

2019  
11  
November

高崎研だより

第20号



## 一 所長メッセージ

## 国際連携協力の強化に向けて

国際的な連携協力は科学技術を発展させる上で大変重要です。私どもの研究所でも海外の大学や研究機関との共同研究に積極的に取り組み、研究施設・設備の相互利用や人材交流に力を注いでいます。特に人材交流は重要視しており、毎年海外の大学、研究機関に研究者を派遣していますし、外国人研究者も様々な制度で受け入れています。今後もこのような取り組みを通して国際研究ネットワークの拡幅に努めていく考えです。国際交流の推進に当たり、外国人研究

者の研究活動や日常生活に対するサポート等で地域の皆様にも大変お世話になっております。先日高崎研で開催したIAEA主催ワークショップでも、参加外国人研究者による最新の水処理施設の視察のため、阿久津水処理センターや若田浄水場を訪問させていただきました。対応いただいた関係者の皆様にこの場を借りて御礼申し上げます。

今後も引き続き私どもの国際連携活動に対し皆様方のご理解・ご支援を賜りますようお願い申し上げます。



高崎量子応用研究所 所長 伊藤久義

## 高崎研からのお知らせ

## 「QST高崎サイエンスフェスタ2019」の開催について

日時：12月10日(火) 10時30分～17時50分 (10時00分受付開始)  
12月11日(水) 09時30分～15時55分 (09時15分受付開始)

会場：高崎シティギャラリー

見どころ(その3) 企画講演：イグノーベル賞受賞者2名による思わず笑ってしまう真面目な研究の話  
今井 真介 (ハウス食品グループ本社(株))：涙の出ないタマネギの作出  
馬淵 清資 (北里大学 名誉教授)：バナナの皮はなぜすべりやすいのか

<https://www.qst.go.jp/site/takasaki-festa2019/>



11月 1日(金)第635回高崎研オープンセミナー 【テーマ】極限環境に耐える生物について  
【時間】14:00-15:45 【場所】高崎量子応用研究所内 生命科学棟 大会議室

11月29日(金)第636回高崎研オープンセミナー 【テーマ】スピントロニクスと触媒科学 - ホイスター合金に関する最新の話  
【時間】13:30-15:00 【場所】高崎量子応用研究所内 生命科学棟 大会議室

<https://www.qst.go.jp/site/taka/33688.html>

高崎研だよりに関する問い合わせ先：量子ビーム科学部門 高崎量子応用研究所 イラスト フクロウ；おかだりょうこ 研究者紹介等；ひらのよしみ他

TEL: 027-346-9232 e-mail: [taka-soumu@qst.go.jp](mailto:taka-soumu@qst.go.jp) ホームページ: <https://www.qst.go.jp/site/taka/>



# 主な出来事 ・トピックス

## 9月/10月の主な出来事・トピックス

### ○国際協力

9月29日(日)-10月4日(金)  
第18回炭化ケイ素及び関連材料国際会議(ICSCRM2019)  
【主催】ICSCRM組織委員会【場所】京都府 写真A

10月 7日(月)-11日(金)  
放射線グラフト吸着材を用いた廃水処理のための工学設計に  
関するIAEAワークショップ【主催】IAEA【場所】高崎研 トピック1

### ○研究紹介

10月16日(水) 第9回CSJ化学フェスタ2019 写真B  
【主催】日本化学会【場所】東京都  
10月21日(月) 第15回群馬産学官金連携推進会議  
【主催】前橋商工会議所他【場所】前橋市

### ○研究協力

10月 7日(月) 第634回高崎研オープンセミナー トピック2

### ○広報(取材・掲載)

9月 6日(土) 取材・9月18日(水) 掲載 日経産業新聞  
「廃液中の金属、レーザーで回収」  
(元素分離分析/大場弘則)

### ○視察・見学

10月 1日(火) 原子力機構 (20名)  
10月 4日(金) ガザスタン国立核物理研究所 (4名)  
10月 7日(月) 群馬パース大学 (43名)  
10月15日(火) 群馬県警 (4名)  
10月21日(月) 群馬パース大学 (43名)  
10月24日(木) 富岡高校 (25名)



第18回ICSCRM国際会議のバンケットで挨拶する伊藤所長(京都・二条城にて)



第9回CSJ化学フェスタ2019で講演する前川高崎研副所長

量研広報誌「QSTニュースレター」10月号に特集記事  
『スピンと光を利用した量子デバイスへの挑戦』が掲載されました。  
(高崎研 量子センシング・情報材料連携研究グループ)  
興味がある方は是非一度ご覧ください。  
<https://www.qst.go.jp/uploaded/attachment/13277.pdf>



Congratulations!

