

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 16 日現在

機関番号：32503

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25400267

研究課題名(和文) ニュートリノレス二重ベータ崩壊に対する精密な原子核遷移行列要素

研究課題名(英文) Accurate calculations of nuclear matrix elements for neutrinoless double beta decay

研究代表者

東山 幸司 (HIGASHIYAMA, Koji)

千葉工業大学・創造工学部・准教授

研究者番号：60433679

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では質量数80領域、質量数100領域、質量数130領域の偶偶核・奇核・奇奇核の低励起状態について、平均場を越えた理論である原子核殻模型を用いて系統的な数値解析を実行した。原子核殻模型の計算結果は偶偶核の集団運動的なエネルギー準位と電磁遷移を再現することに成功した。奇核と奇奇核に関しては、不規則なエネルギー準位と電磁モーメントの計算結果が実験値と良く一致した。これらの計算で得られた原子核波動関数を用いて、ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊の原子核行列要素を評価した。我々の計算では先行研究の結果に比べ、2～3倍小さな原子核行列要素が得られた。

研究成果の概要(英文)：Low-lying states for even-even, odd-mass, and doubly odd nuclei around masses 80, 100 and 130 are systematically investigated using a shell model. Energy levels of the low-lying collective states for even-even isotopes are reproduced very well along with electromagnetic transitions. For odd-mass and doubly odd nuclei, complicated level schemes and electromagnetic moments are in excellent agreement with the experimental data. Using wave functions obtained in these calculations, the nuclear matrix elements for the neutrinoless double beta decay are estimated. Our calculations give a few times smaller nuclear matrix elements than those obtained by other theoretical methods.

研究分野：原子核理論物理学

キーワード：原子核構造 中重核 殻模型 核子対殻模型 二重ベータ崩壊

1. 研究開始当初の背景

原子核の二重ベータ崩壊は原子核中の2個の中性子が陽子へと変換する現象で、2個の反ニュートリノを放出する崩壊($2\nu\beta\beta$)とニュートリノの放出を伴わない崩壊($0\nu\beta\beta$)がある。このうち $0\nu\beta\beta$ は、核中の中性子から放出された反ニュートリノが、同じ核中の別の中性子にニュートリノとして吸収されることで生じる。この崩壊はニュートリノが有限な質量をもち、反ニュートリノがニュートリノ自身に等しい粒子(マヨラナ粒子)でなければ起こらない過程で、電弱相互作用の標準模型では禁止されている。一方、標準模型を超えた理論であるシーソー理論では、ニュートリノがマヨラナ粒子であることを前提とし、ニュートリノの質量を自然に説明している。 $0\nu\beta\beta$ はニュートリノがマヨラナ粒子かそうでないかを区別する現時点で唯一の現実的な過程であり、半減期を測定することでニュートリノの有効質量を決定できることから、将来の素粒子理論に対し極めて重要な制限を与える。

$0\nu\beta\beta$ の探索実験は、世界各地で地下実験施設が建設され、 ^{48}Ca 、 ^{76}Ge 、 ^{130}Te 、 ^{136}Xe 、 ^{150}Nd 他、幾つかの偶偶核(陽子と中性子が共に偶数の原子核)で観測が行われているが、半減期の下限値が得られているに過ぎない。国内でも、東北大学を中心とする KamLAND-Zen 実験グループによる ^{136}Xe の観測や、大阪大学を中心とする CANDLES 実験グループによる ^{48}Ca の観測が行われているが、やはり半減期の下限値しか得られていない。しかし、現在でも多くの実験が行われており、次世代の大規模な実験も提案されていることから、近い将来、 $0\nu\beta\beta$ の半減期が測定される可能性が大きい。

$0\nu\beta\beta$ の半減期は、理論的には素粒子物理学により導出される寄与と、原子核の遷移行列要素(核行列要素)との積で表すことができるため、信頼性の高い核行列要素を预言する必要がある。これまでの原子核理論研究では原子核殻模型、乱雑位相近似、相互作用するボソン模型等により核行列要素の計算が行われてきたが、互いの結果が一致していない状況である。これらの計算では、奇核・奇奇核(陽子、中性子が奇数の原子核)のエネルギー準位や電磁遷移等の実験値を再現しておらず、信頼性は高くない。このため、平均場を超えた新しい理論体系による系統的な精密計算が渴望されている。

