

『証券経済学会年報』第59号別冊  
第96回全国大会  
学会報告論文

「モデル・リスク計量化の研究状況について」

# 「モデル・リスク計量化の研究状況について」

中沢 浩志

国立研究開発法人産業技術総合研究所

## 1. はじめに

デリバティブ等金融商品の評価は構築されたモデルにより評価されており、そのモデルは一般的に複雑化している。モデルとは理論に基づき入力データを処理し、アウトプット（推定値、予測値、スコア、分類）を得るための定量的な手法である。これは現実の経済現象や収支を多くの仮定や単純化によって定式化するものであり、唯一の正解となるモデルは存在し得ず、理論や仮定次第でアウトプットは変動し得る。

リーマン危機において、CDO 等債券・ローンのリスク分散効果を活用したストラクチャー型金融商品の価格が急落した。当初取引時の評価で使われていたモデルに債券・ローンの価格低下を反映させるだけでは説明できないレベルまで達した。これは債券・ローン価格が大きく下落した場合の多変量確率モデル(コピュラ・モデル)が不適切であり、ストラクチャー型金融商品の中で重要なパラメーターである各債券・ローン間の相関係数が大きく上昇して、それがモデルに反映していないことによるものであった。その結果、モデルの不備と批判された。この事態も含めて、いわゆるモデル・リスクがリーマン危機後のリスク管理の大きなテーマとなった。一般的に、モデル・リスクはモデルが多くの特化や仮定を伴うため不正確なアウトプットを出力したり、モデルが不適切に使用されるリスクをいう。当初適切であったモデルが環境変化により不適切となるケースも含まれる。このようなモデル・リスクは誤った意思決定につながり、個々の金融機関や投資家に不測の損失をもたらす、さらには多くの金融機関や投資家の損失や信用不安によるシステムリスクが高まることになり得る。

そのため、当局規制においてもバーゼル規制<sup>1)</sup>の新ルールである FRTB 規制<sup>2)</sup>はモデル・リスク対応が明確に取り入れており、金融庁は「モデル・リスク管理に関する原則」<sup>3)</sup>により金融システム上重要な金融機関にモデル・リスク管理の体制整備を求め、米 OCC<sup>4)</sup>は金融監督責任者向けのガイダンス<sup>5)</sup>を整備した。FRTB 規制は実

施に当たって各国の個別ルールに委ねることになっているものの、ハード・ローによる規制であり、各国間で公平性やシステミックリスク回避に重点が置かれる一方、金融庁や OCC の規制は原則やガイダンスの形式をとるソフト・ローによる規制であり、モデル・リスク管理の実効性を高めるための柔軟性に重点が置かれていると考えられる。

本報告では、デリバティブ等金融商品を評価する際に用いられるモデルについてモデル・リスク管理の基本となるモデル・リスク計測・比較の計量的手法に関するリーマン危機後の研究動向を調査して、実務の観点から現段階での課題と対応を説明する。

## 2. 本報告で扱うモデル・リスク測定とその計量化

8 原則から構成される金融庁の「モデル・リスク管理に関する原則」(表 1) や英アクチュアリー協会による「モデル・リスク管理フレームワーク」(図 1) はモデル・リスクをできるだけ低減するための手続きや体制を記述したものであるが、モデル・リスク管理の基本的要素になるモデル・リスク測定・分析について計量的な取扱いを含めて具体的な記載はない。本報告では、計量的なモデル・リスク測定・分析の方策に関する論文を調査研究した。

まず、モデルのアウトプットと正確と思われる数字との誤差について、その要因分析に焦点を当てた。次に、金融機関のモデル・リスクの全体像を知ることが各金融機関のリスク管理の観点のみならず、金融市場全体のシステミック・リスクを把握するうえで必要となる。したがって、各金融機関のモデルのアウトプットを比較することにより相対的なモデル・リスク評価をすることがモデル・リスク評価での重要な取り組みとなる。その際、客観性とアカウンタビリティを担保するために、金融機関間の比較によるモデル・リスク評価はできるだけ複雑にならない計量的手法が望ましい。

