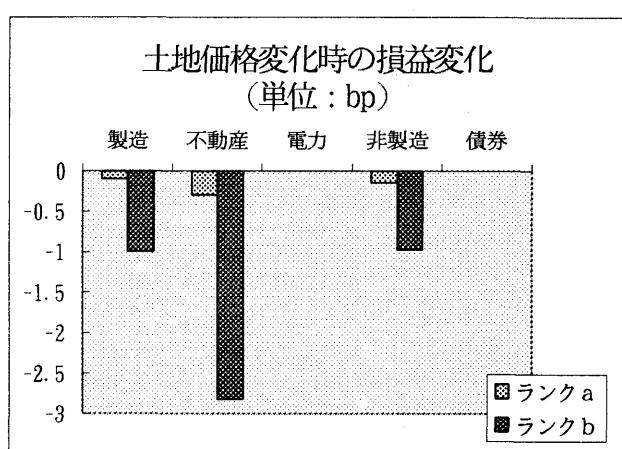
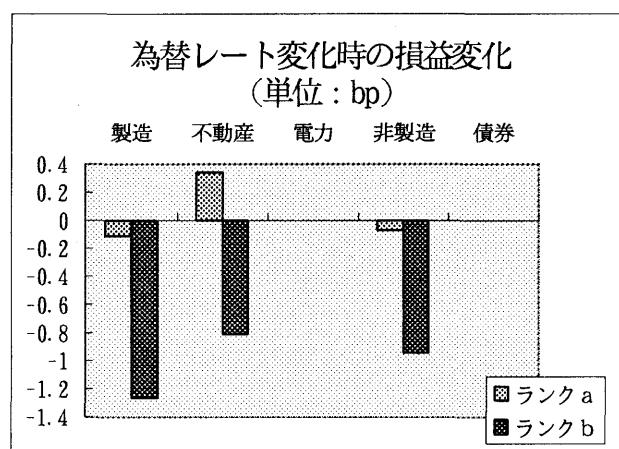
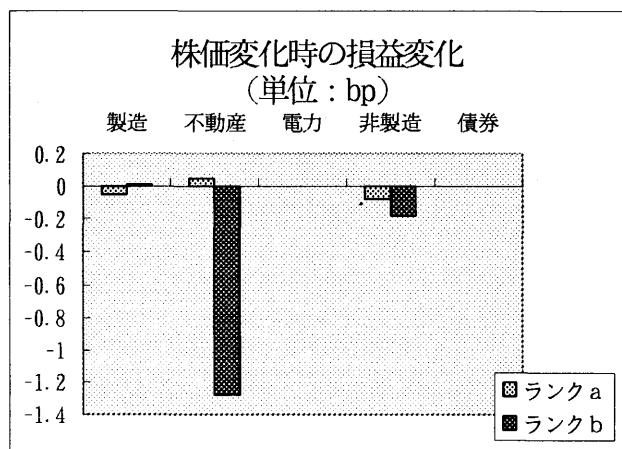
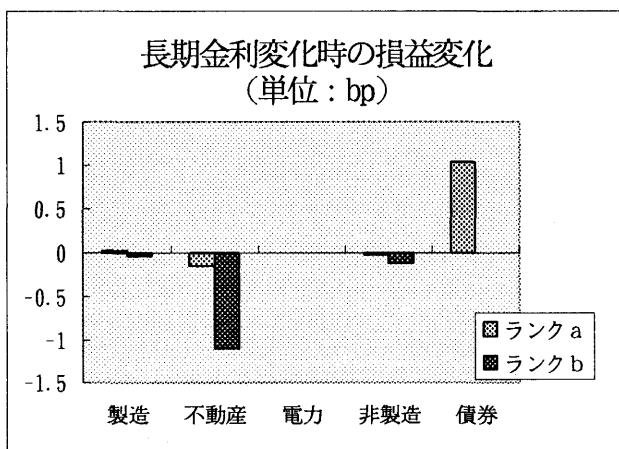
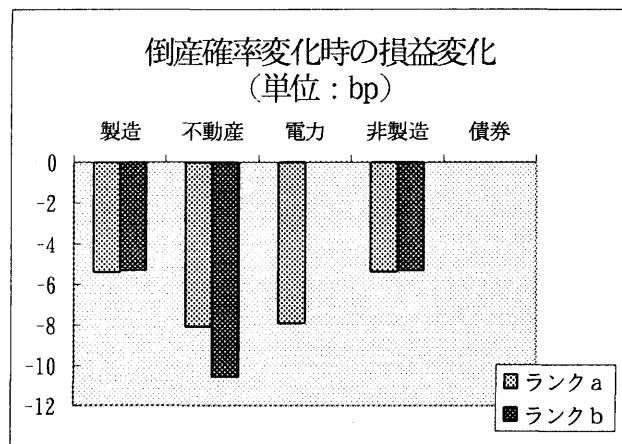
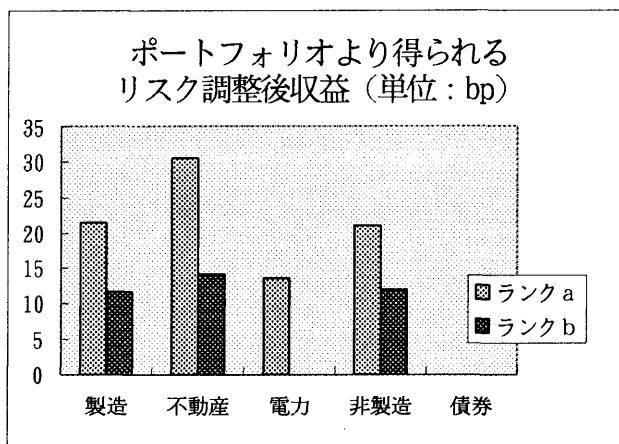
（図表 IV-2）にこの感応度をセクター別に示した。マルチファクターモデルは（図表 III-2）のものを用いた。これを見ると、ポートフォリオ全体では株価と為替に対する感応度が高く、株価が下落した場合、および円高が進行した場合に注意する必要がある。また、金利については、債券と不動産 b ランクの感応度が相殺しあう形になっており、結果的にヘッジ効果が見て取れる。ポートフォリオの調整としては、株価・為替に対する感応度の低いセクターのローンを増やすこと、株価下落と円高進行時に収益の拡大する市場性資産や派生商品をポートフォリオ全体の中に組み込んでいくこと、等が考えられる。

感応度を知ることにより、簡単なシナリオ分析も可能となる。ローン構成の変化に多く

の時間がかかることを勘案して、3～5年程度の比較的長い期間を想定したシミュレーションが望まれる。

(図表 IV-2) セクター別感応度分析

ローン金額を100とした時の値。それぞれのリスクファクターが最初の一年間のみ変化したと想定してリスク調整後価値の変化額を計算。



IV-2. ポートフォリオ構成のシミュレーション

金融機関の実務にとってのポートフォリオの管理の目的は長期間収益を安定させ、企業価値を増加させることにあるが、実際には個別の金融機関が抱える決算上の目標収益や取引企業数、取引件数等、様々な制約条件を抱えている。

このような種々の制約条件を取り込むのに適した手法にショートフォール・アプローチがある。MV分析やCAPMのようにリスクを単一に定義せず、リスクを収益が一定のレベルより低い値を実現すること（ダウンサイドリスク）として定式化し、収益の極大化を図るための枠組みである。例えば、一年間の期間損益が150億円の水準を下回らない様にしたい場合はリスクを、

$$\max(150 - \text{年間収益}, 0)$$

と定義し、この制約をショートフォールと呼ぶ。その上でシナリオを複数用意し、そのシナリオに基づいて個別資産の収益を計算しその配分を非線形計画法を用いて決定する。この場合は、目的関数は下のようになる。

$$(6) \quad \max \left[\sum \text{Profit}_{it} - \beta * \max(150 - \text{Profit}_T, 0) \right]$$

ここで Profit_{it} … 資産 i から得られる t 期の収益

Profit_T … 全ての資産から得られる t 期の収益の総和

つまり全体の収益が150億円より低い場合は(6)式のカッコ内の第二項がプラスとなり、リスクとして認識されることになる。第二項にかかる係数 β はリスクとリターンのトレードオフを表すリスク回避度を示し、自由に設定することが可能なパラメータである。

2-1. モデルの概要

仮想的なポートフォリオを分析するため、簡単なショートフォールモデルの例を紹介したい。まず、ここではセクターを4業種・2信用ランクの簡易版として設定した。実務上はこれでは不十分であるが、適宜セクター数を増やしてもモデルの構成に変わりはない。また、シミュレーション期間は5年とし、その間のシナリオを（図表 IV-4）のように設定してある。資産の内容は、4業種・2信用ランクに分けられた長期、短期のローン（信用リスクのみ存在し市場リスクは完全な預貸マッチングのため無し）、および長期国債（信用リスクはなく市場リスクのみ存在）とした。

モデルの前提

ショートフォールアプローチでは資産価格のシナリオを予め用意する。（資産配分の結果が用意されたシナリオの内容に依存するのが欠点とされている。）ここでは4つのシナ

リオを用意し、マルチファクターモデルに従って倒産率が変動、長期金利の変化により債券ポートフォリオの価値も変動する、と想定した。

信用リスクはこれまでの分析に従い、三つのリスクを想定した。第一はシステムティックリスクであり、これは各セクター対応するマルチファクターモデルによって算出される。従って（図表 IV-4）で用意された諸ファクターの変動に合わせて倒産率が各期変動する、と仮定した。次は格付け変化リスクであり、これは想定された推移確率によってもたらされ、推移確率は通期一定とした。この推移確率のマトリックスは（図表 III-5）の業種別推移確率マトリックスを使用した。最後に、担保価値変動リスクは倒産時の回収金額を元本の50%とし、この比率がシナリオの土地価格の変動に比例して変化する、と想定した。

（図表 IV-3）の目的関数の右辺の第一項は期間損益を表している。この期間損益を、想定されたローンスプレッドからの収益より、変動する倒産率から発生する貸し倒れコストを差し引いた金額と定義した。

