

物理教室年次報告書

令和1年度

2020年3月
九州大学大学院理学研究院物理学部門

実験核物理

研究室構成員

森田浩介 教授 若狭智嗣 教授 浅井雅人 (RCSHE) 教授
寺西高 准教授 坂口聡志 准教授 長江大輔 (RCSHE) 准教授
藤田訓裕 助教 郷慎太郎 助教 西畑洗希 助教
岩村龍典 技術職員

《 博士研究員 》

鷺山広平 (特任助教, RCSHE) 足立智 (RCSHE) 田中聖臣 (RCSHE)

《 大学院 博士課程 》

庭瀬暁隆

《 大学院 修士課程 》

吉田郭治 猪野元大樹 笠原妃奈 白坂和也
末川慶英 平位勇磨 村上郁斗 坂木重仁
長田茉莉 浜野友哉 内藤夏樹 東聖人

《 学部 卒業研究生 》

後藤滉一 足立智輝 永田優斗 甲斐民人
富松太郎 中島優人 山田智哉 武藤大河 松尾仁 米村千恵子

担当授業

電磁気学 I・同演習 (森田浩介)、最先端物理学 (森田浩介、寺西高)、物理学入門 II (森田浩介)、実験核物理学 (森田浩介、寺西高)、力学・同演習 (若狭智嗣)、原子核物理学 (若狭智嗣)、原子核・高エネルギー実験学 (寺西高)、物理学総合実験 (藤田訓裕、郷慎太郎、西畑洗希)、物理学の進展 (坂口聡志)、基幹物理 IA 演習 (坂口聡志)、基幹物理 IB 演習 (坂口聡志、郷慎太郎)、物理学概論 A (寺西高)、自然科学総合実験 (寺西高)

研究・教育目標と成果

新元素の合成研究 (森田浩介、坂口聡志、郷慎太郎、田中聖臣、長江大輔、浅井雅人、藤田訓裕、庭瀬暁隆、白坂和也、末川慶英、長田茉莉、内藤夏樹、東聖人、村上郁斗) 113 番元素ニホニウムを超える、初の第 8 周期元素となる 119 番新元素の合成研究を進めている。理研仁科センター、オークリッジ国立研究所及び国内外の諸機関と協力し、

4/18～7/2の期間、リングサイクロトロン加速器及び反跳分離装置 GARIS-II を用いて $^{51}\text{V}+^{248}\text{Cm}$ 融合反応による 119 番元素合成実験を遂行した。さらに7月以降は、理研において大規模アップグレードが進行中の超伝導線形加速器 sRILAC による新元素探索を進めるため反跳分離装置 GARIS-III の設置と実験準備を進めている。九大グループは、理研に滞在中の博士課程学生による基幹検出器 Si-box のアップグレードや、九大加速器ビーム応用科学センターにおける MCP 型飛行時間検出器の開発を通じて、新たな実験セットアップの構築に貢献を果たしている。sRILAC と GARIS-III を組み合わせた最新の実験施設は令和2年6月から稼働予定であり、最大化した実験効率をもって新元素の発見を目指す。

超重元素核の融合障壁分布の研究 (庭瀬暁隆、田中泰貴、内藤夏樹、田中聖臣、藤田訓裕、郷慎太郎、坂口聡志、森田浩介)

超重元素合成に用いられる変形アクチノイド核を含む融合反応の障壁分布を理化学研究所にて測定した重元素核間の準弾性散乱データから導出し、障壁分布の広がりの説明に核の変形による効果が重要な役割を果たすことを示した。さらに、得られた障壁分布から短軸側・長軸側からの衝突に対応する入射エネルギーを同定し、蒸発残留核生成断面積のエネルギー依存性と比較することにより、軽い領域において示唆されていた短軸側からの衝突における断面積の増大を世界で初めて直接的に検証した。また、実験的に得られる融合障壁分布から未知の系の融合反応における最適エネルギーを推定する手法を提案した。これらの知見は第8周期の新元素合成における実験条件の決定に大きな貢献を果たすと期待される。

また、九州大学加速器・ビーム応用科学センターにおいて、軽核であるリチウムとバナジウムの準弾性散乱を測定し、障壁分布を導出した。得られた結果をチャンネル結合計算と比較し、バナジウムの励起状態などとの結合による影響を議論した。

超重元素核の γ 線核分光 (末川慶英、浅井雅人)

超重元素の存在とその安定性は、超重核の殻構造に大きく依存する。殻構造は陽子や中性子の一粒子軌道のエネルギー間隔や順序に直接的に現れる。実験的には、分光学的手法により原子核の基底状態や励起状態のスピン・パリティ、一粒子軌道配位、励起エネルギー等を調べることで殻構造の情報を得ることができる。しかし実験的な困難さから、ウランより重い短寿命重アクチノイド核の核分光研究はほとんど行われていないのが現状である。本研究は中性子欠損重アクチノイド核領域の核構造を明らかにすることを目的とし、原子力機構タンデム加速器に付設されたオンライン同位体分離装置 JAEA-ISOL を用いて、 ^{234}Am の EC 崩壊 γ 線分光実験を実施した。実験は2019年5月と7月に行い、 γ - γ 同時計数測定の実験データの解析から、 ^{234}Am の EC 崩壊によっ

て生成される娘核 ^{234}Pu の励起準位構造を明らかにすることに成功した。また、 ^{234}Am に EC 崩壊する核異性体が存在することを初めて明らかにし、 ^{234}Am の基底状態及び核異性体のスピン・パリティ、陽子・中性子軌道配位を推定した。更に副産物として、 ^{234}Np に半減期約 9 分の未知核異性体が存在することを明らかにし、その半減期を精度良く決定するとともに、核異性体転移に伴う γ 線や特性 X 線の同時計数測定にも成功し、核異性体の励起エネルギーや崩壊様式を明らかにするための情報を得ることができた。今後更に詳細な解析を行い、 ^{234}Am , ^{234}Pu , ^{234m}Np の核構造を明らかにし、この領域の原子核の変形状態や殻構造を明らかにする計画である。

超重核の質量測定 (庭瀬暁隆、森田浩介)

原子核の質量は核種固有の物理量であるため、精密な質量測定によってその Z と A を直接識別することができる。そのため、熱い融合反応で作られる核種のように、崩壊連鎖が自発核分裂等によって既知の核へ辿り着かないような同位体であっても一意な核種同定を行うことができる。理化学研究所では気体充填型反跳分離装置 GARIS-II と多重反射型飛行時間測定式質量分光器 MRTOF を用いた短寿命核の質量測定を行っており、超重核の精密質量分析を目指して研究開発を行ってきた。その開発において中核的な役割を担ってきたのが、本グループの開発した α -TOF 検出器である。 α -TOF は原子核の質量とそれに続く崩壊事象を相関取得するための検出器であり、非常に稀な事象においても確度の高い質量測定を実現する。本年度は総計 4.5 日間のビーム照射において、総計 11 イベントの ^{257}Db 起因の α 崩壊信号に相関した飛行時間信号の取得を行い、世界初となる超重核の直接質量測定に成功した。また、取得した 11 イベントは個々の事象でみても全て質量理論モデルによる計算値と一致しており、 ^{257}Rf や ^{257}Lr といった隣接する同重体からは分離されている。このことは、合成した原子核の原子番号と質量数の同定には 1 イベントあれば充分であるということを実験的に明らかにしたことに他ならない。

重アクチノイド核の核分光研究 (郷慎太郎、田中聖臣、坂口聡志、浅井雅人、森田浩介)

原子番号が 100 を超える超重元素領域においては、陽子数魔法数 114、中性子魔法数 184 の二重閉殻構造による強い安定性のためにこれまで発見されているごく短寿命 (秒分単位) の超重核と比べて、圧倒的に長い寿命 (年単位) をもつ超重核が存在できる領域がある可能性が予言されている。この人類未踏の原子核領域を「安定の島」と呼ぶ。しかし、従来の原子核反応ではこれらの原子核は合成することはできず、合成に至る道筋も明らかになっていない。「安定の島」の原子核に期待される安定性を定量化するための原子核の基礎データが必要とされている。重アクチノイド核の励起状態に「安定の島」の閉殻構造を成す軌道が大きく関与するため、本研究室では重アクチノイド

核の核分光実験研究を推進している。本実験を行うため、日本原子力開発機構における実験課題審査会において実験提案を行い、承認された。実験は来年度に実施予定である。

不安定 Ca 同位体の物質半径測定 (田中聖臣)

