

受付ID	15a-15
分野	宇宙

## 白色矮星連星の合体におけるヘリウム爆轟波と Ia 型超新星

## He detonation in white dwarf merger and type Ia supernova

佐藤 裕史

東京大学

1. 研究目的  
Ia 型超新星は、宇宙論的な標準光源として、また鉄族元素の主要な供給源として天文学的に重要な天体現象の 1 つである。しかし、その親星については、未だ明らかにされていない。本研究では、Ia 型超新星の親星モデルとして炭素酸素(CO)白色矮星とヘリウム(He)白色矮星、あるいは CO 白色矮星同士の合体を考えている。流体計算(SPH 法)を用いた様々な質量の白色矮星の合体シミュレーションを行うことで、Ia 型超新星になりうる白色矮星の質量範囲を検証する。また、合体シミュレーションの結果を用い、多次元の爆発シミュレーションを行う。その結果と観測を比較することで、Ia 型超新星の親星モデルとしての白色矮星連星合体の妥当性を検証する。
2. 研究成果の内容  
今年度採択課題では、独自の SPH コードにより様々な質量の白色矮星連星の合体シミュレーションを行い、Ia 型超新星になりうるパラメータ範囲を調べた。その結果、主星質量が 0.7 太陽質量以上の場合には、ほぼ全てのケースで He 爆轟波の点火条件を満たすことが分かった。このようなケースでは、主星の白色矮星は最終的に Ia 型超新星として爆発すると考えられる。また、シカゴ大学によって開発された公開の流体コード FLASH を用いて、0.8~1.1 太陽質量の白色矮星について 1 次元の爆発シミュレーションを行い、合成される元素の組成や分布を先行研究や観測と比較した。その結果、爆発する白色矮星の質量によって、典型的な Ia 型超新星や暗い特異な Ia 型超新星を説明できる可能性があることが分かった。
3. 学際共同利用として実施した意義  
本研究では、白色矮星連星の合体シミュレーションを、高解像度かつ広いパラメータ範囲について行う必要がある。我々の SPH コードは、1 ノードに複数の CPU・GPU が実装されたヘテロジニアスな環境に適している。実行する計算によって CPU と GPU を使い分けることにより、非常に高い計算効率を実現している。今年度の我々のプロジェクトは、重点課題推進プログラムとして採択されており、集中的に計算時間を配分して頂くことができた。今回のような大規模なパラメータサーベイが行えたのは、学際共同利用によって、我々のコードが最適化可能かつハイパフォーマンスな計算機環境を長時間にわたって提供して頂けたからこそだと考える。
4. 今後の展望  
本研究の最終的な目標は、白色矮星連星の合体～爆発までを多次元の流体シミュレーションで追いつき、輻射輸送計算を用いた擬似観測の結果を現実の観測と比較することで、Ia 型超新星の親星の謎を解明しようとするものである。現段階では、多次元の爆発シミュレーションがまだ実行できていないため、これを実現する。また、スペクトルの再現のため、詳細な核反応ネットワークを用いた元素合成計算を行っていく。一方で、白色矮星の組成は CO・He だけではなく、もっと多様な元素組成が考えられる。今後は、そのような白色矮星の合体についても考えていく。
5. 成果発表  
(1) 学術論文  
“Hydrodynamical Evolution of Merging Carbon-Oxygen White Dwarfs: Their Pre-supernova Structure and Observational Counterparts”  
Tanikawa, A., Nakasato, N., Sato, Y., Nomoto, K., Maeda, K. and Hachisu, I.  
2015, ApJ, 807, 40  
  
“A Systematic Study of Carbon-Oxygen White Dwarf Mergers: Mass Combinations for Type Ia Supernovae”  
Sato, Y., Nakasato, N., Tanikawa, A., Nomoto, K., Maeda, K. and Hachisu, I.

2015, ApJ, 807, 105

“The critical mass ratio of double white dwarf binaries for violent merger-induced Type Ia supernova explosions”

Sato, Y., Nakasato, N., Tanikawa, A., Nomoto, K., Maeda, K. and Hachisu, I. 2016, accepted for ApJ (arXiv:1603.01088)

(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※
HA-PACS	○	1050
HA-PACS/TCA		
COMA	○	1200
※配分リソースについては 32node 換算時間をご記入ください。		