

2023年6月28日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学
日本電気株式会社

新開発の8ビット量子アニーリングマシンを利用して 東北大学とNECが将来のコンピュータシステムに関する 共同研究を開始

【発表のポイント】

- 東北大学とNECは、国産初の量子アニーリングマシンを利用して、社会的、科学的課題の解決に資するアプリケーションの共同研究を開始します。
- 本共同研究により、量子コンピューティング技術において世界をリードし、我が国が進めるデータ駆動社会(Society 5.0)の具現化に向けて必要な量子コンピューティング応用技術を生み出していきます。
- 東北大学とNECは、今回の共同研究を契機に、量子コンピューティング技術の社会実装活動などをさらに加速していきます。

【概要】

量子アニーリングマシンは、従来のコンピュータでは組み合わせ爆発が生じて実用的な時間で解けない問題を瞬時に解き明かし、物流や人流における渋滞や混雑解消、高機能材料設計、量子AIの実現など多くの社会的、科学的課題解決に役立つ量子コンピュータの1つです。

国立大学法人東北大学^(注1)(以下東北大学)と日本電気株式会社^(注2)(以下NEC)は、NECと国立研究開発法人産業技術総合研究所^(注3)(以下産総研)が新たに開発した国産8量子ビット量子アニーリングマシンを利用し、将来のコンピュータシステムに関する共同研究を開始しました。

今回活用する8量子ビット量子アニーリングマシンは超伝導技術を利用し、ノイズに強く、量子重ね合わせ状態を長く維持したまま多量子ビット化が可能な構成を採用した新開発のマシンとなります。なお、インターネットを介して外部利用可能な国産量子アニーリングマシンは本マシンが国内初となります。また、それを活用した共同研究も今回が初となります。

東北大学とNECは今回の共同研究を契機として、津波避難経路の最適化など防災減災に資する量子コンピューティング技術の社会実装活動などをさらに加速していきます。

【詳細な説明】

研究の背景

東北大学と NEC は 1958 年に高性能計算技術の共同研究を開始しました。2014 年には東北大学サイバーサイエンスセンター内に「高性能計算技術開発 (NEC) 共同研究部門」^(注 4) を設置した、様々な科学的・社会的課題を解決するための研究活動を行ってきました。

そして本共同研究に先立ち、東北大学と NEC は、2018 年から文科省次世代領域研究開発事業の支援をうけて、「量子アニーリングアシスト型次世代スーパーコンピューティング基盤の開発」^(注 5) に取り組んできました。この取り組みは、多くの実用アプリケーションで高い処理能力を示してきたベクトル型スーパーコンピュータのさらなる高性能化・高度化を目指すとともに、組合せ最適化問題に特化した量子および疑似量子アニーリングをベクトル型スーパーコンピュータと相補的に機能させることにより、新たなスーパーコンピューティング基盤を実現し、本基盤を活用する新たなアプリケーションのあり方を明らかにしようとするものです。これら量子アニーリングに関する取り組みが評価された結果、東北大学は「量子ソリューション拠点」として内閣府の認定を受けています^(注 6)。

その一方、NEC は産総研と共同で超伝導パラメトロン素子^(注 7)を用いた量子アニーリングマシンの開発を進めています^(注 8)。本量子アニーリングマシンは、超伝導パラメトロン素子を用いることでノイズに強く、量子重ね合わせ状態を保つ時間 (コヒーレンス時間) が長いという特長を有します^(注 9)。一般的に、多量子ビット化するとコヒーレンス時間が短くなりますが、ノイズに強いという超伝導パラメトロン素子自身の特長に加え、本素子と親和性の高い量子ビット間結合技術である「ParityQC アーキテクチャ」^(注 10)の採用により、多量子ビット化時でも長いコヒーレンス時間を保持可能です。その結果、実社会における組合せ最適化問題を高速・高精度に演算することができるようになります。これら 2 つの技術に関しては、すでに 2022 年 3 月には 4 量子ビットからなる基本ユニットの動作実証に成功しており^(注 11)、さらに今回、基本ユニットを並べることで 8 量子ビットからなる量子アニーリングマシンの開発に成功しました (図 1)。

