

K02a 超新星 1987A の親星モデルを用いた鉄コアの重力崩壊・爆発のシミュレーション

山本 浩之, 中村 航, 固武 慶 (福岡大学大学院 理学研究科)

超新星爆発は 60 年に及ぶ研究によりそのメカニズムが少しずつ明らかになりつつある。特に最新の数値シミュレーションにより、ニュートリノ加熱によって爆発に成功する例が多数報告されるようになった。しかし、数値シミュレーションで得られる爆発エネルギーのオーダーは 10^{50} erg 程度で、典型的な観測値である 10^{51} erg に届いていない。そこで本研究では、素粒子の性質を表す量子数の一つであるストレンジネスを導入し、それが爆発エネルギーにどのように寄与するかを調べることを目的とする。

本研究では親星モデルとして超新星 1987A の最新親星モデル (Urushibata et al. (2018) MNRAS) を使い、ストレンジネス $g_a^s = 0, -0.1, -0.2$ の 3 つのパターンで 2D シミュレーションを行った。また、エネルギー輸送法としては IDSA 法 (Libendoerfer et al. (2009) ApJ, Kotake et al. (2018) ApJ)、流体計算では 3DnSNe コード (Takiwaki et al. (2014) ApJ) を用いた。

ストレンジネス g_a^s の絶対値が大きいほどニュートリノと中性子の散乱断面積は小さくなり、ニュートリノ不透明度は下がる。結果として、原子中性子星は収縮し、収縮に伴う重力エネルギーの解放により原子中性子星の温度が上がり、それに起因するニュートリノ平均エネルギーの上昇が爆発に寄与することがわかった。また、超新星 1987A の観測で知られているニッケル質量は 0.07 太陽質量であり、本シミュレーションでは 0.06 太陽質量と観測値と近い結果が得られた。マイクロ物理学の代表としてストレンジネス g_a^s を導入し、その絶対値が大きいほど爆発に有利な方向にはたらくことがわかった。