

R₂レプトクォークの包括的な解析へ

発表者：内山 健 名古屋大学E研 M2 共同研究者：戸部和弘

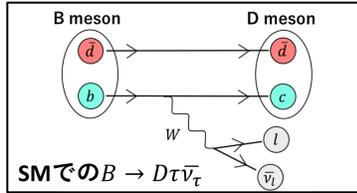
Motivation of This Work

B meson崩壊にはSMとの間に3σほどのアノマリーが複数存在

・ R(D), R(D*) : B → Dτν_τ反応でのLepton Flavor Universalityに関する量

$$R(D) = \frac{\text{BR}(B \rightarrow D\tau\nu_\tau)}{\text{BR}(B \rightarrow D e\nu_e(\mu\nu_\mu))}$$

SMではleptonの世代に依らない
↓
実験では世代を選ぶ

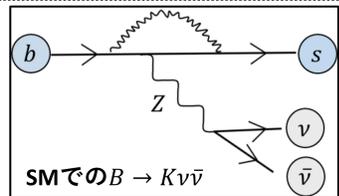


SMでのB → Dτν_τ

・ Br(B → K^(*)νν̄)

$$1.09^{(-1.2)} \leq \frac{\text{BR}(B \rightarrow K^{(*)}\nu\bar{\nu})_{\text{exp}}}{\text{BR}(B \rightarrow K^{(*)}\nu\bar{\nu})_{\text{SM}}} \leq 4.77^{(3.2)}$$

右上の括弧の値はB → K^()νν̄過程の値

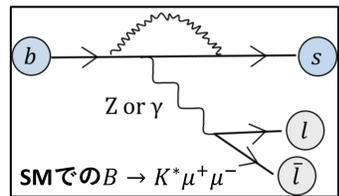


SMでのB → Kνν̄

・ P₅^l : B → K^{*}μ⁺μ⁻ (b → sμ⁺μ⁻)反応に関する角度依存量

実験とSMの乖離約2.7σ

SMではleptonの世代に依らない
↓
実験でも世代に依らない



SMでのB → K*μ⁺μ⁻

上記のanomalyに対して、

quark・leptonと同時に結合するleptoquark

は新物理の有力な候補

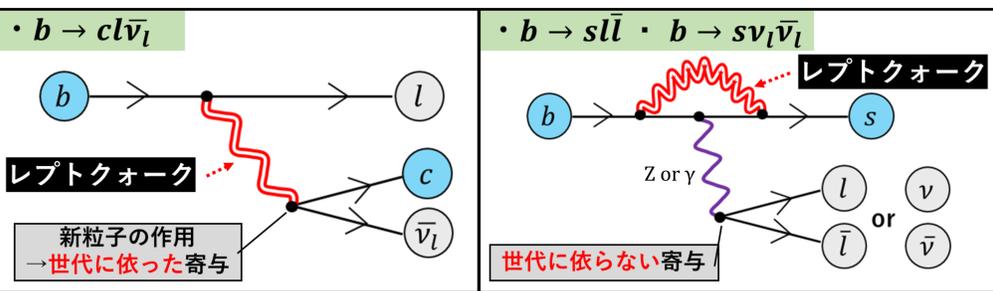


図1 LQによるb → clν_l, b → sl̄, b → sν_lν̄_lへの寄与

上図のような結合のできるR₂はどうふるまうのか？

R₂ Leptoquark Model

SMにR₂をいれたR₂ Leptoquark Modelは以下のような相互作用となる

$$\mathcal{L}_{R_2}^{LQ} = (h_{2L}^{ij} \bar{u}_{iR} L_{jL} + h_{2R}^{ij} \bar{Q}_{iL} i\sigma_2 l_{jR}) R_2 + h.c.$$

$$Q_{iL} = \begin{pmatrix} u_{iL} \\ d_{iL} \end{pmatrix}, \quad L_{jL} = \begin{pmatrix} \nu_{jL} \\ e_{jL} \end{pmatrix}, \quad u_i = (u, c, t), \quad e_i = (e, \mu, \tau)$$

$$d_i = (d, s, b), \quad \nu_i = (\nu_e, \nu_\mu, \nu_\tau)$$

R₂: leptoquark場(3, 2, 7/6) h_{2L}^{ij}, h_{2R}^{ij}: new physicsのパラメータ

* leptonの1・2世代へのcouplingは実験的な制限が強い → j = 3のみ

* 実験的な制限よりLQの質量を2.5TeVに *同様にi ≠ 1

Result of R(D), R(D*)

