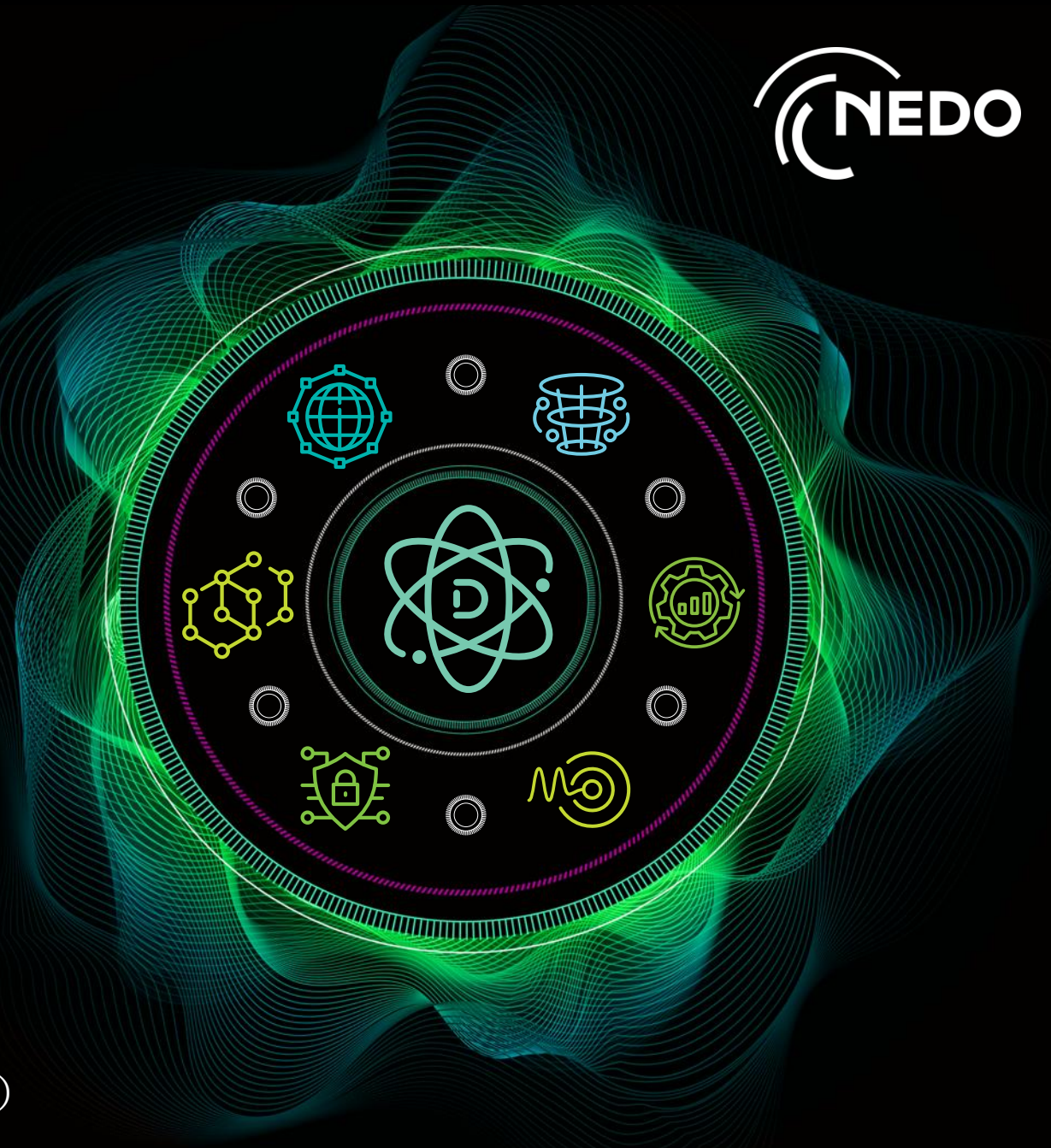
量子コンピューティング ユースケース集

ブラックボックス最適化を活用した車両設計最適化

マツダ



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）

マツダ：ブラックボックス最適化を活用した車両設計最適化【2024/9】　1／2

検証

産業領域	製造・組立
プロセス	研究開発・製品設計
手法	組み合わせ最適化
技術分類	イジング*

取組の背景

- マツダは2006年より「一括企画（コモンアーキテクチャー）」という戦略に基づき、**車種や車格を越えた最適構造の共通**化に取り組んでいる
- **車種を越えた最適構造の設計（鋼板の板厚の最適化）に量子アニーリング・イジングマシンを用いたブラックボックス最適化を活用した**
  - ✓ 鋼板の板厚の最適化については、2014年～2015年にかけて、マツダはJAXAや東京理科大学と共同で、スーパーコンピューターを使って進化計算をベースにした手法で解くというアプローチを試したが従来の技術では、妥当なパレート解を得るのに、数万回の試行と数か月の時間が必要で、実用化に向けてはさらなる工夫が必要であることが明らかになった

