

関西光量子科学研究所

Kansai Institute for Photon Science



光量子で

輝く未来を切り拓く

最先端のレーザー技術や放射光利用技術を駆使して我が国の量子科学技術の発展とイノベーションの創出に貢献する世界屈指の研究開発拠点を目指します。

量子ビーム
科学研究分野

量子技術
イノベーション
研究分野

量子医学・
医療研究分野

量子
エネルギー
研究分野

学術への貢献

レーザーイオン
加速の社会実装

量子技術への応用

医療・産業応用

水素社会の実現

超高速計測技術等を
活用したレーザー
応用研究

非破壊オペランド
先端計測等の放射光
利用技術の開発

超高強度
レーザー研究、
新しい量子ビーム源
開発

関西光量子科学研究所の
大型研究施設群

最先端レーザー施設



放射光施設SPRING-8 QST専用ビームライン



量子科学技術研究等による
持続可能な未来社会の実現

量子技術基盤研究

関西光量子科学研究所が誇る世界最高性能のレーザー技術・放射光計測技術を積極的に活用することで、我が国が目指す「量子技術イノベーション」を推進します。国が指定する「量子技術基盤拠点」の1拠点として、量子マテリアルなどの評価技術の開発や、光科学技術・量子技術を活用した技術開発・デバイス開発などを進めています。

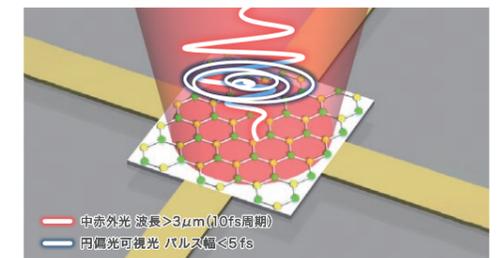
量子
技術

原子や電子といった微細な世界での極小の粒子である量子の振る舞いを利用する技術のことです。量子コンピュータや高感度な量子計測・センシング、高セキュリティの量子ネットワークなどに応用され、医療、材料製造、金融、エネルギー、交通など様々な分野での発展が期待されています。

量子の動きを捉え、 制御する超高速レーザー技術

QST高崎量子
技術基盤研究所
との連携

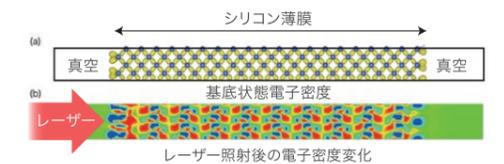
原子や分子の中の電子などの「量子」の動きが、化学反応や電子デバイスの動作を支配しています。極短パルスレーザーを使うと、原子が動く時間スケールであるフェムト(1000兆分の1)秒から電子が動くアト(100京分の1)秒までの観察ができます。物質の性質を調べたり制御する手法を開発することで「超高速ダイナミクス研究」のフロンティアを開拓しています。



先端レーザー技術で電子デバイスを超高速制御するイメージ図

物質中の量子の動きを理解する シミュレーション技術

量子マテリアルをレーザーで操作するためには、物質中の電子やスピンなど「量子」の動きを正確に理解することが必要です。光と電子の運動を高精度に記述するプログラム「SALMON」の開発・運用を通して光・電子ダイナミクスの解明と応用研究を推進します。

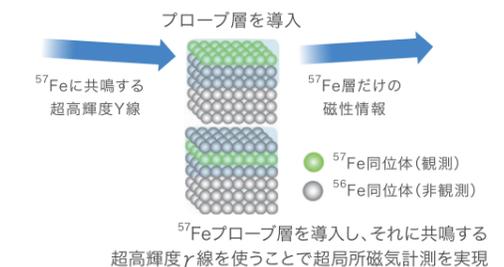


「SALMON」で予測された、強いレーザー光によってシリコン(Si)結晶に誘起される電子密度変化の様子

次世代スピントロニクス材料の 開発に役立つ磁気計測技術

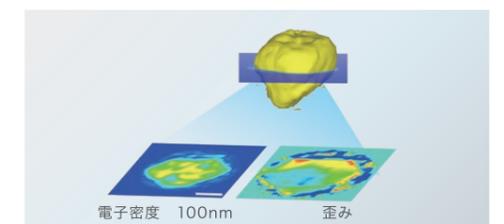
QST高崎量子
技術基盤研究所
との連携

量子マテリアルである次世代スピントロニクス材料の開発の加速には、デバイス材料の磁性を微視的に調べるのが有効です。放射光から生成した超高輝度γ線を使って、原子層レベルの分解能に至る先端的な磁気計測技術を開発しています。



