

京都大学複合原子力科学研究所広報誌

ATOM SCIENCE KUMATORI

アトムサイエンスくまとり

vol. **32**
2023 秋冬号



巻頭記事 新所長挨拶「強みは多様性、明るく楽しく人が集まる研究所を目指して、新たに生まれ変わる」

ASKレポート1 質量分析法による放射能分析の高度化 | 量子ビーム計測と構造シミュレーションの連携によるガラスの構造物性研究 | 加速器の消費電力抑制と安定性向上に向けて | 中性子で見る技術

ASKレポート2 一般公開・桜公開について

ASKインタビュー 京都大学複合原子力科学研究所の人たち

ASKWorldレポート 熊取滞在記 | 海外研究炉視察 - 米国編

巻頭記事 | 新所長挨拶「強みは多様性、明るく楽しく

京都大学複合原子力科学研究所 所長・教授 黒崎 健

2023年4月1日より、中島健先生の後任として、京都大学複合原子力科学研究所(複合研)の所長を務めさせていただきますことになりました。新所長として、一言、ご挨拶申し上げます。

複合研の前身の京都大学原子炉実験所は、1963年に「原子炉による実験およびこれに関連する研究」を行うことを目的として設置されました。2018年の名称変更を経て、複合研は今年で設立60年となります。

複合研は、京都大学にある12の附置研究所の一つとして、大阪府泉南郡熊取町で活動しています。原子力・放射線を基軸として、安全、物質・生命、環境・エネルギー、医療・・・といった多岐にわたる様々な分野の研究(複合原子力科学研究所)を推進しています。文部科学省から認定された共同利用・共同研究拠点の一つとして、我が国の教育・研究に貢献しています。毎年延べ数で年間平均3,000名以上の方々々が熊取の地を訪れ、所内の研究者と協力しつつ、原子力や放射線に関する最先端の研究を行っています。

我々の強みは、多様性にあると考えています。2基の原子炉(京都大学研究用原子炉:KURと臨界集合体実験装置:KUCA)、様々な加速器施設、ホットラボラトリ、トレーサー棟、ガンマ線照射施設等が設置されています。このような特色ある施設がここまで揃っている組織は、大学の附置研究所としては日本で唯一のものです。世界を見渡しても他に類を見ないかもしれません。研究所に所属する教員も、理学、工学、医学、農学、エネルギー科学といった多様な研究科を兼任しています。

この複合研が、いま、大きな転機を迎えています。我々が所有する2基の原子炉のうち、KURがその運転を2026年5月に停止することになりました。施設の老朽化や規制対応強化、使用済み燃料の米国返送期限等の観点から総合的に判断した結果、このような結論に至っています。これまで、複合研の象徴であり人が集まる求心力でもあったKURが運転を停止します。そのため、KUR運転停止後を見据えて、今後の研究所が向かうべき方向性を明確にしなければなりません。今後数年間、研究所の行く末を左右する非常に必要な時期となります。

前述の通り、当研究所設置の目的は、「原子炉による実験およびこれに関連する研究」を行うこととなっていますが、KUR運転停止後はこれを変える必要があるのではないかと考えています。このことはすなわち、研究所の

名称にもなっている「複合原子力科学研究所」を具体化・明確化することを意味します。最新版の研究所のロードマップでは、ポストKUR時代を牽引する研究として、「新型原子炉・廃止措置研究」、「多様な量子ビームを用いた研究」、「多様な放射性同位元素を用いた研究」の三つが提示されています。これら三つに『「もんじゅ」サイト試験研究炉への貢献』を加えた四本柱が、複合研の将来計画を定める際のよりどころになるのではないかと考えています。

明るい未来を感じさせる良いニュースもあります。2023年度早々に、熊取キャンパスに新しい建物(第二研究棟)が竣工しました。地上三階、地下一階の建物で、安全管理関係の部室の居室・実験室、研究所全体の約半数に相当する研究分野の居室・実験室が入居しています。また、旧研究棟は第一研究棟に改名し、現在、リノベーション中となっています。リノベーション後の第一研究棟には、いくつかの研究分野の居室・実験室と、所内外に公開したオープンラボが設置されます。

