

## 2022年度の講師派遣等について

複合原子力科学研究所では、地域広報活動の一環として「講師派遣」の取り組みを行っています。

## ■福井県立若狭高等学校への講師派遣

2022年6月24日(金) 第1回探究協同会議に出席しました。学校設定科目「探究科学II」において行っている研究発表について、専門家の視点からアドバイスをしていました。

講師：黒崎 健 教授

## ■熊取交流センター煉瓦館コットンホールへの講師派遣

2022年8月3日(水) 令和4年度熊取ゆうゆう大学体験部ジュニアチャレンジ講座において実験教室を行いました。今回のテーマは「低学年：スライムを作ろう!」と「高学年：放射線で飛行機雲を作ろう!(霧箱実験)」でした。

講師：木野内 忠稔 講師 他

講師派遣のお申し込みは、下記までお問い合わせください

●総務掛 FAX:072-451-2600

ホームページからも申込みできます。

<https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/pr/lecturer>

## 一般公開・桜公開・学術公開について

2023年4月1日(土)10:00~16:00に人数制限を設けて一般公開を、翌日の4月2日(日)10:00~16:00に桜公開を開催いたします。また、4月を除く毎月1回、月曜13:00~16:00に学術公開(施設の見学など)を開催する予定です。ご関心のある団体、個人の来所をお待ちしております。なお、構内において、飲食は可能ですが(アルコール飲料を除く)、禁煙および火気厳禁です。また、ペット同伴での入場はできません。新型コロナウイルス感染症等の状況により、中止または内容が変更になることがあります。申込などについての詳細は、複合原子力科学研究所のホームページまたは公式ラインをご覧ください。

## 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。



## 表紙のイラストについて

巻頭特集に関連した「量子ビーム生体分子統合研究センター」(Quantum Beam Biopolymer Integrated Research Center): QPIDの研究体制を表現したイラストです。

## アトムサイエンスフェア講演会2022を開催しました。

日時:2022年10月23日(土)13:30~16:00

場所:京都大学複合原子力科学研究所事務棟大会議室およびオンラインのハイブリッド開催

参加者:54名

●『顕微鏡による天文学—小惑星リュウグウのすがたを探る—』

富岡 尚敬 (海洋研究開発機構高知コア研究所 主任研究員)

●『未来のがん治療技術:核医薬—人類に脅威にも福音にもなるアクチノイド—』

山村 朝雄 (京都大学複合原子力科学研究所 教授)

\*詳細はホームページをご覧ください

<https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/archives/16470>

## アトムサイエンスフェア実験教室2022プラスを開催しました。

日時:2022年10月30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大会議室

参加者:中学1~3年生11名

●実験テーマ:『拡散霧箱実験』、『DNA抽出実験』

\*詳細はホームページをご覧ください

<https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/archives/16522>

## 第57回学術講演会を開催しました。

日時:2023年2月14日(火)10:00~17:20、15日(水)10:00~15:10、ハイブリッド開催

参加者:2日間でのべ347名(現地参加:62名、オンライン参加:285名)

●特別講演『原子炉とともに』

中島 健 (京都大学複合原子力科学研究所 教授)

●特別講演『環境放射能をはじめとする環境科学の研究』

五十嵐 康人 (京都大学複合原子力科学研究所 教授)

●特別講演『ホウ素中性子捕捉療法のための生物影響研究』

木梨 友子 (京都大学複合原子力科学研究所 准教授)

●他に、プロジェクト研究成果講演2件、新人講演4件、トピック講演2件、

一般講演26件(Zoomブレイクアウトルームを使用)

## 編集後記

今号の表紙いかがでしたでしょうか? これまでの表紙は全て写真でしたので、初のイラストの表紙です。表紙に惹きつけられて本誌を手にとられた方もいたかと思えます。

表紙に関連した特集を始め今号も充実した内容となっています。お楽しみください。

櫻井良憲



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)

