

QST

NEWS LETTER



National Institutes for
Quantum
Science and
Technology

SPECIAL FEATURE 1

01 小安重夫理事長
インタビュー

04 伊藤久義理事
就任記念インタビュー

SPECIAL FEATURE 2

05 量子技術基盤を支える
極短パルスレーザー

07 QST INFORMATION

希望のあるところに
成功は訪れる



Interview

Special feature

新理事長
インタビュー

希望のあるところに 成功は訪れる

国立研究開発法人
量子科学技術研究開発機構
理事長
小安 重夫
KOYASU Shigeo

第2期中長期計画始動



2016年4月に発足した量子科学技術研究開発機構(QST)は、平野俊夫初代理事長のもと、「調和ある多様性の創造」を基本理念に掲げて量子科学技術分野の研究開発に取り組んできました。創生期であった第1期中長期から令和5年4月1日付けで第2期中長期へと変わり、理事長のバトンは平野俊夫理事長から小安重夫理事長へと受け継がれました。

科学によって人類社会の課題を解決

現在、我々は早急に解決が求められる地球規模の多くの課題に直面しています。これまでの人類の活動が海洋汚染や気候変動などを通じて食糧・水・感染症・大災害などへの問題に繋がり、人類の未来に警鐘が鳴らされています。資源の枯渇や生物多様性の喪失など、地球の豊かさも失われつつあります。プラネタリーバウンダリー^{*}、地球システムの限界を超え、地球の共有財産、いわゆるグローバル・コモンズが危機に瀕しているといっても過言ではありません。ただちに人類が力を合わせて多くの課題に取り組む必要があるにもかかわらず、国際緊張や社会の分断など、これらの課題に取り組むことへの障害も生じています。科学に携わる私たちには持続可能な循環型の地球社会を目指し、科学によって課題を解決する使命があります。40年以上にわたり科学者として真理を探究してきた私は科学の力を信じます。



QSTの取り組み

QSTの研究開発の対象となる量子科学技術は、約百年前に誕生した量子力学を基盤としています。ナノサイズより小さい世界における量子の奇妙な振る舞いを理解し操作することで、物質の理解を進めて全く新しい物質を創製し、新しい測定方法を開発することによりこれまで見ることができなかったものを観るなどができます。量子科学技術によってニュートン力学では説明のできない世界を理解し、新規物質探索、情報通信、エネルギー等の分野のみならず、環境科学、生命科学、医療においても従来技術を越えた新しい展開を可能にすることで、人々の暮らしや社会の発展に役立つことがQSTに期待されています。

量子技術は、国の「量子技術イノベーション戦略」において、経済・社会等を急速かつ飛躍的に発展させる革新技術と位置付けられています。国際的な研究開発拠点としてその推進を担い、基礎研究から社会実装まで取り組む「量子技術イノベーション拠点」の枠組みにおいて、QSTが「量子技術基盤拠点・量子生命拠点」に指定されていることはQSTに対する大きな期待の表れと受け止めています。それを受けてQSTでは光科学技術も駆使しながら量子デバイスの基幹材

^{*}プラネタリーバウンダリー (Planetary Boundaries)

2009年に環境学者ヨハン・ロックストローム博士率いる著名な研究者らのグループにより提唱された、人類が生存できる安全な活動領域とその限界点を定義する概念であり、持続可能な開発目標 (SDGs) の内容にも採用。
Earth's boundaries? Editorial, Nature, 461, 477-448.23 September 2009

小安理事長はこんな人

主な経歴

- 1978年 東京大学理学部生物化学科卒、同大学院
- 1981年 (財)東京都臨床医学総合研究所研究員
- 1988年 ハーバード大学医学部ダナファーマー癌研究所ポストドク、助手
- 1990年 同 病理学助教授
- 1995年 慶應義塾大学医学部 教授(微生物学・免疫学)
- 2013年 (独)理化学研究所統合生命医学センター センター長代行
- 2014年 同 センター長
- 2015年 (国研)理化学研究所 理事
- 2023年 (国研)量子科学技術研究開発機構 理事長

詳細は▼



パーソナルデータ



趣味
サッカー、読書
家族
妻とすでに独立した3人の子供



理事就任にあたって

第2期中長期目標期間が始まり、QSTには、量子科学技術に係る研究開発の基盤固めを確実に進めつつ、産学官連携のもと世界を先導する優れた成果を創出し、広範な発信・普及を通して科学技術・学術の発展や産業振興に貢献することが求められています。これに
応えるため、QST全体を見渡しなが、QSTで働く皆さんがご自身の能力や技術を最大限に
発揮できるような環境や仕組みづくりなど、研究開発業務に拍車をかける取り組みに注力
していきたいと思ひます。業務遂行上の課題があれば、現場とのコミュニケーションを通して
その本質を捉え、役員や関係する本部・部門の皆さんのお知恵を借りながら解決を図って
いきます。併せて、予算、人員等の有限な資源を有効に活用した効率的な事業運営、
産学官連携・交流の強化、次代を担う人材の確保・育成にも積極的に取り組む所存です。



理事 伊藤 久義
ITO Hisayoshi

料である量子マテリアルの研究開発や、量子技術と生命科学や医療を結びつけた量子生命技術の利用に関する研究開発を推進しています。医学・医療の分野では、重粒子線を活用したがん治療、認知症の診断などに役立つイメージング技術、標的アイソトープがん治療などにより健康・長寿社会の実現に貢献することを目指しています。QSTは「基幹高度被ばく医療支援センター」に指定されており、被ばく医療に関する技術開発や人材育成にも取り組んでいます。カーボンニュートラルに向けては、「地上に太陽を!」を合い言葉にフュージョンエネルギーによるエネルギー問題の解決に向けた研究開発を進めています。量子ビームの発生技術は3GeV高輝度放射光施設NanoTerasuに活かされ、革新的な材料やデバイスの創製・産業応用がまもなく始まります。