近年質量数 36 から 52 までの Ca 同位体の核内陽子分布半径が測定され、二重魔法数核 ^{48}Ca を超えた中性子過剰領域で原因不明の異常増大が発現することが示された。しかし、この異常現象は中性子数が増えるにつれて発現しているものの、これらカルシウム同位体の原子核全体の大きさである物質半径の変化に関する実験的情報はこれまでに得られていなかった。そこで本研究ではカルシウム同位体 $^{42-51}\text{Ca}$ の相互作用断面積測定を理研 RI ビームファクトリーで行い、その実験値から物質半径の導出を行った。得られた物質半径についても ^{48}Ca を超えた領域において急激な増大を示し、加えてその増大の程度は先行研究の陽子分布半径に比べて遥かに大きいことが分かった。また、既に良く知られた核半径が増大するメカニズムでは実験値を全く説明できないことが明らかとなった。詳細な議論の結果、急激な半径増大現象は、核内で硬い構造を持つはずの二重魔法数 ^{48}Ca の芯が余剰中性子付与によりあたかもふやけるように外側へ染み出す変化が起きていることが原因であると示唆された。本研究成果は当該年度に論文出版およびプレスリリース発表され、科学新聞にも掲載された。

準弾性散乱による融合障壁分布測定 (内藤夏樹、村上郁人、坂口聡志、田中聖臣)

低エネルギー領域における核融合反応では反応確率が融合障壁の高さに強く依存しているため、融合障壁の高さおよびその分布は核融合の反応エネルギーを決定する上で直接的な情報を与える。また、融合障壁分布は反応する 2 核の核構造を鮮明に反映するため、原子核構造を探るためのプローブとしての応用も期待できる。これらの興味から九州大学加速器・ビーム応用科学センターにおいて準弾性散乱による融合障壁分布測定を進めている。昨年度までは準弾性散乱イベントを ΔE -E カウンターテレスコープにより識別していたが、低エネルギー領域ではカウンターテレスコープの物質量が大きすぎるために準弾性散乱イベントを正しく検出できず測定できなかった。そこで極めて小さな物質量の検出器で構成される TOF-E カウンターテレスコープを当該年度に新たに開発した。九州大学加速器・ビーム応用科学センターのタンデム加速器により供給されるイオンビームを用いて性能評価を行い十分な粒子識別能力を有していることを確認した。その後、開発した検出器を用いて $^6\text{Li}+^{51}\text{V}$ および $^{10}\text{B}+^{27}\text{Al}$ 反応系における融合障壁分布測定を行った。並行して、開発した検出器の様々な重イオンビームに対する性能評価を行うために新たにホウ素、ケイ素、ゲルマニウムのイオンビーム開発を行った。これにより水素からヨウ素 ($Z=1$ から $Z=53$) までの幅広い領域で様々

なイオン種を加速できるようになり、検出器開発のプラットフォームとしての良い環境が得られている。

無機シンチレータを用いたインプランテーション検出器の開発 (白坂和也、郷慎太郎、田中聖臣、坂口聡志、森田浩介)

原子核の新元素・同位体合成実験ではこれまで半導体検出器が利用されているが、その時間応答には10-100 ns程度の限界がある。より重く、より不安定な原子核を合成し、その崩壊を検出するためには半導体検出器に替わる時間応答に優れた検出器開発が重要である。本研究室では、 ^{100}Sn 近傍核に期待される非常に早いアルファ崩壊を検出するため、無機シンチレータを活用したインプランテーション検出器開発を行っている。本年度は加速器・ビーム応用科学センター タンデム加速器施設にて実験を行い、その発光特性を評価した。

重イオン検出用 MCP-ToF 検出器の開発 (村上郁斗、長江大輔、田中聖臣、藤田訓裕、坂口聡志、郷慎太郎、森田浩介)

超重元素合成実験やタンデム加速器を用いた実験等の低エネルギービームでの使用を目的とした薄膜と MCP を用いた検出器を開発した。九大タンデム加速器施設において性能試験を行い、時間分解能、検出効率を評価した。得られた時間分解能は150 ps程度、検出効率は高くとも80%程度である。同様の検出器では性能面で劣っていることが判明し、改善が必要である事が分かった。

密度汎関数法による原子核分裂反応の微視的記述 (鷲山広平)

質量数250程度以上の重い原子核の核分裂反応は大多数の核内核子が関与する大振幅集団運動の一つであり、微視的量子多体理論である原子核密度汎関数法に基づく研究が近年発展を遂げている。本研究では、核分裂反応の研究が盛んに行なわれている ^{240}Pu 及び ^{256}Fm に対して核分裂経路上の集団慣性質量の計算を密度汎関数法に基づく局所乱雑位相近似法 (LQRPA) を用いて行なった。この研究は、先行研究では無視されたきた集団慣性質量に対する分裂ダイナミクスの動的効果の重要性を調べるためのものである。得られた集団慣性質量は ^{240}Pu 及び ^{256}Fm の基底状態及び核分裂アイソマー状態で他の変形度に比べて大きな値を示し、慣性質量が変形度の関数として大きく変化することを明らかにした。また先行研究に比べて1.5-6倍程度大きな慣性質量の値を取ることが分かり、先行研究の手法が不十分であり、この違いが自発核分裂の寿命の評価に大きな影響を与えることを明らかにした。

荷電交換 (p, n) 反応による ^{11}Li のガモフ・テラー遷移の研究 (平位勇磨、若狭智嗣)

ガモフ・テラー共鳴 (GTR) とアイソバリックアナログ共鳴 (IAR) のエネルギー差 $E_{\text{GTR}} - E_{\text{IAR}}$ は、これらの共鳴の集団運動を支配する核の残留相互作用のスピンスピン部分に敏感である。安定核ではこれらの系統的な研究が行われており、残留相互作用が原子核にほぼよらないことがわかっている。しかしながら、残留相互作用の中性子過剰性、すなわちアイソスピン依存性は不明である。今回研究を行った ^{11}Li は $(N - Z)/A = 0.45$ と非常に中性子過剰な原子核であり、アイソスピン依存性の影響が大きいことが期待される。実験は、理化学研究所の RI ビームファクトリー (RIBF) で、核子あたり 182.1 MeV の ^{11}Li を用いて、逆運動学の下で (p, n) 反応を測定した。断面積の角度分布から、断面積が角度が大きくなるにつれて小さくなる、つまり $\Delta L = 0$ の角度分布を持つ GTR のピークを世界で初めて同定した。すでに知られている IAR のエネルギーを用いることで、 $E_{\text{GTR}} - E_{\text{IAR}} = -1.5 \pm 0.1(\text{stat}) \pm 0.3(\text{syst})$ MeV と求めた。これは安定核から予想される結果と無矛盾であり、 ^{11}Li のスピンスピン集団性が安定核のそれと大きく異なることを示唆している。

核子ノックアウト反応による核内核力の解明に向けた反跳陽子スピン測定系の開発 (猪野元大樹、若狭智嗣)

(\bar{p}, pp) 反応における反跳陽子のスピン測定 (偏極移行量 K_{ij} 測定に対応) に向けて陽子偏極度計 (2nd-FPP) の開発を行なっている。現時点での 2nd-FPP のシンチレータの位置分解能の評価のため、宇宙線による軌道再構成のテスト実験を行なった。実験の結果、エネルギー分解能は 1.6 MeV となり、第一励起状態 (4.4 MeV) のピークの分離に十分な精度であることがわかった。しかしながら、位置分解能は不十分であり、新たに MutiWire Drift Chamber (MWDC) を導入することで位置分解能を向上させることを検討した。GEANT4 によるシミュレーションで評価を行なった結果、位置分解能の向上による軌道再構成の精度向上は、 p -C 弾性散乱イベントの分離能力を大きく改善することがわかった。偏極度測定のシミュレーションも行なうため、GEANT4 に核子散乱過程における偏極の効果を取り入れた。その結果、偏極効果としての ϕ 方向の散乱角度分布が正しく実現された。偏極陽子ビームによるシミュレーションから、MWDC を導入すると Figure of Merit が大きく向上し、実験時の測定時間が約 1/3 になることが分かった。

位置感応型ガス検出器を用いた ^{14}C 加速器質量分析系の開発 (笠原妃奈、西畑洸希、若狭智嗣)

加速器質量分析 (Accelerator Mass Spectrometry : AMS) とは、イオン化した試料中の粒子を加速させ、磁場や電場を用いて目的の粒子の識別を行い、検出器でその数を直接測定することで、試料中の極微量の同位体を高精度で計数し同位体比を測定する分析法である。本学の加速器・ビーム応用科学センターでの AMS システムを確立す

るべく、基本となる ^{14}C -AMS の構築に取り組んでいる。本年度は、位置感応型ガス検出器(マルチアノード・イオンチェンバー)を新たに導入した。その AMS システムを用いて、炭素イオンの Ar ガスストリッパ通過後の電荷分布測定、および ^{14}C の存在比が既知の 3 種類の標準試料による炭素同位体比 ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比、 $^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比) の測定を通してシステム全体の性能評価を行った。電荷分布測定では、既知の O_2 ガスストリッパを用いた場合と比較した結果、若干のガス種依存性は認められるものの基本的に無矛盾であることが確認された。標準資料を用いた測定では、イオンチェンバーによる入射粒子のエネルギー損失・入射位置の違いから妨害イオンである $^7\text{Li}^{2+}$ などから ^{14}C を分離することに成功し、標準試料との相対値測定を約 7% の精度で行えることが確認された。今後の課題としては、十分な統計精度のデータを取得し、系統誤差の精査などを行なっていく予定である。

