

# 高磁場ミュオニウム超微細構造の精密測定に向けた NMRプローブ開発

## Development of NMR probes for muonium hyperfine structure spectroscopy with high magnetic field

田中陶冶<sup>1</sup> for MuSEUM collaboration

<sup>1</sup> 東京大学総合文化研究科

MuSEUM(Muonium Spectroscopy Experiment Using Microwave)グループではミュオニウム超微細構造の精密測定を行うことにより、束縛系量子電磁気学の厳密な検証を行うことを目標としている。また高磁場を用いた場合での実験では、ミュオン磁気モーメントおよびミュオン質量の精密測定が可能となる。特にミュオン磁気モーメントの測定精度は、理論値と測定値が異なると知られているミュオン異常磁気能率の精度決定に重要な役割を持つ。

ロスアラモス国立研究所で行われた先行研究[1]では、不確かさの一番の要因は統計的不確かさであったが、その次が測定環境における磁場の不均一性による系統的な不確かさであった。統計的不確かさに関しては MLF で建設予定の大強度パルスミュオンビームライン H ライン[2]を用いることで統計量向上を予定している。また磁場による系統的な不確かさを向上するためには、高い磁場均一度を持つ MRI 磁石と、それを評価するための高精度 NMR 磁気プローブが必要となる。MuSEUM では MRI 磁石を所有しており、現在は本実験で用いる 1.7 T の磁場を用いて高精度 NMR プローブの開発を行っている段階である。本発表では開発の進捗に関する報告を行う。

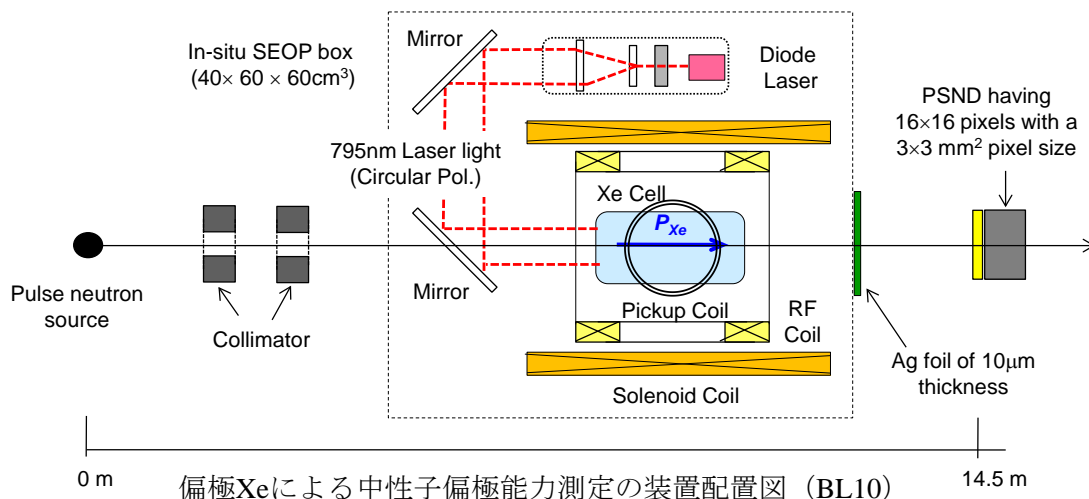
[1] W. Liu et al., Physical Review Letter 82 4 (1999).

[2] N. Kawamura, et al., J. Phys. Conf. Ser. 551, 012062 (2014).