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

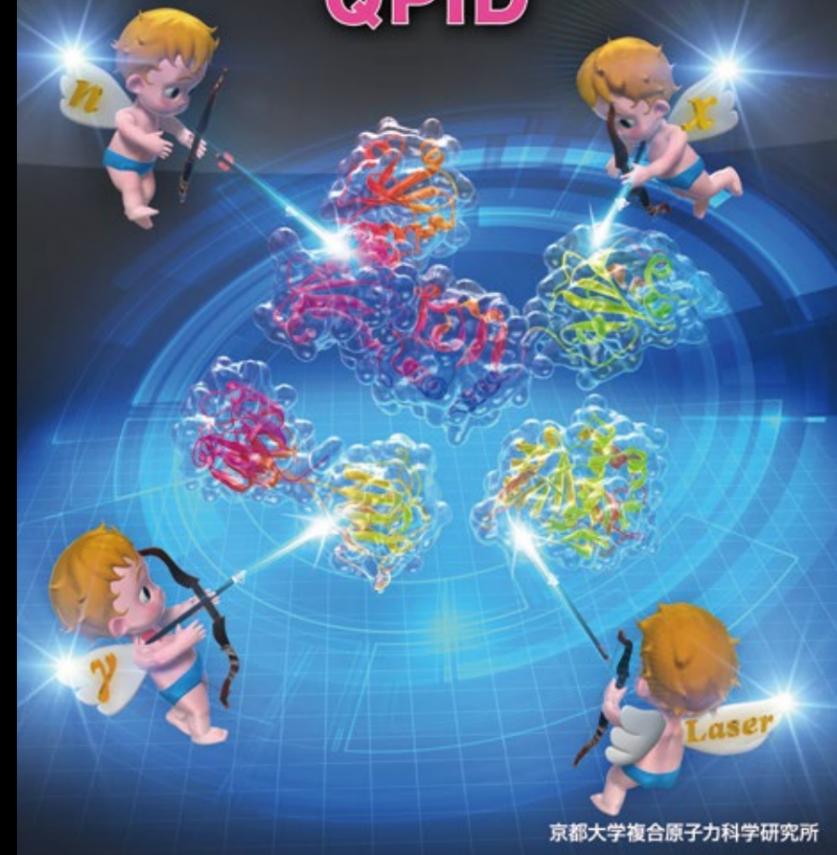
電子メールアドレス:soumu2@rri.kyoto-u.ac.jp

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。

 量子ビーム生体分子統合研究センター  
 Quantum Beam Biopolymer Integrated Research Center

# QPID



京都大学複合原子力科学研究所

## 巻頭特集

## 量子ビーム生体高分子統合研究センターの紹介

## ASKレポート1

宇宙用太陽電池素子を用いた放射線センシングによる1F廃炉推進 | KURでの陽電子ビームの生成とそれを用いた原子空孔分析  
放射性同位体の医療応用に向けた研究 | 実験データを収集するWebシステムの開発と材料開発への応用

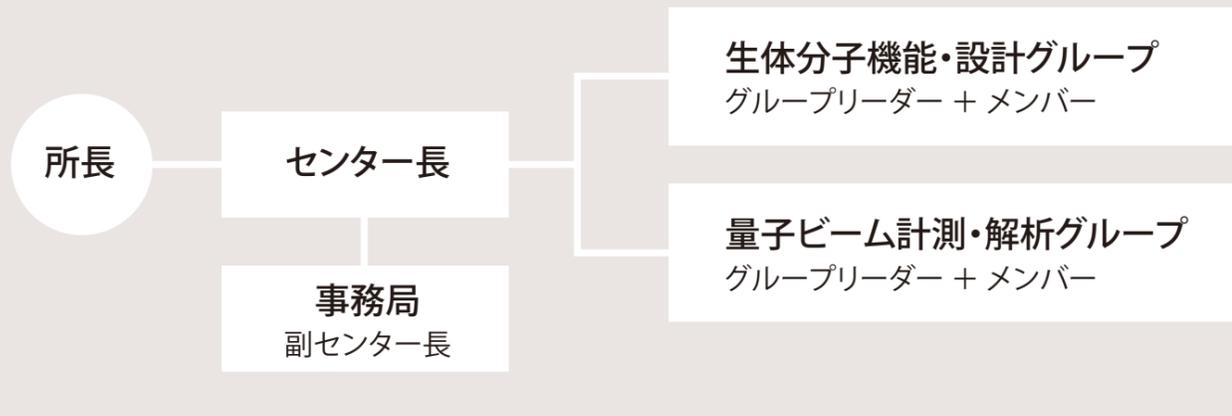
## ASKレポート2

定年退職にあたって

## ASK Worldレポート

熊取滞在記

京都大学複合原子力科学研究所 量子ビーム生体高分子統合研究センター



【量子ビーム生体分子統合研究センター】

量子ビーム生体分子統合研究センター (Quantum Beam Biopolymer Integrated Research Center: QPID) は、「生命分子動態解析ユニット」(2019-2021年)の成果を踏まえ、このユニットを発展させて設置した研究センターです。QPIDには革新的な生化学技術を用いて特徴的な生体分子試料や新たな機能を持った分子の開発を目指す「生体分子機能・設計グループ」と独創的な量子ビーム測定技術や計算機解析手法を用いて、未知の現象の解明を目指す「量子ビーム計測・解析グループ」が設置されています。両者は互いに協働し、更に所外研究者及び所外施設とも連携し量子ビームを用いた生体高分子研究の推進を行っていきます。これからQPIDが生み出す新たな研究成果・技術にご期待ください。

【高効率・多段階ドメインライゲーション技術】

タンパク質の多くは特徴的な構造部位(ドメイン)が複数連なった構造を持ち、ドメイン同士の配置や運動によって機能を発揮します。したがって、このようなタンパク質の機能を解明するためには、注目するドメインに標識を施してそのドメイン配置や運動の観測が必要となります。QPIDでは、困難と言われていたこの注目ドメインを標識した試料を調製する技術開発を行いました。そこで、高効率な反応位置を探索し、酵素を用いて三つのドメインのライゲーション反応を世界で初めて実現しました。更に、実験結果を基に分子動力学計算を用いてライゲーション位置の反応効率を示す指標を確立しました。この指標を用いると事前に高効率のライゲーション位置の予測が可能となり、実験上の労力の大幅な軽減が期待されます(図1)。また、この技術は、これまでにないタン

パク質を作りだすなど、タンパク質工学の発展にも寄与すると期待されます。(生体分子機能・設計グループ)