研究代表者等は、核子を完全に微視的に扱うと同時に、核子間相互作用の回転不変性、粒子数不変性を一切破らない核子対殻模型を提案・発展させてきた。質量数が100以上の奇核や奇奇核は理論的な取り扱いが難しく、半古典的アプローチや現象論的アプローチを用いた研究しか行われてこなかったが、この枠組みにより初めて奇核・奇奇核のエネルギー準位や電磁遷移を統一的・定量的に議論することが可能となった。そこで、原子核

殻模型、核子対殻模型という平均場を超えた理論を用いて原子核構造の精密計算を行うと共に、得られた高精度の波動関数を用いて $0\nu\beta\beta$ の核行列要素を系統的に計算する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、 $0\nu\beta\beta$ の核行列要素を系統的に計算し、どの原子核で半減期が大きくなるかを明らかにすることである。この計算には原子核の波動関数の精度が要求されるため、核子自由度に基づく微視的で平均場を超えた理論により、原子核のエネルギー準位・電磁遷移等の実験値を再現しなければならない。本研究では質量数80領域(^{76}Ge 、 ^{82}Se)、質量数100領域(^{96}Zr 、 ^{100}Mo)および質量数130領域(^{128}Te 、 ^{130}Te 、 ^{136}Xe)の原子核に対して、 $0\nu\beta\beta$ の核行列要素を計算する。質量数が100以上の原子核では、中性子や陽子の一粒子エネルギーに現れる特徴的な変化(核構造の進化)、高スピン軌道にある中性子と陽子によって作られるエネルギー的にほぼ縮退した2つの回転バンド(ダブルットバンド)、偶偶核の新たな集団運動対称性による特徴的なスペクトルなどが観測されており、 $0\nu\beta\beta$ の核行列要素の計算に用いる原子核の波動関数を求める過程で、これらの多様な原子核構造も明らかになる。

本研究の特色の一つは、今まで理論的枠組みに進展がみられなかった質量数100以上の偶偶核・奇核・奇奇核に対し、平均場理論を超えた枠組みにより原子核構造の研究を行うことにある。重い原子核領域の奇核・奇奇核に対して、完全に核子からなる微視的な理論で、しかも相互作用の回転対称性、粒子数不変性を破らない枠組みを適用した例は世界的に見当たらない。

現在まで、 $0\nu\beta\beta$ の核行列要素の理論的预言は原子核殻模型、乱雑位相近似、相互作用するボソン模型等により行われているが、奇核・奇奇核の原子核構造が再現されているかは確かめられてこなかった。本研究では、その適用が可能である核種に対しては原子核殻模型を用い、配位数が多過ぎて現在の計算環境では取り扱いが不可能な核種に対しては、原子核殻模型の近似理論である核子対殻模型を用いる。本研究で用いる理論は偶偶核・奇核・奇奇核を同じ枠組みで扱うことができるため、幅広い核種のエネルギー準位や電磁遷移を再現することにより有効相互作用にかなりの制限が加わる。これにより、現実の原子核をよく再現する低エネルギー状態の波動関数が得られ、信頼性が高い $0\nu\beta\beta$ の核行列要素を求めることができる。

$0\nu\beta\beta$ はレプトン数非保存かつ、ヘリシティの不一致の過程であり、電弱相互作用の標準模型では許されていない。 $0\nu\beta\beta$ が起こるにはニュートリノに質量があること、ニュートリノ自身が反ニュートリノとなるマヨラナ粒子である必要があるが、ニュートリノに質量があることは既にスーパーカミオカン

デ等の実験で確認されている。また、ニュートリノが他の基本粒子に比べて極端に軽い理由を自然に説明しているシーソー理論では、ニュートリノがマヨラナ粒子であることを前提としている。ニュートリノの質量がどの程度の大きさであるかを決定することにより、標準模型を検証できると共に、新たな理論の必要性を示す契機になると期待される。