# 偏極Xe標的を用いた中性子-原子核スピン相関項の研究 Study of neutron-nuclear spin correlation term with a polarized xenon target

酒井健二<sup>1</sup>、奥隆之<sup>1</sup>、廣井孝介<sup>1</sup>、甲斐哲也<sup>1</sup>、原田正英<sup>1</sup>、林田洋寿<sup>2</sup>、  
吉良弘<sup>2</sup>、清水裕彦<sup>3</sup>、広田克也<sup>3</sup>、奥平琢也<sup>3</sup>、山本知樹<sup>3</sup>、猪野隆<sup>4</sup>  
1JAEA MLF、2 CROSS、3 名古屋大 理、4 KEK KENS

中性子光学に従えば、偏極中性子（スピン  $s$ ）が偏極標的核（核スピン  $I$ ）透過時に、 $s \cdot I$  項の虚数成分に起因する中性子断面積の核スピン非対称度  $A_I$ 、実数成分に起因する  $I$  を軸としたスピン回転角  $\Phi_I$  が生じる。磁場  $H$  による回転角  $\Phi_H$  との類似性から、 $\Phi_I$  は擬磁場  $H^*$  による回転角として定義される。一方、中性子基礎物理学において、中性子共鳴ピークでの空間反転 ( $P$ )・時間反転 ( $T$ ) 非保存項の検証は、1970 年以來の重要な研究テーマである。特に  $P$  非保存項である  $s \cdot k$  項に起因する、中性子断面積のヘリシティ非対称度  $A_k$  や運動量  $k$  を軸にしたスピン回転角  $\Phi_k$  が、弱い相互作用と核力の比からの予言値 ( $\sim 10^{-7}$ ) に比べ桁違いに大きく、 $^{139}\text{La}$  や  $^{131}\text{Xe}$  の  $p$  波共鳴ピークに至っては  $A_k \sim 10^{-1}$  まで達する。この増大効果は、 $T$  非保存項である  $s \cdot (k \times I)$  項の検証でも有効であると示唆されており、その検証には、互いに干渉する  $s \cdot I$  項が  $s \cdot (I \times k)$  項の測定に与える影響を調べることが鍵となる。そのためには、Breit-Wigner 式より共鳴ピーク付近での増大が予想される  $A_I$ 、 $\Phi_I$  を、 $E$  の関数として実測することが望まれる。我々は、光ポンピング法 (SEOP) で偏極可能な Xe ガス標的とエネルギー分析型熱外中性子磁気イメージング法を組み合わせ、Xe の  $A_I$ 、 $\Phi_I$  測定を計画しており、第一段階として BL10 で偏極 Xe を用いた中性子共鳴ピーク付近での中性子偏極能力の測定を開始した (下図)。本発表では実験現状と今後について報告する。



# $^{117}\text{Sn}(n, \gamma)$ 反応における即発ガンマ線放出角分布 Angular distribution of prompt gamma-ray from the $^{117}\text{Sn}(n, \gamma)$ reaction

古賀淳<sup>1</sup>、高田秀佐<sup>1</sup>、吉岡瑞樹<sup>2</sup>、清水裕彦<sup>3</sup>、広田克也<sup>3</sup>、奥平琢也<sup>3</sup>、  
大井法子<sup>3</sup>、伊藤維久弥<sup>3</sup>、山本知樹<sup>3</sup>、石崎貢平<sup>3</sup>、遠藤駿典<sup>3</sup>、佐藤匠<sup>3</sup>、  
Christopher Haddock<sup>3</sup>、北口雅暁<sup>4</sup>、木村敦<sup>5</sup>、酒井健二<sup>5</sup>

1 九大理、2 九大 RCAPP、3 名大理、4 名大 KMI、5 JAEA

様々な原子核の複合核共鳴反応において、空間反転(P)対称性の破れが陽子-陽子散乱に比べて増幅して観測されており、その増幅は最大で  $10^6$  倍まで及ぶ。この増幅効果は s 波共鳴と p 波共鳴の干渉によって生じると理論的に説明されている。これと同様に CP 対称性の破れも増幅し、その大きさは P 対称性の破れの大きさに比例することが理論的に示唆されている。CP 対称性の破れの増幅効果の指標となる  $\kappa$  はスピンの組み替えによるパラメタであり、p 波共鳴における中性子の全スピン 1/2 成分と 3/2 成分の混合角  $\phi$  によって一意に決まる値であるが、 $\phi$  及び  $\kappa$  についてこれまで測定された例はない。また、 $\kappa$  は原子核毎に異なる値を持つと考えられており、様々な原子核で測定する必要がある。CP 対称性の破れを感度よく探索する上で、P 対称性の破れが大きく増幅されている、かつ  $\kappa$  の値が大きい原子核は候補となる。現段階では P 対称性の破れが大きく増幅されて観測されている  $^{81}\text{Br}$ ,  $^{115}\text{In}$ ,  $^{117}\text{Sn}$ ,  $^{131}\text{Xe}$ ,  $^{139}\text{La}$  が候補として挙げられる。