おわりに

平野前理事長は常々「夢は叶えるためにある」という言葉で人々を応援してきました。私はそこに、「希望のあるところに成功は訪れる(Success will come where there is hope)」に加え、研究開発に関わる一人ひとりが、自らが主役となり希望を持って仕事に取り組み、それぞれの夢を叶えられるよう応援します。平和で住みやすい循環型の人類社会を実現するという目標に向かって邁進し、量子科学技術分野において世界を牽引する研究機関としてのQSTの未来を切り拓き、新たな歴史を役員ととともに作り上げていきます。

持続可能な循環型地球社会の創造

QSTは設立間もない時に「QST未来戦略2016」において目指すべき未来ビジョンと戦略を掲げ、量子科学技術によって超スマート社会、Society 5.0の実現に貢献することを高らかに謳いました。そして第1期中長期期間の最終年度であった昨年には、職員の思いが込められた「QST未来戦略2022」をとりまとめ、第2期中長期期間からさらに10年後、20年後の姿を思い描いた未来ビジョンと戦略を公表しました。

私たちの研究活動は、健康長寿社会の実現、持続可能な環境・エネルギー供給の実現、それらを支える人材の育成につながる新たな価値を創造し、社会に貢献するものです。量子技術を活かした異分野との連携による新たな研究分野の開拓もQSTが担う重要な使命です。自然科学だけでなく、人文・社会科学も含めた「総合的な知」を活用し、目指すべき持続可能な循環型地球社会という未来社会像に向けて取り組んでいきます。これまでに構築してきた量子科学技術の基盤をさらに強化し、量子科学技術分野において世界最高水準の研究成果を創出することで、人類社会への貢献、社会の期待に応えられるよう全力を尽くします。



理事就任のオファーが来たときはどのように思われましたか？

突然でしたので戸惑いもありましたが、これまでも仕事上の要請があった際には基本的にはお引き受けしてきましたので、重責を担う不安を抱えながらも受任することといたしました。当時の役員の方々からは職務遂行上有益なご助言等をいただき、不安がだいぶ払拭でき、感謝しています。

今後積極的に取り組んでいきたいことについてお聞かせください。

新型コロナ感染症対策が緩和され、現場訪問やface to faceの会合が特に支障なく実施できるようになりましたので、できる限り現場に足を運び、現場の状況把握や担当の方々との情報・意見交換を積極的に進め、得られた情報や多様な意見を自分なりに咀嚼・吸収して組織運営に反映していきたいと思ひます。

部門長から理事への就任となりますが、意識面の変化についてお聞かせください。

これまでは部門長として担当部門の業務に集中的に取り組んできましたが、理事はQST全体をみる立場だと思いますので、QSTの推進する幅広い事業に対する理解を深め、限られた経営資源の中で組織の効率的運営や成果の最大化に向けて力を尽くしていこうと考えています。



理事室でのインタビューの様子

QSTをどのような組織にしていきたいとお考えでしょうか。

QSTを文字通り、世界における量子科学技術の中核拠点にしていきたいと考えています。この一環として、量子技術基盤・量子生命拠点における世界最先端の研究成果の創出と産業応用、3GeV高輝度放射光施設NanoTerasuの完成と円滑かつ着実な運用による利用成果の蓄積、がん死ゼロ・認知症ゼロ健康長寿社会の実現に向けた量子メスの開発・整備、標的アイソトープ療法や認知症診断・治療法の開発・高度化と臨床応用、基幹高度被ばく医療支援センターとしての役割の確実な遂行、フュージョンエネルギー(水素融合)発電の実現に向けた国際プロジェクトITER計画やBA活動等の推進などの事業を着実に前進させ、学術的・社会的インパクトの高い成果が数多く創出できるよう微力ながら全力を尽くす所存です。

QST職員への期待をお聞かせください。

QSTは第2期中長期計画に沿って業務をスタートしたところですが、中長期計画の確実な遂行は必須とはいえ、その計画だけに縛られる必要はありません。研究開発に携わる皆さんには、知的好奇心も大切にしてほしいと思ひます。自由な発想に基づく萌芽的・独創的研究は将来のQSTの中核事業になり、思いもよぬ展開でイノベーション創出につながる可能性があります。研究開発支援・事務業務に携わる皆さんは、これまで培ってきた知見や経験を活かして業務改善を積極的に進めてください。QSTの未来に向けた皆さんの果敢な挑戦に期待しています。

職員・スタッフ、対外的な関係者へのメッセージをお願いします。

第2期におけるQSTの目標として「量子科学技術等に係る研究開発を通じて、新たな価値を創出・提供することで、経済・社会・環境が調和した持続可能な未来社会の実現に貢献します」が掲げられています。成し遂げるべき目標に向けてチームワークは大きな力になります。研究系、医療系、技術系、事務系、それぞれ職種や専門の異なる皆さん一人ひとりの力と熱い思いを結集し、一丸となって目標達成を目指していきましょう。また、QSTと連携協力いただくすべての関係者の皆様には、今後も引き続きご指導・ご支援いただけますようよろしくお願い申し上げます。

Success will come where there is hope

主な経歴

- 1987年 (特)日本原子力研究所入所
- 2005年 (独)日本原子力研究開発機構
量子ビーム応用研究部門
環境・産業応用研究開発ユニット長
- 2009年 同 量子ビーム応用研究部門研究推進室長
- 2012年 同 量子ビーム応用研究部門副部門長
- 2016年 (国研)量子科学技術研究開発機構
量子ビーム科学研究部門
高崎量子応用研究所長
- 2020年 同 量子ビーム科学部門長
- 2023年 同 理事

