

過去の研究の概要

キーワード 原子核理論、核構造、相対論的エネルギー密度汎関数 (REDF) 理論、場の量子論、自己無撞着平均場、準粒子乱雑位相近似 (QRPA)、時間依存量子多体系、開放・非平衡量子系、核子ペアリング相関、大規模・並列化数値計算。

私はこれまで原子核構造論の分野において、理論および計算科学的アプローチを駆使した研究に従事してきた。特に量子力学的な多体問題、原子核の動力学的性質、集団励起を主要な研究テーマとして取り扱ってきた。研究活動の内容としては、物理・数学的な議論、モデル構築、数値計算、プログラミング、数値データ解析などが含まれる。また博士号取得後はポストドクターとしてフィンランド、イタリア、クロアチアの3か国で経験を積んできた。以下、取り組んできたプロジェクトについて概説する。

1. 相対論的エネルギー密度汎関数 (REDF) 理論と原子核の磁気双極子 (M1) 励起への応用

発表論文 後述の業績リストの原著論文[A11-A15]。

従事期間 2018年9月～現在。

背景

原子核は陽子と中性子の量子多体系である。その解明は物理学、天体物理学、原子力工学等の分野において重要である。中でも、原子核の外場に対する応答である核子集団励起は、豊富な実験データが存在する一方で、理論的な記述が単純ではなく、多くの課題が残されている。

多彩な集団励起を説明できる理論の確立は、原子核物理学の重要課題である。現在、このような一般理論となり得る有力候補の一つが、REDF理論である。REDF理論はフェルミオン(核子)といくつかのボソン(中間子)の有効量子場理論である。REDF理論に準拠した平均場計算は、これまで多くの安定核の束縛エネルギーや巨大共鳴の説明に成功してきた。

M1励起は原子核と磁場の相互作用によって引き起こされる集団励起モードである。基本的な観測可能量であり、その情報は、スピン軌道相互作用による準位分裂、相対論的な残留相互作用、および核子クーパー対相関と密接に関連している。

目的と方法

相対論的な自己無撞着 Hartree-Bogoliubov 計算および準粒子乱雑位相近似 (QRPA) を利用して、M1励起の系統的な計算を行った。さらに核子ペアリング相関や、擬ベクトル型の残留相互作用の影響を議論した。実験データの再現能力を評価し、今後の改良の方向性を議論した。

成果・インパクト

(1) REDF理論がM1励起エネルギーの実験結果をある程度の精度で再現できることが確認された。今後は有限温度効果や変形効果なども考慮した精密計算を計画中である。

(2) M1励起は擬ベクトル型の残留相互作用の影響を強く受ける。これはパイ中間子交換に由来する相互作用である。将来M1励起の精密な実験データが出揃えば、核子とパイ中間子の結合等に関して、さらなる解明が期待される。

(3) 開殻核では核子のクーパー対相関の影響も顕著である。特に M1 和則が核子クーパー対の合成スピンに依存することを、数学的議論と数値計算の双方から証明した。核子クーパー対には合成スピン0と1の二通りのモードが考えられるが、既存の M1 実験データとの照合から、合成スピンを0とする対相関モデルの方が正しいことが、本研究結果から予想されている。

2. Skyrme 型エネルギー密度汎函数理論に基づいた巨大電気双極子 (E1) 共鳴の解析

発表論文 後述の業績リストの[A5]。

従事期間 2014年4月～2016年4月。

概要

Skyrme 型のエネルギー密度汎函数に基づいた QRPA 計算は、原子核の E1 などの集団励起を計算することに威力を発揮してきた。しかし、特に変形している中重核の場合は、必要な基底および次元数が爆発的に増大し、QRPA 行列の計算と対角化が困難であった。この問題に対する解決策の一つが Finite-Amplitude Method (FAM) である。

本研究では FAM-QRPA の採用により、変形核種の巨大 E1 共鳴の系統的解析が実現した。Skyrme エネルギー密度汎函数の予言する有効質量と巨大共鳴の関係を明らかにした。また計算された E1 由来の光吸収断面積は、多くの核種で、実験データとの良い一致が得られた。一方でいくつかの核種では、計算結果が実験値を過小評価しており、さらなる発展の必要性も残されている。

3. 時間発展する量子多体系としての二陽子放出崩壊

発表論文 後述の業績リストの[A4, A6-A8]。

従事期間 2012年4月～2018年8月。

概要

量子力学的な時間発展計算は、原子核の多彩な動力的プロセスを理解するために有効な方法である。二陽子 (2p) 放出崩壊はそれらのプロセスの一種であり、その解明は核子対相関や多自由度の量子トンネル効果に関して、重要な情報を提供する。

本研究では 2p 放出崩壊を、時間依存性をあらわに保った開放量子多体問題としてとらえ、議論した。その結果、陽子間のクーパー対相関の重要性が明らかとなった。対相関は引力である核力を起源としており、これにより、放出確率はペアリングを無視した場合に比べて強く抑制される。また二つの陽子は同時に、かつ同一方向に放出される確率が高くなる。その際には合成スピン0の diproton 的配位が支配的となる。本研究の成果により、応募者は博士号を取得した。

論文[A7]では上記の時間発展計算をハイパー核にも応用した。ハイパー核ではストレンジを含むラムダ粒子などのハイパー核子と、通常の核子の相互作用 (YN 相互作用) が大きな問題として残されている。本論文ではラムダ粒子を含む親核からの陽子放出の確率 (寿命) を計算し、それが YN 相互作用に顕著に依存することを示した。将来ハイパー核からの核子放出の実験が可能になれば、YN 相互作用の解明にとって重要な情報源になると期待される。

