

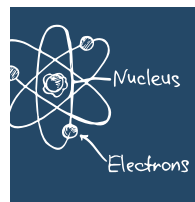
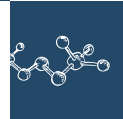
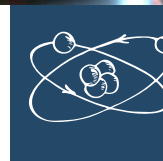
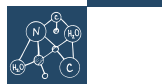
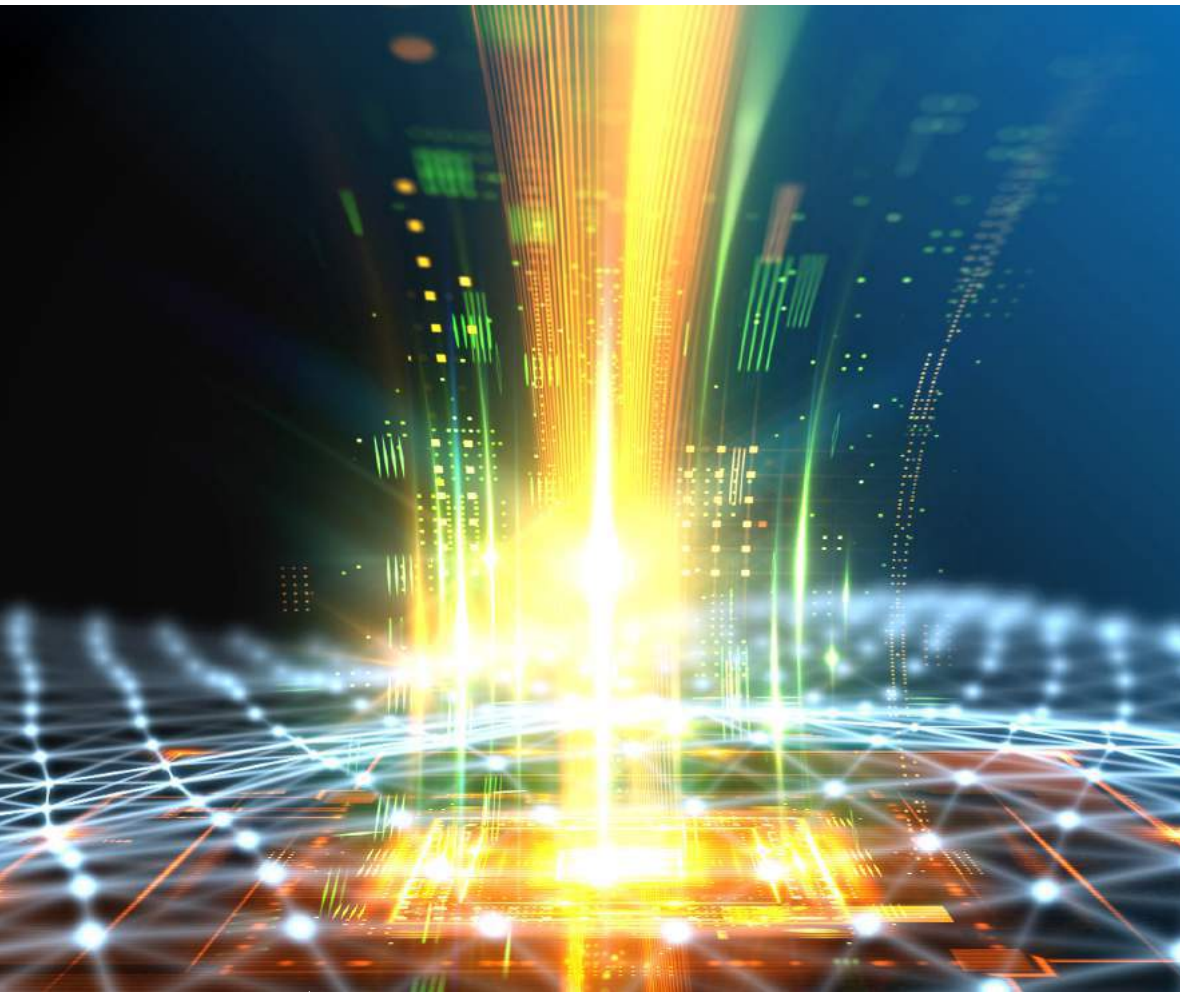
# QST

調和ある多様性の創造

# NEWS LETTER

<http://www.qst.go.jp>

2019  
Oct.  
No.10



特集

スピノットクス材料研究

## スピンと光を利用した 量子デバイスへの挑戦

大阪科学技術館 QST 展示ブース

### 「不思議の世界へ グー・パー・タッチ！」

## QSTと国際機関の連携

## INTERVIEW with QST MEMBERS

核融合は、私の夢

## TOPICS



## スピノフォトニクス材料研究

# スピンと光を利用した量子デバイスへの挑戦

スマートフォンやコンピュータ等の情報機器は、現在の情報化社会において必要不可欠なものとなっています。これらの情報機器は、トランジスタやメモリなど電子デバイスと呼ばれる部品が大量のデータを高速で処理することで実現しており、そのポイントとなっているのが電子デバイスの省電力化です。国が目標として唱えているSociety 5.0と呼ばれる新たな社会では、今とは比較にならない大量のデータを高速で処理する技術が必要になります。しかし、現在の電子デバイスは、その原理に由来して省電力化には限界があり、Society 5.0で必要とされる情報処理には使えません。つまり、私たちは、Society 5.0の実現に向けて、電力消費が極めて低い、新たな電子デバイスの開発を課題として突きつけられています。

今号では、この課題克服を目指し、現在の電子デバイスとは全く異なる原理で動く量子デバイスの開発に取り組む高崎量子応用研究所 量子センシング・情報材料連携研究グループの活動を紹介します。