質量数が100以上の原子核では完全な殻模型計算は到底不可能であるので、重い原子核に対して信頼できる理論は核子対殻模型のみである。このため、本研究の成果は原子核構造の精密計算が必要な、中性子過剰核での速い中性子捕獲反応による元素合成、核分裂生成物の性質解明への応用としても重要な役割を果たす。さらに、理化学研究所のRIビームファクトリーにより、重い原子核領域でも新しい原子核が続々と生成され、多くの興味深い現象が観測されている。これらの原子核構造の解明にも本研究の成果が十分活かされ、学術的・社会的貢献も大きい。

3. 研究の方法

原子核は陽子と中性子が共に魔法数と呼ばれる特定の数のときに安定になり、陽子数と中性子数が魔法数から離れた原子核の低エネルギー状態は、安定な原子核に幾つかの陽子と中性子を付加した構造により説明できる。原子核殻模型は安定な原子核の周りである陽子と中性子の占める状態を幾つかの一粒軌道に制限し、原子核を記述する理論である。質量数が軽い原子核において、殻模型は原子核構造を明らかにする非常に強力な手法であるが、質量数が100以上の中重核では配位の数が大きくなってしまい、現在の計算機では数値解析は不可能である。そこで本研究では、全殻模型空間を集団運動核子対によって作られる空間に制限して殻模型計算を行う核子対殻模型を用いると共に、新たに殻模型の枠組みを重い原子核へも適用できるようにして改良した。

本研究では、原子核殻模型および核子対殻模型により重い原子核の励起メカニズムの数値解析を実行し、計算で得られた原子核波動関数を用いて $0\nu\beta\beta$ の核行列要素を計算する。研究代表者等は、既に原子核殻模型により質量数80領域の原子核のエネルギー準位や電磁遷移を再現することに成功し、精密な原子核の波動関数を用意できる。そこで $0\nu\beta\beta$ の核行列要素を計算する枠組みを整備し、 ^{76}Ge および ^{82}Se に適用する。質量数130領域および質量数100領域については、原子核殻模型を用いて、偶偶核・奇核・奇奇核の数値解析を実行する。このとき、幅広い領域のエネルギー準位・電磁遷移等の実験値を再現できるように有効相互作用を決定する。さらに、波動関数を解析することで多様な原子核構造を明らかにすると共に、 $0\nu\beta\beta$ の核行列要素を計算する。

$0\nu\beta\beta$ では、核中の中性子が反ニュートリノを放出し、その反ニュートリノが同じ核中の別の中性子に吸収される。この過程において、安定な偶偶核は一時的に不安定な奇奇核を経由して、別の安定な偶偶核へと遷移する。これまでに行われてきた理論研究では、奇奇核の中間状態を考慮せず、2つの中性子間におけるニュートリノの交換のみを考慮したニュートリノポテンシャルを用いた核行列要素の計算が行われてきた。この手法については、既に理論的枠組みを整備し、質量数130領域の原子核に対して核子対殻模型を用いた予備的な計算を行っている。はじめの段階として本研究では、原子核殻模型の波動関数で $0\nu\beta\beta$ の核行列要素を計算する枠組みを整備し、原子核殻模型により数値解析を実行している質量数80領域(^{76}Ge , ^{82}Se)において、 $0\nu\beta\beta$ の核行列要素の計算を行う。

本研究では、上述の理論的枠組みを整備することと並行して、従来の原子核殻模型の計算コードの拡張を行う。この拡張により広い配位空間を扱うことが可能になると共に、これまで研究を行ってきた原子核の計算時間が劇的に短縮化されると期待される。次に、この新しい原子核殻模型により質量数130領域、質量数100領域での有効相互作用を求める。質量数が100以上の原子核での有効相互作用の研究はほとんど行われておらず、G行列による取り扱いも現実的ではないので、相互作用を多重極展開した形でパラメータをなるべく少なくし取り扱う。このように決定された有効相互作用をそのまま奇奇核に適用する。もし、奇奇核のエネルギー準位および電磁遷移がよく再現できない場合は、偶偶核・奇核での相互作用が適当でなかったと考えられるので、最初の段階に戻り作業を繰り返す。こうして偶偶核・奇核・奇奇核を統一的に再現できる有効相互作用が自然に得られる。この方法により、現実の原子核をよく再現する波動関数が得られ、 $0\nu\beta\beta$ の核行列要素の計算が可能になる。