量子マテリアルの微結晶の内部を 非破壊でイメージングする技術

量子センサーに用いるダイヤモンドなど量子マテリアルの品質評価のための非破壊イメージング技術が求められています。放射光から取り出した高品質なコヒーレントX線を利用して、微結晶内部の歪分布などを高分解能で可視化する技術を開発しています。



微結晶内部を非破壊でイメージングする技術

最先端レーザー研究

最先端のレーザーで、新しい科学分野を開拓し、新産業を創り出す

最先端のレーザー技術を追究し、世界最高性能のレーザー装置を開発しています。これら装置を用いて初めて可能となる学術研究は、新しい科学分野を切り拓き、産業や医療に役立つ成果を生み出します。このために、高強度レーザー科学研究、レーザー駆動イオン加速技術、X線レーザー研究、超高速光物性研究、レーザー技術の産業医療応用などを進めています。

世界トップクラスの高強度レーザー(J-KAREN-P)

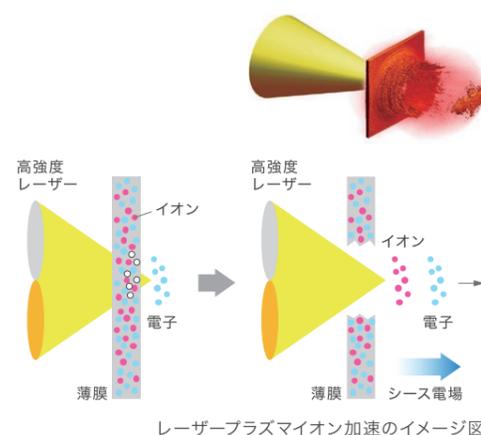
開発したJ-KAREN-Pレーザーの瞬間パワーは、100万kW級の発電設備100万基分の1000兆ワット(ペタワット)と、世界トップクラスです。このレーザーを用いることで、他の手段では作り出すことが不可能な超高压、超高温状態や超強力な電場・磁場を生成することができます。



関西光量子科学研究所(木津)にあるJ-KAREN-Pレーザー

高強度レーザーによる「未来の」小型加速器の開発

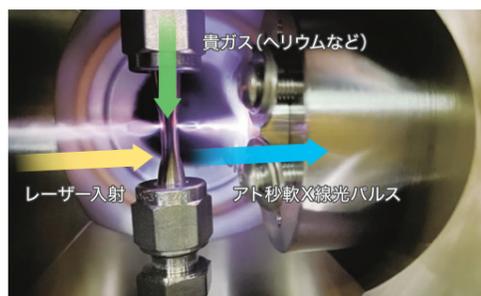
高強度レーザーを用いた未来の小型加速器を目指した研究を進めています。電子やイオンといった荷電粒子をプラズマを用いて従来よりも高い加速勾配を作り出し、短い距離で高品質な荷電粒子線を作ります。イオンでは、粒子線がん治療器の小型化を目指しており、現在、陽子線で200MeVという目標を立てレーザーの高度化、照射技術の開発を進めています。将来は、陽子だけでなく炭素線などの重粒子の加速も狙います。電子では、現在までに2GeVの加速に成功しており、小型のX線自由電子レーザー装置や、小型のガンマ線装置の開発を実現し、材料科学や創薬などイノベーションを加速させます。



