

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		第一・第二世代大質量星における爆発的要素合成—回転・多次元効果の影響			
研究テーマ (欧文) AZ		Explosive Nucleosynthesis in first and second generation stars			
研究氏 代表 者	カナ CC	姓)	名)	研究期間 B	2008 ~ 2010 年
	漢字 CB	藤本	信一郎	報告年度 YR	2010 年
	ローマ字 CZ	Fujimoto	Shin-ichiro	研究機関名	熊本高等専門学校
研究代表者 CD 所属機関・職名		熊本高等専門学校 (旧熊本電波工業高等専門学校) ・准教授			
<p>概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)</p> <p>2007・2008 年に発表した研究に引き続き、太陽の 30 倍以上の質量を持ち、ブラックホールを形成するような大質量星の重力崩壊の際に磁場・回転の影響により駆動されるジェット状超新星爆発における元素合成を調査した。</p> <p>研究成果報告書・発表文献図書(2009 年)において、太陽の 35 倍の質量を持つ初代(金属量 0 の)大質量星に対して元素合成を調べた。ニュートリノ放射・吸収を考慮した 2 次元非定常・軸対称磁気流体コードを開発し、重力崩壊期からジェット状超新星爆発期に亘る磁気流体計算を行った。これを元に、原子番号 100 番以下の 4000 を超える核種を考慮した核反応ネットワークを用いて爆発に際して放出されるガスの組成進化を調べた結果、以下のことが分かった。ニュートリノ吸収を正しく考慮しても、速い中性子捕獲反応が有効に機能し、中性子過剰核が形成される。これは (1) 回転軸近辺の高密度放出ガス中の陽子による電子捕獲(中性子化)、(2) 大質量星回転による質量降着率の減少に起因するニュートリノ光度の減少、(3) 放出ガスの高速さ(光速の 20%)によるニュートリノ吸収率の減少、に起因する。</p> <p>次に研究成果報告書・発表雑誌(2009 年)において、太陽の 70 倍の質量を持つ大質量星に対して上記手法と同様にして元素合成を調べた。ただし水素燃焼期から鉄コア形成期に亘る大質量星進化段階における 400 程度の核種に対する組成進化を考慮した。磁場・回転の効果によりジェット状超新星爆発が駆動される。大質量星進化段階において数百の核種を考慮した結果、爆発に伴って放出される放出されるガスの化学組成は太陽系組成と一致することがわかった。しかし放射性元素 56Ni の放出量は太陽質量の 1%程度と少ない。</p> <p>さらに以上の研究を発展させ、研究成果報告書・発表文献図書(2010 年)において、太陽の 15 倍の質量を持つ大質量星の重力崩壊に際して、ニュートリノにより駆動される非球対称超新星爆発における元素合成を調査した。爆発エネルギーが超新星爆発で観測される典型的な値(10 の 51 乗エルグ程度)の場合、放出ガスの化学組成は太陽系組成と非常に良く一致すること、および放射性元素 56Ni の放出量は超新星 1987A の観測値と同程度(太陽質量の 6%程度)であることがわかった。</p>					
キーワード FA					

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	Explosive nucleosynthesis in magnetohydrodynamical jets from collapsars							
	著者名 ^{GA}	Ono, Hashimoto, Fujimoto 他2名	雑誌名 ^{GC}	Progress of Theoretical Physics					
	ページ ^{GF}	755~777	発行年 ^{GE}	2	0	0	9	巻号 ^{GD}	122巻3号
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}	S. Fujimoto, N. Nishimura, M. Hashimoto, K. Kotake, & S. Yamada							
	書名 ^{HC}	“Nucleosynthesis in jets from a collapsar before the formation of a black hole” in Proceedings of The 10th International Symposium on Nuclei in the cosmos							
	出版者 ^{HB}	アメリカ物理学会 (AIP)	発行年 ^{HD}	2	0	0	9	総ページ ^{HE}	5
図書	著者名 ^{HA}	S. Fujimoto, N. Nishimura, M. Hashimoto, K. Kotake, & S. Yamada							
	書名 ^{HC}	“Explosive nucleosynthesis in a neutrino-driven core collapse supernova” in Proceedings of The 7th Tours Symposium							
	出版者 ^{HB}	アメリカ物理学会 (AIP)	発行年 ^{HD}	2	0	1	0	総ページ ^{HE}	6

欧文概要 EZ

Following our previous work published in 2007 and 2008, we investigated nucleosynthesis associated with jet-like supernova explosion driven by magnetic fields during core collapse of massive stars with mass $> 30M_{\text{sun}}$ (M_{sun} = the solar mass), whose core collapses to a black hole eventually.

First, we have examined nucleosynthesis inside the jets from a 35 M_{sun} , low-metallicity collapsar before the formation of a black hole, based on a two-dimensional magneto-hydrodynamic (MHD) simulation of the collapsar, taking into account neutrino interactions both on the MHD simulation and nucleosynthesis. We find that jets are ejected via the magnetic pressure, and that rapid neutron capture processes, or r-process, operates in the jets even if the neutrino absorption is taken into account in the nucleosynthesis calculation. This is due to efficient electron captures in the high-density region near the rotational axis, fast ejection ($>20\%$ of speed of light), and relatively low neutrino luminosity.

Next we investigate the nucleosynthesis of a massive star with mass of 70 M_{sun} as in the 35 M_{sun} case. In the study, numerical calculations of the nucleosynthesis are performed during the stage of hydrostatic stellar evolution until the onset of collapse of Fe core. We show that the agreement between the composition of ejecta due to jet-like supernova explosion and that in the solar system is well. However radioactive nuclei such as ^{44}Ti and $^{56,57}\text{Ni}$ are underproduced compared with those in SN1987A.

Moreover, we investigate explosive nucleosynthesis in a delayed neutrino-driven, supernova explosion based on two-dimensional hydrodynamic simulations of the explosion of a 15 M_{sun} star. We examine abundances and masses of the supernova ejecta. We find that abundance pattern of the supernova ejecta is similar to that of the solar system, for cases with explosion energies of $1e^{51}$ erg and that Ni56 mass is comparable to that observed in SN 1987A.