

氏名(本籍)	黄嘉平(中国)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第5658号
学位授与年月日	平成23年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	システム情報工学研究科
学位論文題目	<b>Dynamic Stochastic Analysis of Risk Management Problems in Financial Engineering and Manufacturing</b> (金融工学・製造業におけるリスク管理問題の動的確率解析)
主査	筑波大学教授 工学博士 山本芳嗣
副査	筑波大学教授 Ph. D. (Management) 住田潮 理学博士
副査	筑波大学教授 工学博士 吉瀬章子
副査	筑波大学准教授 博士(理学) 繁野麻衣子
副査	筑波大学准教授 博士(学術) 八森正泰

### 論文の内容の要旨

金融工学や製造業における様々なリスクを分析する際に、従来から用いられている方法にエルゴード解析に基づくものがあるが、長期的な振る舞いに注目するこの解析方法は、有限時間内の原資産の動きを分析する必要がある金融派生商品の価格付けや、有限期間内の振る舞いに注目すべき工程管理等の問題には不相当である。本論文では、これらのリスク管理問題をマルコフ連鎖やセミ・マルコフ過程を用いてモデル化し、より問題に則した動的解析を行っている。

第1章で論文全体を概観した後、第2章ではヨーロッパオプションの価格付け問題が取り上げられている。ここでは、金利の一変量期間構造モデルとして広く使われているハル・ホワイト(Hull-White)モデルのパラメータが、マクロ経済状態を表す外生的確率過程によって変動するモデルを提案し、それをエーレンフェスト(Ehrenfest)過程で近似することによって、実用的な計算手順を与えている。そして月次のLIBOR(London Inter-Bank Offered Rate)データを用いて提案した計算手順の実用性を示している。

これまで独立に提案、解析されてきた計数過程には、ポアソン過程や非定常ポアソン過程に始まって、マルコフ変調ポアソン過程、マルコフ再生過程、マルコフ型到着過程、寿命依存型計数過程などがあるが、第3章ではこれらの多くを含む一般的な計数過程である「統一多変量計数過程」の枠組みを提案している。その枠組みに基づいて動的解析を行い、さらに時間が十分に経ったときの漸近展開を得ている。これによって、既存の多くの計数過程が統一的に記述されるのみならず、これまでに研究されていない幾つかの新しい計数過程も導出されている。応用例として製造業における生産システムの最適予防保全問題が取り上げられ、累積費用が最小となる予防保全方策を数値的に求める計算方法が示されている。

上記の統一多変量計数過程の上に定義される多変量報酬過程が第4章で議論されている。これは離散的に発生する変動と連続的に発生する変動を併せ持つ複雑な構造を持つ報酬過程で、動的解析の結果、ラプラス

変換と母関数で表現される解が陽に導出されている。応用として、第3章で取り上げた問題より複雑な損益関数を持つ最適予防保全問題が議論できることを示し、さらに証券化商品の一種である債務担保証券(CDO: Collateralized Debt Obligation)の価格評価方法が示され、モデルの応用可能性の高さが示されている。ここでは、任意の時刻における報酬過程の確率分布が必要となるが、そのためにラゲール(Laguerre)変換法を用いた数値計算アルゴリズムが提案されている。

最後に、付録には論文全体を通じて必要な数学的議論と提案したアルゴリズムがまとめられている。

## 審査の結果の要旨

確率変動によるリスクの解析には従来からエルゴード解析がよく用いられるが、それは、その解析法が良い結果を与えるからではなく、むしろ解析が比較的容易であることによる。しかし、有限期間内のリスクの動的振る舞いに注目すべき問題は多く、本論文はこの問題に意欲的に取り組んだ論文である。マクロ経済状態の影響を考慮したオプション評価、統一多変量計数過程の枠組みの提案、解析、計算アルゴリズムの提案、複雑な構造を持つ報酬過程の解析、のいずれもが労作であり、全体として学位を請求するに十分な内容である。

よって、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。