

令和 2 年 7 月 13 日現在

機関番号：82118

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H02194

研究課題名(和文) J-PARC大強度パルス中性子を用いた中性子寿命の精密測定

研究課題名(英文) Neutron lifetime measurement using pulsed neutron beam at J-PARC

研究代表者

三島 賢二 (Mishima, Kenji)

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・特別准教授

研究者番号：20392136

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,530,000円

研究成果の概要(和文)：中性子の寿命は元素合成や素粒子標準理論を知る上で非常に重要なパラメーターである。中性子の寿命は中性子数と単位時間当たりの崩壊数を数えるビーム法と超冷中性子を蓄積してその崩壊時間を測定する蓄積法の2種類が存在するが、値が8.4秒(4)ずれており、その解決は喫緊の課題となっている。本研究はこの問題を解決すべく、既存の実験とは異なる手法によって中性子寿命の精密測定を測定を行うものである。実験はJ-PARCパルス中性子を用いて行われた。3Heを希釈して混合したガス検出器で中性子崩壊電子を検出することで中性子寿命 896 ± 10 (統計誤差) +15/-18 (系統誤差)[秒]を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

中性子は原子核を構成する核子のうちのひとつで、寿命約15分で陽子と電子に崩壊することが知られています。最近中性子の寿命が測定の方法によりその値が異なる、ということが報告されています。中性子の寿命はその崩壊の数を数える方法と崩壊せず残った中性子を測定する2つの方法で測定されています。この2つがなぜ異なるかはまだわかっておらず、もしかすると中性子が消えてしまっているのではないかと、ということまで考えられています。我々は既存の方法とは違う方法で測定を行い、最初の実験結果を得ました。今後精度を上げていくことで、この問題が単なる実験の間違いであったのか、あるいは新しい現象なのかかわかってくると期待されます。

研究成果の概要(英文)：The neutron lifetime is a very important parameter to understand nucleosynthesis in the early universe or the standard model of the elementary particles. The neutron lifetime was determined by the beam method, which counts the number of neutrons and the number of decays per unit time, or storing method, which measures the decay time of stored ultra cold neutrons. The results of the two types of methods gave a discrepancy of 8.4 seconds (4), and the solution of this problem is an urgent issue. In order to solve this problem, we have developed a new method for precise measurement of the neutron lifetime. The experiment was performed using J-PARC pulsed neutrons with a gas detector to count the decay electron with mixed 3He to measure the neutron flux. As the results, the neutron lifetime was obtained as 896 ± 10 (statistical error) +14/-10 (strain error) [s] by detecting neutron decay electrons .

研究分野：素粒子原子核物理学

キーワード：中性子寿命 中性子崩壊 ビッグバン元素合成 CKM行列

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

中性子は最も単純な原子核の一つであり、 880.3 ± 1.1 秒[1]で陽子、電子、反ニュートリノの3体に β 崩壊する。その寿命は素粒子、原子核、天文分野における重要なパラメータのうちの一つであるが、その測定手法により 8.4 秒(3.8σ)[2]と大きく乖離しており大きな問題になっている。

ビッグバン元素合成(BBN)理論は WMAP や Planck 衛星による宇宙背景放射観測(CMB)からバリオン数密度を精密に導出することが可能になって以来、軽元素合成の存在比を正確に予言できる精密宇宙論となりつつある。この BBN 理論と天体観測結果を合わせることで、ビッグバン後 3 分後という非常に初期の宇宙の様子を探ることが可能である。この BBN 理論の計算精度は中性子寿命の決定精度が律速しており、また後述のように中性子寿命の値は測定手法による大きな乖離がみられるため、それが精密研究の妨げとなっている。この乖離は原子炉ニュートリノ異常[3]や小林・益川行列の V_{ud} 項の決定[1]にも影響を与えており、早急な解決が望まれている。

