

研究責任者名 Name	住吉 光介 SUMIYOSHI Kousuke	所属機関 Affiliation	沼津工業高等専門学校・教養科
受理番号 Proposal No.	大型-12-12	研究課題名 Program title	ニュートリノ輻射流体計算による重力崩壊型超新星の研究

研究を終了しましたので、下記の通り報告します。

成果の概要 (Abstract)

(和文) 太陽の 10 倍以上の大質量を持つ星は、進化の最期に重力崩壊を起こして華々しい超新星現象を起こす。こうした重力崩壊型超新星のメカニズム・観測シグナル・高温高密度核物質の影響を明らかにすべく、ニュートリノ輻射流体計算の数値シミュレーションによる研究を行った。爆発メカニズムの鍵を握るニュートリノ輻射輸送を厳密に解く手法を用いることが特徴である。

(1) 3次元ニュートリノ輻射流体計算コードによる基礎計算を進めて、3次元超新星コアでの新たな輻射輸送の性質を明らかにした。ボルツマン方程式を解く独自方法による3次元ニュートリノ輻射計算は世界初の成果である。既存の近似計算法では記述できない非動径方向のニュートリノ輻射輸送も記述することが可能であることを初めて示した。

(2) 3次元ニュートリノ輻射輸送計算の陰解法で現れる大規模疎行列の解法について、反復法における前処理手法を新たに開発して、新しい手法が一般的な疎行列解法問題において有効であることを示した。この新手法を用いることにより、超新星コアにおける典型的な輻射輸送問題において、時間ステップが大きな場合においても時間発展を効率的に計算できることが明らかとなった。

(3) 並行して、球対称ニュートリノ輻射流体計算コードによる応用研究を行った。太陽質量の 40 倍という大質量の星が重力崩壊・バウンスした後は、ブラックホールが形成される。この時、中心部は高温高密度となりハイペロン粒子群が出現するが、ハイペロン相互作用の違いに応じて、出現のタイミングは異なっていることを明らかにした。これにより将来のニュートリノ観測によりハイペロン物質の情報を引き出す道筋を示した。

(英文) We conducted studies of the core-collapse supernovae by the numerical codes of neutrino transfer. We have developed the numerical code of the neutrino transfer in three dimensions for the first time in the world. By applying the code to the basic test problems as well as 2D/3D models of supernova cores, we proved that the code has the novel ability to describe the intrinsic 3D feature of neutrino transfer, being different from the approximate methods so far. We have proposed a new pre-conditioner method to solve large sparse matrices in our simulations. We have revealed the hyperon appearance in failed supernovae and its associated neutrino signals.

研究成果を公開しているホームページアドレス

研究成果の 公表	口頭研究発表 件数	査読付きの学術論文数	プロシーディング 論文数	その他 (投稿中を含む)
	4	4	3	3

成果の公表リスト（それぞれの枠に番号をつけて記入願います。）

口頭研究発表

国際会議

1. Numerical modeling of core-collapse supernovae and compact objects,
Kohsuke Sumiyoshi,
IAU Symposium 291: Neutron Stars and Pulsars: Challenges and Opportunities after 80 years,
IAU General Assembly XXVIII, Beijing, China, 2012.8.20-31 (talk on 8.20)
(招待講演)
2. An auto-tuning technique of the weighed Jacobi-type iteration used for preconditioners
of Krylov subspace methods,
Akira Imakura, Tetsuya Sakurai, Kohsuke Sumiyoshi, Hideo Matsufuru,
IEEE 6th International Symposium on Embedded Multicore SoCs (MCSoc-12)
The University of Aizu, Aizu, Japan, September 20-22, 2012.

