

## 2022年度北海道大学情報基盤センター萌芽型共同研究成果報告書

1. 研究類型 B) 研究集会開催支援型
2. 研究課題名 核反応シミュレーションと機械学習による核反応モデルの発展
3. 研究期間 2022年 5月 18日 ~ 2023年 3月 31日
4. 研究代表者

氏名	所属機関・部局名	職名	備考
升井 洋志	北見工業大学 情報処理センター	センター長	

## 5. 研究分担者

氏名	所属機関・部局名	職名	備考
木村 真明	北海道大学 理学研究院 原子核反応データベース研究開発センター	センター長	
平林 義治	北海道大学 情報基盤センター	准教授	
堀内 渉	大阪公立大学 理学研究科	准教授	
谷口 億宇	香川高等専門学校 情報工学科	准教授	
馬場 智之	北見工業大学 情報処理センター	助教	

## 6. 共同研究の成果

今日、核反応は基礎科学研究だけでなく、工業や医療などで利用されており、精密な核反応シミュレーションの実現が重要な課題となっている。シミュレーションの精度向上には、大規模数値計算の技術開発が必須であるだけでなく、機械学習を用いた理論モデルの最適化など、物理学と情報科学との融合による研究も発展しつつある。

本共同研究ではそのような背景のもと、2022年12月13日から15日の日程で北海道大学理学部2号館を会場として研究会を開催した。研究会においては、複雑な原子核多体系の理論的取り扱いと、そこから得られる大量の数値データおよび実験データをもとにした機械学習への応用に関する報告があった。さらに、研究戦略に関する討論会を行い、現在の位置付けと今後の課題等を確認した。

研究会および継続的議論・検討とそれに伴う研究活動の過程において、理論解析データとデータ処理の重要性が確認でき、その結果として学術論文8編の成果に繋がった。

以下に2022年12月開催の研究会の発表者およびタイトルを述べる。

第1日: 12月13日

10:00 - 12:00・研究会発表:

「X線スーパーバーストを引き起こす $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$ 分子共鳴状態」谷口億宇・香川高専

「平均場モデル計算によるラムダハイパー核のE1遷移強度分布」江幡修一郎・埼玉大

13:30 - 18:00・共同研究討論

第2日: 12月14日

10:00 - 12:00・研究会発表

「原子核の第一原理計算コード開発と機械学習の応用」吉田聡太・宇都宮大

「ミュオン捕獲後の粒子放出と半導体ソフトエラー」湊太志・原研

13:30 - 15:00 ・ 学生成果報告

「パウリ原理を満たす基底関数を用いた巨視的クラスター模型の新たな手法」 森谷元  
「Searching for the Hoyle-analog state in  $^{13}\text{C}$  studied by the analytic continuation in the coupling constant」

「Alpha cluster resonances studied by analytic continuation in the coupling constant」

申承憲

「 $^{11}\text{B}$ のクラスター構造」 本木英陽

「2 クラスター原子核における蝕効果」 槇口雄仁

「機械学習を用いた核データ生成」 渡邊証斗

15:30 - 18:00 ・ 共同研究討論

第3日: 12月15日

10:00 - 12:00 ・ 研究会発表

「 $\alpha$ 粒子散乱の微視的記述における問題とそれに対する取り組み」 古本猛憲・横浜国立大

「反転の島境界に存在する  $^{33}\text{Al}$  における配位混合の研究」 鈴木祥輝・大阪大学 RCNP

13:30 - 18:00 ・ 共同研究討論

### 査読付き学術論文

1. Katsuhito Makiguchi and Wataru Horiuchi, "Incomplete absorption reactions at high energy", Progress of Theoretical and Experimental Physics 2022, 073D01-1-10 (2022).
2. Y. Suzuki, W. Horiuchi, and M. Kimura, "Erosion of  $N = 28$  shell closure: Shape coexistence and monopole transition", Progress of Theoretical and Experimental Physics 2022, 063D02-1-12 (2022).
3. Tomoyuki Baba, Yasutaka Taniguchi, and Masaaki Kimura, " $4\alpha$  linear-chain state produced by  $^9\text{Be} + ^9\text{Be}$  collisions", Physical Review C 105, L061301-1-5 (2022).
4. W. Horiuchi, and N. Itagaki, "Density profiles near the nuclear surface of  $^{44,52}\text{Ti}$ : An indication of  $\alpha$  clustering", Physical Review C 106, 044330-1-8 (2022).
5. Hiroyuki Tajima, Hajime Moriya, Wataru Horiuchi, Kei Iida, and Eiji Nakano, "Resonance-to-bound transition of  $^5\text{He}$  in neutron matter and its analogy with heteronuclear Feshbach molecules", Physical Review C 106, 045807-1-7 (2022).
6. H. Moriya, W. Horiuchi, J. Casal, L. Fortunato, "Three- $\alpha$  configurations of the second  $J^\pi = 2^+$  state in  $^{12}\text{C}$ ", European Physical Journal A 59, 37 (2023).
7. W. Horiuchi and N. Itagaki, "Imprints of  $\alpha$  clustering in the density profiles of  $^{12}\text{C}$  and  $^{16}\text{O}$ ", Physical Review C 107, L021304-1-5 (2023).
8. R. Takatsu, Y. Suzuki, W. Horiuchi, and M. Kimura, "Microscopic study of the deformed neutron halo of  $^{31}\text{Ne}$ ", Physical Review C 107, 024314-1-7 (2023).