

研究責任者名 Name	肥山詠美子		所属機関 Affiliation	理化学研究所
受理番号 Proposal No.	大型 12/13-18	研究課題名 Program title	少数粒子多体問題に基づいたハイパー核物理と超冷却原子研究	

研究を終了しましたので、下記の通り報告します。

成果の概要

Abstract

(和文)

原子核物理学の研究の目的のひとつは、量子力学的多体系問題を精密に解くことによって、物理的な知見を深め、理論的予言を行い、実験をガイドすることである。

そこで、これまでこの目的を達成させるために、独自の少数粒子系計算法を提唱、発展させてきた。

平成 H24-25 年は、この計算法をハイパー核物理と超冷却原子分野に適用し、その分野で話題になっている物理を暴き、さらには、翻って、計算法をさらに発展させることを目的とした。

具体的には、 ${}^4_{\Lambda\Lambda}H$ の $\Lambda\Lambda-\Xi N$ 結合を含めた 4 体計算法のコードの開発を行った。

冷却原子では、LM2M2 ポテンシャルと呼ばれる現実的な ${}^4\text{He}-{}^4\text{He}$ ポテンシャルを用いた dimer, trimer, tetramer の精密少数多体系計算を行い、universality の研究を行った。

(英文)

One of research purpose in nuclear physics is to obtain new understanding, make prediction and to guide experiment by solving Schroedinger equation accurately. For this purpose, we have been developing our few-body calculation method, Gaussian Expansion Method. In H24-25, we applied our method to hypernuclear physics and ultra cold atomic physics and succeeded in developing further our method. Indeed, we succeeded in making code for ${}^4_{\Lambda\Lambda}H$ taking $\Lambda\Lambda-\Xi N$ explicitly. In ultra cold atomic system, we performed few-body calculation of dimer, trimer and tetramer using realistic ${}^4\text{He}-{}^4\text{He}$ potential such as LM2M2 potential to search any universality.

研究成果を公開しているホームページアドレス

研究成果の 公表	口頭研究発表 件数	査読つきの 学術論文数	プロシーディング 論文数	その他 (投稿中を含む)
	4	3	1	

成果の公表リスト（それぞれの枠に番号をつけて記入願います。）

口頭研究発表 Presentations at scientific meetings concerning the program	
1. 'Three-and four-body structure of hypernuclei using cluster model', E. Hiyama, International workshop on 'Clustering Aspects in Nuclei', April, 2013, Beijing, China.	
2. 'Four- and five-body calculation of double Lambda hypernuclei', E. Hiyama, "The 11th International Conference on Low Energy Antiproton Physics" (LEAP 2013)', June, 2013, Uppsala, Sweden	
3. E. Hiyama, 'Four- and five-body cluster structure of hypernuclei', 10th International Conference on Clustering Aspects of Nuclear Structure and Dynamics, Debrecen, Hungary, September, 2012	
4. E. Hiyama, 'S=-1 and S=-2 light Hypernuclear structure', 11th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics (HYP2012), Barcelona, Spain, October, 2012	
査読つきの学術論文(雑誌名等には 巻、頁、発表年を記載) (*) 不足する場合には追加願います。	
Refereed Journal Articles (name of journal, volume, page, year)	
1	著者名 Author E. Hiyama, S. Ohnishi, M. Kamimura, and Y. Yamamoto タイトル title Four-body structure of neutron-rich hypernucleus $6\Lambda\text{H}$ 雑誌名 name of journal Nuclear Physics A 908 (2013) 29-39 URL http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375947413004752
2	著者名 E. Hiyama and M. Kamimura タイトル Variation calculation of 4He tetramer ground and excited states using a realistic pair potential 雑誌名等 Physical review A 85, 022502 (2012) URL http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevA.85.022502
3	著者名 E. Hiyama and M. Kamimura タイトル Linear Correlation 4He trimer and tetramer energies calculated with various realistic 4He potentials 雑誌名等 Physical Review A 85, 062505 (2012) URL http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevA.85.062505
プロシーディング論文(雑誌名等には 巻、頁、発表年を記載) (*) 不足する場合には追加願います。	
International Conference Proceedings (name of journal, volume, page, year)	
1.	著者名 Author E. Hiyama タイトル title Four-body structure of light Λ hypernuclei 雑誌名等 name of journal Nuclear Physics A 914 130-139 (2013) URL http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375947413005502
2.	著者名 タイトル 雑誌名等 URL
その他 (学位論文、紀要、投稿中の論文を含む) (URL を記載) Others (thesis for a degree, bulletin, papers to be published, etc.)	
なし	
特記 (本研究に関係した、新聞記事・著作、受賞など) (過去に遡っても構いません。) Special Notes (newspaper article, literary works, awards, etc.)	
1. 2013 年猿橋賞受賞	

