

## 第 57 回 (2022 年度夏季) JAFEE 大会 発表アブストラクト

2022 年 8 月 19 日 (金)

13:00-14:30 数理モデル

### 高次元主成分分析を使用した共分散予測モデルの構築

重本 秀人 (関西学院大学大学院理工学研究科), 森本 孝之 (関西学院大学理学部)

高次元主成分分析に基づいて、資産収益率の高次元共分散予測モデルを提案する。サンプルサイズがデータの次元よりも小さい状況において、従来の主成分分析で推定された固有値はバイアスを持つことが知られている。特にごく少数のいくつかの固有値は極端に大きな値となりスパイクした固有値と呼ばれる。高次元主成分分析はこのようにスパイクした固有値を持つバイアスを補正した固有値の推定値を与える。このような状況は金融分野、特に高頻度データを扱う場面でも発生する。本研究では、5 分間隔および 10 分間隔で観測される日内リターン系列から推定される実現共分散行列に対して高次元主成分分析を適用し高次元共分散行列を推定する。また、各主成分分析から得られた固有値に対して時系列モデルを作成し、高次元共分散行列の予測を行う。シミュレーション分析では、標本共分散行列に対して有効である高次元主成分分析が実現共分散行列に対しても有効であることを示す。実証分析では、高次元主成分分析を用いることで高次元共分散行列の予測精度の向上が見られたことを示す。

### Joint Mixability and Negative Orthant Dependence

小池 孝明 (一橋大学大学院経済学研究科), Liyuan Lin (Department of Statistics and Actuarial Science, University of Waterloo), Ruodu Wang (同上)

A joint mix is a random vector with a constant component-wise sum. It is usually regarded as a concept of extremal negative dependence, and is known to represent the minimizing dependence structure of some common objectives, such as variance, stop-loss premium and expected shortfall, under the marginal constraints. In this report, we explore the connection between the joint mix structure and one of the most popular notions of negative dependence in statistics, called negative orthant dependence. We show that a joint mix does not always have negative dependence, but some natural classes of joint mixes have. In particular, the Gaussian class is characterized as the only elliptical class which supports negatively dependent joint mixes of arbitrary dimension. We also show that a negatively dependent Gaussian joint mix solves a multi-marginal optimal transport problem under uncertainty on the number of components.

## ラティス法によるレヴィ過程におけるオプション価格評価について

室井 芳史 (東北大学大学院経済学研究科), 須田 真太郎 (三菱 UFJ トラスト投資工学研究所 (MTEC))

本稿では, 原資産価格がレヴィ過程で駆動されるモデルにおけるオプション価格のラティス法による計算法について議論を行う. 格子モデルは古典的なオプション価格評価手法であり, 様々な手法が提案されてきた. しかし原資産価格がレヴィ過程に従う場合, レヴィ過程が有限回のジャンプなのか無限回のジャンプなのか, 有界変動なのか非有界変動のかなど, レヴィ過程のクラスに応じて様々なモデルが提案されている. 本稿ではこれらのレヴィ過程のいずれのクラスでも応用可能な, シンプルかつ汎用的な新しい格子モデルによるオプション価格評価手法を提案する. 格子モデルであるため, ヨーロピアンオプションのみならずアメリカンオプションの計算にも応用することができ, 数値実験により提案手法が高精度にオプション価格を計算できることを示す.