この熊取の地で、安全最優先で、持続的に活動していくために、より一層の努力を重ねてまいります。人間であれば還暦を迎えた複合研ですが、ポストKUR時代を見据えて、気持ちも新たに、明るく楽しく若々しく、人が集まる魅力的な研究所を目指して、新たに生まれ変わろうとしています。皆様方には、今後とも変わらぬご支援、ご鞭撻を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。



京都大学複合原子力科学研究所
所長 黒崎 健
(2023年4月1日就任)

人が集まる研究所を目指して、新たに生まれ変わる」



京都大学研究用原子炉(KUR)と臨界集合体実験装置(KUCA)



第二研究棟

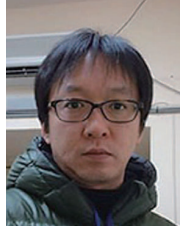
質量分析法による放射能分析の高度化

原子力基礎工学研究部門・放射性廃棄物制御工学研究分野 芝原 雄司 助教

原子番号(陽子数)が同じで質量数(中性子数)が異なる原子を同位体といいます。同位体のうち、原子核が安定なものを安定同位体といい、一方で不安定なもの、つまり放射能を持つものを放射性同位体と言います。この同位体は、同じ元素の間では陽子数つまり原子としての電子状態が同じなので酸化や還元などの化学的な性質はほぼ同じですが、中性子との反応性(中性子反応断面積)や放射線を出すか出さないかなどの物理的な性質では大きく差が出てきます。

放射性同位体の分析には、放出される放射線を測定する方法が広く用いられていますが、同じ放射性同位体でも寿命が長いものや高精度に測定できる γ 線を放出しないものに関しては、別の分析方法が求められます。例えば、セシウムの放射性同位体として、よく知られている質量数が134および137のものがあります。これらは γ 線測定で精度良く分析することが出来ますが、あまり知られていない質量数が135のものは寿命が非常に長くかつ γ 線を放出しないために分析することが難しいです。その解決法の一つとして、原子(または分子)の質量数を測定する質量分析法が用いられます。質量分析法では、分析対象の原子または分子を装置内でイオン化し、そのイオンを電気的または磁気的に分離することにより、質量数毎に応じて測定します。

この研究所には、放射性の試料を取り扱える施設の中に、同位体分析を高精度に出来る質量分析装置があります。これまでに、放射



性の試料をメインターゲットとした、この装置による極微量の試料量での高感度且つ高精度な分析方法の検討を続けてきました。検討した結果は、福島第一原子力発電所の事故などにより、環境中に放出された放射能や様々な原子力系の実験で用いる放射性の試料の分析等に役立っています。図には、検討により極微量の量で高精度に分析することが出来るようになった放射性セシウムの分析結果を示します。共にウランの核分裂により発生した放射性セシウムですが、上は研究用の原子炉により短期間で生成したもので、下は商業用の原子炉で長期間にわたって生成したものになります。発生する条件や環境が異なると上記の物理的な性質に差があるために、図の様にその生成量が大きく異なります。この様な差を分析することにより、放射性セシウムの起源や長期的な環境中の挙動の解析などに役立つ情報が得られると期待されています。

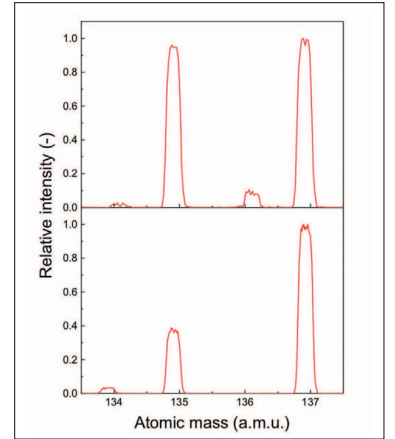


図 放射性セシウムのマススペクトル。
上:天然ウランの中性子照射@KURで生成した放射性セシウム。
下:福島第一原発事故で放出された放射性セシウム。

量子ビーム計測と構造シミュレーションの連携によるガラスの構造物性研究

粒子線基礎物性研究部門・中性子材料科学研究分野 小野寺 陽平 助教

ガラスの起源は紀元前4000年より前の古代メソポタミアにまで遡るとされており、人類が初めて創り出した素材であるともいわれています。その一方で、現代社会においてもガラスは食器やレンズ、構造材料としてのみならず、スマートフォンのカバーガラスや光ファイバーとして最先端のテクノロジーを支えており、我々の身の回りで広く使われている生活に欠かすことのできない工業材料となっています。

