

双方向型ビジュアル量子教材と量子シミュレーションツールの作成 －未来の量子人材への実践的アプローチ－

中村 泰士(東京工業大学)・鈴木 泰雅(東京工業大学)・青木 幸一(東京工業大学)

◆量子コンピューターの仕組みから応用まですべてを網羅したオンライン教材「Qualsimu」

量子力学を理解し量子技術を使いこなせる量子人材育成には量子技術、情報処理としての量子コンピューターが解説されている教材が必要不可欠である一方、実際の量子ビット、量子ゲートなどの実装の詳しい話からアルゴリズムの応用まで体系的にまとめられた教材はこれまでに少なかった。

そこで我々は量子コンピューターの実装・応用を双方向に取り扱い、ビジュアルを兼ね備えた教材を作成するとともに、量子力学により親しみを持たせるために量子ダイナミクスシミュレーションを行えるツールを開発した。

◆他の教材にはないアニメーション・ビジュアルの数々

ビジュアルを使い難い概念を可視化することで数式に頼りすぎない説明をすることができるが、作業の過程で過去に事例がない概念の可視化に成功した。特に以下の図1の仮想Zゲートのアニメーション、図2のトランズモン量子ビットの各基底分解の様子を可視化した例は過去になく我々の教材の独自性をより高めている。

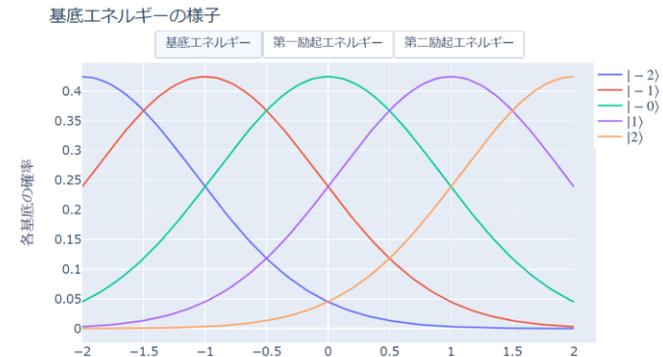
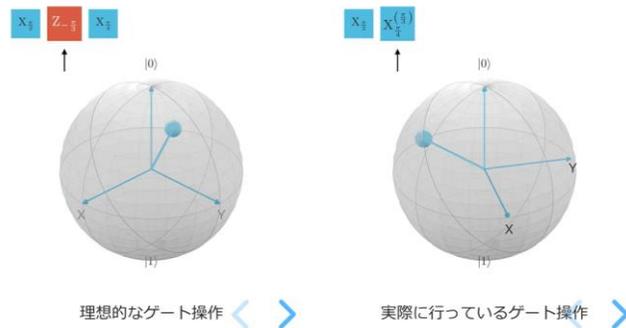


図1：仮想Zゲートと通常のZゲートを比較できるアニメーション 図2：トランズモン量子ビットの各エネルギー状態を基底分解した様子

◆量子ダイナミクスシミュレーションを行えるシミュレーションツールを搭載！

量子コンピューターは量子力学の原理を使ったコンピューターである。そこで我々は量子コンピューターに量子力学のシミュレーションを行わせることで、量子力学を量子力学でシミュレーションする閉じたシミュレーションツールを作成をした。

図3のように各物理モデルに対してパラメータを入力する。そしてそのパラメータに応じてバックエンドで量子ダイナミクスシミュレーションを行い、図4のように理論解とシミュレーションで得た結果の比較図、理論解との差分と量子回路を瞬時に確認することができる。

入力フィールド

入力

- ω_0 : 静磁場強度の角周波数換算値
- ω_1 : 振動磁場強度の角周波数換算値
- ω : 振動磁場の角周波数
- T : 全時間
- N : 繰り返し回数

入力

ω [MHz]	2.1
ω_0 [MHz]	2
ω_1 [MHz]	3
T [μ s]	10
N	50

図3：シミュレーションツールの入力フィールド

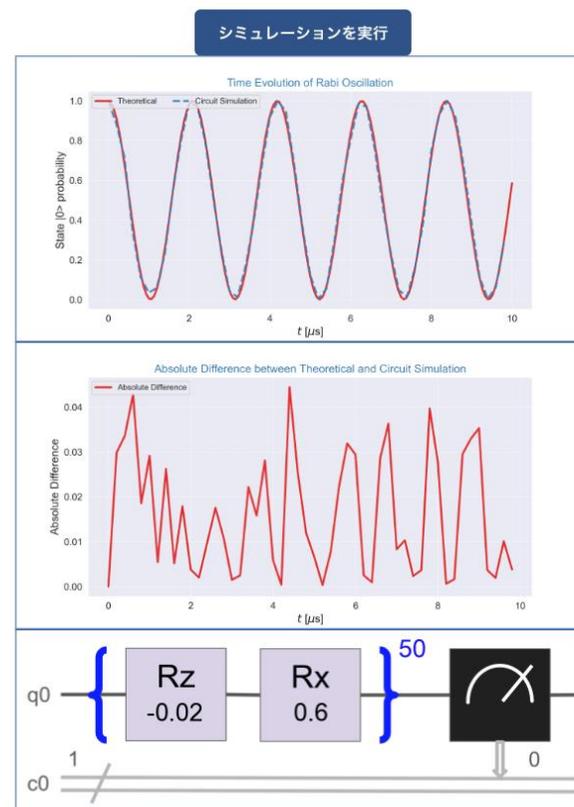


図4：シミュレーションツールの出力の図