研究計画

研究題目 相対論的エネルギー密度汎函数 (REDF) 理論と原子核のダイナミクス

研究目的 原子核の集団励起や、核子放出を伴う放射性崩壊を研究対象とし、REDF 理論による統一的な理解を目指す。また中性子星の構造や天体核反応などに必要な核子多体系の情報を、理論計算によって提供する。

研究手法 REDF 理論を基盤とした理論および計算科学的アプローチ。自己無撞着な平均場計算や準粒子乱雑位相近似、時間依存計算など。

全般的な研究背景

原子核固有の物理学的性質としては束縛エネルギー、放射能、電磁場や他粒子との反応特性などが重要である。これらの性質は原子力工学や天体物理学の諸問題と密接に関連している。核図表上の全核種の物理的情報を、共通のフレームワークによって記述することは、原子核構造論の目標の一つである。しかし、このような **Universal Theory** の完成のためには問題が山積しており、現在も試行錯誤が続けられている。相対論的エネルギー密度汎函数 (REDF) 理論は、いまだ発展途上ではあるが、将来この要求に応え得る有力な候補理論である (参考文献 [D. Vretenar, A.V. Afanasjev, G. A. Lalazissis, and P. Ring, Phys. Rep. 409, 101-259, 2005](#); [P.-G. Reinhard, Reports on Progress in Phys. 52, 439, 1989](#))。

最近では磁気双極子 (M1) 型の励起モードをはじめとした、従来は測定困難であった観測データの利用可能になってきている。これらの新しい実験データを利用した理論の評価と改良は、今後ますます活発になると予想される。その一方、中性子星の内部構造や超新星爆発、核ニュートリノ反応、新元素の合成プロセス等を正確に評価するためには、核図表上の安定線から離れた、数千種の原子核の情報が必要である。これらの不安定核種の多くは、現在の実験技術でもアクセスできない。そのため、核図表全体のさまざまな集団励起や反応特性を予言できる理論が依然として求められている。

本研究計画では原子核のダイナミクスに焦点を当て、REDF 理論に基づいた解明を目指す。従来の REDF をはじめとした理論計算は、原子核の静力学的な性質 (束縛エネルギー、荷電半径など) の再現にはかなりの威力を発揮してきた。一方でダイナミクスに関しては、その解明はいまだ発展途上であり、多くの新知見獲得が期待されている。そのためには外場との相互作用、時間発展、相対論的効果、多体相関などを漏らすことなく取り入れる必要がある。これらの計算手法の開発と実装が本研究の主要活動となる。

本プロジェクト「M1 および GT 遷移の解析と REDF 理論へのフィードバック」

このプロジェクトの目的は REDF ベースの準粒子乱雑位相近似 (QRPA) を用いた原子核の M1 と Gamow-Teller (GT) 遷移の解析、実験データとの照合、および REDF パラメーターの最適化である。計算法の骨子である REDF-QRPA はある程度確立されている ([T. Niksic et. al., Computer Physics Communications, 107184, 2020](#))。最近では応募者らによって、相対論的な M1 励起の系統的解析が、1 粒子 QRPA レベルまで実現した。M1 励起は核子のスピン反転を意味し、厳密な記

述には Dirac スピノールを備えた相対論的形式が不可欠である。以上を踏まえつつ、本プロジェクトでは以下の課題群に取り組んでいく。

- (1年目前半) M1 と GT 遷移の類似性とその破れ。GT 遷移は Fermi 遷移と並ぶベータ崩壊の主要成分である。その遷移オペレーターはシグマ・タウ形式であり、これはアイソベクトル・スピン M1 遷移と似通っている。従って、両者の起源が弱い相互作用と電磁気力とで異なっているのにも関わらず、M1 と GT 遷移にはある種の類似性が期待されている。しかし一方で、例えば GT 遷移に特有の陽子・中性子ペアリング相関など、この類似性をかく乱する要素も多く存在する。本課題ではこれらの要素を取り入れた REDF-QRPA 計算から、GT-M1 類似性とその破れを議論する。尚、REDF 理論の枠内で述べると、これらの遷移にはパイオン交換を起源とする擬ベクトル型結合が重要であることが知られている。従って、両者の実験データを矛盾無く同時に説明できるか否かは、REDF 理論にとって重要な試金石である。
- (1年目後半) 残留相互作用。REDF ラグランジアンにはいくつかの有効パラメーターセットがあり、実験データにフィットするよう調整する必要がある。例えば先述の M1 や GT 遷移の実験データを利用して、擬ベクトル型の残留相互作用や、核子ペアリング相関モデルの改良が期待できる。これらの残留相互作用は、基底状態の観測量への影響は小さいが、集団励起や天体核反応等においては不可欠な要素であり、その精密化が重要である。その際、膨大な実験データとの照合作業や最適化が必要になると予想される。場合によっては機械学習や人工知能の技術も利用することで、これらの作業の効率化も図っていききたい。
- (2年目) 変形を含む M1 や GT 遷移の計算。中性子過剰な原子核では変形を考慮する必要がある。しかし変形を取り入れた場合、QRPA の計算コストは大幅に増加する。効率的な計算のため、先行研究 (H. Liang, T. Nakatsukasa, Z. Niu, and J. Meng, Phys. Rev. C 87, 054310, 2013) で提唱された FAM-QRPA を利用する。現在、FAM-QRPA を用いて変形核の M1 励起などを解析するべく、準備を進めている。
- (上記と並行) 天体核反応への応用。開発した理論計算を活用して、元素合成や核ニュートリノ反応にもアプローチしたい。ただし、天体核反応が起きる環境下では、ゼロ温度近似が必ずしも妥当ではなく、REDF-QRPA に有限温度効果も追加する可能性がある。