また、長期ローンと短期ローンはそれぞれ5年、1年満期とし、短期ローンは各期末に期初に比べて格付けが低下している場合は次期初に低い格付けでのスプレッド設定を、もし格付けが上昇している場合は次期初に高い格付けでのスプレッドの再設定を行った。長期ローンはローン実行時（第1期）の格付けに応じてスプレッド設定され、通期それがそのまま維持されると仮定した。

債券ポートフォリオの収益は、まず短期金利で額面分を資金調達し、長期国債のクーポンレートは一期目の長期金利と同じで、額面発行された5年債とした。従って、各期クーポンレートと短期金利の差を収益として認識し、かつ長期金利の変動によってもたらされる評価損益変化分を期末に損益認識することとした。

目的関数の第二項は実現収益が予め決められた最低収益を下回るリスクを表す。目標収益を実績が下回る場合はペナルティーが付加されるが、逆に上回る場合には何の制約もかからない。ここでの目標収益は額面に対して0.2%とした。このショートフォールにかかるリスク回避係数は1とした。

第三項はランク b のウェイトを制限するショートフォールである。短期ローンも長期ローンも期初から期末にかけて推移確率に従って格付け変化を起こすと想定し、下位のランクであるランク b のウェイトが一定水準（ここでは全体の40%）を超えないようにした。

第四項は個別のセクターに集中しないよう全体に対するウェイトを示すショートフォールである。ここでは上限を30%とし、債券ポートフォリオもこの割合を越えない様にすべく、このショートフォールに含めた。

この最適化モデルで決定変数は第一期の長短ローン、および債券ポートフォリオの構成比率とした。この構成比率は5年間一定とし、期中のポートフォリオ構成のリバランスは想定していない。

(図表 IV-3) ショートフォールモデルの概要

目的関数：以下の式を最大化

$$\sum(Wi * Pi) - \beta_1 \sum \max(HR - Pi, 0) - \beta_2 \sum \max(Rb - B, 0) \\ - \beta_3 \sum \max(Ind.Type - I, 0)$$

変数の定義：

Wi シナリオウエイト

Pi 年間収益（5年間の現在価値累計）

HR 収益のハードルレート。ここでは年間 20 bp を想定。

B ランク b の金額の合計のリミット。全体の 40 %までと想定。

Rb 推移確率調整後のランク b の金額。

I 業種別残高、および債券残高リミット。全体の 30 %までと想定。

$Ind.Type$ 推移確率調整後の業種残高。

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ リスク回避係数（それぞれ 1 と仮定）

想定シナリオの内容

(図表 IV-4) に基づいてシナリオの内容について述べよう。簡単にまとめると、

①マクロシナリオは 4 つ用意し、その実現確率は (図表 VI-4) の通り。

②ローンのスプレッドはパターン A では信用ランク別には差異を設けずに設定、業種別にはこれまでに倒産の経験の無い電力を低い設定。

パターン B は信用ランク別に異なることを想定。かつ業種別には不動産に高いスプレッド、電力には低いスプレッドを想定。

③倒産率の想定は、マルチファクターモデルに従ってシナリオに書かれた変数によってシナリオ別に変動し、もし変数を外挿した結果倒産率がマイナスになる場合は 0 とする。

④短期ローンと長期ローンのスプレッドの設定は長短同様のパターン X と長期が一律 20 bp 高いパターン Z の 2 つを想定。

シミュレーション結果

シミュレーションは次の 3 つを試した。

- ・ケース 1 標準ケース。ローンスプレッドはパターン A を想定、長短スプレッドはパターン X を想定
- ・ケース 2 ローンスプレッドをパターン B、長短スプレッドはパターン X。

(図表IV-4) シナリオ一覧

1. マクロシナリオ

<シナリオ1> 現状維持					
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
長期金利(%)	3.5	3.5	3.5	4.0	4.2
日経225(円)	22,000	22,000	22,000	23,000	24,000
為替(¥/\$)	100	100	95	95	90
短期金利(%)	0.8	0.8	1.2	1.5	1.5
GNP (%)	1.00	1.20	1.20	1.50	1.50
インフレ(%)	0.80	0.80	1.20	1.50	1.50
公定歩合(%)	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
土地価格	100	100	100	100	100

<シナリオ2> インフレ再燃					
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
長期金利(%)	3.7	4.5	5.0	5.0	5.0
日経225(円)	25,000	26,000	23,000	21,000	21,000
為替(¥/\$)	100	120	120	140	140
短期金利(%)	0.9	2	4	5	6
GNP (%)	1.00	2.00	3.50	2.00	2.00
インフレ(%)	2.50	4.00	3.00	1.80	1.50
公定歩合(%)	0.75	2.00	3.00	3.50	4.00
土地価格	100	100	110	110	115

<シナリオ3> 為替円高					
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
長期金利(%)	3.2	2.4	2.4	2.4	2.5
日経225(円)	20,000	19,000	19,000	20,000	20,000
為替(¥/\$)	95	70	70	70	90
短期金利(%)	0.7	0.3	0.3	0.3	0.7
GNP (%)	1.00	0.50	-1.00	0.80	1.50
インフレ(%)	0.30	-1.50	-1.00	0.50	0.50
公定歩合(%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
土地価格	100	100	100	100	100

<シナリオ4> 金融不安再燃					
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
長期金利(%)	3.0	2.4	2.0	2.0	2.0
日経225(円)	18,000	15,000	16,000	19,000	19,000
為替(¥/\$)	100	120	140	145	140
短期金利(%)	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3
GNP (%)	1.00	0.50	0.00	0.00	0.50
インフレ(%)	0.00	-0.50	-0.50	0.00	0.00
公定歩合(%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
土地価格	80	50	50	40	40

2. 業種別スプレッドの設定(%)

<パターンA>		
	ランクa	ランクb
製造業	0.5	0.5
不動産	0.5	0.5
電力	0.2	0.2
非製造	0.5	0.5

<パターンB>		
	ランクa	ランクb
製造業	0.5	0.7
不動産	0.7	1.1
電力	0.2	0.2
非製造	0.5	0.7

3. 長短スプレッドの設定

<パターンX>	
長期と短期は同じ	

<パターンZ>	
長期は短期に比して0.2%上乗せ	

4. シナリオのウェイト

シナリオ1	40%
シナリオ2	20%
シナリオ3	10%
シナリオ4	30%

5. マクロ変数の当初の水準

長期金利(%)	3.5
日経225(円)	21,500
為替(¥/\$)	100
土地価格	100

6. マルチファクターモデル

(図表 III-2) のモデル (ダミーなし) を使用。

7. 業種別推移確率

(図表 III-5) の業種別マトリックスを使用。

8. 債券のリターン

短期金利と当初長期金利によって決められたクーポンとの収支差と年次別評価損益の合計値。

(図表IV-5) シミュレーション結果のサマリー

(単位: %)

ケース 1			
<短期+長期>			
ランク a	ランク b		
製造業	30.0		
不動産	9.8		
電力	0.0		
非製造業	29.8		
<債券>	30.3		
ケース 2			
<短期> <長期>			
ランク a	ランク b	ランク a	ランク b
製造業	10.4	製造業	10.0
不動産	0.0	不動産	0.0
電力	0.0	電力	0.0
非製造業	6.9	非製造業	2.5
<債券>	30.3		
ケース 3			
<短期> <長期>			
ランク a	ランク b	ランク a	ランク b
製造業	0.0	製造業	19.8
不動産	0.0	不動産	0.0
電力	0.0	電力	0.0
非製造業	0.0	非製造業	9.9
<債券>	30.3		

- ・ケース3…………ローンスプレッドをパターンB、長短スプレッドはパターンZ。
結果は(図表IV-5)にまとめてある。特徴をあげると、
- ・ケース1は、短期と長期の区別がない中で、倒産率の高い不動産を避けて配分が決まっている、
- ・ケース2は、不動産のスプレッドが他業種より高いため(とりわけランクb)構成比が高まり、非製造業の構成比が低下し、製造業のランクaはダウングレイドが少ないことから製造業ではランクaの長期ローンにも配分されている、
- ・同様にケース2について、ランクbが上限まで配分されている、
- ・ケース3では、長期に20bpの上乗せスプレッドがあることから、すべて長期に配分されている、
- ・同様にケース3で、不動産のスプレッド上乗せ分が大きくなり構成比の上限まで、またランクb全体でも上限まで配分されている、

等があげられる。配分の結果は、推定された倒産率、推移確率、スプレッドの想定等に依存しているが。直感的にも理解しやすい。

これまでの分析によりモデルの構造が理解できたとして、これをより実務的な観点に応用してみたい。金融機関のポートフォリオは既に存在しており、また取引先との関係もあり大胆に配分を変更することは難しいのが現実である。それゆえ、現在のポートフォリオを出発点にして、変更可能な量を制限しながら最適なポートフォリオを探ってみたい。

まず現状のポートフォリオを前述の(図表IV-6)のように想定した。その他の想定は、業種別スプレッドはパターンBを、長短スプレッドはパターンZを想定した。シナリオを含め他の想定はすべて同じである。

今度のモデルでは、短期ローンの構成比率のみ1年毎にポートフォリオの内容を変更できる、と仮定した。但し、

- ・変更可能なのは、製造業ランクb、不動産ランクa、不動産ランクb、非製造業ランクb、および債券ポートフォリオ
 - ・変化額の総量は、ポートフォリオ全体の10%まで
- とし、現実との整合性に考慮した。

(図表IV-6) 仮想ポートフォリオの内訳(単位:%)

