

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2020

課題番号：16H02171

研究課題名(和文)陽子・ヘリウム3散乱による三体力荷電スピン $T=3/2$ 項の決定研究課題名(英文)Proton-3He scattering and three-nucleon forces in the iso-spin channels of $T=3/2$

研究代表者

関口 仁子 (Sekiguchi, Kimiko)

東北大学・理学研究科・准教授

研究者番号：70373321

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,100,000円

研究成果の概要(和文)：荷電スピン三重項三体力($T=3/2$ 三体力)の情報を得ることを目指し、65MeV付近における陽子-ヘリウム3弾性散乱の微分断面積、偏極分解能、スピン相関係数測定の高精度を実現し、4核子厳密理論計算との比較を行った。比較の結果、陽子-ヘリウム3弾性散乱は荷電スピン一重項三体力が主要成分となる重陽子陽子弾性散乱ではアプローチ出来ない三体力、 $T=3/2$ 三体力にアプローチする有効な散乱である結論を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

原子核物理学では、三体力を含めた核力による原子核・核物質の記述が進みつつある。本研究は、中性子過剰核、中性子星の理解において注目される、荷電スピン三重項三体力の精緻な理解、および三体力を含む極めて精度の高い核力の完成に資するものである。

研究成果の概要(英文)：Precise measurements of proton-3He elastic scattering near 65 MeV (cross sections, proton and 3He analyzing powers, and the spin correlation coefficient C_y) are compared with rigorous 4-nucleon scattering calculations based upon realistic NN potentials. p-3He scattering at intermediate energies is found to be an excellent tool with which to test nuclear interaction models. Moreover, outstanding features that differ from those seen in nucleon-deuteron elastic scattering suggest the possibility of exploring $T=3/2$ 3-nucleon forces, which are not accessible in three-nucleon scattering.

研究分野：原子核物理

キーワード：三体力 核力 少数系 偏極ヘリウム3

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

原子核物理学では三体力を含めた核力による原子核・核物質の記述が進みつつある。その様な中、3中性子間(3陽子間)に働く三体力の荷電スピン三重項($T=3/2$ 三体力)が、中性子過剰核の存在限界、最大質量の中性子星(太陽質量の約2倍)の理解において注目されている。一方、 $T=3/2$ 三体力の実験による検証は全く進んでいない状況にある。

2. 研究の目的

本研究では、3陽子を含む四核子系の陽子-ヘリウム3散乱に注目する。大きな三体力効果が期待される中間エネルギー(入射エネルギーが核子あたり100MeV付近)の陽子-ヘリウム3散乱の微分断面積、偏極分解能、スピン相関係数の高精度測定を実現し、近年飛躍的に進展している四核子系厳密理論計算との比較から、 $T=3/2$ 三体力の解明を目指す。

3. 研究の方法

中間エネルギー陽子ビームが得られる大阪大学核物理研究センターリングサイクロトロン施設、及び東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターにおいて65 MeV、100 MeV陽子ビームによる陽子-ヘリウム3弾性散乱の微分断面積、偏極分解能、およびスピン相関係数 C_{yy} の角度分布測定を実施した(図1)。本研究では、高密度・高偏極を有する偏極ヘリウム3標的の建設を進めた(図2)。偏極ヘリウム3標的の偏極度の絶対値を決定するために、理化学研究所小型中性子源から供与される熱中性子ビームを用いて中性子吸収断面積を測定を実施した。一方、実験結果との比較を行うため、四核子系厳密理論計算を遂行した。同理論計算には、核力のインプットとして、現実的な核力ポテンシャル(Argonne V18, CD Bonn, INOY04)、及びカイラル有効場核力(EFT核力)を用いた。更に、励起起因の三体力効果を見積もるため、チャンネル結合法によるCDBonn+の計算も遂行された。

