

Q45a 分子雲衝突に起因する超新星残骸からの宇宙線逃亡シナリオの観測的検証

鈴木寛大、馬場彩、中澤知洋（東京大）、山崎了（青学大）

PeV以下のエネルギーの宇宙線は主に超新星残骸（SNR）の衝撃波面で加速されていると考えられている。だが加速陽子は増幅されたSNRの磁場に閉じ込められるため、星間空間へ逃亡することが極めて困難であるという大問題が残っている。近年、分子雲と衝突しているSNRの多くから加速陽子起源のGeVガンマ線が検出された。一方で、分子雲と衝突し、かつGeVガンマ線を放射するSNRの多くが、電離温度より電子温度が異常に低い「過電離」状態のプラズマをもつことが明らかになってきた（e.g. Yamaguchi et al. 2009）。これらの事実から、加速陽子の逃亡シナリオとして「分子雲と衝突することでSNRの磁場が減衰して加速陽子が逃亡し、同時に分子雲との熱伝導で電子が急冷却したプラズマが過電離状態になる」という仮説が提唱されている。

2017年春季年会では、この仮説を検証するため、分子雲と衝突しているがガンマ線放射が他のGeVガンマ線SNRより1桁程度弱い（Pivato et al. 2013）という特殊な性質をもつSNR HB 21に着目した。我々はX線観測により、この天体も他のGeVガンマ線SNRと同様に過電離プラズマ（ 0.16 ± 0.01 keV）をもつことを明らかにした。これは仮説がSNRの間で普遍的に成立することを示唆する。

今回我々は、個々のSNRの加速環境の違いを利用して定量的に仮説検証を行うため、HB 21を含め報告がある8個のSNRに対して、X線観測で求められた「過電離が始まってからの経過時間」とガンマ線観測で求められた「GeVガンマ線のべき」を比較した。ラーマー半径の大きい高エネルギー陽子ほどSNRから逃亡しやすいため、仮説が正しければ過電離が始まってからの経過時間が長いほどGeVガンマ線のべきは大きくなる。この結果、我々は正の相関（相関係数0.59）を発見し、仮説を強く支持する結果を得た。