

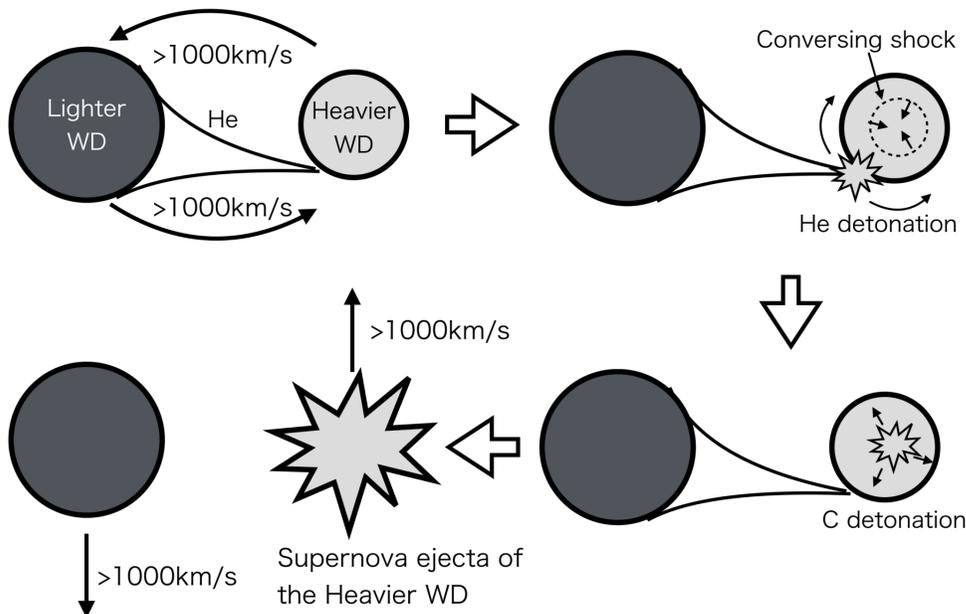
白色矮星の爆発の大規模並列シミュレーションで探る元素の起源

概要

Ia型超新星は宇宙で最も明るい爆発現象の1つである。Ia型超新星は連星中の白色矮星の爆発現象であることがわかっている。しかし、白色矮星の伴星が主系列星や赤色巨星なのか、それとももう1つの白色矮星なのか、あきらかになっていない。我々は伴星が白色矮星であるという作業仮説に沿って、数値シミュレーションによるIa型超新星の再現を行なっている。特にD6モデルと呼ばれるモデルについて精査した。ここではそれらの結果について報告する。また、白色矮星が中間質量ブラックホールに破壊される際にも白色矮星の爆発現象が起こる。我々はその爆発現象がどのように開始し、どのように進行するのかを調べた。ここではその結果について報告する。

序論

Ia型超新星が2つの白色矮星の連星であるという説に基づいたモデルは多数存在する。我々はその中でも Dynamically-Driven Double-Degenerate Double-Detonation (D6)モデルと呼ばれるモデルの検証を行う。このモデルは超高速白色矮星を副産物として残ることが予言されている（下図）。一方で、近年、超高速白色矮星が多数発見された。そのため、D6モデルは有力モデルとなった。

