

粒子物理学

実験核物理研究室

Experimental Nuclear Physics Lab.

HP : <https://ne.phys.kyushu-u.ac.jp/>

コアタイム：なし

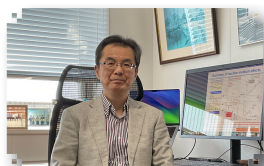
研究キーワード： 新元素・エキゾチック核・EDM・九大タンデム・3 α 反応・レーザー分光

Member

教授	若狭 智嗣 坂口 聡志
准教授	寺西 高 市川 雄一 高峰 愛子
助教	西畑 洸希 庭瀬 暁隆
修士2年	田中 裕典 谷本 昂平 長尾 陽平 平沢 健斗 松永 琳太郎 道本 優也 山ノ内 邑希 山本 陽介
修士1年	牛島 健成 北川 尚幸 坂本 健輔 清水 博光 永武 瞭 藤井 友喜 藤本 真広 松井 瑠生 松藤 陽菜 宮下 直人
学部4年 (特別研究生)	島田 望帆 古谷 泰斗 鹿田 涼介 林田 昌大 河原 仁志 大塚 玄 渡辺 大翔 宮内 優斗 清水 豪太
学術研究員(高等 研究院・特別主幹 教授)	森田 浩介



教員プロフィール



若狭 智嗣 教授

富山県出身(散居村で有名)。本学・学外加速器施設で、陽子と中性子の「二成分」の量子系としての原子核に対して「スピン」を使って本質に迫ります。絵画鑑賞が好きですが、同じ景色(原子核)でも人によって見え方が違う点が似ています。このような多様性を有する原子核を観てみませんか？



坂口 聡志 教授

子供の頃、「自転車で走りながら鍵をかけたらどうなるだろう」と実験。自転車から放り出され顔から電信柱にめり込んだ瞬間、物理やろう！と決めました。趣味は旅行(元バックパッカー、インド、東南アジア等)、子育て、お酒(クラフトビール、シングルモルト)、映画、スキー、サッカー、山奥の秘境、宇宙飛行士。一緒にお酒や実験をenjoyしましょう！



寺西 高 准教授

出身：東京都。同居家族：妻と娘3人。趣味かどうかかわからないが好きなこと：装置のソフト・ハードいじり、飲酒、旅行、読書。皆さんへ一言：実験研究の一環としてタンデム加速器系の開発にも力をいれています。実験核に興味を持った積極的な学生さんと一緒に研究を進めたり新しい知識や技能の習得ができたりするとうれしいです。



市川 雄一 准教授

九大に来て5年目になります。原子核のスピンを操る実験手法を使って、エキゾチックな原子核の性質を調べたり、基本対称性の破れの探索を行ったりしています。今年は西畑さんに唆され、勢いで福岡マラソンにエントリーしてしまい、九州の美食と美酒でため込んだ質量エネルギーを大解放中です。



高峰 愛子 准教授

今年九大へ参りましたヘヴィメタルをこよなく愛する新任教員です。ゲーム、映画、読書、海外ドラマ、アニメ、お絵描きも好きなインドア派です。九大の合気道部にも加えていただきました。「神は細部に宿る」をスローガンに、原子物理学の精密分光手法を使って不安定核の性質を調べています。どうぞよろしくです。



西畑 洸希 助教

ガンマ線・ベータ線などの放射線を測定して、不安定な原子核の構造を探る研究を行っています。趣味は、DDRやルアー釣り(おもに瑞梅寺川でスズキを釣っています)、また最近は光の戦士業もやっています(ちな白魔)。最近は学生と昔やっていた軟式テニスを楽しんでいます。ちな、DDRと釣り仲間募集中です。よろしくお願いします。



庭瀬 暁隆 助教

九大で博士を取り2023年9月より九大に助教として戻ってきました。現在は質量測定から原子核の構造を探ることで、超重元素ないしは宇宙における元素の起源の解明を目指して研究をしています。趣味は野球(中日ドラゴンズ)、お酒(日本酒など)、電子工作、読書など。「よく食べ、よく飲み、よく学ぶ」をモットーに研究活動を送っています。



