

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 冷却原子系を用いた量子時空ダイナミクスシミュレータ

2. 個人研究者名

中島 秀太（京都大学白眉センター 特定准教授）

3. 事後評価結果

本研究の目標は Out-of-Time-Ordered Correlator (OTOC) 測定を冷却原子系で実現することである。純粋状態をユニタリ時間発展させると、ある条件ではスクランブリングによって熱平衡的な状態が得られることが知られ、この現象がブラックホールにおける量子カオス性の理解につながるとされる。この量子カオス性の評価指標として OTOC が利用できると考え、世界中で冷却原子系を用いた研究が始まった。この挑戦に一人で果敢に参入したのが中島氏である。

実際に個人研究としてリチウム冷却原子系をゼロから立ち上げることは大変な作業であり、さきがけ研究という限られた予算の範囲においては、高価な市販品に頼ることができず、レーザー冷却系や光源を一つ一つ自ら作り上げていく必要があった。一方、世界での競合するグループは大規模な人数と予算を投入し、2019 年には冷却原子系やイオントラップ系での OTOC 測定に成功し、本研究に先駆けてインパクトの高い論文を発表した。このような状況において中島氏は、着実に実験系の構築を進めながらも、冷却原子系で OTOC 測定を実現する意義の検討を理論家と続けた。その成果として、量子情報処理という観点から、多数の孤立した量子ビット (孤立量子多体系) をユニタリ発展させると、特定の条件では非局在化が進んでいく可能性を見出した。結果として中島氏が OTOC 測定実現の目的を、ブラックホールにおける量子カオス性から、量子情報の非局在化の指標に移したことは、新しい機軸の構築という点で高く評価できる。

今後は研究の意義づけに加えた実験結果が待ち望まれる。リチウム冷却原子系が完成すれば一気に花咲く研究であるだけに期待される。