

R17b ガンマ線バーストの TeV Afterglow と超高エネルギー宇宙線、そして GeV 領域宇宙背景放射

戸谷友則 (東大理)

ガンマ線バーストから非常に強い TeV ガンマ線の afterglow が観測される可能性のあることを指摘し、モデルを作った (Totani 1998, ApJ, 502, L13)。現在地上で観測されている 10^{20} eV 以上の超高エネルギー宇宙線の起源として、ガンマ線バースト中での陽子加速が提案されている (Waxman 1995; Vietri 1995)。しかし、陽子がそのような高エネルギーまで加速されていたとしても、自由に GRB の外に飛び出してこれるわけではない。むしろ、 10^{20} eV 程度の陽子は afterglow shock の磁場中に閉じ込められる可能性が高い。この場合、 10^{20} eV 陽子はちょうど TeV 領域のシンクロトロン放射を出し、観測者からみるとほぼ数日間のタイムスケールでエネルギーを失う。従って、陽子の持っているエネルギーのほとんどが数日のうちに TeV 領域に放射される可能性がある。

GRB のソフトガンマ線は電子起源と考えられているが、GRB の発生元は相対論的な bulk motion と考えられているので、少なくとも初期の段階では陽子は電子の 2000 倍のエネルギーを持っているはずである。従って陽子シンクロトロン放射のエネルギーが GRB そのものよりはるかに大きなエネルギーを放出する可能性があり、この場合、現在の地上 TeV ガンマ線望遠鏡で観測できる可能性がある。実際、CANGAROO 望遠鏡ですでに GRB 970402 から TeV ガンマ線観測の可能性が示唆されているが、これが確定すれば、このモデル以外には説明は不可能と思われ、GRB 中で最高エネルギー宇宙線が加速されているという非常に強い証拠を与えるだろう。

一方、1994年に起きた GRB 940217 は90分間に及ぶ GeV ガンマ線が検出されたことで有名だが、実はこのガンマ線も、フラックス、スペクトル、そして時間変動のすべてがこの陽子シンクロトロンモデルで自然に、かつ定量的に説明される。さらに、EGRET で観測されている銀河系外 GeV 領域背景放射も、今回の GRB の TeV afterglow モデルで自然に説明できることを示す。