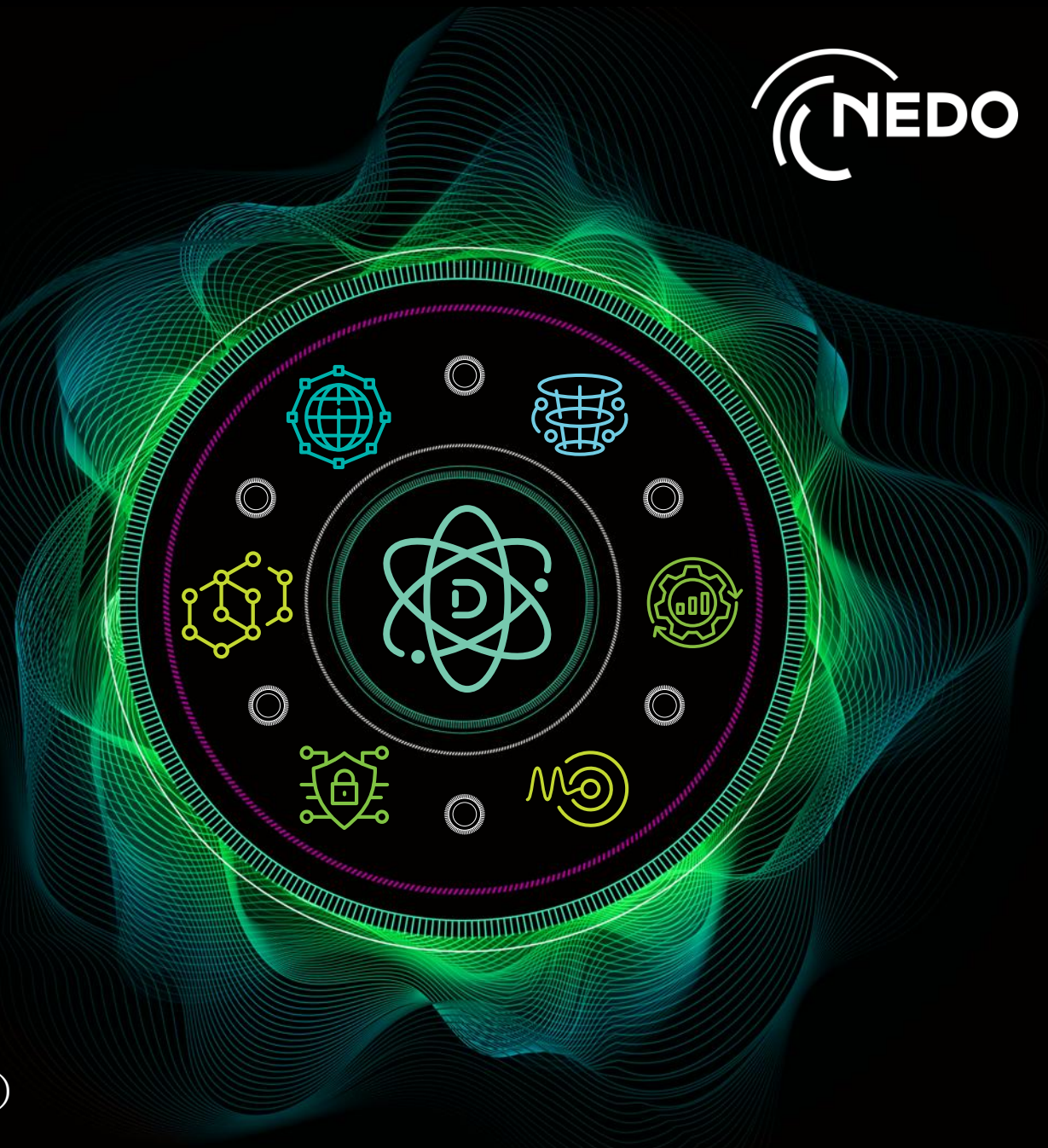
量子コンピューティング ユースケース集

複雑な生産計画立案の自動化

NECプラットフォームズ



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）

NECプラットフォームズ：複雑な生産計画立案の自動化 【2023/03】 1／3 実用化

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

取組の背景

- 多品種少量生産、製品ライフサイクルの短縮化、生産量の変動、さらには半導体部品の需給ひっ迫といった要因により**複数の品種を日々変わる要望量に応じて迅速に生産する需要が顕在化**
- 一方で**生産性向上には、生産品種が変わるごとに数百種類ある部品や設備設定を変更する「段取り」の効率化が不可欠だが、段取り自体に付加価値がないため、複雑な段取りの立案プロセスを短時間で実行できるか**が競争力向上には必要
  - ✓ 「段取り」で決められる、「『いつ』『どの順番で』その日に必要な品種を生産するのか」の組み合わせにより、生産工程の時間は大きく変動するため
- これまでは、**生産工程を熟知する熟練作業者が、変動に応じて段取りを最小化するための生産計画を立案**してきた

解決したい課題・モチベーション

- 多品種少量生産などによる**生産計画のさらなる複雑化により、現状熟練作業者でも効率的な計画立案が難しい状況**
  - ✓ プリント基板を製造する表面実装(SMT)工程では、1ラインで異なる複数の品種を生産する混流生産を行っているが、部品や設定などを変更する「段取り」はラインを停止して行うため、段取りが増えると生産性の低下を招いてしまう
- **生産計画立案業務が熟練作業者に集中していたが、労働人口減少により段取り調整に精通した熟練工の不足が顕在化し、**また、**AIを含む既存の仕組みでは自動化は難しく、スキルの継承も課題**
- 上記を踏まえ、NECプラットフォームズは突発的に発生する設定変更に瞬時に生産計画の修正を実現するため、高速計算が可能な量子コンピューター技術を活用し計画立案の自動化を企図した

