

令和 4 年 6 月 15 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17H01121

研究課題名（和文）ラムダハイパー核電磁分光で探るバリオン力

研究課題名（英文）Study of baryonic force through the electromagnetic spectroscopy of Lambda hypernuclei

研究代表者

中村 哲 (NAKAMURA, Satoshi N.)

東北大学・理学研究科・教授

研究者番号：50280722

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 33,500,000円

研究成果の概要（和文）：米国ジェファーソン研究所(JLab)における高品質電子ビームを用いたラムダハイパー核精密分光実験を展開した。特に放射性物質である三重水素（トリチウム）標的を用いた原子番号ゼロの（電荷を持たない）ハイパー核である nn系探索実験を国際共同実験として遂行し、データ解析を進め、生成断面積の上限値を得ることに成功した。

また、次世代ハイパー核分光実験にむけて、我々が国内で設計、製作しJLabに設置した高分解能K中間子検出器(HKS)と組み合わせて使用する電磁石系を製作し、次世代実験の準備が整った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

米国ジェファーソン研究所(JLab)で展開した軽いラムダハイパー核の電磁生成実験により、原子番号ゼロ（電荷を持たない）のハイパー核に関して、その生成断面積の上限値という重要な知見を得ることができた。この結果より、未だに十分理解されていないラムダ中性子間のバリオン力に関する情報が得られた。また、次世代ハイパー核実験に必要な電磁石系を製作し、ハイペロンパズル（重い中性子星の謎）解決に向けた次世代実験への扉を開いた。さらに、ドイツマインツ大学、東北大学電子光理学研究センターにおいても軽いハイパー核分光およびラムダ中性子間バリオン力に関する基礎研究を進めることができた。

研究成果の概要（英文）：We have performed spectroscopic study of Lambda hypernuclei using a high-quality electron beam at the Jefferson Laboratory (JLab) in the United States. In particular, we have conducted an international joint experiment to search for the n-n-Lambda system, which is a hypernucleus with zero atomic number (charge less), using a radioactive tritium target. We successfully obtained an upper limit for the production cross section of  $3\text{H}(e,e'K^+)\text{Lambda-n-n}$  reaction.

In addition, for the next generation hypernucleus spectroscopy experiment, we constructed a magnetic system, which is used in combination with a High-resolution Kaon Spectrometer (HKS) which we designed and fabricated in Japan and installed at the JLab. Preparations for the next generation experiment were completed and now we are ready for the beam.

研究分野：原子核物理

キーワード：ハイパー核 電磁生成 電子ビーム ストレレンジネス ハドロン

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

陽子、中性子間に働く核力は豊富な実験データに支えられ精密に理解されているがハイペロン-核子(YN)相互作用に関しては散乱データがほとんど存在しないため、その理解は十分とは言い難い。核力とハイペロン間の相互作用をバリオン間相互作用としてより広く理解することにより、強い相互作用をQCDで理解できる近距離(高エネルギー)領域とQCDの非摂動領域である遠距離(低エネルギー)領域の橋渡しをすることができる。ハイパー核研究は、ハイペロン-核子相互作用に関する情報を得る上で欠くことの出来ない数少ない研究手段の一つになっている。

アップ、ダウクォークだけで構成される通常核に対し、ハイパー原子核はストレンジクォークを核内に持つ原子核である。従来、ハイパー原子核の研究はつくばのKEK-PS、米国BNL-AGSにおいて、 $K^-$ 中間子ビームを用いた( $\pi^+, K^+$ ) ( $K^-, \pi^-$ )反応により精力的に進められてきた。我々がJLabにおいて創始したハイパー核の電磁生成分光実験では中間子ビーム実験とは違い中性子ではなく、陽子を最も軽いハイペロンである  $\Sigma^-$  粒子に変えるという特徴がある。このため、 $K^-$ 中間子ビームを用いた方法とは違った新種のハイパー核を生成可能であり、これまで研究されてきたハイパー核と相補的な研究が可能である。さらに、高品質な電子ビームを使うため、反応分光法として最高分解能( $\sim 0.5\text{MeV}$ 、従来の二次中間子ビーム実験では $\sim 2\text{MeV}$ )で測定することが可能である。ハイパー核の電磁生成断面積が強い相互作用により生成される断面積よりも1000倍近く小さい事、散乱電子による膨大な背景雑音に対応する必要がある事など実験的困難も多いが、JLabで得ることができる高品質の電子線、我々によって導入された新しいスペクトロメータ(HKS, HES) 散乱電子スペクトロメータの設置方法の工夫等によりハイパー核の電磁生成分光という新しい学問分野が確立した。

特に、 $^7_\Lambda\text{He}$  ハイパー核、つまり中性子ハロー核である $^6\text{He}$ に $\Lambda$ が束縛した極めてユニークな原子核の分光に成功したことは国際的に大きな注目を浴びた(国際会議9件の招待講演)。この実験により近年の精密理論計算との詳細な比較検討が可能である質量数7、アイソスピン1のハイパー核アイソスピン3重項( $^7_\Lambda\text{He}$ ,  $^7_\Lambda\text{Li}^*$ ,  $^7_\Lambda\text{Be}$ )のうち、束縛エネルギーが知られていなかった最後のデータを得心することに成功した。

6-70年代に原子核乾板で測定された質量数4のハイパー核アイソ二重項( $^4_\Lambda\text{H}$ ,  $^4_\Lambda\text{He}$ )の束縛エネルギーが基底、励起状態の双方で240~350 keVも違うことから「核力は核子の種類に依存しない」という常識が $^4_\Lambda\text{He}$ には通用しないのではないかと(荷電対称性の破れ=CSB)ということが示唆されていた。

精密理論計算と現象論的なN相互作用のCSBポテンシャルを組み合わせると、我々が測定した $^7_\Lambda\text{He}$ を含む質量数7ハイパー核三重項の実験結果と大きく食い違い、質量数4系で必要なCSBポテンシャルが質量数7系では不要であるように見える。つまり、 $\Lambda$ -陽子と $\Lambda$ -中性子の間に働く力に差があるのかどうか、という極めて基本的な部分の理解が現象論的にすら不十分であるか、もしくは6,70年代の実験結果を最新の実験技術で再測定する必要があることを意味する。問題を明確にするため2015年、我々はハイパー核崩壊中間子分光法という新手法を用いて、マイツ大において $^4_\Lambda\text{H}$ の基底状態の束縛エネルギーの測定を行った。同年、J-PARCでも $^4_\Lambda\text{He}$ の1 $^+$ 状態の励起エネルギーが精密分光され、これらの結果よりA=4体系ハイパー核の基底

