

量子の世界に潜むスケールフリーネットワーク



どんな研究？

量子シミュレータは、量子コンピュータと並んでそのマシンの開発が急速に進められています。量子コンピュータでの操作と比べて、量子シミュレーションは比較的単純な操作でも様々なことができるため、この特徴を生かしてより大きなサイズの問題を対象とすることができます。この研究では、この量子シミュレーションを使うことで初めて見えてくる世界を発見してきます。

何がわかる？

量子の世界での出来事を知るのには、実は容易ではありません。例えば、物質は非常に多くの原子からできており、互いに複雑に作用しあっています。これを量子シミュレータに置き換えることで操作可能にし、量子の世界に隠れている新しい現象を発見したり、新しい技術への応用が可能になります。ここでは、初めて捕らえられた量子の世界に潜むネットワーク構造を紹介します。

状況設定 ミクロの世界へズームインすると、物質は量子力学的に振舞うことが知られています。物質の中の状態は、様々な要素が絡み合うため、その量子力学的な振舞いを見極め、理解することはなかなか難しいものです。そこで、私たちがより正確に、また個別に操作することのできる物理系を使って、物質の中での物理を解明する試みは量子シミュレーションと呼ばれます。この量子シミュレーションを使うことで初めて発見できる現象とは、どのようなものなのでしょうか？

研究内容 ①まずは量子シミュレータをデザインする

一次元量子ビット列を用いた量子シミュレータ：もっとも簡単な作りの量子シミュレータなので、いろいろな物理系を用いて作ることができる。



古典的には振り子のように周期的な運動が観測される。一方で、量子的には、局在した状態がみられる。

●あまり色々なことはできない様子
この量子シミュレータでもっと複雑な現象を解析したい

②量子シミュレータにちょっかいを出してみる

外から周期的に揺すってみる



●複雑な現象を生み出せる
同じ物理系なのに、揺すってみると突然全く違った現象が現れる。

古典的にはカオスな現象が現れる。量子的にも全体に広がって、カオス的な現象が出現。

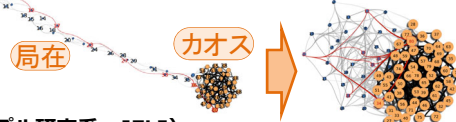
③もうひとつひねりしてみる

上の2つを相互作用でつなげる



運動の様子をネットワークでみてみる

揺すり方を変えると、カオスが漏れ出す。



④量子シミュレータをアップグレード

「全体に回す → 相互作用させる → 一つひとつ回す」を繰り返す



相互作用を追加

時間格子という、時間軸上に結晶構造を生成できます。

「全体に回す」の回し方を少しだけ変化させてみます。

- ・ 内在していたスケールフリーネットワークが出現する
- ・ 計算資源の指数的な圧縮に応用も可能

根本香絵 (量子情報国際研究センター・情報学プリンシプル研究系・JFLI)

本ポスターは国立情報学研究所 (Marta Estarellas, 根本香絵)、NTT物性科学基礎研究所 (Victor Bastidas, William Munro)、大阪大学/JFLI (Benjamin Renoust)、東京理科大 (長田朋) との共同研究に基づきます。科学研究費新学術領域「ハイブリッド量子科学」、Q-LEAPの助成を受けています。