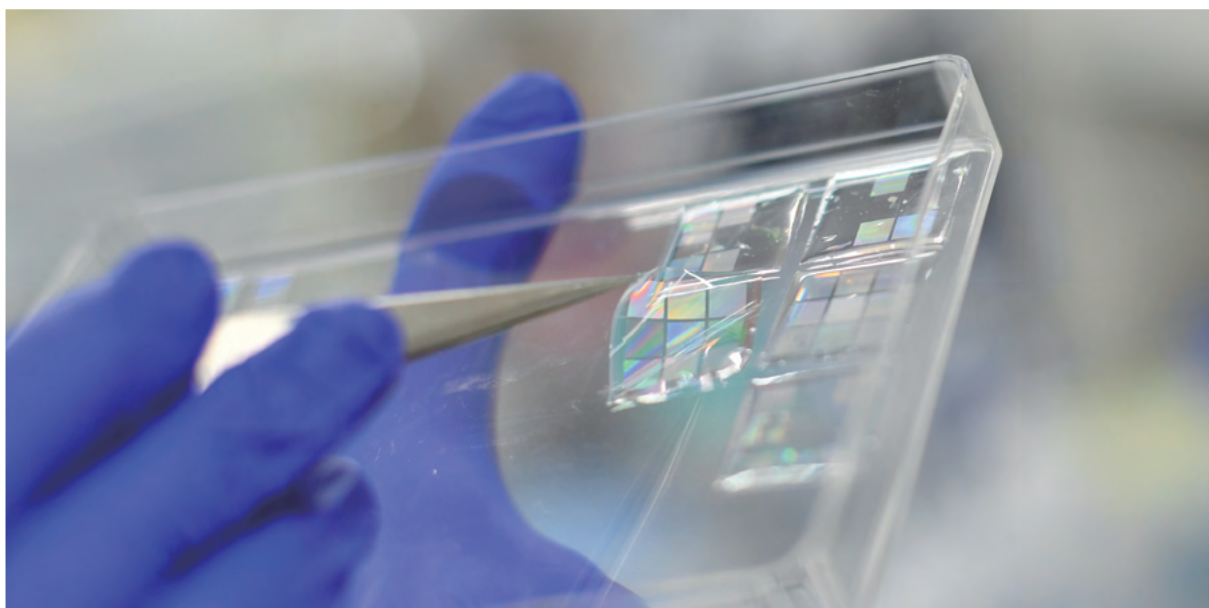
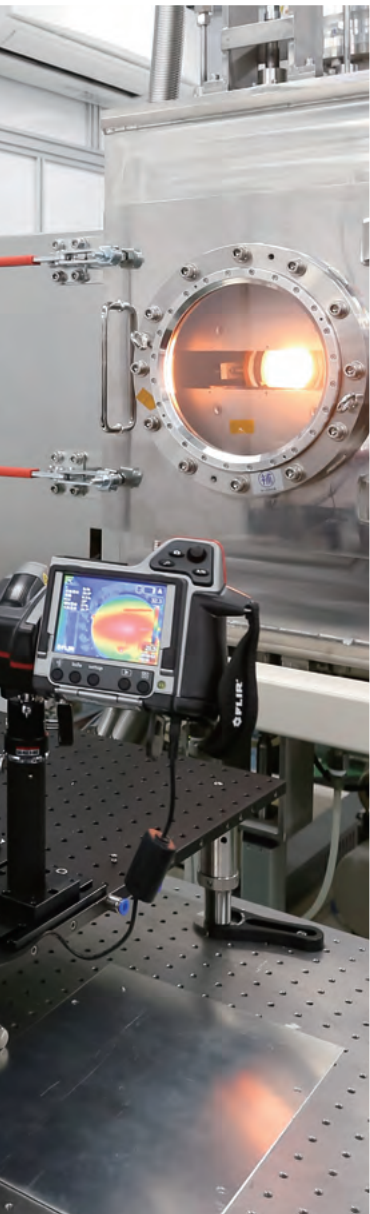
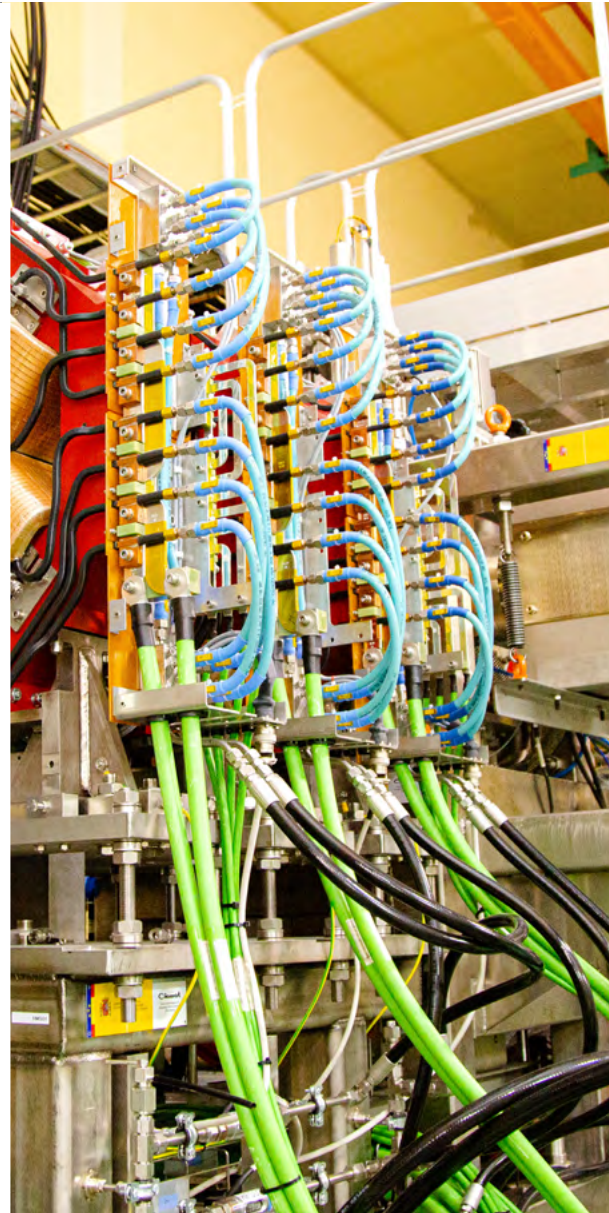
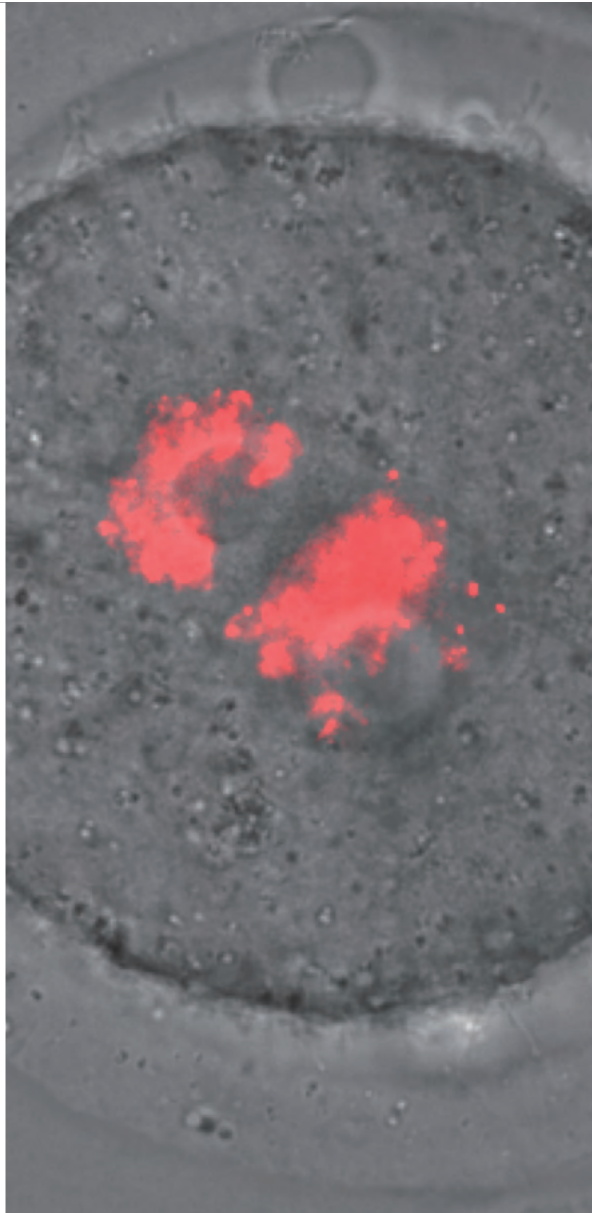


QST 5年間の 成果

5年間の 取り組みと 実績

量子科学技術研究開発機構(QST)は、放射線医学総合研究所(放医研)と日本原子力研究開発機構(JAEA)の量子ビーム部門、核融合部門が再編統合され、2016年4月1日に新たに発足しました。同年10月、QSTが目指すべき方向性とそのための戦略を「QST未来戦略2016」としてまとめました。ここでは、「QST未来戦略2016」に沿ったQSTの5年間の成果を、成り立ちが異なる二つの法人の強みを融合した取り組みや発足後にQSTが新たに担うことになった役割、QSTの強みを生かした最先端研究開発などのテーマに分けてご紹介します。





新たな研究分野の開拓

量子の目と手で生命の謎に挑む量子生命科学の創出

コンセプトは「量子技術と生命科学の融合」。

多様な専門分野を持つ研究者が集結するQSTにおいて、ごく自然な発想から生まれました。

量子生命科学領域の誕生

100年ほど前に量子論と量子力学が誕生し、人類は電子や光を操ることができるようになりました。21世紀に入り、量子コンピューターなど理工系の分野を中心に、量子現象を積極的に利用することで、人類社会に変革をもたらす技術の創出に期待が集まっています。

一方、生命科学の分野では、1980年代から90年代にかけて分子生物学が生命現象の解明方法として隆盛を極めました。2000年代にポストゲノム時代が到来し、主要な生物種のゲノムが次々に解読されるようになりましたが、いまだ、生命の根本的理解には至っていません。

「生命科学」に「量子技術」を融合することで、これまで解明できなかった生命現象の根本原理を明らかにできるのではないかと。こう考えたQSTは「QST未来戦略2016」において、「国内外の研究者コミュニティを樹立し、日本や世界における『量子生命科学』の先導役を果たしていく」ことを掲げました。その第一歩として、2016年8月に拠点横断的なバーチャル組織であるQST未来ラボに「量子細胞システム研究グループ」を設置。2017年7月には、国際的な研究者コミュニティの樹立を目指して第1回QST国際シンポジウム「量子生命科学

-Quantum Life Science-」を開催しました。

機構外においても、2017年4月に全国の研究者に呼びかけて「量子生命科学研究会」を立ち上げました。2017、2018年に研究集会を開催し、2019年3月には提言「量子でヒトを理解する、しあわせにする。～生命科学を場とした第二量子革命～」をまとめ公開しています。同年4月、研究会を発展的に法人化し、「一般社団法人量子生命科学会」を立ち上げました。

このような活動が結実し、2019年4月に「量子の目と手で生命の謎に挑む」を掲げて、量子生命科学領域が誕生しました。



量子生命科学領域発足式



第1回(左)、第3回(右)QST国際シンポジウムの様子。国内外から幅広い分野の研究者を招待し、講演や活発なディスカッションなどを実施した。



各グループの日々の研究活動の様子。右上はラットの乳腺にナノ量子センサ(赤い点)を導入した画像

量子生命科学研究の発展に向けて

13研究グループでスタートした量子生命科学領域は、「ナノ量子センサによる生命科学の革新」「量子技術を用いた超高感度MRI／NMRの実現」「量子論的生命現象の解明・模倣」「量子から個体に至る放射線生物応答の解明」の四つの主要テーマで研究開発を進めています。

学術領域としての量子生命科学の確立と量子生命科学研究のさらなる発展のため、学会も活用して、オールジャパン体制の構築および国内外の研究者との連携にも積極的に取り組んできました。2019年12月には、第3回QST国際シンポジウム「Quantum Life Science」を再び開催。専門分野の垣根を越えた活発な議論の場を提供し、量子生命科学研究への注目度と高い期待に応えました。

量子生命科学研究拠点の形成と国際的なハブを目指して

2020年には国の研究開発プログラム「光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP)」にQSTが提案した「量子生命技術の創製と医学・生命科学の革新」が採択され、さらに、国が掲げる「量子技術イノベーション戦略」を担う8拠点の一つ、「量子生命」拠点に指定されました。拠点形成推進のために2021年2月に設置した量子生命科学研究拠点センターは、量子技術と生命科学の融合によるイノベーションの生まれる場を目指して、国内外から研究者・技術者を結集。成果の産業化・事業化を推進し、次世代の診断・治療技術の開発、新