発展的プロジェクト群

主プロジェクト完了後か、あるいは問題が生じた場合のバックアップとして、以下の課題群にも取り組む予定である。優先度は前後する可能性がある。

- 格子ベースの REDF 計算。格子計算は基底関数ベースの計算に比べて拡張性に優れており、変形核や時間発展系への応用を考える際に有利な選択肢となる。ひな型ではあるが、座標格子ベースの REDF 計算プログラムはいくつか公開されており、適宜利用する。本課題では並行して、量子コンピューター用の格子 REDF アルゴリズムの開発を検討している。量子ビットに準拠した計算機は、解くべき問題によっては、古典コンピューター以上の性能が期待されており、将来は双方の長所を組み合わせた複合型アプローチが主流になると予想される。
- 時間発展性および量子トンネル効果の再現。近年 REDF 計算においても、あらわな時間依存性の導入と応用が試みられてきた (Z.X. Ren, P.W. Zhao, and J. Meng, Phys. Rev. C 102, 044603,

2020)。この課題では格子ベースの REDF 計算を基点とし、これに時間依存性と量子トンネル効果の再現能力を実装することを目標とする。陽子・中性子ドリップラインの外側からの核子放出崩壊は、非束縛な原子核が起こすものであり、開いた量子系としての取り扱いが要求される。しかし時間依存平均場計算においては、量子トンネル効果が正しく再現されないという問題がある。これに対する解決策として、時間依存生成座標法の導入を検討している (N. Hasegawa, K. Hagino, and Y. Tanimura, *Phys. Lett. B* 808, 135693, 2020)。開発した計算手法を、単純な核子放出である 1 陽子および 1 中性子放出崩壊に応用し、REDF の性能評価を行う。可能であれば、二陽子放出崩壊も議論したい。

- 中性子星の構造・重力問題と原子核の橋渡し。中性子星はいわば巨大な核子多体系であり、かつその強い重力により、相対論的效果が無視できない (J. D. Walecka, *Ann. of Phys.* 83, 491, 1974)。中性子星の観測データは近年目覚ましい勢いで蓄積されてきているが、その内部構造や超新星爆発のメカニズムには、未だに謎が多い。中性子星を核物質とみなした際、その物性を有限核の観測可能量から洞察することが重要な課題となる。一例として、最近の応募者らの研究では、核物質と電磁気型の励起モードとの相関が議論された (業績リスト A13)。今後はより系統的・包括的な視点に立ちつつ、有限核と中性子星の関係を明らかにしていきたい。REDF 理論は一般相対論をはじめとした重力理論とも親和性が高く、この利点を活かして、中性子星の諸問題にアプローチする。
- 電子多体系の密度汎函数理論とのつながり。REDF 理論はより一般的なフェルミオン多体系にも応用可能性がある。特に、最近では多電子系においても、相対論的效果が無視できない問題が議論されている (Takao Tsuneda, *Journal of Computer Chemistry Japan*, Vol. 13, 71-82, 2014; Tomoya Naito et al, *Journal of Phys B*, Vol. 53, 215002, 2020)。REDF 理論の定式化や数値計算法について、原子・分子や物性分野とノウハウを共有し、フェルミオン多体系の普遍的な法則を明らかにしていきたい。

追記「REDF 理論をフレームワークとして選択する動機」

現在までに実用化されている原子核の理論計算手法には、平均場計算の他、少数厳密計算、大規模殻模型、第一原理計算などが存在する。これらの手法と比較すると、エネルギー密度汎函数 (EDF) にもとづいた平均場計算は、現在においても、核図表上において最大の適用範囲を誇っている。即ち、多くの核種を統一的に取り扱うことが出来る。また、他の原子核 EDF と比較した場合、相対論的な EDF 計算には以下の特長がある。

- ラグランジアン形式から、いわゆる EDF の time-even と time-odd 成分が一意に定義できる。
- 核子の Dirac 方程式を備えており、スピン軌道相互作用を自然に記述することができる。高エネルギー領域への応用を考える際にも、相対論的效果や因果律を保持できる利点がある。

しかし一方で、REDF の数学的基礎やパラメーターの精度、数値計算法などの問題も多く残されている。本研究がこれらの問題解決に貢献することを強く望んでいる。

教育に関する抱負

応募者のこれまでの教育活動

- 修士および博士課程に在籍中、ティーチング・アシスタントとしての経験を積んだ。業務内容は当該科目における教育業務の補佐、具体的には当該科目のレポート課題の作成、レポート採点、一部講義の主催、学生との質疑応答など。また修士課程在籍中に教職に関する単位を取得し、高等学校教諭一種免許状（理科）を取得した。
- クロアチアのザグレブ大学にポストドクターとして在籍中、当時博士課程学生であった Dr. Goran Kruzic 氏の博士論文研究に関与した。主メンターである Prof. Nils Paar 氏に次ぐ副メンターとして、同氏の教育および研究指導に携わった。本研究の内容はいくつかの査読付き原著論文として発表され、Kruzic 氏は 2021 年 3 月に博士号を取得した。
- その他、ポストドクター時代の研究グループにて、非公式ではあるが、英語による学習および研究指導、一部講義やセミナーの主催に携わった。一部の講義ノート等は応募者のホームページ上にて公開されている。<http://www.phy.pmf.unizg.hr/~toishi/Products.html>

