

## 2018年 原子核理論研究室 年次報告

### 1. メンバー

准教授: 木村真明

講師: 堀内渉

特任助教: 周波(Bo Zhou)

研究員: D. Ichinkhorloo, J. Singh

DC3: 関根里英, 馬場智之, 畠山慎也

DC1: 多田哲明, Lai Hnin Phyu

MC2: 佐塚修司, 鈴木祥輝

MC1: 本木英陽, 森谷元, 申承憲(Seung Heon Shin)

B4: 槇口雄仁, 鏑溝勝, 坂口理哉, 越後谷駿

### 2. 研究成果

従来の原子核物理学は、自然界に存在する原子核を対象とし、それらの構造・反応・崩壊の研究を通して、原子核の基本的な性質や核子多体系のダイナミクスを明らかにしてきた。近年、新しい原子核を人工的に合成することが可能になったことで、原子核物理学の研究対象は大きく広がっている。例えば安定核・ハイパー核の生成により束縛限界での核子多体系の性質やバリオン物質の物性を調べることができるようになった。現在の原子核物理学は、我々の自然観を深め自然・物質に対する認識の新しい段階へと進むべく、そのフロンティアを日々拡大している。

本研究室では、原子核のクラスター構造、不安定原子核の性質に主眼をおいた構造・反応論及び、少数精密計算による核子ダイナミクスの研究を行っている。これらの知見を基に原子核物質、元素合成過程の理解を進めるとともに、ハイペロンや中間子まで含めたバリオン多体系、ハドロン物質の量子物性の理解という観点から幅広く原子核の理論研究を行っている。

#### <クラスター物理>

原子核には、系が複数の部分系に分かれたクラスター状態が存在しており、多様な原子核構造や多核子相関を理解するための重要な研究対象となっている。研究室では、クラスター模型や反対称化分子動力学等の理論模型を開発・発展させており、それらを用いて、分子的状态や $\alpha$ 凝縮状態などを研究している。

#### 《実時間発展法による $4\alpha$ クラスター凝縮状態の研究》 本木, 木村

$\alpha$  粒子の凝縮状態を記述するために実時間発展法を開発し、 $3\alpha$  系に適用してきた。次の段階として  $4\alpha$  系に対して実時間発展法を適応し、 $0^+$ 状態の計算を行った。THSR 波動関数を用いた先行研究と比較したところ、閾値以下の状態のエネルギーは良く一致し、実時間発展法の有効性が示された。今後、高励起状態の解析を進める予定である。

#### 《実時間発展法による $3\alpha+n$ クラスター状態の研究》 申, 周, 木村

It has been discussed that the excited state of  $^{13}\text{C}$  may have dilute gas-like structure and can be regarded as a Hoyle-analog state. To search for such state, we have applied the real time evolution method to the  $3\alpha+n$  system. We have developed a computer code to solve the equation-of-motion and Hill-Wheeler equation.

#### 《THSR 波動関数を用いた $^{12}\text{C}$ の負パリティ状態の研究》 周, 木村

The negative-parity states of  $^{12}\text{C}$  are studied in the container picture, in which the shift parameter is introduced to break the parity symmetry for projecting out the negative-parity states. It is found that the obtained single THSR (Tohsaki-Horiuchi-Schuck-Röpke) wave functions for the  $3^-$  and  $4^-$  states are almost equivalent to the corresponding GCM (generator coordinate method) wave functions. Thus, in the container picture, the non-localized clustering character of 3 alpha cluster motion was further confirmed.

