

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H02893

研究課題名(和文)短寿命励起状態の核磁気モーメント精密測定による中性子過剰核の殻構造変容機構の解明

研究課題名(英文)Elucidation of shell-evolution mechanism in neutron-rich nuclei by precise nuclear magnetic moment measurement of short-lived excited states

研究代表者

井手口 栄治 (Ideguchi, Eiji)

大阪大学・核物理研究センター・准教授

研究者番号：80360494

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は中性子過剰核での殻構造変容の起源解明を目的としている。そのために殻構造の微視的構造を直接反映する物理量である不安定核の磁気モーメント測定法を開発し、ガンマ線検出器や新たに開発する実験装置により多様な原子核で核分光実験を実施し、系統的な研究から変容メカニズム解明を目指すものである。広い原子核領域で殻構造の変容を明らかにするため、質量数40、130、250領域を対象に励起準位構造、磁気モーメント、電気単極子モーメントのデータを取得することが出来た。新たな磁気モーメント測定法実現のため標的-アブソーバー位置可変プランジャー装置と散乱粒子測定用の荷電粒子検出器の開発を行い、装置を完成させた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

殻構造は原子核に安定性をもたらすものであり、宇宙でのr過程元素合成での中性子捕獲断面積に影響を与えるため、その変容は元素合成経路を変化させうる。本研究により、軽質量領域からアクチノイド領域に至る様々な質量数領域での殻構造変容に関するデータを取得することができた。これは元素合成過程の理解に寄与するものと期待される。更に不安定核の魔法数の破れに密接に関連した原子核の変形共存現象の研究を進めることができた。特に40Ca原子核では3つの異なる変形状態が共存し、状態間の干渉効果があることを発見した。これは変形共存現象の理解を進める上で新たな側面を与えるものとなった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to elucidate the origin of the shell evolution in neutron-rich nuclei. For this purpose, we have been developing a method to measure the magnetic moment of unstable nuclei, which is a physical quantity that directly reflects the microscopic structure of the nuclear shell, and to conduct nuclear spectroscopy experiments using gamma-ray detectors and newly developed experimental instruments on a variety of nuclei to elucidate the evolution mechanism through a systematic study. To clarify the shell evolution in a wide range of nuclei, we have obtained data on the excited level structure, magnetic moment, and electric monopole moment in the 40, 130, and 250 mass regions. To realize a new magnetic moment measurement method, a target-absorber variable positioning plunger device and a charged particle detector for measuring scattered particles were developed and completed.

研究分野：原子核物理(実験)

キーワード：殻構造 不安定核 魔法数 磁気モーメント 非弾性散乱 ガンマ線核分光 荷電粒子検出器 ゲルマニウム検出器

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

近年の不安定核ビーム施設の進展により、安定線から遠く離れた原子核の研究が可能となり、そこでは安定線上で確立した殻構造(陽子数Z、中性子数Nが8,20,28等の魔法数を持ち球形の形状をとる)が大きく変化し、魔法数を持つ核にも拘らずその性質が破れて形状が球形から変形に変化したり、新たな魔法数(N=16, 34等)が出現したりすることが分かってきた。

中性子過剰核の殻構造は宇宙でのr過程による元素合成に影響するため、地上に存在する原子核が宇宙でどのような形成されたかという元素の起源の理解に極めて重要である。

殻構造の破れを示す典型例は中性子過剰領域のN=20原子核である $^{32}\text{Mg}$ である。この原子核では中性子数が魔法数20となっているため、基底状態は球形の形状を取ると予想されたが、変形状態の特徴を示すことが報告されている。 $^{34,36,38}\text{Mg}$ 核の研究から、この変形領域はN=28まで広がっていることが明らかになった。同様の現象はN=8, 28, 40等、他の中性子過剰閉殻領域でも発見されている。魔法数の破れに共通して見られる特徴としては、同一の中性子魔法数を持つ原子核で陽子数を減らし(アイソスピンを増加)させていくと、安定線近傍ではスピン・パリティ $0^+$ の基底状態が球形で、励起状態に変形の $0^+$ 状態があるものが、安定線から離れると基底状態に変形状態、励起状態に球形の $0^+$ 状態が出現し、球形状態と変形状態が逆転することがあげられる。これは同一原子核で変形と球形の異なる2つの形状が同時に出現する変形共存現象に対応している。ここではアイソスピンの増加と共に殻構造が進化して殻ギャップが縮小し、それにより変形をもたらす2粒子-2空孔(2p2h)配位が基底状態の0p0h配位に強く混ざってくるために変形した基底状態が出現すると理解される。

