

フレイバー対称性とループシーソー模型 および暗黒物質の考察

金沢大学理論物理学研究室

岡田 寛

共同研究者 久保、梶山

D6 Family symmetry and CDM at LHC
(Phys. Rev. D75.033001)

Introduction

ニュートリノ質量は他の3セクターより
かなり軽い！

ニュートリノ質量の生成メカニズム

i) Canonical seesaw model

$$L = \frac{f_{ij}}{\Lambda} (L\phi)^T (L\phi) \quad (1)$$

$$10^9 \text{GeV} < \Lambda$$

(T. Yanagida, proc. of the Workshop)

実験で観測不可能！

ii) loop seesaw model

- Extra higgsを導入しloop-levelで Neutrinoを生成する機構！

＊ 実験で観測可能

- 新粒子に Z_2 parity odd 課す



SUSYに拡張する事無く暗黒物質の議論が可能！

A.Zee,Phy.lett.(1980)

hep-ph/0210389
;M.Krauss,S.Nasri,M,Trodden

hep-ph/0601225;E.Ma

Ma model.... Extra higgs 1 個と経済的

TexturesとPredictions

- D 6 (Dihedral Group)対称性をフレーバー対称性として使い質量行列を制限する事が出来る。

パラメータ数

real part

...6個

imaginary part

...1個

charged-lepton sector

$$M_e = \begin{pmatrix} -m_2 & m_2 & m_5 \\ m_2 & m_2 & m_5 \\ m_4 & m_4 & 0 \end{pmatrix}$$

neutrino sector

$$M_\nu = \begin{pmatrix} 2(\rho_2)^2 & 0 & 0 \\ 0 & 2(\rho_2)^2 & 2\rho_2\rho_4 \\ 0 & 2\rho_2\rho_4 & 2(\rho_4)^2 + (\rho_3)^2 e^{2i\phi} \end{pmatrix}$$

hep-ph/0302196;J.Kubo,Mondragon...

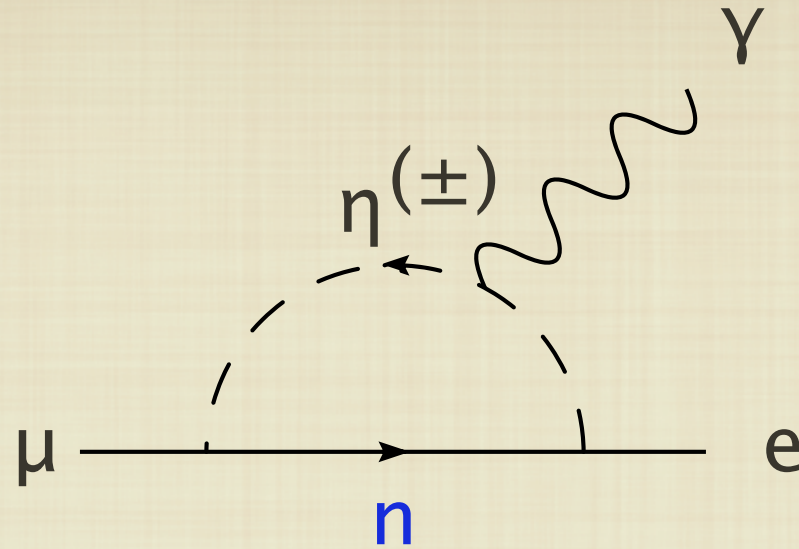
予言

- inverted hierarchy
- maximal mixing
- $m_{\nu 2} = 0.038 \sim 0.067 \text{ eV}$
- $|U_{e3}| \sim 0.0034 < 0.2$
- $\langle m_{ee} \rangle = 0.038 \sim 0.067 \text{ eV}$