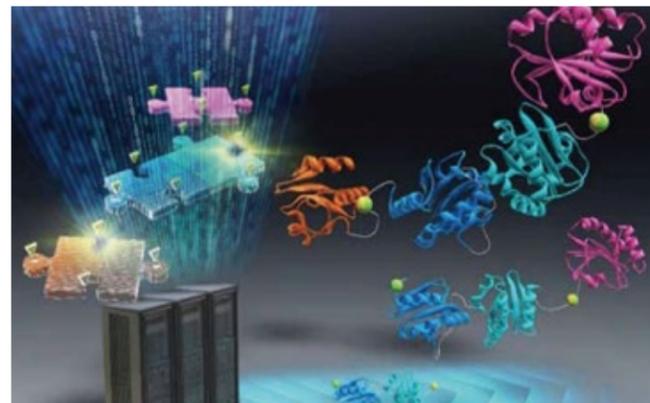


図1. 分子動力学計算による高効率ライゲーション位置の予測と多段階ライゲーション反応のイメージ図。

【中性子小角散乱 (SANS) 測定の最適化・高度化】

溶液中の生体高分子の構造や動態を解明するために中性子やX線をプローブとして用いた小角散乱法(それぞれSANS, SAXS) [※1]は大変有用ですが、特にSANSでは生体高分子希薄溶液から十分な統計精度を有する散乱プロファイルを得るには適切な装置パラメーターの選定が必須です。そこで、JRR-3のSANS-Uを用いて生体高分子希薄溶液に最適化した装置設定・スリットサイズ・ノイズ低減等を検討した結果、図2に示すように、SAXSとほぼ同程度の測定時間で高い統計精度の散乱プロファイルの取得に成功しました。ここから得られた知見をさらに活用することで、将来の新装置の設計及び開発に生かしていく予定です。(量子ビーム計測・解析グループ)

※1: 試料に中性子あるいはX線を照射し、約10度以下の散乱角での散乱強度を測定します。散乱角に対応す

る散乱ベクトル  $q$  に対して散乱強度  $I(q)$  をプロットした散乱プロファイル(図2)から、数Åから数百Å ( $1\text{\AA}=10^{-10}\text{ m}$ ) の範囲の構造情報が得られます。

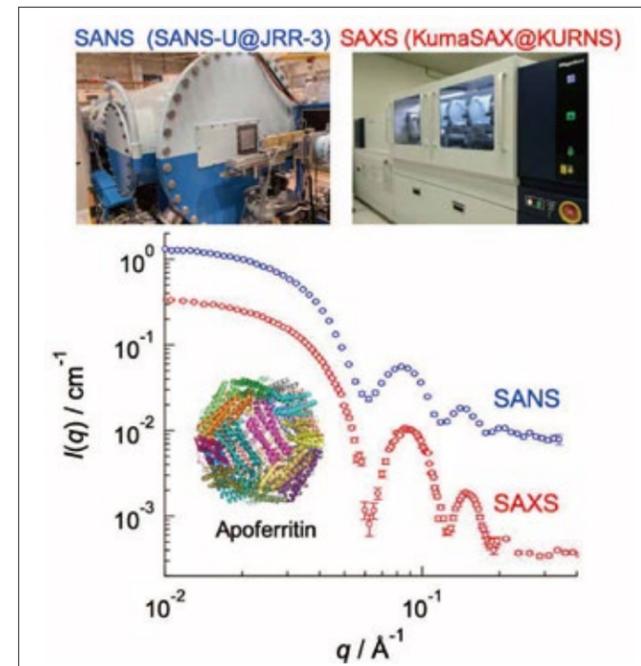


図2. SANS-U@JRR-3及びKumaSAX@KURNSで計測したアポフェリチン希薄溶液のSANS及びSAXSプロファイル。測定時間はSANS(青丸)が1時間、SAXS(赤丸)が2時間半。

【結晶解析を利用した生体分子の構造研究】

茶竹・森本グループは結晶構造解析を用いて原子レベルでの生体分子の立体構造の決定に挑戦しています。特に、中性子結晶解析は水素原子の観測に強力な方法です。これまでに、ヘモグロビン、リゾチーム、リボヌクレアーゼなどの蛋白質の水素原子や周囲の水分子の三次元構造を明らかにしています。これらの解析では、他のグループと同様に重水素置換による解析精度の向上を行っています。また、重水素(D)と軽水素(H)のコントラストを利用した、実空間D/Hコントラスト法、およびX線・中性子データのジョイント精密化方法の開発と応用を進めています(図3)。これ以外にも、抗がん剤開発のためのヒトプロテアソーム、乳酸酸化酵素の酵素反応の実時間可視化のための常温時分割解析を行っています。納豆菌が生産する有用な生理活性物質であるナットウキナーゼや水溶性ビタミンK複合体の構造研究なども行っています。(量子ビーム計測・解析グループ)

【量子ビーム生体分子統合研究センター体制: QPIDs】

センター長: 杉山正明 副センター長: 裏出令子、  
生体分子機能・設計グループ長: 高田匠 量子ビーム計測・解析グループ長: 井上倫太郎、  
メンバー: 森本幸生、茶竹俊行、守島健、奥田綾、清水将裕、柚木康弘