スピン偏極した Mg のベータ崩壊を用いた中性子過剰 Al の励起状態の研究 (浜野友哉、西畑洗希)

中性子数 20 付近の中性子過剰な原子核は、その基底状態で球形が予測されるにも関わらず軸対称に変形していることが実験的に示唆されてきたなど、特異な構造が実験的に示唆され注目を集めている。特に本研究で目的としている中性子過剰な Al 同位体では、励起状態で様々な変形状態が共存しているという予測があり、詳細な実験データが待ち望まれている。しかし、スピン・パリティなどの実験データは少なく、ほぼ基底状態のみに限られる。そこで本研究では、原子核のスピンが揃った(スピン偏極した)Mg のベータ崩壊の空間的異方性を用いることで、その娘核の Al 原子核の励起状態のスピンを実験的に決定できる独自の手法を用いることにより、その構造解明を目指す。11月にカナダの TRIUMF 研究所において、スピン偏極した ^{31}Mg を生成し、 ^{31}Al の励起状態のスピン・パリティを決定する実験を行なった。実験では、8台の高純度ゲルマニウム検出器およびその前面に配置したプラスチックシンチレータを用いて、ベータ線の空間的非対称およびガンマ線を同時計測した。予備的な解析では、 ^{31}Al の励起状態において 8 つの状態についてスピンを決定することができ、今までに報告されていない新たな状態も発見した。今後、より詳細な解析を行い、ベータ線の空間的非対称の精密化・ガンマ線エネルギーの精密な決定・新たな準位の探索を行う予定である。

$^{12}\text{C}(\alpha, \alpha_2)$ 反応の角度分布測定 (久保大志、寺西高)

^{12}C の第 2 励起状態の基底状態への対崩壊分岐比 ($\Gamma_{\text{pair}}/\Gamma$) は、重要な天体核反応であるトリプルアルファ反応の反応率の精度を支配しており、その精密測定が求められている。本学タンデム加速器施設で計画している測定実験では $^{12}\text{C}(\alpha, \alpha_2)$ 反応における共鳴を利用して第 2 励起状態を生成する。本年度はそのための基礎データとして、既知の共鳴エネルギー ($E_\alpha = 13.8 \text{ MeV}$) において、過去の測定データが存在しない角度分布の測定を行った。

${}^6\text{Li}+p$ 共鳴散乱および共鳴反応の逆運動学測定 (吉田郭治、寺西高)

RI ビームによる逆運動学散乱・反応の実験手法のテストを本学タンデム加速器施設において安定核ビームを用いて行っている。本年度は、弾性散乱と組み換え反応の励起関数を一つのセットアップで同時に測定する手法を検証することを目的とし、18.2 MeV の ${}^6\text{Li}$ ビームを厚さ 10.3 mg/cm^2 のポリエチレン標的に照射し逆運動学厚い標的法による測定を行った。解析の結果、 ${}^6\text{Li}(p,p)$ および ${}^6\text{Li}(p,\alpha)$ 反応の励起関数が得られ、それぞれ過去の結果とほぼ一致していることが示された。

発表論文

《原著論文》

Swelling of Doubly Magic ${}^{48}\text{Ca}$ Core in Ca isotopes beyond $N = 28$:

M. Tanaka, M. Takechi, A. Homma, M. Fukuda, D. Nishimura, T. Suzuki, Y. Tanaka, T. Moriguchi, D. S. Ahn, A. Aimaganbetov, M. Amano, H. Arakawa, S. Bagchi, K. H. Behr, N. Burtebayev, K. Chikaato, H. Du, S. Ebata, T. Fujii, N. Fukuda, H. Geissel, T. Hori, W. Horiuchi, S. Hoshino, R. Igosawa, A. Ikeda, N. Inabe, K. Inomata, K. Itahashi, T. Izumikawa, D. Kamioka, N. Kanda, I. Kato, I. Kenzhina, Z. Korkulu, Y. Kuk, K. Kusaka, K. Matsuta, M. Mihara, E. Miyata, D. Nagae, S. Nakamura, M. Nassurlla, K. Nishimuro, K. Nishizuka, K. Ohnishi, M. Ohtake, T. Ohtsubo, S. Omika, H. J. Ong, A. Ozawa, A. Prochazka, H. Sakurai, C. Scheidenberger, Y. Shimizu, T. Sugihara, T. Sumikama, H. Suzuki, S. Suzuki, H. Takeda, Y. K. Tanaka, I. Tanihata, T. Wada, K. Wakayama, S. Yagi, T. Yamaguchi, R. Yanagihara, Y. Yanagisawa, K. Yoshida, T. K. Zholdybayev

Phys. Rev. Lett. **124**, 102501 (2020)

Development of an “ α -TOF” detector for correlated measurement of atomic masses and decay properties:

T. Niwase, M. Wada, P. Schury, H. Haba, S. Ishizawa, Y. Ito, D. Kaji, S. Kimura, H. Miyatake, K. Morimoto, K. Morita, M. Rosenbusch, H. Wollnik, T. Shanley, Y. Benari
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, **953** (2019) 163198.

TDHF and a Macroscopic Aspect of Low-Energy Nuclear Reactions:

Kouhei Washiyama and Kazuyuki Sekizawa

Frontiers in Physics **8**, 93 (2020).

Physics of even-even superheavy nuclei with $96 < Z < 110$ in the quark-meson-coupling model:

J. R. Stone, K. Morita, P. A. M. Guichon, and A. W. Thomas
Phys. Rev. C **100**, 044302 (2019).

Fusion Reaction $^{48}\text{Ca} + ^{249}\text{Bk}$ Leading to Formation of the Element Ts ($Z = 117$):

J. Khuyagbaatar, A. Yakushev, Ch. E. Düllmann, D. Ackermann, L.-L. Andersson, M. Asai, M. Block, R. A. Boll, H. Brand, D. M. Cox, M. Dasgupta, X. Derkx, A. Di Nitto, K. Eberhardt, J. Even, M. Evers, C. Fahlander, U. Forsberg, J. M. Gates, N. Gharibyan, P. Golubev, K. E. Gregorich, J. H. Hamilton, W. Hartmann, R.-D. Herzberg, F. P. Heßberger, D. J. Hinde, J. Hoffmann, R. Hollinger, A. Hübner, E. Jäger, B. Kindler, J. V. Kratz, J. Krier, N. Kurz, M. Laatiaoui, S. Lahiri, R. Lang, B. Lommel, M. Maiti, K. Miernik, S. Minami, A. Mistry, C. Mokry, H. Nitsche, J. P. Omtvedt, G. K. Pang, P. Papadakis, D. Renisch, J. Roberto, D. Rudolph, J. Runke, K. P. Rykaczewski, L. G. Sarmiento, M. Schädel, B. Schausten, A. Semchenkov, D. A. Schaughnessy, P. Steinegger, J. Steiner, E. E. Tereshatov, P. Thörle-Pospiech, K. Tinschert, T. Torres De Heidenreich, N. Trautmann, A. Türler, J. Uusitalo, D. E. Ward, M. Wegrzecki, N. Wiehl, S. M. Van Cleve, and V. Yakusheva
Phys. Rev. C **99**, 054306 (2019).

Optimization of an Isothermal Gas-chromatographic Setup for the Chemical Exploration of Dubnium (Db, $Z = 105$) Oxychlorides:

N. M. Chiera, T. K. Sato, T. Tomitsuka, M. Asai, Y. Ito, K. Shirai, H. Suzuki, K. Tokoi, A. Toyoshima, K. Tsukada, and Y. Nagame
J. Radioanal. Nucl. Chem. **320**, 633 (2019).

Sensitivity of Charged Particle Activation Analysis for Long-lived Radioactive Nuclide Determination:

M. Oshima, Y. Yamaguchi, M. Asai, K. Tsukada, J. Goto, S. Bamba, C. Bi, and T. Morimoto
J. Nucl. Sci. Technol. **56**, 866 (2019).

New Excited 2^+ and 3^- Two-proton States in $^{210}_{84}\text{Po}_{126}$ Populated by Two-proton Trans-

fer:

E. Dupont, A. Astier, C. M. Petrache, B. F. Lv, I. Deloncle, J. Kiener, R. Orlandi, H. Makii, K. Nishio, K. Hirose, M. Asai, T. K. Sato, K. Tsukuba, Y. Ito, K. R. Kean, R. Yanagihara, and G. Scamps
Phys. Rev. C **101**, 014309 (2020).

