

超新星フォールバックの流体シミュレーション

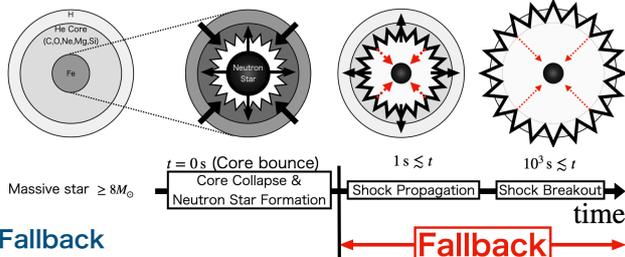


Kengo Shinoda*, Ryo Sawada, Yudai Suwa, Suzuki Takeru (Univ. of Tokyo),
Ryosuke Hirai (RIKEN), Kazunari Iwasaki (NAOJ), Kengo Tomida (Tohoku Univ.)

Abstract

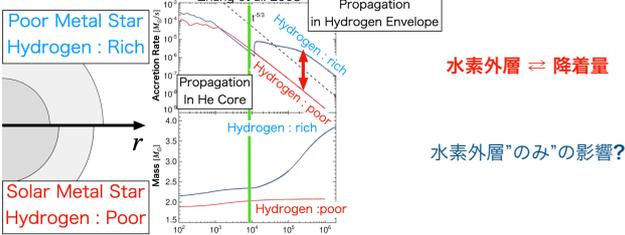
- ✓ 水素外層が豊富な親星では、逆行衝撃波の流入によってフォールバック計算がうまくいかないことが知られている
- ✓ 本研究では新しい境界条件を開発し、水素外層が豊富な親星でのフォールバック降着量の定量的評価を初めて行った
- ✓ 結果、爆発エネルギーと中心コンパクト天体質量に明らかな相関を発見した

Introduction



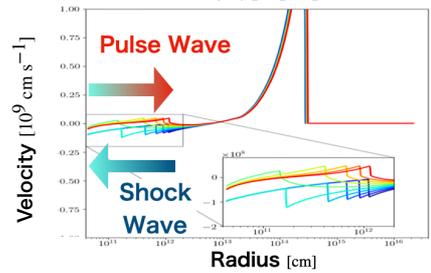
Fallback

- コアバウンス後に重力によって引き戻される降着流
- 最終的なコンパクト天体質量の決定に不可欠



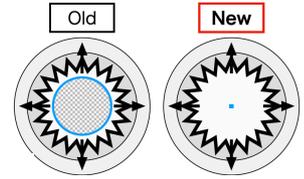
先行研究 : 数値不安定性と改善案

衝撃波を伴うフォールバック :
非物理的なパルス波を発生!
(e.g., 1D: Ertl+16,
2D: Sykes+25
3D: Gabler+21)



なぜパルス波が発生するのか?
→内側境界条件のくり抜くという設定が“不適切”
→くり抜かない境界条件が必要!

計算領域 : 星の最中心から表面まで



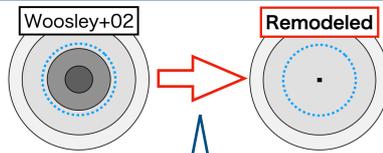
Model & Method

① 初期条件

計算コストを下げるため、既存の恒星進化計算結果 (Woosley+02) のコア領域を再モデリングする(Hirai+20)

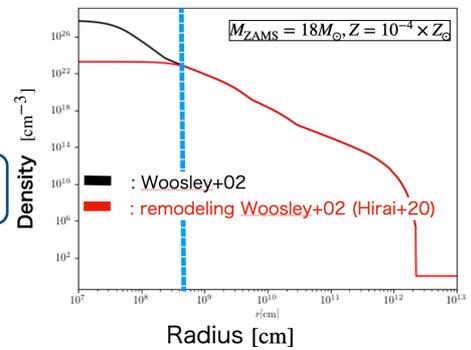
② 超新星爆発再現

内部エネルギー (E_{th}) を星中心に注入
 $5 \times 10^{50} \text{erg} \leq E_{th} \leq 10^{51} \text{erg}$

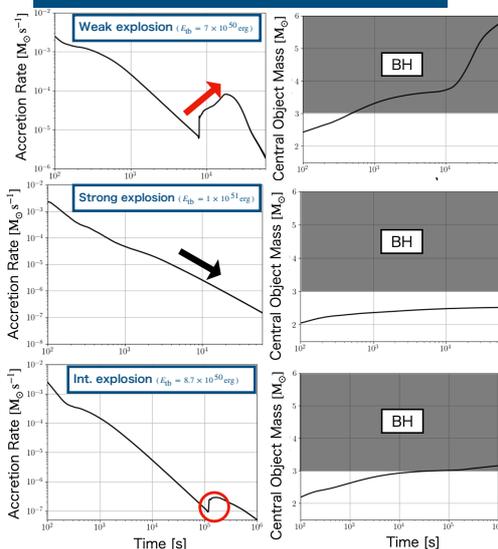


内側: Softened method (Hirai+20) を使用
外側: Woosley+02 と完全一致

- ✓ Mass conservations
- ✓ Hydrostatic
- ✓ Isentropic

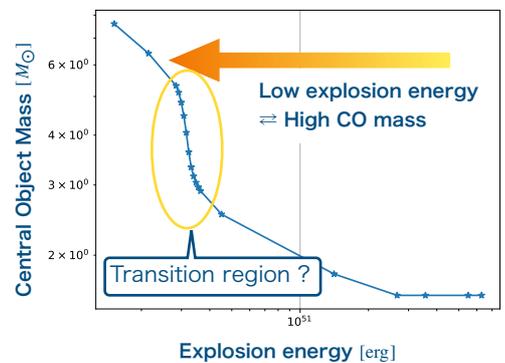


Results & Discussion



$E_{th} \setminus \dot{M}, M_0$	Fallback with shock waves falls ?	Compact object (CO)
Weak	○	Black hole
Strong	×	Neutron star
Int.	○	depending on initial conditions

Explosion energy : total energy of ejecta



Transition region ($\sim 2 \times 10^{50} \text{[erg]}$)
⇔水素外層束縛エネルギー ($1.3 \times 10^{50} \text{erg}$) に対応 mass gap...?