

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  
～ 複雑な工場倉庫管理の最適化に独自の解法を適用し、現場の課題解決を目指す ～

TOPPAN デジタル株式会社(本社:東京都文京区、代表取締役社長:坂井 和則、以下 TOPPAN デジタル)と東芝デジタルソリューションズ株式会社(本社:神奈川県川崎市、取締役社長:島田 太郎、以下東芝デジタルソリューションズ)は、TOPPAN グループの工場倉庫管理最適化の取り組みの一環として、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+を活用した、ピッキングルートと棚配置の最適化に関する共同研究を行いました。本研究では、SQBM+と古典ソルバー<sup>注1</sup>を組み合わせたハイブリッド解法と TOPPAN グループの業務ノウハウに基づいた最適化計算モデルを考案しました。本研究の成果を TOPPAN グループの工場の実データで検証し、TOPPAN グループが利用しているツールによるシミュレーションに比べて、アイテムのピッキング作業時間の合計が 15%短縮される結果が得られ、工場倉庫管理の最適化における量子インスパイアード技術適用の可能性が認められました。

工場倉庫管理の最適化は、生産性向上とコスト削減に有効なだけでなく、最適化が適切に行われないと、作業者の負担増や安全性の問題、生産効率の低下も起こり得る、複雑かつ重要な課題の1つです。

TOPPAN グループは、長年培われた経験に基づいて自社で開発した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います。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、時間もかかってしまっていました。そこで、ピッキング作業最適化への量子技術適用の可能性を検討し、作業者のノウハウに依存せず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ました。

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みました。両社は、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という課題を解決するために、SQBM+と古典ソルバーを組み合わせたハイブリッド解法を新たに開発しました。このアプローチでは、棚の配置とピッキングルートの最適化が 1 つのタスクに統合されます。ピッキングルートの最適化は、棚配置の最適化を繰り返すたびに実行されるので、この計算は安定的に高速である必要があります。古典ソルバーは、最短ルートを探索できますが、探索する範囲が広がるほど探索時間が長くなり、また、計算が非常に遅くなる場合があります。SQBM+は、安定的に高速で高精度な近似解(良解)を生成することができます。そこで、SQBM+で求めた近似解を利用して古典ソルバーの探索する範囲を絞り込むことにより、探索時間を短縮するというハイブリッド解法を開発しました<sup>注2</sup>。この仕組みにより、安定して高速に最適な結果が得られ、実用化につなげることができます。そして、TOPPAN グループの業務ノウハウを生かして、現場の条件に基づいた最適化計算モデルを考案し、ハイブリッド解法を実業務に適用できるようにしました。

具体的には、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きました。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よりもピッキング作業時間を平均 15%短縮するという結果を得られました。

両社は、引き続き、TOPPAN グループの工場倉庫現場にこのプログラムを適用して評価し、そのフィードバックにより改善を重ね、量子インスパイアード技術を活用した工場倉庫管理の最適化ソリューションをサービスとして提供することを目指します。また、TOPPAN デジタルは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します。

