

受付 ID	16a-18
分野	宇宙

多様な白色矮星連星の合体

The outcomes from mergers of various double white dwarf systems

佐藤 裕史
東京大学大学院

1. 研究目的

白色矮星連星の合体は、様々な天体の形成や突発現象に関わっていると考えられている。合体の結果どのような現象が起こるかは、合体する白色矮星の質量や組成、合体前の系の状態(初期条件)に大きく依存すると考えられる。そのため、本研究では、様々な質量・組成・初期条件の組み合わせについて白色矮星連星の合体を3次元 SPH コードを用いてシミュレーションし、合体によって引き起こされる現象についての知見を得ることを目的としている。

2. 研究成果の内容

今年度採択課題では、白色矮星連星の合体前の初期条件、特に、白色矮星の自転周期と公転周期同期しているか、そうでないかによって、合体の結果が変わりうるかを詳しく検証した。検証の結果、合体前に自転と公転が同期しているか否かは、合体の結果に大きく影響しないことが分かった。また、計算結果を最近発見された合計質量がチャンドラセカール限界質量を越える二重白色矮星連星 NLTT12758 のケースに対して適用した。NLTT12758 の観測結果を用いた軌道進化計算と、SPH コードによる合体シミュレーションから、この天体が合体の結果 Ia 型超新星として爆発しうることを明らかにした。

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から Ia 型超新星として爆発するまでを多次

元の流体シミュレーションで追い、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。また、白色矮星連星の合体後の残骸の熱進化は、Ia型超新星だけでなく、中性子星の形成や強磁場白色矮星の形成など多様な現象につながるトピックであるが、詳しい理論的研究は未だ多くない。我々の計算結果を初期条件として用いれば、先行研究に比してより広いパラメーター範囲に対して、合体後の残骸の進化を予測することができると思う。

5. 成果発表

(1) 学術論文

(2) 学会発表

“The critical mass ratio of double white dwarf binaries for violent merger-induced Type Ia supernova explosions”, 佐藤裕史、中里直人、谷川衝、野本憲一、前田啓一、蜂巢泉, 2016年6月, Nuclei in the Cosmos XIV, 新潟県, ポスター発表

“二重白色矮星連星の合体によるIa型超新星爆発と惑星状星雲 Henize2-428の中心天体の最期”, 佐藤裕史、谷川衝、野本憲一、蜂巢泉、中里直人、前田啓一, 2016年9月, 日本天文学会2016年秋季年会, 愛媛県, 口頭発表

“二重白色矮星連星の合体とIa型超新星爆発”, 佐藤裕史、谷川衝、野本憲一、蜂巢泉、中里直人、前田啓一, 2016年12月, 第29回理論懇シンポジウム, 宮城県, 口頭発表

“二重白色矮星連星合体のSPHシミュレーション: NLTT12758の合体とIa型超新星”, 佐藤裕史、中里直人, 2017年3月, 日本天文学会2017年春季年会, 福岡県, 口頭+ポスター発表

(3) その他

使用計算機	使用計算機に○	配分リソース※
HA-PACS	○	1000
HA-PACS/TCA		
COMA		
※配分リソースについては32node換算時間をご記入ください。		