

使用ステーション/ビームライン(12ポイント・右寄せ)

## J-PARC ミューオン $g-2$ /EDM 実験のための 3次元らせん入射手法の実証実験

### Test experiment of 3-D spiral beam injection for muon $g-2$ /EDM experiment at J-PARC

飯沼裕美・茨城大学理工学研究科量子線科学専攻

J-PARC で計画されているミューオン異常磁気モーメント( $g-2$ )と電気双極子モーメント(EDM)の精密測定実験(新  $g-2$ /EDM 実験)のためのビーム入射・蓄積ビーム軌道の制御手法の確立、および蓄積ビームのモニター手法の開発の現状報告をする。

ミューオン EDM の存在は CP 対称性の破れの証拠となるので、これの存在を確認すれば直ちに未知の新物理の証拠発見になる。磁場中のミューオンスピン歳差運動の周期を精密測定して EDM の有無、存在する場合はその大きさを実験的に決定する。これを実現するために、ビーム中心軌道が乗る平面の安定度 0.01mrad 以内を目指し、低エミッタンスビーム、高精度磁場の蓄積リングに加え、高精度なビームの軌道制御技術が求められる。

我々は直径 0.66m という他に例を見ない小型蓄積リングに、蓄積磁場を乱さずにビームを3次元らせん軌道で入射するというユニークな手法を考案し[1]、高エネ研つくばキャンパスに於いてテストベンチにおける原理実証実験を行っている。オリジナルより 1/3 サイズダウンした蓄積磁石にミューオンビームの代わりに電子銃からの電子ビームを入射し、3次元らせん入射をおこない、入射軌道の安定化および、入射後のビームのモニター装置の開発と蓄積領域内でのビーム軌道を高精度に制御する手法の開発に取り組んでいる。

[1] “Tree-dimensional spiral injection scheme for the  $g-2$ /EDM experiment at J-PARC” H. Inuma, H. Nakayama, M. Abe, K. Oide, K. Sasaki, N. Saito, T. Mibe. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 832 (2016) 51-62.

# J-PARC におけるミュオニウム超微細構造精密測定実験 のための中性子バックグラウンド測定器の開発

## Development of the neutron detector for the measurement of muonium hyperfine splitting at J-PARC

東京大学大学院総合文化研究科 八木大介 for MuSEUM Collaboration

ミュオニウムは正ミュオンと電子というレプトンのみからなる束縛状態である。ミュオニウム超微細構造 (MuHFS) の精密測定により、束縛系 QED の厳密な検証が可能である。MuSEUM (Muonium Spectroscopy Experiment Using Microwave) グループは J-PARC MLF の大強度パルスミュオンビームを用いて MuHFS を精密測定している。先行実験 [1] で得られた測定精度は 12 ppb であり、不確かさの大部分は統計誤差である。世界最高強度のパルスミュオンビームを用いることで、MuSEUM では更に 10 倍以上の精度向上を目指している。ミュオン生成時に中性子やガンマ線も生成され、これらは測定における背景事象となる。中性子の時間構造・エネルギー分布は MuSEUM におけるミュオン spin 分光器であるプラスチックシンチレータを用いた陽電子検出器では測定が難しいため、独立した中性子検出器を用いる恩恵が大きい。そこで、中性子に対して、高検出効率が見込める液体シンチレータを用いた中性子検出器を開発している。信号は光電子増倍管によって読み出され、高速の波形デジタイザによって処理される。シンチレーション光には即発成分と遅発成分があり、中性子のイベントの信号は  $\gamma$  線のイベントのそれに比べて遅発成分が多い。この遅発成分による波形の違いを利用して、波形の全積分電荷と tail 部分の積分電荷との比を入射粒子ごとに比較することで粒子弁別を行う。検出器の基礎的な性能を実験室において複数の放射線源を用いて評価した。図 1 に  $^{252}\text{Cf}$  線源を用いたセットアップを、図 2 に粒子弁別試験結果を示す。



