

## デリバティブとの共存 ～ユーザーのための指針～

金融研究部 研究員 乾 孝治

### <要 旨>

1. わが国におけるデリバティブ（金融派生商品）の普及には目を見張るものがある。特に、ここ数年は、エンド・ユーザーとして一般の企業にも広く浸透し、資金調達・運用やヘッジなどの手段として利用されている。その反面、デリバティブ取引によって巨額の損失計上を余儀なくされたり、企業の存亡に関わるケースもおこっている。このような損失の原因は、リスク管理技術の未熟さもさることながら、デリバティブ取引に関わる責任者の理解不足による場合が多いようである。
2. また、デリバティブ取引の拡大は、現物市場に少なからず影響を及ぼしていると指摘されている。市場のボラティリティを高め、市場本来の資金配分機能や価格発見機能を阻害しているといった「悪玉説」から、裁定取引が市場の歪みを是正して、効率性を高めているといった「善玉説」まで、様々ある。いずれにしても、市場参加者は、自らデリバティブ取引を行わなくても、デリバティブと共存せざるを得なくなったのが現実だろう。
3. デリバティブの種類は、先物、オプション、スワップの3つに大別されるが、対象資産やその組み合わせを考えると、無数にあると言ってもよい。また、デリバティブ取引の目的や、取引主体の技術レベルも様々なため、デリバティブ取引に求められるリスク管理のあり方を、一概に定義することはできない。しかし、デリバティブには、リスクの実態が分かりにくい上に、リスクが急激に増減する特質があるため、取引開始にあたっては、リスクを透明にし、正確に評価するためのリスク管理の強制が不可欠である。
4. こうしたリスクの管理は、現場の担当者から各部門の責任者レベル、さらには経営トップに至るまで首尾一貫した方法で行う必要がある。そのためには、リスク管理モデルやコンピュータ・システムなど「技術的」なインフラも重要であるが、それに劣らず、リスク管理についての社内の基本的な理解や共通言語の創出、さらにはリスクを早期発見し、未然に対応できる組織づくりといった「人間的」なインフラの構築が重要である。

本稿は、以下の金融研究部メンバーによるデリバティブに関する研究成果の一部を、乾が取りまとめたものである。  
田中周二、湯前祥二、乾 孝治、竹内秀典、鈴木輝好、新美隆宏、越智顕洋

## I デリバティブのマーケットへの影響

デリバティブ（金融派生商品）は、その名の示すように、株式・債券などの原資産から派生した商品である。デリバティブは、現物資産の将来の価格を現時点で取引するもので、その価格の根拠が現物資産価格にあるという解釈が成り立つため、「派生」という概念が当てはまるのである。

そこで、まずデリバティブの経済的意義として、「リスクの移転機能」が考えられる。例えば、Xが現在保有している株式の損失リスクを回避する目的で、先物を売り建てる場合、Xの株式に対するリスクが消去される一方で、その先物を買って建てたYは新たに株式のリスクを取ることになる。すなわち、先物の売買に伴い、リスクがXからYに移転したと解釈できる。また、広く市場で取引されるデリバティブについては、先例のX、Yを含めて、すべての市場参加者の合意に基づき、デリバティブの価格（すなわち現物資産の将来価格）が決定されるので、デリバティブの経済的意義には、「価格の発見機能」も備わっているとも言えるだろう。

しかし、こうしたデリバティブが果たしている機能は、必ずしもデリバティブ固有のものではない。「リスクの移転機能」については、現物資産を売却するなど、うまく組み合わせることで複製できるし、「価格の発見機能」は、そもそも現物市場にも備わっているものである。従って、デリバティブの存在意義は、こうした経済的機能を、極めて安いコストで提供できることにありと解釈すべきであろう。

### 1. デリバティブの経済的意義

#### (1) 裁定取引の経済的意義

金融市場には、取引コストや税金に加えて、様々な慣行や規制が存在している。このような規制に基づく市場の歪みを利用して、裁定取引が行われ

る。先物を使った裁定取引は、均衡価格に比べて割高に乖離している先物（もしくは現物）を売却し、相対的に割安な現物（もしくは先物）を購入する取引であるため、市場価格を均衡価格の周辺で安定化させる効果があると考えられる。別の見方をすれば、取引コストの低い先物は、現物に比べて、均衡価格をより正確、迅速に反映していることが期待されるので、裁定取引を通じて、現物の価格形成の効率性を高めていると考えることができる。

しかし、後述するように、デリバティブが市場の価格形成を歪めているといった批判も多く、実際には、必ずしも理論通りに機能していないようである。

#### (2) 取引コストの軽減

デリバティブの利用により、株式・債券などの原資産（現物）を取引するのに比べて、取引コストを大幅に削減することができる。また、目に見える取引コストだけでなく、資本効率という広い意味での取引コストも大きなメリットを享受できるのである。

まず、取引コストについて説明しよう。デリバティブを原資産によって複製しようとする場合、幾つもの取引を非常にきめ細かく行う必要がある。一つの例として、現物株式によって株式オプションを複製する場合を考えると、現物株式の価格が少しでも変化する度に株式の売買を繰り返さなければならない。従って、株式売買の手数料だけでも、オプションを取引する場合のコストに比べて、かなり割高にならざるを得ない。

次に、資本効率について、BISの自己資本比率規制（以下、BIS規制）の観点から説明しよう。デリバティブ取引（オフバランス取引）により発生する信用リスクは、同一金額の現物取引（オンバランス取引）を行う場合に比べ、かなり低目に設定されている。このため、BIS規制で、デリバティブ取引に対して課されている必要自己資本額

(あるいは信用リスク相当額)は、同一金額の現物取引よりも、わずかですむのである(例、図表1)。

金融機関の自己資本比率低下が懸念される今日、デリバティブ取引における資本効率の高さが取引コスト以上に重視され、これがデリバティブ市場発展の最も有力な要因になっているものと考えられる。

#### [ユーロ円預金とスワップの必要自己資本額の比較例]

「1億円のユーロ円預金」と「想定元本1億円の1年スワップ」との比較を行う。まず、両者の信用リスク相当額は次のようになる。

- ユーロ円預金 1億円
- 1年スワップ 1億円×0.5%=50万円

必要自己資本額は、「信用リスク相当額×取引相手のリスクウェイト×8%」で計算されるので<sup>1</sup>、現物取引の必要自己資本額が、全く同じ経済効果の得られるデリバティブ取引(スワップ取引)の200倍にも達することが分かる。

図表1 信用リスク相当額算出時の掛目(オリジナル・エクスポージャー方式<sup>2</sup>)

取引の区分	契約期間	掛目
外為関連取引	1年以内	2.0%
	1年超	(3.0%×契約期間の年数) -1.0%
金利関連取引	1年以内	0.5%
	1年超	(1.0%×契約期間の年数) -1.0%

#### (3) 高いアベイラビリティ

現物取引の場合、市場に出回っている株式・債券を利用するしかない。しかし、デリバティブ取引では、個々の投資家ニーズに対応したキャッシュ

フローを自由に創出できるのである。つまり、取引の自由度の高さがデリバティブ隆盛の原因の一つであるといった説明も納得性が高い。

## 2. 株式市場への影響

### (1) 株価指数先物取引

日経225先物は、わが国の株式市場における代表的なデリバティブである。この日経225先物が「尻尾(先物)が犬(現物)を振り回している」と悪玉扱いされたのは、90年以降の一方的な下落相場(いわゆるバブルの崩壊)においてであった。しかし、その後の議論を概観すると、先物そのものよりも、先物のインデックスとなっている日経225指数に欠陥があるとの認識が広まってきた。つまり、株価の単純平均をベースにした指数を採用していることが、そもそもの間違いというのである<sup>3</sup>。

株式市場には、冒頭に述べた効率的資金配分の達成のために、適正価格の発見機能が期待されている。つまり、企業の将来の収益見込みに応じて、合理的に株価が決定されるような仕組みが成り立っていることが求められているのである。ところが、株価の単純平均をベースにした指数を対象とする(裁定取引などに関わる)インデックス・ファンドの売買は、個別銘柄のファンダメンタルズを無視した取引のために、合理的な価格形成を歪める可能性がある。例えば、日経225のインデックス・ファンドの場合、各銘柄の購入量は等株数になるため、約300円(95年7月末)の新日鉄は、約3000円の東洋製罐に比べて時価総額では約4倍に達するのに、ファンドへの組み入れ金額比率は約1/10にしかならないのである。過去数年間、

<sup>1</sup>取引相手のリスクウェイトとは、取引相手の信用力に応じた掛目のことである。金利スワップの場合、本邦地方公共団体10%、邦銀20%、一般事業法人50%となっている。

<sup>2</sup>契約締結時に、取引相手の債務不履行による損失額を、名目元本額に掛目をかけてエクスポージャーを計算し、その後は時価評価(mark to market)しない方式である。

<sup>3</sup>世界各国の代表的な指数先物およびオプションで、株価の単純平均をベースにした指数を採用しているのは、日経225先物とオプションだけである。

先物の取引量は現物を大きく上回っている。こうした状況下では、先物（裁定）取引に絡む現物の売買が相当量発生して、現物の価格形成を歪めている可能性が高いことは容易に想像できよう。