## Society 5.0 を見据えた超大容量の情報処理に材料からアプローチ

**伊藤** Society 5.0 とは、狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会（現代）に続く新たな社会で、内閣府の科学技術政策の中で提唱されているものです。Society 5.0 では、サイバー空間内の膨大なデータと現実社会の全ての人とモノがつながり、様々な知識や情報が、誰でも簡単に利用できる社会になると言われています。しかし、Society 5.0 で必要なビッグデータの高速処理を現在の電子デバイスで実現することはできません。Society 5.0 実現のためには、現在の電子デバイスと原理が異なる、全く新しい電子デバイスが必要なのです。どういふことか、簡単に説明します。

今、私たちが使っている情報機器に搭載されているトランジスタやメモリは、電子の流れ、電流を利用して情報のやり取りを行って

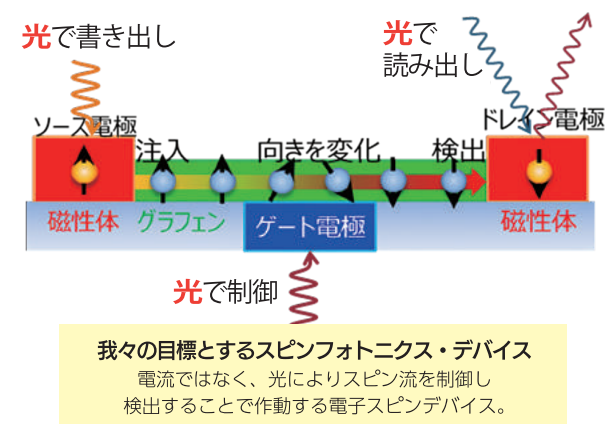
います。これまでは、情報のやり取りに必要な電流をより少なくすることで、電子デバイスの小型化と省電力化が図られてきました。その小型化と省電力化は限界にきているといっても過言ではありません。それは、どれだけ微弱でも電流がなければ情報をやり取りできないからです。この方式のデバイスでは、ビッグデータ処理に莫大な電流が必要となってしまう、Society 5.0 で求められる情報処理能力を満たすことができません。そこで、電子の流れを使うのではなく、電子が持つスピンという磁気的性質により、情報の処理に必要な電力を劇的に減らし、さらに光を使って情報の読み書きを行うことで、必要とされるビッグデータの高速処理に適用できる電子デバイスを実現しようというのが私たちの狙いです。

## スピノフォトニクス材料研究とは？

**伊藤** 電子の流れ（電流）を使わない電子デバイスとして、電子スピンを利用するスピントロニクス（スピン+エレクトロニクス）デバイスが考えられます。これに、信号の入出力に伴う電力消費がいらぬ光を利用する方法を組み合わせたものが、スピノフォトニクス（スピン+フォトニクス）という新しい概念で、これにより超省エネ・高速処理デバイスを実現できると考えています。スピノフォトニクスのような革新的デバイス開発では、それを構成する材料を創り出せるかが肝になります。私たちは、スピノフォトニクスを可能にするための材料研究を「スピノフォトニクス材料研究」と名付け、これに取り組んでいます。

QST の量子材料・物質科学領域では、数多くの世界をリードする量子ビーム応用研究が行われてきています。それらの中の、(1) グラフェンなど原子一層の厚みの二次元物質を使ったスピントロニクスの研究、(2) 光によるスピンの制御や計測を行うフォトニ

クスの研究及び(3) 放射光によるスピン計測技術研究での知見を活かして、(1) 電子スピンデバイスを構成するグラフェンなどの二次元物質や磁性体等の材料の研究、(2) 光による信号の書き込み、制御及び読み出しの研究及び(3) これらの材料研究に必須の計測技術の研究を行います。このようなスピノフォトニクス材料研究を推進するために、平成 31 年 4 月に量子センシング・情報材料連携研究グループを設置し、図のようなスピノフォトニクスデバイスの創製を目指します。



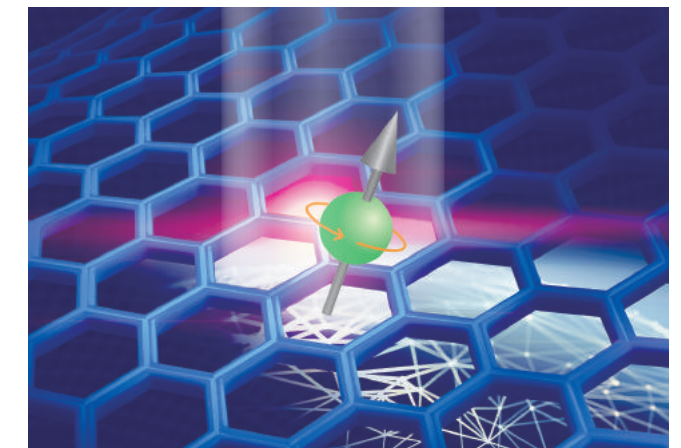
## 具体的な研究の連携

### 超省電力を実現する革新的電子デバイス

**境** トランジスタは、代表的な電子デバイスの一つです。例えばスマホ 1 台の中には、数 10 億個(例:最新の iPhone Xs で約 69 億個)ものトランジスタが使われています。トランジスタの数が増えると、情報の処理能力は上がりますが、同時に消費する電力も増えてしまいます。従って、「情報の処理能力を落とさずにいかに省電力化を図るか」が電子デバイス開発の重要なポイントとなります。先の図にもあるように、トランジスタは、電流が流れ込むソース電極と流れ出すドレイン電極があり、その間にバルブの役割を果たすゲート電極を設けて情報の流れを制御する構造になっています。トランジスタなどの電子デバイスが電力を消費するのは、電子の流れ（電流）を利用して情報処理動作や信号の読み書きをするからです。そして、この方式の電子デバイスの省電力化は限界に近づきつつあります。従って、情報処理量が飛躍的に増大するビッグデータの高速処理を実現するためには、これまでの電子の流れを利用する方式とは全く異なる、新しい原理による電子デバイスの開発が必要となります。そこで、電流量の変化ではなく、電子が持つスピンの向きの変化という、量子状態の変化を使った情報処理が実現できれば、電流による電力消費を抑えることができます。この電子が持つスピンの向きの変化を電子デバイスに応用する

