

C01 : 統合解析の方針について

- 夏休み中に 3 度の meeting を行って、C01 の統合解析の方針を議論した。
- brain storming を行いいくつかのシナリオを作成した。
- それに基づき調書を作成することになった。
- 前年度の調書の修正点を書き込む

- * 昨年度強調した方法論はあまり書かない。
- * 統合シナリオとそれに対する取り組みを中心にまとめる。

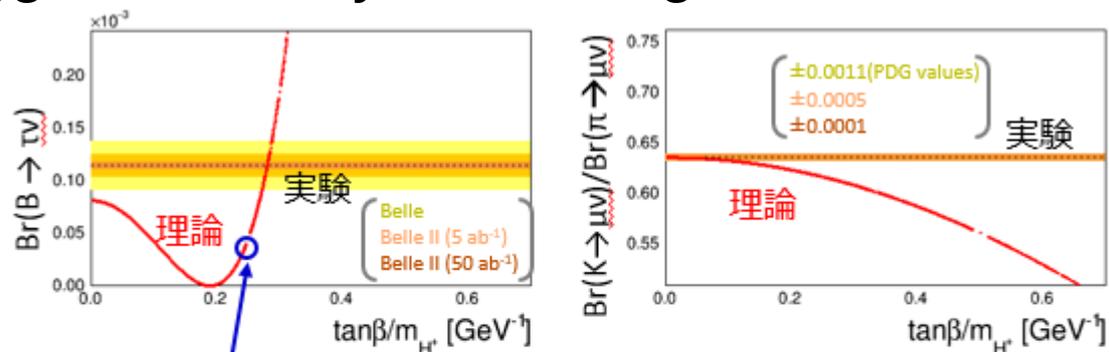
1) 世代起源の具体的なシナリオを書き込む

遠藤さんの suggestion:

- Unitarity Triangle を B セクターと K セクターでそれぞれ精密測定を行い、比較する。新物理の効果はそれぞれで異なる可能性がある。
 - * Belle II では (A, λ, ρ, η)
 - * KOTO では $\pi^0 \nu \nu$ から $A^4 \eta^2$ がわかる。
 - * これが異なるような新物理をテーマとして考える
 - <- 理論班から提出されることを仮定。
 - * muon から何かとりこめないか？
- さらに LHC からの mass spectrum を解析に取り込む。
 - > 新物理の coupling を決めるのに必要になる。
- これらを組み合わせることで新物理の世代構造の決定を目指す。
 - * 本領域だけではなく、high energy frontier との連携を積極的に取り込む。
 - * lepton sector (neutrino など) との連携も入れるべき？

flavor をまたいだ統合解析の例 (佐藤さん)

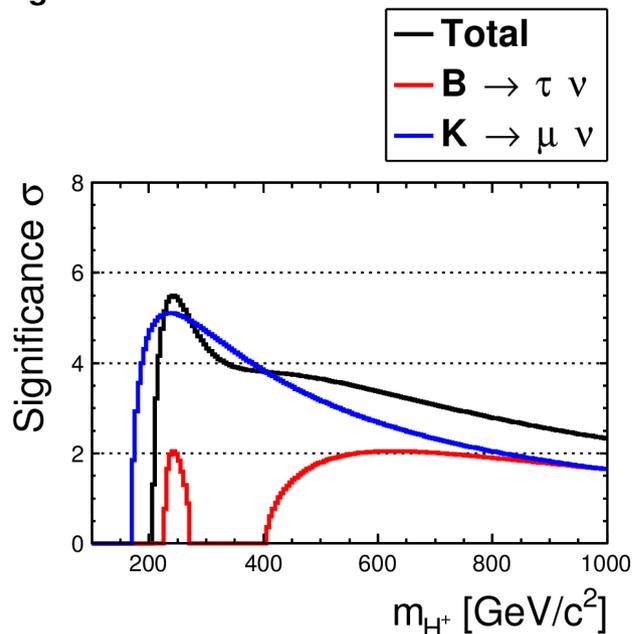
Charged Higgs Search by combining $B \rightarrow \tau \nu + K \rightarrow \mu \nu$



発見シナリオポイント?

