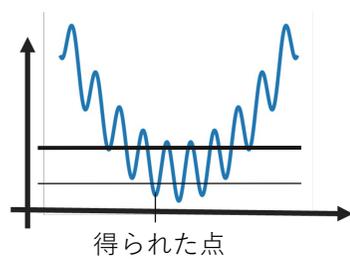


# ブラックボックス最適化のための進化的量子アルゴリズムの開発 — QuADS: 適応的な探索分布による量子連続最適化手法 —

森本 恒平, 高瀬 侑亮 (京都大学工学部情報学科)

目標: 量子コンピュータによる連続最適化の高速化

量子最適化の既存手法: グローバール適応探索



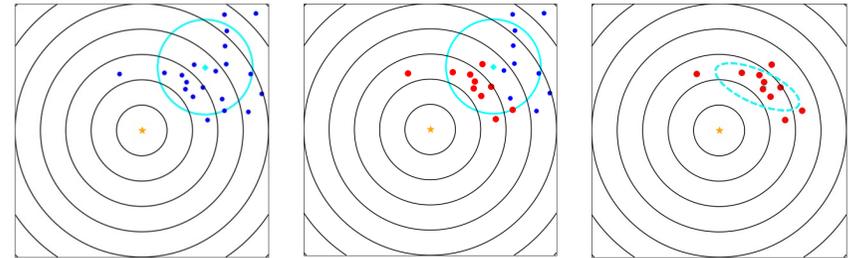
しきい値未満の領域をグローバール探索

得られた点でしきい値を更新

二乗加速するが、  
一様探索に基づいており  
よりよい探索の仕方があるはず

CMA-ESと組み合わせる

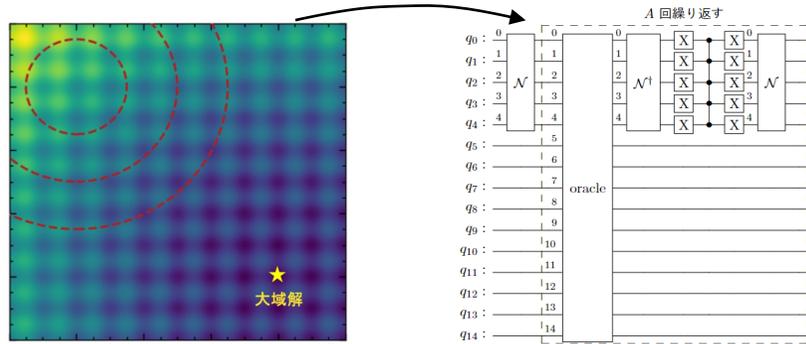
CMA-ES



- 解の候補の正規分布を適応的に変化させるアルゴリズム
- 凹凸が激しく勾配法などでは最適化が難しい関数でもうまく最適化できる

提案手法: QuADS

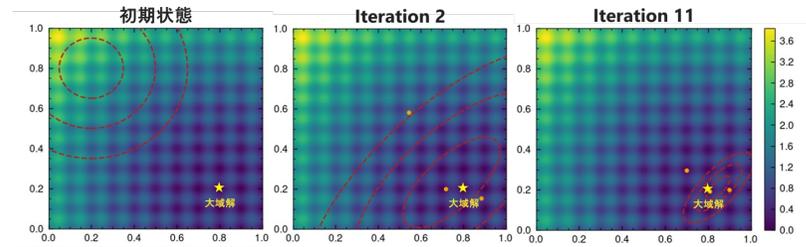
正規分布を初期状態にして量子振幅増幅



得られたサンプルにより正規分布を更新

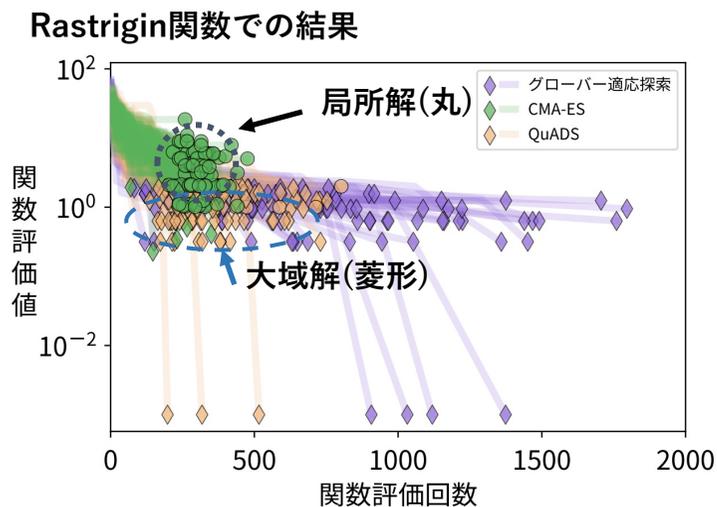
- CMA-ESとグローバール適応探索を組み合わせた新たな手法 QuADS(Quantum Adaptive Distribution Search)を提案
- Qiskitと自作量子シミュレータにより提案手法を実装、数値比較実験を行った。

自作量子シミュレータでの最適化の様子



# 数値実験による検証: QuADS, CMA-ES, グローバル適応探索との比較実験

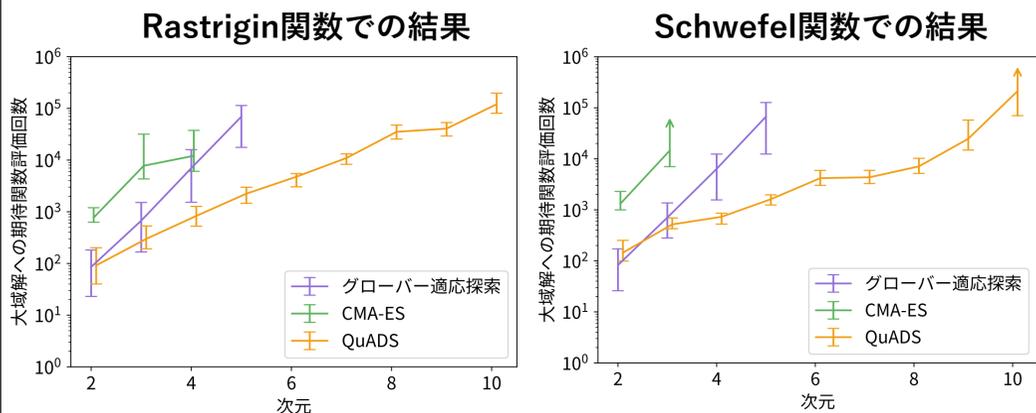
## 関数評価回数と評価値の関係



自作シミュレータでの結果  
ある関数評価回数(x軸)のときの関数値(y軸)を表す

提案手法は  
**少ない関数評価回数**で  
大域解を発見できる！

## 次元を増加させたときの挙動



- 古典アルゴリズムで高次元での量子アルゴリズムの関数評価回数を推定
- 提案手法は高次元でより少ない関数評価回数で大域解を見つけられることを示した

高次元かつ非凸な連続関数の大域的最適化は現在の古典コンピュータでは非常に困難な問題

⇒ FTQC(Fault Tolerant Quantum Computer) が実現した際に社会的インパクトが期待される

実験コード公開中: <https://github.com/morim3/mitou-quads>