ために、電子のスピンの向きを保ちやすいグラフェンなどの二次元構造を持つ材料や、グラフェンなどの材料にスピンを注入するための磁性体などの材料の開発を進めたいと考えています。そして、スピンメモリやスピントランジスタなど、これまでにない新しいデバイスを試作して、開発した材料が省電力デバイスの材料となりうることを実証したいと思っています。グラフェンは単一原子が一平面上に並んだ究極の薄膜です。これを何層にも積み重ねれば、高集積化が容易に可能な点も利点としてあげられます。こうした材料開発では、実際の材料中でナノスケールのスピンの状態を観察する技術が不可欠で、兵庫県播磨科学公園都市にある大型放射光施設 SPring-8 の QST 専用ビームラインにおける放射光によるナノスケールのスピン計測技術が必要となります。

また、電子スピンの状態の読み書きが光でできるようになれば、電流を使う必要がなくなり、理想的な省エネデバイスを作ることができます。スピンを伴った単一光子源という光を使った超高感度のスピンセンサーを組み込んだ、新しいスピントロニクス・デバイス（スピノフォトニクス・デバイス）です。スピンの状態により情報を保存している磁性体が出す非常に弱い磁場を単一光子源で読み出せれば、理想的な省電力デバイスが実現可能となります。



二次元物質に欠陥や異種元素を導入して単一光子源を構成

二次元物質での電子スピン利用研究、スピン 1 つを観測・制御するスピンを伴った単一光子源研究、これらの材料中のスピンの状態を精密に計測する放射光計測技術研究が有機的に連携することで、5 年後を目標に、電子スピンの状態を光で読み書きするスピノフォトニクス・メモリの試作を行い、省電力、高速動作、高集積デバイスとしての基本性能を実証したいと考えています。さらに 10 年後には、スピノフォトニクス・トランジスタを試作・性能実証することを目標に研究を進めて行きたいと考えています。そして、30 年後にはスピノフォトニクス・デバイスで動作する充電不要なスマートフォンを手にしたいたいと思っています。



量子ビーム科学部門  
高崎量子応用研究所 所長

いとう ひさよし  
伊藤 久義



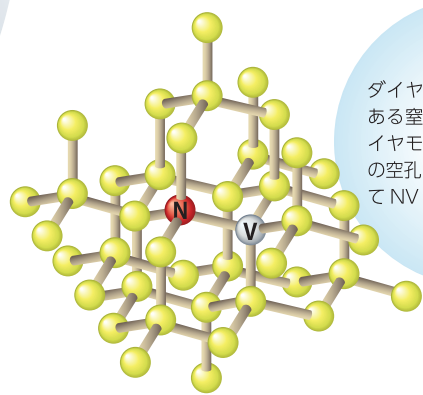
量子ビーム科学部門 高崎量子応用研究所  
量子センシング・情報材料連携研究グループ

さかい せいじ  
境 誠司



量子ビーム科学部門 高崎量子応用研究所  
量子センシング・情報材料連携研究グループ リーダー

おおしま たけし  
大島 武



ダイヤモンド中の不純物である窒素 (Nitrogen) とダイヤモンドを構成する炭素の空孔 (Vacancy) とによって NV センターが作られる

量子情報を室温で安定的に長く保持させることができます。

ダイヤモンド NV センターの研究では、温度や磁気などのセンサーとしてのスピンの挙動を詳細に研究するために、マイクロ波を使ってスピンの状態を巧みに制御し、そのスピンの状態を光を用いて読み出す研究を行っています。スピンフォトンクス材料研究では、この知見を基に光だけの電子スピンドバイスの読み書きを実現したいと考えています。

また、このダイヤモンド NV センターはセンサー技術としてさらに大きな広がりが見込まれています。例えば、私たちが日頃使っているスマートフォンや自動車には温度センサーや加速度センサーのような色々なセンサーも組み込まれていますが、二次元物質上への単一光子源の規則配列や、二次元物質とダイヤモンド NV の組み合わせによるセンサーを実現することで、極めて省電力かつ二次元物質で構成されるセンサーが開発できれば、スピンフォトンクス・デバイスとの相性も非常に良いものになるものと思っています。

## 1 個のスピンの制御 ダイヤモンド NV センター

**大島** 私は、単一光子源研究、特にスピンを伴った単一光子源の研究をしています。光は波動性と共に粒子性を持っていますが、単一光子とは光の粒子 1 個のことで、単一光子源というのは光子 1 個を発生する光源という意味です。ダイヤモンド NV センターは代表的な単一光子源であり、この研究を進めています。

ダイヤモンド NV センターというのは、ダイヤモンド中に形成される欠陥のひとつです。ダイヤモンドを構成する炭素の空孔（炭素がダイヤモンドの配列から抜けた状態）と不純物である窒素が結合して欠陥を作るのですが、この窒素-空孔複合体を NV センターと呼びます。

