量子コンピューティング ユースケース集

大規模物流の効率化

トヨタシステムズ



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）

トヨタシステムズ：大規模物流効率化 【2020/09】 1／2

検証

産業領域	製造・組立
プロセス / 手段	出荷・販売 / モノの移動_陸運
手法	組み合わせ最適化
技術分類	イジング*

取組の背景

- 近年、物流は社会を支えるインフラとして重要度を増している反面、様々な課題を抱えている
  - ✓ ドライバー不足・交通渋滞・CO2排出量の増加など
- 一方、生産拠点である**工場への必要な部品の物流管理**はサプライチェーンの根幹であり、ますますの**効率化とコスト削減**が求められている
- トヨタシステムズは、トヨタ自動車株式会社およびそのグループを技術力と生産性でサポートするITソリューション企業として2019年1月に設立され、量子コンピューティングの活用についても2018年より富士通と研究を推進してきた

解決したい課題・モチベーション

- 物流業界においては、**従来（古典的）手法（従来の最適化エンジン）では問題規模が大きくなると計算時間が膨大となり、手作業による調整**を要していた
- 自動車製造に関して、**300万以上のルート候補がある大規模物流ネットワークに対し、効果算出を行うために、富士通の「デジタルアニーラ」の適用**を企図した

期待されるビジネス効果

- シミュレーション（試算）の結果、300万以上のルート候補から、**全体の物流コストが削減できる新たなルートを30分以内で計算**できた（これまで見つけられなかった有効な物流ルートを発見）
- また、**従来手法（古典）と比較して約2～5%のコスト削減効果**を見込む

参考：富士通株式会社「トヨタシステムズと富士通、「デジタルアニーラ」を活用し大規模物流の効率化を共同で実証」（https://pr.fujitsu.com/jp/news/2020/09/10-1.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。

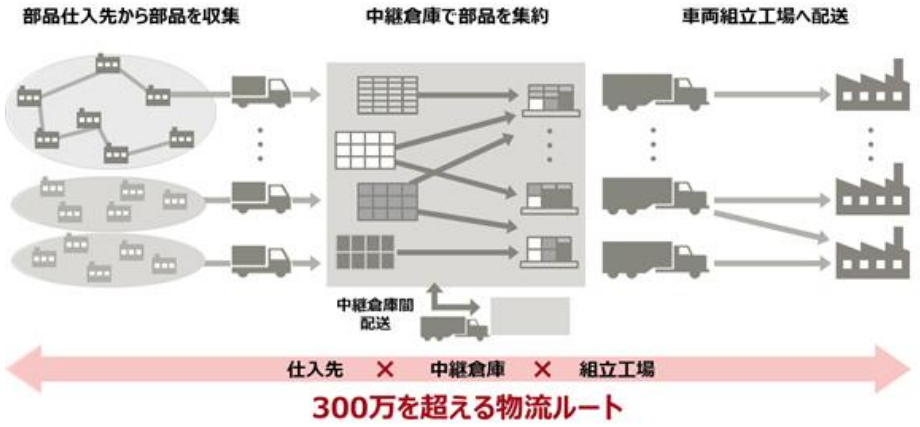
トヨタシステムズ：大規模物流効率化 【2020/09】 2／2

検証

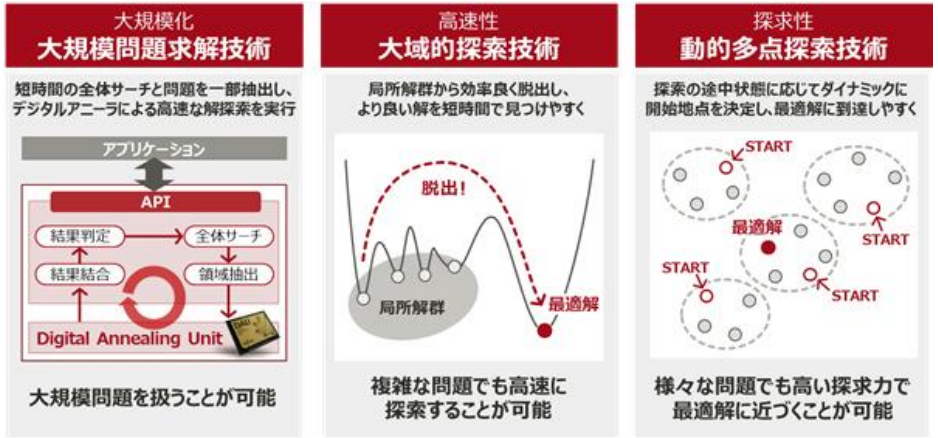
産業領域	製造・組立
プロセス / 手段	出荷・販売 / モノの移動_陸運
手法	組み合わせ最適化
技術分類	イジング*

量子コンピューターとしての問題設定

- 物流ルートは、300万以上のルートのうち、**最も物流コストが小さくなるルートを算出**
  - ✓ 数百を超える仕入れ先から部品を仕入れ、数か所の中継倉庫を通り、数十の工場へ配送することを想定
  - ✓ 物流コストは、トラック数、総走行距離、荷物仕分けの作業量から算出した
- 今回、実際の物流業務に適用するため、以下の2つの技術を組み込んだシステムを開発し、今回の実証に適用した
  - ✓ 大域的探索技術：局所解群から効率的に脱出しながら広範囲に探索する技術
  - ✓ 動的多点探索技術：探索の途中状態に応じてダイナミックに開始地点を決定する技術
- マシンは、**富士通の量子インスパイアード技術を活用したデジタルアニーラ**を利用した



大規模物流ネットワークのイメージ



デジタルアニーラの求解技術

参考：富士通株式会社「トヨタシステムズと富士通、「デジタルアニーラ」を活用し大規模物流の効率化を共同で実証」（https://pr.fujitsu.com/jp/news/2020/09/10-1.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。