### 14:45-15:45 金融特別セッション 「不動産ファイナンスの最近の話題」

#### 講演 1 : 不動産ファイナンスにおける最近のトピックス

石島 博 (中央大学大学院法務研究科 教授, 日本金融・証券計量・工学学会 (JAFEE) 代議員・理事, 日本不動産金融工学学会 (JAREFE) 会長, アジア不動産学会 (AsRES) 会長)

#### 講演 2 : サステナブル不動産を巡る動向～脱炭素社会の実現に向けた金融の役割～

高木 大輔 (中央大学企業研究所客員研究員)

### 16:00-17:30 データ分析

#### 創業企業向け信用リスクモデルにおける人的要因の有効性 –創業時の年齢と斯業経験年数の効果–

尾木 研三 (専修大学商学部), 峰下 正博 (日本政策金融公庫国民生活事業本部), 枇々木 規雄 (慶應義塾大学理工学部)

創業する前の企業は決算書がないため, 創業企業向けの信用リスクを計測するモデルは, 非財務情報を用いて構築する必要がある. 尾木・内海・枇々木 (2017) は, 日本政策金融公庫 (以下, 日本公庫) が融資した 34,470 社の創業企業の非財務情報から, 審査員の経験則や審査ノウハウなどをもとに, デフォルトと関係がありそうな変数を「人的要因」「金融要因」「業種要因」の三つのカテゴリーに分けて分析し, 有意になった変数を使ってロジスティック回帰モデルを構築した. その結果, モデルの精度を示す AR 値は 57.1%と実務で利用可能であることを示した. ただ, 人的要因のカテゴリーで重要な変数である「創業時の年齢」と「斯業経験年数」については, データ数が少なくオーバーフィッティングの可能性があるため, ダミー変数を用いている.

先行研究をみると、創業時の年齢は創業後の成功に対してマイナスの相関、斯業経験年数はプラスの相関で有意とする分析結果が多く、改善の余地があると考えられる。また、日本公庫の審査員の間で、若い時期に一定の斯業経験を積んだ後に、30歳代から40歳代で創業するケースは成功しやすいという経験則が定着している。玄田(2001)は、1,179社の創業企業のデータを用いて分析し、創業時の年齢の2乗と斯業経験年数の2乗が創業後の経済的成功に対して有意であり、創業に最適な年齢は40歳くらい、最適な斯業経験年数は20年くらいで創業に「旬」があることを示した。審査員の経験則を実証できる可能性を示唆するものだが、玄田は二つの変数をクロスした分析は行っておらず、信用リスクモデルの構築や精度評価も行っていない。そこで、本研究では、日本公庫が融資した約11万社のデータを用いて、「創業時の年齢」と「斯業経験年数」についてデフォルトとの関係を分析し、変数を加工することによってモデルの精度向上を目指す。また、創業に最適なタイミング「旬」が存在するかどうかについて、二つの変数をクロス分析によって検証する。さらに、「旬」の存在が確認できれば、モデルの新たな変数として採用することで、精度が向上するかどうかを検証する。分析の結果、創業時の年齢は、年齢別デフォルト率を4次関数で近似した変数、斯業経験年数は、年数別デフォルト率を2次関数で近似した変数が有意になった。また、「創業の旬」の存在を確認でき、モデルの新たな変数として、旬で創業したかどうかを示すダミー変数を投入すると、飲食店において有意になった。これらの変数をモデルに投入すると、モデルの精度を示すAR値が、尾木ら(2017)が示したモデルに比べて、インサンプルで4.9%ポイント、アウトオブサンプルで5.6%ポイント向上させることができた。

## 国内企業の決算説明会における話者の感情と業績の関係 –テキスト・音声による感情分析–

橋本 英樹 (QUICK)

本稿は、決算説明会のテキスト・音声の感情分析を行った。その結果、音声に含まれる感情情報は、テキストに含まれる感情情報を上回ることが分かった。また、経営者の音声に含まれる感情は、決算サプライズ(本決算発表日と同時に会社が公表した今期予想と、アナリスト事前予想との差)との関係が強い。決算説明会をプレゼンテーションセクションとQ&Aセクションに分けて音声による感情を分析した。その結果、決算説明会のプレゼンテーションセクションにおける話者の感情は、喜びより悲しみが強く、緊張状態が強いほど、企業の決算サプライズが大きいという関係がみられた。また、Q&Aセクションの話者の感情は、リラックス状態にあるほど、企業の決算サプライズが大きいという関係がみられた。本稿の貢献は、決算説明会における話者の感情(テキスト・音声)と、業績の関係を実証分析により明らかにした点である。

