

# アトムサイエンス くまどり

Vol.26

2020 秋冬号

<https://www.rii.kyoto-u.ac.jp/>

巻頭特集

## 廃棄物処理施設について



ASKレポート1

研究ハイライト

ASKレポート2

新型コロナウイルスへの対応について

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

ASKレポート3

事務部の集約化と  
事務棟パブリックスペースの新設について

INFORMATION

ASK掲示板

# 廃棄物処理施設について

放射性廃棄物制御工学研究分野 福谷哲准教授



## はじめに

複合原子力科学研究所の放射性廃棄物処理施設は主に廃棄物処理棟、タンクヤード、固形廃棄物を収納する倉庫で構成されています。廃棄物処理棟は研究所の前身である原子炉実験所が京都大学に附置された1963年(昭和38年)には設置されていた歴史の古い建屋です。廃棄物処理棟に隣接して地上式貯留槽(6槽)、地下式貯留槽(7槽)から成るタンクヤードがあり、固形廃棄物を収納する倉庫は所内2カ所に合計3棟あります。放射性廃棄物はその形態から液体廃棄物、気体廃棄物、固体廃棄物に分類できます。当研究所での廃棄物処理法を形態別に説明します。

## 液体廃棄物

所内で発生した液体廃棄物は排水管あるいはタンク車によってタンクヤードの廃液貯留槽に集められます。そして廃棄物処理棟内に設置された液体廃棄物処理装置、すなわち蒸発濃縮処理装置、凝集沈殿ろ過処理装置、イオン交換処理装置を用いて処理を行います。放射性液体廃棄物の処理とは放射性物質の混入した廃液から放射性物質を取り除ききれいな水を作り出す水処理です。蒸発濃縮処理装置は廃液を加熱、沸騰させて蒸気を発生させ、装置の後段で蒸気を冷却することによって復水し浄水を得る装置です。大きな蒸留水製造装置と言えるでしょう。蒸気中に混入する放射性物質を含んだ飛沫をサイクロン、充填塔、多孔板塔といった飛沫分離装置で除去することにより高い除染能力が得られます。放射性物質が煮詰まった濃縮液はドラム缶等容器に回収しゆっくりと乾燥させて固形状とします。イオン交換処理装置は表面にイオン交換基を導入した化学合成樹脂、いわゆるイオン交換樹脂を充填した塔群から成る処理装置で、陽イオン交換樹脂を充填した陽イオン交換塔、陰イオン交換樹脂の陰イオン交換塔、陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂とを混合して充填した混床塔があります。イオン態の放射性物質は各塔で樹脂に吸着し廃液から除去され浄水が得られる仕組みです。ま

た、天然の鉱物(バーミキュライト)を充填した無機イオン交換塔も設置されています。各塔はそれぞれ2系統ずつ設置されています。凝集沈殿ろ過処理装置は放射性物質を凝集剤によって沈殿させ回収する装置で、当研究所では凝集剤に第二塩化鉄( $\text{FeCl}_3$ )を用いています。廃液に凝集剤を添加しよく攪拌しながら水酸化ナトリウム( $\text{NaOH}$ )を用いて廃液の液性をアルカリ性にする、イオンとして溶けていた鉄が水酸化鉄( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ )となって析出してきます。今度はこの廃液をゆっくり攪拌することにより水酸化鉄の析出物(フロック)を大きな塊に成長(凝集)させて沈殿させます。この時この沈殿物(汚泥)に廃液中の放射性物質が取り込まれて除去され上澄み液を浄水として得る仕組みです。この装置も2系統設置されています。また凝集沈殿ろ過処理後に用いる補助的な装置として凍結再融解処理装置が設置されており、これは汚泥を冷却して凍結させその後融解することによって固液分離が促進され効率的に汚泥を脱水させる装置です。各処理装置で得られた浄水はタンクヤードの監視貯留槽に集められ、放射性物質濃度を測定して基準値以下であることを確認した後に研究所敷地内の今池に放流します。一方、放射性物質を含むものとして回収した汚泥やイオン交換樹脂は固体廃棄物として処理を行います。

