

超新星爆発における非等方QCD相転移

九大理^A, 早大理工^B

安武伸俊, 橋本正章^A, 固武 慶, 山田章一^B

核密度の数倍という環境が、大質量星の超新星爆発時の中心部で実現されうることから、QCD 相転移の可能性を探ることは有意義なことと考えられる。先行研究によれば、QCD 相転移を考えた超新星爆発は、場合によって通常より多くの爆発エネルギーが得られるとの報告もある^{1, 2)}。本研究では、QCD 相転移を考慮した状態方程式を用い、重力崩壊型超新星爆発の2次元磁気流体シミュレーションを行う。今回は、ニュートリノの効果を無視し、鉄コアが潰れてバウンスして爆発するプロンプト爆発の場合を考えた。バリオン相での断熱指数や非圧縮率、すなわち状態方程式の "固さ" に左右されるQCD相転移が、どの程度超新星爆発に影響を及ぼすか調べた。具体的には、重力波や爆発エネルギーなど、将来観測可能になるであろう物理量を見積もった³⁾。重力崩壊をはじめる星の持つ磁場 ($E_m/|W|$) や回転 ($T/|W|$) などの磁気流体計算における初期条件の影響も大きいため、それらも考慮した比較を行う。結果として、相転移があるとバウンス時における最大密度の増加が見込まれ、多くの計算モデルにおいて重力波振幅の増加が見込まれた。爆発エネルギーや最終的な磁場、回転エネルギーなど、その他の物理量に関しても、相転移があると増加傾向にあることがわかった。ただ、微分回転が強い場合は一概にそういえず、重力波に関して言えば相転移があるときの方が振幅が小さくなる結果を得た。このことは、微分回転と相転移という影響が密度構造変化に対して複雑に影響を与えているせいといえる。この点に関しては、より詳細な解析、追計算が必要である。

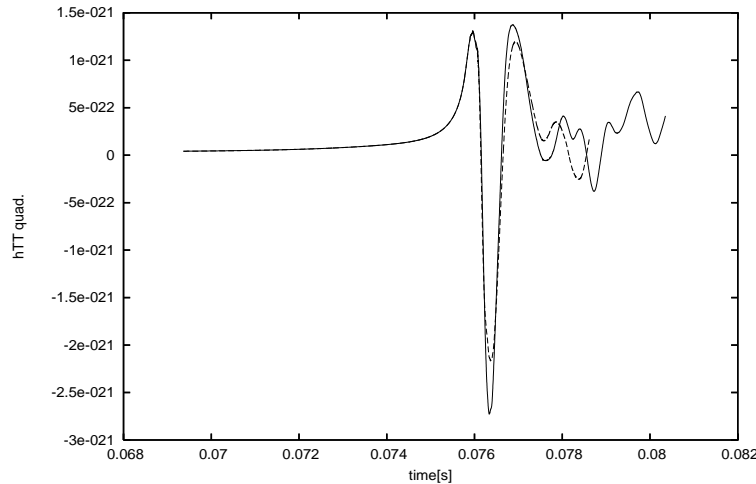


図 1: 重力波放出の時間的変化. 初期条件 ($E_m/|W| = 0.001\%$, $T/|W| = 0.1\%$, E_m ; 磁場エネルギー, T ; 回転エネルギー, W ; 重力エネルギー) のもとでの重力波振幅 (縦軸) の違い. ただし上のグラフは微分回転がほとんど無い場合の計算結果. 実線が QCD 相転移あり, 点線はなしの場合.

参考文献

- [1] M. Takahara & K. Sato, *Phys. Lett. A*, **1985**, 156B, 17.
- [2] N. A. Gentile et al., *Astrophysical Journal*, **1993**, 414, 701.
- [3] K. Kotake et al., *Phys. Rev. D*, **2004**, 69, 124004.