混合角  $\phi$  については  $(n, \gamma)$  反応における即発ガンマ線の角分布を測定することで求まると予測している理論がある。そこで我々は 2017 年に J-PARC/MLF/BL04 で  $^{117}\text{Sn}$  の  $(n, \gamma)$  反応の測定を行った。詳細なデータ解析の結果、 $^{117}\text{Sn}(n, \gamma)$  反応の p 波共鳴において明らかな即発ガンマ線の角分布を観測した。今回のポスターでは、その解析結果について発表する。

# MLF-BL04 における $^{35}\text{Cl}$ の中性子捕獲断面積測定

## Cross-section measurement of $^{35}\text{Cl}(n,\gamma)$ reaction at MLF-BL04

原かおる<sup>1</sup>, 藤井伸弥<sup>1</sup>, 佐藤博隆<sup>1</sup>, 成田祐樹<sup>1</sup>, 加美山隆<sup>1</sup>,  
片瀨竜也<sup>2</sup>, 岩本信之<sup>3</sup>, 中村詔司<sup>3</sup>, 藤暢輔<sup>3</sup>

1 北海道大学, 2 東京工業大学, 3 原子力機構

低レベル放射性廃棄物に含まれる長寿命放射性核種  $^{36}\text{Cl}$  は、原子力や加速器施設の冷却材や遮蔽材に不純物として存在する安定核種  $^{35}\text{Cl}$  が中性子を捕獲することによって生じる放射化生成物である。 $^{36}\text{Cl}$  の半減期は 30 万年である。 $^{36}\text{Cl}$  の生成量見積もりの精度を高めるためには、 $^{35}\text{Cl}$  の中性子捕獲断面積のデータが必要であるが、データの精度以前に、実験データは数十 meV から数百 eV のエネルギー領域にわたって欠如している。

そこで、大強度陽子加速器施設 (J-PARC) の物質・生命科学実験施設 (MLF) のビームライン 04 (BL04) において、 $^{35}\text{Cl}$  の中性子捕獲断面積測定を行った。中性子捕獲反応によって放出される即発ガンマ線を中性子飛行時間 (TOF) 法で測定するため、中性子核反応測定装置 (ANNRI) の NaI(Tl) シンチレーションスペクトロメータを利用した。NaI(Tl) シンチレーションスペクトロメータは BL04 の中性子飛行距離 28 m 位置に設置されている。試料は、Cl の同位体組成が異なる 3 種類の NaCl (直径 10 mm のディスク状) を用意した。

NaCl 試料には標的核  $^{35}\text{Cl}$  の他に、 $^{23}\text{Na}$  と  $^{37}\text{Cl}$  が含まれるため、それらの寄与を測定のバックグラウンドとして評価する必要がある。3 種類の NaCl に対する中性子捕獲反応データを利用して解析し、0.02 eV から 1 keV の中性子エネルギー範囲で  $^{35}\text{Cl}$  の中性子捕獲断面積を導出した。解析の結果得られた断面積の実験値を、評価済み核データライブラリ (JENDL) の評価値と比較し議論する。

