

課題名 (タイトル) : 輻射輸送計算から探るガンマ線バーストの放射機構

利用者氏名 : 伊藤 裕貴

理研での所属研究室名 : 長瀧天体ビッグバン研究室

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

“ガンマ線バースト”は突発的に大量のガンマ線が地上に降り注ぐ、宇宙で最も明るい天体現象である。ガンマ線バーストの発生機構は未解明の部分が多いが、現在では太陽の数十倍の質量を持った大質量星の爆発現象と密接に関連している事が分かっている。理論的な描像としては、大質量星が重力崩壊を起こす際に、星の中心領域からほぼ光の速度で細く絞られたプラズマ流（相対論的ジェット）が噴出され、このジェットから大量のガンマ線が放出されていると考えられている。しかしながら、ジェットからどのようにしてガンマ線が放射されているか（放射機構）は、発見から40年が経過した現在においても解明されておらず、宇宙物理学の主要な研究課題の一つとなっている。

そのような中で、近年の観測・理論的研究の両面から放射機構を説明する理論モデルとして有望視されているものに、“光球面放射モデル”がある。このモデルは、大量のガンマ線は初期に光学的に厚いジェットの内部に捕縛されており、膨張により光学的に薄くなる際に光球面にて開放されるといったシナリオである。光球面放射を正確に評価するためには、相対論的ジェットの内部を伝搬するガンマ線（光子）の輸送を解く必要がある（輻射輸送計算）。しかし、これまでの先行研究では、簡単な近似のもとでの輻射輸送計算しか行われておらず、理論的な精査が十分ではないのが現状である。そこで本研究では、現実的な状況設定のもとにおいて、相対論的ジェット中の輻射輸送計算を行う事によって、ガンマ線バーストの光球面放射の精密な評価に取り組む。これにより、ガンマ線バーストの放射機構を理論的に精査する。本課題は、申請者が所属している研究室において担当しているメインの研究テーマである。

2. 具体的な利用内容、計算方法

本研究では、ジェットが星の外層を突き破り、遠方に伝搬し光学的に薄くなるまでの過程を相対論的流体の数値シミュレーションによって計算する。そこで得られた時間発展データを背景流体として採用し、モンテ-カルロ法を用いた輻射輸送計算を行う事によりジェットからの光球面放射を評価する。この二つの数値計算を実行することによって、ジェットが伝搬していく際に形成した複雑な内部構造が与える放射への影響を調べる。

3. 結果

今年度は、主に来年度に行う本格的な計算に向けた準備を行った。具体的には、本課題で使用する数値計算コードの開発・改良を行い、簡単な状況設定のもとでの計算を実行した。その結果、並列化効率としてはストロングスケールで0.93を達成し、効率的な計算が実行可能である事を確認した。

4. まとめ

今年度はまだ科学的な成果はでていないが、そのための準備を主に行い、状況は整ったといえる。

5. 今後の計画・展望

今年度は簡易利用の区分で計算を行ったが、来年度は一般利用での区分を申請する予定である。申請が受理されれば、多数のモデル計算が可能となり、大きな成果を得ることが期待される。