研究成果報告書 科学研究費助成事業

今和 5 年 6月 8 日現在

E

機関番号: 82401 研究種目: 基盤研究(B)(一般) 研究期間: 2019~2022 課題番号: 19H01914 研究課題名(和文)減速RIビームで探る高速陽子捕獲過程とX線バースト

研究課題名(英文)Study of rapid proton capture and X-ray burster by energy-degraded RI beams

研究代表者

鈴木 大介 (Suzuki, Daisuke)

国立研究開発法人理化学研究所・仁科加速器科学研究センター・研究員

研究者番号:70769504

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 13,400,000 円

研究成果の概要(和文):超新星爆発・中性子星においては、水素燃焼())が発生し、膨大な熱源を与えるとともに重元素を生成する。その素過程である高速陽子捕獲過程(rp過程)の核反応確率は、直接的な天体観測からは決定不可能である。理研仁科センターの加速器施設RIビームファクトリーにおいて実施した本研究において、放射性同位体(RI)ビームを用いた地上核反応分光実験によって間接下につ過程の核反応を要定価する手法 を開発した。本手法においては核反応を低エネルギーで誘導する制御が重要であり、そのための要素技術を開発 した。 陽子が原子核に捕獲される核反応過程

研究成果の学術的意義や社会的意義 天体中における核反応過程は、直接的には観測できない。RIビームファクトリーのRIビームを用いた核反応分光 実験に基づき地上において核反応率を評価する手法を開発したことにより、水素燃焼過程の速度・元素合成率を より正確に推定することが可能になった。特に、Mo・Ruの異常同位体比問題を解決するうえで、極めて重要だと 考えられているNi-56の反応断面積の実験データを取得することに初めて成功した。

研究成果の概要(英文):The hydrogen burning provides a gigantic energy source and synthesizes heavy elements in supernovae or neutron stars. The reaction probabilities related to the rapid proton capture process (rp-process) in this burning cannot be measured directly from astrophysical observations. In this study at the Radioactive Isotope Beam Factory of RIKEN Nishina Center, we developed a method to evaluate the astrophysical reaction rates of the rp-process based on a terrestrial nuclear reaction spectroscopy experiment by using radioactive isotope beams. Controlled nuclear reactions at low incident energies are at the core of the realization of this method, and we developed associated technologies.

研究分野:実験原子核物理

キーワード: RIビーム 高速陽子捕獲過程 X線バースター 超新星爆発 核子移行反応 ガンマ線核分光 半導体 中性子捕獲断面積

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

高速陽子捕獲過程(rp 過程)は、水素を燃料とした爆発的燃焼過程である。中性子星における X線バースト現象の熱源となる過程として知られていたが、近年の理論研究において、超新星爆 発による残骸中においても水素燃焼が発生し、宇宙の化学組成進化にも寄与することが指摘さ れた。従って、rp 過程による元素合成がどのように時間発展し、どの質量領域まで進行するか は、X線バースト現象における輝度曲線や化学組成における重元素同位体比を理解するうえで、 非常に重要である。しかし、rp 過程に関与する陽子過剰な放射性同位体(RI)の反応断面積、 とりわけ陽子捕獲断面積のデータが決定的に不足しているために、rp 過程のシミュレーション は不定性が極めて大きかった。

2. 研究の目的

理化学研究所仁科センターの RI ビームファクトリーにおいて、放射性同位体(RI) ビームを用いた核反応実験により、陽子捕獲断面積を測定する分光学的手法を確立する。特に、rp 過程の反応速度を律速する半減期の長い同位体(「ウェイティング・ポイント」)の断面積測定を世界に 先駆けて実現することを目指した。

研究の方法

核子(陽子または中性子)捕獲を支配する放射性同位体の共鳴状態を、RIビームに対して核子 移行反応を誘導することで選択的に励起する。測定した核子移行断面積に基づき核反応・崩壊計 算を行うことで核子捕獲断面積を導出することが可能になる。この間接的測定手法は、代理反応 法と呼ばれる。

RI ビームファクトリーは、大強度 RI ビームを供給することが可能な最先端 RI 施設である。ま た本研究を推進するうえで、次のような非常に優れた性能を有している。(1) 0ED0 ビームライ ンにおいて、RI ビームを低エネルギー制御することが可能である。低エネルギーで核反応を誘 導することにより、量子共鳴状態を効率的に生成できる。(2) 共鳴状態が崩壊したあとの量子 状態を磁気スペクトロメータによって識別できる。

本測定を実現するために、次の三つの実験学的研究開発を実施した。(1)ルミノシティ(輝度) の向上。低エネルギー反応では、反応標的厚がエネルギー損失によって制限される。従って、ル ミノシティを確保するためには、RIビームの強度が重要となる。RIビームファクトリーの供給 強度の上限まで 0ED0 ビームラインにビームを輸送できるようにするために、ビーム・モニター 検出器の耐強度特性を向上させることが重要である。(2)液体標的の大口径化。RIビームはス ポットサイズが大きいというデメリットを持つ。標的の口径を数 cm 程度に拡大し、反応効率を 向上する必要がある。(3) 欠損質量分光法とガンマ線分光法の確立。本手法では、共鳴エネル ギーを決定することが求められる。欠損質量分光法は、反応により反跳した標的粒子の運動量か ら共鳴エネルギーを求める手法である。一方、ガンマ線分光法は、共鳴状態がガンマ線脱励起し た際に、共鳴エネルギーをガンマ線エネルギーから求める手法である。これらの分光手法を適用 できるように、検出器開発を行った。

4. 研究成果

(1) 0ED0 ビームラインのビーム・モニター検出器の開発。ダイヤモンド半導体検出器の開発 を行った。0ED0 におけるビーム・モニターでは、飛行時間を高い精度・高い係数率で測定する ことが求められる。飛行時間の情報は、RI の粒子識別と運動エネルギーの決定に用いられる。 そのため飛行時間の精度と測定効率が、識別分解能・エネルギー分解能・実質的ビーム強度に直 結する。ダイヤモンド検出器は、時間分解能が非常に高く、ビームのレート耐性にも優れている。 本研究では、ストリップ分割型のダイヤモンド検出器を開発し、毎秒 10⁶ 個のビーム粒子に対し て 10 ピコ秒(10⁻¹²秒)の分解能で測定することを実現した。これまでのビーム・モニターでは、 毎秒 10⁵ 個が測定可能強度の典型的な上限であった。今回の開発によって輸送可能なビーム強度 を約 10 倍に向上させることを実現した [1]。

(2)大口径・薄型の液体水素標的の開発。口径2cm、厚さ約1mmの薄い液体水素標的を開発 することに成功した。数cm程度の広がりをもつRIビームに対しても、効率よく反応測定を実施 することができるようになった。液相を維持するためには、液体セルの排熱効率を高めるととも に、常温の真空チェンバーからの熱輻射を低減することが重要である。とくに、大口径・薄型の 標的は、熱輻射に暴露される面積が大きいのに対し熱容量が小さいため、技術的な難度が高い。 本研究では、液体セル、開口部のフォイル、熱輻射シールドの材質や構造を最適化した。水素の 液相状態を典型的な実験時間(一週間)の間維持することに成功した[2]。