### ○外部表彰

9月13日(金)  
第9回フッ素化学若手の会  
優秀ポスター賞  
「ETFE膜表面へのクラウンエーテルの  
導入と色素吸着能の評価」  
山下 修平(QSTリサーチアシスタント/  
環境資源材料研究) (写真左)

### トピック1

## IAEA(国際原子力機関) 主催 ワークショップ開催

IAEA主催ワークショップ「水処理用グラフト重合吸着材を用いる廃水処理の工学的設計」が10月7日(月)～11日(金)に高崎研で開催されました。バングラディッシュ、中国、インドネシア、イラン、マレーシア、ミャンマー、パキスタン、フィリピン、スリランカ、タイの10国からの14名を含む19名が参加しました。参加者は廃水処理に関する講義とグループ演習によって、課題を明らかにして、今後の対応を討議し、実りあるワークショップとなりました。  
(研究企画部/玉田正男記)



ワークショップに参加した国際色豊かなメンバー

### トピック2

## 第634回高崎研オープンセミナー開催

開催日: 10月7日(月)  
テーマ: 炭化ケイ素(SiC)半導体中の結晶欠陥について考える  
— 機能化か劣化か —  
(1) 「SiC研究の現状のレビュー 結晶欠陥をキーワードに」  
高崎研 先端機能材料部 上席研究員 大島 武  
(2) 「炭化ケイ素中の欠陥(機能化と劣化)」  
(独) エルランゲン-ニュルンベルク大学

ミハエル・クリーガー教授



量研 大島 上席研究員



エルランゲン-ニュルンベルク大学  
クリーガー教授

## 高崎研の照射施設（第2回）-サイクロトロン-

高崎研だより2019年11月号

イオンの渦巻きが世界を変える  
～植物育種からがん治療まで～

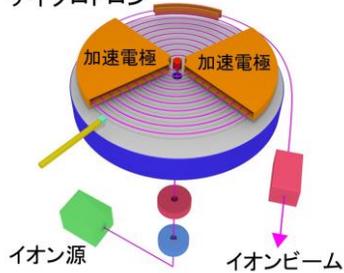


高崎サイクロトロン



一緒に働くメンバー（制御室にて）

### サイクロトロン



### サイクロトロンの仕組み

### 「サイクロトロン」はどんな加速器ですか？

ぐるぐる回しながら渦巻きのようにイオンを加速するので、ぐるっと回って最初のところに戻ってくるという意味のサイクルからとって、サイクロトロンと呼ばれています。それではどうやってぐるぐる回すかという磁石を使います。イオンは磁石が作る磁場の中ではぐるぐる回る性質があるのです。高崎研サイクロトロンでは直径が3mもあるコイルを使ったとても大きな電磁石（なんと重さが220t！）でイオンを回します。回っている間に電気力で加速していきます。どこまで加速できるかという、水素イオンを1秒間に地球を3周（光速の40%）するスピードまで加速できます。こんなに速いと空気が邪魔になります。そこで、加速器の中はいつも空気を抜いた真空状態にしています。イオンを運ぶための管の中も真空です。高崎研のサイクロトロンは軽い水素から約200倍も重いオスミウムまで、様々なイオンをぐるぐる回すことができます。

### 高崎サイクロトロンでどんな仕事をしていますか？特徴は？

植物の種や葉っぱに当てて起こる突然変異を利用して、例えば有害なカドミウムを吸収しないイネや大気汚染のもととなる窒素酸化物をよく吸うツタを作るなどイオンビーム育種という技術に利用されています。新しいがん治療法として期待されている標的アイソトープ治療のカギとなる放射性同位元素の研究や光を反射しない暗黒シートなど先端材料の開発にも役立っています。

