

関西光科学研究所

「光」の最先端 研究拠点

世界トップクラスの
レーザー技術開発をめざして

老朽化したトンネルの保守検査用
「レーザー打音」の開発

指先で光に触れるだけで血糖値を測定
採血不要の血糖値センサーを開発

Topics

INTERVIEW with QST MEMBERS

父の言葉が座右の銘
一番の関心事は、研究です！

事務職は、QSTの営業マン
だから、対話を大事にしています

「光」の最先端研究拠点

世界トップクラスのレーザー技術開発をめざして

関西光科学研究所は木津地区と播磨地区に活動拠点がおり、木津地区では、世界トップクラスの高強度レーザー装置(J(ジェイ)-KAREN(カレン)レーザーや、X線レーザー等の高強度レーザーを中心とした光量子科学研究、播磨地区では、SPRING-8の専用ビームラインを中心とした放射光科学研究を推進しています。

特に木津地区では、世界トップクラスの高強度レーザーなどの技術開発を基盤として、電子やイオンのレーザー加速など学術の最先端を目指した研究やイノベーションの創出に向けたレーザーの産業・医療応用に関する研究を行っています。

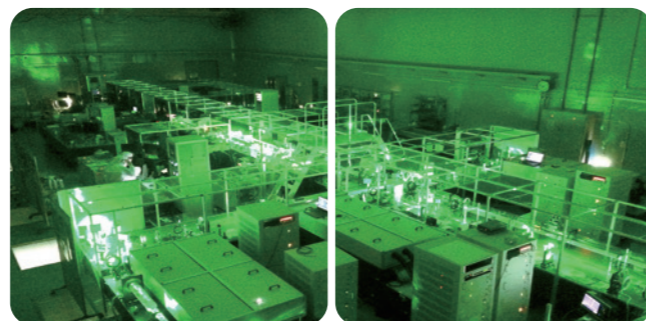
一番大切なのは、 確かなレーザー技術

河内 関西光科学研究所は、QSTにおいて特に「光」をキーワードとする学術の最先端の研究とイノベーションに向けた産業・医療応用研究を担う中核拠点として活動しています。

レーザーに関して言えば我々として一番大切な事は、最先端の確かなレーザーの技術を持ち、常に高度化を進めることだと思っています。そして関西研が開発した世界トップクラスの高強度レーザー装置「J-KAREN」などを駆使し、非常に高いエネルギーの粒子や、非常に短い波長の光源を作るなどの世界最高の学術の成果をあげることがまず第一の使命です。

高強度レーザー装置 J-KAREN

世界トップクラスの極短パルス超高強度レーザー30Jのレーザーエネルギーを30フェムト秒(1フェムトは1000兆分の1)の時間に閉じ込めることにより1000兆ワットの超高強度を実現します。(強力な動起レーザーの光で緑色に光っています。)



Interview



Tetsuya Kawachi

河内 哲哉

所長

量子ビーム科学研究部門
関西光科学研究所

大きな目標は、 重粒子線がん治療への レーザー技術の応用

河内 イノベーションの創出という観点でいえば、QSTになり、放射線医学総合研究所との連携ができるようになったので、我々のゴールとしてレーザー技術を重粒子線がん治療に組み込むということを大きな目標にしています。

現在の重粒子線がん治療にはレーザーは使われていません。重粒子線がん治療装置 HIMACは100mを超える大型施設ですが、その線形加速器部分にレーザーを使えば、50mくらいある装置を10m以下のコンパクトな装置にすることが可能です。この研究を10年くらいの中には完成させたいと思っています。装置が小型化することで、設置しやすくなることはもちろん、メンテナンスコストや維持費が下がり、重粒子線がん治療のコストを下げることができるのではと考えています。社会への貢献という意味でもこの研究は実現させたいと思っています。

このように10年間という一応の目標とする研究課題を持って技術開発をしていくと、研究がステップアップすることに、他で使える成果が生まれてくるが多々あります。それが社会に貢献できる成果なら、どんどん社会に出していくことも大切です。