伊藤理事はこんな人

休日の過ごし方

家族とのんびり過ごすことが多いですが、週末などは愛犬の散歩を長めにしたり、買い物や庭の手入れなどをしています。気候の良い時季にはバーベキューも気分転換になります。連休などにはドライブや旅行にも出かけますが、根が出不精なので頻度は低いのが実情です。

子どもの頃

特に紹介するようなエピソードはありませんが、子どもの頃は近所の友達と毎日夕暮れまで遊んでいました。当時の遊びといえば、かくれんぼ、鬼ごっこ、メンコ、ペーゴマ、釣り…。野球やサッカーもしましたが、遊べる仲間達が校庭や空地などに集まってプレイするので、その時々でルールを決めて遊んでいましたね。遊ぶのは兄弟姉妹も一緒に、基本的には年上の子がまとも役になっていました。今振り返ると、遊びの中でコミュニケーションスキルが磨かれていった大事な時期だったように思います。

量子技術基盤を支える 極短パルスレーザー

令和5年度からは高崎量子応用研究所の量子機能創製研究センターとも連携し、光を活用した量子機能性材料の評価や開発、量子状態の高度な観測や制御について量子技術基盤拠点の一員として進めていきます。本特集では量子技術基盤拠点において「極短パルスレーザー」を活用する将来像についてご紹介いたします。



量子応用光学研究部
超高速電子ダイナミクス研究Prj
プロジェクトリーダー
板倉 隆二

関西量子科学研究所(以下、関西研)は、最先端の光(レーザー)技術、特に、極短パルスレーザー光源とそれを用いた計測技術の開発を進めています。物質内部の電子の挙動をシミュレーションする研究も行い、これらを用いることで文部科学省の光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP)の先端レーザー計測、レーザー加工や量子生命科学の学理探求を進めてきました。



超高速分光測定技術

時間分解分光、位相計測、多次元・非線形分光

光・量子基盤技術

理論計算・シミュレーション

電子ダイナミクス、電磁場(光)伝搬公開プログラム「SALMON」

技術を 応用

量子機能創製

- 2次元物質
- スピントロニクス

レーザー加工

- 精密微細加工
- 高効率プラズマ生成

量子生命科学

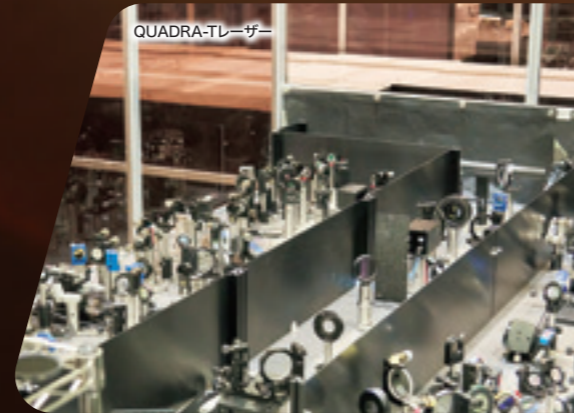
- 光合成、DNA損傷
- 光診断

極短パルス・軟X線光源開発

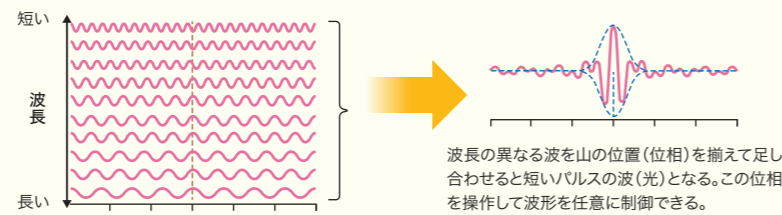
波長の異なる多くの波を揃えて足し合わせると極短パルスの波となります。関西研では、電波に近いテラヘルツ波(波長:300マイクロメートル程度)から赤外線、可視光、紫外線(波長:100ナノメートル程度)と幅広い波長領域において、波長の1周期程度しかない極短パルス光を発生させ、様々な計測に利用しています。

極短パルスレーザーの高次高調波発生による軟X線(波長:数ナノメートル)領域への波長変換が実現しつつあり、軟X線を用いると、さまざまな化学反応、例えば、触媒反応や光合成過程において軽元素(炭素、窒素、酸素など)や遷移金属元素(チタン、マンガン、クロム、鉄など)の原子近傍の構造や電子状態の変化を測定できます。放射光施設が得意とする波長域ですが、レーザーの強みは、パルス幅が短く、他のレーザーパルスと高精度に時間同期が取れる点にあります。分子のダイナミクス計測(1999年ノーベル化学賞、アハメッド・ズウェイル)を可能としたフェムト

秒(1,000兆分の1秒)時間分解能から、さらに短時間のアト秒(100京分の1秒)分解能によって化学結合を支配する電子の動的挙動が観測可能となります。電子の動きを観測し、制御・操作することを志向したレーザー軟X線光源は、高精度な構造・電子状態解析を志向した高輝度な次世代放射光施設(ナノテラス)*と相補的な光源として、量子マテリアルの分析や評価などに活用されます。



