

A08a 分子雲からの 線で探る超新星残骸での宇宙線加速

藤田 裕、大平 豊、田中周太、高原文郎 (大阪大学)

超新星残骸近傍の分子雲が、超新星残骸で加速された宇宙線に照らされた場合、ガス密度が高いことから陽子-陽子反応が効率よく起こり、強い 線が発生すると考えられる。我々はこのことを利用して、分子雲の 線の観測と理論モデルを比較することで、超新星残骸で宇宙線がいつ、どのようなスペクトルで加速され、どのように分子雲まで伝播してきたのかを考察した。分子雲からの 線としては、陽子起源のものほかに、電子起源のものも考えられるが、電子は冷却時間が短いので、年老いた超新星残骸を対象とすれば、電子からの 線の寄与は無視できる。

本研究では、観測データは超新星残骸が隠れていると考えられる散開星団 Westerlund 2 と超新星残骸 W 28 のものをを用いた。これらの天体の周囲には分子雲が存在し、 線が発生していることが知られている。また理論モデルでは、超新星は大質量星からの星風や紫外線で星間ガス密度が小さくなった領域で爆発したと仮定した。

まず我々は理論モデルと Fermi や HESS の 線の観測を比較することで、分子雲を照らしている陽子のエネルギースペクトルを求めた。その結果べきが約 2.3 であることが分かった。この値は分子雲と宇宙線加速領域が十分離れているときに予想される値、約 2.75 より小さい。このことは超新星残骸が年老いてサイズが大きくなり、衝撃波が分子雲に接近した段階でも宇宙線が加速されていたことを示す。つまりこの結果は、高エネルギー宇宙線 (≥ 1 TeV) は超新星残骸が若く小さなときのみ加速されるという理論モデルに再検討を求めるものである。さらに宇宙線が拡散により分子雲からいなくなり、 線が消失する時間と、超新星残骸の進化のタイムスケールを比較したところ、超新星残骸近傍では、宇宙線の拡散係数が、銀河系の標準的な領域での値の $\lesssim 1\%$ であることも示された。なお、本研究は Fujita et al. 2009, ApJL in press (arXiv:0911.4482) として発表されている。