

フィナンシャル・リスクに関する ワークショップ

「金利リスク・信用リスクの統合的管理方法」

会議の概要

はじめに

日本銀行金融研究所では、1996年6月24日、「金利リスク・信用リスクの統合的管理手法」をテーマにワークショップを開催した。

金融機関のリスク管理は、自由化・国際化の進展やデリバティブ取引の拡大をはじめとする金融革新の中で、近年ますます重要性を増している。そうした中で有効なリスク管理を達成するには、従来型の主観的・定性的なリスク管理に加え、客観的・定量的なリスク管理を活用することが必要との認識が浸透しつつある。実際、先進的な金融機関は、各種のフィナンシャル・リスクを定量的に把握・コントロールする手法を熱心に研究している。その結果として、トレーディング勘定の市場リスクを対象とするリスク計測・管理方法については、いわゆるバリュー・アット・リスク（以下VaR〈Value at Risk〉）の考え方をはじめとして効果的な手法が確立しつつある。一方、貸出や預金等の銀行勘定の市場リスクや信用リスクの定量化および管理手法については、未だスタンダードと言えるようなフレームワークが存在しない。そこで本ワークショップは、フィナンシャル・リスク研究の分野の中でも発展途上のこの2分野に焦点を当て、実務家と学者が率直に意見交換を行うことを目的として開催された。

ワークショップは、2つのセッションから構成され、各セッションごとに2本ずつの論文が報告されるとともに2名ずつの指定討論者によるコメントがなされた。ワークショップのプログラムは以下のとおりである。

▼第1セッション：銀行勘定の金利リスク管理

・報告論文 (1) 「銀行勘定における金利リスク

—VaRのフレームワークを用いた定量化—」

報告者	日本銀行金融研究所	木山善直
	バンカース・トラスト銀行東京支店	山下 司
	筑波大学大学院経営システム科学講師	吉田敏弘
	日本銀行金融研究所	吉羽要直

・報告論文 (2) 「金利リスクの統合管理について」

報告者	日本興業銀行フィナンシャルエンジニアリング部副参事役	池森俊文
-----	----------------------------	------

・コメントⅠ

指定討論者	筑波大学大学院経営システム科学助教授	木島正明
-------	--------------------	------

・コメントⅡ

指定討論者	東京三菱銀行市場企画部次長	志々見寛一
-------	---------------	-------

・自由討議

▼第2セッション：信用リスクの管理

・報告論文 (1) 「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—」

報告者	日本銀行金融研究所	小田信之
	〃	村永 淳

・報告論文 (2) 「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—」

報告者	日本長期信用銀行金融商品開発部調査役	高橋秀夫
	慶應義塾大学総合政策学部教授	森平爽一郎

・コメントⅠ

指定討論者	東京工業大学大学院社会理工学研究科教授	古川浩一
-------	---------------------	------

・コメントⅡ

指定討論者	三和銀行資金為替部調査役	大森敬治
-------	--------------	------

・自由討議

▼総括コメント

座長	横浜国立大学経済学部教授	倉澤資成
----	--------------	------

フロアには、民間金融機関のリスク管理担当者をはじめとする実務家約70名、学者約20名、日本銀行職員約60名が参加した。

以下では、各報告の要旨、指定討論者のコメントおよび報告者のリジョインダー、フロアを交えた自由討議の概要、座長による総括コメントを紹介する（文責：日本銀行金融研究所）。

銀行勘定の金利リスク管理（第1セッションの様様）

第1セッションでは、銀行勘定の金利リスクの定量的管理方法をテーマとして議論が行われた。一般に金利リスクの扱いについては、対象がトレーディング勘定か銀行勘定かによって異なる対応を求められる点が少なくない。本セッションの2つの報告は、銀行勘定の金利リスクを扱う場合に特に問題となる諸点をそれぞれの角度から分析した。具体的には、木山・山下・吉田・吉羽報告は、①プリペイメント（期前解約・返済）が許容された金融商品のオプション性（いわゆるembedded option）の影響や、②制度金利（プライムレート等）に基づく金融商品のリスク評価などを中心に検討を行った。また、池森報告は、①会計上の期間損益に着目したリスクの定義と経済的価値（時価）に着目したリスクの定義との相互関係や、②リスク評価期間の長期化に伴いリスク・ファクターの循環性（例えば、景気循環を反映した金利水準の周期的変動）をモデル化する必要性などを中心に分析を行った。続いて、指定討論者からのコメントと報告者のリジョインダー、フロアを交えた自由討議が行われた。

（1）木山・山下・吉田・吉羽報告の要旨

共同研究者を代表して吉羽（敬称略、以下同様）が、銀行勘定の金利リスクを定量化する枠組みとシミュレーション計算の結果を次のように報告した。

預金や貸出金といった銀行勘定を対象として金利リスクを評価する場合、①会計上の期間損益の変動がリスクであるとするアーニングス・アット・リスク（以下EaR〈Earnings at Risk〉）と②取引時価の変動がリスクであるとするバリュー・アット・リスク（VaR〈Value at Risk〉）の2通りの考え方がある。これらはリスク管理の目的等に応じて使い分けられるべきである。本報告では、時価把握の重要性やトレーディング勘定のリスク評価との整合性を勘案して、VaRの考え方（上記②）に基づき銀行勘定のリスク評価を試みた。具体的には、仮想ポートフォリオを想定した上でモンテカルロ・シミュレーションにより金利リスクを算出した。

元々はトレーディング勘定のリスク評価を目的として発展してきたVaRの概念を銀行勘定に適用するに当たっては、次の諸点に留意する必要がある。第1に、銀行勘定ではポジションの機動的なクローズが困難であることから、リスクの評

価期間（いわゆる保有期間）を長期化する必要がある。本研究では、保有期間を商品によらず一律長期（3年）に設定するとともに、保有期間中に満期を迎える商品については同一商品への乗り換え（ロールオーバー）を仮定した。また、長期にわたるイールドカーブの変動を少ないファクターで記述可能なタームストラクチャーモデル（具体的には、2ファクターのヒース=ジャロー=モートン・モデル〈以下HJMモデル〉）を採用して市場金利変動過程をモデル化した。第2に、銀行勘定には制度金利（長期・短期プライムレート）連動商品が少なくないため、これらのリスクを正確に評価する必要がある。本研究では、実際の改定手順を参考に制度金利変動をモデル化した。第3に、定期預金の中途解約、住宅ローンの期前返済といったプリペイメントが許容される商品について、プリペイメント関数モデルを用いてキャッシュ・フローを評価した。