以下において、デリバティブやそれを活用した金融商

品のリスク量(VaR、条件付き VaR(ES)等)<sup>6)</sup>を対象として、モデル・リスクの要因分析と適切なモデル・リスク測度決定を検討したリーマン危機後のモデル・リスク計測に関する論文から本報告に適する論文20本を対象とした。

### 3. モデル・リスクの要因分析

デリバティブのプライシング・モデルにおいて、モデル・リスクの要因は何種類かに分類される。Boucher et al. [2014]はモデル・リスクをパラメーター評価エラー(パラメーターの不確実性)、モデル表現エラー(データ生成プロセス特定の不適切性、すなわちモデルが現象を正確に表現しない可能性)、粒度エラー(細分化できないリスクのインパクト)、測定エラー(モデル・テスト時のデータ測定誤差)、流動性エラー(不活発な取引や大規模取引による価格変動の影響)の5種類に分類している。但し、モデル・リスクの計量化のためには積極的に活用せず、実質的にはモデル表現エラーに限定して計量化している。

また、Lazar and Qi [2022]は、パラメーター評価エラー、モデル表現エラー、モデル選択エラーの3種類に分けてそれぞれのモデル・リスクを計量化する一方、Kerkhof et al. [2010]はパラメーター評価エラー、モデル表現エラー、モデル識別エラー(バックテストでの最良モデルをストレス・テストでの最良モデルと比較)の3種類に分けた。前者のLazar and Qi [2022]は、価格偏差の事後分布のESをパラメーター評価エラーとして算出し、次にヘッジ損失の事後分布を使って算出するトータル・エラーからパラメーター評価エラーを引いてモデル評価エラーとする。別途、モデル選択リスクはモデル評価エラーを調整して算出する。後者のKerkhof et al. [2010]ではパラメーター評価エラーは損失分布のパラメーター変動、モデル表現エラーは損失分布自体の入れ替え、モデル識別エラーはプライシングを過去と将来のデータでの算出・比較により、得られた3種類のデータを合算している。前者の手法が緻密であり実務的である。

その他の対象論文17本において、モデル・リスク要因をパラメーター評価エラーとモデル表現エラーの両方とする論文はなく、パラメーター評価エラーとする3本、モデル表現エラーとする6本、特に分類はしない8本に分かれる。パラメーター評価エラーを要因とする論文はすべて特定のパラメトリックな分布を仮定し、その

パラメーターの推定値に関して議論している。モデル表現エラーを要因とする論文では、切り口がそれぞれの論文で異なる。

Branger et al. [2012]やDjakovic [2021]は複数のモデル間でヘッジ損益や VaR の実額を比較し、Detering and Packham [2013]、Krajčovičová et al. [2019]、Breuer and Csiszár [2016]は変数の確率分布自体を比較している。Jacobs [2020]はロジット・モデルを構成するファクターの一部を含めるかどうかでモデル表現リスクを表している。モデル・リスク要因を特に分類しない論文では、パラメーターの推定誤差なのか、そもそもモデルの想定する分布やペイオフが問題なのかに言及せず、モデル間でそのアウトプットを単純に比較することによって議論を進めている。

### 4. リスク量の選択

リスク量については、次章で説明するモデル・リスク測度との関連性が強いが、対象論文20本のうち、10本はVaR、ESのいずれか、または両方を用いている。その内、Djakovic et al. [2021]はVarまたはESに加えて、極値分布(EVD)<sup>7)</sup>を追加している。4本は確率分布そのものをリスク量としている。内訳として、Arrieta [2022]とBreuer and Csiszár [2016]はモデル出力の確率分布そのもの、Glasserman and Xu [2014]はLikelihood Ratio (確率の比)、Jacobs [2020]はロジット・モデルによるデフォルト確率を採用している。また、2本(Bannör and Scherer [2013]とCummins et al. [2022])は誤差関数(RMSE)<sup>8)</sup>を選んでいる。残り4本のリスク量としては、Coqueret and TavinAn [2016]とKrajčovičová et al. [2019]でポジション時価、Lazar and Zhang [2022]でボラティリティ観測値、Branger et al. [2012]で各モデルのヘッジ損益が選ばれている。

