

K05a QCD 相転移が星の重力崩壊に与える影響

中里 健一郎 (東理大理工)

星の重力崩壊によって超新星爆発やブラックホール形成が起こる際、中心付近ではクォークの解放 (QCD 相転移) やハイペロン生成といった、高温・高密度に特有の現象が起こる可能性がある。こういった現象は状態方程式を軟らかくするため、重力崩壊を加速させる働きがあることが知られているが、物理としての不定性も大きく、どこまでの影響があるのかははっきりしていない。

そこで、今回は特に QCD 相転移に注目し、その相互作用の強さの違いによって重力崩壊の結果がどのような影響を受けるかをニュートリノ輸送を含む球対称で一般相対論的な流体計算によって調べた。具体的にはクォーク物質の状態方程式として MIT Bag モデルを採用し、相互作用の強さを特徴づけるパラメータである Bag 定数を変える事で系統的な解析を行った。初期条件として、それぞれ、最終的に超新星爆発、ブラックホール形成を起こすと考えられている星に対応する $15M_{\odot}$, $40M_{\odot}$ の質量を持つ星の進化計算の結果を用いた。

Bag 定数が大きい場合、相転移が原子核密度の数倍といった高密度で起こるため、最初の重力崩壊から核力によるバウンスを経て衝撃波が形成される過程においては相転移が起こらずクォークによる影響はないが、質量の大きい星ではバウンスの後に相転移によって二度目の重力崩壊が誘発され、バウンスからブラックホール形成までにかかる時間が短縮される。一方、Bag 定数が小さい場合、有限温度の効果も手伝って相転移が原子核密度以下という低密度で起こるため、バウンスの時点でクォークが現れてダイナミクスにも影響を与える。本講演ではこれらの結果を報告するほか、最近、Sagert et al. (2009) により報告された、Bag 定数が小さく星の質量も小さい場合に、二度目の重力崩壊により発生した衝撃波で超新星爆発が成功するという結果も検証する予定である。