規薬剤の効率的開発、再生医療の向上、生物機能を模倣した高機能材料の創出など、医療や環境分野での技術革新につなげ、さまざまな課題の解決と健康長寿社会の実現に貢献していきます。

2021年4月、量子生命科学領域はさらなる発展を遂げるために、量子医学・医療部門と統合・再編し、量子生命・医学部門が発足。同部門に量子生命科学研究所を設置しました。2022年6月には、研究開発の中心となる「量子生命科学研究センター棟(仮称)」が完成予定です。QSTは量子技術と生命科学の融合により新たな価値を創造する「量子生命科学研究」の発展と国際的なハブ形成に向け、これからも取り組んでいきます。



量子生命科学研究センター棟(仮称)の完成予想図
(©2020, Takenaka Corporation)

最先端技術の融合

小型・高性能次世代重粒子線がん治療装置「量子メス」の開発

目指すはがん死ゼロ健康長寿社会の実現。部門を横断し、民間企業や他機関とも連携して、重粒子線がん治療のさらなる普及に挑みます。

量子メスプロジェクトの進展

QSTの前身である放射線医学総合研究所(放医研)は、重粒子線(炭素イオン線)をがん病巣にピンポイントに照射する放射線がん治療で世界をリードしていました。この方法は、他の方法では治療が困難な難治がんにも有効で、一般的ながんに対しても短い期間で効果がある治療法です。さらに、副作用が少なく、新たながん発生リスクも増加しないなどの利点があります。しかし、装置が巨大で建設費用も高額であるため、世界にもまだ十数施設しかなく、治療を受けられる患者が極めて限られていることが課題でした。

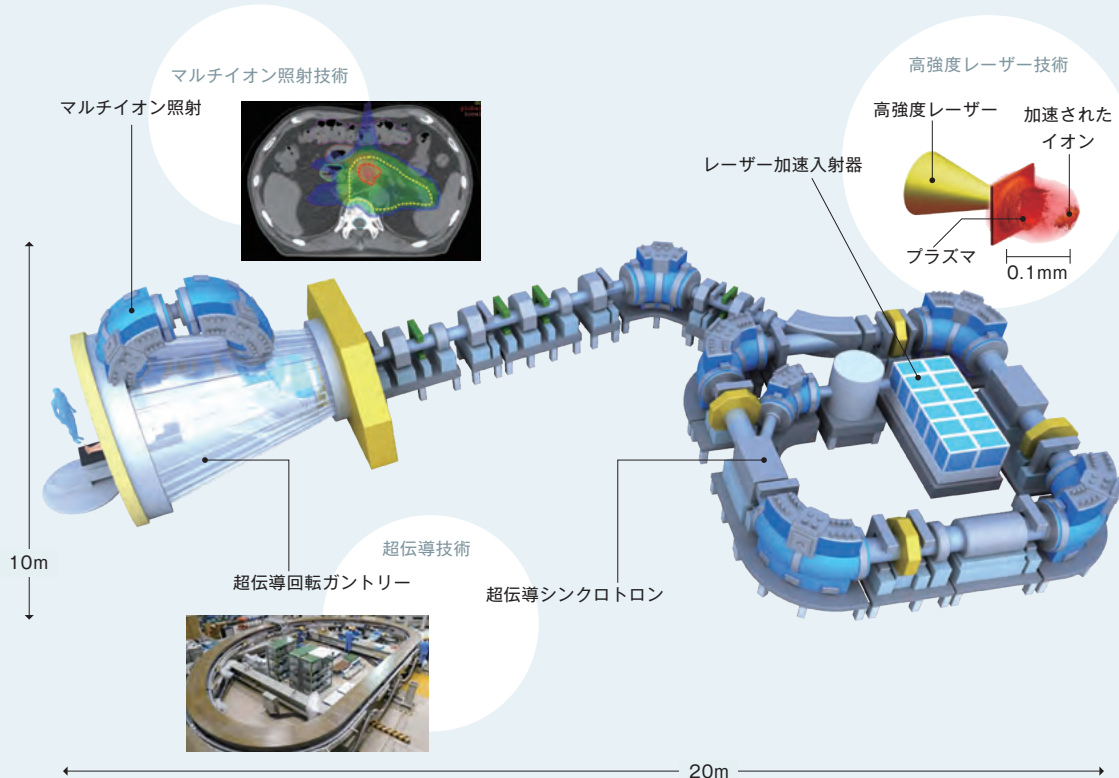
そこで、「QST未来戦略2016」では「がん死ゼロ健康長寿社会」の実現を掲げ、超伝導技術やレーザー加速技術を取り入れて既存の病院

施設にも導入できる小型化を図るとともに、さらに短期間で治療ができるように複数の異なるイオンを照射できる高性能化を進めることにしました。

この小型で高性能な次世代の重粒子線がん治療装置を「量子メス」と名付け、第2期中長期計画期間内(2020年代後半)の完成を目標に産学連携で研究開発に乗り出しました。

量子メスの研究開発に当たっては、研究分野が異なる二つの法人が統合された利点を十分に生かし、QSTの各部門が持つ技術を集結することにしました。放医研が培ってきたマルチイオン照射技術により高性能化を図るだけでなく、核融合部門の超伝導電磁石技術と量子ビーム部門のレーザー駆動イオン加速技術を用いて装置の小型化を進め、重粒子線がん治療を世界に広く普及できる装置を開発するこ

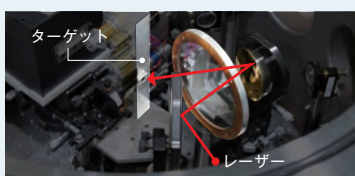
量子メス(第5世代)の模式図



レーザー加速入射器



① 繰り返し10Hz 10TW級高強度レーザー



② レーザーとターゲットの相互作用



③ 炭素イオンが発生

とを目指しました。そのための中核組織として、2016年8月にQST発足後の放医研、量子ビーム科学部門の関西光科学研究所(関西研)などから約50人の研究者が集まり、部門を横断したバーチャルな組織であるQST未来ラボを立ち上げました。

さらに、QST内の技術を集結するだけでなく、民間企業や他機関とも連携する必要がありました。

2016年12月に住友重機械工業株式会社、株式会社東芝、株式会社日立製作所、三菱電機株式会社と「第5世代量子線がん治療装置の開発協力に関する包括的協定」を締結しました。また、未来社会創造事業「粒子加速器の革新的な小型化および高エネルギー化につながるレーザープラズマ加速技術」にも参画しました。量子メスの開発は、研究だけでなく、社会実装を見据えた共同開発の枠組みを構築することに最初から重点を置いてきました。未来ラボ発足から3年間が経過した2019年7月には、より実用化に向けたプロジェクトとするべく、量子メス革新プロジェクトを発足させました。

シンクロトロン(がん細胞に照射する炭素イオンの主加速器)を既存の病院施設内に設置できる大きさにするには、炭素イオンを光の速さ近くまで加速するための電磁石の大幅な小型化が必須となります。QSTは産学連携の共同研究開発体制の下、冷媒に液体ヘリウムを使用することなく高速励磁が可能な超伝導電磁石の開発に、世界で初めて成功しました。これにより、電磁石の小型化が可能になるとともに、冷媒に液体ヘリウムを使わないことから運転やメンテナンスが容易になり、既存病院への普及が大いに期待できます。

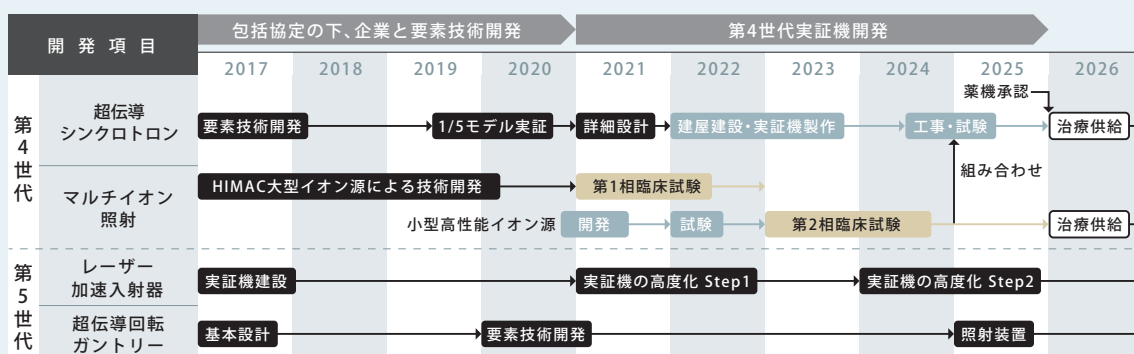
また、関西研の高強度レーザー施設「J-KAREN」を使い、粒子を加速してシンクロトロンに送り込む入射器に必要とされるエネルギーまで、レーザー駆動イオン加速技術で炭素イオンを加速できることを確認しました。この技術を使えば、加速には装置の長さを要しません。現在、小型で強度や安定度が高い実証機とともに、高純度炭素イオン発生技術の開発に取り組んでいます。さらに、前身の放医研時代に開発した世界初の医療用重粒子加速器「HIMAC」をマルチイオン照射に向けて改修し、臨床試験の準備を進めています。

量子メスの開発は、これまでの要素技術開発のフェーズから、それを実証するフェーズに移行していきます。2023年度から始まる7年間の次期中長期計画期間中には、さらに社会実装フェーズに進めるように、研究開発を加速していきます。



量子メス(第5世代)の開発協力に関する包括的協定を締結

量子メス(第5世代)開発のロードマップ



融合と産学官連携を 促進するための仕組み

拠点・分野を横断した融合研究や産学官連携活動を積極的に推進

QST発足のキーワードである「融合」や「連携」を促進するため、さまざまな仕組みの構築で共創を誘発する場を形成しています。

「QST未来戦略2016」では、拠点や分野を横断した融合領域を切り拓き、新たな研究分野で「世界に冠たるQST」として先導的な役割を果たしていくと宣言しています。その具体的な仕組みが融合研究であり、QST未来ラボです。また、得られた成果を広く社会に還元するために、産学官連携活動を積極的に推進し、連携の枠組み（イノベーション・ハブ）において中心的な役割を担い、共創を誘発する場を形成することも掲げました。

さらに、社会への貢献と、基礎研究から社会実装、そして基礎研究への再投資という好循環を確立するための人材の育成や確保、財源確保という観点から、QST発のベンチャーへの支援を戦略的に推進することにしました。

融合研究

物理学や化学、工学から、生物学、農学、医学、薬学に至る多様な研究分野をリードする研究者による分野横断型の融合研究を推進しています。その一つが、体内のがん細胞に集まって効果を発揮する放射性薬剤を使った標的アイソトープ治療の研究です。放射線医学総合研究所（放医研、当時）の持つ α 線を放出する放射性同位体（核種）を製造する技術と、高崎量子応用研究所のハロゲン元素核種を化合物に導入する技術を融合して、高い治療効果が期待される α 線による次世代のがん治療薬剤「アスタチン-211 (^{211}At) MABG」を開発しました。

また、量子イメージング技術により脳の仕組みを可視化する脳機能イメージング研究では、PET（陽電子放出断層撮影）やMRI（磁気共鳴画像診断）を用いた研究の進展に加え、放医研の生体脳イメージング技術と関西光科学研究所のレーザー開発技術を融合することで、多光子レーザー顕微鏡によるモデル動物の生体脳内のより深く深い観察を可能にしました。これにより、脳萎縮のメカニズムの発見や、膨大な数の神経細胞間のネットワークをAIで同時解析する技術開発を実現しました。脳疾患の治療薬開発への応用も進行中です。

QST未来ラボ

QST未来ラボは、新しい学術領域を開拓し、イノベーションを創出するために、組織や拠点を横断した研究開発を推進するバーチャルな研究組織です。QST発足を象徴する仕組みとして開始し、量子メス

プロジェクトや量子生命科学研究を生み出しました。2020年からは拠点横断的研究に加え、産学官連携による大規模プロジェクト化を目指した研究開発に取り組んでいます。

2021年4月時点で、「脳量子バイオマーカー」「イオントラップ量子ビット探索」「次世代放射光利用」「量子医療AI」「量子核医学イメージング」の5研究を進めています。

アライアンスの事業（イノベーション・ハブ）

産業界の技術的課題を解決し、ブレークスルーによってイノベーションを創出するため、QSTが培ってきた研究の成果を核に、特定分野の複数企業と共同で研究開発を行うアライアンス事業を実施しています。アライアンスは三つの段階からなります。QSTと全会員企業間で当該分野における課題抽出を進める「第1段階（協調領域）」、第1段階で定めた開発目標に興味をもつ会員とQSTで研究開発を実施する「第2段階（協調領域）」、第2段階で得られた成果を基に個別に製品や技術の開発を行い、イノベーション創出を目指す「第3段階（競争領域）」です。現在、「先端高分子機能性材料」「量子イメージング創薬『脳とところ』」「超高純度リチウム資源循環」の3分野でアライアンス事業を進めています。複数企業と特許出願に至るなど、企業単独では開発が困難だった技術の早期創出が見込まれています。