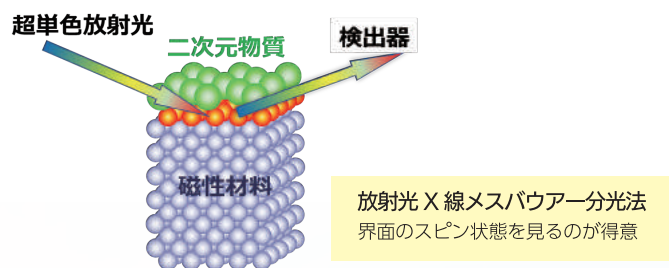
NV センターが電子 1 個を捕獲して負に帯電したとき、NV センターはスピンと呼ばれる磁気的な性質を示します。通常、量子状態はいへん壊れやすいのですが、ダイヤモンドの場合は、スピンが持つ

## 原子一層レベルでスピンの状態を観測する世界一の計測技術

**綿貫** 大型放射光施設 SPring-8 で放射光 X 線を使った計測技術を開発しています。

ものを創る上で「見れないものは創れない」と言われるように、「創る」ためには「見る」技術がなくてはなりません。最先端のトランジスタの加工寸法は現状でおよそ 10 nm (ナノメートル:  $10^{-9}$  m) であるように、スピンフォトンクス研究ではナノスケールでのスピンの状態や動作を「見る」必要があります。

例えば、ナノスケールの厚みの薄膜を積層させて構成するデバイスでは、特に、その機能に大きくかかわる材料の界面を原子一層レベルで計測することが求められています。その界面というのは、例えば、グラフェンと磁性体等のような異なった材料の界面のことです。これはとても難しいことですが、我々が行っている放射光 X 線メスバウアー分光という計測方法ではこれが可能です。特に、我々の装置では、世界一「超単色化」された放射光 X 線を取り出して使うことができます。即ち、非常にエネルギーの揃った X 線 (エネルギー幅は 10 neV に至る) を用いることにより、表面・界面から原子 1 層目、2 層目、3 層目、と計測していったときのエネルギースペクトルの僅かな違いを検出して、原子一層毎のスピンの状態の違いを判別した計測を実現しています。



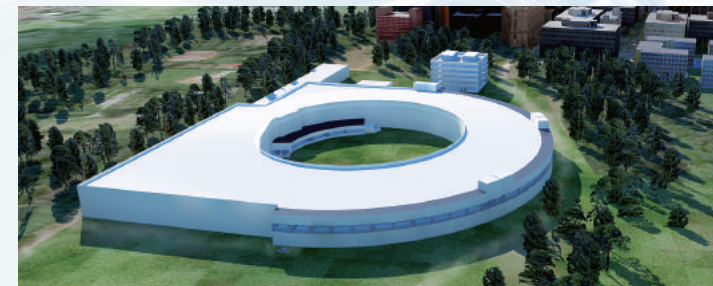
量子ビーム科学部門  
高崎量子応用研究所  
量子センシング・  
情報材料連携研究グループ

わたぬき てつ  
綿貫 徹

## スピンと光を利用した量子デバイスへの挑戦

スピンフォトンクス材料研究

また、放射光 X 線を利用してスピンの向きを見る手法として「X 線磁気円二色性 (XMCD)」という計測技術があります。これには、スピンに対して感度の高い軟 X 線 (エネルギーの低い X 線) がよく用いられます。スピンフォトンクス材料研究では、ナノメートルの世界のスピンの動きの観察が必要であり、XMCD 計測には従来の放射光以上の輝度 (放射光の明るさ) が必要となります。現在 QST と一般財団法人光科学イノベーションセンターなどとのパートナーシップにより仙台に建設が予定されている次世代放射光施設は、SPring-8 より輝度が 100 倍程度も高い軟 X 線を発生できるものであり、スピンフォトンクス材料研究の観察ツールとしても大きな期待があります。



次世代放射光施設

## 今後の展望 —— どんな成果が期待できるか？

**伊藤** スピンフォトンクスという研究分野は非常に奥が深く幅も広いので、QST だけではなく外部の研究機関や大学とも連携を進めています。ナノスケールの加工技術や材料の物性研究、基礎的な量子理論など学術的な分野にも裾野を広げて、オールジャパンでこのテーマに取り組んでいこうと思っています。また、人材育成の面からも大学との連携は非常に重要だと考えています。

**境** 量子センシング・情報材料連携研究グループとして、集結できた 3 つ研究の相乗効果を最大限発揮して、スピンフォトンクス・デバイスの実現に向かって一歩一歩着実に成果をあげていきたいと思っています。その集大成として、スマートフォンのような情報機器がスピンフォトンクス・デバイスで構成され、スピンフォトンクス・スマートフォンと呼ばれる製品が実現できればと夢を抱いております。先ほどは、5 年後の目標としてスピンフォトンクス・メモリの試作をあげましたが、まずは、2、3 年を目途にスピンフォトンクス・デバイスのベースとなる材料の開発を完了し、その後の研究に弾みをつけたいと思っています。

スピンフォトンクス・デバイスは、新しい社会において最も必要とされている発熱のないデバイスです。また、高速化や多機能化などの利点も多く、省電力化と将来の大量のデータ処理の両立が可能です。こうした究極の省電力の量子デバイスを創るために材料のデザインからのアプローチを続けたいと思っています。

