

TeV スケール 右巻き

スニュートリノに対する

現象論的制限

ICEPP シンポジウム @ 白馬

2月20日(日)

お茶の水女子大学 表 文

1. Introduction

・ ニュートリノ質量の起源

・ ツーソー機構

・ ニュートリノはマヨラナ粒子

$$\begin{cases} \nu_M = \nu_L + \nu_R^c \\ \nu_M^c = \nu_M \end{cases}$$

・ 標準模型を拡張

ν_R : $SU(2)$ 1重項, $Y=0$

$$\mathcal{L} \sim (\bar{\nu}_L \ \bar{\nu}_L^c) \begin{pmatrix} \sim 0 & f_{\nu} \nu \\ f_{\nu} \nu & M \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \nu_R^c \\ \nu_R \end{pmatrix} + h.c.$$

対角化

観測されている
ニュートリノ質量

$$\begin{pmatrix} \frac{f_{\nu} \nu^2}{M} & 0 \\ 0 & M \end{pmatrix} \quad f_{\nu} \nu \ll M$$

・ 超対称性理論 (SUSY)

- ・ ボソンとフェルミオン間にある対称性

$$| \text{Boson} \rangle = Q | \text{Fermion} \rangle$$

$$| \text{Fermion} \rangle = Q | \text{Boson} \rangle$$

Q : スピンを±変換する
オペレータ

- ・ ゲージ階層性問題を解決するための手法として提案された。
- ・ 標準模型の粒子に加え、それらとスピンが±違う粒子を新たに導入。

↑
super-partner
~ 付きで表す

▼ A : SM 粒子

$$m_A = m_{\tilde{A}}$$

↑ 発見されていない。



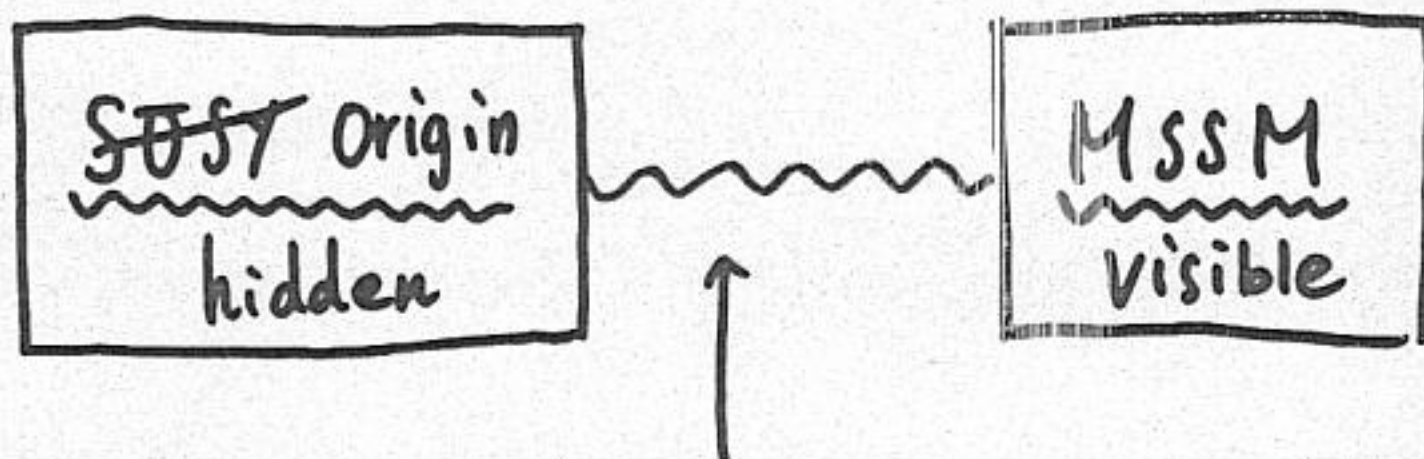
SUSY は破れている ... ?

▼ SUSY の破れ (gravity-mediated ~~SUSY~~ scenario)

~~SUSY~~: "hidden" sector 粒子

↑
chiral supermultiplet など。

"visible" sector とは相互作用
しない。



- ・ 双方を媒介する粒子が存在。
- ・ soft term に現れる。

hidden sector 2" ~~SUSY~~, $\text{vev } \langle F \rangle$ を
持つ。 visible sector 2" は、

$$M_{\text{soft}} \sim \frac{\langle F \rangle}{M_{\text{pl}}}$$

$$\langle F \rangle \approx m_I^2 : \text{intermediate} \\ \approx m_{\text{SUSY}} \cdot M_{\text{pl}} \quad \text{Scale}$$

↓

$$M_{\text{soft}} \sim m_{\text{SUSY}}$$

▼ SUSY が破れる エネルギー スケール

・ 粒子の質量: 理論が適用される
限界値

◎ もし、SUSY が TeV スケールで破れてい
たとすると、現在建設中(計画)の加
速器で SUSY 粒子を発見可能。

▼ モデルの特徴

- ・ 右巻きニュートリノの質量 : SUSY breaking Scale.