## マクロ経済アナウンスメントがリスクプレミアム・リスク・選好に与える影響

霧生 拓也(大阪大学大学院経済学研究科), 枇々木 規雄(慶應義塾大学理工学部)

本研究ではマクロ経済アナウンスメントがリスクプレミアムに与える影響を検証する。リスクプレミアムの変化をリスク(インプライド実確率分布の2次以上のモーメント)の変化に起因する成分(リスク要因)と投資家選好(代表的投資家のリスク回避度)の変化に起因する成分(選好要因)に分解する式を導き、Recovery Theoremを利用してアナウンスメント直前・直後のオプション価格から各要因を推定する。これにより、マクロ経済アナウンスメントが投資家選好に影響を与える可能性も考慮した上で、リスクプレミアムの変化を及ぼした要因を特定することが可能になる。米国株式市場を対象とする実証分析の結果から、

(1) 事前予想よりも悪い(良い)内容のアナウンスメントはリスクプレミアムを上昇(低下)させること, (2) この傾向は主にリスク要因の影響であること, (3) 選好要因の影響はリスク要因と比較して小さいこと, が明らかになった.

**17:35-17:55 JAFEE 論文賞・若手優秀論文賞 授賞式**

**2022年8月20日(土)**

**10:00-12:00 2022 JAFEE Summer Meeting - KAFE Special Session**

**ESG Lending**

Jongsub Lee (Seoul National University)

**Overshooting House Price Cycle and Fundamental Value: Credit Driven Demand versus Jeonse**

Sooyoung Song (Chung Ang University)

**Recursive Utility and DTI Limits**

Byung Hwa Lim (Sungkyunkwan University)

**Common Macro Factors in Credit Risk**

Haerang Park (Bank of Korea)

## 13:00-14:30 人工市場・機械学習

### 投資戦略の最適化の不安定性による金融市場の不安定性 -人工市場を用いた分析-

水田 孝信(スパークス・アセット・マネジメント), 八木 勲(工学院大学情報学部), 高島 幸成(長岡大学経済経営学部)

多くのファイナンス(金融)研究は、投資戦略の最適化や市場の効率性など、さまざまな仮定の上で議論されている。しかし、その仮定そのものが批判されることも少なくない。投資戦略の最適化が不可能な要因として、投資家自身の売買によって価格を変化させてしまうこと(マーケットインパクト)を最適化時に考慮できないことも考えられる。そこで本研究では、人工市場を用いてバックテストによってシミュレーション期間を通じて投資戦略の最適なパラメータを1つ探す(経済学やファイナンス研究で言うところの最適化を行う)テクニカルエージェントを追加してシミュレーションを行い、マーケットインパクトを最適化時に考慮できないという要因だけで最適化が安定しなくなることを議論した。その結果、投資戦略のパラメータはある値に収束することなく不安定になることが分かった。他の全員が全く同じに固定されていたとしても、1人でも、戦略の最適化を行うために、バックテストとその実践投入を繰り返し行うだけで、その戦略は定まることがないし、価格時系列も特定のものには達せず、不安定となった。この最適化の不安定性は、いわゆる“市場価格が均衡しない”という不安定よりもさらに上位の不安定性であり、当然、市場価格の均衡を妨げる。そして、価格時系列の規則性をも不安定にさせうる。このことから、金融市場は本質的に不安定であると言えるかもしれない。

### 機械学習モデルを用いた日本における新型コロナウイルスの地方債市場への影響に関する考察

丹波靖博(西南学院大学経済学部), 原口 健太郎(西南学院大学商学部)

