

2次元軸対称計算によるニュートリノ駆動型超新星爆発の研究

諏訪雄大 (京都大学基礎物理学研究所)

利用カテゴリ XT4A

重力崩壊型超新星は大質量星が末期の瞬間に起こす宇宙で最大級の爆発である。その爆発機構はいまだ明らかになっていないが、ニュートリノが重要な働きを及ぼすことはほぼ間違いないと考えられている。具体的には、(重力崩壊の結果として形成される)中性子星の表面近傍から放射されたニュートリノを外部の降着物質が再吸収することで加熱として働く“ニュートリノ加熱機構”によって超新星爆発を駆動するモデルが標準シナリオとされている。このシナリオが実際に超新星を起こすことができるのかを明らかにするには、ニュートリノ輻射輸送方程式を流体の方程式と並立して解く必要がある。この問題は長年の間、宇宙物理学におけるグランドチャレンジとされてきた。21世紀初頭には球対称の1次元流体と共に解くのが主流であったが、近年軸対称を課した2次元流体と共に解くことが可能となってきた。

我々のグループは日本で最初に軸対称流体+ニュートリノ輻射輸送を解くコードを開発した。ニュートリノ輻射輸送に関しては、*Isotropic Diffusion Source Approximation* という近似手法を用いた。この手法は、2009年に M. Liebendörfer 氏によって定式化された手法である。彼は球対称背景での計算を行っていたのだが、これを軸対称流体とカップルさせたのが我々の計算である。

このコードを用いて、ニュートリノ加熱機構によって、超新星爆発を起こすことができるのかどうかを調べた。その結果、球対称ではニュートリノ加熱の効率は不十分で爆発は起こらないが、対称性を落として軸対称の計算を行うと衝撃波が鉄のコアを貫き爆発に転じる可能性が大きく上がることを示すことが出来た。これは、多次元流体の自由度によってニュートリノ加熱の効率が大きく上がったことに起因している。多次元効果は主に対流運動と衝撃波の非動径方向に対しての不安定性によって駆動されており、これらの効果は多次元計算を行うことで初めて定量的に議論することができる(球対称の計算では現象論的に取り入れることは可能であるが、パラメータを導入せざるを得ない)。この結果は *Publication of Astronomical Society of Japan* 誌の Letter 論文として受理され、掲載された。