アピールポイント

コアタイムなし！！

朝から研究室に来て夕方に帰るもよし、昼からきて遅くまでいてもよし。アルバイトや趣味と研究を両立させるなど、フレキシブルな時間帯で研究を進められます！

人数が多い！

勉強でも研究でも私生活でも、相談できる人が多いです！誰かの実験にはみんなで参加するなど、助け合って研究室生活を送っています。

各地に出張に行ける！

学会発表や実験参加、他のメンバーの実験の手伝いなど、各地に出張に行くことができます！
状況次第では海外での学会発表も！



イベント

年間スケジュール

5月	新入生歓迎BBQ
6月	タンデムドライブ
9月	後期も頑張ろうBBQ
12月	忘年会
2月	修論・博論打ち上げ

定例イベント

毎週火曜日	研究室コロキウム(院生)
毎週決まった曜日	研究グループ打ち合わせ(院生)
毎週決まった曜日	原子核物理に関する輪講(特研究生)
毎週決まった曜日	一般物理に関する勉強会(特研究生)



実績

表彰・受賞

日本物理学会若手奨励賞(第15回、第17回)
原子核談話会新人賞(第27回、第29回)
日本放射化学会奨励賞(2022年)
日本放射化学会討論会若手優秀発表賞(第62～65回)
RIBF User Group Thesis Awards(2022年)
SNP CNS Summer School Incentive Prize(2024年)
ANPhA 2nd(Silver)(2024年)

進学先 (特研究生)

九大大学院(修士)

進学先 (修士課程)

九大大学院(博士)

就職先 (修士課程)

三菱重工業、パナソニック、住友重機械、NTT西日本、京セラ、筑紫台学園、AIG損害保険、Simplex、沖縄電力、富士通九州、三井倉庫九州、佐賀県庁、Qtinet、シスコシステムズ

就職先 (博士課程)

オーストラリア国立大学、
高エネルギー加速器研究機構

表彰・受賞は学生のみ。
一部を抜粋。

Message

単位は早めに
取っておこう！

院試勉強はみんなで
協力してやろう！

研究室訪問は
たくさん行こう！



研究内容

1. 核力・核応答の研究「核物性、およびその発現機構の解明」

核力・核物性の発現機構（若狭・西畑）

質量の大部分は、真空中にクォークと反クォークの対が凝縮しこれらがクォークと相互作用する、という過程でダイナミックに生じるとされています。この凝縮の強さは密度依存を持ち、原子核中のような超高密度空間では真空中の 2/3 程度まで減少する（軽くなる）とされています。この変化に敏感な核力のスピン観測量の測定から、**質量の獲得機構**や、**核力に基づく核物性**の発現機構の解明を目指します。

核応答・集団運動（若狭・西畑）

原子核は比較的是っきりした表面を持つため、外場に対して形状が歪んだり、復元力により原子核全体が**集団的に振動**したりします。また、原子核特有の**新奇な変形**をしている可能性も示唆されています。このような原子核という量子系固有の現象やその創発機構を、核反応により励起しその応答を見たり、高スピン・高励起の状態を作り出しそこから放出されるガンマ線などを測定したり、することにより研究しています。



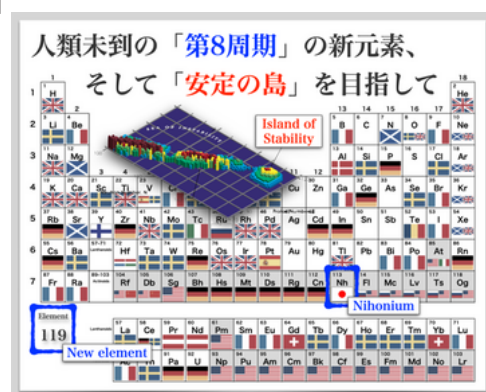
2. 新元素・新原子核の合成「人類未到の第8周期元素、および"安定の島"の探索」