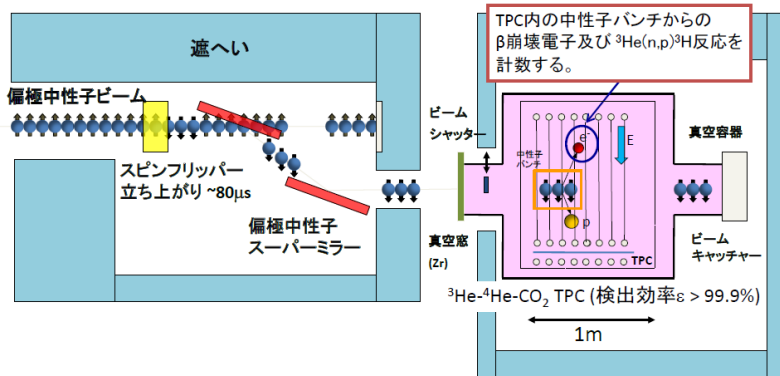
2. 研究の目的

中性子の寿命は主に 2 種類の方法で測定されている。一つは中性子ビーム量と β 崩壊によって生ずる陽子の計数を測定する Proton trap 法、もう一つは超冷中性子(UCN)を容器内に閉じ込め、それが崩壊し無くなっていく時間から寿命を導出する UCN 法である。測定精度は前者が 2 秒、後者は 1 秒を切る精度を出しているが、その値の平均値は両測定方法により異なっており、その差は 2015 年 10 月時点で 8.4 秒(3.8σ)と大きく食い違っている[2]。米 NIST では Proton trap 法の、露 PNPI ではそれぞれ UCN 法のアップグレード実験が提案されているが、乖離の原因については未解決のままである。米 Los Alamos や独 TUM では UCN を磁場により蓄積する実験が等で提案されているが、これも磁場によるスピン反転など複雑な系統誤差要因をはらんでいる。このような状況を打開するために、上記実験とは別の系統誤差を持つ精度の良い実験によって確かめる必要がある。本研究では J-PARC の大強度パルス中性子を用いて既存の手法とは異なる測定方法により中性子寿命を高精度で決定することを目指すものである。

3. 研究の方法

この実験では検出器中の中性子 β 崩壊によって生じる電子と、正確に導入された ^3He による $^3\text{He}(n,p)^3\text{H}$ 反応の計数の比から中性子寿命を導出する。 $^3\text{He}(n,p)^3\text{H}$ 反応の断面積は過去の実験から精度良く求められており、その断面積は中性子の速度 v に対し $1/v$ に従う。つまり単位時間当たりの反応頻度は、中性子 β 崩壊と同じく速度に依存せず一定となる。よって $^3\text{He}(n,p)^3\text{H}$ 反応の計数と中性子 β 崩壊の計数を比較することにより、中性子速度に依存せず中性子寿命を導出することが可能である。

実験セットアップの概略図を図 1 に示す。中性子はスピンドリフリップチョッパーという装置を用いて 400 mm 程度のバンチに整形したのち、ビーム軸長さ長さ 1 m の Time Projection Chamber (TPC)を用い反応を検出する。飛行時間法を用い TPC 検出領域内にバンチのある時間のみを選択することにより、検出器領域の不確かさをなくすと同時に中性子窓やビームキャッチャーからのバックグラウンドを分別する。検出効率は β 崩壊電子に対して 99.9%以上が期待されている。動作ガスには中性子散乱断面積の小さい He と CO_2 を混合したものをを用いる。中性子量導出のため ^3He を分圧にして 100 mPa 程度、正確に導入する。



中性子寿命導出式

$$\tau_n = \frac{1}{\sigma_0 v_0 \rho} \frac{N_{\text{He}}}{\epsilon_{\text{He}}} \frac{N_{\beta}}{\epsilon_{\beta}}$$

N_{He} : ${}^3\text{He}(n,p){}^3\text{H}$ イベント数
 ϵ_{He} : ${}^3\text{He}(n,p){}^3\text{H}$ 断面積
 ρ : ${}^3\text{He}$ 数密度
 N_{β} : β 崩壊 イベント数
 ϵ_{β} : β 崩壊 イベント数

図 1. 実験セットアップ概略図(左)と中性子寿命導出式(右)

4. 研究成果

本研究では検出器、遮蔽体、データ読み出し回路、 ${}^3\text{He}$ ガス導入システム等の整備を行い、実際に中性子寿命の物理実験を行った。本研究における成果は下記に記載する。

(1) ${}^3\text{He}$ 数密度の精密導出

本実験では中性子フラックスの精密測定のため、分圧にして 100 mPa の ${}^3\text{He}$ を正確に導入する。100 mPa を正確に測定するのは技術的に困難であるため、 ${}^3\text{He}$ 分圧は体積比の既知な二つの容積を用いてガスを希釈することで決定する。本研究において整備された ${}^3\text{He}$ 導入装置を用い 0.4% の精度で ${}^3\text{He}$ 数密度を導出することに成功した。