## 気体廃棄物

気体廃棄物は各建屋の気体廃棄物処理装置を用いて処理を行います。装置は排風機とフィルターから成り、建屋の各発生箇所から排風機で気体をフィルターに導きろ過処理を行っています。フィルターはHEPAフィルター(High Efficiency Particulate Airフィルター)を用いており、これは $0.3 \mu\text{m}$ の粒子に対して99.97%以上の粒子捕集効率を持つ高性能なフィルターです。浄化された気体は放射線モニターで連続的に監視しながら排気されます。一方、回収された放射性物質を含むフィルターは固体廃棄物として処理を行います





廃棄物処理棟内の処理装置



廃棄物処理棟



タンクヤード



廃棄物処理棟内の処理装置

## 固体廃棄物

固体状の放射性廃棄物としては、各種実験で用いられたポリ瓶やビーカー、施設改修等で発生するコンクリートから、鉄筋、そして前述した液体および気体廃棄物処理由来のもの、等多種多様なものがあります。固体廃棄物はドラム缶等容器に密閉して外部の廃棄物処理業者に引き渡すまで3棟の倉庫に保管する処理を行っています。第1固形廃棄物倉庫は竜巻防護対策として固縛装置が導入され、また2018年(平成30年)に完成した第2固形廃棄物倉庫は耐震耐竜巻設計となっています。気体廃棄物中、液体廃棄物中の放射性元素もより安定な

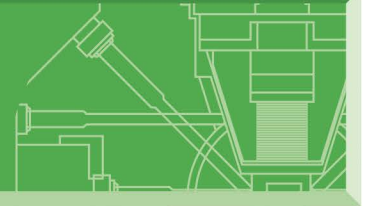
状態である固体廃棄物として保管する処理を行い、最終的に処分場へ搬出される予定です。

## おわりに

複合原子力科学研究所で発生する放射性廃棄物は放射性物質を環境中に逃さないよう細心の注意を払って処理されています。処理施設は研究所設立当初から運転されていたものも多く老朽化の兆しも見られますが、日々装置のメンテナンスを行います。これからも安全のために処理を行っていきます。



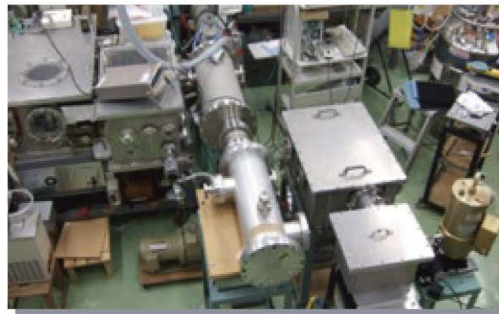
# ASKレポート1 研究ハイライト



## 電子加速器を用いたテラヘルツ電磁波の発生と応用の研究

安全原子カシシステム研究センター加速器応用工学研究分野  
高橋俊晴准教授

テラヘルツ波、ミリ波といった言葉を聞いたことがありますか？ミリ波は自動車の運転支援システムや空港でのボディスキャナなどに使われていますが、テラヘルツ波はそれよりも波長の短い(周波数の高い)電磁波で、昔から遠赤外線とも呼ばれていた直接目で見えない光です。周波数は100ギガヘルツから10テラヘルツ、波長で言うと30ミクロンから3ミリメートル程度です。ちょうど光と電波の境界領域になるため研究の歴史が浅く、近年、光源開発やその光を使った物性の研究が精力的に行われています。テラヘルツ波は発振器や超短パルスレーザーを使って発生させることができますが、私の専門は、電子加速器で発生させ利用することです。電子加速器で発生させることができる電磁波は放射光と呼ばれていて、専用の大型施設(SPring-8など)でX線から近赤外線まで広く研究に利用されています。高周波加速というタイプの電子加速器では電子が集団で加速され、放射光は集団の中の電子の数だけに足し合わされた光強度(明るさ)になりますが、集団の大きさよりも波長が長い電磁波になると電子の数の2乗に比例した強度になり、これを