4. 研究成果

(1) 殻模型による原子核構造の解析

質量数が100以上の重い原子核の数値解析は、これまで配位数を制限した計算しか行われてこなかった。そこで重い原子核の計算が行えるよう殻模型計算プログラムの拡張を行った。この枠組みを用いて、質量数130領域(Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba アイソトープ)の原子核のエネルギー準位を系統的に再現する有効相互作用の設定を行った。その際、多重極相互作用や一粒子エネルギーの粒子数依存性を導入し、ただ一つの二体相互作用で偶偶核・奇核・奇奇核すべての原子核を良く再現することに成功した。次に得られた波動関数を用い、原子核の性質を表す電磁遷移確率やモーメントを計算し、それらが実験値を良く再現していることを確認し、実験値が無い場合についてはその値の予測値を与え

た。また、核子対殻模型、および原子核殻模型を併用することにより、波動関数の詳細な解析を行った。特に、この領域に多く存在するナノセカンド以上の半減期をもつ原子核の励起状態であるアイソマー状態に対する解析を行った。アイソマーの出現機構の一因として、アイソマー状態とその電磁遷移先の状態の2つの波動関数が大きく異なることが挙げられるが、本研究ではアイソマー状態とその遷移先の波動関数を詳細に解析・比較し、原子核の構造の変化がどのように起こっているかを解析した。その結果それぞれのアイソマー状態ごとに、核子の整列の影響や核子の組む配位の差異など様々な理由が重なり、アイソマーになっていることを突き止めた。本研究成果は誌上論文としてまとめられている。また、国際会議や学会等で発表している。

さらに本研究では、質量数 80 領域、質量数 100 領域の偶偶核・奇核・奇奇核についても殻模型により精密計算を行い、原子核の励起メカニズムを明らかにした。この領域の核子間に働く相互作用の研究は現在まであまり行われてこなかったため、現象論的な有効相互作用を用いて数値解析を実行し、幅広い核種のエネルギー準位や電磁遷移の実験値を再現した。本研究成果は学会等で発表を行っている。

(2) $0\nu\beta\beta$ の核行列要素の評価

$0\nu\beta\beta$ の核行列要素の評価は、質量数 80 領域 (^{76}Ge , ^{82}Se) および、質量数 130 領域 (^{130}Te , ^{136}Xe) に対して行った。これまでに行われてきた原子核殻模型、乱雑位相近似、相互作用するボソン模型等による理論研究では、ニュートリノポテンシャルを用いた核行列要素の計算が広く行われており、本研究でもこの方法を用いた。他の理論による計算結果と我々の結果を比較したところ、他の理論研究に比べて非常に小さな核行列要素が得られた。 $0\nu\beta\beta$ の半減期は核行列要素の二乗の逆数で効いてくることから、他の理論研究より大きな半減期を予言することになる。また、本研究では模型空間に対する核行列要素の依存性を調べるため、幾つかのタイプの核子対殻模型計算により原子核波動関数を計算し、それらを用いて核行列要素の数値解析を実行した。この結果、模型空間が小さくなるにつれて核行列要素が大きくなることを明らかにした。さらに、ペアリングギャップと核行列要素の間には相関があること、殻模型相互作用において対相関相互作用を強くすると核行列要素が大きくなることを明らかにした。本研究成果は誌上論文としてまとめられている。また、国際会議や学会等で発表している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

(雑誌論文)(計14件)

E. Teruya, N. Yoshinaga, K. Higashiyama, H. Nishibata, A. Odahara, T. Shimoda, Large-scale shell model study of the newly found isomer in ^{136}La , Physical Review C, 査読有、Vol.94, 2016, pp.014317/1-6
DOI: 10.1103/PhysRevC.94.014317

E. Teruya, N. Yoshinaga, K. Higashiyama, Large-scale shell-model calculation of nuclei around mass 210, Physical Review C, 査読有、Vol.93, 2016, pp.064325/1-20
DOI: 10.1103/PhysRevC.93.064327

E. Teruya, N. Yoshinaga, K. Higashiyama, A. Odahara, Shell-model calculations of nuclei around mass 130, Physical Review C, 査読有、Vol.92, 2015, pp.034320/1-29
DOI: 10.1103/PhysRevC.92.034320