ガラスは固体として考えられがちですが、構造(原子の並び方)という視点では液体に近く、不規則な原子配列を有しています。規則正しく原子が並んだ構造を持つ固体である結晶の場合は、単位格子や空間群という指標を用いて構造規則性を解析する結晶学という学問が確立しており、X線や中性子、電子線を用いた回折実験によって得られる回折パターンから原子配列を直接決定することができます。しかし、不規則な構造を持つガラスについては、回折パターンも弱く散漫なものとなり、実験データのみから原子配列を明らかにすることは結晶に比べて極めて困難になります。

私は、中性子・X線といった量子ビーム計測によって得られた実験データと構造シミュレーションを組み合わせることによって、ガラス材料の原子配列を3次元で可視化すること、さらに、一見不規則に見える3次元原子配列の中から、ガラスが材料として機能を発揮するために重要な役割を担っている構造を発見することに取り組んでいます。図1は、スマートフォン用カバーガラスの母材となるガラスについて、強度と耐久性を向上させている構造の抽出に成功した例を示しています。ガラスに複数のアルカリイオン(NaやKなど)が同時に添加されると、ガラスの中でそれらがペアとなり、単独でアルカリが添



加されたときには見られない安定化した構造を形成することが明らかになりました。このような知見が蓄積されていくことでガラスの構造と機能の関係の理解が進み、優れた機能を有する新規ガラス材料の効率的な設計・開発に繋がっていくことが期待されます。

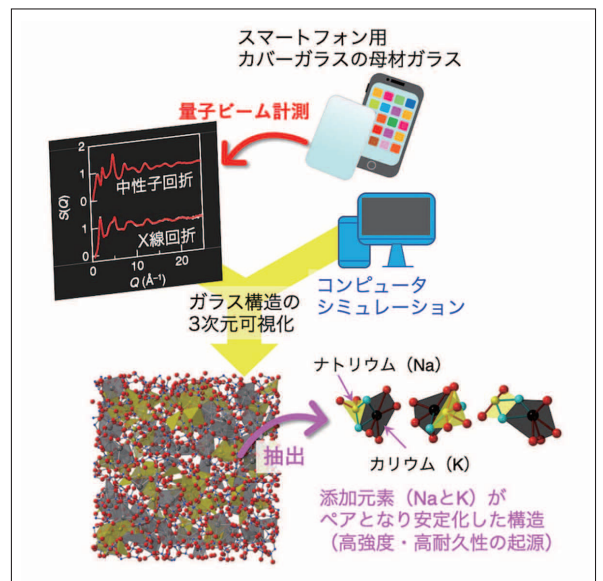


図1. 量子ビーム計測と構造シミュレーションの連携によるスマートフォン用カバーガラスの高強度・高耐久性の起源の抽出

加速器の消費電力抑制と安定性向上に向けて

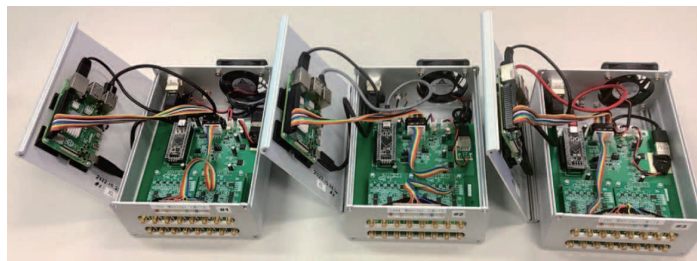
安全原子カシステム研究センター・加速器応用工学研究分野 栗山 靖敏 助教

加速器は基礎科学分野だけでなく、医療、材料開発、品種改良など、多岐に渡って活用されています。

複合研にも、加速器駆動システム(ADS)のためのFFAG加速器や、ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)のためのサイクロトロン加速器、電子線形加速器などが設置されています。加速器の適応分野の広さやその有用性は広く認識されているところですが、今後も加速器が発展し、役立つ装置であり続けるためには幾つかの課題があり、中でも大きな課題として、消費電力の大きさ、加速器の安定性を上げることができません。

多くの加速器施設において、加速器維持費用の大部分を占めるのが電気代です。消費電力の抑制のためには、1つは超伝導、もう1つは永久磁石という2つのアプローチがあると考え、研究を進めています。