実験に使用した ${}^3\text{He}$ - ${}^4\text{He}$ - CO_2 混合ガスは質量分析法によってその ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ を測定することにより、 ${}^3\text{He}$ 数密度の系統的不確かさをチェックしている。本研究の過程で作成した ${}^3\text{He}$ ガス導入システムおよびそれを用いて作成された ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ ガス比は世界でも類を見ない精度を持つものであり、それ自体を絶対値標準として使用することが可能である。世界で一般的に使われている ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ 校正試料(HESJ)は大気中 ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ を 1 次標準として決定されているため、本研究で用いた標準試料から HESJ の ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ 測定を行うことで、大気中 ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ 絶対値の決定が可能になる。本研究の結果として大気中 ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ を 1.340(6) ppm [4]と世界最高精度で決定することができた(図 2)。

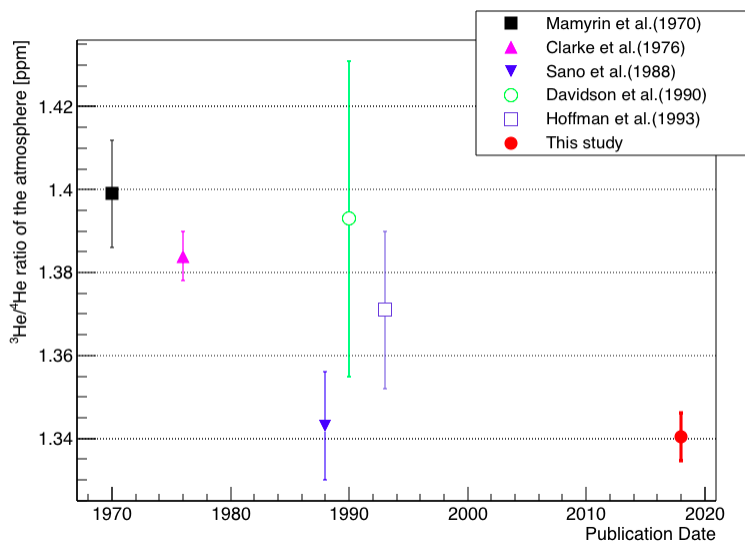


図 2. 本研究で作成した標準サンプルから求めた大気 ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ 比(赤)

(2) ${}^{14}\text{N}(n,p){}^{14}\text{C}$ 熱中性子断面積測定

中性子寿命の決定には色々な角度からの系統誤差評価が必要である。本実験で用いる TPC 検出器および ${}^3\text{He}$ 導入システムが正しく動作しているか、のチェックとして ${}^3\text{He}(n,p){}^3\text{H}$ と ${}^{14}\text{N}(n,p){}^{14}\text{C}$ の相対測定を行った。それぞれの断面積は独立に求められており、その比が過

去の測定と一致しているかどうかは実験システムの検証になる。測定の結果、 $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$ 熱中性子断面積を 1.868(7) barn と既存の測定の 5 倍良い精度で決定した[5]。これは過去の測定データの加重平均 1.84(3) barn(図 3)と無矛盾な結果であり、TPC 検出器とガス導入システムに大きな問題がないことを示すことができた。

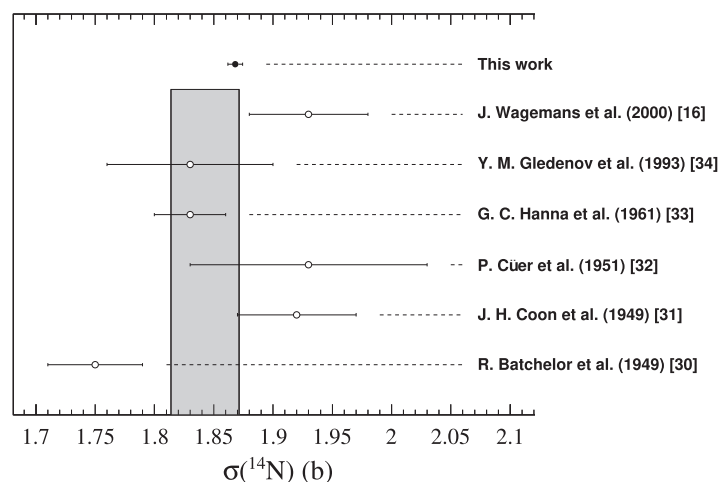


図 3. 熱中性子に対する $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$ 反応断面積

(3) 中性子寿命の測定

本実験は J-PARC 大強度パルス中性子実験施設の基礎物理ビームライン BL05(NOP)にて行なわれた。TPC とガスハンドリングシステムの整備を行った後、物理データの測定を開始した。