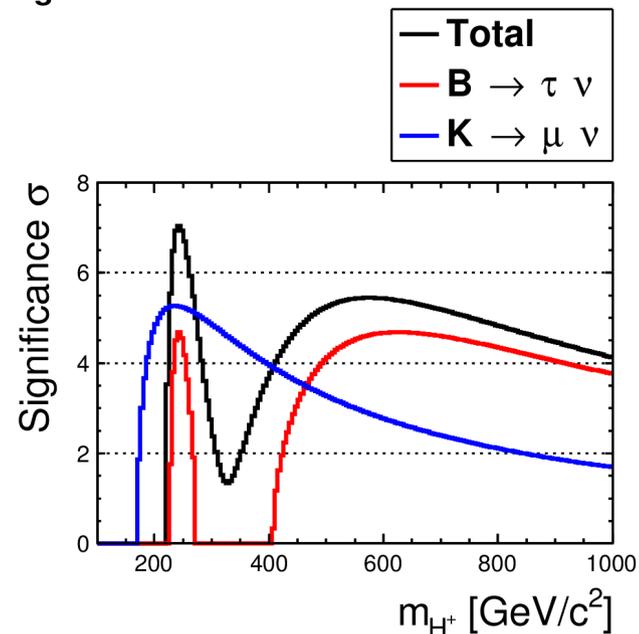
現在の統計

Significance



5年後 (Belle II 5 ab^{-1})

Significance



The LHCb anomalies (3)

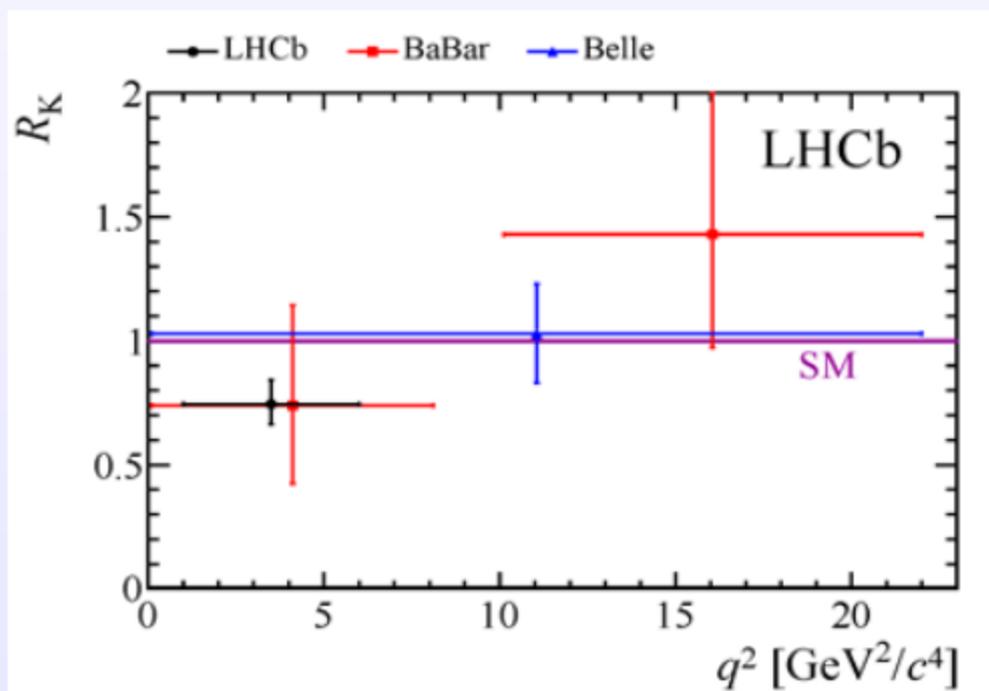
N.Marmoudi

Lepton universality in $B^+ \rightarrow K^+ \ell^+ \ell^-$

- June 2015 (3 fb^{-1}): measurement of R_K in the $[1-6] \text{ GeV}^2$ bin
 2.6σ tension in $[1-6] \text{ GeV}^2$ bin

