

## ニュートリノフレーバー変換を考慮した 3 次元超新星シミュレーションの実現

### 3D Core-collapse Supernova Simulations Coupled with Neutrino Flavor Conversions

森 寛治

慶應義塾大学

#### 1. 研究目的

本研究の目的は、ニュートリノフレーバー変換を考慮した 3 次元超新星シミュレーションを実行することであった。ところが、実際に配分された計算資源では 3 次元計算を行うためにはやや不足であることが判明したため、より小さい計算資源で実現可能であり、しかも科学的価値の高い計算を代わりに行うこととした。

従来の超新星シミュレーションのほとんどでは、爆発に至るまでの大質量星は単独の星であることが仮定されていた。ところが、実際の大質量星のほとんどは連星系を形成していることが知られている。たとえば、大マゼラン雲に出現した SN 1987A の親星は、2 つの星の合体を経た星である可能性が指摘されている。連星系では、主星と伴星の間で質量が輸送されることによって星の進化が大きく変わり得る。そこで本研究では、連星相互作用を通して外層がはがされた星(binary-stripped star)を初期条件として用いた 2 次元ニュートリノ輻射流体シミュレーションを実行し、そうした星の爆発の性質を調査した。

#### 2. 研究成果の内容

本研究では全部で 15 モデルを計算した。このうち一部は Miyabi-C を用い、残りは他機関の計算機を用いた。図 1 は 15 モデルのうちの 4 モデルの衝撃波半径の時間発展である。この図から分かるように、この 4 モデルでは衝撃波が復活に転じており、超新星爆発に成功している。本研究では 13 から 33 太陽質量の星のシミュレーションを行ったが、すべての例で同様の爆発が起きた。

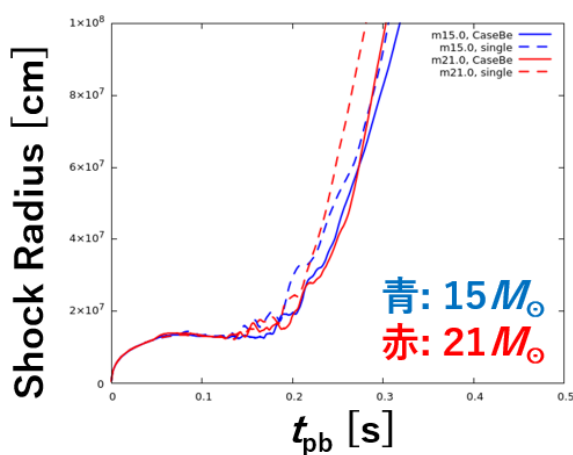


図 1. 単独星(点線)と binary-stripped star (実線)の爆発の衝撃波半径。

現在は、単独星と binary-stripped star の爆発の類似点・相違点を詳細に調査している。単独星の爆発においては、親星の構造(e.g. コンパクトネス)と爆発の性質(e.g.

中性子星質量、爆発エネルギー)に一定の相関がみられることが知られている。本研究で得られたモデルを用いて調べた結果、**binary-stripped star** の爆発においても同様の相関がみられることが分かった。このような相関が一般的に成立するならば、シミュレーションせずとも爆発の性質をある程度まで予言できるようになる。超新星爆発の第一原理的シミュレーションには大きな計算資源が必要であるため、こうした相関関係は今後の研究のために有用である。

### 3. 学際共同利用プログラムが果たした役割と意義

本研究においては様々な質量の星の爆発シミュレーションを行うことが重要であるため、数多くのシミュレーションを実行する必要があった。学際共同利用プログラムの資源を活用することでモデル数が増え、より包括的な研究を行うことができた。

### 4. 今後の展望

現在は、単独星と **binary-stripped star** の超新星爆発モデルをより詳細に解析している。とくに、本計算によって得られた爆発モデルを詳細に解析し、近傍超新星イベントから飛来するニュートリノや重力波信号を見積もっている。本研究の結果は論文にまとめつつあり、なるべく早期に発表したいと考えている。

### 5. 成果発表

- (1) 学術論文
- (2) 学会発表
- (3) その他

使用計算機	使用計算機に○	配分リソース※		
		当初配分	移行*	一般利用による追加
Pegasus				
Miyabi-G	○	8505	-8505	
Miyabi-C	○		+8505	
※配分リソースについてはノード時間積をご記入ください。 *バジェット移行を行った場合、「+2000」「-1000」のように記入				