レーザープラズマイオン加速のイメージ図

量子の動きをとらえるアト秒軟X線光パルス

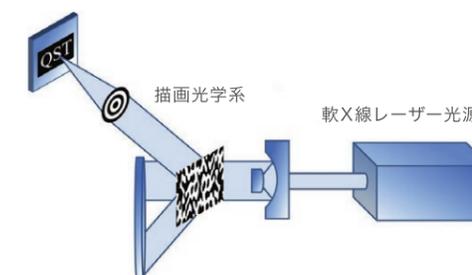
高強度極短レーザーを貴ガスに照射することによって、アト秒の間だけ光る「アト秒光パルス」が発生します。2023年のノーベル物理学賞は、物質内の電子ダイナミクスを観測できる技術として、アト秒光パルスを発生した実験に与えられました。関西光量子科学研究所では世界に先駆けて、軟X線領域のアト秒光パルス発生に成功しており、光合成や半導体デバイスなどにおける量子の振る舞いの解明を目指しています。



アト秒軟X線光パルスが発生する様子

量子の世界に迫る軟X線レーザー加工

光の量子干渉を利用することで、原子数個といったサイズにあたるナノメートルサイズの幅や深さを持つ電子回路などの微細構造を形成するレーザー加工技術を開発しています。その光源となる高出力コヒーレント軟X線源の開発や、加工形状のシミュレーション計算にも取り組んでいます。

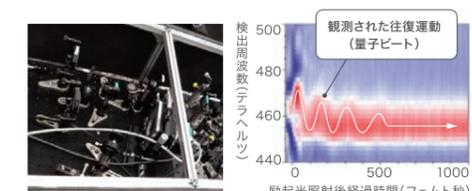


量子干渉を活用したレーザー加工のイメージ図

量子効果を調べる先端分光計測技術

10フェムト秒以下の極短レーザーパルスを用いた二次元電子分光装置の開発を行っています。QST量子生命科学研究所(千葉地区)で合成された光合成タンパク質内のエネルギー移動の様子を観測することで、光合成初期過程の解明、特に量子効果の有無を明らかにすることを目指しています。

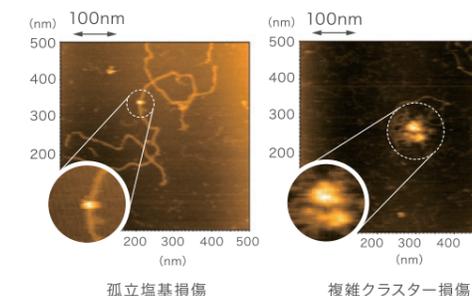
QST量子生命科学研究所との連携



光合成タンパク質の一部(アロフィコシアニン)を二次元電子分光装置(左写真)で観察した結果(右グラフ)

最先端レーザー技術を活用したDNA損傷・修復の研究

レーザーやレーザー駆動量子ビームの照射を行い、DNA損傷の生じ方を調べています。また、蛍光共鳴エネルギー移動現象や原子間力顕微鏡などの先端技術を駆使することによって、DNA損傷修復過程や突然変異生成過程を明らかにする研究を進めています。がんの治療や予防などに役立つ知見を得ることが目標です。



先端放射光利用研究

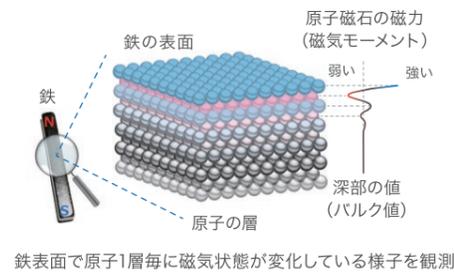
物質の性質を決める量子の世界の謎を超強力なX線を使って解き明かす

高輝度放射光を活用して、先端的な計測法の開発を進めています。—原子層の深さ分解能を持つ超局所磁性探査をはじめとしたオリジナル・オンリーワンの開発を行い、これをスピントロニクス材料や量子センサーなどの量子マテリアルや水素貯蔵材料などの環境・エネルギー材料の研究開発に役立てます。