QSTベンチャー支援

開発した研究成果を最大活用するため、QSTに代わって普及や実用化による社会還元を担うベンチャー企業を認定し、支援しています。創出した知的財産などを迅速な製品化やサービス提供につなげて、社会への還元を目指します。現在認定しているのは、非侵襲血糖値測定器の商品化を実施する「ライトタッチテクノロジー社」、粒子線がん治療に関わる技術サポートを実施する「ビードットメディカル社」、インフラコンクリート構造物の内部欠陥検査を社会実装する「フォトンラボ社」、放射線診断や放射線治療における医療画像処理と解析を行う「Perfect Imaging Laboratory社」の4社です。

ACHIEVEMENTS
of 5 years

課題解決に向けたイノベーション創出

背景

- ・産業界には解決すべきさまざまな技術的課題が存在
- ・1社だけでは解決できない

理由

- ・自社技術だけでなく幅広い分野の結集が必要
- ・高度な研究施設・設備や専門人材が必要
- ・多額の研究資金が必要だが、失敗した場合のリスクに対する懸念がある
- ・異分野間ではマッチングできる機会が少ない
- ・同じ分野の企業はライバル関係にあり、お互いに様子見

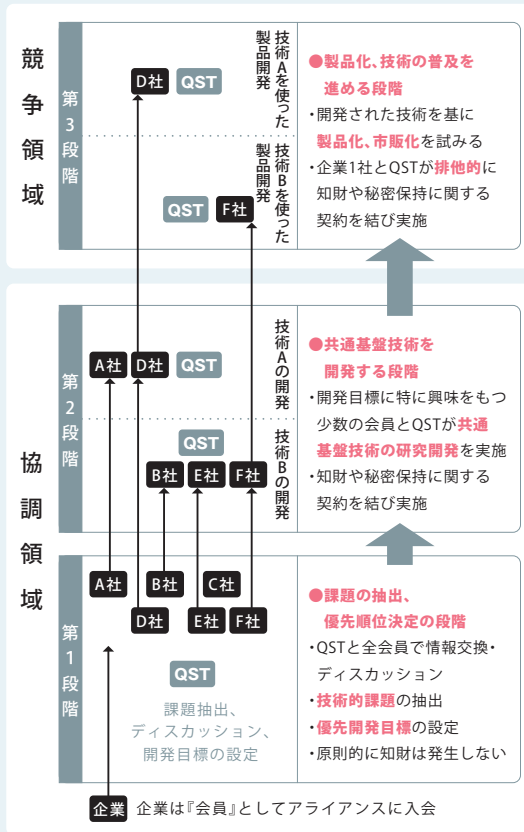
解決

- ・QSTが特定の分野に対して、コア技術と施設設備を解放
- ・複数企業と共同で研究開発を行う仕組みを構築

QSTアライアンス

- ・最先端の研究成果
- ・長年培った研究ノウハウ
- ・専門人材
- ・国研ならではの大型施設
- ・最先端機器
- ・研究機関同士の連携

QSTアライアンスの仕組み



QSTベンチャー支援



最先端レーザー技術



光パラメトリック発振器
一従来より効率を10倍向上



指先ほどの大きさの
イッテルビウム
添加ヤグレーザー



非侵襲血糖値測定機器の開発



粒子線がん治療に係る技術

ビードットメディカル社

QST発の技術・経験
これらに基づく委託事業
・技術&経験
・知的財産
・人材育成
知識・経験を持つ技術集団

ニーズ
提供
ニーズ

お客様(装置メーカー様)

システム設計 → 製造
→ 調整・試験

お客様(エンドユーザー様)

・プロジェクト計画
・予算計画・仕様策定
・運用検討



医療画像処理と解析技術

臨床
画像診断
放射線治療
医療画像



テクノロジー
画像解析/画像処理
画像認識(CV)/人工知能(AI)
拡張現実/音声認識

PILの強み
患者へのメリット
医療スタッフの
負担軽減



レーザー打音技術

レーザー打音検査装置によるトンネル
コンクリート内部の欠陥検査風景



QSTが担う新たな役割

新たな役割にも積極的に取り組み社会に貢献

QSTは、次世代放射光施設の整備・運用を進める国の主体に指名されるとともに、原子力災害など万が一に備える基幹高度被ばく医療支援センターに指定されました。

1. 次世代放射光施設整備・運用の推進

新しい光で未来を切り拓くイノベーションを創出

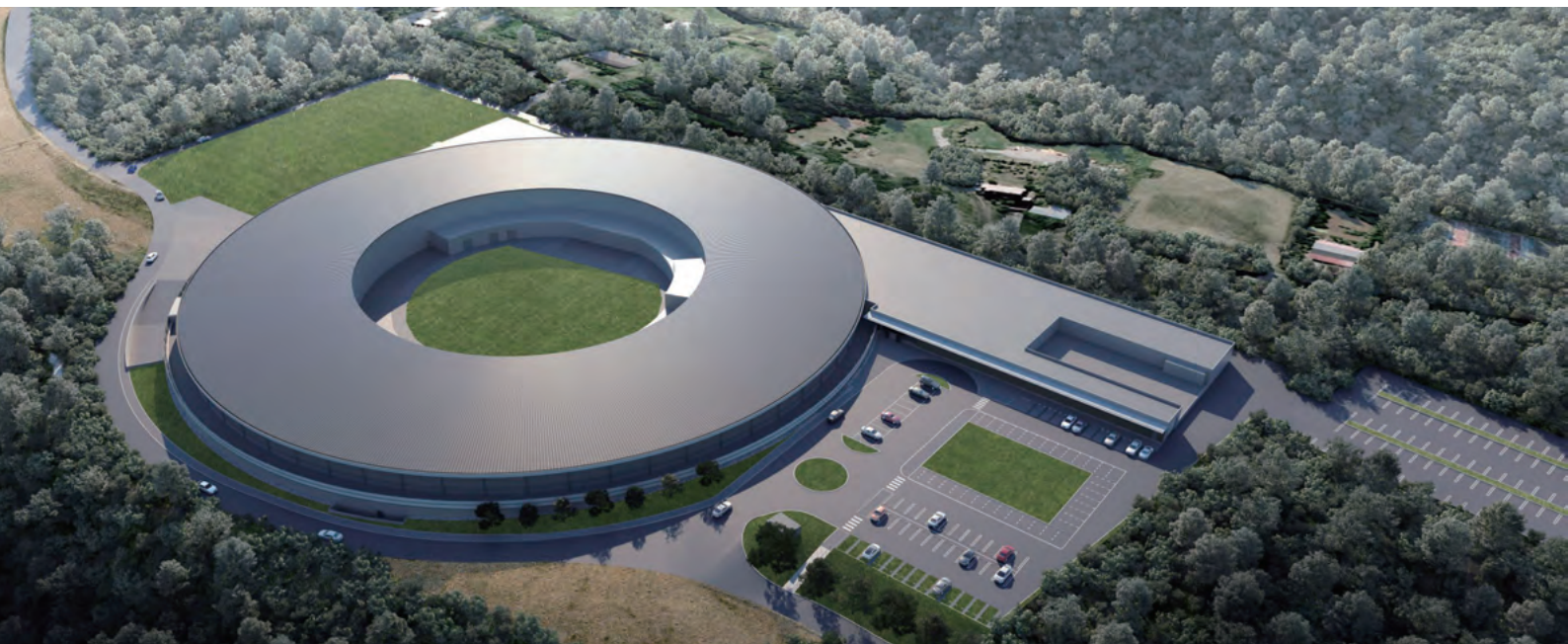
QSTは2018年1月に文部科学省から「次世代放射光施設の整備・運用の検討を進める国の主体」に指名されました。次世代放射光施設とは、従来施設よりも高い光源性能を持つコンパクトな加速器が作り出す強力な光を使った、世界最高水準の分析機能を持つ巨大な顕微鏡のようなものです。QSTは一般財団法人光科学イノベーションセンター（代表機関）、宮城県、仙台市、東北大学、一般社団法人東北経済連合会という地域や産業界のパートナーと連携して施設の整備・開発を進めることになりました。2018年9月、「次世代放射光施設（軟X線向け高輝度3GeV級放射光源）の整備・運用に係る詳細の具体化に関する連携協力協定」を締結。官民地域パートナーシップという新しい枠組みに対応するため、2018年12月に量子ビーム科学部門に次世代放射光施設整備開発センターを設置しました。2019年3月には次世代放射光施設の整備・運用を進める国の主体に指名されました。

次世代放射光施設の特徴は、軽元素を感度良く観察できる高輝度な軟X線領域の放射光を使用する点です。物質の構造解析だけではな

く、物質の機能に影響を与える電子状態の可視化が可能で、触媒化学や生命科学などの学術研究から、磁性・スピントロニクス材料、高分子材料の開発といった産業利用まで、広範な分野での利用が期待されています。

施設は電子を3GeV（ギガ電子ボルト）まで加速する長さ110mの線型加速器、電子を蓄積して放射光を発生する周長349mの蓄積リングおよび放射光を取り出して利用実験に供するビームラインで構成されています。特に蓄積リングは、ユニットセル（磁石列の基本単位）の中の電子ビームを曲げる偏向電磁石の数をこれまでより多くしたマルチバンドアクロマート（MBA）ラティスを採用することで、電子ビームの広がりを小さく抑え、高い輝度とコンパクト性を兼ね備えた設計となっています。

次世代放射光施設は東北大学青葉山新キャンパス（仙台市青葉区）に整備が進められ、2020年4月にパートナー側による基本建屋の建設が始まりました。QSTは2023年度の完成を目指して、加速器やビームラインなどの製作を進めています。2021年12月からは機器の設置を開始する予定です。



2. 被ばく医療の体制強化と充実



「万が一の事故」に備える使命を背負って

QSTの前身である放射線医学総合研究所は、放射線影響、障害予防、診断治療、医学利用といった放射線に関する幅広い分野の総合研究機関として、1957年に設立されました。設立の契機となった第五福竜丸船員の健康調査から始まり、チェルノブイリ原発事故やJCO臨界事故、東京電力福島第一原発事故などへの対応を経て専門能力を向上させるとともに、外部への研修訓練などを通じて、日本の被ばく医療体制の整備や福島復興の支援に、現在に至るまで取り組んでいます。

同研究所は、原子力災害医療の高度専門機関として、かねてより国から指定を受けていましたが、QST設立後の2019年4月、原子力規制委員会より国内五つの高度被ばく医療専門機関の中心的・先導的役割を担う「基幹高度被ばく医療支援センター」に指定されました。これ

を受けQSTは、組織改革「QST ver.2」の柱の一つとして、「高度被ばく医療センター」を新設し、平常時の備えや人材育成、事故・災害時に現地に派遣される緊急被ばく医療支援チームREMATや患者受け入れ体制など、被ばく医療に係る機能と人員を集約しました。2020年度には、基幹支援センターとして内部被ばく線量評価分野をさらに強化するべく、世界最高水準の機器を備える高度被ばく医療線量評価棟を建設しました。

2021年度には、「量子生命・医学部門 放射線医学研究所」へと組織を再編拡張し、放射線安全・防護と放射線影響研究もその研究開発領域としています。さらに、多職種の若手人材を新規に採用し、実地での業務を通じて、原子力災害医療の将来を担う専門家を育成しています。今後、長期的視点に立ち、外部機関とも連携してオールジャパンで、「放射線事故」や「原子力災害」などに備えていきます。

QSTの強みで拓く 量子科学技術のフロンティア

世界をリードするQSTの最先端研究開発の推進

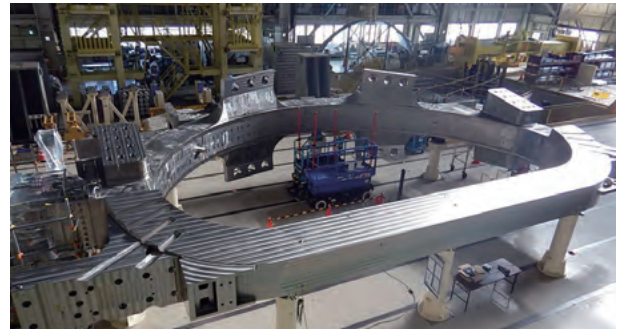
QSTの強みは、放射線・量子ビームと物質や生命との相互作用における物理・化学・生物過程に関する理解や研究開発において世界のトップクラスに位置していることです。この強みを生かして最先端の研究開発を進めています。

