量子コンピューティング ユースケース集

ジェットエンジンの高性能化

Rolls-Royce



国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

Rolls-Royce：ジェットエンジンの高性能化 【2023/05】 1／2

検証

産業領域	製造・組立
プロセス	研究開発・製品設計
手法	シミュレーション
技術分類	ゲート*

取組の背景

- 持続可能な航空機の実現に向けて、**最先端の高効率なジェットエンジンを構築する必要**があるが、**ジェットエンジンは非常に複雑であることから、設計には費用がかかり計算コストもかかる**
- Rolls-Royceはジェットエンジン設計において、**古典コンピューターと量子コンピューターを両方組み合わせたシミュレーションでジェットエンジンをモデリングする計画**を立てている
- **現在世界中の量子コンピューター研究でNVIDIA GPUが活用**されており、現在、世界の量子コンピューティング ソフトウェアの多くが、NVIDIA 量子プラットフォームを活用した GPU アクセラレーションに対応している

解決したい課題・モチベーション

- **量子コンピューター時代が到来の際に、量子アドバンテージの恩恵を享受できる体制を確保**する
- 現在の量子コンピューターだけでなく、**未来の（古典コンピューターを超える計算速度を持つ）量子コンピューター向けに最適化されたハードウェアに依存しないアルゴリズムの実装**を進める

期待されるビジネス効果

- **39の量子ビットで、1,000万層*1の測定可能な世界最大規模なCFD向けの量子コンピューター回路の設計とシミュレーションを実施**した
- GPUを用いて、**高性能な量子コンピューターが実現した未来に備えを進めている**

*1：現在の量子コンピューターは数層（2023/05当時）にしか対応できないが、1,000万層の回路をシミュレーション上で実行している



ジェットエンジンの例

参考：NVIDIA「NVIDIA、Rolls-Royce と Classiq が、ジェット エンジンの計算流体力学向けの量子コンピューティングのブレイクスルーを発表」（https://www.nvidia.com/ja-jp/about-nvidia/press-releases/2023/nvidia-rolls-royce-and-classiq-announce-quantum-computing-breakthrough-for-computational-fluid-dynamics-in-jet-engines/）、PRTIMES「ロールス・ロイスとClassiqが、流体解析のための量子アルゴリズム設計で協業」（https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000007.000101286.html）

*ゲート（gate-based）＝ 量子ビットに対して順に演算を適用することで計算を行う方式。通常のコンピュータにおける論理回路に近い考え方で、幅広い問題に対応可能。

Rolls-Royce：ジェットエンジンの高性能化 【2023/05】 2／2

検証

産業領域	製造・組立
プロセス	研究開発・製品設計
手法	シミュレーション
技術分類	ゲート*

量子コンピューターとしての問題設定

- **流体解析（CFD*1）について、新たな解析アルゴリズムの実装**を行う
- 線形方程式を解くHHLアルゴリズム*2について、非線形部分は古典コンピューター、**線形部分は量子コンピューターにより解く**
- **Classiq社の独自プラットフォームを活用し、HHLアルゴリズムに最適な最先端の量子回路を開発**する
- 上記にて合成された回路について、**NVIDIA A100 Tensor コア GPU を使って回路のシミュレーションを行う**



Classiqの量子ソフトウェア開発支援プラットフォーム

*1：CFDとは、偏微分方程式の数値解法等を駆使して流体の運動に関する方程式（オイラー方程式、ナビエ-ストークス方程式、またはその派生式）をコンピューターで解くことによって流れを観察する数値解析・シミュレーション手法

*2：Harrow-Hassidim-Lloyd (HHL) アルゴリズムは連立方程式を高速で解くアルゴリズム。連立一次方程式は電磁気・熱流体解析や機械学習などあらゆる科学技術計算で用いられる

参考：Classiq「量子アルゴリズムの 設計, 最適化, 解析, 実行を可能にする量子ソフトウェアプラットフォーム」（https://ja.classiq.io/、https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000007.000101286.html）
*ゲート（gate-based） = 量子ビットに対して順に演算を適用することで計算を行う方式。通常のコンピュータにおける論理回路に近い考え方で、幅広い問題に対応可能。

WEBサイトにて、その他の事例も公開しています。ぜひご覧ください。
https://www.quantum-computing-use-cases.nedo.go.jp

他の事例を見る

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）
AI・ロボット部（e-mail：quantum_ai@ml.nedo.go.jp）

本ユースケース集は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術開発機構（NEDO）の委託業務「量子・古典ハイブリッド技術のサイバー・フィジカル開発事業／量子技術に関するユースケース事例調査」および「ポスト５Ｇ情報通信システム基盤強化研究開発事業（量子産業化）／量子コンピュータの産業化促進に向けた包括的調査」の成果として、得られたものです。