PRL 113, 151601 (2014)

$$R_K = BR(B^+ \rightarrow K^+ \mu^+ \mu^-) / BR(B^+ \rightarrow K^+ e^+ e^-)$$



2) catchy な「キーワード」をいれる。

- CKMfitter や UTfit に代わる**新世代の統合解析の拠点を組織する。**
 - * 種々の新物理理論を取り込むための共通のインターフェイスを開発
 - * どの実験にも対応できる統合解析のフレームワークの開発
 - * それを用いて領域内外の測定を取り込んで統合解析を行い、新物理理論の最高精度の検証を行い、世代起源を解明する。
- * B2TiP などをもととして、**国際的な研究組織を形成する。**
- * 領域外の理論グループや実験グループが容易に参加できるように統合解析フレームワーク、理論インターフェイス、測定値取り込みの**標準化**を図る。
- * 統合解析により、各実験単体での新物理探索に対してオーダー以上の探索感度を目指す。

3) 領域内の実験間を連携するワーキンググループを組織する

- いくつかの topic について連携して統合解析を進めるワーキンググループを設置する。
 - a) Belle II で tau の radiative decay を使って $g-2$ をもとめ、muon と比較。
 - b) Belle II で V_{cb} を精密測定して $K_L \rightarrow \pi^0 \pi\pi$ の予言値と比較。
 - c) K_L 崩壊で π^0 を tag して ($\pi^0 \rightarrow e^+e^-$) π^0 form factor を決定し、それから muon の light-by-light $g-2$ を決定し、実験と比較。

- **Tau radiative leptonic decays at LO:**

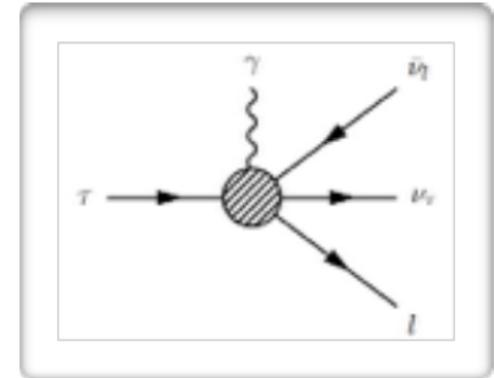
$$\frac{d^3\Gamma}{dx dy d\cos\theta} = \frac{\alpha M_\tau^5 G_F^2 y \sqrt{x^2 - 4r^2}}{2\pi(4\pi)^6} G_0(x, y, \cos\theta, r)$$

Kinoshita & Sirlin PRL2(1959)177; Kuno & Okada, RMP73(2001)151

$$\left. \frac{\Gamma(\tau^- \rightarrow e^- \bar{\nu}_e \nu_\tau \gamma)}{\Gamma_{\text{total}}} \right|_{E_\gamma > 10\text{MeV}} = 1.836\% \quad \text{vs} \quad 1.75(18)\%$$

CLEO 2000

$$\left. \frac{\Gamma(\tau^- \rightarrow \mu^- \bar{\nu}_\mu \nu_\tau \gamma)}{\Gamma_{\text{total}}} \right|_{E_\gamma > 10\text{MeV}} = 0.367\% \quad \text{vs} \quad 0.361(38)\%$$



