

2質点系の強制振動シミュレーション… 量子コンピュータで高速化する試み

佐藤 拓也, 山口 崇博, 梶原 亮

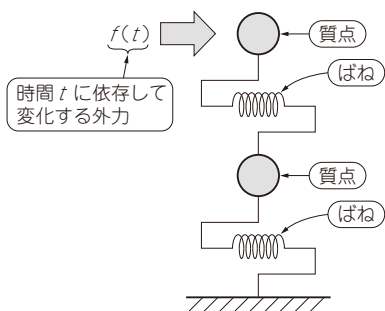


図1 2質点系の強制振動の解析モデル

強制振動とは、毎時刻外部から力が働き、一定の運動をし続ける振動のこと。本稿では、このモデルを用いて2質点系の強制振動をシミュレーションする。シミュレーションのフローの一部に量子アルゴリズムの1つであるHHLアルゴリズムを用いる

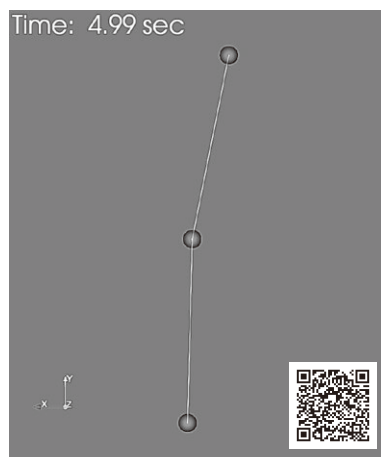


図2

シミュレーションを行った結果をParaViewというソフトウェアで可視化した様子

3つのアルゴリズムを試してから 強制振動のシミュレーションを行う

● まずは動画で

2質点系の強制振動の動的シミュレーションを行います。解析モデルは図1に示す通りです。

強制振動とは、毎時刻外部から力が働き、一定の運動をし続けるものを言います。例えば、ブランコを背中から押してもらった場合や、水晶振動子を電気で振動させる場合(腕時計のクォーツや、PCのクロック発振器)などがあります。

古典コンピュータでは、シミュレーションを大規模化したときに、解くのに時間がかかったり、メモリを多く占有したり、並列化などの工夫が必要になるなどの問題があります。連立1次方程式を高速に解くことができるHHL (Harrow-Hassidim-Lloyd) アルゴリズムをシミュレーションに応用することで、このような問題が解消されると考えられています。将来、量子コンピュータが実用化したときに大規模計算へと応用できるように、本稿では簡単な問題を例として、HHLアルゴリズムがどのように使えるかということを解説します。

本稿で行うシミュレーション結果をParaViewとい

うソフトウェアで動画にしたものを次の本誌サポート・ページに示します。

<https://interface.cqpub.co.jp/2206T26/>

また、上記の動画をキャプチャした画像を図2に示します。

● 本章の構成

2質点系の強制振動の動的シミュレーションのためにHHL (Harrow-Hassidim-Lloyd) アルゴリズムを用います。HHLアルゴリズムは量子位相推定と呼ばれるアルゴリズムを応用したものです。量子位相推定の中では量子フーリエ変換と呼ばれるアルゴリズムが使われています。各アルゴリズムの関係を図3に示します。

本稿ではこれらのアルゴリズムの解説を量子コンピュータのオープンソース・フレームワークであるQiskitでPythonプログラミングを行いながら解説します。次の順番で解説を行います。

- ① Pythonの環境構築
- ② 量子フーリエ変換 (QFT)
- ③ 量子位相推定 (QPE)
- ④ HHL アルゴリズム
- ⑤ 2質点系の強制振動の動的シミュレーション