

W35a Ia型超新星の Double Detonation model: 炭素爆轟波着火の He 外層質量の影響

鶴見薫樹, 前田啓一, 岩田和也 (京都大)

0.5-8 太陽質量 (M_{\odot}) の中小質量星は最終的に C/O を主成分とする白色矮星になり、その一部は核融合反応により Ia 型超新星爆発を起こして一生を終える。Ia 型超新星の詳細な爆発メカニズムは未解明であり、有力なモデルの一つに Double Detonation model がある。本モデルでは、白色矮星表面に降着した僅かな He 外層が点火し、超音速の燃焼波である detonation が発生する。発生した衝撃波が内側へ伝搬することで、C/O コアにも detonation を発生させ最終的な爆発に至ると考えられている。

Double Detonation model で Ia 型超新星の観測的性質を満たすためには少量の He 外層 ($M_{\text{He}} \lesssim 0.02 M_{\odot}$) で爆発が実現されることが要求される。このような小質量 He 外層の場合に He detonation が発生する条件が調査される一方で、C/O コアの点火条件に関しては見過ごされている。我々は、C/O コア点火条件として、He 質量 (M_{He}) $\sim 0.01 M_{\odot}$ が重要な境界値になると概算した。そこで本研究では、 $0.4 \sim 1.35 M_{\odot}$ の C/O コアに対して M_{He} を $0.01 M_{\odot}$ 近傍で連続的に変化させ、親星モデルを作成した。我々は、数値流体計算コード FLASH を用いて、各親星モデルに対し He 外層に点火し、衝撃波の進行を解き、detonation の成否を判定した。計算条件としては一次元球対称や 13 核種の核反応ネットワーク (Aprox13)、適合核子細分化法 (AMR) などを採用した。

計算の結果、He 外層質量と Double Detonation の成否との間に、小質量 ($< 0.60 M_{\odot}$)・中質量 ($0.60 \sim 1.10 M_{\odot}$)・大質量 ($> 1.10 M_{\odot}$) の親星モデルに大別される相関関係が見られた。特に、大質量親星モデルでは観測的制限 ($M_{\text{He}} \lesssim 0.02 M_{\odot}$) を満たしての detonation に成功した。本講演では、これらの結果から、Ia 型超新星の爆発モデルとしての Double Detonation model の妥当性を評価し、報告する。