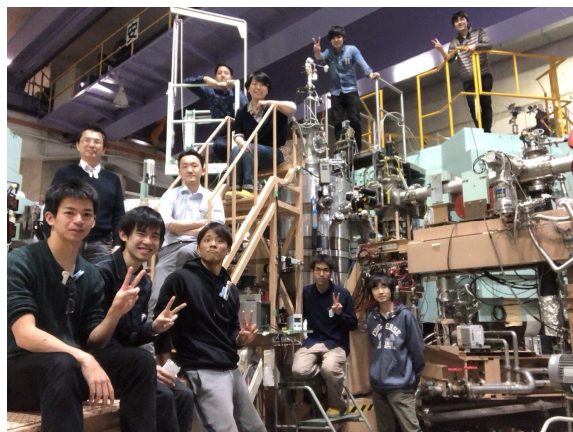


図1：大阪大学核物理研究センターにおける実験の様子

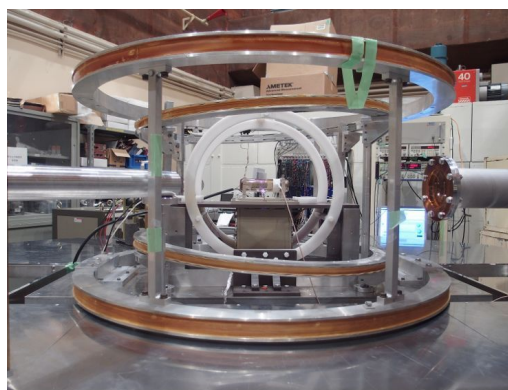


図2：建設した偏極ヘリウム3標的

4. 研究成果

図3に65MeV陽子-ヘリウム3弾性散乱の実験結果とA. Del tuvaによって実行された四核子系厳密理論計算との比較の図を示した。本測定において、我々は微分断面積と陽子の偏極分解能 A_y を重心系角度 $\theta_{c.m.} = 26.9^\circ, 170.1^\circ$ に渡って測定した。また、ヘリウム3の偏極分解能に対しては $\theta_{c.m.} = 46.6^\circ, 141.4^\circ$ 、スピン相関係数に対しては $\theta_{c.m.} = 46.6^\circ, 89.0^\circ, 133.2^\circ$ の3点について測定した。測定誤差は以下の通りである。微分断面積の統計誤差は2%以下、系統誤差は3%。微分断面積の絶対値は、陽子-陽子弾性散乱の断面積値に較正する事で得ている。ま

た偏極分解能およびスピン相関係数の統計誤差は、各々0.02 以下、0.03-0.06 であった。スピン観測量の系統誤差はいずれも統計誤差を超えていない。

実験値と理論計算との比較の結果、微分断面積が後方の散乱角度($\theta_{c.m.} = 80$ 度より後方)において、微分断面積と一部のスピン観測量が二体核力(Argonne V18, CD Bonn, INOY04, EFT)では実験値を説明できない事が明らかになった。更に、過去の研究から三体力効果が現れている重陽子陽子弾性散乱($T=1/2$ 三体力が主成分)との比較を行ったところ(図4)、同散乱では励起を伴う三体力によって実験値との不一致が改善される一方、陽子-ヘリウム3 散乱では励起の効果は殆ど効かない事が判明した。以上の結果と考察から、陽子-ヘリウム3 散乱は重陽子-陽子散乱ではアプローチできない三体力、即ち $T=3/2$ 型三体力にアプローチする有効な散乱であるという結論を得た。以上の結果を論文として纏め、Physical Review C 誌 103,044001(2021) に発表した。同論文は Editors' suggestion に選ばれている。

なお、本研究の成果を受けて研究グループは以下の賞を受賞している。

- ・ 関口仁子：第三回紫千代萩賞（東北大学、2019 年）
- ・ 井上南：日本物理学会・学生優秀発表賞（日本物理学会、2019 年）
- ・ 渡邊跡武：東北大学・総長賞（博士論文、東北大学、2020 年）
- ・ 北山翔：日本物理学会・学生優秀発表賞（日本物理学会、2020 年）
- ・ 井上南：東北大学・物理学専攻賞（修士論文、東北大学、2021 年）