- ・ ニュートリノ質量

$$\frac{M_{\text{SUSY}}^2}{M_{\text{Pl}}^2} \sim 1 \text{ meV} \quad (M_{\text{SUSY}} \sim 1 \text{ TeV})$$

↑

supergravity model で説明。

- ・ スニュートリノの質量

- ・ MSSM : $m_D = m_R = 0$

- ・ sMajorana : $m_D = \underline{\nu \cdot M_{\text{SUSY}}}$
 $m_R = \underline{M_{\tilde{R}}}$

↓

スニュートリノ質量行列の全成分が comparable な値を持つ。

注目

2. s Majorana (supergravity におい)

$$\left[\frac{X^+}{M_{Pl}} N N \right]_D + \left[\frac{X}{M_{Pl}} L N H_u \right]_F$$

N : $SU(2)$ singlet lepton

L : charged lepton

H_u : Higgs doublet

▼ SUSY が破れると...

$$\langle X \rangle \approx M_I \approx (M_{SUSY} \cdot M_{Pl})^{\frac{1}{2}}$$

Yukawa term

$$\frac{1}{M_{Pl}} [X L N H_u] \approx \frac{M_I}{M_{Pl}} L N H_u$$

$$\approx \sqrt{\frac{M_{SUSY}}{M_{Pl}}} L N H_u$$

right-handed neutrino

$$\frac{1}{M_{Pl}} [X N N] \approx \frac{M_I^2}{M_{Pl}} N N'$$

$$\sim M_{SUSY} N N$$

