

$^{40}\text{Ca}^+$ と $^{88}\text{Sr}^+$ から構成されるイオン結晶生成

Generation of Coulomb crystal of $^{40}\text{Ca}^+$ and $^{88}\text{Sr}^+$

東大院工¹, [○](M2) 丸山 慎太郎¹, 長谷川 秀一¹

Tokyo Univ.¹, [○]Shintaro Maruyama¹, Shuichi Hasegawa¹

E-mail: shin.maruyama928@gmail.com

量子情報処理分野において、捕獲イオンを用いた方法はそのコヒーレンス時間の長さ、ゲート操作に対する忠実度 (Fidelity) の高さから、実現性の高い候補として知られている。しかし、実用的な量子情報処理を行うためには、さらなるコヒーレンス時間の延長、および大規模な系で多数の量子ビットを用いて計算を行えるようにする必要がある。

コヒーレンス時間を制限するものとして、外部電場によるイオンの加熱や、計算実行中は計算イオンの内部状態を維持するためレーザー冷却[1]が行えないことなどがあげられ、また量子系を拡張するイオンシャトリング[2]と呼ばれる手法では、イオンを輸送する際にも電極電圧の揺らぎなどによってもイオンが加熱されてしまう。この問題を解決する手法として、協同冷却[3]と呼ばれる手法が知られている。この手法は、量子ビットとして用いられる計算イオンと異なる核種の補助イオンのみを冷却し、計算イオンとの連成振動を介して間接的に計算イオンを冷却することで、計算イオンの内部状態を保ったまま冷却することができる。外部電場による計算イオンの加熱を抑え、コヒーレンス時間を延ばす効率的な協同冷却を行うためには、複数核種から構成されるイオン結晶の振動を理解する必要がある。

これまでに計算用イオンと補助イオンのペアとして、様々な核種について研究が行われてきたが、それぞれ克服しなくてはならない課題がある。その中で近年注目されているのが Ca^+/Sr^+ のペアであり[4]、1種類の波長のみを用いて異なる核種間でのゲート操作を可能にする手法[5]も提案されている。このように、今後の応用が期待される Ca^+/Sr^+ ペアであるが、一方で複数核種から構成されるイオン結晶、特にイオン数が多い場合についての知見は十分でない。

そのため本研究では、複数核種から構成されるイオン結晶の特性について理解するため、 $^{40}\text{Ca}^+$ と $^{88}\text{Sr}^+$ からなる複数核種のイオン結晶の観測を目指す。

参考文献

- [1] D. J. Wineland, W. M. Itano, *Phys. Rev. A* **20**, 1521–1540 (1979).
- [2] Kielpinski, D., Monroe, C. & Wineland, D., *Nature* **417**, 709–711 (2002).
- [3] D. J. Larson, J. C. Bergquist, *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **57**, 70 (1986).
- [4] Bruzewicz, C.D., McConnell, R., Stuart, J. *et al.*, *npj Quantum Inf* **5**, 102 (2019).
- [5] Ballance, C., Schäfer, V., Home, J. *et al.*, *Nature* **528**, 384–386 (2015).