

非球対称な重力崩壊型超新星爆発と重元素合成

西村信哉、橋本正章、藤本信一郎^A、固武 慶^B、山田章一^B
九大大学、熊本電波高専^A、早稲田大学^B

大質量星の進化の最後に起こる重力崩壊型超新星爆発は、種々の高密度天体の起源であり、さまざまな高エネルギー天体現象と関わる非常に重要な爆発現象である。また、爆発によって作られる重元素は、ビッグバン元素合成や星の進化ではできないもので、元素合成の観点からも重要である。

コアの崩壊から爆発にいたる過程は複雑であり、現在のところ、詳細な物理を考慮した上で爆発を再現するシミュレーション結果はない。特に、球対称性を仮定した詳細な計算で爆発が起こらないため、対流等の非対称性があると考えられている。

爆発モデル：今回は、特に星の自転・磁場による爆発の非対称性に着目した。非相対論的であり、ニュートリノ輸送を取り扱わない断熱的な爆発である。磁場と回転の効果により爆発は非球対称になり、特に強磁場・高速回転で極方向にジェット状に爆発する。(図1：左)特に、このような爆発は、GRB やマグネターの形成とも深く関わっていると考えられる。

元素合成の計算を行う際、従来は重力崩壊、コアでの跳ね返りなどを考慮せずに、衝撃波の伝播のみを考えて定量的な解析を行っていた。これに対し、我々のモデルは原始中性子星の形成と共に、中心でのバウンスから衝撃波の伝播までを取り扱ったものである。そして、磁場や自転の効果を取り扱った計算を行うため、元素合成の非球対称効果を議論することができる。

r-process：潰れた Fe コア付近で温度が高くなり、NSE 状態 (10^{10} K 以上) になり、 Y_e の値が下がると *r*-process が起こる。特に、ジェット状爆発では、その対流の影響により NSE 状態に長く滞在することになりより *r*-process が起こりやすくなることが分かった。詳細は、(S.Nishimura et al., astro-ph/0504100, ApJ accepted) 参照。

p-process：衝撃波が外側の酸素層・ネオン層を加熱するときに、*p* 過程元素合成が起こる。(M. Rayet, M. Arnould, M. Hashimoto et al., A&A, 1995)。中心付近ほどの大規模な対流は起こらないが、爆発がジェット状のため元素合成の結果も方向に依存する。初期に酸素・ネオン層にあった部分の元素合成結果を示す。(図1：右2つ)

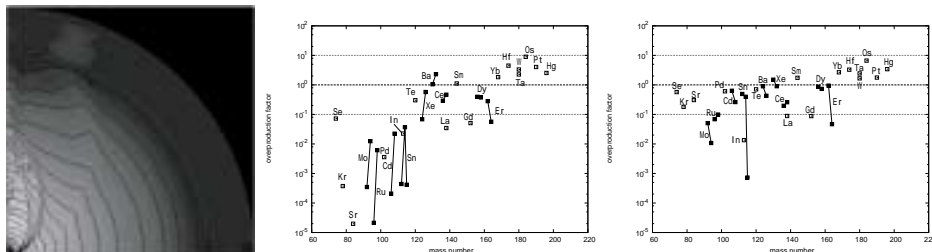


図1 左：爆発から 0.5 秒後のジェット状爆発の温度分布（黒から白へと値が大きくなる）。距離は、5,000km で温度は 10^9 K ~ 10^{10} K。縦軸が極方向で、横軸は赤道面。右の二つは、*p* 核の OPF (太陽系組成との比 ref:Rayet et al, 1995)。左はジェット方向。右はジェット方向から 15° 開いた方向。