取得された TPC 検出器のデータは波高およびトラック情報から中性子 β 崩壊と $^3\text{He}(n,p)^3\text{H}$ 反応に弁別される。各イベントに対し検出効率やバックグラウンドの補正を行った後、中性子 β 崩壊と $^3\text{He}(n,p)^3\text{H}$ 反応の計数を取得、図 1 右式から中性子寿命を導出する。図 4 左が中性子 β 崩壊と $^3\text{He}(n,p)^3\text{H}$ 反応の波高であり、イベントによる違いがきれいに見えている。シミュレーションを用いてイベント分岐点を最適化し、信号を弁別する。図 4 右は中性子 β 崩壊による信号とそれに含まれるバックグラウンドである。ヒストグラムは β 崩壊(赤)とバックグラウンド(緑と青)であるが、データをよく再現している。 $^3\text{He}(n,p)^3\text{H}$ イベントについては、本来 764 keV の単色分布になるはずであるが、空間電荷効果によって大きく歪んでしまうことがわかっている。これをシミュレーションで正しく再現するため、テスト機に陽子ビームを照射する実験を行いモデルの検証を行っている[6]。

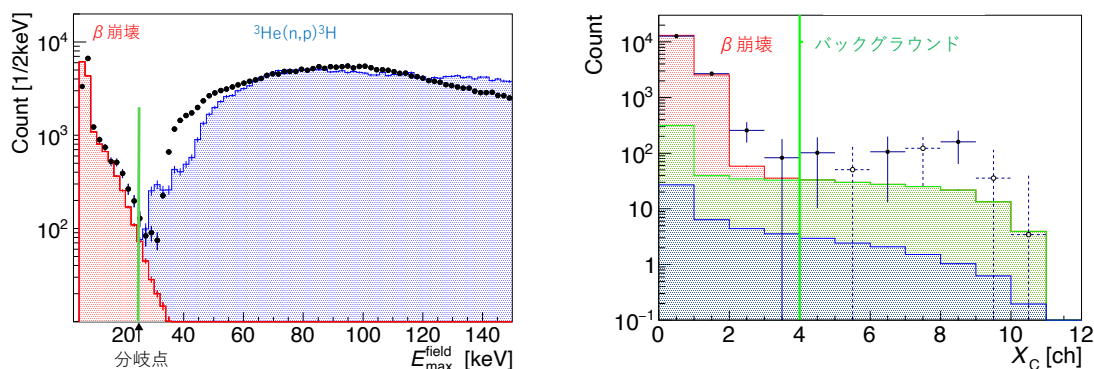


図 4. 中性子 β 崩壊と $^3\text{He}(n,p)^3\text{H}$ 反応の弁別(左)と中性子 β 崩壊とバックグラウンド(右)。黒点がデータ点、ヒストグラムはそれぞれモンテカルロシミュレーションを表す。

本研究では 2019 年までに取得したデータのうち、2016 年までのデータ解析を完了し、本実験の最初の結果として中性子寿命 $\tau_n = 896 \pm 10$ (統計誤差) $_{-10}^{+14}$ (系統誤差)[秒]を得た[7]。この Proton trap 法および UCN 法の双方と無矛盾な結果となった(図 5)。