シミュレーション計算では、制度金利やプリペイメントがリスク量や現在価値^(注)に与える影響について、まず個別商品を対象に考察した。制度金利の効果については、市場金利連動ローンと制度金利連動ローンとを比較し、後者の方がリスク量がかなり大きいという結果を得た。プリペイメントの効果については、より有利な金利条件を求める顧客行動を織り込むと、リスク量算出の基となる現在価値そのものが減少することが確認された。次に、市中金融機関のポートフォリオが抱えるリスク量の概容を捉えるために、現実のデータを参考に仮想ポートフォリオを構築し、そのリスク量を算出した。さらに、このポートフォリオの中の制度金利連動商品を市場金利連動商品に置き換えた場合のリスク量も算出し両者を比較したところ、制度金利連動商品はポートフォリオ・ベースでみてもリスク量を大幅に増加させているとの結果を得た。また、HJMモデルのパラメータの設定値に対するリスク量の感応度分析を行い、一種のモデル・リスクであるパラメータ感応度が小さくないことが分かった。

最後に、今後の研究課題として、①満期のない商品（例えば、普通預金）のリスク評価、②保有期間中の利息キャッシュ・フローの取り込み、③わが国のプリペイメントデータの蓄積およびプリペイメント・リスクのより詳細な実証、④ロールオーバー等ポジション変動に関する仮定の妥当性評価、⑤計算負荷の軽減とリスク量計測の精緻化とのトレードオフの検討、などが重要である。

(注) 現在価値および金利リスクの算出手順は以下のとおりである。まず、初期時点のイールドカーブを所与としてインプライド・フォワード金利のイールドカーブを求める。これに沿って将来の市場金利パスが実現するとの仮定の下で、モデルに従い将来の制度金利パスを発生させる。こうして保有するポートフォリオから発生する将来のキャッシュ・フローが確定し、その割引現在価値をPV0と定義する。次に、初期時点のイールドカーブをHJMモデルにより変動させることにより多数のパスを発生させ、保有期間中の各時点での現在価値(PV)を同様に求める。各パス毎に保有期間中のPVの最小値(minPV)を求め、minPVの分布の99%点とPV0との差の絶対値をもって、金利リスク量と定義する。

(2) 池森報告の要旨

池森は、トレーディング勘定については時価ベースのリスク管理手法が定着しつつあることを踏まえ、これを期間損益ベースの管理が一般的な銀行勘定と関係付けることにより、金利リスクを統合的に管理する方法を理論的に考察した。さらに、リスク計測期間が長期にわたる銀行勘定の特徴に鑑み、金利変動の周期性に着目したリスク指標を具体的に提案した。報告の概要は以下のとおりである。

従来、トレーディング勘定の市場リスクを計測する際には、キャッシュ・フローの割引評価価値（時価）が将来どのように変動するかを考える。具体的には、様々な変動ファクターに対する時価の感応度を求め、さらに分散・共分散法等によりVaR分析に発展させる。

トレーディング勘定のリスク管理手法を銀行勘定のリスク管理に応用するに当たっては、保有期間、金利リスクの定義および会計方法等の違いを考慮する必要がある。すなわち、トレーディング勘定では、短期間売買における売買価格差を時価会計で捉えるのに対して、銀行勘定では、満期まで持ち切ることを前提に各期間毎の利息収支等を原価会計で捉える。この両者を統合するのが次の関係である。すなわち、時価と簿価の差を評価損益（トレーディング勘定の考え方）とすると、これは利息収支や償還差損益等一連の期間損益の現在価値の和（銀行勘定の考え方）に対応する。この考え方を各種資産・負債について総計したものをポートフォリオ全体の損益概念とする。銀行勘定の感応度分析を行うには、この期間損益の現在価値の金利期間構造変動に対する感応度をみる。この分析は、上記の関係によりトレーディング勘定の感応度分析と整合的である。

さらに、銀行勘定においてEaRやVaRのような総合的な金利リスク指標を算出する上では、①リスク計測期間（保有期間）の長さ、②金利循環の効果、③リスク量算定基準などの点で検討を要する。これらの問題に対処する方法の一例を示すと次のとおりである。まず、満期が異なる複数種類の資産・負債から成るポートフォリオを想定し、各構成商品とも毎月一定割合が金利更改され、残高は常に一定であると仮定する。さらに、時間の経過に沿って金利更改が行われる資産・負債のネット元本金額を累積的に合計し、これを当該ポートフォリオの金利ギャップ構造と定義すると、上記の仮定の下ではこれが一定となる定常状態が実現している。こうしたポートフォリオが、ある振幅、周期を持つ金利期間構造の変動に晒されると想定して期間損益の変動を調べた。その結果、ポートフォリオのギャップ構造と金利変動周期との関係に応じて、期間損益の変動振幅の大きさが変化することが明らかになった。

この結果をリスク指標に昇華させるに当たって注意すべき点は、銀行勘定の場合、「現在見込まれる期間損益が将来どれだけ変動し得るか」というよりも、「自己資本を取り崩さずに済む必要最小収益を基準として、それをどの程度割り込む可能性があるか」がより重要であるということである。この割り込み幅を期間毎に現在価値に引き直して合算することにより、銀行勘定における総合的な金利リ

スク指標とすることが可能である。なお、この考え方を実用化するには、①過去の金利変動データにスペクトル分解の手法を適用し、その振幅と周期を推定すること、②平均的な金利水準に対する平均的な期間損益水準を推定することが課題として残されているほか、③必要最小収益の決定や、④適正な信頼度の設定を客観的に行うことも重要である。