(3) 欠損質量分光法用シリコン・CsI 検出器アレイ TiNA の開発。反応によって反跳された標 的粒子(イオン)の運動エネルギーと散乱角度を測定するための検出器 TiNA を開発した。電極 ストリップ型(位置感応型)シリコン検出器と CsI 検出器で構成されるテレスコープ10台を用 いて、核子移行反応に対して高い検出効率をもつ最適なセットアップを構築した。真空チェンバー・信号読み出し電子回路系を製作した。検出器の性能評価実験を九州大学タンデム加速器において実施する[3,4]とともに、RIBFにおける⁵⁶Niの中性子移行反応実験(後述)において使用した。



図 I 反跳私于検出器 TINA。 CAD 製図(左)と与具(石)。シリコン検出器(育)と(検出器(半透明)で構成される。

(4) ガンマ線核分光法のゲルマニウム半導体検出器アレイの開発。ゲルマニウム半導体検出器 はガンマ線エネルギーを非常に高い精度で測定することができる。そのため、rp 過程に関与す る重元素同位体の分光には不可欠な実験装置である。一方、非常に高額であることがデメリット であり、理研はもとより国内全体においても使用可能な台数が限られている。そのため RI ビー ムファクトリーにおいては、ゲルマニウム検出器を用いた本格的なガンマ線分光は未だに着手 されていなかった。そうした状況を打破するべく、2019 年に 20 台近い国外のゲルマニウム半導 体検出器を RI ビームファクトリーに集結するプロジェクト HiCARI が立ち上がった。本研究で は当初東大 CNS が所有する GRAPE を用いて開発を進める予定であったが、HiCARI のアレイの方 が検出効率に優れていたこと、また最新鋭の三次元位置感応型検出器も投入されたことから、 HiCARI プロジェクトに参画することにした。検出器の配置の最適化する実験セットアップ案を 考案し、架台の製作を行った。2019-2020 に RI ビームファクトリーにおいて HiCARI アレイを 用いたガンマ線核分光実験のキャンペーンを実施した。RI ビームファクトリーにおいて、はじ めて重元素同位体をゲルマニウム半導体検出器によって高い精度で分光することに成功した [5,6]。HiCARI の成功により、rp 過程に関与する同位体のガンマ線核分光に向けて、大きく前進 することができた。

(5)陽子過剰な放射性同位体⁵⁶Niの中性子移行断面積の測定実験。長い半減期(約2日)をもつ⁵⁶Niは、rp過程の最大のウェイティング・ポイントとして知られる。本研究を進めてゆくのと時を同じくして、とくに⁵⁶Niの中性子捕獲断面積の重要性が理論研究の分野において強く認識されるようになってきた。宇宙の重元素同位体比を理解し、とくに^{92,94}Mo/^{94,96}Ruの過剰存在比問題を解決するうえで重要であることが指摘されている。物理としての重要性が極めて高いケースであると判断して、当初の研究計画を変更して、本研究の主たる実験測定として、⁵⁶Niの中性子移行(d,p)反応の測定を行うこととした。

⁵⁶Ni の中性子捕獲反応は、超新星爆発時に残骸中で発生する rp 過程において、反応速度に強く 影響すると予想されている。⁵⁶Ni は半減期が長いことから、時間とともに蓄積してゆき、合成の 流れを滞留させ、Ni より重い元素の合成を阻害する。この滞留状態を緩和する効果を有するの が、⁵⁶Ni の中性子捕獲反応である。中性子捕獲後に ⁵⁷Ni が陽子を放出して ⁵⁶Co に崩壊する過程 が強くなると、蓄積した Ni が半減期の短い Co へと転換されるために、より重い元素への合成の 流れが誘導される。この効果は、超新星残骸がニュートリノ風に暴露されることで中性子量が増 加することにより促進される。

⁵⁶Ni の中性子捕獲反応は、⁵⁶Ni と中性子がともに不安定であるために、測定されていなかった。 本研究では、中性子移行(d,p)反応を中性子捕獲反応の代理反応として用いることで、世界に 先駆けて中性子捕獲の実験データを得ることを目指した。

実験は 2022 年 5 月に RI ビームファクトリーOEDO ビームラインにおいて実施した。ダイヤモン ド半導体検出器によって、毎秒5 × 10⁵ 個の強度の ⁵⁶Ni ビームを反応測定に用いることが可能 となった。重陽子標的から反跳された陽子を TiNA によって観測するとともに、標的下流の OEDO 磁気スペクトロメータによって、崩壊後の終状態の識別を行った。

本研究で開発した要素技術を用いることにより、統計量に優れた高品質なデータを収集することに成功した[7,8]。中性子捕獲断面積の初めてのデータを得ることを目指して、現在データ解



- S. Michimasa et al., 'OEDO-SHARAQ system: Multifaceted performances in low-energy RI production and high-resolution spectroscopy', Nucl. Instr. and Meth. B 540, 194 (2023).
- [2] S. Koyama et al., 'A liquid hydrogen target for radioactive beam experiments using the missing mass method', Nucl. Instr. and Meth. A 1010, 165477 (2021).
- [3] B. Mauss et al., 'The TiNA array, development and status', 日本物理学会 2019年 秋季大会
- [4] B. Mauss et al., 'Commissioning of the Si-CsI array TiNA for direct reactions at OEDO', RIKEN Accel. Prog. Rep. 55, 93 (2022).
- [5] K. Wimmer et al., 'HiCARI : High-resolution Cluster Array at RIBF', RIKEN Accel. Prog. Rep. 54, S27 (2021).
- [6] R. Taniuchi et al., 'RIBF181:Gamma-ray spectroscopy in the vicinity of ⁷⁸Ni', RIKEN Accel. Prog. Rep. 55, 18 (2022).
- [7] 鈴木大介「RI ビームファクトリーにおける超新星爆発下の核反応研究」、研究会「中性子捕 獲反応で迫る宇宙の元素合成」、2023 年
- [8] 鈴木大介「RI ビームを用いた高速陽子捕獲反応研究」、研究会「星の進化と爆発天体におけ る核反応の物理」、2023 年