新元素の探索（坂口・庭瀬）

この宇宙は全部で何種類の元素で構成されているのでしょうか。これは古くは四元素説に遡る、数千年にわたる人類の根源的な問いです。21世紀に入ってから113番元素の発見、そして「ニホニウム」との命名を受け、現時点までに元素周期表の第7周期まで埋められました。現在私たちは、理化学研究所など国内外十数の研究機関との国際共同研究により、**人類未到の「第8周期」に位置する119番元素の合成実験**を進めています。新元素を人類史上初めて観測するのは貴方かもしれません！！

安定の島の探索（坂口・庭瀬）

ニホニウムなど非常に重い原子核は一瞬で崩壊してしましますが、既知核より中性子が数個多い同位体は寿命が桁違いに長くなり安定的に存在できると言われています。この「**安定の島**」という**人類未到領域**への到達は核物理学者の夢ですが、これらの原子核は性質解明はおろか合成手法すら未知です。新しい原子核の合成手法、共に探しませんか？

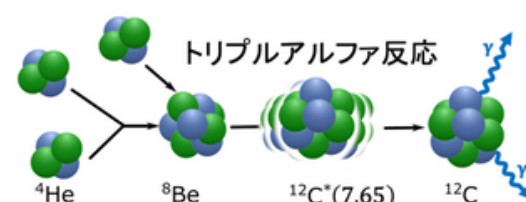


3. 宇宙核物理「身の回りの元素は宇宙のどこでどのように生まれたか？」

現在の宇宙における**元素の起源の謎**を解決することは、原子核物理が抱えている大きな課題の1つです。私たちは、原子核の質量や励起準位の性質等を加速器実験により測定し、天体核反応過程を解明する「宇宙核物理」に取り組んでいます。

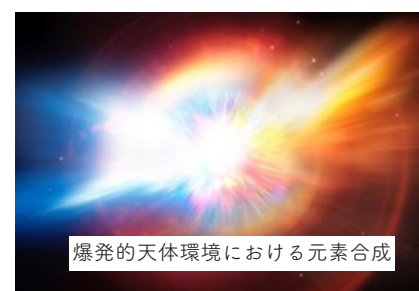
安定核領域の元素合成過程（寺西）

ビッグバン元素合成や恒星中の準静的な核反応過程では、安定核領域の核反応が主要な役割をしています。私たちは、これらの核反応を支配する共鳴状態の性質を、主にタンデム加速器を用いて調べています。最近には特に、恒星進化と元素合成において重要な「**トリプルアルファ反応**」（三つのα粒子から炭素12を生成する反応）の反応率の精密決定に取り組んでいます。



不安定核領域の元素合成過程（寺西・高峰・庭瀬）

恒星進化の末期の爆発的天体環境(超新星爆発、中性子星合体、X線バースト等)では、不安定核領域を核反応過程が進みます。このため私たちは理化学研究所のRIBF等において、不安定核のビーム(RIビーム)を用いた実験を進めています。特に、r-過程等に関与する不安定核の質量を**革新的な精密質量分光器 MRTOF**を用いて精密測定しています（高峰・庭瀬）。また、中性子や陽子捕獲反応率を支配する共鳴状態の測定に取り組んでいます（寺西）。

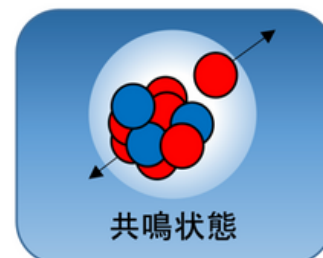


4. エキゾチック核の構造「陽子と中性子の数がアンバランスな原子核の性質は？」

天然に存在する安定な原子核に比べて、陽子数と中性子数の比が大きく異なっている**エキゾチック核**の性質を研究しています。

共鳴状態の研究 (寺西)

ドリップライン近くのエキゾチック核は、中性子ハロー構造等の特異な構造を持つことが次第に明らかになっています。これらの原子核のエネルギー準位の多くが粒子放出に対して不安定な「共鳴状態」として現れます。構造、崩壊様式、天体核反応への寄与等を理解するために、RIビーム施設およびタンデム加速器施設において共鳴反応・散乱の実験を行い、**未知の共鳴状態**の探索を行っています。