(3) コメントおよびリジョインダー

両報告に続き、指定討論者である木島と志々見は、それぞれ以下のようなコメントを行った。さらに、これに対して報告者のリジョインダーがなされた。

●木島コメント

木島は、数理モデルを扱う専門家の立場から、リスクの定量化に当たって数理モデルを利用する場合に留意すべき事項として、次の3点を指摘した。

- ①一般論として、リスク分析のためのモデルを構築する際には、はじめに要因分析を十分に行う必要がある。具体的には、(a) どのような要因がどのような状況でどのようなリスクとなるのかというリスク発生メカニズムの洗い出し、(b) これらのリスクがシステム全体に対してどのように作用するのか、リスク間の相互作用は何か、またリスクの管理者は誰なのかといったシステム全体の明確化、(c) 定量化が必要なリスクの特定およびリスク測定の物差しと要求される精度の見極め、が重要である。実務家は蓄積された経験に基づく思い込みがあるため上記の点を感覚的に扱う傾向にあるようだが、システム全体としての問題設定の整合性を客観的に吟味するプロセスは極めて重要である。こうした分析は、各金融機関において個々の内部事情に照らして検討・決定されるべきである。
- ②本テーマのように金融機関全体のリスクを定量化するためには、システムが大規模かつ複雑にならざるを得ない。分割不可能な大規模システムに対しては、多くの場合、シミュレーション計算が有効である。最近では計算機の能力やシミュレーション技術が進歩しており、計算負荷の面でも大規模なシミュレーションが扱えるようになってきた。一方、モデル開発の面については、大きな問題を扱うには複数の研究者による共同作業が効果的であるが、概して日本人は組織的な研究のマネジメントが苦手であり、この克服が今後の課題と考える。さらに、数理モデルを有効に活用するには多くの正確なデータが必要であるから、データ収集のための環境整備も重要である。
- ③数理モデルは客観的な数値解を得られる点で強力であるが、数値が一人歩きしてしまう危険性もある。この危険を避けるには、数値解を適切に解釈する必要がある。特に、(a) 現実の事象をモデル化することにより様々な誤差が発生している可能性を認識することと、(b) パラメータの設定値やモデルのビルディング・ブロックの変更により感応度分析を行い、現在のモデル全体の特徴を感覚的

に理解しておくことが重要である。例えば、木山・山下・吉田・吉羽報告では、金利の期間構造の変化についてHJMモデルを用い、プリペイメント比率について比例ハザード・モデルを利用しているが、これらを別のモデルに入れ替えるなどのような影響があるのか確認すると良い。

●志々見コメント

志々見は、両報告に関して、実務的な観点から次の3点を指摘した。

- ①金利リスクを管理する上では、キャッシュ・フローの正確な把握が重要である。特に、銀行勘定ではプリペイメントのモデル化がポイントとなる。当行では、このプリペイメントについて3年前にモデル化を行い、2年程前から市場部門・国内業務部門間の仕切りレートに反映させている。プリペイメント効果の調整前後で両者のポジション量を比べると、当行の場合その差額は数千億円程度と下位地銀の総預金量に匹敵する規模に達している。従って、見かけ上はショート・ポジションであってもプリペイメントの効果を勘案すると実はロング・ポジションであるという可能性さえある。このような場合には、プリペイメントを適切に考慮しないでヘッジ取引を行っても逆にリスクを拡大させてしまう危険性がある。

プリペイメントをモデル化する上では、顧客行動の非合理性をいかに合理的に説明できるかがポイントとなる。統計分析に必要となる過去のデータについては、金利の上昇・下降の両局面を含む長期間のデータを用意すべきである。しかしその際には、金融自由化の進展もあって現在の商品ラインアップは過去と大きく異なること、さらには現在の未曾有の低金利環境をどう考慮するかという問題点もあり、過去の構造がどの程度未来に妥当するのかについて慎重に検討する必要がある。

加えて、モデルを精緻化すれば入力すべき情報も増える訳であるから、モデルの精緻化と入力に使用するデータの限界のバランスを考えた上でモデル化を行い、その説明力の限界に十分留意しながら実務に耐え得るロバストなモデルを開発・活用することが肝要である。

- ②リスク管理方法に唯一絶対はないと認識すべきである。リスク管理手法は常に変革の過程にありその技術は進歩し続けるものであるから、リスク・マネージャーの仕事は、新しい理論や考え方に接しながら実務への応用可能性を探ることである。

世の中には共通のリスク計測手法の開発に向かう流れがあるが、実務家は、リスク計測手法の共通化・単純化のメリットとデメリットを常に意識すべきである。例えば、当行では銀行勘定を含むグローバル連結ベースの市場リスク管理システムを開発・使用しているが、そこではVaRという共通概念のほかにも様々なリスク計測指標を取り込んでいる。

- ③金利リスクの分析に当たって客観化が困難な問題として、次の2点を指摘したい。第1に、リスク管理上利用するリスク・シナリオの想定である。ポジション・マネージャーは主観的な金利観に基づいてポジションを取るが、リスク・マネジメン

ト上はそれが大きくはずれた場合のシミュレーションが必要である。しかし、このリスク・シナリオを客観的に固定することは容易ではない。第2に、将来のアクションの想定である。銀行勘定の取引は簡単にクローズできないことを前提にしているが、保有期間を長くとった場合、アクションが起こり得る。すなわち、顧客サイドのアクションとしてロールオーバーの可能性がある、また金融機関サイドのアクションとしてヘッジ取引が可能である。将来のこうした行動について客観的かつ有効な想定を行うことは極めて困難である。

●リジョインダー

以上のコメントを踏まえ、報告者は以下のようにリジョインダーを行った。

吉田は、木山・山下・吉田・吉羽報告に関して次のようなコメントを付け加えた。

本研究で構築した数理モデルの枠組み、またシミュレーション計算において採用した金利の期間構造モデル、プリペイメント関数、制度金利モデルのいずれの要素も、ありうべき選択肢の中の一例であると位置付けており、特にモデルの中の個々のビルディング・ブロックについては今後さらに検討を進めたい。

また、プリペイメントについては、わが国では住宅ローンや定期預金のプリペイメントに関するデータが公的に入手できないことから実証研究が困難であり、歯がゆさを感じている。

木山は、さらに次のように付言した。

今回の報告では、初期時点のPV（現在価値）を基準として将来のPVの低下幅をリスクと考えたが、そもそも金利リスクの定義自体このほかにも様々な考え方があり得る。この点についても、まだ概念を整理する必要がある。

また、今回のシミュレーションにおいては感応度分析が不十分であった。実務に供するには、パラメータの設定値はもちろん、将来のポジション変動シナリオ等の諸前提を変化させることによってリスク量がどのように変化するのか検証しておくことが不可欠である。

