

量子連続測定 of Mensky 制限経路積分による定式化:Non-Markov への拡張

中嶋 慧

(筑波大学 都倉・久保研 D1)

平成 27 年 2 月 3 日

量子連続測定を扱う手法には、測定演算子を用いる方法と、Mensky の制限経路積分がある [1,2]。後者は測定データに従って経路積分の積分範囲を制限するもので、測定後(下)の状態はデータの汎関数として決まる。Ref.[3] では、あるタイプの制限経路積分の微視的な導出が、影響汎関数法を用いて行われた。しかし、これらは全て Markov な場合であった。すなわち、量子連続測定下での時間発展方程式には、その瞬間の出力だけが現れ、過去の出力データは現れない場合であった。しかし、一般の連続測定では、測定装置の memory 効果によって、過去の状態(出力)が今の状態に影響する事が考えられる。このような効果は通常、測定演算子を用いた定式化では扱えない。

我々は Ref.[3] の Mensky の制限経路積分の微視的な導出を、測定装置が non-Markov な場合へ拡張した。更に、量子連続測定下での時間発展方程式を導出した。その導出は以下のように行う。まず、得られた量子連続測定下での時間発展演算子の経路積分表示から、その時間発展方程式を求めるのは困難である。しかし、それが Non-Markov quantum state diffusion(NMQSD, 熱浴と結合した系の時間発展を与える)[4,5] の時間発展演算子の経路積分表示と類似している事を発見した。NMQSD の導出では、熱浴系のトレース・アウトはコヒーレント表示を用いて行う。そして、全系(注目系と熱浴系)のシュレーディンガー方程式と時間発展演算子の経路積分表示から、コヒーレント表示の性質を使う事で、状態発展方程式が得られる。そして、NMQSD の時間発展方程式から適当な読み替えを行う事によって、量子連続測定下での状態発展方程式を得ることができる。また、この類似性を用いることで、熱浴に結合した系(熱浴とは結合していない)測定装置で量子連続測定する場合の、系の状態発展方程式も導出した。

得られた量子連続測定下での状態発展方程式を、2つのリードと結合した spinless 1 準位系や(孤立)2 準位系に適用した。特に後者の系では、non-Markov の効果が大きい事が分かった。発表では、理論の概要を説明するとともに、孤立 2 準位系の解析結果を示した。

参考文献

- [1] M. B. Mensky(著), 町田 茂(訳)『量子連続測定と経路積分』(吉岡書店,1995).
- [2] M. B. Mensky, Phys. Lett . A **196**, 159 (1994).
- [3] C. Presilla, R. Onofrio and U. Tambini, Ann. Phys. **248**, 95 (1996).
- [4] W. T. Strunz and Ting Yu, Phys. Rev. A **69**, 052115 (2004).
- [5] Ting Yu, Phys. Rev. A **69**, 062107 (2004).