5.主な発表論文等

し維誌論乂」 計19件(つち宜読付論乂 19件/つち国除共者 18件/つちオーノンアクセス 2件)	
1.著者名	4.巻
Girard-Alcindor V.、Stefan I.、de Oliveira Santos F.、Sorlin O.、D. Suzuki et al.	⁵⁷
2 . 論文標題	5 . 発行年
Probing nuclear forces beyond the nuclear drip line: the cases of 16F and 15F	2021年
3.雑誌名	6 . 最初と最後の頁
The European Physical Journal A	93-93
掲載論文のD0I(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1140/epja/s10050-021-00410-1	有
オープンアクセス	国際共著
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	該当する
1.著者名	4.巻
Lalanne L.、Sorlin O.、Assie M.、Hammache F.、de Sereville N.、Koyama S.、Suzuki D. et al.	103
2 . 論文標題	5 . 発行年
Evaluation of the 35Kr(p,gamma)36Ca reaction rate using the 37Ca(p,d)36Ca transfer reaction	2021年
3.雑誌名	6 . 最初と最後の頁
Physical Review C	055809-055809
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1103/PhysRevC.103.055809	有
オープンアクセス	国際共著
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	該当する
1.著者名 Koyama S.、Suzuki D.、Assie M.、Kitamura N.、Lalanne L.、Niikura M.、Otsu H.、Saito T.Y.、 Sorlin O.	4.巻 1010
2 . 論文標題	5 . 発行年
A liquid hydrogen target for radioactive beam experiments using the missing mass method	2021年
 2.論文標題 A liquid hydrogen target for radioactive beam experiments using the missing mass method 3.雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment 	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 165477-165477
 2.論文標題 A liquid hydrogen target for radioactive beam experiments using the missing mass method 3.雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2021.165477 	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 165477-165477 査読の有無 有
 2.論文標題 A liquid hydrogen target for radioactive beam experiments using the missing mass method 3.雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2021.165477 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 	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 165477-165477 査読の有無 有 国際共著 該当する
 2.論文標題 A liquid hydrogen target for radioactive beam experiments using the missing mass method 3.雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nima.2021.165477 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 1.著者名 Harding R. D.、Andreyev A. N.、Barzakh A. E.、Cubiss, Imai N. et al., 	5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 165477-165477 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 104

2.論文標題	5 . 発行年
Laser-assisted nuclear decay spectroscopy of 176,177,179 Au	2021年
3.雑誌名	6. 最初と最後の頁
Physical Review C	024326-024326
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1103/PhysRevC.104.024326	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する

	-
1.著者名	4.巻
Kitamura N., Wimmer K., Imai N. et al.	105
2.論文標題	5 . 発行年
In-beam gamma-ray spectroscopy of 32Mg via direct reactions	2022年
3. 雑誌名	6.最初と最後の頁
Physical Review C	034318-034318
掲載論文のD01(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1103/PhysRevC 105.034318	
	13
オープンアクセス	国際共著
	該当する
	4 11

	4. 惷
Kitamura Noritaka, Imai Nobuaki, Haba Hiromitsu, Michimasa Shin'ichiro, Shimoura Susumu,	330
Yamaguchi Yuki	
2.論文標題	5.発行年
Production of 178Hfm2 and a simple chemical separation method for Hf recovery	2021年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry	721 ~ 725
掲載論文のD01(デジタルオプジェクト識別子)	査読の有無
10.1007/s10967-021-08032-z	有
オープンアクセス	国際共著
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	-

1.著者名	4.巻
Iwasa N.、Ishikawa S.、Kubono S. et al.	103
2.論文標題	5 . 発行年
Experimental study of the Gamma_p1/Gamma_p0 ratios of resonance states in 8Be for deducing	2021年
the 7Be(n, p1)7Li* reaction rate relevant to the cosmological lithium problem	
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Physical Review C	015801-015801
掲載論文のD01(デジタルオプジェクト識別子)	査読の有無
10.1103/PhysRevC.103.015801	有
「オープンアクセス	国際共著
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	該当する
	•

1.著者名	4. 巻
Aziz Azni Abdul, Ahmad Nor Sofiah, Ahn S., Aoki Wako, Bhuyan Muruthujaya, Chen Ke-Jung, Guo	31
Gang, Hahn K. I., Kajino Toshitaka, Kassim Hasan Abu, Kim D., Kubono Shigeru et al.	
2.論文標題	5 . 発行年
Progress in nuclear astrophysics of east and southeast Asia	2021年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
AAPPS Bulletin	18-18
掲載論文のD01(デジタルオプジェクト識別子)	査読の有無
10.1007/s43673-021-00018-z	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する