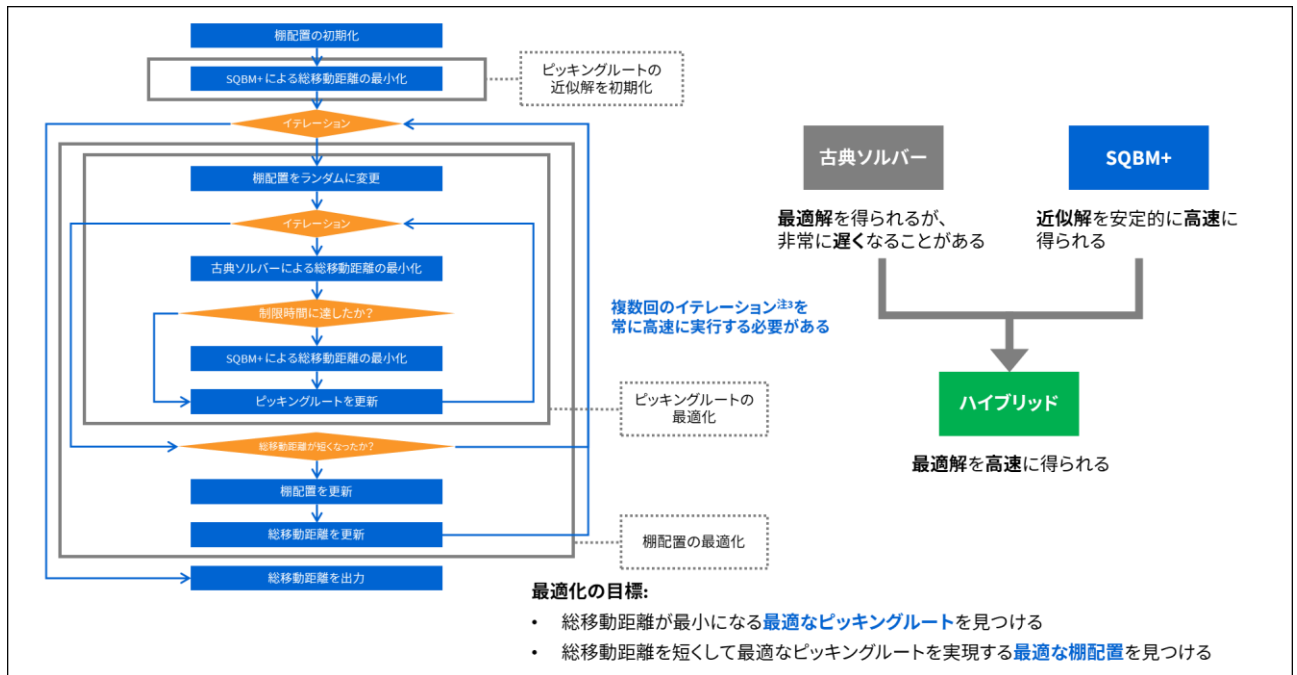


図1:ハイブリッド解法によって、ピッキングルートと棚配置の最適化を実現

• 目的関数1:ピッキングルートの最適化

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

• 目的関数2:棚配置の最適化

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

図2:モデリング

■各社の役割

TOPPAN デジタル:要件定義、データ提供、現場ノウハウに基づくパラメータ調整、検証  
 東芝デジタルソリューションズ:仕様策定、ハイブリッド解法の開発・実行、計算結果の分析

■TOPPAN デジタル株式会社について

TOPPAN デジタルは、現場課題に即したデジタル化支援に加えて、データ分析やコンサルティングからのアプローチも行う「創注型」ソリューションの提供や、DX に関わる先端技術の研究開発と事業化、プライバシー保護を含めた品質管理の強化・拡充などを通じて、TOPPANグループが掲げるDX 事業のコンセプト「Erhoeht-X® (エルヘートクロス)」の拡大と進化を支えます。

<https://www.digital.toppan.com/ja/>

## ■東芝デジタルソリューションズ株式会社について

東芝グループのデジタルソリューション事業を担う企業としてIoTや人工知能(AI)などのデジタル技術や量子技術を活用した事業をグローバルに展開しています。東芝グループの幅広い事業領域で生まれるさまざまなデータの力を最大限に活用し、プラットフォーム化を推進することで価値あるサービスを次々に生み出し、カーボンニュートラルやサーキュラーエコノミーの実現に貢献していきます。東芝グループの経営理念「人と、地球の、明日のために。」のもと、お客さまやパートナーの皆さまとともに、新しい価値を持続的に創造していきます。

<https://www.global.toshiba/jp/company/digitalsolution.html>

注1:古典的なアルゴリズムや計算手法を使用して問題を解決するツールまたはソフトウェア

注2:特許出願中

注3:反復処理

\*SQBM+は、東芝デジタルソリューションズ株式会社の日本またはその他の国における登録商標または商標です。

\*その他、本文章に記載されている社名および商品名はそれぞれ各社が商標または登録商標として使用している場合があります。

\*掲載されている情報(サービスの内容/価格/仕様/関連リンク/お問い合わせ先など)は、発表日現在の情報です。

予告なしに変更されることがありますので、あらかじめご了承ください。

以上