分光装置



電子線型加速器

コヒーレント放射光と呼んでいます。研究所にある電子線型加速器では、集団のサイズがテラヘルツ波の波長より小さく、電子の数が10の10乗(百億)個もあるので、非常に高輝度のテラヘルツ帯コヒーレント放射光を発生させることができます。現在は、より小さなスポットに集光できる平行度の高いテラヘルツ波の発生方法の研究、アミノ酸やその集まりである蛋白質の構造に関する情報を得るための円偏光の発生方法(テラヘルツ帯円二色性分光法)の開発、波長以下のサイズの微視的観測を可能にする近接場分光装置の開発研究など、新たな分光法の開発を中心に進めています。また同時に、高輝度テラヘルツ放射光を使い、生体組織中の水分子の結合状態に着目した腫瘍領域のイメージング分光への利用も展開しています。最近ではスマホの通信規格5Gという言葉をよく耳にしますが、将来的にはテラヘルツ波を用いた6Gの時代も到来するかもしれません。それに備え、現在進めている研究が、通信関連デバイスや生体影響の基礎研究に役立てられればと考えています。

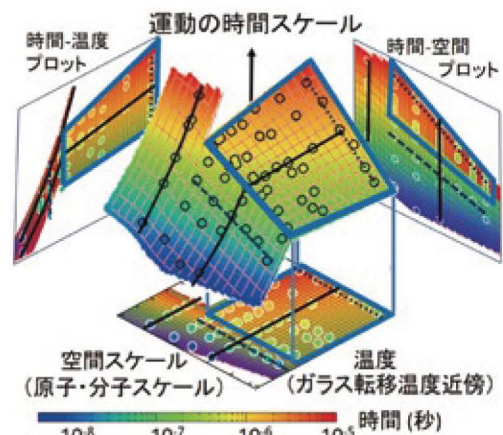
## 単色のガンマ線を用いたガラス転移における原子・分子のダイナミクスの研究

粒子線基礎物性研究部門核放射物理学研究分野  
齋藤真器名助教

人類ははまだハチミツがドロドロしている理由を説明できていません。この問題は、液体を冷やしてサラサラ、ドロドロからカチコチのガラスになる際に、粘性が増えるのはなぜか？というガラス転移現象のメカニズムの問題と強く関係しています。この問題は非常に基本的なのですが現代物理学では手も足も出ないほど難しいものです。そのためガラス転移とその関連分野は物性物理学最後の最前線と呼ばれ、盛んに研究されています。その謎を解く鍵の一つが、原子・分子の運動を理解することだと考えられています。しかし、ガラスに近いドロドロした液体の場合、原子・分子の運動を調べることは非常に困難でした。我々はその運動を見るため、新しい実験手法を開発しています。



ジで、“単色な”ガンマ線を原子・分子に当てて、弾かれたガンマ線の波長を正確に測定することで原子・分子の運動の速さを測定することができます。ガンマ線の波長は原子・分子の大きさと同程度なためそれらを見るのに都合がよく、またガンマ線はドロドロした粘性の高い液体中の原子・分子運動を精度良く観測するのに適した“単色性”を有しています。この単色ガンマ線を用いた実験手法を開発し、それを用いてガラスに近いドロドロした液体中の原子・分子の運動の様子を直接明らかにすることで、ガラス転移のメカニズムを解明したいと考えています。



さて、警察は速度違反取締(通称ネズミ捕り)の際に電波を車に照射し、跳ね返ってきた電波の波長がいわゆるドップラー効果によりどの程度変わったか調べることで、車の速度を測定するレーダー探知法をとることがあります。ここで、照射される電波の波長の分布が狭いほど、原理的により波長の小さな変化を検知することが可能となり、車の速度もより精度良く決定できます。波長の分布が狭いことは可視光域の表現を借りると“単色”と表現されます。これと似たイメー

## 遺伝子工学を利用した放射線生物学

放射線生命科学部門粒子線生物学研究分野  
真田悠生助教

私が現在行っている研究の1つとして「放射線治療の効果とがん細胞の遺伝子の働きがどのように関係しているか」ということを調べています。がん治療によって「がん細胞が死ぬかどうか」ということはもちろん重要ですが、がん治療を受ける前、受けている間、あるいは受けた後に細胞の中で何が起きているのかを詳しく調べることで、なぜがん細胞が死んだのか(あるいは生き残ったのか)を理解する手助けとなります。これらの情報は、抗腫瘍効果のメカニズムの解明につながり、さらには治療法や創薬のヒントにもなると期待されます。