このような殻構造の変容が広い質量数領域で殻構造がどのように現れ、如何に変容するかを明らかにすることは元素合成過程を理解する上で重要である。

## 2. 研究の目的

本研究は広い質量数領域で殻構造がどのように変容するのかを実験で明らかにすることを目的としている。また殻構造の破れが起こる際には異なる形状が共存する変形共存現象が現れるため、その出現機構を調査して殻構造の変容メカニズムの解明を目指す。特にその解明に重要な、原子核を構成する核子のスピンとそれが占める軌道を強く反映する磁気モーメントの測定を実現させるために、必要な装置開発を行う。

## 3. 研究の方法

広い質量数領域で殻構造がどのように現れ変容するかを実験で調べるため、軽質量領域から超重元素領域にわたる広い領域の中で質量数40、130、250領域を対象に低エネルギー核反応を用いて励起状態を生成し、その構造を系統的に調べるためガンマ線核分光実験、磁気モーメントの測定、電気単極子モーメント導出のための電子分光実験を実施した。

また、新たに磁気モーメントを測定する手法を確立するために、標的-アブソーバー間距離を高精度で可変できるプランジャー装置(図1)と散乱粒子を検出するための荷電粒子検出器の開発に取り組んだ。

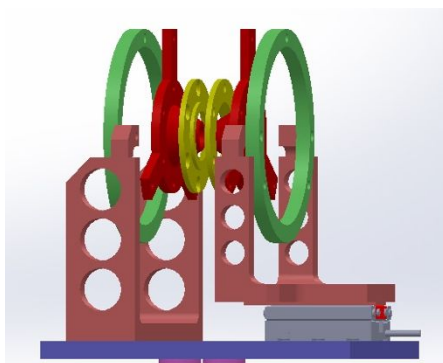


図1. プランジャー装置の模式図。図中の黄色の部品に標的とアブソーバーを設置し、右下のリニアステージを使って両者の距離を高精度で変化可能。

## 4. 研究成果

### (1) 質量数130領域の磁気モーメント

質量数130領域の殻構造理解のため、 $^{133}\text{La}$ 原子核の $11/2^-$ アイソマー準位を対象に時間摂動角度分布法による磁気モーメントおよび四重極モーメントの測定を行った。実験はインド・タタ基礎研究所のタンデム加速器施設で $^{126}\text{Te}(^{11}\text{B}, 4n)^{133}\text{La}$ 反応を用いて現地の共同研究者と協力して行った。超電導電磁石によりビーム軸に垂直方向に2Tの磁場を発生させた中に

金のバックリング付き標的を設置し、周囲に置いた 4 台のゲルマニウム検出器でアイソマーからの崩壊ガンマ線を測定したところ、図 2 に示されるスピン回転スペクトルを取得することができた。解析の結果 g 因子  $1.16 \pm 0.07$ 、四重極モーメント  $1.71 \pm 0.34b$  の結果を得た。大規模殻模型計算との比較から 11/2-準位が  $(h_{11/2}) \times {}^{132}\text{Ba}(0^+)$  の構造を持つことがわかった。