超伝導の活用では、全長20kmを超える電子線形加速器を用いた衝突型加速器(ILC)を念頭に置いた超伝導加速空洞の開発に参加し

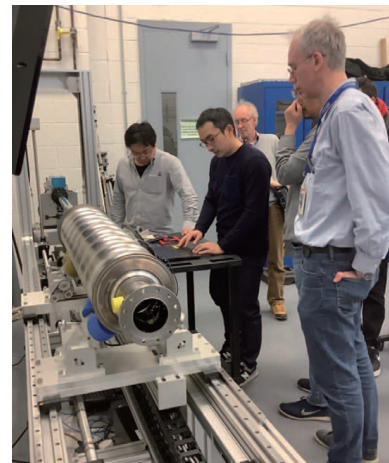


Raspberry Piを制御に使用したビームロスモニタの読み出し系

ており、その中でも加速空洞の性能を阻害する要因を発見するための手法、高解像度カメラシステム(通称:京都カメラ)や高密度X線マッピングシステムなど、の研究を行っています。

円形加速器では磁場でビームを曲げて円形軌道を作りますが、磁場は常に進行方向とは直交方向の力しかビームに与えないため、加速自身には寄与しません。この磁場を電磁石ではなく永久磁石によって発生させる研究をしており、試作機の製作や性能評価を実施しています。また、永久磁石は放射線によって減磁することが知られているため、KURを利用して放射線による減磁の評価も合わせて実施しています。

加速器の安定性向上への研究として、J-PARCの3GeVシンクロトロン(RCS)において、ビーム安定化と従来の装置保護システム(MPS)を発展させた機械学習を組み合わせた異常検知システムの開発を進めており、現在はデータ収集系の構築や検知アルゴリズムの研究を実施しています。また、KEKの超伝導空洞を使用した電子線形加速器(STF)において、設置の容易性を主眼としたビームロス分布モニタの開発も実施しています。



京都カメラを用いて空洞内面の検査をしている様子

中性子で見る技術

安全原子カシステム研究センター・熱エネルギーシステム研究分野 伊藤 大介 助教

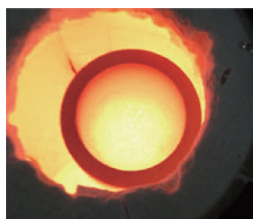
近年、目で見えないものを観察する技術の重要性がますます高まっています。その中でも、中性子やX線などの放射線を利用した可視化技術が特に注目されています。これらの技術を駆使することで、従来は見ることでできなかった様々な現象を明らかにすることができます。放射線を用いた可視化技術は、その応用範囲の広さから多くの分野で重要な役割を果たしています。

特に原子力発電所などの安全性に関連しては、この技術の貢献が非常に大きいと言えます。放射線イメージングを通じて、原子炉内部の状態や材料の劣化状況を観察することが可能となります。これにより、早期の異常検出や安全性向上につながる重要な情報を提供することができます。

私は特に中性子を利用したイメージング技術の高度化に注力しています。X線を利用したレントゲンがよく知られていますが、中性子はX線と比べて物質との相互作用が異なるため、独自の情報をもたらすことができます。中性子ビームを利用することで、金属の材料



や容器の深部に位置する物体の挙動などに加え、通常は観察困難な過酷な条件下での現象を明らかにすることができます。私の研究の目的は、中性子イメージング技術の高度化によって、目に見えない領域の現象を探求することです。例えば、高温・高圧下での物質の相変化や内部構造の変化、材料の疲労や破壊など、私たちの日常生活においてはほとんど知られていない重要な情報を明らかにできます。最近では、1000℃を超える温度で溶かしたガラスの可視化に成功しています。(下図)最新の中性子イメージング技術を駆使し、実験とシミュレーションを組み合わせることで、高精度かつ高感度な観測手法を開発し、これまで観察困難とされていた現象が明らかになります。また、データ処理や画像解析技術の向上にも取り組み、得られた情報をより効果的に解釈する手段を研究しています。目に見えないものを見る技術の進歩は、科学や工学のさまざまな分野に革新をもたらします。私は、中性子イメージング技術の高度化を通じて、通常は見えない現象を明らかにし、安全性の向上や新たな知見の獲得に貢献することを目指しています。



