

国立天文台 天文学データ解析計算センター
成果報告書（平成16年度）

提出期限：平成17年3月14日(月)17:00 必着

応募カテゴリ (いずれかを選択) A ・ B ・ C

システム (いずれかを選択) VPP

プロジェクト ID: rnn44c

研究代表者（現在のユーザ ID : nishmrnb）

氏名	西村信哉	
所属機関名	九州大学大学院理学府基礎粒子系科学専攻	
連絡先住所	〒 810-8560 福岡市中央区六本松 4-2-1 橋本研究室	
電話番号	092-726-4831	
E-mail	nobuya@gemini.rc.kyushu-u.ac.jp	
職または学年	修士課程 1 年	
研究代表者が学生の場合には指導教官の氏名	橋本正章	

研究課題名

(和文)	大質量星におけるジェットの爆発と r-process
(英文)	Jet like Explosion and r-process in Massive Stars

研究分担者

[illegible]

成果に関連して出版、もしくは印刷、投稿中の論文リスト

(1) 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）

学会・研究会発表

1. 日本天文学会秋季年会（岩手大）
西村直，固武慶，橋本正章，山田章一，藤本信一郎，佐藤勝彦
2. 日本物理学会九州支部例会（九州工大）
西村信哉，固武慶，安武伸俊，西村直，橋本正章，山田章一，佐藤勝彦
3. 日本物理学会九州支部例会（九州工大）
西村直，固武慶，橋本正章，山田章一，藤本信一郎，佐藤勝彦
4. 研究会「重力崩壊型超新星を舞台とする様々な高エネルギー物理現象」（東京大）
西村信哉，西村直，安武伸俊，橋本正章，固武慶，山田章一，藤本信一郎，佐藤勝彦

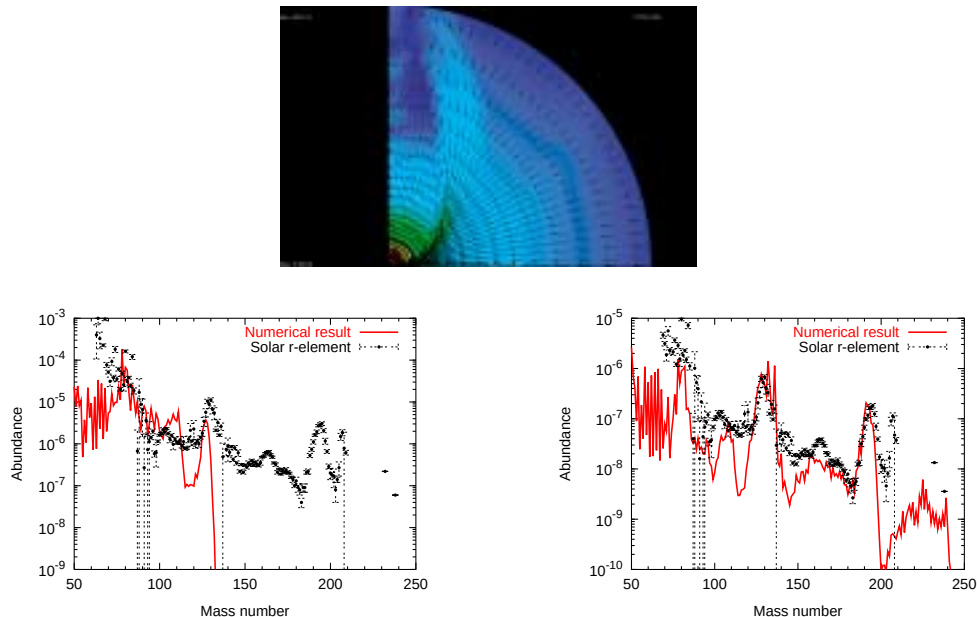
成果の概要

約 $10M_{\odot}$ 以上の質量を持つ大質量星は、その進化の最終段階で Fe グループ組成からなる中心核 (Fe コア) を形成する。この Fe コアは最終的に重力崩壊して、超新星爆発を引き起こす。その際、中心に高密度の天体が形成され、外層部分は r-process を起こしながら外に吹き飛ぶと考えられる。中心に残される高密度天体は、親星の質量が比較的小さければ中性子星となるが、大きければブラックホールになると考えられている。

我々は、 $13 - 70M_{\odot}$ の星について、まず球対称の超新星爆発について質量依存性を調べた。球対称の超新星爆発計算では、精密な物理を考えると爆発しないことが分かっている。そこで我々は、一般相対論とニュートリノ輸送を無視した断熱的な爆発状況を仮定して計算を行った。その結果、 $15M_{\odot}$ と $18M_{\odot}$ の間に中性子星を残すものとブラックホールとなる境界が存在することが分かった。

次に、極端な非球対称的爆発として回転軸方向にジェット状に爆発するモデルを考えた。近年の超新星爆発メカニズムの研究の結果、爆発の非球対称性の原因は、星の進化を経て重力崩壊にいたる過程での自転・磁場であることが知られている。そこで、球対称の進化モデルに自転・磁場の効果をパラメータとして与えて非球対称性爆発の初期条件とした。これらの計算は、流体の計算領域を 2 次元として、同時に toroidal 方向の磁場と星の自転を考慮した 2.5 次元の磁気流体力学 (MHD) コード (Zeus コード: Stone & Norman, 1992) を用いた。

以上の爆発の結果から、外に放出される物質を見積もり r-process 元素合成計算を行った。計算に用いた核反応ネットワークは、約 4000 核種を考慮し、関連するほぼ全ての核反応と β 崩壊、fission も考慮したものである。その結果、球対称爆発とくらべて、ジェット状に爆発したモデルでは、太陽系の r-process 元素を再現できることが分かった。



図：上図は、ジェット状爆発の様子を表している。爆発モデルは、 $E_m/|W| = 0.1\%$, $T/|W| = 0.5\%$ (ただし、 E_m : 磁気エネルギー T : 回転エネルギー W : 重力エネルギー) で、微分回転が非常に強いものである。爆発後約 400 ミリ秒経過したときの密度の分布 (赤い部分が大きく、青色が小さい) と速度ベクトル (矢印) を 1/4 の断面で見たものである。下図は、元素合成計算の結果と観測値の比較。左は球対称爆発のもの、右は上記のジェット状爆発のもの。爆発の形状により、出来る元素の分布が大きく変化する。(爆発計算は、すべて主系列星の質量が $13M_{\odot}$ のモデル)