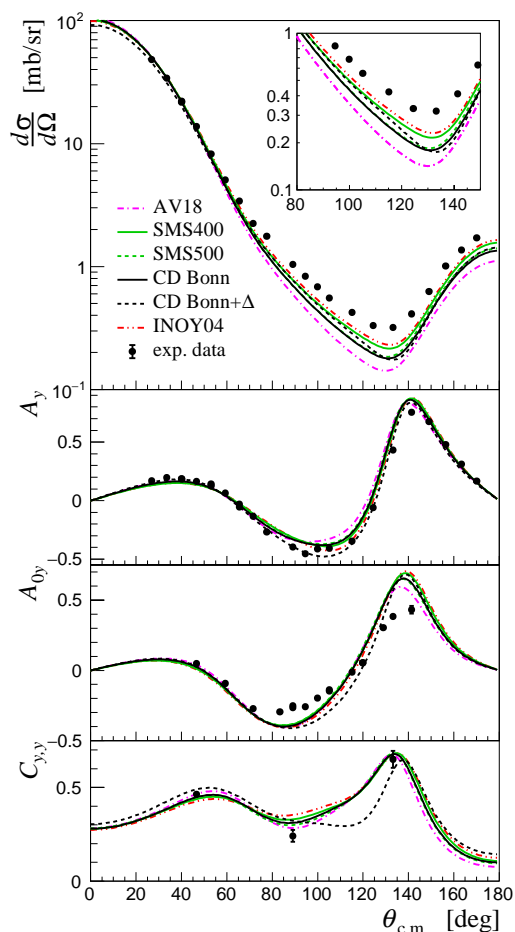


図3：65 MeV 陽子-ヘリウム3 弾性散乱の実験値()と四核子系厳密理論計算との比較。

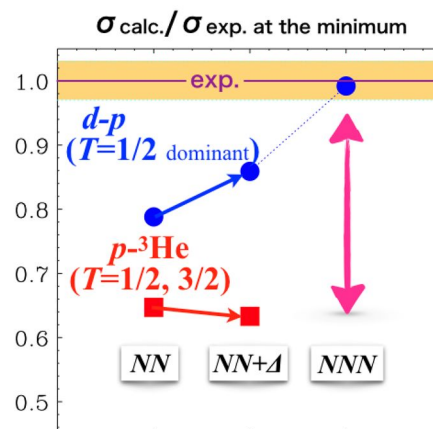


図4：微分断面積の理論計算と実験値との比。重陽子陽子弾性散乱($d-p$, $T=1/2$ 三体力が主要成分)と陽子-ヘリウム3 散乱($p-^3\text{He}$, $T=1/2$ と $3/2$ が混在)では、三体力(起因)効果が異なる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kimiko Sekiguchi	4. 巻 60
2. 論文標題 Experimental approach to three-nucleon forces via three- and four-nucleon scattering	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Few-Body Systems	6. 最初と最後の頁 56:1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Kimiko Sekiguchi	4. 巻 3
2. 論文標題 Exploring Three-Nucleon Forces via Three- and Four-Nucleon Scattering	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 SciPost Physics Proceedings	6. 最初と最後の頁 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 A. Watanabe, S. Nakai, K. Sekiguchi, T. Akieda, D. Etoh, M. Inoue, Y. Inoue, K. Kawahara, H. Kon, K. Miki, T. Mukai, D. Sakai, S. Shibuya, Y. Shiokawa, T. Taguchi, H. Umetsu, Y. Utsuki, Y. Wada, M. Watanabe, M. Itoh, T. Ino, T. Wakui et al.	4. 巻 3
2. 論文標題 Measurement of ^3He analyzing power for p - ^3He scattering using the polarized ^3He target	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 SciPost Physics Proceedings	6. 最初と最後の頁 20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 S. Nakai, K. Sekiguchi, K. Miki, A. Watanabe, S. Shibuya, M. Watanabe, K. Kawahara, D. Sakai, Y. Wada, H. Umetsu, M. Itoh, K. Hatanaka, A. Tamii, N. Kobayashi, A. Inoue, S. Nakamura, T. Wakasa, S. Mitsumoto, H. Ohshiro, S. Goto, Y. Maeda and H. Sakai	4. 巻 3
2. 論文標題 Measurement for p - ^3He elastic scattering with a 65 MeV polarized proton beam	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 SciPost Physics Proceedings	6. 最初と最後の頁 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 M. Inoue, K. Sekiguchi, K. Miki, A. Watanabe, S. Nakai, S. Shibuya, D. Sakai, Y. Utsuki, H. Umetsu, K. Hatanaka, H. Kanda, H. J. Ong, T. Wakasa, S. Goto, S. Mitsumoto, D. Inomoto, H. Kasahara, T. Ino, H. Sakai, Y. Maeda, K. Nonaka, T. Wakui, and M. Itoh	4. 巻 3
2. 論文標題 Measurement of spin correlation coefficients in p-3He scattering at 65 MeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 SciPost Physics Proceedings	6. 最初と最後の頁 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 A. Watanabe, K. Sekiguchi, T. Akieda, D. Etoh, Y. Inoue, K. Kawahara, H. Kon, K. Miki, T. Mukai, S. Nakai, D. Sakai, S. Shibuya, Y. Shiokawa, T. Taguchi, Y. Wada, M. Watanabe, M. Itoh, T. Ino, and T. Wakui	4. 巻 238
2. 論文標題 Measurement of 3He analyzing power for p-3He elastic scattering at 70 MeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Springer Proceedings in Physics	6. 最初と最後の頁 483-488
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 S. Nakai, K. Sekiguchi, K. Miki, A. Watanabe, T. Mukai, S. Shibuya, M. Watanabe, K. Kawahara, D. Sakai, Y. Wada, M. Ito, K. Hatanaka, A. Tamii, H. J. Ong, N. Kobayashi, A. Inoue, S. Nakamura, T. Wakasa, S. Mitsumoto, H. Ohshiro, S. Goto, Y. Maeda, H. Sakai	4. 巻 238
2. 論文標題 Measurement for p-3He elastic scattering with a 65 MeV polarized proton beam	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Springer Proceedings in Physics	6. 最初と最後の頁 513-516
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 K. Sekiguchi, T. Akieda, D. Eto, K. Kawahara, H. Kon, K. Miki, T. Mukai, S. Nakai, D. Sakai, S. Shibuya, Y. Shiokawa, T. Taguchi, Y. Wada, A. Watanabe, M. Watanabe, M. Itoh, S. Chebotaryov, M. Dozono, S. Kawakami, Y. Kubota, Y. Maeda, E. Milman, A. Ohkura, H. Sakai, S. Sakaguchi, N. Sakamoto et al.	4. 巻 23
2. 論文標題 Experimental approach to three-nucleon forces via three- and four-nucleon scattering	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 012007-01-04
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.23.012007	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 K. Sekiguchi, H. Witala, T. Akieda, D. Eto, H. Kon, Y. Wada, A. Watanabe, S. Chebotaryov, M. Dozono, J. Golak, H. Kamada, S. Kawakami, Y. Kubota, Y. Maeda, K. Miki, E. Milman et al.	4. 巻 51
2. 論文標題 Complete set of deuteron analyzing powers from dp elastic scattering at 190 MeV/nucleon	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RIKEN Accelerator Progress Report	6. 最初と最後の頁 66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 K. Sekiguchi, K. Miki, Y. Maeda, H. Sakai, T. Wakasa et al.	4. 巻 96
2. 論文標題 Complete set of deuteron analyzing powers from d(pol)p elastic scattering at 190 MeV/nucleon	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 64001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.96.064001	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 該当する