日本の公募地方債市場の取引金額は、発行市場年間約7兆円、流通市場約12兆円に上り、世界有数の規模を誇る。しかし、地方債市場に関する既存研究は限定されており、実務におけるリスク管理体制に関する知見も不十分であるのが現実である。研究が進展してこなかった理由としては、具体的には、第1に、地方債が非政府保証債であるにもかかわらず事実上国債と同リスクであるとする「暗黙の政府保証論」の存在、第2に、流動性データの取得が困難なことなどのデータ面での制約、第3に、地方債銘柄の格付の取得率が非常に低い上に付与されている格付も基本的には同一であること、第4に、近年、地方債金利が著しく低い水準で推移していることから信用リスクのモデルによる評価が困難であることなどが想定される。しかしながら、地方債は地方財政運営に重要な役割を果たすことはもちろん、投資対象としての意義も大きい。このように、実務的にも重要かつ巨大な市場に関する研究蓄積が乏しいことは大きな問題である。本報告は、とりわけ、近年市場に大きなインパクトを与えた可能性がある新型コロナウイルス感染症の影響を調査することで、信用リスク分析の観点から地方債市場に関する学術的知見を獲得することを目的とする。

## 人工市場シミュレーションを用いた買い注文の超過による影響の調査

則武 誉人 (三井住友 DS アセットマネジメント), 水田 孝信 (スパークス・アセット・マネジメント), 逸見 龍太 (三井住友 DS アセットマネジメント), 南雲 将太 (日本証券クリアリング機構, 東京大学大学院工学系研究科), 和泉 潔 (東京大学大学院工学系研究科)

株式などの市場では需要と供給が一致する価格で取引が行われる。一方で、株式市場の参加者の多くは買い手だという主張がある。この背景は空売りの制約であり、制約がない場合と比べて高い価格で取引されている可能性が指摘されている。しかしながら、買いの注文数量が売りを超過する オーダーインバランスの水準は、空売りの制約以外の多くの要因によっても変化しうる。従って、空売りの制約により発生するオーダーインバランスが株価に与える影響を実証研究のみで議論することは不十分である。そこで本研究では、取引価格と指値注文の数量に与える影響を人工市場を用いて調査した。シミュレーションの結果、買い注文が売り注文を超過するオーダーインバランスは取引価格の水準を上昇させ、指値の売り注文の数量を買い注文の数量よりも少なくさせる影響があることが分かった。特にオーダーインバランスモデルの売り買い比率が 0.9 以下の場合、指値の売り買い比率がそれよりも低い水準になった。また、本研究は買い注文の超過が取引価格と指値注文の数量に与える影響のメカニズムを考察した。

## 14:45-15:45 気象リスク

### 気候変動シナリオデータを利用した水害損失リスクの計量モデル

樋口 智英 (野村證券), 水門 善之 (同左), 中川 秀敏 (一橋大学大学院経営管理研究科)

気候変動がもたらす影響の評価およびその緩和へ向けた取組みは、近年大きな社会的関心を集めている。金融においても、気候変動による金融リスクへの影響（以下「気候関連金融リスク」と呼ぶ）の分析はリスク管理の重要な要素であるという認識のもと、監督当局や金融機関を中心に進められている。気候関連金融リスクは、物理リスクと移行リスクという2つの軸から分析されることが主流となっている。物理リスクとは、自然災害の増加など気候変動による直接的な社会への影響に由来するリスクを指し、移行リスクとは、気候変動に対応するための政府の（規制や税制などの）政策変更や人々の行動様式の変化などによって発生するリスクを意味する。気候関連金融リスクは、過去に発生したことがない状況下で将来的に発生が予想される事象であるため、VaR などの統計的手法ではなく、フォワードルッキングなストレステストによる枠組みでのリスク計測が適切と考えられている。しかし、ストレステストを行う場合であっても、どのような経路を通じて気候変動が金融機関のポートフォリオ価値に影響を与えるかというシナリオを一定の客観性を持つように構築する必要があり、未だ難しい点が多いと考えられている。例えば、物理リスクであれば、温室効果ガスの排出量と気候との関係、気候と自然災害の発生傾向の関係、自然災害と金融リスクへの関係などを特定しなければならない。本研究では、温室効果ガスの排出量と気候との関係を全球気候モデルによってシミュレーションした結果（d4PDF と呼ばれるデータセット）を利用し、一定程度の客観性を持った、水害に関する物理リスクのシナリオ構築手法を提案する。d4PDF は 2℃ および 4℃ 上昇に対応する地球全体の気候変化をシミュレーションしたものであり（2022 年 2 月に 1.5℃ シナリオも追加された）、これにより気候変動が顕在化した将来の気候が現在気候からどのように変化するのか定量的に把握することができる。また、国土