たとえば今回ご紹介する鉄道トンネルの内部を非接触で調べる技術や、血糖値をはかる技術もそうしたレーザーの研究開発から生まれた成果です。

ツールとして、 QSTの他分野の研究に貢献

河内 それから関西研で作出したレーザーは、QST全体がイノベーションの創出という新しい研究を進めている中で有効なツールになると考えています。

たとえば生命科学や物質材料科学を研究しているグループにとっては、非常に速い現象をとらえることができる超短パルスレーザーは大いに貢献できるツールの一つだと思います。

ツールとして提供する場合は、ユーザーである生命科学や材料科学の人たちとディスカッションを重ねて、役に立つレーザーの開発を行うことも大事です。それはまた、レーザー技術の開発にとって新しいヒントになる可能性があります。そういう異分野の交流を容易に行えるQSTはとてもいい研究環境です。

こうした研究環境を存分に利用しながら、社会に貢献できるレーザー技術をアウトプットしていけたらと思っています。

「レーザー打音」で
検査している箇所が
光っている。

屋外の模擬トンネルでの計測実験風景

Interview



Masaharu Nishikino

錦野 将元

グループリーダー

量子ビーム科学研究部門
関西光科学研究所
光量子科学研究部
X線レーザー研究グループ

「レーザー打音」とは？

錦野 現在、トンネルなどの保守点検は、目で見た手や触ったりして表面の状態を確認する「目視検査」、危険だと思われるところをハンマーでたたいて内部の欠陥を見つける「打音検査」、欠陥が見つかり、崩れそうな箇所は、叩いて崩す「叩き落とし」の3つの手法で行うことが法律で決まっています。

このうちの打音検査についてレーザーを用いて、遠隔・非接触でトンネルコンクリート内部の欠陥を叩いて調べる「レーザー打音」が、私たちが取り組んでいる研究です。

これは、従来ハンマーでコンクリートを叩き、技術者の耳で音(振動)を聞いていた打音法をレーザーによって置き換える技術です。具体的には、高強度のパルスレーザーを照射して表面に振動を与え、その振動を別のレーザーで分析することにより欠陥を発見する仕組みになっています。

この方法は、すでにJR西日本とILTらの合同研究チームによって、原理実証及び現場での検証試験が行われており、その有用性は確認されていますが、問題はコンクリートを叩くレーザーの強度と繰返し速度でした。

今回、QSTが開発した「高速動作が可能な高出力振動励起レーザー」を用いてILTと共同実証実験を行い、模擬トンネル(高さ約7m)の内壁を、1秒間に50回(50Hz)の速さで叩いて、内部の欠

陥の高速検知に世界で初めて成功しました。

なぜ「レーザー打音」なのか？

錦野 我々の目的は、新しい保守点検技術の実用化です。それには現行の法令に則している事も重要です。これまでの例から、今までと全く違う原理を用いた新技術が実際の現場で受け入れられるには時間がかかることがわかっています。現行の原理をベースにした新技術であるということが現場へのスムーズな導入につながります。そのため、X線や赤外線で見るとは異なり、直接叩いて音を聞くという従来の「打音」を、レーザーで遠くから叩いて振動を計測するという同じ原理による新技術を研究開発してきました。

もちろん、それだけではなく、コンクリートの剥離の可能性に直接関係している表面から10cm以内の浅い欠陥を調べるには、「打音法」が最も効果的であることも確かです。(超音波だと10cmより奥、レーダーはさらに奥を調べるのに適しています。)

また、道路上のトンネルは国交省の管轄ですが、鉄道トンネルは鉄道会社の管轄であり、かつ夜間は運行が停止されているため、安全管理の面から高強度レーザーの使用環境としてより適しています。そのような理由から、鉄道トンネルの保守点検への部分的な導入から、より早い実用化へつながることを目指しています。

今後の展望

錦野 研究開発用の高出力レーザーは、基本的には実験室で温度と湿度がコントロールされているところで使用するものです。それを、小型化し、トラックに乗せて、屋外で使用するというロバスト(外乱の影響を受けにくい)化に関する技術開発や実験室では出会う事のない虫たちの対策も苦勞した点です。原理上、静止しなければ計測できませんが、将来的には検査の高速化を進めてトンネル全体を高速にスキャンしたりできるようにしたいと思っています。また、さらに小型化して、地下鉄等にも使えたら、ということも考えています。

