

金融危機を経てリスク管理に求められるもの

～リスク計量の発展と限界～



金融研究部門 准主任研究員 高岡 和佳子 takaoka@nli-research.co.jp

金融研究部門 研究員 大山 篤之 atsuyuki@nli-research.co.jp

1—はじめに

20世紀前半に活躍したFrank Hyneman Knightは、著書^(注1)で、不確実性（リスク）を確率的事象である「予測可能な」と確率的事象でない「予測不可能な」ものに明確に分けた。経済学的に前者を「危険」、後者を「ナイトの不確実性」と呼んでいる。

サブプライム危機が顕在化して以降、証券投資分析や資産のリスク管理で取り扱われる価格変動のリスクには、サイコロの目のでる確率や宝くじの当選確率といった予測可能なものとは異なり、予測不可能なナイトの不確実性を過分に含んでいるという意識が改めて高まっている。このことを認識することは、非常に重要であるものの、定量的なリスク計量手法を無意味なものとして完全に否定するのは短絡的といえよう。リスク計量手法自体、より直感に合致した計量手法・尺度の開発、より現実に準じた前提条件の仮定、更には、昨今発生した色々なショック（サブプライムや東日本大震災など）を踏まえた考察等、ナイトの不確実性をより軽減すべく日々進化を遂げている。

そこで、本稿では、ナイトの不確実性を含む資産価格変動リスクに対し、リスク計量手法の変遷を概観した上で、今後の改良余地や、昨今の取り組みに焦点を当てる。

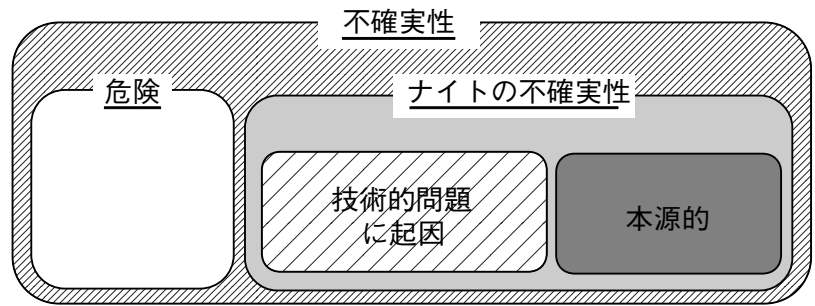
2—リスク計量上の取り扱いとその変遷

1 | 過去データに基づく根拠

リスクを計量する際、一般的に過去データを基に推計した資産価格の変化率やその発生確率を用いる。発生確率をベースにリスク計量を行っているため、その対象を「危険」に限定していることを忘れてはいけない。一方、新しい情報を得るたびに過去データを更新するなど予測精度を高め、予測可能な領域を広げようとする試みもある。ナイトの不確実性を「本源的なナイトの不確実性」と「データ量や予測手法といった技術的な問題に起因するナイトの不確実性」に分類できるとするならば（図表-1）、後者を軽減しようとする試みとも解釈できる。

まずは、過去データに基づきリスク計量を行う背景や考え方を、「危険」と「ナイトの不確実性」を明確に定義したエルズバーグの試行実験を例に説明する。

[図表-1] 不確実性の分類イメージ



<エルズバーグの実験 (Ellsberg's observation) >

AとBの二つの壺にそれぞれ玉が100個入っている。壺Aには赤黒それぞれ50個入っていることが分かっている。壺Bにも赤か黒の玉が入っているがその内訳は分からない（例えば赤は0個かもしれないし100個かもしれない）。この二つの壺から1個取り出し、それが赤の場合のみ100ドル貰える時、人々はそれぞれの壺にいくら賭けるかといった実験。

留意すべき点は、このエルズバーグの実験の壺Aは、「危険」のみを有している一方、壺Bは「危険」のみならず「ナイトの不確実性」も含むと解釈できることである。ちなみに、玉は2種類しか存在せず、確率的には壺Bに入っている赤玉の数は壺Aと同じであるにもかかわらず、エルズバーグの実験の結果、常に人々は壺Bよりも壺Aへ多く賭けることが知られている^(注2)。

