

相対論的流体中でのランダムウォークと そのガンマ線バーストへの応用 柴田 三四郎 (理論)

ガンマ線バーストは約 10^{51} erg もの膨大なエネルギーがわずか 10 秒程度の間に主にガンマ線として放射されるという、宇宙でも最も活発な天体の一つであるが、具体的な放射メカニズムについては未だ解明されていない。最近ではその放射メカニズムの候補として超相対論的なジェットからの熱的な放射が注目されている。ジェットからの熱的放射を定量的に調べるには、複雑なジェットの内部構造とジェット中での熱的光子の輸送の両方を考慮に入れた計算が必要不可欠であるが、そのような計算は未だなされていない。特に熱的光子の輸送を計算する際には、それらがジェット中のどこで生成されたかを見積もる必要があるが、その為に必要となる相対論的流体中での有効光学的深さに対する表式はこれまで得られていなかった。

本博士論文では、相対論的ビーミング効果や光学的深さの角度依存性等の相対論的效果を考慮に入れ相対論的流体中での光子のランダムウォーク過程を調べ、相対論的流体中での光子の散乱回数に対する解析的な式や、有効光学的深さに対する相対論的な解析的表式を導出した。その結果有効光学的深さは、物質が静止しておりかつ散乱が支配的な場合には散乱に対する光学的深さと吸収に対する光学的深さの幾何平均となるが、相対論的流体中では吸収に対する光学的深さに比例するという事が分かった。また、散乱回数に対する解析的な式について、その式が正しいことをモンテカルロ法に基づいた光子の輸送計算を行う事によって確かめた。

更に得られた解析的表式と流体力学計算により得られた相対論的ジェットの構造とを用いて、相対論的ジェットのどこで熱的光子が生成されるのを見積もった。そしてジェット中での熱的光子の輸送に対する数値シミュレーションを行い、最終的に観測される熱的放射のエネルギースペクトルを導出した。その結果、観測されるスペクトルは従来議論されているようなプランク分布ではなく、より幅の広いスペクトルとなり、経験的にガンマ線バーストのスペクトルを上手くフィット出来る事が知られているバンド関数として観測される可能性がある事が分かった。