また、日経 225 指数においては、値嵩株の寄与率が高いことを利用して、指数操作が行われていたといった指摘もある。具体的には、①予め先物やコールオプションの売りによってフロントランニングポジション<sup>4</sup>を作ると同時に、値嵩株を購入する（疑似的な裁定ポジションの形成）。②相場が弱気な状況であることを確認すると、③値嵩株の売却により現物指数を下げることで先安感を煽り、④裁定解消条件（先物価格<先物理論価格）になったところで先物を買戻し（疑似裁定ポジションを解消）して利益を得る、といった一連の流れとして説明される。

こうした指数操作性に対処するために、日経平均の構成銘柄入れ替え<sup>5</sup>が行われたが、根本的解決には至らず、日経 225 先物・オプションの廃止を前提に、時価総額をベースとした日経 300 先物・オプションが 94 年 2 月に登場した。

## (2) 日経平均リンク債

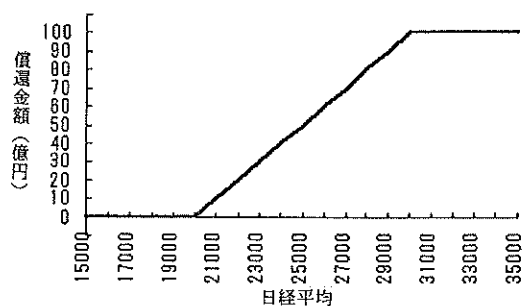
日経平均リンク債は、通常の利付債券よりクーポンが高い代わりに、償還元本が日経平均に連動して変動するような債券で、低金利期に広く投資家が購入した店頭取引商品である。

この商品は通常の利付債券と日経平均のプットオプションの売りを合成した債券で、債券のクーポン収入にオプション料を加えて受け取れる代わりに、株価下落リスクを負っている。販売された当時は、まだ株式相場に先高期待があったことに加え、この商品に内蔵されているオプション価値の評価方法があまり実務面で普及していなかったことなどから、投資家のリスク管理が十分とは言

えなかった。

一方、この商品を販売した証券会社は、プットオプションを別の投資家（日本株の下落をヘッジするニーズのある欧米の投資家など）に転売するか、先物の買建てによりポジションをヘッジする必要が生じる。後者の場合、この手の商品の販売時期が分散されていても、株価変動に伴うポジション調整（株価が上がると先物を買ひ、株価が下がると先物を売る）は同時に起こる。従って、例えば、株価が下がり市場が弱気になった場合には、証券会社は先物を一斉に売ることになる。このような売りが大量に出ると、通常、先物価格は下落する。すると、現物価格も下がり、さらに先物の売りを誘うため、株価のスパイラル的な下落が起こる可能性がある。92 年に 20,000 円割れして安値をつけた株価の暴落は、この取引も一因と言われている。

図表 2 日経平均リンク債の償還金額



(注) 行使価格 30000 円のプットオプションを内在した日経平均リンク債に 100 億円投資した場合の償還金額で、20,000 円ではゼロになる。

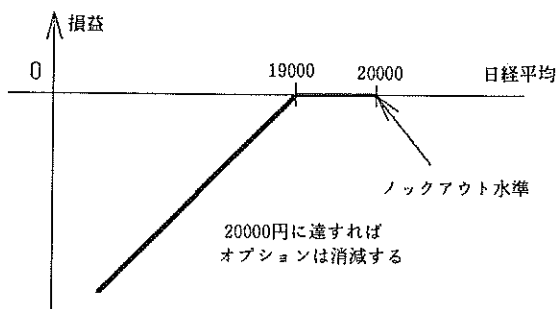
## (3) 日経ノックアウト・プットオプション

このオプションは、通常のプットオプションに、ノックアウト条件（事前に取り決めた水準に株価が達した場合に、オプションが消滅する取り決め）が設定してある商品である。投資家がオプション料を獲得するために、こうしたノックアウト・オ

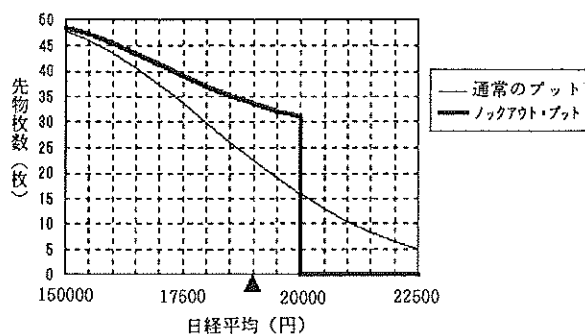
<sup>4</sup>意図的な相場操縦に先立って形成するポジション。米国では、フロントランニングは違法行為として取り締まりの対象となっている。

<sup>5</sup>91 年 10 月に 6 銘柄（松坂屋、片倉工業、松竹など）92 年 10 月に 3 銘柄（合同酒精、大東紡、高島屋）、合計 9 銘柄が除外された。主に値嵩・小型株である。

図表3 日経ノックアウト・プットを売却した場合の損益（オプション料は除く）



図表4 額面10億円のプットをデルタ・ヘッジするのに必要な先物買いポジション



プットを売却するケースが見られる。取引相手の証券会社は、このようなオプションの買いポジションになることが多く、そのポジションをヘッジするための売買が、次のような仕組みで相場の上昇を妨げる要因になっている可能性がある。

証券会社は先物の買建てによりポジションのヘッジ（いわゆるデルタ・ヘッジ<sup>6</sup>）を行っている。ザラ場で株価がノックアウト水準を超えると、ヘッジ対象のオプションが消滅するため、買い建てていた先物を売却してヘッジを外す必要がある。しかし、ノックアウト条件は、通常、終値基準で設定されているため、終値がノックアウト水準を下回れば、再び先物を買って建てる必要が生じる。このような場合、証券会社は結局ノックアウト水準の上で先物を売り、ノックアウト水準の下で先物を買戻すことで、予想外の収益を得ることになる。

従って、証券会社には、終値がノックアウト水準以下になるように株価にインパクトを与えるインセンティブが働くものと想像される。

### 3. 金利市場への影響

#### (1) スワップ市場

円金利市場においてスワップ市場の形成は86年頃と言われており、間もなく10年になろうとしている。そして、金融機関をはじめとする市場参加者に、スワップ取引が徐々に浸透するにつれ、金融市場では幾つかの変化が見られるようになった。

##### ①市場間の裁定が活発化

スワップの登場により、固定金利と変動金利の区別は、事実上その意味を失った。なぜなら、スワップ取引を利用することにより、固定金利から変動金利、変動金利から固定金利へ容易に変更可能となったからである。

これにより、資産運用の側から見れば、変動利付債券を買うことと、固定利付債券を買ってスワップ契約を結ぶこと（図表5）とは全く無差別となった<sup>7</sup>。また、資金調達側から見れば、固定利付債券を発行してスワップ契約を結ぶこと（図表6）により、変動利付債券を発行したのと全く同じ経済効果が得られるようになったのである。

このようなことから、あらゆる債券・貸付・借入の金利をいったん変動金利（LIBOR）にスワップすることを考え、その場合に得られる「LIBOR + スプレッド」により、様々な案件の比較を同じ土俵で行うことが可能となる。つまり、様々な金利を、「LIBOR + スプレッド」のスプレッド部分（以下、LIBOR スプレッド）の大小で統一的に評価できるのである（図表7、8、9）。

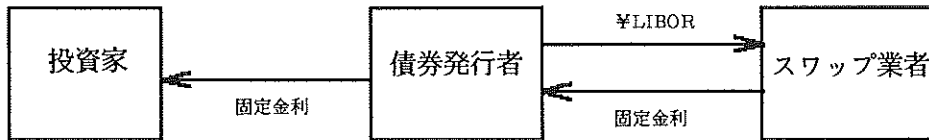
資産運用のために LIBOR スプレッドを利用す

<sup>6</sup>原資産価格の変動に対する感応度（デルタ、詳しくは P44 の脚注を参照）に基づいて、先物をダイナミックに売買するヘッジ手法。  
<sup>7</sup>スワップ契約に信用リスクが全く伴わなければ、完全に無差別だが、厳密に言えば無差別でない。

図表5 固定利付債を購入し、変動金利にスワップ



図表6 固定利付債を発行し、変動金利にスワップ

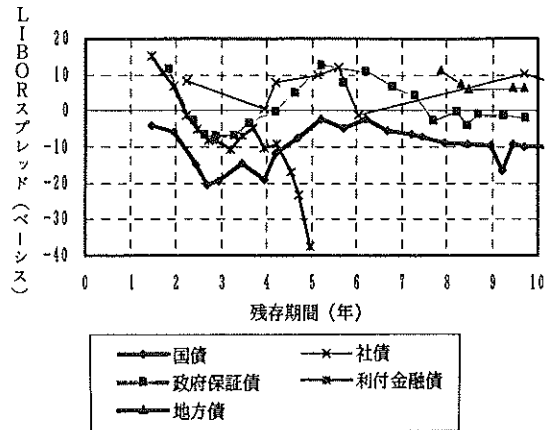


図表7 円金利資産のLIBOR スプレッド比較表 (平成7年7月11日現在)