### 5. モデル・リスク測度の決定

モデル・リスク測度の選択について、対象論文20本を対象として分類をおこなった。14本は基準リスク量(基準モデルのリスク量または基準として算出リスク量をいう)との比較による対象モデルのモデル・リスク測度を算出し、7本は明確なモデル・リスク測度を定義せず、各モデルのリスク量の最大値や最小

値を求めたり単純に比較したりしてモデル・リスクの状況を捉えている。なお、1 本は重複して対応している。

前者の基準リスク量を定義する 14 本については、5 本が VaR/ES 等の損失リスク、ヘッジ損失、ポジション時価、ボラティリティ観測値をリスク量として、対象モデルのリスク量と特定の基準モデルのリスク量の差(距離)を使っている。特に、Krajčovičová et al. [2019] はリーマン多様体で定

義された測地線距離を使っている。基準モデルのリスク量に関しては、Boucher et al. [2014] は

Markov - switching generalized autoregressive conditionally heteroskedastic with Student-t disturbances モデル<sup>9)</sup>による VaR/ES を、Branger et al. [2012] は SVJ モデル<sup>10)</sup>によるヘッジ損失を、Lazar and Zhang[2022] はボラティリティの観測値を明確な基準リスク量としているが、Detering and Packham[2013] と Krajčovičová et al. [2019]

は具体的なリスク量を明確にしていけないが、何らかのポジション時価を基準モデルのリスク量としている。次の 3 本は、損失の確率分布をリスク測度として対象モデルと基準モデルの間の確率分布の距離である相対エントロピーを使っている。うち、Breuer and Csiszár[2016] は期待ポジション損失と相対エ

ントロピー (または Bergman 距離、F-ダイバージェンス) を合算してその最小値をモデル・リスク測度としている。基準モデルのリスク量に関しては、

Arrieta[2022] は log-normal モデルの確率分布を基準リスク量としているが、Breuer and Csiszár [2016] と Jacobs[2020] は具体的な基準モデルのリスク量を明確にしていけない。最後の 6 本においては、基準としての算出リスク量を全対象モデルの平均値、最大値、最小値のいずれかとして、対象モデルとのリスク量の差(距離)を算出している。

Barrieu and Scandolo [2014]、Bernard and Vanduffel[2015]、Kerkhof et al. [2010] は VaR/ES の最大値または最小値を、Jokhadze and Schmidt, [2020] は VaR/ES の平均値を、Bannör and Scherer [2013] と Cummins et al. [2022] は誤差関数の最小値をそれぞれ使っている。なお、Bannör and Scherer[2013] と Cummins et al. [2022] は、対象誤差関数値と最小誤差関数値の差から normal transform function を得てモデル・リスク測度としている。

後者の基準リスク量を定義しない 7 本 (うち 1 本は

上記の平均値を基準としての算出リスク量とする論文と重複) は対象モデルのリスク量と基準リスク量との比較を目指したのではなく、各モデルのモデル・リスクの状況を把握しようとするものである。

Coqueret and TavinAn [2016] と Jokhadze and Schmidt[2020] はそれぞれポジション時価と VaR/ES をリスク量としてその最大値と最小値の差を、Detering and Packham[2018] は VaR/ES の最小値を算出している。Tarashev[2010] はリスク量である Var の算出方法をいくつか示してその算出結果を比較している。その他 (Djakovic et al. [2021]、Glasserman and Xu[2014]、Lazar and Qi [2022]) はリスク量をそれぞれ単純に比較している。