1200℃まで加熱して溶かしたガラスの写真

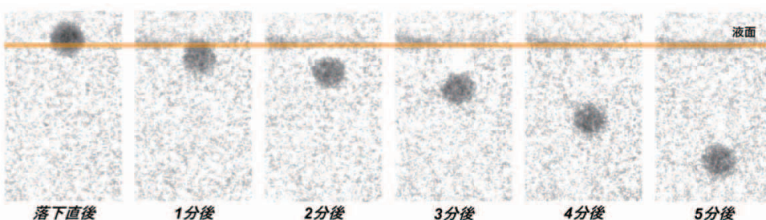


図. 溶けた液体ガラスの中を落ちていく金属球の様子を中性子で視た結果

一般公開・桜公開について

令和5年4月1日に複合原子力科学研究所の一般公開を開催しました。新型コロナウイルス感染症対策のため令和2年より実施できなかったため、4年ぶりの開催となりました。少しずつコロナ禍以前の状態に戻していくため、今回の一般公開では、来訪者は事前申し込み制とさせて頂きました。施設見学の対象としたのは、原子炉棟(研究用原子炉とホットラボラトリ)、イノベーションリサーチラボラトリ(FFAG加速器とホウ素中性子捕捉療法パネル説明)、廃棄物処理棟(廃棄物処理装置)です。また展示実演として、図書棟会議室で原子燃料工業様の核燃料製造施設に関する説明、事務棟会議室で霧箱実験と化学実験を開催しました。幸い所内の桜が満開の時期と重なり、天気にも恵まれ、107名の方々が来所されました。また翌4月2日には桜公開を実施し、431名の方々が来所されました。



化学実験の実演



研究用原子炉の見学



開花した桜と所内風景

ASKインタビュー 京都大学複合原子力科学研究所の人たち

事務部設備掛 亀井 大輝(かめい だいき)

出身地: 福岡県福津市 略歴: 2023年4月～京都大学

Q1. 複合研に来られたいきさつを教えてください。

2023年4月に京都大学に採用となり複合原子力科学研究所に配属となりました。

Q2. 現在の職務内容について簡単に教えてください。

事務部設備掛に所属しており、第1研究棟の改修工事に携わっています。

Q3. 出身地のご当地自慢をお聞かせください。

宮地嶽神社です。ここは全国にある宮地嶽神社の総本社で毎年220万人以上、正月三が日だけで100万人以上の参拝客が訪れます。

境内の表参道には多くの店が立ち並んでおり、その中でも名物の松ヶ枝餅がおすすめです。

Q4. 趣味はなんですか？

散歩です。先日は京都の伏見稲荷大社と二条城に行きました。

Q5. モットーを教えてください。

モットーを持たないことがモットーです。



伏見稲荷大社

熊取滞在記

粒子線基礎物性研究部門・中性子材料科学研究分野 外国人共同研究者 甘波 (Gan Bo)

Hello, I am Gan Bo, an International Guest Research Associate from Sichuan University, China. I arrived at the Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University in June 2022 and expect to return home this June. I am honored to share my wonderful feelings here. The first thing that impressed me most was how friendly everyone was. My co-supervisor (Prof. Okuchi), the faculty, and the students are all very enthusiastic in offering their help. During my research, which is the microscopic analysis of post-shock samples of hematite, they taught me what to do, and sometimes helped me physically.

I was also impressed by the pleasant weather and the beautiful environment. It is always pleasant to stay here with four distinct seasons, blue skies, and white clouds. The countryside is clean and tidy, as well as cars. Living here, I always feel that everyone is incredibly polite. For example, the drivers will stop to let you go first even if they are far away from you. The most different living experience is going to the toilet. The humanized design makes you marvel at the care of Japanese.

Last but not least, I would like to thank everyone for their care and help.