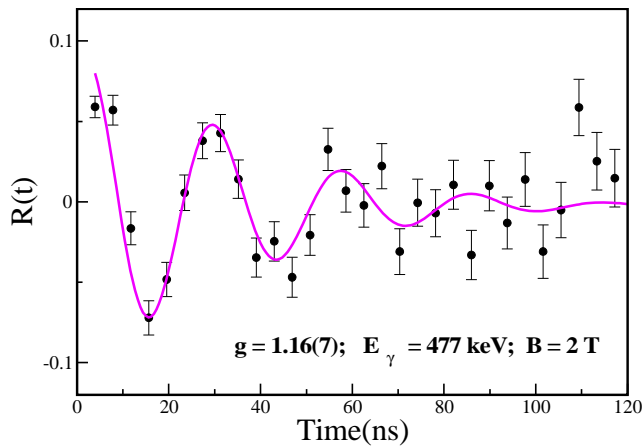


図 2.  ${}^{133}\text{La}$  の 11/2-からのスピン回転スペクトル。

### (2) 質量数 40 領域の変形共存現象

変形共存現象の理解を進めるため、 ${}^{40}\text{Ca}$  原子核を対象に超変形したスピン 0 の励起状態からスピン 0 の基底状態への崩壊遷移測定を行った。スピン 0 の状態間の遷移では角運動量保存則のためガンマ線による遷移が禁止されるが、電子・陽電子放出による遷移は可能である。そこで、これを観測して超変形状態からの崩壊メカニズムを探るためにオーストラリア国立大学の加速器施設にある超電導ソレノイド電磁石による電子分光装置(Super-e)を用いた国際共同実験を行った。その結果、超変形状態から基底状態および超変形状態から通常変形状態、通常変形状態から基底状態への遷移の観測に成功した。

形状の全く異なる状態間は禁止されるため、これらの遷移の発見は 3 つのスピン 0 の状態での主成分がそれぞれ球形、通常変形、超変形であるものの、その他の変形成分も有した混合状態になっている事を意味する。即ち混合状態中の変形が似通った成分間の遷移を経由することで超変形状態から球形状態へ崩壊が起こっていると考えられる。これは原子核が粒子と波動の両方の性質を合わせ持つ量子であり、トンネル効果によって異なる変形状態が混合している事を反映するが、遷移強度を測定することで夫々の成分の混合度を明らかにすることができた。特に超変形-球形間の遷移が他の遷移に比べて著しく抑制されている事が観測されたが、大規模殻模型計算により超変形-球形間の遷移が異なる形状成分間の干渉により打ち消しあうために抑制されている事が分かった。(図 3)

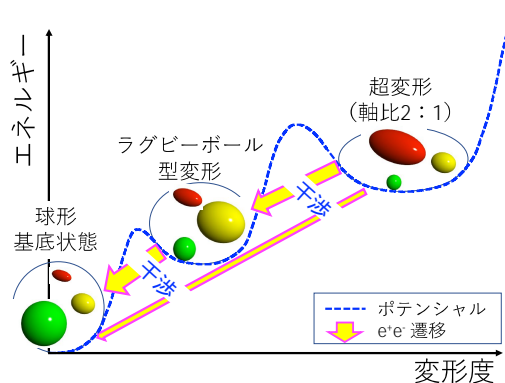


図 3.  ${}^{40}\text{Ca}$  原子核に共存する 3 つの変形状態と電子・陽電子( $e^+e^-$ )遷移の模式図

### (3) クーロン励起による質量数 250 領域の変形状態

質量数 250 のアクチノイド領域の殻構造は超重元素領域に予言される安定の島解明と宇宙での r 過程元素合成の終端でどのように核分裂が起こるかを理解するために重要なものである。本研究では特に質量数 250 領域の変形殻構造解明のため、 ${}^{254}\text{Es}$  標的を用いたクーロン励起反応でのガンマ線核分光により、変形度と励起準位構造を調べるための実験を行った。 ${}^{254}\text{Es}$  は現在実験に用いることができる核種の中で最も重いものである。その結果、図 4 に示される回転バンドスペクトルを取得することができ、励起断面積の解析から変形度を導出することができた。