状態では昔から言われていたように CSB があるが、励起状態では従来の理解とは違い CSB はほぼ無い、ということが分かった。これらの新しい実験結果から、原子核中の  $\Lambda$  粒子に  $\Lambda$  粒子の成分が混じる、つまり  $N$ - $N$  結合に起因した有効  $NN$  三体力が CSB の理解に重要であることが示唆された。本研究開始直前の 1 年間で、 ${}^4_\Lambda\text{H}$ ,  ${}^4_\Lambda\text{He}$  の研究が著しく進展し、ハイパー核で陽子・中性子とラムダ粒子の相互作用の違いおよび多体効果、つまりハイパー核のアイソスピン依存性を調べるのが急務であることが世界的に広く認識された。

## 2. 研究の目的

同位体濃縮した  ${}^{48}\text{Ca}$ ,  ${}^{40}\text{Ca}$  標的を用いてハイパー核のアイソスピン依存性を測定する研究を米国ジェファーソン国立研究所 (JLab) に実験提案し、2016 年 6 月に開催された JLab PAC44 において最高評価 (grade A) で実験が採択された (JLab E12-15-008 実験)。日本グループが主導する国際共同研究の中で、ラムダハイパー核の束縛エネルギーを  ${}^{40}\text{Ca}$ ,  ${}^{48}\text{Ca}$  標的を用いて最高精度で分光し中重ハイパー核束縛エネルギーのアイソスピン依存性を世界で初めて明らかにする。実験結果を理論計算と詳細に比較・検討することにより、現在のバリオン間相互作用に不足している部分を明らかにし、ハイペロンパズルを解決へ大きく前進することができる。また、放射性物質であるため取り扱いが極めて難しい三重水素 (トリチウム) 標的を用いて  ${}^3\text{H}(e, e'K^+)$  反応により原子番号ゼロのハイパー核 ( $nn$ ) を研究することができる。この系を調べることでいまだ未知の部分が多い  $n$  バリオン力についての情報を得ることができる。

## 3. 研究の方法

本申請研究では、米国ジェファーソン研究所 (JLab) において、最高評価で採択された E12-15-008 実験 (Contact person: S.N. Nakamura) を日本が主導する国際共同研究として推進する。この実験で必要となるセプタム電磁石の設計、製作するのと並行して、測定器のテストおよび基礎物理データ収集をマイイツ大 MAMI, 東北大 ELPH の電子加速器を駆使して行う。これらの電子線加速器において得られた基礎データと JLab における  ${}^{40}\text{Ca}$ ,  ${}^{48}\text{Ca}$  標的を用いたハイパー核のアイソスピン依存性測定から、中性子星内での多体斥力の振る舞いを調べる。

従来の中間子ビームを用いたラムダハイパー核反応分光に比べ、圧倒的に改善した電子ビームによる sub-MeV のエネルギー分解能によりこれまで不可能であった精度でバリオン間相互作用の研究を進めることが可能になる。

また、放射性物質であり取り扱いが極めて難しい三重水素 (トリチウム) 標的を用いた E12-17-003 実験もジェファーソン研究所において、その物理的意義が高く評価され、急遽実施が認められた。そこで、 ${}^3\text{H}(e, e'K^+)$  反応を用いて原子番号ゼロのハイパー核 ( $nn$ ) の探索実験を遂行する。このデータから  $nn$  の存否、 $n$  バリオン力に関する情報を引き出すことができる。

## 4. 研究成果

米国ジェファーソン研究所 (JLab) においてトリチウム標的を用いた原子番号ゼロのハイパー核 ( $\Lambda nn$ ) の探索実験を遂行した。 $\Lambda nn$  は存在が確立している最も単純なラムダハイパー核である  ${}^3_\Lambda\text{H}$  ( $\Lambda pn$ ) の陽子を中性子で置き換えた電荷を持たない原子番号ゼロのハイパー核であり、 $\Lambda p$  と  $\Lambda n$  の間に働くバリオン間力に違いがあるかどうか (荷電対称性の破れ) を調べる上でも、未だ十分な研究が進められていない  $\Lambda$  を含む三体力研究にとっても、極めて重要なシステムである。ドイツ GSI 研究所のグループにより束縛状態としてその存在が示唆されていたものの、実験的にはその存否は確立していない。

我々が JLab で確立したラムダハイパー核電磁生成分光法を用いれば  ${}^3\text{H}(e, e'K^+)\Lambda_{nn}$  反応により、もし  $\Lambda_{nn}$  状態が存在すればそれが束縛状態であっても共鳴状態であっても調べることが可能である。このためには放射性物質であり取り扱いが極めて難しい三重水素(トリチウム)標的が必要であるが、40TBq(0.3MPa at 40K)の低温ガストリチウム標的を用いて国際共同実験としてデータを収集した(図1)。



図1. ジェファーソン研究所において実験に使用した低温ガス標的。25cm 長の葉巻型のガス標的を5本用意して上から三重水素、水素、重水素、ヘリウム3 ガスを封入した。最後の5本目はバックグラウンドを調べるための空容器である

収集したデータは日米で独立した解析チームを組織し注意深く解析を進めた。コロナ禍のため直接に顔を合わせての議論はできなかったが、オンライン会議等のインターネットコミュニケーションツールを駆使して解析手法の健全性を確認しながら解析を進めた。その結果、 $\Lambda_{nn}$  の有意な信号は観測されなかったが  ${}^3\text{H}(e, e'K^+)\Lambda_{nn}$  生成断面積の上限値を初めて求めることに成功した(図2、鈴木一輝博士論文, 2022, 京都大学、B.Pandey Ph-D Thesis 2021, Hampton Univ.)。

得られたスペクトラムにはラムダ粒子生成閾値エネルギー ( $B_\Lambda = 0$ ) より上に $\Lambda$ 粒子準自由生成反応に起因する事象が観測されたが、生成閾値近くではこれだけでは説明の付かないエンハンスメントが見つかった。これは $\Lambda_{nn}$ 間の終状態相互作用に起因すると考えられ、現在も詳細な解析が進められているが、 $\Lambda_{nn}$ の散乱長、有効距離に関して新たな知見がえられた(板橋浩介博士論文 2022, 東北大学)。