資産価格変動の場合も、壺Aのように事前に確率を把握できないので、「危険」のみを有する壺Aではなく「ナイトの不確実性」を含む壺Bと解釈される。しかし、資産価格の変動がエルズバーグの実験と異なるのは、一回の試行ではなく繰り返し行われる点である。エルズバーグの実験では壺Bに入っている赤玉の数に関する情報を一切持たないが、仮にエルズバーグの実験が100回繰り返され、壺Bからそのうち70回赤玉が取り出された場合、101回目の試行においては赤玉が70個程度入っていると推測されるのではないだろうか。リスク計量では、資産価格変動について確率がわからない中で、可能な対応策として過去データに基づき、その確率を想定し「危険」の程度を計量していると解釈できる。

2 | リスク計量の変遷

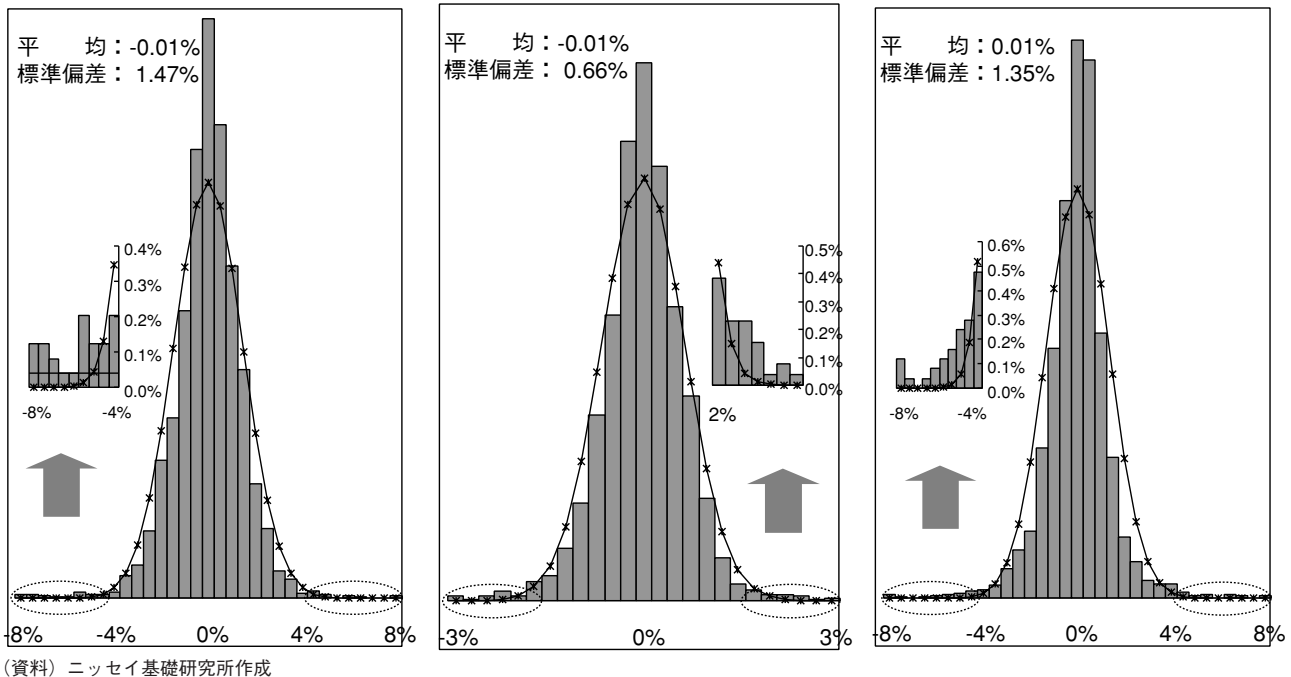
リスク（不確実性）の定量化の試みは、1950年代にマーコビッツが示した平均・分散アプローチの中で、証券投資におけるリスク（不確実性）をあらわす尺度として用いられた平均的な収益の散らばり具合（標準偏差）に始まる。ただ、リスク管理上問題となるのは損失であるにもかかわらず、これは損失だけでなく利潤もリスクとして捉えてしまう。加えて、リスクが許容範囲内かどうかを直感的に判断しがたい特徴がある。これに対し、新たな尺度として1990年代初頭にVaR（バリュー・アット・リスク）が登場した。これは想定した確率（ $1 - \alpha\%$ ：例えば、99%など）で超えない最大損失額をリスクと捉えるものである。つまり、 $\alpha\%$ の確率で起こる危機が発生しない限り超過しない損失額と解釈できる。標準偏差とは異なりリスクを損失に限定していることに加え、リスク尺度の単位が金額であるため、リスク量がリスクテイク可能な範囲内か直感的に判断しやすいといった長所がある。ただし、VaRを推計するには、散らばり具合よりもより多くの情報を含む収益の分布自体を想定する必

