

Z204a スピンパラメータによるBH連星形成シナリオの制限

高橋亘, 梅田秀之, 吉田敬 (東京大学天文学教室)

2015年9月に検出された重力波によって実在が証明された恒星質量ブラックホール(BH)連星だが、その形成過程にはいくつかのシナリオが提案されている。もともと独立して形成したふたつのBHが、高密度の星団中で連星系を形成したとする仮説(ここでは星団シナリオとよぶ)、連星系のなかでふたつの大質量星がそれぞれBHを形成したとする仮説(連星シナリオ)、また最近提案された、近接連星系で高速自転するふたつの大質量星が一様化学進化(Chemically Homogeneous Evolution, CHE)するという仮説(2CHEシナリオ)などである。いずれのシナリオが適当なのか興味があるが、観測的な区別を行うためのアイデアは知られていない。

本研究では合体前BHのスピンの制限からBH連星進化シナリオを制限する手法を提案する。合体前BHのスピンは重力波の波形から制限可能なパラメータであり、実際初検出された重力波では、スピンの揃っていないとして $a_1 < 0.7$ 、ふたつのBHのスピンの揃っていない場合 $a_1 < 0.2$ および $a_2 < 0.3$ との制限がなされた。我々は自転の効果および伴星による潮汐力加速の効果を考慮した恒星進化コードを用いて、星団シナリオ、連星シナリオ、2CHEシナリオのそれぞれに対応する大質量星・ヘリウム星の進化計算を行い、それぞれのシナリオから想定される合体前BHの自転速度を推定した。計算の結果、潮汐力による加速が、加速効率が連星間の距離および恒星半径に依存するために、恒星金属量に大きく影響されると判明した。一方でその最大効率が比較的簡単な式で表され、連星シナリオでは高速自転するBH連星を形成しづらいことが判明した。提案されているシナリオのうち、高速回転するBHが期待できるのは2CHEモデルである。合体前BHのスピンは、BH連星形成シナリオに制限を与え、ひいては恒星進化・BH形成理論に大きな示唆を与えうる重要な観測量である。