

# Classification of flavor models with two zero texture (minor) neutrino mass matrix

K. Asai<sup>(ICRR)</sup> C. Miyao<sup>(Kyushu U.)</sup> S. Okawa<sup>(ICCUB)</sup> K. Tsumura<sup>(Kyushu U.)</sup>

## ①研究の背景と目的

### ■ 研究背景

- $U(1)_{L_\mu-L_\tau}$  模型はミューオンg-2を補正.
- ニュートリノに関する様々な実験結果の精密化.  
→ 単純な標準模型の拡張は実験の説明が難しい.

### ■ 我々の目的

- 実験と整合する $U(1)_{L_\mu-L_\tau}$  gauge対称性に基づくフレーバー模型を構築すること.
- 可能な模型を用いて実験で決定されていないニュートリノの質量やマヨラナ位相に予言を与えること.

## ②導入

### ■ ニュートリノ質量

- レプトンの混合行列を用いた一般的な表示は,

$$\mathcal{M}_{\nu L} = U_{\text{PMNS}} \text{diag}(m_1 \ m_2 \ m_3) U_{\text{PMNS}}^T \equiv \mathcal{M}_{\nu L}^{\text{gen.}}$$

$$U_{\text{PMNS}} \equiv \begin{pmatrix} V_{11} & V_{12} & V_{13} \\ V_{21} & V_{22} & V_{23} \\ V_{31} & V_{32} & V_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & & \\ & e^{i\alpha_2/2} & \\ & & e^{i\alpha_3/2} \end{pmatrix}.$$

$m_i$ :軽いニュートリノの質量  $\alpha_i$ :マヨラナ位相

$V_{ij}$ :混合角やCP位相をまとめて書いた成分

- シーソー機構を用いた表示は,

$$\mathcal{M}_{\nu L} \simeq -\mathcal{M}_D \mathcal{M}_R^{-1} \mathcal{M}_D^T.$$

→ これらを比較することで条件式が得られる.

### ■ 2 zero texture(minor) ニュートリノ質量行列

- $U(1)_{L_\mu-L_\tau}$  gauge模型にはシーソー機構を通して質量行列(やその逆行列)に以下の構造をもつものが存在.

$\mathcal{M}_{\nu L}$  のうち2つの成分が0 → 2 zero texture

$\mathcal{M}_{\nu L}^{-1}$  のうち2つの成分が0 → 2 zero minor

- 0成分の位置によって以下のように呼ばれる.

$$\mathbf{B}_3: \begin{pmatrix} * & 0 & * \\ 0 & 0 & * \\ * & * & * \end{pmatrix}, \mathbf{B}_4: \begin{pmatrix} * & * & 0 \\ * & * & * \\ 0 & * & 0 \end{pmatrix}, \mathbf{C}: \begin{pmatrix} * & * & * \\ * & 0 & * \\ * & * & 0 \end{pmatrix}$$

### ■ 解析に使う条件式の例

- $\mathbf{B}_3$  texture の場合

$$(\mathcal{M}_\nu^{\text{gen.}})_{12} = V_{11}V_{21}m_1 + e^{i\alpha_2}V_{12}V_{22}m_2 + e^{i\alpha_3}V_{13}V_{23}m_3 = 0.$$

$$(\mathcal{M}_\nu^{\text{gen.}})_{22} = V_{21}^2m_1 + e^{i\alpha_2}V_{22}^2m_2 + e^{i\alpha_3}V_{23}^2m_3 = 0.$$

- $\mathbf{C}$  minor の場合

$$(\mathcal{M}_\nu^{\text{gen.}^{-1}})_{22} = \frac{V_{21}^2}{m_1} + \frac{e^{i\alpha_2}V_{22}^2}{m_2} + \frac{e^{i\alpha_3}V_{23}^2}{m_3} = 0.$$