池森は、両報告を比較する観点から、次のように述べた。

両報告の共通点は、銀行勘定の金利リスク管理手法を従来のVaRアプローチを発展することにより検討している点にある。一方、対照的である点を挙げると、第1に、損益の変化について、木山・山下・吉田・吉羽報告では現在価値ベースで捉えているのに対し、池森報告では各会計年度の期間損益に展開して見ていること、第2に、金利変動モデルについて、前者ではランダム・ウォークを基本としているのに対して、後者では周期変動として捉えていること、第3に、リスクの定義について、前者では現在価値からのダウンサイド・リスクとして捉えているのに対し、後者では所要最小収益からのダウンサイド・リスクとして捉えてい

ることである。これらの論点は、各金融機関のポートフォリオ内容や金利リスク管理の目的、さらには金利変動をどのようにモデル化すべきかというリスク認識の立場の相違に応じて議論されるべきである。

(4) 自由討議

報告者・指定討論者間での議論に続き、フロア参加者（岸本達士〈モルガン銀行〉、竹島芳樹〈富士銀行〉、堀内哲郎〈富士銀行〉）から、保有期間の設定に関する考え方を中心に、質疑応答が行われた。

岸本は、保有期間の設定について問題を提起し、トレーディング勘定と銀行勘定の統合について次のように指摘した。

トレーディング勘定では一般的に保有期間を短く設定するのに対し、銀行勘定についてはポジションをクローズすることが困難であるという前提から、今回の報告では保有期間を長期化するという対応がとられている。このように保有期間の異なる2つのリスク量を銀行全体の市場リスクとして1つの数値に統合することは可能であるのか。

また、例えば、大きな市場変動が比較的短期間に起こり、その後中・長期的には元の市場環境に戻るような事態を想定すると、保有期間の短いトレーディング勘定ではリスク量を把握できたとしても、銀行勘定については保有期間の設定が長期になっているためにこうした期中のイベントに伴うリスクを十分に把握できない可能性はないか。

さらに、タイム・ホライズンを問わず、ストレス的な市場変動が発生するリスクはどのように捉えることができるか。

これに対し、吉羽は、次のように応じた。

短期的なリスクの把握については、保有期間を長くと言っていると言っても最終時点（3年後）だけを見ている訳ではなく、現在から最終時点まで1か月間隔で損益を把握した上で最小PVを算出しており、この意味で短期的なリスクも考慮に入れている。さらに、報告では明示しなかったが、構築したモデルでは3年未満の保有期間（ただし1か月間隔）を設定した場合のリスク量を同時に算出できるようになっているので、この情報によっても短期的なリスクを検討できる。

また、拡散過程（diffusion process）モデルではとらえられない様なストレス的な状況におけるリスクを捉えるには、別途、シナリオ分析等を併用すべきであると考えます。

さらに、吉田は、ストレス的な状況への対応に関し次のように付言した。

ストレス時のリスクを分析するには、例えば、本報告にもあったようにHJMモデルのパラメータを変動させてその影響を見るといった対応も考えられる。

また、池森は、銀行勘定における損益認識のあり方はトレーディング勘定と異なるという考えを示し、両勘定の市場リスク統合の必要性について次のように述べた。

現在価値とは、将来のキャッシュ・フローを機械的に現在まで割り戻すものであり、取引の含み損益を直ちに実現できることを前提にした考え方である。これに対し銀行勘定の損益は、あくまで将来の各時点におけるキャッシュ・フローの発生を経て実現していくものであるから、現在価値ベースでの損益把握に馴染みにくいと考えている。報告論文は、この問題に対する対応の1つの方向を示している。

また、トレーディング勘定と銀行勘定の市場リスクの統合は、両業務を行う金融機関にとって全体のリスクに備えるバッファーとしての所要自己資本の把握が極めて重要であることを考えると、どうしても解決策を見出したい課題である。

竹島は、銀行勘定のポジションがヘッジ可能であるという立場から、保有期間の設定について次のように質した。

銀行勘定については、取引をクローズすることは困難であっても、スワップ等のデリバティブ取引により機動的なリスク・ヘッジが可能である。ヘッジ商品の流動性が不足するリスクを考慮する必要性は残るものの、原則的に、保有期間は短く設定してもいいのではないか。実際のALMオペレーションでも、保有期間は短いのが実態である。

これに対し、池森は、報告における期間別ギャップ構造についての前提に関連して、次のように応じた。

報告論文では、金融機関が金融システムの中で長期間にわたり存続していく中で、銀行勘定には構造的・定常的なリスクが蓄積するのではないかという問題意識から、期間別ギャップ構造を固定した分析を行った。債券やスワップ取引を利用すれば、基本的にはこうした期間別ギャップ構造を変え得ることから、現在の構造の継続を前提とすることに問題があるとの指摘はもっともである。報告論文で示した考え方は、期間別ギャップ構造が固定されている場合のリスクを計測するための一手法であると考えている。

また、吉田は、保有期間の設定について次のように応じた。

銀行勘定に対してトレーディング勘定より長期の保有期間を設定する必要があるかどうかについては、確かに議論の余地がある。我々は、ヘッジ取引を利用しても、制度金利連動商品やプリペイメントの許された商品については依然としてリスクを除去し切れないという立場に立って、保有期間を長期に設定した。

続いて堀内は、保有期間の設定の問題について、ヘッジ取引の流動性（ないしアベイラビリティ）の問題と併せて次のように質した。

そもそもプリペイメントの評価は、キャッシュ・フローの確定に影響するものであって、保有期間の設定とは別の問題ではないか。

保有期間については、市場リスクの評価を行うとの観点からは、例えば1営業日といった短期の設定が妥当である。流動性リスクまで考慮するならば、ヘッジ取引を実行するまでの予想所要期間を保有期間とすれば十分である。また、期間損益ベースのリスクを見たいならば、期間損益に対するシミュレーション設定の問題に帰着する。これらの点は各金融機関が各々のリスク管理ポリシーに基づいて決定すべき事項であると考ええる。

これに対し、吉田は、プリペイメントと保有期間の設定の考え方について、次のように応じた。

我々の報告は、プリペイメントが現在価値の変化をもたらす点を確認したにとどまり、プリペイメントのリスクと保有期間の長さに関して明確な関係を見出すには至っていない。ただ、感覚的には、顧客のプリペイメント行動が将来変化し得るといったリスクも視野に入れば、保有期間の長期化に伴いリスクが増大する可能性もあると考えられる。この点については、今後定量的な検討を進めた上、各金融機関がそれぞれのリスク管理ポリシーに基づき、保有期間の設定に反映させていくべきではないか。

