

組み合わせ最適化問題を解くコヒーレント・ イジングマシンのベンチマークとその応用（招待講演）

宇都宮 聖子

国立情報学研究所

要 旨：タンパク質の構造解析や創薬開発，物流ルーティングなど，私たちの生活を取り巻く多くの問題は組み合わせ最適化問題と呼ばれ，NP 困難／完全問題という最も難しい計算量のクラスに分類される．この問題は問題サイズの増加に対して計算時間が指数的に増加してしまうことから，高速に精度よく計算を行うことが困難とされてきた．近年では，組み合わせ最適化問題を効率よく新しい量子コンピュータが商用化され，大きな話題となった．Google と NASA/AMES と共同で設立した人工知能ラボに納入されている D-wave と呼ばれるそのマシンは，量子アニーリングを動作原理とし [1]，イジングモデルと呼ばれる磁性体のモデルの基底状態を探す NP 困難問題に挑戦している．システムは超伝導回路技術を用いるため極低温 (10mK) で動作する．しかし，配線構造の問題などから大規模化が困難ではないかと懸念されている [2]．

我々は 2011 年にレーザー発振の量子相転移とレーザーネットワークのコヒーレントな干渉効果を用いた，コヒーレント・イジングマシンを独自に提案した [3]．個々のレーザーにおける発振基底（位相）にイジングスピンのアップ／ダウンの状態を対応させ，組み合わせ問題に応じたレーザーネットワークの連結をさせると，個々のレーザーが問題の答えに対応した発振基底を選んで発振する，という原理を用いている．計算はすべてのレーザーが発振することで完了するため，問題サイズに対して非常に高速に解が求められることが期待されている．2012 年には，縮退型 OPO を用いた時分割多重モデルを提案し [4]，OPO（光パラメトリック発振器）を用いた $M = 4$ サイトの時分割多重コヒーレントコンピューターの実装実験に成功している．本講演では，コヒーレント・イジングマシンの数値シミュレーションによる計算機のベンチマーク結果を紹介し，性能評価を行う．

References

- [1] T. Kadowaki and H. Nishimori, *Phys. Rev. E* **58**, 5355 (1998)
- [2] R. F. Ronnow *et al.*, *Science* **345**, 6195 (2014)
- [3] S. Utsunomiya *et al.*, *Optics Express* **19**(19) 18091–18108 (2011)
- [4] A. Marandi *et al.*, *Nature Photonics* **8**, 937–942 (2014)