

ナビゲータートーク

素粒子実験

伊藤 博士(ポスドク)
神戸大

素粒子物理と標準模型

素粒子: 物質を構成する最小単位

標準模型: 素粒子の振舞いを記述する理論体系

- ▶ **クォーク・レプトン**: 物質を構成
- ▶ **ゲージ粒子**: 力を媒介
- ▶ **ヒッグス粒子**: 質量起源
- ▶ 多くの実験結果を精度よく説明

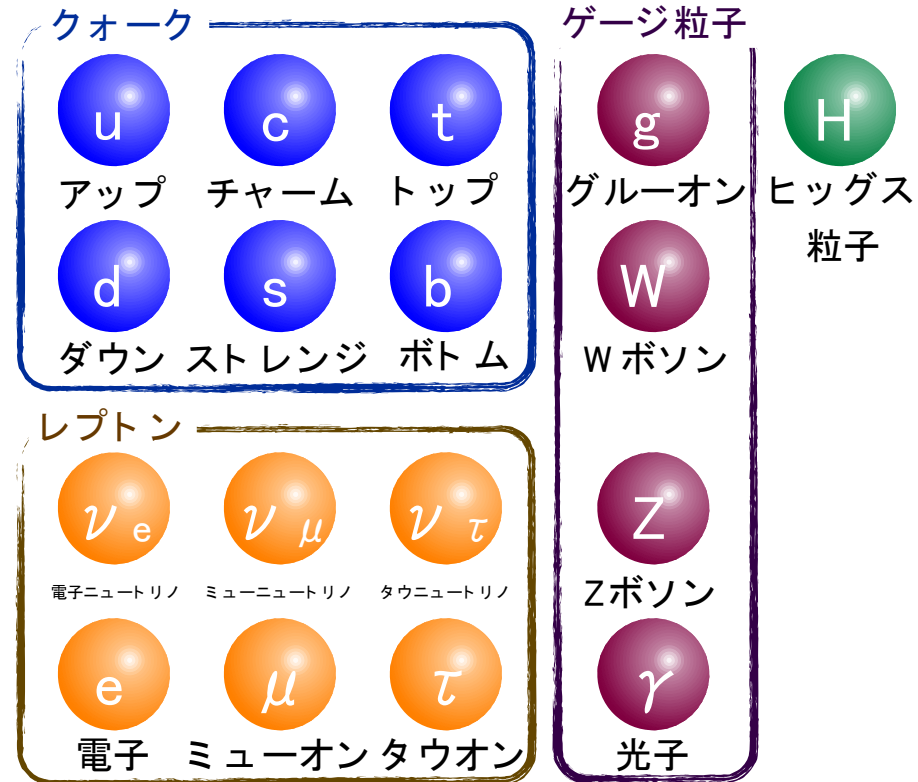
問題点: ダークマター、ニュートリノ振動、レプトンフレーバー破れなど説明できない

⇒ 標準模型を超える新物理があるはず

標準模型の精密検証、新物理探索

LHC, Belle/Belle II, T2K, Super Kamiokande, XMASS, NEWAGE, MEG, J-PARC

Exp., LEPS, FOREST ...



標準模型の精密検証、新物理探索

- ダークマター・ダークエネルギー

- ニュートリノ振動

高エネルギー粒子を衝突させて
レプトン普遍性破れ

新粒子を探索する
レプトン普遍性破れ

希崩壊事象
(エネルギーフロンティア)

- ハイパー核

- エキゾティックハドロン

...etc.

