

整乱数法を検討すべきである。もし、マッチング法の適切さを評価することができない場合は、単純乱数法で処理するのも一考に値するであろう。

BOX-7 乱数発生アルゴリズム

現在、ほとんどのプログラム言語やシミュレーション言語には、乱数発生のコマンドが付属されている。モンテカルロ・シミュレーションをする際、これらの乱数コマンドを利用することが最も簡単な方法である。しかし、一般にこれらの乱数コマンドは、ある一定のアルゴリズムによって作られた数値であり、本当の意味での乱数ではない。このような人工的に作られた乱数を疑似乱数という。疑似乱数の作成のアルゴリズムは様々ではあるが、コンピュータ自身がランダム性を有しているのではないので、いつかは初期値に戻ってくる。そのため、ランダムな乱数列を発生させるはずが、周期性を持った規則のある数列を作っているにすぎないことになってしまう。たまたま、疑似乱数列の周期とモデルがシンクロすると、シミュレーション結果に多大なバイアスを加えることになる。

このような弊害を抑えるには、アルゴリズムにより求められる疑似乱数を放棄して、物理乱数発生器を用いることが理想的な手段である。しかし、物理乱数発生器はまだ特殊なハードウェアといわざるを得ず、多くの分析者にとってその購入は妥当な判断とはいえない。そのため、この問題を避けるには、できるだけ再現性のない（周期が長い）疑似乱数の発生法を選択する必要がある。たとえば、西村拓士によるメルセンヌツイスターなどは、疑似乱数の長周期化に対応した乱数発生ソフトである。

3.6 ストレステスト

3.6.1 ストレステストの概要

ここまで、リスク計測の基本となる3つの計算方法を解説した。これらのリスク計測のメインストリームとは別に、ストレステストという全く違った概念のリスク計量化法がある。方法論としては単純で、しかも統計学的な裏づけはない方法であるが、直観的に結果を理解しやすいため、BIS規制をはじめ多くの場面

で利用されている。

リスク計量化モデルでは、観測期間と呼ばれるデータ収集期間を設け、その期間内に起こった変動をもとに分析を行ってきた。このような分析方法では、1987年の株価大暴落（ブラックマンデー）などの大幅なマーケット変動に対する分析は、それが観測期間に入っていない限り行えない。ブラックマンデーのようなマーケット変動を「ストレス」という。また、市場において何らかのショックが発生し、これが次々にショックの連鎖を生み出していくプロセス、いわゆるシステムティック・リスクが顕在化した場合などにも、ストレスが起こったとすることができる。そして、ストレスが起こったときのポートフォリオのリスクを測ることを、「ストレステスト」という。

ストレスが起こった場合、そのリスクを過去のデータより導くことは適切でない。例えばブラックマンデー時の株式の日次下落率は、それ以前の分布の5~20シグマと計算され、「その発生確率は数万年に1回」などという非現実的な分析結果をもたらす。

ストレステストは、ある異常事態を想定して行う。具体的には、一般に以下の方法がある。

3.6.2 ストレステストのバリエーション

a. シナリオ法

最も基本的なストレステスト。ブラックマンデーなどの、実際に過去に発生したストレスが再び起こったと仮定し、現在のポートフォリオのリスク量を計測する方法で、想定したストレスのリスク量のみを知ることができる。しかし、想定したストレスに再起性があるか否かは、客観的な議論の方法がなく、計算されたリスクを活用しにくいというデメリットもある。

b. リスクファクターの分布や相関の前提を操作する方法

ストレステストとして定義されない場合があるが、ストレステストの代用として用いられることが多いため併記した。基本的にはデルタ法を前提としたもので、デルタ法の計算過程で求められるパラメータにストレスを与える方法である。例えば、リスクファクターの分布として、通常 VaR で用いられる正規分布ではなく、より裾野の厚い fat-tail な分布あるいは歪んだ分布を想定したり、リスクファクター間の相関が崩れた場合などを想定してリスク量を計測する。

c. 動的ストレスシミュレーション

ショックの連鎖をシミュレーションする方法である。この方法の根本には、市場の連鎖反応によってストレスが拡大する、という前提がある。具体的には、ある期間の市場環境の変化を動的にシミュレートする。シミュレーションの要素は、ポートフォリオ調整行動、ロスカットルール、トレーディング取引戦略の動態的情報などの市場参加者の行動である。

