

調和ある多様性の創造

QST

NEWS LETTER

JANUARY 2021

NO. 15

FEATURE ARTICLE 01

令和3年年頭理事長インタビュー

地球市民という 自覚を持って SDGsに取り組む

FEATURE ARTICLE 02

開かれた研究組織を目指して

—組織の壁を越え、新たな風を吹き込む—

FEATURE ARTICLE 03

CO₂ゼロ社会へ
世代をつないで挑み続ける夢のエネルギーへの道

Interview 令和3年年頭理事長インタビュー 地球市民という自覚を持って SDGsに取り組む

新型コロナウイルス感染症が猛威を振るった2020年。2021年を迎えても、収束の気配は見えてきません。新しい生活様式が求められる中、日本経済新聞の滝順一記者によるオンラインインタビューで平野理事長に新年の抱負を語ってもらいました。



国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構理事長
平野 俊夫

免疫学者。1986年にIL-6（インターロイキン6）遺伝子を見出し、作用機序を解明。2009年にスウェーデン王立科学アカデミーよりクラフォード賞を日本人として初めて受賞。2011年には日本国際賞を受賞。



インタビュー
滝 順一

日本経済新聞社編集局編集委員。日本の科学技術の研究開発現場と科学技術政策の立案プロセスを取材。気候変動問題、原発事故やエネルギー政策にも関心を寄せる。

「新型コロナウイルスはグローバル化による環境問題。解決には地球市民という自覚が必要」

滝 明けましておめでとうございます。昨年は本当に予想外な1年だったと思います。新型コロナウイルス感染症(COVID-19)について、理事長はいろいろなところでお話をさせていただきます。まずは、COVID-19をどのように捉えられているかお聞かせください。

平野 明けましておめでとうございます。COVID-19パンデミックは、人類の歴史からすると起こるべくして起こったものだと思います。人類の20万年の歴史は、大きく5つに分類できると思います。20万年前、人類が東アフリカから世界中に拡散していきました。これが世界のグローバル化の第1波です。第2波では、1万年前に農業革命が起こって、人類は定住し各地に宗教を含めて文明が興りました。多様性の基本ができたのです。その時に感染症の基本もできたといえるでしょう。農業革命で、人類は野生動物を家畜化しました。伝統的感染症と呼ぶべき天然痘、結核、はしか、ペスト、マラリア等は、家畜化された動物や生活圏内の小動物や蚊などから人間に感染したものです。第3波はモンゴル帝国ができた13世紀が恐らく1つの区切りとなるでしょう。ここから大航海時代が始まりました。さまざまなものが世界に広がり、感染症もまた伝播したわけです。中世ヨーロッパでペストが流行したのは、アジアからモンゴル帝国が西へ行った1つの結果です。また、インカ帝国はヨーロッパから天然痘が持ち込まれ、壊滅するに至りました。第4波の始まりは、200年前にイギリスで産業革命が興った時です。技術革新が急速に進み、移動手段が発達し、エネルギー消費も指数関数的に増えて、世界大戦も2回勃発しました。その後、冷戦もありました。1989年にベルリンの壁が崩壊した時点で第4波が終わったのです。

今、我々は第5波に直面しています。これは人口増加に加えて、移動手段や情報伝達手段などの著しい進展による相対的な地球狭小化をもたらす多様性の爆発です。伝統的感染症

というのは、ほぼ定常状態になっています。第4波の時に、ワクチンができて天然痘は撲滅されました。また、病原菌が発見されたり、ペニシリンのような抗生物質ができたりして、ある程度コントロールできるようになりました。COVID-19はコウモリ由来です。エボラ出血熱にしても、SARS、MERSにしてもすべて野生動物由来です。なぜこのようなことになったかという点、急激な環境破壊が原因です。密林などさまざまなところに人間は進出しています。密林などさまざまなところに人間は進出していること、急激な環境破壊が原因です。密林などさまざまなところに人間は進出していること、急激な環境破壊が原因です。密林などさまざまなところに人間は進出していること、急激な環境破壊が原因です。密林などさまざまなところに人間は進出していること、急激な環境破壊が原因です。

「SDGsに取り組み、科学技術で解決を」

滝 地球環境の保全や回復、生活の改善や生命を守ることは科学技術でないと解決できないと思います。

平野 おっしゃる通りです。科学技術は様々な恩恵を人類にもたらしましたが、負の側面もあります。環境問題やエネルギー問題は、科学技術が引き起こした問題なのです。そのことを我々はしっかりと受け止めて、これらの負の遺産を、科学技術で解決する必要があります。もちろん科学技術だけで解決することはできません。科学技術そのものは、中立であり、それをどのように使うかというのは社会・政治の問題です。もちろん科学者も地球市民であるという観点から、当然そのことは考えなければなりません。科学者は負の側面を解決するために

も、科学技術研究開発を進めなければなりません。例えばエネルギー問題にしても、このまま放っておいたら、化石エネルギーは枯渇の恐れがありますし、CO2の問題もあります。やはり、SDGs「Sustainable Development Goals(持続可能な開発目標)」の問題になるんですよ。

滝 まさにSDGsというのはそういう問題を提起するものですよ。そういう意味でQSTは理事長のお考えの中でどういった取り組みをなさっているのですか。

「SDGs 7. エネルギーをみんなにそしてクリーンに」

平野 SDGsの1つの取り組みであるエネルギーについては、核融合に取り組んでいます。人類の歴史からみると、第3波までは森林や家畜、あるいは水力などの自然エネルギーを使用していました。第4波になって石炭や石油などの化石燃料へと大転換が起こりました。これら全ては太陽エネルギーに依存しているわけです。石炭燃料などは過去の森林資源が石炭になったもので、もとは太陽エネルギーです。画期的だったのは第4波になって原子力発電が登場したことです。太陽に依存しない初めての人類独自のエネルギーです。再生エネルギーは非常に重要で、風力発電にしても太陽光発電にしても技術革新を強力に推進すべきです。しかし、これらは太陽エネルギーに依存しており、天候や自然災害などの影響を受けやすく、安定的にエネルギーを確保するためには核融合のような太陽に依存しないエネルギーを開発する必要があります。