1. 地上に太陽を

核融合エネルギーは、燃料が無尽蔵にあり、高レベル放射性廃棄物が発生せず、安全性が高いことから、人類にとって究極のエネルギー源です。「QST未来戦略2016」に掲げたとおり、QSTは世界的なプロジェクトである「イーター (ITER) 計画」や欧州との「幅広いアプローチ (BA) 活動」を推進し、核融合実験炉イーターの主要機器の製作から、イーター完成までは世界最大の超伝導トカマク装置であるJT-60SAの建設・運転、原型炉設計の検討、材料開発のための中性子源開発まで総合的に取り組んでいます。

イーターの主要機器の開発と製作

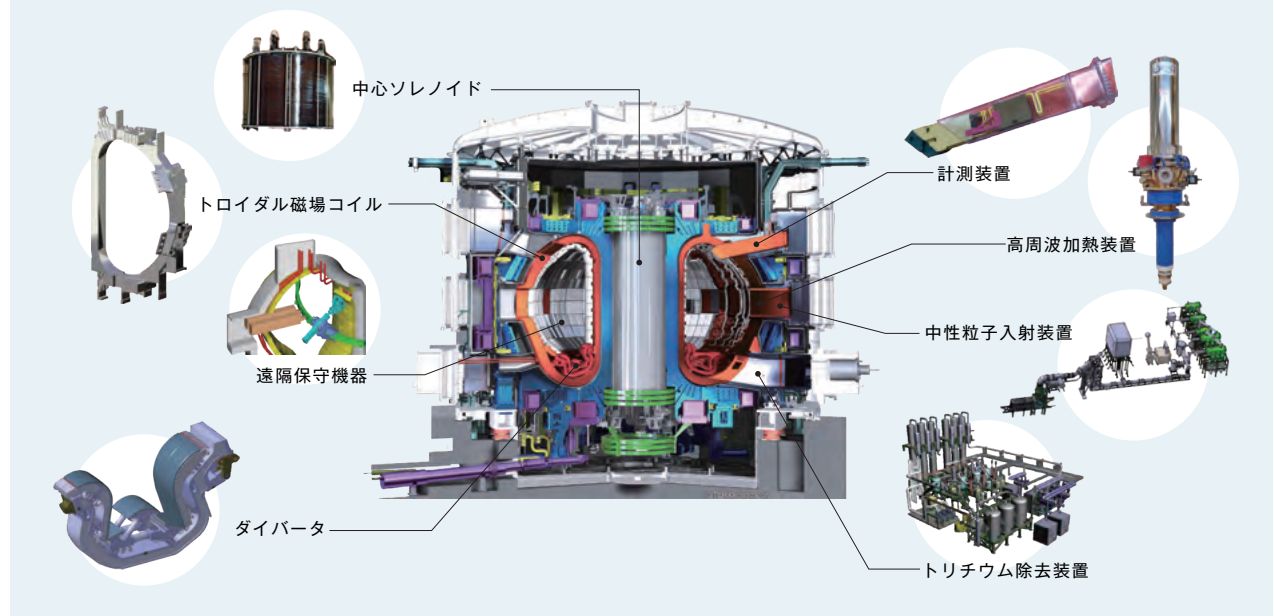
核融合エネルギーを実証するイーター計画は、日本、欧州、米国、ロシア、韓国、中国、インドの7極が参加する超巨大国際プロジェクト



完成したトロイダル磁場コイル ©ITER Organization

トです。各極が製作した機器を建設地の南フランスに輸送して、計画の実施主体であるイーター機構が組み立てます。QSTはこの計

日本が分担する調達機器



ACHIEVEMENTS of 5 years

画の国内機関として、イーター機構と連携し、日本が担当する機器の開発や製作を進めてきました。日本が担当するのは、プラズマを閉じ込める磁場を作る中心ソレノイドやトロイダル磁場(TF)コイル、加熱装置、遠隔保守機器などの中枢機器です。QSTは2017年に中心ソレノイド用超伝導体の製作を完了し、その後の組み立てを担当する米国に引き渡しました。TFコイルは2020年1月の初号機完成を皮切りに、2021年6月までに計5機を製作。極低温用特殊ステンレス製の大型で、かつ約15cmと肉厚な構造物の溶接技術を確立し、高さ16.5m、幅9m、総重量310tの巨大機器に対して誤差1万分の1(10⁻⁴)以下の高精度を実現するなど、日本の技術力の高さを世界に示しました。また、マイクロ波を用いる高周波加熱装置、ジャイロトロン実機の製作を2017年に開始し、2021年4月に全8機の製作を完了しました。ジャイロトロンはTFコイルなどとともに、イーターの運転開始に必須の機器です。2025年に運転開始を予定しているイーター計画において、QSTは大きな役割を担っています。

JT-60SAの完成

BA活動の一環として、欧州と共同で那珂核融合研究所(那珂研)のJT-60をJT-60SAへと改造してきました。プロジェクトは日本原子力研究開発機構(JAEA)時代の2007年6月に始まり、2020年3月に完成。JT-60が運転を停止した2008年以来12年ぶりに、日本国内で唯一のトカマク装置が始動しました。

JT-60SAの建設では日欧が機器製作を分担し、欧州が製作した高さ7.5m、幅4.6m、総重量20tのTFコイルなどを那珂研に輸送しまし

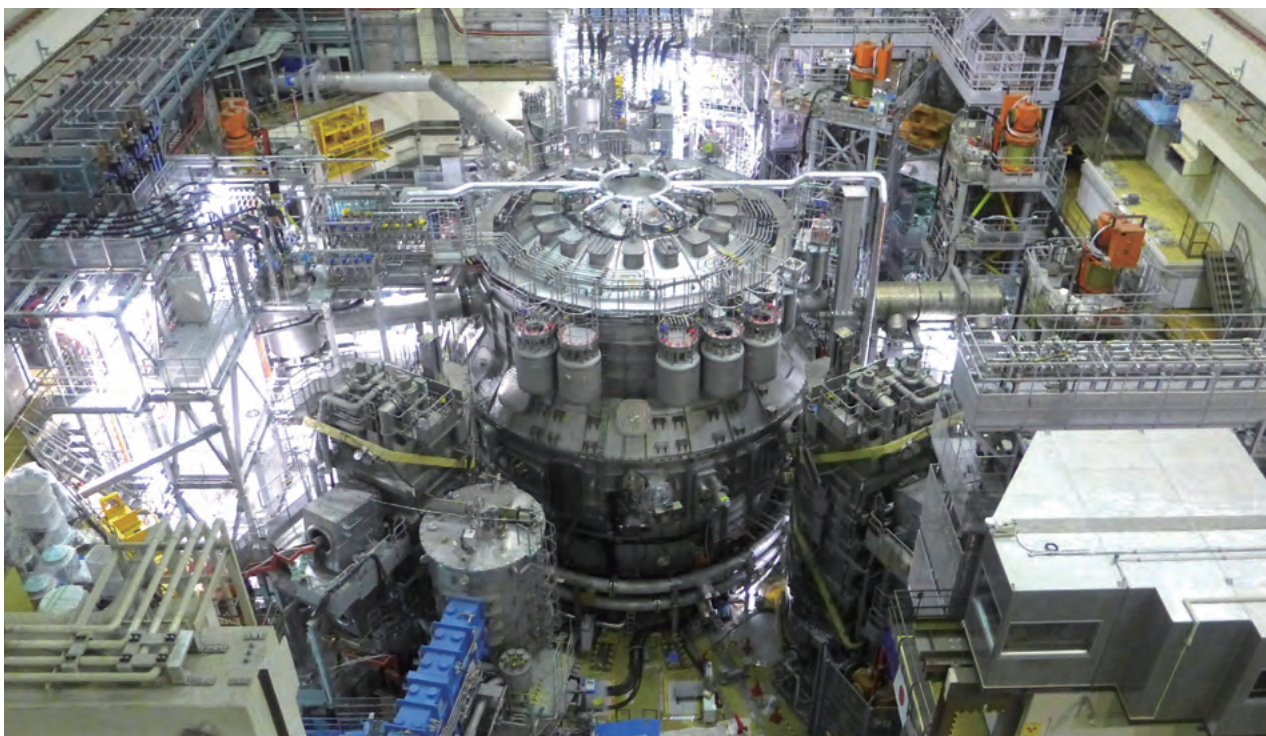
た。JT-60SAは高さ16m、幅20m、総重量約2600tという大型の装置であるとともに、精密な装置でもあります。組み立て作業にはミリ単位の精度が求められました。レーザー三次元測定機による位置合わせや、溶接時の金属粉飛散や酸化を防止するガス流の活用など、新たな技術的な工夫を考案して課題を克服しました。

ここで得られた組み立ての技術やノウハウは、イーターにも活用される重要な知見です。JT-60SAでは、核融合発電の実現に向けて、イーターやその後に建設予定の原型炉につながるプラズマ制御技術などの研究を行うとともに、将来の核融合研究を担う人材の育成も進めています。

核融合発電の実現に向けた 原型炉の基本概念の決定

イーターの次のステップとして、今世紀中ごろの発電実証を目指して原型炉の設計に取り組んでいます。日本はBA活動の一環として欧州と共同で共通設計課題を検討するとともに、原型炉研究開発の司令塔として六ヶ所核融合研究所(六ヶ所研)に設置された産学連携の「原型炉設計合同特別チーム」が、産業界の発電プラント技術や運転経験なども活用してオールジャパンで原型炉の概念設計を行っています。原型炉で高い電気出力を達成するためには、イーター以上の技術的性能が求められます。

QSTを中心とする特別チームは、4.208ペタフロップスの演算速度を有するスーパーコンピューターを駆使した炉内の除熱性能のシミュレーションや作業動線を考慮した設備配置による遠隔保守の効率化など、産学の専門知識やノウハウを生かしてさまざまな



運転を開始したJT-60SA



原型炉プラントの概念図

技術的な工夫を行い、2019年に原型炉の基本概念を明確にしました。この基本概念は、今世紀中ごろに約64万kWの電気を出力する日本独自の原型炉の建設が可能であることを示し、核融合発電実現への道筋を確かなものとしています。

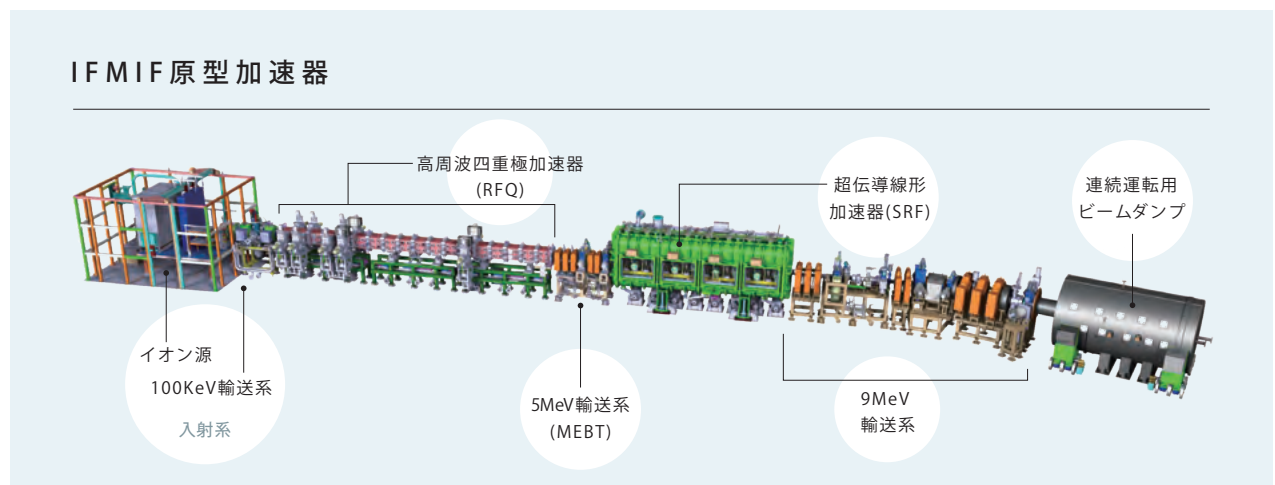
QSTは2025年ごろまでの日本の原型炉概念設計の完了を目指すとともに、経済性を向上した運転計画の策定や中性子源を用いた核融合材料の開発など、核融合発電の実現に向けた原型炉の技術基盤の構築を進めていきます。