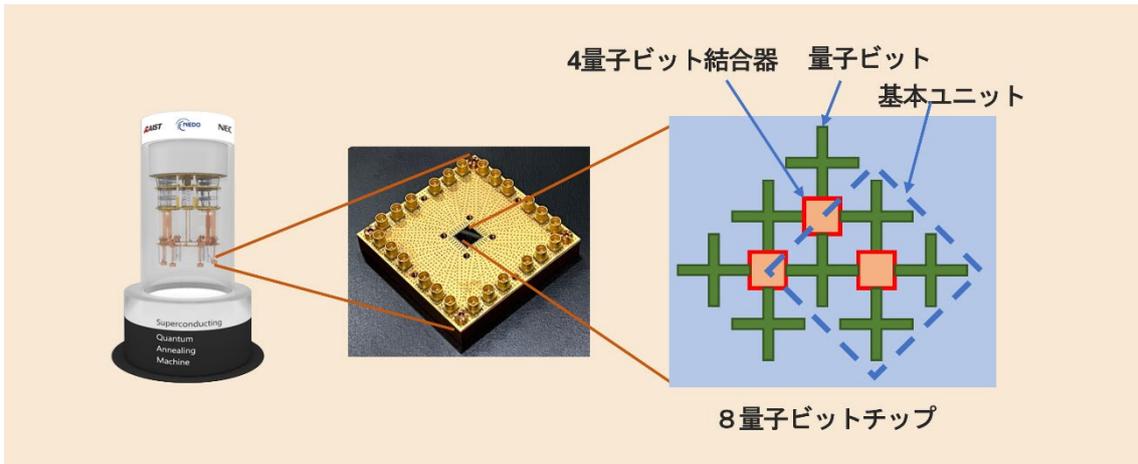


図 1. 長コヒーレンス時間タイプの基本ユニットをベースに新開発した 8 量子ビットチップ。

今回の取り組み

本共同研究では、NEC と産総研が開発した超伝導パラメトロン素子による 8 量子ビット量子アニーリングマシンを、インターネットを介して東北大学から利用できるようにします(図 2)。東北大学と NEC は本共同研究の中で、本量子アニーリングマシンと東北大学に設置した「ベクトル型スーパーコンピュータ SX-Aurora TSUBASA」^(注 12)上で動作する疑似量子アニーリング (NEC Vector Annealing) マシンの双方を利用することにより、量子アニーリングマシン、および疑似量子アニーリングマシン^(注 13)それぞれの特長を活かし、複雑な社会課題を解くための、コンピューティングシステムアーキテクチャの研究を共同で実施します。さらに、高速演算が期待される量子アニーリングならではのユースケース探索も行います。

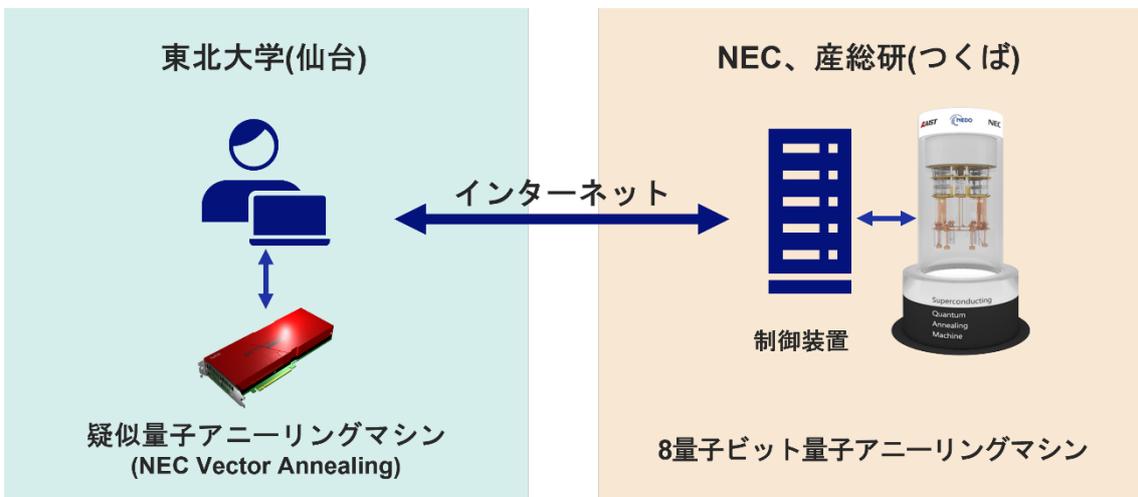


図 2 新開発の 8 量子ビット量子アニーリングマシンを利用した共同研究

今後の展開

複雑な社会課題の解決には、膨大な選択肢から最適な組合せの導出（組合せ最適化問題の解決）が重要です。本共同研究を通じて、津波浸水による人的被害軽減に向けた最適避難経路導出など実社会に数多く存在する組合せ最適化問題への本量子アニーリングマシンの適用を検討し、安全・安心で持続可能や社会の構築に貢献していきます。東北大学および NEC は、今回の共同研究を契機に、量子コンピューティング技術の社会実装活動などをさらに加速していきます。