スピントロニクス材料の磁性多層膜で 原子層毎に磁気を計測する技術

QST高崎量子
技術基盤研究所
との連携

原子層単位の深さ精度で磁気計測できる新技術を開発し、これを利用して「鉄の磁力が表面から原子1層ごとに波打つように変化する」ことを明らかにしました。この技術を磁性多層膜の界面原子層の磁気計測などに適用して、新たな高速・省エネルギー磁気デバイス開発に活用しています。

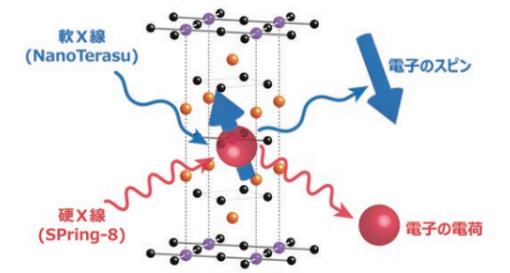


鉄表面で原子1層毎に磁気状態が変化している様子を観測

硬X線と軟X線を活用した物性・ 機能発現を担う電子の状態計測

QST NanoTerasu
センターとの連携

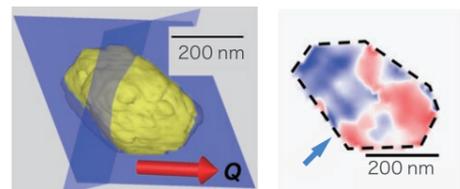
硬・軟X線の散乱・吸収・放出を計測することにより、量子マテリアルやエネルギー・環境材料の物性や機能を担う、物質中の電子の電荷・スピンの状態や、電子・スピン同士に働く力を調べています。計算機シミュレーションも活用して、物性の発現機構解明や材料の高機能化を目指しています。



硬X線と軟X線を活用して電子の電荷やスピンの状態を計測

量子マテリアル等の 微結晶内部の歪の可視化技術

波面の揃ったコヒーレントX線を利用して、ブラッグコヒーレントX線回折イメージング法を開発し、100ナノメートルレベルの微結晶などについてその内部の3次元可視化を実現しています。コンデンサー材料などの内部歪の高分解能観察にも適用しており、その品質向上に貢献していきます。

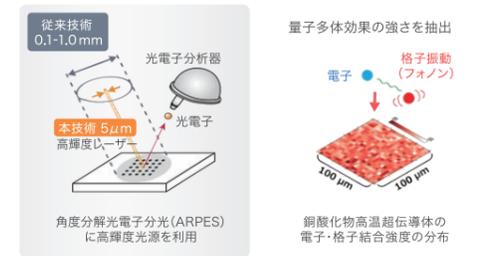


微小結晶の3次元イメージと微小結晶内部の歪分布

高温超伝導体の「量子多体効果」 を可視化する技術

QST NanoTerasu
センターとの連携

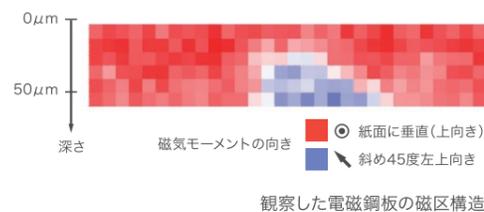
先端計測装置と情報科学を融合し、高温超伝導を担う電子に働く特殊な力「量子多体効果」をマイクロメートルの高解像度で顕微視化できる技術を開発しました。新しい放射光施設NanoTerasuの高輝度軟X線を用いて、さらなる高解像度化を達成し、量子マテリアルの研究開発を牽引します。



量子多体効果を高解像度で可視化する角度分解光電子分光による計測

磁石の中の磁区を見る新技術

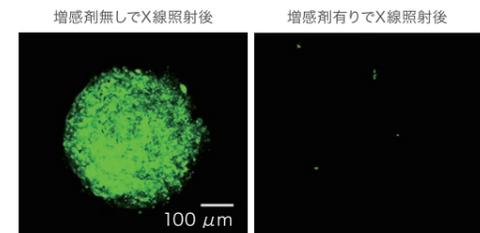
独自に発見したX線の新しい磁気光学効果を利用して、従来困難だった磁性材料の内部の磁区を非破壊で観察できる磁気顕微鏡を開発しました。変圧器などに使われる電磁鋼板などの磁性材料に適用し、性能に関与する材料内部の磁区配列を観察することで、その性能向上に貢献する研究を進めています。