さらに高崎サイクロトロンは、そんじょそらのサイクロトロンとはちよいと違います。改良を重ねてイオンビームの品質にかかわる磁場の安定度が世界一です。このおかげで、通常数mm程度のイオンビームを髪の毛より細い、1mmのさらに千分の一（ミクロン）くらいに絞って、ちっちゃな細胞に命中させることができます。がん治療にもつながる細胞の様々な機能解明の研究に役に立っています。



ミクロンのビームで描いた量研ロゴ

### 高崎サイクロトロンの挑戦

高崎研では約30年前に材料開発やバイオ技術の分野にサイクロトロンを使うことを思いつきました。未知の分野に挑んだわけですから様々な技術開発が必要となり、チームが一丸で挑戦しました。最近では、真ん中にイオンビームがあまり当たらない中空ビームを世界で初めて作り（左図）、ピラミッドの内部撮影などで話題となったミュオンビームの効率的な発生に活かされようとしています。現在は、重さがほとんど等しい異種イオン（違いがわずかに十万分の一程度！）をサイクロトロンでぐるぐる回し、巨大な電磁石の“ふるい”にかけて完全に分離することに挑戦しています。この技術が完成すれば、混じりつけない純度100%のイオンビームを使い、暗黒シートなどの先端材料開発を効率的に行うことが可能になります。

内部より縁にビームが集中している

### ビーム形状中空化技術

### サイクロトロンの大修理

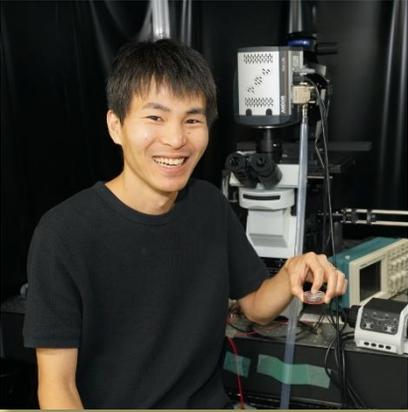
サイクロトロンは1991年に初めてイオンビームを加速しました。色々なトラブルが発生しましたが、その度に担当メンバーが一生懸命に対処してきました。しかし、総運転時間が8万時間を超えた頃に、一番重要な部品であるメインコイルの一部がショート（電氣的に短絡）するといつかつてないトラブルに遭遇しました。トラブル要因を調査した結果、復旧にはメインコイルを交換せざるを得ないことがわかり、昨年度9ヶ月をかけて交換作業を実施しました。直径が3m、重さが約5トンのコイルの交換は大変でしたが、無事に作業を終え、サイクロトロンは今年3月に完全復活しました。



メインコイル交換の様子



このコーナーでは高崎研の中堅若手研究者をシリーズでご紹介しています。  
今回は、細胞と温度の関係について研究している「大山 廣太郎 主任研究員」をご紹介します。



大山 廣太郎 主任研究員

高崎量子応用研究所  
プロジェクト「生体適合性材料研究」

昨年群馬に引っ越してきました。休み  
は家族で公園を巡り群馬での生活を  
楽しんでいます。

①(聞き手) どのような研究をしていますか。

大山) 身体を構成するひとつひとつの細胞が、発熱したり温度を感じる仕組みについて研究をしています。  
細胞の大きさは数十マイクロメートル(1ミリメートルの数十分の1)です。特殊な顕微鏡を使って、細胞の温度を計測したり、細胞が温度刺激にどのように応答するのかを研究しています。

②(聞き手) どのような方法で一つの細胞の温度を測ったり、細胞に温度刺激を与えているのですか？

大山) 温度が変わると明るさが変化する蛍光色素を使っています。蛍光色素を封入したガラス管を体温計のように細胞へ接触させたり、とても細かい粒子状にして直接細胞内に入れて、蛍光色素の明るさ変化を見ると細胞の温度変化がわかります。細胞の温度を上げるときは、近赤外波長のレーザー光を使います。細胞スケールで温度を局所的に素早く上昇させることができます。