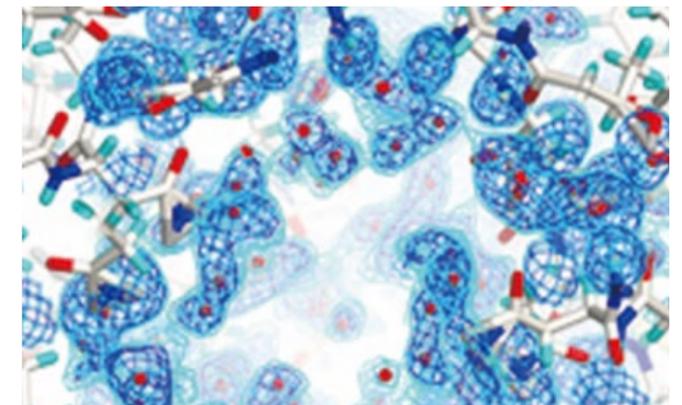


図3. 実空間D/Hコントラスト法による水分子の探索後の分子モデルと中性子散乱長密度。多くの水分子(赤い球)が見られる。

【異常蛋白質が関与する疾病の原理解明】

我々の体の中では、約10万種類もの蛋白質が千差万別の『形態』をとりますが、その源は20種類のアミノ酸の規則だった配列です。これに対して、我々は、蛋白質中のアミノ酸を換える、切る、繋げるなどの蛋白質工学的技術を有しています。このような技術を、新しい分析法と組み合わせ、様々な蛋白質の未知の『形態』を明らかにすることが可能です。図4に、一本のアミノ酸の鎖の状態から形状記憶合金のように蛋白質の形に折り畳まれる過程を5段階に分けて作製した例を示します。このように、様々な『形態』の蛋白質を作出し、新しい分析法と組み合わせで得られる『形態』の情報を、異常蛋白質が関与する疾患(下記の例だと白内障疾患)などの原理解明などに生かしてゆく予定です。(生体分子機能・設計グループ)

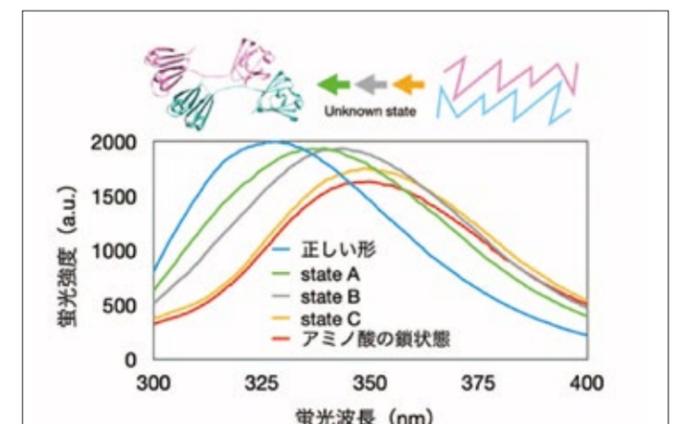


図4. 蛍光分析によるβ2-クリスタリン蛋白質(眼内水晶体の主要構成蛋白質の一つ)の溶液中での再生過程の観察。各段階におけるピークの強度などから再生程度は判断できるが、各形態は不明である。

## 宇宙用太陽電池素子を用いた放射線センシングによる1F廃炉推進

原子力基礎工学研究部門・核変換システム工学研究分野 奥野 泰希 助教

東京電力福島第一原子力発電所(1F)の事故により、その廃炉においては解体作業に応じて放射線場が刻一刻と変化する。そのため作業者の被爆事故やロボットの損傷を防止するため、リアルタイムな放射線場のマッピングが必要になる。しかし、炉内適応可能な線量計には、高い放射線レベルで長時間安定的に動作できるシステムが求められる。そのため、我々が、着目した技術は、人工衛星の電源用に研究開発されてきた宇宙用太陽電池である。



宇宙用太陽電池は、宇宙環境における放射線に耐える特性を持った素子が利用される。太陽電池としてよく知られており、地上で利用されている代表的なものは、シリコン(Si)と呼ばれる単一の元素を結晶化した素子が利用されるが、この太陽電池は、放射線耐性が低い。現在開発されている宇宙用太陽電池は、化合物太陽電池と呼ばれるもので、周期表の3と5族を使用したガリウム・ヒ素(GaAs)太陽電池や、2から6族を使用した銅・インジウム・ガリウム・硫黄・セレン(CIGSSe)太陽電池などがある。これらの太陽電池は、Si太陽電池に比べて放射線耐性が非常に高く宇宙ミッションでは10倍以上の寿命をもつ。

CIGSSe太陽電池は、特に放射線耐性が高く、我々の研究結果では、1F炉心の非常に高い放射線環境で10年以上も使用できることが明らかになってきた。さらにこの太陽電池の世界一の効率をもつ素子作製技術は、日本が有していることから、高い放射線センシングが

可能な素子を国内で入手可能である。そのため、我々は、この素子作製技術を用いた廃炉に向けた放射線センシングシステムを開発している。

図1に開発中のCIGSSe太陽電池を応用した放射線検出器の試作システムを示す。CIGSSe素子は、およそ15mm×6mmと非常に小さな形状に加工し、センサー内部に設置した。システムとしては、センサーが放射線環境で出力する微小な電流をピコアンメータにより測定し、その信号を解析することで炉内の放射線を計測する事ができる。今後は、実際に廃炉への適応を目指して1Fサイトでのシステム構築に向けた準備を進めている。

