

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構

調和ある多様性の創造

QST

NEWS LETTER

2023

No. 24

National Institutes for
Quantum
Science and
Technology

平和で心豊かな
人類社会の発展に貢献

特集 平野俊夫理事長
インタビュー

調和ある多様性を創造
～QSTの基盤づくりの7年間を振り返る～

- 01 写真と年表で見る QST7年間の軌跡
- 06 寄稿 7年間を振り返って
- 09 私たちのQST



QST 7年間の軌跡



量子科学技術研究開発機構(QST)は、放射線医学総合研究所と日本原子力研究開発機構の量子ビーム部門と核融合部門が再編統合され、2016年4月1日に発足しました。

理念

今、人類は情報伝達手段や移動手段の飛躍的な進歩による相対的な地球の狭小化がもたらす多様性爆発の大波の中にいます。人類の未来を切り拓くためには、多様性の壁を乗り越えて異文化への理解や尊重を深める必要があります。芸術やスポーツなどととも人類の共通言語である学問や科学技術が果たすべき役割は、さらに大きくなります。QSTの基本理念には、量子科学技術による『調和ある多様性の創造』により、多様性の壁を乗り越え、多様な人々が平和で心豊かに暮らす人類社会の発展に貢献するという強い想いが込められています。

目標

QSTの強みは、統合前の法人それぞれが、関連分野で世界に誇れる研究開発を推進していたことです。まず、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・生物過程の理解や研究開発で世界トップクラスに位置していたこと。さらに、量子ビーム関連研究施設・ネットワークや、量子ビーム・量子イメージングを用いた診断・治療研究開発のための臨床研究病院を保有していたことです。QSTはこれらの強みを生かし、新たな融合研究の開拓とともに、基礎・応用・開発研究および社会への還元を含む未来を見据えたポジティブサイクルの確立により、Society 5.0が掲げる超スマート社会の実現に向けて量子科学技術研究開発プラットフォームを構築することを目標に掲げました。

放射線医学総合研究所



日本原子力研究開発機構

量子ビーム部門
核融合部門



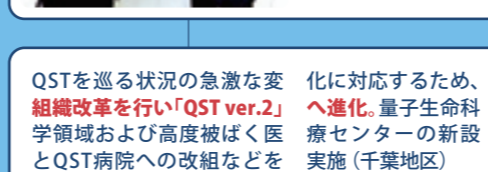
QST発足。 馳浩文部科学大臣、伴信彦原子力規制委員会委員をはじめ多くの関係者にご出席いただき発足記念式典を開催(本部・千葉地区)



生命の本質に迫る新たな学問「量子生命科学-Quantum Life Science-」をテーマに「第1回QST国際シンポジウム」を開催「量子生命科学-Quantum Life Science-」



基幹高度被ばく医療支援センターに指定。
他の高度被ばく医療支援センターを先導して日本の被ばく医療体制を強化



QSTを巡る状況の急激な変化に対応するため、**組織改革を行い「QST ver.2」へ進化。**量子生命科学領域および高度被ばく医療とQST病院への改組などを実施(千葉地区)



高度被ばく医療線量評価棟(千葉地区)



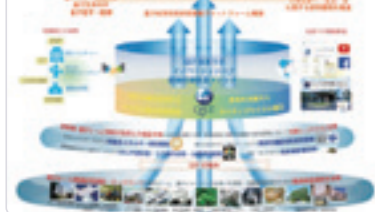
量子機能創製研究センターの新設(高崎地区)



量子メス棟(千葉地区)



量子生命科学研究所を設置。量子生命科学棟完成・落成式の実施(千葉地区)



「QST未来戦略2016」を策定。QSTが目指すべき将来ビジョンとそれに至る戦略を提示

光科学イノベーションセンター、宮城県、仙台市、東北大学、東北経済連合会と**次世代放射光施設に関する連携協力協定を締結**



JT-60SA
水素核融合実験装置(那珂地区)



次世代放射光施設整備開発センター「NanoTerasu(ナノテラス)」(仙台地区)



理事長インタビュー

調和ある 多様性を創造

～QSTの基盤づくりの7年を振り返る～



大学総長からQST理事長へ

理事長就任前の大阪大学総長時代は、教職員個人の教育・研究力はもちろんのこと、大阪大学全体の力の最大化を図れるように努力しました。次世代の人材を育てるという意味で大変やりがいがありました。大学では多様な学問を推進することが重要ですが、国立研究開発法人(国研)は国の科学技術戦略を推進するという使命があります。また様々な大型研究施設を有しており、大学や企業の研究者の連携拠点としての役割もあります。異なる研究分野の研究所が再編統合され、新しく設立された国研であるQSTの初代理事長を務めることは、大阪大学総長とはまた別の意味で大変やりがいのあることではないかと思いました。

就任時の思い出

放射線医学総合研究所(放医研)に、日本原子力研究開発機構の核融合部門と量子ビーム部門が移管統合されてQSTは生まれました。異なる研究分野、異なる文化を有する組織の統合です。外から見ると統一感がない組織でしたが、「量子科学技術を共通言語とした一つの組織として成していくのは挑戦的だな」と思いました。急なオファーでしたし、「東京へ単身赴任しなければ」という状況だったので、一瞬考えましたが、私は新しいことが好きであり、ゼロから立ち上げるのが好きなので、すぐに「やります!」という返事をしたことを思い出します。

QSTの基盤となった「調和ある多様性の創造」

どんな組織でも、「理念」と「志」、そしてそれを実現するための長期的観点からの「戦略」と具体的な「戦術」が必要です。この四つが揃って初めて組織は動き、良くなっていきます。理念が立派でも、あるいは、志だけでもダメです。例えば、「世界一になる」という志があったとします。「何のために世界一になるのか?」という理念が大事なのです。理念と志を実現するためには「戦略」や「戦術」が必要です。これらがなければ理念も志も絵に描いたもちです。そこで、二つの生い立ちが異なる組織をまとめるために、『量子科学技術による「調和ある多様性の創造」により平和で心豊かな人類社会の発展に貢献する』という理念と「名実ともに我が国の量子科学技術の中心的拠点」という志を策定しました。

「調和ある多様性の創造」の先にあるもの

多様性というのは、人類社会において非常に重要です。なぜかといえば、多様な考え方や物の見方があるからイノベーションは起こり、人類も発展できたのです。また多様性があるからこそ、心豊かな人生も送れるのです。人類の歴史というのは、多様性が故の発展と、多様性が故の対立・戦争の歴史です。今、ウクライナ戦争が起きていますが、今に限らず昔から繰り返されていることです。私が気づいたのは、「言葉が通じなくても、宗教が異なってもスポーツや芸術という“共通言語”で語り合える」ということです。多様性の壁があっても、共通言語によって壁を乗り越えられる。言葉は分からなくてもいいのです。それでも通じ合うことはできますから。そこで、学問や科学技術も、人類の共通言語であるという観点に立って考えてほしいと思いました。学問の分野の壁、多様性の壁を乗り越えて、共通言語を用いて調和し、学問の発展に尽くす。「量子科学技術」は世界の共通言語でもあるし、QSTの中でも共通言語です。量子科学技術を介して、壁を乗り越え、調和ある多様性を創造すること

は、量子科学技術そのものの発展に貢献することになります。さらに、世界の多様な人々と量子科学技術を介して異文化理解、異文化尊重を育むことで、その先に「平和で心豊かな人類社会の発展」に貢献することが見えてくる、このような考えがあって、理事長就任時に「調和ある多様性の創造」を「理念」にすると決めたのです。QSTが国の責任機関として推進しているITER国際熱核融合炉計画は、世界7極35カ国が目の前に対立／壁を乗り越えて、重水素と三重水素の水素核融合エネルギーという人類共通言語を介して連携して推進しているもので、まさにQSTの理念を象徴するプロジェクトです。

戦略、戦術として行った「量子生命科学」と「量子メス」

理念と志を定め、それを実現するための戦略「未来戦略2016」を作り、その下で具体的な様々な戦術を作りました。理事長ファンドを作り、萌芽的な研究や異分野融合となるような研究プロジェクトを募集し、「QST国際リサーチイニシアチブ」を創り、海外の人たちとの共同研究を推進しました。さらに、私がトップダウン的に真っ先に手掛けたのは「量子生命科学」と「量子メス」です。

過去70年間で分子生物学は花開き、現在はまさに分子生物学の時代です。ゲノム解析によりヒトの全ゲノム構造が判明し、人類は生命を構築する部品の設計図を手に入れました。自動車は分解しても、部品を再構築すれば走らせることができますが、人類は大腸菌ですら再構築できません。「ここに分子生物学の限界があるのでは」と考えました。生命を量子力学／量子論の観点から研究すれば人類究極の謎である「生命とはなにか?」に迫れるのではないかと考えたのです。あるいは最新の量子科学技術に基づいた測定機器を用いて生命現象を解析すれば、今まで見たことのない現象が発見されるかもしれないと考えました。QSTにある理工学系の研究分野、すなわち量子ビーム部門と放医研の医学・生物学研究を融合しようと考えました。QSTが真に融合された研究所に脱皮するために大きな力にもなると考えました。そしてQST内の研究者はもちろんのこと、日本はもとより世界中の研究者と連携するために研究会(後に学会組織へ改組)や、国際シンポジウムを開催しました。そして2019年に「量子生命科学領域」を新設し、これを発展的に改組して2021年には量子生命科学研究所を創設しました。2022年には新しい研究棟が完成し、日本はもとより世界の量子生命科学の拠点へと発展しつつあります。

もう一つのプロジェクトが「量子メス」です。1992年にQSTの前身である放医研が世界で初めて重粒子線によるがん治療装置の開発に成功しました。その後四半世紀にわたる臨床研究や1万