【用語説明】

注1. 国立大学法人東北大学

所在地：宮城県仙台市、総長：大野英男

<https://www.tohoku.ac.jp/>

注2. 日本電気株式会社

本社：東京都港区、取締役 代表執行役社長 兼 CEO：森田隆之

<https://jpn.nec.com/>

注3. 国立研究開発法人産業技術総合研究所

所在地：茨城県つくば市、理事長 兼 最高執行責任者：石村和彦

<https://www.aist.go.jp/>

注4. 高性能計算技術開発（NEC）共同研究部門

2014年6月27日プレスリリース

『東北大学と NEC、次世代スーパーコンピュータ技術の共同研究部門を開設』

https://www.tohoku.ac.jp/japanese/newimg/pressimg/tohokuuniv-press_20140627_03web.pdf

注5. 「量子アニーリングアシスト型次世代スーパーコンピューティング基盤の開発」

文科省高性能汎用計算機高度利用事業費補助金事業。

研究期間 2018年度～2022年度、研究代表者：東北大学 小林広明

注6. 「量子ソリューション拠点」

国の量子技術イノベーション戦略（2020年1月21日統合イノベーション戦略推進会議）に基づき、量子技術分野の国際競争力の確保と強化を目的として、2021年2月に発足。現在、10の研究機関・大学が認定を受けている。

量子技術イノベーション拠点 : <https://qih.riken.jp/>

注7. 超伝導パラメトロン素子

超伝導のコイルとコンデンサで構成される量子力学的共振回路であり、日本電気株式会社と理化学研究所が 2014 年に世界で初めて実現。回路を共振周波数の 2 倍の周波数で変調することにより、0 または π の位相を持つ 2 つの自励発振状態の 1 つとなる。これらの発振状態の重ね合わせを量子ビットとして使用可能。

注8. 量子アニーリングマシンの開発

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の委託事業として開発中。

事業名 : 高効率・高速処理を可能とする AI チップ・次世代コンピューティングの技術開発

プロジェクト名 : 量子計算及びイジング計算システムの統合型研究開発事業ページの URL : https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100123.html

プロジェクトページの URL :
<https://nedo-quantum.aist.go.jp/>

注9. 量子重ね合わせ状態を保つ時間 (コヒーレンス時間)

コヒーレンス時間が長い方が解精度と演算速度が向上する傾向にあり、米国および欧州の研究機関でもコヒーレンス時間の長い量子ビットを用いた量子アニーリングの研究開発が進められている。

注10. 「ParityQC アーキテクチャ」

Parity Quantum Computing 社が開発したアーキテクチャ。

Parity Quantum Computing 社の URL : (英文)

<https://parityqc.com/>

2021 年 2 月 10 日プレスリリース

NEC と Parity Quantum Computing 社、量子コンピュータの開発けた協業を開始

https://jpn.nec.com/press/202102/20210210_01.html

注11. 4 量子ビットからなる基本ユニットの動作実証に成功

2022 年 3 月 17 日プレスリリース

NEC、高精度で実用的な量子アニーリングマシンの実現に向け、

多ビット化のための基本ユニット動作に世界で初めて成功

https://jpn.nec.com/press/202203/20220317_01.html

注12. ベクトル型スーパーコンピュータ SX-Aurora TSUBASA

URL : <https://jpn.nec.com/hpc/sxauroratsubasa/index.html>

注13. 疑似量子アニーリングマシン

量子性を利用していないものの、従来コンピュータ技術によって量子の振る舞いを模倣したアニーリングマシン。

【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

教授 小林広明

TEL: 022-795-7010

E-mail: koba@tohoku.ac.jp

(報道に関すること)

東北大学情報科学研究科

広報室

鹿野 絵里

TEL: 022-795-4529

E-mail: koho@is.tohoku.ac.jp