図1線源試験のセットアップ

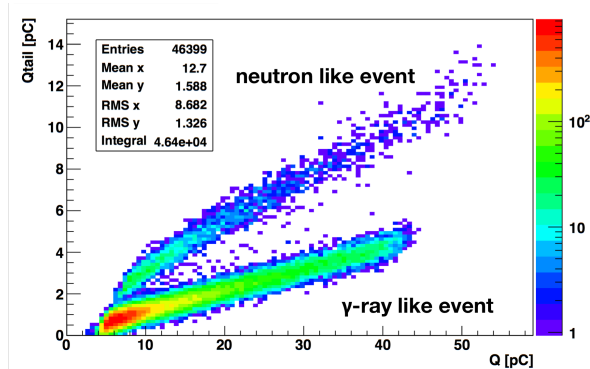


図2 粒子弁別結果

[1] W. Liu et al., PRL, 82, 711 (1999).

## Neutron lifetime measurement at BL05 MLF J-PARC

Katsuya Hirota<sup>1</sup>, Sei Ieki<sup>2</sup>, Takashi Ino<sup>3</sup>, Yoshihisa Iwashita<sup>4</sup>, Masaaki Kitaguchi<sup>5</sup>, Ryunosuke Kitahara<sup>6</sup>, Kenji Mishima<sup>3</sup>, Aya Morishita<sup>7</sup>, Naoki Nagakura<sup>2</sup>, Hideyuki Oide<sup>8</sup>, Hidetoshi Otono<sup>9</sup>, Yoshichika Seki<sup>10</sup>, Tatsushi Shima<sup>11</sup>, Hirohiko M. Shimizu<sup>1</sup>, Naoyuki Sumi<sup>7</sup>, Hirochika Sumino<sup>12</sup>, Kaoru Taketani<sup>3</sup>, Tatsuhiko Tomita<sup>7</sup>, Takahito Yamada<sup>2</sup>, Satoru Yamashita<sup>13</sup>, Mami Yokohashi<sup>4</sup>, Tamaki Yoshioka<sup>9</sup>

1 Department of Physics, Graduate School of Science, 2 Department of Physics, Graduate School of Science, 3 KEK, High Energy Accelerator Research Organization, 4 Institute for Chemical Research, 5 Kobayashi-Maskawa Institute for the Origin of Particles and the Universe (KMI), 6 Department of Physics, Graduate School of Science, Kyoto University, 7 Department of Physics, Graduate School of Science, Kyushu University, 8 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, 9 Research Center for Advanced Particle Physics (RCAPP), Kyushu University, 10 Neutron Science Section, Materials and Life Science Division, J-PARC Center, Japan Atomic Energy Agency, 11 Research Center for Nuclear Physics (RCNP), Osaka University, 12 Department of Basic Science, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo, 13 International Center for the Elementary Particle Physics (ICEPP), The University of Tokyo

The neutron decay lifetime ( $\tau_n \sim 880$  sec) is the most crucial parameter for the Big Bang Nucleosynthesis, which predicts light element synthesis in the early universe. However, recently reported values for the neutron lifetime deviate significantly from the systematic uncertainties. The discrepancy of 8.4 sec ( $3.8\sigma$ ) in the measured value of  $\tau_n$ , depending on which of the two current methods is used. One is to measure the number of protons produced in the neutron beta decay using the Penning trap method. The other is to store ultra-cold neutrons in a chamber and count the number of remaining neutrons after a certain period. To resolve this problem, we conduct a new experiment to measure  $\tau_n$  using a different method, which is carried out at the polarized beam branch of BL05, MLF, J-PARC. In this method, both the total neutron flux and the number of electrons produced in the beta decay are measured in a time projection

220R

(基礎物理(素粒子・原子核))

chamber (TPC). Here, the total neutron flux is evaluated using the number of  ${}^3\text{He}(n,p){}^3\text{H}$  reactions in the TPC. Since our method has different types of systematic uncertainties with respect to the previous two methods, the result will be a powerful approach in resolving the current discrepancy. The first set of data, acquired in April of 2016, yields a statistical uncertainty of  $O(10)$  sec on  $\tau_n$ . We will present the analysis results of the acquired data.