	残存期間	クーポン	最終利回り	スプレッド
超長期国債 第28回債	20年	5.00%	3.35%	-10ベース
長期国債 第178回債	10年	4.40%	2.90%	-10ベース
第174回債	9.2年	4.60%	2.80%	-17ベース
第145回債	7年	5.50%	2.57%	-5ベース
第129回債	5年	6.40%	1.96%	-8ベース
第119回債	4年	4.80%	1.60%	-19ベース
第106回債	3年	4.90%	1.18%	-21ベース
第101回債	2年	3.90%	1.02%	-6ベース
政府保証債 第722回債	10年	4.50%	2.97%	-2ベース
第683回債	7年	5.60%	2.71%	7ベース
第650回債	5年	6.30%	2.06%	5ベース
地方債 (東京都債) 第499回債	10年	4.50%	3.06%	6ベース
第484回債	8年	3.70%	2.99%	6ベース
利付金融債 (興銀債) 第551回債	5年	2.20%	1.79%	-37ベース
第536回債	4年	3.50%	1.66%	-5ベース
第526回債	3年	4.20%	1.35%	-8ベース
第515回債	2年	5.40%	1.15%	7ベース
長プラ貸出 3.10%	10年			7ベース
	7年			36ベース
	5年			91ベース
日生版長プラ (5年以上) 3.40%	10年			36ベース
	7年			66ベース
	5年			121ベース

(注) スプレッドは、6カ月LIBORに対するスプレッドである。

図表9 LIBOR スプレッドの期間構造

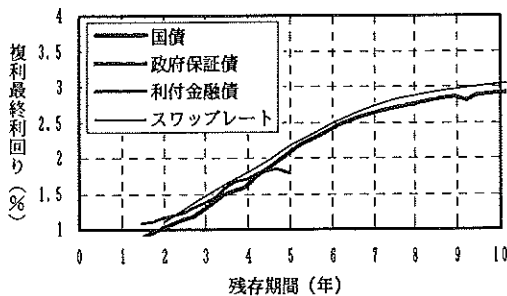


る場合、スプレッドが、当該債券・貸付の信用リスクと流動性リスク<sup>8</sup>を含んでいる点を考慮することにより、効率的な銘柄選択を行うことができる。

また、資金調達を行う場合も、LIBOR スプレッドの比較により、コストの最も低い調達方法を選択できる。例えば、ある企業に期間5年の資金調達ニーズがあり、次の3つの選択肢がある場合を考える。ただし、5年スワップレートは2.16% (平成7年7月11日) とする。

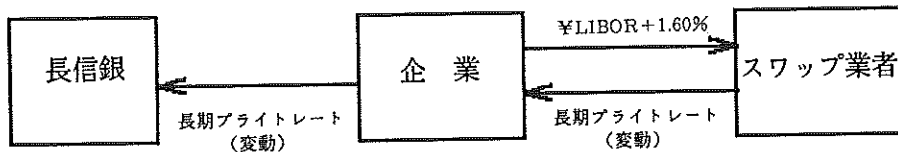
【選択肢1】クーポンが年2.30%の社債を発行する。

図表8 最終利回りの期間構造

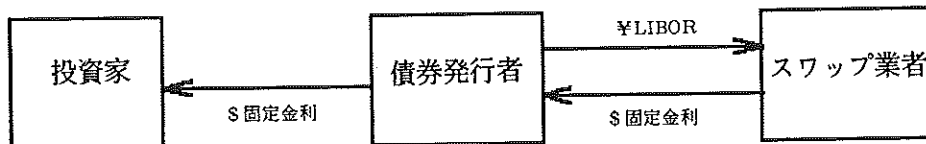


<sup>8</sup>信用リスクは、当該債券・貸付が貸倒になるリスク。流動性リスクは、当該債券・貸付を現金化する際に発生するコストに関するリスク。最近、デリバティブの流動性リスクの大きさが、しばしば指摘されるようになっている。ただし、ここで言う流動性リスクは債券のそれを指している。

図表 10 長期プライムレート（変動）スワップを利用



図表 11 ドル建の債券による円資金調達



〔選択肢 2〕都市銀行から LIBOR + 1.20% の変動金利借入を行う。

〔選択肢 3〕長期信用銀行から長期プライムレート（変動）3.10% の借入を行う。

選択肢 1～3 の LIBOR スプレッドは、以下のようになる。

〔1〕0.14% 5年スワップレートが 2.16%  
 なので、2.30% のクーポンを LIBOR にスワップすると、0.14%  
 (2.30% - 2.16%) のスプレッド

〔2〕1.20%

〔3〕1.60% (図表 10)

従って、この企業は社債発行による資金調達をすべきであることが分かる。また、この企業が変動金利による資金調達を希望する場合、〔選択肢 2〕ではなく、社債を発行してスワップ契約を結ぶべきである。

この例では、同一期間の案件を比較したが、異なる期間の案件を比較することも可能である。ただし、その場合、LIBOR スプレッドが信用リス

クを反映した数字になる点を考慮する必要がある。

スワップ取引の浸透とともに、LIBOR スプレッドを活用した運用・調達を行う投資家や企業が増加している。その結果、各企業の資金調達コストは、その調達方法に依らず同一の水準に収束し、債券についても信用リスク・流動性リスクを反映した合理的な価格形成が行われる方向にあるように見受けられる<sup>9</sup>。

これまで説明してきた円金利（同一通貨の金利）同士のスワップ取引は金利スワップと呼ばれている。これに対して、円金利と海外金利（異国通貨の金利）を交換するスワップ取引は通貨スワップと呼ばれ、金利スワップ市場とともに拡大が続いている。通貨スワップの利用により、海外市場で「為替リスクのない」運用・調達が可能になる（図表 11）。このため、市場間の裁定は、国境を越えて広く行われている。

## ②債券市場への影響

金融機関の ALM によるリスク管理が叫ばれている中で、都市銀行にとり、金利上昇リスクへの対応が必要不可欠になりつつある。

<sup>9</sup>もっとも、債券については、必ずしも信用リスクを反映した価格形成が行われていないという指摘もある。例えば、期間 5 年の利付金融債は、同期間の国債よりも割高に買われている。

なぜなら、都市銀行は短期の資金を調達し、長期の貸付で運用する形態をとっているからである。スワップが登場するまでは、債券の空売りが金利上昇リスクをヘッジする唯一の方法であった<sup>10</sup>。ところが、周知のように債券の空売りには大きな制約が存在していた。

しかし、スワップ登場以降、固定金利支払・変動金利受取のスワップ取引により、金利の上昇リスクを極めて容易にヘッジすることが可能となった。このため、スワップは金融機関のALMに絶対、欠かせない手段となっている。

その反面、スワップ市場をリスク・ヘッジのために利用している銀行の行動が、金融市場に悪影響を及ぼしているとの指摘もある。それは、銀行のリスク・ヘッジニーズが高まって、スワップレートが上昇傾向にある場合に、スワップレートの上昇が債券市場の金利上昇の呼び水となって債券価格の下落を誘発し、さらに債券価格の下落が再びスワップレートを押し上げ、その上昇スピードを加速させる悪循環に陥るといえるものである。

## (2) 債券市場

債券のデリバティブとしては、長期国債先物取引が大きな市場規模になっている。この先物は、取引最終日に現物決済が認められているため、受渡適格銘柄の中で最割安銘柄<sup>11</sup>との価格連動性が高い。しかし、債券価格が現物・先物ともに金利を基準としているため、現物が他の金利商品の影響を受けても、先物が現物を振り回すような現象はあまり見られない。もちろん、レバレッジ効果のため、単純な投資でもリスクが付きものである点は、他のデリバティブと同じである。

また、債券先物の上場（85年10月）以降、残存年数の短い受渡適格銘柄が本来の残存年数より短い債券として振る舞う傾向がある。これは、先物主導の価格形成が行われる場合、「現物価格＝先物価格÷コンバージョンファクター（CF）」の算式を使って、現物債券との交換比率で価格付けされることによるものである。このとき、受渡適格銘柄の収益率は先物の収益率に等しくなる。

## II デリバティブ取引に関わる失敗

デリバティブ取引の主な目的は、ヘッジ、投機<sup>12</sup>、裁定の3つが考えられる。現在保有している資産もしくは取引に関わるリスクを低減させる行為がヘッジ、レバレッジ効果でリスクを増やす見返りに高いリターンを追求する行為が投機、そしてデリバティブと現物の理論価格からの乖離を利用して利鞘を得る行為が裁定である。

一般企業がデリバティブ取引を行う場合、大抵はヘッジか投機が目的になるはずである。（売買手数料の負担を余儀なくされている一般投資家にとって、裁定は困難である。）企業が、本来業務とは関係のない投機を行うことの是非はさておいて、この取引目的が不明確であると、ヘッジ目的の取引に収益性を求めるような、本末転倒な取引を行いかねない。わが国でも、ヘッジ目的で行った為替先物予約の損失計上を嫌い、決済を先延ばしした結果、大きな損失を発生させた事例がある<sup>13</sup>。

また、取引目的が明確であっても、デリバティブには、リスクの実態を分かりにくくしたり、リスクを急激に増減させる特質があるため、デリバティブの適正価値を評価する技術や、責任所在の

<sup>10</sup>85年10月に上場された国債先物を売り建てる方法もある。

<sup>11</sup>決済日に長期国債先物と交換可能な現物国債を受渡適格銘柄という。最割安銘柄は先物と交換する上で（先物の売り手にとって）最も有利な受渡適格銘柄。

<sup>12</sup>「スペキュレーション（投機）」と「投資」は、意思決定プロセス、時間的視点、請け負うリスク量などの違いにより区別される。すなわち、比較的少ない情報で、比較的小規模に、多大なリスクをとる場合をスペキュレーションと呼ぶ。

<sup>13</sup>為替先物予約の延長により、含み損が生じている先物契約を期日が来ても決済せず、損失を先送りする取引慣行をHRR（ヒストリカル・レート・ロールオーバー）と呼ぶ。HRRは95年3月から原則として禁止された。