Eri Teruya, Naotaka Yoshinaga, Koji Higashiyama, Shell model estimate of electric dipole moments in medium and heavy nuclei, EPJ Web of Conferences, 査読有、Vol.93, 2015, pp.01008/1-4
DOI: 10.1051/epjconf/20159301008

N. Yoshinaga, K. Higashiyama, D. Taguchi, E. Teruya, Neutrinoless double beta nuclear matrix elements around mass 80 in the nuclear shell-model, EPJ Web of Conferences, 査読有、Vol.93, 2015, pp.01055/1-4
DOI: 10.1051/epjconf/20159301055

Koji Higashiyama, Naotaka Yoshinaga, Eri Teruya, Generator Coordinate Method Analysis of Xe and Ba Isotopes, JPS Conference Proceedings, 査読有、Vol.6, 2015, pp.030050/1-4
DOI: 10.7566/JPSCP.6.030050

Eri Teruya, Naotaka Yoshinaga, Koji Higashiyama, Shell Model Estimate of Electric Dipole Moments for Xe Isotopes, JPS Conference Proceedings, 査読有、Vol.6, 2015, pp.030069/1-4
DOI: 10.7566/JPSCP.6.030069

Naotaka Yoshinaga, Koji Higashiyama, Eri Teruya, Neutrinoless Double Beta Nuclear Matrix Elements Around Mass 80 in the Nuclear Shell Model, JPS Conference Proceedings, 査読有、Vol.6, 2015, pp.030072/1-4
DOI: 10.7566/JPSCP.6.030072

N. Yoshinaga, K. Higashiyama, R. Arai, E. Teruya, Nuclear electric dipole moments for the lowest $1/2^+$ states in Xe and Ba isotopes, Physical Review C, 査読有、Vol.89, 2014, pp.045501/1-7
DOI: 10.1103/PhysRevC.89.045501

Koji Higashiyama, Naotaka Yoshinaga, Shell model description of low-lying states in Po and Rn isotopes, EPJ Web of Conferences, 査読有, Vol.66, 2014, pp.02050/1-4

DOI: 10.1051/epjconf/20146602050

Koji Higashiyama, Naotaka Yoshinaga, Application of the generator coordinate method to neutron-rich Se and Ge isotopes, EPJ Web of Conferences, 査読有, Vol.66, 2014, pp.02051/1-4

DOI: 10.1051/epjconf/20146602051

E. Teruya, N. Yoshinaga, K. Higashiyama, Shell model estimate of electric dipole moments in medium and heavy nuclei, EPJ Web of Conferences, 査読有, Vol.66, 2014, pp.05023/1-4

DOI: 10.1051/epjconf/20146605023

N. Fotiadis 他、計 11 名、K. Higashiyama (3 番目) N. Yoshinaga (4 番目), Medium-spin states in ^{135}Cs , Physical Review C, 査読有, Vol.88, 2013, pp.064315/1-5

DOI: 10.1103/PhysRevC.88.064315

Koji Higashiyama, Naotaka Yoshinaga, Pair-truncated shell-model analysis for doubly-odd nuclei around mass 130, Physical Review C, 査読有, Vol.88, 2013, pp.034315/1-14

DOI: 10.1103/PhysRevC.88.034315

[学会発表] (計 4 3 件)

吉永尚孝, 照屋絵理, 東山幸司, 梅谷篤史, 中重核での有効電荷の単一粒子軌道による変化, 日本物理学会第 72 回年次大会, 2017 年 3 月 19 日, 大阪大学 (大阪府・豊中市)

照屋絵理, 吉永尚孝, 東山幸司, 原子核シッフモーメントの理論的評価, 日本物理学会第 72 回年次大会, 2017 年 3 月 19 日, 大阪大学 (大阪府・豊中市)

東山幸司, 吉永尚孝, 照屋絵理, 質量数 100 領域の原子核の殻模型的アプローチ, 日本物理学会第 72 回年次大会, 2017 年 3 月 19 日, 大阪大学 (大阪府・豊中市)

柳瀬宏太, 吉永尚孝, 東山幸司, 照屋絵理, 質量数 130 領域でのニュートリノレスダブルベータ崩壊行列要素, 日本物理学会第 72 回年次大会, 2017 年 3 月 19 日, 大阪大学 (大阪府・豊中市)

