

中性子星

中性子星のアイデアと発見の歴史

1930年代に、非常に高密度で半径が小さいために通常の星よりもずっと重力的に束縛された天体として、超新星爆発により形成される中性子星というアイデアが提案されました。

1967年、パルサーが発見され、この正体は表面に強い磁場を持つ回転中性子星であると提唱されました。その後、超新星残骸の中に位置するかにパルサー、ほ座パルサーが発見され、中性子星が超新星爆発で形成されたことが証明されました。

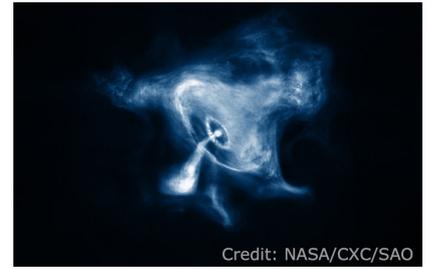


Figure 10. かにパルサー (X線).

TOV 方程式と状態方程式

TOV 方程式とは、重力と圧力勾配のつりあいに相対論的な効果を加えたもので

$$\frac{dP}{dr} = -\rho \frac{Gm}{r^2} \left(1 + \frac{P}{\rho c^2}\right) \left(1 + \frac{4\pi Pr^3}{mc^2}\right) \left(1 - \frac{2Gm}{rc^2}\right)^{-1} \quad (6)$$

と表される式です。ここでは球対称時空を仮定していて、 G は重力定数、 c は光速、 P は圧力、 ρ は密度、 m は中心からの距離 r までの内側にある質量を表します。

状態方程式 (Equation of State; EOS) とはここでは P と ρ の関係を言います。これを与えて (6) を積分すれば、天体の質量 M と半径 R の関係が得られます。

層状構造とモデルの比較

密度に応じて状態方程式の振る舞いが変わることに起因して、中性子星は層状構造をもつと考えられます。

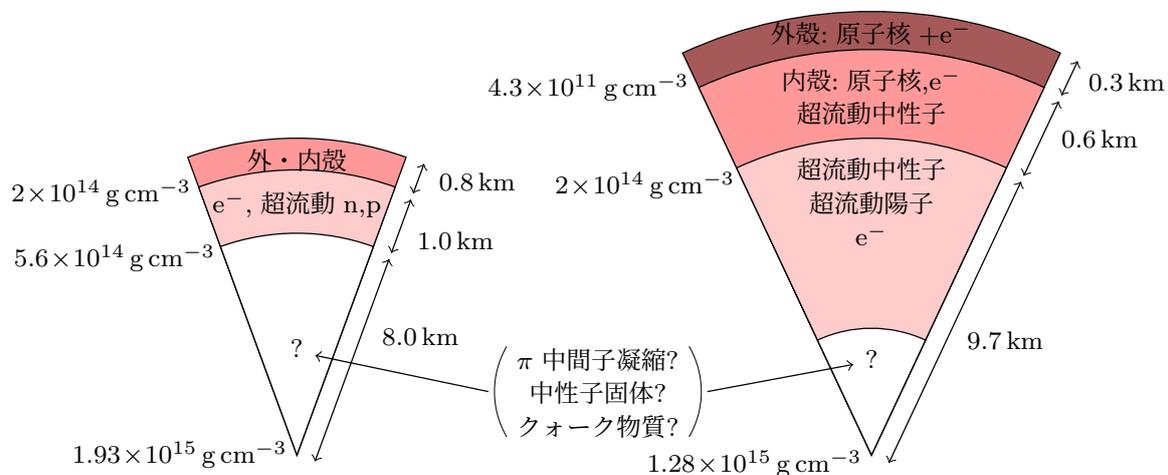


Figure 11. 軟らかい EOS(左) と硬い EOS(右) から計算した中性子星 (質量 $1.4 M_{\odot}$) の断面図 ([1]Figure 9.4 を参考に作成).

参考文献

[1] S.L. Shapiro & S.A. Teukolsky. "Black Holes, White Dwarfs, and Neutron Stars," Wiley, 1983.