滝 JT-60SAは今年ファーストプラズマでしょうか。

平野 JT-60SAは13年かけて、ヨーロッパと日本の共同作業により、昨年の3月に完成しました。今はいろいろと機械の調整を行っております。今年ファーストプラズマを生成する予定です。そうするとITERができるまでは世界最大のトカマク装置になるので、これができるということは一歩、核融合発電の実現に近づくということなんでですね。SDGsの中ではエネ

ルギー問題を解決すれば、先ほどの環境問題を解決するという事になって、「13.気候変動に具体的な対策を」にも繋がります。自然災害の激甚化を抑えられる、ひいては感染症を抑えることにも回り回って繋がっていくんですよ。我々QSTとして社会に大きく貢献できる研究開発ですね。

「SDGs 3.すべての人に健康と福祉を」

平野 次に健康に関するものです。平均寿命がどんどん延びていますが、問題は健康寿命との差が10年あることですね。長生きするようになって必然的な問題として、不健康な時間をたくさん過ごさなければならなくなりました。今後は生活の質QOLを重視した治療が優先されるべきだと思います。そういう意味では我々が進めている重粒子線がん治療というのは、非常にいい方法だと思っています。私自身、13年前に肺がんを患い、左肺を60％切除しました。今では、私が患ったステージ1のがんであれば、重粒子線だと一日で治療でき、QOLも優れています。しかも5年生存率は外科手術と比較しても優るとも劣ることはありません。このように非常にいい方法なんですけど、まだまだ改良の余地があります。

滝 そうですね。千葉地区の装置HIMACを見ると大きいですね。

平野 HIMACは25年以上前の装置ですからね。サッカーコートくらいの大きさがあります。最新の山形大学に入っているものはテニスコートサイズです。普及させるために、さらに小さく、かつ高性能にする必要があります。それを量子メスと呼んでいます。関西研のレーザー加速技術と那珂研の核融合に使用されている超伝導技術を取り入れたものです。現在のシンクロトロンは20メートルぐらいですが、超伝導化すれば7メートルぐらいに収まります。それから直線加速器はレーザー加速に置き換えると、非常に短くなります。期待できる実験的データを得ているので、あとは医療に応用するために安定的に質のいいものを連続的に加速できる技術を開発する必要があります。まずは超伝導でシンクロトロンを直径を7メートル以内

に収めたいところです。これをパッケージすると20メートル×10メートルになって、普通の病院に収めることが可能となります。もう一つは、さらに性能を上げることです。現在は、炭素イオンだけでやっているわけですが、炭素イオンだけではすい臓がんなど治療が難しいところがあります。例えば、すい臓がんのど真ん中は炭素よりもっと重い酸素にするともっと破壊力が向上します。そのちょっと周辺は今の炭素です。正常組織に近いがんの周辺部は、正常組織をできるだけ傷つけないようにヘリウムのような軽いイオンを用いる。このように、マルチオンにしてシミュレーションするとすい臓がんのような難しいがんでもまんべんなく照射できるのです。これは非常にいいだろうと予想しています。昨年HIMACにマルチオン照射が可能になるように付属機器をつけました。まずは動物実験をして、今年は臨床研究に持って行きたいと思っています。すい臓がんのような難しいがんももっと成績がよくなるだろうし、他のがんも1回照射で治療できるようになる可能性があります。可能な限り早く量子メスのプロトタイプを作りたいと考えています。HIMACの隣に量子メス棟を建設し、まずは超伝導シンクロトロンを導入することを考えています。さらに、レーザー加速技術が完成後に直線加速器をレーザー加速に置き換えたいと考えています。今年は、その準備を進めていくつもりです。

がんが解決するともう1つは認知症ですね。QSTでは認知症の診断技術というのがあります。放医研は日本で初めてPETを開発したところです。伝統的にそこは強いので、最近のトビックスでは認知症の1つの原因物質だと言われているタウタンパクを、早期に見つけるプローブの開発に成功しています。2年ほど前に成功しているのですが、その時はもうひとつシャープではなかったのです。現在はもっと綺麗に見えるようなものが開発されました。そのことによって、症状が出る前からいろんな対策が可能になるはずですよ。もう1つは、動物実験が簡単にできるようになったので、認知症の薬のスクリーニングが能率的にできるようになりました。製薬会社とタイアップして、まだ動物実験段階なので何ともいえませんが、薬の開発

を行っています。がん及び認知症に関する研究開発を「がん死ゼロ健康長寿社会」の実現に繋げていきたいと考えています。

さらに、医療分野を始めとして、様々な分野での応用が期待されるのが、量子生命科学研究です。私が理事長になってから特に力を入れて、ゼロから始めた取り組みです。QSTには、物理・工学系と生物・医学系がいます。それをマネジメント的に結び付けたいと考えてさまざまな取り組みを行ってきました。生命科学の歴史というものは、技術に依存しています。例えば、16世紀に光学顕微鏡ができた。光学顕微鏡という科学技術によって細胞が発見されて、生命科学は激変しました。そして、電子顕微鏡や遺伝子工学が出現して、分子生物学が開いた。今は分子生物学の最盛期を迎えています。ただし、生命は何かということは分子生物学では明らかにできないと思います。次は量子レベルで生命現象を見る必要があると思います。量子科学技術の進歩は著しく、いろいろなセンサーや分析装置ができています。それを生命科学に適用して、新たな知見を得ていきたいと思っています。