思い出 Memories

QST国際シンポジウム (2019年12月)

第3回QST国際シンポジウムは特に思い出深く、第1回に続き2回目となる「量子生命科学」をテーマとして奈良の能楽堂(奈良春日野国際フォーラム)で海外の量子生命科学者を集めて開催しました。



人以上のがん患者さんの治療を行ってきた結果、現在では前立腺がんや膵臓がんなど様々ながんに対する重粒子線治療が保険適用されるに至りました。しかし、重粒子線治療装置は巨大ゆえに普及が鈍く、世界に広めるためには小型化とさらなる高性能化をする必要がありました。「がん死ゼロ健康長寿社会」というコンセプトを基に、次世代の重粒子線がん治療装置である「量子メス」開発計画を策定し、2016年12月には企業トップと包括提携を結びました。名前に「量子」を入れたのは、「量子」をブランディング（戦略）として全面に出したかったからです。

装置の小型化は、放医研だけではできません。核融合部門の超電導技術を使ってシンクロトロンを小さくする。あるいは、量子ビーム部門のレーザー科学の技術を使ってレーザー加速を取り入れて、さらに小さくする。放医研の臨床研究から発想されたマルチイオン照射、すなわち炭素イオンに加えて酸素イオンやヘリウムイオンをがん照射することにより、治療効果を格段に高くするというものです。まさに、量子生命科学と同じく、部門や分野の多様性の壁を乗り越えたのが、「量子メス」です。非常に分かりやすいですね。

「調和ある多様性の創造」とは何かを目に見える形、異分野を融合する具体的な目標として「量子生命科学」と「量子メス」の開発という非常にシンボリックな研究目標を掲げました。様々な難題や困難はありましたが、QSTのメンバーの理解と努力があり順調に進展したと思います。

「量子」というブランド戦略

「量子」をブランディング戦略の全面に出しました。国の量子技術イノベーション拠点の一つ、量子生命科学の研究拠点到我々が指定されました。高崎研も「量子機能創製拠点」に指定されましたから、二つの指定を国から得たわけです。次は、量子光学研究としてのレーザーの拠点ができれば良いと思っています。

「量子」という言葉を全面的に出して、各部門の名前の頭に「量子」をつけました。例えば「核融合部門」も「量子エネルギー部門」に変更しました。最初は、「名前だけ変えて中身は変わらないのに…」と言われたこともあります。「理事長が勝手に言っている」と思っている人もいます。それでも、「理事長がああ言うのだったら、私もやってみよう」と思い行動する人が組織の中で一人でも増えることが大事なのです。やはり現状維持の方が気楽ですから、変えることに抵抗はあります。それに加えて、変えるには相当のエネルギーも要ります。理念にしても考え方にしても、とにかく私が在任中に努めてきたことは「言い続ける」ことです。年頭挨拶やQST内ホームページで「理事長つぶやき」として340回以上つぶやくなど、

いろんな場面で理念や志、思っていることを言い続けてきました。

「量子」が部門の頭に付いていることは非常に大事で、「量子」という言葉がQST以外の人たちに浸透し、QSTの皆さんの意識にも浸透していくのです。浸透すれば、研究開発も「量子」という方向に向かって動いていきます。私としてはこの第1期でQSTの「基盤」はできたと思っています。第2期は、「成果」を創り出す非常に大事な時期に来ていると思います。世界レベルでブレイクするような成果を出してほしいと思っていますし、必ずできる組織だと思います。

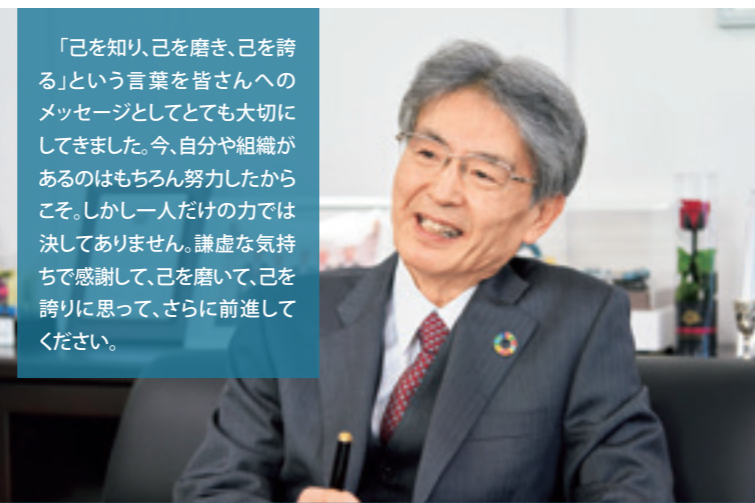
「夢は叶えるためにある」

4月から新しい理事長が来て体制が変わっても、今取り組んでいることを継続してほしいと思います。「継続は力」です。「去年今年貫く棒の如きもの」という高浜虚子の歌があります。大晦日から年が明けて除夜の鐘が鳴ったら何もかもがひっくり返る訳ではなくて、貫くものがある、連続性の中で気分を一新してまた新しく成長していくという内容です。理念と志を貫いて着実に実施していただきたいと思っています。「調和ある多様性」は変わらぬ理念として大切に、個々のことは工夫して取り組んでいただいて、新しい目標を作ってほしいと思います。

「夢は叶えるためにある」といつも言っていますが、「その人にとって、その組織にとって実現することが難しい」のが夢であり大きな目標なのです。「私には関係がない」と思えば永久に「夢」なのです。その夢や大きな目標に向かって目の前の小さな山、小さなことでもいいから取り組む。実現を妨げる問題があれば、「夢を叶えるためには、この問題をどう解決しよう…」と考えながら、一つ一つ「目の前の山を登りきり」ながら夢に向かっていく。その過程が、その姿勢が人生を豊かにしてくれます。組織を活性化してくれます。

「夢は叶えるためにある」

ぜひ、あきらめずに夢を追い求めてください。



「己を知り、己を磨き、己を誇る」という言葉を皆さんへのメッセージとしてとても大切にしてきました。今、自分や組織があるのももちろん努力したからこそ。しかし一人だけの力では決してありません。謙虚な気持ちで感謝して、己を磨いて、己を誇りに思って、さらに前進してください。



故・Bigot先生と

初めての単身赴任

家内は1週間くらい来ては、たくさんの料理を作り、冷凍庫に入れていく。私は、手作りの冷凍食品を電子レンジでチンして食べるという(笑)。感謝しています。



寄稿

7年間を振り返って

理事

茅野 政道
ちの まさみち

「井の中の蛙、大海を渡る」。

第1期中長期計画期間のQSTを振り返ってドラマ風にタイトルをつけるとすれば、こんな感じでしょうか。7年前、かなりの人は、組織統合により新法人になっても、実際にはこれまでと同じ業務を粛々とやっていくのだらうと、なんとなく想像していたと思います。そこに、「夢は叶えるためにある」を旗印に新しいリーダーが登場。新大陸を目指して先頭切って大海を泳ぎ始め、それを古巣の浜辺で眺めていた人たちも「量子の大波」にさらわれて、気が付いたら島影は遥か彼方。もう後戻りはできないし、さて新大陸まで渡り切ることができるのか…このあたりでシーズン1が終了しました。

7年間、あつという間でしたが、発足時には影も形もなかった「量子生命拠点」や「量子機能創製拠点」、「量子メス」、「基幹高度被ばく医療支援センター」そして「NanoTerasu」など、量子の海を渡り切るために必要な支援船も出現してきました。これらは量子技術関連の施策や予算措置等で多大なご支援を頂いた文部科学省、統合前からの国研としての役割も果たせるようご支援頂いた原子力規制委員会・規制庁、NanoTerasuの整備を共に進めている官民地域パートナーシップの皆様をはじめ、QSTを応援して下さる産学官の本当に多くの方々のお力添えによるものであり、あらためて心より感謝申し上げる次第です。

さて、職員の皆さん、この4月からシーズン2が始まります。見せ場は、見事に量子技術の新大陸まで泳ぎ切って、自分たちの新たな居場所を作ることができるかどうかです。泳ぎの苦手な人は堂々と助けを求め、得意な人は積極的に手を差し伸べて、是非、皆さんで助け合いながら前に進んでほしいと思っています。主役は研究系、技術系、事務系を問わず職員全員であり、一人ひとりの力を結集してQSTのシーズン3につなげましょう。

最後に、P. F.ドラッガーの名言を皆さんに贈ります。

“One cannot manage change. One can only be ahead of it.”

