

N24a 準平衡状態にある連星中性子星 — 状態方程式の影響 —

臼井 文彦 (東大 総合文化)、瓜生 康史 (SISSA)、江里口 良治 (東大 総合文化)

我々は、99年春季年会および秋季年会において、一般相対論的な連星中性子星の内部構造と時空を計算し、連星中性子星の進化を議論した。今回は、連星系の進化に対する状態方程式の影響について考察する。

連星中性子星は、現在建設が進められている重力波干渉計の観測対象として有力視されている天体の1つであり、理論的にも、世界各国で精力的に研究がなされている。ここでは、重力波放出が連星の軌道周期よりも十分長いタイムスケールで起こるという状況を考え、系を「準平衡状態」として扱うことにする。従来、準平衡状態の連星系に対して Einstein 方程式を数値的に解こうとする試みは、Wilson et al. (1996) によって提案された conformally flat condition (CF 条件) に基づいたものに限られていた。しかし、この仮定がどの程度の精度で解を近似するかはよくわかっていないため、我々は、CF 条件を用いることなく Einstein 方程式をそのまま解く数値計算法を開発した (99年春季年会 N44a)。この手法によって求められた平衡解の系列を使うと、現実的な連星系の進化を近似できると考えられる。その際、重力波によって系のエネルギーと角運動量は失われるので、保存量としてはバリオン質量を考える。現段階では、さらに同期回転を仮定し、その上でバリオン質量一定の系列を求めた (99年秋季年会 N01a)。

ところで、これまでに行われている研究は、状態方程式としてポリトロープを仮定したものがほとんどであった。しかし、連星系が進化するとき、ポリトロープ指数やポリトロープの定数がどのように変化するかはまったくわかっていない。そのため、どのような平衡解の系列を進化に対応させるかに大きな不定性が残る。一方、中性子星物質に対しては、現実的な状態方程式が提唱されている。これを用いると、平衡解の系列を進化に対応させる際、状態方程式そのものに起因する不定性以外の不定性は現れない。

そこで、我々は、状態方程式の違いが連星系の進化にどのように影響するかを調べた。現段階までに計算した範囲では、連星系の進化 (接近) に伴って中心密度が増加する傾向がみられた。現実的な状態方程式では、密度が $10^{15} \text{ g cm}^{-3}$ を越えるあたりから状態方程式の硬さが急激に変化するためであろうと考えられる。この結果は、個々の中性子星が合体前にそれぞれ不安定化してブラックホールに崩壊する可能性があることを意味する。