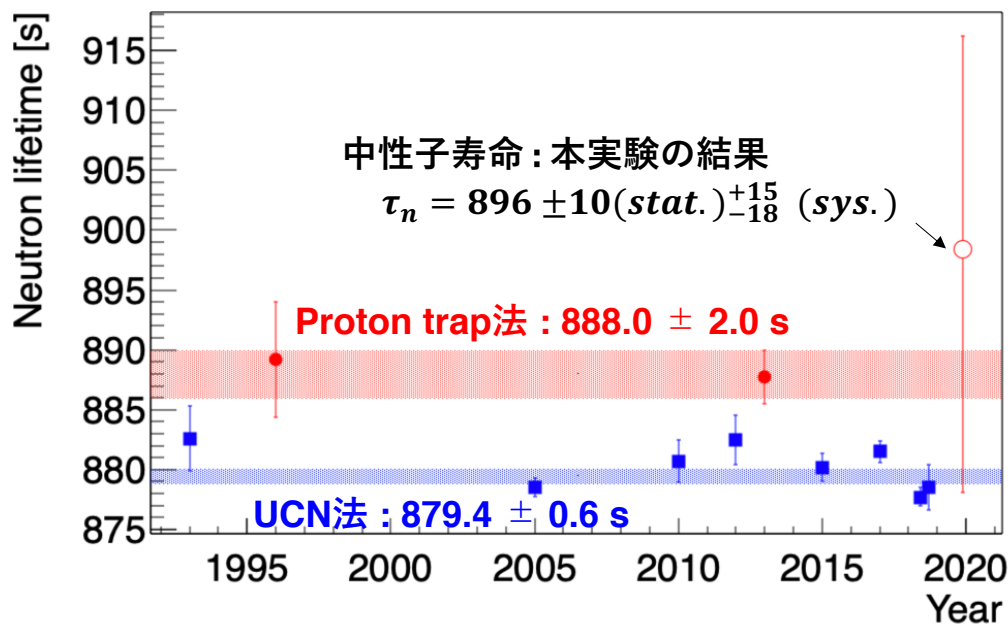


図 5. Proton trap 法(赤)と UCN 法(青)で過去取得された中性子寿命。
 本研究で得られた値は白抜きで表示してある。

(4) 今後の改良に向けての取り組み

本科研費研究では、このパルス中性子と TPC 検出器を用いた電子検出による実験により初めて中性子寿命を導出するに至った。しかし、中性子寿命の実験手法による乖離の問題を解決するためにはさらなる精度の向上が必要である。

統計精度は現状スピンプリップチョッパーの大きさで制限されている。この問題を解決すべく大型のスピンプリップチョッパーの設計、作成を行った。また、 β 崩壊イベントに混入するバックグラウンドを低減するため、低ガス圧による測定が有効である。そのための ASIC アンプを量産し、基板への実装と性能試験が完了している。

[1] K. A. Olive et al. (Particle Data Group), Chin. Phys. C, 38, 090001 (2014) and 2015 update.

[2] A. T. Yue et. al., PRL 111, 222501 (2013)

[3] G. Mention et al., Phys. Rev. D83 (2011) 073006

[4] K. Mishima et al., Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 19(10), 3995–4005 (2018) [成果報告 雑誌論文]

[5] R. Kitahara et al., Prog. Theor. Exp. Phys., 2019(9), 093C01 (2019). [成果報告 雑誌論文]

[6] N. Nagakura et al., Prog. Theor. Exp. Phys., 2018(1), 013C01 (2018). [成果報告 雑誌論文]

[7] K. Mishima et al., Asia-Oceania Conference on Neutron Scattering 2019 (AOCNS2019). [成果報告 国際学会発表 招待講演].

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Mishima Kenji, Sumino Hirochika, Yamada Takahito, Ieki Sei, Nagakura Naoki, Otono Hidetoshi, Oide Hideyuki	4. 巻 19
2. 論文標題 Accurate Determination of the Absolute $3\text{He}/4\text{He}$ Ratio of a Synthesized Helium Standard Gas (Helium Standard of Japan, HESJ): Toward Revision of the Atmospheric $3\text{He}/4\text{He}$ Ratio	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geochemistry, Geophysics, Geosystems	6. 最初と最後の頁 3995 ~ 4005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GC007554	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Mishima Kenji, 他39名	4. 巻 22
2. 論文標題 Fundamental Physics Activities with Pulsed Neutron at J-PARC(BL05)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference on Neutron Optics (NOP2017) JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 11033
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.22.011033	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 NAGAKURA Naoki, 他24名	4. 巻 281
2. 論文標題 Precise Neutron Lifetime Experiment Using Pulsed Neutron Beams At J-PARC	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the 26th International Nuclear Physics Conference	6. 最初と最後の頁 191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.22323/1.281.0191	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 NAGAKURA Naoki, 他28名	4. 巻 219
2. 論文標題 New project for precise neutron lifetime measurement at J-PARC	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 EPJ Web of Conferences	6. 最初と最後の頁 03003 ~ 03003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1051/epjconf/201921903003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kitahara R, Hirota K, Ieki S, Ino T, Iwashita Y, Kitaguchi M, Koga J, Mishima K, Morishita A, Nagakura N, Oide H, Otono H, Seki Y, Sekiba D, Shima T, Shimizu H M, Sumi N, Sumino H, Taketani K, Tomita T, Yamada T, Yamashita S, Yokohashi M, Yoshioka T	4. 巻 2019
2. 論文標題 Improved accuracy in the determination of the thermal cross section of $\sigma_{\text{th}}(n, p)$ for neutron lifetime measurement	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 093C01
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1093/ptep/ptz096	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sumi Naoyuki, Otono Hidetoshi, Yoshioka Tamaki, Mishima Kenji, Makida Yasuhiro	4. 巻 22
2. 論文標題 Precise Neutron Lifetime Measurement with a Solenoidal Coil	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference on Neutron Optics (NOP2017) JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 11036
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.22.011036	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nagakura Naoki, Fujii Kazuki, Harayama Isao, Kato Yu, Sekiba Daiichiro, Watahiki Yumi, Yamashita Satoru	4. 巻 2018
2. 論文標題 Experimental verification of a gain reduction model for the space charge effect in a wire chamber	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 013C01
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1093/ptep/ptx178	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計42件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 18件)

