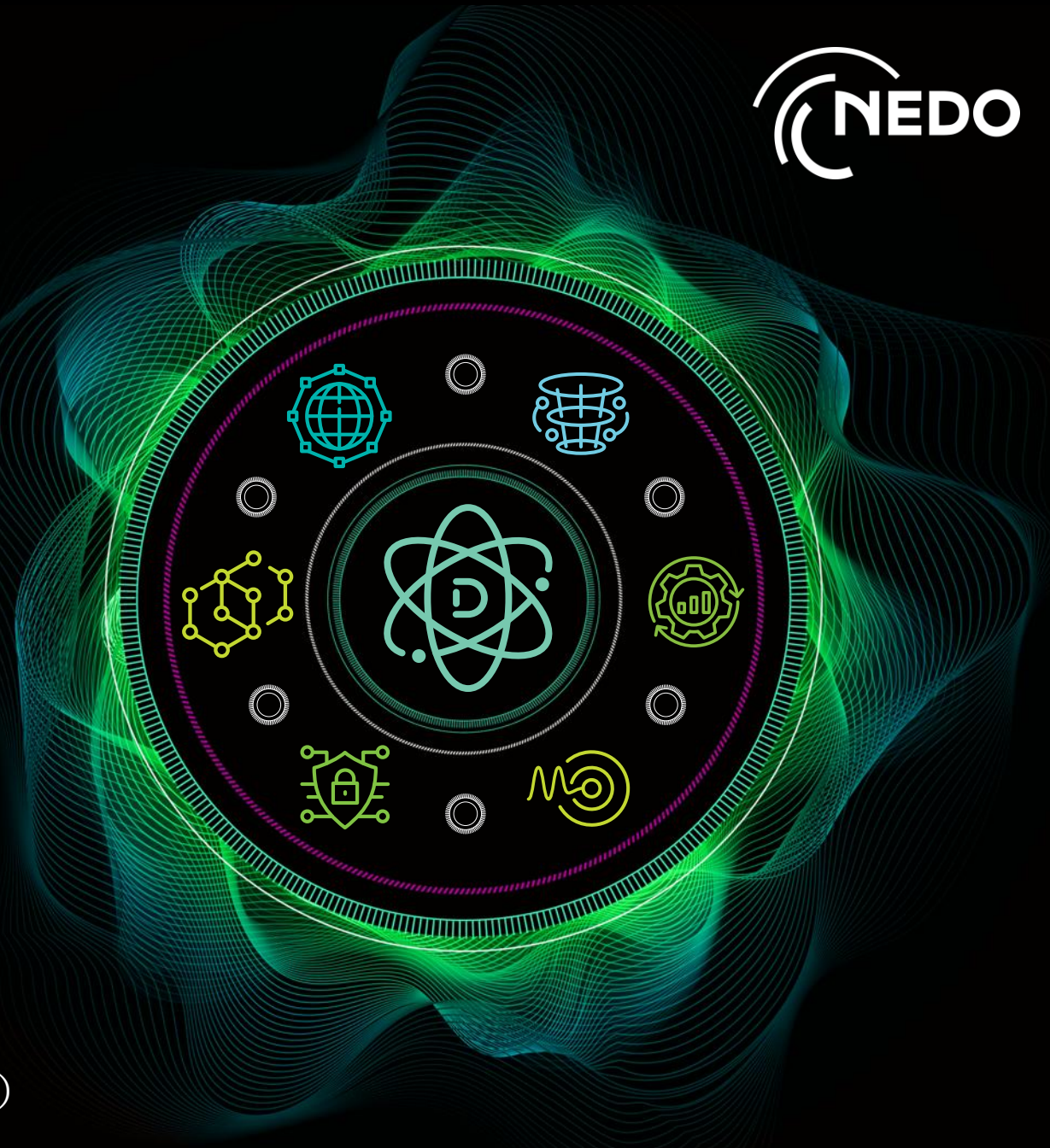
量子コンピューティング ユースケース集

# 車の補給部品の保管配置最適化

TOYOTA



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）

# TOYOTA：車の補給部品の保管配置最適化【2023/12】 1／2

検証

| | |
|---|---|
| 産業領域 | 製造・組立 |
| プロセス | 工程設計 |
| 手法 | 組み合わせ最適化 |
| 技術分類 | イジング* |