R₂は図1左のdiagramでR(D), R(D*)に寄与→有効理論を用いて計算

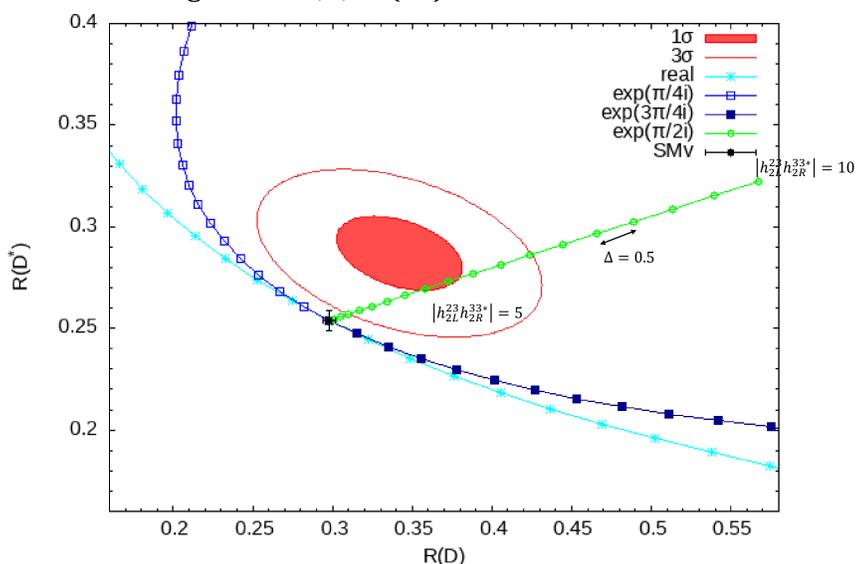


図2 R₂ LQ modelにおけるR(D), R(D*)値とSM・実験値との関係

R₂LQは実験のR(D), R(D*)を説明しうる！

Restrictions from B - B̄

B - B̄は実験的によく測られており、制限を与える

$$0.907 \leq \frac{\Delta M_{s \text{ exp}}}{\Delta M_{s \text{ SM}}} \leq 1.042, \quad 0.873 \leq \frac{\Delta M_{d \text{ exp}}}{\Delta M_{d \text{ SM}}} \leq 1.022, \quad 0.0289 \leq \frac{\Delta M_d}{\Delta M_s} \leq 0.0303$$

*2σレベル

R₂は下のdiagramでB_{d_i} - B̄_{d_i}に寄与→有効理論を用いて計算

$$\begin{aligned} \bar{b}_L \rightarrow \tau_R \rightarrow \bar{d}_i & \propto (V_{ij}^\dagger h_{2R}^{j3})^2 (h_{2R}^{3k} V_{k3})^2 \\ d_i \rightarrow \tau_R \rightarrow b_L & \approx (V_{i2}^\dagger h_{2R}^{23})^2 (h_{2R}^{33} V_{33})^2 \end{aligned}$$