滝 生命の根源は量子の世界まで見ていかないと分からないものではないですか。

平野 量子の世界まで見ても分かるかどうかは分かりませんが、分子生物学だけで分からないことは事実です。量子センサーができて、昔、光学顕微鏡で見たら新しいことが分かったように、見えなかったものを見ることができるようになります。観察できなかったことが観察できるということは大きなことで、生命科学に大きな変革をもたらすと思います。QSTにはそれを可能にする環境があって、理事長としてやりがいがあります。例えば、3000キロもの距離を間違わないで飛ぶ渡り鳥は、地磁気で方向を決めていると考えられていますが、その機序は分子生物学では説明できません。その地磁気をどうやって見ているか。目で見ているんです。目の中にある光受容タンパクのクリプトクロムでどうやら見ているらしいですね。クリプトクロムが量子もつれという量子現象に基づいてごく微弱な地磁気を観測しているようです。量子生命科学研究で量子現象に基づく生命の機序を明らかにする

ことで生命の謎に迫って行きたいと考えています。究極的には「命とは何か?」という人類最大の謎に迫りたいと思います。

滝 ここには相当に広いフロンティアがあるという感じですね。

平野 生命科学というのはものすごく幅広いですね。しかも生命というのは奥深いですから、一番難しいフロンティアですね。ゼロから量子生命科学を立ち上げるために、4年前にまずQSTで勉強会を始めました。全国の大学の方も招き、話し合っていたいただきました。4年間に2回QST国際シンポジウムを、量子生命科学をテーマにして開催しました。研究会も作りしました。一昨年には研究会を一般社団法人として学会にしました。QST内でも、バーチャルラボを基に、量子生命科学領域という組織を2019年4月に作り、名古屋大学から馬場教授を領域長に迎え、全国から人を集めました。文科省に働きかけて量子技術イノベーション戦略の中に量子生命科学を取り上げてもらいました。量子技術イノベーション戦略の拠点が全国にできましたね。その中で我々は量子生命科学の拠点になったのです。量子生命科学研究棟を建てる予算も措置されました。今年の3月に着工し、約1年半後にできます。また、光・量子飛躍フラグシッププログラム(Q-LEAP)にて、量子生命科学の研究予算を獲得しました。単にQSTの人だけではなく、全国の大学の研究者、海外の研究者、企業の研究者、そういった人たちを集めて量子生命科学の拠点にするのです。新しい研究領域をゼロから立ち上げるという、私としては生まれて初めての経験となります。

滝 面白いお話をうかがってきましたが、ほかに紹介しておきたい取り組みがあればお聞かせください。

「SDGs 9.産業と技術革新の基盤をつくろう」

平野 量子コンピュータや量子通信のデバイス、こういうのは当然、省電力・高速・大容量のチップが必要です。こういうチップの開発も量子ビーム技術に加え、スピントロニクスと



「5周年を迎えて」

フォトニクスを組み合わせたスピンフォトニクス技術を駆使して取り組んでいます。レーザーの応用も進めています。例としてトンネルの検査というものがあります。従来は人が金槌による打音検査を行っていましたが、レーザーで打音し、跳ね返ってきた光を検出して欠陥部分を自動的に探り出すという新しい手法を創り出しました。我々と理研、レーザー技術総合研究所等が連携してプロトタイプをつくっており、実用化寸前までできています。検査技術では、血糖値を測るというものがあります。従来は血糖値を測るには針を刺して採血する必要がありましたが、レーザーで非侵襲的に測るという技術を開発して今ベンチャー企業ができています。

次世代放射光施設として、軟X線領域に強みを持つ放射光施設を現在、東北大学青葉山新キャンパス内に建設中です。官民地域プロジェクトとして、民地域側は一般財団法人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、国側の代表としてQSTで連携して進めています。国が半分資金を出して、半分を民地域が出すプロジェクトで、我々は加速器を製作します。民地域側は土地の造成や建物の建設を実施します。既に建物は着工しており、2023年に施設が完成することになっています。次世代放射光施設ができれば現在SPRing-8とは違った、生命のダイナミズムのチップが必要で、こういうチップの開発も量子ビーム技術に加え、スピントロニクスと

QSTは、今年5周年の区切りの年となります。1年かけて次期中長期計画、次の課題、組織再編を含めてどういう方向に向かっていくのかを考えます。私としては、国立研究開発法人ですから、社会のためにどう生かしていくのが大きな使命だと思います。SDGsというのは社会の出口を見ているから、SDGsを非常に強く意識して、それぞれの研究がSDGsの中でどういったことで役に立つかを考えるべきでしょう。21世紀に入り、人類は第5波という大きな変革の波にあります。それは多様性の爆発の大波です。この大波を乗り切って、明るい未来を切り開いていかなければなりません。QSTは国立研究開発法人として、量子科学技術による「調和ある多様性の創造」により、日本はもちろん、世界の平和と心豊かな人類社会の発展に貢献する、という理念を掲げています。そして、第5の大波を乗り切るためには、私たちは「地球市民」としての自覚を持たなければならないと思います。

滝 そういうフィロソフィーというか、大きなビジョンはすごく大事だと思います。リーダーになる人がそういうビジョンを打ち出すことによって、方向性を示してこのために我々は生きていくんだ、働いていくんだということを示すということはすごく大事だと思うんですよ。QSTの2021年に期待しています。