**大島** QST だけでなく、お互いにあるものを補い合うために連携を広げていき、世界一の研究をする体制を作ることは理想的なことだと思っています。私自身、この環境で研究するのが本当に楽しいと感じています。

近い将来ですが、高崎研の加速器を利用した NV センター作成技術を確立し、NV センターをナノレベルで並べることが可能になると、それぞれがお互いに何の媒介もなしに同期して振る舞う「量子もつれ」をつくることができます。「量子もつれ」は量子コンピュータや量子通信に利用される量子現象であり、NV センターで「量子もつれ」をつくる技術が完成すれば、スピンフォトンクス材料研究で創製した量子デバイスの可能性がさらに広がり、量子コンピュータや量子通信の開発につながっていくと期待され、30 年以内には完成させたいと思っています。

**綿貫** 放射光メスバウアー分光については、今、原子を一層ずつ積み重ねながら計測できるようにする方法を開発しています。薄膜を積み重ねてデバイスを作製する過程で、界面状態が突然変わってしまうことがあります。成膜中にその状態を把握できればその段階での薄膜の修正が可能になり、材料開発を加速することができます。3 年以内にはこの計測技術を完成させたいと思っています。

QST の研究者が発見した新しい基本原理に基づく計測法の開発も進めています。原理名は物理用語では「X 線磁気円偏光発光」ですが、メスバウアー効果のように、発見者の名を冠して「イナミ効果」と呼びたいと考えています。その原理の内容は、磁性体からの蛍光 X 線について、X 線の偏光状態が磁性体のスピンの向きによって変化するということです。

この方法では、これまで計測が難しかった磁性体材料内部・深部のスピンの向きを非破壊で見ることができるようになります。この技術があれば、多層化したスピンフォトンクス・デバイスの深部の分析も可能となります。現在、磁性体材料の内部・深部のスピンを見る新しい「3 次元磁気顕微鏡」の研究開発に取り組み、10 年以内にナノメートルレベルの観測の実現をめざしています。

**境** それはすごいですね。実際のデバイスは、何層にもなっているので、見たいところが結構深いところにあります。現在のところ、どの計測技術でも材料の深い部分のスピンの状態を見ることはできません。この磁気顕微鏡ができれば、これからのこの研究分野に大きな発展が期待できます。あきらかに強力な分析の手法になります。

**伊藤** 皆さんそれぞれ、3 年～30 年の目標を掲げ、将来に向けた明確なビジョンと研究戦略を持って取り組まれようとしており、大変心強く思います。量子センシング・情報材料連携研究グループとして、集結した 3 つの研究の相乗効果が最大限発揮され、スピンフォトンクス研究が加速度的に進展し、革新的量子デバイスの創製を通して Society5.0 の早期実現に結び付けられることを期待しています。

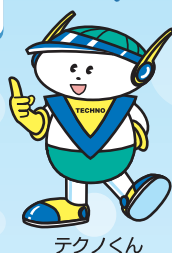


# 「不思議の世界へ グー・パー・タッチ！」

QST ブースを  
紹介します！



ぼくはテクノくん  
OSTEC の  
名誉館長です



大阪科学技術館 (OSTEC) に QST の展示ブース  
「不思議の世界へ グー・パー・タッチ！」がオープンしました。  
グーとパーでビデオのスイッチを入れたり、タッチしてがんを消したり、  
プラズマを発生させたり、遊びながら量子について学べます。

## 「私たちの暮らしに役立つ量子」コーナー

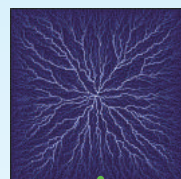
赤いプラズマにビックリしました！  
これは地上に太陽を作るということですか？  
すごい技術ですね。(来館者 15才男子)



### 量子が生み出す 未来の核融合エネルギー

手をかざして、核融合の真っ赤な  
プラズマを発生させよう！

リヒテンベルグ模様  
電子の描く美しい模様を  
見てみよう



### レーザーも量子の仲間

手をかざすと、世界で最も強力なレーザー装置  
J-KAREN の緑色のレーザーが光ります。どこ  
かにふおとんくんが隠れているからさがしてね



## 「量子について学ぼう」コーナー



量子の仲間や、どんなことに  
利用されているかを知ろう！

## 「がん治療に役立つ量子」コーナー

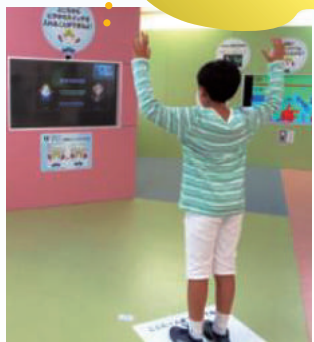


重粒子線がん治療、  
とても関心があります。  
わかりやすく説明されているので、  
とても勉強になりました。  
(来館者 40代女性 / 50代男性)

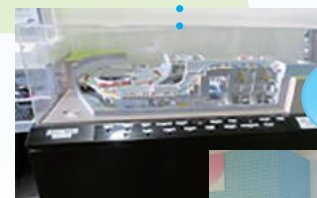
## グー・パー・タッチで遊ぼう！

離れたところから、グーとパーの  
ジェスチャーでビデオのスイッチを  
入れてみよう！

EGS-Touch (イージーエス・タッチ) は  
高速ビジョン技術をベースに開発され  
たジェスチャーシステムです。  
離れたところからまるで画面をタッチ  
する感覚で操作できます。



なんだか魔法使いに  
なった気分  
(来館者 10才男子)



### HIMAC 模型

がん治療に使う重粒  
子線が作られる過程  
を重粒子線がん治療  
装置 HIMAC 模型で  
見てみよう！



## 「量子」について 楽しく理解できる QST 展示ブース

今般、大阪科学技術館に新規ご出展いただきましたこと、職員一同心より感謝申し上げます。  
当館の自慢は、「先端技術がいかに私たちの暮らしに役に立っているのか」「科学技術が私  
たちの毎日、そして未来を希望にあふれた夢あるものに叶えてくれる」ということが実感でき  
ることです。QSTブースは、『「量子」ってなに？』からはじまり、私たちが「量子」で出来  
ていることを理解することで、量子を身近に感じられます。手をかざすと一瞬のうちに「がん」  
をイメージした部分の映像が消える体験展示物は、「量子科学」の優れた技術を実感すること  
が出来ます。