(変化はコントロールできない。できることは、その先頭に立つことだけである。)

ITER

ITERの建設サイトへ行って感激したことは、世界7極の旗がなびいているのを見たことです。まさに調和ある多様性の創造、水素核融合という共通言語で壁を乗り越えている。「これは素晴らしいな」と。ITERに関するQSTの理事長をすることは非常に誇らしいことでしたし、QSTの理念のシンボルだとも思いました。

人類のエネルギー政策、地球温暖化など様々な社会課題を解決することに貢献し、その中核をQSTが担っているということは素晴らしいし、誇るべきことです。



寄稿

7年間を振り返って

理事

星野 利彦
ほしの としひこ

寄稿

7年間を振り返って

理事

鈴木 正隆
すずき まさたか

「量子科学技術の時代」を拓く主役達へ

2022年度は、QSTが発足して最初の中長期計画期間の締めくくりの年でした。初代理事長として就任された平野俊夫先生が、発足の由来や歴史、組織文化が異なる研究開発法人を統合する基本理念として『量子科学技術による「調和ある多様性の創造」により、平和で心豊かな人類社会の発展に貢献すること』を掲げられ、この理念のもと『QST未来戦略2016』が示され、足し算ではなく、掛け算でQSTは成長しました。私は皆さんと一緒に働いて1年ほどの短い期間でしかありませんが、第1期中長期計画の集大成の年にいられたことを、とても幸運に思っています。

20世紀は「物理学の時代」、21世紀は「生命科学の時代」と形容されるのを科学論説などで、しばしば見かけます。そして近い将来は「量子科学技術の時代」と形容される時代になるかも知れません。実際、昨今は量子という言葉に接しない日はないように感じています。QSTは法律で「量子科学技術」が規定される我が国唯一の存在であり、時代の寵児とも言える研究開発機関です。第1期中長期計画が数回に及んで加筆されたのは、QSTが拓く未来への期待の証と言えます。第2期中長期計画では、これまで以上に、体制(人材)・環境(インフラと制度)・資金(研究活動力)を充実させ、次なる方向性として定めた『QST未来戦略2022』を具現化していくことになります。私の役割は、その縁の下の力持ちを務め上げることです。研究を支え

側の立場で30年余り歩んできましたが、QSTを職業人生の集大成の場にする決意です。

私には学生時代から思い描いている夢があります。それは日本国憲法前文に「国際社会において、名誉ある地位を占めたい」と高らかに宣言されているとおり、日本から世界に向けて^{ひろく}科学技術の光を照らすことで、この国が国際社会から頼りにされる栄誉に浴する、そんな国を創ることに貢献することです。未来を拓く量子科学技術を支える立場に立ち、「調和ある多様性の創造」というQSTの基本理念に触れたとき、私は、夢を叶えられる最高のフィールドにいることを実感し、心が震えました。

QSTの基本理念の実現に向け、『QST未来戦略2022』を達成するには、それぞれのポジション、それぞれのペースで力を合わせていくことが不可欠です。自分らしさを大切にしながら、多様な個性を認め合い、お互いを尊重し合い、一人ひとりが「量子科学技術の時代」を拓く主役を務める誇りを持って、共に歩んでいきましょう。

QST発足7年に寄せて

QSTが発足して、今年の3月末で7年が経過し、第1期中長期計画期間が終了する。この間の出来事に思いを馳せる。

QST発足と同時に、千葉地区にての勤務となり、それから7年。第1期中長期計画期間を通じて千葉地区にて勤務し、人事、財務、総務等、多くの新たな業務、出来事を経験することができた。新たに発足したQSTの職員となった全職員にとって、それぞれこの7年間を振り返ってみてほしい。業務内容、業務に対する姿勢、新たな人間関係の形成など大きな変貌を遂げていることに気づくのではないだろうか。私にとって、業務上の経験だけでなく、多くの人と出会ったことは非常に大きな出来事であった。

量子生命拠点、量子機能創製拠点への指定や基幹高度被ばく医療支援センターへの指定など今後のQSTにとって重要な業務を担う礎が築かれたが、中でも、物理的にも新たな拠点を形成することとなったNanoTerasuの実施機関に指定されたことは大きな出来事であった。今後、独立した拠点として、成果を生み出すことは勿論であるが、重要なのは、地元に着目し、溶け込んで、QSTのNanoTerasuとしての拠点形成を進めていくことであろう。そのため、第2期に始まる運営期以降、地元住民、地元企業との共存を視野に入れた運営が必要である。NanoTerasuの整備に関連して策定された特定年俸制は、今後、人件費の逼迫が想定される状況の中、有用な制度となることが期待される。大いに活用してほしい。

概念設計活動、工学設計活動を経て建設段階に進んできた「ITER」プロジェクトは、日米核融合協力や3大トカマク協力、イントールの設計活動を行っていた時点で、このように進展するとは想像もしていなかった。この壮大なプロジェクトも今後が楽しみである。

世の中が高齢社会に移行するに伴い、おのずと世間の関心事となるものが、「がん」と「認知症」である。注意を向けなくとも報道等において目にし、耳にすることも多くなってきた。そうした観点で、がん死ゼロ、認知症ゼロへの取り組みが今後ますます重要になる。がん、認知症ともに、早期発見のための診断技術の開発、治療薬の開発、治療技術の開発に一層取り組んでほしい。特に、がん治療については、重粒子線治療や標的アイトープ治療に加えて、今般決定がなされた量子メスプロジェクトの更なる技術開発に取り組み、早期実用化に期待したい。

新型コロナウイルス感染症対策を契機として、新たな働き方の見直しや情報基盤5か年計画が展開されることとなった。これもまた実効のあるものとして、実施してほしい。

さて、第1期中長期計画期間の締めくくりとしては、7年間の見込み評価が無事終了したが、気を抜くことなく最後まで成果創出に努めてほしい。最後に決算が残る。今年は特に6月末までに承認を得ることが必要であり、無事、終了させたい。

QSTの若手職員5名に聞きました!

私たちのQST

働く職員の多様さもQSTの魅力の一つです。
日本各地にある研究拠点から5人の若手職員が
代表してQSTについて語りました。

那珂研究所



関西研
放射光科学
研究センター



QST病院



次世代
放射光施設
整備開発
センター



■ 研究機関にある病院らしく、研修も充実。しかも、働きやすい!

QST病院の印象

知り合いの紹介もあり、放射線単科という独特の病院だったのと、自宅から近かったのが理由で働いてみようと思いました。その前は、2つの総合病院で主に内科で経験を積んできました。リニアク治療*もある総合病院でしたが、放射線単科は初めてでした。

前職でリニアク治療の急性期の副作用としてよく見られる皮膚炎に悩まされる多くの患者さんを診てきました。それと比較してみると重粒子線治療を行った患者さんは、頭頸部の方を除いてほとんど副作用がなく退院されていく患者さんを目の当たりにして、まさに「切らずに治すがん

治療」としてQOLを低下させることなく受け入れられる治療だと実感しました。

QST病院でよかったこと

前の2つの総合病院と比較すると働きやすいですね。残業もあまりないですし、コミュニケーションがよく取れる職場環境で、看護師同士も仲が良かったためでしょうか雰囲気が良いので、患者さんから「この看護師さんはとても優しい」と言ってくることが多いです。退職する方が少ないのも特徴です。

仕事の目標

治療に来た患者さんが、「ここで治

療してよかった」と思ってもらえるように、患者さんと信頼関係を築きながら、最新医療を提供していきたいです。

育休・産休を経て職場復帰し、今はリーダー職も任せていただいています。しっかりとした研修体制があり、ウェブ研修を利用できるので仕事と子育てとの両立に助かっています。知識をより深めて、スキルアップしていきたいです。

*「リニアク」放射線を使用して、主にがんなどの治療をする機器。副作用として皮膚炎などを引き起こす場合があります。



量子生命・医学部門
QST病院
新田 めぐみ 看護師

■ 世界で注目される最先端研究ができる研究機関

研究内容

那珂研では、「JT-60SA」という世界最大のトカマク装置を今建設しています。核融合において、発電しようと思うとプラズマを長時間、高性能(温度や密度が高い状態)に維持する必要があります。これを達成するためのプラズマ制御のロジック、アルゴリズムに関わる研究をしています。少なくとも日本においては、このような研究を行える研究所はQSTしかありません。米国の研究所でポストクカQSTか迷いましたが、世界の人たちが注目するような研究を

しようと思いつきました。

研究の目標

私たちが開発したプラズマ制御ロジックが「JT-60SA」で動くのを見るのが第一の目標です。その上で、3~4年後には、「自分の研究成果はこれだ」というような研究成果の集大成となるような結果が出せるといいですね。私の存在は小さいですけども、小さいなりに何か自分が満足いくところまでできればいいかなと思います。

QSTでよかったこと

QSTは、医療系から加速器、核融合まで、幅広い分野の研究をカバーしています。核融合に関する分野の一流研究者に会う機会も多いのですが、他分野で素晴らしい研究成果をあげている研究者と所内で交流できるのは良いところの一つです。分野は違いつつも、量子という共通項もあり、自分の研究の幅や視点を広げることにつながります。他の研究機関ではできないことかもしれません。

量子エネルギー部門那珂研究所
先進プラズマ研究部
先進プラズマ統合解析グループ
井上 静雄 主任研究員



■ キャリアアップのための転勤もあり!女性が活躍できる。

仕事内容

最初の配属は本部の総務部で、次にイノベーションセンターへ異動し、学生の人材育成制度に関する事業や研究協力協定の事務に関わりました。一昨年の7月に仙台に異動し、人事、労務管理、厚生、宿舍手配などの庶務の業務を千葉本部と連携をとりながら担当しています。次世代センター職員の居室は、NanoTerasuではなく、東北大学工学研究科の総合研究棟の一室にあります。私と同じように播磨や東京から異動で来た職員が多いので、速やかにサポートや

サービスが受けられるように最善を尽くしています。

やりがい

大学では農学を勉強し、大学院に進むかどうか迷ったのですが、「研究者の支援を行う仕事」という内容に興味を持ち、採用試験を受けました。数年ごとに人事異動があるので、異動のたびに新しい仕事を覚えるのに一生懸命ですが知識もつき、自分の裁量で仕事を進めることができるのでやりがいはあります。仙台では研究者や技術者の方と話す機会が多

く、支援を行う仕事のイメージに近づいたと思います。

QSTでよかったこと

仙台という新しい拠点が立ち上がる過程に関われたことは、とても良い経験ができたと思っています。厚生面では、夏休みを決められた期間内に取得すれば良いので、空いた時に趣味の登山に行きます。ワーク・ライフ・バランスも良いと思います。



量子ビーム科学部門
次世代放射光施設整備開発センター
管理部庶務課
椎野 紘子

■ 研究者を支えながら、自分自身も研究に挑戦できる!

