

# 調和ある多様性の創造



# QST NEWS LETTER

2021

JULY

NO. 17

## ▶ Special feature.01

### 次代のリーダー育成こそが イノベーションを生む

QST 量子ビーム科学部門の育成サポート施策とは  
若手研究者によるオンライン座談会を開催!

## ▶▶ Special feature.02

### 次世代の頭部専用 PET が実用化へカウントダウン!

「ヘルメット型 PET」で脳の検査をもっと身近に

## ▶▶▶ Special feature.03

### 原型炉実現のカギを握るブランケットの開発が 新たなフェーズに突入!

新たに完成したブランケット工学試験棟での安全実証試験へ





## ▶ Special feature.01

# 次代のリーダー育成こそが イノベーションを生む

QST 量子ビーム科学部門の育成サポート施策とは  
若手研究者によるオンライン座談会を開催！

### ▶▶▶Member

高崎量子応用研究所 先端機能材料研究部

佐藤 真一郎

「次のステップは良い研究体制を築くこと」

研究テーマ：ランタノイド・ナノフォトニクス量子デバイス

採択プログラム：創発的研究支援事業

### ▶▶▶Member

関西光科学研究所 光量子科学研究部

石井 順久

「社会的・経済的ニーズにマッチさせる」

研究テーマ：アト秒軟 X 線光源による水の光励起ダイナミクスの解明

採択プログラム：さきがけ

### ▶▶▶Member

高崎量子応用研究所 先端機能材料研究部

大山 智子

「客観性と自己主張のバランスを」

研究テーマ：水媒介架橋による、細胞機能発現を促す人工 ECM の実現

採択プログラム：ACT-X

### ▶▶▶Member

高崎量子応用研究所 放射線生物応用研究部

三好 悠太

「研究目標に到達する足掛かりに」

研究テーマ：炭素栄養の転流の自由自在な制御に向けた研究

採択プログラム：ACT-X

### Host ▶▶▶

量子ビーム科学部門長

伊藤 久義

## ▶▶ This agenda

QST 量子ビーム科学部門では、10年、15年先の量子技術分野においてシーズやイノベーションを創出し続けるには世界的なリーダーを輩出することが必須と考え、研究人材育成の一環として、研究資金の支援だけでなく、研究者個人の育成を目的に掲げる支援事業プログラムでの研究課題採択を目指し、若手研究者のサポートを行っています。

今回は組織として研究者育成を計画し推進する、量子ビーム科学部門長が聞き手となって、実際にサポートを受けて JST の支援事業プログラムに研究課題が採択された若手研究者たちにオンラインで集ってもらい、実際に受けたサポートの内容や採択後の近況について語ってもらいました。

伊藤部門長：本日は4名の若手研究者のみなさんにご参加いただきました。早速ですが、まずはみなさんが支援事業プログラムに採択されるまでに苦労されたことや、各拠点の副所長と研究企画部の若手サポート担当の研究統括を中心に行われているサポート施策についてどう感じたか、といったところから話を始めましょう。

### ：研究シーズと事業ニーズの ：マッチングを徹底的に議論

石井：私が採択された支援事業プログラムは、「さきがけ」ですが、このプログラムは、社会的・経済的ニーズを踏まえて国によって定められた戦略目標に沿った研究課題をしっかりと立てることが求められます。そのため、自分の研究テーマをそこにどうマッチさせるか、ということが一番苦労しました。部門のサポートでは、この自分の研究テーマの出口戦略といいますが、戦略目標を重視することを副所長や研究統括からご指導いただきまして、じっくりと詰めていくことができました。

三好：私も石井さんと同じで、やはり戦略目標と自分の研究テーマをマッチさせることに難しさを感じました。私が採択されたのは「ACT-X」の「環境とバイオテクノロジー」という領域ですが、JST の支援事業プログラムへの応募自体が初めてだったこともあり、かなり先の夢を語っていいの、もう少し現実的なところを押さえたほうがいいの、といったところを具体的にアドバイスいただけで非常にありがたかったです。

伊藤部門長：お二人がお話しされたのは、研究シーズと事業ニーズのマッチングということだと思いますが、まさにここは、支援事業プログラムでの採択には欠かせない点ですので、副所長や研究統括と徹底的に議論

いただくなど、力を入れているサポート内容のひとつです。

大山：私の場合は、研究の内容が、材料、医療、量子ビームなど分野融合的なこともあって、なかなか合致する支援事業プログラムがなく、これまで漠然と不安を抱えてきました。今回採択されたのは「ACT-X」の「生命と化学」という領域ですが、非常に広い融合研究を推進するような分野で、そういった意味では応募する非常にいいチャンスを得られたと思います。研究企画部の方には、最初の不安と心配事のところからいろいろと相談に乗っていただき、背中を押していただきました。

伊藤部門長：ACT-X は、独創的、挑戦的なアイデアを持つ若手研究者の個の確立を目指す、というプログラムなので、そのあたりが大山さんにぴったりだったということですね。

### ：QST 外部の有識者を ：招いての勉強会

佐藤：私は「創発的研究支援事業」の「材料」という分野で採択されたのですが、材料という非常に広いテーマで、自分のやりたいことを純粋に提案し、それを評価していただけたと思っています。ただ同時に、自分のアイデアをそのまま出しても、相手にはなかなか伝わらないということも感じていたので、面接前に「さきがけ」の研究統括の経験があり、大学などでアドバイザーとしても活躍されている QST 外部の先生を招いて勉強会を開いていただいたことは、とても良かったと思います。厳しいコメントをたくさんいただき、大変ではありましたが、そのまま面接に臨んでいたら、提案内容が不明瞭な印象になってしまったと思います。やはり QST 内部のみならず、外部の方々にも見ていただくというのはとても重要だと感じましたね。