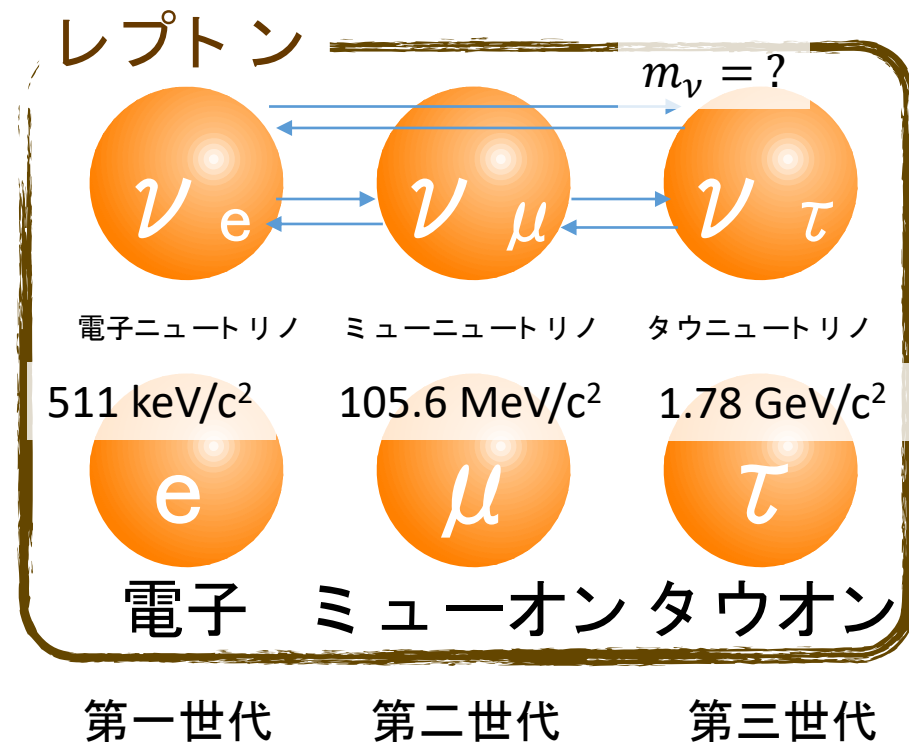
高統計事象の観測によって

新物理を探索する

(ルミノシティフロンティア)

標準模型の精密検証、新物理探索

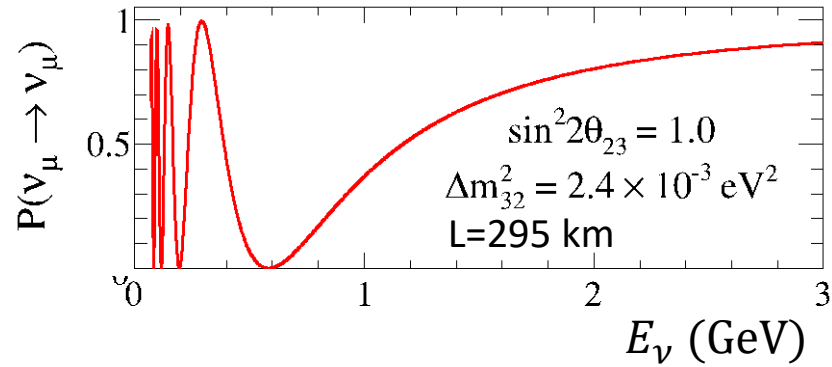
- ダークマター・ダークエネルギー
- ニュートリノ振動
- レプトンフレーバー破れ
- レプトン普遍性破れ
- 希崩壊事象
- ハイパー核
- エキゾティックハドロン
- ...etc.



ニュートリノ振動

- 太陽ニュートリノ問題の解決 ($\theta_{12}, \Delta m_{12}^2$)
- 加速器を用いてニュートリノ生成 ($\theta_{23}, \Delta m_{23}^2$)
- ニュートリノがある距離走ると世代が変わる
- ニュートリノに質量があることを証明

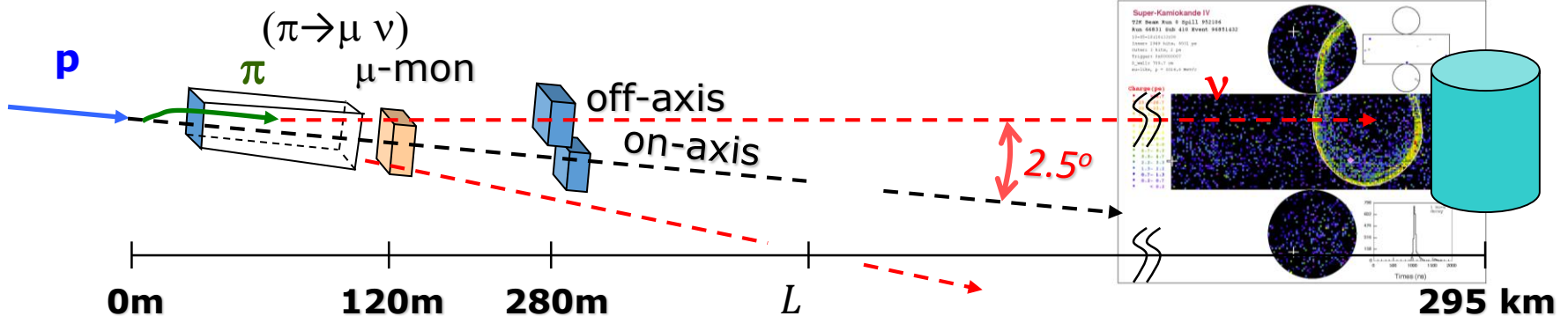
$$P(\nu_a \rightarrow \nu_a) = 1 - \sin^2 2\theta \sin^2 \left(\left[\frac{1.27 \Delta m^2 L}{E} \right] \right)$$