要がある。汎用性の高さに加え、過去の収益率分布と概ね近いことから、VaR登場当初は正規分布がもっぱら利用されていた。

次第に、正規分布よりも過度な価格変動が発生しやすいことが明らかになるとともに（図表－2：2001年6月～2011年5月の日次収益率のデータに基づき推定した正規分布と、実際の収益率のヒストグラムを標記している。各分布の裾部分に注目すると、実際は正規分布が想定するより発生確率が高いことが分かる。）、コンピュータの精度向上が複雑な計算を可能にしたことから、汎用性の高い正規分布からより現実に近い分布（例えば、T分布やジョンソン分布やヒストリカル分布など）を用いるようになってきている。

また、リスクの尺度として、 α %の確率で起こる危機が発生した場合の平均的な損失額を意味するC-VaR（条件付バリュー・アット・リスク）なども登場している。

【図表－2】 収益率実績のヒストグラムと正規分布（左からTOPIX、ドル円、SP500）



3—分布の端の特徴

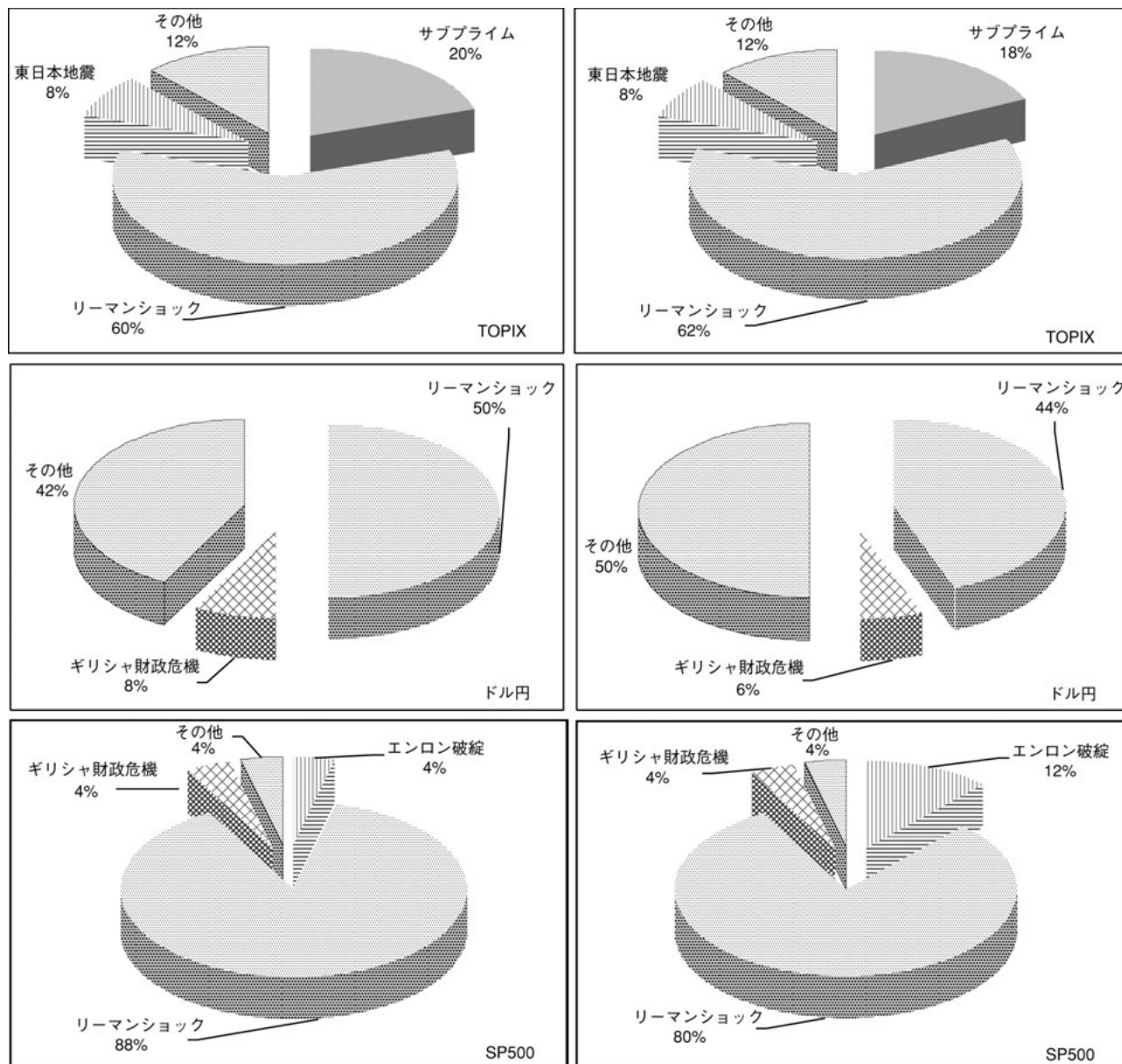
上述の通り、実際の市場では、正規分布より過度な価格変動が発生しやすいと言われる。そこで本節では、過度な価格変動発生事例に着目し、その発生時期の特徴を概観する。

