

Q21c 超新星残骸において加速された二次生成陽電子の逃走とそのスペクトル

川中 宣太 (The Hebrew University)

エネルギーが knee ($\sim 10^{15.5}\text{eV}$) 以下の宇宙線は、主に銀河系内の超新星残骸における衝撃波加速で生成されたと考えられている。一方、宇宙線陽電子は、標準的には超新星残骸から星間空間に放出された陽子が、系内を伝搬中に星間ガスとハドロン相互作用をすることにより生成されたと考えられていた。ところが、PAMELA 衛星や Fermi 衛星の観測により、 $\sim 10\text{GeV}$ 以上では陽電子のフラックスは標準モデルから超過しており、さらにそのスペクトルは電子に比べハードになるという、標準モデルでは説明できない徴候が確認されている。この陽電子超過の起源としては、ダークマターの対消滅・崩壊とする説もあるが、一方でパルサーや超新星残骸など既知の高エネルギー天体で十分説明できるとする説もあり、結論は未だに得られていない。現在国際宇宙ステーションにて稼働中の AMS-02 や、現在計画中の CALET による高精度の観測が手がかりを与えてくれるだろう。

近年いくつかの研究において、PAMELA 等の観測結果は、超新星残骸において衝撃波加速を受けた宇宙線陽子が加速領域内で作る陽電子によって説明できる、という説が調べられている。事実、このようにして作られた陽電子は陽子と同様衝撃波加速を受け、その結果超新星残骸内では陽子よりもハードなスペクトルを持つことが分かる。しかし、これらの陽電子が超新星残骸から星間空間に逃走し、地球に届く際にスペクトルがどのように変更を受けるかについてはこれまで見過ごされてきた。そこで本研究では超新星残骸内での陽電子生成・加速に加え、衝撃波面からの逃走を初めて考察した。特に近年、高エネルギーの宇宙線粒子ほど早く衝撃波面から逃走するというシナリオが超新星残骸からのガンマ線スペクトルをうまく説明できるとして注目されているが、このシナリオに従って計算すると PAMELA 等の陽電子超過は再現できないことを示した。