量子コンピューティング ユースケース集

# 工場倉庫内のピッキングルートおよび棚配置最適化

TOPPANデジタル



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）

# TOPPANデジタル：工場倉庫内のピッキングルートおよび棚配置最適化【2024/04】 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

- 工場倉庫管理の最適化は、複雑かつ重要な課題の1つである
  - ✓ 最適化は、生産性向上とコスト削減に有効である
  - ✓ 一方で、**最適化が適切に行われないことで、作業者の負担増や安全性の問題、生産効率の低下が起こり得る**
- TOPPANグループは、長年培われた経験に基づき、自社開発のシミュレーションツールを使ってピッキングルートの最適化を図ってきた
- しかし、**作業者の経験を頼りにした現場では、最適な作業を行うことは難しく、時間もかかっていた**

## 解決したい課題・モチベーション

- 自社開発のツールを使ってピッキングルートの最適化を図ってきたが、経験者の経験に頼りした現場では最適な作業が困難であったため、**ピッキングの最適化に対して、量子技術の適用可能性を検討**した
- 作業者のノウハウに依存せずに効率的な作業を可能にすることを目指し、**2022年から東芝デジタルソリューションズと工場倉庫管理の最適化に量子インスパイアード技術を適用する取り組みを開始**した
- 今回の共同研究では、**ピッキングルートの最適化を追求する中で、棚配置の最適化**にも取り組んだ

## 期待されるビジネス効果

- ピッキングルートの最適化に加えて、棚配置も最適化したことにより、**現在使われているツールによるシミュレーション（古典）と比較して、ピッキング作業時間を平均15%短縮**できる結果が出た
- 最適化の対象を工場倉庫管理の最適化以外にも広げ、量子技術を活用したBPOや製造プロセスの業務改善を目指す

参考：TOPPANホールディングス株式会社「TOPPANデジタルと東芝デジタルソリューションズ、量子インスパイアード最適化ソリューションSQBM＋™を活用した、工場倉庫内のピッキングルートおよび棚配置の最適化を実証」（https://www.holdings.toppan.com/ja/news/2024/04/newsrelease240424_1.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。

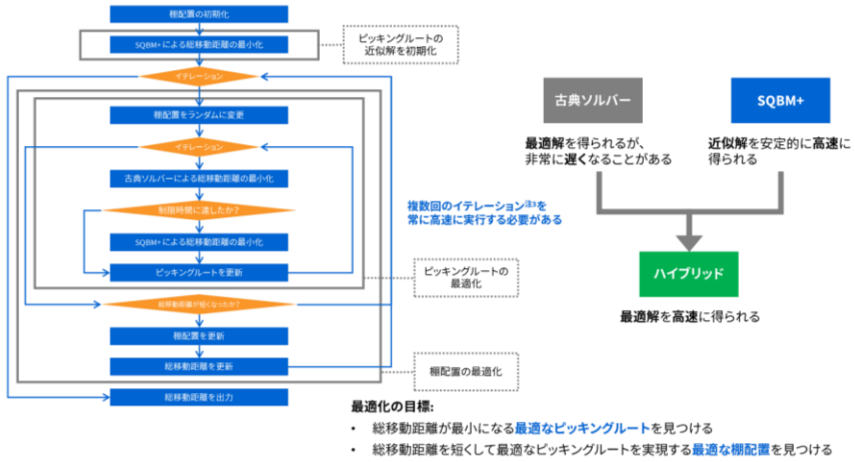
# TOPPANデジタル：工場倉庫内のピッキングルートおよび棚配置最適化【2024/04】　2／2

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* |

## 量子コンピューターとしての問題設定

- TOPPANグループの工場の実データから、アイテム、人員、エリア、レイアウト要素を考慮してモデリングした**約9,000変数の最適化問題**を解いた
- 目的関数は、**ピッキングルートの最適化と棚配置の最適化**である
- マシンは、**東芝デジタルソリューションズの量子インスパイアード最適化ソリューションSQBM＋**を利用した
- 最適なピッキングルートと最適な棚配置を同時に見つけるために、SQBM+と古典ソルバーのそれぞれの特徴を活かし、**SQBM+で求めた近似解を利用して、古典ソルバーの探索範囲を絞り、探索時間を短縮するというハイブリッド手法**
  - ✓ SQBM+の特徴：安定的に高速かつ高精度な近似解を生成できる
  - ✓ 古典ソルバーの特徴：探索する範囲が広くなるほど、探索時間が長くなり、計算が遅くなるが、最短ルートを探索できる




ハイブリッド解法により、ピッキングルートと棚配置の最適化を実現

- **目的関数1：ピッキングルートの最適化**

$$F_s(\text{ItemToTask}) = \underset{X,Y}{\text{minimize}} \sum_{w=0}^{\text{NumWorkers}-1} \text{Time}_{s,w}^{Goal}$$

- **目的関数2：棚配置の最適化**

$$G = \underset{\text{ItemToTask}}{\text{minimize}} \sum_{s=0}^{\text{NumSenarios}} F_s(\text{ItemToTask})$$

モデリング

参考：TOPPANホールディングス株式会社「TOPPANデジタルと東芝デジタルソリューションズ、量子インスパイアード最適化ソリューションSQBM＋™を活用した、工場倉庫内のピッキングルートおよび棚配置の最適化を実証」（https://www.holdings.toppan.com/ja/news/2024/04/newsrelease240424_1.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。