高出力レーザー・極短パルス発生技術

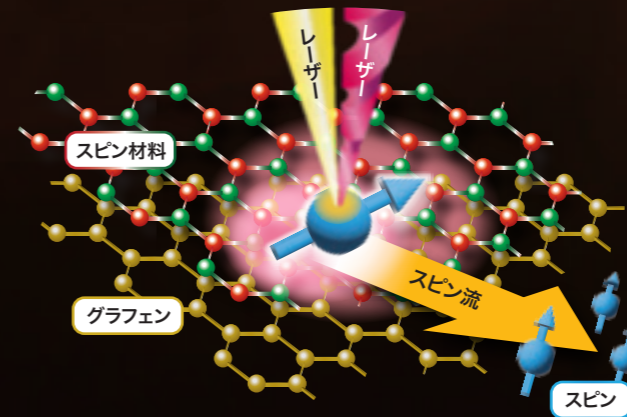


※3GeV高輝度放射光施設(ナノテラス)
官民地域パートナーシップより、QSTが建設・整備を進めている世界最高レベルの放射光施設。

究極の光スイッチの実現へ

電子の持つ磁気である「スピン」を利用した技術、スピントロニクスから進んで、光によるスピン制御技術「スピントロニクス」という光とスピンの融合による究極のスイッチの実現に向けた研究が進んでいます。すなわち、光電場振動をCPUのクロック周波数として利用するペタヘルツ(1秒に1,000兆回の振動)技術です。テラヘルツ(1秒に1兆回の振動)が限界とされる電界制御技術から1,000倍の処理速度向上になります。さらに、パレトロニクスと呼ばれる電子の持つ「擬似スピン」の極短パルスレーザーによる操作は、スピントロニクスを超える高速かつ低エネルギーな次世代技術として期待されています。

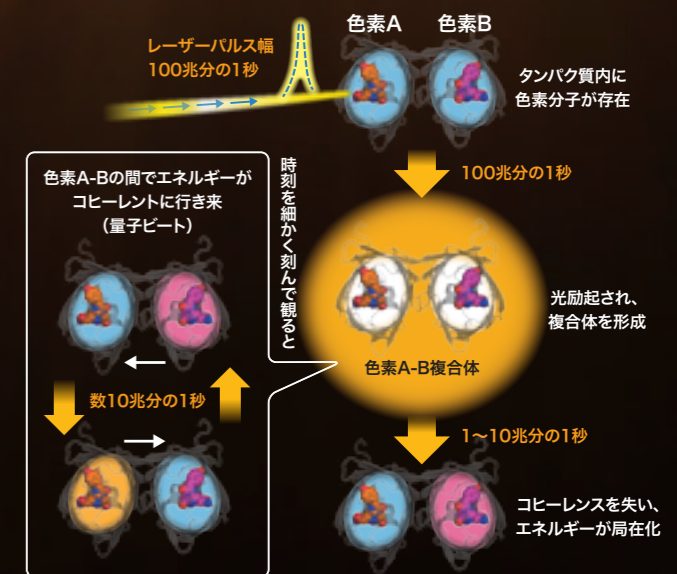
関西研では、パレトロニクスについて理論計算を精力的に行っています。大規模シミュレーションを行うために、光、電子、スピンの運動を同時に高精度計算できる第一原理計算プログラム「SALMON」を中心となって開発・運用しています。SALMONは世界中で12,016件(令和5年5月時点)ダウンロードされ、多くのグループで使用されており、「スピントロニクス」および「パレトロニクス」の理論研究に貢献しています。今後、先端材料研究について、SALMONによる理論研究と極短パルスレーザー計測を融合させ、究極の超高速光スイッチの実現を目指します。



光合成の量子性に迫る

光からエネルギーを生み出す光合成では、色素分子とタンパク質の複合体がアンテナとして光を取り込み、そのエネルギーが光化学反応中心に運ばれることでエネルギー伝達が始まります。そのエネルギーの流れは1ナノ秒(10億分の1秒)と高速で起こり、色素分子それぞれの間の反応は、さらに高速の1ピコ秒(1兆分の1秒)以下になっている上、ほぼ100%と特異的に高い伝達効率を実現するメカニズムは未解明の問題です。

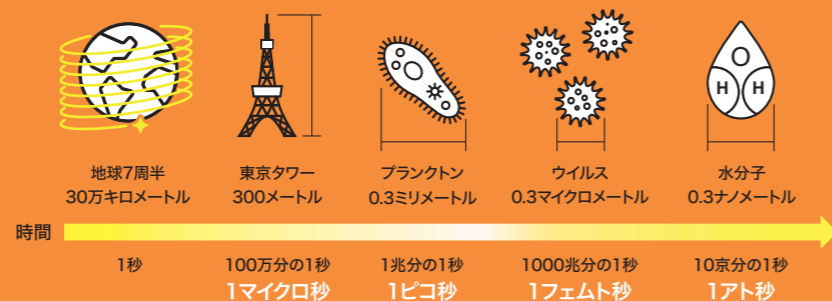
タンパク質内の色素分子は光を吸収すると固有のエネルギーで量子的な振動を起こすため、その固有エネルギーを目印として、エネルギー伝達に寄与している色素分子を特定できます。この方法に、10フェムト秒以下の極めて短いパルスレーザーを活用して「フラッシュ」撮影することで、光合成初期過程の謎に迫ります。



ミニ知識

1ピコ秒は1兆分の1秒で、光は1秒間に約30万km(地球7周半の距離)も進むほどの速さ。1アト秒となると、もう想像ができない速さですね!

極短パルス光の発光時間と光の進む距離



TOPICS

SIP推進センターが発足!!