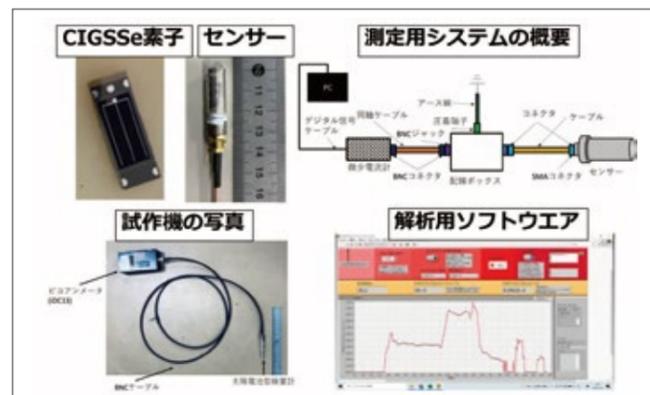


図1. 開発中の放射線検出器の試作システム

## KURでの陽電子ビームの生成とそれを用いた原子空孔分析

粒子線基礎物性研究部門・照射材料工学研究分野 飯内 敦 助教

後にジュラルミンと名付けられる高強度アルミニウム合金は、およそ120年前に偶然発見されました。ドイツの研究者ヴィルムは、ある土曜日にCuを4%、Mgを0.5%溶かしたAl合金を作製し硬さ測定を行いました。しかし期待した硬さはなく、ヴィルムはそのまま休暇に入りました。そして週明けの月曜日に改めて硬さ測定を始めたところ、土曜日に作製した合金が著しく硬くなっていることに気がきました。これは合金作製直後にはAl結晶中に均一に溶け込んでいたCu原子やMg原子が、室温で2日放置している間に凝集することで発現しました。このようにして発見された硬化現象は時効硬化と呼ばれ、金属材料の高強度化技術として現在でも自動車、鉄道、航空機等々の製造において利用されています。



さて、上で「結晶中に均一に溶け込んでいたCu原子やMg原子が凝集した」と書きましたが、固体中で原子が動くには結晶格子点に原子のいない「孔」が必要です。スライドパズルと同様に、すべての格子点が埋まっていると原子はほぼ動くことができません。この孔のことを原子空孔と呼びます。Cu原子やMg原子の凝集(=固体中での移動)は、スライドパズルのように原子空孔が(室温で!)動くことでもたらされました。

ヴィルムの例では室温で原子が動いていましたが、実際の金属材料の製造現場では室温で放置しているだけで変化されては困る場合もあり、原子空孔の濃度や挙動を制御することが工業応用上は重要になります。一方で半導体材料では、例えば青色LEDの場合、青く光らせたいのに原子空孔があると黄色く光ってしまったり、電流を流しても光らなくなったりします。そのため半導体材料でも、優れたデバイスを作るためには原子空孔の導入を制御することが重要になっ

ています。この原子空孔を調べるツールとして陽電子が用いられています。陽電子は結晶中に打ち込まれると原子空孔に捕獲される性質を持ち、そこで対消滅する際に原子空孔の情報をガンマ線として外部に放出してくれます。このガンマ線を計測することで材料中の原子空孔について知ることができます。

私はKURで陽電子ビームを生成し、それを用いて主に金属・半導体材料中の原子空孔について研究しています。図は高温超伝導体GdBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub>(GdBCO)を分析した例です。実験から得られたスペクトルを、第一原理計算から得た各種の単原子空孔がある場合の計算スペクトルと比較した結果、市販のGdBCO超伝導線材には原子空孔集合体が存在することがわかりました。このような原子空孔集合体の存在が超伝導特性にも影響を与えていることが考えられます。

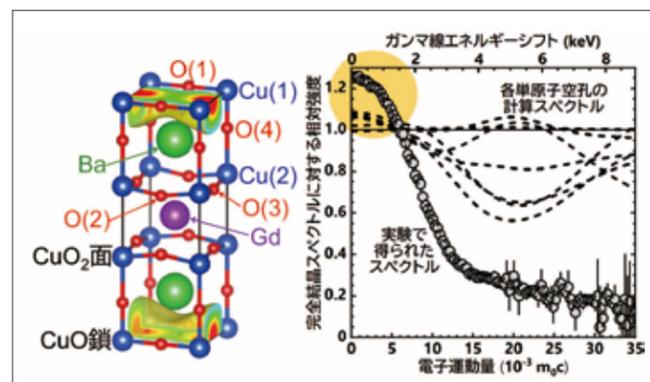


図1 GdBCO完全結晶の構造と陽電子密度分布(左)、陽電子消滅ガンマ線エネルギーシフトの実験値および計算値(右)。

## 放射性同位体の医療応用に向けた研究

粒子線基礎物性研究部門・同位体利用化学研究分野 稲垣 誠 助教

現在、がんを含めた様々な病気に対する治療や診断に放射性同位体(RI)が用いられています。RIを治療や診断に用いるためには、RIを体内で患部などに集める技術が重要となりますが、そのような仕組みをドラッグデリバリーシステム(DDS)と呼びます。RIのDDSを実現する手段としては、RIを別の分子に保持させ、その分子に患部に集積させる機能を持たせることが考えられます。RIを保持する分子の候補として、フラレンが挙げられます(図1)。フラレンは炭素原子がサッカーボールのようなかご状に結合した構造をもつ分子です。フラレンの中心部の空洞にRIの原子を入れる(内包させる)ことができれば、そのフラレンを化学的に修飾することでDDSの機能を持たせることができると考えられます。



