

実施報告書

1 研究組織

水田晃（みずたあきら）

高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所理論センター 研究員（責任者）

2 2 当該期間の実施報告の詳細

本研究では、ガンマ線バーストと呼ばれる突発的高エネルギー天体の全貌を明らかにするため重力崩壊型超新星爆発を起源天体とするタイプに関して、相対論的流体シミュレーションによるアプローチで迫るものである。特に観測されるスケールまで広がる前に、親星中心で生成されたジェットが親星外層と相互作用することによってジェット先端は複雑な構造となるが、その構造の理論的理解は困難であるため数値流体シミュレーションによる解析が必要となってくる。特に熱的放射では内部構造によって一様な円錐構造では見られない、視線方向依存性がガンマ線バーストの放射特性の一部を説明できると考えられ、非一様構造の理解、理論モデル化が重要なテーマとなってきている。

今回は高解像度の計算グリッドを用いることで、流体計算で避けられない数値拡散の影響を極力抑えた計算をすることによってダイナミクスに対するジェットパラメータの定量的評価を試みた。具体的には星の進化計算で得られた爆発直前の親星の密度形状を初期条件とし、星の半径の $1/40$ の距離からジェットを親星外層中に伝搬させ、さらに親星表面を突き破り（ジェットブレイク）星間物質空間に広がるフェーズの計算を行った。ジェットパラメータには観測で見られる光度、継続時間を再現するような典型的なパラメータを用い、初期のローレンツ因子を変化させ、ジェットブレイク後のジェットの開き角への依存性を調べた。特に開き角の評価には流体計算では追えない流体素片のラグランジュ運動を捕獲するために、テスト粒子による軌跡によって解析を行った。その結果、ジェットの開き角は理論的に予測されていた初期のローレンツ因子の逆数 Γ_0^{-1} よりも小さく、 $(5\Gamma_0^{-1})$ 程度となることが分かった。

コードはMPIによって並列化され、高い並列化効率、東京大学で導入されているFX10では理論ピーク値に対して10%程度の実行性能を達成し、他機関の機種なども含めて特段トラブルはないものの使用を試みた。しかし、メインの計算を行う計画をしていたシステムB (IBM Blue Gene/Q) においては、実行直後に計算が異常終了してしまうトラブルに見まわれた。実行時のエラー箇所の特定に至らず、使用期間が終了してしまい大変残念です。