Subbarrier fusion reactions of an aligned deformed nucleus:

K. Hagino and S. Sakaguchi
Phys. Rev. C **100**, 064614 (2019).

Structure of ^{13}Be probed via quasi-free scattering:

A.Corsi, Y.Kubota, J.Casal, M.Gomez-Ramos, A.M.Moro, G.Authélet, H.Baba, C.Caesar, D.Calvet, A.Delbart, M.Dozono, J.Feng, F.Flavigny, J.-M.Gheller, J.Gibelin, A.Giganon, A.Gillibert, K.Hasegawa, T.Isobe, Y.Kanaya, S.Kawakami, D.Kim, Y.Kiyokawa, M.Kobayashi, N.Kobayashi, T.Kobayashi, Y.Kondo, Z.Korkulu, S.Koyama, V.Lapoux, Y.Maeda, F.M.Marques, T.Motobayashi, T.Miyazaki, T.Nakamura, N.Nakatsuka, Y.Nishio, A.Obertellia, A.Ohkura, N.A.Orr, S.Ota, H.Otsu, T.Ozaki, V.Panin, S.Paschalis, E.C.Pollacco, S.Reichert, J.-Y.Rousse, A.T.Saito, S.Sakaguchi, M.Sako, C.Santamaria, M.Sasano, H.Sato, M.Shikata, Y.Shimizu, Y.Shindo, L.Stuhl, T.Sumikama, Y.L.Suna, M.Tabata, Y.Togano, J.Tsubota, T.Uesaka, Z.H.Yang, J.Yasuda, K.Yoneda, J.Zenihoro
Physics Letters B **797**, 134843 (2019).

OEDO, the energy-degrading beamline at RI Beam Factory:

Shin'ichiro Michimasa, Jongwon Hwang, Kazunari Yamada, Shinsuke Ota, Masanori Dozono, Nobuaki Imai, Koichi Yoshida, Yoshiyuki Yanagisawa, Kensuke Kusaka, Masao Ohtake, Masafumi Matsushita, Deuk Soon Ahn, Olga Beliuskina, Nobuyuki Chiga, Kazuya Chikaato, Naoki Fukuda, Seiya Hayakawa, Eiji Ideguchi, Kotaro Iribe, Chihiro Iwamoto, Shoichiro Kawase, Keita Kawata, Noritaka Kitamura, Shoichiro Masuoka, Hiroari Miyatake, Daisuke Nagae, Ryo Nakajima, Takashi Nakamura, Keita Nakano, Shunichiro Omika, Hideaki Otsu, Hiroyoshi Sakurai, Philipp Schrock, Hideki Shimizu, Yohei Shimizu, Toshiyuki Sumikama, Xiaohui Sun, Daisuke Suzuki, Hiroshi Suzuki, Motonobu Takaki, Maya Takechi, Hiroyuki Takeda, Satoshi Takeuchi, Takashi Teranishi, Rieko Tsunoda, He Wang, Yukinobu Watanabe, Yutaka X. Watanabe, Kathrin Wimmer, Kentaro Yako, Hidetoshi Yamaguchi, Lei Yang, Hiroya Yoshida, Susumu Shimoura

Prog. Theor. Exp. Phys. 2019, 043D01 (2019)

New Test of Modulated Electron Capture Decay of Hydrogen-Like ^{142}Pm Ions: Precision Measurement of Purely Exponential Decay:

F. C. Ozturk, B. Akkus, D. Atanasov, H. Beyer, F. Bosch, D. Boutin, C. Brandau, P. Bühler, R. B. Cakirli, R. J. Chen, W. D. Chen, X. C. Chen, I. Dillmann, C. Dimopoulou, W. Enders, H. G. Essel, T. Faestermann, O. Forstner, B. S. Gao, H. Geissel, R. Gernhäuser, R. E. Grisenti, A. Gumberidze, S. Hagmann, T. Heftrich, M. Heil, M. O. Herdrich, P.-M. Hillenbrand, T. Izumikawa, P. Kienle, C. Klaushofer, C. Kleffner, C. Kozhuharov, R. K. Knöbel, O. Kovalenko, S. Kreim, T. Kühl, C. Lederer-Woods, M. Lestinsky, S. A. Litvinov, Yu. A. Litvinov, Z. Liu, X. W. Ma, L. Maier, B. Mei, H. Miura, I. Mukha, A. Najafi, D. Nagae, T. Nishimura, C. Nociforo, F. Nolden, T. Ohtsubo, Y. Oktem, S. Omika, A. Ozawa, N. Petridis, J. Piotrowski, R. Reifarth, J. Rossbach, R. A. Sánchez, M. S. Sanjari, C. Scheidenberger, R. S. Sidhu, H. Simon, U. Spillmann, M. Steck, Th. Stöhlker, B. H. Sun, L. A. Susam, F. Suzuki, T. Suzuki, S. Yu. Torilov, C. Trageser, M. Trassinelli, S. Trotsenko, X. L. Tu, P. M. Walker, M. Wang, G. Weber, H. Weick, N. Winckler, D. F. A. Winters, P. J. Woods, T. Yamaguchi, X. D. Xu, X. L. Yan, J. C. Yang, Y. J. Yuan, Y. H. Zhang, X. H. Zhou, and the FRS-ESR, ILIMA, SPARC, and TBWD Collaborations

Phys. Lett. B **797** (2019) 134800

Efficiency and timing performance of time-of-flight detector utilizing thin foils and crossed static electric and magnetic fields for mass measurements with Rare-RI Ring facility:

Shinji Suzuki, Akira Ozawa, Daiki Kamioka, Yasushi Abe, Masamichi Amano, Hiroki Arakawa, Zhuang Ge, Kentaro Hiraishi, Yukina Ichikawa, Kumi Inomata, Atsushi Kitagawa, Takaaki Kobayashi, Hong Fu Li, Takuya Matsumoto, Tetsuaki Moriguchi, Momo Mukai, Daisuke Nagae, Sarah Naimi, Shunichiro Omika, Shinji Sato, Yoshiyuki Tajiri, Kiyoshi Wakayama, Takayuki Yamaguchi

Nucl. Instr. and Meth. A **965** (2020) 163807

Observation of a μs isomer in ^{134}In : Proton-neutron coupling “southeast” of ^{132}Sn :

V. H. Phong, G. Lorusso, T. Davinson, A. Estrade, O. Hall, J. Liu, K. Matsui, F. Montes, S. Nishimura, A. Boso, P. H. Regan, R. Shearman, Z. Y. Xu, J. Agramunt, J. M. Allmond, D. S. Ahn, A. Algora, H. Baba, N. T. Brewer, C. G. Bruno, R. Caballero-

Folch, F. Calvino, M. Wolińska-Cichočka, G. Cortes, I. Dillmann, C. Domingo-Pardo, A. Gargano, S. Go, C. J. Griffin, R. K. Grzywacz, L. Harkness-Brennan, T. Isobe, A. Jungclaus, D. Kahl, L. H. Khiem, G. Kiss, A. Korgul, S. Kubono, K. Miernik, A. I. Morales, N. Nepal, M. Piersa, Zs. Podolyák, B. C. Rasco, K. P. Rykaczewski, H. Sakurai, Y. Shimizu, D. W. Stacener, T. Sumikama, H. Suzuki, H. Takeda, J. L. Tain, A. Tarifeño-Saldivia, V. Vaquero, P. J. Woods, R. Yokoyama, and R. C. Yuan
Phys. Rev. C **100**, 011302(R) (2019)

Segmented YSO scintillation detectors as a new β -implant detection tool for decay spectroscopy in fragmentation facilities:

R. Yokoyama, M. Singh, R. Grzywacz, A. Keeler, T. T. King, J. Agramunt, N.T. Brewer, S. Go, J. Heideman, J. Liu, S. Nishimura, P. Parkhurst, V. H. Phong, M. M. Rajabali, B.C. Rasco, K. P. Rykaczewski, D.W. Stracener, J. L. Tain, A. Tolosa-Delgado, K. Vaigneur, and M. Wolińska-Cichočka
Nucl. Instr. Meth. A **937**, 93 (2019)

Proton single particle energies next to ^{78}Ni : Spectroscopy of ^{77}Cu via single proton knock-out reaction:

Zs. Vajta, D. Sohler, Y. Shiga, K. Yoneda, K. Sieja, D. Steppenbeck, Zs. Dombrádi. N. Aoi, P. Doornenbal, J. Lee, H. Liu, M. Matsushita, S. Takeuchi, H. Wang, H. Baba, P. Bednarczyk, Zs. Fülöp, S. Go, T. Hashimoto, E. Ideguchi, K. Ieki, K. Kobayashi, Y. Kondo, R. Minakata, T. Motobayashi, D. Nishimura, H. Otsu, H. Sakurai, Y. Sun, A. Tamaii, R. Tanaka, Z. Tian, T. Yamamoto, X. Yang, Z. Yang, Y. Ye, R. Yokoyama, and J. Zenihiro
Phys. Rev. C **100**, 011302(R) (2019)