本研究は JSPS 科研費 26820411 の助成を受けたものです。

# 時間微分ミュオンスピン共鳴法による ミュオニウム超微細構造の測定

## Measurement of Muonium Hyperfine Structure by Time Differential Muon Spin Resonance Method

西村昇一郎<sup>A,E</sup>、青木正治<sup>B</sup>、飯沼裕美<sup>C</sup>、池田博一<sup>D,E</sup>、池戸豊<sup>F</sup>、池野正弘<sup>E,G</sup>、  
石田勝彦<sup>H</sup>、伊藤孝<sup>I</sup>、伊藤拓実<sup>J</sup>、岩崎雅彦<sup>H</sup>、上野一樹<sup>E,G</sup>、上野恭裕<sup>K</sup>、  
内田智久<sup>E,G</sup>、大久保隆治<sup>L</sup>、荻津透<sup>M</sup>、門野良典<sup>F</sup>、上垣外修一<sup>H</sup>、川越清以<sup>J</sup>、  
河村成肇<sup>F</sup>、神田聡太郎<sup>H</sup>、岸下徹一<sup>E,G</sup>、久保謙哉<sup>N</sup>、久米達哉<sup>L</sup>、DavidKawall<sup>O</sup>、  
幸田章宏<sup>F</sup>、高力孝<sup>E,G</sup>、小嶋健児<sup>F</sup>、齊藤直人<sup>G</sup>、佐々木修<sup>E,G</sup>、佐々木憲一<sup>M</sup>、  
佐藤優太郎<sup>G</sup>、下村浩一郎<sup>F</sup>、庄子正剛<sup>E,G</sup>、調翔平<sup>E,J</sup>、末原大幹<sup>E,J</sup>、  
菅野未知央<sup>M</sup>、PatrickStrasser<sup>F</sup>、瀬尾俊<sup>K</sup>、千代浩司<sup>E,G</sup>、田島美典<sup>K</sup>、  
田中香津生<sup>P</sup>、田中陶冶<sup>K</sup>、田中真伸<sup>E,G</sup>、堤裕樹<sup>J</sup>、東城順治<sup>E,J</sup>、友野大<sup>Q</sup>、  
豊田晃久<sup>G</sup>、鳥居寛之<sup>A</sup>、鳥養映子<sup>R</sup>、永嶺謙忠<sup>F</sup>、東芳隆<sup>K</sup>、樋口嵩<sup>K</sup>、  
深尾祥紀<sup>G</sup>、真玉将豊<sup>E,J</sup>、松田恭幸<sup>K</sup>、水谷丈洋<sup>K</sup>、三部勉<sup>E,G</sup>、三宅康博<sup>F</sup>、  
村上武<sup>E,G</sup>、八木大介<sup>K</sup>、安田浩昌<sup>A,E</sup>、山崎高幸<sup>F</sup>、山中隆志<sup>T</sup>、山本明<sup>S</sup>、  
吉岡瑞樹<sup>E,T</sup>、吉田光宏<sup>S</sup>

東大理 A、阪大理 B、茨城大 C、JAXA D、Open-It E、KEK 物構研 F、KEK 素  
核研 G、理研 H、原科研 I、九大理 J、東大院総合 K、KEK 機械 L、KEK 超伝導  
低温 M、ICU N、University of Massachusetts O、東北大 P、阪大 RCNP Q、山  
梨大 R、KEK 加速器 S、九大 RCAPP T

ミュオニウムはミュオンと電子が束縛したレプトンのみで構成される水素様  
原子の一種である。他の水素様原子と比較して理論計算が容易であり、かつ  
高精度で計算されており、量子電磁力学の検証に適している。ロスアラモス国  
立研究所で行われた先行実験の測定精度は統計量による不確かさが支配的  
であり[1][2]、J-PARC MLF の大強度パルスミュオンビームを利用すること  
により、測定精度の向上を目指している。ミュオニウム超微細構造の測定は磁  
気シールドを用いたゼロ磁場での測定と 1.7 T 高磁場中での測定の二通りの  
測定があり、2017 年 6 月にゼロ磁場での物理測定実験を行った。

従来解析方法では時間積分を行った信号を用いることにより、超微細構  
造周波数を決定していたが、今回、信号の時間発展から直接超微細構造周  
波数を決定するという新しい手法を用いて解析を行った。本発表では、その解  
析結果について報告する。