これまでの細胞工学の発展によって、細胞の遺伝子の働きをコントロールすることができるようになりました。例えば、ある遺伝子が発現しないがん細胞や、逆にその遺伝子の発現量が増大したがん細胞を作り、放射線照射後の細胞生存率を比較すれば、その遺伝子の働きが照射後の細胞生存にどのように関係しているのかがわかります。さらには、がん治療の効果を高めるためにはその遺伝子の働きを活性化させた方がよいか、抑制した方がよいかといった研究にも応用できます。

また、遺伝子にレポーターと呼ばれる配列を組み込むことで、その遺伝子から発現するタンパク質の量が時間経過によりどのような変



動をするか、そのタンパク質が細胞内のどのような場所に分布するのか、といったことが解析できるようになります。ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)で投与されるホウ素化合物(の1つ)BPAががん細胞内に取り込まれるためには、アミノ酸トランスポーターと呼ばれるタンパク質が必要です。環境の変動や薬剤の併用に伴って、このアミノ酸トランスポーターがどのような変化を示すのかということはBNCTの抗腫瘍効果を考える上で重要な指標の1つと言えます。

このような研究を通して、放射線がどのようにがん細胞に作用するのかを遺伝子の働きという点から明らかにしていきたいと考えています。



細胞実験の様子

## ASKレポート2

# 新型コロナウイルスへの対応について

複合原子力科学研究所 川端祐司所長

年初、新型コロナウイルスによる肺炎が中国にてはやっていると聞いた頃、まだまだ遠くの出来事の様な気分でした。それが1月末には政府による「指定感染症」指定、2月にはダイヤモンドプリンセス号内の集団発生となり、社会的緊迫感も高まりました。研究所としても毎年春に開催している「一般公開・桜公開」の中止を2月末に決定しました。

さらに、3月2日には研究所内で人が集まる会議等の開催を原則延期又は中止とし、外部研究者や学生等の来所も原則禁止としました。その後、感染者が急増し、京都大学としても矢継ぎ早に感染拡大防止に関する注意点や対応業務についての指示が発出されました。本研究も新型コロナウイルス対策室を設置して対応強化を図り、会議等の開催でのWebやメールを使用することの徹底、4月からの見学等の当面の中止、新年度に行う教育等のeラーニング化もしくは延期等が行われました。

そしてついに、4月7日に大阪府を含む7都府県にて緊急事態宣言が発せられ、研究所としても厳格な対応をするため、職員の在宅勤務の開始、車両入構禁止、学生登校禁止、来所者入構禁止、所員出張禁止等を決定しました。さらに4月14日に出された大阪府からの施設の使用制限等の要請に伴い、研究所の活動を大きく制限し、研究の自粛及び職員の原則テレワーク化を行いました。

しかし、原子炉施設等としての責務を果たすため、十分な安全管理の確保のための体制維持を最優先としなければなりません。そのため、規制当局と相談し、原則休日相当の体制を維持しました。万一

に感染が発生するような場合でも、原子炉等の安全確保とクラスター発生防止を両立できるよう、職員一同細心の対応を行いました。その後、4月16日には全国に緊急事態宣言が発せられ、さらに緊張感の高まる中、感染防止対策の徹底を進めつつ、第1波の終息を待ち続けることとなったのです。

やがて、5月21日の大阪府等の緊急事態宣言解除、さらには5月25日に東京を含む全国での解除、6月18日の全国の都道府県間移動制限の解除となり、徐々に状況が落ち着きを取り戻しつつあります。とはいえ、この新型コロナウイルスの世界中での蔓延は、世界史レベルのパンデミックとなっています。幸い、研究所内からは現時点(6月末)まで感染者は発生していませんが、今後の感染第2波、第3波に備え、警戒を緩めることなく慎重に活動を再開しつつあります。