フラレンには金属原子を内包できることが分かっており、RIを内包したフラレンの生成も一部報告されています。しかし、従来の方法は比較的大規模な装置を必要とし、RIによる汚染を考えると取り扱いが困難でした。RI内包フラレンを研究用途に少量生成するような目的にはより簡便な生成法が求められます。そこで、本研究ではRI内包フラレンを簡便に生成する手法の開発を目指しています。

近年、ファイバーレーザーと呼ばれる比較



図1. RIを内包したフラレンのイメージ図

的小型で大強度が得られるレーザーが利用できるようになりました。そこで、本研究ではRI内包フラレンの生成手段として、大強度の赤外線ファイバーレーザーを用いています。ファイバーレーザーと小型のチャンバーからなる装置を用い、チャンバー内に設置した小さな石英製の容器に炭素を主とする原料を入れ、容器内を希ガスで満たした状態で容器の外から原料にファイバーレーザーを照射します。この新規な手法で、実際にフラレンを生成することに成功しています。原料にRIを混合させて同様にフラレンを生成すればRI内包フラレンを生成できると考えられ、現在その実験を進め、効率的な生成条件を探索しています。



図2. レーザー照射の様子

## 実験データを収集するWebシステムの開発と材料開発への応用

安全原子力システムセンター・原子力防災システム研究分野 熊谷 将也 助教

従来の材料工学は、実験を一つ一つ積み重ねることによって新しい材料を開発してきました。一方、近年では大規模な材料データを利用した機械学習等によって材料開発を進めるMaterials Informatics (MI)が目立っています。このMIによって、開発にかかる時間の短縮や、新規材料の発見などが期待されています。



特にMIで利用される材料データは、計算の自動化による大規模なデータ生成が可能な第一原理計算データが主流です。実際に、数十万レコードを超える材料の電子構造や物性などがオープンデータとしてすでに公開されています。一方、現在オープンデータとして公開されている実験データは、数百から千レコード程度がほとんどであり、第一原理計算データと比べて発展途上です。そこで私は、「実験データの大規模収集を可能にする2種類のWebシステム」を独自に開発し、そこで集めた実験データを利用した実験MIという新たな研究領域の開拓に取り組んでいます。

1つ目のWebシステムでは、論文の紙面上の実験データに注目しています。実験データは、古くから論文の紙面上のプロット画像として公開されていますが、その多くがデジタルデータとして公開されていません。そこで私は、論文から実験データを効率良く収集できるWebシステムStarrydata2(図1)を独自に開発しました。2022年11月現在で、すでに約9,800本の論文から約54,000試料分の実験データの収集に成功し、現在も継続してデータを増やしています。また、集

めたデータで学習させた機械学習モデルを作成し、新規熱電材料を提案する応用研究を進めています。

2つ目のWebシステムでは、電子実験ノートに注目しています。論文に記載されている情報は、実際に行った多くの試行錯誤の実験のうちのごく一部です。そのため、Starrydata2のように論文から抽出しても、データの数や多様性に限界があります。そこで私は、失敗データを含む実験の過程から全てをデータ化する独自の電子実験ノートを開発しています。

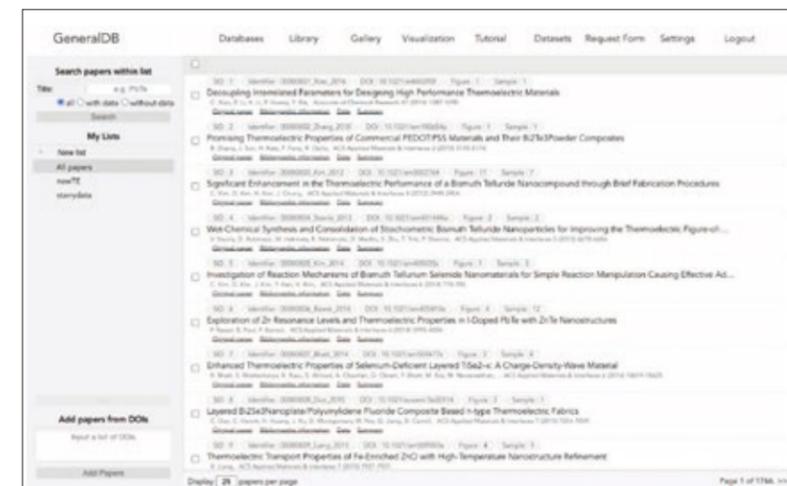


図1. 著者が独自に開発したWebシステムStarrydata2

## 「20年を振り返って」

原子力基礎工学研究部門・研究炉安全管理工学研究分野 中島 健 教授

今からちょうど20年前の2003年4月に、当時の原子炉実験所に助教として着任しました。着任翌年の2004年には国立大学の法人化が行われ、また2005年には、着任前に勤務していた日本原子力研究所(原研)が核燃料サイクル開発機構との統合により日本原子力研究開発機構となりました。さらに、少し間が空きますが、原子炉実験所は2018年に複合原子力科学研究所に改名・改組しており、20年という年月の間にいくつか大きな変化がありました。