#### 《超対称変換による位相差等価ポテンシャルの生成とその有効性の検証》 堀内

原子核のクラスター模型で良く用いられる直交条件模型は、多数の禁止状態の存在からごく軽いクラスターを含む系以外への適用は困難である。一方で斥力芯を持つ浅いポテンシャルは禁止状態が現れないため、多体系への適用が比較的容易である。本研究では多数の禁止状態が現れる  $^{16}\text{O}+^4\text{He}$ 、 $^{40}\text{Ca}+^4\text{He}$  ポテンシャルに対して超対称変換を用いることで禁止状態を取り除き、位相差等価ポテンシャルを生成した。変換前後のポテンシャルから得られる相対運動波動関数の比較のため、平均二乗根半径や電気多重極換算遷移確率、電気遷移強度を計算し、物理量にどのような違いがあるかを議論した。成果は Nuclear Physics A 誌に発表された。

#### ＜少数体精密計算＞

少数体系のシュレーディンガー方程式を精度よく解くことにより量子力学的少数多体系の研究を行っている。少数体手法は着目した自由度に対し信頼性の高い記述を可能とし、核力の特徴である短距離斥力やテンソル力を直接取り込むことができるだけでなく、波動関数の漸近的振る舞いも正しく記述することができる。我々は少数体手法の発展・応用を通して、基本的相互作用から出発した原子核構造・反応研究及び宇宙核反応、さらにはエキゾチック原子・原子核系への応用を行っている。

#### 《完全微視的計算による少数体の電気双極子励起構造の研究》 佐塚, 堀内

軽い核における  $\alpha$  クラスター構造は宇宙の元素合成においても重要な役割をなすため、強い関心もたれている。最近の実験により、 $^6\text{Li}$  の電気双極子(E1)応答において  $\alpha$  クラスターが重要な役割を持つという示唆があった。本研究は微視的な理論計算によって  $^6\text{Li}$  の E1 励起構造を調べるものである。E1 遷移強度とその遷移密度、波動関数中のクラスター成分の分析の結果、励起エネルギー13 MeV 付近では  $\alpha$  クラスター、20MeV 以上では  $^3\text{He}$ - $^3\text{H}$  クラスターの発達がみられ、それらが  $^6\text{Li}$  の電気双極子励起を説明する上で重要な役割を成していることを示した。現在誌上論文としてまとめているところである。

#### 《エキゾチック原子様三体系における粒子間相関の研究》 森谷, 堀内

中間子などが原子核に束縛されたエキゾチック原子では粒子が長・短距離で相互作用をしている。そのような系の粒子間相関を明らかにすることが本研究の目的である。簡単のために同種

ボソンのモデルを用いて、短距離相互作用の強度に対する束縛エネルギーを相関ガウス基底によって変分的に求めた。二体相関が長・短距離相互作用からの寄与の積で表されることから、求められた束縛エネルギーに行列式を使った解析方法を適用することで三体相関が無視できなくなる短距離相互作用の強度の閾値を定量的に評価した。

#### 《3 $\alpha$ ポテンシャルの巨視的な $\alpha$ クラスター模型への応用》 Lai Hnin Phyu, 堀内

It is well known that the application of phenomenological two-body potential to a three- $\alpha$  description of  $^{12}\text{C}$  does not give the correct spectrum of  $^{12}\text{C}$ . Therefore, we implement the phenomenological three- $\alpha$  potentials to the three- $\alpha$  system. Then, we study the Coulomb screening effect of three- $\alpha$  system by using the three- $\alpha$  potentials. We found that the Coulomb screening effect is strongly depend on the three- $\alpha$  potential.

#### ＜不安定核構造＞

不安定核では、安定核における常識では説明できない特異な現象が現れる。不安定同位体ビームを用いた原子核の実験・観測技術は国内外で日々進歩しており、新たな現象や構造の探索が理論と実験の連携によって成されている。本研究室は比較的軽い核から中重核まで幅広く、その性質の理解について研究を進めている。

#### 《炭素同位体における直鎖クラスター構造》 馬場, 木村

直鎖クラスター構造はアルファ粒子が直線上に並んだ極めて特異な構造である。その存在を示すため、本研究では  $^{16}\text{C}$  の正・負パリティ状態について、直鎖クラスター構造の存在可能性を議論した。特に、新たな観測的証拠として直鎖クラスター状態の崩壊モードを議論した。この成果は誌上論文として発表済みである。また、別の指標として、 $^{14}\text{C}$ - $^{14}\text{O}$  の鏡映ペアにおけるクーロンシフトについても議論した。結果として、シグマ軌道の直鎖クラスター状態において特徴的なクーロンシフトが現れるため、観測的証拠となりうることを示した。この成果も誌上論文として発表済みである。

