

## 射影演算子法による大偏差統計関数の近似計算手法

松井 克仁, 宮崎 修次

京都大学大学院情報学研究科 複雑系科学専攻

時系列における揺らぎには, その背後にある現象の特徴が現れる. よって, このような揺らぎを解析し, 元の現象を特徴づけることができれば, それは有用な手法となる.

よく知られた極限定理である中心極限定理とは, 粗視化の幅が十分大きいとき有限時間平均の確率分布は長時間平均のまわりで正規分布で近似できるというものであった. それに対して, 長時間平均の近傍だけでなく, とりうる全ての範囲における確率分布の漸近的な振る舞いを扱うのが大偏差原理である. つまり, 大偏差原理は長時間平均のまわりの小さな揺らぎ(よく起こる現象)だけでなく, 大きな揺らぎ(稀な現象)に対しても成り立つものである. この大偏差原理を応用して実際の物理現象の解析を行う理論が, 大偏差統計理論である [1,2]. この大偏差統計理論は, これまでに拡散現象における非ガウスの特性の抽出や非双曲性の特徴づけなど様々な現象に適用されている. 大偏差統計関数であるレート関数を用いて, 様々な現象を揺らぎの特性という観点から特徴づけることができる.

このレート関数は解析的に求めるのは困難なため, 実用的には数値計算で求めることになる. しかし, 時系列から定義にしたがってレート関数を求めようとすると, 有限サイズ効果により長時間平均の近傍の範囲しか求められないことが指摘されている [3].

藤坂は, レート関数などの大偏差統計関数を森の射影演算子法を適用することによって求めるという理論的枠組みを構築した [4]. 森の射影演算子法とは, 決定論的な運動方程式から, それと同値な確率論的な運動方程式(一般化ランジュバン方程式)を導く手法であり, カオス力学系においては状態変数の二時間相関関数の計算に応用されるものである [5]. 藤坂は, レート関数の母関数を二時間相関関数に見立てることにより, 射影演算子法を適用し, 一般化ランジュバン方程式を導出した. さらに, このようにして得られた一般化ランジュバン方程式には, 記憶項が含まれているため解析は困難であるが, 状態空間を拡張することによって記憶項を無視し, 近似的に解くという手法も提案した [4].

本研究では, カオス力学系の構造を反映して大きく揺らぐ量である局所軌道拡大率の時系列を考える. そして, 射影演算子法を用いて計算した局所軌道拡大率に対するレート関数は有限サイズ効果の制限を受けないことを示す. さらに, このような計算手法(提案法)の妥当性を検証するために, 可解カオスモデルに対して, 解析解, 定義に従った数値計算解, 提案法による解を比較する.

### 参考文献

- [1] H. Fujisaka, Prog. Theor. Phys. **70**, 1264 (1983).
- [2] H. Fujisaka, Prog. Theor. Phys. **71**, 513 (1984).
- [3] H. Nakao, S. Kitada and A. S. Mikhailov, Phys. Rev. E **74**, 026213 (2006).
- [4] H. Fujisaka, Prog. Theor. Phys. **114**, 1 (2005).
- [5] H. Mori, Prog. Theor. Phys. **33**, 423 (1965).