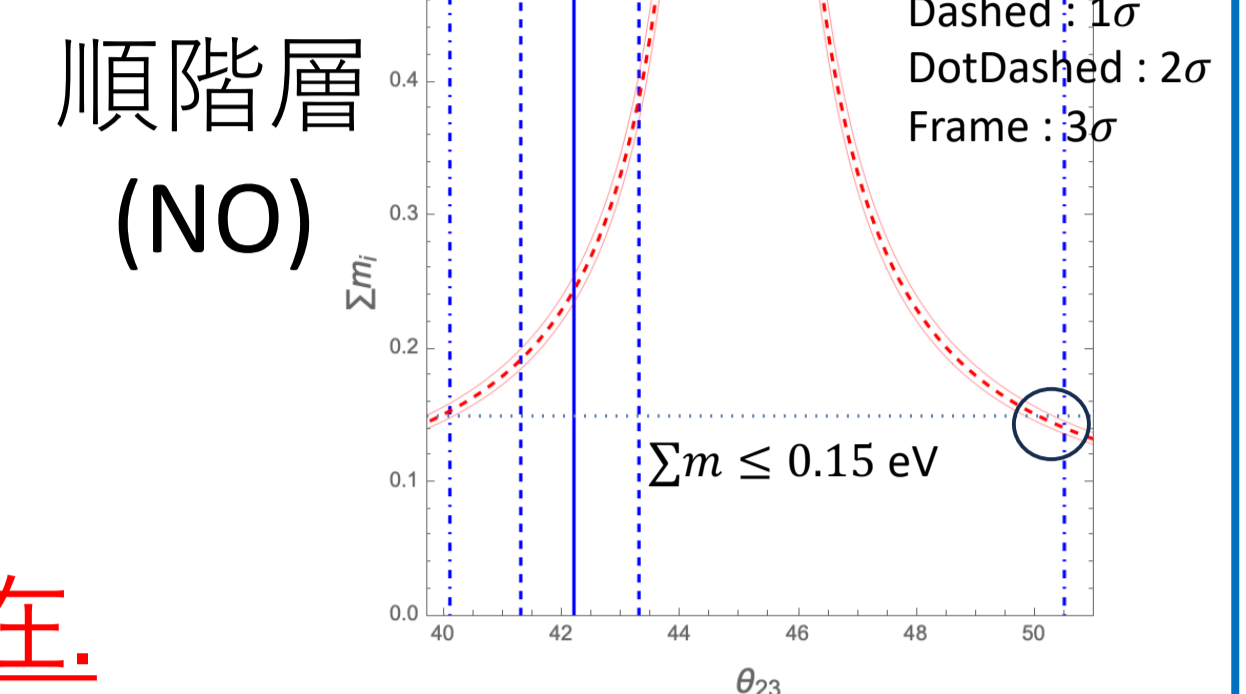
$$(\mathcal{M}_\nu^{\text{gen.}^{-1}})_{33} = \frac{V_{31}^2}{m_1} + \frac{e^{i\alpha_2}V_{32}^2}{m_2} + \frac{e^{i\alpha_3}V_{33}^2}{m_3} = 0.$$

## ③最小 $U(1)_{L_\mu-L_\tau}$ gauge模型の解析結果

以下はNuFIT5.2の混合角, 質量2乗差などを用いて先行研究の模型の再解析を行なった結果である.

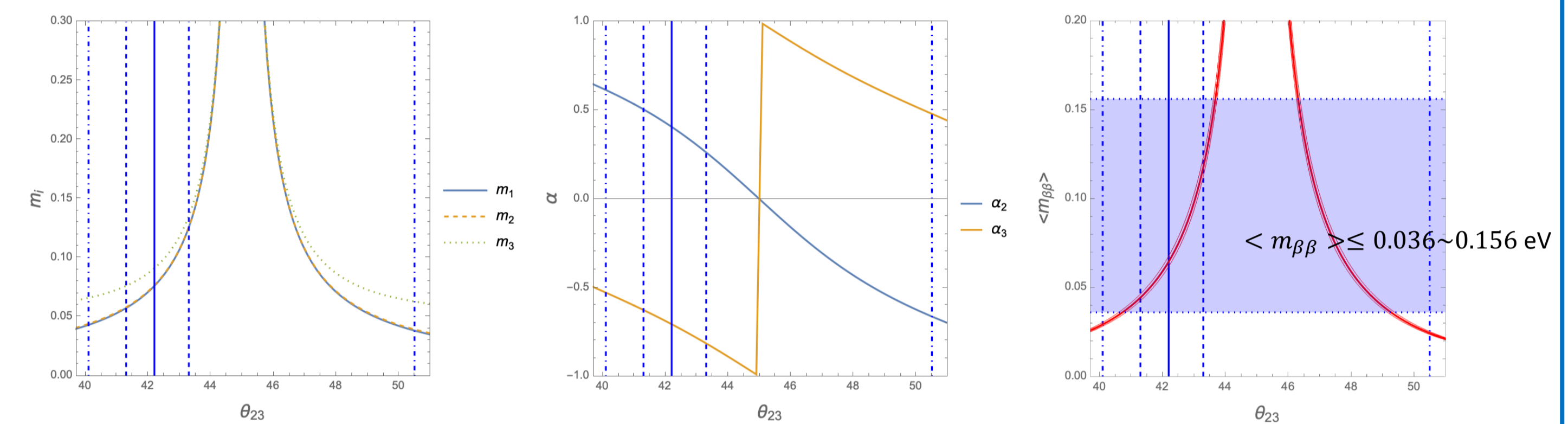
### ■ SM + 右巻きニュートリノ + SU(2) singlet スカラー $\sigma$

