量子コンピューティング ユースケース集

配電応需計画の最適化

中部電力



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）

中部電力：配電応需計画の最適化 【2021/07】 1／2

検証

産業領域	エネルギー
プロセス	発電
手法	組み合わせ最適化
技術分類	イジング*

取組の背景

- 中部電力パワーグリッドの配電部門では、**顧客宅へ電気を届けるための電柱や電線などの建設、保守運用**を行っている
- 日々の保守運用業務においては、各営業所の作業担当者が担当エリアの顧客から電気の供給・停止・増設などの申し込みや、故障による停電情報が入ると**現地に出向して必要に応じた工事・点検・復旧**作業を行っている
- 作業計画（応需計画）においては、**営業所の運営管理者が日々の作業と要員数を勘案してスケジュールを作成**している

解決したい課題・モチベーション

- 訪問順序やジョブの分担の組合せは必ずしも自明ではないが、**人手で行っている**スケジューリングの最適化を自動で実現できれば有用性が高い
- 作業中に発生する突発的案件（停電対応や感電などにつながる緊急を要する事象）が発生した場合、各現場での作業状況や各作業担当者の位置情報から**臨機応変にリスケジューリングを行う必要**がある
- 顧客宅などの巡回順序や作業担当者の作業スキル、作業可能な時間帯、移動時間などの制約を考慮に入れると、考えられる作業計画の組合せ数は膨大な数になるため、**本実証では膨大な数の組合せ最適化問題に対して、富士通のデジタルアニーラの有効性検証**を行う

量子コンピューターとしての問題設定

- 中部電力パワーグリッドの**営業所1箇所における1日分の作業実績の一部（電子データで抽出できた作業40個）をテストデータとして用い、以下の目的関数および制約条件の下で作業計画を自動作成**した
  - ✓ 目的関数として、**業務時間の短縮**のみを対象とした
  - ✓ **制約条件**は、以下のとおり
    - 各作業は1度だけ実行される
    - 各作業担当者は作業の開始から完了まで他の作業を実行できない
    - 各作業担当者は移動中に他の作業を実行できない
    - 実行可能時間が設定されている作業がある
    - 最初の作業を出社と定義し，各作業者は所定時刻に業務を開始する
    - 最後の作業を帰社と定義し，各作業者はどこかの時刻で帰社し，その後作業を実行できない
- また、以下の**実際の業務における付随的な条件を考慮**した
  - ✓ SEは全員12時に事務所に戻り，13時まで休憩時間とする
  - ✓ 時間帯によって，車での移動時間が変わる
  - ✓ 突発的な作業が発生する場合がある。発生時はその時点から応需計画をリスケジューリングする
- マシンは、**富士通のデジタルアニーラを活用**した

参考：富士通株式会社「デジタルアニーラによる配電応需計画の最適化」（https://www.fujitsu.com/jp/about/resources/publications/technicalreview/topics/article010.html）

*イジング = 主に量子アニーラやイジングモデル専用シミュレータを想定し、問題をイジングモデルで表現してから計算を行う方式。特に、膨大な選択肢の中から最適な組合せを探す問題と親和性が高い。

中部電力：配電応需計画の最適化 【2021/07】 2／2

検証

産業領域	エネルギー
プロセス	発電
手法	組み合わせ最適化
技術分類	イジング*

期待されるビジネス効果

- 今回の応需計画の最適化検証では、テストデータを用いて、**デジタルアニーラと古典の商用ソルバ（Gurobi）と比較を実施し、求解時間・業務完了時間に関してデジタルアニーラの有効性を示すことができた**
- 求解時間について、パターン①・②・③・④（右図を参照）の**いずれのパターンにおいてもデジタルアニーラが優位**となった
  - ✓ パターン①において、**デジタルアニーラでは**17:40に業務を完了できるという**解が得られたのに対し、Gurobiでは時間をかけても有効な最適解が得られなかった**
  - ✓ パターン③の突発的な作業発生時においても、デジタルアニーラはパターン②よりも1.5倍程度の時間増で求解できており、**Gurobiよりも高速に対応できた**
- 業務完了時間について、デジタルアニーラによる有効性を確認できた
  - ✓ 作業担当者5人以上の場合、17:00で全てのジョブが完了という結果が得られた
  - ✓ 人間系実績との直接比較はできないが、**デジタルアニーラによる効率的なスケジューリングの実現性を確認**できた
    （テストデータに反映できなかった紙帳票のジョブがあり、人間系による業務完了時間を同一条件で計測なかった）

パターン	検証結果		
	業務完了時刻	デジタルアニーラ 求解時間（秒）	Gurobi Optimizer 求解時間（秒）
① 作業担当者数：4人	17:40	857	—（17:40の解得られず）
② 作業担当者数：5人	17:00	35	120
③ 作業担当者数：5人＋突発的な作業	17:00	35＋16※	120＋19※
④ 作業担当者数：6人	17:00	5	12

※＋の後の数値は，突発的な作業発生時の再計算に要した時間。

参考：富士通株式会社「デジタルアニーラによる配電応需計画の最適化」（https://www.fujitsu.com/jp/about/resources/publications/technicalreview/topics/article010.html）
*イジング = 主に量子アニーラやイジングモデル専用シミュレータを想定し、問題をイジングモデルで表現してから計算を行う方式。特に、膨大な選択肢の中から最適な組合せを探す問題と親和性が高い。

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。