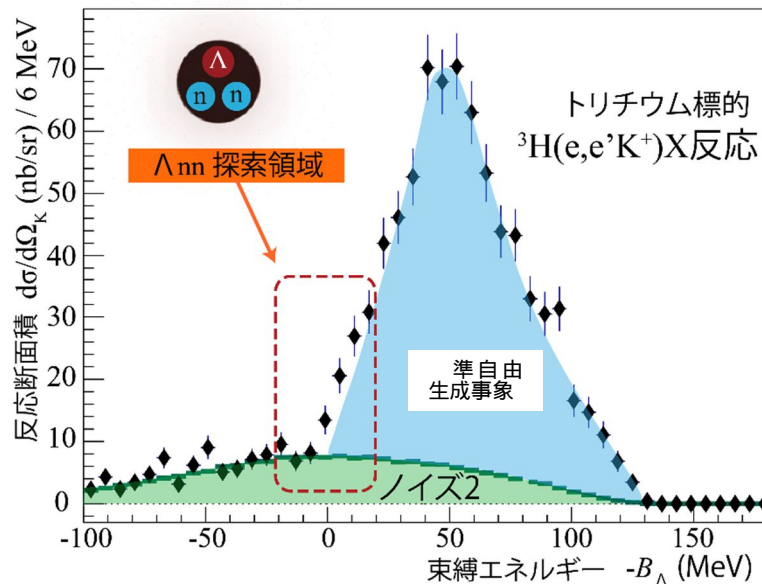


図2. ジェファーソン研究所において得られた ${}^3\text{H}(e, e'K^+)\Lambda$ 反応による反応断面積のラムダ束縛エネルギー依存性。本結果はK.Suzuki et al. Prog.Theor.Exp.Phys. 2022 013D01で報告され、京大・東北大共同でプレスリリースした(2022/3/8)。

上記、ジェファーソン研究所における $\Lambda nn$ 実験と並行して次世代ハイパー核実験に必要なセプタム電磁石の設計・製作を進めた。コロナ禍のため長期に渡り米国における現地作業は進めることができなかったが、当初想定していたようにジェファーソン研究所に既存のダークフォトン探索実験に使用した電磁石を改造してセプタム電磁石を作るのではなく、別予算で製作したハイパー核実験に特化した電磁石をベースに追加部品(アタッチメント)を取り付けることで、当初予定していたよりも性能の良いシステムを完成することができた。

また、ドイツマインツ大学においてはアンジュレータを用いた電子ビームエネルギー精密測定技術の開発に成功し、最も単純なハイパー核でありながら束縛エネルギーと寿命が無矛盾に理解できない ${}^{\Lambda}_3\text{H}$ の束縛エネルギー精密測定実験に向けた基礎的技術を確立することに成功した。

さらに、東北大学電子光理学研究センターにおいては放射線損傷し使用できなくなった光子標識化装置を新造し、終状態相互作用を用いて $\Lambda n$ バリオン間力を測定する実験の準備を進めた。コロナ禍において、米国、ドイツへの渡航が長期に渡り不可能になり、本研究にも大きな影響があったが、国内の研究拠点として東北大学電子光理学研究センターの電子加速器を用いて測定器開発、調整、基礎的研究を進めることができ、研究を継続することが可能となった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計26件（うち査読付論文 26件 / うち国際共著 24件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Gogami T., et al., (SNN 56 of 87) HKS (JLab E05-115) Collaboration	4. 巻 103
2. 論文標題 Spectroscopy of A = 9 hyperlithium with the (e, e'K+) reaction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 L041301-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.L041301	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.Gogami et al. (SNN 14 of 25) HKS (JLab E05-115)、Jefferson Lab Hall A Tritium、JLab Hypernuclear Collaborations	4. 巻 2319
2. 論文標題 Accurate hypernuclear spectroscopy with electromagnetic probe at Jefferson Lab	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 AIP Conference proceedings	6. 最初と最後の頁 080019-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0037353	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 Liyanae A., et al. (SNN 64 of 100)、SANE Collaboration	4. 巻 101
2. 論文標題 Proton form factor ratio $\mu_p G^p_E/G^p_M$ from double spin asymmetry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 035206-1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.101.035206	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 Eckert Philipp, et al. for A1 Collaboration	4. 巻 380
2. 論文標題 Preparation of the hypertriton binding energy measurement at MAMI	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of Science	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.380.0201	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 Achenbach Patrick, Garre Sergio Alves, Eckert Philipp, Orrit Saul Garcia, Herrmann Philipp, Klag Pascal, Mildeberger Marten, Pochodzalla Josef, Kaneta Masashi, Konishi Yoshihiro, Nagao Sho, Nakamura Satoshi N., Toyama Yuichi, Gogami Toshiyuki, on behalf of the A1 Collaboration	4. 巻 -
2. 論文標題 Status of hypertriton binding energy measurements at the Mainz Microtron	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Hadron Spectroscopy and Structure	6. 最初と最後の頁 713-717
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/9789811219313_0123	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 K.N.Suzuki et.al.	4. 巻 2022
2. 論文標題 The cross-section measurement for the $3H(e,e'K^+)nn$ reaction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 013D01-1-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptab158	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 Toyama Y., Ishikawa T., Kanda H., Kaneta M., Maeda K., Muroi Y., Nagao S., Nakamura S. N., For the NKS2 Collaboration	4. 巻 63
2. 論文標題 Search for $N$ Resonance State Via the Exclusive Measurement of $d-d+e^-$ Reaction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Few-Body Systems	6. 最初と最後の頁 15-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00601-021-01719-9	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 K. Itabashi et al. (SNN 13 of 24 ) for the JLab Hypernuclear Collaboration	4. 巻 63
2. 論文標題 Study of the $nn$ State and $n$ Interaction at Jefferson Lab	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Few-Body Systems	6. 最初と最後の頁 16-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00601-021-01717-x	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 Nakamura Satoshi N.	4. 巻 2130
2. 論文標題 Spectroscopy of electro-produced hypernuclei at JLab	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 AIP Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 020012-1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5118380	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 Garibaldi F., Benhar O., Bydzovski P., Covrig S., Gogami T., Markowitz P. E. C., Millener D. J., Nakamura S. N., Reinhold J., Tang L., Urciuoli G. M., Vidana I.	4. 巻 2130
2. 論文標題 Studying interactions in nuclear matter with the 208Pb(e,e K+)208 Tl reaction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 AIP Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 040003-1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5118400	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 Toyama Yuichi, Gogami Toshiyuki, Itabashi Kosuke, Kanda Hiroki, Konishi Yoshihiro, Maeda Kazushige, Nagao Sho, Nakamura Satoshi N., Uehara Keita, Kaneta Masashi	4. 巻 26
2. 論文標題 Status of a Lifetime Measurement of Light Hypernuclei Using High Intensity Tagged Photon Beam at ELPH	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 03018-1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.26.031018	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 Margaryan A., Ajvazyan R., Grigoryan N., Kakoyan V., Khachatryan V., Vardanyan H., Zhamkochyan S., Achenbach P., Pochodzalla J., Nakamura S.N., Nagao S., Toyama Y., Annand J.R.M., Livingston K., Montgomery R.	4. 巻 935
2. 論文標題 Decay pion spectroscopy: A new approach	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment	6. 最初と最後の頁 40 ~ 50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2019.04.063	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 Gogami T., Chen C., Fujii Y., Hashimoto O., Kaneta M., Kawama D., Maruta T., Matsumura A., Nagao S., Nakamura S.N., Okayasu Y., Reinhold J., Tang L., Tsukada K., Wood S.A., Yuan L.	4. 巻 900
2. 論文標題 Experimental techniques and performance of $\alpha$ -hypernuclear spectroscopy with the(e,e K <sup>+</sup> )reaction	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment	6. 最初と最後の頁 69 ~ 83
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2018.05.042	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 該当する