教育活動全般における抱負とポリシー

- 英語の重視。私はフィンランド、イタリア、クロアチアでの研究経験がある。3カ国とも独自の言語を持つが、大学構内においては、英語が共通語として用いられている。英語が不得意であることによる不利益・機会損失は甚大である。科学技術関連の学界や企業活動においては、特に顕著である。高度人材教育に携わる人間としては、指導する学生には、十分な専門技能に加えて、国際化した学術・社会活動の中でも活躍できる英語能力を身に付けさせていきたい。
- ICT 教育の重視。現代ではあらゆる学術・経済活動において、計算機やインターネットの利用が前提となっている（いわゆる ICT 化）。そして、これらの情報関連技術に習熟しているか否かで、アクセスできる情報量や経済的機会に大きな格差が生じる。この重要性を十分に認識したうえで、将来の教育活動においては、（1）ICT 環境の利用を前提とし、また、（2）学生には専門技能と ICT 環境の双方に同時に習熟できるような指導方針・内容を目指している。
- 知的ネットワークにおけるハブ・コンテンツの重視。あらゆる知識・情報・コンテンツはそれ単体で独立しているものではなく、相互にリンクしたネットワークを形成している。現代においては、この知的ネットワークは膨大かつ深淵なものとなっている。その中で、特に多くのコンテンツの基幹となっているものが「ハブ・コンテンツ」である。限られたリソースの中で教育活動を行ううえで、私はハブ・コンテンツの見極めを重視している。ハブ・コンテンツに習熟しておくことは、その後に各人の必要性に応じて、知的ネットワークの末端的要素を主体的に修得するための助けとなる。
- 担当したい授業科目 量子力学、電磁気学、古典力学、物理に関係する数学（ベクトル解析、線形代数など）、数理科学と関係するコンピューター関連科目（数値計算、プログラミングなど）、英語による授業も可。

大学院レベルの教育活動におけるポリシー

- 研究と汎用スキル教育の相乗効果。特にフィンランドのユヴァスキュラ大学に在籍中、大学院の学生やポストドクターに対して、専門教育と並行した汎用スキル（外国語、IT 技術、キャリア形成など）に関する講習プログラムが充実しており、感銘を受けた。その影響か、現地の学生は自身のキャリア形成に対してとても開放的な態度をもっていた点が印象的であった。大学院を修了する学生の活躍可能性を広げるためにも、この経験を将来の大学院運営に活用していきたい。特に、応募者の所属分野との関係上、情報・計算機関連の教育に貢献したい。
- 外部資金情報へのアクセス性の向上。研究志向の学生にとって、フェローシップや競争的研究資金の獲得は重要な活動である。そのためには国内・海外を含めた様々な研究資金の情報にスムーズにアクセスできる必要がある。しかし私自身や、周囲の同業者の経験から推測するに、こういった情報へのアクセス性は当人の能力以上に、所属分野や人間関係に依存する。この問題に対し、私は現在、フェローシップ等の情報に容易にアクセスできるシステム・大学院のサポート体制の構築に興味をもっている。
- キャリア支援メンター。大学院学生の本業は研究であり、それ以外の活動にかける時間・労力・興味はどうしても少なくなる。そのため研究完了後のキャリアパスに対する視野は限定的・閉鎖的になり易い。この問題に対し、研究指導者とは別に、キャリアパスについての相談役（メンター）を義務化する、という方法が考えられる。大学院側から理解を得るのは難しいかもしれないが、人材育成機関として、多様なキャリアパスを修了者に用意する責任もあることを説明していきたい。

これまで私は学術研究に従事してきており、直接的に学生を指導した経験は少ない。しかし一方で、ポストドクターとしてヨーロッパの大学を渡り歩いた経験と知見を活かして、大学院レベルでの人材育成にも貢献していきたい。

業績リスト

A. 査読付き原著論文

※逆年代順に記載。

- A15.** [Tomohiro Oishi](#), Goran Krusic, and Nils Paar, “Discerning nuclear pairing properties from magnetic dipole excitation”, [The European Physical Journal A, Vol. 57 \(6\), page 1-7 \(2021\)](#).
- A14.** Goran Krusic, [Tomohiro Oishi](#), and Nils Paar, “Evolution of magnetic dipole strength in 100-140 Sn isotope chain and the quenching of nucleon g factors”, [Physical Review C 103 \(5\), 054306 \(2021\)](#).
- A13.** Esra Yuksel, [Tomohiro Oishi](#), and Nils Paar, “Nuclear Equation of State in the Relativistic Point-Coupling Model Constrained by Excitations in Finite Nuclei”, [Universe Vol. 7 \(3\), page 71 \(2021\)](#).
- A12.** [T. Oishi](#), G. Krusic, and N. Paar, “Role of residual interaction in the relativistic description of M1 excitation”, [Journal of Physics G: Particle and Nuclear Physics, Vol. 47, 115106 \(2020\)](#).
- A11.** Goran Krusic, [T. Oishi](#), and Nils Paar, “Magnetic dipole excitations based on the relativistic nuclear energy density functional”, [Physical Review C 102, 044315 \(2020\)](#).
- A10.** Lorenzo Fortunato et al. with [T. Oishi](#), “An overview of the scientific contribution of ANDREA VITTURI to nuclear physics”, [The European Physical Journal A, Vol. 56, number 49 \(2020\)](#).
- A9.** [Tomohiro Oishi](#) and Nils Paar, “Magnetic dipole excitation and its sum rule in nuclei with two valence nucleons”, [Phys. Rev. C 100, 024308 \(2019\)](#).
- A8.** [T. Oishi](#), Lorenzo Fortunato, and Andrea Vitturi, “Two-fermion emission from spin-singlet and triplet resonances in one dimension”, [Journal of Phys. G 45 \(10\), 105101 \(2018\)](#).
- A7.** [T. Oishi](#), “One-proton emission from the ${}^6_{\Lambda}\text{Li}$ hypernucleus”, [Phys. Rev. C 97, 024314 \(2018\)](#).
- A6.** [T. Oishi](#), Markus Kortelainen and Alessandro Pastore, “Dependence of two-proton radioactivity on nuclear pairing models”, [Phys. Rev. C 96, 044327 \(2017\)](#).
- A5.** [T. Oishi](#), M. Kortelainen and Nobuo Hinohara, “Finite amplitude method applied to giant dipole resonance in heavy rare-earth nuclei”, [Phys. Rev. C 93, 034329 \(2016\)](#).
- A4.** [T. Oishi](#), Kouichi Hagino and Hiroyuki Sagawa, “Role of diproton correlation in two-proton emission decay of the ${}^6\text{Be}$ nucleus”, [Phys. Rev. C 90, 034303 \(2014\)](#).
- A3.** Takahito Maruyama, [T. Oishi](#), K. Hagino and H. Sagawa, “Time-dependent approach to many-particle tunneling in one dimension”, [Phys. Rev. C 86, 044301 \(2012\)](#).
- A2.** [T. Oishi](#), K. Hagino and H. Sagawa, “Effect of proton-proton Coulomb repulsion on soft dipole excitations of light proton-rich nuclei”, [Phys. Rev. C 84, 057301 \(2011\)](#).
- A1.** [T. Oishi](#), K. Hagino and H. Sagawa, “Diproton correlation in the proton-rich Borromean nucleus ${}^{17}\text{Ne}$ ”, [Phys. Rev. C 82, 024315 \(2010\)](#).