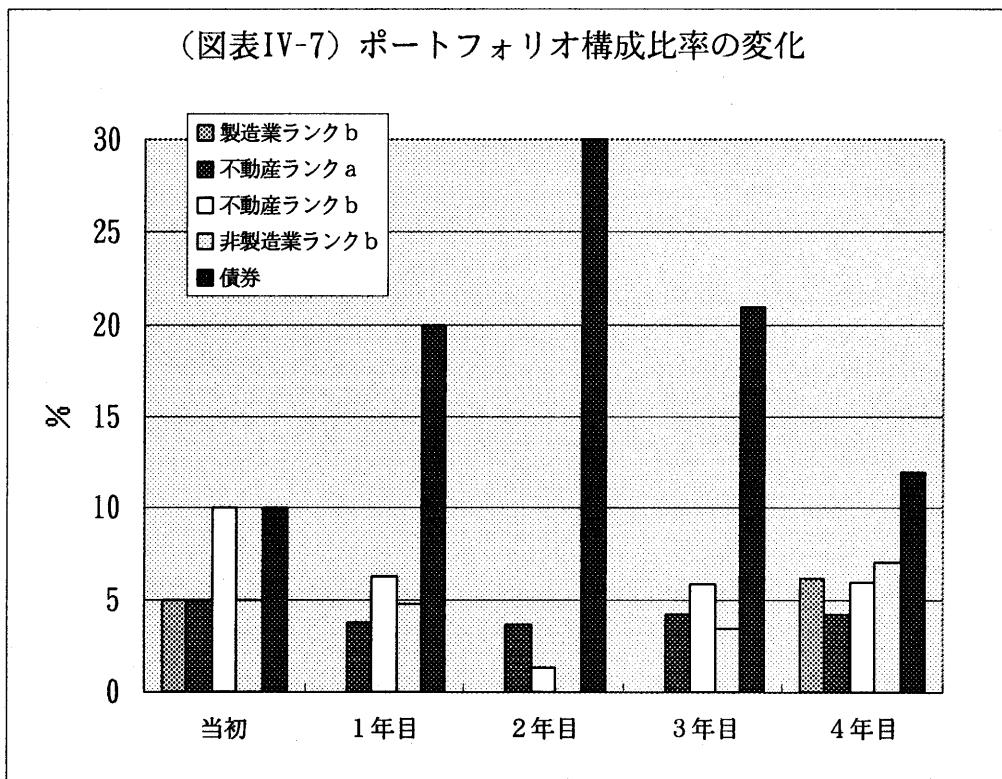
<短期>		<長期>			
	ランクa	ランクb			
製造業	5	5	製造業	5	5
不動産	5	10	不動産	10	10
電力	5	—	電力	10	—
非製造業	5	5	非製造業	5	5
<債券>	10				

実務上、このモデルで意図していることは、現実のポートフォリオから出発してセクター別のローンの入れ替えが収益変化に与える影響を数字で明確に認識することである。これにより、想定を変化させることでさまざまな状況での「るべき姿」と「現在の姿」との距離感を具体的に把握することが可能となる。例えば、ある業種で数社だけ他のローンに比べて大きな残高がある場合も、「それをどのセクターのローンと代替するのか」、「どの位のスピードで代替すべきか」、「代替が完了すると収益はどのくらい安定するのか」、「最悪を想定して、数年後に特定業種の倒産率がここまで高まるとして今からどの程度のことをしておくべきか」などといった疑問にそれなりの方向性を指示してくれる。

さて、(図表IV-7)で結果を見てみよう。まず、債券のポートフォリオの構成比率が大きく伸びている。但し3年目以降は短期金利が急上昇して期間損益が逆軸となるシナリオが含まれていることから、構成比率を下げている。短期ローンは、2年目までは為替円高による倒産率の上昇に配慮して一様に構成比率を下げているが、3年目以降はスプレッドの高い不動産のみならず、製造業、非製造業でも構成比率を高めている。

種々のショートフォールを設定しつつ、現実的なシミュレーションを行うためのハンディーな道具として、実務上な様々な用途に応えてくれることを期待したい。

(図表IV-7) ポートフォリオ構成比率の変化



IV-3. モデルの派生型

ショートフォールアプローチが実務上優れていると考えられる点は次の二点である。

第一に、このフレームワークは通常の線形計画法、または非線形計画法のように、ある変数が一定水準以上となるような制限を付けない点である。つまり、ランク b 比率が 40% 以下の空間で最適解を求めるのではなく、全体のバランスの中でそれを実現すべくショートフォールで表現している。複数のショートフォールが存在する場合はそれにかかるウエイトを変えることでその優先順位を表現することが可能である。

第二に、あらゆる事象をリスクと定義してモデル内に取り込むことが可能なので、実務上現実的なシミュレーションが可能な点である。例えばトレーディングセクションと預貸 ALM を合算した（市場リスク分の相関行列を用いて）VAR でポジションリミットを付けている場合は、それをショートフォールとして取り込むことが可能である。また、倒産率の標準偏差といった市場志向アプローチの中で用いる変数をリスクの一つとして織り込むことも可能である。

一方、リスクリターン関係をモデル内で想定する必要がある。つまりそれぞれのショートフォールの重み付けをしていく過程で、リスクリターン関係を自ら定めることになる。例えば、収益が一定水準を上回るショートフォールのリスク回避係数の水準をどの位に設定するのか、その変化によって実現収益がシナリオ別にどの位変化するのか、振れ幅はどの位か、ポートフォリオの内容がどのように変化していくのか、等をチェックする必要がある。

さらに、このアプローチの応用の仕方をいくつか紹介しておく。まず、われわれは簡単化のため外的に 4 つのシナリオを作り、そのもとで収益がどの様に触れるのかによってポートフォリオの内容を変更させているが、このシナリオの発生する確率を調整することも可能である。本稿での例のようにそのウエイトを適宜変えていくことで、ストレス状態に近いケースを日常の運用の中に織り込むことが可能となる。例えば、通常想定しないシナリオ（先の例ではシナリオ 4）を一つ混ぜておくと、その発生確率に応じたポートフォリオ配分をモデルが提供してくれることになる。

また、シナリオの生成をモンテカルロシミュレーションや格子（ラティス）で行うことでも可能である。その場合、各変数の平均値の動きやボラティリティーを外的に与える必要はあるが、シナリオ作りに関する恣意性は著しく低下するであろう。

V. リスク管理の運営手法と体制

これまでの議論のなかでは、信用リスク管理の技術的な側面に焦点をおいてきた。ここでは前章までで明らかになってきた手法を用いて実際の経営管理にどう生かしていくのかを述べたい。

V-1. 信用リスク計量化の限界

1-1. 計量化の限界

簡単に本稿で採ったローン取引アプローチの特徴をまとめておきたい。

第一に、市場志向アプローチのような単一的なリスク尺度ではなく、リスクを複合的、分析的に定義した。そして一つ一つの分析手法を紹介し、ポートフォリオ分析やローン価値分析についてもそれらを組み入れたモデルを紹介した。

第二に、マルチファクターモデルを導入することにより、信用リスクと市場リスクと関連付けることを試みた。とりわけ前章で紹介したように、ポートフォリオベースでの収益性の見通しには、債券ポートフォリオとローンポートフォリオとの間に補完性がありうることについても述べた。

これらのフレームワークをいわば道具として、個別に定義されたリスクの総量の計測やリスク管理の為の様々なシミュレーション分析が可能になったが、ここで改めて信用リスク管理（本稿でとりあげたフレームワークを含めて）の限界をまとめておきたい。

第一に、倒産率の推定を正確に行なうことが非常に難しいことである。過去の倒産率のデータ分析のみならず、実際の信用リスク判断の場では判別分析やキャッシュフロー分析による推計も今後より充実させる必要があろう。我々のアプローチでは、マルチファクターモデルの信頼性（仮にその利便性は認めたとしても）、ポートフォリオ分析モデルの実際の推計能力の信頼性を常に向上させていく必要がある。

第二に、リスクが複合的に定義されている為、リスク指標相互間のバランスをどう付けていけばよいのかが今後の実証にまかされている点である。ポートフォリオ分析モデルの各ショートフォールの重み付けをどう行なうのか、という最も重要な問い合わせて、経験の中で定性的に考えしていく必要がある。これがモデル上のポートフォリオ配分比率の決定に最も重要なプロセスである。市場志向アプローチによってVARでリスク管理を行った場合は、単一のリスク指標によって全て表されることになり、その点はこのアプローチに利点がある。しかし、信用リスクの場合は倒産率のデータ取得の頻度、倒産率の標準偏差や相関係数の安定性等から、アприオリに想定した信頼区間と事後的な結果がかけ離れたものとなる等、VARが信頼性の低いものになる可能性がコストとしてあろう。

1-2. 計量化の限界の対処法～マネジメントスタイルの変革

過去の倒産率から将来の倒産リスクをどこまで議論することが可能か。実務上、何に使うことができるのか。また、過去のパターンを踏襲することで資源配分がかえってゆがむ

ことはないのか。新しい手法に挑む時には多くの疑問が生じるはずである。

計量化の限界を認識した上で、それに対処するために二つの点を指摘したい。

第一に、マネジメントスタイルの変更が必要だ、ということである。これは二つの点を含んでいる。まず、経営陣、本部スタッフのリスク管理への関与の仕方である。計量化された数字を使いこなすため、両者は多くの質問を相互に投げかけ、一つ一つそれらに応える作業をこなさなければならない。この考え方を「仮説を検証するマネジメント」と呼びたい。

次に組織の責任体制を明確にすることである。「仮説／検証」のプロセスで検証されたこと、その前提となったこと、にそれぞれの部署が責任を持つ必要がある。その所在が明確にされた組織に改めていく必要がある。

第二に、計量化のプロセスを段階的にとらえることである。いくつかの点が理由としてあげられる。まず、ローン市場の流動化の進展の程度に計量化の方法論、管理の考え方、さらには計量的アプローチの限界そのものが依存しているためである。本稿でとったアプローチはローンの流動化の程度が低い環境を前提とした。もしローン市場の流動性が増し、現在の資本市場と同じ考え方や管理手法がとれるようになれば、改めて本稿のアプローチからより進化したアプローチへと進展していくことも可能であろう。

もう一つの理由は、ツールの有効性を把握するためのバックテストに時間をかけるということである。ツールの有効性や限界が分からぬまま新手法を導入しても、再び「想定外の事態」に直面し、「意図せぬ損失」を蒙ることにつながりかねない。