明確なリスク管理体制を整えていることも必要である。

デリバティブ取引に関わる失敗は、こうした、最低限の条件も満たしていないために発生したものが多くようである。ここでは、記憶に新しい日経平均先物によるベアリングズ社の「単純な失敗」による破綻、ギブソン・グリーティンクス、プロクター・アンド・ギャンブル、カリフォルニア州オレンジ郡などが損失を被った「レバレッジ・デリバティブ」商品の失敗、そして米国のヘッジ・ファンドの一つアスキ・ファンドの「流動性リスク」による破産を実例として取り上げ、その原因を考える。

さらに、バンカース・トラストと裁判で争っているプロクター・アンド・ギャンブル、和解したギブソン・グリーティンクスに関しては、それぞれの裁判の争点も紹介する。

図表 12 デリバティブ取引に関わる失敗例

	企業名	商品	金額
1993	昭和シェル	為替先物予約	1653億円
1994	豊島石油	為替先物予約	1525億円
	東京証券	通貨オプション等	320億円
	新日鉄化学	為替先物予約	141億円
	プロクター・アンド・ギャンブル(米)	金利スワップ	1億5700万ドル
	インバスター・エクイティ生命保険(米)	債券先物	9000万ドル
	エア・プロダクツ・アンド・ケミカルズ(米)	金利スワップ	7400万ドル
	ギブソン・グリーティンクス(米)	金利スワップ	5600万ドル
	カリフォルニア州オレンジ郡(米)	仕組み債券	15億ドル
	スイス銀行(スイス)	通貨スワップ	1億4375万フラン
	アスキ・ファンド(米)	CMO	—
1995	ベアリングズ(英)	日本株オプション	10億ドル
	日本証券	金利スワップ	119億円

\*1994年12月末時点の対顧客電信売相場  
1ドル100.85円、1スイスフラン76.95円、1ポンド159.82円

### 1. 単純な失敗

ベアリングズ社の破綻事件の内容は、非常に単純である。取引したデリバティブは上場されている「日経平均先物」で、取引量も大きく、時価の把握は容易で、自己のポジションをリアルタイムでも管理できる商品である。結局のところ、内部管理体制が不十分で、全社的なポジション管理が

行われていなかったことが原因である。たった一人の若手トレーダーが非常に大きな投機的ポジションを作っていたが、決済責任者も兼ねていたため、上位管理者の監視も手薄であり、かなり自由に取引を執行できる状況にあった。

従って、ポジションの把握とリスクコントロール、牽制機能が全く機能しない状態にあり、野放しで大きなポジションを積み上げたことが、結局ベアリングズを崩壊させた。この事件の教訓は単純で、本社のリスク管理が不十分な中で、ハイリスク運用を許してしまったところにある。その背景としては、イギリスのマーチャント・バンクという伝統的な業態において、証券業務(トレーディング)のリスク管理体制構築が、いかに難しいかを露呈したケースと言えよう。

### 2. レバレッジ・デリバティブ

金利関連のレバレッジ・デリバティブによる損失例は非常に多い。米国ではカリフォルニア州オレンジ郡、ギブソン・グリーティンクス、プロクター・アンド・ギャンブル(以下P&G)などが大きな損失を被っている。

#### ①オレンジ郡

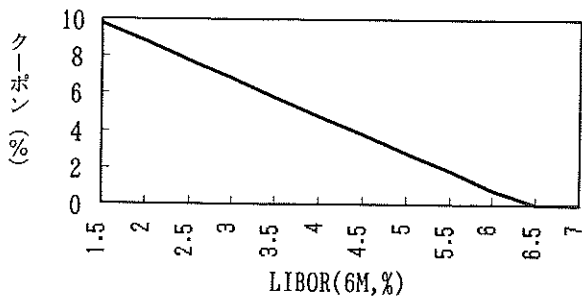
オレンジ郡が損失を被ったインバース・フローティング・ノート(逆変動利付債)は、次の様な仕組みの債券である。

[インバース・フローティング・ノートの実例]

発行条件:

- 額面 100 百万ドル
- 満期 2 年
- クーポン 12.77% - 2 × LIBOR(6M)
- 金利更改 半年
- 最低クーポン 0%

図表 13 インバース・フローティング・ノートのクーポン変動



インバース・フローティング・ノートは、クーポンが金利上昇時には小さく、下降時には大きくなるように設計されている（図表 13）。また、この事例では、LIBOR の変化の影響を 2 倍、受けるようになっている。LIBOR 金利が下落すると良いが、逆に、上昇した場合には、クーポンが小さくなる上に、価格下落も大きくなる。LIBOR 金利が 6.5%まで上昇すると、ゼロクーポン債になってしまう。

オレンジ郡の場合は、金利低下の予測に基づきインバース・フローティング・ノートを購入したが、金融引き締めの影響で金利は上昇し、多額の損失を出す結果となった。損失の原因は、投資を目的としながら、投機的取引を行ったことと、時価評価・リスク管理体制の不十分さによるものである。

## ②ギブソン・グリーティングス

ギブソンがバンカース・トラストと行った取引は、以下に示すようなトレジャリー・リンク・スワップである。これは、米国債の短期金利と長期金利の水準や、スプレッドを用いて、交換するキャッシュフローの大きさを決定する仕組みのスワップである。

〔トレジャリー・リンク・スワップの実例〕

取引条件：

●満期 8 カ月

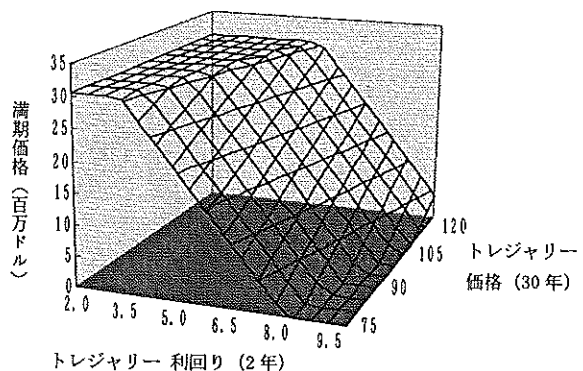
- クーポン
  - 〔支払 LIBOR
  - 〔受取 LIBOR + 200bp
- 満期時
  - 〔支払 30 百万ドル
  - 〔受取 30.6 百万ドル or 次式の金額のいずれか少ない額

●満期金額式 (T はトレジャリー)

$$30 \text{ 百万ドル} \times \left( 1 - \frac{103 - T \text{ 利回り (2年)} - T \text{ 価格 (30年)}}{4.88\% \times 100} \right)$$

ギブソンが契約したトレジャリー・リンク・スワップは金利が上昇しないことを前提にした取引であった。実例を見ても分かる通り、金利が上昇すると満期時の受取価格が低くなり、多大な損失を被ることになる（図表 14）。

図表 14 トレジャリー・リンク・スワップの満期価格変化



ギブソンの場合もオレンジ郡と同様、独自にブラッシングできないほど複雑な商品に安易に手を出した上に、リスク管理体制の不備、責任の所在の不明確さにより損失が発生、拡大したものである。

## ③ギブソンと P&G の訴訟

ギブソンと P&G はバンカース・トラストを相手に訴訟を起こした。これらの訴訟は、今後デリバティブをエンド・ユーザーとして利用する企業

にとって参考になると思われる。

ギブソンとバンカースの争点は、「ギブソンがデリバティブ取引のアマチュアであり、商品理解、時価把握、リスク管理を十分に行うことができないことを知りながら、バンカースが十分な情報提供を行わなかった」という点である。結果として両社は和解に到ったが、これは、バンカースがギブソンに正確な時価情報を提供しなかったことがSECの調査で判明したためである。

一方、P&Gとバンカースの争点は、「商品に対する情報提供が十分であったか否か」である（P&Gが契約した取引はレバレッジが90倍以上であった）。P&Gは、デリバティブのエンド・ユーザーとして十分なノウハウを持っており、プロフェッショナルと一般に判断されている。従って、ギブソンの場合とは異なり、バンカースとP&Gが同様に和解に至るかどうかは分からない。

これらの結果をふまえ、バンカース・トラストは、ニューヨーク連邦準備銀行と非常に投機的なものになりやすいレバレッジド・デリバティブ・トランザクション（LDT）に関し、合意書を締結した。以下にその内容を示す。

- (1) 顧客がLDTを行う場合、この顧客がLDTの本質、重要な要件、条件、及びリスクを理解する能力があることを合理的な範囲で確認するように努力する。
- (2) 顧客に対して、取引の本質、重要な要件、条件、及びリスクを理解するために十分な情報を提供する。
- (3) LDTの値付け、評価方法について合理的な範囲で透明性を保つ。
- (4) LDTビジネスを行う上での管理・監督体制を強化する。
- (5) 取締役会のメンバーによる委員会を設立し、この合意内容が順守されていることを監視す

る。

- (6) LDTの販売及びマーケティングのための研修を増やす。
- (7) LDTの審査に関して、追加の方針と手続きを策定する。
- (8) LDTの内部監査体制を強化する。

### 3. 流動性リスク

「アスキンのファンド」（デービット・J・アスキンの代表）は、住宅抵当債権（ホーム・モーゲージ）を担保とした証券（モーゲージ証券）に投資する精緻なモデルを売り物にしていた。一時は運用資産が20億ドルあったが、94年春に破産した。

