

令和 4 年 9 月 2 日現在

機関番号：22604

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2021

課題番号：16K17694

研究課題名（和文）低エネルギー普遍性と有効場の理論を用いた閾値近傍ハドロン構造の解明

研究課題名（英文）Study of near-threshold hadrons with effective field theory and low energy universality

研究代表者

兵藤 哲雄 (Hyodo, Tetsuo)

東京都立大学・理学研究科・准教授

研究者番号：60539823

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：近年の実験技術と解析手法の発展により、強い相互作用をするハドロン系で多くの新粒子が発見されている。新粒子の存在からペンタクォークやテトラクォーク、ハドロン分子といったエキゾチックなハドロン構造が明らかになりつつある一方で、従来の手法では模型に依存しない結果を得ることが困難であった。本研究では有効場の理論と低エネルギー普遍性を利用した模型に依存しない解析手法を駆使し、ハドロン構造の包括的研究とその実験的検証を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

少数系の普遍的物理は、相互作用を人工的に制御可能な冷却原子物理分野で近年目覚ましい発展を遂げているが、ハドロン物理学においては未だ十分に活用されてはいない。本研究では格子QCDを用いてクォーク質量などのパラメーターを変化させてハドロン間相互作用を制御し、有効場の理論によりハドロン間相互作用を外挿することで通常のQCDを超えた多彩な物理が展開できることを示した。

研究成果の概要（英文）：Thanks to the recent developments of the experimental and theoretical methods, many new particles have been observed in the hadron systems in the strong interaction sector. While the existence of new particles indicates the exotic hadron structures such as pentaquarks, tetraquarks, and hadronic molecules, it was difficult to draw model-independent conclusions in the traditional approaches. In this study, we utilize the model-independent analysis with the effective field theory and the low-energy universality to investigate the comprehensive study of the hadron structures and to suggest the methods to experimentally verify their internal structures.

研究分野：原子核理論

キーワード：ハドロン分光学 共鳴状態

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

近年の実験技術と解析手法の発展により、強い相互作用をするハドロン系で多くの新粒子が発見されている。標準的な構成子クォーク模型では、ハドロンはクォーク反クォークからなるメソン、クォーク3体からなるバリオンと分類されるが、新粒子の存在からペンタクォークやテトラクォーク、ハドロン分子といった従来とは全く異なるエキゾチックなハドロン構造と、その多彩な物理が明らかになりつつある。

多様なハドロンの構造の分類法の確立が急務であるが、従来は構成子クォーク模型のような特定のハドロン模型の再現性の良し悪しで構造が議論されていた。模型による解析は議論の出発点としてはよいものの、異なる模型間の比較が難しく基礎理論である QCD との関連が希薄である。またエキゾチックハドロンは強い相互作用で崩壊する不安定粒子であり、崩壊チャンネルを含めた共鳴状態としての動的な記述が必要とされている。

2. 研究の目的

以上の背景を踏まえ、本研究では従来の模型に依存した解析から一歩進んで、より普遍的な模型に依存しない構造の定義を構築し、ハドロン構造の包括的理解とその実験的検証を行う。一般に、散乱長が相互作用到達距離に比べて十分に大きい系では、ユニタリー極限からさまざまな普遍的な物理が引き出せることが知られている。特に、束縛状態や共鳴状態が閾値近傍に存在する場合には散乱長が大きくなることが期待されており、閾値近傍で多く見つまっているエキゾチックハドロン候補の解明に役立つと期待される。

本研究ではエキゾチックハドロンの内部構造を調べるとともに、QCD のパラメータ領域を拡張し、より広い視点でハドロン物理での低エネルギー普遍性が実現する可能性を探求する。低エネルギー普遍性を利用した議論を用いて、ハドロン物理で得られた知見を分野を超えたより広範な領域へと接続する。

3. 研究の方法

本研究で用いる主な手法は有効場の理論である。有効場の理論は、ある微視的な理論の持つ対称性を尊重し、低エネルギーで主要な自由度を用いて現象を記述する手法で、系によらずに成立する低エネルギー普遍性の結果を再現するためさまざまな分野で応用されている。また、有効場の理論の特徴として、高次補正を系統的に取り込める点が挙げられる。これまで主要項で議論されてきた内容に対する補正の効果を調べるとともに、崩壊過程を含む場合への拡張などを統一的に理解することができる。