1. 著者名 Klag P., Achenbach P., Biroth M., Gogami T., Herrmann P., Kaneta M., Konishi Y., Lauth W., Nagao S., Nakamura S.N., Pochodzalla J., Roser J., Toyama Y.	4. 巻 910
2. 論文標題 Novel optical interferometry of synchrotron radiation for absolute electron beam energy measurements	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment	6. 最初と最後の頁 147 ~ 156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2018.09.072	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 該当する

1. 著者名 Qiu X. et al.	4. 巻 973
2. 論文標題 Direct measurements of the lifetime of medium-heavy hypernuclei	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nuclear Physics A	6. 最初と最後の頁 116 ~ 148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nuclphysa.2018.03.001	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 該当する

1. 著者名 Armstrong W. et al. , SANE Collaboration	4. 巻 122
2. 論文標題 Revealing Color Forces with Transverse Polarized Electron Scattering	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 22002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.122.022002	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 該当する

1. 著者名 Kaneta M., Beckford B., Fujii T., Fujii Y., Futatsukawa K., Han Y.C., Hashimoto O., Hirose K., Ishikawa T., Kanda H., Kimura C., Maeda K., Nakamura S.N., Suzuki K., Tsukada K., Yamamoto F., Yamazaki H.	4. 巻 886
2. 論文標題 Neutral Kaon Spectrometer 2	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment	6. 最初と最後の頁 88 ~ 103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2017.12.076	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 該当する
1. 著者名 Satoshi N Nakamura, Toshiyuki Gogami, Liguang Tang	4. 巻 17
2. 論文標題 Spectroscopic Study of Lambda Hypernuclei with Electron Beams at Jefferson Lab	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011002-1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.17.011002	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 該当する
1. 著者名 J.D. Maxwell, W.R. Armstrong, S. Choi, M. K. Jones, H. Kang, A. Liyanage, Z.-E. Meziani, J. Mulholland, L. Ndukum, O.A. Rondon, A. Ahmidouch, I. Albayrak, A. Asaturyan, O. Ates, H. Baghdasaryan, W. Boeglin, ..., T.Gogami et al. (S.N.Nakamura 18 of 106)	4. 巻 885
2. 論文標題 Design and performance of the spin asymmetries of the nucleon experiment	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A	6. 最初と最後の頁 145 ~ 159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2017.12.008	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 P. Achenbach, C. Ayerbe Gayoso, R.Bohm, O. Borodina, D. Bosnar, V. Bozkurt, ..., Y. Fujii, T. Gogami et al. (S.N.Nakamura 24 of 39)	4. 巻 53
2. 論文標題 Beam helicity asymmetries in K+ Lambda electroproduction off the proton at low Q2	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Eur. Phys. J. A	6. 最初と最後の頁 198-1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epja/i2017-12395-1	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 P. Achenbach, F. Schulz, S. Nagao, S. Aulenbacher, ... Y. Fujii, M. Fujita, T. Gogami, H. Kanda, M. Kaneta, ..., S. N. Nakamura, J. Pochodzalla, A. Sanchez Lorente, B. S. Schlimme, M. Schoth, C. Sfienti, S. Sirca, M. Steinen, Y. Takahashi, L. Tang, M. Thiel, K. Tsukada, A. Tyukin, and A. Weber	4. 巻 17
2. 論文標題 High-Resolution Decay-Pion Spectroscopy of $4\text{H}$ Hypernuclei	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011001-1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.17.011001	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 該当する

1. 著者名 X.Qiu, L.Tang, C.Chen, ..., P.Achenbach, ..., S.N.Nakamura et al.	4. 巻 973
2. 論文標題 Direct measurements of the lifetime of medium-heavy hypernuclei	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nuclear Physics A	6. 最初と最後の頁 116-148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nuclphysa.2018.03.001	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 Masashi Kaneta for the NKS2 Collaboration	4. 巻 17
2. 論文標題 Study of $\Lambda$ -n Interaction via FSI in $\Lambda$ +d Reaction	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 062002-1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.17.062002	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 該当する

1. 著者名 Hiroki Kanda, Brian Beckford, Petr Bydzovski, Takeji Fujibayashi, Takao Fujii, Yu Fujii, Kenta Futatsukawa, Toshiyuki Gogami, Yun-Cheng Han, ..., Sho Nagao, Satoshi N. Nakamura, et al.	4. 巻 17
2. 論文標題 The Recent Results of Strangeness Photoproduction in the Threshold Region at ELPH-Tohoku	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 062006-1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.17.062006	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 該当する

1. 著者名 B.Pandey, L.Tang, T.Gogami, K.N.Suzuki, K.Itabashi S.Nagao. K.Okuyama, S.N.Nakamura et al. for Hall A Collaboration	4. 巻 105
2. 論文標題 Spectroscopic study of a possible $nn$ resonance and a pair of $NN$ states using the $(e, e'K^+)$ reaction with a tritium target	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 L051001-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.105.L051001	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 Masashi Kaneta for the NKS2 collaboration	4. 巻 2319
2. 論文標題 Status of experiment for $n$ interaction measurement via final state interaction in $d K^+ n$ production	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 AIP Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0037285	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 -