仕事内容

私がいるのは兵庫県・播磨にある「Spring-8」という施設です。「ビームライン」という非常に速く加速された電子から放射される光(X線など)を用いる実験設備の設備自体の保守管理とそれらの業務の自動化に取り組んでいます。また、ユーザーがビームラインで新しく実験を立ち上げる際に、設計やシミュレーション、解析などのサポートも業務としています。

学生の頃はユーザーでしたが、今は提供する側です。「どうしたらより良くなるか」という視点に切り替えて

業務にあたっています。

やりがい

研究者とタッグを組んで、新しい研究テーマを出し合ったりもします。研究者はすごいアイデア、面白いアイデアを持っていますが、実証できないとなかなか成果として認められにくいので、私は具体的に実現させるためのシミュレーションや設計のアイデアを提案します。狙った実験結果を出せた時は、大いにやりがいを感じます。また、研究者からもらう感謝の言葉と信頼は非常にうれしく、モチベーションも上がります。

QSTでよかったこと

放射光実験の手法開発のような研究活動も含めて挑戦的に行くとやらせてもらえる環境です。



ビームラインで点検をする様子

量子ビーム科学部門
関西研放射光科学研究センター
装置・運転管理室
菅原 健人 技術員



■ ハイレベルな仕事に関われるので自分も高められる!

仕事内容

QSTは7年間の単位で「中長期計画」を立てて、それに則って研究などを進めます。私のいる部署では、「中長期計画」の取りまとめや、計画終了時には「評価」を行います。

「中長期計画」の見直し時期には、国が定める目標を踏まえ、QSTも次の「中長期計画」の骨子等を検討することとなりますが、これに係る国との折衝が数カ月間は続きます。計画にせよ評価にせよ醍醐味はありますが、国とのやりとりなので、大変さもありません。

やりがい

「中長期計画」は機構のホームページなどにも公開されます。自分が関わった結果が世の中に公開されることで、自分の仕事が明確になるので、やりがいを感じます。

QSTでよかったこと

大学卒業後、2年間教職に就き、その後QSTに入りましたが、社会のためにハイレベルな研究が行われていることを知って焦りました。上司も切れ者揃いだったことに影響を受け「自分もスキルを高めてQSTを通じて社会に貢献できる人材になりたい」と部署

を異動するたびに、業務に必要な資格を取得しました。これまで、知的財産管理技能士や行政書士の資格などを取得しました。

ハイレベルな環境に身を置くことで、自分を磨けるので入って良かったなと思っています。



本部経営企画部
企画課
原田 俊作

情熱こそ成功の鍵



島田 義也

「研究を続けてきた原動力は好奇心だ。」は地球温暖化の気象モデルの科学者、真鍋叔郎博士の言葉。社会生物学・生物多様性の研究者Ed Wilsonも、「成功する科学者の素質は自分のテーマに情熱を持ち続けること。」という。科学者は、地獄なき土地で宝探しをするトレジャーハンターのようなものだ。宝は研究者の少ない領域に眠っている。「すでに多くの研究者から注目され、多額の研究費が注がれるジャンルはお勧めしない。流行っている研究に走らぬように」と警告する。美しい実験は、巨額な資金がなくとも工夫で編み出すことができる。例えば、パスツールが白鳥の首のフラスコを用いて、自然発生説を否定したように。また、物理学の多くの理論が、紙と鉛筆でうまれたように。

QSTには、3つの部門に専門性の異なる個性豊かな研究者が新たな創造を目指して切磋琢磨している。知の統合、即ち、物理、化学、生物、医学、数学に分かれた知識体系の間を結びつける努力が21世紀の知的生活の中核となる。シュレディンガーが、例え事実や理論の若干については不完全にしか知らなくても、また物笑いの種になる危険を冒しても諸々の事実や理論の総合をめざし、「生命とは何か」という命題に思い切って手をつけたように。

QSTのこと、そして今



田島 保英

2016年4月のQST発足以来、4年間理事を務めた。量子ビームと核融合、それに放射線医学を「量子」で括ったQSTは、放射線利用/応用の幅狭い接触を除けば、そのキメラの出自から自己定義を永続的に積み重ねていく運命にあったが、すでに永く星霜を閲した各事業のそれぞれが確固とした研究開発体制と実績を備えていたことは、救いであった。

在任中は、原子力研究所時代から馴染みのある量子ビームと核融合に加えて量子メス開発や病院の担当も経験し、事業に携わる人々の真摯な努力の分厚な蓄積を実感した。

現在、祖業の計算プログラムの開発や高速化・並列化等を通じた高度計算科学/情報科学の推進事業並びに電子計算機「富岳」の利用推進と大学・研究機関の高性能計算機の利用枠組み運営の代表機関業務を行う財団「RIST」に所属している。

高性能電算機(HPC)とそれをういた計算科学の進展は今だに継続中で、情報の高速・大量・網羅的処理はすでに社会活動の隅々に根を張っている現実がある。物質存在の究極構造の整然が、それよりも遥かに大雑把なメソ存在である「いきもの」の構造や機能・作用をいずれは全的に写し撮ってうかの勢いだが、機械論的決定論の「いきもの」に対する完ったき勝利では絶望しか残らない。

昨夏、「ウロボロスの蛇」に名を藉りて「脳」による他の臓器・器官の内在化と外部脳であるHPCと「いきもの」との関係を論じた折があった。そして狂騒の荒ぶる今などは、意識と意思、意思と行動の狭間の Δt 秒の先後などと思い巡らせ庭をうろうろしながら、詰まるところ時空の総体は「存在と非在」、「変化と無変化」に還元されるだろう、などと妄想している。

QSTに今後期待するのは、量子メスの実用化とセラノスティクスの確立による癌治療の革命、レーザー駆動加速器の実現、核燃焼プラズマの実証とトカマク型核融合原型炉の建設、そして、生命現象の量子論的解明!である。

最後に、職能家に学术界までもが席卷されてしまって久しい世の中に期待したいのは、教養の回復である。大きな権力の傍に位置して、小さな権力の分け前に与かり、その行使にかまけている裡に気が付けば教養を身に付ける機会をついぞ得ることがなかった、というのでは此の人類史は寂し過ぎる。

新たなQSTに向けて



野田 耕司

旧放医研と旧日本原子力研究開発機構の量子ビーム部門および核融合部門と統合し量子科学技術研究開発機構が誕生して、はや7年目が終えようとしています。その間、2019年度から2021年度の3年間、研究担当理事を務めました。そのとき、二つの研究機関が統合したばかりという緊張感もあり、意識的に各研究拠点間の交流を積極的に行っていたように感じました。とはいえ、この7年間は、まだ、母親のおなかのなかにいるような感じがしました。そして、これから、いよいよ、世の中に飛び出そうという重要なときになったように感じます。これまでの各研究拠点で積み上げてきた特徴ある研究をさらに発展させる一方、この7年間で育んできた、量子生命、ナノテラス、量子メスといった新たな研究を育て上げていくことが求められます。いよいよ、QSTとして新たなステップにはいって行くのだと思います。そして、そのためには、研究部門、技術部門、事務部門が一体になった、明るく楽しい職場を作ることが第一だと思います。そのうえで、組織としての研究活動はもちろんですが、一人ひとりが、研究者としての「知りたい事」や「やりたい事」を忘れずに研究に没頭できることが重要だと思います。そういった環境のなかで、これまでの研究とこれからの研究を上手に連携させ、特に学生さんをはじめとする若者たちにとって魅力的な研究機構に育って欲しいと思います。

この20年、30年の日本の研究活動は勢いを失いつつあると言われています。しかし、QSTは、そこからV字回復させ、勢いのある楽しい研究機構になってくれるものと期待しています。

QST発足の頃の思い出



中村 雅人

QSTが第2期中長期目標に向かって歩み始めるとのこと、立ち上がりに関わった者として、第1期に成果を挙げ第2期へ向け準備を整えたことに敬意を表します。

私は、QSTが発足した2016年4月から2年間理事を務めました。当初は、国立研究所だった放射線医学総合研究所に特殊法人だった日本原子力研究開発機構の一部が統合した組織を、大阪大学総長としてマネジメントをされた平野理事長がどのような研究所に形作っていくかが問題でした。

特に、研究開発の面では、文部科学省より与えられた中長期目標の達成に向けて落とし込むことが課題でした。これに対し、平野理事長のリーダーシップにより「QST未来戦略2016」を策定し、将来ビジョンとそれに至る戦略を職員に示し共有を図ったことが大きな役割を果たしたと思います。量子生命科学という新たな学問分野を切り開くというアカデミックな目標を掲げ(「分子レベルで生物学に取り組んできた分子生物学の次は、量子レベルで生物学に取り組む量子生物学の時代だ」との言葉には、ワクワクさせられました。)、さらに「量子」という切り口でQSTの研究全体を包括したことが、組織の一体感を生み出したと思います。

組織運営の面では、大学、国研、特殊法人というそれぞれの考え方・慣習などを融合し、QSTになじませるのが課題でした。理事会議運営、コンプライアンス確保、採用・調達手続きや給与手当の統一など、規程類の整備や運用に多くの議論をしました。印象に残ったことのひとつは、平野理事長によるQST病院の運営改革です。病院運営について先生方や事務部門と深い議論をされていました。もうひとつは研究現場への心配りです。QSTの研究拠点は青森県、群馬県、茨城県、千葉県、京都府と広く所在するのに対し、積極的に訪れて研究者と対話されました。象徴的な例ですが、全拠点に出向き理事会議を開催しました。

