

R13b 球状星団内で形成された連星中性子星の合体率

谷川衝 (東京大学/国立天文台)、牧野淳一郎、関口雄一郎 (国立天文台)

連星中性子星 (以下、DNS) は二つの中性子星から成る連星系である。DNS の合体は重力波観測にとって有望な重力波源である。このような連星は現在までに銀河系内で 10 個程発見されている。発見された DNS から見積もられる銀河系内の DNS の合体率は 100 万年に 15 個 (Kim et al. 2005) である。

通常モデル (Belczynski et al. 2008) では、DNS は二つの大質量星で構成された連星系から形成されると考えられている。このような連星系から DNS が形成される確率は大きくない。二つの大質量星はどちらも中性子星となる過程で超新星爆発を起こす。超新星爆発の際、連星系は大部分の質量を失うため壊れやすい。このモデルによると、銀河系内の DNS の合体率は、100 万年に 15 個である。

しかし、DNS は球状星団内に限って別の過程でも形成されると予想できる。星団内は星の数密度が高いため、単星と連星の近接遭遇が頻繁に起こる。中性子星と中性子星を含まない連星が近接遭遇すると、より重い中性子星が連星の片方の星と入れ替わって、中性子星を含む連星が形成されやすい (Heggie et al. 1996)。その中性子星を含む連星と別の中性子星が近接遭遇すれば、DNS が形成される。DNS は周囲の星と近接遭遇し、その束縛エネルギーは運動エネルギーに変わりながら増加する。束縛エネルギーが大きいほど一度の近接遭遇で得る運動エネルギーは大きい。いずれ一度の近接遭遇で得る運動エネルギーが星団の脱出エネルギーを越え、DNS は星団から脱出する。

我々は N 体シミュレーションで星団の力学進化を追い、星団内で形成されて脱出する DNS 数を調べた。その結果、一つの球状星団当たり 100 個程の DNS が脱出することがわかった。これらの DNS は重力波放出によって、軌道を縮め、脱出後十億年程で合体する。銀河系内には球状星団が 100 個ほど存在するため、銀河系内では 100 万年で 10 個程の DNS が合体することになる。これは観測や連星進化モデルから見積もられる DNS の合体率に匹敵する。