1. 著者名 T. Wakasa, Y. Maeda, K. Sekiguchi et al.	4. 巻 96
2. 論文標題 Cross sections and analyzing powers for (p(pol), np) reactions of 2H, 6Li, and 12C at 296 MeV	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physica Review C	6. 最初と最後の頁 14604
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.96.014604	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 Y. Yada, K. Sekiguchi, H. Sakai, Y. Maeda, K. Miki, T. Wakasa et al.	4. 巻 40
2. 論文標題 Study of Three-Nucleon Force Effect via Few-Nucleon Scattering	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 International Journal of Modern Physics Conf. Ser.	6. 最初と最後の頁 1660070
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S2010194516600703	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 K. Sekiguchi, K. Miki, H. Sakai, T. Uesaka, Y. Maeda, T. Wakasa et al.	4. 巻 58
2. 論文標題 Deuteron Analyzing Powers for dpdp Elastic Scattering at Intermediate Energies and Three-Nucleon Forces	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Few-Body Systems	6. 最初と最後の頁 48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00601-017-1213-6	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 K. Sekiguchi, H. Sakai, T. Uesaka, Y. Maeda, T. Wakasa et al.	4. 巻 49
2. 論文標題 Deuteron Analyzing Powers for d-p elastic scattering at 190 MeV/nucleon and three-nucleon force effects	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 RIKEN Accelerator Progress Report	6. 最初と最後の頁 5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Y. Wada, A. Watanabe, K. Sekiguchi, T. Akieda, D. Eto, M. Itoh, H. Kon, K. Miki, T. Mukai, S. Nakai, Y. Shiokawa, T. Uesaka, T. Wakui	4. 巻 1
2. 論文標題 proton-3He Scattering at 70 MeV with Polarized 3He Target	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 CYRIC Annual Report 2014-2015	6. 最初と最後の頁 1-3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 A. Watanabe, S. Nakai, K. Sekiguchi, A. Deltuva et al.	4. 巻 103
2. 論文標題 Proton-3He elastic scattering at intermediate energies	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 44001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.044001	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 該当する