→パラメータに制限が付く

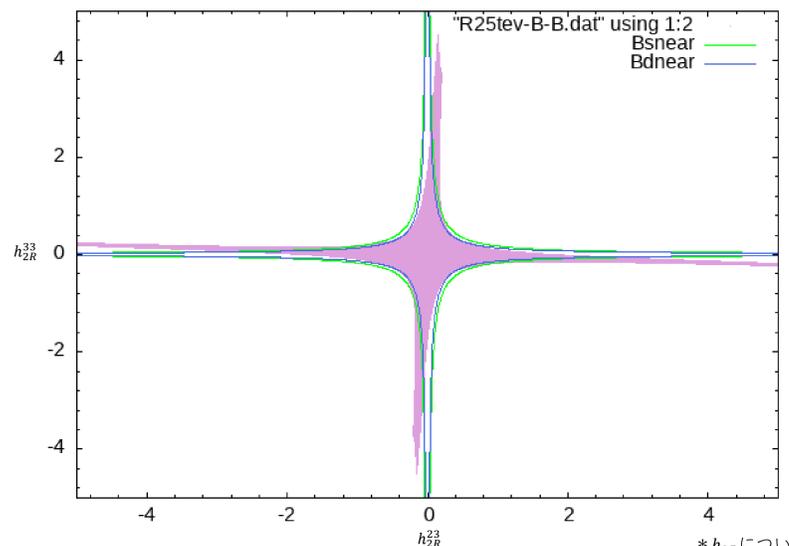


図3 LQが受けるB - B̄へからの制限

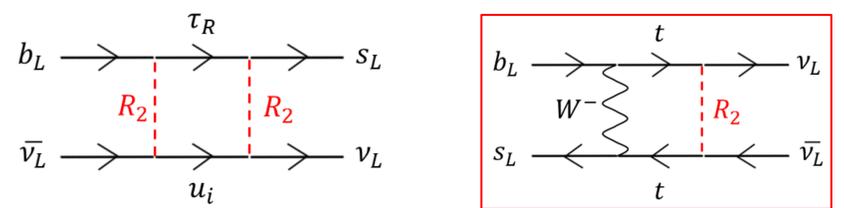
* h_{2R}については実数と仮定

近似した場合の制限 $\frac{\Delta M_{s \text{ exp}}}{\Delta M_{s \text{ SM}}} \rightarrow |h_{2R}^{23} h_{2R}^{33}| \leq 0.173$ $\frac{\Delta M_{d \text{ exp}}}{\Delta M_{d \text{ SM}}} \rightarrow |h_{2R}^{23} h_{2R}^{33}| \leq 0.135$

精度的に若干優位なB_sよりもB_dからの制限の方が強い

Result of B → K^(*)νν̄

R₂は下のdiagramでB → K^(*)νν̄に寄与→有効理論を用いて計算



* 右のダイアグラムはtopとの結合h_{2L}³³を許して初めて寄与*

→B - B̄の制限を加味したR₂によるB → K^(*)νν̄を計算

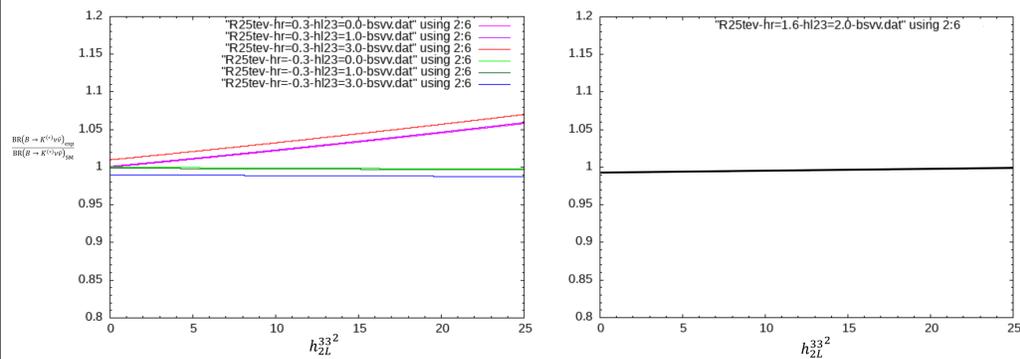


図4 R₂におけるBR(B → K^(*)νν̄)_{exp}/BR(B → K^(*)νν̄)_{SM}の値

- ・ h_{2R}²³を考えない場合、実験的に好まれる寄与を得られない
- ・ 実験的に好まれる寄与かどうかはh_{2R}²³の符号に依存
- ・ h_{2L}³³は絶対値が大きいほど実験に好まれる

Summary and Prospect

B mesonの崩壊過程には、SMと乖離する結果が複数存在し、これを説明する新物理としてR₂ leptoquarkは有力である。本発表では、R(D), R(D*)への寄与を示したのち、制限としてB - B̄を考え、これより許されるB → K^(*)νν̄への寄与を示した。今後P₅^lを始めとした、他の過程についても横断的に解析する予定である。