計量化のプロセスが新しいマネジメントツールを提供してくれることは間違いない。以下で上記二点に留意しながらマネジメントの方法論について述べたい。

V-2. “仮説を検証するマネジメント” の導入

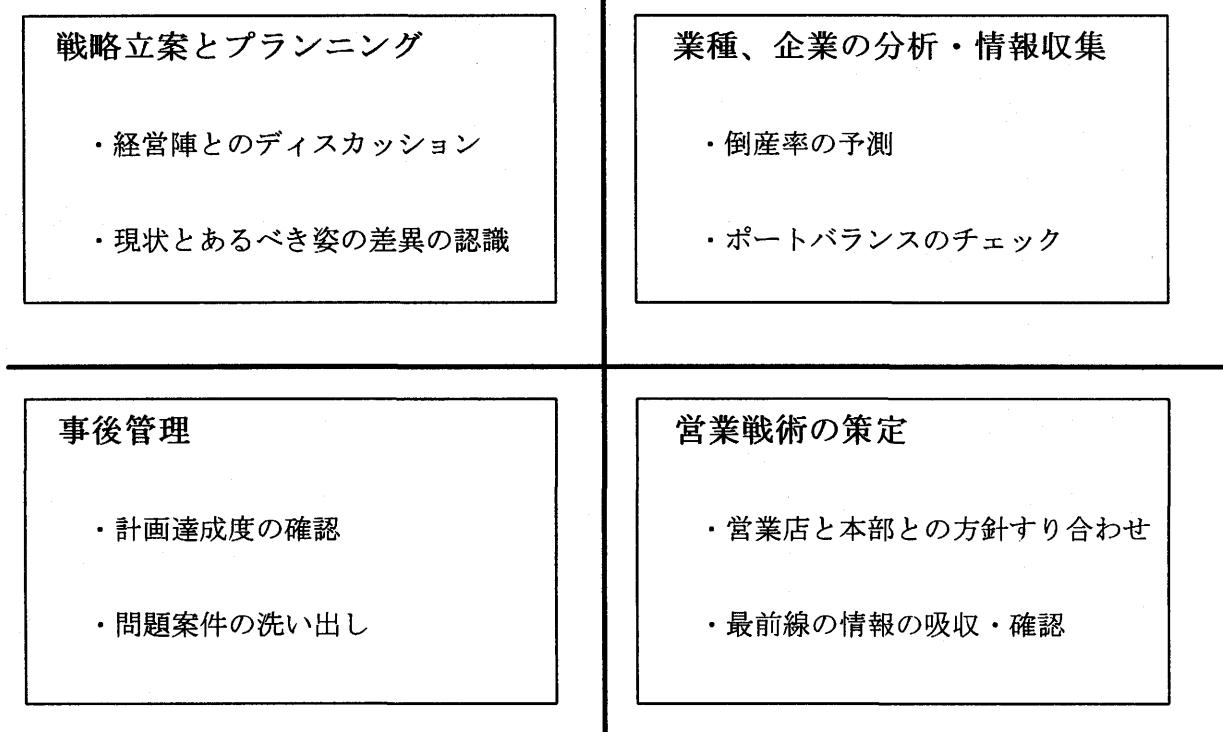
2-1. 計量化で何が変わるのであるか？

さて、計量化には様々な問題があることは分かっている。決して計量化されたリスク金額を眺めているだけでリスク管理ができるわけではない。それではどのような方法論をとればよいのだろうか。まずマネジメントスタイルがいかに変化していくことが求められているのか、この点から見ていこう。

リスク管理の4つのスコープ

リスク管理を広義の「経営管理システム」の一形態と捉えるのであれば、計量化のプロセスや「情報システム」のみならず、「組織」、「戦略」、本部・営業店での、またはそれらの間の「業務プロセス」にも目を向ける必要があろう。新しい管理手法はただコンセプトを作ることだけではなく、経営や本部、営業店の考え方や方針を伝達するツールとして位置づけられる必要がある。

(図表 V-1) 信用リスク管理の4つのスコープ



これを「信用リスクの管理」に当てはめて言い換えると、(図表 V-1) のようになる。まず、環境認識（シナリオの用意）から始まり、経営から多くの戦略が示される。また、前章で紹介した様なポートフォリオ分析を行い、ポートフォリオのあるべき姿と現状との差異が認識される。これらの情報を基に、本部は収益、リスク量等の具体的なプランニングに落としていく。本稿でのモデルに従えば、すべての計画、資源の配分、収益計画は、通常の営業店、グループ単位のみならず、信用ランク・業種別のセクターに従うことになる。また、トレーディング、預貸ALM部門等も同様の枠組みで一つ、あるいはいくつかに分類して“セクター”と考えることができる。

二番目に、モデルの根幹をなす倒産率、またセクター別のバランス、それぞれの業種動向、個別企業情報、等の整合性をチェックする必要がある。まず、定量的な分析のみならず、定性的な分析も心がけ、倒産率の分析や業界情報をまとめる必要がある。次に、先に確認した現状とあるべき姿との対比を意識しながら、複数のリスクに対してそれぞれセクター別にリスクリミットを設定する。また、個別セクターを精査すれば、各リスク量がリミットに近づいてきているものもあるだろう。それらのセクターに追加的にリスク量を分配するのか、あるいは量を絞っていくのか、といった議論がなされる必要がある。

この段階は市場リスク管理で言えば、ポジション枠、ロスカット枠を定量的かつ定性的に定めていくプロセスにあたる。

三番目に、営業店の動きと本部・経営層の考え方が整合的であるべく、営業戦術を作る。この段階で企業の個別情報は十分に本部と営業店の間で咀嚼される。営業店に対しては、セクター別のリスク量運営方針、および個別の営業店が主管している取引先に対する営業方針を確認する必要があろう。個別の取引方針はポートフォリオ全体の分析から導かれた方針と整合性が取れていて、また個別の取引先情報を十分に反映したものである必要があろう。また、リスク調整後の収益を参考値として用いることも重要で、期中に差し入れ担保の積み増しやスプレッドの増加がどの程度収益性を改善させることになるかを営業店に示すことは重要だ。

市場リスク管理においては、この部分はチーフトレーダーと個々のトレーダーとの間の相場勘のすりあわせや日々の取引の方針の策定のプロセスに集約される。重要なのは、トレーダーの戦術や癖が課長・部長等の管理者に十分に把握されていること、加えて最前線の情報が課長・部長等の管理者に的確にシェアされていること、であろう。

最後に、モニタリングのプロセスがある。まず計画に対する収益の達成度はどうか、モデルが想定した通りの倒産が期中発生したのか、問題債権の回収は的確に行われているか、といった点をチェックし、次期の計画立案に生かしていく。ここでとりわけ大切なのは、モデルのバックテストであろう。期初の倒産確率の想定が実際にはどの程度外れたのか、どのセクターで外れたのか、をしっかりとチェックする必要がある。その原因を明らかにすると共に、次期計画を立てる際にモデルの誤差分をどの程度取ればよいかを判断する必要がある。

市場リスク管理のプロセスと比較すれば、期末時点でのトレーダー別パフォーマンスのチェック、期中のVARの変動に対する収益動向、手法別（アウトライト／アビトラージ／スプレッド等）や商品間でリスク・リターン関係に相違があったのか、来期の計画はどうするのか………、こうした議論のプロセスがここに当たるだろう。

市場リスクとの単純な比較でも明確なように、上記で紹介したプロセスはリスク管理のみならず、企業運営にとってはごく通常考えられている枠組みと変わりはない。

さて、これらの観点から信用リスク管理の方法論を構築していくわけだが、合わせてマネジメントのスタイルも次第に変わっていく必要があるし、また計量化によりそれは可能になってくる。

新しいマネジメントスタイルの構築 ～シミュレーションによる数字での検証

計量化が進み、具体的な数字での議論が可能になると、マネジメントのスタイルも「勘、感性、経験」から「数字による仮説と検証」へと変化していく。簡単な例をあげれば、異なる景気シナリオのもとで収益がどの様に異なるのか、市場リスクについてシミュレーションを行ったことがあったにしろ、信用リスク（倒産の可能性という意味で）の変動まで加味してシミュレーションを行うことは大変困難であったはずだ。もちろん完璧なモデルを作りあげるまで、なかなか満足がいくシミュレーションは行いがたいが、そのモデルの

