



平成 31 年 2 月 15 日

報道機関 各位

東北大学大学院情報科学研究科

量子アニーリングマシンの効率的利用方法の開発

組合せ最適化問題の効率的な分割で量子アニーリングマシンの性能向上



【ポイント】

- D-Wave Systems 社が販売する量子アニーリング(注 1)マシンを用いて、大規模な組合せ最適化問題を高精度に解く方法を考案した。
- 量子アニーリングマシンは回路設計上の問題から大規模な組合せ最適化問題を解く際に精度が悪くなる問題があった。
- 提案手法により、量子アニーリングマシンを用いて解決することのできる問題の範囲が大幅に広がった。

東北大学大学院情報科学研究科大関真之准教授が率いる東北大学と株式会社デンソーによる共同研究チームは、D-Wave Systems 社が販売する量子アニーリングマシンを用いて大規模な組合せ最適化問題を高精度に解く方法を発見しました。

組合せ最適化問題は離散変数によって定義される評価関数を最小化する問題であり、多くの実用的な場面で高速且つ高精度に解くことが要求されます。多岐にわたる最適化問題を解く方法として注目されているのが、原子や分子など非常に小さいスケールのものを支配する量子力学の原理に基づく量子アニーリングです。量子アニーリングは、様々な可能性を重ね合わせの状態を利用して探索することで組合せ最適化問題を効率的に解くことができると期待されています。最近では、カナダのベンチャー企業である D-Wave Systems 社がその原理に基づく世界初の量子アニーリングマシンを製造、販売して更に注目を集めています。

現在販売されている量子アニーリングマシンは 20 マイクロ秒という短時間で最適解の候補を出力しますが、現在広く使われている古典コンピュータと違って、取り扱い可能な最適化問題のサイズと形式に強い制約があります。そこで、大規模な最適化問題を解く場合には、量子アニーリングマシンで取り扱い可能な一部の変数を抜き出してきて、これらから成る部分問題を繰り返し最適化するという方法が広く使われています。この枠組みを用いて高精度な解を得るためには、可能な限り大きな部分問題を繰り返し解くことが重要となります。

研究チームの岡田俊太郎と大関真之は、この量子アニーリングマシンに解かせる部分問題の選定方法と量子アニーリングマシンへの埋め込み方法における従来法の問題点の解消方法を見出して、実際に量子アニーリングマシンの性能が向上することを確認しました。従来法(qbsolv)では解きたい問題の形式に関わらず埋め込みの準備が整っている部分問題を抜き出して分割をしていたため、一度に載せられる部分問題を大きくする工夫の余地が残されていました。研究チームは、解きたい大規模な問題から、量子アニーリングマシン特殊な形状をしたチップに合う埋め込みのし易い部分問題の選定とその埋め込み方法の探索を並行して実行することで、従来法に対して大幅に短い処理時間で大きな部分問題を埋め込むことに成功しました。大きな部分問題を量子アニーリングマシンで解く(図1)ことにより、コスト関数の低減に見られるように解の精度向上、最適解への接近速度が向上することを、いくつかの例で実験的に確認しました。比較的最適化が難しい3次元スピングラス模型についての適用を行なった場合、図2のような結果を示しました。

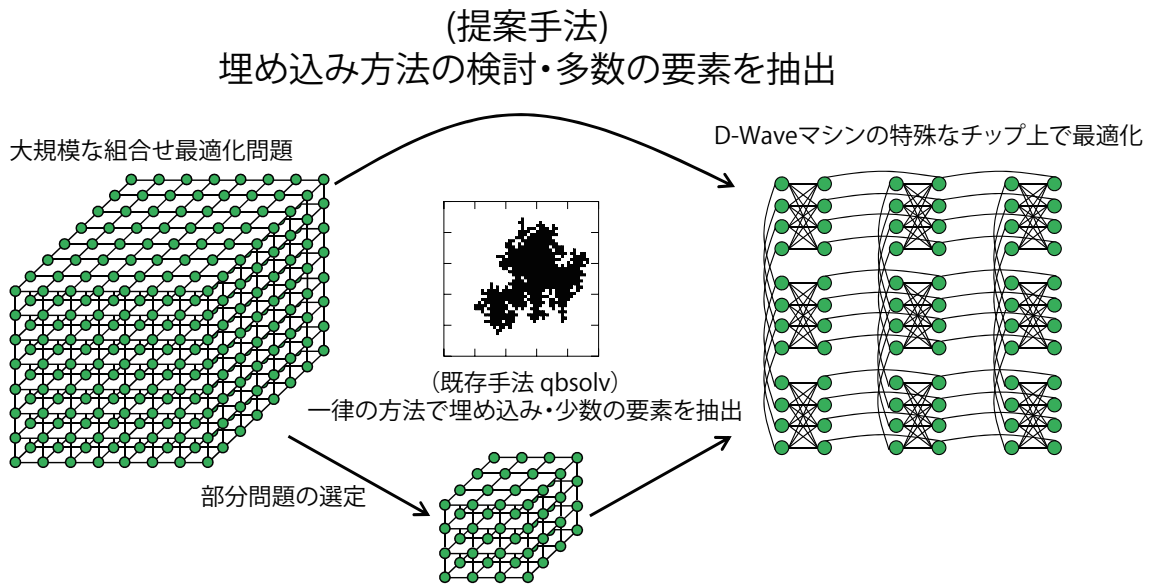


図1. 大きな部分問題を量子アニーリングマシンで解く様子

結果の一例 (3次元スピングラス)

