

教えて下さい! 富野です

VOLUME
106

達人たちによるガンダム世代への提言
Text by Yohei Maita Photo by Chisato Hikita

I~III巻
好評発売中!!



独立行政法人 理化学研究所
播磨研究所 所長

富野由悠季 X 石川哲也

とみの・よしゆき 1941年11月5日生まれ。神奈川県小田原市出身。日本大学芸術学部出身。フリー演出家、アニメーション監督、作詞家、小説家。代表作は「機動戦士ガンダム」シリーズ、「伝説巨神イデオン」、「聖戦士ダンバイン」など。

いしかわ・てつや 1954年静岡県生まれ。東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻修了。東京大学工学部助教授を経て、95年から理化学研究所主任研究員。大型放射光施設SPring-8のビームライン建設を統括。06年からはX線自由電子レーザー施設SACLAのプロジェクトリーダーを務める。現在、理化学研究所播磨研究所所長。

年6月7日、理化学研究所と高輝度光科学研究センターの合同プロジェクトが、兵庫県の大型放射光施設SPring-8に隣接して建設したX線自由電子レーザー施設SACLAで、世界最短波長1・2Å(オングストローム)のX線レーザーの発振に成功したという報道を目にしました。

SACLAは06年に国家基幹技術の一つに選定され、日本の最先端テクノロジーを結集して5年間にわたって整備されました。11年2月からビーム運転を開始し、わずか3か月での成果です。科学技術発展のためには必要不可欠であるとされるX線レーザーとはどのような光なのか…その開発意義と今後の展望を理化学研究所の石川哲也氏にお伺いしました。

X線自由電子レーザーを使えば、原子の振る舞いも、もしかしたら宇宙創世の謎も明らかになるかもしれない

ナノの世界を見るための新しい光を作る
X線自由電子レーザー

富野 今日はX線自由電子レーザー施設SACLAを見学させていただいたわけですが、実はSACLAはこの中心施設ではなくて、もともとは大型放射光施設SPring-8から始まったものですよ。

石川 そうです。SPring-8というのは、ものすごく簡単に説明すると、強いX線を出す装置です。では、なぜこんなにバカでかい施設を作ったまで強いX線を発生させる必要があるのか…それは、私たちが見えるものの大きさというのは、光の波長で決まってしまうからなんです。例えば蛍光灯から出てくる光の波長は0・何ミクロン

ですから、その光では顕微鏡でいくら頑張っても0・何ミクロンのサイズのものしか見えない。分子や原子は見えないわけです。分子や原子を見ようと思ったらそれと同じくらい短い波長の光を使わなければならなくて、それがX線なんです。

X線自体は世の中にたくさんあって、レントゲンなんかにも

使っています。SPring-8で作るX線はものすごく明るいというのが特長です。SPring-8では、真空中に放り出された電子をほぼ光速まで加速させて、そこから光を作り出します。

そうすることで密度の高い光(高輝度光源)を得ることができるとのこと。この20年、科学で一番発展しているのがナノテクノロジーの分野です。ナノの世界を制御したり、ナノの世界で新しいモノを作るためには、

ナノの世界を見るということが重要で、そのための道具としてSPring-8は非常に有用なんです。

富野 では、SPring-8とSACLAというのは、どう違うんですか？

石川 SPring-8で作る光は明るいんですけど、光の出方としては蛍光灯や電球と同じです。波の位相がそろっていないインコヒーレント光源で、コヒーレント光源のレーザーと比べるとぼんやりしている。

しかし、X線のレーザーがあれば、より鮮明に見ることができるとのこと。そのために開発されたのがSACLAです。

富野 コヒーレント光源とインコヒーレント光源の違いというのは、もう少し詳しく説明していただけますか？

石川 SPring-8では、多数の電子を蓄積リングで周回させて放射光を発生させています。しかし、それぞれの電子がバラバラに光を放ちますから、N個の電子の塊が出す放射光の強度は、一個の電子が出す強度のN倍にしかありません。

それに対してレーザー光は、光の波の山や谷が重なり合うことによつて、N個の電子の出す光はN倍ではなく、Nの二乗倍になります。つまり、百個の電子で発生するインコヒーレント光源の強さは百ですが、これがコヒーレント光源のレーザーとなると百の二乗の一万になります。

講演会などで使われるレーザーポインターはわずか1ミリワットの放射パワーしかありませんが、ものすごく明るい。それはコヒーレント光源で、輝度が高いからなんです。

富野 ただ、X線でレーザーを作ることが、技術的に非常に難しかったわけですよ。

石川 そうです。光というのは

電子の運動によつて生み出されますが、波長の短い光はすぐに近くの電子に吸収されてしまいます。つまり、物質内の電子では、X線のレーザー媒質にはなりえないんですね。このように、適当なレーザー媒質が存在しないため、今まではX線のレーザーを作ることができませんでした。

しかし、物質の外(真空中)にある自由な電子では、発生した光(放射光)はどんなに波長が短くても吸収されることはありません。だったら、この自由電子をレーザー媒質とすればいい。つまり、加速器で得られる放射光を出発点とすれば、X線でもレーザーを作ることができるとのこと。この発想から生まれたのが自由電子レーザーです。

富野 放射光をレーザーにするためには位相をそろえる必要があります。普通のレーザーは鏡を使って何度も光を往復させることで位相をそろえますが、X線くらいの短い波長となるとそれを反復させる鏡がないわけですから、どうやって位相をそろえているんですか？

石川 磁石を使います。永久磁石をたくさん用意し、隣同士の