1 | 過度な収益率発生事例

ここでは、1章同様2001年6月～2011年5月の日次収益率のデータを用い、上位1%と下位1%の収益率を抽出し、その発生時期を分類している。図表－3の左は、下位1%の収益率に限定しそれが発生した時期別に集計した結果である。そこから、大幅な価格下落はリーマンショックなど特定の負

のイベント時にまとまって発生していたことがわかる。加えて、指標別に見ると、ドル円は相対的に「その他」のウェイトが高く、TOPIX及びSP500に比べ、大幅な円高がまとまって発生する傾向が小さいことがわかる。また、図表-3の右は、上位1%の収益率も含めて集計した結果であるが、下位1%の収益率に限った結果と酷似していることから過大な価格の下落と過大な価格の上昇が同時期に発生していると考えられる。

[図表-3] 過度な収益率の分類 (左: 下位1%, 右: 上下1%, 上からTOPIX、ドル円、SP500)



(資料) ニッセイ基礎研究所作成

2 | 変動幅の推移

これまでと同じ日次収益率のデータと当該指数の推移を用いて、図表-3の結果を別の角度から観察する（図表-4）。

確かに、各指標を通して、収益率が大きく変動する時期は、リーマンショックといった負のイベント発生後に集中している。一方で、価格上昇局面では、その上昇速度に因らず、その変動は概ね安定している様子が窺える。