## 取組の背景

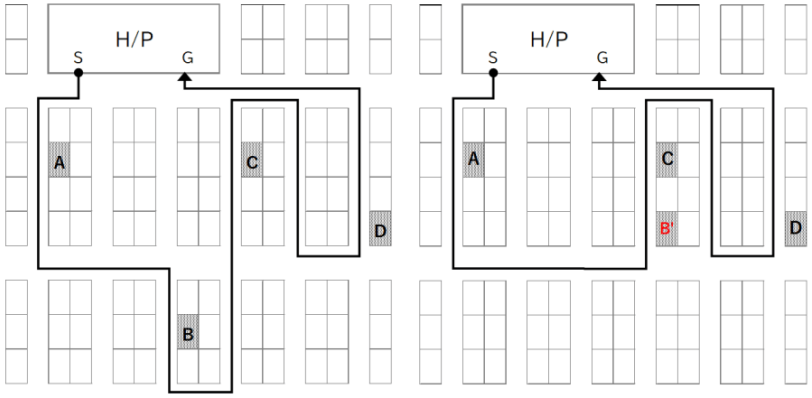
- トヨタ社内には**様々な領域（設計、製造、物流、人事など）の多種多用な問題とそれらに関するデータが存在**している
- 多種多様な問題に対して量子コンピューターの活用を検討してみることで、得意、不得意な問題の特徴を見極めている
- トヨタは検討結果から得られた知見を広く共有することで、**量子技術の発展や社会課題の解決に貢献していきたい**と考えている

## 解決したい課題・モチベーション

- 組み合わせ最適化はトヨタ社内の様々な領域で課題となっているが、**組み合わせ数が膨大（数十億通り）で最適化が困難な問題である部品センターにおける車の補給部品（パーツ）の保管配置最適化**を検証課題とした
- 作業者が注文が入った際に保管棚まで歩いていき、パーツを取って、戻ってくるような「ピッキング作業」において、本検証では、**パーツの保管配置を変更することによって移動距離を削減することを目的**とした

## 量子コンピューターとしての問題設定

- **作業者の移動距離**を量子アニーラで扱える二次制約なし二値最適化の形式で表現し、これを目的変数とした数万変数規模の最小化問題を解いた
- 数万変数は**実問題と比べるとかなり小規模**だが、**できるだけ実問題の特徴を反映できるような2つの工夫**を行った
  - ① 部品センターの実際の棚レイアウトから一部を抜粋する
  - ② １度に注文されるパーツの種類数や各パーツの注文頻度の分布が実際の注文データと一致し、全パーツの種類数を任意に選択した疑似注文データを作成する
- マシンは、**D-Wave Systems社の量子古典ハイブリッドソルバーサービス**を利用した




保管配置の変更による作業者の移動距離削減

参考：トヨタ自動車株式会社「未来創生センターにおける量子コンピューター研究」（ https://global.toyota/jp/mobility/frontier-research/40116331.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。

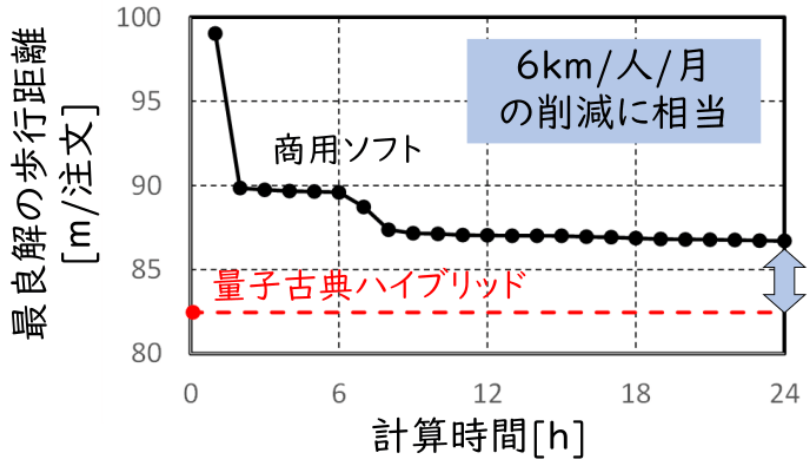
# TOYOTA：車の補給部品の保管配置最適化【2023/12】　2／2

検証

| | |
|---|---|
| 産業領域 | 製造・組立 |
| プロセス | 工程設計 |
| 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

- 古典コンピューターによる商用最適化ソフトウェアを用いた計算と量子古典ハイブリッド計算で比較を行った
  - ✓ 結果は、**古典のみ：24時間、量子古典ハイブリッド：6分と大幅に時間短縮**できた
  - ✓ さらに、**量子古典ハイブリッドの方が歩行距離を3mほど短くできる最適解**を計算できた
- 3mの差は、例えば1人の作業者が1日100回ピッキング作業を行い1カ月に20日勤務したとすると、**1カ月あたり6km/人の移動距離を削減できる効果**が見込める




計算時間と平均移動距離

参考：トヨタ自動車株式会社「未来創生センターにおける量子コンピューター研究」（https://global.toyota/jp/mobility/frontier-research/40116331.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。