

H42a ニュートリノ輸送流体計算による超新星爆発と核物理

住吉 光介 (沼津高専)、山田 章一 (早稲田大)、小野 博之、鈴木 英之 (東理大理工)

大質量星の重力崩壊による超新星爆発メカニズムは永年の研究にも関わらず現在も解明されていない。流体力学、ニュートリノ輸送、状態方程式、ニュートリノ反応率など様々な物理過程を一つ一つ明らかにしていく必要がある。近年になり、中性子を多く含む不安定原子核の実験データが豊富になり、これらを元にした核データが手に入るようになってきた。こうした新たな核データの元で超新星爆発のダイナミクスはどうなるのか、影響の大きさはどれくらいかを再度注意深く調べていく必要がある。なかでも重要なものの一つに状態方程式がある。ここ数年に行われたニュートリノ輸送を厳密に扱う超新星爆発シミュレーションはすべて Lattimer-Swesty による状態方程式によるもので、その影響については良く調べられていない。我々は不安定核の最新データと相対論的核子多体理論により構築された相対論的状态方程式を用いて、高温高密度核物質が及ぼす影響について調べた。

我々は、一般相対論のもとで流体力学とボルツマン方程式を同時に解く、ニュートリノ輸送流体力学計算コードにより、大質量星コアの重力崩壊の球対称数値シミュレーションを行った。この計算は、ボルツマン方程式を直接解いて、ニュートリノの空間・エネルギー・角度分布の時間発展をニュートリノ反応とともに解き、流体力学と同時に計算するものであり、ニュートリノ輸送の取り扱いに近似のない計算である。鉄のコアを初期モデルとして、重力崩壊・バウンス・衝撃波の伝搬の様子を調べた。Lattimer-Swesty の状態方程式と相対論的状态方程式と2つの状態方程式の場合について数値シミュレーションを行い、比較を行った。その結果、重力崩壊時にトラップされるレプトンの量は相対論的状态方程式の場合の方が若干多いが、最大中心密度は低くなっており、バウンスしてすぐ後の衝撃波の伝搬にはドラスティックな違いは現れない事が分かった。