1. 発表者名 Kenji Mishima
2. 発表標題 Neutron Lifetime by Appearance
3. 学会等名 Particle Physics with Neutrons at the ESS (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoki Nagakura
2. 発表標題 Precise Neutron Lifetime Measurement Using Pulsed Neutron Beams at J-PARC
3. 学会等名 Fifth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the APS and the JPS (HAWAII 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hideaki Uehara
2. 発表標題 Upgrade of Neutron Lifetime Measurement at J-PARC
3. 学会等名 Fifth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the APS and the JPS (HAWAII 2018), (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroki Okabe
2. 発表標題 Upgrade scheme of upstream optics for neutron lifetime measurement at J-PARC
3. 学会等名 Fifth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the APS and the JPS (HAWAII 2018), (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoki Nagakura
2. 発表標題 Precise Neutron Lifetime Measurement Using Pulsed Neutron Beams at J-PARC
3. 学会等名 International Workshop on Particle Physics at Neutron Sources 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡部宏紀
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験 SFCアップグレード
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長倉直樹
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験：2018年の最新結果
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三島賢二
2. 発表標題 J-PARC パルス中性子ビームを用いた中性子寿命測定
3. 学会等名 核データと重元素合成を中心とする宇宙核物理研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上原英晃
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験：高精度化に向けたアップグレード
3. 学会等名 物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三島賢二
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験: 実験の現状(2018)
3. 学会等名 物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kenji Mishima
2. 発表標題 Vud with Neutron beta decay
3. 学会等名 HINT2016 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tatsuhiko Tomita
2. 発表標題 Neutron Lifetime Measurement at J-PARC/MLF/BL05
3. 学会等名 PSI2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kenji Mishima
2. 発表標題 High precision Study of Weak Interaction with Neutrons
3. 学会等名 International Workshop on Neutrino Nuclear Responses for Double Beta Decays and Astro-Neutrino Interactions (NNR16) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Naoki Nagakura
2. 発表標題 Precise Neutron Lifetime Experiment Using Pulsed Neutron Beams at J-PARC
3. 学会等名 International Nuclear Physics Conference 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Sei Ieki
2. 発表標題 Measurement of neutron lifetime with pulsed cold neutron beam at J-PARC
3. 学会等名 International workshop on future potential of high intensity proton accelerator for particle and nuclear physics (HINT2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tatsuhiko Tomita
2. 発表標題 The status report of detector upgrade for Neutron Lifetime Measurement at J-PARC
3. 学会等名 International workshop on future potential of high intensity proton accelerator for particle and nuclear physics (HINT2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Naoyuki Sumi
2. 発表標題 NEUTRON LIFETIME MEASUREMENT AT J-PARC
3. 学会等名 14th International Symposium on Nuclei in the Cosmos XIV, 19-24 June 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ryunosuke Kitahara
2. 発表標題 14N(n, p)14C CROSS SECTION MEASUREMENT FOR COLD NEUTRON BEAM AT J-PARC
3. 学会等名 14th International Symposium on Nuclei in the Cosmos XIV, 19-24 June 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Sei Ieki
2. 発表標題 Measurement of neutron lifetime with pulsed cold neutron beams at J-PARC: Experimental apparatus and method
3. 学会等名 Probing Fundamental Symmetries and Interactions with UCN (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Naoyuki Sumi
2. 発表標題 Measurement of neutron lifetime with pulsed cold neutron beams at J-PARC: Analysis and Result
3. 学会等名 Probing Fundamental Symmetries and Interactions with UCN (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 古賀淳
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験：中性子捕獲ガンマ線の解析