暗黒物質

について

$\mu \rightarrow e\gamma$. からの制限



η は荷電粒子しか飛ばないから、CDMにはなれない。ループで n_l, n_s と η_l, η_s がそれぞれ飛ぶ。つまり6種類。

この場合、Right handed neutrino
が暗黒物質になる。

※ 離散群の要請から n_l の質量は同じ！！

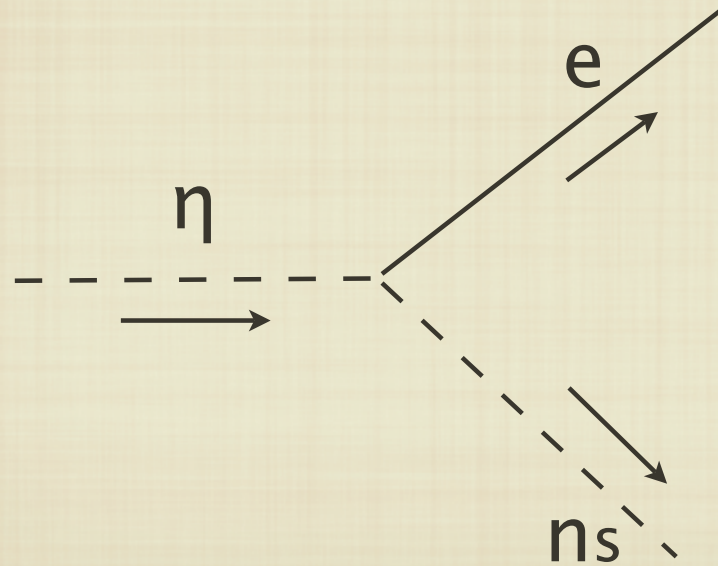
- n_1 が暗黒物質候補の時

fine tuningが
必要！！

- n_s が暗黒物質候補の時

η_s は e_L としか主にカップルしないので、
非常にクリーンな反応がLHC
で確認できる(もしあれば...)。

$$Y^S \simeq \begin{pmatrix} 0 & 0 & h_3 \\ 0 & 0 & \sqrt{2}\epsilon_e h_3 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad (\sqrt{2}\epsilon_e = m_e/m_\mu \simeq \sqrt{2}\sin\theta_{13} \simeq 0.0048).$$

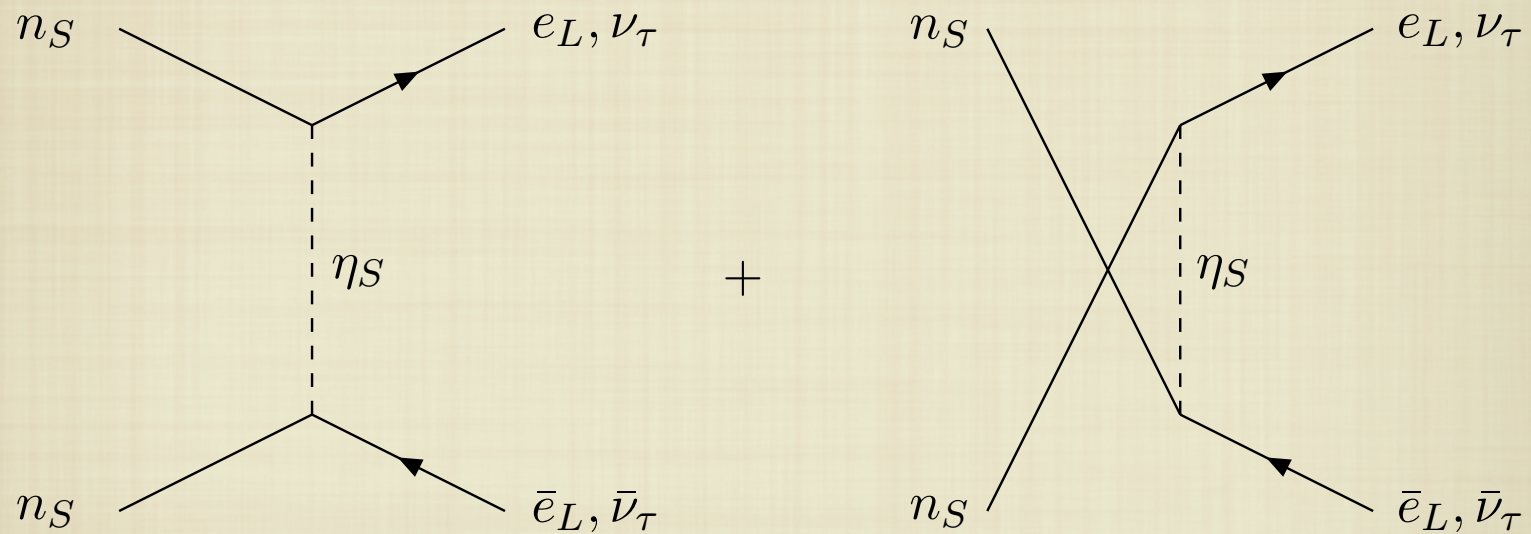


(例)