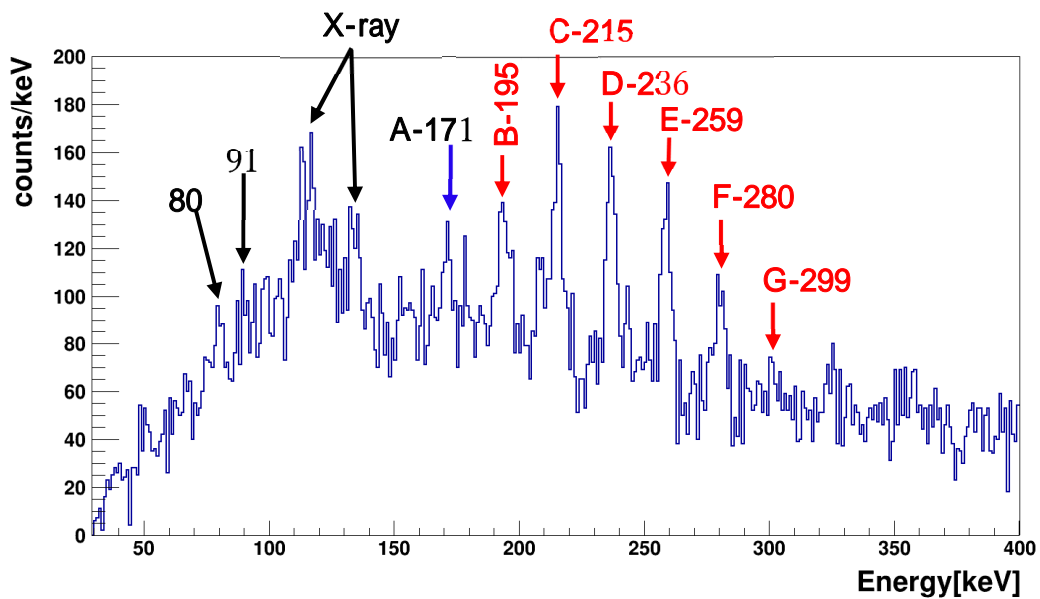


図 4.  $^{254}\text{Es}$  に  $^{58}\text{Ni}$  ビームを照射して得られたガンマ線スペクトル

### まとめ

本研究により質量数 40、130、250 領域を対象に励起準位構造、磁気モーメント、電気単極子モーメントのデータを取得することが出来た。新たな磁気モーメント測定法実現のため標的-アブソーバー位置可変プランジャー装置と散乱粒子測定用の荷電粒子検出器の開発を行い、装置を完成させた。今後これらの装置を使用して磁気モーメント測定を行い、殻構造変容の研究を更に発展させる予定であり、その基礎を築く事ができた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 6件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Dey P., Negi D., Palit R., Srivastava P. C., Laskar Md. S. R., Das B., Babra F. S., Bhattacharya S., Das Biswajit, Devi K. Rojeeta, Gala R., Garg U., Ghugre S. S., Ideguchi E., et al.	4. 巻 105
2. 論文標題 Experimental investigation of high-spin states in 90Zr	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 044307-1--13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.105.044307	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Ideguchi E., Kibedi T., Dowie J.T.H., Hoang T.H., Kumar Raju M., Aoi N., Mitchell A.J., Stuchbery A.E., Shimizu N., Utsuno Y., Akber A., Bignell L.J., Coombes B.J., Eriksen T.K., Gray T.J., Lane G.J., McCormick B.P.	4. 巻 128
2. 論文標題 Electric Monopole Transition from the Superdeformed Band in 40Ca	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 252501-1--6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.128.252501	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Orlandi R., Makii H., Nishio K., Hirose K., Asai M., Tsukada K., Sato T. K., Ito Y., Suzaki F., Nagame Y., Andreyev A. N., Ideguchi E., Aoi N., Pham T. T., Yan S. Q., Shen Y. P., Gao B., Li G.	4. 巻 106
2. 論文標題 New K isomers in 248Cf	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 064301-1--11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.106.064301	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Laskar Md. S. R., Palit R., Ideguchi E., Inakura T., Mishra S. N., Babra F. S., Bhattacharya S., Choudhury D., Das Biswajit, Das B., Dey P., Garg U., Jain A. K., Kundu A., Kumar D., Negi D., Pancholi S. C., Rajbanshi S., Sihotra S.	4. 巻 104
2. 論文標題 Enhanced B(E3) strength observed in $^{137}\text{La}$	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 L011301-1--5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.104.L011301	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Eriksen T. K., Kibe'di T., Reed M. W., Stuchbery A. E., et. al.	4. 巻 102
2. 論文標題 Improved precision on the experimental E0 decay branching ratio of the Hoyle state	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 024320-1~11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.102.024320	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Dowie J.T.H., Kibe'di T., Jenkins D.G., Stuchbery A.E., Akber A., Alshammari H.A., Aoi N., Avaa A., Bignell L.J., Chisapi M.V., Coombes B.J., Eriksen T.K., Gerathy M.S.M., Gray T.J., Hoang T.H., Ideguchi E., Jones P., Kumar Raju M., Lane G.J., McCormick B.P., McKie L.J., Mitchell A.J., Spinks N.J., Tee B.P.E.	4. 巻 811
2. 論文標題 Evidence for shape coexistence and superdeformation in $^{24}\text{Mg}$	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 135855 ~ 135855
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135855	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kundu A., Laskar Md. S. R., Palit R., Raut R., Santra S., Shimizu N., Togashi T., Ideguchi E., et. al.	4. 巻 103
2. 論文標題 New lifetime measurement for the $21^+$ level in $^{112}\text{Sn}$ by the Doppler-shift attenuation method	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 034315-1~8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.034315	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Laskar Md. S. R., Palit R., Mishra S. N., Shimizu N., Utsuno Y., Ideguchi E., Garg U., Biswas S., Babra F. S., Gala R., Palshetkar C. S., Naik Z.	4. 巻 101
2. 論文標題 Structure of the 11/2- isomeric state in 133La	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 34315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.101.034315	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 A. Ertoprak, B. Cederwall, et al.	4. 巻 56
2. 論文標題 Evidence for octupole collectivity in 172Pt	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The European Physical Journal A	6. 最初と最後の頁 56;65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epja/s10050-020-00071-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計23件 (うち招待講演 11件 / うち国際学会 16件)