今は、この技術をいかに実用化につなげるかが最大の目標です。

老朽化した トンネルの 保守検査用 「レーザー打音」の開発

トンネルなどのインフラの保守保全作業は、熟練の技術者の目視確認、手作業(目視・打音・叩き落とし)で行われています。したがって保守保全作業には非常に時間がかかり、高所作業も多く大きな危険を伴います。

現在、理化学研究所、レーザー技術総合研究所(ILT)、量子科学技術研究開発機構(QST)、日本原子力研究開発機構などの共同研究グループにおいて、トンネルなどのインフラの保守保全作業の自動化、効率化を図るために、触診・打音・叩き落としなどを行うレーザー技術の開発が内閣府直轄のプロジェクトとして進められています。

今回、QSTでは高速でかつ遠くからコンクリートを振動させる「高速動作が可能な振動励起レーザー」を開発し、屋外での実験にも成功しました。

関西光科学研究所

指先で光に触れるだけで血糖値を測定
採血不要の血糖値センサーを開発

糖尿病患者は日本に約720万人、世界では4億人以上いると言われています。2035年には10人に1人が糖尿病になると予想されています。糖尿病は、高血糖の状態が長く続くと、網膜症や腎症そして脳卒中といった様々な合併症を起こし死に至るケースもあります。そのため1日4~5回、指先に針を刺して採血し、血糖値を測らなければなりません。

山川リーダーを中心に開発された「血糖値センサー」は、この日々の血糖値管理を、針を使わず、採血無しで行うことを実現しました。

研究のきっかけは、
知り合いのお子さんでした

山川 知り合いのおさんが糖尿病で、毎日夜寝ている時も起こして、血糖値をはからなければならぬという話を聞きました。その子は小学生でしたから、この先何年もそうした生活を続けなければならぬのかと、愕然としました。

研究者としての自分になにかできることはないだろうかと糖尿病について調べ、こうした測定器を開発しようと思いました。

世界で初めて！
手のひらサイズの
高輝度中赤外レーザーの
開発が決め手でした

山川 レーザーの領域には、X線、可視、近赤外、中赤外、遠赤外、テラヘルツなどがあります。私たちの生活の中では「遠赤外線」という言葉がよく聞かれます。

今回の血糖値センサーで用いられているのは「中赤外線」です。

中赤外線領域というのは、ある物質に光の波長を合わせると、その物質にのみ反応させることができる魅力ある光であることは古くから知られていました。ただし実用に使える光源がなかったため、置いてけぼりにされていた未踏の領域でもありました。

