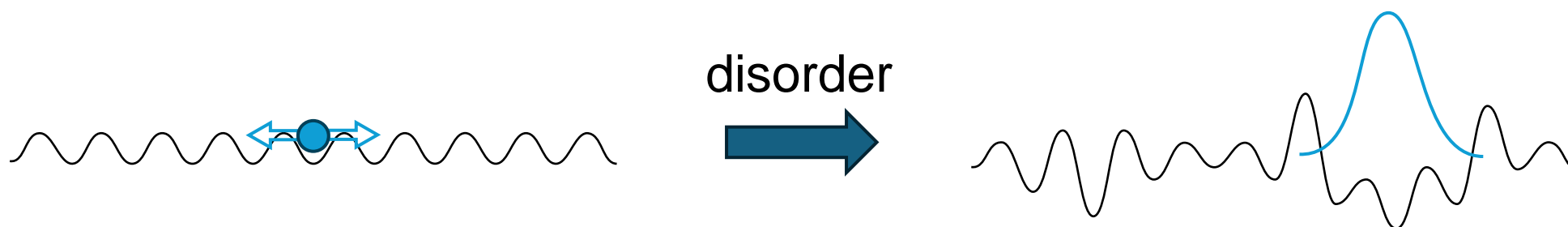


クリロフ量子部分空間対角化 による多体局在現象の観測

お茶の水女子大学 工藤和恵

量子系の局在現象

- アンダーソン局在
 - 1粒子系
 - 乱れ(disorder)が局在を引き起こす



- 多体局在 (many-body localization; MBL)
 - 相互作用のある量子多体系
 - 乱れが大きい場合に局在が起こる

多体局在の判定方法

- 固有状態(高励起状態)を使う
 - エンタングルメント
 - 準位統計 など

今回扱うのはこちら

課題

- 観測量の時間発展を使う
 - 粒子数密度 (imbalance)
 - 磁化
 - エンタングルメント
 - out-of-time-order correlator (OTOC) など

古典計算→扱える系のサイズが比較的小さい
量子計算→固有状態の高精度な計算は困難

量子HPC連携
の利用

量子コンピュータを使う基底状態の計算手法

1. クリロフ量子部分空間対角化

- Krylov quantum diagonalization (KQD)
- 量子コンピュータで初期状態を時間発展→得られた状態ベクトルによって部分空間を構成→部分空間にハミルトニアンを射影→対角化
- 理論的な収束の保証はあるがエラーに弱い

2. 量子サンプリングによる方法

- Quantum selected configuration interaction (QSCI)
- Sample-based quantum diagonalization (SQD)
- 量子コンピュータで部分空間を構成する計算基底をサンプリング→部分空間でのハミルトニアンを構成→対角化
- 入力状態が基底状態に近ければ計算コストが下がる

量子コンピュータを使う基底状態の計算手法

3. Sample-based Krylov quantum diagonalization (SKQD)
 - KQDとQSCI/SQDをあわせた手法
 - 量子コンピュータで初期状態を時間発展→計算基底のサンプリング→部分空間でのハミルトニアンを構成→対角化
 - 入力状態が基底状態に近ければ効率よく収束する

本研究ではSKQDを応用して多体局在現象を観測する

SKQDによる多体局在の判定への課題

- 多体局在の判定に使うのはエネルギー・スペクトルの中央付近の固有状態
 - 基底状態は局在の傾向があるから。
 - 指定したエネルギー付近の固有状態を求めることは、対角化(古典計算)の部分で対応可能。
- ターゲットとなる固有状態に効率よく収束するかどうかは未知
 - 効率よく収束する条件を解明する。