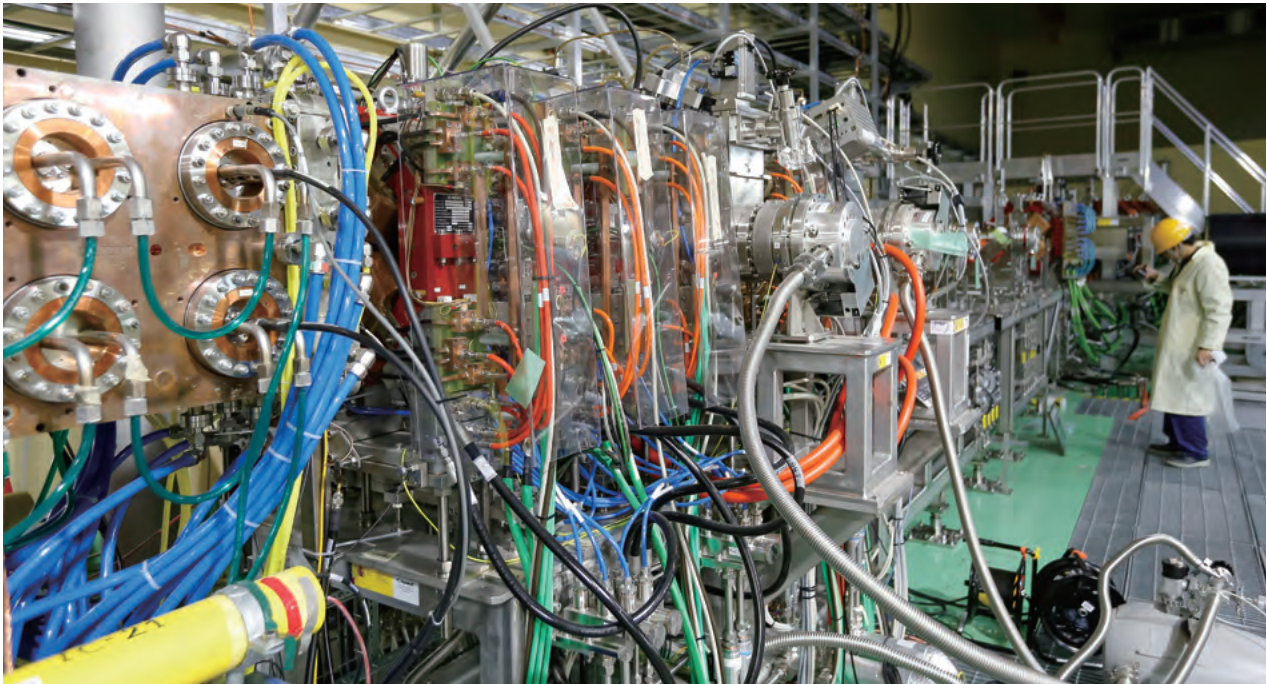
IFMIF原型加速器の開発

核融合発電炉の炉内機器は、核融合反応によって発生する高エネルギーの中性子にさらされます。核融合発電の実用化には、この環境に耐えられる材料の研究開発が不可欠です。そのために考えられたのが、加速器を使った中性子源の開発です。BA活動の一環

で日欧が協力して国際核融合材料照射施設(IFMIF)の工学実証のための技術開発を進めており、六ヶ所研ではこのための原型加速器を開発しています。IFMIF原型加速器の大パワー重陽子ビーム加速を実現するため、世界初の8系統の四重極線形加速器(RFQ)の開発を進め、2018年に8系統のRFQによる世界初で世界最長(9.8m)となるビーム加速に成功しました。

また、世界最大電流の重水素イオンを生成する入射器や、RFQに世界最大のパワーを注入する高周波加速器システムを新たに開発しました。そして2019年に世界最高強度の重陽子ビーム加速(125mA、エネルギー500万eV)に成功し、日欧で取り組むIFMIF開発の重要なマイルストーンを達成しました。QSTはIFMIF原型加速器の開発を着実に進めることで、核融合発電の実用化に必要な核融合材料の開発に貢献していきます。





IFMIF原型加速器の四重極線形加速器 (RFQ)

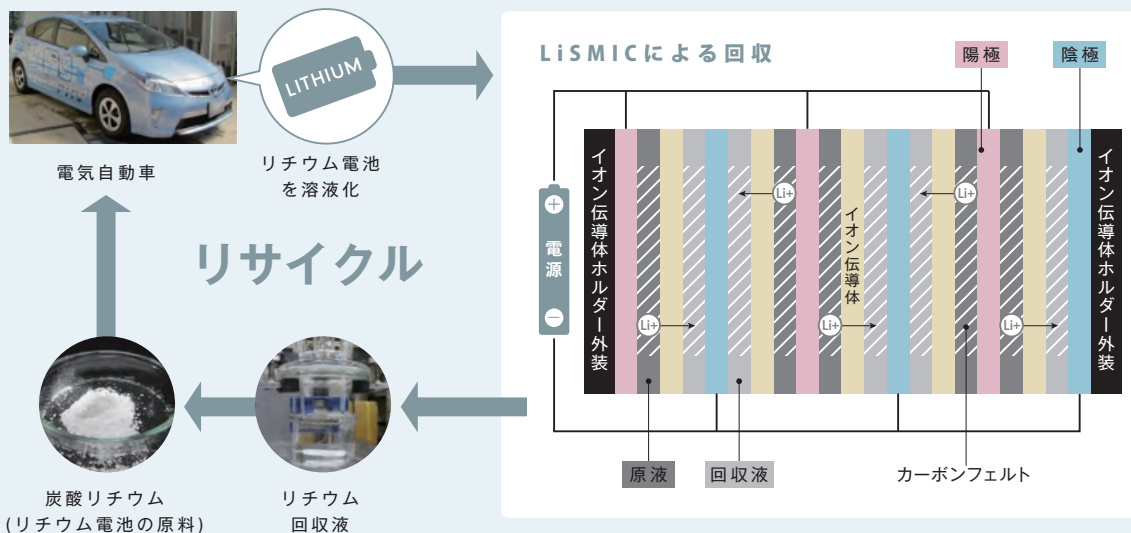
核融合研究開発からのスピノフ

核融合炉の燃料製造に必要なリチウムの安定確保のため、イオン伝導体をリチウム分離膜として利用するイオン伝導体リチウム分離法 (LiSMIC) を開発し、海水からリチウムを回収する革新的な基盤技術を確立しました。この技術は需要がさらに増加すると考えられるリチウムイオン電池のリサイクルにも適用できるため、環境に優しいリチウム循環型社会の実現につながります。

また、核融合炉の燃料の一つであるトリチウムの効率的な生産に必要なベリリウムの精製技術も開発しています。世界で初めて確立した革新的な精製技術はマイクロ波加熱と化学処理を複合した低温処理と湿式工程を主とし、経済性と安全性を飛躍的に向上する一方で、二酸化炭素の排出を抑制できます。

この技術は他の鉱石や多金属団塊などの精製技術にも適用可能で、省エネ化を実現する技術として、金属製造産業での幅広い活用を進めていきます。

イオン伝導体リチウム分離法 (LiSMIC)

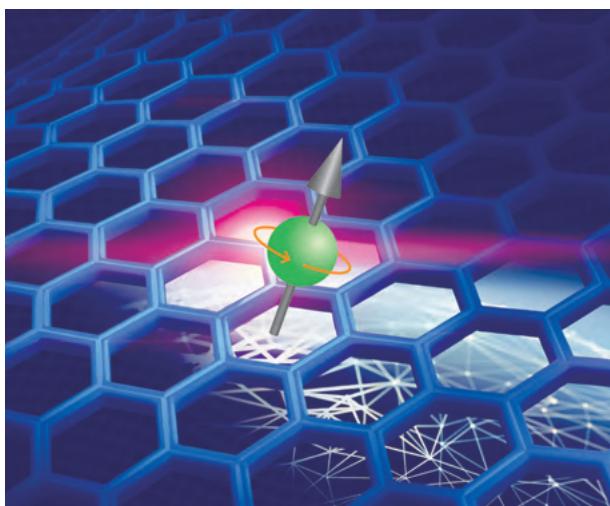


2. 革新材料の開発

量子ビームの利用により初めて解決できる本質的課題に集中的に取り組み、量子ビームナノ加工・解析技術や計算科学的手法等を活用した「量子材料・物質科学」を推進する——。「QST未来戦略2016」で定めた道筋に従い、量子ビームを利用した革新的材料開発を進めることで、社会的・学術的課題解決を推進しています。代表的な取り組みとして、超スマート社会の実現に不可欠な電力消費が極めて少ないデバイス材料開発のために、従来の電流による制御ではなく、電子のスピンという磁氣的性質および光とスピンの相互作用を利用する「スピンフォトニクス」という新技術の確立に取り組んでいます。また、量子ビームを用いたグラフト重合、橋かけ技術などの高度化により、生体適合性材料の形状加工に留まらず、硬さや機能までも自在に制御することで、革新的なバイオデバイスの創製にも取り組んでいます。

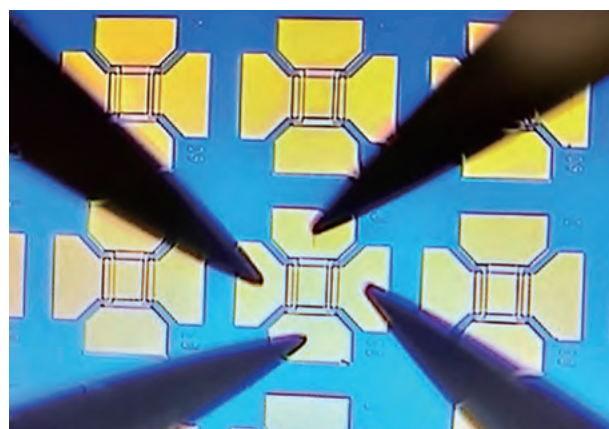
情報処理の高速化・省エネ化の切り札となる スピンフォトニクス材料開発

量子ビームナノ加工技術の代表的な研究開発がスピンフォトニクスであり、その中核が、スピントロニクスデバイス材料の開発です。従来のエレクトロニクスでは電子の「ある」「なし」を情報処理に用いますが、スピントロニクスは電子のスピン「上向き」「下向き」もデジタル情報として扱えるようにすることで、飛躍的に高い処理速度を持ち、かつ、エネルギー消費が少ないデバイスを実現できます。



グラフェン中を伝搬するスピン流のイメージ

QSTはスピントロニクスデバイス用の新しい積層材料として、磁性体の中でスピンの向きをそろえる性質に最も優れたホイスラー合金と、非磁性体の中でスピンの向きを保つ性質に最も優れたグラフェンからなる材料の開発に、世界で初めて成功しました。この新しい積層材料を使って電子スピンを自在に操作できるようになれば、身の回りの膨大な情報をデータとして瞬時に記録、処理して活用することが可能になり、私たちがこれまでに経験したことがない超高速情報通信の世界の扉を開くことができます。



四つ葉のクローバ(約500 μm 四方)のような模様がグラフェンで成膜した試験素子であり、その電気的特性を4本のプローブにより計測します。

量子コンピューター・量子通信のための 多量子ビット形成技術

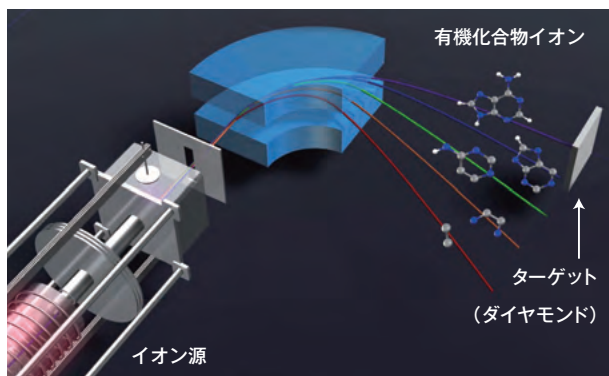
スピンフォトニクスのもう一つの柱が、光とスピンの情報交換を実現する技術です。その技術を応用して進めているのが量子ビットの研究開発です。量子ビットは量子コンピューターや量子通信などにも用いられ、多量子ビット化技術が重要となります。

代表的な量子ビットが、ダイヤモンド中の窒素不純物とその隣にできた空孔で形成されるNVセンターです。QSTは窒素イオンビーム注入による作製技術の研究開発を行ってきました。二つのNVセンターによる2量子ビット形成から10年弱の間、NVセンターのみによる3量子ビット化への進展はありませんでした。このため、新しい多量子ビットの形成技術が求められていました。

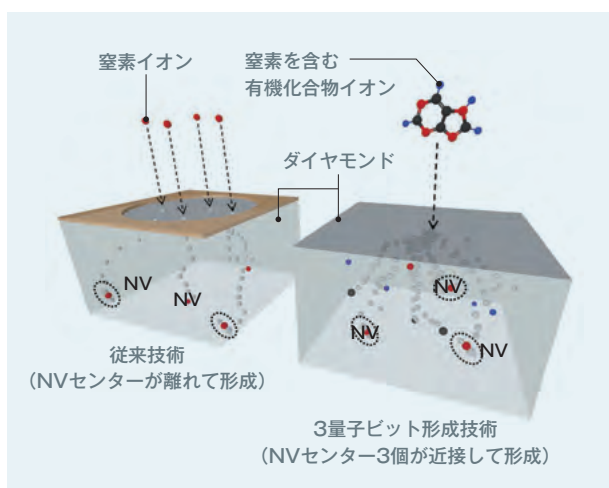
これまでのNVセンター作製では窒素原子や窒素分子をイオン注入していましたが、窒素だけにこだわらず、窒素を含む有機化合物イオンに着目し、これをダイヤモンドに打ち込むことで3量子

