

W36a $70M_{\odot}$ のブラックホールを持つとされる連星系 LB-1 の形成過程について

谷川衝, 衣川智弥, 熊本淳, 藤井通子 (東京大学)

LB-1 は我々の銀河にある連星系であり、うち1つの天体は $70M_{\odot}$ のブラックホール (BH) だと報告された (Liu et al. 2019)。これは大変な驚きであった。標準的な連星進化論では、この連星の存在を説明できないからである。まずこの BH の伴星は太陽金属量で $8M_{\odot}$ の B 型星である。従ってこの BH になった星も太陽金属量であったはずである。しかし、太陽金属量の星は強い恒星風で質量を失うため、せいぜい $20M_{\odot}$ の BH にしかならない。一方、 $70M_{\odot}$ の BH が低金属量の星からできたあと B 型星を捕獲した可能性もある。しかし、このような連星系は高離心率を持つはずだが、LB-1 の離心率はほぼゼロである。また潮汐作用による円軌道化には 10^{14} 年かかる。

この報告後、 $70M_{\odot}$ の BH の存在には様々な反論がなされ (e.g. El-Badry, Quataert 2020)、報告者がさらに反論するという事態になっている。しかし、 $70M_{\odot}$ の BH の存在の是非はともかく、LB-1 のような天体が我々の銀河に存在する数を理論的に導出するのは有意義だと考え、我々は様々な LB-1 形成シナリオを検討した。

その結果、最も LB-1 を効率的に形成できるシナリオは以下であった。散開星団中の $8M_{\odot}$ の B 型星と O 型星 ($\sim 50M_{\odot}$) の連星系を考える。その O 型星に外層を失ったヘリウム星 ($\sim 20M_{\odot}$) が衝突する。衝突して出来た星と B 型星が潮汐作用を起こし、連星系が円軌道化する。その後衝突して出来た星が BH となる。衝突率や潮汐作用の効率を見積った結果、LB-1 が我々の銀河に現在存在する数は 0.01 個であった。この他にも様々な星の衝突過程や、階層三体系における LB-1 の形成を考えたが、それらの形成効率は上記のシナリオに比べて 1 桁以上小さかった。これらの結果は、LB-1 に $70M_{\odot}$ の BH が存在しないということを強く支持する。もし LB-1 が存在するならば、標準的な連星進化論に間違いがあることになる。