

2021 年度冬学期 第11回 駒場物性セミナー

ハミルトニアン学習のサンプル複雑性

講師：桑原 知剛 氏（理研革新知能統合研究センター）

日時：2022 年 1 月 28 日(金) 午後 4 時 50 分

場所：オンライン (Zoom) 開催 駒場物性セミナーの HP から参加登録をお願いします

アブストラクト：

量子力学に従って相互作用する粒子系(量子多体系)の性質は、系のハミルトニアンによって完全に決定される。近年の実験的技術の発達に伴い、量子系のミクロな構造を観測することが可能になってきた。このような背景から量子系のハミルトニアンを観測データのみから推定する問題が、物質科学・量子機械学習・量子情報理論などの分野で理論と実験の両側面で大きな注目を浴びている。一方で、現状提案されているハミルトニアン学習のアルゴリズムはヒューリスティックなものがほとんどであり、精度保証は通常非常に困難な問題であった。本研究ではサンプル複雑性、すなわち「ハミルトニアンをある精度以上で学習するために十分なデータ数の数」、を解析した。より具体的には、ハミルトニアンと逆温度 β の量子ギブス分布を考える。このとき、量子状態を N 回測定してデータを得たときに、そのデータからどの程度良い精度でハミルトニアンが推定できるかが問題となる。この問題については、古典系においては近年の研究で定性的なレベルで解決が得られている一方で、量子系ではギブス状態自体の推定に関しては様々な先行研究がある一方で、ハミルトニアンのサンプル複雑性は未解決であった。我々は、ハミルトニアン学習のサンプル複雑性問題を解決し、精度 ϵ の推定を達成するためのサンプル数に関して、十分条件と必要条件を明らかにして、定性的に $\text{Poly}(n)$ (n : システムサイズ) のサンプル複雑性が最適であることを示した。本講演ではより詳細な研究背景や、サンプル複雑性を得る上で鍵となる性質(強い凸性)について説明する。

文献

- [1] A. Anshu S. Arunachalam T. Kuwahara and M. Soleimanifar Nature Physics 17 931-935 (2021)
- [2] V. Dunjko Nature Physics 17 880-881 (2021)

○物性セミナーのページ 「駒場物性セミナー」で検索！

物性セミナー世話人 加藤雄介 塩見雄毅 福島孝治 前田京剛 簗口友紀

