

計算機の限界を超える超高速 コンピュータを光量子で実現する

情報学プリンシプル研究系 准教授

宇都宮 聖子



研究背景・目的

気象予測や株価予想、タンパク質の構造解析など、私たちの身の回りの多くの問題は、「組み合わせ最適化問題」と呼ばれ、これらの問題はスーパーコンピュータを用いても最適解を求めることが困難とされています。2013年、GoogleとNASA、大学宇宙研究協会(USRA)が、共同で量子人工知能研究所を設立し、組み合わせ問題を解く「D-wave」という新型量子コンピュータを導入したことが話題となっています。D-waveはこれまで実現が難しいとされていた従来型量子コンピュータの原理とは全く異なる量子アニーリングというアルゴリズムで動作するものです。近年量子コンピュータの研究は大きな転換期を迎えており、基本概念の発想転換が量子コンピュータ実現の鍵を握っているとされています。

研究内容

私たちは、組み合わせ最適化問題を効率よく解くための新しい計算機として、「コヒーレントコンピュータ」を発明しました。コヒーレントとは波が強め合ったり弱め合ったりする可干渉な性質を指し、光の干渉効果とレーザー発振の原理を組み合わせ、量子コンピュータとも量子アニーリングとも異なる全く新しい原理で計算を行うものです(図1、図2)。以下は図2について説明します。組み合わせ最適化問題を実装するために、グラフのノードは時分割多重のレーザーパルス光の位相として、ノードを連結するエッジはパルス光同士の干渉の位相成分として、それぞれレーザーシステムにマッピングします。個別の光パルス間に干渉効果を入れ、レーザーを発振させるためのパワーの供給を徐々に上げていくと、それぞれの光パルスは、解きたい問題の答えに対応する位相情報を保持して発振を行い、計算が完了します。システムには光通信で培われた高速の変調技術や測定技術がそのまま応用でき、量子アニーリングでも実現されていない問題サイズ $N \sim 1000$ 以上の大規模計算機を構築することが可能になると考えています。

産業応用の可能性

- 気象予測やタンパク質の構造解析など、最適化問題への応用が期待
- $N=1000$ 以上の大きな数の組み合わせ問題を高速に解くことが可能
- 光集積回路や光ファイバーなどを用いてコンパクトな設計が可能
- 光通信技術で培われた高速変調・復調、測定技術などが応用可能

研究者の発明

- 米国61/844322 (共願) : Quantum computing using coupled parametric oscillators
- 2013-003293 (共願) : イジングモデルの量子計算装置及びイジングモデルの量子計算方法
- 特許第5354233号 : イジングモデルの量子計算装置及びイジングモデルの量子計算方法

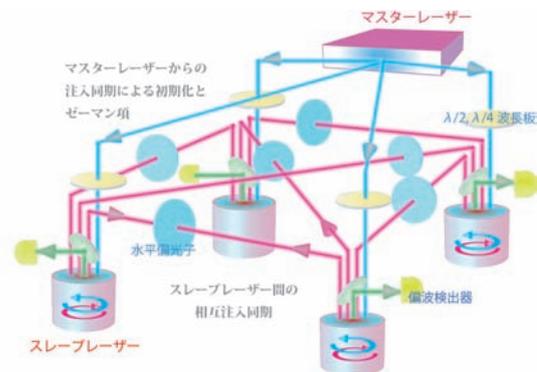


図1 空間配列型コヒーレントコンピュータ

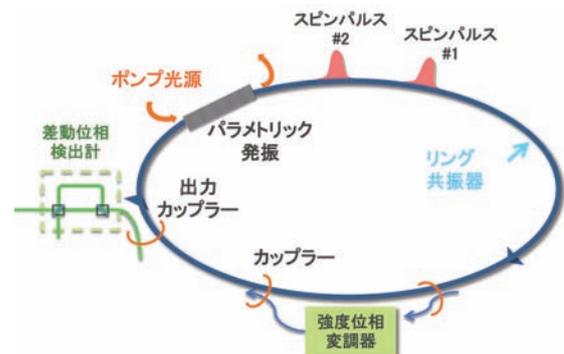


図2 時分割多重型コヒーレントコンピュータ

連絡先 : 宇都宮 聖子 [情報学プリンシプル研究系 准教授] URL <http://www.qis.tokyo.jp/>