B. 学位論文

[Tomohiro Oishi](#), “Diproton Correlation and Two-Proton Emission from Proton-Rich Nuclei”,

博士論文（英語） 東北大学大学院理学研究科（2014年3月）

指導教官 萩野浩一（現 京都大学 教授）

論文概要へのリンク：

https://tohoku.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=70561&item_no=1&page_id=33&block_id=38

C. 査読付き国際会議の議事録

- C6.** Nils Paar, Goran Krusic, and [Tomohiro Oishi](#), “Nuclear magnetic transitions in the relativistic energy density functional approach” in HINPw6 - Hellenic Institute of Nuclear Physics, 6th International Workshop on Perspectives on Nuclear Physics; From Fundamentals to Applications, [European Physical Journal: Web of Conferences, Vol. 252, 02002 \(2021\)](#).
- C5.** [T. Oishi](#), G. Krusic, and N. Paar, “Relativistic energy-density functional approach to magnetic-dipole excitation”, proceeding in 27th International Nuclear Physics Conference (INPC2019), [Journal of Physics: Conference Series, Vol. 1643, 012153 \(2020\)](#).
- C4.** [T. Oishi](#), and L. Fortunato, “TIME-DEPENDENT METHOD FOR MANY-BODY PROBLEMS AND ITS APPLICATION TO NUCLEAR RESONANT SYSTEMS”, proceeding of “XXXV Mazurian Lakes Conferences on Physics”, [Acta Physica Polonica B 49, pp 293-300 \(2018\)](#).
- C3.** [T. Oishi](#), “Time-dependent Calculations for Two-proton Decay Width with Schematic Density-dependent Contact Pairing Interaction”, proceeding of PROCON2015, [Chinese Academy of Science, Nuclear Physics Review 33 \(2\), pp 203-206 \(2016\)](#).

C2. T. Oishi, K. Hagino and H. Sagawa, “Time-Dependent Approach to Two-Proton Radioactivity”, proceeding of the 12th Asia Pacific Physics Conference (APPC12) by Physical Society of Japan, [JPS Conf. Proc. Vol.1, 013056 \(2014\)](#).

C1. K. Hagino, H. Sagawa, and T. Oishi, “DINEUTRON CORRELATION IN THE GROUND STATE AND E1 EXCITATIONS OF BORROMEAN NUCLEI”, [Modern Physics Letters A, Vol.25, 1842-1845 \(2010\)](#).

D. その他出版物 (査読無し)

D6. 大石知広 「海外通信：イタリアの古都Padovaから」、原子核研究 Vol. 63 (2), page 4-7 (2019).

D5. T. Oishi, Supplemental note for “Two-fermion emission from spin-singlet and triplet resonances in one dimension”, arXiv: 1810.05521 (2018).

D4. T. Oishi and Lorenzo Fortunato, “Correlation Energy of Proton-Neutron Subsystem in Valence Orbit”, arXiv: 1706.06115 (2017).

D3. L. Fortunato and T. Oishi, “Diagonalization scheme for the many-body Schroedinger equation”, arXiv: 1701.04684 (2017).

D2. 大石知広 「スーパーRAとしての研究活動と将来の展望」、Outreach journal by the GCOE programme in Tohoku University, Vol. 15, p9 (2012).

本文へのリンク (応募者個人ページ) http://www.phy.pmf.unizg.hr/~toishi/Materials/Super_RA.pdf

D1. T. Oishi, K. Hagino and H. Sagawa, “Analysis of ^{17}Ne nucleus by three-body model and di-proton correlation”, 原子核研究 Vol. 55 (suppl. 1), page 63-66 (2011).

E. 受賞歴

E3. “Hashimoto prize, with the ANPhA 1st prize, for the best presentation” in the Young Researchers Session of the SNP School 2020, with 10,000 JPY as reward, 6th December, 2020. [Certificate \(JPEG\)](#).