3.6.3 BIS 規制におけるストレステスト

BIS 規制では、銀行が VaR の計測モデルを作成した場合、そのモデルによるリスク計量化のほかに、厳格で包括的なストレス・テストを実施しなくてはならない。具体的には以下のようなストレス・テストを行うことになる（清水（1998）、日本銀行（1997））。

- ① 極端なマーケット変動を現在のポートフォリオに対して適用し、時価損益がどの程度変動するか：

BIS のバーゼル合意文によると、「例えば、1987 年の株式市場におけるクラッシュや、1992 年と 1993 年の ERM 危機、1994 年第 1 四半期の債券市場の下落のような、大きな価格変動と流動性の急激な低下をあわせ持った過去の大きな混乱時の市況変化を、現在のポートフォリオに対して適用するテストが含まれ得る。」とある。これは前項の分類によると、a. のシナリオ法に基づいたテストである。

- ② デルタ法を採用している場合、ボラティリティや相関の変化を現在のポートフォリオに対して適用した場合に、VaR がどの程度変動するか：

前項の分類の b. にあたる。ボラティリティや相関の過去の変動範囲を分析し、過去の変動範囲の中での極端な値を銀行の現在のポジションに適用し評価する。例えば、1987 年の株式市場におけるクラッシュや、ERM 危機、1994 年第 1 四半期の債券市場の下落において、変動が最も大きかった数日間をみると、相関係数が 1 あるいは -1 という極端な値に近づいていたという事実がある。

モンテカルロ法を適用している場合、その計算過程に利用した条件（例えば時系列モデルの関数型）や、中間段階のパラメータが極端に変化した場合をシミュレートする。

4

リスク計測モデルのデータ処理法

前章において VaR の基本的なモデルについて解説した。しかし、実際に過去の市場データより VaR を計算するとき、データ処理方法についていくつかのテクニックが必要になる。本章では、分析者が実際にリスクを計量化するときに直面する、データ処理に関する問題点を取り上げ、その解決方法とそのバリエーションについて解説する。取り上げる項目はリスクファクターの設定方法とマッピングのテクニック、観測期間の設定方法とウェイトづけ、保有期間の処理法、欠損データ処理などである。

4.1 リスクファクターの選択

4.1.1 リスクファクター選択の重要性

VaR をはじめとする市場リスクの算出においては、リスクファクターを適切に設定する必要がある。リスクファクターとはこれまでも説明してきたように、ポートフォリオの価値に影響を与える市場のレートや価格、もしくはその収益率や変動のことである。

前章で取り上げた3つの基本的なリスク計測モデルは、すべてリスクファクターの変動をもとに VaR 値を算出している。例えばデルタ法においてはリスクファクターの（収益率の）標準偏差を求め、それが正規分布に従っていることを前提にして、99% 点の損失額を計算した。ヒストリカル法やモンテカルロ法においては、リスクファクターの変動を何らかの方法で再現して、ポートフォリオの VaR の下方リスクを算出している。このように VaR を計算するには、まずリスクファクターの変動を把握してから、リスクファクターとポートフォリオの関係に従って VaR を計算する。