国内会議

1. 3次元超新星コアにおけるニュートリノ輻射輸送
住吉光介、山田章一
日本物理学会、関西学院大学、2012.3.24~27（講演日3.24）
2. 超新星爆発における状態方程式テーブルの現状と課題
住吉光介
基研研究会「ハドロン物質の諸相と状態方程式—中性子星の観測に照らして—」
京都大学基礎物理学研究所
2012.8.30~9.1（講演日8.31）

査読付きの学術論文(雑誌名等には 巻、頁、発表年を記載)

1	著者名	K. Nakazato, K. Sumiyoshi, A. Ohnishi, S. Yamada and H. Suzuki,
	タイトル	Hyperon matter and black hole formation in failed supernovae,
	雑誌名等	Astrophysical Journal 745 (2012) 197 (10 pages).
	URL	http://iopscience.iop.org/0004-637X/745/2/197/
2	著者名	K. Sumiyoshi and S. Yamada,
	タイトル	Neutrino Transfer in Three Dimension for Core-Collapse Supernovae. I. Static Configurations,
	雑誌名等	Astrophysical Journal Supplement Series 199 (2012) 17 (32 pages).
URL	http://iopscience.iop.org/0067-0049/199/1/17/	
3	著者名	K. Kotake, K. Sumiyoshi, S. Yamada, T. Takiwaki, T. Kuroda, Y. Suwa and H. Nagakura,
	タイトル	Core-Collapse Supernovae as Supercomputing Science: a status report toward 6D simulations with exact Boltzmann neutrino transport in full general relativity,
	雑誌名等	Progress of Theoretical and Experimental Physics (2012), 01A301 (34 pages). (Invited review paper)
	URL	http://ptep.oxfordjournals.org/content/2012/1/01A301
4	著者名	A. Imakura, T. Sakurai, K. Sumiyoshi and H. Matsufuru,
	タイトル	A parameter optimization technique for a weighted Jacobi-type preconditioner,
	雑誌名等	Japan Society for Industrial and Applied Mathematics (JSIAM) (2012) in press.
	URL	

プロシーディング論文(雑誌名等には 巻、頁、発表年を記載)

1.	著者名	K. Sumiyoshi and S. Yamada,
	タイトル	Numerical code of the neutrino-transfer in three dimensions for core-collapse supernovae,
	雑誌名等	Proceedings of the IAU Symposium “Death of Massive Stars: Supernovae and Gamma-Ray Bursts”, Proceedings IAU Symposium No. 279 (2012) 395-396.
	URL	

2.	著者名	Kohsuke Sumiyoshi,
	タイトル	Numerical modeling of core-collapse supernovae and compact objects,
	雑誌名等	Proceedings of the IAU Symposium "Neutron Stars and Pulsars: Challenges and Opportunities after 80 years", Proceedings IAU Symposium No. 291 (2012) 67-72.
	URL	
3.	著者名	A. Imakura, T. Sakurai, K. Sumiyoshi and H. Matsufuru,
	タイトル	An auto-tuning technique of the weighed Jacobi-type iteration used for preconditioners of Krylov subspace methods,
	雑誌名等	IEEE 6th International Symposium on Embedded Multicore SoCs (MCSoc-12), (2012) 183-190.
	URL	

その他（学位論文、紀要、投稿中の論文を含む）（URL を記載）

国内会議ポスター研究発表

1. 超新星爆発計算のための減速 Jacobi 型前処理に対するパラメータ最適化手法について,
今倉暁, 櫻井鉄也, 住吉光介, 松古栄夫,
HPCI 戦略プログラム分野 5 「物質と宇宙の起源と構造」全体シンポジウム,
秋葉原コンベンションホール, 2012/3/7-8.
2. 減速 Jacobi 型前処理に対するパラメータ最適化手法の提案および超新星爆発計算への適用,
今倉暁, 櫻井鉄也, 住吉光介, 松古栄夫,
京コンピュータ・シンポジウム 2012 および第 2 回戦略プログラム 5 分野合同 WS,
神戸大学統合研究拠点コンベンションホール, 2012/6/14-15.
3. 多次元ニュートリノ輻射流体コードを用いた超新星爆発の理論的研究,
長倉洋樹, 住吉光介, 山田章一,
京コンピュータ・シンポジウム 2012 および第 2 回戦略プログラム 5 分野合同 WS,
神戸大学統合研究拠点コンベンションホール, 2012/6/14-15.

特記（本研究に関係した、新聞記事・著作、受賞など）

- 1.
- 2.