

「私はこんな研究してます」(第22回)

研究者
紹介

さとうしんいちろう

「欠陥」は欠点ではなく、見方を変えれば長所にもなる (佐藤真一郎)



「創る」

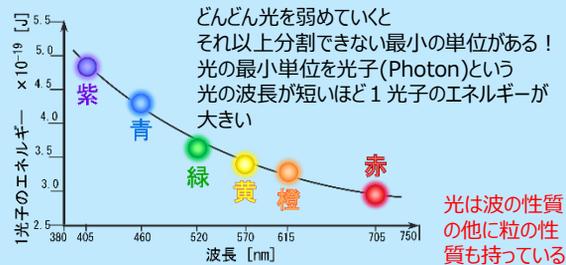
このコーナーでは高崎研の中堅若手研究者をシリーズでご紹介しています。今回は、単一光子源について研究している「佐藤真一郎主幹研究員」をご紹介します。



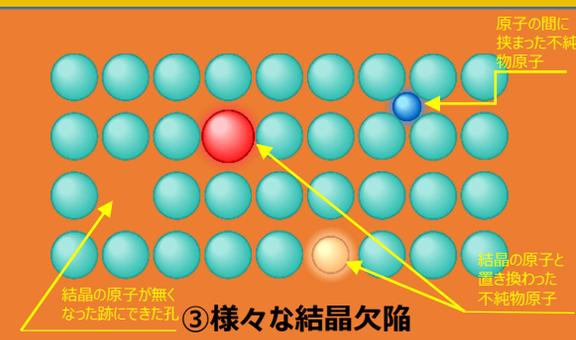
佐藤真一郎 主幹研究員

高崎量子応用研究所
プロジェクト「半導体照射効果研究」所属

筋トレが日課です。筋トレとは、筋肉との対話です。



②光子とは？



③様々な結晶欠陥

「光子は分割できない」

「光子状態は完全にコピーできない」



④量子通信の特徴

①聞き手) どのような研究をしていますか？

佐藤) 未来の通信技術に必要な「単一光子源」の研究を行っています。具体的に言いますと、炭化ケイ素や窒化ガリウムといった半導体結晶の内部に結晶欠陥を形成し、結晶欠陥からの単一光子の発生を調べる研究をしています。

②聞き手) 研究している「単一光子」とは、どのようなものですか？

佐藤) 光の最小単位は「光子」であり、我々が普段、眼で見ている光は光子の集まりです。これをどんどん弱くしていくと、やがてひとつの光子になります。これを単一光子といい、単一光子発生数や発生タイミングをコントロールすることができるものを単一光子源とよびます。

単に光を弱くすれば単一光子になると思われるかもしれませんが、実は単一光子の制御は研究レベルでも極めて困難であることが知られています。単一光子源となるものはむしろ極めて限られており、例えば我々の生活に欠かせないLEDや蛍光灯の場合ですと、光をどれだけ弱くしても原理的に単一光子にならないことがわかっています。光子が複数同時に出てきたり、逆にまったく出てこなかったりするばかりで、単一光子を制御することはできません。

③聞き手) 結晶欠陥とは？

佐藤) 規則正しく原子が配列している結晶中の規則を乱している部分を結晶欠陥といいます。例えば、本来は原子が存在する場所に原子が存在していない「空孔」や、本来の原子とは別の原子が入っている「不純物」といったものです。また、空孔と不純物がくっついてひとつの欠陥となる場合もあります。結晶欠陥は結晶内部にもともとある程度は存在していますが、量や種類を増やすために放射線を利用します。そのため、さまざまな放射線が利用できる高崎研の放射線施設(TIARAや電子線照射施設)が不可欠です。

これまで、結晶欠陥は半導体の性能を下げる不要な存在として認識されており、いかに結晶欠陥を減らすかという観点から私もこれまで研究を進めてきました。しかし、結晶欠陥の中には単一光子源になるような非常に有用なものも存在し、物質科学は奥が深いと感じます。今は結晶欠陥の選別を行い、自分の欲しい結晶欠陥のみを高効率に形成するための研究を行っています

④聞き手) 何のために研究していますか？

佐藤) 単一光子源は、未来の通信技術のひとつである「量子通信」には欠かせない要素です。量子通信は、物理学の原理に基づき盗聴が完全に不可能となる究極の通信技術で、世界中でその開発研究が進められているのですが、通信の信号生成を担うのが、この単一光子源です。

⑤聞き手) 今後の研究進展のイメージ・予定は？

佐藤) 単一光子源となる結晶欠陥の性質を調べるときは、高強度のレーザーを照射して結晶欠陥を励起させる(=単一光子発生できる状態にする)のですが、これでは装置が大がかりになってしまい、実用的な単一光子源とは言えません。一方、炭化ケイ素や窒化ガリウムはどちらも半導体であり、電流や電圧を制御する電子デバイスを作ることができます。そこで、例えば、単一光子源となる結晶欠陥をこうした電子デバイスの内部に形成し、電流や電圧によって単一光子の発生を制御することが出来れば、極めて実用性の高い単一光子源となります。私の研究の目標は、室温で電氣的に制御できる単一光子源を実現することです。

⑥聞き手) 今まで取り除きたかった結晶欠陥を逆に生かして、新しい量子通信技術を開発する逆転の発想は面白いですね。これからの研究進展に期待しています。(聞き手：庶務課/佐復義子)