

**A233a 相対論的流体の数値解法の改良: 法線成分と接線成分の分離**

水田 晃(千葉大)、花輪 知幸(千葉大)

ガンマ線バーストのアフターグローを理解するためには、ジェットローレンツ因子と開口角がどのように進化するか知ることが重要である。しかし現在のシミュレーションでは数値誤差があまりにも大きく、結果は定性的な範囲でしか信頼できない。これは現在主流であるゴドノフタイプのスキームが、速度シアアの大きな流れに弱いからである。1次元の衝撃波管問題ですら、接線方向の速度が大きい場合には密度や速度に不自然な構造が現れる。垂直方向の速度が  $0.9c$  という比較的易しい場合でも密度の相対誤差は数十%にも達する (Lucas-Serrano et al. 2004, A&A, 428, 703)。多次元シミュレーションではジェットの先端からの逆行流や斜め衝撃波など速度の接線成分が大きな箇所が現れるので、このような数値エラーが結果に与える影響は深刻である。

本講演ではこの誤差の原因が速度シアアの移流による数値的な加熱であることを示す。差分法では移流により速度分布がなまるので、不可避免的に運動エネルギーが減少する。同時に全エネルギーの保存則を課すと、運動エネルギーの減少を補うように熱エネルギーが増える。この数値的な加熱により圧力が増加し、非物理的な音波が生じる。同様の問題はニュートン流体でも生ずるが、相対論的なジェットでは運動エネルギーが大きいため問題が深刻になる。この問題は採用するリーマン解を近似的なものから厳密解に変えても解消することはできない。

私たちはこの問題を回避するために、流れを縦波と横波に分離して解くスキームを開発した。縦波を解く際には接線成分を一定と仮定した近似リーマン解を使うので数値的な加熱が防がれる。接線成分の速度は横波の方程式(移流方程式)を解いて求めた。接線成分の速度変化は従来の手法で生じていた不連続面で生じていた大きな誤差が、この方法により解消することを1次元問題により確認した。