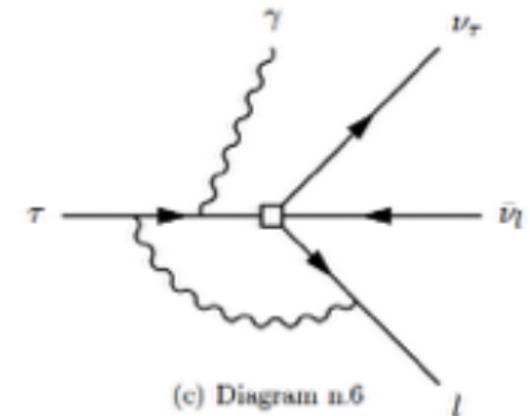
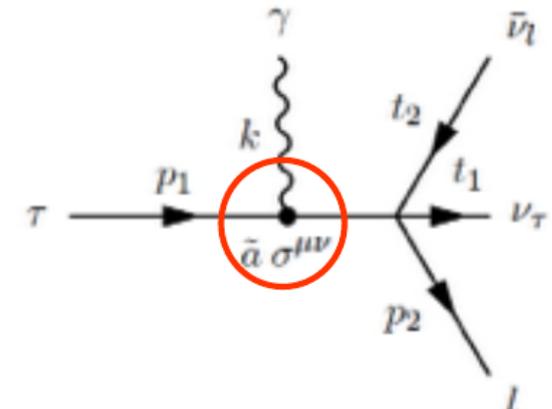
$$x = \frac{2E_l}{M_\tau}, \quad y = \frac{2E_\gamma}{M_\tau}, \quad r = \frac{m_l}{M_\tau}$$

- **Add the contribution of the effective coupling and the QED corrections:**

$$G_0 \rightarrow G_0 + \tilde{a}_\tau G_a + \frac{\alpha}{\pi} G_{\text{RC}}$$

- **Measure $d^3\Gamma$ precisely and get \tilde{a}_τ !**

[see also Laursen, Samuel, Sen, PRD29 (1984) 2652]



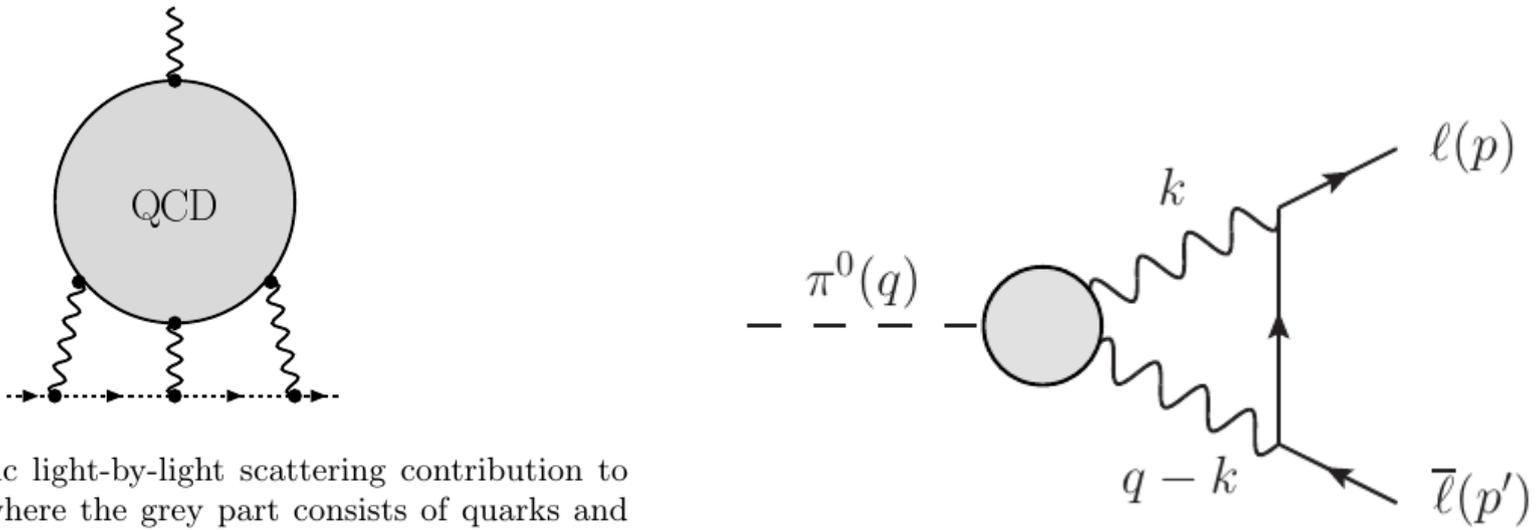


FIG. 1. Hadronic light-by-light scattering contribution to the muon $g - 2$, where the grey part consists of quarks and gluons. The wavy lines denote photons, and the dashed arrow line represents the muon.