③(聞き手) これまでにどのようなことが分かってきたのでしょうか？

大山) 細胞内のカルシウムイオンの濃度を上げると細胞の温度が数℃上昇することが分かりました。逆に細胞に温度刺激を与えると細胞内のカルシウムイオン濃度が上昇したり、筋細胞がピクピク収縮したり、神経細胞がニョキニョキ伸びることが分かりました。

④(聞き手) 温度と細胞の活動に関連性があるということですか。

大山) とてもよく関連しています。細胞を構成しているタンパク質の活動は温度によって大きく変わります。細胞に温度刺激が与えられると、いろいろなタンパク質の活動が変わり、結果として細胞の活動が変わります。

⑤(聞き手) 高崎研で研究するメリットはなんですか。

大山) 量子ビーム技術を使った新しい材料開発がいろいろと進められている点です。高崎研では細胞の培養に適したゲルの開発や、精密に細胞の温度を測れる量子センサーの開発が進められています。これらを活用することで、細胞と温度の研究がより発展するものと期待しています。

⑥(聞き手) 研究していて苦労している点はどんなことですか？

大山) 細胞の温度を正確に測ることに苦労しています。光の明るさの微弱な変化から温度変化を計測していますが、その信頼性を上げるために何度も計測を繰り返したり、温度以外の影響が計測誤差を生まないような工夫をしています。

⑦(聞き手) 大山さんが行っている研究によって将来どのようなことが期待されますか？

大山) 細胞の新しい温度感受性を発見したり、常識を覆すような発熱の仕組みが明らかになることを期待しています。

⑧(聞き手) 細胞の温度をコントロールできれば病気を治療できるかもしれませんね。

大山) まさしくその通りだと考えています。筋肉や神経を温度刺激で活性化することで、それぞれの機能を修復・向上させるような治療法の開発を目指して研究を進めています。

⑨(聞き手) 今後どのような方向で研究を進めていきますか。

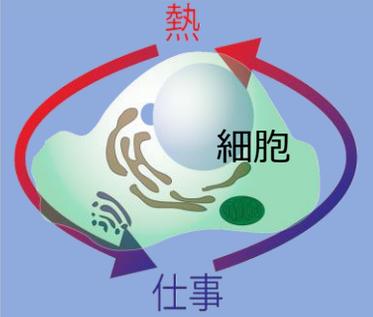
大山) 細胞の温度を測る技術はまだまだ発展途上ですので、より高い精度での温度計測を目指します。そして、計測される温度変化が細胞にとってどのくらい大事なのかを、レーザー加熱技術などを活用した温度刺激実験で明らかにしていきたいです。

⑩(聞き手) 本日はありがとうございました。(聞き手：研究企画部/小坂橋 理恵)

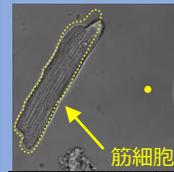


関連プレス発表も参照下さい。

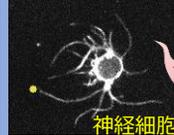
<https://www.qst.go.jp/site/press/24243.html>



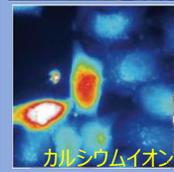
①熱が細胞の活動にどのように関わっているか解明する



ピクピク  
筋細胞が  
収縮する

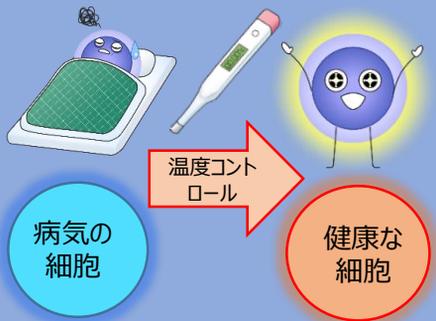


ニョキニョキ  
神経細胞が  
伸びる



じわじわ  
カルシウム  
イオンが増える

④温度と細胞の動きは密接な関係がある



⑧細胞の温度をコントロールすると病気を治療できるようになるかもしれない