

Protecting the primordial baryon asymmetry in the $SU(2)_L$ triplet Higgs model compatible with KamLAND and WMAP

長谷川 耕平 (神戸大学)¹

宇宙の初期バリオン数を仮定し、それが $SU(2)_L$ triplet Higgs モデルにおいて消去されない条件を求めた [1]。このモデルでは $SU(2)_L$ triplet Higgs 場が新たに導入され、ツリーレベルで Majorana ニュートリノ質量が出る。ニュートリノ質量行列は triplet Higgs 場と二つのレプトン doublet の湯川結合 $f_{\alpha\beta}$ ($\alpha, \beta = e, \mu, \tau$) と triplet Higgs 場の真空期待値 (v_Δ) の積 ($M_{\alpha\beta} = v_\Delta f_{\alpha\beta}$) で与えられるが、この湯川結合のみではレプトン数が自発的に破れてしまいマヨロン問題を引き起こしてしまう。これを避けるために、triplet Higgs 場と doublet Higgs 場の三点結合 (A) を導入してレプトン数を陽に破っておく。湯川結合 $f_{\alpha\beta}$ を通じた triplet Higgs 場の二つのレプトンへの崩壊、逆崩壊過程の反応率を Γ_f と書き、triplet Higgs 場の二つの doublet higgs 場への崩壊、逆崩壊過程の反応率を Γ_A と書く。バリオン数残存条件は「 $\Gamma_f < H$ 又は $\Gamma_A < H$ 」である。何故ならば、どちらかの反応が起こらない宇宙ではレプトン数は陽に破れないので消去もされないからである。論文 [1] ではこの条件をボルツマン方程式を解く事により導出した。この条件を三つ場合 1. 「 $\Gamma_f < H$ かつ $\Gamma_A < H$ 」、2. 「 $\Gamma_f < H$ かつ $\Gamma_A > H$ 」、3. 「 $\Gamma_f > H$ かつ $\Gamma_A < H$ 」に分けて調べる。まず 1. の場合にはニュートリノ質量行列の全成分の大きさに $|M_{\alpha\beta}| < 6.5 \times 10^{-4} eV$ という厳しい制限が triplet Higgs 場の質量 (M_Δ) によらずについてしまう。ニュートリノ振動実験で観測されている質量二乗差を出せない。よってレプトンセクターで L_e, L_μ, L_τ の線形結合からなる近似対称性を課すことにする。これには、 $L_e, L_\mu, L_\tau, L_e + L_\mu, L_e - L_\mu, L_e + L_\mu - L_\tau$ など全部で 13 種類の可能性がある。例えば近似 L_e 対称性を課した場合には、バリオン数残存条件は $|M_{\alpha e}| < 6.5 \times 10^{-4} eV$ となる。ニュートリノ振動実験での観測量から一つの質量固有値のみを変数にもつてもニュートリノ質量行列はこの制限を Normal, Inverted 質量スペクトラムのどちらの場合にも満たすことができない。同様に全 13 種類の近似対称性についても実験の結果から決まるニュートリノ質量行列を満たせないことが分かる。2. と 3. の場合にはバリオン数残存条件を満たしかつニュートリノ振動実験と WMAP の結果、さらに ρ パラメータに対する制限を同時に満たせる領域が存在する事を示した。

参考文献

- [1] K. Hasegawa, "Protecting the primordial baryon asymmetry in the $SU(2)_L$ triplet Higgs model compatible with KamLAND and WMAP", Phys.Rev.D70(2004)054002 (arxiv:hep-ph/0403272)

¹e-mail:kouhei@kobe-u.ac.jp