3. 学会等名 日本物理学会 2017年年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 家城 育
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験：背景事象の見積もり
3. 学会等名 大阪大学豊中キャンパス (大阪府・豊中市)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山田 崇人
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験：系統誤差のまとめと結果
3. 学会等名 大阪大学豊中キャンパス (大阪府・豊中市)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 富田 龍彦
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験：新アンプ・新検出器の開発
3. 学会等名 大阪大学豊中キャンパス (大阪府・豊中市)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 横橋 麻美
2. 発表標題 J-PARC/BL05 における中性子寿命測定実験：大型中性子輸送光学系の性能評価
3. 学会等名 大阪大学豊中キャンパス (大阪府・豊中市)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 古賀淳
2. 発表標題 中性子寿命測定実験のための中性子捕獲ガンマ線の研究
3. 学会等名 第122回日本物理学会九州支部例会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 森下彩
2. 発表標題 中性子寿命実験の高精度化に向けた検出器の改良および性能評価
3. 学会等名 第122回日本物理学会九州支部例会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 北原龍之介
2. 発表標題 J-PARC/MLF/BL05における冷中性子ビームを用いた $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$ 反応断面積測定
3. 学会等名 日本物理学会 2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 家城育
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験：信号事象の同定
3. 学会等名 日本物理学会 2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 富田龍彦
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験：新検出器・アンブ開発
3. 学会等名 日本物理学会 2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 山田崇人
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験：検出効率・その他系統誤差と結果
3. 学会等名 宮崎大学 木花キャンパス (宮崎県・宮崎市)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 三島賢二
2. 発表標題 He Standard of Japan (HESJ)の $3\text{He}/4\text{He}$ 比較正
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会2016年大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kenji Mishima
2. 発表標題 Neutron lifetime measurement at BL05 MLF J-PARC
3. 学会等名 2016年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 市川 豪
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験:バックグラウンドと系統誤差の評価
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森川 滉己
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験:TPC動作ガス中の ³ He含有率評価
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡部 宏紀
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験:SFCアップグレード
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 矢野 浩大
2. 発表標題 ソレノイド磁場を用いた中性子寿命測定のための宇宙線カウンターの開発
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kenji Mishima
2. 発表標題 Fundamental physics with neutrons at J-PARC
3. 学会等名 The 3rd Asia-Oceania Conference on Neutron Scattering 2019 (AOCNS 2019 (招待講演) (国際学会))
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Go Ichikawa
2. 発表標題 Neutron Lifetime Experiment Using a Pulsed Neutron Beam
3. 学会等名 INT Workshop INT-19-75W Fundamental Symmetries Research with Beta Decay (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 So Malkise
2. 発表標題 Lifetime of Neutron Apparatus (LiNA) with time projection chamber and solenoid coil
3. 学会等名 INT Workshop INT-19-75W Fundamental Symmetries Research with Beta Decay (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三島 賢二
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験: 3He数密度導出法の改良
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡部 宏紀
2. 発表標題 J-PARC/BL05における中性子寿命測定実験:SFCアップグレード
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>中性子の寿命の謎 http://www.nikkei-science.com/201606_054.html 中性子寿命の精密測定 http://www.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/yamashita/?page=neutron_life 中性子寿命の精密測定 http://nop.kek.jp/Zope2/Home/hgdjyv/05j2pb 中性子寿命の精密測定 http://www.kmi.nagoya-u.ac.jp/jpn/spotlight/spotlight09.php 中性子寿命 http://phi.phys.nagoya-u.ac.jp/research/nlifetime.html</p>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	関場 大一郎 (Sekiba Daiichiro) (20396807)	筑波大学・数理物質系・講師 (12102)	
研究分担者	吉岡 瑞樹 (Tamaki Yoshioka) (20401317)	九州大学・先端素粒子物理研究センター・准教授 (17102)	
研究分担者	山下 了 (Satoru Yamashita) (60272465)	東京大学・素粒子物理国際研究センター・特任教授 (12601)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	角野 浩史 (Sumino Hirochika) (90332593)	東京大学・大学院総合文化研究科・准教授 (12601)	
研究 分担者	北口 雅暁 (Kitaguchi Masaaki) (90397571)	名古屋大学・現象解析研究センター・准教授 (13901)	