交通省は過去の水害損害額を市町村単位で集計したデータを公表しており、過去の気象データと組み合わせることで、過去発生した大規模な水害がどのような気象条件で発生したか大まかな傾向をモデル化することができる。この2つを組み合わせることで、気候変動の下で将来発生すると考えられる企業部門の水害損害額を地域ごとに推計するモデルを構築した。また、水害統計では都道府県ごとの産業別一般企業損害額も集計されているため、地域別の水害損害額からセクターごとの水害損害額を推計することができる。このセクター別水害損害額は信用リスクへの影響分析などにも用いることができるものと考えられる。

## **Standardized Multivariate Weather Derivatives for Hedging Risk in Wind Power Generation Businesses**

松本 拓史 (金沢大学融合研究域融合科学系), 山田 雄二 (筑波大学ビジネスサイエンス系)

To hedge the business risk of wind power generation, which has been rapidly increasing in recent years, this study introduces several weather derivatives with wind speed and temperature as underlying assets and examines their effectiveness. In particular, in addition to existing nonparametric derivatives, we propose new standardized derivatives with higher-order monomial payoff functions, such as “wind speed cubic derivatives” and “wind speed and temperature cross derivatives.” We also develop a market trading model for the practical application of these derivatives and clarify the significance of standardizing weather derivatives. In addition, we propose a “product selection” strategy that utilizes the “variable selection” approach of Lasso regression to make hedger’s trading more efficient. The empirical analysis visualizes the payoff function of the nonparametric derivative - i.e., the cross-trend between temperature and wind speed against for wind power generation - to provide an interpretation of the rationality of the proposed models, while revealing the effectiveness of the derivatives standardization scheme and various trading strategies.

### **16:00-17:00 市場リスク**

## **Arbitrage-Free Co-Integrated Term Structure Model of Interest Rates towards Yield Curve Arbitrage**

中村 信弘 (一橋大学大学院経営管理研究科)

This paper studies the arbitrage-free co-integrated term structure models of interest rates. We develop the error-correction model of instantaneous interest rates to elucidate why the co-integration relationship is getting strengthened as the yield maturities are getting shorter and shorter, and on the other hand it is weakening and vanishing for the longer maturities. Towards the practical applications we deal with the yield curve statistical arbitrage for several Eurozone sovereign bonds detected by Johansen’s cointegration test. Within a continuous-time framework of expected utility maximization we derive the optimal investment strategy of co-integrated bonds.

## 量子計算によるリスク指標計算の試み

高石 哲弥 (広島経済大学教養教育部)

実用的な量子計算機の実現はまだ何十年も先と言われているが、小さい規模の量子計算機は開発され、量子計算を実行する量子アルゴリズムの研究がなされてきている。本研究では、与えられた確率分布のもとでの条件付きバリュアトリスク (CVaR) の量子計算を内積計算による手法で実行した。正規分布を用いた計算では、量子計算によって正しい値が計算できることを確認した。また、実証分析としてビットコインの収益率分布を用いて量子計算を実行し、期待される値を計算できることを確認した。また、実際の実機による計算結果についても報告する。