[学会発表] 計91件 (うち招待講演 24件 / うち国際学会 52件)

1. 発表者名 S.N.Nakamura
2. 発表標題 Challenge to the hyperon puzzle through high precision spectroscopy of Lambda hypernuclei at the High Intensity High Resolution beamline
3. 学会等名 International workshop: Strangeness in Neutron Stars --Physics at J-PARC HIHR/K1.1 beam lines (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S.N.Nakamura
2. 発表標題 Supra-precision $(\Lambda^+, K^+)$ spectroscopy (S K) of hypernuclei at the High Intensity High Resolution beamline
3. 学会等名 International Workshop on the Extension Project for the J-PARC Hadron Experimental Facility (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S.N.Nakamura on behalf of HIHR hypernuclear (SpIK) collaboration
2. 発表標題 High precision spectroscopy of Lambda hypernuclei at the High Intensity High Resolution beamline
3. 学会等名 International workshop: Strangeness in Neutron Stars --Physics at J-PARC HIHR/K1.1 beam lines (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村哲
2. 発表標題 High precision spectroscopy of $\Lambda$ -hypernuclei at HIHR
3. 学会等名 ハドロン拡張 HIHR/K1.1ワークショップ (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村哲
2. 発表標題 電子ビームで探る原子核内部と原子核深部
3. 学会等名 日本物理学会第77回年会 共催シンポジウム (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sho Nagao, Satoshi N Nakamura, Franco Garibaldi, Pete Markowitz, Joerg Reinhold, Liguang Tang, Guido Urciuoli
2. 発表標題 Isospin dependence study of potassium hypernuclei via the high-resolution mass spectroscopy at JLab.
3. 学会等名 American Physical Society, 2020 Fall Meeting of APS Div. of Nucl. Phys. (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名	Masashi Kaneta, Takeru Akiyama, Hiroyuki Fujioka, Tomomasa Fujiwara, Kenji Fukada, Kousuke Itabashi, Masaya Mizuno, Sho Nagao, Satoshi N. Nakamura, Yuki R. Nakamura, Kazuki Okuyama, Yuichi Toyama, Keita Uehara, Hiroo Umetsu
2. 発表標題	Status of the experiment of Lambda-n interaction measurement via FSI effect in gamma+d reaction at ELPH, Tohoku Univ.
3. 学会等名	American Physical Society, 2020 Fall Meeting of APS Div. of Nucl. Phys. (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Yuichi Toyama, Masashi Kaneta, Sho Nagao, Satoshi N. Nakamura for NKS2 collaboration
2. 発表標題	Inclusive measurement of strangeness photo-production and N resonance state search on a deuterium target
3. 学会等名	American Physical Society, 2020 Fall Meeting of APS Div. of Nucl. Phys. (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	S.N.Nakamura
2. 発表標題	Short overview on planned hypernucleus activities at JLab
3. 学会等名	Joint THEIA-STRONG2020 and JAEA/Mainz REIMEI Web-Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	S.N.Nakamura
2. 発表標題	Hypernuclear Physics at JLab in the 12GeV era
3. 学会等名	JLab Hypernuclear Workshop 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名 S.N.Nakamura
2. 発表標題 Strategy for the next hypernuclear experiment at JLab
3. 学会等名 Workshop on electro- and photo-production of hypernuclei 2020 (NPI, Rez, Czech) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村哲
2. 発表標題 nn 探索実験の現状
3. 学会等名 九州大学原子核理論グループセミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kazuki Okuyama et al.
2. 発表標題 Differential cross section of the $p(e,e'K^+) / 0$ reaction at $Q^2 \sim 0.5$ [(GeV/c) <sup>2</sup> ]
3. 学会等名 American Physical Society, 2020 Fall Meeting of APS Div. of Nucl. Phys. (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuichi Toyama et al.
2. 発表標題 Inclusive measurement of strangeness photo-production and N resonance state search on a deuterium target
3. 学会等名 American Physical Society, 2020 Fall Meeting of APS Div. of Nucl. Phys. (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takeru Akiyama et al.
2. 発表標題 Development and Performance of Cherenkov Detectors for Spectroscopy of Medium-Heavy Hypernuclei at Jlab
3. 学会等名 Young Researchers' Session, SNP School 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomomasa Fujiwara et al.
2. 発表標題 Development of a new ToF counter with MPPC for hypernuclei experiments at ELPH
3. 学会等名 Young Researchers' Session, SNP School 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kosuke Itabashi et al.
2. 発表標題 Analysis status of ( $^3\text{H}(e,e^+K^+)X$ ) at Jlab
3. 学会等名 Young Researchers' Session, SNP School 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kosuke Itabashi et al.
2. 発表標題 Study of the $nn$ state and $n$ interaction at Jefferson Lab
3. 学会等名 Yamada Conference LXXII: The 8th Asia-Pacific Conference on Few-Body Problems in Physics (国際学会)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 Yuichi Toyama et al.
2. 発表標題 Search for N resonance state via the exclusive measurement of $d + d + -$ reaction
3. 学会等名 Yamada Conference LXXII: The 8th Asia-Pacific Conference on Few-Body Problems in Physics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤原友正 他NKS2コラボレーション
2. 発表標題 ELPHにおける ハイパー核実験のためのMPPCを用いた新ToF測定器の開発
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 板橋浩介 他 JLab Hypernuclear Collaboration
2. 発表標題 JLabにおけるnn 探索実験の解析現状
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奥山和樹 他 JLab Hypernuclear Collaboration
2. 発表標題 Q2 ~ 0.5 (GeV/c) <sup>2</sup> におけるハイペロン電磁生成の超前方微分断面積測定
3. 学会等名 日本物理学会2021年年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村雄紀 他 JLab Hypernuclear Collaboration
2. 発表標題 JLabにおける中重ラムダハイパー核分光実験のためのターゲットシステムのデザイン
3. 学会等名 日本物理学会2021年年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋山タケル 他 JLab Hypernuclear Collaboration
2. 発表標題 JLabにおけるラムダハイパー核分光実験のためのK中間子識別用水チェレンコフ検出器の刷新 (2)
3. 学会等名 日本物理学会2021年年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 水野証哉 他 JLab Hypernuclear Collaboration
2. 発表標題 電子光物理学研究センター-BM4ビームライン光子標識化装置の開発
3. 学会等名 日本物理学会2021年年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥山和樹
2. 発表標題 高エネルギー電子加速器を用いた奇妙な粒子(ストレンジネス) 生成反応の研究
3. 学会等名 東北大学理学・生命合同シンポジウム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S.N.Nakamura
2. 発表標題 Precise spectroscopy of Lambda hypernuclei with electron and meson beams
3. 学会等名 19th International Conference on Hadron Spectroscopy and Structure in memoriam Simon Eidelman (HADRON 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S.N.Nakamura
2. 発表標題 Strangeness Nuclear Physics with Electron/Photon Beams
3. 学会等名 THEIA-STRONG2020 Workshop 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S.N.Nakamura
2. 発表標題 Spectroscopic Study of Lambda Hypernuclei at JLab
3. 学会等名 J-PARC 10th Anniversary Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Gogami
2. 発表標題 What we measured and will investigate for the N interaction study with electron beams at JLab
3. 学会等名 Workshop on electro- and photo-production of hypernuclei 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1 . 発表者名 S.N.Nakamura
2 . 発表標題 Strategy for the next hypernuclear experiment at JLab
3 . 学会等名 Workshop on electro- and photo-production of hypernuclei 2020 (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 S. Nagao
2 . 発表標題 Overview of lifetime measurements on hyper-hydrogens at ELPH Tohoku
3 . 学会等名 Workshop on electro- and photo-production of hypernuclei 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 K. Okuyama, T. Akiyama, Y. Fujii, T. Gogami, K. Itabashi, M. Kaneta, K. Maeda, S. Nagao, S.N. Nakamura, K.N. Suzuki, Y. Toyama, K.Uehara,
2 . 発表標題 Development of an aerogel Cherenkov counter with MPPC readout for rejecting e+e- backgrounds
3 . 学会等名 International School for Strangeness Nuclear Physics (SNP School 2019), (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. N. Suzuki, T. Akiyama, K. Itabashi, K. Uehara, K. Okuyama, M. Kaneta, T. Gogami, Y. Toyama, S. Nagao, S.N. Nakamura, Y. Fujii
2 . 発表標題 Optics design and study of the next Lambda hypernuclear spectroscopy at JLab
3 . 学会等名 International School for Strangeness Nuclear Physics (SNP School 2019), (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木一輝, 秋山タケル, 板橋浩介, 上原圭太, 奥山和樹, 金田雅司, 後神利志, 外山裕一, 永尾翔, 中村哲, 藤井優,
2. 発表標題 JLabにおける中重核ラムダハイパー核の束縛エネルギー精密分光
3. 学会等名 日本物理学会 2019 年秋季大会 (山形大学小白川キャンパス)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 板橋浩介
2. 発表標題 原子核番号 0 の ハイパー核探索実験
3. 学会等名 東北大学 理学・生命科学研究科合同シンポジウム 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村雄紀, 永尾翔, 中村哲
2. 発表標題 Geant4を用いた(e,e'K+)反応分光実験セットアップの最適化
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会(2020年) (オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤原友正, 秋山タケル, 板橋浩介, 上原圭太, 奥山和樹, 金田雅司, 外山裕一, 永尾翔, 中村哲, 中村雄紀
2. 発表標題 ELPHにおける ハイパー核実験のための新TOF測定器の開発
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会(2020年) (オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 深田憲史, 藤岡宏之, 金田雅司, 外山裕一, 永尾翔, 中村哲, 他 NKS2 Collaboration
2. 発表標題 'd束縛状態の探索に向けた +d反応の解析
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会(2020年) (オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 外山裕一, 秋山タケル, 板橋浩介, 上原圭太, 奥山和樹, 金田雅司, 中村哲, 中村雄紀, 藤原友正, 前田和茂, 他NKS2 Collaboration
2. 発表標題 ELPHにおける軽い ハイパー核寿命測定実験の準備状況
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会(2020年) (オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木一輝, 秋山タケル, 板橋浩介, 上原圭太, 梅崎英一, 奥山和樹, 片山一樹, 金田雅司, 後神利志, 外山裕一, 豊田峻史, 永尾翔, 中村哲, 中村雄紀, 藤井優, 藤原友正, 他JLab Hypernuclear Collaboration
2. 発表標題 JLabにおける電子線を用いた $^3\text{H}$ の束縛エネルギーの高精度測定
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会(2020年) (オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永尾翔, 秋山タケル, 板橋浩介, 上原圭太, 梅崎英一, 奥山和樹, 片山一樹, 金田雅司, 後神利志, 鈴木一輝, 外山裕一, 豊田峻史, 中村哲, 中村雄紀, 藤井優, 藤原友正, 他JLab Hypernuclear Collaboration
2. 発表標題 JLabにおける次世代ハイパー核分光実験の準備状況
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会(2020年) (オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 板橋浩介, 秋山タケル, 上原圭太, 梅崎英一, 奥山和樹, 片山一樹, 金田雅司, 後神利志, 鈴木一輝, 外山裕一, 豊田峻史, 永尾翔, 中村哲, 中村雄紀, 藤井優, 藤原友正, 他JLab Hypernuclear Collaboration
2. 発表標題 JLabにおける $3\text{H}(e, e'K^+)nn$ 実験の解析現状
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会(2020年) (オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上原圭太, 秋山タケル, 板橋浩介, 梅崎英一, 奥山和樹, 片山一樹, 金田雅司, 後神利志, 鈴木一輝, 外山裕一, 豊田峻史, 永尾翔, 中村哲, 中村雄紀, 藤井優, 藤原友正, 他JLab Hypernuclear Collaboration