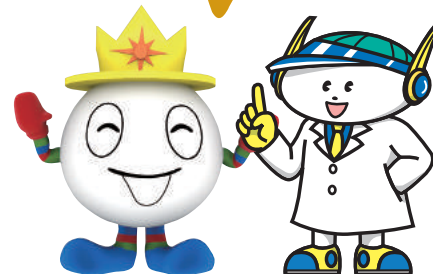
当館の名誉館長「テクノくん」とも大の仲良しの「ふおとんくん」が登場するブースはとても  
親しみやすくなっています。

これからも、貴機構の「きつつ光科学館ふおとん」とより連携を深めるとともに、実験教室  
など様々なイベントを是非実施していただければと思います。来館者に「量子」をもっと身  
近に感じていただけるよう、また貴機構の優れた研究開発技術の広報の一端を担えるよう、  
微力ながら努めさせていただきますので、今後ともご支援の程宜しくお願い申し上げます。

大阪科学技術館



ブース内で  
ブースオープン記念  
イベントを  
開催しました！



OSTEC EXHIBITION HALL

# 大阪科学技術館

さまざまな最新の科学技術を、見て、触れて体験しながら楽しく学べます。

日曜日や春・夏・冬休みには、実験や工作など楽しいイベントがいっぱい。  
季節ごとに変わる特別展では、科学技術のトピックスなども取り上げています。  
その他、体力年齢がわかるラリーやワークシートなど体験メニューも盛りだく  
さんで、いつ来ても、新しい発見があります！  
隣接する韮(うつぼ)公園は、色とりどりの季節の美しい花が咲いている癒し  
のスポット。

一日たっぷり学んで遊べる科学館にぜひ遊びに来てください！

入館料：無料  
開館時間：10時～17時(日・祝は16時30分閉館)  
休館日：第1・第3月曜日(祝日の場合は翌火曜日)、夏期休館、冬期休館  
(ビルメンテナンスのため、上記以外に臨時休館日があります)  
アクセス：Osaka Metro 四つ橋線「本町駅」下車、28号出口北へ徒歩約3分  
Osaka Metro 御堂筋線「本町駅」下車、2号出口北西へ徒歩約7分  
住所：〒550-0004 大阪市西区靱本町1-8-4  
電話：06-6441-0915 FAX：06-6443-5310  
ホームページ：<http://www.ostec.or.jp/pop/>



きつつ光科学館  
ふおとんにも  
遊びに来てね！





# QSTと国際機関の連携

量研/QSTは、日本の放射線影響・緊急被ばく医療研究及び原子力災害対策・放射線防護等の中核機関として、原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)を始めとする国際機関等との連携を強化するとともに、国際放射線防護委員会(ICRP)等の放射線安全や被ばく医療分野、技術標準に関わる国際機関における会議等に我が国を代表する専門家を派遣しています。

また、国際原子力機関(IAEA)と世界保健機関(WHO)の協働センターとしての活動やアジア原子力協力フォーラム(FNCA)のプロジェクトへの参画等を通じて、日本を代表する放射線科学の研究機関として、研究成果の発信、人材交流等の取組みを行っています。

さらに、国際協力を実施する核融合エネルギー研究開発では、実験炉ITERの建設主体であるITER機構等と連携して国際プロジェクトを進めています。

## QSTと国際機関との連携



## 国際原子力機関 (IAEA) との連携

国際原子力機関 (IAEA) からは次の2つの指定を受けて、その活動に貢献しています。

### IAEA-CC (Collaborating Centre) : IAEA 協働センター

IAEA の研究開発、研修に関する特定の業務を支援するために、これまでの活動や成果などを評価した上で、世界各国の研究機関から、IAEA の求める高い研究、技術力を持つ機関が指定され、現在、23 か国で 31 の研究機関が協働センターとして活動しています。

量研 /QST は、2018 年1月に協働センターに再指定されました (期間は4年)。引き続き、IAEA の活動を支援するパートナーとして、

- 1) 放射線治療におけるリスク評価とその低減のための生物学
- 2) 核医学および画像診断
- 3) 重粒子線治療

の3つの研究分野の知見の共有と人材育成について、IAEA と合意したワークプランに基づき活動を実施しています。

日本国内では量研 /QST の他、放射線被曝者医療国際協力推進協議会 (\*HICARE) が、2014 年に被曝者医療の分野で IAEA-CC に指定され、2017 年に再指定されて活動しています。

\*HICARE: 広島県健康福祉局を事務局とし、広島大学や放射線影響研究所、広島赤十字・原爆病院、広島県、広島市などで構成されるコンソーシアム

### IAEA-CBC (Capacity Building Centre) : 緊急時対応能力研修センター

量研 /QST は、被ばく医療対応及び線量評価分野で、2017 年9月、アジア太平洋地区における IAEA の緊急時対応能力研修センター (Capacity Building Centre: CBC) に指定されています。

日本の機関が CBC に指定されるのは、福島県に続き2番目です。

CBC とは、IAEA が緊急時準備と対応 (Emergency Preparedness and Response : EPR) に関する知識や優れた事例を効率的かつ効果的に発信、提供し、地域的にも国際的にも持続的に人材育成できるよう、研修の実施能力を有する機関を CBC として指定するものです。

