

N30b Ia型超新星におけるデフラグレーション-デトネーション遷移に地上化学燃焼実験から迫る

岩田和也, 前田啓一 (京都大学), 前田慎市, 新垣裕大, 関陽子, 小原哲郎 (埼玉大学)

Ia型超新星の delayed-detonation モデルには、核燃焼波が亜音速から超音速、つまりデフラグレーションからデトネーションに遷移するという過程 (Deflagration-to-detonation transition, DDT) が必要である。これに加え、近年特に注目される、double-detonation モデルにおいても、我々のこれまでの研究 (Iwata & Maeda 2022) は DDT が多くの親星条件で必要になる可能性を示唆している。

これらの DDT は「開放系」とみなせる星の内部、つまり壁面で囲まれていない系で起こる必要がある。しかしこのような DDT が可能であるかは、強いアナロジーを有する化学燃焼波の枠組みで語られる、「地上の」DDT で得られた数多くの知見でも不明であり、壁面を有する「閉鎖系」の研究にほぼ限られていた。Iwata & Maeda 2024 で示した通り、化学燃焼波・核燃焼波は共通の理論で解析可能であり多くの物理を共有するため、化学燃焼実験から開放系の DDT の可能性に挑むことは、信頼性のあるデータ創出として意義の大きい取り組みである。

そこで我々は水素-酸素、およびアセチレン-酸素混合気を対象に、(1) 完全開放系、(2) 高密度ブロッブを想定した障害物のある部分開放系の 2 種類で燃焼実験を行い、ハイスピードシュリーレン法で火炎や衝撃波の様子を観察している。(1) については数少ない実験例が DDT の成功を報告しているが、いずれの例を再現した実験条件においても DDT は再現されなかった。一方で (2) の円板を挿入した実験では、2 気圧アセチレン-酸素混合気に対して、円板を回り込む火炎が急加速を起こし DDT に至る様子が確認された。これは星内部でも高密度ブロッブなどがあれば同様に DDT が起きうることを示唆しており、「開放系」DDT の謎の解明のため重要な結果といえる。