

## 液体 Ar 検出器による超新星ニュートリノ検出のシミュレーション

吉田 敬 (東京大学大学院理学系研究科天文学専攻)

利用カテゴリ 汎用 PC

超新星爆発時には原始中性子星から  $10^{58}$  個のオーダーの大量のニュートリノが放出される。そして、ニュートリノが星の内部を通過する間にニュートリノのフレーバーはニュートリノ振動の効果により変換される。ニュートリノが Majorana 粒子で  $\mu_{\nu_{\alpha\beta}} \sim 10^{-12} \mu_B$  ( $\mu_B$ : Bohr 磁子) 程度の大きな磁気モーメントを持ち、かつ原始中性子星が非常に強い磁場を持つ場合には resonant spin flavor (RSF) conversion という  $\nu_\alpha \leftrightarrow \bar{\nu}_\beta$  間のフレーバー変換が起こる可能性がある。このニュートリノフレーバー変換は質量階層と混合角というニュートリノ振動パラメータやニュートリノと磁場との相互作用に依存し、超新星 ejecta の密度構造にも影響を受ける。そして、この影響はそれぞれのフレーバーのニュートリノエネルギースペクトルに反映される。

本研究では液体 Ar ニュートリノ検出器による超新星ニュートリノイベントに注目する。この検出器では荷電カレント反応の  $^{40}\text{Ar}(\nu_e, e^-)^{40}\text{K}^*$  と  $^{40}\text{Ar}(\bar{\nu}_e, e^+)^{40}\text{Cl}^*$ 、中性カレント反応の  $^{40}\text{Ar}(\nu, \nu')^{40}\text{Ar}^*$ 、電子散乱による多くの種類のニュートリノイベントを検出できると考えられている。我々は  $15M_\odot$  の超新星爆発で放出されるニュートリノのフレーバー変換を MSW 効果と RSF conversion の効果を両方取り入れて計算した。その中で質量階層の違い、ニュートリノ振動の混合角  $\theta_{13}$ 、ニュートリノ磁気モーメントの有無をパラメータとした。そして、この超新星が地球から 10kpc の距離で爆発したと仮定し、100kton の液体 Ar 検出器でニュートリノを検出する場合のニュートリノイベント数を見積もった。

我々は全ニュートリノイベントのうち、 $\nu_e$  荷電カレントと中性カレントのイベント数比  $r_{\text{CC}(\nu_e)/\text{NC}}$  と  $\bar{\nu}_e$  と荷電カレントと中性カレントのイベント数比  $r_{\text{CC}(\bar{\nu}_e)/\text{NC}}$  との関係調べた。図 1 にそれぞれのニュートリノ振動パラメータにおける  $r_{\text{CC}(\nu_e)/\text{NC}}$  と  $r_{\text{CC}(\bar{\nu}_e)/\text{NC}}$  の関係を示す。その結果、 $r_{\text{CC}(\nu_e)/\text{NC}}$  と  $r_{\text{CC}(\bar{\nu}_e)/\text{NC}}$  の関係調べることによってイベント数からニュートリノ振動パラメータと RSF conversion の効果の有無に関して制限をつけられる可能性があることがわかった。さらに、超新星爆発時の neutronization burst におけるニュートリノ放射も考慮するとニュートリノ振動パラメータにより制限をつけられることがわかった。

Yoshida, T. et al. (2011), *Phys. Lett. B* **704** 108-112.

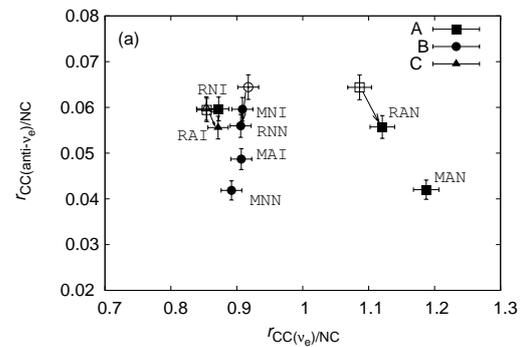


図 1:  $r_{\text{CC}(\nu_e)/\text{NC}}$  と  $r_{\text{CC}(\bar{\nu}_e)/\text{NC}}$  との関係。RAN, RAI, RNN, RNI, MAN, MAI, MNN, MNI はニュートリノ振動パラメータとニュートリノ磁気モーメントの違い。詳細は Yoshida et al. (2011) を参照。