CBC は、IAEA が推進する緊急時準備と対応に関する教育や訓練及び技術移転の中心としての活動を行います。

## QSTとIAEAの協力関係強化への貢献をめざして

Mai Fukahori

IAEA 原子力安全・セキュリティ局  
事故・緊急事態対応センター緊急時対策官

ふかほり まい  
深堀 麻衣



2019 年6月まで QST に在職し、7月から IAEA の原子力安全・セキュリティ局 事故・緊急事態対応センター (IEC) に着任しました。IEC では原子力または放射線事故及び緊急事態への対応準備支援のため、様々な国々を対象としたトレーニングコースの開催や緊急事態対応に関する文書作成などを行います。

最近では、アフリカ諸国における放射線事故及び緊急事態での医療対応に関するトレーニングコースを開催し、講義や全体的な運営を行いました。QST 高度被ばく医療センターの立崎英夫氏に講師として参加いただき、参加者は大変興味深く講義を聴講しておりました。

2017 年9月に、QST はアジア地区における被ばく医療対応及び線量評価分野の緊急時対応能力研修センターに指定され、毎年ワークショップやトレーニングコースが QST で開催されています。IEC で勤務する中で、QST は被ばく医療経験を有し、また放射線防護、線量評価及び放射線影響などの知識を有した研究者や技術者が集まった貴重な組織であると改めて認識させられ、協力関係を更に強化することは双方にとって重要であると感じています。

IEC での勤務を通して、日本だけでなく世界における緊急時対応の在り方を理解し、QST と IAEA との協力関係の強化に貢献できるよう努めていきたいと思っています。



# INTERVIEW with QST MEMBERS

## 核融合は、私の夢

人類が太陽系を飛び出すために核融合は必須です！

**もともと**はプラズマ系のシミュレーション研究をしていました。六ヶ所研に異動してからは、ITER の次の段階である原型炉の設計をしているグループに所属していました。現在は主に、ITER 遠隔実験センターを任されています。

ITER 遠隔実験センターは、BA（幅広いアプローチ）活動の一環で国内からITER 実験に参加しデータ解析を行うためのインフラです。昨年 11 月にはフランスの核融合実験装置（WEST）と試験を行い、プラズマ放電の実験条件を設定する実際の遠隔実験を行いました。現在は 2025 年の ITER のファーストプラズマを目指して準備を進めています。

**核融合は** 19 歳頃から私の夢になりました。

この夢は小さい頃に親父が買ってくれた天体望遠鏡がきっかけかもしれません。親父は警察だったので転勤族でした。小さい頃は長崎県の五島列島で野山を駆け回っていた野生児で、自然が大好きだっ

たのですが、この天体望遠鏡によってことさら遠い宇宙に関心を持ちました。



スパコン（「六ちゃんII」）のカバーをデザインしました。イラストやデザインも趣味のひとつです。

十代の頃、太陽に寿命がある以上は、いつか必ず跡形もなく滅び生命や文明を、必死に未来へ受け継ぐ意味とは何だろうと若造らしいことで悩んだりしました。何年か考えて出した結論が、太陽系を飛び出すことが可能になれば、どうせいつか滅ぶなどと悩む必要はないということです。太陽系から宇宙に飛び出せるようになるということは、人類が正しい選択をする限り命を繋ぐ可能性を得ることだと本気で考えました。そして宇宙に飛び出すために必要な工



火・水・木の昼休みはフットサル練習

ネルギー源は核融合以外にあり得ないと考えました。

これが、私が核融合研究に人生をしようと思った動機です。この思いは今も変わっていません。

核融合の研究者は、大抵、みんな自分以上に本気で核融合炉を作りたいヤツはいないと思っています。飲み会で酔っ払うと核融合への本気の思いが垣間見えたりします。みんなこの仕事が本当に好きなんです。だから職場はすごく楽しいです。悩みは、もう少し英語ができればいいかなと思うくらいです。

**趣味は多く**、フットサル、ポトルアクアリウム、多肉植物、楽器。ピアノは幼稚園から高校の頃まで習っていました。フットサルは、夏はもちろん真冬の六ヶ所村で吹雪の日にも外で練習やゲームをしたりしています。雪の日は滑って転んで何やってるかわからないゲームになるのですが、それはそれで面白く仲間と笑い転げながら楽しんでいます。ここ 6 年ほどは、冬に開催される六ヶ所フットサルリーグに参加しています。成績は惨憺たるものですが、研究だけしていたら知り合えなかったであろう仲間と親交を深め、友だちの輪を広げるには最高の場だと思っています。



ポトルアクアリウムは、生物の老廃物を砂の中の微生物が分解してくれるので、水が濁らず透明です。表面の藻は貝が食べてくれます。自然界にはそれぞれの生物に役割があることを実感。

**私の座右の銘は**、フランスの作家ロマン・ロラン作『ジャン・クリストフ』の一節「肝腎なことは、望んだり生きたりするのに飽きないことだ」なのですが、おかげさまで、仕事にも趣味にも全力を注いで、飽きずに毎日を楽しんでいます。

## TOPICS

QST からの主なお知らせ  
プレスリリース、各拠点の  
行事などをご紹介します。

### 研究所施設公開の開催

量研の各研究所では、毎年、施設の一般公開を行っています。那珂核融合研究所の公開を10月20日(日)、関西光科学研究所の公開を10月27日(日)に行います。

普段は入れない実験施設の見学、実験・工作コーナーなどをを行いますので、ぜひご来場ください。



(前回、那珂核融合研究所公開時の様子)



(前回、関西核融合研究所公開時の様子)