ハドロン系で実現される普遍的な物理を引き出すために、QCD では定数であるクォーク質量を外部パラメータとみなして値を変化させる。s 波の共鳴状態が束縛状態へ遷移する際に閾値直上を共鳴極が通過すると、散乱長が発散しユニタリー極限となる。現実のハドロン物理の多くの共鳴状態は、クォーク質量が重い格子 QCD で閾値よりエネルギーの低い束縛状態となっていることが知られているので、クォーク質量を調整することで、相互作用を制御しユニタリー極限を実現できる可能性がある。物理点と格子 QCD のデータ考慮した有効場の理論を構築することで、ハドロン間相互作用のクォーク質量依存性を決定できる。

4. 研究成果

本研究計画での成果の一覧は業績リストに記載されているが、ここでは中心的な成果である以下の2件の課題に焦点を当てて研究の概要を述べる。

課題1) 散乱中の H ダイバリオンのクォーク質量依存性

課題2) 中性子2つとフレーバーを持つメソンの小数系における普遍的物理

課題1) 散乱中の H ダイバリオンのクォーク質量依存性

クォーク模型により の束縛状態として H ダイバリオンと呼ばれるバリオン数 2 の状態が実現すると予言されたが、その後の実験で 閾値より下に束縛状態としては存在しないことが明らかになった。一方で、重いクォーク領域で行われた格子 QCD 計算では、H ダイバリオンが束

縛状態として 閾値以下に現れることが近年示された。以上より、クォーク質量を重い領域から物理点へ連続的に変化させると、どこかで束縛状態が共鳴状態へと遷移し、ユニタリー極限が実現される可能性が示唆される。

本課題では格子 QCD で得られた束縛エネルギーや散乱長のデータを用いて、クォーク質量依存性を考慮した有効場の理論を構築した。結果として、 Λ ダイバリオンは束縛状態から共鳴状態へと遷移し、中間的なクォーク質量でユニタリー極限が実現することを示した。

課題 2) 中性子 2 つとフレーバーを持つメソンの小数系における普遍的物理

中性子・中性子間の散乱長は相互作用距離に比べて十分大きく、現実のハドロン系でユニタリー極限に近い系として知られている。よって、中性子との間で大きな散乱長をもつ別のハドロンを組み合わせれば、エフィモフ効果などの 3 体系での普遍的物理が実現される可能性がある。現実のハドロンにそのような例は見つかっていないものの、ストレンジやチャームのフレーバーを持つメソンの性質を利用することができる。まず、ストレンジクォークを含む K メソンと中性子の系は引力的相互作用であるものの束縛状態を作らないことが実験的に知られている。チャームクォークを含む D メソンと中性子の系はチャームバリオン $\Sigma_c(2800)$ を束縛状態として持つ可能性がある。よってクォーク質量をストレンジとチャームの間で調整することにより、メソン・中性子間にユニタリー極限が生じ、普遍的物理が実現する可能性がある。

本課題ではカイラル有効場の理論を用いてメソンと中性子の散乱を記述し、クォーク質量依存性を導入した。結果としてストレンジとチャームの中間的な質量で、メソン・中性子間の散乱長が発散し、ユニタリー極限が実現することを示した。さらに、クォーク質量を調整したスピン $J=0$ 、アイソスピン $I=3/2$ のメソン-中性子-中性子の 3 体系で、エフィモフ効果などの普遍的物理が起きることを示した。

以上 2 つの課題で得られた成果はクォーク質量依存性を導入することで、広い視点から QCD を捉えなおすことで普遍的物理が実現される可能性を示している。特に、課題 2) では実際に小数系で普遍的物理が実現することを示しており、ハドロン物理において低エネルギー普遍性が実際に有用であることを示唆している。