アスキンのファンドは、PO（Principal Only）、IO（Interest Only）と呼ばれているモーゲージ証券を使って投資を行っていた。

PO、IOの仕組みを簡単に説明すると、POはパススルー証券<sup>14</sup>の元本部分だけを集めた証券、IOは利息部分だけを集めた証券である。金利低下局面では、期限前償還が増加して元本償還が増えるため、POは増収、IOは減収になる。逆に金利上昇局面では、POは減収、IOは増収になる。

アスキンのファンドは、PO、IO両方を大量に購入して、理論的にはヘッジされているポジションをとっていた。しかし、実際にモーゲージ市場が暴落したとき、証券毎にキャッシュフローが異なっているPO、IOは市場から取り残され、流動性が枯渇した結果、期待通りにはヘッジ機能が働かなかったのである。

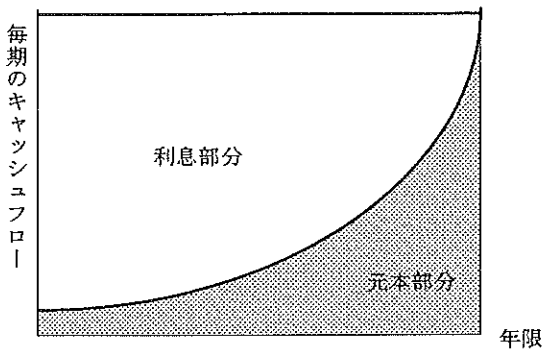
デリバティブ取引による損失のほとんどは、投機的取引を行って、相場が予想の反対方向に動いた場合や、（オペレーション）リスク管理システムの不備、投資目的の不明確、責任者不在などによるものが多い。しかし、このアスキンのファン

<sup>14</sup>住宅ローンを担保として発行されるモーゲージ証券。

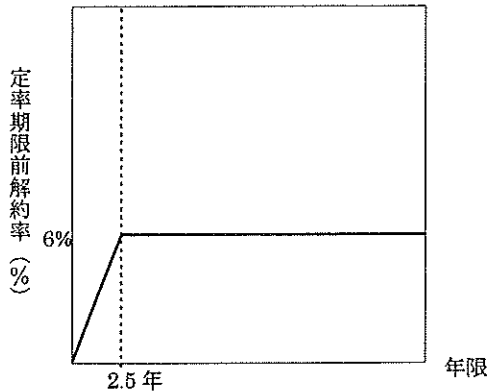
ドの場合、流動性リスクという他に例のない原因で、損失が発生したものである。このように理論的にヘッジされた資産であっても、暴落などの極限状況において、ヘッジが実際には機能しない場合があるため、特に流動性の劣る資産を保有する場合には、売却までに要する日数を考慮した損失額を想定した管理を行う必要がある。

図表 15 PO, IO の仕組み

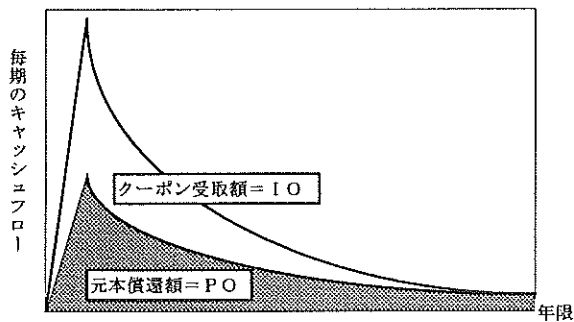
a. パススルー証券のキャッシュフロー



b. 定率期限前解約率



c. PO, IO のキャッシュフロー



aに示すようなパススルー証券のキャッシュフローと、bの解約率から、クーポン受取額(=IO)と元本償還額(=PO)はcのようなキャッシュフローを持つ。

デリバティブに関わる多くの失敗は、運用担当者が許容限度を超えるリスクをとり、そのことを上位の管理者が把握できなかったことに直接の原因がある。これは、デリバティブの教科書に出てくる「小難しい数式で書かれたリスク評価尺度」以前の問題であり、専門家からは「単純な失敗」との指摘がなされている。ベアリングズ社の破綻についても（おそらく、デリバティブはそれほど危険なものではないという趣旨であろうが）、「デリバティブの問題でなく管理の問題である」との見方が散見される。この事件は、デリバティブでは「単純な失敗」でも、致命傷になることをはっきりと示している。しかし、逆に見れば、最低限のリスク管理によって、この「単純な失敗」を回避できれば、損失の多くが避けられたことが分かるのである。

III デリバティブのリスク管理

デリバティブの種類は、先物、オプション、スワップの3つに大別することができる。しかし、店頭市場では、それらの単純な取引だけでなく、顧客の多様なニーズに応じて、テーラーメイドの複雑な商品が開発され、活発に取引が行われている。例えば、権利行使価格を原資産価格の過去平均値、最高値、最安値などに設定するタイプの経路依存型オプションのほか、複数のオプションを組み合わせた複合オプションなど、いわゆるエキゾチック・オプションの種類は無数にあると言ってよい。こうしたデリバティブの評価には、もはやブラック・ショールズ式<sup>15</sup>では不十分で、業者ですらプライシングが困難な商品も多く、適切なリスク管理を行うのは容易ではない。また、多様なデリバティブを取引する投資家（ユーザー）の

<sup>15</sup>1973年に米国のブラックとショールズが開発した、オプション価格の評価式。

取引目的やニーズ、さらにはデリバティブに関する知識や技術レベルも様々である。従って、「デリバティブ取引に求められるリスク管理のあり方」を、一概に定義することは不可能である。

しかし、大胆に幾つかの前提を置いて、リスク管理のあるべき姿について整理を試みたい。

ユーザーには、原資産から発生する損失をヘッジする目的で、先物や金利スワップを利用する場合がある。このようなユーザーは、デリバティブのデルタ<sup>16</sup>が1以下で、ネットのエクスポージャー<sup>17</sup>を減少させる取引をしているため、想定元本だけを定期的に管理することで足りる場合が多いと考えられる。さらに、ヘッジ目的で、キャップやフロア<sup>18</sup>といったオプションを利用する場合にも、レバレッジ<sup>19</sup>が限定されているものであれば、損失が限定されているため、デリバティブ業者から定期的に時価情報を入手することを怠らなければ十分であろう。しかしながら、レバレッジの大きいオプションや、エキゾチック・オプションのように複雑なペイオフ（損益曲線）を持つデリバティブを利用する場合、さらに大規模な取引を日常的に行うユーザーは、金融機関並みのリスク管理体制が要求されることになるだろう。以上、利用レベルに応じてリスク管理体制も高度化していかなければならないことになる。

このように、デリバティブを積極的に活用していかうと考えるユーザーに対する指針として、各種報告書（G30 報告書<sup>20</sup>、バーゼル銀行監督委員会報告書「金融派生商品のリスク管理に関するガイドライン」<sup>21</sup>「第2次 BIS マーケット・リスク規

図表 16 利用レベルに応じて要求される  
リスク管理レベル

利用レベル	利用目的および デリバティブの種類	利用頻度 利用規模	最低限のリスク管理
低い	ヘッジ目的 単純な先物、 スワップ	単発的 小規模	定期的（例えば週に1度）に 想定元本を管理
中程度	ヘッジ目的 レバレッジの低い デリバティブ	継続的 中規模	日々の時価を把握 定期的にデルタを監視
高い	ヘッジ、投資目的 レバレッジの高い 複雑なデリバティブ	継続的 反復的 大規模	金融機関並みのリスク管理 日々VaRを計測 デルタ、ガンマを監視

制」、金融制度調査会報告書、日銀の報告書、フィッシャーレポート<sup>22</sup>など）が指摘しているリスク管理の考え方について、簡潔に整理したい。そして、銀行業界で鋭意、対応が図られつつある VaR<sup>22</sup>によるリスク管理を参考に、リスク管理技術について説明する。

## 1. エンド・ユーザーに求められるリスク管理指針

### (1) 独立したリスク管理部門

デリバティブは、リスクの状況を運用担当者以外の目から隠すことも可能なため、運用部門とは独立したリスク管理部門が、全ての取引とそのリスクを把握して、経営トップに直接報告する必要がある。

独立性が損なわれると監視の有効性が保たれないため、リスク管理部門が運用部門の一部であってはならない。また、経営トップへの報告も、途中で運用部門の意思決定者を經由するのは望まし

<sup>16</sup>本稿 P44 を参照。

<sup>17</sup>本稿 P44 を参照。

<sup>18</sup>事前に取り決めた金利（行使金利）よりも市場金利が上昇した場合に、いつでもその差額を受け取れるコールオプションを、キャップ（金利上限特約）と呼ぶ。キャップは、将来の金利上昇リスクをヘッジする目的で使用される。キャップとは逆に、金利下限特約のプットオプションをフロアと呼ぶ。

<sup>19</sup>デリバティブでは、投資資金の何倍にも相当する想定元本を取引できる。これをレバレッジ（てこ）効果と呼ぶ。

<sup>20</sup>各国の著名な金融人の集まりである G30 が、93 年 9 月に発表したデリバティブに関する報告書。デリバティブ管理においては指針とされる。

<sup>21</sup>ニューヨーク連邦準備銀行のピーター・R・フィッシャーが議長を務める作業部会が、94 年 9 月に作成したディスクロージャーに関する討議用ペーパー。

<sup>22</sup>本稿 P46 を参照。

くない。

リスク管理部門は、運用部門に対し、とり得るリスクの範囲を設定し、それが守られているかどうかを監視する。数字以外に、運用担当者のポジションからその意図を解釈し、必要に応じて運用担当者を確認することも、リスク管理の手法として有効である。