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

[2] D.E. Casperson *et al.*, Phys. Lett. **59B** 4 (1975)

使用ステーション/ビームライン(12ポイント・右寄せ)

## 小型蓄積磁石への3次元らせん軌道入射ビームテスト実験 Test experiment for 3-D spiral beam injection

飯沼裕美<sup>1</sup>、中山久義<sup>2</sup>、大澤哲<sup>2</sup>、深尾祥紀<sup>2</sup>、三部勉<sup>2</sup>、佐々木憲一<sup>2</sup>、  
阿部充志<sup>2</sup>、古川和朗<sup>2</sup>、Muhammad Abdul Rehman<sup>3</sup>  
1- 茨城大学理工学研究科、2-KEK、3-総研大

医療用MRIサイズの高精度磁場中へのビーム入射のための3次元らせん軌道入射の実証実験を行っている。この技術は、J-PARC MLFのミュオンビームを用いた基礎物理実験: J-PARC Muon g-2/EDM 実験に必須項目である。本発表では、ミュオンの代わりに電子銃ビームを小型ソレノイド磁石へ入射するテスト実験の結果を紹介する。蓄積槽内の電子ビーム軌跡を3次元的に可視化するために窒素ガス中での電離をCCDカメラでとらえ、設計軌道との比較を行う。また、軸対称ソレノイド型磁場へ入射するための Twiss パラメータを調整し、ビーム位相空間の X-Y 結合を調整する必要があるが、ビームライン上に回転4極を設置し、X-Y 結合を変えながらビーム入射調整を行った結果も合わせて報告する。

**MUSE** におけるミュオン基礎実験に向けた  
 中性子検出器の開発と中性子背景事象の測定  
**Performance evaluation of neutron detector for  
 muon basic experiments in MUSE  
 and measurement of neutron background event**

八木 大介, 深尾 祥紀<sup>A</sup>, 神田 聡太郎<sup>B</sup>, 河村 成肇<sup>A</sup>, 松田 恭幸, 上野 恭裕,  
 西村 昇一郎<sup>C</sup>, 瀬尾 俊, 下村 浩一郎<sup>A</sup>, Patrick Strasser<sup>A</sup>, 田中 陶冶,  
 鳥居 寛之<sup>C</sup>, 山崎 高幸<sup>B</sup>, 萩原 雅之<sup>A</sup>, 高久 健二<sup>D</sup>

東大院総合, KEK<sup>A</sup>, 理研<sup>B</sup>, 東大理<sup>C</sup>, 阪大 RCNP<sup>D</sup>

J-PARC 内のミュオン科学実験施設(MUSE)では、高統計量を要するミュオン基礎物理実験[1][2][3]が計画、進行している。現在、これらの実験専用のミュオンビームライン、Hライン[4]が建設中である。Hラインは、MUSEにおいて最高の統計量が期待される一方、ミュオン生成標的で生成し、実験エリアまで飛来する高速中性子も多いと予測されている。この中性子による事象はHラインを使用する実験のバックグラウンド事象となりうる。これまでMUSEでは、シミュレーションによってのみ中性子背景事象を見積もっており、実測はしていなかった。そこで私は、実測のための中性子検出器を開発し、性能評価をした後に、Hライン H1 エリアの中性子背景事象を測定した。H1 エリアにおいて、検出器には中性子の他にガンマ線も飛来するため、検出器には、これらを識別可能な有機液体シンチレータを用いた。中性子による事象とガンマ線による事象では信号波形が異なるため、高速の波形デジタイザにより波形情報を保存しオフライン解析することで粒子識別可能である。実験室において、中性子とガンマ線の両方を放出する<sup>252</sup>Cf線源を用いて粒子識別能力を評価した。また、MCシミュレーションにより実験系を模擬し、計算値と実験値を比較することで、性能評価の妥当性を確かめた。H1 エリアにおいて、この検出器を用いた、入射粒子の時間分布も測定可能な実験系を確立し、中性子とガンマ線の時間分布とエネルギー分布を初めて測定した。本研究成果はHラインを使用するなどの実験においても有益であると期待される。また、検出器系の汎用性が高いため、J-PARCのどのビームラインにおいても測定が可能である。

