

2025年4月4日  
みずほ第一フィナンシャルテクノロジー株式会社

## 金融分野における量子コンピュータの早期実用化に向けた 実証実験への量子アルゴリズムの提供について

この度、みずほ第一フィナンシャルテクノロジー株式会社（本社：東京都千代田区、代表取締役社長：田中 慎一、以下「みずほ第一 FT」）は、住友商事株式会社（本社：東京都千代田区、代表取締役 社長執行役員 CEO：上野 真吾、以下「住友商事」）が実施した金融領域における量子アルゴリズムの早期実用化に向けた実証実験プロジェクト（以下「本プロジェクト」）において、従前当社が発表したモンテカルロ・シミュレーションに関する量子アルゴリズムを実装し、さらに量子回路の大幅な圧縮に成功したことを発表いたします。

本プロジェクトは、みずほ第一 FT が提供した量子アルゴリズムを基に、住友商事がイスラエルの VC である IN Ventures を通じて出資している Classiq Technologies G.K.（本社：東京都千代田区、ゼネラルマネージャー：田中晃、以下「Classiq」）が提供する量子アプリケーション開発プラットフォームを活用して、住友商事が実施したものです。

### プロジェクトの背景

近年、量子コンピューティングは次世代の計算技術として注目を集め、研究開発が急速に進展しています。この技術の応用範囲が広がる中で、金融業界にも大きな恩恵をもたらすと期待されています。

とくに金融業界では、金融派生商品の価格決定や資産のリスク評価にモンテカルロ・シミュレーションが広く活用されていますが、これらのシミュレーションでは乱数を用いて膨大なシナリオを生成するため、多くの計算処理が必要となる場合があります。従来のコンピュータでは時間がかかるこのプロセスも、量子コンピューティングを活用することで高速化し、迅速に評価することが可能になると期待されています。

みずほ第一 FT も、金融業界での量子コンピューティングの活用可能性を検討しています。その一環として、擬似乱数を用いた新しいモンテカルロ・シミュレーション用の量子ア

ルゴリズムを提案しました<sup>1</sup>。このアルゴリズムは、逐次生成される擬似乱数を使用することで、従来の量子アルゴリズムと比べて量子ビット数を削減できる特徴を持っています。この試みは、量子コンピュータの早期実用化に向け、アルゴリズムの改善によって必要なリソースを削減するアプローチで実施されたものです。

## プロジェクトの概要

本プロジェクトでは、金融分野における量子コンピュータの早期実用化に向けて、Classiq が提供する量子アプリケーション開発プラットフォームを活用して、ハードウェアリソースの削減可能性を検証しました。対象としたのは、モンテカルロ・シミュレーションに関する 2 つの量子アルゴリズムです。一つは、擬似乱数を使用しない従来型の量子アルゴリズム（以下、「従来型アルゴリズム」）で、もう一つはみずほ第一 FT 社が開発した擬似乱数を利用した量子アルゴリズム（以下、「擬似乱数型アルゴリズム」）です。

これらのアルゴリズムを、Classiq の高水準言語 Qmod を使用して設計および実装を行い、Classiq の量子回路圧縮技術およびコンパイラを用いて、ハードウェアへのコンパイルを行いました。さらに、比較対象としてオープンソースのツールを用いて別途実装およびコンパイルを行い、生成された量子回路の量子ビット数、回路深さ、各種量子ゲート数を評価しました。その結果、両アルゴリズムにおいて回路深さを大幅に削減できることを実証しました。

## プロジェクトの成果

本プロジェクトを通じて、従来型アルゴリズムで使用する量子回路の深さを最大 94%、擬似乱数型アルゴリズムでは最大 95%まで圧縮できることを実証しました（次頁図を参照）。量子回路の深さが増すと、エラー率の上昇や計算時間の増加といった課題が生じるため、コンパイル技術を用いて量子回路の深さを削減することは、アルゴリズムの改善と並び、量子アルゴリズムの実装において重要です。