「青少年のための科学の祭典 2019 全国大会」、  
「こども霞が関見学デー」への出展

今夏も、「青少年のための科学の祭典 2019 全国大会」(7月27日(土)-28日(日))と「こども霞が関見学デー」(8月7日(水)-8日(木))に出展しました。

科学技術館で開催された「青少年のための科学の祭典 2019 全国大会」で、関西光科学研究所の職員が、様々な工作や実験を通じて光の性質を紹介しました。例えば、来場者に実際にステンドグラスを作ってもらい、偏光板の原理とともに、光の性質を紹介しました。

また、文部科学省で開催された「こども霞が関見学デー」への出展では、高崎量子応用研究所の職員が放射線を利用した材料の開発を紹介しました。那珂核融合研究所の職員は様々な金属で氷を切る実験を行い、人工ダイヤモンドでの氷の切れ方で熱伝導率が高いことを説明し、その特性から、人工ダイヤモンドが「JT-60SA」の装置の一部にも使用されていることを紹介しました。

今後も、一般の方々を対象としたイベントを実施していきますので、QSTのHPやSNSをご確認ください。



「青少年のための科学の祭典 2019 全国大会」



「こども霞が関見学デー」

## PRESS RELEASE

### 世界初、核融合炉の燃料生産に必要な ベリリウムの革新的精製技術を開発

— 経済性の飛躍的向上により、一般産業への波及も期待 —

核融合炉の燃料の一つであるトリチウムは、核融合反応で生じる中性子をリチウムに当てて生産します。この時、リチウム生産のため、中性子の数を増やす中性子増倍材が必要となります。中性子増倍材として使われるのが、ベリリウムです。レアメタルの一種であるベリリウムは、核融合原型炉一基あたりで約500トンも必要となるため、その安定的な確保が課題でした。

従来のベリリウム精製技術では、約2000℃での高温処理工程や粉塵を発生する乾式工程を多く含むため、設備整備と維持に膨大なコストがかかっていました。

そこで、六ヶ所核融合研究所の中道勝ブルーリーダーらの研究チームは、新しい精製技術の開発に着手し、マイクロ波加熱と化学処理の複合化により、250℃以下の低温処理で精製工程が少なく、粉塵を生じない湿式工程を主とする新たな精製技術を開発して、コストと安全性の課題を一挙に解決しました。

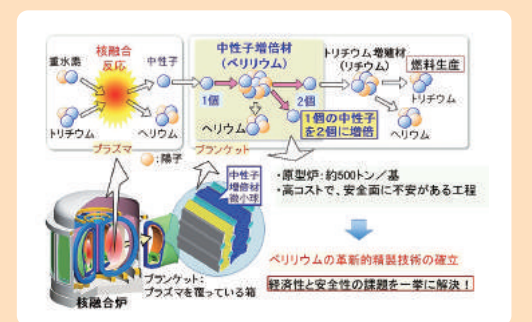
この成果は、既存のベリリウム鉱山の再稼働や新たな鉱山開発における精製コストの削減を通じて、ベリリウムの安定確保に大きく貢献するものです。また、この精製技術は一般産業需要の高い水酸化ベリリウムや酸化ベリリウムの精製にも応用可能で、さらには省エネルギー精製技術としてベリリウム以外の鉱石などの精製にも適用可能であることから、ベリリウム市場の拡大や精製プラントの省エネルギー化も期待されます。

詳細はホームページをご覧ください。

量研 世界発 ベリリウム プレスリリース

検索

【URL】 <https://www.qst.go.jp/site/press/31144.html>





## 大阪科学技術館 量研展示コーナー



### リヒテンベルグ模様の展示物

物質の性質のほとんどを決めるのは電子の役割です。

電子も量子の仲間です。

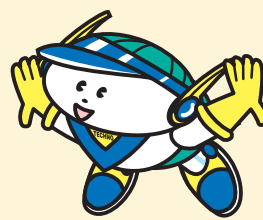
電気のもとになるのが電子で、放電によってアクリル板に閉じ込められた電子が描く美しい模様がリヒテンベルグ模様です。

この現象は1777年ドイツの物理学者G.C.Lichtenberg(1742-99)によって発見されました。

この模様は、自然界ではカミナリの稲妻としても知られています。

雷に打たれると、電気の流れた跡として皮膚にもリヒテンベルグ模様が現れます。

大阪科学技術館量研展示コーナーでは、時間によって変わる四色の光で、美しいリヒテンベルグ模様を鑑賞できます。



## はてな？の科学

### イチヨウは生きた化石!?

ダーウィンは、イチヨウを「生きた化石」と呼んでいました。イチヨウの起源は恐竜のいた時代よりももっとずっと前で、約2億年前には世界的にたくさんの種類が分布していたと考えられています。そのころの植物で現在確認できる原種は中国で野生に生育する1種類のみ。それが日本に伝来し、各地に広まったと言われています。

薬用としては、種子は鎮咳に葉はしもやけに利用されてきました。近年、この葉の成分が認知症に効果があるといわれています。

## 寄附金のお願い

### QSTの活動をご支援ください

#### ◆ 問い合わせ先

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構  
イノベーションセンター研究推進課

TEL: 043-206-3023 (ダイヤルイン)

Email: kifu@qst.go.jp

<https://www.qst.go.jp/site/about-qst/1311.html>

(オンラインでもご寄付いただけます)



国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構  
National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

QST NEWSLETTER 2019 No.10 令和元年10月

企画・発行

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構

経営企画部広報課

〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川4-9-1 (本部)

TEL 043-206-3026 (広報課直通) Email: info@qst.go.jp

〒100-0011 東京都千代田区内幸町2-2-2 富国生命ビル22F (東京事務所)

URL <http://www.qst.go.jp/>

制作 有限会社オズクリエイティブルーム