

A146a 残光の偏光観測からガンマ線バーストの 線放射効率問題に迫る

当真 賢二(京都大)、井岡 邦仁(京都大)

ガンマ線バーストの内部・外部衝撃波モデルは、なんらかの中心エンジンによって加速されたジェットがまず内部衝撃波でプロンプト 線放射を作り、そのあと外部衝撃波で残りのエネルギーを残光に転換すると考える。このモデルは広く受け入れられているが、それが抱える問題の一つに 線放射効率問題がある。すなわち、観測された 線エネルギー E_γ と数時間後の残光観測のモデルフィッティングから得られる残光エネルギー E_{AG} から割り出される 線放射効率 $\epsilon_\gamma \equiv E_\gamma / (E_\gamma + E_{AG})$ が大半のイベントについて 50 % を超え、これほど高い効率は内部衝撃波モデルでは実現しがたいというものである。

この問題を解決する一つの考え方として、外部衝撃波においてすべての電子が非熱的に加速されはしないとするものがある (Eichler & Waxman 2005)。つまり残光として観測されるシンクロトロン放射を生み出す非熱的な電子のほかに熱的な電子が残っているとすれば、ジェットの全エネルギーは実際には大きいことになり、 線放射効率を低くすることができる。しかし熱的電子によるシンクロトロン放射は長波長の電波域にあり、現在の観測技術では直接見ることによってその存在を検証することは難しい。

本研究では、熱的電子が電波・可視残光の偏光に与える影響が観測可能であり、そこから実際のジェットの全エネルギーを評価できることを示す。具体的には、相対論的な温度の熱的電子プラズマ中での電磁波の輸送を計算した結果、電波域でファラデー効果による偏光の打ち消しが起こりうることがわかった。残光の可視域では偏光が観測され電波域ではされないという観測事実がこのモデルの強い証拠である。