こんにちは、中国・四川大学から外国人共同研究者として来ている Gan Bo です。2022年6月に京都大学複合原子力科学研究所に着任し、今年の6月に帰国する予定です。ここで私の素晴らしい感想をお伝えできることを光栄に思います。まず、最も印象的だったのは、皆がとてもフレンドリーだったことです。私の共同研究者（奥地教授）、教授陣、そして学生たちは皆、とても熱心に協力を申し出てくれます。私の研究であるヘマタイトの衝撃圧縮実験後のサンプルの顕微鏡分析では、何をすべきか教えてくれたり、時には付きっきりで助けていただきました。

また、気候がよく、美しい環境であることも印象に残っています。四季がはっきりしていて、青空が広がり、白い雲もあって、いつも気持ちよく過ごすことができます。田舎は車も同様にきれいに整頓されています。ここに住んでいていつも感じるのは、みなさんがとても礼儀正しいということです。例えば、運転手は遠く離れていても、先に行かせるように停車してくれます。また、最も中国と異なる生活の体験は、トイレです。人間味のあるデザインで、日本人の気遣いに感嘆しています。

最後になりましたが、お世話になった全ての皆さんに感謝いたします。(梅田訳)



海外研究炉視察—米国編

文部科学省委託事業「もんじゅサイトに設置する新たな試験研究炉の概念設計及び運営の在り方検討」に関連して、米国の研究炉等を視察する機会が得られた。2023年2月20日～26日の期間に、日本原子力研究開発機の辻本和文、徳永 翔、京都大学複合原子力科学研究所の山村朝雄、櫻井良憲、吉永尚生の5名で、ミズーリ大学研究炉(MURR)、オークリッジ国立研究所(ORNL)、SHINE Technologiesの3ヶ所を訪問した。研究炉等における設計、運転、利用状況等について調査を行うとともに、RI製造設備、ホットラボ、生物照射設備等の視察も行った。

ミズーリ州コロンビアにあるMURRは、米国の大学が所有する研究炉の中で最大の熱出力(10MW)の研究炉である。生命科学、物質科学、社会科学等の様々な分野の研究・教育に供されるとともに、医療用を含め様々な放射性同位体(RI)を製造している。1週間あたりの運転日数が6.5日、1年間あたりの運転週が52週という高稼働率には驚かされた。

テネシー州オークリッジにあるORNLは、様々な先進的研究施設を

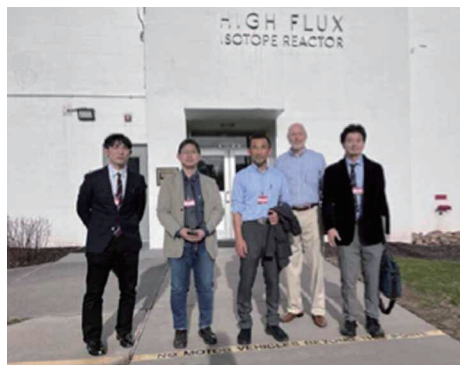
擁している。主に視察したHigh Flux Isotope Reactor (HFIR)は、熱出力80MWの研究炉であり、MURRと同様に、医療用を主体に様々なRIを製造している。Radiochemical Engineering Development Center (REDC)というホットラボがあり、HFIRで製造したRIの処理等を行っている。

ウィスコンシン州ジェーンズビルにあるSHINE Technologiesはベンチャー民間企業である。社名“SHINE”の由来になっている“Subcritical Hybrid Intense Neutron Emitter”と呼ばれる技術を利用して、加速器による核融合中性子発生と低濃縮ウラン溶液を組み合わせた未臨界体系により医療用RIを製造している。2024年稼働を目標に大規模なRI製造設備を建設中であった。

国立大学であるMURR、国立研究所であるORNL、ベンチャー企業であるSHINE Technologiesは三者三様であったが、米国でのRI製造に関するアクティビティーの大きさ、ホットラボを筆頭に関連設備の充実度を実感した。特に、MURRの年間予算の85%がRI製造による自己調達であることが印象的だった。



ミズーリ大学研究炉(MURR)



オークリッジ国立研究所(ORNL)



SHINE Technologies

アトムサイエンスフェア講演会2023開催案内

研究成果などの情報を広く発信し理解を深めていただくことを目的に、京都大学複合原子力科学研究所の教職員や外部から招いた講師による講演を行っています。

- ◎日時：2023年10月28日(土)13:30～16:00
- ◎ハイブリッド開催(会場：京都大学複合原子力科学研究所 事務棟大会議室)(オンライン：Zoom配信)
- ◎講演1：『放射線の利用最前線 ―過去から未来へ、細胞から宇宙まで―』
講師：白川 芳幸 (早稲田大学 ナノ・ライフ創新研究機構 教授)
- ◎講演2：『微弱な放射線によるその場計測とそれを利用した高校科学リテラシー教育』
講師：中村 秀仁 (京都大学複合原子力科学研究所 助教)
- ◎定員：会場 50名(申込先着順)、オンライン 500名
- ◎対象：中学生～一般
- ◎参加費：無料
- ◎申込方法：参加希望の方は事前に下記のホームページよりお申し込みください。