また、池森は、プリペイメントに対する考え方について次のように付言した。

プリペイメントを考えるに当たっては、約定ベースのキャッシュ・フローがどのように変化する可能性があるのかを適切に把握することが重要である。プリペイメントは、キャッシュ・フロー管理の観点から見れば流動性（資金繰り）の問題であり、金利リスク管理の観点から見れば価値（PV）評価の問題であるが、この両面を併せて認識する必要がある。

さらに、志々見は、金利リスク管理の基本に立ち返り、次のように述べた。

リスクを実際に管理する視点から付言すると、トレーディング勘定・銀行勘定（この両者の区別は自明のものではなく、その境界線は曖昧でアナログ的）に関わりなく、リスク管理の基本はキャッシュ・フローの正確な把握にある。この意味で、プリペイメント調整後のキャッシュ・フローの認識は重要である。

また、銀行勘定における伝統的な期間別ギャップ表は実務的に最も有効な手法の1つではあるが、それによってリスクをモニターするだけでは不十分な場合もあることに注意したい。例えば、銀行勘定の債券ポートフォリオの期間損益を認識するだけでは、MTM（時価、Mark to Market）ベースでみて含み損が膨らんでいるといった事態もあり得る。私見ではあるが、両勘定ともリスク計測の基本はMTMであり、これを中心に据えて様々なリスク指標を併せて見ていく姿勢が重要であると考えている。

信用リスクの管理（第2セッションの様相）

第2セッションでは、信用リスクの管理方法全般をテーマとして議論が行われた。はじめに、VaRの考え方を信用リスクの定量化に適用できるように拡張を試みた小田・村永論文が報告され、次に、感応度分析や最適化の手法を取り入れることによりVaRとはやや異なった角度からの分析を試みた高橋・森平論文が報告された。さらに、指定討論者からのコメント、報告者のリジョインダー、フロアを交えた自由討議と続いた。

(1) 小田・村永報告の要旨

小田は、報告論文に沿って、信用リスクの定義とリスク算出モデルの概要について以下のとおり報告した。

本報告では、ポートフォリオの信用リスクの大きさを計測する1つの枠組みを提示する。信用リスクの定量化には多様な方法が適用可能であって唯一絶対の方法はないが、ここでは1つの試案を示して議論に供したい。

はじめに、信用リスクを「取引相手が、①実際にデフォルトを起こすこと、②将来デフォルトに陥る可能性を高めることを原因として、金融商品から得るキャッシュ・フロー（現在価値ベース）が低下するリスク」と定義する。業種別デフォルト確率、金利、担保資産（不動産、株式）価格といった各リスク・ファクターの将来のパスをモンテカルロ・シミュレーションによって与えれば、ポートフォリオから発生するキャッシュ・フローを算出できる。シミュレーションを繰り返すことにより、このキャッシュ・フローの確率密度分布を表すヒストグラムを得る。その期待値を近似的にポートフォリオ時価と解釈すれば、一定の信頼度でみた最低値と期待値との乖離が求めるべきリスク（論文ではこれをExVaR〈拡張されたVaR; Extended VaRの意〉と称した）である。

本リスク算出モデルは、直観的には、トレーディング勘定の市場リスクを計測する従来型のVaRの考え方を拡張することにより、信用リスクの定量化を可能にしたものである。具体的な拡張点は、次の5点である。第1に、リスク評価期間（いわゆる保有期間と同義）は、個別の金融商品毎に流動性を反映して設定すること、第2に、キャッシュ・フローの内容として、リスク評価期間終了時の清算価値のほかに、利息収支やデフォルト発生時の回収可能額等も取り入れること、第3に、担保資産価格の変動過程を明示的にモデルに取り入れていること、第4に、各種リスク・ファクター間の相関を取り入れることにより信用リスクと市場リスクを統合していること、第5に、デフォルト判定プロセスを個別企業毎に適用することにより、与信の分散・集中がリスク量に与える効果を勘案できるようにしたことである。

続いて村永は、本モデルによって各種仮想ポートフォリオのリスク量を試算した結果とそこから得たインプリケーションについて、次のように述べた。

報告論文ではまず、算出されるリスク量の基本的な性質を確認するため、与信先の分散・集中効果、業種の分散効果について予め確認し、その上で担保の有無や種類の相違、また回収率の設定に応じて、ポートフォリオの理論時価やリスク量がどのように変化するかを示した。

次に、実務的な応用を念頭に置いた試算結果を2点報告する。第1に、不動産価格および不動産業のデフォルト確率について幾つかのシナリオに基づきリスク分析を行った。本分析の目的は、わが国のバブル崩壊に伴う不良債権問題が本モデルの活用により未然に防止・軽減し得たかどうかについて、特に不動産問題に焦点を絞って簡単な試算により検討することである。結果をみると、単に過去のデータに基づきリスク量を算出しただけでは、警告的な機能を十分果たさない。しかし、不動産価格の下落等のストレス・シナリオを想定すれば、リスク量が極めて重大であることを知り得るとの結果を得た。第2に、いわゆる貸出基準金利の設定に当たって本モデルを適用した試算を行った。基本的な考え方は、例えば元本10億円のローンを貸し出す場合には、貸出金利やその他条件（相手の信用度、担保等）に基づき算出した時価が最低でも10億円になるとの条件を満たす貸出金利を探ることである。さらに、当該ローンの既存ポートフォリオへの付加に伴う限界的なリスク増加額を算出し、それに応じたプレミアムを上記基準金利に上乗せするという考え方もあり得る。このように時価およびリスク量の算出に当たっては、本モデルを活用することが可能である。

最後に、本モデルを実用化していく上で今後に残された課題として、①計算負担を軽減するために個別取引の入力に代わり取引情報をグルーピングないしサンプリングして入力することの有効性を探ること、②業種別デフォルト確率や担保資産価格の確率変動過程を精緻化すること、③同質的企業をグルーピングするための企業属性として業種以外の有効な要因を決定すること、などが重要である。