ただ、これらの活動自粛による影響は確実に起こっており、例えば研究炉の定期検査スケジュールには遅れが生じており、研究炉を利用した共同利用研究は年度後半からの再開予定となっています。ただ、それ以外の共同利用については、6月22日以降、受け入れ環境の整備が整ったところから徐々に再開を始めています。とはいえ、万一にも所内で発症が確認された場合、再び共同利用を含む研究所活動の大幅制限を行う可能性があります。残念ながら、今後そのような不確実性を抱えつつ慎重に活動を実施する状況が続くと考えられます。皆様にはご不便・ご迷惑をおかけしますが、どうぞご理解・ご協力をお願い致します。

## 京都大学大学院 工学研究科 原子核工学専攻の白石禎晶さんに聞く

**Q1: 複合原子力科学研究所での学生生活はいかがですか？**

新型コロナ感染拡大以前は、学生部屋に行くと同じ研究室の先輩、後輩がいつもいるのでみんなで研究の話から、プライベートの付き合いまで楽しく過ごす事ができていました。また、研究所内にはシャワー室があり、学生部屋には仮眠用のベッドもあるので、実験前や学会前の立て込んでいた時期にはとても助かりました。

しかし、新型コロナ感染拡大以降はそうも行きません。

**Q2: 現在の研究テーマについて易しく教えてください。**

私が現在取り組んでいる研究テーマは「ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)用の中性子照射場で用いる中性子スペクトロメータの改良」です。

現在、KURで用いられているものをよりコンパクトに、より簡便に、より使いやすくなるように改良・検討し、実験しています。



**Q3: 将来目指していることを教えてください。**

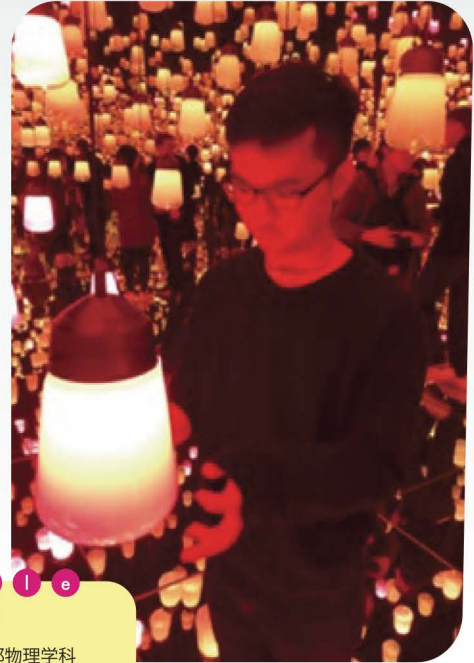
櫻井先生や、田中先生、高田先生方のようにBNCTに関する研究に携わり、また実際に治療に関わっていくことを目指しています。

**Q4: 出身地のご当地自慢をお聞かせください。**

特に観光地などもなく、東京からもデイズニーランドからも離れている地元ですが、唯一の自慢はマツコ・デラックスさんと地元が同じところ。小学校、中学校まで一緒なことは自慢です。(笑)

**Q5: ご趣味はなんですか？**

大学生の時から始めたギターが趣味です。サークルメンバーとは今でもたまに連絡を取ってスタジオに入ったりしています。



p r o f i l e

白石禎晶(しらいしきだあき)  
出身地: 千葉県千葉市  
出身大学: 中央大学理工学部物理学科

A S K  
インタビュー

# 京都大学複合原子力科学研究所の人たち

## 技術室 研究炉部の白鳥篤樹さんに聞く

**Q1: 複合原子力科学研究所に来られたいきさつを教えてください。**

国立大学法人等職員採用試験一次試験に合格後、複合研より勧誘の連絡を頂いたのがきっかけです。機関訪問には来られませんが、HP等を調べて興味を持ち二次試験を受けました。

**Q2: 現在の職務内容について簡単に教えてください。**

KURの保守・運転・計画が主な業務です。実作業だけでなく、各種点検、運転毎の過剰反応度の計算、三カ年・年間運転計画案の作成など、KURの運用に関する事を広く行っています。また、工場での図面作成の手伝いも行っています。

**Q3: 出身地のご当地自慢をお聞かせください。**

米、果物、肉がおいしい田舎で、芋煮が有名です。将棋・紅花・こけしなどの伝統的な工芸が多くあります。また、近くには松尾芭蕉が句を詠んだ立石寺や最上川、山岳信仰の聖地といわれる出羽三山などがあります。ついでに実家の風呂場では蛇口から温泉が出ます。

