量子コンピューティング ユースケース集

量子GANとQAOAを用いたVPP需給調整最適化

グリッド



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）

グリッド：量子GANとQAOAを用いたVPP需給調整最適化【2024/9】 1／2

構想

産業領域	エネルギー
プロセス	送配電、インプット
手法	組み合わせ最適化
技術分類	ゲート*

取組の背景

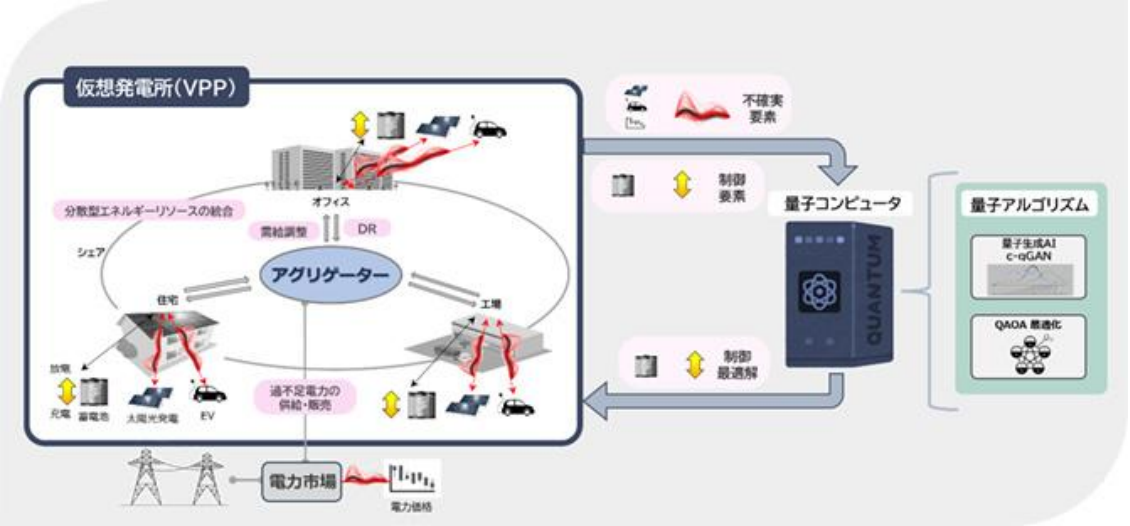
- 世界的に再エネ導入が進む中、天候に左右されやすい再エネによる電力供給の不安定さが課題となっている
- 解決策として注目されているVPP（仮想発電所）は、オフィス等の小型発電所と蓄電池を一つの発電所のように扱い、電力市場と連携して管理/調整することで電気を無駄なく使う。この時各施設からのDR（デマンドレスポンス）を受けて**発電と消費のバランスをリアルタイムに最適化する「需給調整」が効率的・安定的な電力供給の実現において重要な役割を担う**

解決したい課題・モチベーション

- 現在、VPPの需給調整におけるシナリオの作成で利用されている確率計画法は、分布の範囲の中で何度も起こりうるシナリオをサンプリングして計画のリスクとリターンを評価しているが、**計算量が膨大になるため実用化が難しく、実際の需給運用では効果的ではなかった**
- また、**不確実性が高い電力システムの問題を量子コンピューターで計算により解決する手法については十分に研究が実施されてこなかった**

期待されるビジネス効果

- 本取組では、①1世帯におけるVPPの需給調整を最適化②数世帯へ適用③100世帯以上へ対応の3段階で開発を進める
- 2035年前後に誤り訂正（FTQC）機能を持った量子コンピューターが実用化されるという予測のもと、**2024年から社会問題への実装を見据えた研究を実施している**



VPP需給調整最適化手法の実現イメージ

参考：MONOist「量子コンピューターで仮想発電所の需給調整最適化に挑む」（https://monoist.itmedia.co.jp/mn/articles/2409/12/news071.html）、電気通信大学「【報告】新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が公募した量子・古典ハイブリッド技術のサイバー・フィジカル開発事業に採択」（https://www.uec.ac.jp/news/announcement/2024/20240910_6472.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。

