

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲／乙第 号	氏 名	鈴木 良一
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	理学博士 田村 要造
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 仲田 均
		慶應義塾大学教授	理学博士 下村 俊
		慶應義塾大学教授 (経済学部)	博士(理学) 新井 拓児
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士(理学)、修士(理学) 鈴木良一君提出の学位請求論文は「Explicit Representations of Locally Risk-minimizing Hedging Strategy for Lévy Markets by Malliavin Calculus (マリアヴァン解析によるレヴィ市場における局所的リスク最少化ヘッジ戦略の明示的な表現公式)」と題し、全5章からなっている。</p> <p>Malliavin 解析は、1976 年に P. Malliavin が確率微分方程式の国際会議で提唱したもので、Wiener 空間上の微分の理論 (Sobolev 空間論) といえるものである。Wiener 空間上の汎関数の重要な例として確率微分方程式の解があり、これを通し Malliavin 解析は多くの分野に応用されている。しかし、ジャンプのある確率微分方程式の解に対する Malliavin 解析は十分に整備、発展しているとはいえない。本論文で著者はジャンプのある Lévy 空間上で Malliavin 微分を用いた Clark-Ocone 型公式を導いた。さらに、これを数理ファイナンスに応用し、ジャンプのある非完備市場での条件付き請求権に対するヘッジ戦略を明示的に与えた。</p> <p>第1章は序論であり、第2章では Wiener 測度に基づく Malliavin 解析を要約し、さらに本論文で扱う問題の背景について説明している。また、第3章は以後で必要になる数理ファイナンスの理論を要約し、リスク最少化戦略、及び局所的リスク最少化戦略について説明している。</p> <p>第4章では、ジャンプのある代表的確率過程である Lévy 過程に対する Malliavin 解析に関し、基礎演算の理論的整備を行い、その上で測度変換がある場合の Clark-Ocone 型の公式を導出している。本論文で著者は J. L. Solé 等に従い標準 Lévy 空間上に、伊藤-Wiener 分解に対応する L^2 構造を導入し、Malliavin 解析を定式化している。連続な道を持つ Wiener 空間上の Malliavin 解析では、測度変換のある Clark-Ocone の公式は知られていたが、ジャンプのある標準 Lévy 空間上では、測度変換がある場合の Clark-Ocone 型の公式は正確な形では求められていなかった。そこで著者は、先ず今まで明確に述べられていなかった Malliavin 解析の基本的演算等を整備し、その上で測度変換がある場合の Clark-Ocone 型の公式を導いた。さらにこれを用いることで、測度変換がある場合の Poincaré の不等式や、ジャンプがある場合の対数 Sobolev 型の不等式を証明している。</p> <p>第5章では、危険資産が Lévy 過程で駆動される確率微分方程式に従う非完備金融市場における条件付き請求権の局所的リスク最少化戦略を求める問題を扱っている。連続な道の Wiener 空間の場合には、局所的リスク最少化戦略は、国田-渡辺型の分解を用いて求められることが知られているが、ジャンプのある場合には、この戦略を求めることは一般にできていなかった。本論文で著者は第4章で求めた Clark-Ocone 型の公式を応用して、この局所的リスク最少化戦略を Malliavin 微分を用いる形で明示的に与えることに成功し、さらに典型的な金融市場における代表的なオプションに対し、具体的な形を与えている。</p> <p>以上要するに、本論文の著者はジャンプを含む Lévy 空間上の Malliavin 解析の基礎理論を整備し、更に Clark-Ocone 型公式を測度変換がある場合に求め、これを数理ファイナンスのヘッジ戦略を求める問題に応用し、これまで求められていなかったヘッジ戦略を明示的に与えることに成功した。これらは数理ファイナンス理論の発展のみならず、ジャンプのある場合の確率解析の理論の発展にも大きく貢献した。</p> <p>よって、本論文の著者は博士(理学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した。		

※ ○○ ○○には審査担当者氏名、△△△△には、「上記審査会委員」等と記載する。