

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	吉川 和宏 (よしかわ かずひろ)
○学位の種類	博士 (理学)
○授与番号	甲 第 1016 号
○授与年月日	2015 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	Essays on stochastic calculus in relation to number theory and representation theory (整数論および表現論に関連する確率解析についての考察)
○審査委員	(主査) 赤堀 次郎 (立命館大学理工学部教授) コハツ ヒガ アルトゥーロ (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)

<論文の内容の要旨>

本学位論文は 3 部からなる。第 1 部は **Multinomial distribution in Shintani zeta class** というタイトルで、多項分布の拡張にあたる新谷ゼータ分布のあるクラスについての研究をまとめたものである。第 2 部は新谷ゼータ関数のオイラー積表示と無限分解可能性の関係についての研究をまとめたもので、この第 1 部、第 2 部は整数論に深く関わる研究である。第 3 部は反対称な確率解析についての研究である。これは表現論に深く関わる研究である。

第 1 部の最初の主定理は、新谷ゼータ関数が、確率分布の特性関数となるための必要十分条件を与えるものである。続いて、多項分布、負の二項分布、それぞれを含む新谷ゼータ関数が定める確率分布の族を定義し、その性質をしらべている。前者は有限集合上の分布の自然なクラスであり、後者は無限離散集合上の自然なクラスとなることが示されている。これらの結果は、佐賀大学の青山崇洋氏との共同研究に基づいて得られたもので、Aoyama, T. and Yoshikawa, K.: "Multinomial distributions in Shintani zeta class"にまとめられている。この論文は日本応用数理学会の英文誌 **Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics** に掲載予定である。

第 2 部では新谷ゼータ関数のオイラー積表示と無限分解可能性の関係についての新しい結果を報告している。青山崇洋氏と東京大学の中村隆氏は、(一般化された意味での) オイラー積表示を持つ新谷ゼータ関数が定義する分布が無限分解可能になる条件を与えたが、そ

れによると、ディリクレの L 関数と呼ばれる整数論に置いて重要な関数は無限分布を与えない。しかし、学位申請者は、適当な積を考えることで、それらが無限分解可能分布を与えるということを示した。

第 3 部においては、ウィナー空間の反対称フォック表現についての研究をまとめている。マリアバン解析は、既約な対称フォック表現に基づいているといえるが、反対称フォック表現についても既約なものを構成できることが知られている(Akahori, Matusita, Nitta 2010)。学位申請者はこの表現が定める反対称確率積分の性質について詳しい研究を行い、その成果を単著論文 *An approximation scheme for diffusion processes based on an antisymmetric calculus on Wiener space* にまとめた。この論文では、反対称確率解析の数理ファイナンスへの応用についても詳しく論じられている。その点が評価され、日本証券計量・金融工学学会の機関誌 *Asia-Pacific Financial Markets* に掲載された。学位申請者のこの分野での最も大きな貢献は、一般次元の反対称確率積分が 1 次と 2 次のその多項式で表現されるということを示したことである。また、1 次、2 次の反対称確率積分の同時分布の特性関数が双曲線関数で表現できるということも示し、それを確率微分方程式の数値解析に応用することを提唱した。

これらの一連の結果はどれも重要なものであり、国際学術雑誌の審査を経て高い評価を受けている。審査委員は学位論文としてまとめられた本論文を精読し、それが実際にすぐれたものであることを再確認している。

<論文審査の結果の要旨>

本論文の審査に関して、2015 年 2 月 4 日（水）16 時 00 分～17 時 00 分ウエストウイング 7 階数学第 1 研究室において公聴会を開催し、学位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吉川和宏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、3 次以上の反対称積分の幾何学的な意味はあるのか、反対称積分のパフィアンによる表現には一意性があるのか、新谷ゼータ分布の族の閉包は無限分解可能分布全体に一致するか、などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位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、学位申請者と本学大学院理工学研究科基礎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。

学位申請者は、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、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していると確認した。

以上の諸点を総合し、学位申請者に対し、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて、「博士（理学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。