E2. “CAEN Best Young Speaker Award” in IVth Topical Workshop on Modern Aspects in Nuclear Structure, with 200 euros as reward, Bormio Italy, 25th February 2018. [Certificate \(JPEG\)](#).

E1. Super Research Assistant award for Ph.D. student in the GCOE programme “Weaving Science Web beyond Particle-Matter Hierarchy” in Tohoku University, April 2013.

F. 研究資金、フェローシップなど

F6. Post-doctoral fellowship in the University of Zagreb, Croatia

期間：September, 2018 – present.

財源：[1] “Structure and Dynamics of Exotic Femtosystems” (project ID: IP-2014-09-9159) by Croatian Science Foundation; [2] “QuantiXLie Centre of Excellence” (project ID: KK. 01.1.1.01) by Croatian Government and the European Union.

代表者： Prof. Nils Paar (Univ. of Zagreb, Croatia)

分担金額： 1100ユーロ/月 (給与) +年間2000ユーロ (研究支援費)。

F5. Post-doctoral fellowship in the University of Padova, Italy

期間：September, 2016 – August, 2018.

財源：“Inter-disciplinary Applications of Nuclear Theory: from atoms and molecules to stars” (project code: PRAT no. CPDA154713).

代表者： Prof. Lorenzo Fortunato (Univ. di Padova, Italy)

分担金額： 1950ユーロ/月 (給与) +年間3000ユーロ (研究支援費)。

F4. Post-doctoral fellowship in Helsinki Institute of Physics and University of Jyväskylä, Finland

期間：April, 2014 – August, 2016.

財源：[1] Finland Distinguished Professor Programme (FiDiPro) 2012; [2] Centre of Excellence Programme 2012-2017 in Nuclear and Accelerator Based Programme at JYFL.

代表者：[1] Prof. Jacek Dobaczewski (Univ. of York, UK, and Univ. of Jyvaskyla, Finland); [2] Dr. Markus Kortelainen (Univ. of Jyvaskyla, Finland).

分担金額 (上記2点の合算)： 3100ユーロ/月 (給与) +年間1000ユーロ (研究支援費)

F3. (学内研究支援予算) 東北大学大学院理学研究科「卓越した大学院拠点」2013年度リサーチアシスタント

期間： 2013年5月から2014年2月まで。

金額： 6.1万円/月 (給与) +年間10万円 (研究支援費)。

F2. (学内研究支援予算) 東北大学GCOEプログラム「物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開」2012年度スーパーリサーチアシスタント

期間： 2012年6月から2013年3月まで。

金額： 8.8万円/月(給与) + 年間20万円(研究支援費)。

F1. (学内研究支援予算) 東北大学GCOEプログラム「物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開」2011年度リサーチアシスタント

期間： 2011年5月から2012年3月まで。

金額： 6.0万円/月(給与) + 年間10万円(研究支援費)。

G. 招待講演(審査付き、英語)

G5. (Invited Talk) ○[T. Oishi](#), Lorenzo Fortunato, and Andrea Vitturi, “Nucleon-emission process as a time-dependent quantum system”, Theoretical Nuclear Physics in Padova: a meeting in honor of Andrea Vitturi, at Universita di Padova, Italy, May 21-22th, 2019.

G4. (Invited Talk) ○[T. Oishi](#), Markus Kortelainen, and Alessandro Pastore, “Dependence of Two-proton Radioactivity on Nuclear Pairing Models”, FiDiPro Winter Symposium on Nuclear Structure Physics, at University of Jyväskylä, Finland, 12-15th December 2017.

G3. (Invited Seminar) [T. Oishi](#), “Analysis of Two-Nucleon Emission with Time-Dependent Three-Body Model”, seminar in the University of Tokyo, Kashiwa Campus, Prof. Naomichi Hatano’s laboratory, 8th August, 2017.

G2. (Invited Talk) ○[T. Oishi](#), Kouichi Hagino, and Hiroyuki Sagawa, “Role of Pairing Correlation in Two-proton Emission”, The 5th International Conference on Proton-emitting Nuclei (PROCON-2015), Institute of Modern Physics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, China, 6-10th July 2015.

G1. (Invited Seminar) ○[T. Oishi](#), K. Hagino, and H. Sagawa, “Role of Pairing Correlation in Two-proton Emission”, seminar in the University of Warsaw, Poland, 20th November, 2014.

H. 国際会議等での研究発表(すべて審査付き、英語)

H26. (Oral movie) [Tomohiro Oishi](#), “Systematic evaluation of magnetic-dipole (M1) excitation based on relativistic energy-density functional theory”, 3rd International Conference on Nuclear Photonics (NP2020), Research Center for Nuclear Physics (RCNP) in Osaka University, Osaka, Japan + ONLINE (June 7th – 11th, 2021). [Refined talk in YouTube](#).

H25. (Online talk) [T. Oishi](#), “Proton emission from hypernuclei” with award [E3], SNP School 2020, Tohoku University, Sendai, Japan + ONLINE (December 2nd – 5th, 2020). [Refined talk in YouTube](#).

H24. (Talk) [T. Oishi](#), “Magnetic dipole excitation and its sum rule for valence nucleon pair”, International Nuclear Physics Conference (INPC) 2019, Glasgow, Scotland UK (July 29th - August 2nd, 2019).

H23. (Talk) [T. Oishi](#), “Proton emission as a tool to investigate hypernuclei”, International Conference on Proton-Emitting Nuclei (PROCON) 2019, at NSCL/FRIB, Michigan State Univ., East Lansing US (June 2-7th, 2019).