(2) 高橋・森平報告の要旨

はじめに高橋は、わが国の金融機関の営業体制や組織構成を念頭において、信用リスク管理のあり方に関する整理を行った。特に、理論と実務の乖離が大きい点を問題視し、信用リスクの管理に当たっては、現実的にとり得る対応には制約がある点を理解することと実務を重視したリスク管理体制を構築することが重要であると指摘した。その概要は以下のとおりである。

市場リスク（特にトレーディング勘定）の管理については、理論的検討から実用化の段階に移行しており、個別の金融機関がそれぞれ実務上の対応を進めている。一方、信用リスクの管理については、未だにフレームワークさえ固まっていない。この場では特に経営戦略的な観点から、信用リスクの管理プロセスにおける定量分析の位置付けについて考察する。

まず、リスク管理の目的を整理すると、①ポートフォリオの価値とその変化について情報を得ること、②それらの情報を基に金融機関が取り得る戦略の選択範囲を知ること、③戦略実現のための具体的なアクション・プランを構築すること、の3点を挙げることができる。特に後者2点に関連して信用リスクに特徴的な点は、実現可能なアクションが限定的である点である。すなわち、市場リスクの管理に当たっては自在なヘッジ取引が可能であるのと対照的に、信用リスクのコントロールは、①担保の追徴、②スプレッドの嵩上げ、③償還の促進、④ポートフォリオのバランス変更、⑤危険セクターに対する管理強化のいずれかという限られた対応に依らざるを得ない。

次に、実務的なリスク管理手法を考えると、以下の3種類のレポートの活用が効果的である。すなわち、小田・村永報告が提示したようなVaRレポートは、経営者が全体のリスク量の概要を把握したりリスク・リミットを設定するために重要である。伝統的な取引先別レポートは、営業担当者が顧客・取引別に取引内容を管理・調整する上で役に立つ。また、これらの中間的な存在である感応度分析レポートは、企業セクター別・個別企業別にみた各ポートフォリオについて、リスク額がデフォルト確率、担保額、利鞘、為替レート、株価等のリスク・ファクターに対してどの程度感応的であるかという情報をまとめたものである。これは、リスク・マネージャーが経営者の判断に基づきリスク・プロファイル変更のアクション・プランを策定する上で有用である。

信用リスク管理のプロセスは、①戦略立案とプランニング、②産業・企業の情報収集・分析、③営業店戦略の策定、④事後処理という4分野から構成される。これらの各分野において、従来型の定性的な経営判断に定量的な要素を取り込むことが可能である。例えば、①にはシナリオ分析、②にはセクター別デフォルト確率の推定、③には数値目標の設定、④にはリスク評価モデルのバックテスト等のツールが利用可能である。こうした定量的な分析に基づく経営判断の特徴は、経営者が提供した仮説をスタッフが検証するというマネジメントスタイルにある。このプロセスが有効に機能すれば、経営者とスタッフが相互に有機的に関係し合う理想的な組織構成が実現する。

また、森平は、高橋が述べたコンセプトをどのように定量的モデルとして具体化できるかについて、以下のように論じた。

本研究におけるリスク分析モデルの特徴は、現状のリスク・プロファイルの正確な把握に焦点を当てるよりも、理想的なポートフォリオを追求する最適化に力点を置いている点にある。モデルの構成等に関する具体的な考え方は以下のとおりである。

まず、信用リスクの源泉としては、①マクロ経済ファクター、業種ファクター、信用度ファクター等の共通因子により説明可能なシステムティック・リスク、②個別会社の格付け低下によるスペシフィック・リスク、③それらの残差であるレジデュアル・リスク、および④担保価値変動リスクを考える。

モデルは次の5つのビルディング・ブロックから構成する。すなわち、①取引先の倒産確率に関するマルチファクター・モデルでは、倒産確率をマクロ経済要因（代理変数として国債価格、日経225、円ドルレートの各変化率を使用）、業種ダミー変数、信用度ダミー変数で回帰する。②信用格付け推移モデルでは、帝国データバンクの評点データから格付け推移行列を推定し、その結果を信用スプレッドの設定に反映させる。③担保価格モデルでは、担保価格を担保資産種類別に確率的に変動させる。これら3つのパーツを基に、④PV（現在価値）評価モデルにおいて、将来ポートフォリオから発生する期待キャッシュ・フローを現在価値で評価する。この時点で、各リスク・ファクターに対する感応度分析を行うことが可能であり、リスク・プロファイル変更の指針となる情報が得られる。さらに、⑤ショートフォール・モデル（最適化モデル）により、制約条件付きで収益最大化を達成する最適ポートフォリオの解を得る。制約条件としては、最低目標収益を下回るダウンサイド・リスクおよび特定の業種や信用度への与信集中リスクに対するペナルティー等を課す。

本モデルを用いた分析としては、例えば、4通りの市場シナリオを想定した際の仮想的なポートフォリオの最適アロケーションを行った。ポートフォリオ構成の変更について具体的に提示できることは、実務的に極めて有効であるとの感触を得た。

(3) コメントおよびリジョインダー

両報告を踏まえ、指定討論者である古川と大森はそれぞれ以下のようにコメントを行い、続いて報告者のリジョインダーが行われた。

●古川コメント

古川は、両報告はまだ標準的な手法が確立されるに至っていない銀行の信用リスク管理に関する分野において、実務的視点から実際にモデルを構築する方向性を明快に提示したものであり、今後の実務の発展に大きな刺激を与えるものであると評価したうえ、次のようにコメントした。

小田・村永報告は、提示した枠組みの全体像が極めて論理的である。ただ、モデルのパーツに目を向けた場合、この種の分析を行う際に常に問題となる計算上の仮定（例えば、倒産確率の変動過程等）の正当性を検証すべきである。また、報告者が今回のシミュレーション精度の信頼性についてどのような感触を持っているか質問したい。

高橋・森平報告は、①信用リスク評価モデルを用いてポートフォリオの最適化を行う点と②倒産確率の変動を株価、長期金利等のマクロ経済ファクターおよび業種・格付け情報をを用いたマルチファクター・モデルで説明する点が特徴である。さらに、同報告はリスク計測技術の現場での活用という問題に意欲的に取り

組んでおり、高く評価したい。ただ実用化に際しては、営業店からのデータ収集作業のコストや収集したデータの均質性確保等の問題を検討する必要がある。

●大森コメント

大森は、両報告は信用リスクの定量化および管理という未開拓の分野で包括的かつ実務に援用可能なモデルを提示した野心的な試みであり、実務家にとって非常に有用であると評価したうえで、以下のようにコメントした。

