

J221c 超相対論的流体中の衝撃波における輻射輸送シミュレーション手法の検証

石井 彩子 (東北大学), 大西 直文 (東北大学), 長倉 洋樹 (京都大学), 伊藤 裕貴 (理化学研究所), 山田 章一 (早稲田大学)

宇宙最大級の爆発現象であるガンマ線バースト (GRB) は, 大質量天体周辺で形成される相対論的ジェットに付随して生じていると考えられている. 流速がローレンツファクター $\Gamma = 100$ を超えるような超相対論的なジェット中では, 相対論的電子と光子が衝突し逆コンプトン散乱を起こすことによって高エネルギー光子が生成される可能性がある. よって, ジェットを起源として GRB が形成される可能性を検証するには, 相対論的流速で運動する物質中の電子と光子の衝突を適切に評価する必要がある. これは相対論的流体と輻射輸送のカップリング計算を行うことにより実現されると考えられる. しかしカップリング計算を行うにあたって, 背景場が相対論的流体である場合, 放射, 吸収, 散乱などを評価する共動系と, 流体計算における慣性系の間の変換を矛盾なく取り扱える計算手法については十分に検討されていない.

我々は, 輻射輸送計算手法としてモンテカルロ法を用い, 相対論的流体場とのカップリングを想定し, 異なる慣性系間で同等の結果が得られる計算手法を構築してきた. 相対論的ランキン-ユゴニオの関係式を用いて, 同等な衝撃波について衝撃波が静止する系と動く系を考え, 各系においてトムソン散乱およびコンプトン散乱を考慮し, 散乱優位な流体場を想定して, 3次元モンテカルロ計算を行った. 計算から得られた光子の方向分布やスペクトルの結果を同一の系へと変換し, 比較検討を行った. その結果, 適切な計算条件を選ぶことにより, 異なる慣性系で計算した結果であっても同一の系への変換によって一致することが検証できた. また, 実際に相対論的流体計算とカップリングする際に, 信頼性の高い計算結果を得るために必要な時間幅や空間分解能について議論する.