解決したい課題・モチベーション

- マツダは車体構造同時設計最適化問題についてベイズ最適化で取り組んだものの、**特に問題のサイズが大きくなっていくと制約を満たす解を見つけるのが極端に難しくなるという課題**が残っていた
- 上記課題について**FMQA*1によるブラックボックス最適化*2によって解決**することを目指し取り組みを実施した

*1：機械学習と量子アニーリングを組み合わせたブラックボックス最適化手法

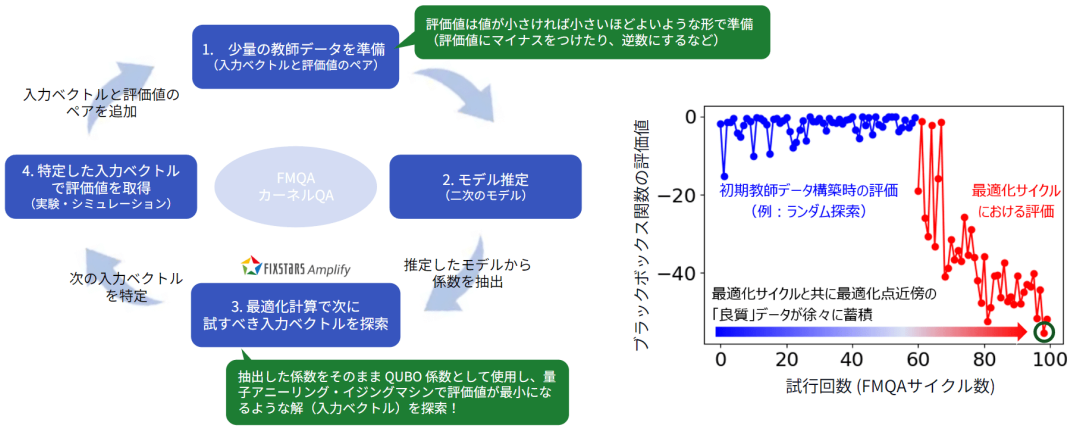
*2：ある入力に対して、その出力結果だけしか取得することが出来ず、それ以外の情報が与えられないような状況で、」結果を最適化（最小化・最大化）を行う

量子コンピューターとしての問題設定

- 3車種の車体構造同時設計最適化問題として、1車種あたり74ヵ所（3車種合計で222ヵ所）の部品に対して、**どの厚さの鋼板を割り当てるのが最適なのかを求める問題**で、各車種に求められる乗り心地や衝突性能等の品質特性上の制約条件を満たした上で、**車両の軽量化と複数車種間の共通部品数の最大化を実現する多目的最適化問題**に取り組みを行った