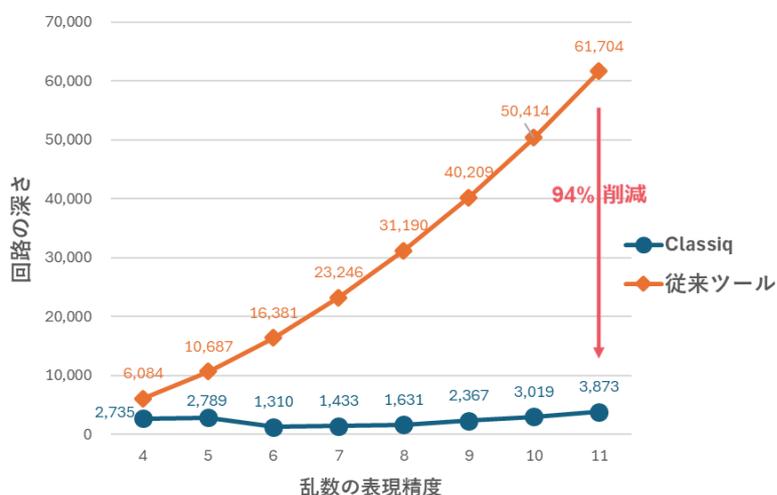
とくに、本プロジェクトで使用した量子アルゴリズムでは、シミュレーション精度の増加、すなわち回路サイズの増加に伴い圧縮率が向上する傾向が確認されました。これは、より大規模な量子回路でも高い圧縮率が実現可能であることを示しています。この結果、金融分野における量子アルゴリズムの実装に必要なリソースを削減し、量子コンピューティングの早期利用が可能となることが期待されます。

---

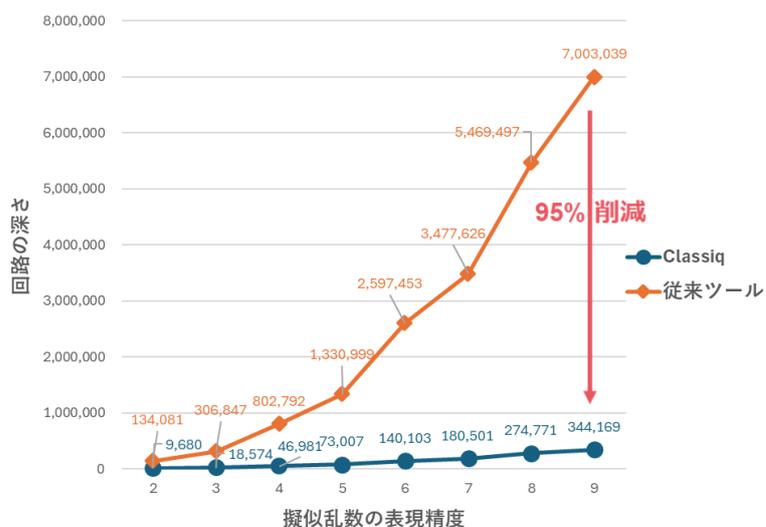
<sup>1</sup> [K. Miyamoto & K. Shiohara, "Reduction of qubits in a quantum algorithm for Monte Carlo simulation by a pseudo-random-number generator" Phys. Rev. A \*\*102\*\*, 022424 \(2020\).](#)

## 図：量子回路の圧縮結果

### [従来型アルゴリズム]



### [擬似乱数型アルゴリズム]



## 実施体制

- プロジェクト実施：住友商事株式会社
- アルゴリズム提供：みずほ第一フィナンシャルテクノロジー株式会社
- 実証支援：Classiq Technologies G.K.

## お問い合わせ先

本件に関するお問い合わせ先は、以下の通りです。

担当：リスクマネジメント技術開発部

E-mail: [inquiry-to-ft@fintec.co.jp](mailto:inquiry-to-ft@fintec.co.jp)

