

氏 名	むろ まち ゆき お 室 町 幸 雄
学位(専攻分野)	博 士 (経 済 学)
学 位 記 番 号	経 博 第 219 号
学位授与の日付	平 成 17 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	経 済 学 研 究 科 経 済 動 態 分 析 専 攻
学位論文題目	デフォルト相関を考慮したポートフォリオの信用リスク計測モデル

論文調査委員 (主 査)
教 授 木 島 正 明 教 授 森 棟 公 夫 助教授 岩 城 秀 樹

論 文 内 容 の 要 旨

本論文には2つのテーマがある。第一のテーマはデフォルト相関のモデル化とそのポートフォリオの信用リスク計測モデルへの応用であり、第二のテーマはリスクの集中度の適切な推定方法の開発である。まず、研究の背景と既存研究の整理を行い、次に、デフォルト相関を考慮したポートフォリオの信用・市場リスク統合評価モデルを提案している。さらに、シミュレーションと解析的近似を併用したポートフォリオの信用リスク計測手法を提案し、具体的事例に基づいて、この手法がリスク寄与度の推定に有効であることを示している。

第1章では、金融機関における資産ポートフォリオのリスク計測の重要性について述べ、特に信用リスクの計測では、ポートフォリオの将来価値（または損失額）分布の裾の形状に大きな影響を及ぼすデフォルト相関のモデル化が重要であると指摘している。また、既存モデルでは市場リスクと信用リスクが理論的に統合されていないことや、より適切な資産運用の策定にはポートフォリオにおけるリスクの集中度の分析が重要であることを指摘している。

第2章では、既存研究で提案されているデフォルト相関モデルを条件付独立モデル、状態依存強度モデル、コピュラモデルの3種類に分類・整理している。さらに、ポートフォリオ全体のリスク（標準偏差、VaR, CVaR など）に対する部分ポートフォリオの寄与を示すリスク寄与度を定義し、ある条件のもとではリスク寄与度が加法性を持つことを示している。また、モンテカルロシミュレーションによるリスク寄与度の推定値は不安定であることを指摘している。

第3章では、代表的な信用リスク計測モデルである CreditMetricsTM と CREDITRISK⁺の考え方を詳述し、他のリスク計測モデルについてもデフォルト相関のモデル化という視点から簡単に紹介している。

第4章では、デフォルト相関を考慮した信用・市場リスク統合評価モデルを提案している。まず、既存モデルでは看過されてきた観測確率と価格評価のための擬似確率の使い分けの必要性を指摘して、将来価値分布の計算手順を示している。次に、社債ポートフォリオを例にして、金利リスクと信用リスクを統合評価する一般的なフレームワークをまとめている。デフォルトフリーな金利過程と各企業のハザード率過程は確率微分方程式を用いてモデル化され、多次元ブラウン運動を通して相関を持つ。さらに、複数企業のデフォルト時刻は条件付独立であると仮定してデフォルト相関を表現し、各銘柄の現在価値と将来価値の評価には無裁定価格理論を用いている。また、価格評価のための擬似確率と観測確率のもとにおける確率微分方程式は、リスクの市場価格とリスクプレミア調整率によって定められる同値な測度変換で関連付けられており、それらが市場データから推定できることも示している。さらに、実装の容易なガウス型モデルを提案し、その数値例の中で、リスク量に対するデフォルト相関の影響を調べている。

第5章では、モンテカルロシミュレーションと解析的手法である鞍点法を併用することにより、ポートフォリオの将来価値（または損失額）分布を短時間で精度良く推定する手法（ハイブリッド法）を提案している。まず、鞍点法による密度関数や分布関数の近似式導出の概要を示し、次に、ハイブリッド法のフレームワークを説明している。デフォルト時刻の条件付独立性などを仮定すると、与えられた条件の下で、ポートフォリオの将来価値の条件付モーメント母関数は、各資産価格

の条件付モーメント母関数の積で表現される。それを逆ラプラス変換するとポートフォリオ価格の条件付密度関数が得られ、その期待値をとると密度関数が得られる。ハイブリッド法ではこの手順を変更し、条件をシミュレーションで複数のシナリオとして発生させ、逆ラプラス変換を鞍点法で近似して、その期待値を計算することで密度関数の近似値を得る。分布関数についても同様である。また、この考え方を応用すると、CVaR やリスク寄与度の推定式が得られることも示している。さらに、計算の収束を早める方法として加重サンプリング法を挙げている。