この20年間の大学勤務の中では、研究や教育に関してもいろいろと経験させてもらいましたが、私にとっては研究用原子炉KURの安全管理にかかる業務が、最も大きな割合を占めていたと思います。その中でも多くの時間を割いたのは、規制対応であり、当初の規制機関であった文部科学省、その後の原子力規制庁へは、何度足を運んだかわかりません。燃料低濃縮化のための許認可や福島第一原発事故後の新規規制基準対応のための許認可では、当初の予定を大幅に超えて審査等が行われたため、いずれも長期の運転休止となつてしまい、利用者の皆様には、多大なご迷惑をおかけしてしまいました。また、許認可業務以外でも、原子炉運転中や停止中のトラブル等が発生した場合には、昼夜を問わず携帯電話に連絡があるため、研究炉部長や中央管理室長をしていた頃は、呼び出し音が鳴るたびに、何かトラブルが起きたのではないかとハラハラしていました。出力が小さいとはいえ、運転停止後も冷却が必要なKURでは、非運転時でも急ぎの対応が必要なこともあり、休日でもあまり心が落ち着

かなかった記憶があります。ただし、私は単身赴任をしており、週末には熊取を離れている機会も多かったため、現場の当直者や近隣在住の担当者には、ご迷惑をおかけしていたかもしれません。

これまでの間には、安全管理に関していくつかのトラブルが起こったりもしましたが、多くの皆さんの支えのお陰で、大きなトラブルに至ることなく、KURを維持管理でき、また、そのことにより地元からも大きな信頼を得てきたことは、安全管理を担当してきた者として、大きな喜びです。安全管理や地元対応などで、多大な尽力をされてきた関係者の皆様に、厚く御礼申し上げます。

昨年度より所長となり、それまでも議論が行われていた研究炉の今後の在り方について、大学としての正式な見解をとりまとめました。その結果、2026年をもってKURの運転を取りやめることとなりました。これは、当研究所にとって非常に大きな決断であり、これからの研究所の在り方を大きく変えていくことの契機となっています。原子炉実験を仕事にしたいと思って原研に就職した私にとっても、KURを止めるということは、非常につらい決断でしたが、先送りできる問題ではないと考えました。このように当研究所は大きな転換期を迎えています。同時に大学そのものも、これから大きく変わろうとしています。この研究所の転換期をむしろチャンスと捉えて、これから行われる大学の変革の中で、当研究所が新しい複合原子力科学研究の場として大きく発展していくことを期待しています。

## あつという間でした—放射線管理に身を置いて

原子力基礎工学研究部門・放射線管理学分野 五十嵐 康人 教授

着任したのが2019年1月でしたので、放射線管理に、研究に、教育に、さらに後半は研究教育担当の副所長という全く身に不釣り合いな職務もお預かりすることとなり、日々慌ただしく、本当に駆け抜けたというのが実感です。国立試験研究機関に30余年お世話になって卒業し一介の「素浪人」人生を感じ始めた頃、公募に手を挙げたことすら忘却の彼方だった暑い夏、担当の先生からお電話頂き面接で複合研を訪れました。応募のときから放射線管理を担うことは十分に覚悟しており、またみなさまの期待もそこにあると考えていました。しかし、放射線管理部長という重責を着任直後からお引き受けするとは想像していませんでしたので、これはたいへんだと思いました。そのため、着任当初は緊張感も半端なく、眠れない夜もあるほどでした(本当?と恐れそうですが…)。当初の想像よりも遙かに多くの事項に気を配りながら、また、技術職員さんたちや教員のみなさまの士気を挫くことなく如何に安全や安心にたどり着けるか、あれこれと悩んだ日々を過ごしてきました。特に、着任以降これまでに、放射線管理部に所属する優秀な技術職員が2名、また、同じ分野の准教授の方が職場を去られたことは、返す返すも残念なことでした。そうではありますが、その後は新人職員の採用のため試験問題を作成したり、面接したり、お陰様で立派な新人職員1名を採用できました。他にも、夜中から明け方にかけて何度も放射線モニターが発報したため、副部長さんとZoomで対策を明け方に協議したり、モニターひとつを設工認対象から除外してもらった措置のため規制庁を何度も訪れたり、コロナ禍で研究所に立ち入れなくなりどのように放射線管理を完遂するかZoomで長時間相談したり、当



時はどの業務・用務でも新たなことばかりで目が三角でしたが、今になると懐かしい気がします。漸くその荷を下ろせることに、多少の安堵感を覚えます。ご指導くださったみなさま、業務上お付き合いくださったみなさまに、深く感謝致します。

さて、ここから後事を託して記すことにします。複合研では、教員のみなさまの意識として研究と管理が表裏一体ではなく、むしろ二律背反に近く感じられます。安全管理は、みなさんの研究も支える共同利用・共同研究拠点である複合研の維持・発展に不可欠です。しかし、新規規制基準適用や品証、RI防護の導入など、厳しく管理を求める施策により業務量が著しく増大、法務に近い書類・記録の作成や処理・管理など、より高度な業務内容も増大しているところ、専門人材の流出があり育成が急務です。そこで、若手・中堅の管理を中心に業務に取り組んできた方々の情熱を上手に生かせる仕組みの構築、例えば、「専任教授・准教授」(名称にはこだわられません)など、文字通り安全管理に「専任」する職階・職制の導入、研究と管理の両方に携わる若手・中堅には厚く研究費を手当(評価は厳しく実施)、といったメリハリが効いた施策を執れないでしょうか。アイデアはもつとありますが、「老兵は去り行くのみ」。ただし、もう暫くは複合研のお世話になり「老兵は死なず」、広島・長崎の所謂「黒い雨」領域判別の仕事を継続します。老害にならぬよう努めますから、ぜひ、温かい目でみてくださるよう、お願いを致します。