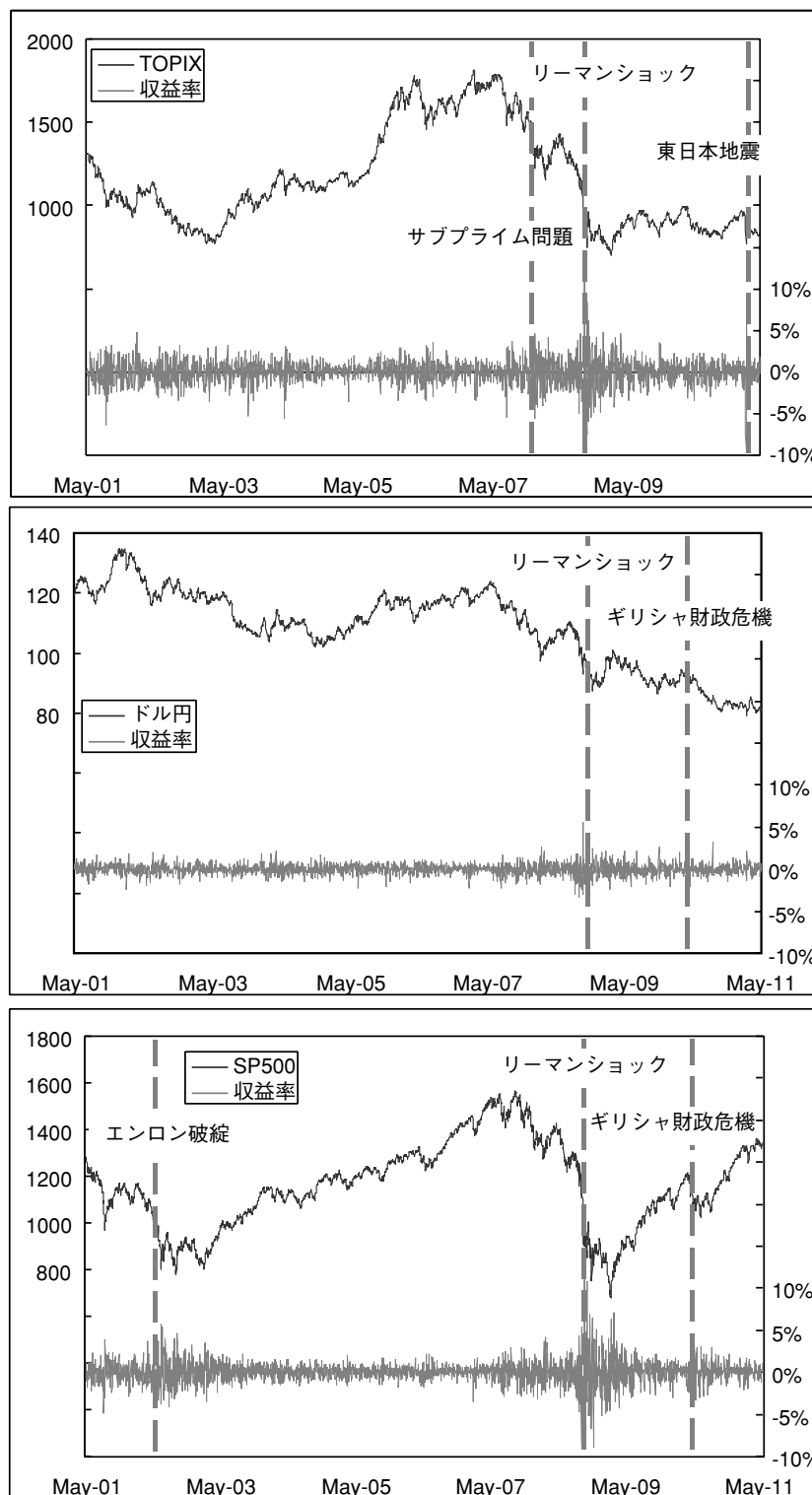
更に、指標別にみても、ドル円と比べTOPIXやSP500の方が、収益率が激しく変動する時期とそれ以外の時期が相対的に顕著であり、これが、前節でドル円の「その他」のウェイトが高い理由と考えられる。

4—時系列相関

ここでは、ショックがその後の収益率に与える影響の程度と期間を時系列相関という統計量を用い確認する。

時系列相関とは、あるデータと一定期間経過後のそれ自身のデータの関連性を測る尺度である。同一のデータ系列であっても、経過期間（時間ラグ）に依存し、異なる値をとる。

[図表-4] 指数と日次収益率の推移
(左軸：指標の値、右軸：収益率)



(資料) ニッセイ基礎研究所作成

前節と同じデータを用いて、時間ラグと時系列相関の関係を確認した（図表—5）。

図表—5の「網掛け部分」は、時系列相関が0であることを信頼水準95%で棄却できない範囲を示している。収益率に関しては、数日で「網掛け部分」に到達している点から、ショックの影響が継続しないことがわかる。