## 6. 今後の方向性と課題及び対応提案

モデル・リスクの要因分類については現状では統一感がない。おおまかに言えば、パラメーター評価エラー、モデル表現エラー、上記 2 つを含む複合体のいずれかということになる。現段階では、概念的に統一されておらず、モデル・リスクが各論文でそれぞれの要因によるものとして捉えられている状況にある。一方、細分化されるほど理想的だが現実的に計量化は難度を増す。5 つの要因に分類する論文もあったが、分類のみで終わっており活用されてない。本報告の対象論文において、Lazar, E. and S. Qi [2022] と Kerkhof et al. [2010] の 2 本が最も優れている。Lazar, E. and S. Qi [2022] のパラメーター評価エラー、モデル表現エラー、モデル選択エラーの 3 種類に分けてそれぞれのモデル・リスクを計量化する方法は説得力があると思われる上、過去のデータからモデル・リスクを緻密に表現している。また、Kerkhof et al. [2010] はパラメーター評価エラー、モデル表現エラー、モデル識別エラー (バックテストでの最良モデルとストレス・テストでの最良モデルを比較) の 3 種類に分けて計量化しているが、モデルが過去のデータからのみで決定される欠点を補う点で価値が高い。この 2 本を組合せたモデルリスク評価が理想的であろう。しかし、現段階では基本的にパラメーター評価エラー、モデル表現エラーの 2 つから構成されることに統一されることが望ましい。これによりカリブレーションの問題とモデル自体の問題に分けられる。

リスク量については、VaR/ES のいずれか、または両方を用いているケースが多いが、一般的にこれらは

損失リスク量として定着していることによるものと考えられ、またバーゼル3のFRTBでESが採用されていることもあり、今後もESを中心に研究や実用化が進むと予想される。なお、確率分布のケースは比較的少なかった。これは、概念的な展開に終始し、損失額等の金額ベースでの議論に活用できないことが欠点となっていると思われる。

モデル・リスク測度については、各モデルで算出されたリスク量を基準リスク量と比較する場合と、全モデルのリスク量を算出しその状況を概観して比較検討する場合に分かれている。後者は実務への活用が難しいので、前者に限定して議論する。モデル・リスク測度は対象モデルのリスク量と基準リスク量との差や比の形が最もわかりやすく、実際にも差またはその変形(相対エントロピー)を活用しているケースが多い。

実務上の最大の課題は基準リスク量をどう決めるかであろう。最も正確に近いと想定するモデルを基準モデルとして活用している論文もあるが、それは恣意性が強い。そもそも正しいモデル自体は存在しない。また、最大値、最小値、平均値を基準としての算出リスク量とする場合でも、どのモデルを含めるか、どのデータを使うかで、これらの数値は大きく異なるであろう。金融庁の「モデル・リスク管理に関する原則」、OCCの金融監督責任者向けのガイダンス等、金融当局のモデル・リスクに関する監督指針においても、計量的なモデル・リスク測度についての具体的な記述はない。

基準リスク量はリスク管理の標準化の観点から必要であると考えるので、現実的な対応策を提案したい。市場で取引されるデリバティブであれば、一定の前提条件を決めて特定の仮想デリバティブの価値評価によるES等のリスク量算出を主要なディーラーに求めて、その最大値、最小値、平均値を算出し、モデル・リスク測度の基準としての算出リスク量とすることが考えられる。現在でもこれと似た仕組みが既に存在する。<sup>11)</sup>金融商品のデータを提供するIHSマークイット社がTotemと呼ばれるIPV<sup>12)</sup>サービスによりデリバティブの価値評価データを参加ディーラーから収集し、様々な分析データを提供している。この仕組みは一種のモデル・リスクのデータ収集分析サービスとも言え、この考え方を活用して標準化しデリバティブや金融商品の対象モデルを広げることによりモデル・リスクをカバーすることが望まれる。

