

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第	号
------	-------	---

氏 名 三嶋 宏章

論 文 題 目

Quantum Adiabatic/Game-theoretic Control from
Continuous-/Discrete-time Perspectives

(連続・離散時間の視点からの量子系の断熱的・ゲーム論
的制御)

論文審査担当者

主査 名古屋大学教授 谷村 省吾

委員 名古屋大学教授 杉山 雄規

委員 名古屋大学准教授 西村 治道

委員 名古屋大学助教 泉田 勇輝

論文審査の結果の要旨

三嶋宏章君提出の論文「Quantum Adiabatic/Game-theoretic Control from Continuous-/Discrete-time Perspectives」は、量子系の制御に関する研究結果をまとめたものである。内容は、ある時間経過の後に量子系を所望の状態に移行させるという課題を解決する二通りの理論的研究である。一つは、連続的な時間変数を持つ微分方程式に支配される系が目標状態到達に要する時間を短縮するという課題、もう一つは、離散的な時間ステップで発展する系が外部からのノイズが受けている場合に所望の終状態を達成しようとする課題であり、それぞれの課題に対して三嶋君は厳密解を提出している。本論文は5章よりなる。

第1章は序論であり、背景分野を概論し、本研究の動機を述べている。

第2章では量子力学系と古典力学系の断熱定理を詳説している。断熱定理は、外部からの制御変数を十分ゆっくり変動させれば、準定常状態間の遷移を近似的に実行できることを保証する。しかし、そのような操作は、理想的には無限に長い時間を要し、実用的ではないため、有限時間でこの操作を終えようとする方法についての先行研究があり、それらを本論文では詳述している。

第3章では、周波数制御される量子調和振動子を対象として、Mugaらが求めたカウンター項ハミルトニアンを導入し、伏見康治の方法を拡張して状態遷移確率を厳密に計算し、有限時間で所望の状態移行が近似なしで実行可能であること、しかも原理的には操作時間はいくらかでも短縮できることを証明した。さらに状態遷移確率の計算に現れる諸々のパラメータが、古典力学の断熱不変量と相似な形式であることを示した。また、伏見のQパラメータと呼ばれる変数の定義を拡張し、Qの値が1になることが終状態達成を確率1で成功するための必要十分条件であることを証明した。

第4章では2プレイヤー量子ゲームという文脈で量子系の制御問題を扱っている。量子的なコインを操作して所望の終状態を達成しようとするプレイヤー1に対して、プレイヤー2はコインに擾乱を与えて妨害する。そのような条件下でも量子性を用いれば、可能な擾乱の集合がかなり大きくてもプレイヤー1の必勝法があることを三嶋君は証明した。抽象的な必勝法の存在を示しただけでなく、先行研究のChappellらの方法を拡張して、すべての必勝法を具体的に構成して見せた。

第5章では、まとめと将来の展望を述べている。とくに量子計算や量子通信への応用の可能性を議論している。

以上のように本論文は量子系の制御問題を広い視野で捉えて解決したものであり、情報科学の学術上寄与するところが大きい。よって本論文の提出者、三嶋宏章君は博士（情報科学）の学位を受けるのに十分な資格があるものと判定した。