<https://sites.google.com/kyoto-u.ac.jp/asf/lecture>

【会場参加】2023年10月6日(金) 10:00～10月20日(金) 17:00まで

【オンライン参加】：申込期間 2023年10月6日(金)～※開催当日まで

※先着順：定員に達した時点で受付を終了します。

※質問時間を設けます。

※最新の情報・プログラム等の詳細は、ホームページをご覧ください。

アトムサイエンスフェア実験教室2023プラス開催案内

広く科学に興味を持ってもらうために、気軽に科学とふれあえる場として、種々の実験・体験コーナーを企画しています。

- ◎日時：2023年11月5日(日)13:30～15:30
- ◎場所：京都大学複合原子力科学研究所 事務棟
- ◎対象：中学1年生～3年生
- ◎定員：25名 ※先着順：定員に達した時点で受付を終了します。
- ◎参加費：無料
- ◎申込方法：以下のホームページより詳細をよくご確認の上、下記ホームページよりお申し込みください。

<https://sites.google.com/kyoto-u.ac.jp/asf/class>

◎申込期間：2023年10月13日(金)17:00～10月20日(金)17:00まで

※詳細はホームページをご覧ください。

第58回学術講演会開催案内

複合原子力科学研究所における共同利用・共同研究成果講演、新人講演、定年退職教員記念講演などを2024年1月下旬～2月中旬頃の期間で2日間にわたって開催する予定です。

◎開催日時、講演申込・プログラム等の詳細については、複合研以下のホームページにてご確認ください。

<https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/events/17540>

熊取ゆうゆう大学体験楽部ジュニアチャレンジ講座科学実験教室の報告

令和5年8月1日(火)10:00～12:00、熊取町教育委員会事務局生涯学習推進課生涯学習グループ主催のジュニアチャレンジ講座科学実験教室に複合原子力科学研究所学術情報本部実験教室チームのうち14名のチーム員が講師として参加しました。熊取町在住の44名(低学年22名、高学年22名)が体験学習しました。今回のテーマは、「低学年：水中エレベーターを作ろう」と「高学年：放射線で飛行機雲を作ろう(霧箱実験)」の2つでした。小学生のみなさんは楽しんで実験にチャレンジしていました。

参考：<https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/archives/17544>

令和6年度共同利用研究公募のお知らせ

下記の要領で公募を行います。

◎公募要項：下記URLよりダウンロードしてください(2023年9月上旬頃から利用可)

<https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/inter-univ/kobo>

◎申請方法：共同利用支援システムを利用した電子申請。詳細は公募要項をご覧ください。

◎提出締切日：2023年10月25日(水)

◎照会先

京都大学複合原子力科学研究所 共同利用掛

電話：072-451-2312

電子メールアドレス：kyodo2312@rri.kyoto-u.ac.jp

表紙写真について

2023年4月に完成した第二研究棟を北側から見た写真です。地上3階+地下1階の建物です。右上の枠内は館銘板の写真です。

公式LINEアカウントについて

研究成果、イベント等の情報をお知らせします。
ぜひ「友だち登録」をお願いします



次号以降の配布を希望される方は、総務掛までご連絡ください

広報誌「アトムサイエンスくまとり」に対するご意見、ご感想をお待ちしています。総務掛までお知らせください。

京都大学複合原子力科学研究所 総務掛

〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西2丁目

電話：072-451-2300

ファックス：072-451-2600

電子メールアドレス：soumu2@rri.kyoto-u.ac.jp

ホームページ：<https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/>

●本誌の一部または全部を無断で複写、複製、転載することは法律で定められた場合を除き、著作権の侵害となります。



南海ウイングバス「原子力研究所前」下車すぐ

※JR熊取駅前発「大阪体育大学前」行き、または「つばさが丘北口」行き(所要時間約10分)

※南海本線 泉佐野駅前発「大阪体育大学前」行き(所要時間約30分)