#### 《中性子魔法数 28 の破れに伴う原子核の変形》 鈴木, 木村

中性子数 28 近傍の中性子過剰核では、中性子魔法数 28 の破れに伴って、4 重極変形することが知られている。どの質量領域で中性子魔法数 28 が破れ、それによってどのように核変形するかは興味深い問題である。そこで本研究では、反対称化分子動力学を用いて、不安定な中性子数 28 近傍核の低励起状態における変形を調べた。その結果、中性子数が 26,30 である Ar, S, Si の基底状態は、中性子数 28 核とは異なり、3 軸非対称な変形をすることがわかった。

#### 《中性子過剰ハロー核の構造と反応》 Singh, 堀内

We completed the structure study of the ground state and lower excited continuum spectrum of 2n-halo system  $^{22}\text{C}$  and submitted the full-length paper which is under review. We have also worked in collaboration with Indian people on “Low-lying dipole strength for probable p-wave one-neutron halos in the medium mass region” and the results have been published in EPJA. We have also started new study by using stochastic variational method to study few body resonances in neutron-rich nuclei. We have also presented our preliminary results on ground state structure of 2n-unbound  $^{26}\text{O}$  at DREB2018 and NN2018.

## ＜原子核反応＞

国内外で不安定同位体ビームを用いた原子核の研究が盛んに行われているが、中でも高エネルギー重イオン反応を用いた断面積測定は、理化学研究所に代表される最新の加速器により質量領域を拡大している。このような観測量は原子核の大きさ、空間的広がり深く関係しており、実験的、理論的にも重要な研究課題となっている。また、離散化連続状態チャンネル結合法による低エネルギー原子核反応のデータ評価や原子核実験データベースの整備も行っている。

### ＜陽子弾性散乱による原子核表面密度分布の研究＞ 畠山, 堀内

高エネルギーの陽子-原子核散乱には、原子核の半径内で全て反応が起こる「強吸収模型」が良い近似となることが知られている。グラウバー理論に基づく微視的反応計算により、この模型の精度を検証し、強吸収模型に取り入れられていない陽子の透過確率と原子核表面のぼやけによる微分散乱断面積への影響を調べた。表面密度分布のぼやけを示す物理量を定義し、微分断面積の第一ピークの散乱角とそこでの断面積を調べることで原子核半径と表面密度の情報が同時に得られることができることを示した。ここで得られた知見は実験データの少ない不安定核実験への応用が期待される。成果は *Physical Review C* 誌に発表された。

### ＜全反応断面積による $^{22}\text{C}$ の半径の評価＞ 堀内

$^{22}\text{C}$  は炭素同位体の中性子ドリップライン原子核で、現在のところ最も重い2中性子ハロー原子核として知られているが、最も基本的な物理量である「半径」に論争が生じている。最近、 $^{22}\text{C}$  の全反応断面積の測定実験が2つ行われたが、それらの実験から得られた  $^{22}\text{C}$  の半径は大きく食い違っている。その原因を明らかにするために、一貫した理論的枠組みによって断面積及び半径を評価することを行った。高エネルギー反応に有効なグラウバー理論による断面積計算は、大きく広がった  $^{22}\text{C}$  の記述のため、モンテカルロ積分を適用し、通常用いられる近似を用いずに実行した。解析の結果、 $^{22}\text{C}$  の妥当な半径値を示すとともに、2つの実験を同時に再現する半径は存在し得ないことを示した。成果は *Physical Review C* 誌に発表された。

### ＜離散化チャンネル結合法の $^{16}\text{O}(p,pn)^{15}\text{O}$ 反応への応用＞ Ichinkhorloo

Applying the CDCC framework to the  $^{15}\text{O} + n + p$  model, we investigated the proton elastic angular distribution and breakup cross sections for the  $^{16}\text{O}$  targets, respectively, at incident proton energies up to 70 MeV. The CDCC calculation gives a satisfactory good agreement with the experimental data. Although our model calculation is still short of the strength of breakup cross sections. This may suggest that our model is too simple. It is desirable to include other degrees of freedom in  $^{16}\text{O}$  and to extend the CDCC method in the next study.