SIP推進センター
について



QSTの新たな中長期計画の開始とともに、新たな本部組織「SIP推進センター」が発足しました。SIP推進センターは、「戦略的イノベーション創出事業(第3期 令和5~9年度)」の課題の一つ「先進的量子技術の社会課題への応用促進」の研究マネジメントを担う研究推進法人として、当該課題を推進する役割を担います。

「戦略的イノベーション創出事業」は、SIP(Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program)と呼ばれる国家プロジェクトです。このSIPは、産学官連携の枠組みで基礎研究から実用化・事業化までを見据えて一貫通貫で、研究開発を推進することが大きな特長です。

「先進的量子技術の社会課題への応用促進」では、4つのサブ課題①量子コンピューティング、②量子セキュリティ・ネットワーク、③量子センシング、及び④イノベーション創出基盤の最先端の研究開発、及びその社会実装に取り組み、それらを通じて量子技術の活用を図るとともに、量子技術の活用者のすそ野を広げること、Society 5.0の進展を加速することを目指します(図1)。

QSTは、当該課題の研究推進法人となるにあたって、SIP第2期の研究推進法人業務を担当していたSIP推進室を、より機動的な対応を可能とするため、新たに独立した組織であるSIP推進センターとしました。また、センター長に相応しい人材を広く一般から公募し、その結果、量子技術分野を専門とする平山祥郎元東北大教授が着任いたしました。

当センターは、令和5年5月現在、6名(東京事務所:4名、千葉地区:2名)体制で研究開発責任者の公募や契約等の業務を行っており、今後は研究開発の進捗管理等のマネジメント業務に取り組むことになります。当該課題における研究開発や社会実装等が着実に進捗するよう、これら業務を円滑に進め、我が国の量子技術の社会実装・実用化に貢献していきたいと思ひます。



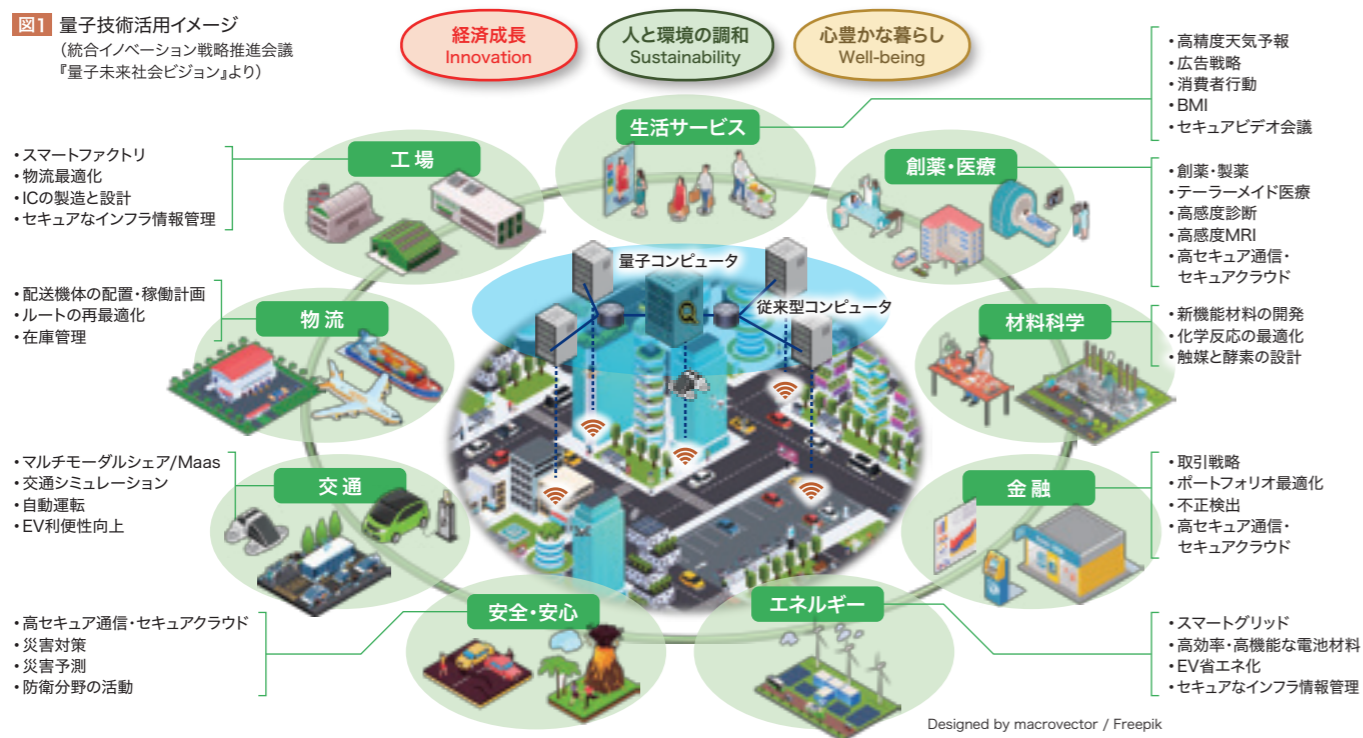
SIP推進センター センター長
平山 祥郎

東北大学青葉山キャンパスで、半導体量子物性や核スピン制御を含むスピントロニクスの研究をしてきました。クマの出る青葉山から霞が関勤務になり、これまでとは異なる刺激を受けています。微力ですが日本の量子技術の進展に貢献したいと思ひます。クロスアポイントメント制度で東北大学ともつながっていますので、よろしくお願ひいたします。



SIP推進センター
スタッフ一同

図1 量子技術活用イメージ
(統合イノベーション戦略推進会議
「量子未来社会ビジョン」より)



TOPICS

NanoTerasu看板除幕式を執り行いました

NanoTerasu
について



令和5年5月11日、仙台で開催されたG7仙台科学技術大臣会合を翌日に控え、NanoTerasu玄関前において看板除幕式を執り行うとともに、公募により選ばれたロゴマークを披露しました。NanoTerasuのロゴマークは、応募総数208件の中から官民地域パートナー関係者による選考によって決定されました。NanoTerasuのフォルムに放射光のイメージをプラスして、創造・科学・未来をコンセプトにデザイン化されたもので、NanoTerasuという愛称と共に、広く皆様に親しみをもって広まっていくことを期待しております。