[学会発表] 計29件(うち招待講演 7件/うち国際学会 19件)

1. 発表者名 Kimiko Sekiguchi
2. 発表標題 Three-nucleon force effects in three- and four-nucleon scattering
3. 学会等名 the 14th Asia Pacific Physics Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kimiko Sekiguchi
2. 発表標題 Exploring Three-Nucleon Forces via Three- and Four- Nucleon Scattering
3. 学会等名 the 24th European Few Body Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kimiko Sekiguchi
2. 発表標題 Three-Nucleon Force Effects in Few-Nucleon Scattering
3. 学会等名 International symposium on clustering as a window on the hierarchical structure of quantum systems (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 A. Watanabe, S. Nakai, K. Sekiguchi, T. Akiyeda, D. Etoh, M. Inoue, Y. Inoue, K. Kawahara, H. Kon, K. Miki, T. Mukai, D. Sakai, S. Shibuya, Y. Shiokawa, T. Taguchi, H. Umetsu, Y. Utsuki, Y. Wada, M. Watanabe, M. Itoh, T. Ino, T. Wakui et al.
2. 発表標題 Measurement of ^3He analyzing power for $p\text{-}^3\text{He}$ scattering using the polarized ^3He target
3. 学会等名 the 24th European Few Body Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 S. Nakai, K. Sekiguchi, K. Miki, A. Watanabe, S. Shibuya, M. Watanabe, K. Kawahara, D. Sakai, Y. Wada, H. Umetsu, M. Itoh, K. Hatanaka, A. Tamii, N. Kobayashi, A. Inoue, S. Nakamura, T. Wakasa, S. Mitsumoto, H. Ohshiro, S. Goto, Y. Maeda and H. Sakai
2 . 発表標題 Measurement for p-3He elastic scattering with a 65 MeV polarized proton beam
3 . 学会等名 the 24th European Few Body Conference (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 M. Inoue, K. Sekiguchi, K. Miki, A. Watanabe, S. Nakai, S. Shibuya, D. Sakai, Y. Utsuki, H. Umetsu, K. Hatanaka, H. Kanda, H. J. Ong, T. Wakasa, S. Goto, S. Mitsumoto, D. Inomoto, H. Kasahara, T. Ino, H. Sakai, Y. Maeda, K. Nonaka, T. Wakui, and M. Itoh
2 . 発表標題 Measurement of spin correlation coefficients in p-3He scattering at 65 MeV
3 . 学会等名 the 24th European Few Body Conference (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kimiko Sekiguchi
2 . 発表標題 Complete set of deuteron analyzing powers for d p elastic scattering at 70-300 MeV/nucleon and three-nucleon forces
3 . 学会等名 22nd International Conference on Few Body Problems in Physics (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Atomu Watanabe, Kimiko Sekiguchi et al.
2 . 発表標題 Measurement of 3He analyzing power for p - 3He elastic scattering at 70 MeV
3 . 学会等名 22nd International Conference on Few Body Problems in Physics (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Shinnosuke Nakai, Kimiko Sekiguchi et al.
2. 発表標題 Measurement for p-3He elastic scattering with a 65 MeV polarized proton beam
3. 学会等名 22nd International Conference on Few Body Problems in Physics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kimiko Sekiguchi
2. 発表標題 Results of Few-Nucleon Scattering from Tohoku University and Future Plan
3. 学会等名 The 9th International workshop on Chiral Dynamics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Atomu Watanabe, Kimiko Sekiguchi et al.
2. 発表標題 Measurement of 3He analyzing power for p - 3He elastic scattering at 70 MeV
3. 学会等名 Fifth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the APS and the JPS (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shinnosuke Nakai, Kimiko Sekiguchi et al.
2. 発表標題 Measurement for p-3He elastic scattering with a 65 MeV polarized proton beam
3. 学会等名 Fifth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the APS and the JPS (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kimiko Sekiguchi
2. 発表標題 Experimental approach to three-nucleon forces via three- and four-nucleon scattering
3. 学会等名 International Conference on Nuclear Theory in the Supercomputing Era (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊跡武, 関口仁子他
2. 発表標題 偏極 3He 標的を用いた陽子-3He 散乱における 3He 偏極分解能測定