1 素者名 Hu J., Yanaguchi H., Kubono S et al. 4.8 2. 論文標題 Advancement of Photospheric Radius Expansion and Clocked Type-1 X-Ray Burst Wodels with the Ner 220(14) Advancement of Photospheric Radius Expansion and Clocked Type-1 X-Ray Burst Wodels with the Ner 220(14) Advancement of Photospheric Radius Expansion and Clocked Type-1 X-Ray Burst Wodels with the Ner 220(14) Advancement of Photospheric Radius Expansion and Clocked Type-1 X-Ray Burst Wodels with the Ner 220(14) Advancement of Photospheric Radius Expansion and Clocked Type-1 X-Ray Burst Wodels with the Ner 220(14) Advancement of Photospheric Radius Expansion and Clocked Type-1 X-Ray Burst Wodels with the Ner 220(14) Advancement of Photospheric Radius Expansion and Clocked Type-1 X-Ray Burst Wodels with the Ner 220(14) Advancement of Photospheric Radius Expansion and Clocked Type-1 X-Ray Burst Wodels with the Ner 3. Määs Advancement of Photospheric Radius Expansion and Clocked Type-1 X-Ray Burst Wodels with the Ner 3. Määs Advancement of Photospheric Radius Expansion and Clocked Type-1 X-Ray Burst Wodels with the Ner 3. Määs Advancement of Photospheric Radius Expansion and Clocked Type-1 X-Ray Burst Wodels Wodels With Termination Advancement of Photospheric Radius Expansion Advancement of Photospheric Radius Photospheric Radius Photospheric Radius Expansion Ad		
2 . 論文標題 Advancement of Photospheric Radius Expansion and Clocked Type-1 X-Ray Burst Models with the New Z20(14年 220(14年)-220(14年)-2201(年)-2201(年) 5 . 免行年 2001(年) 3 . 熱話名 Physical Review Letters 6 . 思切と最後の頁 17/2011/2701 17/2011/2701 用新語次のDOI (デジタルオブジェクト議例子) 10.1103/PhysRevLat1.127.172701 重読の有無 3.1000 17/2011/2701 オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセスマロない1、又はオープンアクセスが困難 1.5 . 免行年 3.1000 5 . 免行年 3.1000 1.5 . 急行年 3.1000 1. 美者名 Rifey J. E., Laird A. N., de Sereville N., Suzuki. D., et al. 4 . 巻 100 5 . 免行年 2021年 3. M話名 Physical Review C 6 . 意見と是後の頁 015807-015807 0.15807-015807 月報語次のOOI (デジタルオブジェクト議例子) 10.1103/PhysRevC.103.015807 2 . 意双種屬 5 . 急行年 2021年 1. 妻者名 6 . 意見と是後の頁 015807-015807 1 . 妻者名 6 . 5., Lidguchi E., Yokoyana R., Aoi N., Azaiez F., Suzuki D., et al. 4 . 巻 103 1. 参 3. 急話名 1 . 妻者名 6 . 5., Lidguchi E., Yokoyana R., Aoi N., Azaiez F., Suzuki D., et al. 4 . 巻 103 2. 急び音無 7 . ジェククレオブジェクト 3. 急話名 1 . 妻者名 6 . 意知と最後の有 7 . プンアクセス 7 . プンアクセス 7 . プンアクセス 2 . 急が音無 7 . プンアクセス 2 . 急が音無 7 . ジェククレスクレスクレスクレスクレスクレスクレスクレスクレスクレスクレスクレスクレス	1.著者名 Hu J.、Yamaguchi H.、Kubono S et al.	4.巻 127
2010 (Control of a positive for Ball is Explained at the Galaxy Energy 3 - 新語名 Physical Review Letters 2014 (1) (2) (2) (2) (2) (2) (2) (2) (2) (2) (2	2.論文標題 Advancement of Photosphoric Padius Expansion and Clocked Type I.Y. Pay Burst Medals with the New	5.発行年
3 : 第354 1:2701-17201 月秋5ical Review Letters 1:2701-17201 月秋5ical Review Letters 1:2701-17201 月秋5ical Review Letters 1:2701-17201 月秋5ical Review Letters 1:1701-17201 月秋5ical Review Letters 1:2701-17201 オープンアクセス 回際共著 オープンアクセス 回際共著 2 :論文得題 Sub-threshold states in Ne19 relevant to F18(p,)015 3 : 練話名 0:1507/1500 月秋5ical Review C 0:5070-015007 月載60.7015007 2021年 1 : 酒者名 0:103/PhysRevC.103.015807 月秋5ical Review C 0:15070-015007 月載60.7015007 室読の有無 1 : 3747 国際共者 オープンアクセス 国際共者 オープンアクセス 国際共者 オープンアクセス 1:33 2 : 論文得題 5: 発行年 1 : 3748 5: 第行年 1 : 375 2: 論文得題 2 : 論文得題 6: 是型ンアクセスではない、スはオーブンアクセスが回転 1 : 375 2: 論文得題 2 : 論文得題 6: 是型ンと豊坂60頁 0:103/PhysRevC.103.034227 査読の有 1 : 103 7: プンアクセスではない、スはオープンアクセスが回転 <	22Mg(alpha,p)25AI Reaction Rate Determined at the Gamow Energy	
再載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.127.172701 童読の有無 有 オープンアクセス 国際共著 オープンアクセス 1 . 要名名 Rifey J. E., Laird A. M., de Sereville N., Suzuki. D, et al. 4 . 巻 103 2 . 論文視題 Sub-threshold states in Ne19 relevant to F18(p.)015 5 . 発行年 2021年 3 . 練話名 Physical Review C 6 . 最初と最後の頁 015807-015807 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.015807 2歳の有無 有 1	3.維誌名 Physical Review Letters	6.最初と最後の貝 172701-172701
10.1103/PhysRevLett.127.172701 有 オープンアクセス 国際共著 オープンアクセス 国際共著 1.言者名 4.巻 1.言者名 103 2.論又標題 5.%行年 Sub-threshold states in Ne19 relevant to F18(p.)015 5.%行年 3.操誌名 6.最初と最後の頁 Physical Review C 6.最初と最後の頁 10.1103/PhysRevC.103.015807 7 月報論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 2歳の有無 1.言者名 6 6 夏がの有無 1.言者名 6 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7	掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
オーブンアクセス 国際共著 第1<	10.1103/PhysRevLett.127.172701	有
1. 葉者名 Ritey J. E., Laird A. M., de Sereville N., Suzuki. D, et al. 4. 巻 2. 論文標題 Sub-threshold states in Ne19 relevant to F18(p,)015 5. 飛行年 2021年 3. 雑誌名 Physical Review C 6. 最初と最後の頁 015807-015807 潤戦論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.015807 査読の有無 オープンアクセス 1. 著者名 So S., Ideguchi E., Yokoyama R., Aoi N., Azaiez F., Suzuki D., et al. 4. 巻 103 2. 論文標題 High-spin states in S35 5. 飛行年 2021年 3. 俳話名 Physical Review C 6. 最初と最低の頁 の43227-034327 掲載語文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.034327 4. 巻 103 3. 俳話名 Physical Review C 6. 最初と最の有無 有 1. 著者名 Seriera-Lopez X., Fernandez-Doninguez B., Delaunay F., Suzuki D. et al. 4. 巻 811 2. 論文標題 Lon-lying single-particle structure of 17C and the N=14 sub-shell closure 5. 飛行年 2020年 3. 雑誌名 Physics Letters B 6. 最初と最後の頁 15939 - 135939 1. 筆者名 Physics Letters B 6. 最初と最後の頁 135939 - 135939	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. 差者名 4. 巻 Rifey J. E., Laird A. M., de Sereville N., Suzuki. D, et al. 5. 発行年 2. 論文標題 5. 発行年 3. 確認名 6. 是初と最後の頁 Physical Review C 6. 見初と最後の頁 1. 103/PhysRevC. 103.015807 2 満載論文のDOI (デジタルオブジェクト調別子) 2 10.1103/PhysRevC. 103.015807 2 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 1. 著者名 5. 第行年 60 S., Ideguchi E., Yokoyana R., Aoi N., Azaiez F., Suzuki D., et al. 4. 巻 1. 読者名 5. 第行年 2021年 103 2. 論文標題 5. 第行年 1. 読者名 5. 第行年 60 S., Ideguchi E., Yokoyana R., Aoi N., Azaiez F., Suzuki D., et al. 4. 巻 1. 読者名 5. 第行年 2021年 3. 雑誌名 5. 第行年 10.103/PhysRevC.103.034327 2 月戦論文のDOI (デジタルナプジェクト識別子) 2 10.103/PhysRevC.03.034327 2 オープンアクセスではない、又はオープシアクセスが困難 8 1. 著者名 7 Physical Review C 6. 最初と最後の頁 1. 美者名 6. 見切と思え(表) 1. 読者名 6. 見切と思念の頁 1. 著者名 <		
2 . 論文標題 Sub-threshold states in Ne19 relevant to F18(p,)015 5 . 条行年 2021年 3 . 雑誌名 Physical Review C 6 . 最初と最後の頁 015807-015807 掲載論文のD01 (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.015807 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 8 当する 1 . 著者名 Go S., Ideguchi E., Yokoyama R., Aoi N., Azaiez F., Suzuki D., et al. 4 . 巻 103 2 . 論文標題 High-spin states in S35 5 . 発行年 2021年 3 . 雑誌名 Physical Review C 6 . 最初と最後の頁 034327-034327 掲載論文のD01 (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.034327 査読の有無 有 1 . 著者名 Pereira-Lopez X., Fernandez-Dominguez B., Delauney F., Suzuki D. et al. 4 . 巻 811 2 . 論文標題 Low-lying single-particle structure of 17C and the N=14 sub-shell closure 5 . 発行年 2020年 3 . 雑誌名 Physics Letters B 5 . 免行年 2020年 3 . 雑誌名 Physics Letters B 6 . 最初と最後の頁 135338 - 135339 掲載論文のD01 (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135939 査読の有無 有	1.著者名 Riley J. E.、Laird A. M.、de Sereville N.、Suzuki. D, et al.	4.巻 103
3 . 雑誌名 Physical Review C 6 . 最初と最後の頁 015807-015807 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.015807 査読の有無 有 オープンアクセス 国際共著 メ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 103 1 . 著者名 Go S., Ideguchi E., Yokoyama R., Aoi N., Azaiez F., Suzuki D., et al. 4 . 巻 103 2 . 論文標題 High-spin states in S35 5 . 発行年 2021年 3 . 雑誌名 Physical Review C 6 . 最初と最後の頁 034327-034327 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.034327 査読の有無 10.1103/PhysRevC.103.034327 オープンアクセス オープンアクセスてはない、又はオープンアクセスが困難 第 1 . 著者名 Pereira-Lopez X., Fernandez-Dominguez B., Delaunay F., Suzuki D. et al. 4 . 巻 811 2 . 論文標題 Physics Letters B 5 . 発行年 2020年 3 . 雑誌名 Physics Letters B 6 . 最初と最後の頁 135939 - 135939 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135939 査読の有無	2 . 論文標題 Sub-threshold states in Ne19 relevant to F18(p,)015	5 . 発行年 2021年
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.015807 査読の有無 有 オープンアクセス 国際共著 オープンアクセスのはない、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 60 S., Ideguchi E., Yokoyama R., Aoi N., Azaiez F., Suzuki D., et al. 4. 巻 103 2.論文標題 High-spin states in S35 5. 発行年 2021年 3.雑誌名 Physical Review C 6. 最初と最後の頁 034327-034327 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.034327 査読の有無 有 オープンアクセス 国際共著 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 1.著者名 Pereira-Lopez X., Fernandez-Dominguez B., Delaunay F., Suzuki D. et al. 4. 巻 811 2.論文標題 Low-lying single-particle structure of 17C and the N=14 sub-shell closure 5. 発行年 2020年 3.雑誌名 Physics Letters B 6. 最初と最後の頁 135939 - 135939 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135939 査読の有無 有	3.雑誌名 Physical Review C	6 . 最初と最後の頁 015807-015807
