

N46a ニュートリノのフレーバー不安定性を現象論的に考慮した3次元超新星爆発シミュレーション

森寛治 (国立天文台), 滝脇知也 (国立天文台), 固武慶 (福岡大学), 堀内俊作 (バージニア工科大学)

重力崩壊型超新星を引き起こすメカニズムとして有力視されているニュートリノ加熱機構に関するこれまでの研究の多くでは、ニュートリノ振動の効果は考慮されてこなかった。一方、量子運動論方程式 (quantum kinetic equation) の理論解析に基づく近年のニュートリノ振動の研究では、ニュートリノ自己相互作用に起因するフレーバー不安定性が超新星中心付近の高密度環境において出現する可能性が示唆されている。残念ながら、量子運動論方程式と結合した流体シミュレーションを実施することは、計算量の観点からきわめて困難である。そこで本研究では、ある臨界密度をパラメータとして導入し、密度が臨界値より小さい領域でフレーバー不安定性が発生することを仮定した。さらに、フレーバー不安定性の結果としてフレーバー等分配が達成されることを仮定した。本研究ではこのような現象論的な取り扱いのもとで3次元シミュレーションを実現することで、超新星爆発のダイナミクスに対するフレーバー不安定性のインパクトを調査した。その結果、フレーバー等分配によって反電子型ニュートリノの平均エネルギーが大きくなり、爆発エネルギーが増大することを明らかにした。また、近傍超新星イベントから到来するニュートリノや重力波信号の予言を行った。