

論文審査の結果の要旨

氏名 クリネ シモン

論文提出者 Simon Clinet は、点過程の推定問題において、一般的なモデル設定で擬似尤度解析を構築し、擬似尤度推定量の誤差の極限定理および積率収束を明らかにした。また、マルコフ型 Hawkes 過程のエルゴード性を証明し、擬似尤度解析の適用を可能にした。さらに、有限観測時間において doubly stochastic Hawkes 過程の強度過程が発散する状況で、パラメータの汎関数の局所推定量のアグリゲーションによる推定量を提案し、その収束率および極限定理を与えた。

株価や為替レートをセミマルチンゲールとしてモデル化し統計推測する技術が 40 年ほどの間に発展してきた。マーケット・マイクロストラクチャーの問題を解決するために観測ノイズを導入し、デノイジングの方法と統計量の誤差分布に関する極限定理が最近の研究の潮流となっていた。いっぽう、観測技術とデータストレージ技術の発展により、ミリ秒の時間スケールでリミットオーダーブック (LOB) データの利用が可能になっており、価格形成の微細構造を数学的にモデル化することが現実的になってきている。LOB の点過程によるモデリングが最近盛んに行われているが、統計推測の方法はまだ確立していない。このような背景のもと、Clinet 氏の研究は擬似尤度解析の構築を点過程に対して試みたものであり、統計数学としてのみならず、数理科学としての価値が高く評価される。

エルゴード性のある多変数計数過程に付随する一般的な擬似尤度比確率場に対して多項式型大偏差不等式を示し、擬似最尤推定量および擬似ベイズ推定量の漸近正規性および積率収束を与え、擬似尤度解析を構築した。マルコフ型の Hawkes 過程に対して、ドリフト条件と T チェイン性を検証し、エルゴード性を確立した。これらの結果は、近年 Hawkes 過程が LOB 解析の様々な局面で計数データの従属性を表現する基本的な構造として盛んに利用されることから、重要な結果といえる。

LOB は超高頻度データを与え、さらに市場の日内トレンドの存在から、有限時間観測で強度過程が発散する状況を漸近論として捉える試みが始まっている。この問題は非エルゴード的統計になり、極限定理としても新たな課題となる。論文では、頻度に応じてルックバックが近距離的になる状況で、パラメータを確率過程とする doubly stochastic Hawkes 型過程を考え、パラメータの汎関数の推定を扱っている。時間局所的な推定量を集約することで大域的な推定量を構成し、その収束率とパラメータの連続度の関係を見出し、さらに混合型中心極限定理を与えた。

点過程の統計推測理論の枠組みを広げ、LOB データ解析の基礎となる漸近理論を展開した本論文の意義は大きなものである。よって、論文提出者 Simon

Clinet は、博士（数理科学）の学位を受けるにふさわしい十分な資格があると認める。