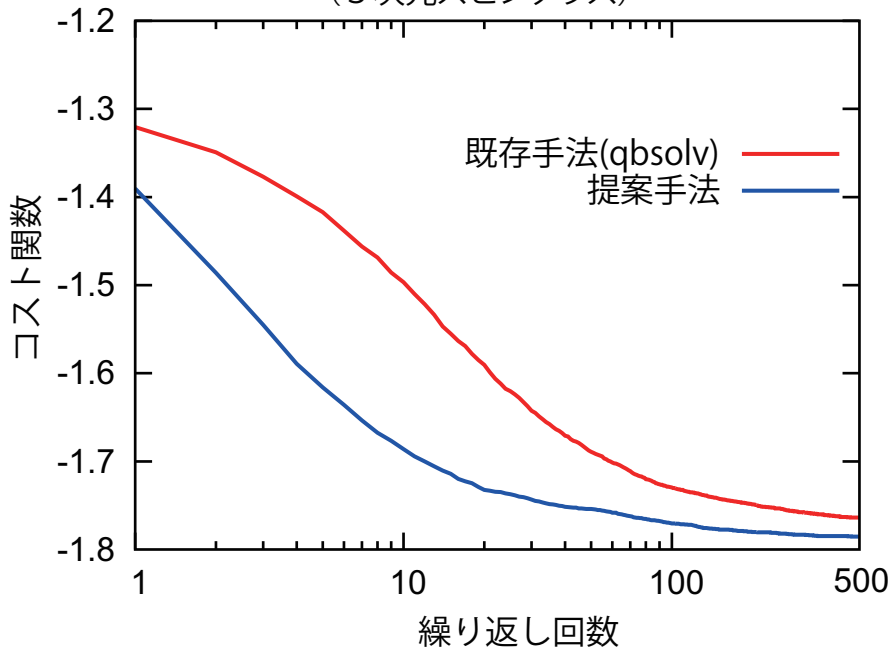


図2. 既存手法と提案手法の比較

本研究の成果によって、量子アニーリングマシンを利用して高精度な解が得られる最適化問題の範囲が広がると期待されます。現状ではまだ未熟な量子アニーリングマシンですが、将来的に取り扱い可能な最適化問題のサイズがさらに大きくなっていった時、量子アニーリングマシンが実社会で広く利用されることが期待できます。

本研究成果は 2019 年 2 月 14 日に Springer Nature が発行する Scientific Reports 誌で公開されました。

【論文情報】

TITLE: Improving solutions by embedding larger subproblems

日本語タイトル: 大きな部分問題の埋め込みによる解の高精度化

著者: 岡田俊太郎 (東北大学・大学院情報科学研究科応用情報科学専攻・博士2年 / 株式会社デンソー・先端技術研究所)、大関真之 (東北大学・大学院情報科学研究科応用情報科学専攻・准教授、東京工業大学科学技術創成研究院・准教授、株式会社 Jij)、寺部 雅能 (株式会社デンソー・先端技術研究所)、田口慎一郎 (株式会社デンソー・先端技術研究所)

掲載誌: Scientific Reports

URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-38388-4>

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38388-4>

【語句説明】

(注 1) 量子アニーリング

極低温において、原子や分子などの非常に小さいスケールの現象を捉えると、結果が常に変動する「量子揺らぎ」が存在することが知られています。これを利用して揺らすことでひっかかりのない安定した配置へ誘導する量子アニーリングと呼ばれる技術が 1998 年に東京工業大学の当時大学院生であった門脇正史氏 (現: デンソー株式会社)、西森秀稔教授から提案されました。カナダのベンチャー企業である D-Wave Systems 社が量子アニーリングの原理に従ったコンピュータを製作して販売をしています。原子や分子の振る舞いを調べる量子シミュレーションや、様々な可能性の中で最も良い回答を探索する最適化問題、人工知能の基盤技術となる機械学習への応用などが注目されています。

問い合わせ先

(研究に関すること)

東北大学大学院情報科学研究科

担当 大関 真之

電話: 022-795-5899

E-mail: mohzeki@tohoku.ac.jp