オーブンアクセス 国際共著 オーブンアクセスではない、又はオーブンアクセスが困難 国際共著 1. 著者名 Go S., Ideguchi E., Yokoyama R., Aoi N., Azaiez F., Suzuki D., et al. 4. 巻 103 2. 論文標題 High-spin states in S35 5. 発行年 2021年 3. 雑誌名 Physical Review C 6. 最初と最後の頁 034327-034327 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.034327 査読の有無 7 オープンアクセス オープンアクセス 国際共著 第当する 1. 著者名 Pereira-Lopez X., Fernandez-Dominguez B., Delaunay F., Suzuki D. et al. 4. 巻 811 2. 論文標題 Low-lying single-particle structure of 17C and the N=14 sub-shell closure 5. 発行年 2020年 3. 雑誌名 Physics Letters B 6. 最初と最後の頁 135939 ~ 135939 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135939 査読の有無 1.01016/j.physletb.2020.135939	掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.015807	査読の有無 有
1. 著者名 Go S., Ideguchi E., Yokoyama R., Aoi N., Azaiez F., Suzuki D., et al. 4. 巻 103 2. 論文標題 High-spin states in S35 5. 発行年 2021年 3. 雑誌名 Physical Review C 6. 最初と最後の頁 034327-034327 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.034327 査読の有無 7 オープンアクセス Talata 1. 著者名 Pereira-Lopez X., Fernandez-Dominguez B., Delaunay F., Suzuki D. et al. 4. 巻 811 2. 論文標題 Low-lying single-particle structure of 17C and the N=14 sub-shell closure 5. 発行年 2020年 3. 雑誌名 Physics Letters B 6. 最初と最後の頁 135939 ~ 135939 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physIetb.2020.135839 査読の有無 7	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 Go S., Ideguchi E., Yokoyama R., Aoi N., Azaiez F., Suzuki D., et al. 4. 巻 103 2. 論文標題 High-spin states in S35 5. 発行年 2021年 3. 雑誌名 Physical Review C 6. 最初と最後の頁 034327-034327 掲戦論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.034327 査読の有無 有 オープンアクセス オープンアクセス 国際共著 該当する 1. 著者名 Pereira-Lopez X., Fernandez-Dominguez B., Delaunay F., Suzuki D. et al. 4. 巻 811 2. 論文標題 Low-lying single-particle structure of 17C and the N=14 sub-shell closure 5. 発行年 2020年 3. 雑誌名 Physics Letters B 6. 最初と最後の頁 135939 ~ 135939 掲戦論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135939 査読の有無 7		
2 . 論文標題 High-spin states in S35 5 . 発行年 2021年 3 . 雑誌名 Physical Review C 6 . 最初と最後の頁 034327-034327 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.034327 査読の有無 有 オープンアクセス メープンアクセス 国際共著 該当する 1 . 著者名 Pereira-Lopez X.、Fernandez-Dominguez B.、Delaunay F.、Suzuki D. et al. 4 . 巻 811 2 . 論文標題 Low-lying single-particle structure of 17C and the N=14 sub-shell closure 5 . 発行年 2020年 3 . 雑誌名 Physics Letters B 6 . 最初と最後の頁 135939 ~ 135939 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135939 査読の有無 有	1.著者名 Go S.、Ideguchi E.、Yokoyama R.、Aoi N.、Azaiez F.、Suzuki D., et al.	4 . 巻 103
3. 雑誌名 Physical Review C 6. 最初と最後の頁 034327-034327 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.034327 査読の有無 有 オープンアクセス 国際共著 水ープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1. 著者名 Pereira-Lopez X.、Fernandez-Dominguez B.、Delaunay F.、Suzuki D. et al. 4. 巻 811 2. 論文標題 Low-lying single-particle structure of 17C and the N=14 sub-shell closure 5. 発行年 2020年 3. 雑誌名 Physics Letters B 6. 最初と最後の頁 135939 ~ 135939 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135939 査読の有無 有	2 . 論文標題 High-spin states in S35	5 . 発行年 2021年
掲載論文のDDI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.103.034327 査読の有無 有 オープンアクセス 国際共著 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 1.著者名 Pereira-Lopez X.、Fernandez-Dominguez B.、Delaunay F.、Suzuki D. et al. 4.巻 811 2.論文標題 Low-lying single-particle structure of 17C and the N=14 sub-shell closure 5.発行年 2020年 3.雑誌名 Physics Letters B 6.最初と最後の頁 135939~135939 掲載論文のDDI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135939 査読の有無 有	3.雑誌名 Physical Review C	6 . 最初と最後の頁 034327-034327
10.1103/PhysRevC.103.034327 有 オープンアクセス 国際共著 オープンアクセス 国際共著 1.著者名 Pereira-Lopez X., Fernandez-Dominguez B., Delaunay F., Suzuki D. et al. 2.論文標題 5.発行年 Low-lying single-particle structure of 17C and the N=14 sub-shell closure 3.雑誌名 6.最初と最後の頁 Physics Letters B 135939 ~ 135939 掲載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 査読の有無 10.1016/j.physletb.2020.135939 有		査読の有無
オープンアクセス国際共著 該当する1.著者名 Pereira-Lopez X.、Fernandez-Dominguez B.、Delaunay F.、Suzuki D. et al.4.巻 8112.論文標題 Low-lying single-particle structure of 17C and the N=14 sub-shell closure5.発行年 2020年3.雑誌名 Physics Letters B6.最初と最後の頁 135939~135939掲載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135939査読の有無 有	10.1103/PhysRevC.103.034327	有
1.著者名 Pereira-Lopez X.、Fernandez-Dominguez B.、Delaunay F.、Suzuki D. et al.4.巻 8112.論文標題 Low-lying single-particle structure of 17C and the N=14 sub-shell closure5.発行年 2020年3.雑誌名 Physics Letters B6.最初と最後の頁 135939~135939掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135939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
2.論文標題 Low-lying single-particle structure of 17C and the N=14 sub-shell closure 5.発行年 2020年 3.雑誌名 Physics Letters B 6.最初と最後の頁 135939~135939 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135939 査読の有無 有	1.著者名 Pereira-Lopez X.、Fernandez-Dominguez B.、Delaunay F.、Suzuki D. et al.	4.巻 811
3.雑誌名 Physics Letters B 6.最初と最後の頁 135939~135939 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135939 査読の有無 有	2 . 論文標題 Low-lying single-particle structure of 17C and the N=14 sub-shell closure	5 . 発行年 2020年
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 査読の有無 10.1016/j.physletb.2020.135939 有	3.雑誌名 Physics Letters B	6 . 最初と最後の頁 135939~135939
	掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135939	査読の有無 有
オープンアクセス 国際共著 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	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	4.巻
Frotscher A. Gomez-Ramos M. Obertelli A. Doorpenhal P. Niikura M. Suzuki D.	125
	.20
2.論文標題	5 . 発行年
Sequential Nature of (p.3p) Two-Proton Knockout from Neutron-Rich Nuclei	2020年
	2020 1
3.雑誌名	6.最初と最後の貝
Physical Review Letters	012501-012501
	0.2001 0.2001
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10 1103/PhysRevLett 125 012501	右
10.1100/Thyskeveett1125.012501	P P
オーフンアクセス	国際共者
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	該当する
1.者者名	4. 巻
Kitamura N., Wimmer K., Shimizu N., Bader V. M., Bancroft C., Imai, N	102
2 . 請又標題	5. 発行年
Structure of Mg30 explored via in-beam -ray spectroscopy	2020年
2 1944 2	
3.雜誌名	6. 最初と最後の貝
Physical Review C	054318-054318
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10 1103/PhysRevC 102 054318	右
10.1103/11/3/CV0.102.004010	P P
オープンアクセス	国際共著
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	該当する
	A 344
1.著者名	4. 奁
1 . 著者名 Gottardo A., de Angelis G., Doornenbal P., M. Niikura	4. を 102
1.著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura	4. 쥳 102
1.著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura	4.登 102
1.著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura 2.論文標題	4.登 102 5.発行年
1.著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes	4.登 102 5.発行年 2020年
1.著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes	4.登 102 5.発行年 2020年
1.著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes	4. き 102 5. 発行年 2020年
1.著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名	4 . き 102 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁
1.著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名 Physical Review C	4 . を 102 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 014323-014323
1.著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名 Physical Review C	4 . を 102 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 014323-014323
1.著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名 Physical Review C	4 . を 102 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 014323-014323
1.著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名 Physical Review C	4 . を 102 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 014323-014323
 著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura :論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes :雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 	4 . を 102 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無
 著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura :論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes :雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 	4 . を 102 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有
1.著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323	4 . を 102 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有
 著者名 Gottardo A.、 de Angelis G.、 Doornenbal P.、 M. Niikura : 論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes : 雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共業
 1.著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有
1.著者名 Gottardo A.、 de Angelis G.、 Doornenbal P.、 M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 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	4. を 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する
 著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura :論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes :雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する