$m_s > O(300)\text{GeV}, F_2 \sim 1/12, h_3 \sim 0.93$

宇宙論の立場から暗黒物質を解析する。

今はnsの特徴を調べる事になる。



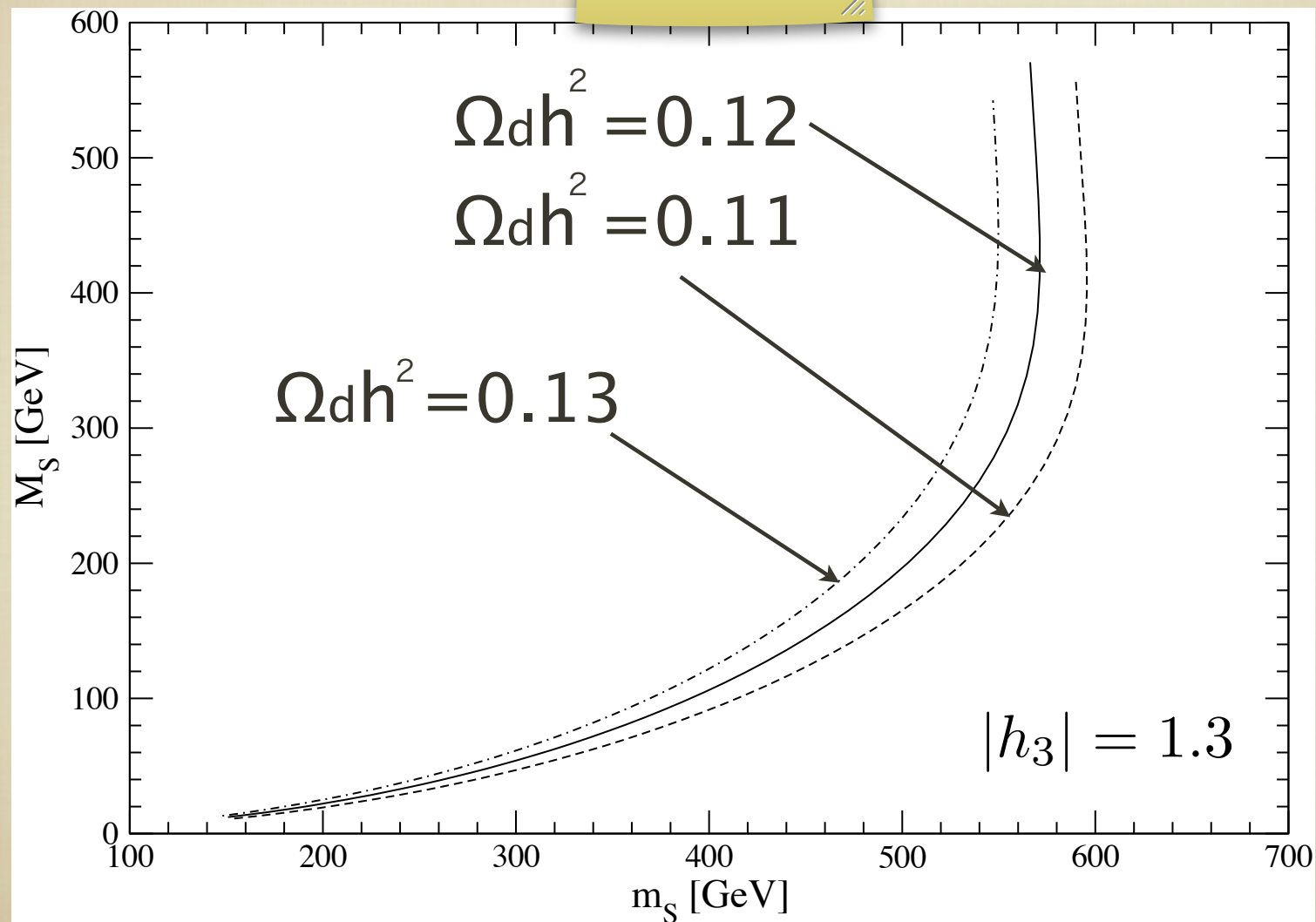
- ns の annihilation diagram

K. Griest, Phys. Rev.D38, 2357
(1988)

K. Griest, M. Kamiokande and
M.S. Turner, Phys. Rev.D41,
3565(1990)

