

## 最速の座うかがう「純国産」量子コンピューター

2014/5/30 7:00 | 日本経済新聞 電子版

## 日経コンピュータ

理論通りに動作すれば高速な量子コンピューター「D-Waveマシン」だが、まだまだ解決すべき課題が存在する。その一方で、D-Waveマシンをしのぐ性能が期待できる新方式の開発も進んでいる。日本独自の「レーザーネットワーク方式」だ。より効率よく組み合わせ問題の解答を導き出す仕組みにより、D-Waveマシンの先を目指す。

カナダD-Wave Systemsが開発した量子コンピューター(D-Waveマシン)には、まだ乗り越えるべき課題がある(図1)。

一つめは、D-Waveマシンが本当に量子力学の現象(量子効果)を使っているのか証明することだ。これについては、「様々な検証によって、ほぼ確実だと見なされている」(東京工業大学理学部長を務める西森秀稔教授)。具体的には、スイス・チューリッヒ工科大学や米国南カリフォルニア大学の研究者らが論文を発表している。

二つめの課題は、性能に関するものだ。D-Waveマシンに関して、実は「従来型コンピューターより高速に問題を解くことはできないのではないか」という疑問の声がある。

例えば、2014年1月にグーグルが発表した検証では、ある組み合わせ最適化問題ではパソコンに比べて3万5500倍高速になるという結果が出る一方で、違う問題ではパソコンよりも遅くなるという結果が出た。グーグルによれば、「計算対象となるデータの中に規則性がある場合、D-Waveマシンは非常に高速に解を得られる。しかしデータが完全にランダムである場合、解を得るのに時間がかかる傾向がある」という。

NASAエイムズ研究センターのルパック・ビスワス探索技術担当副ディレクターは「現状のD-Waveは量子ビットの数が少ないため、スーパーコンピューターよりも高速だとは言えない。しかし今後、D-Waveの量子ビットが増えれば、スーパーコンピューターを超える性能が実現できると期待している」と語る。

D-Waveで製造担当バイスプレジデントを務めるジェレミー・ヒルトン氏は、「2013年に量子ビットを128から512に増やしたところ、性能は数十万倍に伸びた。我々は今後、2014年内に量子ビットを1000に、2015年内に2000を実現する予定だ」と語る。

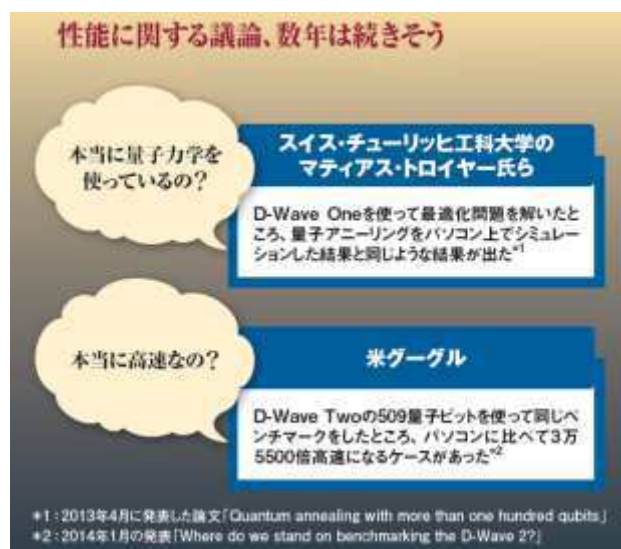


図1 D-Waveに対する疑問と、それらに関する第三者による評価

D-Waveマシンが理論通りの性能を発揮できるのか。その結果は数年内に分かる。

## ■日本独自方式は5000スピンを目指す

その頃には、D-Waveマシンの性能を上回る別方式の量子コンピューターが、日本から登場している可能性もある。国立情報学研究所(NII)の山本教授のチームが開発を進めているレーザーネットワーク方式の量子コンピューターだ。

レーザーネットワーク方式も、D-Wave同様、3次元イジングモデルの実験装置である。ただし、実験の方法や、「最適解」(厳密解)を探索する手法がD-Waveとは異なる。

D-Waveが超伝導回路を使うのに対して、レーザーネットワーク方式では「縮退パラメトリック発振器」や「半導体レーザー」を使用する。レーザーネットワーク方式ではレーザーの「偏光」(光の偏り)によって、3次元イジングモデルのスピンを表す。

レーザーネットワーク方式はまず、量子力学の現象の一つで絶対零度よりも理論上低い温度とみなせる「負の温度」に3次元イジングモデルを冷やす。これを加熱していくことで、3次元イジングモデルのエネルギーが最小となる状態を作る。

3次元イジングモデルが負の温度にあるとき、レーザーは発振(レーザーが光ること)しない。ところが3次元イジングモデルを加熱していくと、ある温度でレーザーが発振する。その時点のスピンの向きの組み合わせ(配列)が、3次元イジングモデルのエネルギーを最小にする配列になっているのだという。

レーザーネットワーク方式は、量子アニーリング方式と比較して、厳密解によりたどり着きやすいという特徴もある。負の温度の領域から探索するため、最初に見つかるのが最もエネルギーの低い状態、すなわち「厳密解」になるからだ。一方で量子アニーリングは、エネルギーの高い状態から低い状態へと最適解を探していくため、仕組み上、厳密解を見出す前に「局所最適解」(近似解)にはまってしまふ恐れがあった。

山本教授の研究チームは2013年夏、スピンを4個備えた3次元イジングモデルを作成し、それが理論通りに動作することを確認した。今後は「光結合回路」によってスピンの数を増やしていく。1年以内に100個、4年内をメドに5000個にまで増やすとする。

もし5000スピンの3次元イジングモデルが実現した場合、2の5000乗のスピンの配列の中から、エネルギーが最小となる配列を一瞬で見つけ出せることを意味する。

D-Waveマシンやレーザーネットワーク方式が理論通りの性能を発揮すれば、社会やビジネスは一変する。その「答え」が、あと数年で出る可能性がある。

(日経コンピュータ 中田敦)



国立情報学研究所量子情報国際研究センター長の山本喜久教授。「レーザーネットワーク方式」と呼ぶ純国産方式の新型量子コンピューターを開発中だ

[日経コンピュータ2014年4月17日号の記事を基に再構成]

---

**NIKKEI** Copyright © 2014 Nikkei Inc. All rights reserved.

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、日本経済新聞社またはその情報提供者に帰属します。また、本サービスに掲載の記事・写真等の無断複製・転載を禁じます。