3. 学会等名 日本物理学会2019年年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中居真之介, 関口仁子他
2. 発表標題 65 MeV 偏極陽子ビームによる陽子-3He 弾性散乱の測定
3. 学会等名 日本物理学会2019年年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上南, 関口仁子他
2. 発表標題 三体核力研究に向けた陽子-3He 弾性散乱のスピン相関係数の測定
3. 学会等名 日本物理学会2019年年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 澁谷峻, 関口仁子他
2. 発表標題 中性子透過率を利用した偏極 ^3He 標的の偏極度絶対値の測定
3. 学会等名 日本物理学会2019年年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Sekiguchi
2. 発表標題 Deuteron analyzing powers for dp elastic scattering at intermediate energies and three-nucleon forces
3. 学会等名 7th Asian Pacific Few Body Conference in Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Sekiguchi
2. 発表標題 Experimental approach to three-nucleon forces via three- and four-nucleon scattering
3. 学会等名 Ito International Research Center Symposium "Perspectives of the Physics of Nuclear Structure" (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡邊跡武
2. 発表標題 偏極 ^3He 標的を用いた70MeV陽子- ^3He 散乱の偏極分解能測定
3. 学会等名 日本物理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 濑谷峻
2. 発表標題 理研小型中性子源RANSにおける中性子透過率測定からの偏極 ^3He 標的数密度の評価
3. 学会等名 日本物理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Sekiguchi
2. 発表標題 Experiments of Few-Nucleon Scattering and Three-Nucleon Forces
3. 学会等名 International Conference Nuclear Theory in the Supercomputing Era 2016 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 K. Sekiguchi
2. 発表標題 Deuteron Analyzing Powers for dp Elastic Scattering at Intermediate Energies and Three-Nucleon Forces
3. 学会等名 22nd International Spin Symposium (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 A. Watanabe, K. Sekiguchi et al.
2. 発表標題 Measurement of analyzing powers for p- ^3He scattering with polarized ^3He target
3. 学会等名 22nd International Spin Symposium (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 K. Sekiguchi
2. 発表標題 Experiments of Few-Nucleon Scattering and Three-Nucleon Force Effects
3. 学会等名 International Symposium on Neutron Star Matter (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 関口仁子
2. 発表標題 クォーク系と核子系の階層を結ぶ三体力
3. 学会等名 国内ワークショップ「クラスターがつなぐクォーク、ハドロン、原子核そして原子」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 関口仁子
2. 発表標題 少数核子系散乱と三体力効果について
3. 学会等名 京都大学基礎物理学研究所研究会「核力に基づく核構造、核反応物理の展開」(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡邊跡武
2. 発表標題 偏極 ^3He 標的を用いた陽子- ^3He 散乱における ^3He 偏極分解能測定
3. 学会等名 日本物理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中居真之介
2. 発表標題 「陽子-ヘリウム3 弾性散乱実験に向けた偏極ヘリウム3 標的の改良とその性能評価
3. 学会等名 日本物理学会年会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	若狭 智嗣 (Wakasa Tomotsugu) (10311771)	九州大学・理学研究院・教授 (17102)	
研究分担者	民井 淳 (Tamii Atsushi) (20302804)	大阪大学・核物理研究センター・准教授 (14401)	
研究分担者	伊藤 正俊 (Itoh Masatoshi) (30400435)	東北大学・サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター・教授 (11301)	
研究分担者	畑中 吉治 (Hatanaka Kichiji) (50144530)	大阪大学・核物理研究センター・特任教授 (14401)	
研究分担者	前田 幸重 (Maeda Yukie) (50452743)	宮崎大学・工学部・准教授 (17601)	

6. 研究組織（つづき）

	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	三木 謙二郎 (Miki Kenjiro) (80727090)	東北大学・理学研究科・助教 (11301)	
研究分担者	酒井 英行 (Sakai Hideyuki) (90030030)	国立研究開発法人理化学研究所・仁科加速器科学研究センター・客員主管研究員 (82401)	

	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
連携研究者	涌井 崇志 (Wakui Takashi) (70359644)	国立研究開発法人放射線医学総合研究所・重粒子医科学センター・室長 (82502)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計2件

国際研究集会 International Workshop on New aspects of few-nucleon systems and related topics	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 International Mini-Workshop on Three-nucleon force and its related topics	開催年 2016年～2016年

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ドイツ	Ruhr Universitaet Bochum			
リトアニア	Vilnius University			
イタリア	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare			
ポーランド	Jagiellonian University			