	$\sigma$
$U(1)_{L_\mu-L_\tau}$ 電荷	+1
質量行列構造	<b>C minor</b>

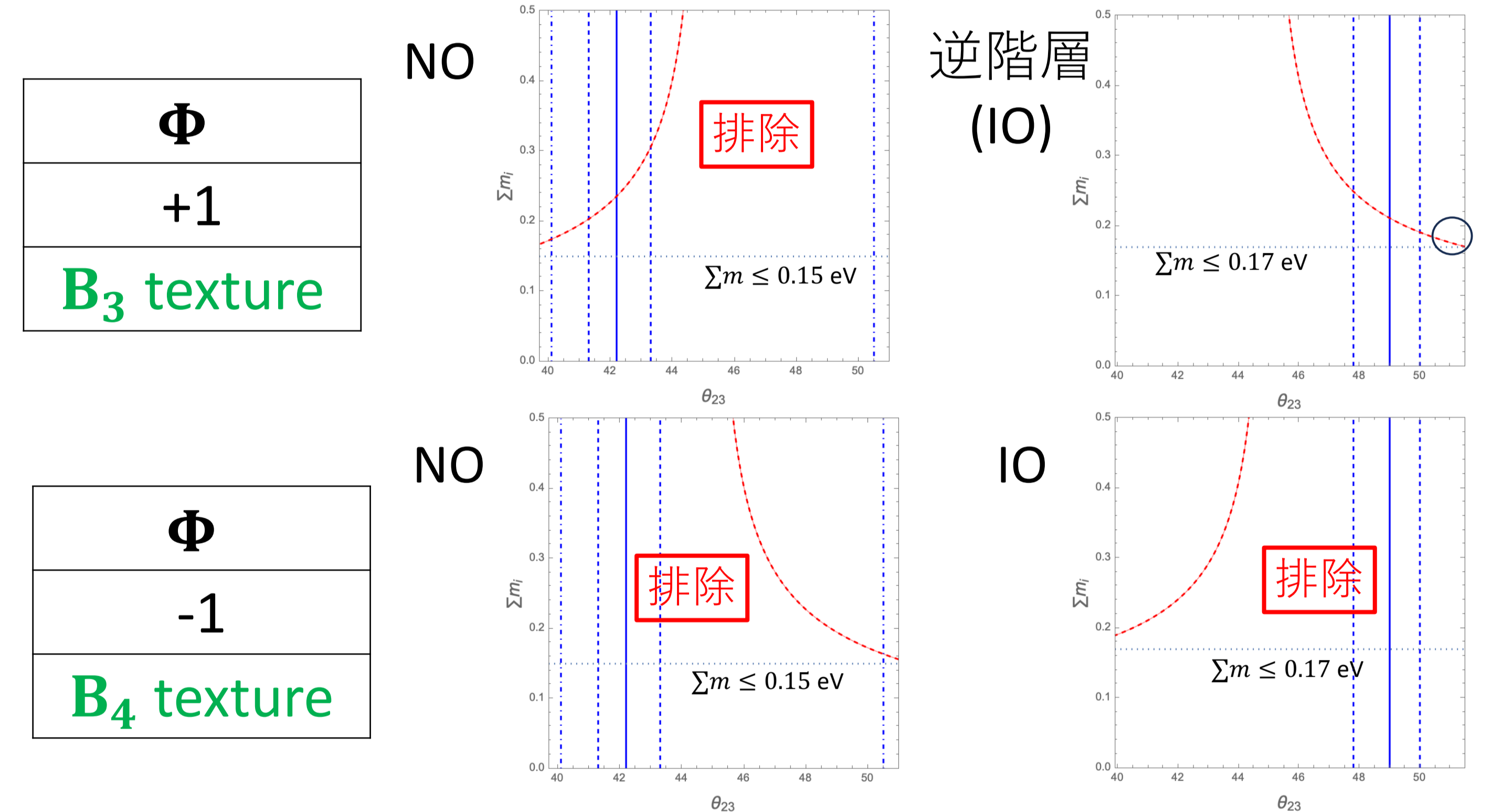


→  $2\sigma$  の範囲で生きている模型が存在.

- 生きている模型の予言(質量, マヨラナ位相, 有効質量)

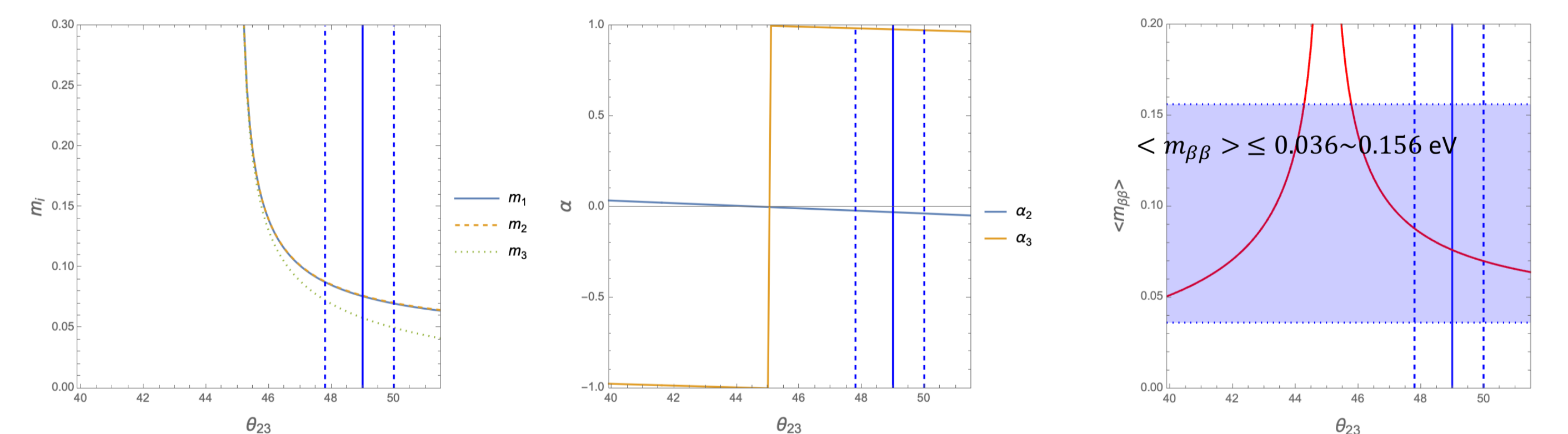


### ■ SM + 右巻きニュートリノ + SU(2) doublet スカラー $\Phi$



→  $2\sigma$  の範囲では排除,  $\mathbf{B}_3$  のみ  $3\sigma$  の範囲で(点で)生きている.

- 生きている模型の予言(質量, マヨラナ位相, 有効質量)



## ④まとめと展望

### ■ まとめ

新しいNuFIT5.2のデータを用いてSM+右巻きニュートリノにスカラーを1つ加える最小の拡張模型を解析した。 $\sigma$ を加える拡張では $2\sigma$ の範囲で生きている模型があり, $\Phi$ を加える拡張では逆階層で $\mathbf{B}_3$ の構造を持つ場合のみ $3\sigma$ の範囲に生きている模型が存在した.

### ■ 展望

NuFIT5.2のデータのみに基づく解析では $\Phi$ のみを加えた模型が $3\sigma$ の範囲で許された. しかし, Atomic Parity Violation(APV)やメソン崩壊(MD)からの制限を考慮することで $\Phi$ を1つだけ加える拡張を排除できる可能性がある. 今後はこのような制限について考慮した詳しい解析を行っていく.