小田・村永報告については、信用リスク定量化の尺度としてVaRを算出する際に、リスク・ファクターとしてのデフォルト確率および担保価格について変動モデルの精緻化を期待したい。また、モデルの各パーツが一体となって機能しているかを確認するにはバックテストを行うことが不可欠であり、例えばデフォルト確率と金利水準の相関の安定性に関心がある。

高橋・森平報告は、倒産確率予測モデルとしてマルチファクター・モデルを導入し、ポートフォリオ価値の推定に活用したことがポイントの1つである。これは、分かり易い線形モデルであるから、現場での実務的な利用を考えることもできる。ただ、簡便性を重視するため精緻性を犠牲にしている点は否めない。特にストレス時の極端な経済環境下で非線形な現象を無視できなくなる場合の扱いが今後の検討課題であろう。また、最適化アプローチの採用はポートフォリオ・レベルでの評価に有効であるが、個別取引についての収益性評価等には不向きであるから、個々の取引に対するアクションを判断するには別途情報が必要となろう。

●リジョインダー

以上のコメントに対し、報告者は次のようにリジョインダーを行った。

小田は、今回の研究では直ちに実用に供するリスク計量モデルを提案するというより、モデル構築時の土台となる枠組みを提示することを目的としたと強調したうえで、次のように述べた。

リスクを定量化する上では正確さと計算コストのトレードオフについて各利用者のニーズに応じた選択がなされるべきである。この意味において、本フレームワークの各パーツをどのように具体化・精緻化していくべきかについても利用目的に応じて検討がなされるべきである。モデル向上のありうべき方向性としては、①デフォルト確率の変動モデルについて、説明変数にマクロ経済変数を加えて実体経済の循環性を反映させることやパネル・データによる分析が可能なかたちでラグ変数を取り入れること、また②担保資産である地価の変動過程については、一般的な不動産価格の評価理論を応用したモデルの構築可能性を探ること、などが挙げられよう。

なお、バックテストの効果については、モデル全体としての機能を過去のパフォー

マンスからチェックすることは確かに重要であるが、現状では、それ以前にモデルを構成する主要パーツの機能（例えば、個別取引先の信用度判定の正確性や担保資産の価格変動リスクの把握力等）を個別にテストする段階を充実させる必要がある。

続いて村永は、モンテカルロ・シミュレーションの計算精度について次のように報告した。

一部の仮想ポートフォリオのリスク量算出に当たってシミュレーション回数を1万回から10万回の間で変化させることによって計算誤差の程度を捉えようと試みたところ、今回の試算に必要な程度の精度を得るには1万回で十分であるとの感触を得た。

高橋は、今回の報告の性格について次のように述べた。

今回の報告論文は、営業店等での実用化を直接展望したものではなく、むしろ信用リスク調整後価値とは何か、それを知ることによりどのようなアクションを起こせるのかということを金融機関の経営者やリスク・マネージャーが再検討する材料として、教育的効果を期待したものである。現在トレーディング勘定の市場リスク量として浸透しつつあるVaRは、リスク情報を一つの数字に集約するという意味で有益なツールであるが、具体的な行動指針を示す機能には欠ける。そこで今回の報告では、ポートフォリオ価値に影響を与える各ファクターに対する感応度を把握することにより、ポートフォリオの修正・最適化に直接役立つ情報を得ることを重視した論文を作成している。

またバックテストが重要であるのは事実だが、現状はデータの蓄積が不足しており対応できていない。

森平は、線形のマルチファクター・モデルと最適化アプローチを用いることの妥当性に関連して次のように述べた。

倒産確率とリスク・ファクターとの間には、実際には非線形な関係が存在する。線形関係を仮定すると、倒産確率の推定値が0と1の間に入る保証がないこと、ファクター感応度が一定であることなどの問題が生じる。これらに対処する方法の1つとしては、ヒストリカルな倒産確率を従属変数としてロジット（Logit）あるいはプロビット（Probit）による回帰分析を行うことが考えられる。

また、望ましいアプローチは、どのような出力情報が求められているかによって異なり得る。この意味では、例えばローンの評価に当たって、ポートフォリオ・ベースの現在価値を対象として最適化を行うよりも個別ローンに対する所要スプレッドを推定する分析が望まれる局面もあり得よう。

なお、信用リスクの定量化を議論する際の最大の問題としては、モデルを構成する各パーツに関する基礎的研究がわが国にはほとんど存在しない点を指摘しておきたい。

(4) 自由討議

報告者・指定討論者間でのやりとりにつき、フロア参加者（岡田俊平〈東京海上火災保険〉、小池克枝〈ケミカル・バンク、現チェースマンハッタン銀行〉、清水仁〈住友銀行〉、浅野幸弘〈住友信託銀行〉）からの質疑応答が次のように行われた。

●信用スプレッドの扱いについて

岡田は、高橋・森平報告における信用スプレッドの扱いについて次のように議論した。

高橋・森平論文では、時価を計算する際に信用格付け推移モデルから推定した所要信用スプレッドを外生的に与えている。しかし、むしろ既存取引において実際にスプレッドがどれぐらい確保されているかを知ることが先決ではないか。

これに対し森平は、次のように答えた。

信用スプレッドを定めるに当たって、実際に実現しているスプレッドの水準を把握することが重要なのは事実である。しかし、今回の研究では、「リスク量をこの程度に抑えるにはこの程度の信用スプレッドが必要」といった方向からの分析を採用した。

また、この点に関し高橋は、次のように付言した。

個々の金融機関のバーゲニング・パワーの多様性等を考えると現実のスプレッドの認識は必ずしも容易ではないため、今回の研究では、スプレッドを一定と仮定した上でポートフォリオのリスク量を把握する試算を行った。

また、小池は、わが国の金融機関の信用スプレッドの設定姿勢について次のように指摘した。

信用リスク・スプレッドのレベルは、本来、要求されるROE (Return on Equity) を満足するために必要なものとして決まるのではないか。外資系金融機関ではこうした明確な基準に従ってスプレッドを設定するのが一般的であるが、一方邦銀の多くではスプレッド設定のルールが比較的曖昧であり、結果として合理的な水準を下回るスプレッドを提示することも少なくないように思われる。邦銀が収益性を改善するための1つの方法は、ROEを考慮したプライシングやリスク管理体制を整備することではないか。