ACHIEVEMENTS
of 5 years

ビット形成を実現しました。この技術はさらなる多量子ビット化の可能性を秘めています。今後、室温で使える超並列計算が可能な量子コンピューターや量子通信の実現に貢献していきます。



有機化合物イオンをダイヤモンドに打ち込む模式図



多量子ビット形成の模式図

創薬や医療診断の高度化に向けた バイオデバイス創製

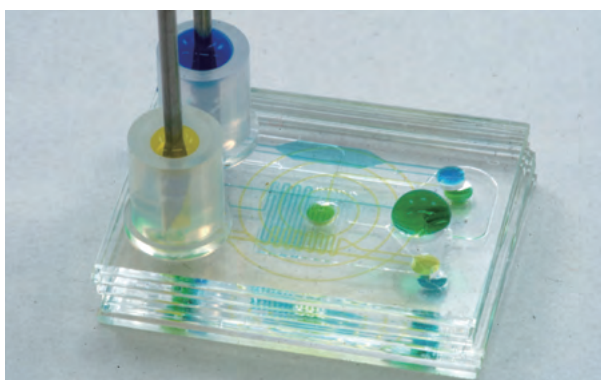
量子ビームによる材料の微細加工や橋かけ技術の高度化により、先端医療やバイオ研究に欠かせないバイオデバイスを創出するため、体内環境を模した細胞培養基材の開発や、従来は一枚型だったマイクロ流路チップを多層化する技術の開発研究に取り組んでいます。

QSTは量子ビームを駆使して、体内環境を模したり、医療材料と

して人の体の中に入れてたりすることを念頭に置き、有害物が発生する薬品などの使用を避け、安全・安心を確保した上で素材に新しい機能を付加する技術を開発しています。

その一つが、体内における細胞の周囲環境を模擬したタンパク質ハイドロゲル培養基材の開発です。通常、生体から取り出した細胞はプラスチックなど硬い材料の上で育てますが、細胞本来の姿や能力を維持したまま細胞を育てるためには、体の中の柔らかい環境を再現できるような材料が必要です。量子ビーム橋かけでタンパク質から作ったハイドロゲルは、その成分・柔らかさともに体内環境に非常に近いものです。今後も、ハイドロゲル培養基材の優位性の実証を進め、再生医療や創薬など幅広い分野で役立つよう、研究に励んでいきます。

また、マイクロ流路チップは、髪の毛よりも細い幅の流路や容器を手のひらサイズのシリコン基板の中に組み込んだデバイスで、血液検査や細胞の分離などに使われ始めています。しかし、チップ1枚に搭載できる分析機能や投入できる液量が限られているため、チップを複数貼り合わせて積層することで性能を向上させる技術の開発が切望されています。ところが、シリコンは化学的に安定で、従来の方法ではチップ同士を接着させることが困難です。また、接着時に重ね合わせる位置がずれると、流路が繋がらずチップとして機能なくなってしまいます。そこで、QSTではこの課題解決に取り組み、チップ同士の位置を正確に合わせて積み上げた後に量子ビーム照射の1工程で複数のマイクロ流路チップや関連パーツをすべて同時に貼り合わせる一括積層技術を新たに開発し、多層マイクロ流路チップの実現にめどをつけることができました。引き続き、実用化に向け、生産レベルに適用できるよう、技術を確実なものに発展させていきます。



複数枚同時に積層化されたシリコン製流路チップ

3. 量子で拓く新技術

「QST未来戦略2016」は、量子ビームの「創る」「観る」「治す」機能を総合的に活用して、材料・物質科学、生命科学、医学等の幅広い分野における革新的成果の創出・普及を推進するという方針を示しています。この方針に沿い多種多様な量子ビームを活用することで、豊かで安全な未来社会の創造を推進しています。代表的な成果として、高強度レーザーの開発やその周辺技術の産業応用、放射性同位元素 (RI) を利用した革新的な計測技術の開発などで世界を先導する成果を創出してきました。

科学の最前線を拓く高強度レーザーとその産業応用

世界最高性能の高強度レーザーを開発し、それをを用いることで初めて可能となる超高強度場科学の研究に取り組んでいます。超高強度場科学とは、高強度レーザーでしかつくり出すことのできない超高強度場における相対論的現象の解明や、極短パルスのレーザーを使った超高速現象の観察、物質の制御などの極限状態における最先端科学です。この極限の科学から生まれた高強度レーザー技術を医療や産業に役立てます。その具体例が、量子メスの主要技術であるレーザー駆動イオン加速技術やレーザー打音によるコンクリート検査技術です。

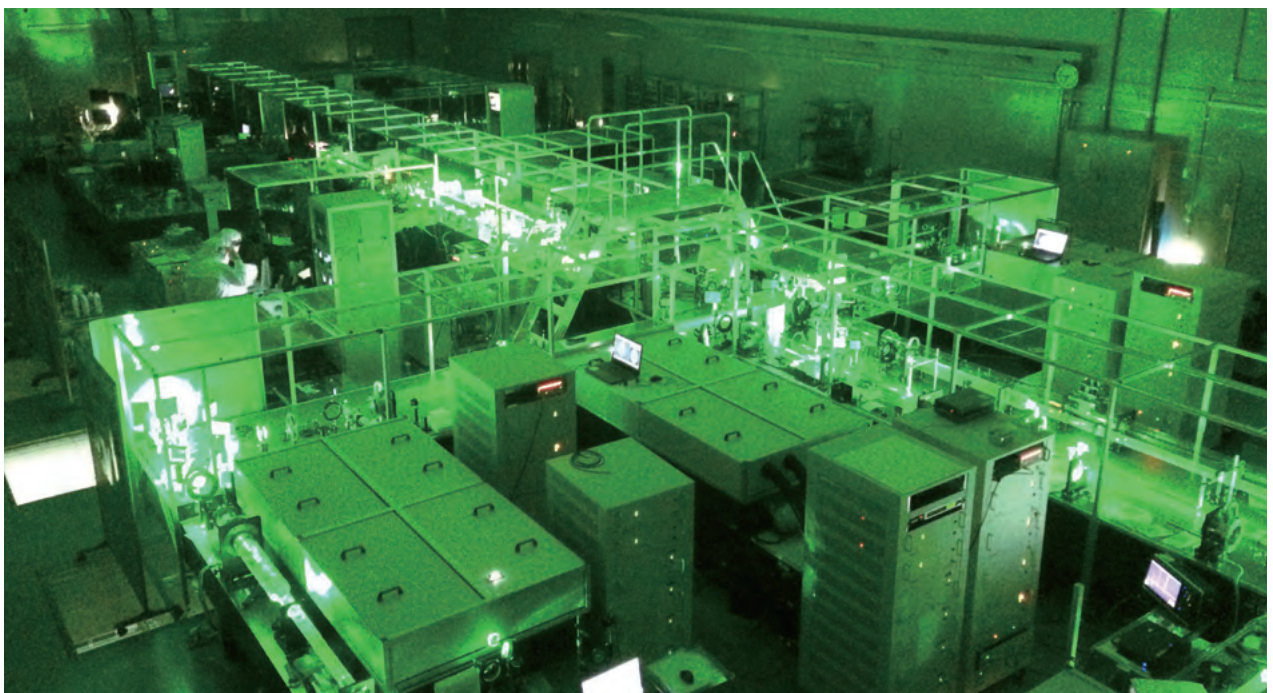
レーザー駆動イオン加速技術は、関西光科学研究所の超高強度レーザー装置、J-KARENの世界最高品質の集光性能を生かして開発を進めています。J-KARENは、30J(ジュール)のレーザーエネルギーを30f(フェムト)秒(1秒は1秒の1000兆分の1)の時間に閉じ

込めることにより1000兆Wの超高強度を実現できます。実験条件の最適化により、高強度レーザー光による世界最高値の雷雲の10億倍となる強烈な電場の発生や、45価の銀イオン生成、そして、これまでで最大となる光速の20%までの加速を実証しました。量子メスの実現に向けて、このような技術を積み重ねていきます。

また、レーザー打音検査技術は、国土交通省がインフラの定期点検の支援技術をもとめた「点検支援技術性能カタログ」に非破壊検査技術(トンネル)として掲載されたもので、レーザーをトンネル壁に照射したときに生じる振動を、別のレーザーにより計測する、均一性の高い我が国独自の技術です。民間企業による実際の道路トンネルの定期点検業務で、国内で初めて診断支援に活用されました。産業界への技術移転により、社会実装を進めています。



コンクリートの壁面をレーザーで叩き、その振動をレーザーで検出することで検査を行います。道路トンネルで行うためにトラックの荷台に積載しても安定に動作するレーザーシステムを開発しました。



レーザー発振している高強度レーザーJ-KAREN。発生する光自体は赤外光ですが、励起するための緑色の光が漏れ出て全体が緑色に光っています。

放射光でみる原子一層の磁気構造

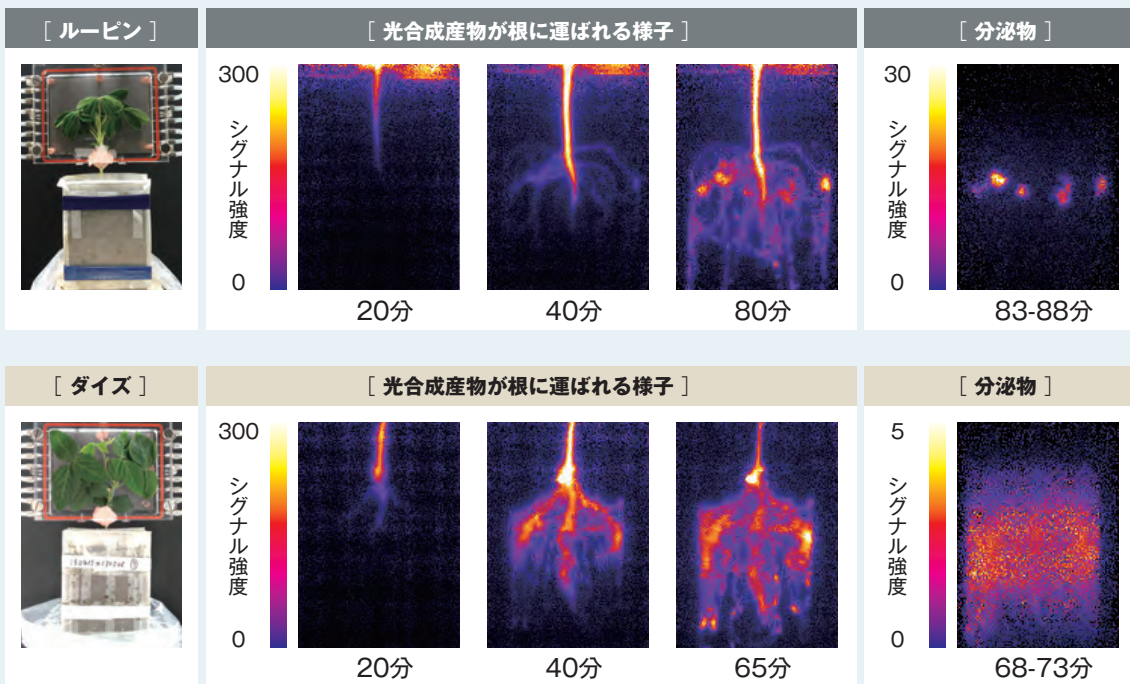
放射光を利用した精密計測技術として新たに開発したのが、従来のメスbauer分光では困難だった、材料の表面付近の磁性を一原子層単位という、まさに原子のレベルの精度で調べることができる、放射光メスbauer効果を利用した計測技術です。この計測技術を活用した超高真空放射光メスbauer装置で、磁石の代表とも言える鉄について、これまで謎だった表面付近の磁性を詳しく調べた結果、表面から奥に向かって一原子層ごとに磁力が増減している複雑な現象を世界で初めて計測することに成功し、この現象が約40年前に理論的に提案されていた「磁気フリーデル振動」であることを突き止めました。

土の中のミラクルワールド「根圏」を観る

生体内でのものの動きから生命現象の理解を試みるため、放射性同位元素 (RI) を用いたRIイメージング技術の研究開発を進めています。たとえば、植物は地中で土や微生物に対して能動的に働き

掛けることで、根の周辺の生育環境を最適化し、養分の獲得・吸収をしやすくしようとします。その様子を知ることは、学術的には植物の生理や栄養獲得の仕組みを理解することにつながり、その知見を基として実学的には農作物の生産性や品質の向上につながります。しかし、植物が生育する上で重要な役割を果たす根という組織の活動の様子を、これまで目で見ることはできませんでした。そこで、土や植物の中にあっても、その存在を検知できるRIを使ったさまざまな化合物を植物に取り込ませてその動きを調べるRIイメージング技術を発展させて、根が周りの土に放出した分泌物を観察する「根圏イメージング」という手法を開発しました。これにより、地中の根が土と微生物に分泌物を介して働き掛けている様子を世界で初めて撮影しました。図をご覧になると分かるようにルーピンとダイズでは光合成生産物の根への運ばれ方、根周辺への分泌物の違いから適応する土壌環境の違いが説明できます。この革新的な観察手法で、根圏を形成する根、土、微生物の栄養分を巡る相互作用と植物の生存戦略を明らかにし食料問題の解決に貢献していきます。

