

監物 輝夫氏 博士論文審査要旨

申請者：監物 輝夫（BD19F001）

博士論文タイトル：金融リスク依存関係の定量化手法の改良とその応用

審査員：中村 信弘、横内 大介、中川 秀敏

監物氏の博士論文は、金融機関におけるリスク管理において、重要だが適切な定量化が難しい「リスクの依存関係」について論じたものである。特に、銀行におけるリスク管理では、特に「信用リスク」および「市場リスク」が重要であり、これらリスクの計量は銀行の自己資本比率規制に密接に関わっている。「リスクの依存関係」の定量的指標としては、「相関係数」が古くから使われてきた。例えば、自己資本比率規制の第一の柱において、信用リスク・アセットの算出に必要な所要自己資本の計算式には相関係数が用いられているし、また、自己資本比率規制の第二の柱で求められている内部管理でのリスク管理においても、資本配分で用いる経済資本の算出において相関係数が使用されている。

しかし、リスク管理における依存関係を考えるうえで、以下の三つの課題が認識されていると監物氏は指摘する。一つは、相関係数がリスク変量間の線形関係の程度を表す一つの指標にすぎないため、各変量の周辺分布の変換に対して不変ではないということである。ただし、これについては「コピュラ」と呼ばれる、多変量の確率分布関数と周辺分布関数の関係を示す関数を利用することで対処されてきている。

二つ目は、時点に対して静的、すなわち将来の全ての時点で相関係数が固定されていると仮定される点である。たとえばリーマン・ショックのような危機時にはリスクの依存関係が強まる傾向があるなど、リスクの依存関係を動的にとらえなければリスクを過小評価をする可能性がある。これに対してはパラメータが時間変化するモデルなどが提案されている。

最後に、リスクの波及効果に関する表現が必要になってきている点である。仮にパラメータが時間変化する構造をもったとしても、その時点の依存関係をとらえているにすぎず、過去のイベントが将来に影響を与えるといった効果まではとらえることができない。波及効果を表現するモデルとしては、Hawkes 過程と呼ばれる確率過程を用いたモデルがファイナンス分野でも使われてきている。Hawkes 過程は、特定のイベントの累積発生件数をカウントする確率過程であるが、イベント発生確率を特徴づける強度過程が「自己励起性（あるイベント発生によって同タイプの強度がジャンプする）」や「相互励起性（あるイベント発生によって別のタイプの強度がジャンプする）」といった性質を持っているのが最大の特徴である。

監物氏は、このような課題認識に基づき、市場リスクに関しては「パラメータが時間変化するモデルを用いてシステムミック・リスクの分析」を行うことで1点目と2点目の課題に対して、また信用リスクに関しては「多次元 Hawkes 過程モデルを応用・発展させたモデルを用いて企業の倒産リスクの波及効果分析」を行うことで3点目の課題に対して部分的な解決を図っている。

監物氏の博士論文は、具体的には以下の五つの章と付録からなる。まず第1章「序論」では、上述の内容を含む研究の目的・背景が説明されるとともに、論文の各章の概要を述べている。

第2章「CoVaRによるシステムミック・リスク計測」では、システムミック・リスク計測の定量的指標としてCoVaR及びD-CoVaRに着目し、2007～2008年での金融危機時におけるシステムミック・リスク顕在化前後における依存構造の変化について、これまでに研究されてきたDCC-GARCHモデル及びTime-Varying Parameter コピュラモデルに加えて、確率的コピュラを用いてリスク評価を行っている。

DCC-GARCHモデル、TVPコピュラモデル及び確率的コピュラモデルにより依存構造を定量化した後は、静的・動的な周辺分布を用いて比較を行っている。動的な周辺分布では特にリーマン期におけるボラティリティに依存してしまうため、モデルの違いが見えにくくなる。一方でボラティリティに依存しない静的な分布を用いることで各モデルの依存構造を取り出すことができるため、モデル比較が可能となる。この結果と順位相関による推移とも比較を行い、最終的に確率的コピュラによるシステムミック・リスクの計測が依存関係を柔軟に評価することを示した。