## 7. おわりに

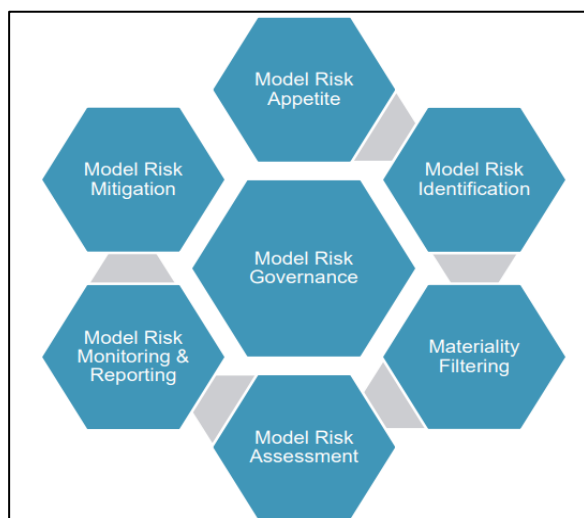
モデル・リスク管理の計量化の研究は全般的に収束方向にあるとは言えず、実務で標準として使えるような統一的なモデル・リスクの測定評価までには至っていない。FRTBではモデルリスクのうち、モデル化できない部分の対応が議論の中心となっている。また、金融庁、OCCのモデル・リスク測定評価の具体的な計量化の議論までは踏み込んでいないことは述べた。今後モデル・リスク測定について何らかの計量化手法に自然と収束する可能性もゼロではないが、金融当局からの介入がなければ、各金融機関はそれぞれ特有のモデル・リスク測定の計量化手法にこだわり金融機関間の比較が難しい状況が続くであろう。金融当局もある程度リスクを取って、モデル・リスク測定の計量化の標準化に向けて誘導する必要があると考える。特に、現在のマークイット社のデリバティブ評価ビジネスはコスト、恣意性、情報公開の観点で問題があるので、モデル・リスク測度の標準化は金融当局の主導で同社スキームを参考とした新たな枠組みが期待される。

表1. 金融庁「モデル・リスク管理に関する原則」8原則

<p><b>1. モデルの適切な定義と分類</b> モデルリスク管理の前提として、モデルの定義を明確にし、リスクが発生しやすいモデルを分類・把握する。</p> <p><b>2. モデルガバナンスの確立</b> モデルの管理・監視の仕組みを整備し、役員や経営陣の責任範囲を明確化する。</p> <p><b>3. モデル開発・実装の管理</b> モデルの開発と実装において、データ、アルゴリズム、検証手法の透明性と品質管理を行い、信頼性のあるモデルを構築する。</p> <p><b>4. モデル検証の独立性の確保</b> モデル検証は開発チームから独立した部門が行い、客観的な視点でモデルリスクを評価する。</p> <p><b>5. モデルの使用モニタリングと定期的なレビュー</b> モデルの使用状況とパフォーマンスを継続的にモニタリングし、変化するリスクや環境に対応するため、定期的にモデルの見直しを行う。</p> <p><b>6. モデルのバリデーションとストレステストの実施</b> モデルの信頼性を検証するためのバリデーションと、極端な事象を想定したストレステストを定期的実施し、リスクに備える。</p> <p><b>7. データの管理と品質確保</b> モデルの入力データの適切な管理と品質を確保し、モデルリスクの低減に努める。</p> <p><b>8. 文書化と透明性の維持</b> モデルの構造、検証プロセス、変更履歴などを十分に文書化し、透明性を持って管理する。</p>
--

(出所) 金融庁ホームページ  
([https://www.fsa.go.jp/common/law/ginkou/pdf\\_02.pdf](https://www.fsa.go.jp/common/law/ginkou/pdf_02.pdf)) より作成

図1. 英アクチュアリー協会のモデル・リスク管理  
フレームワーク



(出所) Aggarwal et al. [2015], pp. 240

#### 参考文献:

金融庁[2021]「モデル・リスク管理に関する原則」  
([https://www.fsa.go.jp/common/law/ginkou/pdf\\_02.pdf](https://www.fsa.go.jp/common/law/ginkou/pdf_02.pdf)).