1. 発表者名 T.T. Pham, E. Ideguchi, N. Aoi, A. Kohda, R. Orlandi, et. al.
2. 発表標題 Nuclear structure study of 254Es via Coulomb Excitation Gamma ray Spectroscopy
3. 学会等名 日本物理学会 2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T.T. Pham, E. Ideguchi, N. Aoi, A. Kohda, R. Orlandi, et. al.
2. 発表標題 Nuclear structure study of 254Es via Coulomb excitation gamma ray spectroscopy
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会 (2022年)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Eiji Ideguchi
2. 発表標題 Electric monopole transition from the superdeformed band in 40Ca
3. 学会等名 International Conference on Shapes and Symmetries in Nuclei: from Experiment to Theory (SSNET'22) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 井手口 栄治、T. Kibedi, J.T.H. Dowie, T.H. Hoang, et al.
2. 発表標題 40Caの超変形バンドからのE0遷移
3. 学会等名 日本物理学会 2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Eiji Ideguchi
2. 発表標題 Study of deformed structure in 254Es and 249Cf via Coulomb excitation gamma-ray spectroscopy
3. 学会等名 VI Topical Workshop on Modern Aspects in Nuclear Structure (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Eiji Ideguchi
2. 発表標題 Shape coexistence and E0 transition from the superdeformed band in 40Ca
3. 学会等名 NUSPEQ2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年



