

## 論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	・村 悠里 (いまむら ゆり)
○学位の種類	博士 (理学)
○授与番号	甲 第 704 号
○授与年月日	2011 年 3 月 31 日
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項
○学位論文の題名	<b>The study on stochastic processes with reflecting barrier and its application to the static hedging of exotic options</b> (反射壁を持つ確率過程の研究とそのエキゾチックオプションの静的ヘッジへの応用)
○審査委員	(主査) 赤堀 次郎 (立命館大学理工学部教授) 大坂 博幸 (立命館大学理工学部教授) 藤家 雪朗 (立命館大学理工学部教授)

### <論文の内容の要旨>

今村悠里氏は反射壁をもつ確率過程を数学的に研究すると同時に、その数理ファイナンスにおける応用に関しても著しい成果を上げている。

今村氏の最初の業績は、Madan-Roynette-Yor の公式を有限時間の場合に拡張したことである(Akahori-Imamura-Yano, 2008)。この公式は直ちに Yor 氏ら世界の一線級の研究者の注目を集め、Springer から出版された「Option Price as Probability」にも数ページを割いてその成果が紹介されている。Madan, Roynette, Yor による公式はプットオプションに関する Black-Scholes 公式を最終退出時刻の分布関数と関連付けるもので、その「神秘性」によって世界中の研究者の注目を集め、そして多くの関連する研究が出版されている。今村氏の公式は、これに関して、有限時間版を考えることで数理ファイナンスの視点からの解釈を与えたという点でも重要である。今村氏は、この公式があるエキゾチックオプションの静的ヘッジを与えるということを発見し、そして、Madan-Roynette-Yor の公式と Carr によるエキゾチックオプションの静的ヘッジの一般理論との関連を明らかにした。その成果は単著論文としてまとめられ、数理ファイナンスの権威ある雑誌「Review of Derivative Research」に掲載されることが決定している(Imamura, 2010)。

今村氏は、さらに進んで、多商品に関するオプションで、ロックアウト条件が多数あるようなエキゾチックオプションについても、その静的ヘッジを与える公式が、Weyl

Chamber におけるブラウン運動の鏡像原理によって得られるということを示している

<論文審査の結果の要旨>

(Akahori-Imamura-Takagi, 2011). Weyl Chamber とは, Weyl 群 (もしくは有限 reflection 群) のユークリッド空間への作用に関する基本領域のことである. この研究に関連して, 今村氏は渡辺信三氏, 三上努氏との共同研究において, ある部分多様体 (一番簡単な場合には超平面  $x_i=x_j$  たち) の上で反射せずにそこにある確率で停留するようなマルコフ連鎖を考え, その過程が対称であるための条件を与えている (Imamura-Mikami-Watanabe, 2010).

本論文はこれらの研究成果をまとめたものである. これらの研究は世界的に極めて高く評価されており, 今村氏は, 確率論と数理ファイナンス分野において, 現在最も注目されている若手研究者の 1 人である. 今後のさらなる飛躍が期待されている.

本論文の審査に関して, 2011 年 1 月 31 日 (月) 16 時~17 時 ウェストウイング 7F 数学第 1 研究室において公聴会を開催し, 申請者による論文要旨の説明の後, 審査委員は学位申請者今村悠里氏に対する口頭試問を行った. 各審査委員および公聴会参加者より, Cameron-Martin の定理の重要性はいかなるものであるか, 数理ファイナンスへの応用を考えるきっかけは何であったのか, その醍醐味は何であるか, あるいは, 確率微分方程式が定めるエキゾチックな確率的流れ, あるいはそのノイズ, さらには  $E_0$  半群などとの関連は将来的にどのように発展していくと考えているのか, などの質問がなされたが, いずれの質問に対しても申請者の回答は適切なものであった. よって, 以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ, 本論文は博士の学位に値する論文であると判断した.

<試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の主査は, 本論文提出者と本学大学院理工学研究科総合理工学専攻博士課程後期課程在学期間中に, 研究指導を通じ, 日常的に研究討論を行ってきた. また, 本論文提出後, 主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った.

本論文提出者は, 本学学位規程第 18 条第 1 項該当者であり, 論文内容および公聴会での質疑応答を通して, 本論文提出者が十分な学識を有し, 課程博士学位に相応しい学力を有していると確認した.

また, 本論文提出者は応用的な面においても学術的な面においても国際的に評価される研究を行っており, 2010 年 9 月の大阪における国際研究集会(SPA)等での講演, 2010 年 12 月のシドニーでの国際会議(QMF)において本論文提出者がノミネートされるなど, 量的ならびに質的に優れた研究業績により後期課程 2 年在学での修了が適当と判断した. 以上の諸点を総合し, 本論文提出者に対し, 「博士 (理学 立命館大学)」の学位を授与することを適当と判断する.