

Flavor Physics Workshop 2021 Contributed talks

☆ indicates a student talk

September 27

Motoko FUJIWARA (Nagoya Univ.) ☆

“Vanishing or non-vanishing rainbow? Reduction formulas of electric dipole moment”

In this talk, we present a simplified formula of electric dipole moments (EDMs) of a fermion. In the Standard Model, it is well-known that non-trivial cancellations between some rainbow-type diagrams induced by W boson exchanges occur in the calculation of the neutron EDM at the two-loop level due to the gauge symmetry. The fermion self-energy and the vertex correction are related through the Ward-Takahashi identity, and this relation causes the exact cancellation of the EDM. We derive EDM formulas for a more general setup by introducing the form factors for the fermion self-energy and the vertex correction so that the derived formulas can be applicable to a larger class of models. We conclude that the non-zero EDM contributions are induced from rainbow-type diagrams with the chirality flipping effects for internal fermions. We also discuss the other possible generalization of the EDM calculation which is applicable to the other classes of models.

Kanta MOTOHASHI (Tokyo Metropolitan Univ.) ☆

“Belle II 実験 ARICH 検出器アップグレードに向けた光検出器MPPCの放射線耐性の評価”

新物理探索を目的とした新世代の B-factory 実験、Belle II 実験の測定器の一つに Aerogel Ring Imaging CHerenkov 検出器(ARICH)がある。ARICH の将来のアップグレードのために新たな光検出器の使用が検討されており、位置分解能の向上や動作電圧の低下などの利点が予想されている一方で低放射線耐性や高ダークカウントレートといった問題点が懸念されている。2020 年 2 月に J-PARC の MLF にて光検出器の中性子照射試験が行われ、それぞれ 1MeV 相当の中性子量 $10^8 \sim 10^{11} [\text{neutrons/cm}^2]$ を 7 種類のサンプルに照射したこの試験で得られた中性子照射サンプルと非照射サンプルの I-V 曲線やダークカウントレートの測定を各サンプルについて行ったダークカウントレートについては 1 光子の波高の半分の電圧に閾値を設定したときの計数率をダークカウントレートとして測定を行った。現在使用を検討している光検出器は中性子照射で生じる半導体の格子欠損によりダークカウントレートの増価が懸念され、一方で冷却による熱的な励起の減少によりダークカウントレートを抑制することができる。本研究では I-V 曲線(図 2)の測定とダークカウントレートの測定を、温度を変えながら測定することにより、中性子照射がリーク電流(ブレイクダウン電圧より大きな電圧を印加した際の電流)とダークカウントレートに与える影響と、冷却によるこれらの抑制を定量的に評価した。

Akane MAEDA (Nagoya Univ.) ☆

“高輝度環境下での SiPM の 1 光子時間分解能測定”

Belle II 実験では現在の目標輝度の 5 倍以上での実験が検討され、更なるバックグラウンドの増加が予想される。粒子識別装置 TOP カウンターもこれに対応すべく、MCP-PMT の SiPM への置換を検討している。放射線損傷によるダークカウント増加を考慮し実装可否の判断材料とするため、SiPM が目標時間分解能(100 ps)で 1 光子を検出できるかを確認した。本講演では、出力波形幅の異なる 2 種類の SiPM と波形読み出しによる時間分解能悪化対策の有効性について報告する。

Keisho HIDAHA (Tokyo Gakugei Univ.)

“Imprint of SUSY in radiative B-meson decays”