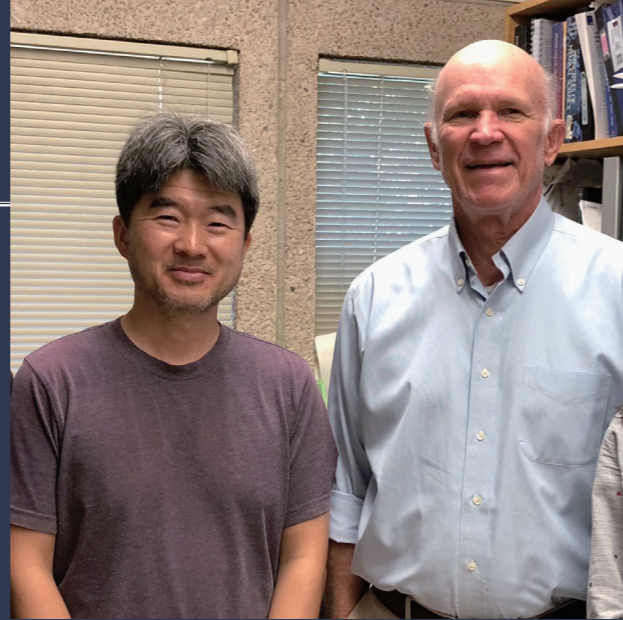
— 組織の壁を越え、新たな風を吹き込む —

開かれた 研究組織を 目指して

量子生命科学領域は、量子生命科学研究における「知の結集」を図り、この分野の量子技術イノベーション拠点形成を促すべく、国内外の研究者に開かれた研究組織の構築を目指しています。その第一歩として、クロスアポイントメント制度により国内外の大学から最先端研究に取り組む3人をグループリーダーに迎えました。領域への参加を決めた理由や今後の抱負など、3人のリーダーから率直な思いを聞きました。

Contact us!

量子生命科学領域
研究企画グループ
iqls-kikaku@qst.go.jp



細胞内の膜を持たない構造体の謎を解く

加藤 昌人 Kato Masato

相転移生命科学研究グループリーダー／
Professor, UT Southwestern Medical Center
写真右：Steven McKnight 教授
Department of Biochemistry, UT Southwestern Medical Center

細胞内で生理機能が適切に発現する仕組みを、タンパク質の分子構造に基づいて説明する研究が専門。博士号を取得後、1999年にポスドクとして渡米。タンパク質分子のうちlow-complexity (LC) 配列という特殊なアミノ酸配列が、細胞内で相分離を引き起こしていることを発見し、世界的に注目を浴びている。



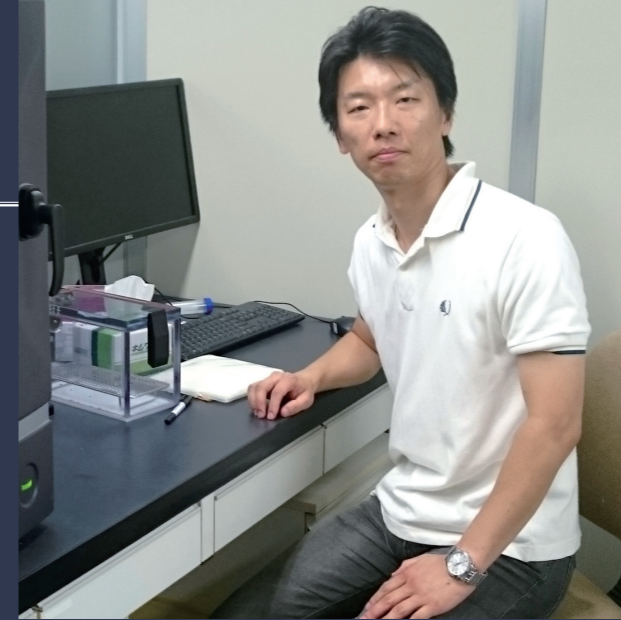
相分離（水の中で油が液滴として分離するような現象）液滴の物性を調べたり、液滴内でのLC配列の状態や構造を解析したりすることで、生命の根本的メカニズムにおける細胞内相分離の役割解明に挑みます。LC配列は、タンパク質分子としての決まった構造を持たないためその働きはよくわかっていませんでしたが、我々の研究結果をきっかけに、LC配列は相分離して液滴を形成するのに必要な領域であることがわかりました。細胞内のさまざまな生理機能を担うこの相分離現象は、細胞内の膜で仕切られていない凝集体（細胞質中の液滴）の形成機構として、現在、注目されています。

QSTへの参加を打診されて、私の研究とどうフィットするのだろうか？と思いました。話を聞くうちに、量子技術を使った計測方法が我々の研究に大変役立つものとなりました。また、米国でこの技術は手近なものではなく、QSTでアクセスできることに大きなメリットを感じました。

研究室は立ち上がったばかりですが、実験が軌道に乗りだしたら、米国での研究と相補的な結果を出せる実験をどんどん行い、成果を上げていきたいです。また、研究室としてはQSTの量子技術を生命科学にうまく応用して結果を残し、量子生命科学領域に対しては、量子技術の有用性を社会に広められるよう貢献したいと思っています。

学生・研究者のみさんへ

LC配列の研究は、細胞内の相分離というホットな研究と直結しています。また、LC配列を持つタンパク質、例えばTDP-43やFUSには、前頭側頭葉変性症のような神経変性疾患を引き起こす変異が数多く報告され、病気の原因メカニズムと深く関わっています。治療法の開発に貢献できるよう、病気のメカニズム解明につながる研究も進めていくつもりです。最先端の研究を、最先端の技術で行う研究室です。興味のある方は、ぜひご連絡ください。



量子技術で幹細胞における再生機能発現機構の解明に挑む

湯川 博 Yukawa Hiroshi

量子再生医工学研究グループリーダー／
名古屋大学 未来社会創造機構 ナノライフシステム研究所 特任准教授

再生医療に対する量子ナノ材料を応用したイメージング研究が専門。製薬企業にて医薬品開発や機能性食品の基礎研究に従事する傍ら、名古屋大学に国内留学して再生医学や腫瘍生物学について学び、医学博士の学位を取得。工学博士の学位も持つ。企業研究10年、大学研究8年の経験に加え、医学（再生医学）、工学（量子ナノ光学）を学んだユニークな研究経歴を持つ。