H22. (Poster) [T. Oishi](#), “Effect of nuclear pairing on magnetic-dipole excitation”, Nuclear Structure and Dynamics (NSD) 2019, at Venice, Italy (May 13-17th, 2019).

H21. (Talk) [T. Oishi](#), “Time-dependent approach to proton-emitting nuclei”, XXV Nuclear Physics Workshop, at Kazimierz Dolny, Poland (September 25-30th, 2018).

H20. (Poster) [T. Oishi](#), “One-proton emission of hypernuclei with time-dependent method”, XXII International Conference on Few-body Problems in Physics (FB22), at Caen, France (9-13 July 2018).

H19. (Talk) [T. Oishi](#) and Lorenzo Fortunato, “Time-dependent few-body model for nuclear metastable systems” with award [E2], IVth Topical Workshop on Modern Aspects in Nuclear Structure, at Bormio, Italy (25th February 2018).

H18. (Talk) [T. Oishi](#), “Time-dependent method for many-body problems and its application to nuclear bound and resonant systems”, XXXV Mazurian Lakes Conference on Physics at Mazurski Raj, Piaski, Poland (3-9th September 2017).

H17. (Talk) [T. Oishi](#), “Two-nucleon emission with pairing interaction in three-body systems”, Meeting on “Probing fundamental interactions by low energy excitations -Advances in theoretical nuclear physics”, at Royal Institute of Technology, Stockholm (7th June 2017).

H16. (Talk) [T. Oishi](#), “Three-body model with pairing for quantum stable and meta-stable systems”, Workshop on “Superfluidity and Pairing Phenomena: from Cold Atomic Gases to Neutron Stars”, at ECT* Trento (22th March 2017).

- H15.** (Talk) T. Oishi, M. Kortelainen and A. Pastore, “Dependence of Two-proton Radioactivity on Nuclear Pairing Models”, PHHQP16: Progress in Quantum Physics with Non-Hermitian Operators, Yukawa Institute of Theoretical Physics, Kyoto University, Kyoto, Japan (8-12th August, 2016).
- H14.** (Poster) T. Oishi, M. Kortelainen and N. Hinohara, “Giant Dipole Resonance Analysis Based on the Finite Amplitude Method”, Nuclei in the Cosmos (NIC) XIV, Toki Messe, Niigata, Japan (19-24th June, 2016).
- H13.** (Talk) T. Oishi, M. Kortelainen and N. Hinohara, “Finite amplitude method applied to giant dipole resonances: role of isovector effective mass”, Collaboration Meeting of Lyon-Jyvaskyla Nuclear Physics, Institut de Physique Nucléaire de Lyon, France (2nd December, 2015).
- H12.** (Talk) T. Oishi, M. Kortelainen and N. Hinohara, “Nuclear Dipole Excitation with Finite Amplitude Method QRPA”, Collaboration Workshop on The future of multi-reference DFT, University of Warsaw, Poland (25th June, 2015).
- H11.** (Talk) T. Oishi, M. Kortelainen and N. Hinohara, “Finite amplitude method applied to nuclear dipole excitation”, 13th Nordic Meeting on Nuclear Physics, Lapland Hotel Riekonlinna, Saariselkä, Finland (14th April, 2015).
- H10.** (Talk) T. Oishi, K. Hagino and H. Sagawa, “Diproton correlation in two-proton emission of 6Be nucleus” HIP/FIDIPRO miniworkshop on nuclear isospin properties, Helsinki Institute of Physics, Helsinki, Finland (17th October, 2014).
- H9.** (Talk) T. Oishi, K. Hagino and H. Sagawa, “Effect of Diproton Correlation on Twoproton Emission”, International Molecule-type Workshop on New correlations in exotic nuclei and advances of theoretical models (co-sponsored by RIKEN iTHES), Yukawa Institute of Theoretical Physics, Kyoto University, Kyoto, Japan (13th March, 2014).
- H8.** (Poster) T. Oishi, K. Hagino and H. Sagawa, “Time-dependent Approach to Two-proton Radioactivity”, The 12th Asia Pacific Physics Conference (APPC12), Makuhari Messe, Chiba, Japan (16th July, 2013).
- H7.** (Poster) T. Oishi, K. Hagino and H. Sagawa, “Time-Dependent Approach to TwoProton Radioactivity”, COMEX4 Conference, Shonan International Village Center, Kanagawa, Japan (24th October, 2012).
- H6.** (Talk) T. Oishi, K. Hagino and H. Sagawa, “Time-dependent approach to two-proton radioactivity”, The 11th CNS Summer School, Center for Nuclear Study (CNS), University of Tokyo, Wako, Saitama, Japan (Aug. 29th - Sep. 3rd, 2012).
- H5.** (Talk) T. Oishi, K. Hagino, T. Maruyama, and H. Sagawa, “Properties of proton-rich unstable nuclei and two-proton radioactivity”, Symposium for recent topics on nuclear physics and radioactivity, University of Aizu, Aizu-Wakamatsu, Fukushima, Japan (9-10th March, 2012).
- H4.** (Poster) T. Oishi, K. Hagino, and H. Sagawa, “Properties of proton-rich unstable nuclei and two-proton radioactivity”, The 4th GCOE International Symposium on “Weaving Science Web beyond Particle-Matter Hierarchy”, Tohoku University, Sendai, Japan (20-22th February, 2012).
- H3.** (Poster) T. Oishi, K. Hagino and H. Sagawa, “Role of Coulomb repulsion in E1 transition of 17Ne ”, Frontier Issues in Physics of Exotic Nuclei (YKIS2011), Yukawa Institute of Theoretical Physics, Kyoto University, Kyoto, Japan (13th October, 2011).
- H2.** (Poster) T. Oishi, “E1 transition of 17Ne nucleus with core + 2-proton model”, The 3rd GCOE International symposium on “Weaving Science Web beyond Particle-Matter Hierarchy”, Tohoku University, Sendai, Japan (17-19th February, 2011).
- H1.** (Talk) T. Oishi, K. Hagino, and H. Sagawa, “Di-proton correlation in the proton-rich Borromean nucleus 17Ne ”, University of Aizu-JUSTIPEN-EFES symposium on “CuttingEdge Physics of Unstable Nuclei”, University of Aizu, Aizu-Wakamatsu, Fukushima, Japan (10th November, 2010).