(図表 V-2) チェックリスト例

	経営陣の確認事項	本部の確認事項
<戦略立案とプランニング>		
1. 環境認識	<ul style="list-style-type: none"> ・向こう 5 年間の経済見通しはどうか？ ・現在のポートフォリオに対する最悪のシナリオは何か？ ・それに備える方策は何か？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・どのようなシナリオがありうるのか（楽観、悲観、その他）？ それぞれの確率は？
2. 企業戦略	<ul style="list-style-type: none"> ・主たるビジネスドメインをどこに設定するか？ ・どのセクターの企業に強みをもっているのか？ ・競合他社に対する競争上の弱みはどこにあるのか？ ・その対処の仕方は？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・その戦略のもとで、どのセクター、どの企業との取り引きをより強めることができるのか？ ・どのようなやり方が可能か？どのプロダクトを組み合わせていくのか？プロダクト本部と顧客本部の連携は万全か？ ・今期の計画をどう立てるか？
3. あるべきポートフォリオの姿	<ul style="list-style-type: none"> ・計量化の結果としてのポート配分は？その特徴は？ ・その配分を若干変えるとどうなるか？ ・グループ間の収益バランス、リスクバランス、コストバランスはどうか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ポートフォリオ配分を微細に変えた時の感応度は？ ・現在のポートフォリオと“あるべき姿”との差は何か？達成までにかかる時間、コストはどうか？そもそも達成可能か？ ・グループ別に収益、リスク、コストをいかに配分するか？
<業種、企業分析>		
1. 業種別倒産率	<ul style="list-style-type: none"> ・業界別の倒産率の予測は概ね正確か？ ・シナリオ別の倒産率変化の見通しは妥当か？ ・最悪の事態を把握しているか？その時のアクションプランは妥当か？あるいはそれを回避するための手段は講じられているのか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・倒産率の見通しは？ ・見通しのブレはどのセクターでどの程度起こりうるか？ ・最悪の場合を想定しているか？その時発生するコストはどの位か？その情報を経営陣に十分に伝えてあるか？
2. 信用ランク・業種等のバランス	<ul style="list-style-type: none"> ・セクターの分類の方法は妥当か？ ・セクター別のローン金額のバランスは妥当か？ ・ティルティング戦略の程度は妥当か？ ・ポートフォリオのバランスを変化させるための戦術は十分に考えられているか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・現在のバランスをどう評価はするか？ ・営業店から収集した個別情報を十分に反映しているか？それらを加味した場合のモデルの誤差、最悪の想定の分析はできているか？ ・長期短期のバランスは適当か？
3. 倒産リスクの分布状況	<ul style="list-style-type: none"> ・倒産リスクが一定以上に高まっているセクターは存在するか？その原因は何か？ ・さらに倒産リスクを高める景気シナリオはどれか？その可能性は？ ・他のセクターに波及する可能性はどうか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・“危険水域”に近づいている理由は何か？業種全体の問題か、個別企業の問題か？ ・その対策はどうか？分類資産に区分するのか？ ・最悪の場合の被害額はいくらか？
<営業戦術の立案>		
1. セクター別個別戦術のチェック	<ul style="list-style-type: none"> ・ポートフォリオ変更のための方策は十分考慮されているか？それは可能か？ ・ポートフォリオ変更のためのコストはどの位かかるのか？コスト対比の効果のほどはどうか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・セクター配分の変更と営業店の運営方針の整合性はとれているのか？ ・営業店をどのように指導していくのか？ ・取り引き先の個別情報は十分に把握されているか？個別情報は十分に本部に伝達されているのか？ ・個別情報が倒産率の予測に反映されているか？個別情報とセクター別運営方針の整合性はとれているのか？
2. 担保保全状況の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・担保保全状況は万全か（担保種類別）？ ・どのセクターで担保価値が下落しているのか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・担保価値の今後の見通しはどうか？ ・担保価値が下がった場合のアクションプランは？
3. 営業店別収益計画	<ul style="list-style-type: none"> ・収益レベルの低い営業店はどこか？収益レベルの高い営業店はどこか？その理由は何か？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・収益計画は妥当か？営業店と本部のコミュニケーションは十分か？ ・営業店の戦略と本部の戦略の整合性はとれているか？
<事後管理>		
1. 計画達成の確認 (モデル精度の確認)	<ul style="list-style-type: none"> ・収益状況はどうか？ ・モデルの予想値と実績値のずれの原因は何か？予想以上にリスク、コストが膨らんでいないか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・計画と収益実績の相違の理由は何か？ ・当初想定した倒産率と実績の倒産との差異はなぜ生じたのか？モデルを変更する必要はあるのか？
2. 回収計画の策定、状況の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・現在の回収状況はどうか？平均的な回収スピードと比較してどうか？ ・回収のコストパフォーマンスはどうか？ ・分類案件の数の推移はどうか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・個別債権の回収状況、見込みはどうか？ ・回収効率をあげるために人員、コストの配分をどう変更するか？変更後の想定パフォーマンスは？ ・スケジュールにあったペースで回収が行われているか？計画に無理はないか？

限界を認識しながら、収益変動が経営にどの程度のインパクトをもたらすのか、議論が可能になるだろう。（図表 V-2）に経営、本部がそれぞれ何をチェックすべきなのか、その例をあげた。（図表 V-1）の分類に従って細かいチェック事項が挙げられている。これに従い、経営陣は多くの質問を本部スタッフに対して投げかける必要がある。

これらの質問にはなるべく数字をもって検証していくことが望まれるが、定量的なアプローチをより取り入れやすいのは「戦略立案とプランニング」と「業種、企業分析」のところであろう。経営者や本部スタッフはこれらの点に関する様々な仮説を数字をもって検証し、仮に事実と異なる結果がモデルからはじきだされるのであれば、モデルを継続的にリバイスしていく。これらに基づいて様々な観点からの仮説と検証のプロセスがくり返されることが望ましい。

このようなやりとりは組織の考え方も変化させていくことになろう。さまざまな質問を投げかけることができる経営者とそれらの質問に的確に答えることのできる本部スタッフが組織の担い手になり、結果的に組織のフラット化が進むことになるだろう。

シミュレーションと管理の方法

さて、具体的な管理の方法について述べたい。まず、現状のリスク分布状況を（図表 V-3）にまとめる必要がある。表（i）にセクター別の感応度分析表がある。この表はセクター別にリスク金額とローンのリスク調整後現在価値の感応度がまとめてある。感応度はセクターに分類されているローン総額をも加味した数字なので、全ポートフォリオの中で、どのセクターが倒産率が高まった時に主要な損失源となりうるのかを教えてくれる。加えて、担保価値の変化やスプレッドを増やした時の感応度も合わせて表記してあるので、倒産率が高まった時のヘッジ方法も合わせてイメージすることが可能である。さらに、金利、為替、株式といった市場リスクのリスクファクターに対する感応度情報もマルチファクターモデルより得られるので、トレーディング勘定や預貸ALMの持つ市場リスクの感応度と合わせて確認することが可能だ。

また、信用ランク別、業種別の集中度を表（ii）によってセクター別、商品別にローン残高とリスク額を確認する。従前より定めてあったリスク上限金額との整合性を確認し、かつ前期からの増減を見ながら、本部はポートフォリオ価値を高めために何が可能か、を検討する。市場リスクのリスク調整と異なり、ローンポートフォリオの組み替えには時間がかかる。それ故、このリミットはあくまで“危険水域”に達しつつあることのウォーニングと位置付けるべきであり、なるべく早期に対応策を探り得る様な水準に設定すべきであろう。もしこの“水域”に近づいているセクターがあった場合は、リスク額の調整のみならず、改めて業種調査や個別企業の調査や後で述べるシミュレーションやストレステストを行い、本当に“危険水域”に達しているのか、そのリスクが顕在化するのはどのような環境か、調整にかけられる時間はどのくらいか、を明示的にする必要がある。

そもそも金融機関ができるることは限られている。（図表 V-4）にあるように、直接取引

(図表 V-3) 管理計表例
(i) 感応度分析表

	元本金額	平均利鞘	リスク調整後価値(A)	リスク一価値(B)	リスク金額(B)-(A)	(参考)最大損失額(VAR)	倒産確率	担保価値 $\lambda J^{\circ} \lambda \tau$ *	金利 (JGB)	株価	為替
長期貸付											
業種1、格付けA											
業種1、格付けB											
・											
業種2、格付けA											
業種2、格付けB											
・											
小計											
短P貸付											
業種1、格付けA											
業種1、格付けB											
・											
業種2、格付けA											
業種2、格付けB											
・											
短期スレッド貸											
・											
小計											
トレーディング勘定											
・											
預貸 A.L.M											
・											

(ii) 集中度管理表

	信用ランク					合計
	A	B	C	…		
リスク 金額	前期か らの変化 額	集中 度 (%)	リスク 金額	前期か らの変化 額	リスク 金額	
業種 1						
業種 2						
業種 3						
業種 4						
・						
合計						

(iii) 取引先別管理計表

取引先名	取引番号	商品名	元本金額	リスク調整後 現在価値	約定利構	満期	担保金額	担保時価	担保増加 時の時価増分	スプレッド拡大 時の時価増分	前払済時 の価値増分	倒産確率増加時 の価値増分
A社	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
	6											
B社	7											
	8											
・	・											

(図表 V-4)

金融機関の選択肢

<融資の拡大>

- ・プライシング（低価格戦略）
- ・より多くの人員、その他コストの投入
- ・新商品の投入

<リスクの低減>

営業店のできること

- ・担保の追徴
- ・スプレッドのかさ上げ
- ・償還の促進

経営レベルで考えること

- ・ポートフォリオのバランス変更
- ・“危険水域”セクターの管理強化

先に対して行えるリスク管理の手段はわずか3つしかない。それは、担保の追徴、スプレッドのかさ上げ、そして償還スケジュールの短期化である。これらの策がもたらす効果とそのコストを十分に認識しながら、ポートフォリオ全体のバランスを考える必要があろう。逆にポートフォリオ上、ローン金額を増やしたいセクターも必ず出てくるはずだ。他行に対する競争力分析や将来の産業構造の変化を見据えた定性的な理由から、個別セクター戦略が生まれてくるのが通例である。その時に比較的短期間に金額の積み増しの為に行えることも同様に限られていて（（図表 V-4））、それらの選択肢の適格な組み合わせが必要だ。

（図表 V-3）の表（i i i）には取引先別に見た情報をまとめてある。表（i）でリスク額が上限に近づいてきているセクターがあれば、今度は実際の取引先別にその対応を検討する必要が出てくる。その時には本部は常に具体的に（図表 V-4）の選択肢の何を実施するのか指示をする必要がある。営業店は本部のコンサーンを承知して、取引別、顧客別に何をすればローン価値を増加させることができるのか、その具体性はどの位あるのか、本部はそれを認めるのか、等を押さえておく必要がある。これらの策を組み合わせながら、ポートフォリオのバランスを組み立てていくのである。

経営陣は、これらの資料をもとに、本部スタッフに対して、あらゆる質問をすべきである。「景気シナリオがこう変更する可能性はどのくらいあるのか。」「その時の収益はどうなるのか」「セクター別に想定された収益をあげるために我々は何をすべきなのか」「その計画を達成するための最大の難関な何なのか、どうすればクリアできるのか」「過去の実績から判断して今回の計画のどこに無理があるのか、どこを調整する必要があるのか」

…………。これらの質問によって本部、営業店の想定に偏りがあればそれは是正されいくことになろう。

将来を予測することは言うまでもなく困難である。しかし、「仮説／検証」のプロセスはその困難さに取り組むことに一定の枠組みを与えてくれる。もし一つのシミュレーションで満足できなければ、複数のシミュレーションを行えばよい。複数のシミュレーション結果を比較することで、そもそもシミュレーションの想定が実際に起きる可能性の大小を判断したり、もしその時の経営インパクトが大きいのであればあらかじめヘッジやポートフォリオの組み替え等で対応できないか、を議論することが可能となろう。

その時に何をシミュレーションの前提したのか、一覧表を作る。例えば「担保価値はこれ以上に下がらないだろう」とか「このセクターの倒産率はこれ以上に上がることはない」といったものである。その中からいくつかをピックアップし、ストレステストを行うのである。つまり、「大体この範囲内に収まるだろう」と推測していたことを、改めてストレスシナリオの中に組み込むのである。そしてその結果とインパクトを見ながら、ポートフォリオの配分・ティルティングの程度、担保の内容、戦略や期初計画の妥当性を再度判断する。