1 . 発表者名 Eiji Ideguchi
2 . 発表標題 Study of deformed structure in 254Es by Coulomb excitation
3 . 学会等名 4th GOSIA Workshop ( 国際学会 )
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 T.T. Pham, R. Yanagihara, E. Ideguchi et. al.
2 . 発表標題 Study of 249Cf by Coulomb Excitation Gamma-ray Spectroscopy
3 . 学会等名 日本物理学会秋季大会
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 T.T. Pham, E. Ideguchi, N. Aoi, A. Kohda, R. Orlandi, et. al.
2 . 発表標題 Study of 254 Es by Coulomb Excitation Gamma-Ray Spectroscopy
3 . 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 E. Ideguchi , T. Kibedi , J. Dowie , T. Hoang , M. Kumar Raju , A. Akber , L. Bignell , B. Coombes , T. Eriksen , M. Gerathy , T. Gray , G. Lane , B. McCormick , A. Mitchell , A. Stuchbery , N. Shimizu , Y. Utsuno
2 . 発表標題 Electric monopole transition from the superdeformed band in 40Ca
3 . 学会等名 International Nuclear Physics Conference 2019 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名	E. Ideguchi, T. Kibedi, J.T.H. Dowie, T.H. Hoang, M. Kumar Raju, A.A. Akber, L. Bignell, B. Coombes, T.K. Eriksen, M.S.M Gerathy, T.J. Gray, G.J. Lane, B.P. McCormick, A.J. Mitchell, A.E. Stuchbery, N. Shimizu, and Y. Utsuno
2. 発表標題	Shape coexistence in mass 40 region studied via E0 and gamma transitions
3. 学会等名	Heavy Ion accelerator Symposium 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	E. Ideguchi, R. Yanagihara, T.T. Pham, R. Orlandi, M. Asai, K. Hirose, Y. Ito, H. Makii, K. Nishio, T. Sato, K. Tsukada, N. Aoi, H.T. Hoang, A. Kohda, M. Kumar Raju, Y. Yamamoto, M. Tanaka, S. Go, R. Wakabayashi
2. 発表標題	Study of A~250 region by Coulomb excitation gamma-ray spectroscopy
3. 学会等名	The 4th International Symposium on Superheavy Elements (SHE2019) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	E. Ideguchi, T. Kibedi, J.T.H. Dowie, T.H. Hoang, M. Kumar Raju, A.A. Akber, L. Bignell, B. Coombes, T.K. Eriksen, M.S.M Gerathy, T.J. Gray, G.J. Lane, B.P. McCormick, A.J. Mitchell, A.E. Stuchbery, N. Shimizu, and Y. Utsuno
2. 発表標題	Electric monopole transition from the superdeformed band in 40Ca
3. 学会等名	Vth Topical Workshop on Modern Aspects in Nuclear Structure (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	井手口 栄治
2. 発表標題	クーロン励起による質量数250 領域原子核のガンマ線分光
3. 学会等名	東海・重イオン科学シンポジウム タンデム加速器成果報告会 (招待講演)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名 井手口栄治, T. Kibedi, J.T.H. Dowie, T.H. Hoang, M. Kumar Raju, A.A. Akber, L. Bignell, B. Coombes, T.K. Eriksen, M.S.M Gerathy, T.J. Gray, G.J. Lane, B.P. McCormick, A.J. Mitchell, A.E. Stuchbery, 清水則孝, 宇都野穰
2. 発表標題 40Caの超変系状態からのE0遷移
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Eiji Ideguchi
2. 発表標題 Gamma-ray spectroscopy with CAGRA and OEDO
3. 学会等名 International Workshop of OEDO (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 E. Ideguchi, Y.D. Fang, M.P. Carpenter, R. Yokoyama, S. Michimasa, T. Koike, H.J. Ong, Y. Ayyad, S. Noji, N. Aoi, D.T. Tran, A. Inoue, C. Iwamoto, T.H. Hoang, P. Chan, T. Suzuki, A. Tamii, Y. Yamamoto, R. Yanagihara, A. Odahara, S. Kanaya, H. Nishibata, H. Kanaoka, S. Zhu, CAGRA collaboration
2. 発表標題 Study of deformed structure in mass 40 region using CAGRA gamma-ray spectrometer
3. 学会等名 5th Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Eiji Ideguchi
2. 発表標題 CAGRA Project at RCNP, Osaka University
3. 学会等名 5th Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan, Gamma-ray Spectroscopy in Japan and North America: Recent Highlight and Future Opportunities (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Eiji Ideguchi
2. 発表標題 Study of shape co-existence in mass A-40 region
3. 学会等名 International Conference on Shapes and Symmetries in Nuclei: from Experiment to Theory (SSNET'18) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Eiji Ideguchi
2. 発表標題 Nuclear structure studies of 254Es region by Coulomb excitation gamma-ray spectroscopy
3. 学会等名 ASRC International Workshop Sakura-2019 "Nuclear Fission and Structure of Exotic Nuclei" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井手口 栄治
2. 発表標題 Study of high-spin states by using energy degraded RI beams
3. 学会等名 ImPACT-OEDO workshop 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 M. Kumar Raju
2. 発表標題 Investigation of nuclear shapes through Coulomb-excitation reorientation-effect measurements
3. 学会等名 DAE-BRNS Symposium on Nuclear Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 井手口 栄治
2. 発表標題 CAGRA Project at RCNP, Osaka University
3. 学会等名 Frontiers in Gamma Ray Spectroscopy (FIG18) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	青井 考 (AOI Nori) (00311647)	大阪大学・核物理研究センター・教授  (14401)	
連携研究者	ムキ クマールラジュ (Mukhi Kumar Raju) (40791934)	大阪大学・核物理研究センター・特任研究員  (14401)	
連携研究者	道正 新一郎 (MICHIMASA Shin'ichiro) (80392140)	東京大学・理学系研究科・助教  (12601)	
連携研究者	小池 武志 (KOIKE Takeshi) (70396422)	東北大学・理学研究科・准教授  (11301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
インド	Tata Institute of Fundamental Research			
オーストラリア	Australian National University			
米国	Argonne National Laboratory	Lawrence Berkeley National Laboratory	Oak Ridge National Laboratory	
中国	Institute of Modern Physics			