2. 発表標題 ハイパー核寿命測定実験用スタートカウンターの開発と製作
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会(2020年) (オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 片山一樹, 秋山タケル, 板橋浩介, 上原圭太, 梅崎英一, 奥山和樹, 金田雅司, 後神利志, 鈴木一輝, 外山裕一, 豊田峻史, 永尾翔, 中村哲, 中村雄紀, 藤井優, 藤原友正, 他JLab Hypernuclear Collaboration
2. 発表標題 JLabにおける大強度電子線を用いたハイパー核分光におけるトリガーシステム
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会(2020年) (オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Satoshi N. Nakamura
2. 発表標題 Spectroscopy of elctro-produced hypernuclei at JLab
3. 学会等名 13th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics (HYP2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T.Gogami
2. 発表標題 Spectroscopy of $^7\text{He}$ and $^{10}\text{Be}$ at JLab
3. 学会等名 13th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics (HYP2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S.Nagao
2. 発表標題 Feasibility of lifetime measurements on hyperhydrogens with the photon beams
3. 学会等名 13th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics (HYP2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satoshi N Nakamura
2. 発表標題 Topics on $(e,e'K^+)$ spectroscopy of hypernuclei at JLab
3. 学会等名 5th Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan (Hawaii2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Gogami
2. 発表標題 Search for the $\Lambda$ -nn state using electron scattering
3. 学会等名 5th Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan (Hawaii2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 M.Kaneta
2. 発表標題 Status of $\Lambda$ -n Interaction study via the final state interaction in $d + K^{+} \rightarrow \Lambda + n$ production
3. 学会等名 5th Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan (Hawaii2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M.Kaneta
2. 発表標題 Status of $\Lambda$ -n interaction study via the final state interaction effect in $d + K^{+} \rightarrow \Lambda + n$ production
3. 学会等名 8th International Conference on Quarks and Nuclear Physics (QNP2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Nagao
2. 発表標題 High resolution mass spectroscopy of hypernuclei with primary electron beams: Recent results and prospects
3. 学会等名 8th International Conference on Quarks and Nuclear Physics (QNP2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永尾翔
2. 発表標題 1GeV 領域の光子ビームを用いたハイパー核物理の展開
3. 学会等名 RCNP研究会「ガンマ線ビームを用いた原子核・ハドロン物理の新局面と今後の展望」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 外山裕一
2. 発表標題 ハイパートライトン寿命測定用検出器
3. 学会等名 新学術領域研究(量子ビーム応用)若手ハードウェア研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 外山裕一、秋山タケル、板橋浩介、上原圭太、奥山和樹、金田雅司、神田浩樹、後神利志、小西由浩、中村哲、前田和茂
2. 発表標題 MPPCを用いたハイパー核寿命測定用高時間分解能検出器・TDLの開発(2)
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会(九州大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 板橋浩介、上原圭太、金田雅司、後神利志、小西由浩、外山裕一、中村哲、前田和茂、永尾翔、藤井優、F.Garibaldi, G.M.Urciuoli, P.E.C. Markozitz, J. Reinhold, L. Tang 他 JLab Hypernuclear Collaboration
2. 発表標題 JLabにおける $^3\text{H}(e, e' K^+)$ 反応を用いたnn 状態探索実験
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会(九州大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Toyama
2. 発表標題 Developments of a detector system for lifetime measurement of light hypernuclei
3. 学会等名 13th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics (HYP2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Itabashi
2. 発表標題 Design of a target system for Lambda hypernuclear spectroscopy at JLab
3. 学会等名 13th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics (HYP2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuichi Toyama
2. 発表標題 Future plans and current status of a direct lifetime measurement of hypernuclei at ELPH
3. 学会等名 International School for Strangeness Nuclear Physics (SNP School 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keita Uehara
2. 発表標題 Developments of aerogel Cherenkov counters for hypernuclei lifetime measurements
3. 学会等名 International School for Strangeness Nuclear Physics (SNP School 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kosuke Itabashi
2. 発表標題 Target system design for spectroscopy of $40,48\text{ K}$ hypernuclei at Jefferson Lab
3. 学会等名 International School for Strangeness Nuclear Physics (SNP School 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuki Okuyama and Takeru Akiyama
2. 発表標題 Development of the compact aerogel Cherenkov counter
3. 学会等名 Undergraduate Students' Session 5th Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan (Hawaii2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuichi Toyama, Toshiyuki Gogami, Kosuke Itabashi, Hiroki Kanda, Yoshihiro Konishi, Sho Nagao, Saotshi N. Nakamura, Kazushige Maeda, Eita Uehara
2. 発表標題 Status of a lifetime measurement of light hypernuclei using high intensity tagged photon beam at ELPH
3. 学会等名 8th International Conference on Quarks and Nuclear Physics (QNP2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 奥山和樹 他
2. 発表標題 小型エアロジェルチェレンコフカウンターの開発に向けたMPPC接続方法の評価
3. 学会等名 2018年度電子光物理学研究拠点共同利用成果報告会 (ELPHシンポジウム2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秋山タケル 他
2. 発表標題 ハイパー核電磁生成分光実験用水チェレンコフカウンターの開発
3. 学会等名 2018年度電子光物理学研究拠点共同利用成果報告会 (ELPHシンポジウム2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥山和樹, 秋山タケル, 板橋浩介, 上原圭太, 金田雅司, 後神利志, 小西由浩, 外山裕一, 永尾翔, 中村哲
2. 発表標題 MPPCを用いた小型エアロジェルチェレンコフカウンターの開発
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会 (九州大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秋山タケル, 板橋浩介, 上原圭太, 奥山和樹, 金田雅司, 後神利志, 小西由浩, 外山裕一, 永尾翔, 中村哲
2. 発表標題 次世代ハイパー核( $e, e^+ K^+$ )反応分光実験用水チェレンコフカウンターの開発
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会 (九州大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S.N.Nakamura
2. 発表標題 Electro-photo production of hypernuclei and perspectives
3. 学会等名 2nd EMMI Workshop, Anti-matter, hyper-matter and exotica production at LHC, Turin, Italy (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S.N.Nakamura
2. 発表標題 Results from the hypernuclear physics experiment at JLab and future perspectives
3. 学会等名 HADRON2017, Salamanca, Spain (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S.N.Nakamura
2. 発表標題 Study of Hypernuclei with Electron Beams
3. 学会等名 Gordon Research Conference, Nuclear Chemistry, New London, NH USA (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S.N.Nakamura
2. 発表標題 Study of Hypernuclei with Electron Beams - Hyperon puzzle, Hyper-triton puzzle and n3L puzzle -
3. 学会等名 RIKEN RIBF Colloquium (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村 哲
2. 発表標題 高エネルギー光子で探る原子核内部と中性子星深部
3. 学会等名 第八回 Muon科学と加速器研究 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 室井 佑太
2. 発表標題 Sub-GeV 光子エネルギーにおける $d(\gamma, \pi^+ - d)$ 反応
3. 学会等名 日本物理学会 秋
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小西 由浩
2. 発表標題 ELPH におけるハイパー核寿命測定実験用の中抜型新 TOF 検出器開発と性能評価
3. 学会等名 日本物理学会 秋
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 金田雅司
2. 発表標題 生成閾値領域エネルギーでの $+d+d$ $K^{++}K^{++}+n$ 反応における終状態相互作用を用いた $n$ 相互作用測定実験計画の現状
3. 学会等名 日本物理学会 秋
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 竹内大貴
2. 発表標題 整形増幅回路を含めた Multi-gaps Resistive Plate Chamberの性能評価
3. 学会等名 日本物理学会 春
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上原圭太
2. 発表標題 MPPC を用いたエアロジェルチレンコフ検出器の開発と製作
3. 学会等名 日本物理学会 春
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 室井 佑太
2. 発表標題 d d + - 反応によるダイバリオンの探索
3. 学会等名 日本物理学会 春
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S.Nagao and S.N.Nakamura
2. 発表標題 An experimental approach to the hypertriton puzzle with hypernuclear (electro-)photo-production
3. 学会等名 ASTRA ETC* (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Y.Toyama
2. 発表標題 Experimental design of a direct lifetime measurement for hypertriton at ELPH
3. 学会等名 ASTRA ETC* (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Y.Toyama
2. 発表標題 Lifetime measurement of hypernuclei at ELPH
3. 学会等名 SNP School 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 S.Nagao
2. 発表標題 Progress of few-body hypernuclear measurements with electro-photo production
3. 学会等名 HNP2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 M.Kaneta
2. 発表標題 Lambda-n interaction study via FSI
3. 学会等名 International Workship on the project for the extended hadron expeerimental facility of J-PARC (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S.Nagao
2. 発表標題 Lifetime measurement of light hypernuclei at ELPH
3. 学会等名 International Workship on the project for the extended hadron expeerimental facility of J-PARC (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T.Gogami
2. 発表標題 The nn search at JLab
3. 学会等名 International Workship on the project for the extended hadron expeerimental facility of J-PARC (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T.Gogami
2. 発表標題 Precise spectroscopy of potassium-40, 48 Lambda hypernuclei at Jefferson Lab
3. 学会等名 ASTRA ETC*, Toronto, Italy (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 後神利志
2. 発表標題 ラムダハイパー核の電子線分光
3. 学会等名 日本物理学会 春 (若手奨励賞受賞講演) (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masashi Kaneta for the NKS2 Collaboration
2. 発表標題 Status of experiment for $n\Lambda$ interaction measurement via final state interaction in $d K^+ n \rightarrow \Lambda d K^+$ production
3. 学会等名 14th Asia-Pacific Physics Conference (APPC2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金田雅司, 秋山タケル, 板橋浩介, 上原圭太, 梅津裕生, 奥山和樹, 外山裕一, 永尾翔, 中村哲, 中村雄紀, 水野柁哉, 深田憲史, 藤岡宏之, 藤原友正, 他NKS2コラボレーション
2. 発表標題 電子光物理学研究センター光子ビームラインIで用いる光子標識可装置の開発
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masashi Kaneta
2. 発表標題 Experiment of $n$ Interaction Measurement via the Final State Interaction in $d$ $K^+$ $n$ Reaction
3. 学会等名 理化学研究所放射線研究室セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 パリティ編集委員会、大槻 義彦編集長、分担執筆 中村哲	4. 発行年 2020年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 166
3. 書名 物理学, この1年 2020 [電子でつくって探る“奇妙な”原子核: 最強電子線施設JLabにおけるハイパー核電磁生成分光]	