Search for α decay of ^{104}Te with a novel recoil-decay scintillation detector:

Y. Xiao, S. Go, R. Grzywacz, R. Orlandi, A. N. Andreyev, M. Asai, M. A. Bentley, G. de Angelis, C. J. Gross, P. Hausladen, K. Hirose, S. Hofmann, H. Ikezoe, D. G. Jenkins, B. Kindler, R. Léguillon, B. Lommel, H. Makii, H. C. Mazzocchi, K. Nishio, P. Parkhurst, S. V. Paulauskas, C. M. Petrache, K. P. Rykaczewski, T. K. Sato, J. Smallcombe, A. Toyoshima, K. Tsukada, K. Vaigneur, and R. Wadsworth
Phys. Rev. C **100**, 034315 (2019)

Chiral g-matrix folding-model approach to reaction cross sections for scattering of Ca

isotopes on a C target:

Shingo Tagami, Masaomi Tanaka, Maya Takechi, Mitsunori Fukuda, Masanobu Yahiro
Phys. Rev. C **101**, 014620 (2020)

Development of prototype RICH detector with multi-anode photomultipliers for radioactive ions:

M. Machida, D. Nishimura, M. Fukuda, S. Yagi, T. Sugihara, S. Kanbe, S. Yamaoka, M. Takechi, M. Tanaka, M. Amano, J. Chiba, K. Chikaato, H. Du, S. Fukuda, A. Homma, T. Hori, A. Ikeda, R. Ishii, T. Izumikawa, Y. Kamisho, N. Kanda, R. Kehl, A. Kitagawa, K. Matsuta, M. Mihara, E. Miyata, A. Mizukami, T. Moriguchi, M. Nagashima, S. Nakamura, M. Nassurlla, K. Ohnishi, T. Ohtsubo, S. Sato, J. Shimaya, T. Suzuki, S. Suzuki, T. Tahara, Y. Tanaka, T. Yamaguchi, R. Yanagihara
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A **931**, 23–28 (2019)

Commissioning of a portable ionization chamber at high counting rate using heavy ion beams:

M.S. Kwag, K.Y. Chae, S.M. Cha, N.N. Duy, K. Iribe, D.H. Kim, M.J. Kim, S. Oka, T. Teranishi, Y. Ueno, H. Yoshida
Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 322 (2019) 579–584.

Elastic scattering for the ${}^8\text{B}$ and ${}^7\text{Be} + {}^{208}\text{Pb}$ systems at near-Coulomb barrier energies:

M. Mazzocco, N. Keeley, A. Boiano, C. Boiano, M. La Commara, C. Manea, C. Parascandolo, D. Pierroutsakou, C. Signorini, E. Strano, D. Torresi, H. Yamaguchi, D. Kahl, L. Acosta, P. Di Meo, J.P. Fernandez-Garcia, T. Glodariu, J. Grebosz, A. Guglielmetti, Y. Hirayama, N. Imai, H. Ishiyama, N. Iwasa, S.C. Jeong, H.M. Jia, Y.H. Kim, S. Kimura, S. Kubono, G. La Rana, C.J. Lin, P. Lotti, G. Marquinez-Duran, I. Martel, H. Miyatake, M. Mukai, T. Nakao, M. Nicoletto, A. Pakou, K. Rusek, Y. Sakaguchi, A.M. Sanchez-Benitez, T. Sava, O. Sgouros, V. Soukeras, F. Soramel, E. Stiliaris, L. Stroe, T. Teranishi, N. Toniolo, Y. Wakabayashi, Y.X. Watanabe, L. Yang, Y.Y. Yang, H.Q. Zhang
Physical Review C 100, 024602 (2019).

g Factor of the ${}^{99}\text{Zr}$ ($7/2^+$) Isomer: Monopole Evolution in the Shape-Coexisting Region:

F. Boulay, G.S. Simpson, Y. Ichikawa, S. Kisyov, D. Bucurescu, A. Takamine, D.S. Ahn, K. Asahi, H. Baba, D.L. Balabanski, T. Egami, T. Fujita, N. Fukuda, C. Funayama, T. Furukawa, G. Georgiev, A. Gladkov, M. Hass, K. Imamura, N. Inabe, Y. Ishibashi, T. Kawaguchi, T. Kawamura, W. Kim, Y. Kobayashi, S. Kojima, A. Kusoglu, R. Lozeva, S. Momiyama, I. Mukul, M. Niikura, H. Nishibata, T. Nishizaka, A. Odahara, Y. Ohtomo, D. Ralet, T. Sato, Y. Shimizu, T. Sumikama, H. Suzuki, H. Takeda, L.C. Tao, Y. Togano, D. Tominaga, H. Ueno, H. Yamazaki, X.F. Yang, J.M. Daugas
Phys. Rev. Lett. **124**, 112501 (2020).

How Different is the Core of ^{25}F from $^{24}\text{O}_{g.s.}$?:

T.L. Tang, T. Uesaka, S. Kawase, D. Beaumel, M. Dozono, T. Fujii, N. Fukuda, T. Fukunaga, A. Galindo-Uribarri, S.H. Hwang, N. Inabe, D. Kameda, T. Kawahara, W. Kim, K. Kisamori, M. Kobayashi, T. Kubo, Y. Kubota, K. Kusaka, C.S. Lee, Y. Maeda, H. Matsubara, S. Michimasa, H. Miya, T. Noro, A. Obertelli, K. Ogata, S. Ota, E. Padilla-Rodal, S. Sakaguchi, H. Sakai, M. Sasano, S. Shimoura, S.S. Stepanyan, H. Suzuki, M. Takaki, H. Takeda, H.T. Okieda, T. Wakasa, T. Wakui, K. Yako, Y. Yanagisawa, J. Yasuda, R. Yokoyama, K. Yoshida, K. Yoshida, J. Zenihiro
Phys. Rev. Lett. **124**, 212502 (2020).

Study of spin-isospin responses of radioactive nuclei with the background-reduced neutron spectrometer, PANDORA:

L. Stuhl, M. Sasano, J. Gao, Y. Hirai, K. Yako, T. Wakasa, D.S. Ahn, H. Baba, A.I. Chilug, S. Franchoo, Y. Fujino, N. Fukuda, J. Gibelin, I.S. Hahn, Z. Halsz, T. Harada, M.N. Harakeh, D. Inomoto, T. Isobe, H. Kasahara, D. Kim, G.G. Kiss, T. Kobayashi, Y. Kondo, Z. Korkulu, S. Koyama, Y. Kubota, A. Kurihara, H.N. Liu, M. Matsumoto, S. Michimasa, H. Miki, M. Miwa, T. Motobayashi, T. Nakamura, M. Nishimura, H. Otsu, V. Panin, S. Park, A.T. Saito, H. Sakai, H. Sato, T. Shimada, Y. Shimizu, S. Shimoura, A. Spiridon, I.C. Stefanescu, X. Sun, Y.L. Sun, H. Suzuki, E. Takada, Y. Togano, T. Tomai, L. Trache, D. Tudor, T. Uesaka, H. Yamada, Z. Yang, M. Yasuda, K. Yoneda, K. Yoshida, J. Zenihiro, and N. Zhang
Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B **463**, 189 (2020).

Development of a neutron detector with a high position resolution at intermediate energies:

Y. Kubota, M. Sasano, T. Uesaka, M. Dozono, M. Itoh, S. Kawase, M. Kobayashi, C.S. Lee, H. Matsubara, K. Miki, H. Miya, Y. Ono, S. Ota, K. Sekiguchi, T. Shima, T. Taguchi, T.L. Tang, H. Tokieda, T. Wakasa, T. Wakui, J. Yasuda, and J. Zenihiro Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A **914**, 32 (2019).

《その他の論文》

First Demonstration of Mass Measurements for Exotic Nuclei using Rare-RI Ring:

D. Nagae, S. Omika, Y. Abe, Y. Yamaguchi, F. Suzaki, K. Wakayama, N. Tadano, R. Igosawa, K. Inomata, H. Arakawa, K. Nishimuro, T. Fujii, T. Mitsui, T. Yamaguchi, T. Suzuki, S. Suzuki, T. Moriguchi, M. Amano, D. Kamioka, A. Ozawa, S. Naimi, Z. Ge, Y. Yanagisawa, H. Baba, S. Michimasa, S. Ota, G. Lorusso, Y. A. Litvinov, M. Wakasugi, T. Uesaka, and Y. Yano

Proceedings of International STORI2017, accepted

MRTOF+ α -ToF を用いた ^{207}Ra の質量-崩壊特性測定:

庭瀬暁隆, 和田道治, P. Schury, 伊藤由太, 木村創大, 加治大哉, M. Rosenbusch, 渡辺裕, 平山賀一, 宮武宇也, J. Y. MOON, 石山博恒, 森本幸司, 羽場宏光, 田中泰貴, 石澤倫, 高峰愛子, 森田浩介, H. Wollnik

日本放射化学会誌 第41号 2020年3月.