さらに、新たな展開にも積極的に取り組み、宮城県での放射光施設の建設や本部での量子生命研究所の建設に向けて準備が開始されました。

最後に、私が勤務していた本部では定期的に卓球の練習会や大会が行われ参加しました。他の研究拠点でも野球や書道などが行われていました。最近是人付き合いが薄くなりがちですが、普段からの職員のつながりは組織の土壌を豊かにすると思います。

第2期においても、組織が一体感をもって成果を生み出すことを期待しています。

QSTでの取組と飛躍への期待



板倉 康洋

私が量子科学技術研究開発機構(QST)で理事等として勤務したのは、2018年4月から2020年7月までになります。着任時は、新法人としての形はできたものの旧組織の色彩が色濃く残っており、「量子科学技術」の研究機関としての中身はこれからという状況でした。平野理事長の陣頭指揮により、改革が進められていまして、微力ながら私も貢献できたのではないかと考えています。また、QSTの当時の3つの部門については、それぞれ懸案を抱えており、多くの方々と共に仕事をさせて頂きました。

まず、量子医学・医療部門についてですが、私は学生時代には放射線生物学を専攻し、また、科学技術庁に入庁して最初に配属されたライフサイエンス課では放医研の先生方に毎週技術指導を頂くなど島田元理事をはじめ放医研の皆様とは以前からお付き合いをさせて頂いていました。同部門の緊急被ばく医療については、全国的な体制強化が求められる中、原子力規制庁から基幹高度被ばく医療センターの指定を頂くとともに、長年の懸案だったバイオアッセイ等を行う高度被ばく医療線量評価棟の新設を行うことができました。この過程では、規制庁との調整や施設予算の獲得等に多くの職員の方々に尽力頂いたことに改めて感謝いたします。また、重粒子線がん治療については、平野理事長の量子メス構想を実現すべく、QST病院改革に取り組みました。コロナ禍という予期せぬ事態もありましたが、着実に一歩を踏み出しているのではないかと思います。

次に、核融合エネルギー部門については、多額の予算の確保が課題でした。当初は関係者の足並みが揃わず苦労したところもありますが、何とかプロジェクトが停滞しないために必要な予算は確保できたと思います。また、南仏のITERの建設現場やパドパの中性子加熱装置の研究現場も訪問させて頂きました。コストも巨大ですが、原子力発電所を見慣れている私が見てもその大きさに驚かされたことを記憶しています。また、量子ビーム科学部門については、東北大学の敷地に建設中の次世代放射光施設の整備に向けて悪戦苦闘しました。もともとQSTが提案したプロジェクトではなく、文科省からの依頼によりスタートしたもので、しかも官民共同プロジェクトという複雑な枠組みであったため、文科省やパートナーの東北側との調整が困難を極めました。いよいよ来年度には完成と聞いており、今後の研究成果に期待したいと思います。

更に、部門を超えた新しい領域としてQSTの主導で「量子生命科学」が提唱されました。最近の日本の科学力の低迷の原因の一つとして新しい科学領域を創設する力が弱まっていることが挙げられていますが、この活動は良いモデルになるのではないのでしょうか。先日、この研究のインフラである量子生命棟に訪問させて頂きましたが、先端設備も整備されており、QSTの分散していた研究者が結集して研究を行える環境が整備されていると伺いました。私が現在在籍している日本原子力開発機構は、QSTと最も関係の深い法人であります。第二期中長期計画期間に向けてQSTが量子科学技術の研究開発機関として更なる飛躍を遂げることを期待するとともに、両法人の協力関係も一層深めていけたらと考えています。

QSTのQはなんのQ?



木村 直人

QSTのQはもちろんQuantum(量子)のQというのが公式なおはなし。一方で、Qといえどさまざまな単語が思い浮かぶ、というほど多くの単語があるわけではない。Question、Quality、Queen、Quiet、Quick、Quest、Quote、Quantum、Queerどれもこれも一癖ありそうな単語ばかりだ。見ているとQには不思議がいっぱい詰まっているようだ。

JAEAとNIRSが一緒になってからしばらくは、統合法人の性(文科省も例外ではなかった)であるが、それぞれの立場を守ろうとしたり、マウントを取り合ったり、あるいは自分の殻に閉じこもったり、などということもあつたらう(と推察する)。それが平野理事長の強力なリーダーシップの下で、少しずつ融合が始まり、縦割りの分野に横串がささるようになってきた。総仕上げは、すべての研究単位を「量子」でまとめあげるといふ荒業だ。これには当初、多くの職員も納得しなかったであろう。重粒子線がん治療を「量子メス」、核融合を「量子エネルギー」、果ては、「量子生命」という新しい分野まで立ち上げてしまった。

もうこうなってしまうと、学術的な定義がどうのこうの言っている場合ではない。「量子」そのものはバラバラであるが、「量子」があるからこそ様々なものが束ねられる。せっかく「量子」で束ねられたのである、いよいよ組織としても一体化してスタートを切る時期になったのではないかと。

4月からは第2期中長期計画期間が始まる。この7年間で、まさに一体化したQSTとして発信をしていく重要な時期である。「QSTといえば〇〇だね!」という評判がいただければそれはそれでいいのだが、それよりもむしろ、「QSTって次から次へと面白いことをやってくれるよね!」という「謎(Q)」な組織になってほしいな、と個人的には思う。いい意味で期待を裏切る、たくさんの「Q」を詰め込んだ日本で唯一の研究機関として。



(写真は、あそび庁長官のよしお兄さん(第11代NHK体操のお兄さん:奥左)、スケートのオリンピック勅使川原郁恵さん(奥右)と、今後のあそびの進め方について打合せしているところ)



量子生命・医学部門 研究成果発表会を開催

2023年1月29日(日)に、量子生命・医学部門研究成果発表会「“量子”と“生命・医学”の難しくない話」をオンラインで開催し、およそ230名の参加がありました。

第一部では、第1期中長期計画の7年間で得られた成果を紹介しました。また、次の7年間で「健康長寿社会」と「放射線に対してレジリエントな社会」の2つの社会の実現に向けて、これまでに得られた成果をさらに発展させる研究開発に取り組むこととお話しました。質疑応答では、時間の関係で答えきれないほど多数の質問があり、研究開発への関心や期待が高いことが感じられました。

第二部では、千葉県立千葉東高等学校と千葉市立千葉高等学校の生徒5名とQST研究者4名がパネル討論を行いました。科学コミュニケーターの中島朋さんから投げかけられた「量子技術と私たちのつながりは?」というテーマの下、高校生が行っている研究に量子技術を取り入れられるか等の議論を通じて、量子技術を知ってもらい、その技術がもたらす未来にワクワクする気持ちを抱いていただくことができました。



第二部パネル討論の様子

永岡桂子文部科学大臣がNanoTerasuを視察



QST内海センター長の案内でご視察の様子

設概況説明の後、QST次世代放射光施設整備開発センターの内海センター長の案内で、線型加速器、蓄積リング、実験ホールと順に視察され、Cバンド加速管や多極電磁石、ビームラインフロントエンドなどの機器の役割とそれらに使われている最先端技術について内海センター長から説明を受けられました。また、我が国の放射光施設として初となる実験ホールの非管理区域化への取り組みについても説明を受けられました。

ご寄附のお願い

QSTの活動をご支援ください

オンラインでもご寄附いただけます

(お問い合わせ先) 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(直通)

▶ Email:kifu@qst.go.jp

▶ URL : <https://www.qst.go.jp/site/about-qst/1311.html>



04

氷の粒で巨大な1億度のプラズマを冷やす
—世界最大の核融合実験炉に必要とされるプラズマ冷却技術の研究が進展—
ITERの運転に必要な不可欠な冷却システムの性能を左右する効果を解明



MORE INFO

QST量子エネルギー部門六ヶ所研究所の松山顕之主任研究員及び大学共同利用機関法人自然科学研究機構核融合科学研究所の坂本隆一教授らの研究グループでは、大型ヘリカル装置(LHD)¹⁾において、氷点下260度以下で凍結させた水素の氷を高温プラズマ²⁾に入射する実験を行いました。実験において、水素の氷に5パーセント程度のネオンを添加することにより、純粋な水素の氷を入射する場合に比べ、効果的にプラズマの深部まで冷却が可能となることを明らかにしました。

日本を含む国際協力により、世界最大の核融合実験炉ITERの建設がフランスで進められています。ITERでは、核融合の燃料となる水素を1億度以上の高温のプラズマの状態にしてこれを維持し、50万キロワットの核融合エネルギーを生み出す実験を行います。この実験の成功を阻む大きな課題として、プラズマを閉じ込めるために真空容器の中で生成した磁力線のカゴが崩れる「ディスラプション」³⁾と呼ばれる現象があります。ディスラプションが発生することにより高温のプラズマが真空容器の内壁に流入

してダメージを与え、実験の遂行を妨げる可能性があります。ITERの運転条件は、ディスラプションを避けるよう注意深く設計されているものの、試行錯誤の過程においては、一定数の実験でディスラプションの発生が懸念され、特別な対策が必要でした。