スピン操作を利用した核分光研究 (市川・高峰・西畑)

エキゾチック核を加速器で人工的に生成して、状態のスピンパリティや核電磁モーメント、状態間の遷移強度などの測定を行います。エキゾチック核のこれらの性質を調べることで、原子核の奥に潜む本来の姿を見出し、元素創生の手がかりを探ります。原子核反応を使って**スピンの向きを揃えるユニークな手法**や**高精度レーザー分光**や**原子ビーム共鳴法**を駆使して実験を行います。実験は理化学研究所やカナダのTRIUMF研究所などの加速器施設で行っています。

精密質量分光による核構造研究 (高峰・庭瀬)

質量とエネルギーの等価性が示すように、原子核の質量は原子核の結合エネルギーを直に反映した量です。つまり、原子核質量を測定することで、その原子核がどれだけ安定なのか知ることができます。私たちはMRTOF装置を使って、**様々な原子核の質量を正確かつ精密に決定**し、中性子数や陽子数に対して結合エネルギーがどのように変化するかを精査します。その結果から、原子核の魔法数はどこまで成立するのか、原子核の変形の兆候があるかを探り、幅広い不安定核領域にわたって核構造を研究しています。

5. 基礎物理「原子・原子核を応用して、素粒子標準理論のその先へ」

基本対称性の破れ (市川・高峰)

宇宙初期でどのようにして物質が創生されたのか？その謎を解き明かすには、素粒子の標準理論に組み込まれているよりも格段に大きな**CP対称性の破れ**が必要です。身近な系では原子や原子核の電気双極子モーメント (Electric dipole moment, EDM) がその有力な候補です。わずかなEDMを大きく増幅しうる原子核の性質に注目し、核スピンの動きを制御・操作しながら精密測定することのできる核スピンメーザーの装置を用いて、EDMの探索を行います。

標準理論を超える新粒子探索 (高峰・市川)

上記のEDM以外にも、標準理論を超える物理現象を生み出す**新粒子の候補**が予想されています。例えば「強いCP問題」の解決につながると期待されるアクシオンの粒子や、中性子と電子の間で交換される可能性のある新しいボソンを、原子物理・原子核物理的手法を応用することで探索します。これらの探査実験は、加速器を使わないテーブルトップの実験装置を用いて行います。

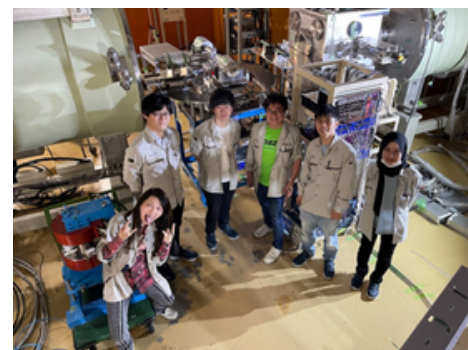
6. 加速器系装置・技術の開発「巨大装置”加速器”、関連装置・技術の開発」

タンデム加速器関連装置・技術 (全員)

九州大学のタンデム加速器において、高度な核反応測定等を精密に効率よく行うために、イオン源、本体、ビームライン、コンピューター制御系等の開発を進めています。RIビーム生成法の開発や外部施設の大規模実験で用いる検出器系の開発試験も行っています。加速器系のすべての構成要素の原理を部品レベルから把握して改善を行っています。タンデム加速器実験には、研究の全過程 (実験企画・装置開発・ビーム生成・反応測定・データ解析・成果発表) にすべて深く関わることができるという醍醐味があります。

FFA加速器関連装置・技術 (全員)

FFA 加速器からの 100 MeV 級の陽子や (p, n) 反応からの中性子を用いた原子核の反応断面積測定や中性子照射による半導体の放射線耐性の測定、核融合反応による「安定の島」への到達等を目指して、新ビームラインや実験装置の整備、新原子核合成のシミュレーションを進めています。ビームラインから院生が携わることができるのは、加速器施設を有する九大・実験核の大きな利点です。



質量分光器MRTOF



EDM探索用核スピンメーザー



タンデム加速器の内部