New energy-degrading beamline for in-flight RI beams, OEDO:

S. Michimasa, N. Imai, M. Dozono, J.W. Hwang, K. Yamada, S. Ota, K. Yoshida, Y. Yanagisawa, K. Kusaka, M. Ohtake, M. Matsushita, D.S. Ahn, O. Beliuskina, N. Chiga, K. Chikaato, N. Fukuda, S. Hayakawa, E. Ideguchi, K. Iribe, C. Iwamoto, S. Kawase, K. Kawata, N. Kitamura, S. Masuoka, H. Miyatake, D. Nagae, R. Nakajima, T. Nakamura, K. Nakano, S. Omika, H. Otsu, H. Sakurai, P. Schrock, H. Shimizu, Y. Shimizu, T. Sumikama, X. Sun, D. Suzuki, H. Suzuki, M. Takaki, M. Takechi, H. Takeda, S. Takeuchi, T. Teranishi, R. Tsunoda, H. Wang, Y. Watanabe, Y.X. Watanabe, K. Wimmer, K. Yako, H. Yamaguchi, L. Yang, H. Yoshida, S. Shimoura Nucl. Instr. and Meth. B **463** (2020) 143-147

Development of a new in-ring beam monitor in the Rare-RI Ring:

S. Omika, T. Yamaguchi, N. Tadano, Y. Abe, M. Amano, Z. Ge, D. Kamioka, T. Moriguchi, D. Nagae, S. Naimi, A. Ozawa, F. Suzaki, S. Suzuki, T. Suzuki, T. Uesaka, M. Wakasugi, K. Wakayama, Y. Yamaguchi

Nucl. Instr. and Meth. B **463** (2020) 241-243

Studying the exotic decay $^{70}\text{Kr} \rightarrow ^{70}\text{Br}$:

A. Vitéz-Sveiczler, A. Algora, A. I. Morales, B. Rubio, G. G. Kiss, G. de Angelis, F. Recchia, S. Nishimura, J. Agramunt, V. Guadilla, A. Montaner-Pizá, S. E.A. Orrigo, A. Horváth, D. Napoli, S. Lenzi, A. Boso, V. H. Phong, J. Wu, P. A. Söderström, T. Sumikama, H. Suzuki, H. Takeda, D. S. Ahn, H. Baba, P. Doornenbal, N. Fukuda, N. Inabe, T. Isobe, T. Kubo, S. Kubono, H. Sakurai, Y. Shimizu, S. Chen, B. Blank, P. Ascher, M. Gerbaux, T. Goigoux, J. Giovinazzo, S. Grévy, T. Kurtukián Nieto, C. Magron, W. Gelletly, Z. Dombrádi, Y. Fujita, M. Tanaka, P. Aguilera, F. Molina, J. Eberth, F. Diel, D. Lubos, C. Borcea, E. Ganioglu, D. Nishimura, H. Oikawa, Y. Takei, S. Yagi, W. Korten, G. De France, P. Davies, J. Liu, J. Lee, T. Lokotko, I. Kojouharov, N. Kurz, H. Shaffner

Acta Physica Polonica B **51**, 587–594 (2020)

Beta-NMR of short-lived nucleus ^{17}N in liquids:

Mototsugu Mihara, Takanobu Sugihara, Mitsunori Fukuda, Akira Homma, Takuji Izumikawa, Atsushi Kitagawa, Kensaku Matsuta, Tadanori Minaisono, Sadao Momota, Takashi Nagatomo, Hiroki Nishibata, Daiki Nishimura, Kosuke Ohnishi, Takashi Ohtsubo, Akira Ozawa, Shinji Sato, Masaomi Tanaka, Ryo Wakabayashi, Shoichi Yagi, Rikuto Yanagihara

Hyperfine Interactions **240**, 113 (2019)

Beta decay of the $T_z = -2$ nucleus ^{64}Se and its descendants:

B. Rubio, P. Aguilera, F. Molina, J. Agramunt, A. Algora, V. Guadilla, A. Montaner-Pizá, A. I. Morales, S. E.A. Orrigo, W. Gelletly, B. Blank, P. Asher, M. Gerbaux, J. Giovinazzo, S. Grevy, T. Kurtukian, C. Magron, J. Chiba, D. Nishimura, H. Oikawa, Y. Takei, S. Yang, D. S. Ahn, P. Doornenbal, N. Fukuda, N. Inabe, G. Kiss, T. Kubo, S. Kubono, S. Nishimura, Y. Shimizu, C. Sidong, P. A. Söderström, T. Sumikama, H. Suzuki, H. Takeda, P. Vi, J. Wu, Y. Fujita, M. Tanaka, F. Diel, D. Lubos, G. De Angelis, D. Napoli, C. Borcea, A. Boso, R. B. Cakirli, E. Ganioglu, G. De France, S. Go

Journal of Physics: Conference Series **1308**, 012018 (2019)

^{67}Kr two-proton radioactivity: Results and theoretical interpretations:

T. Goigoux, P. Ascher, B. Blank, M. Gerbaux, J. Giovinazzo, S. Grévy, T. Kurtukian Nieto, C. Magron, D. S. Ahn, P. Doornenbal, N. Fukuda, N. Inabe, G. Kiss, T. Kubo, S. Kubono, S. Nishimura, H. Sakurai, Y. Shimizu, C. Sidong, P. A. Söderström, T. Sumikama, H. Suzuki, H. Takeda, P. Vi, J. Wu, Y. Fujita, M. Tanaka, J. Agramunt, A. Algora, V. Guadilla, A. Montaner-Piza, A. I. Morales, S. E.A. Orrigo, B. Rubio, W. Gelletly, P. Aguilera, F. Molina, F. Diel, D. Lubos, G. de Angelis, D. Napoli, C. Borcea, A. Boso, R. B. Cakirli, E. Ganioglu, J. Chiba, D. Nishimura, H. Oikawa, Y. Takei, S. Yagi, K. Wimmer, G. De France, S. Go, B. A. Brown
acta Physica Polonica B **50**, 399 (2019)

原子核のかたちから核図表をみる:

中務孝、江幡修一郎、鷺山広平

日本原子力学会誌 61 巻 8 号 p. 610 (2019)

講演

《 海外での講演 》

Superheavy element search at RIKEN (招待講演):

K. Morita

The 4th International Symposium on Superheavy Elements, December 1-5, 2019, Hakone, Japan

Spontaneous Fission Studies for Neutron-rich Fm and Lr Isotopes:

M. Asai, K. Tsukada, K. Hirose, A. Toyoshima, T. Tomitsuka, N. M. Chiera, Y. Ito, H. Makii, Y. Nagame, K. Nishio, R. Orlandi, K. K. Ratha, T. K. Sato, H. Suzuki, K. Tokoi, M. J. Vermeulen, R. Yanagihara, I. Nishinaka, H. Kamada, M. Shibata, S. Goto, H. Hirose, H. Hayashi, M. Sakama, and A. N. Andreyev

TAN 19: 6th International Conference on the Chemistry and Physics of the Transactinide Elements, 25–30 August 2019, Wilhelmshaven, Germany.

Spontaneous Fission Measurements for Neutron-rich Fm and Lr Isotopes Using ^{254}Es Target:

M. Asai, K. Tsukada, K. Hirose, A. Toyoshima, T. Tomitsuka, N. M. Chiera, Y. Ito, H. Makii, Y. Nagame, K. Nishio, R. Orlandi, K. K. Ratha, T. K. Sato, H. Suzuki,

K. Tokoi, M. J. Vermeulen, R. Yanagihara, I. Nishinaka, H. Kamada, M. Shibata, S. Goto, H. Hirose, H. Hayashi, M. Sakama, and A. N. Andreyev
SHE2019: The 4th International Symposium on Superheavy Elements, 1–5 December 2019, Hakone, Japan.

Spectroscopy and Fission studies for Heavy- and Superheavy Nuclei at JAEA Tandem Accelerator:

M. Asai

JSPS/NRF/NSFC A3 Foresight Program “Nuclear Physics in the 21st Century” Joint Kickoff Meeting, 6–7 December 2019, Kobe, Japan.

Fission mechanism studies using actinide materials including ^{254}Es :

M. Asai

Seminar, 11 December 2019, Oak Ridge National Laboratory, USA.

Isospin-generalized proton elastic scattering as a probe for isovector nucleon density distribution (招待講演):

S. Sakaguchi

9th International Symposium on Nuclear Symmetry Energy (NuSYM), Oct. 2019., DaNang, Vietnam

Research Center for SuperHeavy Elements at Kyushu University:

S. Sakaguchi

nSHE RG collaboration meeting 2019, 30-31 May. 2019, OakRidge National Laboratory, US.