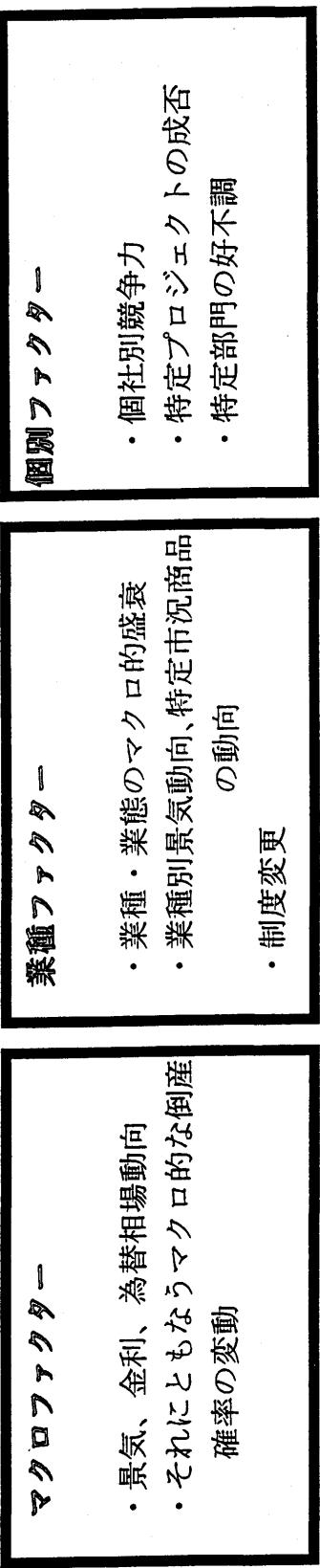
これらのシミュレーションとストレス結果により、期初の収益計画を達成するための課題が何か、その困難さの程度も次第に分かってくるはずである。例えば「このセクターのローン量をリスク量この程度に抑えながらX%伸ばしたい」とか、「このセクターのリスク量がここ数期増加してきているので、スプレッド拡大交渉をこれらの企業とできないか」といった課題に対して、ベンチマークを設定することが可能となる。想定した課題と結果との比較の中で、期末にはベンチマークを達成できなかった理由を明確にし、次の期の計画につなげていく。

こうしたシミュレーション、ストレステストの作業が大切なのは、ポートフォリオの配分が特定のセクターに集中している時である。セクター別のリスク額が他のセクターの金額に比べて大きく偏っている場合はより多くのシミュレーションにより、どんな局面でそのセクターの倒産率が上昇していくのかを見極める必要がある。どのような場合でも個別セクターのリスク額は資本、安定的に得ることが期待できるキャッシュフロー、または有価証券の含み益等の一定割合を越えるものであってはならない。もし、ポートフォリオの調整が困難であったり、長時間を要するものであった場合は、緊急避難的に市場ファクターでのヘッジや市場リスクを持つポートフォリオの量のコントロールによる回避策を用意しておく必要があるかもしれない。

期末段階では、期初に行ったこの「仮説／検証」のプロセスの繰り返しの中で、本部スタッフの想定のどこがどのように異なっていたのかを明確にすることになろう。これまでの本部スタッフの作った計画作り方の巧拙や的確性を問われることが少なかった様に感じられる。本稿で取り上げたフレームワークは、分析的アプローチの一つ一つが密接に関連しあっているので、その一つが崩れると全体の計画に影響を及ぼすことになる。それを防

(図表 V-5) 信用リスクに関するリスクファクターと組織対応

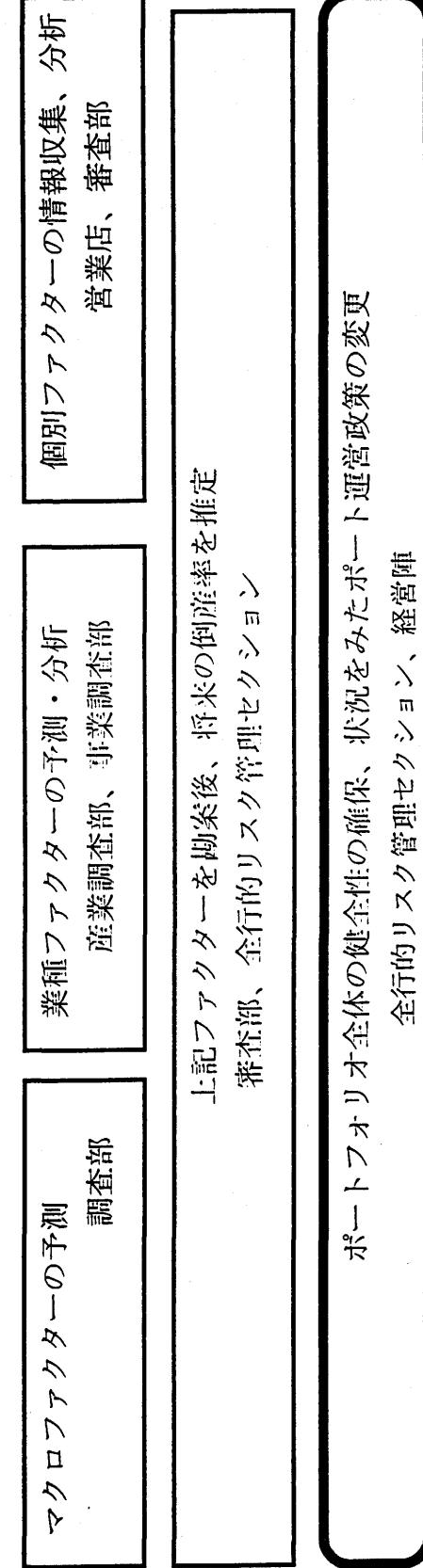
<リスクファクター>



<責任範囲>

分析方法

← 定量的な手法と定性的な手法の組み合わせ → 定性的かつインサイダー情報中心



ぐためにも想定の正確性、的確性の責任の所在を明確にする必要がある。

(図表 V-5) にその組織対応をまとめておいた。

繰り返しになるが、万一想定がはずれた場合には市場リスクと異なり、機動的なロスカットはできない。それ故、様々な可能性を想定する「想像力」と対応するシミュレーション結果を冷静に受け止めて備える「判断力」がマネジメントを支える。

金融の“市場化”がより進展し、過去の経験の範囲を越えた事象が発生しうると考えるのであれば、こうした「仮説／検証」のプロセスこそがその流れに適したマネジメントスタイルだいいうことができよう。検証の前提の脆さやその前提がはずれた時のインパクトを考えると、想定外のことが発生したときのダメージを資本というよりは比較的安定的に得られるキャッシュフローの範囲内に抑えよう、と考えるのが普通だろう。また、戦略的にはそうしたビジネスユニットを持っているか否かが、金融機関の業務展開上重要になってくるだろう。一方、市場化が進展してくれば、市場と全く同じビヘイビアをとり続ければ新たな収益チャンスには辿りつけない。収益チャンスの拡大のためにも、「仮説／検証」プロセスに組織全体がいち早く馴れることで、市場に勝つ体制を作り上げることが肝要となろう。

2—2. 信用リスク管理の発展段階

計量化の最大の目的は、このような「仮説／検証」プロセスを行内に創り出すことだとすると、計量化の程度やモデルの実務への利用のテンポは、信用リスクの市場化の進展のペースや行内の本部スタッフの検証能力に合わせて、段階的に進めていくことが現実的となろう。

(図表 V-6) に、その進展の目処をまとめてある。第一段階をリスクのモニタリング体制を整える期間と位置づけてある。外部環境としては、現在同様、ローンのプライシングと信用リスクのリンクエージを明示的に想定することは困難で、かつローンの流動化市場も未成熟である、と想定している。この期間においては、

- ・倒産率の測定法、とりわけセクター別分類の仕方、マルチファクターモデルの内容、想定の範囲内にロスが収まっているかどうかのバックテスト、等手法一般の点検を行うこと、
- ・先の「仮説／検証」プロセスを金融機関全体、あるいは（国内部門、国際部門といった）比較的大きなグループ間で行いながら、マネジメントスタイルの変更を確実に行うこと、
- ・倒産率の分析、社内ルールの制定（クレジットポリシーマニュアル等）といったインフラの整備を行うこと、

にある。

また、この段階で管理のためのシステムを構築することになろう。市場リスク管理においては様々な市場価格データの収集が重要だったが、信用リスク管理においても（とりわ

け分析的なアプローチの場合は)多くのデータを関連付けて収集しておく必要がある。システム構築の方法に公式はないが、あえていうと次の二点が満たされていることが望まれる。

第一に、「仮説／検証」プロセスが円滑に進展するように、本部スタッフがデータの取り出し、種々のデータを組み合わせて計算がしやすい様な環境を用意することだ。また、管理計表類は経営陣とのやりとりの中で頻繁に変化していくことになるので、予め決められたものだけでなく、組み替えや新規の計表を取りやすい形にしておく方がよいだろう。

第二に、管理手法や蓄積すべきデータ類はどんどん変化、拡大していく。データ処理の効率性とともに、拡張性や変更の自由度を意識した作りにしておく必要がある。

第二段階では、ローンの流動化市場が限定的とはいえ拡大してくることを想定しており、このタイミングで

- ・営業店にガイドライン（営業店の収益貢献度を計測する本支レートではない）として信用ランク・業種別セクターのリスクに見合ったプライシングの実施を開始すること、
- ・それまでに培った考え方に基づいて、流動化市場を活用しながらポートフォリオ配分の調整を行うこと、

をテーマとしてとりあげた。現状の米国の管理の考え方もこの段階にあると考えられる。

第三段階では流動化市場がかなり拡大し、市場機能を十分に活用できる段階を想定した。この段階で現在の市場リスク管理とほぼ同様の手法を取り入れて、

- ・リスクキャピタル概念を導入し、リスク・リターン効率を管理すること、
- ・市場を活用した頻繁なポートフォリオの構成の変更のための組織的手当をし、かつ市場レートをベースとしたプライシングを営業店にも導入し、収益管理をこれをもって行うこと、