[1] N. Saito and J-PARC g-2/EDM Collaboration, AIP Conf. Proc. 1467, pp. 45- 56, GUT2012 (2012)

[2] K. Shimomura et al. NuFact11 proceedings. (2011)

[3] M. Aoki, AIP Conference Proceedings 1441, 599 (2012)

[4] N. Kawamura et al., Journal of Physics: Conference Series 551 (2014)

# ミュオニウム超微細構造の極小磁場における精密測定 Precision Measurement of Muonium Hyperfine Structure at Very Weak Field

上野恭裕 for MuSEUM collaboration・東京大学大学院総合文化研究科

正電荷のミュオンと電子からなる水素様原子たるミュオニウムは、レプトン二つのみからなる束縛系であり、そのエネルギー準位の高精度での理論計算が可能である。そのため、実験的に精度よくミュオニウムの超微細構造を測定し、理論と比べることで、束縛系量子電磁力学を含めた理論の検証が可能となる。

米国ロスアラモス研究所で行われた先行実験では統計量の不足が測定精度を決めていた[1][2]。MuSEUM(Muonium Spectroscopy Experiment Using Microwave)実験は、MLF MUSE の高強度パルスミュオンビームをクリプトン気体標的の中に止めることでミュオニウムを大量生成し統計量を稼ぐことで、先行実験の10倍以上の精度でミュオニウム超微細構造を測定することを目指している。2016年にパルスビームを用いた実験では初の共鳴観測に成功し、現在は測定器系の改善を行うことで測定精度の向上を目指している。

本発表では MLF MUSE D2 ラインで行われているミュオニウム超微細構造の極小磁場下における精密測定の現状について紹介する。

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

[2] D.E. Casperson, et al., Phys. Lett. **59B** 4 (1975)



# 時間反転対称性の破れ探索のための中性子偏極フィルターの開発

## Development of neutron spin filter for T violation search

佐藤 匠<sup>1</sup>, 遠藤駿典<sup>1</sup>, 石崎貢平<sup>1</sup>, 伊藤維久弥<sup>1</sup>, 山本知樹<sup>1</sup>, 大井法子<sup>1</sup>, 奥平琢也<sup>1</sup>, Christopher Haddock<sup>1</sup>, 北口雅暁<sup>2</sup>, 広田克也<sup>1</sup>, 清水裕彦<sup>1</sup>, 古賀淳<sup>3</sup>, 高田秀佐<sup>3</sup>, 吉岡瑞樹<sup>4</sup>, 木村敦<sup>5</sup>, 酒井健二<sup>5</sup>

1 名大理, 2 名大 KMI, 3 九大理, 4 九大 RCAPPA, 5 JAEA

中性子が原子核に吸収されて準安定状態(複合核状態)を形成する過程においてp波共鳴を介する場合には、核子間相互作用の場合に対して空間反転対称性の破れの大きさが増大することが知られており、同様の機構によって時間反転対称性の破れも増大することが示唆されている。

我々はこの現象を利用し、偏極中性子を用いた時間反転対称性の破れを探索する実験を計画している。増幅の大きさによっては、現実的な測定時間で時間反転対称性の破れについて現在最高感度である中性子EDM探索と同程度の感度に到達できる可能性がある。

この実験のためには熱外中性子を偏極させる必要がある。

現在名古屋大学では<sup>3</sup>Heスピフィルター技術の開発を進めており、中性子偏極率を向上するために<sup>3</sup>Heを効率よく偏極させられるような大強度レーザーを用意している。また、新たな<sup>3</sup>Heスピフィルターを作成するためのガスフィルシステムを名古屋大学に構築中である。来年度にはこのシステムで新たに作成したスピフィルター性能評価を行うことを目標にしている。

