

量子コンピューティングが予想される 時間結晶の生滅

2018年5月、フィンランドのアールト大の研究者は、量子時間結晶の存在を実証したと発表した。これは、簡単に言うと、空間的な繰り返し(雪の結晶など)ではなく、時間的な繰り返し構造であり、量子コンピューティング計算に有用な長期コヒーレンスを提供する。時間結晶は、2012年ノーベル賞受賞者、フランク・ウィルチェック氏(Frank Wilczek)が最初に提案した。

この新しい研究分野に加え、米ミズーリ工科大のC. H. ウ教授(C. H. Wu)は、今回、特殊タイプの量子コンピューティングを証明した。これは、周期的な外部摂動(周期的レーザーパルスによる)下で多くのエンタングル原子によって実行されたもので、これによりこれら時間結晶は、周期的な空間時間ブロックの形で存在することができる。

Nエンタングル原子の配列からのこれら時間結晶シグネチャは、周期的空間時間ブロックで、サイズは $N \times 2N$ と $N \times 4N$ の間であり、外部摂動の周期とは独立である。そのような周期的空間時間ブロックは、量子コンピューティングの結果であり、Nエンタングル原子によって実行されたものである。ここでは、各原子が量子プロセッサとして現れ、N原子チェーンは、セルオートマトンアーキテクチャの並列量子コンピューティングマシンを形成する。

空間時間ブロック

すべての並列コンピューティングは、空間変換を実行し、数十億の多様性がある。汎用並列コンピュータでは、4つの状態で2bit列の加法演算から出発し

なければならない。

そのような加法演算から得られる空間時間ブロックは、簡単な有限矩形ブロックであり、そこでは計算状態の最後に加算結果がある。任意の加法演算に関連する16セルオートマトン遷移規則があり、他に類を見ない、ユークリッドチェーンで実行される。その16規則を実行するために必要な量子プロセッサは、人工量子ネットワークであり、配線が別になっていると、チェーンは螺旋状になり、さまざまな種類の空間時間ブロックの生物学的な生滅となる。

空間時間ブロックのサイズは常に $N \times N$ 、方形螺旋状時間結晶の形式である。これは、例えばその4CGTA「計算状態」を持つDNAに適用される。空間時間ブロックの生滅のための16セルオートマトン規則は、たとえ同じ量子プロセッサが、両方のケースで使用されても、加法的で使用するものとは異なる。

ウィルチェック氏とその後続の実験検証が提案した時空結晶には、ウ教授は、ハミルトニアンは「加算」形式で、いくつ

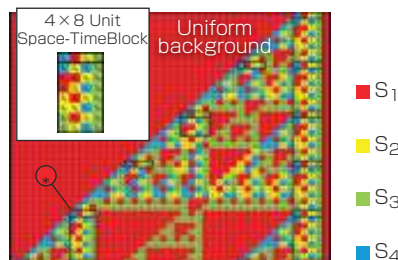


図 ある重ね合わせ状態における第一行の長い原子列の展開— $S_4S_1S_2S_3$ (青、赤、黄、緑)—は、レーザーパルス下で、 4×8 空間時間ブロック(挿入)に発展する。そのブロックは、右の4列で周期的に時間ブロック(黒の境界)として現れる。同じ時間結晶が、後に左角に現れ、これはアスタリスク印をつけられている。(提供:ミズーリ科学・技術大)

かの条件の「和」であるので、これまでに発表された説明は、まったく奇妙であると指摘している。

エンタングルメント理論

ウ教授の式では、原子のハミルトニアン成分とエンタングルメント成分が自動的に組み込まれる。人工量子プロセッサが4状態自由電子原子で置き換えられると、4つの直交状態が、教科書的によく知られた適切なユニタリ変換により、4つの計算状態に関連付けられる。

直交ベクトルが1つのセルから出て近接状態に影響を与える際に、適切な「位相カウンティング」つまり「量子コンピューテーション」が起こる。並列コンピューティングのセルオートマトンでは、直交状態が同時にオペレータであり、その位置に依存して、同時に1つの状態である、ということでもある。そのような要件は、量子コンピューティングプロセスの観察可能性として、コンピュータ状態に反映される。同教授は次に、計算状態は周期的であり、移行の等確率をもたなければならないことを示している(図参照)。加算規則に、等確率がない点は注意を要する。

時間結晶は、以下の点を示しているに過ぎない。つまり、計算状態が、観察可能なものとしてのエンタングル原子の内的量子力学的操作を示すことができるということである。エンタングルメントが大規模システムにあると、同じ時間結晶の生滅が、チェーンの異なる場所で再生産可能である。根本的に、この生滅プロセスは、真の人工知能とテレポーテーション応用の基礎をなす。(Gail Overton)

LFWJ