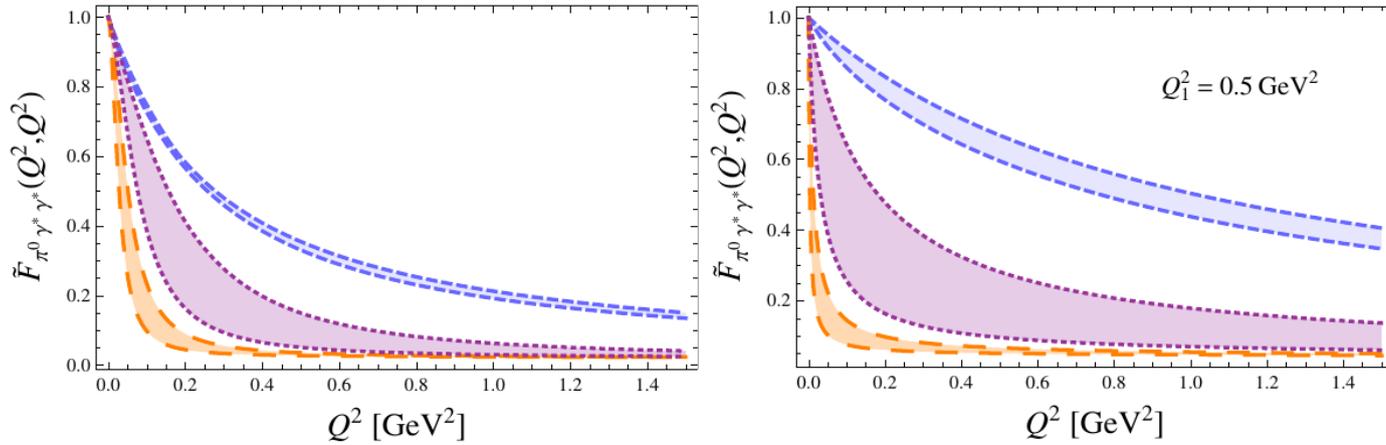
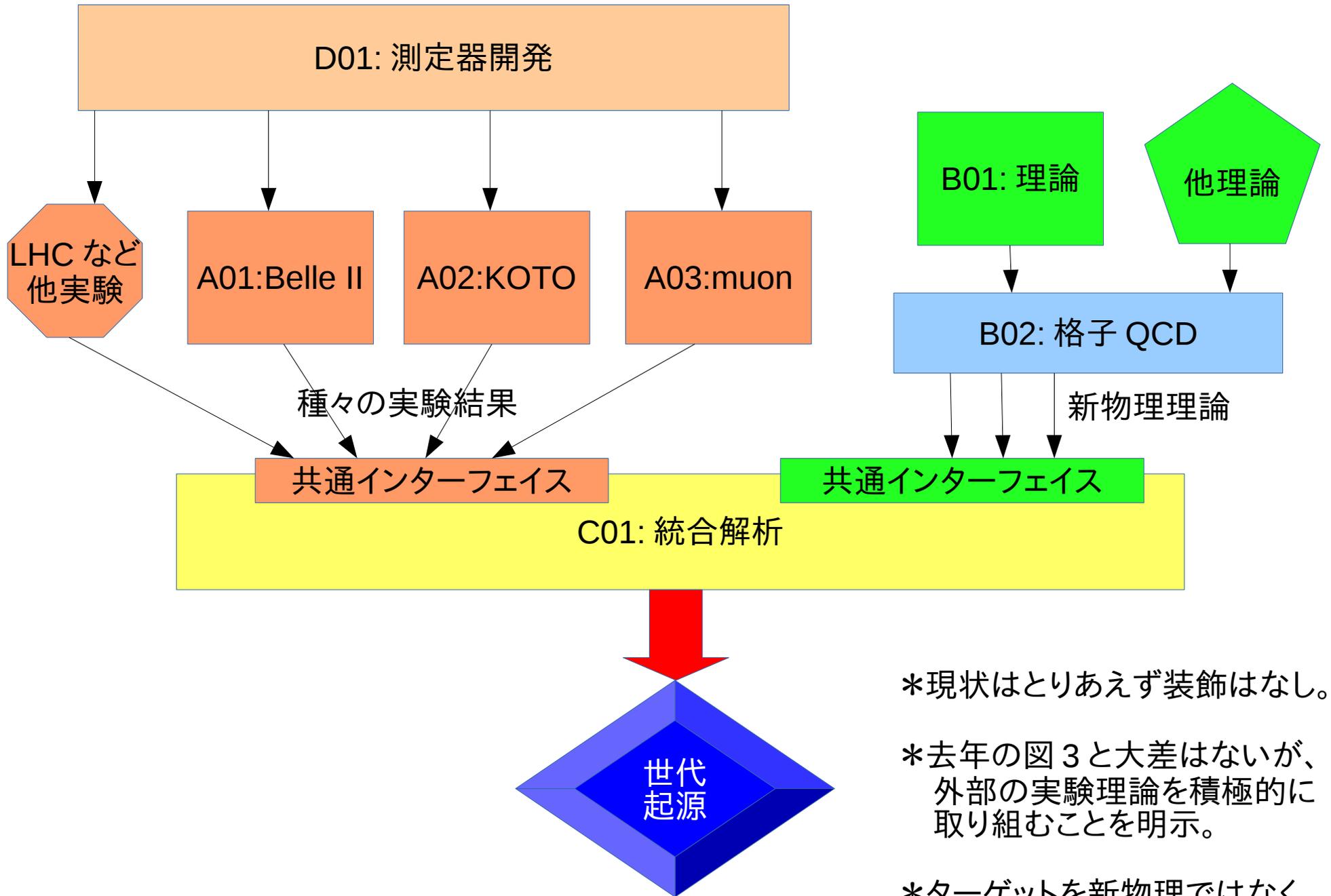