根圏イメージング画像



根圏イメージング技術により画像化したルーピン(上)とダイズ(下)の光合成生産物の根への運ばれ方と根周辺の分泌物の様子

4. 科学で守るいのちとくらし

放射線科学でくらしの安全・安心を支える

QSTは被ばくの影響やリスクを科学的に評価するとともに、その基盤となる放射線影響・防護研究を推進し、人々の安全・安心な生活を支えています。

例えば、2011年の東京電力福島第一原発事故を機に高まった放射線に対するさまざまな不安や懸念に、科学的知見で応えるべく取り組んでいます。マウスを用いた実験では、放射線に起因する低線量被ばく、いわゆる「じわじわ」被ばくの発がんリスクを初めて直接的に評価しました。また、事故によって放出された放射性物質の環境中での動きを、国際原子力機関(IAEA)と協力して明らかにしました。原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)の事故の線量評価を記したレポートにも貢献しています。

万が一の放射線事故により被ばくした場合の治療法についても、研究を進展させています。幹細胞の治療応用に向けて、ヒト臍帯血由来赤芽球を用いたiPS細胞樹立法を発見し、従来と比べてゲノム変異を劇的に減らすことに世界で初めて成功しました。

さらに、放射線の革新的な医学利用や宇宙への進出が現実となる近未来に向けて、線量評価や防護研究に取り組んでいます。放射線防護のための安全基準の策定は、国際的な機関や組織による世界的なネットワークで進められ、QSTは日本におけるハブとして、国内の放射線医学分野の研究成果や被ばくに関するデータを収集し、国際機関などに提供しています。

さまざまな形で役立つ研究成果

The infographic illustrates the diverse ways in which QST research results are applied. It features several key components:

- J-SHARE:** A system for processing anatomical records and biological samples.
- [緊急時対応] 甲状腺モニター:** A thyroid monitor used for emergency response.
- [安全確保] CT被ばくの線量評価:** Software for evaluating radiation dose from CT scans, showing a human silhouette and a data table.
- [研究推進] 動物病理アーカイブ:** An archive of animal pathology images, including eye photos and histological images.
- [安全基準の策定] IAEA報告書:** An IAEA report titled "Approaches for Modelling of Radiological Data to Identify Key Radionuclides and Associated Parameter Values for Human and Wildlife Exposure Assessments".
- [研究成果] 原著論文:** A research paper by Ryoko Araki et al. (2020) on genetic aberrations in iPSCs.
- [科学力強化] 子供向けセミナー:** A children's seminar where participants are engaged in a game-like activity.

Ryoko Araki et al., *Nat Commun* 11, 197 (2020), <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

QSTの研究成果は、さまざまな形で、研究推進や安全確保のために役立てられています。

5. 健康長寿社会の実現

「QST未来戦略2016」は、「がん死ゼロ」と認知症やうつ病などの精神・神経疾患の早期発見と予防・治療を究極の目標と位置付けています。QSTは「がん死ゼロ」に向けて、腫瘍塊を死滅させる重粒子線がん治療、治療し切れなかった少数のがん細胞や転移がん細胞に対する標的アイソトープ療法と、がん免疫の増強療法などを研究開発しています。

精神・神経疾患については、量子イメージング技術による診断・治療の研究開発を進めています。今後は、標的アイソトープ療法と量子イメージングを統合して治療と診断を同時に行うセラノスティクス(TherapyとDiagnosticsを組み合わせた造語: Theranostics)を構築し、健康長寿社会の実現を目指します。

重粒子線治療の国民医療への定着とさらなる高度化を目指して

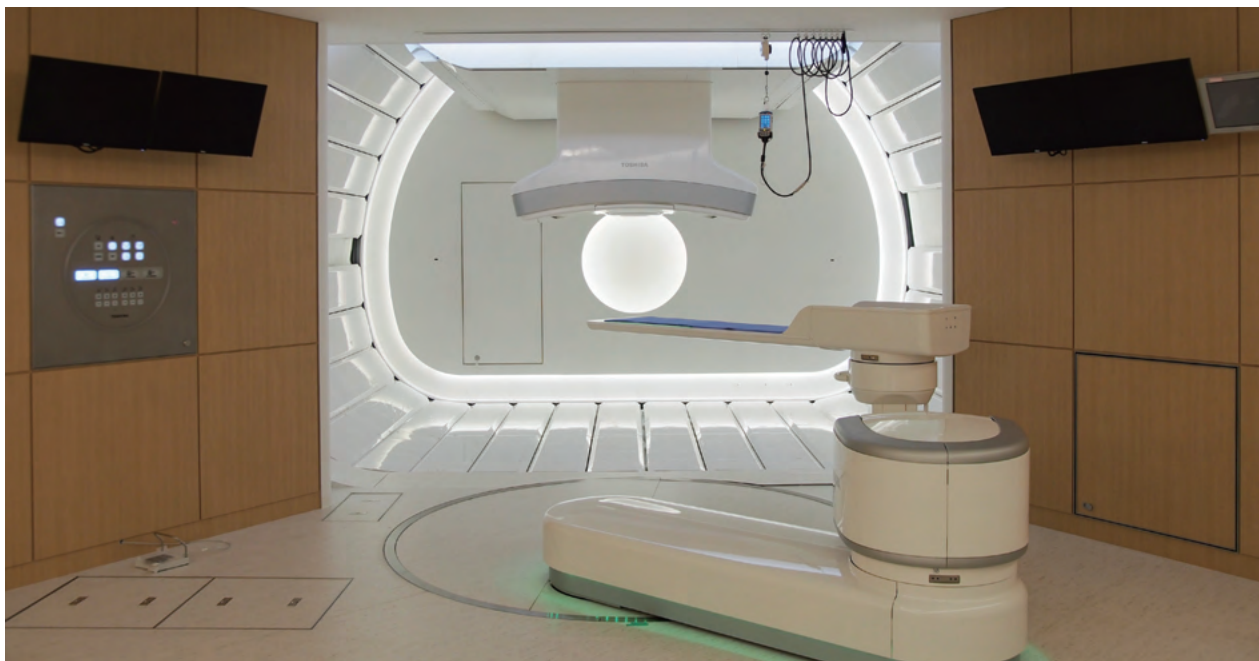
QSTの発足時点で、重粒子線がん治療はすでに20年を超える経験と実績を持っていました。がん医療における位置付けをより確固としたものにするため、保険適用の実現に重点的に取り組むとともに、より高度な治療の実現を目指して研究開発を進めてきました。国内の重粒子線多施設共同臨床研究グループ(J-CROS)を主導し、臨床的エビデンスの創出と発信に努めた結果、2016年に骨軟部腫瘍が初めて保険適用となり、2018年に頭頸部腫瘍と前立腺がんも加わりました。これまでの治療患者数は、これら3疾患が全体の半数近くを占めています。



QST病院

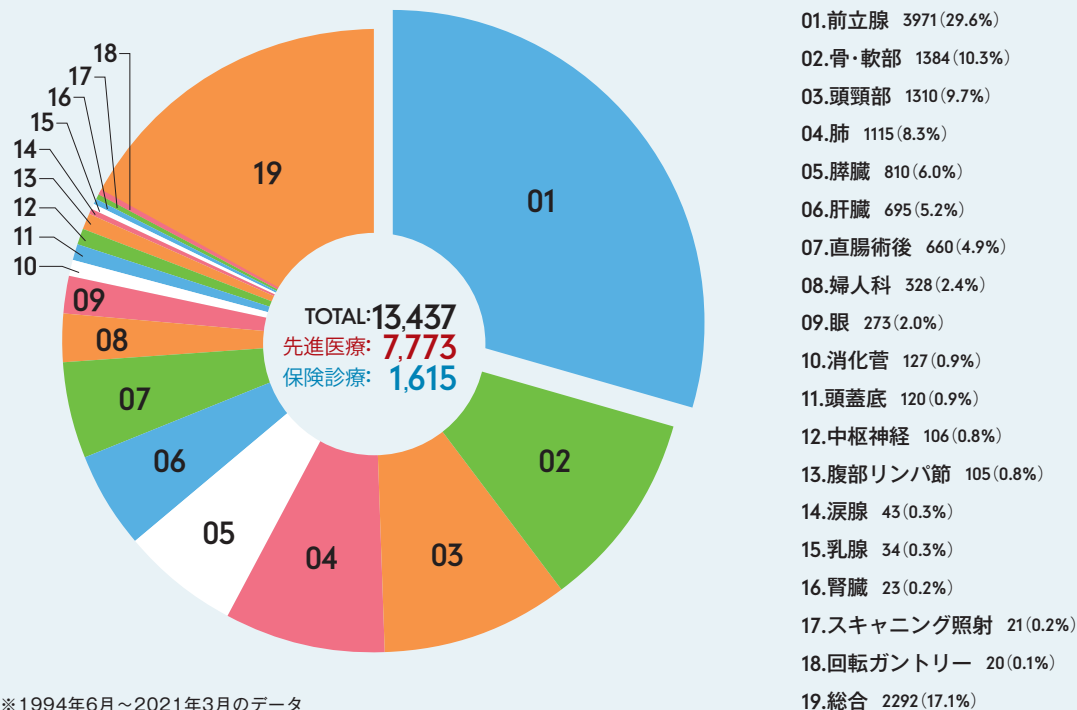
2019年4月には、組織改革「QST ver.2」の柱の一つとして、放射線医学総合研究所に設置されていた病院を量子医学・医療部門(当時)の直轄組織として病院経営を強化し、「QST 病院」と改称しました。罹患率の高いがんの多くはまだ保険ではなく先進医療の対象です。3疾患以外も早期に保険適用となるよう日本放射線腫瘍学会との協力活動をさらに活性化し、成果の発信に努めています。

一方、治療の高度化に向け、2017年から回転ガントリーによる治療を開始し、これにより強度変調重粒子線照射をはじめとするより優れた線量分布での治療が可能になりました。今後は、マルチイオン照射の実現や免疫療法など異なる治療法と組み合わせる集学的治療戦略により、「がん死ゼロ健康長寿社会」の実現を目指します。



重粒子線回転ガントリー治療室

QST病院における重粒子線治療の登録患者数



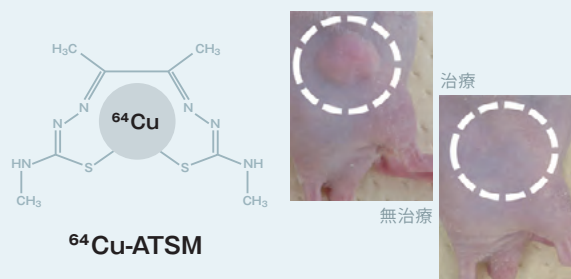
標的アイソトープ治療の国産化、さらなる普及を目指して

戦後すぐからの長い歴史を持つ日本の標的アイソトープ治療 (TRT) は、これまですべて輸入に頼るβ線核種製剤によるもので、放射線管理区域となるRI治療病室の不足に悩まされてきました。世界初のα線TRT製剤、塩化ラジウム²²³Raが国内導入された2016年に発足したQSTは、TRTのさらなる普及、TRT製剤の国産化、RI治療病室が不要なα線TRT製剤の開発を目指して研究を進めてきました。

国内初の国産TRT製剤として⁶⁴Cu-ATSMの開発を進め、2018年には治療用製剤を製造・供給し、国立がん研究センターでの臨床試験を開始しました。治療薬として⁶⁴Cu-ATSMの品質を保証するため、化学や生物学などの専門家、薬剤の品質保証を担当する部署が製剤化プロジェクト「STAR-64」を立ち上げてONE TEAMとして活動しています。現在、脳腫瘍に対する試験を進めています。注目の新規α線核種²²⁵Acの製造競争が世界的に加速する中、2018年に²²⁵Acの加速器製造に国内で初めて成功し、²²⁵Ac標識TRT製剤の国内初の臨床利用も準備中です。さらに、α線TRT製剤「アスタチン