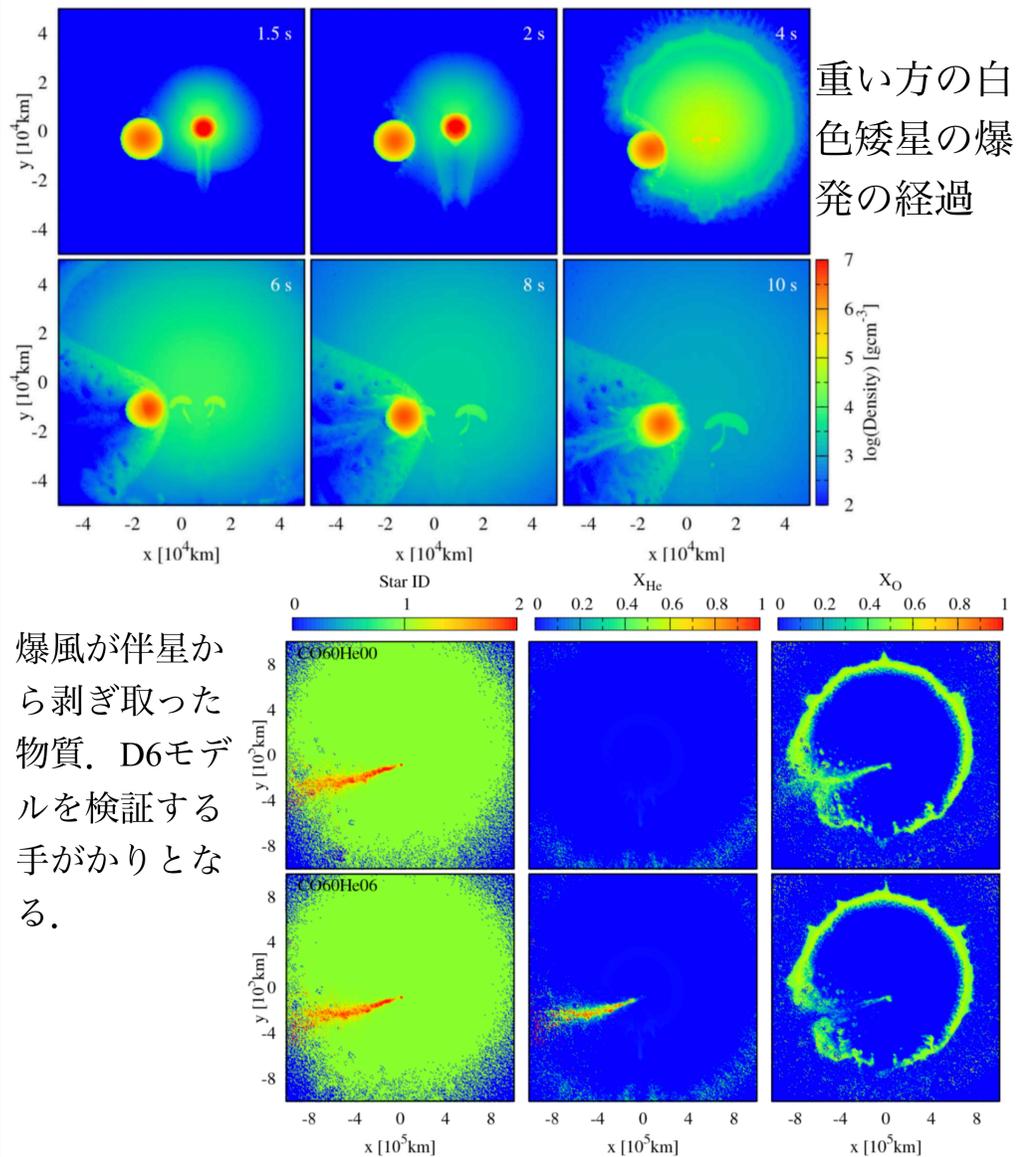


方法

Ia型超新星の数値シミュレーションには、SPH法と呼ばれる流体計算法と核融合反応を組み合わせたコードを用いた。状態方程式には電子の縮退圧を考慮した Helmholtz状態方程式を、核融合反応にはアルファ過程や炭素と酸素の核融合反応を考慮したAprox13を採用した。このシミュレーションコードはFDPSを用いた大規模並列計算を効率的に行えるようになっている。また粒子間相互作用部分はコンパイラによってベクトル化されやすいように実装した。初期条件には1.0太陽質量と0.6太陽質量の炭素酸素白色矮星からなる連星を使用した。重い白色矮星にはヘリウム層があり、軽い方にはある場合とない場合の2通りがある。

白色矮星が中間質量ブラックホールに破壊される際のシミュレーションは、途中まで上と同じコードを用い、途中からFLASHと言うメッシュ法のコードを使用した。FLASHでも状態方程式にHelmholtz状態方程式を核融合反応にAprox13を使用している。

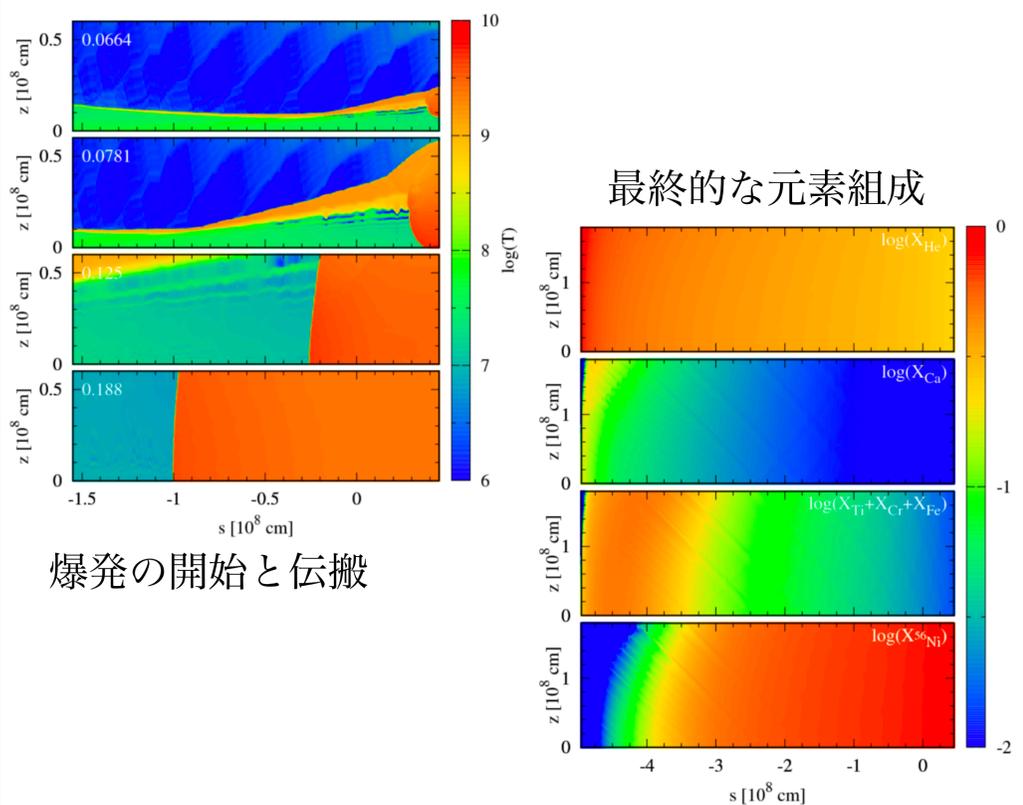
結果



爆風が伴星から剥ぎ取った物質。D6モデルを検証する手がかりとなる。

Tanikawa et al. (2018, ApJ, 868, 90; 2019, ApJ, 885, 103)

白色矮星の中間質量ブラックホールによる破壊



Tanikawa, Kawana in prep.