- ニュートリノ質量の精密測定
- ニュートリノCP対称性



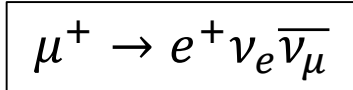
T2K Exp.: Tokai to Kamioka in Japan



レプトンフレーバー破れ探索

- レプトン数保存則は破れているのか？
- 新物理が存在する

$N_{e=+1}$	$N_{\mu=+1}$	$N_{\tau=+1}$
e^-	μ^-	τ^-
ν_e	ν_μ	ν_τ

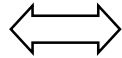


レプトン数

$$N_e = 0$$

$$N_\mu = -1$$

$$N_\tau = 0$$



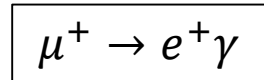
保存

レプトン数

$$N_e = -1 + 1 = 0$$

$$N_\mu = -1$$

$$N_\tau = 0$$



レプトン数

$$N_e = 0$$

$$N_\mu = -1$$

$$N_\tau = 0$$



非保存

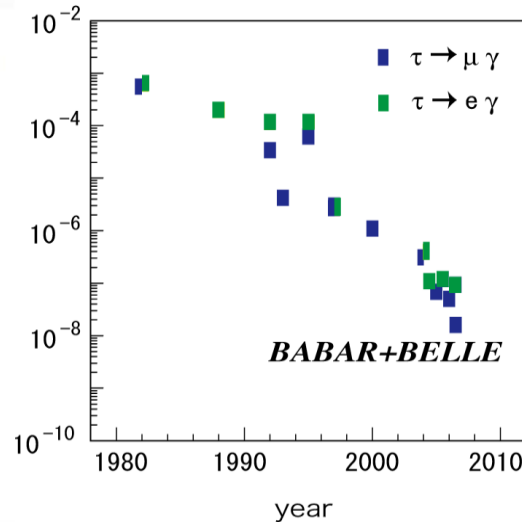
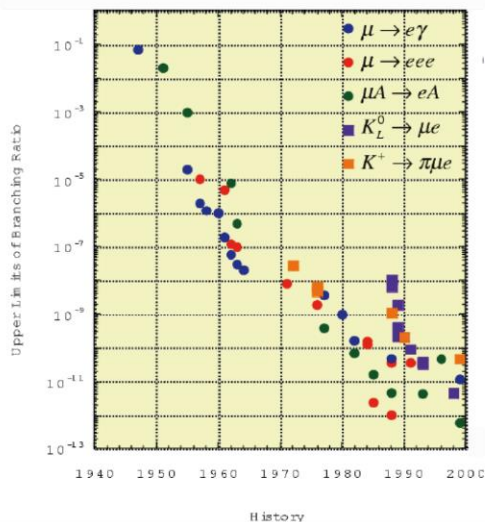
レプトン数

$$N_e = -1$$

$$N_\mu = 0$$

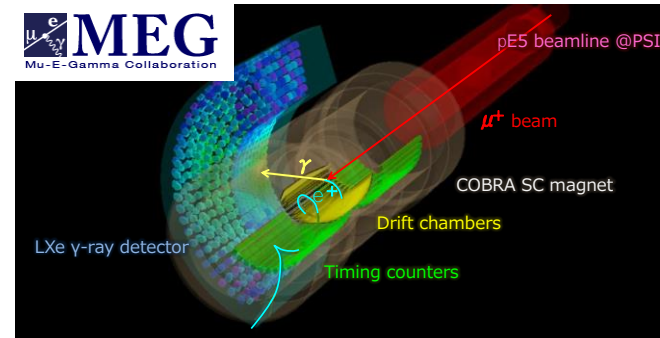
$$N_\tau = 0$$

LFV探索の歴史



$\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ 直接探索

- MEG実験@ ポールシェラー研究所
- BGは $\mu \rightarrow e \nu \nu \gamma$ とアクシデンタル γ
- 90% C.L. upper limit: 2.4×10^{-12} in 2012