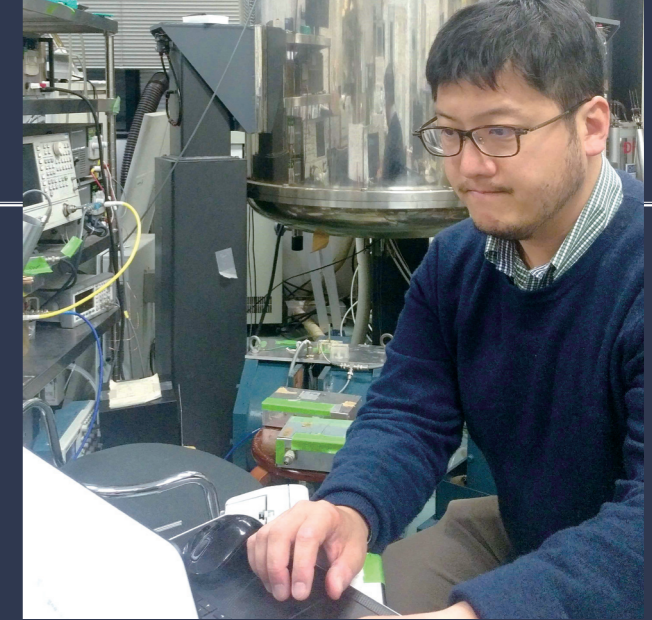
QSTからのオファーは正直、非常に驚きました。QSTを知るうちに、自分が取り組んできた研究にフィットする領域であり、自分の研究をさらに進展・発展させることができるかもしれない、ぜひやってみたいと思うようになりました。国の研究機関という経験のない環境に一度身を置いてみたいという好奇心も、参加を決めた理由の一つです。

大学は学生が多く、研究者の駆け出しとも言えないメンバーが主役で、教育も大きなウェイトを占めます。一方、国の研究機関はPh.D.を持ったスペシャリストの集団です。それぞれに長短ありますが、異なる研究環境を上手く融合させて、双方に大きく貢献できればと思います。

量子生命科学領域では量子光学の技術を洗練させ、これまで取り組んできた再生医学における幹細胞、再生細胞が持つ高次元な能力（分化、成熟、成長、生着など）の解明を目指します。加えて、未だ実現困難とされるセンシング機能（細胞が周辺環境を理解し、必要な物質を必要な量、必要な時に生産する能力。膵島細胞がその例）を持つ細胞を生体外で再現する技術の創製のほか、量子光学をがん免疫療法や認知症治療に応用して、新規診断・治療技術の開発にも貢献したいと考えています。

学生・研究者のみさんへ

量子生命研究は、量子光学などを駆使して謎に満ちた生命現象を解き明かそうとする、非常に新しい学問です。まずは量子光学に加え、生物学、医学、薬学などの幅広い専門知識を持った研究者らが緊密に協働することが重要となります。量子光学研究の経験がなくても、少しでも興味があれば新しい分野を切り拓ける可能性があります。ぜひ一緒に、量子生命研究を始めてみませんか？



核スピンの向きを揃え超高度MRI実現を目指す

根来 誠 Negoro Makoto

量子超偏極MRIグループリーダー／
大阪大学先導的学際研究機構 量子情報・量子生命研究センター 特任准教授

研究分野は量子コンピュータ・量子センシング・磁気共鳴（NMR/MRI/ESR）。学部四年生で量子コンピュータの研究室に配属されて以来、量子技術研究を続ける生粋の「量子ネイティブ」を自負。量子技術で生命を視ること、生命がどのように量子情報を使っているかに以前より興味を抱く。従来極低温でしか起こせなかった超偏極を室温で実現する技術開発の世界的第一人者。



超偏極（磁気共鳴のシグナルが桁違いに向上する現象）技術の生化学・医学応用において世界的に活躍する研究者がQSTには所属していたので、私が培ってきた量子技術の実用を彼らと一緒に研究できるまたとないチャンスだと思いました。「量子生命」という言葉のもとに集まった人たちと、密に議論できることは大きなメリットです。同じ目的意識を持った人たちと、量子生命科学というまだ輪郭がはっきりしないものを、少しずつ形作っていくことにやりがいを感じています。

これまで長年、磁気共鳴（超偏極）と量子コンピュータという“2足のわらじ”で研究をしてきました。最初はそれぞれの分野で出会う人たちも、そこで学べることも交じり合うことは少なかった…しかし、シナジー効果があるのでは、と徐々に思い始め、少しずつ同じ方に向いてきました。量子超偏極の研究は、2足のわらじだからこそ着想できたと思っています。

QSTでは室温超偏極技術によって、超高度な生体内のセンシング・イメージングならびにその医療応用の実現を目指します。今後も大学で量子コンピュータの研究を続けながら、生命科学への理解やその知見を量子コンピュータ開発に生かすことにも挑戦したいです。大学とQST、2足のわらじで「量子でヒトを理解する、しあわせにする」ことを目指します。No Quantum, No Life!