## 複合核状態における時間反転対称性の破れ探索実験 Search for **T-violation effect in compound neutron resonance at J-PARC**

奥平琢也、清水裕彦、北口雅暁<sup>1</sup>、広田克也、岡田晏珠、伊藤維久弥、山本知樹、高田秀佐<sup>2</sup>、古賀淳<sup>2</sup>、吉岡瑞樹<sup>3</sup>、猪野隆<sup>4</sup>、旭耕一郎<sup>5</sup>、百瀬孝昌<sup>6</sup>、岩田高広<sup>7</sup>、酒井健二<sup>8</sup>、木村敦<sup>8</sup>、日野正裕<sup>9</sup>、嶋達志<sup>10</sup>、山形豊<sup>10</sup>  
名大理, 名大KMI<sup>A</sup>, 九大理<sup>B</sup>, 九大RCAPP<sup>C</sup>, KEK<sup>D</sup>, 東工大理<sup>E</sup>, Univ. British Columbia<sup>F</sup>, 山形大理<sup>G</sup>, JAEA<sup>H</sup>, 京大炉<sup>I</sup>, 阪大 RCNP<sup>H</sup>, 理研<sup>K</sup>

中性子が原子核に吸収され、複合核共鳴となるときに空間反転対称性の破れが陽子陽子散乱の最大約 $10^6$ 倍まで増幅されるという現象が2000年以前の偏極中性子を用いた実験によって報告されている。これは複合核の部分波であるp波とs波の干渉によるものとして理解されている。CP対称性の破れに対しても同様の増幅効果が理論的に予測されており、講演者らは複合核共鳴を通じた感度の良いCP対称性の破れの探索を計画している。

CP対称性の破れ探索実験では原子核標的を偏極し、入射中性子のスピン偏極に対する吸収断面積の非対称度を測定する。候補となる標的原子核はLa, Xe, Br, Inなどであり、利用する共鳴のエネルギーは熱外中性子の領域である。<sup>3</sup>He スピンフィルタによる熱外中性子の偏極、動的核偏極レーザーを用いた核偏極など、現有の技術と、J-PARCの大強度パルス中性子ビームの利用によって、この実験が現実的に可能である。

現在は主にBL04のGe検出器を使用し、標的原子核選定のための(n,γ)反応の測定を行なっている。また<sup>3</sup>He スピンフィルタや中性子検出器の開発も同時に進めており、本発表ではこれらの実験の結果、開発の状況について報告する。

## 中性子 EDM 測定のための $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ 結晶の内部電場の測定

### Measurement of Electric field in $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ Crystal to search for nEDM

伊藤茂康、中路雅也、北口雅暁、清水裕彦  
名古屋大学理学研究科

固有の中性子電気双極子モーメント (EDM) の存在は T 対称性 (即ち CP 対称性) を破る。現在の超冷中性子 (UCN) を用いた上限値は  $3.0 \times 10^{-26}$  e · cm と与えられており、標準模型を超える新物理、例えば超対称性理論、が予測する値にあと一步まで迫っている。我々は、 $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$  単結晶による回折を利用した新しい中性子 EDM 探索実験に取り組んでいる。この方法はある種の非対称性結晶の内部に存在する強力な電場を用いて EDM との相互作用をスピン回転で測定しようとするもので、UCN 蓄積法と同等の感度を持つ可能性がある。また、異なる系統誤差をもつ方法としても重要である。現在、第一ステップとして結晶内電場の測定に取り組んでおり、その現状と今後の EDM 探索に向けた取り組みについて報告する。

## 中性子-希ガス散乱による未知相互作用の探索

### Measurement of neutron scattering from noble gas to search for a short-range unknown force

我々は大強度陽子加速器施設(J-PARC/MLF)において冷中性子と希ガスの散乱を用いた質量と結びつく未知相互作用の探索を行っている。

中性子は電荷がなく原子間力を抑えられる粒子である。このため中性子散乱を精密に測定することで小さな相互作用まで検出することができる。また散乱標的に結晶構造や分子構造のない希ガスを用いて、中性子散乱を測定することでナノメートルスケールの未知相互作用を探索することができる。

本研究では2016年6月に実験をし、さらに2016年11月から2017年1月にかけて高統計の実験を行った。取得できた実験データの現在の解析状況・結果を報告する。

