

scotogenic模型における flavored leptogenesis

○関川優梨花¹, 浅井健人², 佐藤丈¹, 山中真人³, 高西康敬⁴ (横浜国立大学¹, 東京大学 ICRR², 法政大学³, 埼玉大学⁴)

scotogenic模型でのレプトン数生成

Scotogenic模型のモチベーション

- ニュートリノ質量の起源
- 暗黒物質の存在
- バリオン数非対称

Scotogenic模型

標準模型 (Z₂ even)

+

右巻きニュートリノ (Z₂ odd) : N_i

SU(2)_L 二重項スカラー (Z₂ odd) : $\eta = \begin{pmatrix} \eta^+ \\ \eta^0 \end{pmatrix}$

[1] E. Ma, Phys.Rev.D 73 (2006) 077301

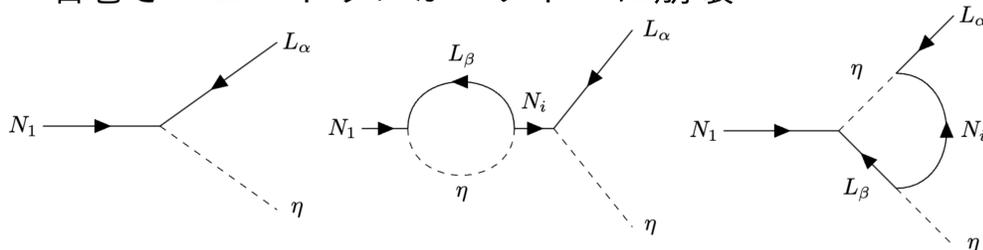
$$\mathcal{L} \supset (h_{\alpha i} \bar{L}_\alpha \tilde{\eta} N_i + \text{h.c.}) - \frac{1}{2} M_i N_i N_i - V$$

$$V = m_\eta^2 \eta^\dagger \eta + \frac{1}{2} \lambda_2 (\eta^\dagger \eta)^2 + \lambda_3 (\Phi^\dagger \Phi) (\eta^\dagger \eta)$$

$$+ \lambda_4 (\Phi^\dagger \eta) (\eta^\dagger \Phi) + \frac{1}{2} \lambda_5 [(\Phi^\dagger \eta)^2 + \text{h.c.}]$$

レプトン数生成

右巻きニュートリノがレプトンに崩壊



➡ レプトン数非対称が生成される

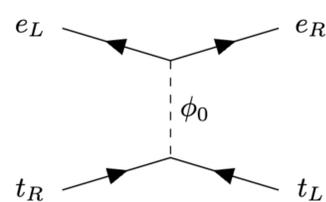
$$\epsilon_1 = \frac{\sum_\alpha [\Gamma(N_1 \rightarrow L_\alpha \eta) - \Gamma(N_1 \rightarrow \bar{L}_\alpha \eta^\dagger)]}{\sum_\alpha [\Gamma(N_1 \rightarrow L_\alpha \eta) + \Gamma(N_1 \rightarrow \bar{L}_\alpha \eta^\dagger)]}$$

電弱スファレロン過程

➡ バリオン数非対称 $B = \frac{28}{79}(B - L)$

◆バリオンに転換されるのは左巻きのレプトンのみ

- Higgsとの湯川相互作用があると左巻きレプトンが右巻きに転換



- 湯川相互作用の大きさは **フレーバーに依存**

フレーバー効果を考慮した B-L の時間発展

フレーバー効果

- ◆ Higgsとの湯川相互作用の反応率とHubbleとの比 $\Gamma/H(T)$ はレプトンのフレーバーに依存

例. $10^9 \text{ GeV} > T > 10^6 \text{ GeV}$ のとき、

$$\Gamma_\tau/H > 1, \quad \Gamma_\mu/H > 1, \quad \Gamma_e/H < 1$$

- ◆ N_1 の各フレーバー L_α への崩壊率は $h_{\alpha i}$ に依存

➡ レプトンフレーバーを区別して扱うことで生成されるレプトン数が変化

B-L の時間発展

ニュートリノ湯川 $h_{\alpha i}$ を変えながら

ボルツマン方程式を解き、B-L数の時間発展を追跡

➡ 観測値 Y_{B-L}^{obs} を再現するパラメータの存在を確認

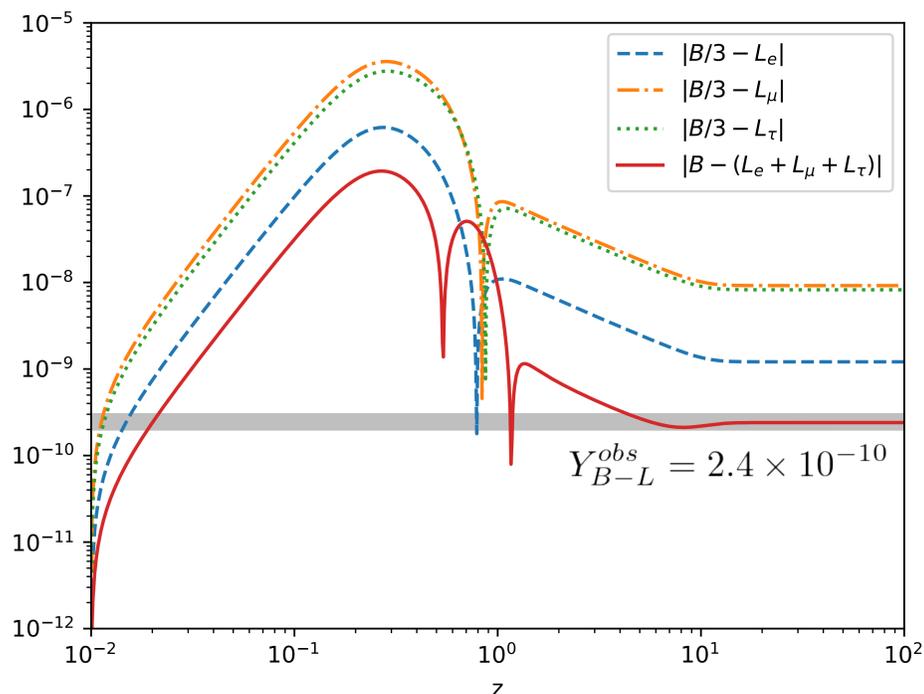


図1. B-L数と、各フレーバーのB/3-L_α数の時間発展

$$\begin{aligned} N_1 \text{ の質量 } & M_1 = 10^7 \text{ GeV} & M_2/M_1 = M_3/M_2 = 1.5 \\ \eta \text{ の質量 } & m_\eta = 10^4 \text{ GeV} & \nu_L \text{ の質量 } m_1 = 10^{-20} \text{ GeV} \\ \lambda_5 & = 10^{-7} & h_{1e} \sim h_{1\mu} \sim h_{1\tau} \sim 4 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

まとめと今後の展望

- ◆ scotogenic模型でのleptogenesisにおいて、 $\Gamma/H(T)$ がフレーバーに依存することを考慮して計算を行い、観測値を再現するパラメータ ($M_1, m_1, m_\eta, \lambda_5, h_{\alpha i}$) が存在することを確認
- ◆ N_1 の崩壊時にフレーバーに大きく偏りが生じる場合についてのB-L数への影響を調査
- ◆ M_1, λ_5 の値を変えて、第2、第3世代の右巻きニュートリノによるレプトン数生成の可能性を検討