FIG. 3: Left panel: normalized TFF assuming $Q_1^2 = Q_2^2 = Q^2$. Right panel: normalized TFF assuming $Q_1^2 = 0.5 \text{ GeV}^2$. Black solid line indicates the factorized TFF. Upper (blue) band shows our $C_2^1(Q_1^2, Q_2^2)$ estimation with $1.92b_\pi^2 \leq a_{\pi;1,1} \leq 2.07b_\pi^2$. Lower (orange) band reproduces the KTeV measurement within 1σ . Middle (purple) band considers KTeV measurement with the new RC



*現状はとりあえず装飾はなし。

*去年の図3と大差はないが、外部の実験理論を積極的に取り組むことを明示。

*ターゲットを新物理ではなく世代起源に変更

C01 調書の研究目的概要の文言の導入部

本研究は、領域内の B , K , μ の異なるフレーバー実験の測定を統合解析し、高い精度で新しい物理を探索することを目的としている。
新しい物理が存在すれば、各種の素粒子反応に異なる寄与を与える。

従来の B , K , μ のフレーバー実験における新物理の探索は、それぞれの得意とする素粒子反応に着目し、その測定結果のスタンダードモデルの予言値からのずれを調べることにより行われていた。しかしそれぞれの実験での測定で用いられる素粒子反応は限られており、その中の新物理の効果は一面的である。よって各々の測定だけで新物理の全体像を解明することは難しい。素粒子世代の起源を探るためには、新物理の全体像な解明が必須であり、それぞれのフレーバー実験だけでは世代の起源に迫ることは困難であった。

しかし領域の異なるフレーバー実験の観測結果を同時に多面的に解析することができれば、新物理の全体像を明らかにできる。さらに領域外の種々の実験結果も同時に解析に取り込むことにより、新物理の素性を高い精度で特定できる。

この研究は統合解析を行うためのフレームワークを開発し、それを用いて本領域でめざす具体的な統合シナリオに従って領域内外の実験結果を同時に解析し、新物理の性質を明らかにすることで、世代起源を特定することを目指す。