学生・研究者のみさんへ

量子技術の生命科学・医療への応用は、エレクトロニクス・物理・情報・数理・化学・生物・薬学・医学と非常に幅広い分野の研究者の力が必要です。だからこそフロンティアなのだと思っています。もっともっと、この分野に飛び込んでくれたら幸いです。

CO₂ゼロ社会へ 世代をつないで挑み続ける夢のエネルギーへの道

21世紀中頃の実現を目指す「地上の太陽」の全貌がついに見えてきた。人類にとって夢のエネルギーである核融合研究の最前線。今回は、2019年11月に核融合原型炉の基本概念の明確化を成し遂げ、名実ともに世界トップクラスの核融合原型炉設計プラットフォームへと進化を遂げた六ヶ所核融合研究所（六ヶ所研）がAll For Oneで挑み続ける原型炉開発の現在と、核融合研究への飽くなき情熱に迫ります。



六ヶ所核融合研究所
所長
池田 佳隆

遠く輝く夜空の星のエネルギーを作り出す 核融合研究のゴールがグッと近づいた

もともと私が核融合研究に興味を持ったのは、天体観測に夢中だった子供の頃に恒星（太陽）が放つ光が核融合であると知ったのがきっかけです。この核融合エネルギーの実用化は何世代の研究で襍を繋ぐとても長い道程です。しかし、我々が明確にした原型炉の基本概念により、子供の頃に眺めた遠くの夜空の星にグッと近づいたという手応えがあります。「夢の核融合の全体像」が見えたのですから。

これまで、核融合反応を起こす炉心を中心に研究を進めてきましたが、この基本概念の明確化により、核融合反応で発生したエネルギーを取り出し、発電タービンで発電する発電系や核融合炉の特徴である核融合反応をしながら燃料を生成する燃料生成系、更には運転保守時に主要機器の交換を行う保守系等、原型炉の全体像を世の中に示すことができました。核融合炉発電を行うための発電プラント全体の姿がリアルになったのです。

ITER、そしてJT-60SAの 最新データを反映させて より魅力的な原型炉を目指していく

QSTが目指す核融合エネルギー開発の中で、六ヶ所研はその司令塔でありたいと思います。2035年頃、ITERでは50万kWの核融合反応（燃焼）の実証が行われ、そして間もなく那珂研のJT-60SAではITERを先導する実験が開始されます。そこでは、様々なアイデアが検証されていきます。世界トップクラスの核融合原型炉プラットフォームとして六ヶ所研では、それらの最新データを私たちが示した原型炉設計に反映させて、より安全で経済性の優れた魅力的な原型炉を目指していきたいと考えます。もちろん、原型炉の建設判断にはITERでの核燃焼の成功だけでなく、核融合材料の耐中性子評価や燃料である三重水素生成、炉工学技術の検証が必要です。このため加速器を用いて大量の高速中性子を発生させ、その中性子で核融合材料の耐久性を調べる核融合中性子源計画（A-FNS計画）、ITERで発生した中性子で三重水素生成を検証するITER-Test Blanket Module計画（ITER-TBM計画）などを行います。そして、そこで培った技術を他分野への産業展開を行いながら原型炉の実現に貢献したい。この産業展開と核融合開発、これが六ヶ所研の強みであり、使命であると思います。

原型炉から実用炉へ 核融合エネルギーで世の中に電力を 安定供給するまで挑戦はつづく

社会インフラとして建設・運転・保守が普通に行われる核融合発電の実用炉。その前段となる原型炉の大切な役割は、核融合炉発電の初号機で実際に発電を行うこと、信頼性を含めた各種性能確認を行うこと、そして実用炉建設に必要な技術情報を世界に発信することです。今後、明確化した原型炉の基本概念を軸に発電を行うための全てのシステムと現在の我々の技術レベルを比較し、必要な開発要素を整理し、戦略的に原型炉に向けた研究開発を進めていきたいと思えます。核融合発電を実現するには数世代の研究者が必要ですが、長期戦覚悟のしぶとい人たちが六ヶ所研には集まっていますから私も楽しみにしています。

核融合原型炉の概念設計を目指す 産学共創のワンチーム

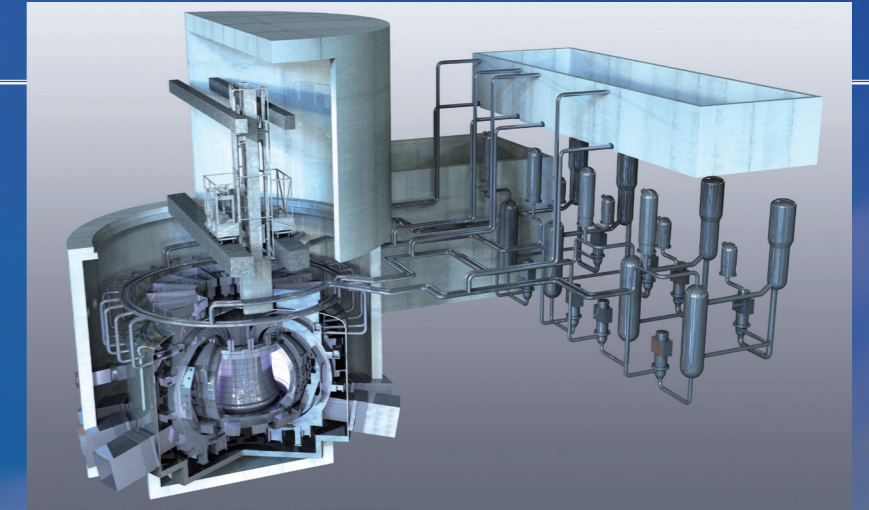
原型炉の基本概念の明確化は、ここ六ヶ所研に2015年に設置された「原型炉設計合同特別チーム」が成し遂げました。原型炉の概念設計と開発計画の策定を担うこの特別チームには、ITERの機器製作に携わるメーカーをはじめとした産業界、日本全国の大学から約80名が参画し、QSTのメンバーと合わせた約120名がワンチームとなり、核融合研究における原型炉開発の技術基盤の構築を進めるために活動しています。