第6章では、鞍点近似の妥当性を数値例で確認し、ハイブリッド法の適用事例を2つ示している。それぞれの事例でハイブリッド法とモンテカルロシミュレーションの推定結果を比較して、膨大なシナリオ数のモンテカルロシミュレーションに近い結果がハイブリッド法で得られること、加重サンプリング法を使うとハイブリッド法の収束が速くなること、ハイブリッド法が特にリスク寄与度の推定に優れていることなどを示している。

第7章では、本論文の内容を総括し、さらに今後の課題として、流動性リスクとの統合評価や、ハイブリッド法のコンピュータモデルへの適用とシミュレーション部分が高次元になる場合の効率的な計算方法の開発などを挙げている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、金融工学における最重要テーマである金融リスク管理モデルに関する先駆的な論文である。具体的には、資産間のデフォルト相関を考慮した上で、ポートフォリオの信用リスクと市場リスクを統合的に評価するモデルを提案している。これは無裁定理論の枠組みで構築された最初の統合モデルであり、金融リスク管理分野における貢献は極めて高い。

まず、金融機関における資産ポートフォリオのリスク計測の重要性について述べ、特に信用リスク計測では、ポートフォリオの将来価値（または損失額）分布の裾の形状に大きな影響を及ぼすデフォルト相関のモデル化が重要であることを指摘している。また、既存モデルでは市場リスクと信用リスクが理論的に統合されていないことや、より適切な資産運用の策定にはポートフォリオにおけるリスクの集中度の分析が重要であることを指摘している。

次に、既存モデルを3種類に分類・整理した後、ポートフォリオ全体のリスクに対する部分ポートフォリオの寄与を示すリスク寄与度を定義し、従来のモデルによるリスク寄与度の推定値は不安定であることを指摘している。

このような問題点を確認した上で、本論文では、デフォルト相関を考慮した信用・市場リスク統合評価モデルを提案している。

まず、既存モデルでは看過されてきた観測確率と価格評価のための擬似確率（リスク中立確率）の使い分けの必要性を指摘し、将来価値分布の具体的な計算手順を示している。次に、社債ポートフォリオを例にして、金利リスクと信用リスクを統合評価する一般的なフレームワークをまとめている。

複数企業のデフォルト時刻は条件付独立であると仮定してデフォルト相関を表現し、各銘柄の現在価値と将来価値は無裁定価格理論を用いて評価される。リスク中立確率と観測確率のもとでの確率微分方程式は、リスクの市場価格とリスクプレミア調整率によって定められる同値な測度変換で関連付けられ、それらが市場データから推定できることを示している。さらに、実装の容易なガウス型モデルを提案し、その数値例の中で、リスク量に対するデフォルト相関の影響を調べている。本論文の第一の成果は、無裁定理論の枠組みで信用・市場リスクを統合的に評価できることを示したことである。

本論文の第二の貢献は、計算負荷の大きいモンテカルロシミュレーション法に変わり得る手法を開発した点である。すなわち、モンテカルロシミュレーションと解析的手法である鞍点法を併用することにより、ポートフォリオの将来価値（または損失額）分布を短時間で精度良く推定する手法（ハイブリッド法）を提案している。いくつかの数値例や具体的事例を用いてハイブリッド法の妥当性を確認し、さらに加重サンプリング法がハイブリッド法の収束を速めるために有効であること、ハイブリッド法がリスク寄与度の推定に優れていることなどを示している。また、この考え方を応用すると、期待ショートフォールやリスク寄与度の推定式が得られる。本論文の第二の貢献は、理論モデルを金融実務で容易に実装できるようにブレークダウンしたことである。

以上のように、本論文は金融リスク管理分野における重要な貢献を含んでおり、極めてレベルの高い論文であるが、なお、いくつかの問題点と課題を指摘せざるを得ない。

第一に、実際にシステム化する場合にどのようなデータが利用できるのかという問題である。いくら理論的に完成度の高

いモデルであっても実際に利用できないのであれば、モデルの価値は半減する。利用可能なデータを踏まえた上で、具体的なシステム構築の指針に関する議論が必要である。

第二に、金融機関にとって重要なリスクである流動性リスクについて言及されていないという点である。統合リスク評価モデルと言うからには、流動性リスクやオペレーショナルリスクなどへの対応の仕方について、金融工学の立場から議論すべきである。

しかし、これらは本論文が提案したモデルの貢献度に比べれば些細なものであり、その価値を損なうものではない。

よって、本論文は博士（経済学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成17年2月17日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。