## 複合研での研究と放射線管理業務

原子力基礎工学研究部門・放射線管理学分野 木梨 友子 准教授

1993年に約3年間のアメリカ留学から帰国し原子炉実験所に助手採用されて30年目となります。ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)の治療スタッフおよび研究者としてのスタートでした。留学先のハーバード大学Little教授の研究室ではDNA二重鎖切断損傷と突然変異誘発について研究し3報の論文を発表しました。BNCTは原子炉の熱中性子を照射し、殺腫瘍細胞効果にはホウ素中性子反応による $\alpha$ 線を利用するためガンマ線やエックス線より細胞内のDNA二重鎖切断損傷が大きくなります。ハーバード大学で習得した突然変異細胞のDNA解析手法を用いて熱中性子およびアルファ線に誘発された突然変異CHO細胞の遺伝子解析の研究を原子炉実験所でも行いました。その後はBNCTの効果向上のための放射線生物影響の研究を続け、毎年のように国内外の学会で成果発表を行い、国際学術雑誌に論文発表できたのは、農学研究科・高橋千太郎研究室の優秀で熱心に研究に取り組む学生さんたちのおかげであったと感謝しています。



2001年に原子力基礎工学部門に異動となり放射線管理分野で研究と放射線管理業務を担当し、個人班員から個人班長、副部長の業務を行いました。最も印象に残っているのは2011年3月11日の東日本大震災時の東京電力福島第一原子力発電所の事故による福島県内の地域住民のための避難所での避難者のサーベイ業務に派遣された原子炉職員の内部被ばく線量測定です。派遣職員の全身の内部被ばく線量測定はホールボディカウンタで測定できて問題ないものの甲状腺ファントムおよびヨウ素線源がないため甲状腺の内部被ば

く線量が測定できない状況でした。当時の高橋知之・放射線管理部長に即座に両者を購入していただき正確な線量評価を実施し甲状腺内部被ばく線量には問題ないことを明らかにすることができました。2005年に京都大学法人化に伴い熊取事業所・産業医に任命されました。産業医の業務で最も印象深いのが未だ完全には収束していない新型コロナウイルス感染症への対応業務です。もともと回避しなければならないのが所内のクラスター感染対策でした。当初から症状が出た場合の所への報告が大切と思い、独自に報告書を作成しました。総務掛と医務室の連携プレーにより、報告については完全な体制を現在まで維持してクラスタ発生は今のところ起こっていません。振り返ると研究以外に多岐にわたる業務を経験しましたが、問題なく終了出来たのは技術室や事務関係職員の皆様を含めた所員の皆様のご協力のおかげです。ありがとうございました。



図1. ホールボディカウンタ鉄室内部と甲状腺ファントム

## ASK World レポート

## 熊取滞在記

粒子線腫瘍学研究センター・粒子線腫瘍学研究分野 研究員 Jessica Franzetti さん(イタリア・ミラノ大学)

I am Jessica Franzetti, a young Italian Radiation Oncologist; I recently travelled to Osaka to discover the BNCT world. Prof. Suzuki and Dr Kondo welcomed me from November 1st to December 7th to Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University. During my attendance I explored different aspects of preclinical research on cell lines and mice and I saw BNCT treatments on patients at the Kansai BNCT Medical Centre. This working travel permitted me to comprehend more about BNCT, although much is still there to be learnt; moreover, I had the chance to meet a lot of kind people that accompanied me in this new experience.

My stay in Japan was not just a business trip: during this period, I had the opportunity to visit the nearest cities, too. I saw the famous deer in Nara Park and the most important buildings and temples in Osaka. In the end, I visited Kyoto, a city characterised by the ancient charm of its districts, the shrines and the magic atmosphere of the Arashiyama Bamboo Forest. What I take with me from this experience are the notions learnt, the beautiful places and the people I met, who made this trip unforgettable.



夕暮れの大坂城



春日大社にて



梅田スカイビルから



奈良公園にて



私はジェシカ・フランゼッティというイタリアの若手放射線治療医です。BNCTに関する見聞を広めるために大阪にやって来ました。京都大学複合原子力科学研究所では、11月1日から12月7日までの間、鈴木教授と近藤先生のお世話になりました。その間に、細胞やマウスなどを用いた前臨床研究の様々な側面を学びました。また、患者に対するBNCTの治療を関西BNCT共同医療センターで見学しました。まだ学ぶべきことは多くありますが、この研修旅行によりBNCTに関する理解をより深めることができました。さらに、この新しい経験の中で、私を支えてくれる多くの親切な人々に出会う機会がありました。

私の日本滞在は研修のためだけではありませんでした。この間に、近隣のいくつかの町を訪れる機会もありました。奈良公園では有名な鹿を、大阪では重要な建築物や寺院を見物しました。終盤には、京都を訪れて、古の魅力が際立つ町並みやいくつかの神社を見物し、嵐山の竹林の魔法のような雰囲気魅了されました。

この経験から私が得たものは、習得した知見、美しい場所、そして、この旅を忘れられないものにしてくれた、出会った人々でした。

日本語訳(近藤夏子)