これからより、軽いニュートリノ質量は、

$$m_\nu \sim \frac{M_{SUSY}^2}{M_{Pl}} \sim 1 \text{ meV}$$

$$(M_{SUSY} \sim 1 \text{ TeV})$$

3. モデルの解析

μ - オン 磁気異常モーメント

磁気モーメント

$$\vec{\mu} = g \left(\frac{e}{2m} \right) \vec{S}$$

↑

Dirac 方程式より、 $g=2$ と考えられる。
しかし、輻射補正の効果を含めると、
わずかにずれる。その値は、

$$a \equiv \frac{g-2}{g}$$

~~~~~  
磁気異常モーメント

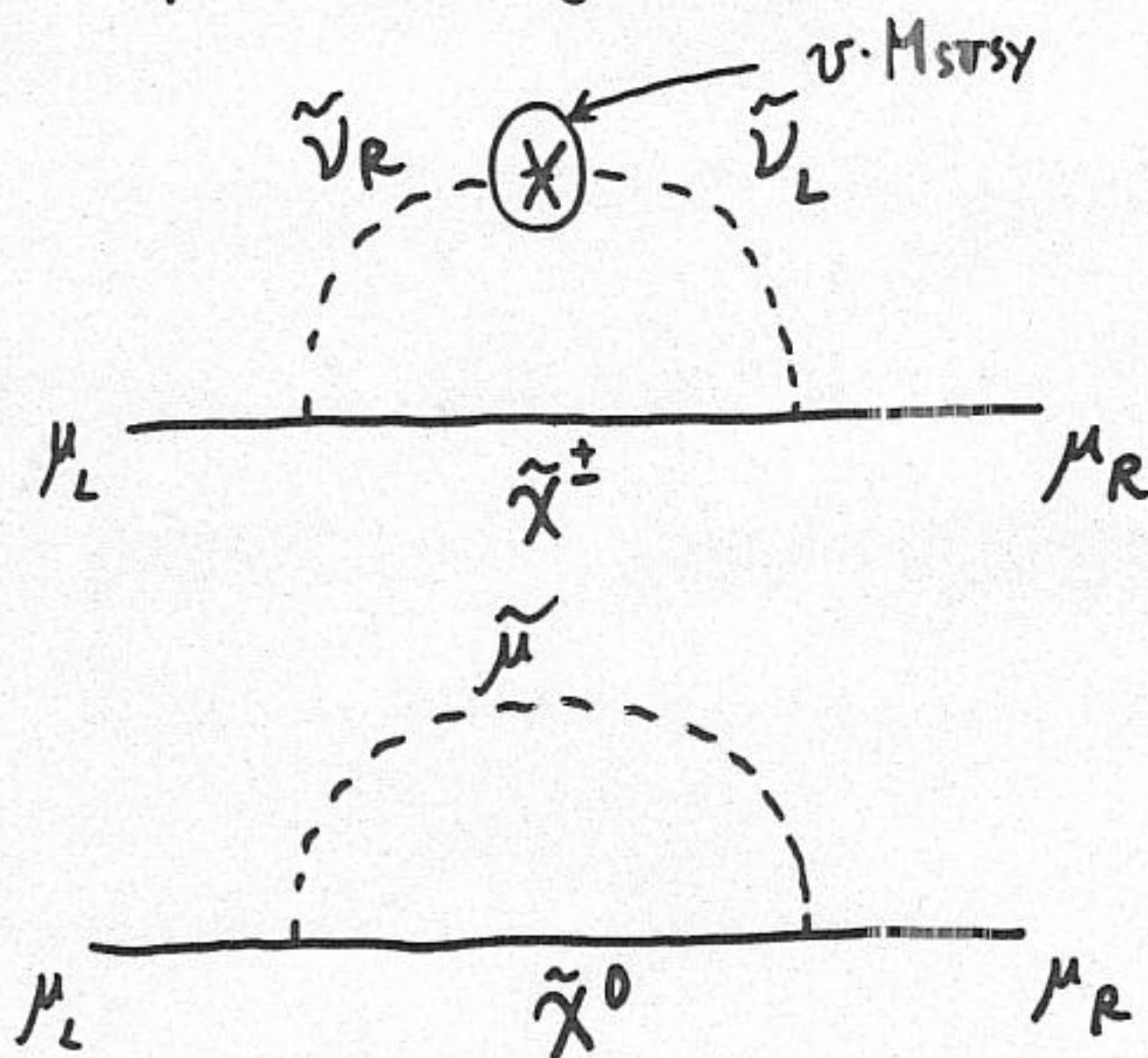
$$L_{\text{eff}} = -e \bar{f} A_{\mu} \frac{i}{2m_{\mu}} \sigma^{\mu\nu} g_{\nu} f A_{\mu}$$

$m_{\mu}$ : μ - オンの質量

$g_{\mu}$ : μ - オンの  
磁気異常モーメント

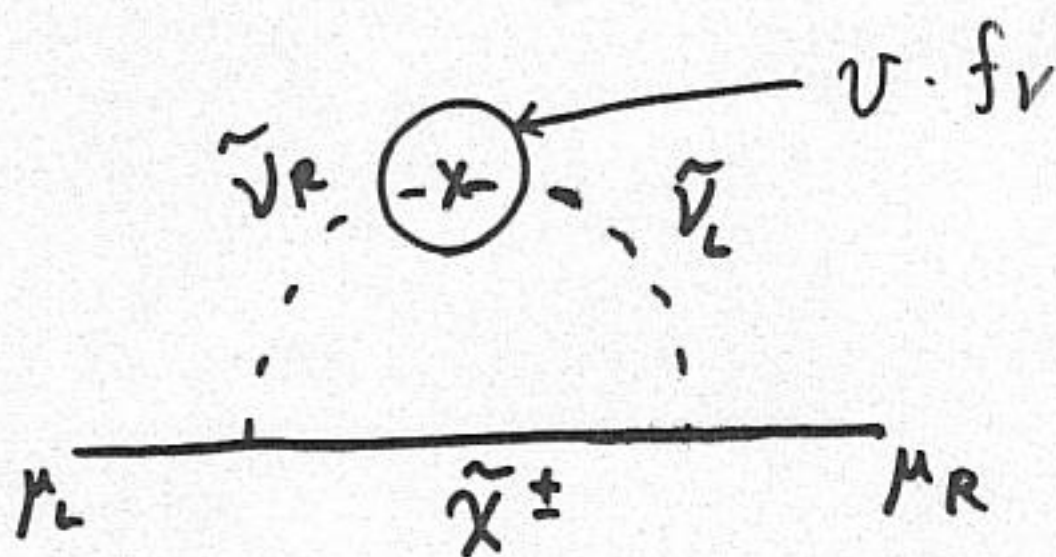


▼ Feynman diagram



+  $\tilde{\nu}_R$

▼  $MSSM^V (= \text{not } Z')$



$f_\nu \ll M_{\text{SUSY}}$



### 3. まとめ

- 右巻きニュートリノの質量が  $\text{TeV}$  スケールになる模型が近年提案された。
- この模型では  $\nu$  ニュートリノの質量行列のディラック質量の成分が従来の模型に比べ、はるかに大きい。
- ミューオンの磁気異常モーメントの実験結果からこの模型に対する制限を考えた。
- 今後、2-loop の効果も含めて考えて行きたい。