

審査の結果の要旨

氏名 稲次春彦

稲次春彦氏は、ジャンプのある確率過程のボラティリティを推定する際に必要となるジャンプの除去のためのフィルタリングの問題を研究した。これは、セミマルチンゲールの連続マルチンゲール部分の2次変動の構造を、離散時間において観測されたデータから統計的に推定する問題で、それは高頻度観測された現象とくに金融において基本的なものである。ジャンプがない場合、確率過程の増分の2乗和いわゆるリアライズドボラティリティが積分ボラティリティの一致推定量であり、有限時間における推定誤差の漸近混合正規性が知られている。いっぽう、データがジャンプで汚染されている場合、リアライズドボラティリティのこれらの性質は成り立たず、ジャンプを検出し除去するフィルタを適切に構成することが必要になる。増分におけるジャンプの有無を判定するためのジャンプフィルタの構成法としては従来、ブラウン運動の増分の大きさの見積もりに基づく本質的に決定論的な閾値による方法、連続した増分の積を使ってジャンプ成分の影響を緩和する方法、連続した増分の絶対値の最小値に基づく方法が用いられてきた（閾値法、バイパワーバリエーション、最小リアライズドボラティリティ）。これらの方法は、一つの増分がジャンプを持つか否かを判定するために、その増分1つあるいは隣接した増分を使うという意味で局所的フィルタと呼ばれる。稲次春彦氏の論文では、このようなジャンプフィルタの構成を根本から見直し、1つの増分の判定に全てのデータを利用する大域的フィルタを提案した。大域的フィルタは、全てのジャンプの中で、絶対値が上位 $100\alpha\%$ のものを除去するというアイデアに基づいている。論文では、大域的フィルタを導入し、それによる2次変動型の推定量の収束率と極限定理を示した。また、積分ボラティリティのノンパラメトリック推定のみならず、ボラティリティのパラメトリック推定における擬似尤度解析を構成し、擬似最尤推定量、擬似ベイズ推定量の収束率および、 α を漸近的に縮小させた場合の混合型中心極限定理を証明した。大域的フィルタによるワンステップ推定量も提案し、極限定理を与えている。さらに、従来の方法と比較し、大域的フィルタに基づく推定量がジャンプに対して安定的かつ正確であることを実証し、大域的フィルタの方法が実用的にも極めて優れていることを示した。大域的フィルタは全データを使うため、マルチンゲール構造が破壊され、通常の極限定理の適用を困難にするが、構造を漸近的に回復することを数学的に証明し、この困難を解消している。一連の大域的フィルタリング補題と擬似尤度解析を展開するところは数学的に高度であり、それだけでも興味深い。理論的にも、従来の

閾値法が置いていた小さなジャンプの頻度に関する条件を取り除くことに成功している。論文で展開された理論は、擬似尤度解析の枠組みの有用性を新たに示すものでもある。

稲次春彦氏が提出した論文は、ジャンプのある確率過程の統計推測における基本的な概念であるジャンプフィルターの方法を根本から一新し、実用的にも優れた理論の新たな方向を打ち立て、将来においてジャンプのある確率過程の統計推測論の全面的な書き換えを促すと予感させるものであり、高く評価される。よって、論文提出者 稲次春彦は、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。