

上智大学大学院理工学研究科物理学専攻

参考文献

- 1) 犬塚英治, 他, 「ホトンカウンティング・イメージング」日本学術振興会光電相互変換 125 委員会資料 101 回-382 号 (1982)。
- 2) A. E. Livingston, IEEE Trans. Nucl. Sci. 28, 1559 (1981)

6. 高密度星におけるニュートリノ制動輻射過程

松 本 憲 幸

白色矮星や中性子星等の高密度星内部領域においては、光子の平均自由行程が星の半径に比べてはるかに短い為、ニュートリノ輻射によるエネルギー損失が星の冷却を促すことになる。原子核密度以下 ($\rho \leq 4.2 \times 10^{14} \text{ g/cm}^3$) の高密度領域で重要になるニュートリノ過程に、制動輻射ニュートリノ過程がある。

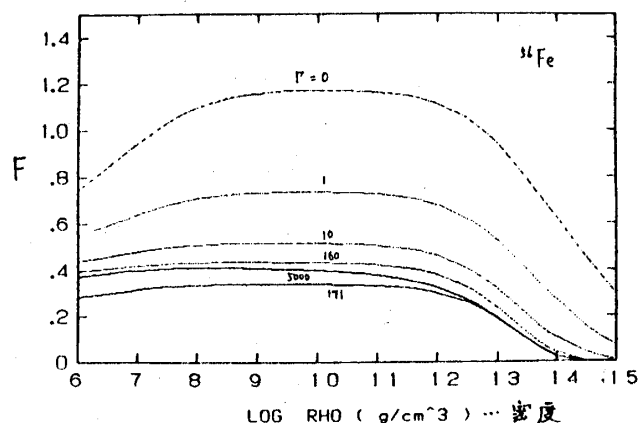
$$e^- + (Z, A) + e^- + (Z, A) + \nu + \bar{\nu} \quad (1)$$

この過程は、温度 $T \leq 10^9 \text{ K}$ の高密度領域においては、他のニュートリノ過程をはるかにしのぐ輻射率を持つことが知られており、近年の観測の精度の向上に伴って高い精度での理論計算が要求されている。

(1) は原子核を標的とした MeV 以上のエネルギーを持つ電子散乱過程であり、原子核の大きさやイオン相関等の効果はその輻射率に大きな影響を与える。我々は、ワインバーグ・サラム理論に基づき、原子核の大きさによる Coulomb 場の補正と液相 ($\Gamma < 171$) から固相 ($\Gamma \geq 171$) まで広くイオン相関の効果を取り入れた計算を行なった。その結果は、ニュートリノ輻射率を L とすると以下のように表わされる。

$$L = 0.5738 \text{ erg/cm}^3 \text{ S} \frac{Z^2}{A} \left(\frac{T}{10^8 \text{ K}} \right) \rho \left\{ \frac{1}{2} (C_V^2 + C_A^2) F - \frac{1}{2} (C_V^2 - C_A^2) G \right\} \quad (2)$$

C_V, C_A はニュートリノ・カレントと電子のベクトル・軸性ベクトルとの結合の強さを表わし G 関数は $V-A$ 型と $V+A$ 型の干渉を表わす為、相対論的な領域では無視できる。 F 関数の温度・密度依存性は下図のようになる。但し、 $\Gamma \geq 171$ の固相における輻射率は弾性散乱と



$$\left\{ \begin{array}{l} \Gamma = \frac{(Ze)^2}{kT r_{\text{ion}}} \\ r_{\text{ion}} \cdots \text{イオン球半径} \end{array} \right.$$

one phonon 交換過程の和となっている。 $\rho \geq 10^{12} (\text{g}/\text{cm}^3)$ での減衰は原子核の大きさによる Coulomb 場の緩和によるもので、 Γ 依存性はイオン相関の効果を表わしている。上図のように、イオン相関を考慮しない場合 ($\Gamma = 0$) に比べて 60 % 以上の輻射率の減衰が生じ、この効果は軽い元素に対してはさらに大きくなる。

参考文献

- N. Itoh, and Y. Kohyama, Ap. J., **275**, 858
 N. Itoh, N. Matsumoto, M. Seki, and Y. Kohyama, Ap. J., **279**, 463
 N. Itoh, Y. Kohyama, N. Matsumoto, and M. Seki, Ap. J., **280**, 787
 N. Itoh, Y. Kohyama, N. Matsumoto, and M. Seki, Ap. J., **285**, 304

7. 高密度星物質の輸送係数

関 みどり

超新星残骸の観測と中性子星の冷却のモデル計算との比較において、近年の X 線観測の精度の向上に伴い、高密度星物質の輸送係数、特に電気伝導率及び熱伝導率のより高精度の計算が必要となっている。

ここでは、プラズマの結合定数 $\Gamma > 171$ の結晶状態における高密度星物質の電気伝導率 σ 、熱伝導率 κ を電荷やエネルギーのキャリアである電子の U 過程を考慮して計算した。また、今までの計算で無視されていた Debye-Waller factor, 縮退した電子による dielectric screening 及び finite nuclear size の効果を取り入れた。すなわち、