

A240a レーザー冷却によるクーロン結晶の生成と2次元レーザー誘起蛍光計測

荒巻 光利(名古屋大学)、河野 明廣(名古屋大学)

熱平衡にあるプラズマの状態は、荷電粒子のクーロン相互作用エネルギーと熱エネルギーの比で定義される無次元の結合定数 Γ で表すことができる。 $\Gamma \ll 1$ の場合を弱結合プラズマとよび、 $\Gamma > 1$ を強結合プラズマをよぶ。強結合プラズマでは、粒子間のクーロン相互作用が重要な働きをするようになり、液相、固相への相転移が見られる。自然界の強結合プラズマの例として、中性子星の厚さ数百メートルの外殻部分が知られており、 Γ の値は $10^3 \sim 10^4$ と考えられている。この範囲は、強結合プラズマが固相へと相転移する $\Gamma = 170$ を含んでおり、中性子星外殻物質の理解には相変化の解析が課題となることを示している。一方、実験室で実現可能な強結合プラズマとして、イオントラップ中のレーザー冷却イオン、ダストプラズマ、液体ヘリウム上の電子雲などが強結合プラズマ実験に用いられている。我々の研究室では、高周波イオントラップに閉じ込めたイオンをレーザー冷却して生成した強結合プラズマの熱力学的な物性を解明するため、レーザー冷却プラズマの制御性の向上およびその観測法の開発を行っている。これまでにレーザー冷却と高周波加熱を用いた制御により、数千ケルビンから数ミリケルビンの範囲でイオン温度を制御し、 Γ の値を 10^{-4} から数百の範囲で変化させて固相への相転移を観測している。今回は、このような広い範囲での Γ の変化に対するレーザー冷却プラズマの構造変化を2次元レーザー誘起蛍光法を用いて観測したので報告する。