## (2) 限度枠の管理

リスク管理部門は、運用部門に対して、限度枠を設定し管理（その遵守を監視）することが最も基本的な業務である。運用部門がとり得るリスクの許容範囲は、「原資産、リスク指標、限度枠」の3つセットで、具体的に数字を使って示される必要がある。

- 原資産は、デリバティブのリスクの源泉で、スワップの場合は金利、TOPIX オプションの場合はTOPIX 指数がこれに当たる。
- リスク指標としては、最低限、エクスポージャとデルタ、さらにガンマを監視する必要がある。同じ原資産を持つ複数のデリバティブのリスク指標は、総合して管理し、必要に応じて個々のデリバティブのリスク指標を確認できるようにしておくが良い。
- 限度枠としては、エクスポージャの金額、デルタの値、ガンマの値のそれぞれにつき、許容範囲（上限、下限）を数字で明示する必要がある。

### ①デルタの限度枠

デルタは、原資産価格の変動に対するポジシ

ョン評価額の感応度(弾性値)<sup>23</sup>である。デルタがゼロであれば、原資産価格が変動してもポジション評価額が変わらないので、その瞬間はリスクがない。(しかし、デルタが当初ゼロでも、デルタの絶対値が急激に変化して、損失が大きくなることもあり得る。③のガンマを参照のこと)。

### ②エクスポージャの限度枠

元本にデルタを掛けたものがリスクの総量で、エクスポージャと呼ばれている。エクスポージャは通常、元本と一致しない。例えば、レバレッジの効果でデルタが1より大きい場合には、エクスポージャが元本を超えることがあり得る。また、デルタがゼロであれば、元本がどんなに大きくても、エクスポージャはゼロである。従って、元本でリスク管理を行う意味は乏しく、エクスポージャの限度枠を設定し、そこから逸脱しないよう厳格に管理する必要がある。

### ③ガンマの限度枠

ガンマは、原資産価格の変動に対するデルタの感応度(弾性値)である。

ポジションによっては、原資産の動きに従ってデルタが大きく動くことがあり得る。この場合、当初のデルタがゼロ(すなわちリスクがないポジション)であっても、短期間にデルタの値が大きくなり、その結果エクスポージャが増加して、損失も急増する傾向がある。従って、デルタの限度枠を補完する意味で、ガンマの限度枠を逸脱しないように管理することが重要である。

特にガンマが負の場合は、原資産価格が上下いずれに動いてもポジションの評価額が減り、損失

<sup>23</sup>日経平均を原資産とした場合を例に考えると、デルタは、

1. 資金の全てを日経平均採用銘柄に等株数投資すると1(この場合は日経平均が変動してもデルタが変わらない、すなわち、ガンマが0となる)、
2. 資金の半分を日経平均採用銘柄に等株数投資すると0.5、
3. 資金の2倍相当の日経平均先物を買建ると2、となる。

債券投資の場合、金利を原資産とすると、デュレーションがデルタに相当する。

オプションのデルタは、原資産の価格変動によって刻々と変化する。普通のコールオプションの場合、デルタは、

1. 原資産の価格が行使価格の周辺では約0.5、
2. 原資産の価格が行使価格を大きく下回る場合は0に近づく、
3. 原資産の価格が行使価格を大きく上回る場合は1に近づく、ことになる。

が拡大する（もしくは利益が減少する）ことがあり、注意を要する<sup>24</sup>。例えば、オプションの売りポジションは、ガンマが負のため、特に監視を強める必要がある。

### (3) ポジションの解釈と確認

リスク管理部門では、ポジションに表れている運用担当者の意図を常に把握していなければならない。ある運用担当者の行動に矛盾があってはならない。また、運用担当者相互や運用部門全体でも、ポジションが整合的でなければならない。さらに、運用担当者が数字では把握できないような潜在的リスクをとっていないか、日頃の行動からできるだけ早く発見する必要がある。

従って、リスク管理は限度枠の監視だけでは不十分である。運用担当者の意図を解釈し、少しでも不審があれば、速やかに説明や改善を求める必要がある。

### (4) 経営トップへの報告

リスク管理部門では、リスクの把握と、これを経営トップに迅速、正確に理解させることが、業務の両輪である。報告は、「原資産、リスク指標、部門」の3次元マトリクスで行う。また、報告内容は、まず全体像が把握できるようにし、段階的により細かいレベルの状況を示す方法が良い。

- 原資産の次元では、まず、原資産をいくつかの 카테고リーに大分類して、カテゴリー毎に集計

値を示す。次に、より小さいカテゴリーに分け、リスクを集計していく。カテゴリーは、例えば、日経平均先物と TOPIX 先物をまとめて、株式という原資産を考えることである。カテゴリーにまとめる段階で、リスク分散を考慮しても良い<sup>25</sup>。

- リスク指標の次元では、エクスポージャ、デルタ、ガンマを示す<sup>26</sup>。また、「原資産が一定値変動した場合の、評価額の変化」を示すと、デルタとガンマを同時に評価でき、リスクの概要を把握しやすくなる。
- 部門の次元では、まず全社、次に部門群毎、部門毎と段階的に細かくなりし、最も細かいレベルでは運用担当者毎のポジションやリスクを把握可能にしておく。

### (5) 経営トップのリスク把握

経営に及ぼすデリバティブのリスクの大きさを考えると、経営トップが直接リスクを管理することが必要である。

ベアリングズ社のケースでは、95年に入って損失が急拡大し、わずか2カ月余りで経営破綻に至ったが、この例からも、デリバティブの監視が月ベースでは不十分で、日々ベースのリスク把握が望ましいことが分かるだろう。

従って、遅くとも、毎営業日の朝一番には、前日の全社や部門毎のエクスポージャ、デルタ、ガンマなどが、経営トップに報告されなければならない。

<sup>24</sup>例えば、ストラドル（同じ限月で、同じ行使価格のコールオプションとプットオプションの組み合わせ）の売りポジションは、原資産価格が行使価格の周辺にあれば、デルタが0に近いと、リスクは小さいと評価される。しかし、原資産価格が、そこから上下いずれかの方向に動くと、急激にデルタの絶対値が大きくなり、損失が拡大していく。

このポジションでは、デルタで見る限り、リスクがないと思われた行使価格の周辺で、ガンマはマイナスとなっている。従って、ガンマに着目することで、このリスクを把握し管理できる。

もっとも、いくつかのポジションが合成されて、意識せずに、実質的にストラドルの売りポジションが作られている場合には、このリスクが見過される可能性がある。しかし、この場合にもガンマによって、リスクを発見し管理することができる。

<sup>25</sup>異なる商品や資産を1つのカテゴリーにまとめる場合、個々のリスクを単純に合計する方法が考えられる。しかし、商品もしくは資産間の相関が、完全相関関係（相関係数が1）でない場合は、いわゆる分散効果があるため、トータルリスクは単純合計よりも小さくなる。しかし、相関係数が安定していないような場合は、保守的評価の観点から、相関を考慮せずに単純合計をもって、総リスクとするのが適切といった解釈もある。金利関連の原資産は、期間別にカテゴリーを設けるべきである。

<sup>26</sup>理想的には、経営トップがエクスポージャ、デルタ、ガンマを理解していることが望ましい。しかし現実には、そういったリスク指標を集約して計算される VaR のような、より直観的に理解しやすい形に翻訳して、報告を簡略化することも止むを得ない。

## 2. リスク管理の具体的方法

前節で説明した通り、理想的なリスク管理としては、毎日、会社全体のリスク資産に関わるエクスポージャ、デルタ、ガンマを計測し、経営トップに報告することが求められる。しかし、実際には「コスト対効果」を考慮して、合理的なレベルでリスク管理体制が構築されるはずであり、その場合には、VaRを第一ステップのリスク指標として導入するのが適切と思われる。

そこで、本稿の最後として、VaRによるリスク管理方法について具体的に説明したい。

### (1) VaRとは

#### ① VaRの定義

VaR (value at risk) は、対象とするポートフォリオに関して、ある保有期間中に、一定の確率で発生する可能性のある最大損失額を、統計的に推計したリスク指標である。このVaRは、前節で説明したエクスポージャ、デルタ、ガンマなどのリスク指標と並列関係にあるのではなく、それらのリスク指標を集約して1つの値として表現したものである。

#### [VaRの定義とエクスポージャ、デルタの関係]

$$\begin{aligned} \text{VaR} &= \phi \times \sqrt{\tau} \times \sigma_p \\ &= \phi \times \sqrt{\tau} \times (A \times \Delta \times \sigma_f) \\ &= \phi \times \sqrt{\tau} \times (E \times \sigma_f) \\ &(\because \sigma_p = A \times \Delta \times \sigma_f = E \times \sigma_f) \end{aligned}$$

- $\phi$  : 信頼区間係数 (正規分布における確率と標準偏差の倍率の関係で与える。例えば、確率1%の場合2.33倍、5%の場合1.64倍)
- $\tau$  : ポートフォリオ保有期間
- $\sigma_p$  : ポートフォリオ価値の変動の標準偏差
- $\Delta$  : デルタ (リスクファクターに対する感応度)

$\sigma_f$  : リスクファクターの標準偏差

● A : ポートフォリオ価値 (想定元本)