**Q4: 趣味はなんですか？**

読書、工作、ピアノです。数年前、実家の自室を圧迫していた本を

売った際に数えたところ千冊を超えていました。学部生の頃はロボット制作サークルに所属し、仙台知能ロボコンなどに出場しました。ピアノは小中学生の頃に習っており、今でもたまに弾いています。工作とピアノは最近ご無沙汰ですが。

**Q5: モットーを教えてください。**

広く興味を持つことです。学ぶこと、学んだことは無駄にはなりません。様々な考え方や感覚、思考のきっかけを内につくるのです。



p r o f i l e

白鳥篤樹(しらとりあつき)  
出身地: 山形県天童市  
出身大学: 山形大学大学院工学研究科  
博士後期課程単位取得退学

## ASKレポート3

# 事務部の集約化と 事務棟パブリックスペースの新設について

### 事務部の集約化

事務部は、総務系（総務全般を扱う総務掛、共同利用事務を扱う共同利用掛、図書関係業務を扱う図書掛）、経理系（予算関係を扱う財務掛、予算執行を扱う契約管理掛）、施設系（施設関係の業務（建築、電気、機械設備関係）を担当する施設掛、設備掛）、旅費・謝金関係を扱う旅費謝金センターの計7掛、1センターで構成されています。

これまで、事務部の総務系・経理系・旅費・謝金センターは事務棟に、施設系は別棟に配置され分散しておりましたが、令和元年、施設系を事務棟へ移転し、事務部を一体に集約化することで、今まで以上に事務の迅速化、業務効率化の向上を図れる配置体制としました。

これにより、事務部集約化のスケールメリットを活かした事務組織力を強化し、教育研究活動や安全活動のさらなる発展に寄与していきます。

※令和2年9月現在、新型コロナウイルス感染防止対策のために、事務部の一部を会議室等に分散化しています。

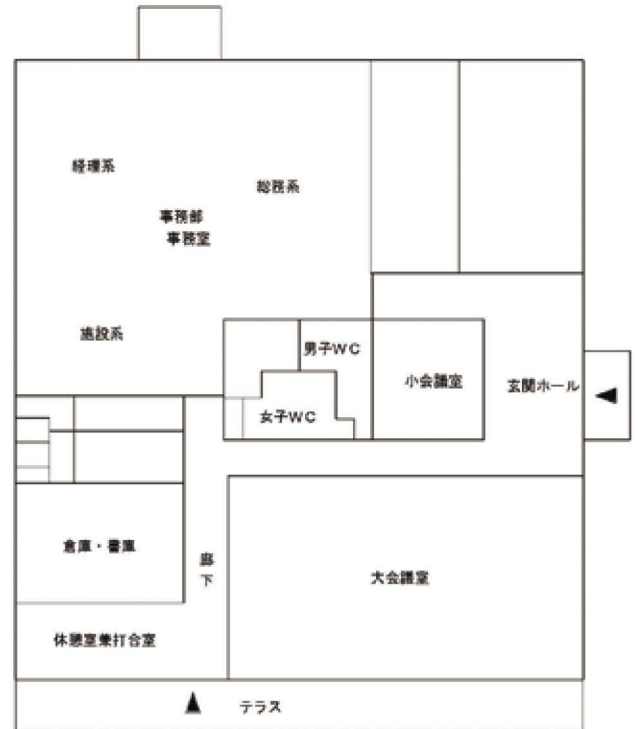
### 事務棟パブリックスペースの新設

京都大学の改革と将来構想 WINDOWにある『快適なキャンパス環境の提供等 (Natural And Noble)』や熊取地区キャンパスマスタープラン2016『パブリックスペースの形成』に基づき、教職員や学生等の所員が快適なキャンパスライフを送れるよう、事務棟に所員だけでなく研究所を利用される方々にも使用いただけるパブリックスペースを令和元年10月に新設しました。

このスペースは、休憩室兼打合せ室として気軽に使用いただけるよう、廊下と一体感のある仕様で白を基調とした内装仕上げとし、外部に面する窓は全面ガラスのため外光を十分取り入れられるなど、より開放的な雰囲気となっています。