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 10件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Hyodo Tetsuo, Niiyama Masayuki	4. 巻 -
2. 論文標題 QCD and the strange baryon spectrum	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress in Particle and Nuclear Physics	6. 最初と最後の頁 103868 ~ 103868
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pnnp.2021.103868	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 Sugiura Takumi, Hyodo Tetsuo	4. 巻 99
2. 論文標題 Nature of the D^* meson in D scattering with chiral symmetry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 65201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.99.065201	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 Morita Kenji, Gongyo Shinya, Hatsuda Tetsuo, Hyodo Tetsuo, Kamiya Yuki, Ohnishi Akira	4. 巻 101
2. 論文標題 Probing Λ and p dibaryons with femtosopic correlations in relativistic heavy-ion collisions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 15201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.101.015201	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 Kamiya Yuki, Hyodo Tetsuo, Morita Kenji, Ohnishi Akira, Weise Wolfram	4. 巻 124
2. 論文標題 K-p Correlation Function from High-Energy Nuclear Collisions and Chiral SU(3) Dynamics	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 132501
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.124.132501	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 Kamiya Yuki, Hyodo Tetsuo	4. 巻 26
2. 論文標題 Model-independent Study on the Structure of (1405)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 22007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.26.022007	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 Tsuchida Yujiro, Hyodo Tetsuo	4. 巻 97
2. 論文標題 Compositeness of hadron resonances in finite volume	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 55213
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.97.055213	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 Sanchez Sanchez M., Geng Li-Sheng, Lu Jun-Xu, Hyodo Tetsuo, Valderrama M. Pavon	4. 巻 98
2. 論文標題 Exotic doubly charmed $Ds_0^*(2317)D$ and $Ds_1^*(2460)D^*$ molecules	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 54001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.98.054001	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 Raha Udit, Kamiya Yuki, Ando Shung-Ichi, Hyodo Tetsuo	4. 巻 98
2. 論文標題 Universal physics of the few-body system of two neutrons and one flavored meson	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 34002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.98.034002	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 Miyahara Kenta, Hyodo Tetsuo	4. 巻 98
2. 論文標題 Theoretical study of the (1405) resonance in $b_0 D_0$ decay	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 25202
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.98.025202	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 Miyahara Kenta, Hyodo Tetsuo, Weise Wolfram	4. 巻 98
2. 論文標題 Construction of a local $K\bar{b}N$ potential and composition of the (1405)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 25201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.98.025201	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 Li Kai-Wen, Hyodo Tetsuo, Geng Li-Sheng	4. 巻 98
2. 論文標題 Strangeness $S=-2$ baryon-baryon interactions in relativistic chiral effective field theory	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 65203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.98.065203	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 Horiuchi Wataru, Hyodo Tetsuo, Weise Wolfram	4. 巻 181
2. 論文標題 Kaonic deuterium and low-energy antikaon-nucleon interaction	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 EPJ Web of Conferences	6. 最初と最後の頁 01006 ~ 01006
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/epjconf/201818101006	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 Horiuchi W., Hyodo T.	4. 巻 2038
2. 論文標題 Competition between nucleon- and Kbar NN-cluster correlations in kaonic nuclear systems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AIP Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 20040
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5078859	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 Horiuchi Wataru, Hyodo Tetsuo, Weise Wolfram	4. 巻 199
2. 論文標題 Kaonic deuterium from realistic antikaon-nucleon interaction	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) 10.1051/epjconf/201919903003	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 Hoshino Tsubasa, Ohnishi Shota, Horiuchi Wataru, Hyodo Tetsuo, Weise Wolfram	4. 巻 96
2. 論文標題 Constraining the Kbar N interaction from the 1S level shift of kaonic deuterium	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 45204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.96.045204	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 Kamiya Yuki, Hyodo Tetsuo	4. 巻 97
2. 論文標題 Structure of hadron resonances with a nearby zero of the amplitude	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 54019
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.97.054019	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 Ohnishi Shota, Ikeda Yoichi, Hyodo Tetsuo, Weise Wolfram	4. 巻 17
2. 論文標題 Signature of (1405) in K-d n Reaction	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 72004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.17.072004	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 Yamaguchi Yasuhiro, Hyodo Tetsuo	4. 巻 17
2. 論文標題 Quark Mass Dependence of H-Dibaryon	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 42003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.17.052003	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 Hyodo Tetsuo	4. 巻 17
2. 論文標題 Compositeness of Hadron Resonances and Quasi-Bound States	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 72002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.17.072002	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 Miyahara Kenta, Hyodo Tetsuo	4. 巻 17
2. 論文標題 Composite Nature of (1405) from the Spacial Structure of Kbar N System	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 73001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.17.073001	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 Atsushi Hosaka, Tetsuo Hyodo, Kazutaka Sudoh, Yasuhiro Yamaguchi, Shigehiro Yasui	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Heavy Hadrons in Nuclear Matter	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Progress in Particle and Nuclear Physics	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pnnp.2017.04.003	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 Yuki Kamiya, Tetsuo Hyodo	4. 巻 023D02
2. 論文標題 Generalized weak-binding relations of compositeness in effective field theory	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 1-36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptw188	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 Yasuhiro Yamaguchi, Tetsuo Hyodo	4. 巻 94
2. 論文標題 Quark mass dependence of H-dibaryon in Lambda Lambda scattering	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 065207-1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.94.065207	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 Kenta Miyahara, Tetsuo Hyodo, Makoto Oka, Juan Nieves, Eulogio Oset	4. 巻 95
2. 論文標題 Study of the $\Xi(1620)$ and $\Xi(1690)$ resonances in $\Xi_c \rightarrow \pi^+ MB$ decays	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 035212-1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.95.035212	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 Shota Ohnishi, Wataru Horiuchi, Tsubasa Hoshino, Kenta Miyahara, Tetsuo Hyodo	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Few-body approach to structure of Kbar-nuclear quasi-bound states	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 Sungtae Cho, Tetsuo Hyodo, Daisuke Jido, Che Ming Ko, Su Houn Lee, Saori Maeda, Kenta Miyahara, Kenji Morita, Marina Nielsen, Akira Ohnishi, Takayasu Sekihara, Taesoo Song, Shigehiro Yasui, Koichi Yazaki	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Exotic Hadrons from Heavy Ion Collisions	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Progress in Particle and Nuclear Physics	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pnnp.2017.02.002	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46件 (うち招待講演 31件 / うち国際学会 30件)