特別チームの中でQSTは、文科省の提示したロードマップやアクションプランに沿って活動を推進する役割を担います。産業界からの参画者はITERの機器製作や軽水炉での経験を核融合原型炉にフィードバックしつつ実現性のある設計を実施し、大学からの参画者は、先進的なアイデアの導入に加えて、原型炉の建設を見据えた人材育成をそれぞれ担っています。このように、異なる母体から、それぞれの役割を持って新進気鋭の若手から老練なシニアまでが結集した特別チームは、業界や分野を超えた人材育成と産学共創の場にもなっています。原型炉の基本概念の明確化の次のステップとして、2025年頃までに日本の原型炉概念設計の完了、開発課題の確定と開発計画の策定を目指して、特別チームは日々議論を重ねる重要な役割を担っています。

核融合エネルギーへの想いをひとつに挑む 原型炉への道

原型炉の基本概念を明確にした特別チームは、概念設計、工学設計へと開発ステップを進めていきます。概念設計段階では基本概念を実現するために必要な物理・工学・材料のデータベースを拡充するための研究開発と、システム全体を統合した設計作業を連携して行います。概念設計が完了すると、工学設計へと移り、実際に建設するために必要な実規模の技術開発、安全規制法令の準備や建設サイト評価を行います。これらの工程を経て最終的に原型炉建設を判断する準備が整います。

特別チームは、システム設計、物理設計、安全設計、総合調整の4つのグループで活動しますが、基本概念の構築を目指す今の段階ではグループに縛られることなく、情報を共有しながら全体がワンチームとして活動しています。原型炉の設計では、ある性能を満たすようにすると、他の性能が満足できなくなるトレード



特別チームが示した原型炉本体の概念図



核融合炉システム研究開発部
核融合炉システム研究グループ
グループリーダー
坂本 宜照

オフの関係が多くあるため、設計にあたっては各グループで分け隔てなく情報を共有しておくことが非常に重要になります。今後はJT-60SAでの物理的な実証と核融合実験炉ITERでの技術的な実証を行って実現性を高めていくことになり、これまで以上に情報を共有するため、チームや組織を超えた各グループの活動が必要になります。

特別チームには核融合の実現を夢見る30代、その壮大さに取り憑かれた40-50代、熱い想いを後進に託す60代が業界を超えて集まっています。「地上に太陽を」という人類の夢を叶えるために、特別チームに参画する私たちの想いもひとつに「融合」させて研究に取り組んでいきます。



原型炉設計タスク会合でヨーロッパ側と議論をする特別チームのメンバー

NEWS

第4回QST国際シンポジウム 「Innovation from Quantum Materials Science」開催レポート

11月4日～6日の3日間にわたって、第4回QST国際シンポジウム「Innovation from Quantum Materials Science」を開催しました。本年度のテーマは、最先端の量子技術と物質・材料科学の融合による量子材料研究です。新型コロナウイルスの感染拡大防止のために、本シンポジウムは原則オンラインで開催し、国内の一部参加者のみオンライン（高崎研）で講演・聴講するという、オンラインとオンラインのハイブリッド形式で開催しました。国内外の第一線の研究者が集い、量子科学技術の未来について議論したシンポジウムの様子をお伝えします。

世界を先導する研究者による特別講演

量子材料研究分野の第一人者であるWrachtrup Jörg教授（独：シュトゥットガルト大学）と十倉好紀教授（東京大学、理化学研究所）をお迎えし、特別講演をいただきました。

Wrachtrup教授からは、ダイヤモンド中の窒素・空孔（NV）センターを用いた量子センシングの研究を紹介いただきました。ダイヤモンド中のNVセンターは、高感度と高空間分解能を兼ね備えたセンサーとして利用することができます。講演では、最新の成果として新しいコンパクトな量子センシングデバイスの開発や医療機器への応用の可能性について解説いただきました。

十倉教授からは、トポロジカル磁性体に関する、スキルミオン、創発磁気モノポール、創発インダクターの3つの興味深い研究に関して講演いただきました。トポロジカル磁性体の超低消費電力エレクトロニクス等への応用に向けた大きな可能性に加え、これらの研究の背景にある基礎的な理論についても紹介いただきました。



オンラインで講演をするWrachtrup Jörg教授



オンライン会場で講演をする十倉好紀教授



オンライン参加の研究者による講演



オンライン会場でのセッションの様子

国内外の第一線の研究者を招いたセッションとポスター発表

「固体量子センシング材料」、「スピントロニクス材料」及び「スピン計測・制御技術」をテーマとする各セッションでは、米メリーランド大学のWalsworth Ronald教授、広島大学の木村昭夫教授、シンガポール国立大学のYang Hyunsoo教授の3名の基調講演の他、各研究領域の第一線で活躍する研究者による12件の招待講演が行われました。また、国内外から参加した若手研究者を中心に、個別にショートプレゼンテーションを行う形式で45件のポスター発表も行われ、活発な議論が交わされました。

量子科学技術研究の一層の飛躍へ

特別講演やセッションを通して、国内外の研究者が量子材料研究分野における最先端のトピックについて議論する良い機会となり、諸外国で戦略的かつ積極的に展開されている量子材料研究分野に相応しい、熱気を強く感じられるシンポジウムとなりました。本シンポジウムにおいて、先進的な量子材料研究の基礎から応用までの幅広い知見を共有することにより、様々な分野の研究者が目標に向かって協力し、材料創製から産業応用まで一貫通貫に推進するという意識が醸成されました。これにより、実用的な量子材料開発が加速し、量子科学技術研究の一層の飛躍が期待されます。