服部孝洋[2021]「スワップション入門 (モデル編) — ノーマル (ブラック) ・モデルおよび SABR モデルについて」、『財務総合政策研究所シリーズ日本経済を考える』、No. 117。

Aggarwal, A., M. B. Beck, M. Cann, T. Ford, D. Georgescu, N. Morjaria, A. Smith, Y. Taylor, A. Tsanakas, L. Witts, and I. Ye [2015] “Model risk – daring to open up the black box,” *British Actuarial Journal*, vol. 21, part 2, pp. 229–296.

Arrieta D. [2022], “Model risk quantification based on relative entropy,” *Journal of Risk Model Validation*, vol. 16, pp. 113–131.

Bannör K. F. and M. Scherer [2013] “Capturing parameter risk with convex risk measures,” *European Actuarial Journal*, vol. 3, pp. 97–132.

Barrieu, P. and G. Scandolo [2014] “Assessing financial model risk,” *European Journal of Operational Research*, pp. 1–30.

Bernard, C. and S. Vanduffel [2015] “A new approach to assessing model risk in high dimensions,” *Journal of Banking & Finance*, vol. 58, pp. 166–178.

Board of Governors of the Federal Reserve

System and Office of the Comptroller of the Currency [2011], Supervisory Guidance on Model Risk Management (<https://www.federalreserve.gov/supervisionreg/srletters/sr1107a1.pdf>).

Boucher, C. M., J. Danielsson, P. S. Kouontchou, and B. B. Maillat [2014], “Risk Models-at-Risk,” SRC Discussion Paper, No. 8.

Branger N., E. Krautheim, C. Schlag, and N. Seeger [2012], “Hedging Under Model Misspecification : All Risk Factors are Equal, But Some are More Equal than Others …,” *The Journal of Futures Markets*, vol. 32, no. 5, pp. 397–430.

Breuer T. and I. Csiszár [2016], “Measuring Distribution Model Risk,” *Mathematical Finance*, vol. 26, issue 2, pp. 395–411.

Coqueret, G. and B. Tavin An [2016], “Investigation of Model Risk in a Market with Jumps and Stochastic Volatility,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 253, Issue 3, pp. 648–658.

Cummins M., F. Gogolin, F. Kearney, G. Kiely, and B. Murphy [2022], “Practice-relevant model validation: distributional parameter risk analysis in financial model risk management,” *Annals of Operations Research*.

Detering, N. and N. Packham [2013], “Model Risk in Incomplete Markets with Jumps,” Conference proceedings in Quantitative Risk Management TU München, pp. 39–56.

Detering N. and N. Packham [2018], “Model risk of contingent claims,” Discussion Papers from Humboldt University of Berlin International Research Training Group 1792, No. 2018–036.

Djakovic V. D., J. Ivetic, and G. B. Andjelic [2021], “Modelling Risk under Volatile Conditions : Tail Index Estimation and Validation,” *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 2021, vol. 32, no. 4, pp. 325–337.

Glasserman P. and X. Xu [2014], “Robust risk measurement and model risk,” *Quantitative Finance*, vol. 14, Issue 1.

Heitfield E. [2009], “Parameter Uncertainty

and the Credit Risk of Collateralized Debt Obligations,” Board of Governors of the Federal Reserve System, ([https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1190362](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1190362)).

Jacobs M. Jr. [2020] “Quantification of Model Risk with an Application to Probability of Default Estimation and Stress Testing for a Large Corporate Portfolio,” *Journal of Risk Model Validation*, vol.16, no.3.

Jokhadze V. and W. M. Schmidt [2020], “Measuring Model Risk in Financial Risk Management and Pricing,” *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, Vol.23, No.2.