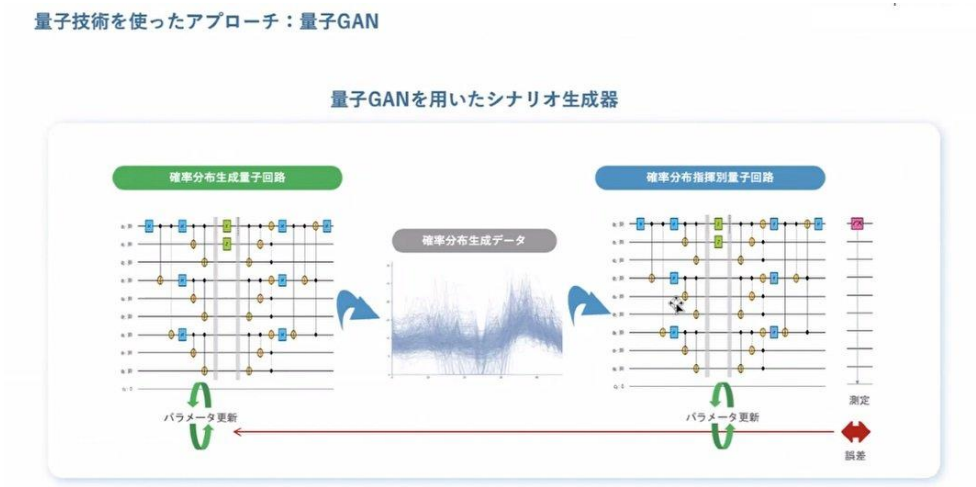
グリッド：量子GANとQAOAを用いたVPP需給調整最適化【2024/9】 2／2

構想

産業領域	エネルギー
プロセス	送配電、インプット
手法	組み合わせ最適化
技術分類	ゲート*

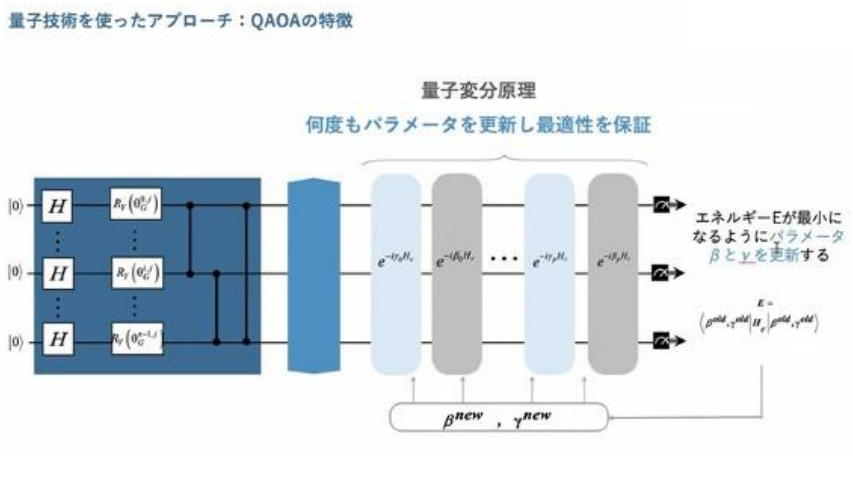
量子コンピューターとしての問題設定

- VPPにおける需給の不確実性解消と最適化を目的に、ゲート方式の量子技術を活用した量子古典確率最適化手法の研究開発を行う
- 具体的には3つの研究を行う①VPPの不確実性を量子GAN*1にマッピングする②量子近似最適化アルゴリズム（QAOA*2）を用いてVPPの問題を解く③量子GANとQAOAの融合
- HWはゲート方式の量子技術を活用している



量子GAN

*1 GANはDiscriminatorとGeneratorを交互に競合させながら学習を進めることで、本物に近いデータの生成を可能にするネットワーク。古典GANは勾配消失問題により、離散的な値を生成するのが苦手という欠点がある



QAQA

*2 QAOAは量子近似最適化アルゴリズムと呼ばれ、量子ゲート方式による組合せ最適化問題の解を求めるためのアルゴリズム

参考：MONOist「量子コンピューターで仮想発電所の需給調整最適化に挑む」（https://monoist.itmedia.co.jp/mn/articles/2409/12/news071.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。