観察した電磁鋼板の磁区構造

放射光X線を照射してがん細胞を 消滅する技術の開発

単色X線と様々な波長を含んだ白色X線の双方を活用して、X線照射をがん殺傷に利活用するための研究開発を進めています。がん細胞に増感剤を導入して特定の波長の単色X線を照射すると、効果的にがん細胞を消滅できることなどを見出しています。



放射光X線照射後のがん細胞の蛍光顕微鏡像

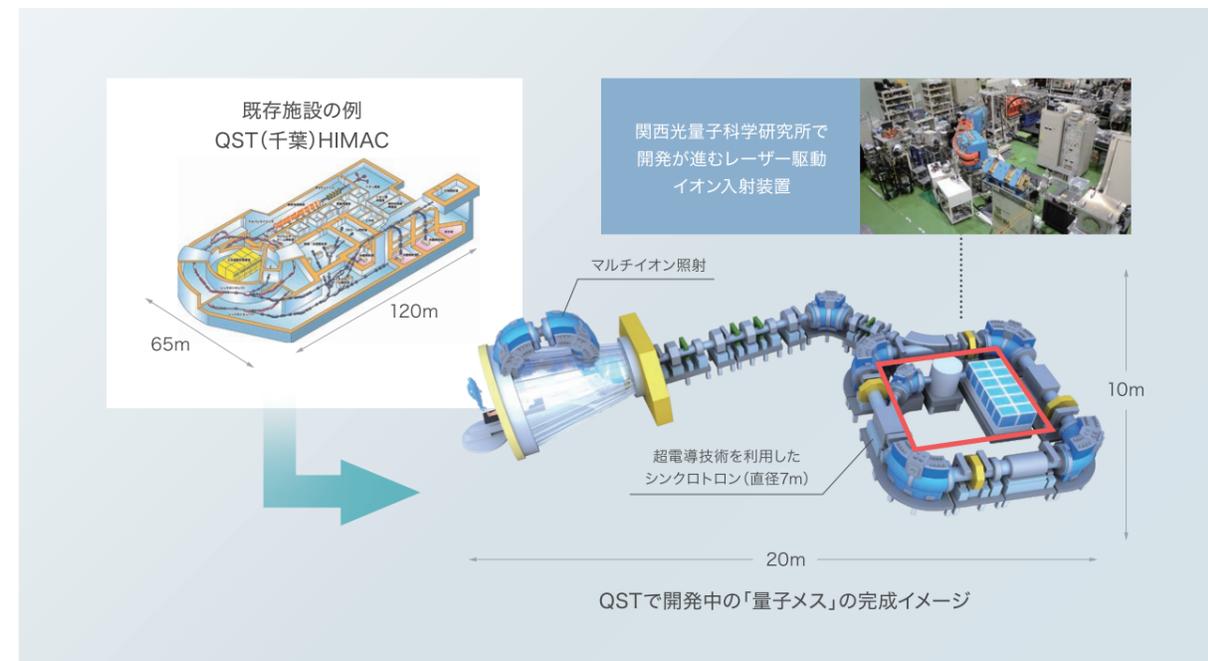
社会実装へ向けた 医療・産業への応用研究

光・量子イノベーションで社会に貢献

関西光量子科学研究所で培った最先端の光量子技術を用いて得られた知見を活用し、医療・産業などの分野への社会実装に向けた新技術が、続々と生まれようとしています。具体的には、がん治療や血糖値測定といった医療分野への貢献、コンクリート建造物の欠陥の高速診断による災害の未然防止、脱炭素社会を実現する上で不可欠な水素製造・貯蔵に関する技術などが挙げられます。