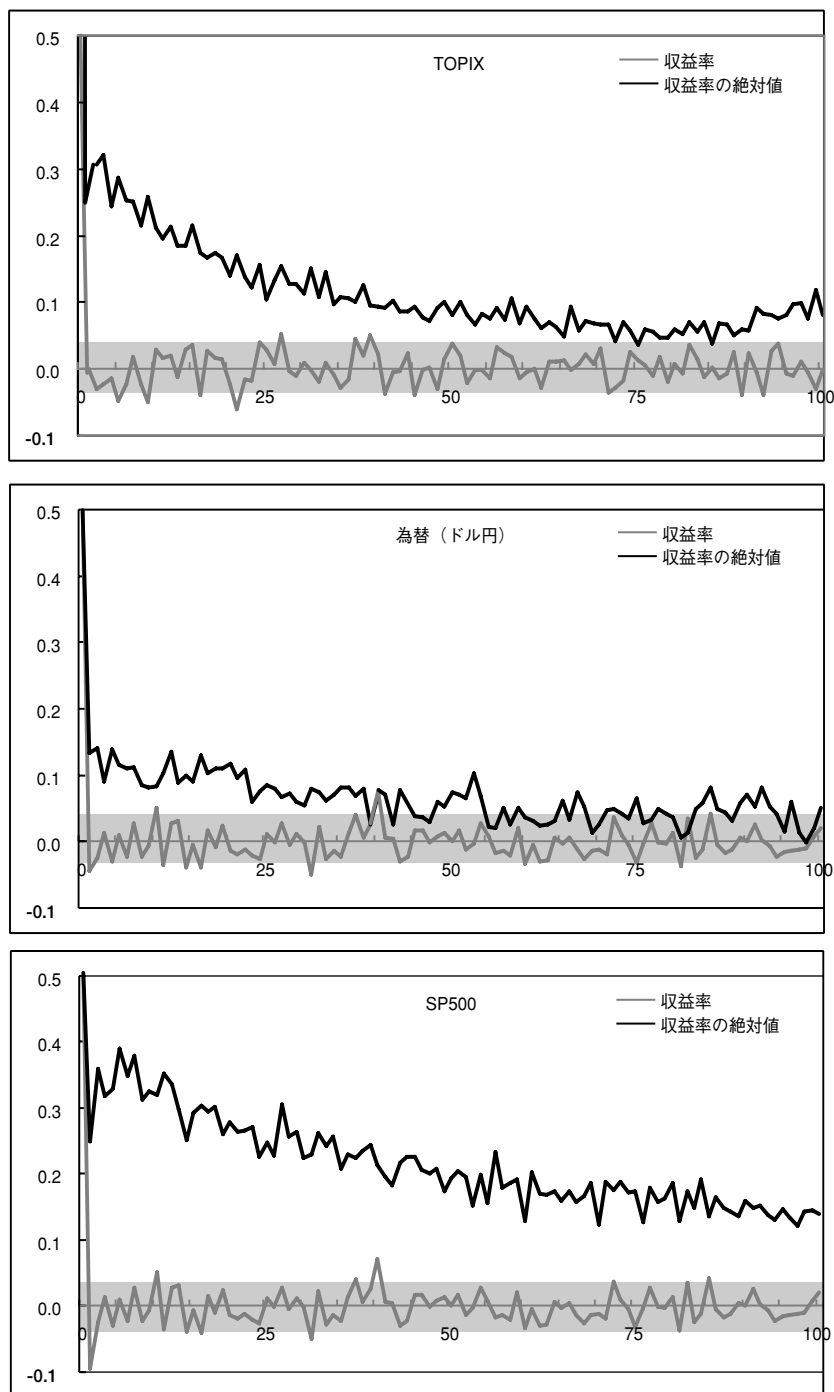
次に、収益率の変動幅の大きさに注目するため、収益率の絶対値を用いて、同じ分析を行うと、その様相は大きく異なる。ドル円であれば、時間ラグ40（2ヶ月に相当）で「網掛け部分」に一旦到達するが、その後は「網掛け部分」にとどまらない。TOPIXやSP500に至っては時間ラグ100（5ヶ月に相当）でも「網掛け部分」に到達しない。

ショックは収益率の大きさとして長期間に渡り影響を与える一方、その方向については必ずしも一方方向ではない。この特徴が、図表—3の過大な損失に限定し分析した結果と、過大な利潤も含めて分析した結果が類似した背景にある。

リスク計量において、過去データを基に推計した資産価格の

変化率やその発生確率を想定する。過去データを改めて検証することで、直近に大きなショックが生じた場合、想定より大きな価格変動が起きやすいこと、またその程度は、リスクの保有期間によっても異なることがわかる。そのため、資産価格に影響を与えるリスクファクターの特性や、保有期間に応じてその効果を考慮することが望ましい。

