

受付 ID	15a-11
分野	宇宙

原始銀河における複数ブラックホールの合体過程の研究

The merger mechanism of multiple black holes in a protogalaxy

田川 寛通

東京大学

1. 研究目的

近年、宇宙年齢 10 億年以内の宇宙初期に、10 億太陽質量以上の超巨大ブラックホール(SMBH)をもつようなクエーサーが多数観測されている。しかし、これらの SMBH が合体によって成長したのか、ガス降着によって成長したのか、その形成過程は現在のところ解明されていない。その起源として、初代星残余物の種 BH を仮定した場合、ガスの質量降着だけでは観測されている質量に成長することは難しいことが、先行研究により示唆されている。そのため、BH の合体による成長を調べることが重要となる。第一世代天体の頃はガスが豊富であり、また、ガスによる力学的摩擦の効果が BH 合体に対して有意に効く可能性が先行研究で示唆されている。一方で、3 体以上の BH を持つ系における、ガスの力学的摩擦を考慮した BH の合体過程はこれまでに調べられていない。そこで、ガスが豊富な初代天体を想定し、ガスの効果を考慮した多重 BH の合体過程の解明を目的として研究を行った。

2. 研究成果の内容

ガスの力学的摩擦と、BH 同士の三体相互作用を考慮した場合に、星質量 BH の合体がどのように進むのかを、初めて示した。また、初代天体の環境を考慮すると、短い時間(1Myr 程度)で合体が起こりそうであることが分かり、SMBH の形成に合体が寄与している可能性も示唆された。さらに、ガスの降着が効く場合に、BH 合体とガス降着のどちらが先に起こるかの境界となるパラメータを求めた。

3. 学際共同利用として実施した意義

豊富な計算資源のお陰で、多くの成果につながっている。

4. 今後の展望

r 過程元素の起源を中性子星(NS)連星合体であると結論付けるために、これまでの見積もりより短い時間で NS 連星が合体する必要があることが指摘されている。さらに、今年初めて発見された重力波イベント(GW150914)の重い質量の BH が、どのようにして形成したのか、問題となっている。これらの問題が、ガス降着する BH の合体を考慮することで解決する見込みがある。そこで、シミュレーションにより調べることで、これらの問題が解決するか、明らかにする。

5. 成果発表

(1) 学術論文

“Early Cosmic Merger of Multiple Black Holes” H. Tagawa., M. Umemura., N. Gouda., T. Yano., Y. Yamai., 2015, MNRAS, 451, 2174

“Mergers of accreting stellar-mass black holes” H. Tagawa., M. Umemura., N. Gouda., submitted to MNRAS

(2) 学会発表

“Accretion versus merger in the early growth of massive black holes”、田川寛通、梅村雅之、郷田直輝、Symposium on Quarks to Universe in Computational Science、奈良春日野国際フォーラム、2015年11月

“Early cosmic merger of multiple black holes”、田川寛通、梅村雅之、郷田直輝、矢野太平、First stars, galaxies, and black holes: Now and Then、オランダフローニンゲン大学、2015年6月

“宇宙初期巨大ブラックホールの成長は降着か、合体か”、田川寛通、梅村雅之、郷田直輝、初代星・初代銀河研究会 2015、草津温泉、2015年12月

“宇宙初期巨大ブラックホールの成長は降着か、合体か”、田川寛通、梅村雅之、郷田直輝、超巨大ブラックホール研究推進連絡会・第3ワークショップ、甲南大学、2015年10月

“ $z > 10$ の初代天体における中性子連星の合体”、田川寛通、梅村雅之、郷田直輝、天文学会、首都大学、2016年3月

“初期宇宙における多重ブラックホールの合体過程の研究”、田川寛通、梅村雅之、郷田直輝、矢野太平、天文学会、甲南大学、2015年9月

“宇宙初期巨大ブラックホールの成長は降着か、合体か”、田川寛通、梅村雅之、郷田直輝、Cfca ユーザーズミーティング、国立天文台水沢キャンパス、2016年1月

“宇宙初期巨大ブラックホールの成長は降着か、合体か”、田川寛通、梅村雅之、郷田直輝、理論壘シンポジウム、大阪大学、2015年3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	○	675 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。		