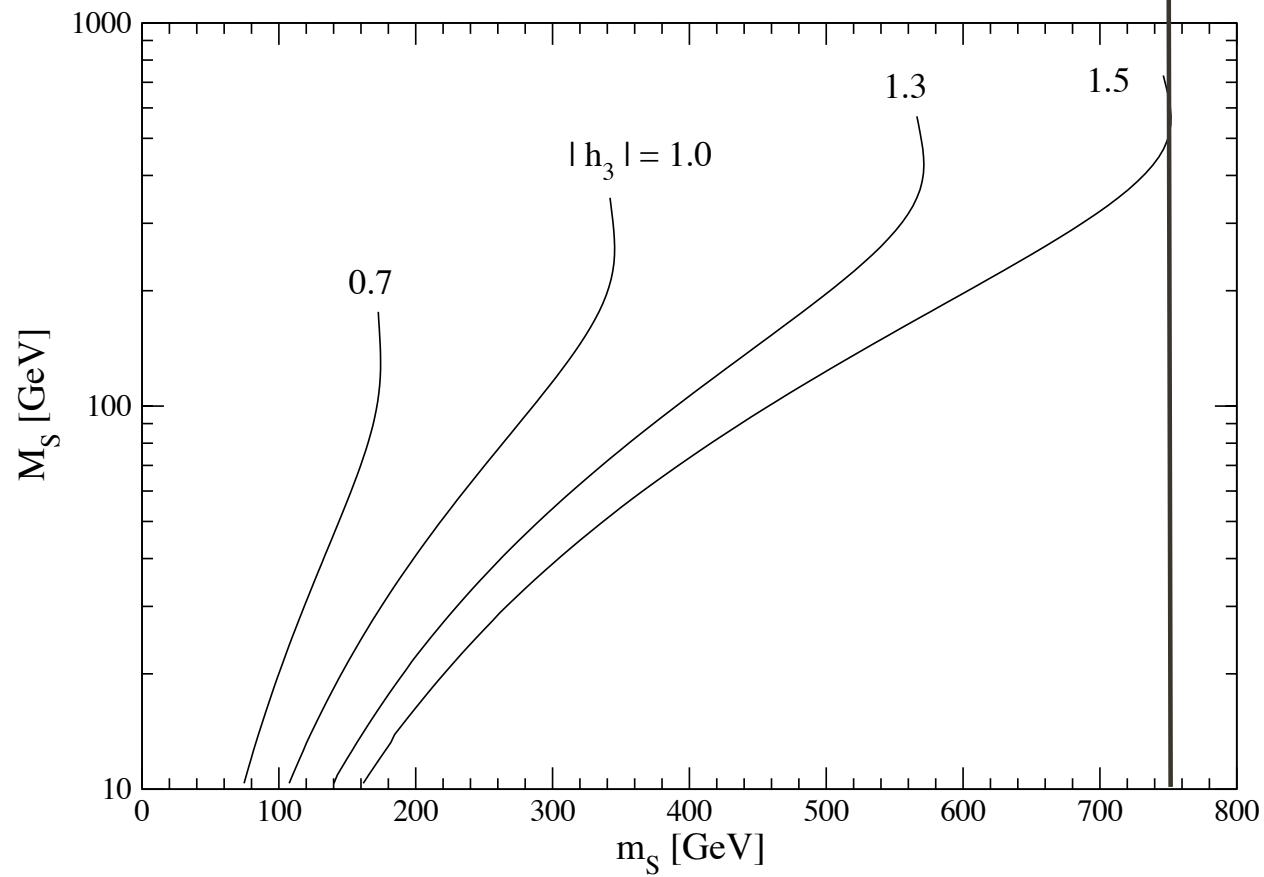
Msとmsとの関係

ms...ηの質量
Ms...nsの質量



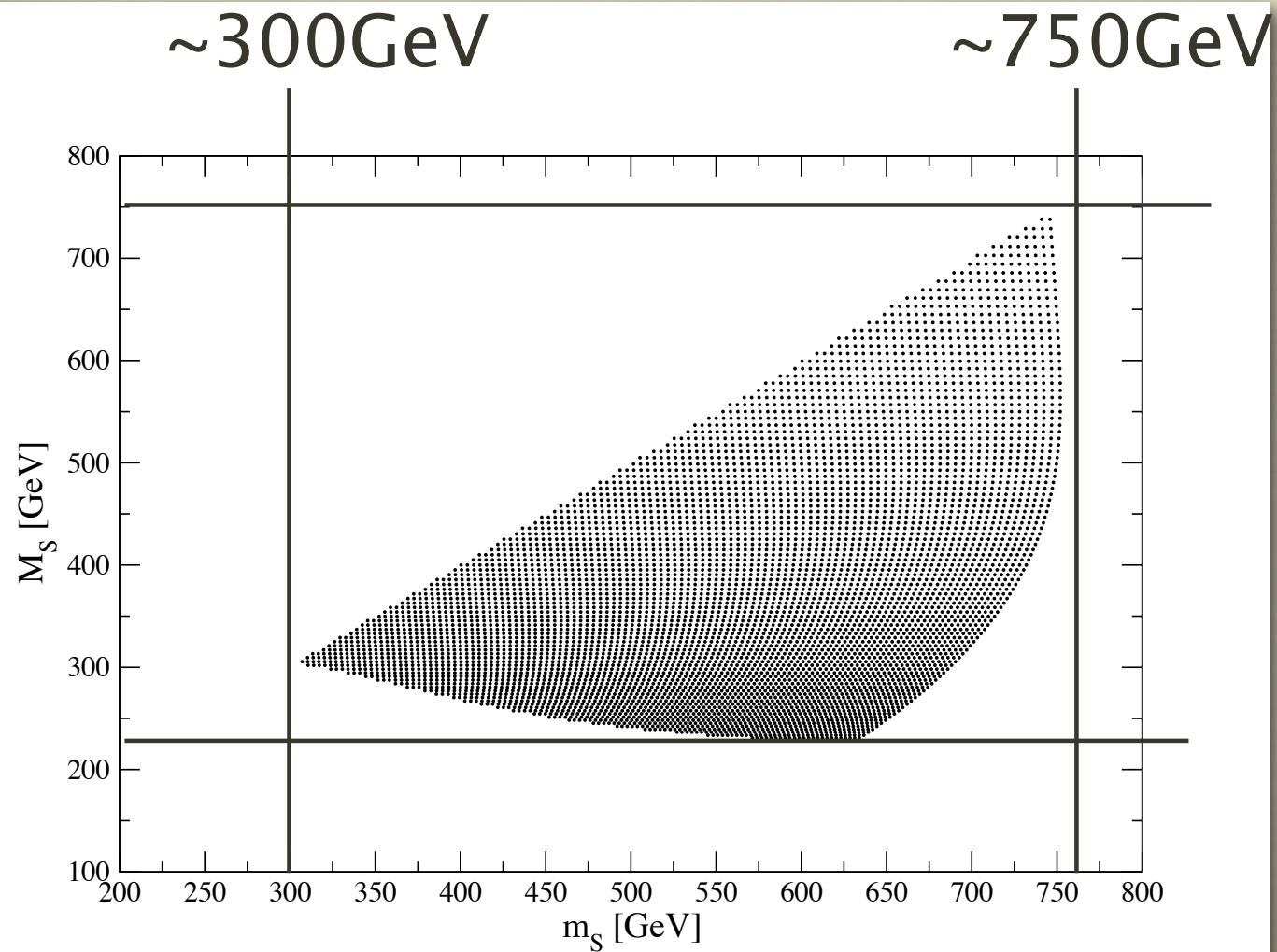
$$\Omega_{\text{d}} h^2 = 0.12$$

$$m_s \sim 750 \text{ GeV}$$



($\mu \rightarrow e, \gamma$ とCDM両方を考慮したグラフ)

$$\Omega_{\text{CDM}} h^2 = 0.12 \quad B(\mu \rightarrow e, \gamma) < 1.2 \times 10^{-11}$$



~750GeV

~230GeV

$$|h_3| < 1.5$$

まとめ

- Predictive なニュートリノ質量行列を維持しつつ、暗黒物質について議論した。

結果

- $\mu \rightarrow e, \gamma$ の計算と宇宙論から来る制限を考慮すると、

暗黒物質候補 $ns...$ $230\text{GeV} < N_s < 750\text{GeV}$

$\eta s...$ $300\text{GeV} < N_s < 750\text{GeV}$

- 非常にクリーンな反応が見られることが期待される。