

## 博士論文要旨

### 論文題名:量子不可逆性の誕生と寿命 ～ 量子カオス系の場合 ～

立命館大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

マツイ フミヒロ  
松井 文宏

古典極限でカオス性を示す量子系(量子カオス系)は、古典カオス系に特徴的な不可逆的挙動を模倣する事が知られている。この性質を用いれば、少数自由度量子系であるにもかかわらず、力学的な仕事を“熱化”し、不可逆的なエネルギー輸送を可能にするダンパーを構成できる事が期待される。我々は量子カオス系の理想的モデルとされる撃力回転子を用いた撃力量子ダンパー(KQD)モデルを提案し、計算機模擬実験する事によって、定常的且つ不可逆エネルギー輸送が達成され、ある自由度内に熱分布が実現される事を示す。不可逆性発生は相転移様の閾値現象として観測され、量子カオス系を構成する自由度間のもつれ合い(エンタングルメント)が極めて重要な役割を演ずる。

この結果を受けて、量子カオス系の自由度間のもつれ合いと不可逆性との間の関係を解明するために、与えられた系の不可逆性を定量化する指標として、それが持続する〈寿命〉の概念を導入する。寿命を非破壊的に測定する一般的方法が提案され、この方法を用いて、数値実験と理論的解析を行った結果、系の固有状態のそれぞれに寿命が存在し、寿命と自由度間のエンタングルメントとの間に統計的に明確な関連が存在する事が明らかにされる。さらに、理想的量子カオス系が示し得る寿命が、従来見積もられてきた時間(ハイゼンベルグ時間)よりもはるかに長い事が、数値実験と理論的解析によって初めて示される。