照屋絵理, 吉永尚孝, 東山幸司, ^{208}Pb 周辺核の八重極相関, 日本物理学会 2016 年秋季大会, 2016 年 9 月 24 日, 宮崎大学 (宮崎県・宮崎市)

吉永尚孝, 東山幸司, 照屋絵理, 柳瀬宏太, 2 ニュートリノベータ崩壊核行列要素の有効相互作用依存性, 日本物理学会 2016 年秋季大会, 2016 年 9 月 24 日, 宮崎大学 (宮崎県・宮崎市)

東山幸司, 吉永尚孝, 照屋絵理, 質量数 100 領域の奇核・奇奇核の殻模型計算, 日本物理学会 2016 年秋季大会, 2016 年 9 月 24 日, 宮崎大学 (宮崎県・宮崎市)

K. Yanase, N. Yoshinaga, E. Teruya, K. Higashiyama, Neutrinoless Double-beta Decay Rates Around Mass 80 In The Nuclear Shell Model, 26th International Nuclear Physics Conference (INPC 2016), 2016 年 9 月 13 日, Adelaide Convention Center (オーストラリア・アデレード)

N. Yoshinaga, E. Teruya, K. Higashiyama, Schiff Moments Of Xe Isotopes In The Nuclear Shell Model, 26th International Nuclear Physics Conference (INPC 2016), 2016 年 9 月 13 日, Adelaide Convention Center (オーストラリア・アデレード)

E. Teruya, N. Yoshinaga, K. Higashiyama, Shell Model Calculation Of Nuclei Around ^{208}Pb , 26th International Nuclear Physics Conference (INPC 2016), 2016 年 9 月 15 日, Adelaide Convention Center (オーストラリア・アデレード)

吉永尚孝, 東山幸司, 照屋絵理, 質量数 80 領域における 2 ニュートリノベータ崩壊の核行列要素, 日本物理学会第 71 回年次大会, 2016 年 3 月 22 日, 東北学院大学 (宮城県・仙台市)

東山幸司, 吉永尚孝, 照屋絵理, 質量数 100 領域の原子核の殻模型計算, 日本物理学会第 71 回年次大会, 2016 年 3 月 22 日, 東北学院大学 (宮城県・仙台市)

照屋絵理, 吉永尚孝, 東山幸司, ^{208}Pb 周辺核の殻模型計算, 日本物理学会第 71 回年次大会, 2016 年 3 月 22 日, 東北学院大学 (宮城県・仙台市)

海浦雪子, 吉永尚孝, 東山幸司, 八重極相互作用を入れた Rn, Ra 同位体の殻模型計算, 日本物理学会第 71 回年次大会, 2016 年 3 月 22 日, 東北学院大学 (宮城県・仙台市)

柳瀬宏太, 吉永尚孝, 仲野英司, 双極子型磁場により変形した中性子星の質量および変形度, 日本物理学会第 71 回年次大会, 2016 年 3 月 19 日, 東北学院大学 (宮城県・仙台市)

N. Yoshinaga, E. Teruya, K. Higashiyama, Schiff moments of Xe isotopes, 8th International Workshop on Fundamental Physics Using Atoms (FPUA2015), 2015 年 12 月 1 日, 理化学研究所 (埼玉県・和光市)

柳瀬宏太, 吉永尚孝, 変形した中性子星の質量と変形度, 日本物理学会 2015 年秋季大会, 2015 年 9 月 28 日, 大阪市立大学 (大阪府・大阪市)