1.著者名 Gottardo A.、 de Angelis G.、 Doornenbal P.、 M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス 1 英者名	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する
1.著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス 1.著者名 Lektelia T. Lekterd S. Leo L. Deserverted D. Obertallis to Cartic D. start	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4. 巻
 著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura :論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes :雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス 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 :著者名 Lokotko T.、Leblond S.、Lee J.、Doornenbal P.、Obertelli A.、Suzuki D. et al., 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4. 巻 101
1.著者名 Gottardo A.、 de Angelis G.、 Doornenbal P.、 M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセス 1.著者名 Lokotko T.、 Leblond S.、 Lee J.、 Doornenbal P.、 Obertelli A.、 Suzuki D. et al.,	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4. 巻 101
 1.著者名 Gottardo A., de Angelis G., Doornenbal P., M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス 1.著者名 Lokotko T., Leblond S., Lee J., Doornenbal P., Obertelli A., Suzuki D. et al., 2.論文標題 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4. 巻 101 5. 発行年
 著者名 Gottardo A., de Angelis G., Doornenbal P., M. Niikura :論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes :雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセスのはない、又はオープンアクセスが困難 :著者名 Lokotko T., Leblond S., Lee J., Doornenbal P., Obertelli A., Suzuki D. et al., :論文標題 Shell structure of the poutron risk instance Correct 71,72 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4. 巻 101 5. 発行年 2020年
 著者名 Gottardo A., de Angelis G., Doornenbal P., M. Niikura :論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes :雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス 1.著者名 Lokotko T., Leblond S., Lee J., Doornenbal P., Obertelli A., Suzuki D. et al., :論文標題 Shell structure of the neutron-rich isotopes Co69,71,73 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4. 巻 101 5. 発行年 2020年
1.著者名 Gottardo A.、 de Angelis G.、 Doornenbal P.、 M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス ス オープンアクセス 2.論文標題 Shell structure of the neutron-rich isotopes Co69,71,73	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 101 5. 発行年 2020年
 著者名 Gottardo A., de Angelis G., Doornenbal P., M. Niikura :論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes :雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス 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 :著者名 Lokotko T., Leblond S., Lee J., Doornenbal P., Obertelli A., Suzuki D. et al., :論文標題 Shell structure of the neutron-rich isotopes Co69,71,73 :雑誌名 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4. 巻 101 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁
 著者名 Gottardo A., de Angelis G., Doornenbal P., M. Niikura :論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes :雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセスにはない、又はオープンアクセスが困難 :著者名 Lokotko T., Leblond S., Lee J., Doornenbal P., Obertelli A., Suzuki D. et al., :論文標題 Shell structure of the neutron-rich isotopes Co69,71,73 :雑誌名 Physical Review C 	4 を 102 5 発行年 2020年 6 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 巻 101 5 発行年 2020年 6 最初と最後の頁 034314-024914
 著者名 Gottardo A., de Angelis G., Doornenbal P., M. Niikura : 論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes : 雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス 1.著者名 Lokotko T., Leblond S., Lee J., Doornenbal P., Obertelli A., Suzuki D. et al., : 論文標題 Shell structure of the neutron-rich isotopes Co69,71,73 : 雑誌名 Physical Review C 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4. 巻 101 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 034314-034314
 著者名 Gottardo A., de Angelis G., Doornenbal P., M. Niikura : 論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes : 雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセス. : 著者名 Lokotko T., Leblond S., Lee J., Doornenbal P., Obertelli A., Suzuki D. et al., : 論文標題 Shell structure of the neutron-rich isotopes Co69,71,73 : 雑誌名 Physical Review C 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4. 巻 101 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 034314-034314
 著者名 Gottardo A., de Angelis G., Doornenbal P., M. Niikura :論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes :雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセス、 オープンアクセスのbertelli A., Suzuki D. et al., :蓄者名 Lokotko T., Leblond S., Lee J., Doornenbal P., Obertelli A., Suzuki D. et al., :論文標題 Shell structure of the neutron-rich isotopes Co69,71,73 :雑誌名 Physical Review C 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4. 巻 101 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 034314-034314
 著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura :論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes :雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセス :著者名 Lokotko T.、Leblond S.、Lee J.、Doornenbal P.、Obertelli A.、Suzuki D. et al., :論文標題 Shell structure of the neutron-rich isotopes Co69,71,73 :雑誌名 Physical Review C 掲載誌名 Physical Review C 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4. 巻 101 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 034314-034314 査読の有無
 著者名 Gottardo A.、de Angelis G.、Doornenbal P.、M. Niikura :論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes :雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセスてはない、又はオープンアクセスが困難 :著者名 Lokotko T.、Leblond S.、Lee J.、Doornenbal P.、Obertelli A.、Suzuki D. et al., :論文標題 Shell structure of the neutron-rich isotopes Co69,71,73 :雑誌名 Physical Review C :離誌名 Physical Review C :種誌名 Physical Review C 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4. 巻 101 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 034314-034314 査読の有無 査読の有無
 著者名 Gottardo A., de Angelis G., Doornenbal P., M. Niikura : 論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes : 雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセススではない、又はオープンアクセスが困難 : 著者名 Lokotko T., Leblond S., Lee J., Doornenbal P., Obertelli A., Suzuki D. et al., : 論文標題 Shell structure of the neutron-rich isotopes Co69,71,73 : 雑誌名 Physical Review C : 雑誌名 Physical Review C : 雑誌名 Physical Review C 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4. 巻 101 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 034314-034314 査読の有無 有
 著者名 Gottardo A., de Angelis G., Doornenbal P., M. Niikura 論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オーブンアクセス オープンアクセス 1.著者名 Lokotko T., Leblond S., Lee J., Doornenbal P., Obertelli A., Suzuki D. et al., 2.論文標題 Shell structure of the neutron-rich isotopes Co69,71,73 3.雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.101.034314 	4 を 102 5 発行年 2020年 6 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 巻 101 5 発行年 2020年 6 最初と最後の頁 034314-034314 査読の有無 有
 1.著者名 Gottardo A., de Angelis G., Doornenbal P., M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 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 1.著者名 Lokotko T., Leblond S., Lee J., Doornenbal P., Obertelli A., Suzuki D. et al., 2.論文標題 Shell structure of the neutron-rich isotopes Co69,71,73 3.雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.101.034314 オープンアクセス 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4. 巻 101 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 034314-034314 査読の有無 有
 1.著者名 Gottardo A., de Angelis G., Doornenbal P., M. Niikura 2.論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes 3.雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス オープンアクセス 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 1.著者名 Lokotko T., Leblond S., Lee J., Doornenbal P., Obertelli A., Suzuki D. et al., 2.論文標題 Shell structure of the neutron-rich isotopes Co69,71,73 3.雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.101.034314 オープンアクセス 	4. き 102 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4. 巻 101 5. 発行年 2020年 6. 最初と最後の頁 034314-034314 査読の有無 有 国際共著 該当する
 著者名 Gottardo A., de Angelis G., Doornenbal P., M. Niikura : 論文標題 Transition strengths in the neutron-rich Ni73,74,75 isotopes . 雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PHYSREVC.102.014323 オープンアクセス 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 : 著者名 Lokotko T., Leblond S., Lee J., Doornenbal P., Obertelli A., Suzuki D. et al., : 論文標題 Shell structure of the neutron-rich isotopes Co69,71,73 . 雑誌名 Physical Review C 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.101.034314 オープンアクセス オープンアクセス 	4 巻 102 5 発行年 2020年 6 最初と最後の頁 014323-014323 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 巻 101 5 発行年 2020年 6 最初と最後の頁 034314-034314 査読の有無 有 国際共著 該当する

