

宇宙線のうち knee 以下のエネルギーのものは銀河系内に起源を持つと考えられている。これまで、X線/GeV-TeV ガンマ線によって、GeV-TeV 帯域の宇宙線電子・陽子の観測が進められてきた。一方で、GeV よりもエネルギーの低い準相対論的宇宙線の測定方法が確立しておらず、エネルギー密度、スペクトルといった情報は一切不明である。本講演では、1. 中性 FeK α 輝線を用いた準相対論的粒子の新たな探索手法を提案し、2. 準相対論的粒子から熱的プラズマへのフィードバックについて議論する。

すざく衛星の観測から、超新星残骸 (SNR) で加速された準相対論的陽子が周囲のガス中の Fe 原子を電離し放射されたと考えられる中性 FeK α 輝線を検出している (e.g., Okon et al. 2018, Nobukawa et al. 2018)。我々は、2022 年度打ち上げの XRISM 衛星を用いた精密分光観測による、この FeK α 輝線の陽子起源の決着と宇宙線中の重イオン検出を目指す。電荷を持った粒子が原子に衝突する際、複数の電子が同時に電離される過程 (多重電離) が存在する。Fe 原子の場合、K 殻と L 殻の電子が一つずつ電離したときの FeK α 輝線の中心エネルギーは、K 殻の電子が一つ電離したときの FeK α 輝線よりも、 ~ 20 eV 程度高エネルギー側にシフトする。多重電離は、衝突する粒子の電荷が大きくなるほど起こりやすくなる。したがって、多重電離特有の輝線構造が検出できれば、準相対論的宇宙線中の重イオンに迫ることができる。我々は、地上ビーム実験データを用いて、宇宙線と Fe 原子の衝突で生ずる FeK α 輝線構造を計算した (Okon et al. 2020)。本講演では、この計算と宇宙線探索の詳細について報告する。

近年の観測研究により、従来の SNR 進化の描像に反する再結合が優勢な過電離プラズマが、複数の SNR から発見され、その存在は特異なものではなくなりつつある (e.g., Yamaguchi et al. 2009)。過電離プラズマの成因については諸説あり、現在も議論が続いている。本講演では、Hirayama et al. 2019 & Yamauchi et al. 2020 が提案する SNR で加速された陽子の電離による過電離生成説に注目し、粒子加速のエネルギーの観点から議論する。