これに対し高橋は、次のような見解を示した。

一般にわが国の金融機関では、ROEの極大化を至上命題とする経営戦略やROEと直結させたスプレッドの設定が実務レベルに浸透するには至っていない。こうした現状を踏まえると、リスク定量化に際しても経営戦略等の実態を反映さ

せる必要がある。ただ、将来的にROE指向の方向に経営姿勢が変化していく場合には、自ずと定量化手法に対する考え方も変わってくると思われる。

●業種別分類の有効性について

清水は、実際に倒産確率の推計を行っている実務家の立場から、業種別分類の有効性に疑問を呈し、次のように述べた。

業種別という区分では成長企業や多角化企業の経営実態を正確に認識できない。営業店で用いる場合には、業種別という曖昧な区分より規模別という客観的な区分の方が受け入れられ易いという現状がある。

これに対し高橋は、次のような認識を示した。

従来の行内格付けの運用上も、まず業種別に区分した中で規模別等の細かい分類を行っていくアプローチがある。成長とともに業務範囲が広がっていく企業をどう扱うかといった点は悩ましい問題であり、業種区分優先の対応には一定の限界がある。

一方森平は、最近の重大な倒産事例が不動産・ノンバンク業種で顕著にみられる以上、実際に倒産確率の推定を行う中で業種別情報の重要性は大きいと指摘した上で、次のように述べた。

規模別区分を重視した場合には結局大企業ほど倒産確率が低いという結果が得られ、取引先から徒に中小企業が排除される結果になりかねないという問題がある。こうした規模偏重の対応を回避する手法として、今回の報告で示したように規模指標を格付け等の信用度指標で置き換えることにより、規模の効果を間接的に取り込みながらポートフォリオの構成を考えることが有効であろう。

●VaRの枠組みを銀行勘定のリスク定量化に援用することについて

浅野は、トレーディング勘定の市場リスク定量化手法の代表的な考え方であるVaRの枠組みを銀行勘定のリスク定量化に応用することに対し、次のように問題提起を行った。

時価を認識することが取引の基本となるトレーディング勘定においては、時価の変動をリスク量として定量化を進めることに違和感はない。しかし、銀行勘定においては必ずしも時価の存在が取引の前提となっていない。実際、市場で時価情報の入手が困難である中、主観的にリスク量を計測しても意味付けが曖昧になってしまう惧れがある。また、信用リスクを計測しようとする際に市場で観測できないスプレッドを外生的に与えてモデル化することや、預金のプリペイメントにおける非合理性を先験的な仮定によりモデル化することには、疑問がある。

この点について森平は、批判の妥当性を認めた上で、次のように分析の現状を説明した。

米国では日々市場で観測される信用リスク・スプレッドが証券会社等から公表されているが、わが国においては実際の倒産データさえほとんど入手不可能であり、何らかの仮定をおいたアプローチを取らざるを得ない。

また小田は、市場価格情報がない以上主観的分析に基づき議論せざるを得ない点は問題ではあるがやむを得ないとの認識を示した上で、以下のように述べた。

主観的分析では、市場参加者のリスク選好度等を的確に評価できないことが誤差の1つの要因となり得ることは明らかである。ただ、それ以外にも大きな誤差の源泉となっている要因を明らかにする余地があり、それによって得られることは多いだろう。

座長総括コメント

座長の倉澤は、全体の議論を総括して次のようにコメントを述べ、ワークショップを締めくくった。

銀行勘定の金利リスクや信用リスクを数量化し、適切なリスク管理手法を開発するには、数理ファイナンス・統計手法の最新の研究に深い造詣を持ち、同時に金融実務あるいはノウハウに熟知している必要がある。本日の4つの報告はいずれも、こうした条件を兼ね備えた報告者だからこそ可能になった、密度の濃い極めて野心的な報告であった。こうした様々な知識と教養が要求される問題に対して、多様なバックグラウンドを持つ実務家と学者が集まり、率直かつ突っ込んだ意見が取り交わされたことの意義を高く評価したい。

発展途上のテーマであるため、多岐にわたる論点が提示・議論されており、その全てを総括するのは、私の手に余る。幾分超越的になるかもしれないが、2点に絞ってコメントを申し上げたい。

1点目は、高橋・森平報告を除き、今回の報告は全て銀行勘定のリスク（市場リスク、信用リスク）把握にVaRの枠組みを拡張して対応しようという方向を模索している点である。VaRの考え方の背景には、市場での評価を最優先させる、言い換えれば現在の市場価格で自由に資産を流動化でき、かつ運用・調達利回りも市場金利ベースで考えることができるという認識がある。こうした市場優先的な考え方を銀行勘定のリスク計測に持ち込むことの妥当性については、質疑応答でもあったように、議論の余地があると思う。ただ一方で、こうした理想的市場環境は必ずしも成立していないのは事実としても、様々な取引を組み合わせることによって実質的なポジション変更を市場価格ベースで行うことはある程度可能であるとも考えられる。すなわち、高橋・森平報告の感応度分析を思い起こす

と、ポートフォリオ価値に変化を与え得る各ファクターを原資産とする金融商品（デリバティブ商品を含む）が取引可能である限り、完全ではないが銀行勘定と言えどもヘッジ・オペレーションは可能である。従って、VaRの延長的アプローチの適否は、銀行勘定の流動性にかかる制約が絶対的なものであるのか、逆にポジションの代替を可能とする自由な市場が存在しているのかに依存すると言える。後者の前提に立てば、VaR的な検討が有効である。

また第2の点は、本分野に携わる研究者および実務家に対する今後の期待である。本日の報告ではシミュレーションを行う分析が目立ったが、シミュレーションの結果導出された結論に対しては、それを直接評価するのが難しく、解析的な解釈が困難である点に留意する必要がある。シミュレーション結果を評価するには、結局、計算の前提となる仮定や個々のモデルの正当性を吟味する必要があるが、わが国ではそうした基礎的研究が十分に行われていない。この点はファイナンス分野の研究者の責任であり、今後の積極的な取り組みを期待したい。また、従来こうした分野の研究は金融機関内部で個別に行われていたようであるが、今回のワークショップのような場を通じて研究者・実務家の共有財産を蓄積していくことを金融機関の方々にも前向きに考えて頂ければ幸いである。