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Size and structure of near-threshold states
3. 学会等名 第3回・4回クラスター階層領域研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Lambda(1405) as a hadronic molecule
3. 学会等名 理化学研究所 セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Lambda(1405) as a hadronic molecule
3. 学会等名 東京工業大学 セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Lambda(1405) as a hadronic molecule
3. 学会等名 様々なフレーバー領域で探るクォーク・ハドロン多体系の分光と構造 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Lambda(1405) as a hadronic molecule
3. 学会等名 2020 KPS Fall meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Lambda(1405) as a hadronic molecule
3. 学会等名 九州大学 セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 QCD and the strange hadron spectrum
3. 学会等名 Physics of heavy-quark and exotic hadrons 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 $\Lambda(1405)$ and the antikaon-nucleon potential
3. 学会等名 Fundamental physics at the strangeness frontier at DAFNE (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 $\Lambda(1405)$ and the antikaon-nucleon potential
3. 学会等名 THEIA-REIMEI Webseminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 ハドロン分子状態の物理
3. 学会等名 新学術領域研究「量子クラスターで読み解く物質の階層構造」スクール (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Exotic hadrons and emergent long range correlation in QCD
3. 学会等名 第二回クラスター階層領域研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Dynamically generated hadron resonances
3. 学会等名 XIII International Conference on Hadron Spectroscopy and Structure (HADRON2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Nature of the D_0^{*} meson in $D\pi$ scattering with chiral symmetry
3. 学会等名 Chiral and heavy quark symmetries in quark-hadron physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 $\bar{K}N$ and ΩN interactions in effective field theory
3. 学会等名 FemTUM19 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 兵藤哲雄
2. 発表標題 高エネルギー衝突実験でのK-p相関と反K中間子核子相互作用
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 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Status of Lambda(1405) in chiral dynamics
3. 学会等名 XVth Rencontres du Vietnam Perspectives in Hadron Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Lambda(1405) as a hadronic molecule
3. 学会等名 Universal physics in Many-Body Quantum Systems - From Atoms to Quarks (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Lambda(1405) as a hadronic molecule
3. 学会等名 Workshop "Physics of heavy-quark and exotic hadrons" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Size and structure of near-threshold states
3. 学会等名 2nd workshop "Clusters in quantum systems: from atoms to nuclei and hadrons" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 兵藤哲雄
2. 発表標題 閾値近傍状態の構造について
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 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Structure of hadrons from effective field theory
3. 学会等名 EFTs and ab initio methods (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Kaonic deuterium from realistic antikaon-nucleon interaction
3. 学会等名 15th International Workshop on Meson Physics (MESON 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 Kenta Miyahara, Tetsuo Hyodo, Wolfram Weise
2. 発表標題 Construction of a local $K\bar{K}N$ - π Σ - π Λ potential and composition of the $\Lambda(1405)$
3. 学会等名 22nd International Conference on Few-Body Problems in Physics (FB22) (国際学会)
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Structure of hadrons from effective field theory
3. 学会等名 International workshop on realistic hadron interactions in QCD (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Exotic hadrons and emergent long range correlation in QCD
3. 学会等名 Threshold rule 50
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Status of $\Lambda(1405)$ in chiral dynamics
3. 学会等名 Workshop on Dense Matter from Chiral Effective Theories 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Structure and compositeness of exotic hadrons