Perspective in the Super Heavy Element Research:

S. Sakaguchi

JSPS/NRF/NSFC A3 Foresight Program “Nuclear Physics in the 21st Century”, Nuclear Structure & Nuclear Reaction Joint Kickoff Meeting, 6—7 Dec. 2019., Kobe, Japan.

Data Analysis II:

Shintaro Go

nSHE RG Collaboration Meeting, 30-31 May 2019, Oak Ridge, US.

Fusion barrier distribution for reaction between two deformed nuclei via quasi-elastic back-scattering measurement:

M. Tanaka,

International Symposium on Superheavy Elements (SHE2019), 1-5 December 2019, Hakone, Japan.

Remarkable growth in matter radii of Ca isotopes across neutron magic number $N=28$ via interaction cross section measurements:

M. Tanaka,

International Nuclear Physics Conference 2019 (INPC2019), 29 July - 2 August 2019, Glasgow, UK.

Excitation modes and collective mass from Skyrme energy density functional:

Kouhei Washiyama and Takashi Nakatsukasa,

INPC2019, July 29-August 2, 2019, Glasgow, United Kingdom

Heavy-ion fusion and fission dynamics relevant to the synthesis of superheavy elements:

Kouhei Washiyama,

RIBF Users Meeting 2019, September 3-4, 2019, RIKEN, Japan

Toward reliable framework for collective inertia along fission path:

Kouhei Washiyama,

China-Japan Collaboration Workshop on “Nuclear Mass and Life for Unraveling Mysteries of R-process”, October 10-12, 2019, ITP/CAS, China

Collective inertia along the fission path from Skyrme-QRPA:

Kouhei Washiyama and Takashi Nakatsukasa,

The 4th International Symposium on Superheavy Elements, December 1-5, 2019, Hakone, Japan

Fusion and fission dynamics with density functional theory:

Kouhei Washiyama,

Japan-France Joint workshop on “Clusters in quantum systems: from atoms to nuclei and hadrons”, January 27-31, 2020, Kyushu University, Japan

Correlation measurement of precision mass and decay properties of nuclei via MRTOF-MS with α -ToF detector:

T. Niwase, M. Wada, P. Schury, Y. Ito, D. Kaji, M. Rosenbusch, Y. X. Watanabe, Y. Hirayama, J.Y. MOON, H. Ishiyama, T. Tanaka, A. Takamine, S. Kimura, K. Morimoto, H. Haba, S. Ishizawa, K. Morita, H. Miyatake, H. Wollnik

4th International Symposium on Superheavy Elements, Hakone, Japan, 2019/12/4

Development and first results from a novel “ α -TOF” detector used with a multi-reflection time-of-flight mass spectrograph (poster):

T. Niwase, M. Wada, P. Schury, Y. Ito, S. Kimura, D. Kaji, M. Rosenbusch, Y. X. Watanabe, Y. Hirayama, H. Miyatake, J. Y. Moon, H. Ishiyama, K. Morimoto, H. Haba, T. Tanaka, S. Ishizawa, A. Takamine, K. Morita and H. Wollnik

6th International Conference on the Chemistry and Physics of the Transactinide Elements, Wilhelmshaven, Germany, 2019/8

Development of fast timing implantation detector for superheavy-element research (poster):

K. Shirasaka, S. Go, S. Sakaguchi, R.Grzywacz, M. Higashi, T. Kai, A.Keeler, T. King, J. Matsuo, T. Muto, Y. Nagata, M. Osada, M. Singh, Y. Suekawa, M. Tanaka, T. Tomimats and K. Morita

The 4th International Symposium on Superheavy Elements, December 1-5, 2019, Hakone, Japan

EC - decay spectroscopy of neutron - deficient nuclei ^{234}Am and ^{234m}Np (poster):

Y. Suekawa, H. Kamada, M. Asai, A. N. Andreyev, K. Fujita, S. Go, K. Hirose, Y. Ito, H. Makii, A. Mitsukai, K. Morita, Y. Nagame, K. Nishio, T. Niwase, R. Orlandi, A. Osa, S. Sakaguchi, M. Sakama, D. Sato, T. K. Sato, M. Shibata, F. Suzaki, H. Suzuki, M. Tanaka, K. Tokoi, T. Tomitsuka, A. Toyoshima and K. Tsukada

The 4th International Symposium on Superheavy Elements, December 1-5, 2019, Hakone, Japan

Development of MCP ToF Detectors at Kyushu University (poster):

I. Murakami, S. Sakaguchi, M. Tanaka, D. Nagae, S. Adachi, K. Bando, K. Fujita, S. Go, M. Higashi, S. Ishizawa, T. Kai, D. Kaji, J. Matsuo, K. Morimoto, T. Muto, Y.

Nagata, N. Naito, T. Niwase, M. Osada, K. Shirasaka, Y. Suekawa, T. Tomimatsu and K. Morita

The 4th International Symposium on Superheavy Elements, December 1-5, 2019, Hakone, Japan

Measurement of ${}^6\text{Li} + {}^{51}\text{V}$ fusion barrier distribution at Kyushu University (poster):

N. Naito, M. Tanaka, S. Sakaguchi, S. Go, K. Washiyama, M. Higashi, T. Kai, J. Matsuo, I. Murakami, T. Muto, Y. Nagata, M. Osada, K. Shirasaka, Y. Suekawa, T. Tomimatsu and K. Morita

The 4th International Symposium on Superheavy Elements, December 1-5, 2019, Hakone, Japan

《国内での講演》

新元素の探索:

森田浩介

全国高等学校総合文化祭、2019年7月29日、佐賀総文

超重元素合成のための核融合反応機構の初歩:

森田浩介

第58回核化学夏の学校、2019年9月11-14日、由布院

新元素の探索:

森田浩介

錯体化学討論会、2019年9月21日、名古屋大

新元素の探索:

森田浩介

日本放射化学学会第63回討論会、2019年9月25日、福島県いわき市いわき産業創造館

新元素の探索:

森田浩介

サイエンスカフェ IN SAGA、2019年9月28日、佐賀県立九州シンクロ光研究センター

新元素の探索:

森田浩介

埼玉大学むつめ祭、2019年11月2日、埼玉大

新元素の探索:

森田浩介

発明科学セミナー、2019年11月16日、大分県試験研究機関

新元素の探索:

森田浩介

福井県サイエンスフェスタ、2020年2月11日、福井市 AOSSA

新元素・新同位体合成の実験的研究:

坂口聡志

近畿大学セミナー、2019年6月7日、近畿大学

九州大学 超重元素研究センター (RCSHE) の紹介:

坂口聡志

第58回核化学夏の学校、2019年9月11-14日、由布院

重元素領域の新同位体生成法の開拓と核反応機構研究:

坂口聡志

日本物理学会 2019年秋季大会、2019年9月17-20日、山形大学

Current status of search for element 119:

坂口聡志

2019 Symposium on Nuclear Data、2019年11月28-30日、九州大学

“Proton resonant scattering in inverse kinematics with low-energy beams”:

T. Teranishi

Workshop on RI-beam Spectroscopy by Innovative Gaseous Active Targets, Dec. 19,
Research Center for Nuclear Physics (RCNP), Osaka University.

核図表のなかの砥石:

郷慎太郎

第三回若手放談会、2020年2月19-21日、理化学研究所神戸キャンパス（兵庫県）

スピン偏極 Mg のベータ崩壊を用いた中性子過剰な Al 同位体の構造研究:

西畑洸希

日本物理学会第75回年次大会、2020年3月16日、名古屋大学

Ca 同位体の中性子剥離全断面積測定:

田中聖臣

日本物理学会第75回年次大会、2020年03月16日、名古屋大学（愛知県）

中性子魔法数 28 近傍 Ca 同位体の中性子スキン厚:

田中聖臣

UTTAC セミナー、2019年10月21日、筑波大学（茨城県）

原子核密度汎関数法に基づいた超重核の生成、核分裂の記述:

鷲山広平

基研研究会「原子核物理でつむぐ r プロセス」、2019年5月24日、京都大学、京都

超重元素領域における核融合・核分裂反応:

鷲山広平

近畿大学大学院総合理工学研究科 学際研究・課外セミナー、2019年6月6日、近畿大学、東大阪

Collective inertia along fission path by finite amplitude method:

Kouhei Washiyama

The 5th workshop on many-body correlations in microscopic nuclear model, 2019年9月6日、尖閣壮、佐渡

核分裂経路上での集団慣性質量の記述:

鷲山広平、中務孝

日本物理学会 2019 年秋季大会、2019年9月19日、山形大学、山形

超重元素合成に関わる核融合・核分裂反応機構:

鷲山広平

理研-九大ジョイントワークショップ「数理が紡ぐ素粒子・原子核・宇宙」、2019年12

月 24 日、九州大学、福岡

核分裂における集団慣性質量と一粒子構造の動的変化:

鷺山広平、日野原伸生、中務孝

日本物理学会第 75 回年次大会 (現地開催中止)、2020 年 3 月 16 日、名古屋大学、名古屋

九大タンデムにおける ZnS(Ag)+LYSO 検出器の軽イオン識別能の評価:

永田優斗、郷慎太郎、高久圭二、長田茉莉、甲斐民人、坂口聡志、佐藤朗、白坂和也、富松太郎、内藤夏樹、西川凌、松尾仁、宮元幸一郎、武藤大河、森田浩介

第 125 回日本物理学会九州支部例会、2019 年 11 月 30 日、佐賀大学

YSO シンチレータの低エネルギーイオンに対する発光特性:

武藤大河、白坂和也、森田浩介、坂口聡志、郷慎太郎、田中聖臣、末川慶英、長田茉莉、内藤夏樹、東聖人、村上郁斗、永田優斗、富松太郎、甲斐民人、松尾仁

第 125 回日本物理学会九州支部例会、2019 年 11 月 30 日、佐賀大学

「 ${}^6\text{Li}+p$ 逆運動学共鳴散乱の測定」:

吉田郭治、寺西高、久保大志

第 125 回日本物理学会九州支部例会、2019 年 11 月 30 日、佐賀大学

「スピン偏極 Mg ビームを用いた中性子過剰 Al の構造研究」:

野友哉、西畑洗希、小田原厚子、下田正、前島大樹、大上能弘、大谷優里花、飯村俊、金谷晋之介、畠山温、浅川寛太、関口直太、平山賀一、若狭智嗣、Levy, Pearson, Lassen, Li

第 125 回日本物理学会九州支部例会、2019 年 11 月 30 日、佐賀大学

Study of Gamow-Teller states in neutron-rich ${}^{11}\text{Li}$:

Yuma Hirai

The 18th CNS International Summer School (CNSSS19), Aug. 21–27, 2019, Tokyo.

外部資金

《 文部省科学研究費補助金 》

文部省科学研究費補助金、新学術領域研究

エキゾチック核子多体系で紐解く物質の階層構造

研究分担者：若狭智嗣 (研究代表者 東京工業大学大学院理学研究科 中村隆司)

文部省科学研究費補助金、基盤研究 (A)

陽子・ヘリウム 3 散乱による三体力荷電スピン $T = 3/2$ 項の決定

研究分担者：若狭智嗣 (研究代表者 東北大学大学院理学研究科 関口仁子)

文部省科学研究費補助金、基盤研究 (C)

室温超偏極陽子を用いた新しい不安定核分光法の開発

研究代表者：坂口聡志

基盤研究 (B) 「トリプルアルファ反応率の精密決定」 (寺西高 2019～2021 年度)

《 文部省科学研究費補助金以外の外部資金 》

九州大学 QR プログラム・わかばチャレンジ

密度汎関数法による超重元素領域の核分裂反応機構の解明

研究代表者：鷺山広平

他大学での研究と教育

浅井雅人：筑波大学大学院数理物質科学研究科, 集中講義, 2019 年 6 月 26 日

浅井雅人：名古屋大学アイソトープ総合センター, 講義及びセミナー, 2019 年 7 月 2 日

学部 4 年生卒業研究

甲斐民人：(指導教員、郷慎太郎)：インプランテーション検出器開発に向けた YSO + FOP 検出器の位置分解能評価

富松太郎：(指導教員、坂口聡志)：気体中を飛行する重イオンの平均平衡電荷によるイオン化ポテンシャルの推定

永田 優斗：(指導教員、郷慎太郎)：九州大学タンデム加速器における ZnS(Ag)-LYSO 検出器の軽イオン識別能の評価

松尾仁：(指導教員、郷慎太郎)：九大タンデム加速器を用いた YSO シンチレータの発光特性の評価

武藤大河：(指導教員、郷慎太郎)：YSO シンチレータにおける粒子弁別のための波形解析法

後藤 滉一：(指導教員、寺西高)：低エネルギー ^{12}C ビームの薄膜による多重散乱の測定

中島 優人：(指導教員、寺西高)： $^{12}\text{C}+\alpha$ 弾性散乱の角度分布の測定

山田 智哉：(指導教員、寺西高)：ビーム分析電磁石用磁場モニターの開発

足立 智輝：(指導教員、若狭智嗣・西畑洗希)：位置感応型ガス検出器を用いた ^{14}C 加速器質量分析系の開発

米村 千恵子：(指導教員、若狭智嗣・西畑洗希)：位置感応型ガス検出器を用いた ^{14}C 加速器質量分析系の開発

修士論文

白坂和也：(指導教員、郷慎太郎、坂口聡志、森田浩介)：インプランテーション検出器開発に向けた YSO シンチレータの発光特性の評価

末川慶英：(指導教員、浅井雅人、郷慎太郎、坂口聡志、森田浩介)： ^{234}Pu の励起状態と ^{234}Np の核異性体の核分光学的研究

吉田郭治：(指導教員、寺西高)： $^6\text{Li}+p$ 共鳴散乱および共鳴反応の逆運動学測定

平位勇磨：(指導教員、若狭智嗣)：荷電交換 (p, n) 反応による ^{11}Li のガモフ・テラー遷移の研究

猪野元大樹：(指導教員、若狭智嗣)：核子ノックアウト反応による核内核力の解明に向けた反跳陽子スピン測定系の開発

笠原妃奈：(指導教員、若狭智嗣・西畑洗希)：位置感応型ガス検出器を用いた ^{14}C 加速器質量分析系の開発

学外での学会活動

- 森田浩介： SHE2019 Honorary Chair of Local Organizing Committee
nSHE Research Group Management Board Member
TAN19 International Advisory Committee
- 若狭智嗣： 大阪大学核物理研究センター研究計画検討専門委員会委員
- 浅井雅人： 日本放射化学会第 63 回討論会 (2019) 実行委員
SHE2019 Local Organizing Committee
- 寺西高 日本物理学会九州支部委員
- 坂口聡志： 日本物理学会実験核物理領域運営委員
nSHE Research Group Management Board Member
RIBF Users Executive Committee 委員
日本の核物理の将来レポート編集委員
SHE2019 Local Organizing Committee
核化学夏の学校 現地世話人
FUSION2020 Program Committee
- 郷慎太郎： SHE2019 Local Organizing Committee

その他の活動と成果

「国際周期表年 2019 閉会式への参加」(森田浩介、浅井雅人、坂口聡志、郷慎太郎、鷲山広平、田中聖臣、庭瀬暁隆、白坂和也、末川慶英、内藤夏樹、村上郁斗)
メンデレーエフによる元素の周期律の発見から 150 年にあたる年として、UNESCO は 2019 年を「国際周期表年」と宣言した。パリでの開会式の後、世界各国で元素をテーマとした無数のイベント(国際会議、講演会、展示、子ども向けイベント等)が開催され、特に一般社会へ向けた基礎科学の発信という意味で大きな社会貢献が果たされた。2019 年 12 月 5 日には東京で閉会式(UNESCO 承認の IUPAC 公式行事)が執り行われ、実験核物理研究室から 11 名が参加した。森田教授がニホニウムの発見グループを代表して登壇、スピーチを行い、閉会式参加者一同で周期表第 7 周期の完成を祝った。当日の写真・動画は以下の URL で公開されている。

<https://iypt.jp/en/galleries.html> <https://iypt.jp/en/videos.html>

日本放射化学会第 63 回討論会 木村賞 受賞 (2019. 9. 25) 「113 番超重元素の発見によ

る放射化学の発展への貢献」(森田浩介)

取材対応・掲載：株式会社ニュートンプレス Newton 式超図解『最強に面白い周期表』
2019年7月発売(森田浩介)

取材対応・掲載：毎日新聞 2019.8月 科学面 周期律を発見した150周年周期表の特
集記事(森田浩介)

取材対応・掲載：東京書籍 株式会社 中学理科 2年 2021年度刊行(森田浩介)

取材対応・掲載：啓林館 高校理科 化学基礎 2022年度刊行(森田浩介)

理化学研究所、九州大学、新潟大学、大阪大学、東京都市大学にてプレスリリース発
表「急激に膨れる原子核 -カルシウム同位体で見つかった異常な核半径増大現象-」
2020年03月13日(田中聖臣)

科学新聞に研究成果が掲載「カルシウム48を超えた領域で突然起きる異常な構造変化」
科学新聞 3771号、2020年03月27日(田中聖臣)

日本放射化学会 第63回討論会における発表“MRTOF+ α -ToF を用いた ^{207}Ra の質量-
崩壊特性測定”に対して、若手優秀発表賞を受賞(庭瀬暁隆)