が意味をもってくる。

(図表 V-6) 信用リスク管理の発展段階

発展段階	計量化に向けて行うべきこと	想定される外部環境
リスクのモニタリングと「仮説／検証」マネジメントの構築 「市場リスクと信用リスクを個別に統合管理」	<ul style="list-style-type: none"> 倒産確率のヒストリカル分析 信用ランク・業種別セクターに対応した倒産確率を推定 個別企業のキャッシュフロー分析 ポートフォリオの分析 リスク調整後の価値の把握 バックテストの実施（想定倒産率の精度の確認） 簡単な感応度分析などレポート類の整備（経営用、本部用、営業店用） 何がポートフォリオ価値を変化させるのかを把握 信用ランク・業種別セクターのローン金額およびリスク量の上限の設定 上限の75%程度に達したセクターについて集中的にリサーチ ポートフォリオ配分の考え方の整理（銀行戦略との整合性確保） ポートフォリオの分散化促進策の検討 債権回収の平均的な経過を認識 	<p><ローン市場に非効率性が残る></p> <ul style="list-style-type: none"> 顧客の倒産リスクとローンのプライシングに不整合性あり。 ローンの流動性はほとんどなし。
リスク・リターンのモニタリングの高度化	<ul style="list-style-type: none"> 商品別に信用ランク・業種別セクターのプライシングガイドの導入。また担保の時価管理を開始——担保価値とローン価値を同時並行で把握。 ローンのポートフォリオ配分モデルの構築 営業店と協力して理想の配分実現の為の管理手法確立 収益の最大化を目指してローンの入れ替え策の積極活用 営業店と本部の役割分担の明確化 一本部は信用ランク・業種別ベースの把握。営業店は個社情報を蓄積 	<p><顧客リスクをプライシングでカバーする風潮が強まる></p> <ul style="list-style-type: none"> ローンの流動化市場が拡大し、信用力に応じたプライシングが可能な状況に。
リスクキャラピタルに対するリターンのモニタリング	<ul style="list-style-type: none"> 倒産確率の変動過程を分析、金利、為替、株価等と統合したリスクキャラピタルを定義——市場を個社別のリスク・リターンを把握、プライシングに適用 R O VARをベースにした管理体制へ移行 派生商品、ローンのセカンダリーマークетを利用したポートフォリオの構築 	<p><ローンのセカンダリーマークетが拡大する></p> <ul style="list-style-type: none"> 流動性の高まりとともに、ローンの流通価格がかなりしつかりと把握可能となり、市場リスクとの統合が可能に。

結語

リスク計量化のプロセスでとりわけ注意を図るべきなのは、次の三点である。

第一にリスク管理のみを他の経営目標から切り離して捉えないことである。リスク管理は、

- ・将来の環境予測、マーケティング戦略の決定、自社の競争力、新しい業務分野への進出計画の策定といった経営企画、
- ・経営企画に基づいた計数管理、部点業績の管理、新しい管理会計手法の開発といった業務管理、

の二つと表裏一体である。リスク管理の技術だけが浮き上がることなく、組織論や人事政策、株主との関係等を現実的な視点で絡めながら、先の二つと整合性を保って進めていく必要がある。言い換れば、リスク管理の手法を変えることは、他の二つの視点や方法論も合わせて変えていくことを意味する。定量的・技術的な側面のみに焦点を当てることは結果的に他の二つのアンバランスにつながりかねない。それぞれの金融機関のカルチャーやキャパシティーを十分に斟酌して取り組みのスピードや方向性を決定する必要がある。

第二に、環境との整合性を十分に考慮することである。本稿で何回か触れた様に、ローン市場の効率性、プライシングの合理性を鑑みながら我が国にあった管理の技法に仕立て上げていく必要がある。リスク管理の方法論は企業のマネジメント上の制約を自ら認識するツールであり、ファイナンス理論の活用の場ではない。世の中に非合理性が残っているのであれば、それに合わせて企業としての制約を意識すべきである。

第三に、実際のデータで一つ一つ手法の正しさを確認していくことである。本稿で言えばマルチファクターモデルの予測可能性とその誤差の程度は、経験を通してのみ判断できることである。もし十分な検証なくしてそれを実務に用いれば、現場が混乱し顧客との信頼関係が損なわれることもある。未知の手法を用いていくには段階論でアプローチしていく他はなかろう。

最後に、リスク管理手法を選択、構築していくことはそのまま企業戦略の表れとなる。決して一つだけ存在するパズルの答えを解き明かしていくことではない。手法の限界を認識しながら、企业文化の再構築を行う覚悟が求められている。

<参考文献>

- Altman E.S., "Why Business Fail," The Journal of Business Strategy, 2, 15-21, 1983
- Nelson Richard N., "Management Versus Economic Conditions as Contributors to the Recent Increase in Bank Failures," in Risk: A Domestic Views, Kluwer , 1990
- Carty L. and J. Fons, "Measuring Changes in Corporate Credit Quality", The Journal of Fixed Income, June 1994, pp27-41
- Chow G., "Portfolio Selection Based on Return, Risk, and Relative Performance", Financial Analysts Journal, March-April 1995
- Connor G., "The Three Types of Factor Models: A Comparision of Their Explanatory Power", Financial Anlysts Journal, May-June 1995
- Crabbe L.E., "A Framework for Corporate Bond Strategy", The Journal of Fixed Income, June 1995
- Glantz M., 'Loan Risk Management', Probus Publishing Company, 1994
- Hurley, W.,J., and L. D.Johnson, "On the Pricing of Bond Default Risk", The Journal of Portfolio Managemnet, Winter 1996
- Jacobs B. and K. levy, "Residual Risk: How much is Too Much", The Journal of Portfolio Management, Spring 1996, pp10-16
- Jacob D.P., C.H. Ted Hong and L.H. Lee, "Value and Risk of Commercial Mortgages and CMBS: An options Approach" 1996, Nomura Securities International, Inc.
- Platt H.D., and Platt M.B., "Business Cycle Effects on State Corporate Failure Rates"Journal of Economics and Business, 46,1994, 113-27.
- Swank T.A., T.H. Root, "Bonds in Default: Is Patiene a Virtue?", The Journal of Fixed Income, June, 1995
- The Globecon Group Ltd., 'Active Bank Risk Management', Irwin 1995
- 太田三郎「経済環境の変化と企業倒産」、国府台経済研究、千葉商科大学経済研究所、 6
6,1994
- 太田三郎「企業倒産の構造分析」、千葉商大論集、32, 1994、27-100
- 今野浩『理財工学 I』、日科技連, 1995

竹原均、"アセット・アロケーションに対するハイブリッドアプローチ：平均分散モデルと下方リスクモデルの相互補完"、MTECジャーナル、1995年12月

西田真二『ALM手法の新展開』、日本経済新聞社、1995

ムーディーズ・インベスタート・サービス、日本興業銀行国際金融調査部訳『グローバル格付分析』、きんざい、1994

リタ G. マグラス、イアン C. マクミラン、石川高明訳、"未知の分野を制覇する仮説のマネジメント"、'ハーバードビジネス'、1995年11月、ダイアモンド社

(付論 1) 倒産率の相関係数が最大損失額に与える影響

相関係数の最大損失額に与える影響を確認する為、簡単なポートフォリオ例をあげて分析を行いたい。データは帝国データバンクのコスモス1のうち、85年末段階で評点を持っているデータを抽出した。86年以降9年間に企業が実際に倒産したか否かを調査し、当初企業数で除して倒産率とした。業種は、製造業、不動産、電力、非製造業（不動産、電力を除く）の4つ、信用ランクはaとbの二つを想定した。

ローン金額は個別のセクターの中で十分に分散されていて、一つのセクターで100億円、合計で800億円であったと想定し、ローンの満期は5年、金利が3%、この時のリスクフリーレートは2.5%、倒産率が平均水準から（平均値+2.33*標準偏差）まで上昇した時のローンのリスク調整後価値の変化額を最大損失額（Credit at Risk, 以後CAR）とした。（図表A1-1）に単年度倒産率の86年から94年までの平均とその標準偏差をまとめてある。また、電力はここでは倒産率がゼロであるため省略した。

さて、市場志向アプローチでポートフォリオ全体のCARを計算する場合は、セクター別の倒産率の相関係数が必要となる。それを（図表A1-2）に示した。観測期間は86年から94年までの10年間である。この表を見ると、不動産のランクaと他の業種との相関は全てマイナスである。一方、製造業のランクbと非製造業のランクbの相関は90%をこえ、製造業のランクaと非製造業のランクaとの相関も80%をこえて非常に高い。

相関係数はCARの水準を決める非常に重要な要素である。そこで簡単な実験をしてみた。まず、（図表A1-2）で紹介した相関係数行列を用いてCARを計算すると、約5.6億

（図表A1-1）セクター別倒産率と最大損失額（最大損失とローン価値は億円）

	1-a	1-b	2-a	2-b	4-a	4-c
平均	0.052%	0.649%	0.064%	0.650%	0.064%	0.567%
標準偏差	0.029%	0.302%	0.076%	0.319%	0.050%	0.233%
最大損失	0.17	1.65	0.43	2.53	0.28	1.29

（参考）リスク調整後のローン価値

	2.2	0.76	2.17	1.55	2.17	0.96
--	-----	------	------	------	------	------

（図表A1-1）の分類方法

<業種分類>

1 …… 製造業

2 …… 不動産

3 …… 電力（省略）

4 …… 非製造業（除く不動産、電力）

<信用ランク>

ランクa ……（図表II-2）のA、B、C

ランクb ……（図表II-2）のD、E、F、G

(図表A1-2) セクター別相関係数

	1-a	1-b	2-a	2-b	4-a	4-b
1-a	1.000					
1-b	0.415	1.000				
2-a	-0.467	-0.410	1.000			
2-b	0.658	0.355	-0.190	1.000		
4-a	0.848	0.166	-0.150	0.695	1.000	
4-b	0.668	0.923	-0.375	0.647	0.481	1.000