### ＜原子核実験データベース EXFOR への採録＞多田

北大の原子核反応データ研究開発センター(JCPRG)では、IAEA の管理する実験データベース EXFOR について、荷電粒子ビームの実験データにしぼって採録している。IAEA から JCPRG に割り振られている要採録論文について、古いエントリーの採録と、採録済みエントリーの修正が課題であった。この課題を、IAEA でのインターン滞在期間中に 69 編のデータを修正、採録し、他センターへ送信することで解決した。

### 3. 成果発表

#### <原著論文>

- \*S. Hatakeyama, W. Horiuchi, and A. Kohama, “Nuclear surface diffuseness revealed in nucleon-nucleus diffraction”, *Phys. Rev. C* 97, 054607-1-11 (2018).
- \*T. Nagahisa and W. Horiuchi, “Examination of the  $^{22}\text{C}$  radius determination with interaction cross sections”, *Phys. Rev. C* 97, 054614-1-10 (2018).
- \*T. Arai, W. Horiuchi, and D. Baye, “Analyzing supersymmetric transformed  $\alpha$ -nucleus potentials with electric-multipole transitions”, *Nucl. Phys. A* 977, 82-100 (2018).
- \*B. Zhou and M. Kimura, “ $2\alpha+t$  cluster structure in  $^{11}\text{B}$ ”, *Phys. Rev. C* 98, 054323-1-11 (2018).
- \*B. Zhou, “New trial wave function for the nuclear cluster structure of nuclei”, *Prog. Theor. Exp. Phys.* 2018, 041D01-1-10 (2018).
- \*Q. Zhao, Z. Ren, M. Lyu, H. Horiuchi, Y. Funaki, G. Röpke, P. Schuck, A. Tohsaki, C. Xu, T. Yamada, and B. Zhou, “Investigation of the  $^9\text{B}$  nucleus and its cluster-nucleon correlations”, *Phys. Rev. C* 97, 054323-1-7 (2018).
- \*Z. Ren and B. Zhou, “Alpha-clustering effects in heavy nuclei”, *Front. Phys.* **13**, 132110-1-12 (2018).
- \*T. Baba and M. Kimura, “Characteristic  $\alpha$  and  $^6\text{He}$  decays of linear-chain structures in  $^{16}\text{C}$ ”, *Phys. Rev. C* 97, 054315-1-12 (2018).

#### <会議抄録等>

- \*M. Kimura, “Clustering Probed by Nuclear Responses”, *Proceedings of the Ito International Research Center Symposium "Perspectives of the Physics of Nuclear Structure"*, *JPS Conf. Proc.* Vol. 23, 012019-1-8 (2018).
- \*W. Horiuchi, T. Hyodo, and W. Weise, “Kaonic deuterium and low-energy antikaon-nucleon interaction”, *EPJ Web of Conferences* 181, 01006 (2018).
- \*M. Kimura and T. Baba, “Nuclear molecules in neutron-rich nuclei”, *AIP Conference Proceedings* 2038, 020007-1-7 (2018).
- \*W. Horiuchi and T. Hyodo, “Competition between nucleon- and KNN-cluster correlations in kaonic nuclear systems”, *AIP Conference Proceedings* 2038, 020040-1-6 (2018).
- \*B. Zhou, A. Tohsaki, H. Horiuchi, and Z. Ren, “Container model for the ground and excited  $0^+$  states in  $^{12}\text{C}$ ”, *AIP Conference Proceedings* 2038, 020017-1-5 (2018).
- \*T. Baba and M. Kimura, “Characteristic decay patterns of the linear-chain states in carbon isotopes”, *AIP Conference Proceedings* 2038, 020010-1-6 (2018).
- \*M. Kimura, S. Ebata, D. Ichinkhorloo, A. Sarsembaeva, N. Ukon and J. Singh, “Activity of Hokkaido University Nuclear Reaction Data Centre (JCPRG)”, *Proceedings of the 8th AASPP Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development*, *INDC(MGL)-0001* 12 (2018).
- \*D. Ichinkhorloo, M. Aikawa, S. Chiba, Y. Hirabayashi, and K. Katō, “Analysis of the  $^{16}\text{O}(n,pn)^{15}\text{O}$ ”, *Proceedings of the 8th AASPP Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development*, *INDC(MGL)-0001* 12 (2018).

