

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	広田 高輝 (ひろた こうき)
○学位の種類	博士 (理学)
○授与番号	甲 第 1313 号
○授与年月日	2019 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	Asymptotic distribution of eigenvalues of the Zakharov-Shabat operators in the semiclassical limit (Zakharov-Shabat 作用素の固有値の準古典極限における 漸近分布)
○審査委員 (主査)	藤家 雪朗 (立命館大学理工学部教授) 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)

<論文の内容の要旨>

論文の構成

論文は4つの章から成る。第1章は序文で、論文の研究課題の目的と背景について簡潔に概説している。第2章は、この研究に用いる道具である完全WKB法についての解説である。第3章と第4章で、それぞれ以下で述べる申請者の2つの研究成果を記述している。

論文内容の要旨

学位申請者広田高輝は、非線形 Schrödinger 方程式の初期値問題の逆散乱法による解法に現れる Zakharov-Shabat 作用素の固有値の準古典極限における漸近分布を研究した。学位論文には、2つの研究成果を記載している。1つは、自己共役な Zakharov-Shabat 作用素に PT 対称な複素摂動を加えても、その摂動が小さい限り固有値は実数であることを示したもので、この結果は Journal of Mathematical Physics にすでに掲載されている。もう1つは、非自己共役な Zakharov-Shabat 作用素の固有値が純虚数になるかどうかという、Klaus と Shaw によって提起された問題を研究したもので、ポテンシャルの2乗が単井戸型の場合は必ず固有値は純虚数になるが、二重井戸の場合、ポテンシャルが対称性を持つ場合に広田が“complex splitting”と呼ぶ現象が起こって、特にポテンシャルが奇関数の場合、固有値は純虚数でなくなることを示した。この研究は、スウェーデンの Jens Wittsten との共同研究である。

<論文審査の結果の要旨>

論文の特徴

論文の特徴は、1次元 Schrödinger 作用素のスペクトル解析において近年大きな成果をもたらしてきた完全 WKB 法という新しく強力な道具を、Zakharov-Shabat 作用素のスペクトル解析に応用した点にある。これにより、Zakharov-Shabat 作用素の分野で研究されてきた未解決な問題に、新しい切り口から回答を与えている。重要な課題は、広田の見出した結果を、完全 WKB 法を用いずに証明できるかどうか、すなわちポテンシャルの解析性を仮定せずに同じ結果が導けるかどうかを調べることである。その他、Zakharov-Shabat 作用素のスペクトルの研究の背後にある非線形 Schrödinger 方程式のソリトン解の構成にどのような意味を持つのかを明らかにする、あるいは、近年特に盛んな非自己共役な微分作用素の擬スペクトルの研究に移行するなど、これからの研究方向をこれから熟慮してよく見定める必要がある。

論文の評価

学位論文に掲載されている2つの研究成果は、ともにこの分野において未解決とされている問題に対して独自の切り口から研究して得られた成果であり、この分野に新しい知見を提供して研究の発展に貢献するものである。1つ目の成果は国際的に評価の高い学術雑誌に掲載されており、もう1つの成果も高レベルの国際的な学術雑誌に近々投稿する予定である。また、1つ目の論文は単著であることは、申請者が独立して研究を進めていく能力を有することを示しており、2つ目がスウェーデンの研究者との共著であることは、国際的に研究を広げていく能力を有することを示している。

以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、審査委員会は本論文が本研究科の博士学位論文審査基準を満たしており、博士学位を授与するに相応しい水準に達しているという判断で一致した。

<試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の公聴会は、2019年1月30日（水）16時30分～17時30分ウエストウイング6階 談話会室において行われた。公聴会では、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広田高輝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、PT対称性の物理的な背景、固有値の分布とソリトン解の関係、ポテンシャルの解析性の仮定などに関して質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者は真摯に回答した。審査委員会は、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、審査委員会は、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。