第3章「多次元Hawkes過程を用いた倒産リスク伝播構造の推定」では、多次元Hawkes過程を、従来から多く用いられている指数減衰型カーネル関数を用いてモデル化したものを最尤推定する方法と、Embrechts and Kirchner (2018) が提唱したINAR (整数値AR) モデルに基づくノンパラメトリックな近似推定法との比較を行い、いずれも倒産リスク伝播構造のモデル化に対して応用可能性があることを確認している。比較においては実績値と推計値による誤差評価のほか、Hawkesグラフと呼ばれる依存構造をグラフ化することで波及経路の視覚化を行っている。あくまでも限定されたデータセットに対する分析結果からの考察であることに注意すべきであるが、扱うカテゴリ数が多くなれば数値的な最適化における初期値の設定などが必要となる指数減衰型カーネル関数強度モデルの最尤推定という従来からの手法よりも、Embrechts-Kirchnerのノンパラメトリック推定法の方が計算負荷という点でも十分に応用可能性があると考えられる。

ただし、本モデルでは、倒産発生を増減に大きな影響を及ぼすと考えられる「マクロ経済指標」を取り込めていないことが課題の一つである。

第4章「拡張Hawkes過程を用いた倒産リスク伝播構造の推定とストレステストへの応用」では、第3章のモデルの課題であった「マクロ経済環境を勘案」できるように多次元Hawkes過程を拡張して、マクロ経済指標も変数に加えるモデルを構築している。マクロ経済指標をどのように選択するかについては、ポアソン回帰を用いて総当り法によりマクロ経済指標の組み合わせを決定している。マクロ経済指標の選択を行った後、ポアソン回帰によるモデル、第3章のINARモデル、とマクロ経済指標を組み込んだ拡張Hawkes過程に基づくINARモデルとで比較分析を行い、マクロ経済指標を組み込んだINARモデルによるモデルの説明力が高い結果を得ている。また、金融機関のリスク管理では、一定の経済シナリオを仮定し、その下での損失を見積もるストレステストを用いた分析が重要視されるようになっており、本モデルおよび分析手法のストレステストに対する応用も行っている。

第5章「結論」では、全体のまとめに加えて、将来の課題とそれに対する展望にも言及されている。

以上で見てきたように、監物氏の博士論文の研究テーマは「金融リスク管理」という、ファイナンス分野の学術研究において古典的ではあるが、常に新しくチャレンジングな課題が現れてきてい

る重要なテーマである。

理論面での貢献は限定的なものではあるが、「リスクの依存関係」をどのように適切にモデル化・定量化すべきかという視点で、既存モデルを適切に改良して新しい応用可能性の高いモデルを提案するとともに、その応用可能性について実データ分析を通じて精緻に実証・考察しており、金融リスク管理の実務の高度化に貢献しているという側面は大いに評価できる。

また、論文自体の評価からは少し離れるが、金融リスク管理で用いられるモデルは数学的にも非常に高度化しておりキャッチアップが難しくなっている。くわえて、データベース整備やコンピュータ分析技術も作業量が増しているため、ファイナンス分野の研究は共同研究体制で行うことが多くなっているなかで、監物氏は本博士論文の関連する作業のほとんどを独力で行っていることにも言及しておきたい。

以上、監物氏の博士論文は、本研究科経営管理専攻「金融戦略・経営財務プログラム」が掲げる学位評価基準の要件を十分に高い水準で満たしていると評価される。最終試験の結果とあわせて、審査員一同は、監物氏の博士学位請求論文が、博士（経営）の学位を与えるに十分に値すると判断する。

本論文で提案されたモデル・手法および研究結果・考察について、細かい疑問点や課題は散見されるが、これらは本論文の水準および評価を損なうものではない。監物氏が、今後も金融リスク計量に関して理論・実証の両面で質の高いアウトプットを続けて、学术界に少なからぬ貢献をされることを切に期待する。