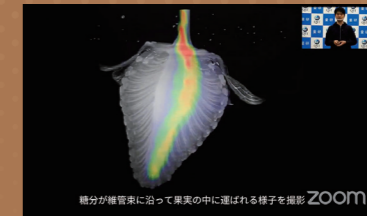
TOPICS

「サイエンスアゴラ2020」に出展しました

11月13日～22日、「サイエンスアゴラ2020」がオンラインで開催され、QSTは、量子ビーム科学研究（高崎量子応用研究所）、核融合エネルギー研究（那珂核融合研究所）の2つテーマでライブ配信を行いました。

量子ビーム科学研究では、「『究極』のイチゴ、量子科学技術でお届けします」と題して、肉眼では視えない様々な元素が植物の各器官に運ばれる仕組みを観察可能にする「RIイメージング」技術を題材に、量子科学技術が拓く農業の未来の可能性を紹介しました。

核融合エネルギー研究では、「JT-60SAバーチャルツアー～世界最大の超伝導核融合実験装置を見にいこう！～」と題して、2020年3月に完成した世界最大の核融合超伝導トカマク型実験装置「JT-60SA」のバーチャル見学と、核融合反応の仕組みや装置の解説を行い、未来のエネルギーとして期待される核融合エネルギーの研究についてみなさんに知っていただきました。両配信はサイエンスアゴラ2020のウェブサイトにて2021年夏ごろまでアーカイブ配信されますので是非ご覧ください！



「『究極』のイチゴ、量子科学技術でお届けします」の配信の様子

アーカイブ視聴はこちら



JT-60SAバーチャルツアー～世界最大の超伝導核融合実験装置を見にいこう！～の配信の様子

アーカイブ視聴はこちら



PRESS RELEASE

体内に取り込まれたセシウムの動きが見える！

～PETで撮像できるポジトロン放出核種セシウム-127トレーサの開発に世界で初めて成功～

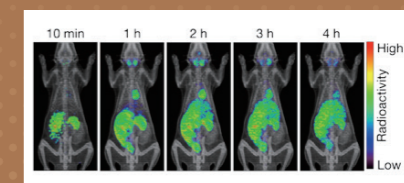
高崎量子応用研究所プロジェクト「RIイメージング研究」の鈴井伸郎主幹研究員と河地有木プロジェクトリーダー、プロジェクト「環境資源材料研究」の瀬古典明プロジェクトリーダーらは、東北大学、日本原子力研究開発機構と共同で、セシウム-127 (Cs-127) トレーサを開発し、PETを用いて生きた動物に取り込まれたセシウムの動きを可視化することに成功しました。

ポジトロン放出核種であるCs-127は、がん検診に用いるポジトロン断層法（PET）で、体内に取込まれたセシウムの動きをトレースすることができます。トレーサとして必要なCs-127はごく微量で、ヘリウムイオンビームを照射したヨウ化ナトリウム中に生成したCs-127を、その2億倍の量が存在するナトリウムイオン等から分けて取り出す必要があります。

研究グループは、量子技術で作製したセシウムイオンを選択的に捕集するグラフト重合材を利用したCs-127の分離精製技術を開発し、得られたCs-127を生きたラットに投与してPET

で撮像して、取り込まれたセシウムが体内の様々な臓器へ移動する様子を世界で初めて可視化することに成功しました。

Cs-127は、東京電力福島第一原子力発電所事故後、環境中に放出されたCs-134やCs-137と体内で同じ動きをします。私たちの開発したCs-127トレーサは、環境中に放出された放射性セシウムによる内部被ばく線量の評価研究に役立つと考えています。また、植物研究では、作物のセシウム輸送メカニズムの解明研究への貢献が期待できます。本研究は文部科学省科学研究費による補助を受けて実施されました。



PETで撮像した生きた動物体内のセシウムの動き

詳細はホームページをご覧ください





国立研究開発法人
量子科学技術研究開発機構
National Institutes for
Quantum and Radiological Science and Technology

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

SPECIAL CONTENT



more

量子科学技術でつくる 私たちの未来

あんなことができたら。こんなこともできるの。

QSTが目指している「調和ある多様性の創造」が実現した未来をイラストにしてみました。

QSTが未来の暮らしをつくり、支えているかもしれません。

さまざまな研究成果が未来でどのように役立っているか、シリーズでご紹介します。



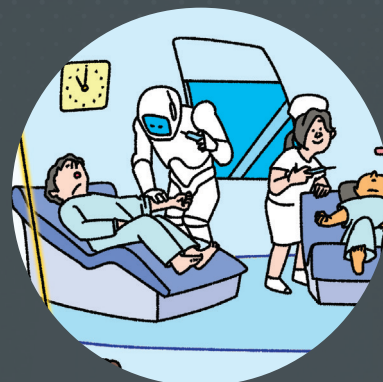
人類の夢、 核融合エネルギーで発電

未来の暮らしでは太陽が輝くのと同じエネルギーで発電した電力が普及。発電の過程でCO₂を排出せず燃料が海水中に豊富に存在する核融合エネルギーは安全性が高く、地球に優しい人類究極のエネルギー源です。



脱炭素社会を実現! 人工光合成で二酸化炭素を削減

植物の「光合成」のメカニズムを模倣して人工的に光合成を行うことで、CO₂の削減に貢献しています。光合成で得られるエネルギーは電気に変えて家やビルの電力として使用できます。



標的アイソトープ治療で からだに負担の少ないがん治療

がんが集まる放射性薬剤を注射して、からだの内側から放射線を直接照射してがんを治す標的アイソトープ治療が普及。副作用や薬アレルギーもほとんどなく、からだに負担をかけずにがんの治療ができます。

QST NEWS LETTER

No. 15

令和3年1月

《企画・発行》

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 経営企画部広報課
〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区六ツ川4-9-1

Tel : 043-206-3026 (直通) Email : info@qst.go.jp

URL : <https://www.qst.go.jp>

制作 株式会社アイガー

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付いただけます)