量子アニーリング・イジングマシンを用いたブラックボックス最適化

少ない試行回数（実験・シミュレーション）で評価値が最もよくなる入力ベクトルを効率的に探します



FMQAによる最適化

参考：Fixstars Amplify「マツダ株式会社　ブラックボックス最適化を活用した車両設計最適化」（https://amplify.fixstars.com/ja/customers/interview/vehicle-co-optimization）

*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。

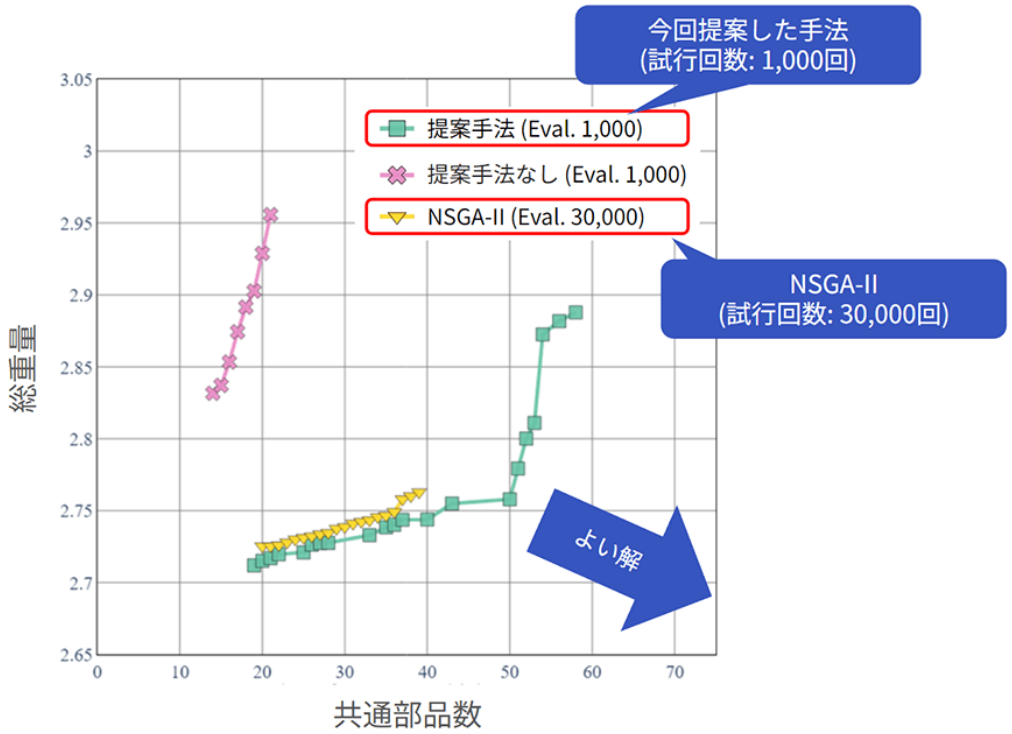
マツダ：ブラックボックス最適化を活用した車両設計最適化【2024/9】　2／2

検証

産業領域	製造・組立
プロセス	研究開発・製品設計
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

- 量子アニーリング・イジングマシンを活用したブラックボックスで最適化を行ったところ、進化計算の1つであり多目的最適化の代表的な手法の一つである**NSGA-IIで30,000回の試行により得られる解よりも優れた解を1,000回の試行で求めることに成功**した
- 現在は研究段階であり、どれだけよい解をいかに早く見つけられるかということに主眼を置いてたが、**実際の設計の現場で日常的に使うには最良ではなくてもほどほどの解を、少ない試行回数で安定的に取得できる必要**があり、大きな課題となっている
- 加えて、設計者であれば誰でも使いやすいようなシステム化やパラメーターレス化にも取り組んでいく必要がある



提案手法の優位性
（部品数が多い複雑な条件で軽量化）

参考：Fixstars Amplify「マツダ株式会社　ブラックボックス最適化を活用した車両設計最適化」（https://amplify.fixstars.com/ja/customers/interview/vehicle-co-optimization）
*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。