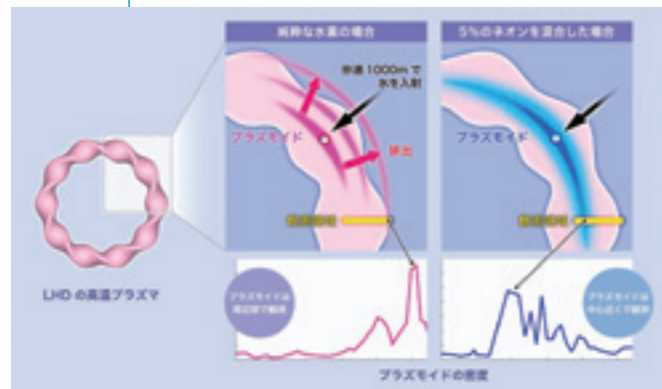
松山主任研究員は、この問題を解決する方法として、水素に微量のネオンを混合することで、氷が溶けて作られるプラズモイドの圧力を低くできることを理論計算で予測しました。ネオンは、水素に近い氷点下250度程度で氷になり、プラズモイド中で強い光を放ちます。このため、あらかじめ水素の氷にネオンを混合しておくこと、高温プラズマが氷を加熱するエネルギーの一部を光のエネルギーとして外に放出できます。これにより、プラズモイドの圧力上昇とそれによる排出を抑え、高温プラズマを深部まで冷却できると期待されます。

【研究成果の意義】

この研究成果によって、僅かなネオンを添加した水素の氷を高温プラズマに入射することで、効果的にプラズマの深部まで冷却できることが初めて示されました。ITERの強制冷却システムは2023年に設計完了を予定しており、本成果はシステムの性能向上に役立つとともに、将来の核融合炉における高温プラズマの制御法の確立にも貢献するものです。

本研究は、学術誌「Physical Review Letters」の電子版(2022年12月15日)に掲載された。

- 1) 大型ヘリカル装置(LHD) 核融合科学研究所の実験装置で、超伝導コイルを用いた世界最大級のヘリカル装置。LHDはLarge Helical Deviceの略。
- 2) プラズマ 固体、液体、気体をさらに高温にしたときに生じる第4の状態。気体を構成する原子が電子とイオンに分離して、電子とイオンが自由に運動できるようになった状態。
- 3) ディスラプション 電流の急減とともに磁力線のカゴが崩れ、高温のプラズマが真空容器の内壁に向けて放出される現象をディスラプションと呼び、定常運転を阻む最大の課題とされている。



純粋な水素と5パーセントのネオンを混合した水素の場合のプラズモイドの挙動。今回の実験では1秒間に2万回の頻度で温度と密度を計測できるシステムを用い、プラズモイドが観測領域を通過する瞬間の密度を計測し、その位置を同定することで、仮説を検証。

05

干ばつを生き抜くイネの戦略 —RIイメージング技術で初めて捉えた根の水分に対する応答—
干ばつに適応するイネの生存戦略を解明し、環境ストレスに頑健な作物生産への貢献



MORE INFO

QST量子ビーム科学部門高崎量子応用研究所プロジェクト「RIイメージング研究」の三好悠太主任研究員と河地有木プロジェクトリーダーらは、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構(以下、農研機構)作物研究部門作物デザイン開発グループの相馬史幸研究員と宇賀優作グループ長らと共同で、干ばつに見舞われたイネが水を求めて地中深くに伸ばした根に選択的に炭素栄養¹⁾を送るようになる生命活動を、映像として捉えることに世界で初めて成功しました。

根は、葉の光合成で作られた炭素栄養をエネルギー源として伸長し、土壌から水分や養分を吸収します。また、根は干ばつによる土壌環境の変化を最初に感受し対応する器官でもあります。私たちの研究プロジェクトでは、干ばつ下でも生育できる作物の「強靱さ」のメカニズムを解明し、干ばつに強い作物(特に、イネ)を開発する技術の確立を進めています。これまでの研究で、根の浅い水稻よりも根の深い陸稲は干ばつに強いことが分かっており、より干ばつに強いイネを開発するための力

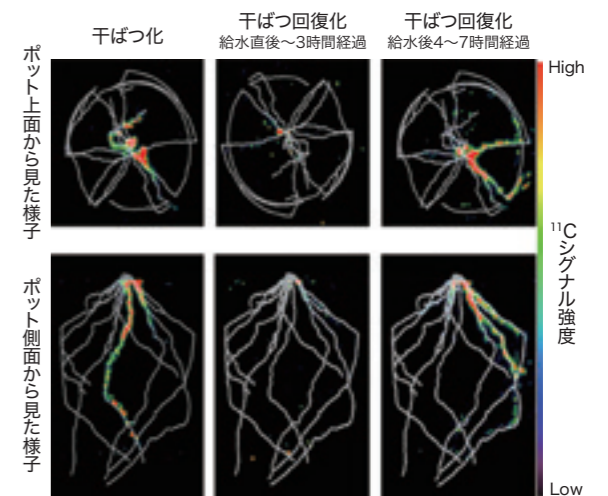
ぎは「根」にあると考えました。イネが干ばつにさらされた時、地中に存在し通常観察できない根がどのように反応し乾燥に適応するのかを明らかにすることは品種改良のための重要な情報となります。この情報を得るには、土中で複雑に発達する根の構造を解析し、炭素栄養がそれらの根の中を運ばれる様子を観察する必要があります。そこで私たちは、農研機構が所有する地中の根の構造を可視化するX線CT²⁾技術と、QSTが得意とする植物体内の元素の動きを可視化する植物ポジ

ロンイメージング技術³⁾を融合させ、新たなRIイメージング技術⁴⁾を開発しました。

【今後の展開】

本研究で開発したRIイメージング技術は、多種多様な作物が環境変化に適応するための生存戦略をより詳細に解明する上で強力なツールです。作物が持つ環境ストレスに対する生存戦略を明らかにし、今後さらに悪化する地球環境に適応した作物開発に活用され、持続的な農業及び食料供給が可能な社会の実現に貢献することが期待されます。

- 1) 炭素栄養 葉の光合成によって作られる炭素化合物のことを示す。
- 2) X線CT(X線断層撮影、X-ray computed tomography) 電磁波の一種であるX線を用い、対象の内部構造を3次元的に可視化する撮像技術。
- 3) 植物ポジロンイメージング技術 ポジロン放出核種(¹¹Cなど)で標識された物質の動きを植物が生きたままの状態から観察できる技術。
- 4) RIイメージング技術 植物体内に投与した放射性同位元素(RI: Radioisotope)の動きを可視化する技術。
- 5) OpenPET装置 QSTが開発した世界初となる開放型のpositron emission tomography(PET)装置。
- 6) 炭素11(¹¹C) 質量数11の炭素の放射性同位元素で、体内では天然に存在する炭素(¹²C)と同じ挙動をする。



X線CT装置で捉えた根の構造(白黒画像)とOpenPET⁵⁾で可視化した¹¹C⁶⁾炭素栄養の様子(RGB画像)

PRESS RELEASE

PRESS RELEASE



MORE INFO

「てんかん」の発生を時間的・空間的にピンポイントで抑える画期的な治療法を開発
—世界で初めてサルでの有効性を実証、臨床応用に向け大きく前進—

06



図1:本研究の概要図

【今後の展開】

本研究で用いた化学遺伝学技術はQSTが世界に先駆けて霊長類への応用に成功した基幹技術であり、今後は国内外の研究機関などと共同し10年以内の臨床治療応用を見据えて研究を進めていく予定です。

本研究は、日本医療研究開発機構(AMED)「脳とこころの研究推進プログラム(戦略的国際脳科学研究推進プログラム、国際脳)」・「脳科学研究戦略推進プログラム、脳プロ」並びにJSPS科研費における成果を一部活用したもので「Nature Communications」のオンライン版(2023年2月28日)に掲載されました。

- 1) 化学遺伝学(chemogenetics) 遺伝子変異等によって作られた人工受容体と、体内に存在する受容体には作用しない人工の作動薬の組み合わせによって神経活動を操作する研究手法。
- 2) てんかん てんかんは、突然意識を失って反応がなくなるなどの「てんかん発作」を繰り返し起こす病気で患者数も100人に1人と、誰もがかかる可能性のあるありふれた病気のひとつ。詳細は厚生労働省HP(https://www.mhlw.go.jp/kokoro/know/disease_epilepsy.html)参照。
- 3) オンデマンド治療 症状が出そう、あるいは出たときのみ薬を使い症状を抑えるという治療方法。
- 4) 人工受容体 本来体内に存在する受容体(内因性受容体)に遺伝子変異を入れることにより作られた、人工の受容体。
- 5) 一次運動野 左右の脳の比較的前方にある領域で、反対側の手足などの随意運動の発現に関わり、運動指令を出力する。
- 6) デスクロクロザピン(Deschloroclozapine、略称DCZ) 人工受容体を作動させる、QSTが独自開発した人工薬剤の名称。詳細は2020年QSTプレスリリース(https://www.qst.go.jp/site/press/42113.html)参照。



01

第6回QST国際シンポジウムを開催しました

2022年11月14日(月)～15日(火)に第6回QST国際シンポジウムを開催し、多数の方に会場及びオンラインからの参加・視聴をいただきました。

QSTを国の主体とする官民地域パートナーシップ(地域側パートナー:光科学イノベーションセンター(代表機関)、東北大学、宮城県、仙台市、東北経済連合会)の枠組みにより、3GeV高輝度放射光施設(NanoTerasu)の2024年度の本格運用開始に向けた整備を進めています。

本シンポジウムでは、完成が間近に迫るNanoTerasuの海外の同等施設に対する優位性を国内外に向けて広くアピールするとともに、イノベーション創出に向けた利用研究について広く意見・情報交換を行うことができ、多様な研究分野におけるユーザーの開拓・拡幅と革新的成果の早期創出に繋がる結果であったと考えております。

1日目の基調講演では、量子ビーム利用推進小委員会の委員長でもある高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所の小杉信博所長から「放射光施設と科学の展望」と題するご講演をいただき、さらに、「NanoTerasuの概要」のセッションでは、次世代放射光施設整備開発センターの内海センター長と加速器グループの西森リーダーから、プロジェクトの経緯や進捗状況に加え、コンパクトさと世界トップクラスの性能を兼ね備えたNanoTerasuの特徴やその優位性についての報告を行いました。