Reaction Using the CDCC method”, Proceedings of the 9th AASPP Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development, IAEA INDC(KOR)-006 Distr. NC, pp.61.

- \*Manju, J. Singh, Shubhchintak, and R. Chatterjee, “Low-lying dipole strength for deformed halo  $^{31}\text{Ne}$ ”, Proceedings of the DAE-BRNS Symp. on Nucl. Phys. 63, 462 (2018).
- \*D. Ichinkhorloo, M. Aikawa, S. Ebata, S. Imai, J. Singh, N. Otsuka, and M. Kimura, “Report EXFOR Compilation of RIBF data in 2017”, RIKEN Accel. Prog. Rep. 51, 104 (2018).
- 馬場智之, 木村真明, 「炭素同位体における直鎖クラスター構造とその崩壊モード」原子核研究, Vol. 62 Supplement 1, January 2018, p.73-74.
- 鈴木祥輝, 木村真明, 「中性子魔法数 28 の破れに伴う原子核の変形」原子核研究, Vol. 62 Supplement 1, January 2018, p.54-55.

<著書> <<共著>>

- \*M. Kimura, “Cluster states in stable and unstable nuclei”, Frontiers in Nuclear and Particle Physics Vol. 2, Edited by Y. Iwata (2018).

#### 4. 学術講演

##### 4.1. 国際学会・国際シンポジウム

<招待講演>

- IV Topical Workshop on Modern Aspects in Nuclear Structure, [Bormio, Italy, 2018.2.19-25]
  - \*M. Kimura, “Structure and decay of PDR in Ne isotopes”
- Fourth International Workshop on “State of the Art in Nuclear Cluster Physics” (SOTANCP4) [Galveston, Texas, USA, 2018.5.13-18]
  - \*M. Kimura, “Nuclear Molecules in neutron-rich nuclei”
- Nuclear Structure and Related Topics, [Burgas, Bulgaria, 2018.6.3-9]
  - \*M. Kimura, “Structure and decay of pattern of Pygmy dipole resonance”
- ECT\* workshop: Probing exotic structure of short-lived nuclei by electron scattering, [Trento, Italy, 2018.7.16-20]
  - \*M. Kimura, “Probes for clustering in neutron-rich nuclei”
- 6th International Conference on Collective Motion in Nuclei under Extreme Conditions, [CapeTown, South Africa, 2018.10.29-11.2]
  - \*M. Kimura, “Structure and Responses studied by time evolution method -Cluster resonances and PDR-”
- Workshop on Nuclear Cluster Physics (WNCP2018) [Sichuan University, Chengdu, China, 2018.11.9-13]
  - \*M. Kimura, “Shape of Carbon-12”
- International Conference on Physics, Mandalay 2018 (ICPM2018) [Mandalay University, Mandalay, Myanmar, 2018.11.25-27]

- \*W. Horiuchi, “Proton-nucleus scattering as a probe of the nuclear structure”
- Workshop on “HIAF High-Energy Beam Line Physics and Nuclear Astrophysics”, [Beihang University, Beijing, China, 2018.12.13-15.]
- \*W. Horiuchi, “Nuclear radii and density determination using a proton target”