今回のポスターでは、我々の<sup>3</sup>Heスピフィルターを用いた時間反転対称性の破れの実験計画についてまとめるとともに名古屋大学での<sup>3</sup>Heスピフィルター開発について報告する。

# 複合核共鳴状態における時間反転対称性の破れ探索 にむけた $^{139}\text{La}$ のパリティ非保存の測定

## Measurement of parity violation of lanthanum-139 for the T-violation search in a compound nucleus

山本知樹<sup>1</sup>, 清水裕彦<sup>1</sup>, 北口雅暁<sup>2</sup>, 広田克也<sup>1</sup>, Christopher Haddock<sup>1</sup>,  
奥平琢也<sup>1</sup>, 大井法子<sup>1</sup>, 伊藤維久弥<sup>1</sup>, 石崎貢平<sup>1</sup>, 遠藤駿典<sup>1</sup>, 佐藤匠<sup>1</sup>,  
吉岡瑞樹<sup>3</sup>, 高田秀佐<sup>4</sup>, 古賀淳<sup>4</sup>, 木村敦<sup>5</sup>, 酒井健二<sup>5</sup>, 奥隆之<sup>5</sup>

1 名大理, 2 名大 KMI, 3 九大 RCAPP, 4 九大理, 5 JAEA

原子核が中性子を吸収し複合核状態を形成する過程では, 核子核子間におけるパリティの破れの大きさと比較し, 最大で  $10^6$  倍増幅されること確認されている. これは複合核内における部分波の干渉による結果だと理解されているが, 未だ完全な理解には至っていない.

部分波干渉の理論が正しいとすると, 原子核と中性子の相互作用において時間反転対称性の破れも同様に増幅されることが示唆されている. 我々はこの複合核共鳴状態における対称性の破れの増幅効果を用いて時間反転対称性の破れの探索を計画している. したがって, 時間反転対称性の破れの増幅の理論の基となる部分波干渉の理論の正当性を検証する必要がある.

例えば, 上記の理論ではパリティの破れは終状態によらず生じていると考えられているが, 実験的にこれを検証した例がない.

J-PARC・BL04 の大立体角ゲルマニウム検出器を用いることで個別のガンマ線遷移に対してパリティの破れの測定を行うことができる. またパリティの破れの測定には偏極中性子が必要なのでビームライン上に  $^3\text{He}$  スピンフィルタを導入し, 偏極中性子を用いて  $^{139}\text{La}(n, \gamma)$  反応におけるパリティ対称性の破れを測定した.

本発表では BL04 に導入した  $^3\text{He}$  スピンフィルタの性能評価および,  $^{139}\text{La}(n, \gamma)$  反応におけるパリティの破れの測定結果について報告する.

**ミュオニウム超微細構造精密測定における  
磁場由来の系統的不確かさの評価**  
**Evaluation of the systematic uncertainty from  
magnetic field for the precise measurement of  
muonium hyperfine structure**

瀬尾俊 for MuSEUM collaboration・東京大学大学院総合文化研究科

ミュオニウムは、レプトン二つのみからなる束縛系であり、そのエネルギー準位の高精度での理論計算が可能である。そのため、実験的に精度よくミュオニウムの超微細構造を測定し、理論と比べることで、束縛系量子電磁力学を含めた理論の検証が可能となる。

MuSEUM(Muonium Spectroscopy Experiment Using Microwave)実験は、MLF MUSE の高強度パルスミュオンビームを用いて統計的不確かさを抑制し、先行実験[1][2]の 10 倍以上の精度でミュオニウム超微細構造を測定することを目指している。統計的不確かさの抑制に伴い、系統的不確かさの抑制も更なる精度向上には重要となる。

主な系統的不確かさの要因の一つとして磁場由来の不確かさがある。本発表では新しい磁場測定器の開発および系統的不確かさの評価について紹介する。

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

[2] D.E. Casperson, et al., Phys. Lett. **59B** 4 (1975)