

連星中性子星の進化に対する状態方程式の影響

白井 文彦・江里口 良治 (東大 総合文化)

高密度の中性子星物質に対する現実的な状態方程式を用いて、準平衡状態・同期回転の下で連星中性子星の構造を計算し、進化の系列を求めた。この結果、 $1.4M_{\odot}$ の中性子星を考えると、系の全体的なふるまいは $N = 0.7$ のポリトロープでよく近似できることがわかった。

§ 連星中性子星 …

- 観測的に有望な重力波源
- 理論的扱いは非常に難しい
- 現段階では多くの仮定が必要
(メトリック、粘性、回転則、状態方程式…)

§ 状態方程式 …

「中性子星の構造はポリトロープ:

$$p = K\rho^{1+1/N}, \quad \epsilon = \rho + Np$$

において、 $0.5 \leq N \leq 1.0$ で近似できる]

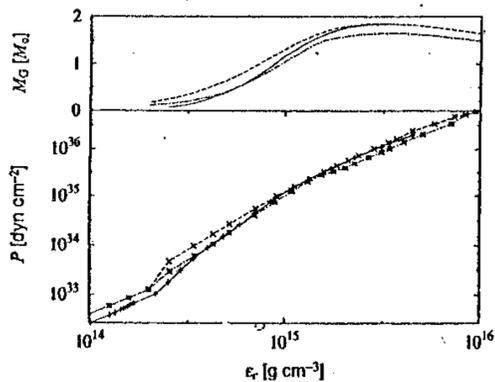
→ 連星の進化に伴い、 N や K がどのように変化するか?

どのような平衡解の系列を進化に対応させればよいか?

↓

中性子星物質に対する現実的な状態方程式を採用すればよい
(平衡解の系列を進化に対応させる際に不定性は存在しない)

EOS	$M_G(\max)$	Feature
WFF3 Wiringa et al. 1988	$1.84M_{\odot}$	“intermediate”
BJ-I Bethe & Johnson 1974	$1.85M_{\odot}$	“stiff”
BJ-V Bethe & Johnson 1974	$1.65M_{\odot}$	“soft”



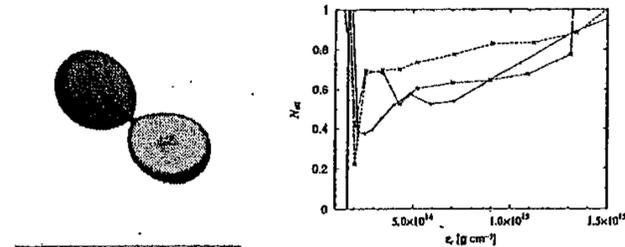
§ 計算方法 …

- 準平衡状態を仮定 (重力波放出を無視)
- 等質量の連星、同期回転・剛体回転とする
- メトリック:
 $ds^2 = -e^{2\nu} dt^2 + r^2 \sin^2 \theta e^{2\beta} (d\varphi - \omega dt)^2 + e^{2\alpha} dr^2 + r^2 e^{2\alpha} d\theta^2$
- 系の角速度 = Ω (無限遠から見て)
- 軸対称回転星の平衡形状に対しては厳密な定式化

↓

Einstein 方程式 (積分形に変形) } iterative に解く
静水圧平衡の式

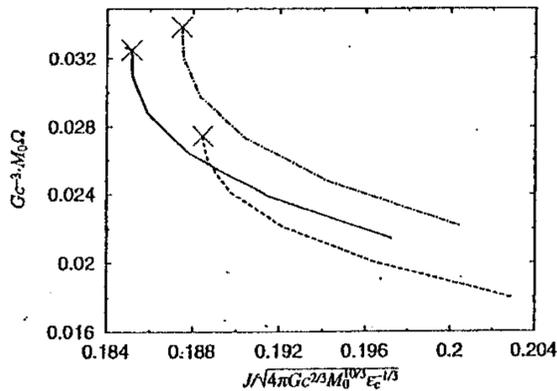
§ 結果 …



$M_{\infty} = 1.4M_{\odot}$ の系列に対して

EOS	M_0	$(M/R)_{\infty}$	ϵ_0 ($g \cdot cm^{-3}$)
WFF3	$1.56M_{\odot}$	0.189	1.098×10^{15}
BJ-I	1.54	0.172	0.935
BJ-V	1.56	0.193	1.244

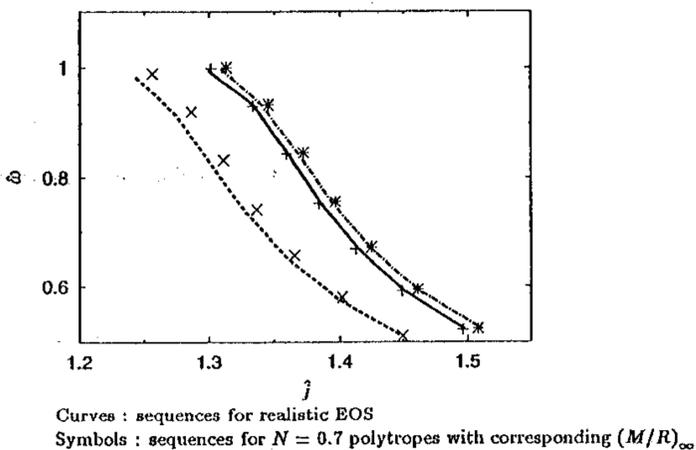
● 進化の系列 (バリオン質量一定の平衡形状系列)



● 規格化を変える

$$\tilde{\omega} = \frac{M\Omega}{\frac{1}{2}G^{1/2} \left(\frac{M}{R}\right)^{3/2}}, \quad \tilde{j} = \frac{J}{\frac{7}{5}G^{1/2} (M^3 R)^{1/2}}$$

M : 星 1 個あたりの (重力) 質量
 R : [(長軸) 半径] (Schwarzschild 座標での)



§ References …

- Usui, Uryū, & Eriguchi, PRD. 61, 24039, (2000)
- Usui, & Eriguchi, accepted for publication in PRD