<一般講演> <<口頭発表>>

- Technical Meeting on the International Network of Nuclear Reaction Data Centres (NRDC2018) [Global Centre for Nuclear Energy Partnership (GCNEP), Bahadurgarh, Haryana, India, 2018.5.1-4]
- \*J. Singh, “Progress Report of Japan Nuclear Reaction Data Centre (JCPRG)”
- 4th International Workshop on “State of the Art in Nuclear Cluster Physics” (SOTANCP4) [Galveston, Texas, USA, 2018.5.13-18]
- \*W. Horiuchi, K. Miyahara, and T. Hyodo, “Competition between nucleon- and KNN-cluster correlations in kaonic nuclear systems”
- \*B. Zhou, “The cluster structure of  $^{12}\text{C}$  within the THSR wave function”
- \*T. Baba and M. Kimura, “Characteristic decay patterns of the linear-chain states in carbon isotopes”
- 10th international conference on Direct Reactions with Exotic Beams (DREB2018) [Kunibiki Messe, Matsue, 2018.6.4-8]
- \*W. Horiuchi, S. Hatakeyama, and T. Nagahisa, “Complete Glauber calculations for high-energy inelastic processes”
- T. Furumoto, K. Tsubakihara, S. Ebata, and \*W. Horiuchi, “Microscopic description of global optical potential toward unstable nucleus with total reaction cross sections”
- \*J. Singh, W. Horiuchi, L. Fortunato and A. Vitturi, “Pairing collectivity in the ground state of Borromean nuclei and unbound  $2n$ -systems :  $^{22}\text{C}$  and  $^{26}\text{O}$ ”
- The 22nd International Conference on Few-Body Problems in Physics (FB22), [Caen, France, 2018.7.9-13]
- \*W. Horiuchi, “Glauber model analysis for the  $^{22}\text{C}$  nuclear radius”
- Compilation of Experimental Nuclear Reaction Data, [IAEA Headquarters, Vienna, Austria, 2018.10.22-25]
- \*T. Tada, “Technical issues on EXFOR compilation at JCPRG”
- 5th Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and The Physical Society of Japan [Hilton Waikoloa Village, Waikoloa, Hawaii, USA, 2018.10.23-27]
- \*W. Horiuchi, “Short-range correlations and momentum distributions in light nuclei”
- \*B. Zhou, “New trial wave function for the nuclear cluster structure”
- \*T. Baba and M. Kimura, “Coulomb shift in  $^{14}\text{O}$  as the signature of the linear-chain in  $^{14}\text{C}$ ”
- \*S. Satsuka and W. Horiuchi, “Role of  $\alpha$ -cluster structure in electric-dipole excitation of  $^6\text{Li}$ ”

- \*H. Moriya, W. Horiuchi, and J.-M. Richard, "Three-body correlations in exotic-atom-like three- and four-bosons"
  - Workshop on Nuclear Cluster Physics (WNCP2018) [Sichuan University, Chengdu, China, 2018.11.9-13]
    - \*B. Zhou, "Cluster structure of negative-parity states in  $^{12}\text{C}$ "
    - \*T. Baba and M. Kimura, "Characteristic  $\alpha$  and  $^6\text{He}$  decays of the linear-chain structures in  $^{16}\text{C}$ "
  - International Conference on Physics, Mandalay 2018 (ICPM2018) [Mandalay University, Mandalay, Myanmar, 2018.11.25-27]
    - \*Lai Hnin Phyu and W. Horiuchi " Implementation of Three-Alpha Potential to Macroscopic Alpha-Cluster Model"
  - 9th AASPP Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development [The K Hotel, Gyeongju, Republic of Korea, 2018.11.12-15]
    - \*D. Ichinkhorloo, M. Aikawa, S. Chiba, Y. Hirabayashi, and K.Katō, "Analysis of the  $^{16}\text{O}(n,pn)^{15}\text{O}$  Reaction Using the CDCC method"
  - Recent advances in nuclear structure physics (RANSP2018) [Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Kyoto, Japan, 2018.11.29-12.3]
    - \*J. Singh, "Two-neutron correlations in the neutron-rich nuclei"
  - 13th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions (NN2018) [Saitama, Japan, 2018.12.4-8]
    - \*D. Ichinkhorloo, M. Aikawa, S. Chiba, Y. Hirabayashi, and K.Katō, "Analysis of the  $^{16}\text{O}(n,pn)^{15}\text{O}$  Reaction"
    - \*J. Singh, W. Horiuchi, L.Fortunato and A. Vitturi, "Three-body description of 2n-halo and unbound 2n-systems:  $^{22}\text{C}$  and  $^{26}\text{O}$ "
  - Tsukuba-CCS workshop on "microscopic theories of nuclear structure and dynamics", [Tsukuba, Japan, 2018.12.10-12]
    - \*M. Kimura, "Shape of Carbon-12"
- ≪ ポスター発表 ≫
- 10th international conference on Direct Reactions with Exotic Beams (DREB2018) [Kunibiki Messe, Matsue, 2018.6.4-8]
    - \*T. Baba and M. Kimura, "Decay mode of the linear-chain states in C isotopes"
    - \*Y. G. Suzuki and M. Kimura, "The neutron magic number 28 and the structure in neutron-rich nuclei"
  - The 22nd International Conference on Few-Body Problems in Physics (FB22), [Caen, France, 2018.7.9-13]
    - T. Arai, \*W. Horiuchi, and D. Baye, "Properties of supersymmetric transformed alpha-nucleus potential with electric-multipole transitions"