J. 日本国内における研究発表（特記の無いかぎり、審査無し。）

- J13.** (オンラインセミナー) 大石知広, 「原子核の磁気双極子 (M1) 励起と核子対相関」、京都大学・核子多体グループ・オンラインセミナー (2021/05/28)。
- J12.** (口頭、オンライン) 大石知広, 「相対論的エネルギー密度汎関数理論に基づいたM1励起の系統的研究」、日本物理学会・第76回年次大会 (2021年)、オンライン開催 (2021/03/12-15)。
- J11.** (審査付き、口頭、オンライン) 大石知広, 「核磁気双極子励起と相対論的残留相互作用」、東北大学ELPH研究会「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」、東北大学電子光学研究センター (ELPH)、宮城県仙台市およびオンラインにて開催 (2020/11/04-05)。
- J10.** (審査付き、口頭) 大石知広, Lorenzo Fortunato, 「ヴァレンス軌道上の陽子・中性子相関エネルギー」、RCNP研究会「核子・ストレンジネス多体系におけるクラスター現象」、大阪大学核理学研究センター (RCNP)、大阪府茨木市 (2017/08/03-05)。
- J9.** (口頭) 大石知広, 萩野浩一、佐川弘幸, 「二核子放出崩壊における対相関力の効果」日本物理学会・第69回年次大会 (2014年)、東海大学湘南キャンパス、神奈川平塚市 (2014/03/27-30)。

- J8. (口頭) 大石知広、萩野浩一、佐川弘幸、「二陽子放出崩壊から探る di-proton correlation」、日本物理学会・2013年度秋季大会、高知大学、高知市 (2013/09/21)。
- J7. (口頭) 大石知広、萩野浩一、佐川弘幸、「二陽子放出崩壊に対する時間発展的解法」、日本物理学会・第68回年次大会、26pHA-5、広島大学、広島県東広島市 (2013/03/26)。
- J6. (審査付き、口頭) 大石知広、萩野浩一、佐川弘幸、「二核子放出崩壊に対する時間依存アプローチ」、RCNP研究会「原子核の閾値近傍における共鳴現象と反応ダイナミクス」、大阪大学核理学研究センター (RCNP)、大阪府茨木市 (2012/07/18-20)。
- J5. (口頭) 丸山孝仁、大石知広、萩野浩一、佐川弘幸、「一次元三体模型に基づいた二陽子放出崩壊の時間依存アプローチ」、日本物理学会・第67回年次大会、関西学院大学、兵庫県西宮 (2012/03/24-27)。
- J4. (口頭) 大石知広、萩野浩一、佐川弘幸、「陽子過剰な不安定原子核と新種の放射性崩壊過程」、東北大学理学部6専攻合同シンポジウム、仙台メディアテーク、宮城県仙台市 (2012/03/15)。
- J3. (口頭) 大石知広、萩野浩一、佐川弘幸、「最外殻陽子間のCoulomb力が ^{17}Ne のE1遷移確率に与える影響」、日本物理学会・2011年度秋季大会、弘前大学、青森県弘前市 (2011/09/16-19)。
- J2. (口頭) 大石知広、萩野浩一、佐川弘幸、「Core + 2核子モデルを用いた ^{17}Ne のE1遷移の解析」、日本物理学会・第66回年次大会 (2011年)、新潟大学、新潟市 (2011/03/25-28)。
- J1. (口頭) 大石知広、萩野浩一、佐川弘幸、「 ^{17}Ne の三体模型計算とdiproton相関」、日本物理学会・2010年度秋季大会、九州工業大学、北九州市 (2010/09/11-14)。

K. 教育関連の活動

- K4. 「力学Ⅱ」ティーチングアシスタント、東北大学理学部物理学科、2010年10月－2011年2月。
- K3. 「量子力学Ⅱ演習」ティーチングアシスタント、東北大学理学部物理学科、2009年4月－2009年7月。
- K2. 「量子力学Ⅰ演習」ティーチングアシスタント、東北大学理学部物理学科、2008年10月－2009年2月。
- K1. 「量子力学Ⅱ演習」ティーチングアシスタント、東北大学理学部物理学科、2008年4月－2008年7月。

Z. その他の活動実績

- Z8. Referee in the journal “Nature Communications” in 2020.
- Z7. Referee in the journal “Journal of Physics G: Particle and Nuclear Physics” in 2020.
- Z6. Referee in the journal “The European Physical Journal A” in 2018.
- Z5. Referee in the journal “Nuclear Physics A” in 2017.
- Z4. Scientific staff for open-campus event of Tohoku University 2013, for general public, August 2013.
- Z3. Scientific staff for open-campus event of Tohoku University 2012, for general public, July 2012.
- Z2. Scientific staff for open-campus event of Tohoku University 2011, for general public, July 2011.
- Z1. 日本物理学会 (会員番号54823H)、2010年9月～現在。