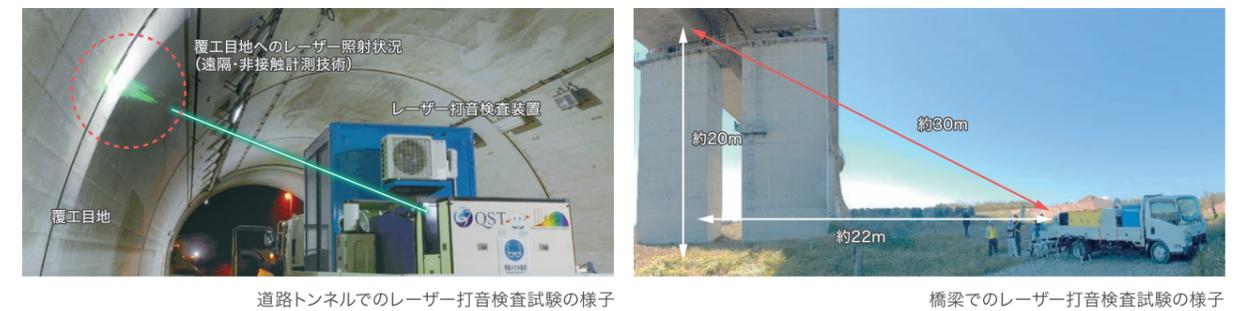
既存のがん治療装置を大幅に小型化する「量子メス」開発

QSTでは、治療効果も高く日常生活を維持したまま治療することができる「重粒子線がん治療」を広く普及させるため、重粒子線がん治療装置の大幅な小型化を目指しています。関西光量子科学研究所では、量子メスのイオン入射装置として「レーザー駆動イオン加速」という新しい技術を用いることで、装置の小型化を進めています。



非破壊・非接触のインフラ検査技術の開発

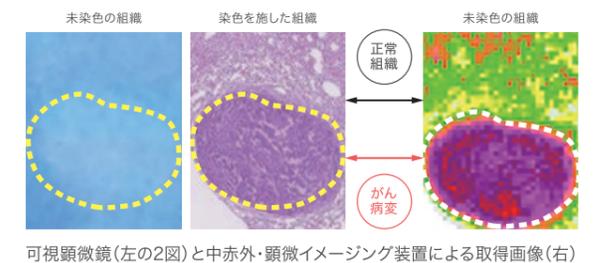
コンクリート内部の欠陥を検知する打音検査を、レーザーを利用して遠隔・デジタル化するレーザー打音検査技術の開発を行っています。トンネル(左写真)や橋梁(右写真)などのインフラの検査の機械化・自動化が実現しつつあります。本技術は国土交通省の点検支援技術性能カタログに登録され、実際の検査への利用が始まっています。



中赤外レーザー技術で 「がん診断顕微鏡」の開発

QST放射線医学
研究所・量子医学
研究所との連携

中赤外レーザー光は物質中の分子を識別可能です。この特性を利用し、がん診断に使える顕微イメージング装置の開発に取り組んでいます。がん診断には組織の染色が必須でしたが、染色不要で、迅速・高精度かつ信頼性の高いがん診断の実現を目指します。



採血不要の血糖値センサー開発

世界で5億人を超える糖尿病患者は1日に複数回、採血によって血糖値を計測しなければならないため、苦痛や精神的ストレス、さらに感染症の危険を伴うなどの問題をかかえています。関西光量子科学研究所では、従来装置に比べ桁違いに高輝度の中赤外線レーザーを開発し、針を刺す必要のない新たな血糖計測技術を確認しました。

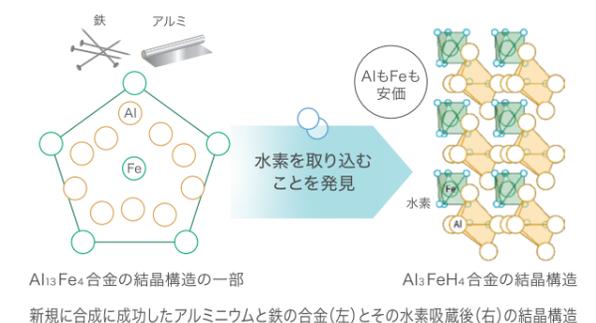


わずか5秒で血糖値をチェック可能な装置のイメージ図
(写真提供: ライトタッチテクノロジー株式会社)