We study the supersymmetric (SUSY) effects on $C_7(\mu_b)$ and $C'_7(\mu_b)$ which are the Wilson coefficients (WC) for $b \rightarrow s \gamma$ at b quark mass scale μ_b and are closely related to radiative B meson decays. The SUSY-loop contributions to $C_7(\mu_b)$ and $C'_7(\mu_b)$ are calculated at leading order (LO) in the Minimal Supersymmetric Standard Model (MSSM) with general quark flavor violation (QFV). For the first time we perform a systematic MSSM parameter scan for the WCs $C_7(\mu_b)$ and $C'_7(\mu_b)$ respecting all the relevant constraints, i.e. the theoretical constraints from vacuum stability conditions and the experimental constraints, such as those from K^0 - and B^0 -meson data and electroweak precision data, as well as recent limits on SUSY particle masses and the 125 GeV Higgs boson data from LHC experiments. From the parameter scan, we find the following: (1) The MSSM contribution to $\text{Re}(C_7(\mu_b))$ can be as large as $\sim \mp 0.05$ which could correspond to about 3 σ significance of New Physics (NP) signal in the future LHCb-Upgrade and Belle II experiments. (2) The MSSM contribution to $\text{Re}(C'_7(\mu_b))$ can be as large as ~ -0.08 which could correspond to about 4 σ significance of NP signal in the future LHCb-Upgrade and Belle II experiments. (3) These large MSSM contributions to the WCs are mainly due to (i) large scharm-stop mixing and large scharm/stop involved trilinear couplings T_{U23} , T_{U32} and T_{U33} , (ii) large sstrange-sbottom mixing and large sstrange-sbottom involved trilinear couplings T_{D23} , T_{D32} and T_{D33} and (iii) large bottom Yukawa coupling Y_b for large $\tan\beta$ and large top Yukawa coupling Y_t . In case such large NP contributions to the WCs are really observed in the future experiments at Belle II and LHCb-Upgrade, this could be the imprint of QFV SUSY (the MSSM with general QFV) and would encourage to perform further studies of the WCs $C'_7(\mu_b)$ and $C_7^{\text{MSSM}}(\mu_b)$ at higher order (NLO/NNLO) level in this model. Note: This work is based on collaboration with Helmut Eberl, Elena Ginina (HEPHY, Vienna) and Akimasa Ishikawa (Belle II, KEK). Reference: arXiv:2106.15228 [hep-ph] (under submission to a journal)

Satoshi MISHIMA (KEK)

“Scrutinizing final-state interactions in charmed hadronic B decays”

Motivated by the reported discrepancies between experimental data and Standard Model predictions for the branching ratios of the color-allowed tree-level decays $B_0^{\text{bar}} \rightarrow D^{(*)+} K^-$ and $B_s^{\text{bar}} \rightarrow D^{(*)+}_s \pi^-$, we study final-state rescattering effects in hadronic B decays with heavy-light final states. We consider quasi-elastic rescatterings in the framework of SU(3) and U(3) flavor symmetries, and find that the rescattering effects cannot explain the measured branching ratios of the color-allowed and color-suppressed decays simultaneously. We also perform global fits to the experimental data of the hadronic B decays, allowing for new physics contributions to the Wilson coefficient a_1 associated with the color-allowed tree amplitudes. We find that the fits prefer a O(10%) downward shift in a_1 even in the presence of the quasi-elastic rescattering contributions. This talk is based on a work done in collaboration with Motoi Endo (KEK) and Shuhei Iguro (IPMU).

September 28

Taesoo PARK (Tokyo Metropolitan Univ.) ☆

“Belle II 実験における ARICH 検出器のアライメント I”

本研究では、KEK において行われている Belle II 実験において、Belle II 測定器の構成要素である ARICH の内部飛跡検出器に対する位置のズレを、実データを用いてアライメントした。今回のアライメントではプロセス $e^+ e^- \rightarrow \mu^+ \mu^-$ を使用し、まず ARICH を一つの剛体とみなした場合の並進方向・回転方向のズレを確認した。その後 ARICH を 36 個の領域に分割した場合の各領域に対する独立したズレを解析し、それらから ARICH のズレを 6 つの数値で表すことにより算出した。最後にそれらの数値を実データに反映させたときの ARICH のアライメントの結果も報告する。

Saki IWAKI (Tokyo Metropolitan Univ.) ☆

“Belle II 実験における ARICH 検出器のアライメント II”

KEK の Belle II 実験で使用されている ARICH 検出器は、輻射体シリカエアロゲルと光検出器で構成され、チェレンコフ光の放射角の違いを利用して粒子識別を行う。シリカエアロゲルと光検出器の位置のずれは、ARICH 検出器の性能に影響を及ぼす。本研究では、ARICH 検出器の構成要素の一つであるエアロゲルタイルについて、ビーム衝突データのチェレンコフ角分布などの情報から、正しい位置にインストールされているか確認を行った。

Ryogo OKUBO (Nagoya Univ.) ☆

“BelleII 実験 TOP カウンターにおける MCP-PMT の量子効率測定と最新の運転状況”