1. 著者名	4
Down No Chartalli A Portulani CA Carai A Deernandal D. Suzuki D. at al	122
Faul N., Oberteritt A., Berturant C.A., Corst A., Doornenbar F., Suzuki D. et al.,	122
2. 論文標題	5 . 発行年
Prominence of Pairing in Inclusive (n 2n) and (n nn) Cross Sections from Neutron-Rich Nuclei	2019年
	2010-
3. 雑誌名	6.最初と最後の負
Physical Review Letters	162503-162503
	102000 102000
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10, 1102/DhypPort att 122, 162502	_
10. 1103/FilySkevLett. 122. 102503	-FI
オーブンアクセス	国際共著
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	該当する
1.著者名	4.巻
Wang H Oteu H Chiga N Kawase S Takeuchi S Sumikama Kubono S Suzuki D et al	2
	2
2 . 論文標題	5 . 発行年
Enhancement of element production by incomplete fusion reaction with weakly bound deuteron	2010年
Emancement of element production by moomprete ruston reaction with weakly bound deuteron	20194
3. 雑誌名	6.最初と最後の頁
Communications Physics	78-83
	10-03
掲載論文のDOL(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1038/\$42005-019-0165-1	月
オープンアクセス	国際共著
オープンマクセフでけない、又けオープンマクセフが困難	該当する
	数1130
1.著者名	4.巻
Vokovana P. Grzywacz P. Kubana S. at al	100
Tokoyama K., Grzywacz K., Kubolio S. et al.	100
2. 論文標題	5.発行年
Strong one-neutron emission from two-neutron unbound states in decays of the r-process	2019年
autor of the neutron consistent from two neutron unbound states in a decays of the f-plotess	2010-
3. 雑誌名	6.最初と最後の頁
Physical Review C	031302-031302
	501002 001002
	<u> </u>
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10, 1103/PhysRev(C, 100, 031302	方
10.1103/11ys/cev0.100.031302	·FI
オープンアクセス	国際共著
│ 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	該当する
〔学会発表〕 計23件(うち招待講演 13件/うち国際学会 16件)	
1 登去考名	
資本大介	
2.発表標題	
Physics of radioactive isotope beams at RIBF	

