

## 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) 研究機関・部局・職名：理化学研究所・仁科加速器研究センター・基礎特別研究員・古本猛憲

(5) 研究機関・部局・職名：北海道大学・理学部・助教・堀内渉

## 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。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3月から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、 ${}_{\Lambda}^{10}\text{Be}$ ,  ${}_{\Lambda}^{10}\text{B}$  を  $\alpha + \alpha + \Lambda + N$  の4体構造研究を行い、これらの束縛エネルギーを100keVの精度で検討することにより、 $\Lambda N$  の荷電対称性の破れの存在の有無を議論することに成功を収めた。近年、JLAB実験により、 ${}_{\Lambda}^7\text{He}$  の束縛エネルギーを求めることに成功をおさめ、このことを我々の理論計算より、荷電対称性の破れに対応する相互作用は存在しないことと指摘した。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

### 発表論文

1. E. Hiyama 'Gaussian expansion method for few-body systems and its applications to atomic and nuclear physics', Progress of Theoretical and Experimental Physics, Special Issue Vol. 2012, Issue 1, m01A204, (2012).

2. E. Hiyama and Y. Yamamoto, 'Structure of  ${}_{\Lambda}^{10}\text{Be}$  and  ${}_{\Lambda}^{10}\text{B}$  Hypernuclei Studied with the Four-Body Cluster Model" , Progress of Theoretical Physics 128, 105-124, (2012).
3. P. Naidon, E. Hiyama and M. Ueda 'Universality and the three-body parameter of helium-4 trimers', Physical Review A 86, 012502 (2012).
4. E.Hiyama and M. Kamimura 'Linear correlations between  ${}^4\text{He}$  trimer and tetramer energies calculated with various realistic  ${}^4\text{He}$ - ${}^4\text{He}$  potentials' , Physical Review A 85, 062505 (2012).
5. E. Hiyama and M. Kamimura, 'Variational calculation of  ${}^4\text{He}$  tetramer ground and excited states using a realistic  ${}^4\text{He}$ - ${}^4\text{He}$  potential' Physical Review A 85, 022502 (2012).

#### 国際会議等における口頭発表

1. E. Hiyama

*Variational Calculation of  ${}^4\text{He}$  Tetramer Ground and Excited States Using a Realistic  ${}^4\text{He}$ - ${}^4\text{He}$  Potential*

The 20th IUPAP Conference on Few-Body Problems in Physics, 20-25th August, Fukuoka, Japan, 2012.

2. W. Horiuchi

*Ab initio study of electroweak responses of  ${}^4\text{He}$*

The 20th IUPAP Conference on Few-Body Problems in Physics, 20-25th August, Fukuoka, Japan, 2012.