2日目には「RIXSビームラインと利用研究」、「ARPESビームラインと利用研究」、「XMCDDビームラインと利用研究」、「コアリションビームラインでのイメージング利用」に関するセッションを設け、招待講演を含めて16件の口頭発表が行われました。各講演に対して、会場及びオンライン参加者から多くの質問、コメントが寄せられ、NanoTerasuとその期待される利用研究について活発な議論も行われました。



TOPICS

核融合炉用3周波数ジャイロトロンを世界で初めて開発
—核融合原型炉の実現に貢献—

核融合原型炉の実現に不可欠なジャイロトロンの複数周波数化に道筋

03

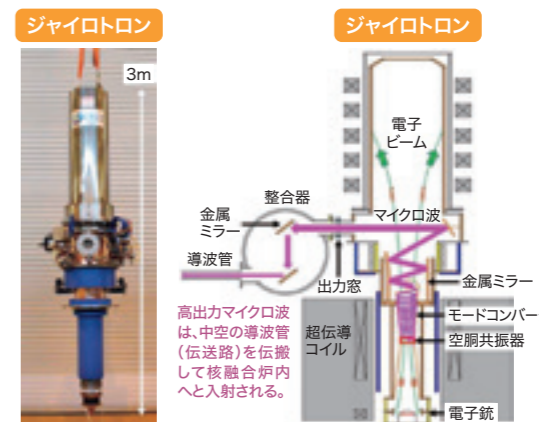
QSTとキヤノン電子管デバイス株式会社(以下、CETD)は、約1メガワット(100万ワット)の高出力マイクロ波を3つの周波数で発生し、かつ連続動作が可能な核融合プラズマ加熱装置「ジャイロトロン」¹⁾の開発に成功しました。

QSTとCETDは、これまで核融合実験炉ITER²⁾やQSTの核融合実験装置JT-60SAなどに設置するジャイロトロンの大型真空管の研究開発を行ってきました。ジャイロトロンは、内部に発生させた強磁場中で回転する電子の運動エネルギーからマイクロ波を発生させる装置です。従来、その設計は1つの周波数で高出力・連続動作させるように最適化されていたことから、プラズマの加熱も限定された条件下でのみ実施されていました。プラズマを加熱する条件をより広げるためには、発生させるマイクロ波の周波数を複数選択できるジャイロトロンが必要となります。しかしながら、複数の周波数のマイクロ波を発生させると、最適化した周波数では高性能が得られても、その他の周波数のマイクロ波が、マイクロ波を核融合装置に伝搬する導波管の入口で散乱されてしまうことが課題でした。今回開発したジャイロトロンは、モードコンバータと呼ばれるマイクロ波を整形する機器の改良に加え、そのモードコンバータとモードコンバータから出たマイクロ波を伝搬する金属ミラーとを総合的に、導波管内部のマイクロ波形状に合わせて整形するように改良しました。これにより、170ギガヘルツ及び137ギガヘルツに加えて、104ギガヘルツの3つ全ての周波数において散乱を抑えることに成功しました。このようにして、ITER用ジャイロトロンと同等の約1メガワットという高出力かつ300秒間の連続動作を、1本のジャイロトロンでは従来不可能であった3つの周波数を世界で初めて実現しました。

【研究の成果】

この成果は、3周波数以上の多周波数ジャイロトロンの開発に道筋をつけるものです。核融合炉では様々な位置での加熱が必要となるため、さらに多くの周波数でマイクロ波を発生できるジャイロトロンが必要であり、今回の成果は最初に発電を行う核融合原型炉用ジャイロトロン開発の第一歩です。日本はジャイロトロン開発で世界をリードしてきており、民間企業の核融合炉開発への参画が活性化している現在、我が国の核融合産業の競争力を具現化した成果です。

- 1) **ジャイロトロン** 磁場に巻き付いた電子の回転運動をエネルギー源として、高出力のマイクロ波を発生させる大型の電子管。
- 2) **核融合実験炉ITER** 世界7極35カ国の国際協力により、実験炉の建設・運転を通じて核融合エネルギーの科学的・技術的実現可能性を実証するITER計画を推進している。



ジャイロトロン

ジャイロトロンシステムの概要



MORE INFO

PRESS RELEASE

02

ITER機構の副機構長に就任する那珂研究所・鎌田副所長インタビュー



ITER計画は、核融合エネルギーを科学的・技術的に実証するという一つの目標に向かって、世界の7極、30カ国以上が協力し、地球上に太陽を作る大型国際プロジェクトです。ITER機構はそのプロジェクト実施のための国際機関で、7極それぞれの国内機関と連携して活動しています。ITER機構の副機構長(科学技術担当)に3月15日に就任する那珂研究所の鎌田副所長にお話を伺いました。

— ITER機構副機構長へのご就任おめでとうございます。任命のお話を聞いてどんな気持ちですか。

とても光栄であります。核融合エネルギーの実現を目指すことは同じでも、それぞれ違う立場や考え方を持つ7極を一つのチームとしてまとめていかなければいけない難しさや責任を感じ、身が引き締まる思いです。

— ITER機構の課題をどのように解決していきますか。

まず一番大切なのは会話の数を増やすことだと思います。ITER機構は30カ国以上の国の人々が働く機関であり、それぞれ違う立

場や様々な思惑を持ち、優先順位のつけ方も違います。互いにコミュニケーションをとり信頼関係を構築し、いつでもきちんと会話をして正直に状況を話し合えることが、プロジェクトを進めていく上で必要不可欠なことです。ITER機構のメンバーを一つのチームとしてまとめること、チームメイトを信じるのが、自分に求められる役割の一つであると考えています。一方で技術的な面は、専門家が集まっているので心配していません。副機構長としてパラパス機構長を助けて、建設、工学、科学について、インテグレーション、とりまとめをして、各極と信頼関係を作りながら進めていきます。

— 那珂研究所でも研究が進められている核融合ですが、最近核融合業界には注目が集まってきているところですね。

有難いことに、多くの研究者・技術者の方々のこれまでの努力がより多くの方々に認められ、核融合のお話をできる機会が増えてきています。研究に対しても広報に対しても、より一層真摯に対応する必要があると思います。

— 核融合への期待が高まる中で、安全性を危惧する声も上がっています。核融合をあまり知らない一般の方に、どのようなことを伝えられると良いでしょうか。

核融合の「核」という危ない印象を持つ方もいると思いますが、核融合炉は暴走しないということをまずお伝えしたいです。また燃料は無尽蔵にあり、世界中の誰もがアクセスできるものです。しかし低レベルですが放射性物質が出ますので、管理をしっかりする必要があります。広報活動では、核融合を身近に感じていただくことが大切なので、映像やSNSの力を借りて発信を増やしていくと思います。研究者は(自分も含めて)言葉の選び方に気を付けて、たとえ話など分かりやすい表現で発信することを心掛けていくことが大切です。



— これまで勤務されてきた那珂研究所への想いをお願いします。

限られた人員でとても大きな責任を果たしていくので、大変なことも多いと思いますが、ただ厳しいことだと捉えずに、世界中に誇れるすごいことをしているという気持ちを持って仕事を進めて欲しい。個人でできることは限られているので、グループでも那珂研究所でもITERでも核融合を志すチームであるので、その中でお互いに貢献できることを探し、尊敬あいながら頑張っていってください。

INTERVIEW



写真左から：長澤課長、山崎技術員、清藤一主幹技術員

SPECIAL FEATURE

2

古くても新しい。技術者たちの創意工夫

高崎量子応用研究所
放射線高度利用施設部

1964年「コバルト
捉えた加速器やイ
研究所 放射線高

ト60第1照射棟」の運転開始以来、安全かつ安定な装置の運転と維持・管理、時代のニーズを的確に
オンビーム応用技術の開発に技術者魂で創意工夫を重ねてきた技術者たちがいます。高崎量子応用
度利用施設部の創意工夫を4人の技術者の仕事ぶりからご紹介します。



写真左から：高野圭介運転員、倉島課長、石坂知久主任技術員

照射施設管理課

コバルト60照射施設
1号加速器

電子線照射施設と⁶⁰Coガンマ線照射施設は外部ユーザーの利用がとて多い施設です。安心安全に照射実験をしていただくために、新型コロナウイルス感染症拡大による自粛期に、体温測定や手指の消毒にいち早く取り組みました。私もユーザーでしたので少しでも停滞させずに研究開発の進歩に貢献できればと思っていました。

照射施設管理課
長澤 尚胤 課長

緻密で大胆な施設管理計画

私が今の立場になって取り組んだことは、「修理の優先順位づけ」です。この施設の性質上、老朽化や腐食が原因でマシントラブルが起きやすい。そこで、照射装置や施設などの「寿命予測」に基づいた修理計画を作成し、なるべくマシンを止めない修理の仕組みづくりに取り組んでいます。

腐食に関連して、施設構造体の放射線劣化や損傷に関する管理技術の開発にも大学との共同研究で取り組んでおり、研究成果は腐食学会などで発表しています。この管理技術は放射線を扱う他の施設の管理に役立つことにもなるので、技術の横展開で社会貢献できればとも思っています。

ユーザーのためには「均一に照射できる技術」、「線量を評価できる技術」を開発しています。他には、施設の防護対応・テロ対策、来所しなくても実験が進められるような施設のDX化も進めてきました。

量子技術の基盤技術開発だけでなく、照射実験を必要とする核融合炉開発、宇宙開発、原子力の廃炉技術などについて、「我々の施設を使って新しい研究・技術開発に貢献したい」という思いが我々全員のモチベーションになっています。



⁶⁰Co線源からのチェレンコフ光

新しい電子加速器の管理に挑む!

