

# 卒業研究概要

提出年月日 2019年1月31日

卒業研究課題 合体する直前のブラックホール連星のラグランジュ点の動き

学生番号 B15-026

氏名 奥村 成吾

概要 (1000字程度)

指導教員

印

質量の大きな天体  $M$  の周りを質量の小さな天体  $m$  ( $m/M < 0.0385$ ) が公転しているとき、ラグランジュ点と呼ばれる万有引力と遠心力の均衡点が5点 ( $L1 \sim L5$ ) 発生する。図1は中心にある天体  $M$  の周りをケプラー運動する天体  $m$  (位置  $(0, 1)$ ,  $m/M = 0.02$ ) に対して万有引力と遠心力のポテンシャルの和を示したものである。ポテンシャルの山や谷になっている部分がラグランジュ点になっている。

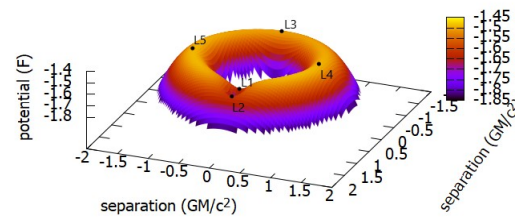


図1 全ポテンシャルとラグランジュ点

$M-m$  系にテスト粒子を置けば  $L4, L5$  は安定点、 $L1, L2$  は不安定点に相当する。本研究では重力波を放出して合体するブラックホール (BH) 連星に対して、ラグランジュ点の動きを調べた。BH 合体時に周囲の小天体に及ぼす影響を調べるのが目的である。

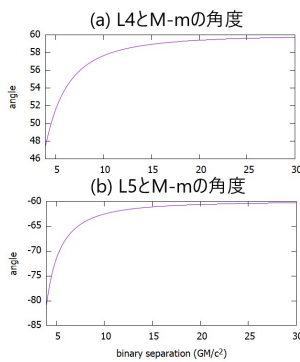


図2はBH連星が互いに距離を縮めるときの  $L4$  と  $L5$  のラグランジュ点の動き ( $M-m$  からの角度) を Schnittman [1] にしたがって示したものである。 $L4$  が角度を小さくしていくのに対し、 $L5$  は角度が大きくなって行く (回転系では後退する) ことがわかる。

図2 BH連星の  $L4$  と  $L5$

の位置 (角度) の変化  
横軸は BH 間の距離

ケプラー運動の初速を与えた多数のテスト粒子の運動から、 $L4, L5$  の安定性を調べた。図3は質量比  $0.03$  のBH連星においてBH間の距離7の時に伴星BHの軌道上に約350個

のテスト粒子を置き、時間発展させたものである。テスト粒子は等ポテンシャル面を動くが、図3の三日月状分布の端がラグランジュ点になる。ラグランジュ点の移動の影響を受けると共にBHの接近によって分布を変えたことが図3からわかる。BH合体後はラグランジュ点も消えることも確認した。

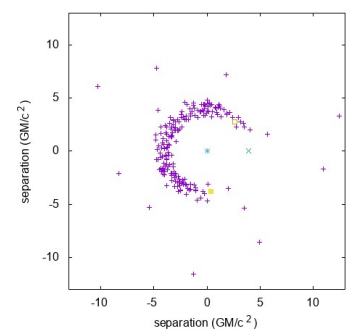


図3 BH連星におけるBH間の距離3の時のテスト粒子とラグランジュ点の位置

論文ではパラメータを変えたシミュレーション結果のほかラグランジュ点の移動をコリオリの力を使う説明を試みた。

[1] J. D. Schnittman, Astrophysical J. 724 (2010) 39