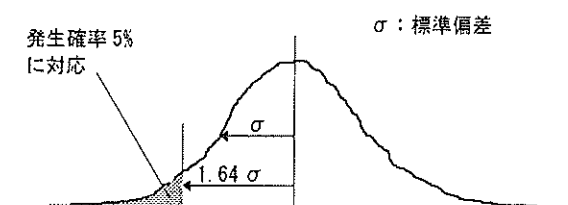
● E : エクスポージャ

#### ② VaRの計算方法

VaRを計算するには、主に2つの方法がある。一つは、「シミュレーション法」と呼ばれる方法で、モンテカルロ・シミュレーション<sup>27</sup>により市場(リスクファクター)シナリオを発生させ、それに基づきポートフォリオ価値を評価し、最終的に得られる分布からVaRを判定するものである。例えば、1万回のシミュレーションを行う場合、1%の確率で発生する最大損失額(すなわちVaR)は、ポートフォリオ価値の分布の下から100番目の値に対応する。

もう一つの方法は、「マトリックス法」と呼ばれる方法である。これは、ポートフォリオ価値とリスクファクターの関係を上述の通りにモデル化し、「ポートフォリオ価値の変動率が正規分布に従う」との仮定を置いて、計算により求める方法である。正規分布では、平均から標準偏差の1.64倍以内になる確率は90%であることが知られている。損失だけに注目する場合、分布の片側のみを考慮することになるので、標準偏差の1.64倍は、95%の確率でカバーできる(逆に言えば、5%の確率で発生するであろう)VaRに対応するのである(図表17)。

図表17 正規分布とVaRの関係



<sup>27</sup>乱数を使って、確率的な現象をコンピュータ上で再現することにより、その平均的な姿を推計する方法。



(2) マトリックス法による VaR 計算モデル構築  
 以上の予備知識をもとに、円金利資産ポートフォリオを対象とした VaR 計算のためのモデル構築手順を説明する。

モデルは、マトリックス法に従い、図表18に示す手順で構築した。

①データ

6 カ月、12 カ月ユーロ円預金金利、2 年、3 年、4 年、5 年、7 年、10 年のスワップ金利を使用。なお、6 カ月より短い金利（1 日、1 週、1 カ月、2 カ月、3 カ月）も対象とするのが望ましいが、ここでは簡便な計算手順を示すことが目的なので省略する。

②推計期間

95 年 7 月 6 日までの 50 週の週次データ。日次データから推計した分散・共分散の値を、評価日数に応じて変換（例えば、1 週間の分散・共分散は 5（営業日）倍）して利用するのが一般的である。しかし、金利変動の独立性を考慮すると、必ずしも日次データによる計算が適切とは言えない。ここでは、2 週間の VaR を計算することが目的

なので、計算コスト節約のため、週次データにより計算することにした。

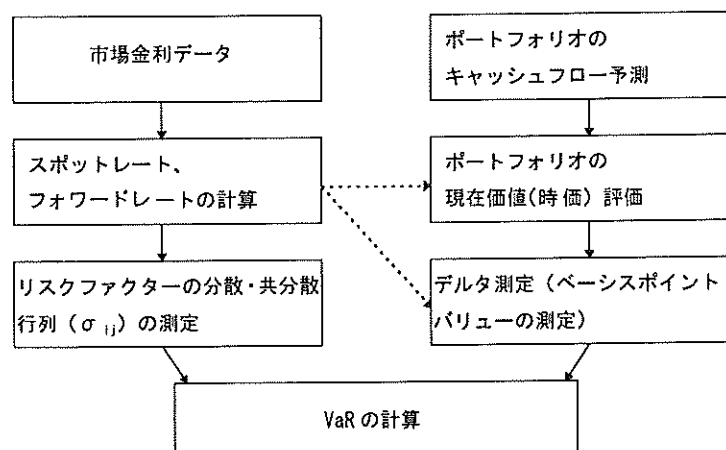
③スポットレート<sup>28</sup>、フォワードレート<sup>29</sup>の計算

半年毎のグリッドポイント<sup>30</sup>に関してスポットおよびフォワードレートを計算する。市場金利を直接求めることができない年限（例えば 1.5 年、2.5 年など）については、直線補完の方法（1 年と 2 年の値を結んで、中間の 1.5 年の値を求める）を用いる。そこで、スポットレートの計算を次のように行う。まず 6 カ月と 12 カ月のユーロ円預金金利をそのままスポットレートとする。次に、（直線補完で求めた）1.5 年のスワップ金利の現在価値が、既に求めた 6 カ月と 12 カ月のスポットレートで計算した現在価値と整合的になるように、1.5 年のスポットレートを定める。この手続きを順次繰り返すことにより、長期のスポットレートを求めていく。なお、フォワードレートは、求めたスポットレートをもとに直接計算する。

④リスクファクターの分散・共分散行列推計

各グリッドポイントについて計算したスポットレートを、そのままリスクファクターとして用い

図表 18 VaR の計算手順

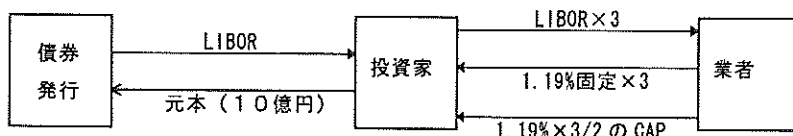


<sup>28</sup>割引率（今から t 年後に支払われる 1 円の現在価値）を利回りで表示した、割引債の最終利回り。

<sup>29</sup>スポットレートから理論的に計算される将来の金利。n 年のスポットレートを  $r_0$ 、n 年後の 1 年フォワードレートを  $r_1$  とすると、両者の関係は次のようになる。 $r_1 = (1+r_0)^{n+1} / (1+r_0)^n - 1$

<sup>30</sup>金利変動モデルやキャッシュフローを簡便的に表現するために、将来の一定期間を代表させる目的で定めた、将来の 1 時点。

図表 19 インバース・フローティング・ノートの分解



る。分散・共分散行列は、過去 50 週分のデータを使って計算する。

⑤ポートフォリオのキャッシュフロー予測

評価対象のポートフォリオのキャッシュフローを、各グリッドポイントに割り振る。

⑥ポートフォリオの現在価値（時価）評価

各グリッドポイントのキャッシュフローを、対応するスポットレートで割り引き、それを合計して、ポートフォリオの現在価値（時価）を求める。

⑦デルタ（ベシスポイント・バリュー）測定

デルタは、リスクファクターの変動に対するポートフォリオ価値の感応度係数である。各グリッドポイントにおけるスポットレート（リスクファクター）を1ベシスポイント（1bpは0.01%）動かした場合の、ポートフォリオ価値の変動を計測する。

このように構築したモデルを使い、前章で損失事例として紹介したレバレッジ・デリバティブ商品のインバース・フローティング・ノートについて評価を試みた。

まず、インバース・フローティング・ノートは、通常のスワップとキャップに分解できる。例えば、LIBOR に対して2倍のレバレッジを効かせたインバース・フローティング・ノートの場合、投資家は債券（LIBOR 金利）に投資するのと同時に、その3倍の想定元本にあたるスワップと、キャップ（全体の受取り金利が負にならないように）を組み合わせによって、「 $3.57 - 2 \times \text{LIBOR} (\%)$ 」

のキャッシュフローを受取るポジションを作ることができる（図表 19）。

このように分解して評価した VaR の値をみると、インバース・フローティング・ノートのリスク（1,351万円）は、同じ期間2年のスワップ（514万円）に比べて、2倍以上に大きいことが分かる。

図表 20 インバース・フローティング・ノートの VaR  
（想定元本10億円、95年7月6日現在）

期間 (年)	2	2
キャッシュフロー	$3.57 - 2 \times \text{LIBOR}$	$4.76 - 3 \times \text{LIBOR}$
VaR(95%) (万円)	1351	1927

(注) 2週間後、95%の信頼区間を目標として計算した。

図表 21 スワップの VaR (想定元本 10 億円、95年7月6日現在)

期間 (年)	2	3	4	5	7	10
スワップレート	1.19%	1.53%	1.87%	2.18%	2.70%	3.02%
VaR(95%) (万円)	514	829	1075	1303	1651	2010

(注) 2週間後、95%の信頼区間を目標として計算した。

(3) VaR の問題点

マトリクス法による VaR の計算に対しては、収益率の正規分布性や独立性、さらに分散・共分散行列の推計方法やその安定性などに関して、いろいろな問題点が指摘されているが、ここでは、この方法による VaR を使ってオプションを評価する場合の問題を議論したい。

まず、デルタ（リスクファクターに対する感応度）は、リスクファクターを1bp動かした場合の価格変化、すなわちベシスポイント・バリューで計測している。従って、VaR は、過去の変動から推計したリスクファクターの標準偏差と、こ

のベースポイント・バリューから計算することになるのである。

簡単な計算例を示す。6カ月のリスクファクターのみを対象に VaR を計算することを考える。6カ月スポットレート（現時点1.187%）のボラティリティを年率30%と仮定すると、1日、2週間当たりのボラティリティが求められる<sup>31</sup>。

$$\sigma_{1\text{day}} = 0.3 / \sqrt{250} = 0.0190$$

$$\sigma_{2\text{week}} = 0.3 / \sqrt{26} = 0.0588$$

従って、現在の6カ月金利をリスクファクターとする VaR（95%の信頼区間）を計算する場合、1日の VaR なら 3.7bp（1.187×0.0190×1.64）、2週間ならば 11.45bp（1.187×0.0588×1.64）の変動を想定していることになる。

さて、先物価格やスワップの VaR は、キャッシュフローを各グリッドポイントに割り振ってから計算する。これは、先物やスワップをガンマがゼロである割引債の集まりとして評価することになるため、ベースポイント・バリューを基準に VaR を計算しても殆ど誤差は出ない。