Kerkhof J., B. Melenberg, and H. Schumacher [2010], “Model risk and capital reserves,” *Journal of Banking & Finance*, vol.34, Issue 1, pp.267-279.

Kiritz N., M. Ravitz, and M. Levonian [2019], “Model risk tiering : an exploration of industry practices and principles,” *Journal of Risk Model Validation*, vol.13, no.2, pp.47-77.

Krajčovičová Z., P. P. Pérez-Velasco, and C. Vázquez [2019], “A new approach to the quantification of model risk for

practitioners,” *Journal of Computational Finance*, vol.23, No.2.

Lazar E. and S. Qi [2022] “Model risk in the over-the-counter market,” *European Journal of Operational Research*, vol.298, issue 2, pp.769-784.

Lazar E. and N. Zhang [2022] “Model Risk of Volatility Models,” *Econometrics and Statistics* (<https://doi.org/10.1016/j.ecosta.2022.06.002>).

Montoro, A., T. Becker, and L. Popken [2017], “Identification and capitalisation of non-modellable risk factors,” *RISK.net*, (<https://www.risk.net/energy-risk/technical-paper/2480845/identification-and-capitalisation-of-non-modellable-risk-factors>).

Office of the Comptroller of the Currency [2021], Comptroller’s Handbook Model Risk Management Ver.1.0, (<https://www.occ.treas.gov/publications-and-resources/publications/comptrollers-handbook/files/model-risk-management/pub-ch-model-risk.pdf>).

Tarashev N. [2010] “Measuring portfolio credit risk correctly: Why parameter uncertainty matters,” *Journal of Banking & Finance*, vol.34, issue 9, pp.2065-2076.

<sup>1)</sup>バーゼル規制はバーゼル銀行監督委員会が公表している国際的に活動する銀行の自己資本比率等に関する国際統一基準。

<sup>2)</sup>Fundamental Review of the Trading Book 規制の略で、トレーディング取引に係る所要自己資本の計算上のリスク評価方法を見直すことを求めている。

<sup>3)</sup>金融庁は2021年11月に本原則を発表した。

<sup>4)</sup>Office of the Comptroller of the Currency の略で、アメリカ合衆国において、連邦法免許を受けて営業する国法銀行に対して監督権限を有する財務省の内部機関。

<sup>5)</sup>2021年8月に発行されたモデル・リスク管理に関する Comptroller’s Handbook であり、2011年4月にFRBとOCCが共同で発行した Supervisory Guidance on Model Risk Management を改定強化した内容。

<sup>6)</sup>VaRはValue-at-Riskの略で、現在保有している資産を将来のある一定期間保有すると仮定した場合、ある一定の確率の範囲内(信頼区間)で市場の変動によって被る可能性がある予想最大損失額。ESはExpected Shortfallの略で、確率変数 $X$ を損失

額とし閾値 $\mu$ を信頼水準 $(1-\alpha)\%$ におけるVaRとすれば、損失がVaRを超える場合の平均損失(期待値)となる。

<sup>7)</sup>Extreme Value Distributionの略で、ある累積分布関数にしたがって生じた大きさ $n$ の標本のうち、 $x$ 以上となるものの個数がどのように分布するかを表す連続確率分布モデル。

<sup>8)</sup>Root Mean Squared Errorの略で、数値予測のモデルの良さを測る指標であり、二乗平均平方根誤差と呼ばれる。

<sup>9)</sup>代表的な時系列モデルであるGARCHモデルを変形したもの。

<sup>10)</sup>Stochastic Volatility Jumpモデルの略で、確率的に変動するボラティリティとジャンプ過程を含むデリバティブモデル。

<sup>11)</sup>服部孝洋[2021]の「4.3 キャリブレーションとデータ」を参照。

<sup>12)</sup>IPVはIndependent Price Verificationの略であり、金融商品のポジションの公正価値算定の検証プロセスを言う。