一方、採血不要の血糖値センサーは、様々な波長の光を使って25年くらい開発が続けられていますが、現在まで実用化に至っている技術は存在していません。

今回未踏領域である中赤外線を、今までになかった輝度が十分に明るいレーザーとして開発

採血不要の
血糖値センサー

Interview

Koichi Yamakawa
山川 考一
グループリーダー
量子ビーム科学研究部門
関西光科学研究所
量子生命科学研究所レーザー
医療応用研究グループ

採血型
自己血糖値
センサー
SMBG:
Self-Monitoring
of Blood
Glucose

し、さらに小型化に成功したことが、採血不要の血糖値センサー開発における最大のポイントです。

今回開発した「採血不要の血糖値センサー」は、指を置くだけで、ブドウ糖の波長に合わせた中赤外光によって容易に血糖値を測定することができます。

今後の展望

山川 この血糖値センサーは、6年前から開発してきました。今後実用化に向けて糖尿病の患者さん300人~400人に使っていただいて、臨

床研究を行う予定です。

中赤外レーザー光を使ったこの血糖値センサーは、血糖値だけでなく、例えば、中性脂肪やコレステロールなど生活習慣病に関係する体の情報も測定できる可能性があります。

モバイル化して、いつでもどこでも使えるようにできれば、健康管理の意識改革も進み、糖尿病予防にも貢献できるのではと期待しています。

中赤外レーザー光は、今や実用化に向けて動き出したところなので、これからチャレンジを続けていきたいと思っています。

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。

Topics

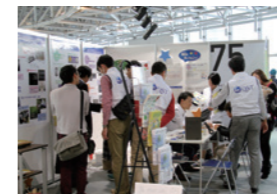
サイエンスアゴラ2017に参加

<http://www.qst.go.jp/information/itemid047-003184.html>

11月25日(土)から2日間、テレコムセンタービル(東京)で開催された「サイエンスアゴラ2017」にトークセッションとブース出展で参加しました。トークセッションでは「量子生命科学」などをテーマに、QST、大学、企業の研究者が語り合いました。ブースでは、QSTの研究活動の紹介と、お客様向け実験工作教室を行いました。両企画とも、QSTの研究活動に興味・関心を持っていただけたと思います。詳細はQSTホームページ、Facebookをご覧ください。



トークセッション



QSTブース

放射線医学総合研究所
創立60周年記念講演会を開催

http://www.nirs.qst.go.jp/information/event/2017/11_27.html

11月27日(月)、京葉銀行文化プラザ音楽ホール(千葉市)にて放医研創立60周年記念講演会を開催し、過去10年間の代表的な研究・活動と展望をご紹介します。また、茨城大学の岡田誠教授による「チバニアンと地磁気逆転」と題した特別講演では、チバニアン命名に至る経緯をご披露いただき、会場は大いに盛り上がりました。定員を上回る約860名のご参加をいただき、お席の不足などでご不便・ご迷惑をおかけして申し訳ありませんでした。皆さまのご来場、誠にありがとうございました。



満席となった会場



岡田誠教授

那珂核融合研究所 核融合施設見学会を開催

http://www.fusion.qst.go.jp/naka/for_ordinary3/event_naka/report/171031shisetukoukai/171031shisetukoukai.html

10月22日(日)、那珂核融合研究所にて核融合施設見学会を開催しました。本見学会は、核融合研究開発をはじめとした科学技術全般に関する知識・理解の促進及び地域住民の皆様との交流を目的として毎年開催しています。



放射線を探してみよう



真空に関する実験

当日はあいにくの雨模様でしたが、この日のために準備を行った科学実験教室や毎年ご好評いただいているJT-60SA見学ツアー等を行い、ご来場くださった約640名の方と交流を深めました。今後も、より充実した施設見学会の開催に努めてまいります。

PRESS RELEASE

電子の動きを止めて観る、極短パルスX線の実現にあらたな道筋

<http://www.qst.go.jp/information/itemid034-003059.html>

【文献情報】

Ryoichi Hajima and Ryoji Nagai, Generating Carrier-Envelope-Phase Stabilized Few-Cycle Pulses from a Free-Electron Laser Oscillator, Phys. Rev. Lett. 119, 204802 (2017) - Published 15 November 2017

高速に動くものを観る方法として、短い時間だけ光をあてて観察するストロボ撮影などがあります。物質の中で非常に高速に推移する電子の動きも同様の方法で観察し、化学反応などの現象が調べられてきました。しかし、電子の動きを完全に止めた状態を観察するには、より短い時間(アト秒: 10^{-18} 秒)でかつ透過力の高いX線(ストロボ撮影の光に相当します)が必要とされています。

量子ビーム科学研究部門の羽島良一上席研究員と永井良治上席研究員は、アト秒のX線パルスを発生させる新たな手法を考案しました。この手法により発生したアト秒X線は、電子や原子をはじめあらゆるものを「止めて観る」ことを可能とし、物質変化のプロセスばかりでなく、生命活動における電子の動きなど現在予想もされていない新たな現象を見出し、さらには制御する可能性も秘めています。



羽島良一 上席研究員



永井良治 上席研究員

INTERVIEW with QST MEMBERS

父の言葉が座右の銘 一番の関心事は、研究です!