除幕式では、QSTの茅野政道理事及びPhoSICの高田昌樹理事長による主催者挨拶、文部科学省 科学技術・学術政策局 研究環境課の古田裕志課長によるご来賓挨拶に引き続き、QST及び地域パートナーの代表者により看板の除幕が執り行われました。晴天に恵まれた中、除幕式には、QST及び地域パートナーの関係者など総勢約60名が参加しました。

除幕式終了後には、参加者への見学ホールでの見学会及び報道関係者による内海センター長の囲み取材に加え、線型加速器で目標の3GeV(ギガ電子ボルト)の電子エネルギーを達成した成果について、報道関係者向けの説明会も開催し、QST加速器グループの西森信行グループリーダーと安積隆夫首席技術員から、NanoTerasuのコンパクトな線型加速

器で3GeVに加速するメカニズム等について説明がありました。その後、希望する報道関係者向けに線型加速器トンネル内部も公開しました。除幕式及び見学会には、NHK仙台放送局や読売新聞社、河北新報社をはじめ、テレビ局5社、新聞社5社と、多くの報道機関に参加、報道いただきました。



NanoTerasu

NanoTerasuロゴマーク



NanoTerasu看板除幕の様子(2023年5月11日、仙台市青葉区)



次世代放射光施設整備開発センターの内海渉センター長の囲み取材

TOPICS

小安理事長がイクボス宣言をしました!

ダイバーシティ
について



写真左から、武田志乃ダイバーシティ推進室長、「イクボス宣言」を持つ小安重夫理事長、星野利彦理事

QSTでは、今年4月に小安理事長が着任しました。当機構で働く職員のライフイベントやワークライフバランスを考慮し部下の仕事・私生活の両立を応援しながら、研究環境の整備をしつつ自らも公私ともに充実した生活を送る上司として、小安理事長が「イクボス宣言」を行いました。



※イクボスとは、「部下や同僚等の育児や介護・ワークライフバランス等に配慮・理解のある上司」のことです。

PRESS RELEASE

α線標的アイソトープ治療薬の新たな抗がん作用を発見

— 細胞老化とがん遺伝子抑制の相乗作用で、乳がん、膵がんに顕著で持続的な効果を発揮 —

MORE INFO



量子生命・医学部門 量子医科学研究所 先進核医学基盤研究部 謝琳主任研究員、張明栄部長らは、独自に開発したα線¹⁾を放出する標的アイソトープ治療薬²⁾ ²¹¹At-AITM³⁾には、従来知られているDNA損傷作用に加えて、がん細胞の老化促進とがん増殖・転移に関する遺伝子抑制に伴う細胞増殖抑制作用があることを発見しました。

QSTでは、がん細胞表面に存在するmGluR1に結合してα線を放出する標的アイソトープ治療薬²⁾ ²¹¹At-AITMを開発し、マウス由来の悪性黒色腫細胞に対して顕著な抗腫瘍効果があることを示していましたが、薬の実用化に向けては、ヒト由来のがん細胞にも効果を示すことが重要です。そこで、トリプルネガティブ乳がん⁴⁾、膵がん、悪性黒色腫、および大腸がんにおいて、いずれもヒト由来のがん細胞を移植したマウスに対する²¹¹At-AITMの治療効果を評価しました。その結果、²¹¹At-AITMを1回投与しただけで、全てのがんにおいて顕著で持続的な抗腫瘍効果が確認できました。一方で、副作用の指標となる体重減少、肝機能と腎機能の障害などは認められませんでした。

顕著な効果が持続する要因を明らかにするため、治療後のマウスから採取したがん組織を様々な生化学的手法で調べました。その結果、mGluR1の発現低下や、細胞老化を示すタンパク質の増加、がん細胞の増殖・転移に関

わる遺伝子の発現低下が生じることを発見しました(図1)。²¹¹Atを付加していないmGluR1に結合する同量の薬剤を投与した場合や、同じ線量のX線を照射した場合には本研究で発見したようなタンパク質の増減や遺伝子発現の低下は見られませんでした。このことから²¹¹At-AITMの顕著で持続的な抗腫瘍効果は、従来から知られているα線によるDNA損傷作用に加えて、mGluR1の発現低下や、がん細胞の老化促進に伴う増殖抑制作用が掛け合わさって発揮されると考えられます。

本研究により、²¹¹At-AITMはmGluR1が高発現するがん種に対して持続的な抗腫瘍効果を発揮することが明らかになりました。また、その効果はα線の物理的な作用によって生じることから、mGluR1に対する従来の分子標的薬のような、薬剤耐性獲得による腫瘍増殖効果の低下の心配がありません。これらのことから、²¹¹At-AITMによる標的アイソトープ治療は、幅広いがん種に対して、mGluR1の発現解析に基づく強力かつ安全な個別化治療となることが期待されます。