1. 研究組織

(1) 研究責任者氏名：肥山詠美子

所属機関・部局・職名：理化学研究所・仁科加速器研究センター・准主任研究員

(2) 共同従事者氏名：木野康志

所属機関・部局・職名：東北大学大学院・理学研究科・准教授

(3) 研究従事者氏名：上村正康

所属機関・部局・職名：理化学研究所・仁科加速器研究センター・研究嘱託

(4) 所属機関・部局・職名：数納広哉, 理化学研究所・仁科加速器研究センター・特任協力研究員

(5) 所属機関・部局・職名：船木靖郎, 理化学研究所・仁科加速器研究センター・協力研究員

(6) 所属機関・部局・職名：井坂政裕, 理化学研究所・仁科加速器研究センター・基礎特別研究員

2. 当該年度の実施報告の詳細

原子核物理学の研究の目的のひとつは、量子力学の多体系問題を精密に解くことによって、物理的な知見を深め、理論的予言を行い、実験をガイドすることである。申請者らは、これまでこの目的を達成させるために、独自の少数粒子系計算法を提唱、発展させてきた。平成24年9月から平成25年9月までは、この計算法をハイパー核物理と超冷却原子分野に適用し、その分野で話題になっている物理を暴き、さらには、翻って、計算法をさらに発展させることを目的とするための準備的計算を行った。ハイパー核の分野では、現実的ハイペロン-核子間、ハイペロン-ハイペロン間相互作用を用いた軽いハイパー核の少数粒子系問題に基づいた構造研究はホットな課題の一つである。また、超冷却原子分野では、LM2M2ポテンシャルなどのような、現実的な ${}^4\text{He}$ - ${}^4\text{He}$ 原子ポテンシャルを用いた dimer, trimer, tetramer の精密少数多体計算が最近話題を集めている。これら両分野で用いる粒子間相互作用は非常に強い斥力心と long-ranged tail (ハイパー核ではクーロン相互作用) を持つため、これらを同時に記述できる計算法を確立する必要がある。ハイパー核分野と超冷却原子分野は一見、異なる分野に思われるが、上記のように計算手法を確立という観点からは類似した点もある。これらの分野に申請者らが開発した少数粒子系計算法を適用することにより、次のような計算実行上困難な課題を克服することを試みた。ハイパー核物理では、 ${}^4_{\Lambda\Lambda}\text{H}$ のコードの開発を行った。また、2012年に発見された中性子過剰ハイパー核 ${}^6_{\Lambda}\text{H}$ を $\alpha + \Lambda + n + n$ の4体問題に基づき、共鳴状態も取り扱えるようにコードを拡張した。その結果、 ${}^6_{\Lambda}\text{H}$ は束縛状態ではなく、共鳴状態であることを指摘した。実験と理論の矛盾は現在も議論中である。 $\alpha + \alpha + \Lambda + N$ の

さまざまな ${}^4\text{He}$ - ${}^4\text{He}$ ポテンシャルを用いて、 ${}^4\text{He}$ の3体、4体系を計算することにより、3体系の束縛エネルギーと4体系の束縛エネルギーに相関関係があることを示した。

3. 口頭研究発表，発表論文（査読），国際会議のプロシーディング論文，そのほかの投稿中の論文等のリスト

別紙に添付