

受付 ID	16a17
分野	宇宙

宇宙初期における多重ブラックホールの合体研究

Early cosmic merger of multiple black holes

田川寛通

東京大学理学系研究科天文学専攻

1. 研究目的

恒星質量 BH の合体過程は、超巨大 BH の形成過程や、初の重力波イベント GW150914 の合体過程、宇宙の元素合成の起源などの未解決問題と関係しているため、天文学的に重要である。これまでの研究では、恒星質量 BH の合体は、連星として生まれた星からの進化が想定されていた。一方で我々は、ガスの豊富な環境における、孤立 BH からの合体という新しい合体経路を提案した。この合体経路において、どのような物理過程によって合体に至るかを調べるのが本研究の目的である。

2. 研究成果の内容

本研究では、ガスの効果を考慮した BH が三体以上存在する場合の合体過程について、世界で初めて研究を行い、明らかにした(Tagawa et al. 2016, MNRAS, 462, 3812)。さらに、近年初めて発見された重力波イベント GW150914 で観測された BH 合体が、我々が提唱した孤立 BH からの合体によって、発生した可能性を検討した。その結果、銀河中心領域や星間雲コアにおいて、GW150914 で観測されたような BH 合体が起こりそうであることが明らかになった。さらに、重力波観測 aLIGO によって GW150914 のような BH 合体が観測される確率をおよそ計算し、銀河系中心領域では $\sim 1 \text{ yr}^{-1}$ 程度、星間雲コアでは $\sim 7 \text{ yr}^{-1}$ 程度になることを見積もった。この見積もりから、我々の提唱した合体過程によって BH 合体が起こる頻度が、これまでに観測されている重力波イベントの検出頻度とおよそ一致することが分かった(Tagawa & Umemura 2017a, submitted)。さらに、r 過程元素の起源を中性子星合体と考える上でのタイムスケールの不一致は、宇宙初期の環境を考慮することで解決できそうであることを示唆した(Tagawa & Umemura 2017b, submitted)。

3. 学際共同利用として実施した意義

学際共同利用を用いることで、広いパラメータ空間の計算を行うことができた。結果として、コンパクト星の合体過程のパラメータ依存性が明らかになった。

4. 今後の展望

これまでの計算ではガスの分布は一様球対称を仮定していた。しかし、現実的には非一様、非球対称であると考えられる。そこで、これらの仮定を外した計算を行うことで、

より現実的にどのようにコンパクト星の合体がどのように進むかを明らかにすることができる。

5. 成果発表

(1) 学術論文

“Mergers of accreting stellar-mass black holes” H. Tagawa., M. Umemura., N. Gouda., 2015, MNRAS, 462, 3812

“Mergers of Multiple Accreting Black Holes Concordant with GW150914” H. Tagawa., M. Umemura., submitted to ApJL

“Early Neutron Star Mergers for r-process Element Production” H. Tagawa., M. Umemura., submitted to ApJL

(2) 学会発表

“What is the initial mass of GW150914?”、田川寛通、梅村雅之、IAU Symposium 324, New Frontiers in Black Hole Astrophysics, Cankarjev dom, Ljubljana, Slovenia, 2016年9月

“What is the initial mass of GW150914?”、田川寛通、梅村雅之、Gravitational-Wave Astrophysics in the High Event Rate Regime, University of Tokyo, Tokyo, Japan, 2016年12月

“Rapid Mergers in a Mixed System of Black Holes and Neutron Stars”、田川寛通、梅村雅之、14th International Symposium on Nuclei in the Cosmos XIV, Toki Messe, Niigata, Japan, 2016年6月

“多重BHの合体によるGW150914の説明”、田川寛通、梅村雅之、理論壘シンポジウム、東北大学、2016年12月

“多重孤立BHの合体によるGW150914の説明”、田川寛通、梅村雅之、初代星・初代銀河研究会2016、東京大学、2016年10月

“多重BHの合体によるGW150914の説明”、田川寛通、梅村雅之、超巨大ブラックホール研究推進連絡会・第4ワークショップ、金沢大学、2016年12月

“多重BHの合体によるGW150914の説明”、田川寛通、梅村雅之、Cfca ユーザーズミーティング、国立天文台、2016年11月

(3) その他

使用計算機	使用計算機に○	配分リソース*
HA-PACS		
HA-PACS/TCA		
COMA	○	770 時間
※配分リソースについては 32node 換算時間をご記入ください。		