

J68a 相対論的流体力学における散逸の扱いの実用化に向けて

高本亮 (京都大)、犬塚修一郎 (京都大)

近年進展が著しいX線 線等の宇宙観測技術の進歩により、高エネルギー天体現象の観測は飛躍的に進み、その結果、数多くの定量的な情報が提供されてきている。そのため、相対論的な効果を考慮することが本質的な高エネルギー現象についての解析的な理論のみならず、数値シミュレーションによる定量的な理論解析への興味が高まってきている。実際近年では、高温プラズマを完全流体近似した数値解析が盛んである。しかしながら、観測される輻射の生成と密接に関連する散逸過程については明示的に考慮した理論解析はほとんど皆無である。

相対論的な流体の計算に散逸を入れることの難しさは、数値計算の技術的な問題だけではなく、相対論的流体の散逸の理論自体が未だ未完成であることにある。このことは、例えば非相対論において熱伝導方程式が放物型の偏微分方程式になっており、因果律を満たさない形になっていることから一端を容易に理解することが出来る。光速が有限であることが本質的である相対論的力学では、因果律を満たさない方程式を使って解析すると、非物理的な発散が起きてしまい、まったく無意味となる。この問題を回避するために様々な散逸の扱い方が研究されているが、未だどの扱い方が適切なのかは分かっておらず、数値的に実用的な取り扱いの方法も知られていない。

私たちはこのような状況を踏まえて、流体方程式を導く基礎となっているボルツマン方程式を用いて運動論的なアプローチで相対論における散逸過程の実用的な記述の方法を開発することを目指している。具体的には、まず運動論的方程式の線形摂動解析を行い、短波長領域まで適用できる分散関係を求める。その結果と現在までに提案されている相対論的流体力学における散逸項を比較することで、どのような扱いがどの波長領域まで適切なのかを判定できるようになる。そして長波長領域で十分正しい理論の中で最も実用的な方法を提案する。講演では主に運動論方程式の線形解析について報告する。