これに対してオプションの場合は、デルタが原資産価格の変動につれ変動する（すなわちガンマがゼロでない）ので、ベースポイント・バリューを基準に比例計算を行うと、相当な誤差が発生する可能性がある。

例に示す通り、6カ月金利のコールオプション（行使金利が2.5%）について評価してみると、ベースポイント・バリューから比例計算される VaR と、実際に 11.45bp 動かして直接評価した VaR とでは、約3割違う結果になった。計算誤差があるため、慎重な判断が必要であるものの、オプションを含む資産の VaR 計算は、相当な誤差が発生する可能性があることに注意しておかなければならないだろう<sup>32</sup>。

このように、マトリックス法においては、デル

タの変動を反映させることが難しいため、比較的短期の VaR 計算に利用するのに留めた方が無難であろう。より長期の VaR 計算は、シミュレーション法を利用すべきだろう。

#### 〔金利オプションの VaR の誤差の計算例〕

6カ月金利のコールオプション（行使金利2.5%、想定元本10億円）の VaR（2週間、信頼区間95%）場合

##### ● ベースポイント・バリューから計算：

6カ月金利を1bp動かしたときの、コールオプション価格の変化（ベースポイント・バリュー）を評価したところ0.086万円だった。従って、11.45bp変動したときの VaR は、

$$\text{VaR} = 0.086 \times 11.45 = 0.983 \text{ 万円}$$

である。

##### ● 直接評価：

6カ月金利を11.45bp動かしたときのコールオプション価格の変化を直接評価すると0.659万円だった。従って、直接評価による VaR は、

$$\text{VaR} = 0.659 \text{ 万円}$$

である。

#### (4) VaR によるリスク管理

VaR は、複数の異なる資産で構成されているポートフォリオについても、その総リスク量を1つの「金額」で表せるために理解しやすい。従って、企業全体が負っているリスクを常に把握する必要がある経営トップへの報告には、最適のリスク指標であると考えられる。経営トップは、VaR を継続的にモニタリングすることにより、例えば「当該企業が自己資本以上の市場リスクに晒されていないか」を判断できるのである。そして、必要に応じて、VaR の絶対額を調整するように管理しなければならない。

<sup>31</sup>1年を250日（営業日数ベース）、52週として計算した。

<sup>32</sup>オプションのベースポイント・バリューは、微小区間においては一定と考えても差し支えないが、VaR の評価期間を長期にする場合には、原資産の変動幅が広がるため、デルタの変化を考慮して調整を図る必要があるだろう。

一方、運用担当者の役割は、具体的な投資戦略やリスクヘッジを実行することにあるため、VaRによるリスク管理が常に最適とは限らない。例えば、ヘッジを実行する際に、どのリスクファクター（金利変動リスクは何年のデュレーション<sup>3)</sup>か）を、どんな商品（先物かスワップか？）を使ってヘッジするかを決める必要があるが、VaRの数字を見ただけでは示唆を得られないからである。各リスクファクター毎に、部門毎や運用担当者毎にセグメント化された情報（エクスポージャ、デルタ、ガンマ）が不可欠である。

つまりVaRは、経営トップが当該企業や当該ポートフォリオのリスクの全体像を要約して把握するには、優れたリスク指標と言えるが、リスクヘッジのために正確な情報が必要な運用担当者にとっては、必ずしも適切な指標とは言えないのである。

なお、VaRは、「過去の平均的な姿を統計的手法で表現して、将来を予想するもの」であるため、クラッシュのような異常事態が発生した場合には、十分に機能しない恐れがある。しかし、ある意味では、そうした異常事態におけるリスク管理こそが重要なはずであり、そのためには、最悪のシナリオを想定したテスト（ストレステスト<sup>4)</sup>も同時に実施することが大切である。

## むすび

デリバティブに対する投資家の態度としては、次の3つ以外にあり得ない。すなわち、  
①デリバティブには全く手を出さない、  
②理解不足のままデリバティブを利用する、  
③すべての意思決定者層がデリバティブについて

十分に理解した上で利用する、  
のいずれかである。過去の失敗を振り返ると、そのほとんどが②に該当する投資家が引き起こしたケースである。そして③のための指針や具体的リスク管理の方法については、本稿で既に述べてきた通りである。

デリバティブのリスク管理には、リスク管理モデルやコンピュータ・システムなどによる「技術的」なインフラが必要である。つまり、VaR（もしくはそれに代わる指標）によるリスク管理が望ましいのであるが、VaRは、リスク管理について議論するための共通の土俵を提供するようなものであり、リスク管理上の問題に対する回答をストレートに提供するものではない。そこで、こうした一貫性のある統計分析を経営に有効活用しようとする企業文化や、リスク管理についての社内の基本的な理解や共通言語の創出、リスクを早期に発見し未然に対応できる組織作りといった、「人間的」なインフラが備わって、始めてリスク管理が機能するものと思われる。

投資家にとって、今やデリバティブと共存するしか道がないのである。

## 参考文献

- 浅野幸弘「先物市場は本来の機能を発揮したか」、インベストメント、94年10月  
安達智彦「指数先物はなぜ悪か」日本評論社、1994年9月  
新井富雄「先物取引は現物価格変動の激化要因であったか」、インベストメント、94年6月  
池森俊文「デリバティブ取引とその管理について」、企業会計、95年 Vol. 47 No. 8  
井上 徹「株価指数先物市場の機能について」、

<sup>3)</sup>債券などの確定金利資産の平均残存期間を意味すると同時に、金利変化に対する債券価格変化の感応度でもある。

<sup>4)</sup>VaRは、通常の市場変動を基準に推計した最大損失額であるが、ブラックマンデーのような予想もできない状況では、VaRを大きく上回る損失が発生する事態が予想される。こうした、突発的なシナリオ（例えば、株価10%下落、金利1%上昇）における損失の予測や回避の方法を把握するために実施される、特別なシナリオ・シミュレーションをストレステストと呼んでいる。

インベストメント、94年12月  
今井潔「デリバティブ『怪物』説に反論する」、  
金融財政、95年1月12日  
今井 潔「良いデリバティブ悪いデリバティブ」、  
東洋経済新報社、95年  
欧州東海銀行／東海キャピタルマーケットリミテッ  
ド・編「デリバティブリスクコントロール」、  
近代セールス社、1994年9月  
大野克人「デリバティブは妖怪か」(上、中、下)  
金融財政事情、94年12月18日～  
小田野純丸「単純平均株価指数の性格とその評価」、  
インベストメント、94年8月  
國村道雄「裁定取引が現物の価格形成と価格変動  
に悪影響を与えたか」、インベストメント、94  
年8月  
國村道夫「デリバティブ市場のリスクと規制」、  
証券アナリストジャーナル、94年11月  
佐藤節也、吉野克文「金融ハイテクの経済学」、  
東洋経済新報社、91年9月  
柴崎澄哉「金融派生商品取引の拡大に伴う諸問題」、  
商事法務、94年10月5日  
多胡秀人、大久保勉「デリバティブ取引からみた  
債券市場」公社債月報、94年11月  
西 恵正「ISDAとデリバティブズ」、地銀協月  
報、94年12月号  
仁科一彦「株価指数先物取引は株価下落の主要因  
か」、インベストメント、94年6月  
二上季代司「現先一体管理は十分であったか」、  
インベストメント、94年10月  
長谷毅「デリバティブズー未知への不安?」、証  
券アナリストジャーナル、94年11月  
平塚真澄「金融ハイテク10年史」、近代セールス  
社、93年1月  
古瀬政敏「アメリカ生保会社の新経営戦略」東洋  
経済新報社、89年  
三宅輝幸「デリバティブ商品の特徴と性格」、ニュー  
ファイナンス、94年11月  
牟田誠一郎「バリュー・アット・リスク」、近代

セールス社、95年1月  
安岡雅之、薄葉真哉、「経営情報システムとして  
のリスクマネージメント」、月刊資本市場、95  
年6月(No.118)  
柳田宗彦「米国において進む金融商品の開示とデ  
リバティブへの対応」、ニッセイ基礎研究所調  
査月報、95年2月  
「バリュー・アット・リスクの算出とリスク／リ  
ターン・シミュレーション」、日銀月報、95年  
4月  
「先物為替取引と財務戦略」、金融財政事情研究  
会編、87年  
「スワップ取引」、証券アナリストジャーナル、  
94年7月  
「デリバティブ取引に関するリスク管理チェック  
リスト」、日銀考査局、95年4月  
「金融仲介機関によるマーケット・リスクおよび  
信用リスクのパブリック・ディスクロージャー  
に関する討議用ペーパー」、国際決済銀行ユー  
ロカレンシー・スタンディング委員会、94年  
9月  
「金融派生商品のリスク管理に関するガイドライ  
ン(バーゼル銀行監督委員会)」、金融、94年  
9月  
「マーケット・リスクの所要自己資本額算出に用  
いる内部モデル・アプローチについて(バーゼ  
ル銀行監督委員会における市中協議提案)」バー  
ゼル、95年4月  
Tadashi Kikugawa, Kenneth J. Singleton  
“Modeling the Term Structure of Interest  
Rates in Japan”, The Journal of Fixed In-  
com, September, 1994  
“Derivatives: Practices and Principles”,  
Group of Thirty, July, 1993  
“Derivatives-Related Disputes in The United  
States”, SIMPSON THACHER BARTLETT,  
January, 1995