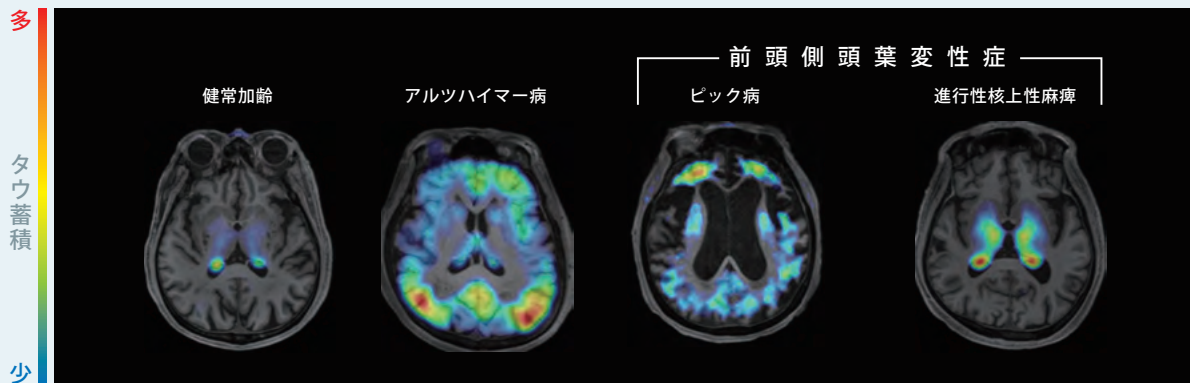
-211(²¹¹At)AITM」による悪性黒色腫の顕著な抑制に成功するとともに、「²¹¹At-MABG」のヒト初回投与試験 (FIH試験) も間近となりました。今後もTRTの普及を進め、重粒子線治療との併用で「切らずに治すがん治療」「がん死ゼロ健康長寿社会」を実現できるように、研究開発を推進します。

担がんマウスでの治療研究



⁶⁴Cu-ATSMは低酸素環境にあるがん細胞に集積し、がん細胞株移植モデルマウスで腫瘍増殖抑制効果を示しました。

¹⁸F-PM-PBB3を用いた臨床PETによる認知症の診断・鑑別



アルツハイマー病以外のさまざまな認知症もタウ蓄積の分布に基づいて診断が可能に。

健康長寿の実現に向け、 認知症等の精神・神経疾患の克服に挑む

QSTでは、PET（陽電子放出断層撮影）やMRI（磁気共鳴画像診断）をはじめとする量子イメージング技術を用いて、認知症などの精神・神経疾患の脳病態を明らかにし、診断・治療法の開発につなげる研究に取り組んでいます。

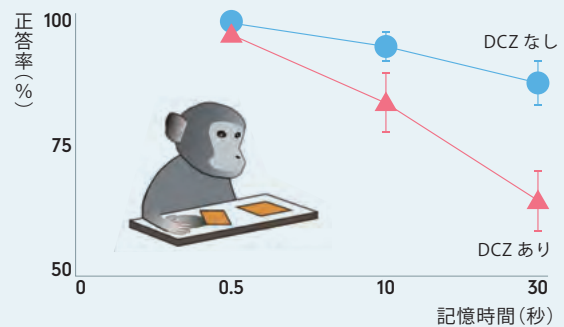
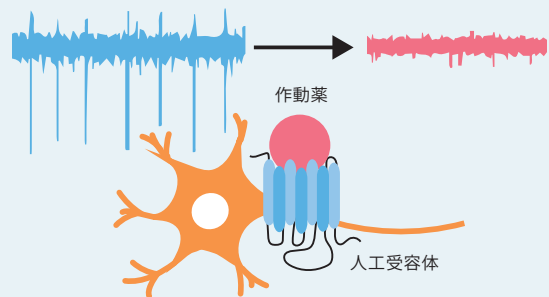
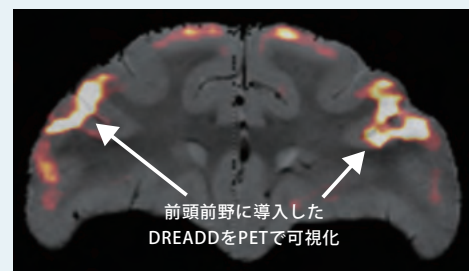
認知症では、異常なタウタンパク質が脳内に蓄積します。このタウを高精度に可視化するPET検査薬（¹⁸F-PM-PBB3）を開発し、アルツハイマー病や前頭側頭葉変性症など様々な認知症を症例ごとに鑑別することを初めて可能にしました。

また、認知症の早期発見を目指して、血液と画像の相互参照によるバイオマーカー開発の拠点を立ち上げました。この拠点が国内に多数存在する臨床施設や、PET施設と緊密に連携することにより、血液検体や画像データをいち早く収集していきます。多施設連携体制をMulticenter Alliance for Brain Biomarkers (MABB: マブ)と名付け、今後の認知症超早期診断法の確立や治療薬の臨床試験で日本の基幹ネットワークになることを目指しています。

一方、疾患で障害を受けた脳の神経回路を正常化するための「DREADD（ドレッド）」技術の開発も行っており、サルの作業記憶回路を任意のタイミングで操作することに成功しました。この技術を用いて、症状の出現に関わる多様な神経経路の役割を解明し修復する研究を進めています。

タウPET検査は認知症の診断薬として臨床試験を進めるとともに、タウ病態を標的とする抗認知症薬剤・補助食品の開発にも活用され、一部は製品化に至りました。DREADDも、モデル動物における多様な神経回路の役割解明のみならず、脳疾患の治療を見据えた回路修復へと活用を広げています。脳の可視化と操作による研究開発を、健康長寿社会の実現へ向けて大きく前進させます。

DREADDを用いた特定脳部位と神経回路の操作



前頭前野に導入した人工受容体 (DREADD) に作動する薬剤 (DCZ) により神経活動を「オフ」にして、作業記憶を低下させることに成功。

多様な連携・協働の推進

世界中の多様な人々との連携・協働を積極的に推進

連携・協働の活動を介して、異文化理解、尊重を育み、QSTの理念である「平和で心豊かな人類社会の発展」に貢献していきます。

国際協力

QSTはイーター機構や原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR)、国際原子力機関 (IAEA)、世界保健機関 (WHO) などの国際機関との連携を推進しています。イーター計画の国内機関をはじめ、IAEAの協働センター、WHOの協力センターに続いて、2017年9月にIAEAのアジア地区での被ばく医療対応と線量評価分野の緊急時対応能力研修センター (CBC) の活動を開始しました。

2019年5月、経済協力開発機構／原子力機関 (OECD/NEA) のマグウッド事務局長が理事長を訪問し、放射線防護や低線量放射線影響研究に関する協力について話し合いました。同年9月に理事長らがIAEAやUNSCEARを訪れ、幹部と一層の協力強化に向けて会談。同年12月にはUNSCEARのバタンジェーバ事務局長が来訪し、理事長と福島報告書等に関して意見を交わしました。2020年2月の内閣府原子力委員会定例会議において、IAEAのグロッシー事務局長と委員の意見交換が行われた際に、理事長が重粒子線がん治療技術の世界展開について説明しました。

QSTは外国の大学や研究機関などと2021年3月末時点で60件の協定を締結しています。国際交流を促進するため、内部公募で主題を決めるQST国際シンポジウムを2017年から毎年開催しており、3件のQST国際リサーチイニシアティブも実施しています。2020年9月には、IAEA総会のサイドイベントとして、ウェブセミナー「放射線がん治療の加速的な進歩」を内閣府と共催し、海外の152人を含む285人が参加しました。



理事長とIAEA事務次長 (原子力科学・応用局担当) の会談



IAEA総会での展示



人材の多様性を推進

SIP事業管理法人業務

内閣府が科学技術イノベーション実現のために創設した国家プロジェクトである戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の第2期課題において、QSTは2018年度から「光・量子を活用したSociety 5.0実現化技術」の管理法人を務めています。光・量子技術は世界的にも極めて注目度が高い技術で、本課題は、日本が強みを持つ光・量子技術のうち「レーザー加工」、「光・量子通信」、「光電子情報処理」の3領域で世界的にトップクラスの研究成果を社会実装し、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合したサイバーフィジカルシステム(CPS)型のスマート製造の実現に貢献することで、Society 5.0の実現を加速します。本課題は2019、2020年度と2年連続で内閣府から全課題中最も高い評価を受けました。QSTは管理業務に加え、インターネットやビジネス誌およびシンポジウム開催による情報発信や国際ベンチマークの実施などでも本課題の周知と進展に寄与しています。

ダイバーシティ推進

QSTのダイバーシティへの取り組みは、前身の放射線医学総合研究所時代の2015年、JSTのダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ(連携型)事業に、千葉大学、東邦大学と共に参画したことに端を発します。2016年のQST発足後も、ダイバーシティ推進室を中心に大学や研究機関と情報交換を続け、人事部をはじめとする各部との連携、協力により、以下に代表される活動を展開してきました。

- ・他機関と連携したダイバーシティ推進
- ・研究支援要員配置等のライフイベント支援
- ・連携研究助成や英文校閲支援等の研究力向上支援
- ・次世代育成支援や女活法行動計画の策定・周知
- ・理事長のイクボス宣言
- ・企業主導型保育施設との協定締結

こうした取り組みが認められ、2020年度の千葉県男女共同参画推進事業所表彰で千葉県知事賞を受賞。子育てサポート企業に対する厚生労働省の「くるみん認定」にも至りました。これからも職員に寄り添い、「働きやすい環境」作りのためにニーズに沿った支援制度を構築していきます。

ACHIEVEMENTS
of 5 years



きつづ光科学館ふおとん

広報・アウトリーチ

QSTは情報公開の義務を果たすとともに、積極的な公開に努めています。研究開発の成果をプレスリリースとして適時に公表しているのはじめ、年4回発行の広報誌『QST NEWS LETTER』では、最新の成果や取り組みについて解説しています。研究開発の実際を広く市民の方々に現地で知っていただく機会として、各地区で施設の一般公開を開催。常設の広報・アウトリーチ施設として「きつづ光科学館ふおとん」を関西光科学研究所（京都府木津川市）に併設しています。公式サイトではこれらの情報を含めて幅広く発信し、日々アップデートしています。

情報を幅広く届けるため、ソーシャルメディアでの発信にも力を入れています。FacebookとTwitterでは研究開発の成果や事業活動、Instagramは拠点の季節のうつろい、YouTubeでは研究内容の解説と、各チャンネルの特性を生かして異なる角度からQSTの情報を伝えています。コロナ禍に対応してオンライン企画も実施し、地理的制約を超えた交流と対話に取り組んでいます。

ユニークな取り組みとして、QSTの研究開発の成果が社会実装された未来像を描いたイラスト「量子科学技術でつくる私たちの未来」（42～43ページ）を制作、QSTが目指す社会を示しています。



展示会や実験教室でのアウトリーチ活動

人材育成

放射線防護や放射線の安全な取り扱いなどに関係する人材を育成するための研修を実施するとともに、連携大学院制度の活用、実習生の受け入れ、リサーチアシスタント制度やサマースクールなどによる学生への支援を積極的に行っています。

量子生命・医学部門の人材育成センターは、放射線防護や放射線の安全な取り扱い、放射線事故対応や放射線利用などに関係する国内外の人材、および、放射線の知識を幅広く国民に伝えるための人材を育成する研修事業に取り組んでいます。研修の中心は、医療関係者や消防士、警察官などプロフェッショナル向けですが、大学生を対象とした放射線防護とリスクコミュニケーションの研修を原子力規制庁の補助事業としてQST発足と同時に開始しました。医療分野をはじめ、ますます拡大する放射線利用の現状を踏まえ、今後も幅広く学生を対象とした放射線教育を実施し、将来的な放射線利用と規制に関わる人材育成に貢献します。

学生の支援では、研究開発の推進と人材育成を組み合わせ、大学院生を「リサーチアシスタント(RA)」として採用する制度をQST発足時に創設しました。RAの経験者からは「責任を伴い、研究への意識が向上した」「経済的な余裕をもって研究活動に集中できた」といった声が寄せられています。

研究拠点に実際に足を運んでもらい、体験型イベントを通じてQSTを学生目線で知ってもらう「QSTサマースクール」も、発足当初より実施しています。非日常である研究現場の体験は、毎年参加学生に高評価を得ています(2020、2021年は新型コロナウイルス感染症拡大のため中止)。

QST未来基金

QSTの基本理念に沿って人類の未来を拓く活動にご理解とご賛同をいただいた皆様からのご支援を、QSTのさまざまな事業に活用させていただいています。2017年度は、未来基金を活用して「福島と千葉の小学生親子サイエンスキャンプ」を開催しました。親子で一緒に放射線に関する基礎的な知識を学ぶとともに、福島県と千葉県の親子が地域を越えて交流を深める活動を行いました。2020年度には、量子メス研究プロジェクトにおいて、超伝導電磁石の開発に必要な磁場測定装置の購入に未来基金を活用し、実用化に向けた研究を前進させることができました。また、2021年度にはレーザーで空気中のウイルスを検出するという革新的な研究を進めるため、初のクラウドファンディングに挑戦。目標金額を大きく超えるご賛同をいただきました。これまでの皆様からの温かいご支援にあらためて御礼申し上げます。引き続き、ご支援をよろしくお願いいたします。



小学生親子サイエンスキャンプ



人材育成センターの研修