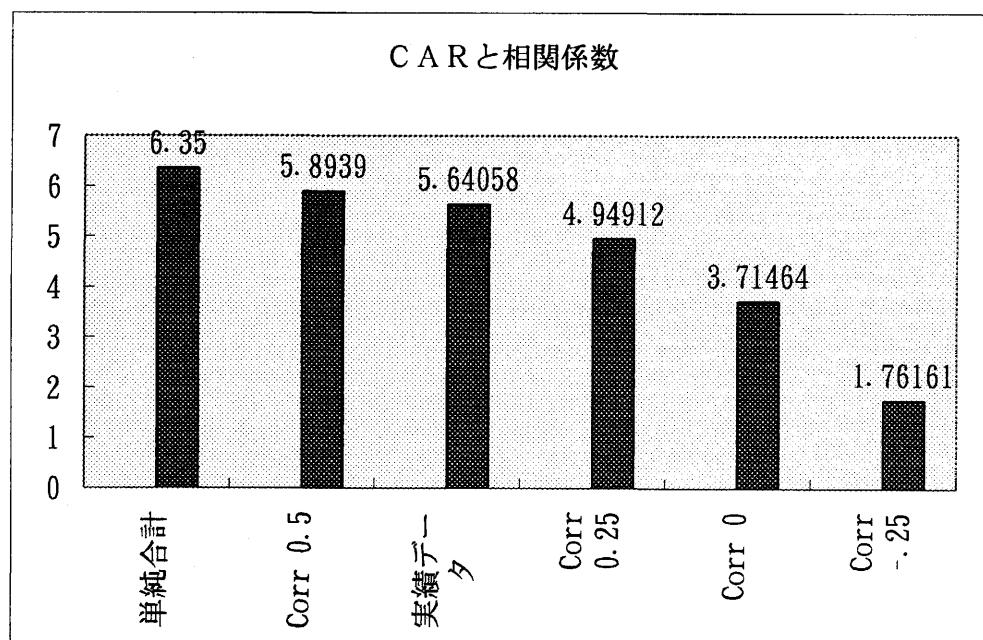
円となる。セクター別のCARを単純合計した金額は6.4億円だから、1割程度の相関による分散効果がみて取れることになる。

ここで相関係数が相関係数行列の中で同じ値をとると仮定して、(図表A1-2)の1以外のところに0.5から-0.25まで0.25きざみで一律の数字を置いててみよう。その時のCARがどう変化するのかを見た。その結果を(図表A1-3)にまとめてある。(図表A1-2)の相関行列を用いた結果は、相関一律の場合の0.5と0.25の間に入ることになる。

2-2. いくつかの問題点

ここで相関係数に関するいくつかの実務上の問題点を指摘したい。まず、第一にどの相関係数を使うのが実務的に望ましいか、という点である。CARは一定期間モニタリングし、その変動要因を分析するものであるから、相関係数はできるだけ実勢に近いものが望ましい。ところが、過去のデータの相関係数には理論的に説明のできない動きが含まれること

(図表A1-3) CARと相関係数



がしばしばある。例えば（図表 A1-2）でみた様にセクター別相関係数はプラスとマイナスができるがその理由を明確に説明することは難しい。同様に一律の置き数字を使う場合は、はたして 0.25 と 0 のどちらを用いるべきか、その結果算出された数字にどの程度の重きをおくことができるのか、実務上は悩ましい問題である。

第二に、CAR と収益を比較する場合である。CAR を資本類似と見なしてリターン・オン・クレジット・アット・リスク (ROCAR) を擬似 ROE として測定し、リターン効率の参考指標とすることが考えられる。前期の例によれば、800 億円のポートフォリオを想定しているが、事実上リスクフリーの電力セクターでも十分なスプレッドが抜けると仮定していることもあり、ローンのリスク調整後の価値は 14.5 億円である。

この数字を CAR で割って収益効率を図る場合、どの CAR を用いるのが適当か。実績データを使うとROCAR は 25.7%、相関ゼロと置く場合は 39.0% になる。リターン効率の見栄えは相関の前提によって大きく変わる。この例では、スプレッドが十分にあることを前提としており、水準はどちらも高いが、もしROCAR でハードルレートを設定する場合、相関係数の想定に応じてハードルレートの上下にばらつくこともありえよう。

また、このリターン効率を個別のセクターに援用する場合にも同様の問題がある。セクター別のリターン効率と全体のリターン効率はこの相関行列で結びついている。というのは、ROCAR の分子はビジネスユニットごとに単純合計されるのに対して、分母は相関行列によって合成され、分散効果によって単純合計よりも小さい数字となる。従って、ポートフォリオ全体で一定のリターン効率をあげたい場合はその分散効果も考慮してセクター別、デスク別、ビジネスユニット別のROCAR のメルクマールを設定する必要がある。この場合両者の関係付けをどう想定すればよいのか。実務上注意すべき点として、現場へのROCAR メルクマールの設定を誤ると、いくら現場管理を徹底しても全体では少しも収益性が改善しない、という皮肉な結果につながる点をとりわけ強調しておきたい。

第三に、相関行列の見直しの頻度の問題がある。市場リスクを計測する場合と異なり、倒産率の計測の頻度は多くて四半期に一度、大概一年に一度だろう。また、倒産に関わったコストを差し引いたあの収益と事前に見積もっていた倒産リスクとを比較するバックテストの実施も多分一年に一度しか行えない。それゆえ当初用いていた相関行列が適正かどうか判断するタイミングがかなり後にずれることになる。この点はデイリーにデータの検証が行える市場リスクの計測の場合と大きく異なる。経験によってデータを積み上げていくことが非常に難しいし、時間がかかる。

ROCAR で市場リスク、信用リスクを統合し、収益性の比較を試みることは興味深いが、相関係数の取り扱いが難しい信用リスクの場合は必ずしも実務的ではない点も多いことを指摘しておきたい。

(付論2) 推移確率の求め方

A. 考え方

各格付け毎の累積倒産確率

$$(累積倒産率) = (当初格付け分類比率) \cdot (推移確率行列)^N$$

上式により、推移確率行列を与えた場合、各格付け毎の累積倒産確率が導出可能（マルコフ過程を想定）。

定義

$$\left[\begin{array}{ccccc} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} & | & P_{1d} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & P_{24} & | & P_{2d} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & P_{34} & | & P_{3d} \\ P_{41} & P_{42} & P_{43} & P_{44} & | & P_{4d} \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & | & 1 \end{array} \right] \quad \begin{array}{l} \text{推移確率行列} (i \times j \text{ 行列}) \\ (\text{格付け } i \text{ から格付け } j \text{ への確率}) \cdots (\text{行列 A}) \end{array}$$

$$\left[pb_1 \ pb_2 \ pb_3 \ pb_4 \ d \right]_N : \begin{array}{l} N \text{ 年後に各格付けとなる確率} \cdots (\text{行列 B}) \\ (d: \text{累積倒産確率}) \end{array}$$

当初格付け 1 の企業の累積倒産確率

上記の行列を用いて、N 年後に至る累積倒産確率を計算。

① 1 年後の累積倒産確率（単年度倒産確率）

行列 B と行列 A の積で求められる。

$$\left[pb_1 \ pb_2 \ pb_3 \ pb_4 \ d \right]_1 = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0] \cdot \left[\begin{array}{ccccc} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} & | & P_{1d} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & P_{24} & | & P_{2d} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & P_{34} & | & P_{3d} \\ P_{41} & P_{42} & P_{43} & P_{44} & | & P_{4d} \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & | & 1 \end{array} \right]$$

$$= [P_{11} \ P_{12} \ P_{13} \ P_{14} \ P_{1d}]$$

P_{1d} : 累積倒産確率

② 2 年後の累積倒産確率

同様に 1 年後の行列 B にもう一度行列 A をかける。

$$\left[pb_1 \ pb_2 \ pb_3 \ pb_4 \ d \right]_2 = [P_{11} \ P_{12} \ P_{13} \ P_{14} \ P_{1d}] \cdot \left[\begin{array}{ccccc} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} & | & P_{1d} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & P_{24} & | & P_{2d} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & P_{34} & | & P_{3d} \\ P_{41} & P_{42} & P_{43} & P_{44} & | & P_{4d} \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & | & 1 \end{array} \right]$$

$$= \begin{cases} P11^2 + P12 \cdot P21 + P13 \cdot P31 + P14 \cdot P41 \\ P11 \cdot P12 + P12 \cdot P22 + P13 \cdot P32 + P14 \cdot P42 \\ P11 \cdot P13 + P12 \cdot P23 + P13 \cdot P33 + P14 \cdot P43 \\ P11 \cdot P14 + P12 \cdot P24 + P13 \cdot P34 + P14 \cdot P44 \\ P11 \cdot P1d + P12 \cdot P2d + P13 \cdot P3d + P14 \cdot P4d + P1d \end{cases}^T$$

最後の項: 2年間の累積倒産確率

③ N 年後の累積倒産確率

$$\begin{bmatrix} pb1 & pb2 & pb3 & pb4 & d \end{bmatrix}_N = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} P11 & P12 & P13 & P14 & P1d \\ P21 & P22 & P23 & P24 & P2d \\ P31 & P32 & P33 & P34 & P3d \\ P41 & P42 & P43 & P44 & P4d \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^N$$

d : 当初格付け 1 の企業の、時点 N における累積倒産確率

推移確率行列の推計

上記と同様の方法で各格付け別の累積倒産率を推計、実際の時系列データから得られる累積倒産確率との差の二乗和を最小にする推移確率行列を推計。

B. 帝国データバンクの倒産率からの推移確率の推計法

目的関数

Minimize (絶対値 (推計値 - 実績値))

制約要因

推定対象を次の様に定義して、

Pbb	Pbc	Pbd	Pbe	Pbf	Pbg	PbD
Pcb	Pcc	Pcd	Pce	Pcf	Pcg	PcD
Pdb	Pdc	Pdd	Pde	Pdf	Pdg	PdD
Peb	Pec	Ped	Pee	Pef	Peg	PeD
Pfb	Pfc	Pfd	Pfe	Pff	Pfg	PfD
Pgb	Pgc	Pgd	Pge	Pgf	Pgg	PgD
Π_{ij}			Π_D			

さらに以下の制約条件を付加

$$P_{ib} + P_{ic} + \dots + P_{iD} = 1 \text{ (for } i=b \sim g\text{),}$$

$$P_{ii} > P_{ij} + 0.5 \text{ (for } i,j=b\sim g), \quad PbD < P_c D < \dots < PgD,$$

(行列の中心 P_{ii} から離れるに従って P_{ij} 値が隣接する P_{ij} 値に比して小。)