- 海浦雪子、吉永尚孝、東山幸司、
八重極相互作用を入れた Ra 同位体の殻模
型計算、日本物理学会 2015 年秋季大会、
2015 年 9 月 27 日、大阪市立大学(大阪府・
大阪市)
吉永尚孝、東山幸司、照屋絵理、
130 領域奇々核でのダブレットバンドの
殻模型計算、日本物理学会 2015 年秋季大
会、2015 年 9 月 27 日、大阪市立大学(大
阪府・大阪市)
- ②① 東山幸司、吉永尚孝、照屋絵理、
質量数 130 領域の原子核におけるベータ崩
壊、日本物理学会 2015 年秋季大会、2015 年
9 月 27 日、大阪市立大学(大阪府・大阪
市)
- ②② 吉永尚孝、東山幸司、照屋絵理、
Xe および Ba 同位体の GCM による解析、
日本物理学会第 70 回年次大会、2015 年
3 月 24 日、早稲田大学(東京都・新宿区)
- ②③ 照屋絵理、吉永尚孝、東山幸司、
コア励起を考慮した原子核のシッフモー
メント、日本物理学会第 70 回年次大会、
2015 年 3 月 24 日、早稲田大学(東京都・
新宿区)
- ②④ 東山幸司、吉永尚孝、照屋絵理、
質量数 80 領域の原子核における二重ベ
ータ崩壊核行列要素、日本物理学会第 70 回
年次大会、2015 年 3 月 24 日、早稲田大学
(東京都・新宿区)
- ②⑤ 海浦雪子、吉永尚孝、東山幸司、
八重極相互作用を入れた質量数 220 領域
での殻模型計算、日本物理学会第 70 回年
次大会、2015 年 3 月 24 日、早稲田大学(東
京都・新宿区)
- ②⑥ 柳瀬宏太、吉永尚孝、
磁場により変形した中性子星の質量と半
径、日本物理学会第 70 回年次大会、2015 年
3 月 23 日、早稲田大学(東京都・新宿区)
- ②⑦ Yukiko Kaiura、Naotaka Yoshinaga、Koji Higashiyama、
Shell model approach for nuclei with mass
around 220、Fourth Joint Meeting of the
Nuclear Physics Divisions of the American
Physical Society and the Physical Society of
Japan、2014 年 10 月 11 日、Hilton
Waikoloa Village Island of Hawaii (アメリ
カ・ハワイ)
- ②⑧ Kota Yanase、Naotaka Yoshinaga、
Deformed neutron stars due to strong
magnetic field in terms of relativistic mean
field theories、Fourth Joint Meeting of the
Nuclear Physics Divisions of the American
Physical Society and the Physical Society of
Japan、2014 年 10 月 10 日、Hilton
Waikoloa Village Island of Hawaii (アメリ
カ・ハワイ)
- ②⑨ Eri Teruya、Naotaka Yoshinaga、Ryoichi
Arai、Koji Higashiyama、
Estimation of Schiff moments using the
nuclear shell model、Fourth Joint Meeting
of the Nuclear Physics Divisions of the
American Physical Society and the Physical
Society of Japan、2014 年 10 月 8 日、Hilton
Waikoloa Village Island of Hawaii (アメリ
カ・ハワイ)
- ③⑩ Naotaka Yoshinaga、Koji Higashiyama、Eri
Teruya、
Nuclear matrix elements of the double beta
decay for mass around 80、Fourth Joint
Meeting of the Nuclear Physics Divisions
of the American Physical Society and the
Physical Society of Japan、2014 年 10 月
8 日、Hilton Waikoloa Village Island of
Hawaii (アメリカ・ハワイ)
- ③⑪ N. Yoshinaga、K. Higashiyama、D. Taguchi、
E. Teruya、
Neutrinoless double beta nuclear matrix
elements around mass 80 in the nuclear
shell-model、Fifteenth International
Symposium on Capture Gamma-Ray
Spectroscopy and Related Topics (CGS15)、
2014 年 8 月 26 日、Technische Universitat
Dresden (ドイツ・ドレスデン)
- ③⑫ E. Teruya、N. Yoshinaga、K. Higashiyama、
Shell model estimate of electric dipole
moments in medium and heavy nuclei、
Fifteenth International Symposium on
Capture Gamma-Ray Spectroscopy and
Related Topics (CGS15)、2014 年 8 月
25 日、Technische Universitat Dresden (ド
イツ・ドレスデン)
- ③⑬ N. Yoshinaga、K. Higashiyama、D. Taguchi、
E. Teruya、
Neutrinoless double beta nuclear matrix
elements around mass 80 in the nuclear
shell model、Advances in Radioactive
Isotope Science (ARIS2014)、2014 年 6 月
5 日、東京大学(東京都・文京区)
- (他 10 件)
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
東山 幸司 (HIGASHIYAMA, Koji)
千葉工業大学・創造工学部・准教授
研究者番号：60433679
- (2) 研究分担者
吉永 尚孝 (YOSHINAGA, Naotaka)
埼玉大学・理工学研究科・教授
研究者番号：00192427