高専で設計・製作・電気・制御のモノ作りについて幅広く学び、QSTへ。2週間の新人教育終了後、配属されてここへ。「故障した加速器を一緒に直しましょう」と唐突に言われて、配属早々から故障している装置で大丈夫かと戸惑った覚えがあります(笑)。放射線については未知なる分野でしたが、加速器に触れると放射線の装置というより電気回路がめぐる装置で、手を動かしているうちに不安は消えていきました。加速器の修理が完了し運転再開後は、照射実験や線量測定を実施することになり、また戸惑ったことが思い出になっています。

今年で9年目となる山崎技術員。配属時から現在まで電子線照射装置である1号加速器を担当しています。量子技術研究のための量子ビットやNVセンター製作に必要な加速器の新設の担当にも抜擢され、モチベーション高く仕事しています。

照射施設管理課
山崎 翔太

1号加速器だけでなく弊課の装置類の電気制御分野については山崎さんが担当しています。重要な人材ですので今後の活躍に期待しています!

山崎さんが、電子加速器のスペシャリストになってもらうことは量子機能創製拠点である高崎研としても非常に重要な人材育成の一つです。みんなで応援します!



実験の準備を手伝う様子

目指す姿



手前は目指す姿の宇野定則上席技術員

先輩である上司が今年度で退職されます。1号加速器の保守管理と並行しながら新しい加速器を一人で担うことになり、プレッシャーはありますが、同時にやりがいも非常に感じています。上司のように、どこが壊れたのかということがすぐ特定できるような本物の電子加速器マスターになりたいですね。新しい加速器の詳細がすべて頭に入っているような人になりたいです。

イオン加速器管理課

イオン照射研究施設 (TIARA)

サイクロトロン、タンDEM加速器、
シングルエンド加速器、
イオン注入装置

常に100%の状態を維持したいという使命感と技術屋の意地があります。「マイマシン」なんです、我々にとっては。

イオン加速器管理課
倉島 俊 課長

世界に誇る加速器施設

加速器の運転・維持管理は非常に泥臭い仕事です。様々な装置が正しく動いて初めてビームが出るので、隅々までマシンのことを熟知していないとトラブル等に対処できません。TIARAの運用開始から30年以上、人から人へとマシンの維持管理や技術開発のノウハウが受け継がれてきたからこそ、安全な運転や世界最高レベルの技術開発を行うことができたのだと思います。若い人たちにノウハウや経験、そして高崎研の技術屋魂を伝えていくのが今の私のミッションです。現場で働く我々が第一に考える「安全・安定運転」については、熟練オペレーターが引退した後もカバーできるようにAIなどを活用したDX化に取り組み、これからも様々な研究の進展に貢献できるように努力していきます。

加速器は年を重ねてあちこち痛み、サイクロトロンは大きな手術もしましたが、今いる仲間達やこの春から一步を踏み出す仲間と共に運転や技術開発を一生懸命行っていきます。



サイクロトロンの運転状況を監視

フラレンビームに挑む!

マシンの日常的な維持・管理に加えて、もっと研究の発展に貢献したいと、炭素原子が60個集まったフラレンの負イオンビームの電流量を増やすための技術開発に関わらせていただきました。既存のイオン源による生成では、「サッカーボール」の形をしたフラレンは電子を受け取る(負イオン化する)際に大半が壊れてしまうので、電子をやさしく付着させる異なるアプローチを思いつきました。フラレン専用のイオン源を試作したところ、世界一の電流量を達成できました*。また、窒素原子を3個以上含むクラスタービームの生成・照射にも先輩達と挑戦して、NVセンター(窒素原子と空孔のペア)の多量子化に成功し、特許も取得しました。高崎研ではNVセンターを用いた量子コンピュータなど量子情報処理に関する研究が盛んに行われており、「研究に少しは貢献できたかな」と自信を持つことができました。

平野さんたちが一からアイデアをひねり出した。世界最高性能を誇るイオン源になりました!

後に続く後輩職員のためにも、平野さんには良いロールモデルになってほしいですね。



ビームラインをチェックする様子

大学時代はタンDEM加速器のユーザー側だった平野技術員。QST発足年に入籍し、イオン加速器管理課に配属されました。担当になったのは、奇しくもタンDEM加速器でした!

イオン加速器管理課
平野 貴美

※詳細はこちら

QST高崎イオン
照射施設(TIARA)
の現状報告



目指す姿



メンター的な千葉敦也上席技術員と

まだまだトラブル対処にあたり、上司に支援を求めることもあります。まずは、3台の加速器のことをよく知って、トラブルが起こったときも、まず何から始めて何が必要かっていうのが、すぐ頭に入っている状態を目指しています。



子どもたちに科学のおもしろさを伝えたい！ きつづ光科学館ふおとん



3月1日から通常開館

新型コロナウイルス感染拡大によって約3年間、臨時休館や制限付き開館(予約制)で運営してきました。そのような中でも、来館者に楽しんでほしいという思いから人気のプラネタリウムは座席間隔をあけて上映してきました。昨年の7月23日からは、館内見学(一部の展示装置を除く)も再開しました。

3月1日から通常運用に近い形で開館が再開されました。館内、特に映像ホール内では、マスクの着用をお願いしていますが、これから季節ごとの工作教室、ゴールデンウィークや夏休みにも来館者の皆様に喜んでもらえるアクティビティなどの各種イベントも再開する予定です。これらのイベントやアクティビティの最新情報はホームページなどで事前に確認の上ご来館いただくことをお勧めします。

きつづ光科学館ふおとんは

新型コロナウイルスの感染拡大に考慮し、

来館者の受入れと展示内容を制限した上で開放していましたが、

感染症の落ち着きと対策の徹底により、

入場制限を緩和し、Withコロナへと舵を切り始めました。

光への理解を深めてほしい

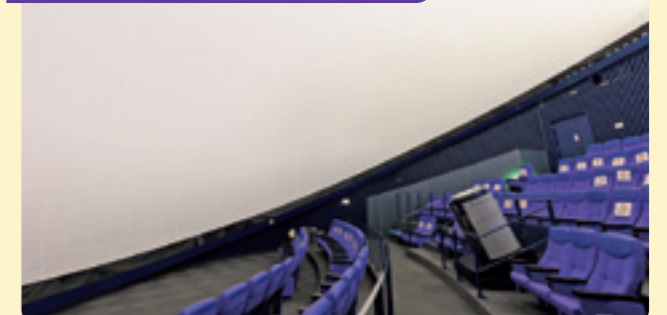
きつづ光科学館ふおとんは、あらゆる生命体にとってなくてはならないものである光について学ぶための体験型施設です。太古から地球と人類の暮らしを照らしてきた太陽をはじめとする光の恩恵を見直す「光の再発見ゾーン」、光の原理や法則をわかりやすく紹介する「光の科学ゾーン」、暮らしの中の光の利用技術に触れる「光の技術ゾーン」のほか、暮らしとエネルギーに関する「エネルギーコーナー」や量子科学技術の未来を展示する「フロンティアコーナー」、全天周映像スクリーンでさまざまな映像を見ることのできる「光の映像ホール」などがあります。

光は私たちの暮らしのなかできわめて身近で、ありふれたものであるにもかかわらず、その不思議さが十分に理解されているとは言えません。謎にあふれる一方で大きな可能性を秘めた光について、未来を担う子どもたちを中心に「科学する心」を育み、また一般の方が光科学技術に親しんでいただくことを目的としています。



山極 満 館長
ミニインタビュー
橋本 雅史 主任研究員

光の映像ホール(プラネタリウム)



全天周映像スクリーンに、星空や宇宙、光の不思議などについて臨場感のある高精細デジタルドーム映像を鑑賞できるプラネタリウム(無料)。3月1日から11:00~と14:00~各回定員の半数60名まで



光の科学ゾーン

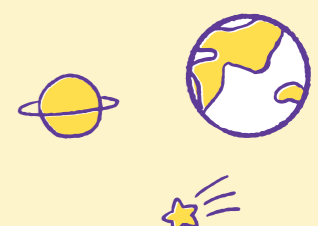


声や拍手の音量によってゲームクリアとなり花火が上がる



エネルギーコーナー

大きな計算機で普段どれだけ電気を使用しているか計算したり、バイクを漕ぎながらエネルギークイズに答えたりするため、子どもの好奇心を刺激する工夫がある展示物。



フロンティアコーナー



光の再発見ゾーン



きつづ光科学館ふおとん

QST関西光科学研究所(当時、日本原子力研究所・関西研究所)が設立された際、地元である京都府木津川市(当時、木津町)からの期待もあって地域の方への理解促進を目的として設置されました。

入館無料 (月・火はお休み) 駐車場あり



きつづ光科学館ふおとん 検索

ホームページで最新情報を確認!



QST

NEWS LETTER

2023
No. 24

National Institutes for
Quantum
Science and
Technology



Special feature 1

子どもたちに科学の
おもしろさを伝えたい!

きつづ光科学館ふおとん

Special feature 2

高崎量子応用研究所
放射線高度利用施設部

**古くても新しい。
技術者たちの創意工夫**

QST INFORMATION



QST NEWS LETTER No.24 令和5年3月特別号

《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穴川4-9-1 TEL 043-206-3026(直通) Email : info@qst.go.jp
制作 株式会社アイワット



国立研究開発法人
量子科学技術研究開発機構
National Institutes for Quantum Science and Technology
<https://www.qst.go.jp>



QST.Japan



@QST_Japan



qst_japan



QST.Channel