BelleII 実験 TOP カウンターはチェレンコフ光を用いた粒子識別装置であり、識別性能は光子検出数と時間分解能に依存する。Micro-channel-plate(MCP)-PMT は、 $\sigma \approx 30$ ps の高い分解能を持つが、量子効率(QE)が積算出力電荷に依存して低下する。事前のサンプリング測定により実機に取り付けられた MCP-PMT512 台中 224 台で 2022 年夏までの QE 低下が予測されている。そのため、物理データ取得と並行した QE の変動の測定は、光子検出能力が要求を満たすかの評価と、今後の TOP カウンターの運用の点で重要となる。本講演では最新の QE 測定結果と MCP-PMT の運転状況について発表する。

Yoshinori SUENO (Kyoto Univ.) ☆

“超伝導検出器 MKID における TLS ノイズの抑制研究”

超伝導検出器は、半導体素子の 1/1000 も小さなギャップエネルギーを活かした超高感度測定を実現するデバイスである。特に、Microwave Kinetic Inductance Detector (MKID)は多チャンネル化に最適な読み出し原理を有し、高エネルギー物理学実験の一般的なニーズに合致した超伝導検出器として期待されている。これまでに電波天文観測などで実用化されてきており、近年はダークマター探索やニュートリノ実験での使用も検討されている。こういった MKID を使った実験を開拓していく上で最も重要なことは、MKID 特有のノイズである二準位系 (TLS) ノイズを理解・抑制することである。TLS ノイズは誘電体表面における基底状態と励起状態の電気的な振動に起因するノイズである。そのため、TLS ノイズは読み出しマイクロ波由来の電場に依存する。誘電体表面の電場強度は MKID の平面導波路 (CPW) の構造を広くすると低減できる。この原理を検証するため、本研究ではシリコン基板にニオブ薄膜を蒸着させた MKID を用いて TLS ノイズの評価を行なった。CPW 構造の狭い“Narrow”MKID と広い“Wide”MKID の二つのデザインの MKID を使い、TLS のノイズの読み出しパワーと周波数の依存性を測定し比較を行ない、予測通りの TLS ノイズ抑制性能を確認した。本講演では MKID の測定原理も含め、TLS ノイズの評価手法・結果について講演する。

Yuga NAKAZAWA (Ibaraki Univ.) ☆

“J-PARC muon g-2/EDM 実験に向けたミューオン線形加速器の開発”

ミューオンの異常磁気モーメント(g-2)は素粒子標準理論を超える可能性のある物理量の一つである。米国フェルミ国立加速器研究所での FNAL-E989 実験では、ミューオン g-2 を 0.46 ppm の精度で測定し、 4.2σ の理論値との乖離を示し、米国ブルックヘブン国立研究所での先行実験と無矛盾であることを報告した。一方、FNAL の実験は先行実験の構想を受け継いだ測定手法を取るため、同様の系統誤差を継承する可能性を否定できない。そこで、J-PARC では前例のないミューオン線形加速器を用いた全く新しい実験を計画進行している。ミューオンの冷却・加速が実現することで、先行実験で問題となったビーム由来の系統誤差の抑制が可能となり、測定精度 0.1 ppm の達成が見込まれる。ミューオン加速の実現に向けて、我々は低速部加速を担う Inter-digital H-mode drift tube linac (IH-DTL)の詳細設計を完了させ、年度内の製作を予定している。本発表では、IH-DTL の詳細設計を含むミューオン加速器開発の現状について報告する。

September 29

Satoru KOBAYASHI (Tokyo Univ.) ☆

“Status and prospects of MEG II experiment”

Charged lepton flavor violation(cLFV) process is strongly suppressed in the Standard Model but predicted to be measurable in many of the proposed new physics scenarios. MEG II experiment searches for a flavor violating muon decay $\mu \rightarrow e \gamma$, one of the cLFV processes, at an unprecedented level. High-resolution detectors have been developed and commissioned in these years. In particular, the complete set of detectors with full readout electronics is installed, and its final commissioning is in progress this year. In this talk, the latest status and prospects of the MEG II experiment will be presented.

Yusei BANDO (SOKENDAI) ☆

“High power test of S-band spherical-cavity type pulse compressor. / S バンド球形空洞型パルス圧縮器の高電力試験”

The rf pulse compressor is used for higher accelerating gradient in KEK electron-positron injector linac. A new S-band spherical-cavity type pulse compressor (SCPC), which can replace the running SLED type one, was designed and fabricated to meet the present system. The SCPC uses a single spherical cavity that stores two degenerate TE₁₁₂ modes. The input rf pulse length is 4μs, and output pulse length is 1μs with peak power gain of 6 in design. The prototype SCPC generated an output rf pulse with peak power over 80MW, limited due to the high-power rf load. This presentation reports the result of the SCPC high-power test.