3 . 学会等名

日本物理学会 2021年秋季大会(招待講演)

4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 甲田旭

тщие

2.発表標題

中性子数40近傍のTi同位体における集団性の変遷

3.学会等名日本物理学会 第77回年次大会

4 . 発表年 2021年

1.発表者名 髙橋弘幸

2.発表標題 二重魔法数78Ni周辺核における核子剥離断面積の系統的測定

3.学会等名日本物理学会 第77回年次大会

4.発表年 2021年

1.発表者名 花井周太郎

2.発表標題

高速応答を活かした大強度ビームのための重イオン飛跡検出器

3 . 学会等名

KEK研究会「放射線検出器とその応用」

4 . 発表年 2021年

1.発表者名 鈴木大介

2.発表標題

Two neutron transfer resonances via alpha scattering

3 . 学会等名

International mini-workshop on "Physics in resonant reaction induced by low-energy RI beam"(招待講演)(国際学会) 4.発表年

2021年

1.発表者名 鈴木大介

鈴木大介

2.発表標題

Spectroscopy of light exotic nuclei beyond the proton drip line

3 . 学会等名

Yamada Conference LXXII: The 8th Asia–Pacific Conference on Few–Body Problems in Physics(招待講演)(国際学会)

4.発表年 2021年

1.発表者名

今井伸明

2.発表標題 不安定核の中性子捕獲反応率測定プロジェクト

3 . 学会等名

r-process研究会「星野錬金術から銀河考古学へ」(招待講演)(国際学会)

4.発表年 2020年

1.発表者名 花井周太郎

2.発表標題

分割電極型PPAC(SR-PPAC)における位置較正手法の開発

3.学会等名日本物理学会 2020年 秋季大会

4 . 発表年

2020年

1.発表者名 鈴木大介

2.発表標題

Recent results from SUNFLOWER and future perspectives

3 . 学会等名

JSPS/NRF/NSFC A3 Foresight Program "Nuclear Physics in the 21st Century" Joint Kickoff Meeting(招待講演)(国際学会) 4.発表年

2019年

1.発表者名 鈴木大介

鈴木大介

2.発表標題

Present and future of in-beam spectroscopy at RIBF

3 . 学会等名

Workshop on RI-beam Spectroscopy by Innovative Gaseous Active Targets(招待講演)(国際学会)

4.発表年

2019年

1 . 発表者名 鈴木大介

2.発表標題

Coulomb and quantum bubbles in heavy nuclei

3 . 学会等名

High Resolution Gamma-Ray Spectroscopy at the RIBF(国際学会)

4.発表年

2019年

1.発表者名

鈴木大介

2.発表標題

rp-process study at OEDO

3 . 学会等名

OEDO collaboration workshop

4.発表年 2019年

1.発表者名

久保野茂

2.発表標題

Heavy Element Synthesis under Explosive Burning on Neutron Stars

3 . 学会等名

The 10th European Summer School on Experimental Nuclear Astrophysics(招待講演)(国際学会)

4 . 発表年 2019年

. 発表者名 久保野茂

1

2.発表標題

Experimental Approach to Explosive H-Burning in X-Ray Bursts and SNell

3.学会等名

Workshop on origin of Elements and Cosmic Evolution: From Big-Bang to Supernovae and Mergers(招待講演)(国際学会)

4.発表年

2019年

1.発表者名 久保野茂

2.発表標題

Special Lectures on Nuclear Astrophysics

3 . 学会等名

Department of Physics, Hong Kong University (招待講演)

4 . 発表年 2019年

1.発表者名 堂園昌伯

2.発表標題

Proton induced reactions on 107Pd at around 30 MeV/nucleon: First result using sloweddown RI beams at OEDO

3 . 学会等名

INPC 2019 (国際学会)

4 . 発表年 2019年

1.発表者名 Jongwon Hwang

2.発表標題

Performance of the OEDO beamline

3 . 学会等名

INPC2019(国際学会)

4 . 発表年

2019年

今井伸明

2 . 発表標題

Controlling the motions of two kinds of fermions in a nucleus, a new energy degraded RI beam line OEDO

3 . 学会等名

Frontier Session of KPS meeting(招待講演)(国際学会)

4.発表年 2019年

1.発表者名 今井伸明

2.発表標題

Evaluation of the neutron capture reaction on 79Se via a surrogate reaction of d(79Se, p) reaction at OEDO

3 . 学会等名

The 15th International Symposium on Origin of Matter and Evolution of Galaxies(国際学会)

4.発表年

2019年

1.発表者名 今井伸明

2.発表標題

r-process核の中性子捕獲反応実験について

3 . 学会等名

基研研究会 原子核物理で紡ぐr-process(招待講演)(国際学会)

4.発表年 2019年

1.発表者名 今井伸明

2.発表標題

逆運動学79Se(d,p)反応による中性子捕獲反応断面積の評価

3 . 学会等名

日本物理学会2019年秋季大会(国際学会)

4 . 発表年 2019年

1.発表者名 堂園昌伯

2.発表標題

Nuclear astrophysics studies with OEDO

3 . 学会等名

JSPS/NRF/NSFC A3 Foresight Program "Nuclear Physics in the 21st Century" Joint Kickoff Meeting(招待講演)(国際学会)

4.発表年

2019年

1.発表者名 今井伸明

2.発表標題

Low-energy RI beam of versatile element; OEDO at RIBF

3 . 学会等名

RCNP ATTPC workshop(招待講演)(国際学会)

4.発表年 2019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
	久保野 茂	国立研究開発法人理化学研究所・仁科加速器科学研究セン ター・客員主等研究員	
研究分担者	(Kubono Shigeru)		
	(20126048)	(82401)	
	新倉潤	国立研究開発法人理化学研究所・仁科加速器科学研究セン ター・協力研究員	
研究分担者	(Niikura Megumi)		
	(50644720)	(82401)	
研究分担者	今井 伸明 (Imai Nobuaki)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・准教授	
	(80373273)	(12601)	

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			
中国	中国科学院			
フランス	IJCIab	GANIL		
イタリア	Universita di Catania			
英国	University of York			
韓国 	Institute for Basic Science			