1. 著者名 Eds. H.Tamura, A.Dote, B.F.Gibson, T.Harada, E.Hiyama, A.Hosaka, K.Imai, T.Nagae, S.N.Nakamura, A.Ohnishi, T.Tkhashi	4. 発行年 2017年
2. 出版社 The Physical Society of Japan	5. 総ページ数 122篇
3. 書名 Proceedings of the 12th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics (HYP2015)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>東北大学理学研究科物理学専攻素粒子・核物理学講座ストレンジネス核物理グループ  <a href="http://lambda.phys.tohoku.ac.jp/strangeness/index-j.html">http://lambda.phys.tohoku.ac.jp/strangeness/index-j.html</a></p> <p>東京大学大学院理学系研究科物理学専攻原子核実験グループ中村研究室  <a href="https://www.nex.phys.s.u-tokyo.ac.jp/">https://www.nex.phys.s.u-tokyo.ac.jp/</a></p> <p>電荷をもたない奇妙な原子核の高精度探索 ラムダ-中性子-中性子の三体系  <a href="https://www.sci.tohoku.ac.jp/news/20220308-11965.html">https://www.sci.tohoku.ac.jp/news/20220308-11965.html</a>  <a href="https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2022-03-08">https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2022-03-08</a></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	金田 雅司  (KANETA MASASHI)  (00400226)	東北大学・理学研究科・助教    (11301)	