Aimi KUSUDO (Nara Women Univ.) ☆

“Belle II 実験における $B^0 \rightarrow J/\psi K^*0$ 崩壊を用いたフレーバータグ較正”

$B^0 \rightarrow J/\psi K^*0$ 崩壊は、崩壊分岐比が比較的大きく、1/fb あたり約 2 イベント程度の信号が得られる flavor specific 崩壊であり、時間依存 CP 非保存の測定に不可欠なフレーバータグの較正に適している。この崩壊モードの Belle II 実験における研究の現状について報告する。

Masato YAMANAKA (Osaka City Univ.)

“LFV DIS via scalar exchange”

重いクォークフレーバーと主に結合する粒子により媒介される LFV 深非弾性散乱(DIS)について講演する。反応に寄与する重いクォークの質量、バリオン数保存、グルーオンがもたらす高次素過程などを正しく取り込んだうえで、散乱断面積や終状態レプトンの運動量分布などを論じる。

Hiroyuki UMEEDA (Academia Sinica)

“Is quark-hadron duality valid in charm decays and mixing?”

Since charm quark might not be heavy enough, the inclusive analysis based on the $1/m_c$ expansion is often questioned. In this work, we test the validity of the $1/m_c$ expansion by using the 't Hooft model (two-dimensional QCD in the large- N_c limit). This is a solvable model so that hadronic processes are calculable unambiguously within the formalism. The result indicates that the leading term in the $1/m_c$ expansion may not accommodate the experimental data of the $D^0\text{-}\bar{D}^0$ mixing in four-dimensions. Furthermore, we show patterns of lifetimes for charmed mesons, to see how well quark-hadron duality works and how good the convergence of the $1/m_c$ expansion is.

September 30

Zhuoran HUANG (APCTP)

“Un-binned Angular Analysis of $B\rightarrow D^*(\rightarrow D\pi) l\nu$ and the Right-handed Current”

The $B\rightarrow D^* l\nu$ decay has received much attention in recent years partly because of the well-known $R(D^*)$ anomaly and the long-standing V_{cb} puzzle. In this talk, I will introduce the sensitivity study of an un-binned angular analysis of the $B\rightarrow D^* l\nu$ decay, including the contributions from the right-handed current. I will show that the angular observable can constrain very strongly the right-handed current without the intervention of the yet unsolved V_{cb} puzzle.

Hajime OTSUKA (KEK)

“Stringy Origin of Minimal Flavor Violation”

We study the minimal flavor violation in the context of string effective field theory. Stringy selection rules indicate that n -point couplings among fermionic zero-modes and lightest scalar modes in the string effective action are given by a product of Yukawa couplings which are regarded as spurion fields of stringy and geometrical symmetries. Hence, Yukawa couplings determine the dynamics of flavor and CP violations. This observation strongly supports the hypothesis of minimal flavor violation in the Standard Model effective field theory.

Tsubasa ICHIKAWA (Osaka Univ.)

“On the feasibility of Bell Inequality violation at ATLAS experiment with flavor entanglement of B meson pairs from proton-proton collisions”

Bell inequality violation is a yardstick to measure non-local nature of a given bipartite quantum system. To date, Bell tests, i.e. experiments to detect the violation, have been successfully conducted in many physical systems in a variety, such as photons, ions, and nucleons, to name a few. In this talk, I will address possible problems to conduct the Bell test using the flavor degree of freedom of neutral B meson pairs and show how the ATLAS experiment could resolve these. With simulation results, I

conclude that the Bell test is viable by using the ATLAS experiment and it would be the first Bell test in the high-energy physics community, if properly implemented. My talk is based on arXiv:2106.07399 (to appear in Physical Review D) and given in Japanese.

Daisuke KANEKO (KEK)

“宇宙マイクロ波背景放射と最近の観測の状況”

宇宙最古の光である宇宙マイクロ波背景放射の観測からは初期宇宙のインフレーションやニュートリノ質量・世代数など素粒子物理の観点で興味深い結果が期待されている。これらの測定の原理と最新の実験の技術・状況を講演者が参加する実験を中心に解説する。