レプトン普遍性破れ探索

標準模型ではレプトンの弱い相互作用の結合定数は種類によらず同じと仮定。

$$R(D) = \frac{B(\bar{B} \rightarrow D \tau^- \bar{\nu}_\tau)}{B(\bar{B} \rightarrow D \ell^- \bar{\nu}_\ell)}, \quad R(D^*) = \frac{B(\bar{B} \rightarrow D^* \tau^- \bar{\nu}_\tau)}{B(\bar{B} \rightarrow D^* \ell^- \bar{\nu}_\ell)}$$

where ℓ refers to either an e or μ .

$$K^+ \rightarrow l^+ \nu_l$$

$$\Gamma(K_{l2}) = g_l^2 (G^2/8\pi) f_K^2 m_K m_l^2 \{1 - (m_l^2/m_K^2)\}^2$$

$$R_K^{SM} = \frac{\Gamma(K^+ \rightarrow e^+ \nu_e)}{\Gamma(K^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu)}$$

$$= \frac{m_e^2}{m_\mu^2} \left(\frac{m_K^2 - m_e^2}{m_K^2 - m_\mu^2} \right)^2 (1 + \delta_r)$$

radiative correction

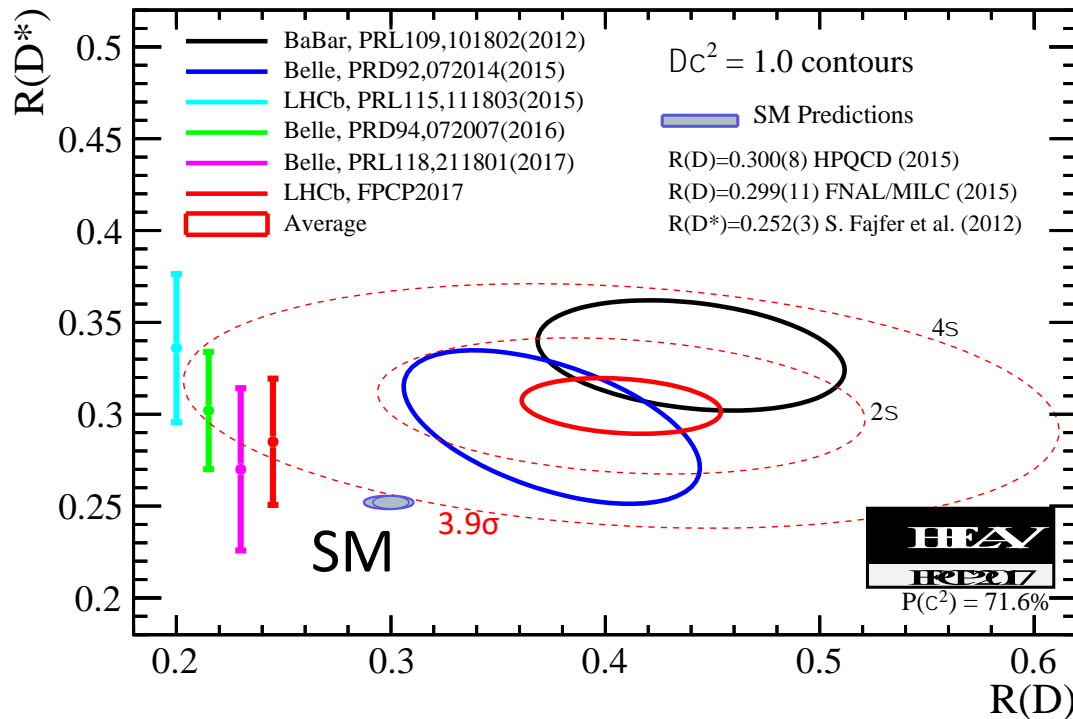
helicity suppression

$$= (2.477 \pm 0.001) \times 10^{-5}$$

e/ μ についての普遍性破れ探索は？

J-PARC E36実験にて!!

3日目にプレゼンします！



Belle IIが来年度あたり本格始動。今後期待!

まとめ

- 加速器を用いた素粒子・原子核・ハドロン物理の現状
 - 高エネルギーによる新粒子探索
 - 標準模型の検証・新物理の探索
- 特にレプトンには不思議がたくさん！
 - ニュートリノ振動・ニュートリノ質量
 - レプトンフレーバー破れ
 - レプトン普遍性破れ