

N46c 中性子星への超臨界降着における r-mode 不安定性の影響について

吉田慎一郎、江里口良治（東大 総合文化）

近接連星系の common envelope phase にある中性子星への超臨界質量降着 ($\dot{M} \sim 10^8 \dot{M}_{\text{Eddington}}$) によって短時間 ($\sim 1\text{yr}$) で重力崩壊が起こり、ブラックホールが形成されるというシナリオが Bethe 等によって提唱されている。^a 今回我々はこのシナリオに沿った系について中性子星の自転角速度の進化を簡単な one zone モデルを用いて調べた。^b

自転する中性子星の振動モードには重力波と結合することで不安定化するものがあることが知られているが、この振動からの重力波放射によって星の角運動量が持ち去られて中性子星の自転が制限されることが考えられる。とくに近年では r-mode の不安定性が非常に強力であることが分かって以来、この不安定性の中性子星に関連する様々な現象への適用が考えられている。

ここで考えている系についても、振動モードからの重力波放射による角運動量散逸と降着物質による角運動量輸送のバランスによって星の自転角速度は決まるが、降着物質からのニュートリノ放射による加熱で決まる星の温度は r-mode 不安定性が最も効く領域にとどまるため、星の自転角速度は強く制限される。

この不安定性の影響を考慮しない場合、中性子星は重力崩壊する以前に Kepler 的な自転角速度までスピニアップされることになるが、不安定性の存在によって自転角速度は Kepler limit の 10% 程度に抑えられる。このため、今考えている系では、最終的な中性子星からブラックホールへの重力崩壊はほぼ球対称の条件で起きることになる。

この系は、降着物質から受け取った角運動量を重力波放射で散逸する準平衡状態（いわゆる Wagoner 星）になっており、そこから放射される重力波の無次元振幅は $h \sim 10^{-23} \left[\frac{\dot{M}}{1M_{\odot}\text{y}^{-1}} \right]^{3/7} \left(\frac{M}{M_{\odot}} \right)^{5/14} \left(\frac{D}{10\text{kpc}} \right)^{-1}$ ほどになるが、系の寿命が非常に短いために重力波検出実験の対象となる可能性は残念ながら低いだろう。

^a Bethe H.A., Brown G.E., Lee C.-H., 1999, submitted to ApJ (astro-ph/9909132)

^b Yoshida S'i, Eriguchi Y., 1999, submitted to MNRAS (astro-ph/9911513).