高価なレアメタルを含まない 水素貯蔵材料の開発

QST高崎量子
技術基盤研究所
との連携

実用化されている水素吸蔵合金は高価なレアメタルを含んでいます。放射光を用いた高温高圧その場X線回折実験を活用し、アルミニウムと鉄という安価で身近な金属を組み合わせた合金が体積の約1000倍も水素を取り込むことを発見しました。実用的な条件で使用できるように改良を進め、社会実装を目指します。



連携・人材育成 アウトリーチ活動

産学官、国際・地域との連携を図ります

国内外の大学や研究機関等と協力・共同して研究開発活動を進めるとともに、所有している実験施設等の外部供用を実施しております。また、立地する地域のイベントへの出展等を行なうとともに、科学技術への理解増進のため積極的に施設見学の受け入れや講義を実施しています。また、きつぷ光科学館ふおとんを併設し科学に触れる機会を提供しております。

国際連携

関西光量子科学研究所は、国内連携はもとより国際連携を積極的に進めています。レーザー光・放射光の性能や実験技術を世界トップ級に高めており、海外から多くの研究者を受け入れて先端的な実験を行っています。実験だけでなく、理論・シミュレーション研究などでも連携を行ない、オープンサイエンスを進めています。



主催した国際会議における集合写真

共同研究

外部の方々との共同研究を行うために、先進的なレーザー装置や放射光装置を使った学術研究・産業技術開発の提案を受け付けています。(原則として成果を公開していただきます。)

施設供用

保有する先端的研究施設を外部の方々にご利用いただくため、『施設供用制度』を設けています。この制度では、外部利用者自らの研究開発や産業利用など、目的に合わせて有償でご利用いただくことができます。研究課題を年2回募集しています。(一般産業利用や一部施設については随時受け付けています。)

地域とのコミュニケーション

地域との交流をより一層深められるように、施設の一般公開や地元行事への参加などのアウトリーチ活動を推進しており、光を通じて社会に貢献できる「開かれた研究所」を目指して、様々な取り組みを進めています。

また、木津地区が立地している「けいはんな学研都市」には、150を超える研究施設、大学施設などがあり、その中で関西光量子科学研究所は中核的研究機関として位置づけられています。同学研都市で開催されている各種イベントに積極的に参加し、情報を発信するとともに地域の研究機関・大学や地域の方々との交流を図っています。



施設公開の様子(上:木津・下:播磨)

施設見学・講義

関西光量子科学研究所では、光をはじめとした科学技術への関心や理解の増進を目的として、一般の方を対象に施設の見学を随時行っており、また中高生を中心に専門家による講義「スーパーサイエンスセミナーS-Cube(エスキューブ)」を開講し、積極的に人材育成や広報活動を行っています。



施設見学の様子



S-Cubeの講義の様子

きつぷ光科学館ふおとん



関西光量子科学研究所では、量子科学技術の普及・啓発を目的として、「きつぷ光科学館ふおとん」を併設しています。同科学館には展示ゾーンに加えて、プラネタリウム施設を有しており、光や量子技術について楽しく学べ、体験できます。また、未来を創造してもらえよう、特に小学生を対象とした工作や実験などの各種イベントを実施しています。



きつぷ光科学館ふおとん
The Kids' Science Museum of Photons
〒619-0215 京都府木津川市
梅美台八丁目1番地6
☎0774-71-3180 📠0774-71-3190 <https://www.qst.go.jp/site/kids-photon/>

WEBサイト



YouTube





国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
関西光量子科学研究所

公式サイト

qst.go.jp/site/kansai/



X

@kpsi_kizu



YouTube

@qstkpsi4904



木津地区

〒619-0215 京都府木津川市梅美台8-1-7
 ☎ 0774-71-3000 ☎ 050-3730-8563



播磨地区

〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
 ☎ 0791-27-2111 ☎ 0791-58-0311



写真提供:理化学研究所

