

## X18b 量子コンピューターによる無衝突ボルツマン方程式の数値シミュレーション

山崎壮一郎 (東京大学), 内田経夫 (東京大学), 藤澤幸太郎 (東京大学), 吉田直紀 (東京大学)

銀河、銀河団、宇宙の大規模構造などのシミュレーション手法の一つに、無衝突ボルツマン方程式の数値シミュレーションが挙げられる。この手法は、従来から採用されてきたN体シミュレーションにあった人工的な二体緩和や物理量に含まれるショットノイズなどの問題がなく、物質の動きを正確に追うことが可能である。しかし、無衝突ボルツマン方程式の数値シミュレーションは空間3次元+運動量3次元の6次元位相空間での数値シミュレーションをすることになるため、古典コンピューターでは計算資源に限界があり大規模なシミュレーションは行うことが不可能である。この限界を超える手段として量子コンピューターを用いた数値シミュレーション (Todorova & Steijl 2020) が提案されたが、空間依存のある力を扱うことはできず、実用性が低かった。

そこで、本研究では空間依存のある力の分布に対しての無衝突ボルツマン方程式の数値シミュレーションアルゴリズムを新しく提案する。この量子アルゴリズムでは古典的な場合に比べて、指数的に少ない空間計算量と改善された時間計算量でシミュレーションを行うことができる。Proof of Concept で古典コンピューターによるこの量子アルゴリズムのシミュレーションを計算可能な小さいケースで実行した結果、性能を評価するテスト問題の計算に成功した。将来的に十分な規模の量子コンピューターができた暁には、この量子アルゴリズムを用いて大規模な無衝突ボルツマン方程式の数値シミュレーションを行うことが可能になる。