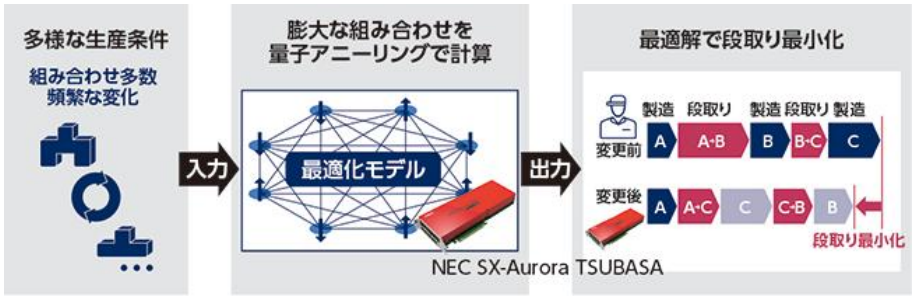
参考：NECプラットフォームズ「量子コンピューティング技術の活用で複雑な生産計画立案」（https://jpn.nec.com/quantum_annealing/case/necplatforms/index.html）
*イジング = 主に量子アニーラやイジングモデル専用シミュレータを想定し、問題をイジングモデルで表現してから計算を行う方式。特に、膨大な選択肢の中から最適な組合せを探す問題と親和性が高い。

NECプラットフォームズ：複雑な生産計画立案の自動化 【2023/03】 2／3 実用化

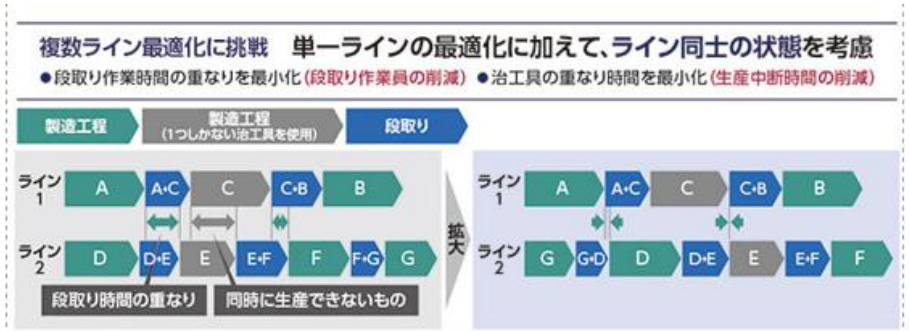
産業領域	製造・組立
プロセス	生産
手法	組み合わせ最適化
技術分類	イジング*

量子コンピューターとしての問題設定

- 量子コンピューター技術により、**段取りを最短化する生産計画立案の自動化、及び複数ラインでの混流生産*1における高効率な生産計画立案を実証**
  - ✓ **複数ライン x 混流生産は、ライン間の作業者や治工具などのリソースまで考慮することから膨大なパラメータの組合せを処理すのは古典コンピューターでは困難**ゆえ、同時高速処理可能な量子コンピューターの強みを活用
- 目的関数として、**段取り作業員の削減、生産中断時間の削減**が想定される
  - ✓ 配送距離、時間、コストを最小にする配送計画の立案、役職やスキル等を満たす勤務シフトの計画立案など大規模な組合せ最適化問題の超高速処理を実現
- 量子コンピューティング技術により**膨大な組合せ問題の超高速処理を実現する「NEC Vector Annealingサービス」**を活用
  - ✓ 量子アニーリング方式の技術をNEC製SX-Aurora TSUBASA ベクトル型スパコンに適用する**疑似量子アニーリングプラットフォームを活用**



疑似量子アニーリング技術の高速処理を活用した製造ラインの生産計画の最適化



熟練工でも困難な複数の生産ラインによる混流生産の最適化

参考：NECプラットフォームズ「量子コンピューティング技術の活用で複雑な生産計画立案の自動化に成功」（https://jpn.nec.com/quantum_annealing/case/necplatforms/index.html）、
NEC「多様化するビジネスの課題を組合せ最適化問題として解決に導くNEC Vector Annealing サービス」（https://jpn.nec.com/nec-vector-annealing-service/index.html）
*1: 混流生産は、異なる複数の品種を同一ラインで生産する方式
*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。

NECプラットフォームズ：複雑な生産計画立案の自動化 【2023/03】 3／3 実用化

産業領域	製造・組立
プロセス	生産
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

- 「段取り」を最短化した生産計画立案の自動化と複数ラインの超高速同時最適化を実現
  - ✓ **従来は熟練作業者（人手）でも1～2時間かかった生産計画立案を、同等精度の計画を10分程度で立案可能**
  - ✓ また、**更に複雑な複数ラインの同時最適化により、ライン同士の段取り時間をずらすことで、熟練作業者の計画にはなかった作業者の負担軽減など付加価値のある計画策定が実現**
- 生産計画自動化により段取り工数50%削減、設備稼働率15%向上、生産計画立案工数90％削減の見込み
  - ✓ **最適化のスコープを広げるほど全体コスト削減につながる価値提供の実現**
- **古典コンピューターのAIでは、新製品が出るたびに機械学習用のデータを収集する必要があるが、左記データが揃わなかった**ため、導入・比較できなかった

参考： NECプラットフォームズ「量子コンピューティング技術の活用で複雑な生産計画立案の自動化に成功」（https://jpn.nec.com/quantum_annealing/case/necplatforms/index.html）、
NEC「多様化するビジネスの課題を組合せ最適化問題として解決に導くNEC Vector Annealing サービス」（https://jpn.nec.com/nec-vector-annealing-service/index.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。