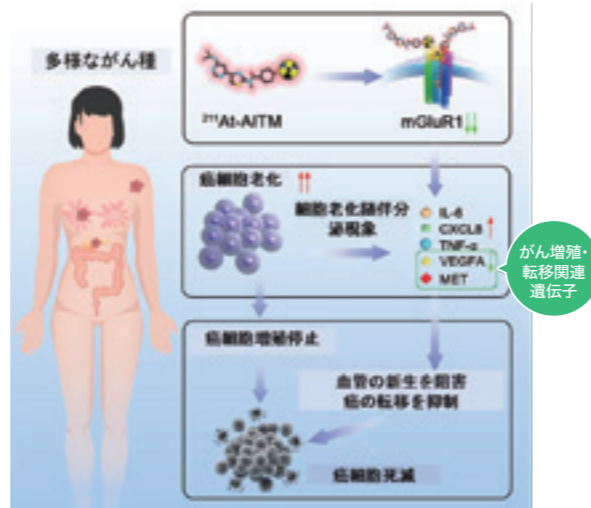


図1 ²¹¹At-AITMの新たな抗がん作用メカニズム

- 1) α線 α線はヘリウム(He)原子核が非常に速いスピードで飛んでいるもの。
- 2) 標的アイソトープ治療薬 細胞障害能力を有する粒子線(α線やβ線)や、光子線(γ線)を放出する放射性同位体を用いた治療法。Ri内用療法、核医学治療とも呼ばれる。放射性同位体を体内に注射し、がん細胞だけを標的として、がん細胞に粒子放射線を体内から照射し殺傷する。
- 3) ²¹¹At-AITM α線を放出する核種であるアスタチン-211(²¹¹At、半減期は7.2時間)をITM(N-[6-isopropylaminopyrimidin-4-yl]-1,3-thiazol-2-yl]-N-methylbenzamide)で標識した新しい放射性医薬品候補。ITMは代謝型グルタミン酸1型受容体(mGluR1)に結合することから、²¹¹At-AITMはmGluR1を発現するがん細胞を標的とした治療を可能とする。
- 4) トリプルネガティブ乳がん エストロゲン受容体(ER)、プロゲステロン受容体(PR)、HER2の遺伝子を発現していない乳がん。

PRESS RELEASE

新たな温度計測手法(2重2波長法)によりフュージョンエネルギー開発におけるサーモグラフィの温度計測精度が大幅に向上

— ITER計測装置のみならず、汎用のサーモグラフィ機器等への幅広い応用にも期待 —

MORE INFO



QSTは、南フランスに建設中の核融合実験炉ITER¹⁾において、日本が調達するダイバータ²⁾赤外サーモグラフィ装置³⁾の温度計測精度を大幅に向上させる新たな温度計測手法を開発しました。

同計測装置は、ITERの運転中に高熱負荷に晒されるダイバータと呼ばれる機器の表面温度を計測するための装置です。運転中のITERの装置健全性を監視するために200°Cから3,600°Cの広範囲にわたる温度を誤差10%の範囲内で連続計測することが求められるため、2色温度計測⁴⁾により、測定対象から放射される赤外線のうち特定の2つの波長帯の光の明るさの比(輝度比)に基づき温度計測を行いま

す。一方、従来の2色温度計測は、対象温度が高くなるにつれて計測精度が悪化するため、3,600°C付近の高熱領域で10%の温度計測精度を実現することが困難でした。広い範囲にわたって高い温度計測精度を実現するためには、観測波長を2波長から3波長以上に増加し計測温度範囲ごとに異なる2波長を組み合わせることで温度計測するのが一般的ですが、ITERの設計上コンパクトな設計が要求される上、1つの観測波長の追加につき高精度の赤外線カメラを1台追加する必要があるため、コストの観点からも、この方法は得策ではありません。そのため、QSTは温度計測精度向上のための別のアプローチとして、ダイバータの放射率の

較正精度向上、その他計測ノイズの低減に向けた研究開発に努めてきましたが、計測精度の抜本的な向上には至りませんでした。

そこで、QSTは着眼点を変え、2色温度計測の原理を拡張し、2色温度計測の機器構成を変更することなく実質的に3波長を同時に計測する新たな温度計測手法(2重2波長法)を開発しました(図1)。開発手法では従来の2色温度計測のバンドパスフィルタ1枚を入れ替えるだけのシンプルな改良で、赤外線カメラの台数を追加することなく、2台の赤外線カメラで3波長の計測と同等の温度計測精度が得られ、従来の2色温度計測から期待される温度計測精度を55%以上から10%以下へと6倍近く向上させることに成功しました。

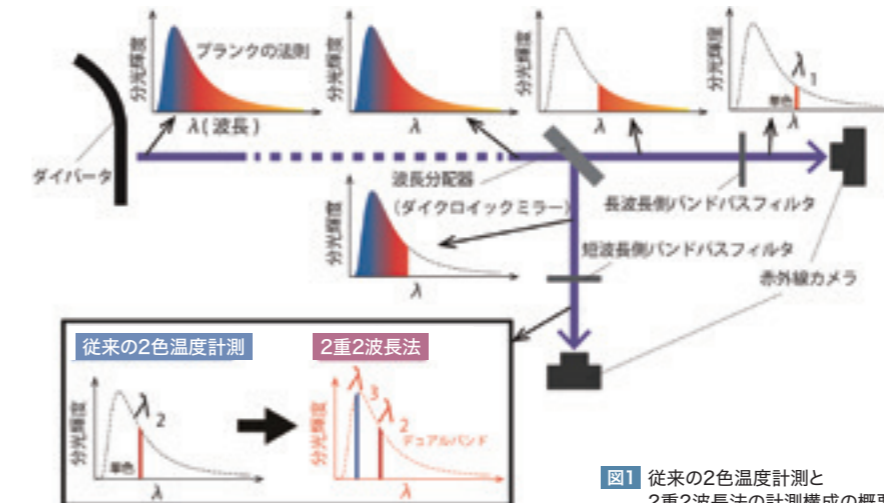


図1 従来の2色温度計測と2重2波長法の計測構成の概要

- 1) 核融合実験炉ITER 詳細はITER計画に関するホームページ(日本語) <https://www.fusion.qst.go.jp/ITER/> ITER機構のホームページ(英語) <https://www.iter.org/>
- 2) ダイバータ プラズマ中の不純物を排気し、プラズマの純度を維持するための装置。
- 3) ダイバータ赤外サーモグラフィ装置 ITERのダイバータ赤外サーモグラフィ装置は、ITERのダイバータの表面温度を赤外線カメラを用いて2次元計測し、ダイバータへの熱流束を評価する計測装置。
- 4) 2色温度計測 絶対零度以上の温度の物体(黒体)はプランクの法則と呼ばれる法則に基づいて、光を放射し、温度が高くなるに放射される光の輝度(明るさ)が高くなることわかっていく。サーモグラフィはその光の輝度から非接触で温度を計測する技術。一般的な非接触の温度計測では単一の波長(単色)の光を計測し、その光の強度から温度を算出する。それに対し2色温度計測は2つの波長の光の強度を観測しその輝度比から温度を算出する。