- N. Kawamura and \*W. Horiuchi, "Two-neutron correlations in  ${}^6\text{He}$  studied with spin-flip charge-exchange transitions"
- 2nd Annual Symposium of Gravitational-Wave Genesis, [Kyoto University, Kyoto, Japan, 2018.11.26-28]
- \*W. Horiuchi, K. Yoshida, and T. Sato, "Description of inclusive neutrino-nucleus reactions without explicit angular momentum decomposition"

#### 4.2. 国内学会・国内その他

##### <招待講演>

- 市大ワークショップ「原子核のダイナミクスの現状と展望」"Highlights and Outlooks on Dynamics of Atomic Nuclei" [大阪市立大学杉本キャンパス, 2018.2.19-20]
  - \*堀内渉, "現在までの研究と最近の関心"
- 東北大学電子光理学研究センター拠点研究会「原子核中におけるハドロンの性質とカイラル対称性の役割」 [東北大学電子光理学研究センター, 2018.9.11-12]
  - \*堀内渉, "精密少数体手法による反 K 中間子原子核及び原子状態の研究"

##### <一般講演> <<口頭発表>>

- 日本物理学会第 73 回年次大会, [東京理科大学野田キャンパス, 2018.3.22-25]
  - \*木村真明, "実時間発展法による軽い核の応答研究 II"
  - \*馬場智之, 木村真明, " ${}^{16}\text{C}$  における直鎖クラスター状態と崩壊モード"
  - \*鈴木祥輝, 木村真明, "中性子数 28 近傍の中性子過剰核における低励起状態の構造について"
  - \*佐塚修司, 堀内渉, "6 体計算による  ${}^6\text{Li}$  の電気双極子励起機構の研究"
- 2018 年度原子核三者若手夏の学校, [ホテルニューカネイ, 千葉県, 2018.8.6-11]
  - \*鈴木祥輝, 木村真明, "N=28 近傍の中性子過剰核における三軸非対称変形"
  - \*佐塚修司, 堀内渉, " ${}^6\text{Li}$  の電気双極子励起における  $\alpha$  クラスターの役割"
  - \*本木英陽, 木村真明, "実時間発展法による Hoyle 状態と  $4\alpha$  クラスター状態の記述"
  - \*森谷元, 堀内渉, "エキゾチック原子様三体系における三体相関"
- ELPH 研究会 C023 「原子核中におけるハドロンの性質とカイラル対称性の役割」 [東北大学電子光理学研究センター, 2018.9.11-12]
  - \*森谷元, 堀内渉, J.-M. Richard, "Three-body correlation in exotic-atom-like few-body systems"
- 基研研究会「Threshold Rule 50」 [京都大学基礎物理学研究所, 2018.10.3-5]
  - \*木村真明, "Structure and decay of PDR in Ne isotopes"
  - \*馬場智之, 木村真明, " ${}^{14}\text{C}$ - ${}^{14}\text{O}$  における直鎖クラスター状態のクーロンシフト"
- 北海道原子核理論グループ研究会, [北海道大学札幌キャンパス, 2018.11.19-21]
  - 佐塚修司, 堀内渉, "6 体計算による  ${}^6\text{Li}$  の光吸収反応の研究"
  - 本木英陽, 木村真明, "実時間発展法による Hoyle 状態と  $4\alpha$  状態の記述"

