

量子信号処理を活用した大規模組合せ最適化手法の開発 － グローバール適応探索の実用化を目指して －

藤原 進太郎（横浜国立大学）

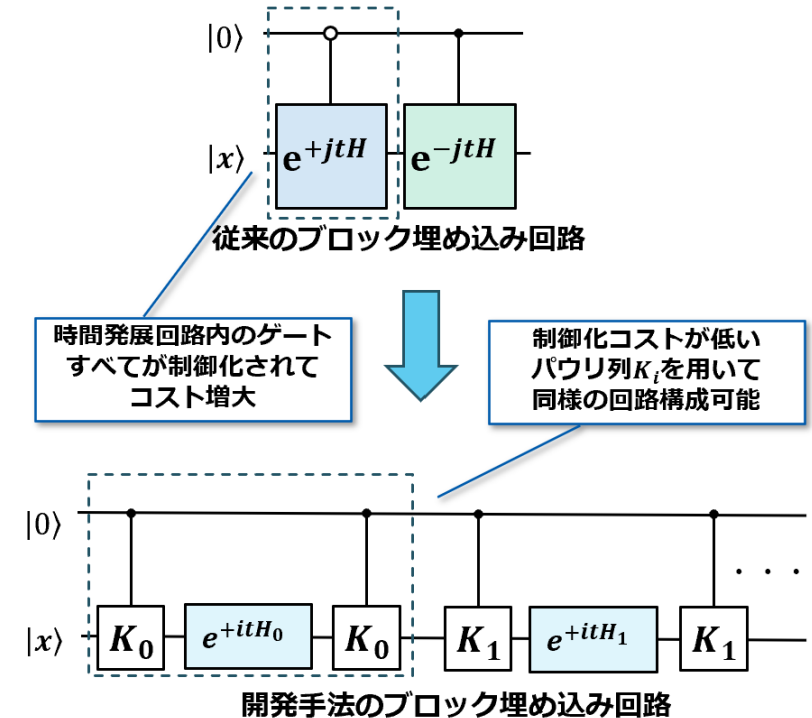
背景

- グローバール適応探索 (GAS)は二値組合せ最適化問題の厳密解を量子加速を伴って求解可能な量子アルゴリズム
- 量子信号処理に基づくGAS (QSP-GSA)は大規模組合せに向いている可能性があるがオラクル呼び出し回数が少ないと性能劣化
- 多様なシナリオを比較実行可能なOSSのGASシミュレータが欠如

目的

- ①QSP-GASの回路深さを低減させる手法の開発
- ②多様なシナリオでGASの性能を評価可能な高速シミュレータの開発・OSS公開

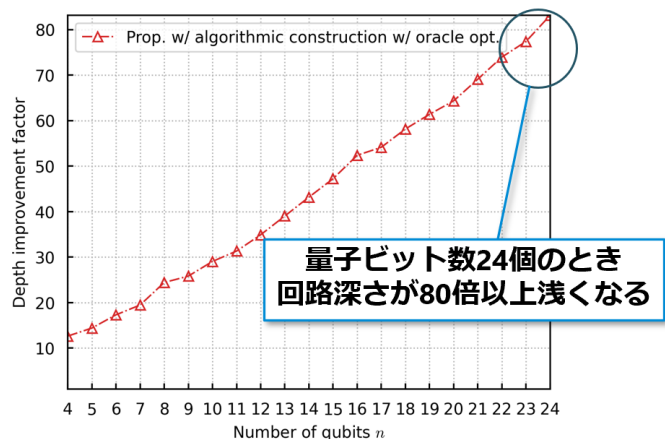
【課題1】 QSP-GASのオラクル回路効率化



✓ 開発手法では回路コストを低減させる H_i と K_i の組み合わせを計算するアルゴリズムを開発

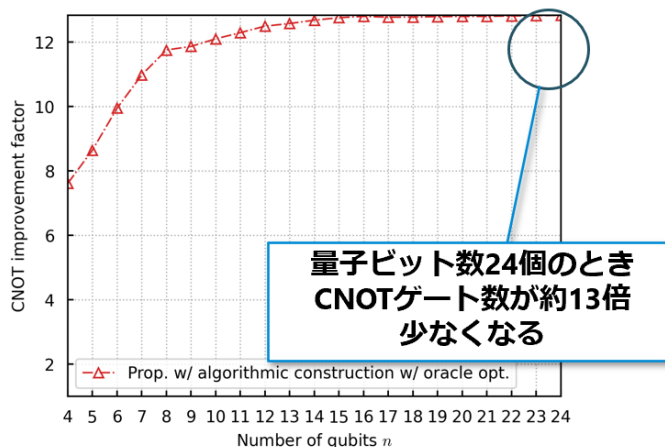
【課題1】 QSP-GASのオラクル回路効率化

✓ 開発手法を用いてランダム目的関数に対する平均回路深さ・CNOTゲート使用数が大幅削減されることを確認



量子ビット数24個のとき
回路深さが80倍以上浅くなる

$$\text{深さ削減倍率} = \frac{(\text{開発手法を用いたときの回路深さ})}{(\text{従来手法を用いたときの回路深さ})}$$



量子ビット数24個のとき
CNOTゲート数が約13倍
少なくなる

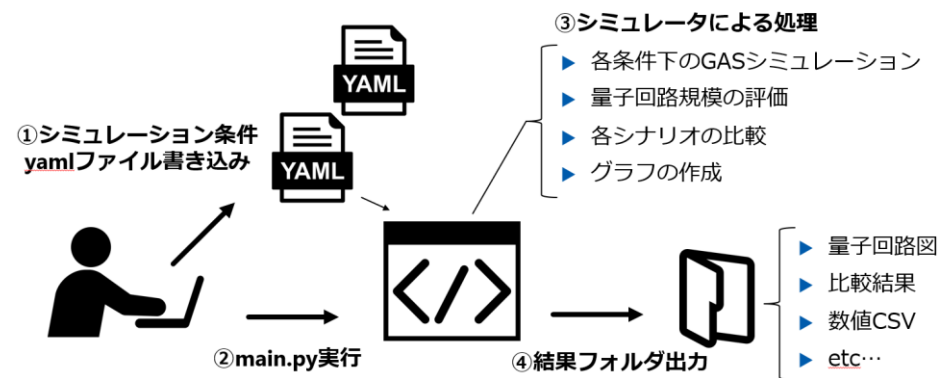
$$\text{CNOT数削減倍率} = \frac{(\text{開発手法を用いたときのCNOT数})}{(\text{従来手法を用いたときのCNOT数})}$$

【課題2】 GASの高速シミュレータ開発

✓ 多様なシナリオでのGASの収束性能や回路リソースを検証可能なシミュレータを開発

✓ ユーザーはYAMLファイルにシミュレーションしたいシナリオの条件を記入してMain.pyを実行するだけ

✓ GASの数理的な構造を活かした実装により高速なシミュレータが可能に



シミュレータの処理フロー概念図

シミュレータは以下のGitHubレポジトリで公開中
https://github.com/yoozyboost/GAS_simulator