一番の関心事は、研究を進めること

平野 タンパク質は体の中でいろいろな働きをしています。その中で私が研究対象としているのは肝臓で働いているタンパク質です。

タンパク質は比較的大きな分子ですが、その構造を解析してどんな役割をしているかということを知る研究をしています。

最近、肝臓で働く代謝系のタンパク質は、健康寿命と関係があるのではないかとわれています。

タンパク質の立体構造研究のきっかけは、SPring-8です

平野 大学が京都だったので、兵庫県にSPring-8ができて供用が開始され、大学生も容易に使えるようになったことがこの研究に進もうと思った大きなきっかけです。

SPring-8によってタンパク質の立体構造が、どんどんわかり始めた時期だったので、すごく興味がありました。

QSTに入る動機は、J-PARCです

平野 「見る」とは、私の研究にとってはとても重要です。タンパク質の構造は、X線や中性子を使って調べますが、装置がなければ、構造を「見る」ことはできません。中性子を使って肝臓のタンパク質の構造を研究したいと思っていたので、QSTに入った決め手はJ-PARCの存在でした。

中性子で「見る」と水素が見えます。タンパク質は水が関わる反応が大きいので、よりその働きが解明できます。

それと、私はQST第1期生ですが、この年にして第1期生というのは、すごく嬉しい気分です。

最近10年ぶりにテレビを見て、健康への関心も持つようになりました

平野 最近10年ぶりでテレビを見るようになって、一番驚いたのは健康番組の多さです。

否応なく関心を持たされました。といっても、何か特別なことをする時間はないので、晴れた日には自転車通勤をするなど、運動するように心がけています。

今も支えになっている父の言葉

平野 小さい頃は、両親から勉強しろとは言われたことはほとんどありません。結構外遊びが好きで子どもでした。

ただ父から言われたのは「何でも続けることが大事。諦めずの続けていると、できなかったこともできるようになる」ということでした。

私の研究は実験系で、実験はうまくいかない方が圧倒的に多いので、その時に特に父の教えを支えています。

父の言葉そのものが、研究者にとって一番大事だと思っています。座右の銘ですね。

夢は世の中の役に立つ研究成果を出すことです

平野 研究の成果が、実際に創薬など世の中の役に立つものになってくれることが、なんといっても私の夢です。



この巨大なフラスコでタンパク質を培養します。



脱酸素の環境で作業を行います。



タンパク質の構造を「見る」ための装置

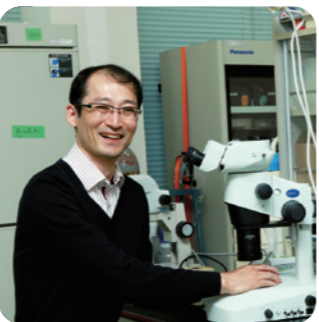


Yū Hirano
量子ビーム科学研究部門
高崎量子応用研究所
東海量子ビーム応用研究センター

2007年、博士(理学)取得後、茨城大学-京都大学-日本原子力研究開発機構の博士研究員を経て、2016年からQSTの主任研究員に就任、本年7月から主幹研究員。本年9月にJSTの「さきがけ」研究員に採択された。



平野 優



Satoshi Taniguchi
谷口 聡史
総務部
契約管理課

石川県珠洲市の出身。大学を卒業し、民間企業での勤務を経験した後、2012年、日本原子力研究開発機構へ入構。地層処分研究開発部門、契約部、移管統合準備室などを経てQSTに転籍し現職。



趣味はスキー

珠洲市で毎年8月7日に行われる七夕祭り。「キリコ」を担ぎ、フィナーレは海に突入します。その瞬間、海上から花火が打ち上がります。故郷のためになにかできないだろうかという想いが、いつも心の片隅にあります。

事務職は、QSTの営業マンだから 対話を大事にしています

以前は営業マン、3.11がきっかけで転籍元の原子力機構に入りました

谷口 大学を卒業して、就職者の就労支援などの営業の仕事をしていましたが、6年前、転籍元の日本原子力研究開発機構に入構しました。

3.11による福島第一原子力発電所事故の影響についていろいろな報道がなされましたが、当時一般市民だった私には、何が正しい情報なのか、よくわかりませんでした。そこで、原子力の専門機関の立場で、情報を正しく発信するための橋渡しができないだろうかと思ったことが転職のきっかけです。