[図表—5] 時系列相関分析（横軸：ラグ、縦軸：時系列相関
上からTOPIX、ドル円、SP500）



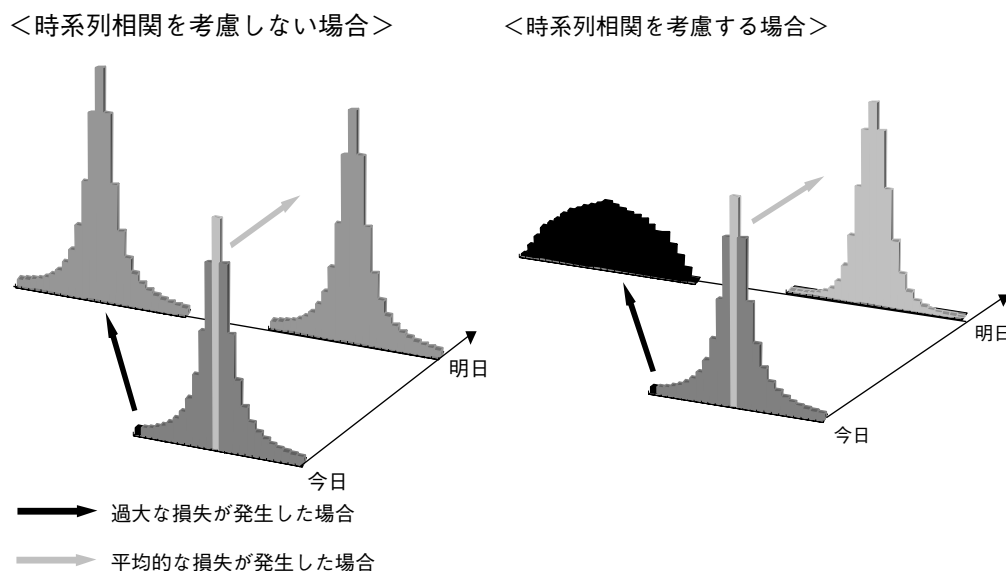
（資料）ニッセイ基礎研究所作成

なお、このような特徴を持つ時系列データを表現するモデルとして、ARFIMA過程（Autoregressive fractional integrated moving average processes）やfGn過程（Fractional Gaussian noise processes）などがあり、上記分析に利用可能である。

5—終わりに

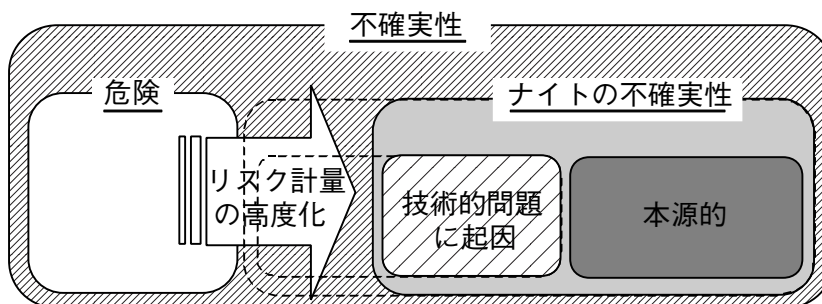
世界的な金融危機を経験し、過度な価格変動が連続して起こりやすく、その影響が長期に及ぶといった特徴が顕在化した。結果、リスク計量において、この価格変動の特性を表現するモデル（ARFIMA過程やfGn過程など）の重要性が高まっている。一期間のリスクを計量する場合は、直近のデータに重みをつけてパラメータを推計する方法と大差ないが、多期間のリスクを計量する場合、このようなモデルを用いることで、経路に応じて分布を変化させることができ、より現実に即したリスク計量を行うことが可能になる。具体的なイメージは図表-6の通りである。従来のように時系列相関を考慮しない場合、今日の収益率が、平均的な収益率であろうと、過大な収益率であろうと明日の収益率分布として今日と同じ分布を仮定する^(注3)（図表-6の左）。これに対して、時系列相関を考慮する場合、今日の収益率が過大な収益率であった場合の明日の収益率分布は、平均的な収益率であった場合に想定される分布に比べ、過大な損益が発生しやすい分布を仮定するといった具合である（図表-6の右）。