- 森谷元, 堀内渉, J.-M. Richard, “エキゾチック原子様三体系における粒子間相関”

#### ◀ポスター発表▶

➤ SNP School 2018 [大阪大学吹田キャンパス, 2018.9.1-2]

- \*森谷元, 堀内渉, "Three-body correlations in exotic-atom-like systems"

#### 5. 国際学会及び国際シンポジウムの組織

##### - 組織・運営委員

- 木村真明, 4th International Workshop on “State of the Art in Nuclear Cluster Physics” (SOTANCP4) [Galveston, Texas, USA, 2018.5.13-18]
- 木村真明, Workshop on Nuclear Cluster Physics (WNCP2018) [Sichuan University, Chengdu, China, 2018.11.9-13]
- 木村真明, Tsukuba-CCS workshop on “microscopic theories of nuclear structure and dynamics”, [Tsukuba, Japan, 2018.12.10-12]
- 堀内渉, 10th international conference on Direct Reactions with Exotic Beams (DREB2018) [Kunibiki Messe, Matsue, 2018.6.4-8]
- 堀内渉, Recent advances in nuclear structure physics (RANSP2018) [Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Kyoto, Japan, 2018.11.29-12.3]
- 堀内渉, International Conference on Physics, Mandalay 2018 (ICPM2018) [Mandalay University, Mandalay, Myanmar, 2018.11.25-27]
- J. Singh, International workshop on “New Frontiers in Nuclear Physics and Astrophysics” (NNPA2018) [Akdeniz University, Antalya, Turkey, 2018.5.28-6.1]

#### 6. 科研費、助成金取得状況

- 木村真明, 科研費・基盤 C(代表), 2016.04-2019.03, 900 千円, “単極、双極遷移をプローブとするクラスター共鳴の探査と炭素燃焼過程への応用”
- 木村真明, 堀内渉, 平成 30 年度北海道大学情報基盤センター萌芽型共同研究(分担), 2018.04-2019.03, 300 千円, “大規模数値計算による原子核の構造解析と反応シミュレーション”
- 堀内渉, 科研費・基盤 C(代表), 2018.04-2022.03, 1000 千円, “第一原理計算による 3 核子力効果の解明とその宇宙核反応への影響”
- 堀内渉, 科研費・新学術領域研究(研究領域提案型)重力波創世記公募研究(代表), 2018.04-2020.03, 800 千円, “包括的ニュートリノ原子核反応の記述”
- B. Zhou, 科研費・若手研究(B), 2017.04-2019.03, 910 千円, “Nonlocalized cluster dynamics and multi-cluster resonance states”
- 馬場智之, 科研費・特別研究員奨励費, 2016.04-2019.03, 600 千円, “炭素同位体における直鎖クラスター構造”

## 7. その他の活動

### <学外委員>

- 木村真明, 大阪大学核物理研究センター 研究計画検討専門委員会委員
- 木村真明, 京都大学基礎物理学研究所 共同利用運営委員
- 木村真明, 理化学研究所 RIBF 理論推進会議委員
- 木村真明, 素粒子論グループ 核理論談話会 核理論委員会委員
- 木村真明, Chinese Physics C 編集委員
- 堀内渉, 理化学研究所 RIBF Users Executive Committee
- 堀内渉, 理化学研究所 RIBF 理論推進会議委員(議長)
- 堀内渉, 原子核研究 編集委員

### <集中講義>

- 木村真明, “Study of nuclear structure by molecular dynamics”, International School for Strangeness Nuclear Physics, [RCNP, 大阪大学, 2018.8.1-3]
- 木村真明, “Study of nuclear structure by molecular dynamics”, The 17th CNS Summer School, [CNS, 埼玉, 2018.8.22-28]
- 木村真明, “波束による原子核の記述 -クラスター模型と反対称化分子動力学模型-”, 集中講義 [新潟大学, 2018.9.25-27]