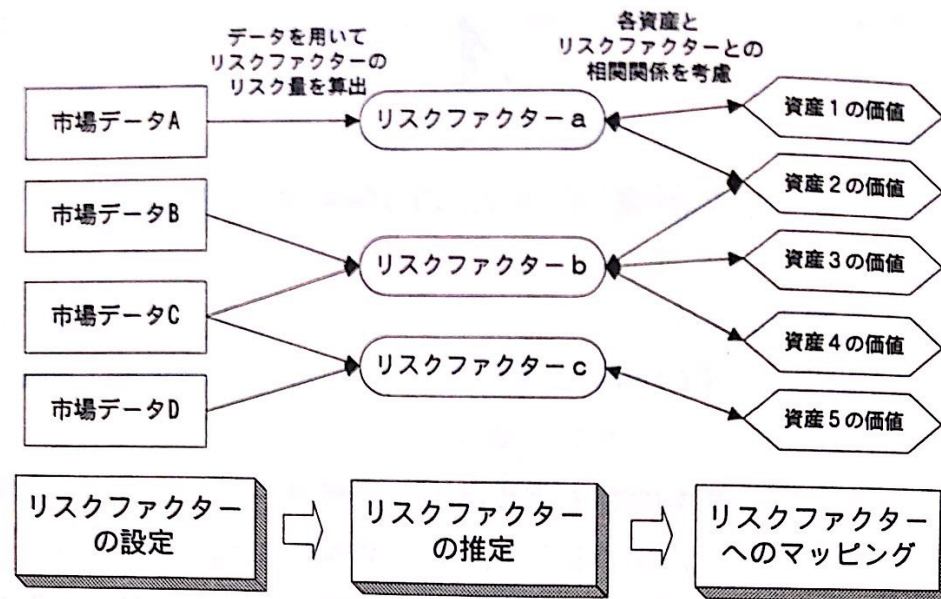


図4.1 リスクファクターとマッピング

一般にポートフォリオのVaRを計算するには、複数のリスクファクターを設定する必要がある。リスクファクターをどのように設定するかについては、数学的な根拠があるわけではない。ポートフォリオ中の資産の性質と、用いることができるデータを吟味して、理性的な選択をしなくてはならない。不適切なリスクファクターを設定したとしても、ただちに非合理的だといえるわけではなく、計算結果が不正確になるだけである。しかし、VaRを利用し適切な投資判断をしたいと思うならば、リスクファクターの設定も慎重に行い適切でなければならない。適切であるとされる基準としては以下のようなことがあげられる。

- ① ポートフォリオの変動が、選択されたリスクファクターによって十分に説明されること。
- ② リスクファクターの変動を記述できるだけの十分なデータが取得可能であること。
- ③ リスクファクター間に多重共線性の問題が生じないこと。
- ④ そのリスクファクターを採用することによって計算プロセスが極端に煩雑にならないこと。

4.1.2 リスクファクターの種類

銀行や企業は一般に非常に多岐にわたる金融資産（金融商品）を保有している。その1つ1つの資産ごとにリスクを計測することは不可能に近い。そこで、

金融商品の価値に影響を与える要因をリスクファクターとして特定化し、リスクファクターの動きで、ポートフォリオ全体の変動を記述する、という手段がとられている。すなわち、リスクファクターは各資産の価値そのものを表すのではなく、あくまでもポートフォリオに影響を与える要因として定義される。たとえば米国債を保有している場合、米国債という資産に対するリスクファクターとして、米ドルの長期金利の変動と、米ドル/円の為替変動がリスクファクターとして設定される。

代表的なリスクファクターを分類すると次のようになる。

- ① 金利変動 (リスク)
- ② 為替変動 (リスク)
- ③ 株式変動 (リスク)
- ④ コモディティ変動 (リスク)
- ⑤ 派生したリスクの変動、クロスリスクなど

金利リスクのカテゴリーに属するものとしては、国債やコール市場などのマーケット金利などがある。また、そのような市場金利データを加工して得られた、グリッドポイントの形状（または、グリッドポイントの金利水準）をリスクファクターとすることも通常行われる。

為替リスクに属するものとしては、米ドル、独マルク、最近ではユーロなどがあげられる。為替市場が米ドル中心に取り引きされているという思想ならば、例えば独マルク/円の代わりに、独マルク/米ドルをリスクファクターとして設定するのも自然な判断である。

株式リスクについては、その代表値を何にするか、日経平均なのか TOPIX なのかといった問題や、個別株に対するリスクファクターの設定をどのようにするかという問題が存在している。

コモディティリスクについては、投資対象から外されていたり、資産規模が小さいなどの理由で、VaR に関する研究例や事例は少ない。

派生したリスクというのは、オプション等の派生商品のリスクを記述する際必要となるリスクファクターで、例えば原資産のボラティリティの変動などがこれに相当する。また、クロスリスクは各リスク間の相関関係が変化することによるリスクであり、例えばデルタ法については、共分散の変動などが代表例である。