【図表-6】 リスク計量高度化のイメージ



もちろん、このような取り組みは「技術的な問題に起因するナイトの不確実性」を軽減しているに過ぎない（図表-7）。リスク管理が将来に不利益を被るかもしれない不確実性とのよりよい付き合い

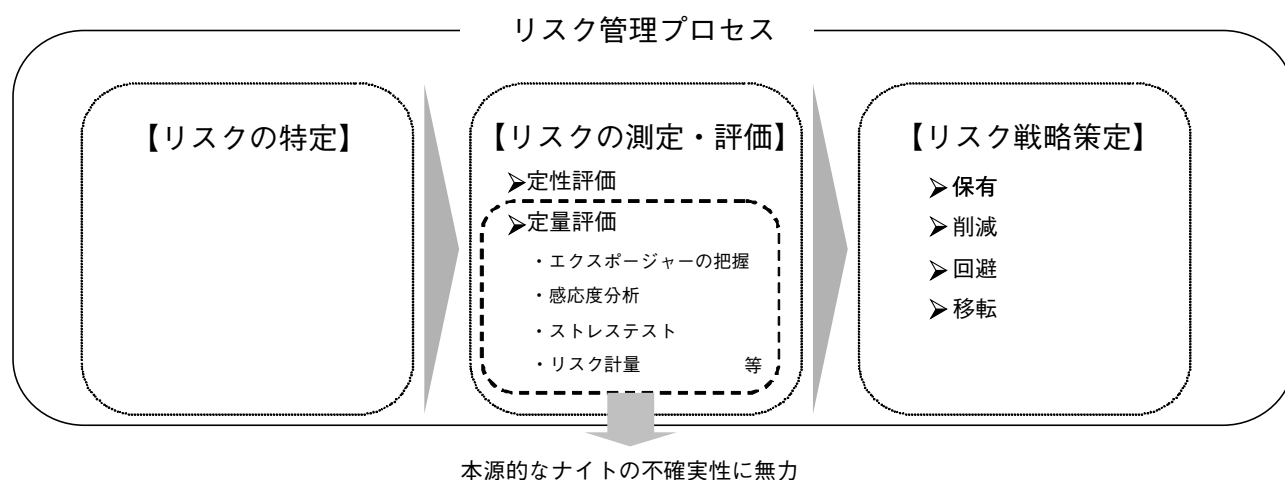
【図表-7】 リスク計量高度化の限界



い方を講じることであるのに対し、リスク計量は「リスクの特定」、「リスクの測定・評価」、「リスク戦略の策定」といった一連のリスク管理プロセスにおける一プロセス（リスクの測定・評価）の中の、リスクの程度を把握する統計的アプローチに過ぎない（図表－8）。そのため、今後いかなる優れたモデルが開発されたとしても、リスク計量の性質上、「本源的なナイトの不確実性」を取り扱うことは出来ない。

無論、リスク計量手法の高度化により、「技術的な問題に起因するナイトの不確実性」を軽減する取組みも重要ではあるが、上述の通り、「本源的なナイトの不確実性」に対する方策として期待できない以上、リスク計量の枠を超え、実効的なリスク管理のあり方を検討することが重要^(注4)となる。

[図表－8] リスク管理におけるリスク計量の位置づけ



(注1) Frank Hyneman Knight(1921) “Risk, Uncertainty, and Profit”, Boston, MA, Houghton Mifflin.

(注2) 例えばFox and Tversky(1995)の実験では、壺Aが24.34ドルなのに対して壺Bは14.85ドル

Craig R. Fox and Amos Tversky(1995) “Ambiguity Aversion and Comparative Ignorance”, Quarterly Journal of Economics, vol.110, p.585-603.

(注3) 厳密には、今日を含むデータでパラメータの再推計を行うため、多少分布は異なるがその程度はさほど大きくない。

(注4) リスク計量の補足手段としてストレステストが行われるが、想定シナリオを前提に行うだけでは、不測の事態に十分対応しきれない。そこで、想定をベースにせず、業務もしくは投資が立ち行かなくなる状態を理解し（リスクの特定）、危機的状态に陥らないための対応策（リスク戦略の策定）をあらかじめシミュレーションしておくといった基本的な考察の重要性を改めて認識する必要がある。