

Muon $g - 2$ HVP workshop の報告

KEK 素粒子原子核研究所

野村 大輔

dnomura@post.kek.jp

2018 年 (平成 30 年) 2 月 20 日

1 概要

平成 30 年 2 月 12 日から 14 日にかけて、KEK つくばキャンパスで研究会 “Workshop on hadronic vacuum polarization contributions to muon $g - 2$ ” (図 1, <http://www-conf.kek.jp/muonHVPws/>) が行われました。この研究会には国内外から約 70 名の研究者が参加し、熱い議論が交わされました。この研究会のスライドは上記ウェブページからご覧いただけます。



図 1: 参加者の集合写真

2 研究会の趣旨

ミューオンの異常磁気能率 (μ on $g - 2$) には、実験値と標準模型からの予言値との間に 3 標準偏差を越える大きな不一致があることが知られています。米国フェルミ研究所の E989 実験では μ on $g - 2$ の実験値の不定性を 1/4 にすることを目標に物理データの取得が始まろうとしています。また J-PARC でも、この状況に決着をつけるため、E989 実験やその前身である米国 Brookhaven 国立研究所 E821 実験とは全く違う手法を用いて μ on $g - 2$ を測定する実験 (J-PARC E34 実験) の準備が着実に進んでいます。

一方、理論の側では、予言値の不定性に最も大きく寄与する hadronic vacuum polarization (HVP) diagram や hadronic light-by-light diagram について格子 QCD を用いた計算が活発に行われています。また、 $e^+e^- \rightarrow$ hadrons の反応断面積データをインプットとして dispersion relation を用いて HVP diagram の寄与を評価する研究も、新しい実験データの出現や実験データの組み合わせ方の改良などにより精密化の度合いをさらに強めています。また、近い将来 Belle II 実験やロシアの SND, CMD-3 実験などからもより精密な $e^+e^- \rightarrow$ hadrons データが得られることになっており、これらが実現すると理論値の精度がさらによくなると期待されます。

このような現状を踏まえ、この研究会では μ on $g - 2$ への HVP diagram の寄与に焦点を絞り、世界中から専門家を招いて議論する機会とすることを目指しました。なお、この研究会は μ on $g - 2$ の理論値のより正確な評価とさらなる高精度化を目指すグループ “Muon $g - 2$ Theory Initiative” の活動の一環として行われました。このグループの Steering Committee と、そのサブグループである HVP working group coordinators は以下の通りです:

G. Colangelo (U. of Bern)
 M. Davier* (LAL)
 S. Eidelman* (Novosibirsk State U./Budker Institute)
 A. El-Khadra* (U. of Illinois at Urbana-Champaign)
 C. Lehner* (BNL)
 T. Mibe (KEK 素核研)
 A. Nyffeler (JGU Mainz)
 B. L. Roberts (Boston U.)
 T. Teubner* (U. of Liverpool)

(敬称略, アルファベット順, 星印をつけた方は HVP working group coordinators)。

また、Local Organizing Committee は橋本省二 (KEK 素核研), 飯嶋徹 (名大院理/名大 KMI), 出渕卓 (BNL/RIKEN-BNL research center), 金児隆志 (KEK

素核研), 三部勉 (KEK 素核研), 西田昌平 (KEK 素核研) の各氏 (敬称略, アルファベット順) と野村大輔でした。

3 研究会の構成



図 2: 初日の朝のセッションで講演する DESY Zeuthen/Humboldt University Berlin 所属の Fred Jegerlehner 博士

研究会のプログラムは以下のような構成でした。

- 初日: Dispersive Methods による $\mu\text{on } g-2$ の理論値の計算 (図 2), QED の寄与などその他の理論的側面について
- 2 日目: e^+e^- 衝突実験およびそこでの $e^+e^- \rightarrow \text{hadrons}$ データの詳細, Fermilab および J-PARC での $\mu\text{on } g-2$ 実験の現状, 標準模型を越える物理からの寄与の可能性
- 3 日目: 格子 QCD による $\mu\text{on } g-2$ の理論値の計算, Belle II 検出器見学

このうち 2 日目の一部のセッションについては, ほぼ同時期に KEK で行われた素粒子現象論研究会 KEK-PH 2018 との合同セッションとして行われました (図 3)。



図 3: 合同セッションの様子

研究会では上記の内容の講演に加え, それぞれの話題について 1 時間から 1 時間半ほどの議論の時間を設け, 活発な議論が交わされるよう配慮しました。実際, いずれの議論セッションにおいても白熱した議論が展開され, 強い批判の言葉に思わず息をのむ場面もありました。

Muon $g-2$ Theory Initiative の大きな目的はフェルミ研究所や J-PARC での実験が最初の実験結果を報告する前に $\mu\text{on } g-2$ の理論値についてグループとしての統一見解を white paper という形で提出することです。そのため, 最終日の最終セッションでは white paper の作成に向けた議論が行われました。

4 最後に

この研究会は, 当初は KEK つくばキャンパス 2 号館大会議室での開催を予定していたのですが, 参加登録者数が予想以上に多く, 2 号館大会議室では手狭であることが判明したため, 結局小林ホールで行うことになりました。お忙しいところ来てくださった参加者の皆様に厚く感謝します。また, KEK 素核研理論センターと RIKEN-BNL research center, 名古屋大学 Belle II 実験グループからは参加者の旅費へのサポートをいただきました。この場を借りて深くお礼を申し上げます。