既に、証明書（在学証明書等）発行機を設置し日常的に学生が利用しているほか、所内で開催される研究会、アトムサイエンスフェアや講習会等の受付場所、学外研究者等との打合せや職員のランチタイムの休憩場所などとして使用されています。

※令和2年9月現在、新型コロナウイルス感染防止対策として、ソーシャルディスタンスを確保するため、座席数を減らしています。



事務棟平面図



休憩室兼打合せ室

# INFORMATION ASK 掲示板

## アトムサイエンスフェア講演会2020開催案内

下記の要領で開催いたします。2名の講師がお話しします。

- オンライン開催 (Zoom配信)
- 日時: 2020年10月18日(日)13:30~16:00
- 講演1: 『世界初の加速器を用いたBNCTの実現 一京都大学における加速器BNCTの研究開発の歩みー』  
講師: 田中浩基(京都大学複合原子力科学研究所准教授)
- 講演2: 『熱電変換 ー原理、応用、将来展望ー』  
講師: 黒崎健(京都大学複合原子力科学研究所教授)
- 定員: 特になし
- 対象: 中学生~一般
- 参加費: 無料
- 申込方法: 参加希望の方は以下のホームページよりお申し込みください。  
<https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/public/asf/2020/lecture.php>  
申込期間: 2020年10月8日(木) 12:30~10月15日(木) 12:00

## アトムサイエンスフェア実験教室2020開催案内

広く科学に興味を持ってもらうため、気軽に科学とふれあえる場として、2つの実験を用意しています。

- 開催日: 2020年10月25日(日)13:30~15:30
- 場所: 京都大学複合原子力科学研究所
- 対象: 小学4~6年生
- 定員: 20名
- 参加費: 無料
- 申込方法: 参加希望の方は以下のホームページよりお申し込みください。  
<https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/public/asf/2020/jikken.php>  
申込期間: 2020年10月13日(火) 12:30~10月19日(月) 12:00  
(先着順: 定員に達した時点で受付終了)  
※実験の補助を同居する保護者の方をお願いします。  
※新型コロナウイルス感染状況によって中止となることがあります。

## 第55回学術講演会開催案内

下記の要領で開催いたします。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、定年退職教員記念講演などを行います。

- ◎オンライン開催 (Zoom配信)
- ◎開催日時: 2021年1月??日(??)??:??~??:??  
1月??日(??)??:??~??:??

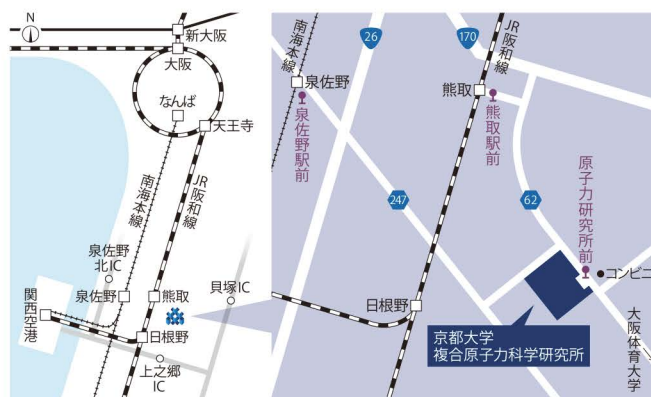
(プログラム編成の都合で開催時間に若干の変更があるかもしれません。)  
講演申込等、詳細については、複合研ホームページをご覧ください。  
<https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/events/????>

## 令和3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(9月14日頃から利用可の予定)。  
<https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/JRS/kobo/kobo1.htm>
- ◎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。
- ◎申請締切日: 令和2年10月14日(水)の予定
- ◎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

編集担当(学術情報本部出版チーム)  
櫻井良憲(編集長・出版副チーム長)  
飯沼勇人、北村康則、木梨友子、高田卓志、鶴田八千世、  
富永悠太、横田香織、森一広(出版チーム長)



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「つばさ丘北口」行きに乗り(所要時間10分)  
※南海本線 泉佐野駅前発「大阪体育大学前」行きに乗り(所要時間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。