

成果に関連して出版、もしくは印刷、投稿中の論文リスト

このプロジェクト（同様の過去のプロジェクトも含む）での成果

今年度中に出版された論文、国際会議集録、国際会議、学会、研究会発表、その他出版物（印刷中、投稿中の場合はその旨を記載すること）。評価資料として利用いたしますので、様式・順序は任意ですが、学術論文については題名、著者、発行年月、雑誌名、巻、ページが記載されていること。

項目の説明の文章などは消去して報告内容を記述しても構いません。

< 査読つき論文雑誌 >

2. K.Nakazato, K.Sumiyoshi & S.Yamada;

“Astrophysical Implications of Equation of State for Hadron-Quark Mixed Phase: Compact Stars and Stellar Collapses”

Physical Review D (2008) in press.

1. K.Nakazato, K.Sumiyoshi & S.Yamada;

“Numerical Study on Stellar Core Collapse and Neutrino Emission: Probe into the Spherically Symmetric Black Hole Progenitors with 3 - 30 $M_{\odot}$ Iron Cores”

Astrophysical Journal 666 (2007) 1140.

< 国際会議集録 >

2. K.Nakazato, K.Sumiyoshi & S.Yamada;

“Equation of State for Hadron-Quark Mixed Phase and Stellar Collapse”

AIP Conference Series (2008) in press, Proceedings of The 10th Int. Symp. on Origin of Matter and Evolution of Galaxies (OMEG07).

1. K.Nakazato, K.Sumiyoshi & S.Yamada;

“Gravitational Collapse and Neutrino Emission of Population III Massive Stars”

Proceedings of Relativistic Astrophysics and Cosmology - Einstein's Legacy (Springer-Verlag, 2008), pp.394-398.

< 国際会議 >

3. K.Nakazato, K.Sumiyoshi & S.Yamada;

“Equation of State for Hadron-Quark Mixed Phase and Stellar Collapse”

14th Workshop on “Nuclear Astrophysics”

(口頭発表、2008 年 3 月、ドイツ)

2. K.Nakazato, K.Sumiyoshi & S.Yamada;

“Equation of State for Hadron-Quark Mixed Phase and Stellar Collapse”

YITP International Symposium: Fundamental Problems in Hot and/or Dense QCD

(ポスター発表、2008 年 3 月、京都大学)

1. K.Nakazato, K.Sumiyoshi & S.Yamada;
Equation of State for Hadron-Quark Mixed Phase and Stellar Collapse”
The 10th Int. Symp. on Origin of Matter and Evolution of Galaxies (OMEG07)
(口頭発表、2007 年 12 月、北海道大学)

< 国内研究会 >

1. 中里健一郎，住吉光介，山田章一；
“ QCD 相転移とニュートリノ輸送を考慮した星の重力崩壊 ”
2007 年度第 20 回理論懇シンポジウム「宇宙物理学の未解決問題」
(口頭発表、2007 年 12 月、京都大学)

< 国内学会 >

3. 中里健一郎，住吉光介，山田章一；
“ QCD 相転移を起こす星の重力崩壊の質量依存性 ”
日本天文学会，国立オリンピック記念青少年総合センター，2008 年 3 月 (口頭発表)
2. 中里健一郎，住吉光介，山田章一；
“ QCD 相転移とニュートリノ輸送を考慮した星の重力崩壊 ”
日本天文学会，岐阜大学，2007 年 9 月 (口頭発表)
1. 中里健一郎，住吉光介，山田章一；
“ QCD 相転移とニュートリノ輸送を考慮した星の重力崩壊 ”
日本物理学会，北海道大学，2007 年 9 月 (口頭発表)

成果の概要

(必要に応じてページを加えて下さい。)

近年、星の重力崩壊に伴うブラックホール形成に関する研究が、いくつかのグループによって行われている。一方、重力崩壊の過程の中でブラックホールになる前に、 π 粒子の出現やクォークの解放 (QCD 相転移) が起こるような高温・高密度領域を通過する可能性があるが、そういった現象をきちんと考慮したブラックホール形成の研究はこれまでなされてこなかった。そこで本研究課題では、高密度下において π 粒子が出現し、ハドロンが QCD 相転移を起こす場合の重力崩壊の計算を行った。具体的には、ハドロン相では相対論的平均場近似に基づく現実的な状態方程式 (Shen EOS) を拡張して π 粒子の効果を取り入れ、クォーク相では MIT Bag モデルによる現象論的な状態方程式を作成した。さらに、それらの混合相まで考慮し熱力学的に安定になるような状態方程式を構築したもとで、QCD 相転移の前後で一貫した重力崩壊の計算を行った。また、今回作成した状態方程式では、有限温度の効果も適切に取り入れられている。

一方、こういった重い星の重力崩壊は大量のニュートリノが放出されることが知られている。そこで重力崩壊の計算においては、一般相対論的な重力崩壊とニュートリノ輸送をカップルさせて解くコードを用い、その際ニュートリノの分布関数は、各ニュートリノ species のエネルギー・角度分布を離散化して評価した。これにより、ブラックホール形成

に伴って放出されるニュートリノ量を求め、QCD 相転移がダイナミクスに与えた影響をニュートリノという観測量に結びつけて議論した。

その結果、質量が $100M_{\odot}$ の星では、 π 粒子の出現や QCD 相転移により状態方程式がやわらかくなるため、重力崩壊が加速しブラックホール形成までの時間が早まることが分かった。このことは、ニュートリノ観測の観点から言うと、ニュートリノの放出時間が短くなることを意味しており、総放出量も 2 割程度減少することが分かった。以上のことから、ニュートリノという観測手法により、高温・高密度物質の状態にたいするプローブが可能であることを示唆した。なおこの成果は、Physical Review D 誌に掲載が決まった (成果リストの〈査読つき論文雑誌〉の 2.) ほか、更なるモデル計算や解析を加えた論文を投稿に向けて準備中である。