PRESS RELEASE

3GeV高輝度放射光施設ナノテラス線型加速器で3GeV電子加速に成功

— 令和6年度からの運用開始に向けた重要なマイルストーンを達成 —

MORE INFO



QSTは、官民地域パートナーシップ¹⁾により産学の幅広い研究者への利用を目的とした世界最高レベルの放射光²⁾施設ナノテラス(3GeV高輝度放射光施設)の建設・整備を進めています(図1)。今般、QST次世代放射光施設整備開発センター加速器グループは、ナノテラス線型加速器で3GeV(ギガ電子ボルト)電子加速に成功しました。ナノテラス用に独自開発した高性能電子源から令和5年4月17日

に高密度電子ビームを生成し、長さ2メートルのCバンド加速管40本を通して電子ビーム加速調整を進めてきました。そして、当初計画よりも1ヵ月早い4月27日に、最下流のビーム診断装置を用いてエネルギー3GeV電子加速を確認しました。電子源や加速管など主要機器を計画的に開発・製作・試験を進めた上で、ビーム調整時に重要となる100μm以下の高精度の調整技術、光速に近い電子ビームと高

周波数加速電場を300fs(3兆分の1秒)以下で合わせる高精度タイミング制御技術等の開発を入念に進めてきたことが今回の成果につながりました。従来の加速器施設で使われる加速管の2倍の加速周波数を持つCバンド加速管を採用することで、全長を半分程度に短縮し、大幅なコンパクト化と建設コスト削減も達成しています。

ナノテラスは電子を3GeVまで加速する長さ

110mの線型加速器と電子を蓄積しX線を生ずる周長349mの円形加速器で構成されます。線型加速器による3GeV電子ビーム加速成功は、目標の電子ビームエネルギー性能を達成する大きなマイルストーンであり、より高精度のビーム調整が要求される円形加速器の試験に活かすことで、令和6年度から予定されているナノテラスの運用開始に目処を付ける意義ある成果です。今後、より安定に電子ビーム入射ができるように線型加速器の調整を進め、本年6月以降に円形加速器への電子ビーム入射及び蓄積試験の開始を予定しています。

- 1) 官民地域パートナーシップ 国の主体であるQSTと一般財団法人光科学イノベーションセンター(PhoSIC)を代表機関とする宮城県、仙台市、国立大学法人東北大学、一般社団法人東北経済連合会からなる地域パートナーで構成され、費用負担も含めた役割分担の元で整備が進められている。
- 2) 放射光 放射光は光速近くまでエネルギー加速された電子ビームを磁石で曲げた際に進行方向に放射される電磁波であり、高輝度、かつ指向性が高く、偏向特性を自由に換えられるなどの優れた特徴をもつ。

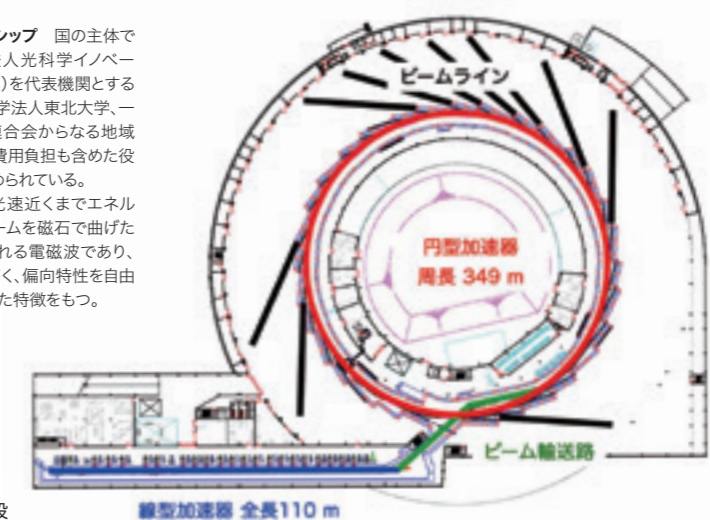


図1 ナノテラス放射光施設

PICK UP

QST NEWS LETTER No.25

量子生命科学サマーセミナー
2023開講

昨年に引き続き、量子生命科学サマーセミナーを9月に開講します。
今年のテーマは「スピンの描く生命科学の世界」。スピン・不対電子(ラジカル)の生命現象への関わりやスピンを活用した生命現象の計測など、量子生命科学のキーワードである「スピン」にスポットを当てます。
講師陣は第一線で活躍する研究者たち。講義内容は大学生・大学院生向けですが、大学の授業に興味のある高校生の皆さん、新しい知識や教養に触れたい方、どなたでも聴講(事前登録の必要あり)できます。

講師、講義タイトルや配信スケジュール、事前参加登録方法などの詳細は
量子生命科学研究所ホームページをぜひチェックしてください。

<https://www.qst.go.jp/site/iqls/>



講義は
期間限定で
動画配信
します!

ご寄附のお願い

QSTの活動を

ご支援ください

《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>

オンラインでも
ご寄附いただけます



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