QSTの魅力は風通しの良さ

谷口 3か月という短い期間でしたが、QST設立準備の仕事をしていただきました。期間が決まっている中で新しい組織を立ち上げていく仕事は、いろいろな部署の人たちと対話を重ねながらの毎日でした。私のこれまでの人生の中で、密度の濃い充実感のある仕事でした。この3か月間で、私のQST愛は十分育まれたように思います。

歴史のある組織だと、以前はこうだったと慣

例化していくことが多くなりがちですが、QSTになってからは、本来はどうあるべきか、ということを中心に考えなければならない機会が、私自身すごく増えました。その分周りを巻き込むこともあります。組織としては非常に風通しがいいように思います。これがQSTの大きな魅力の一つだと思います。

事務職にとってもっとも大切なのは、コミュニケーション

谷口 私は事務職は営業職だと思って取り組んでいます。だから、大事なのは、コミュニケーションです。以前の仕事では、飛び込み営業とか集客の仕事もしました。その経験は今でもすごく役に立っています。

研究開発というのは、とても長いスパンで考えていかなければならないことが多いので、その成果が見えづらいです。でも、研究開発で得られた成果が、社会の役に立って、それが人々の生活を豊かにしていきます。だから、成果が見えづらい研究開発は、とても大事です。

私は研究者ではないため、研究開発そのものは行っていません。だからこそ、事務職の立場として、QSTがどのような研究開発をしていて、ど

家族でパンダが大好き! 和歌山アドベンチャーワールドのパンダの名づけ親証です。

私が名付けた
海浜
(カイヒン)

妻が名付けた
優浜
(ユウヒン)

桜浜
(オウヒン)
桃浜
(トウヒン)



桜浜・桃浜の双子パンダ
(撮影 谷口)

んな社会を目指しているのかを伝える、つまり、QSTが生み出す「商品」を「売る」活動がとても大切だと意識をしています。なので、研究者をはじめとした内部の方とのコミュニケーション力や、QSTを取りまく外部の方への営業力が非常に重要だと考えています。そういう意味ではまさに営業職ですね(笑)。

QSTをよい組織にするのは、職員一人一人の在り方なので、自分もその一員として組織に貢献したいと思っています。QSTがもっともっと社会に必要とされる法人になれるように自覚をもって業務に取り組む、それが直近の目標です。



きっづ光科学館ふおとん

The Kids' Science Museum of Photons

見て、触れて、「きっづ光科学館ふおとん」で
光の不思議を体験しよう。



3つの展示ゾーンと全天周映像ホール、さまざまな実験・工作イベントで光の不思議な性質から利用技術まで、楽しく学べます。



ピカッと 距離を測ろう!

みなさん、ものものの距離を測るのに何を使いますか？定規とか巻き尺？なんと光も使えるのです！ふおとんには、レーザー光を使って距離を測ることができる「レーザー測距器」があります(写真1)。この装置からレーザー光が出ているの当たります(写真2)。光はいつも同じ速さで進むので、このレーザー光が的に届いて戻ってくる時間を計れば距離が分かってしまうのです(写真3)。ところで、光の性質を利用して測れるものは、距離だけではありません。赤外線により対象物を熱画像でとらえるサーモグラフィもあります。ふおとんでは是非チャレンジしてみてください！

<http://www.kansai.qst.go.jp/kids-photon>



はてな？の科学

雪と氷はどう違う？

雪と氷はどう違うのでしょうか。雪の結晶は雲の中で作られます。そのもとになるのは、氷晶といわれる小さな氷の粒です。氷晶が大きくなって、雪の結晶になります。その形は、雲の中の温度や湿度によって細長いものになったり、平たい六角形になったり、形が決まってきます。

雪と氷の違いですが、大きく分けると、通気性のあるものを雪、通気性のないものを氷と定義づけしているようです。降り積もった雪は、ふわふわのときは、雪粒の間に十分な隙間がありますが、カチンカチンに固まると通気性をなくします。この段階で、雪は氷に変化したことになります。

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
<http://www.qst.go.jp/about/contribution.html>



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 2017 vol.3 通巻5号 平成29年12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六川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