	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
研究協力者	永尾 翔  (NAGAO Sho)  (30781710)	東北大学・理学研究科・助教   (11301)	
研究協力者	後神 利志  (GOGAMI Toshiyuki)  (20750368)	京都大学・理学研究科・助教	
研究協力者	藤井 優  (FUJII Yuu)  (30302079)	東北医科薬科大学・教養教育センター・教授	
研究協力者	タン リグアン  (Tang Liguang)	ハンプトン大学・Department of Physics・Professor	
研究協力者	ポチョザラ ヨゼフ  (Pochodzalla Josef)	マインツ大学・Professor	
研究協力者	アヘンバッハ パトリック  (Achenbach Patrick)	マインツ大学・Professor	

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
研究協力者	ラインハルト ヨーク  (Reinhold Joerg)	フロリダ国際大学・Professor	
研究協力者	マルコヴィッツ ピート  (Markowitz Pete)	フロリダ国際大学・Professor	
研究協力者	ガリバルディ フランコ  (Garibaldi Franco)	I N F N ローマ・Professor	
研究協力者	ウルシウオリ グイド  (Urciuoli Guido)	I N F N ローマ・Professor	

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5件

国際研究集会 9th International School for Strangeness Nuclear Physics (SNP School 2020)	開催年 2020年～2020年
国際研究集会 JLab Hypernuclear Collaboration Meeting	開催年 2020年～2020年
国際研究集会 10th International School for Strangeness Nuclear Physics (SNP School 2021)	開催年 2021年～2021年
国際研究集会 8th International School for Strangeness Nuclear Physics (SNP School 2019)	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 7th International School for Strangeness Nuclear Physics (SNP School 2018)	開催年 2018年～2018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
---------	---------

米国	トマス・ジェファーソン国立研究所	ハンプトン大学	フロリダ国際大学	他19機関
ドイツ	ヨハネスゲーテンベルク大学マインツ			
イタリア	INFN Rome	INFN Bari		