3. 学会等名 Fifth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the APS and the JPS (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Model-independent study on the structure of Lambda(1405)
3. 学会等名 8th International Conference on Quarks and Nuclear Physics (QNP2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Lambda(1405) as a Feshbach resonance
3. 学会等名 新学術領域研究「量子クラスターで読み解く物質の階層構造」キックオフシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Compositeness of hadrons from effective field theory
3. 学会等名 Reimei Workshop "Universal physics in Many-Body Quantum Systems -- From Atoms to Quarks --" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Exotic hadrons and emergent long range correlation in QCD
3. 学会等名 International workshop: "Clusters in quantum systems: from atoms to nuclei and hadrons" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年 ~ 2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Status of Lambda(1405) in chiral dynamics
3. 学会等名 Korea-Japan Joint Workshop on the Present and the Future in Hadron Physics at J-PARC (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年 ~ 2019年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Kbar N interaction and kaonic nuclei
3. 学会等名 Strangeness and charm in hadrons and dense matter (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Kbar N interaction and kaonic nuclei
3. 学会等名 Joint Uppsala-Tokyo Tech Symposium WG6 Hadron Physics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Kbar N interaction in chiral dynamics
3. 学会等名 kaon in atoms/nuclei at DAFNE and J-PARC (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Efimov physics of hadrons
3. 学会等名 Hadrons and Nuclear Physics meet ultracold atoms: a French Japanese workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mario Sanchez Sanchez, Li-Sheng Geng, Jun-Xu Lu, Tetsuo Hyodo, Manuel Pavon Valderrama
2. 発表標題 Exotic doubly charmed $Ds_0^*(2317)D$ and $D_{s1}^*(2460)D^*$ molecules
3. 学会等名 日本物理学会 第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Compositeness of hadrons from effective field theory
3. 学会等名 Clustering effects of nucleons in nuclei and quarks in multi-quark states (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Compositeness of hadrons from effective field theory
3. 学会等名 The 10th APCTP-BLTP/JINR-RCNP-RIKEN Joint Workshop on Nuclear and Hadronic Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Compositeness of hadrons from effective field theory
3. 学会等名 26th International Nuclear Physics Conference (INPC2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 兵藤哲雄
2. 発表標題 ギャップを持つ南部ゴールドストーンモードの散乱
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 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Current status of Lambda(1405)
3. 学会等名 2016 JAEA/ASRC Reimei workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Quark mass dependence of the H-dibaryon in Lambda-Lambda scattering
3. 学会等名 Hadron Spectroscopy Cafe
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tetsuo Hyodo
2. 発表標題 Universal physics of two neutrons with one flavored meson
3. 学会等名 International Workshop on Strangeness Nuclear Physics 2017 (SNP2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 兵藤哲雄
2. 発表標題 ハドロンの複合性と低エネルギー普遍性
3. 学会等名 クラスターがつなぐクォーク、ハドロンの、原子核、そして原子
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 兵藤哲雄
2. 発表標題 有限体積効果によるLambda(1405)共鳴の構造
3. 学会等名 日本物理学会 第72回年次大会
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
--	---------------------------	-----------------------	----

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0件

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	ミュンヘン工科大学			
中国	ITP Beijing	Beihang University	Shandong University	
韓国	Yonsei U.	Soonchunhyang University	Kangweon Natl. U.	
フランス	Orsay, IPN			
インド	Indian Institute of Technology, Guwahati			
スペイン	Valencia U.			
アメリカ	Texas A-M, Cyclotron Inst.			
ブラジル	Sao Paulo U.			