石井：私も、外部の有識者の先生にサポートいただいたことは、とてもありがたかったです。実は、さきがけには、QST 在籍前にも応募して不採択だったことがあるのですが、そのときの内容に対して、外部の有識者の方からコメントをいただき、それをもとに改善したことが今回の採択につながったと思っています。

伊藤部門長：やはり、外部の有識者の先生を招いた勉強会は、審査側の視点を通して、また違った角度から有用な意見が聞けるので、今後もさらに機会を増やしていけたらと思います。

### ：多様な視点で客観性と ：自己主張のバランスをチェック

三好：違った角度からの視点という意味では、申請書を、自分の専門ではなく、分野外の方が見て、理解できるのか、面白いと思えるものになっているのか、というところをチェックいただけたことも非常にありがたかったですね。

大山：私も、申請書については、客観性と自己主張のバランスを何度も何度も指導していただきました。その結果、自分でも納得がいくし、これなら審査員の方も読みやすいかなってという申請書ができました。

佐藤：私も何度も修正されるなかで、どんどんブラッシュアップされていくことを感じました。あと、大山さんと同じで、これは申請書に限らずですが、支援事業プログラムの審査で感じるの、やはり客観的な視点の重要性でした。そう考えると QST って量子ビーム科学と核融合エネルギーと量子生命・医学とあるので、いろいろな視点の方が集まっている組織なんですよ。まさに多様性というか。

### ▶ 戦略的創造研究推進事業 さきがけ

国が定めた戦略目標の達成に向けて、社会・経済の変革をもたらす科学技術イノベーションの源泉となる新たな科学知識に基づく創造的な革新的技術のシーズを世界に先駆けて創出することを目的とする。独創的・挑戦的かつ国際的に高水準の発展が見込まれる個人型研究を原則3年半にわたり推進する。

### ▶ 戦略的創造研究推進事業 ACT-X

国が定めた戦略目標の達成に向けて、独創的・挑戦的なアイデアを持つ優れた若手研究者を発掘して育成し、「個の確立」を支援することを目的とする。博士の学位取得後8年未満の若手研究者をスタートで原則2年半にわたり育成し、評価の高い研究課題にはさらに1年間の追加支援を行う。

### ▶ 創発的研究支援事業

特定の課題や短期目標を設定せず、多様性と融合によって破壊的イノベーションにつながるシーズの創出を目指す「創発的研究」を推進する。既存の枠組みにとらわれない自由で挑戦的・融合的な多様な研究を、研究者が研究に専念できる環境を確保しつつ原則7年間（最大10年間）にわたり長期的に支援する。



JST (科学技術振興機構) の  
代表的な支援事業プログラム



石井：そうですね。幅広い視点からご意見いただけるのは幅広い研究を行っているQSTならではのですね。

伊藤部門長：では、申請書とともに重要になるのが面接ですが、そのための予聴会では、なるべく本番をシミュレーションできるよう、聴く側が審査員の視点でいるいろいろなコメントをしたと思います。これについてはどうでしたか？

大山：やっぱりテーマであったり、審査員の方の趣旨っていうのを理解しながら、自分のやりたいことを主張することがプレゼンでは大事だと、改めて気づかされましたね。

佐藤：私も、申請書の作成段階だけではなく、面接に向けての予聴会でいるいろいろな観点からコメントいただけたのはとても良かったと思います。

三好：私は、2回ほど予聴会をしていただきましたが、ACT-Xの場合、書類選考通過の2週間後が、面接で使用されるプレゼン資料の提出締切という、非常にタイトなスケジュールでして、2回目の予聴会のときは、既にプレゼン資料を提出した後でした。面接の質疑応答の練習をしたのですが、そのときに受けたアドバイスがとても参考になったので、もう少しスケジュールをうまく回せたら、2回目の予聴会のこともプレゼン資料に反映できたかなあと、少し後悔しました。



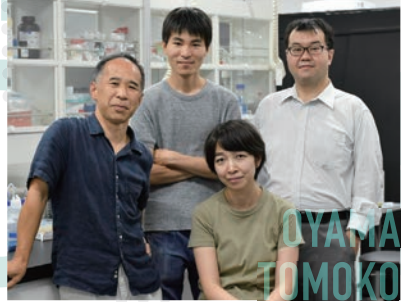
MIYOSHI YUTA

伊藤部門長：そうでしたか。今後は、三好さんのようにタイトなスケジュールに合わせた支援など、みなさんのご意見を伺って、サポートをより充実させていければと思います。それでは次に、採択された研究がスタートしてまだ間もないとは思いますが、研究の近況についてもお聞かせください。

### ● 自発的・積極的に研究を推進する

大山：スタートして半年ですが、順調な部分と、想定外だった部分というのが、だんだん見えてきたところです。私が属する領域の領域長は非常に寛大な方で、計画通りじゃなくても面白いことを進めていってください、とおっしゃっていただけるので、心の余裕を

持っているいろいろなチャレンジできているかなと思います。



OYAMA TOMOKO

三好：私の場合は、最初の段階でちょっとつまづいた部分がありまして、想定していた通りになかなかうまくいかないことがあったのですが、ACT-Xは、領域長やアドバイザーはもちろん、他のメンバーにもいろいろな分野のスペシャリストがたくさんいらっしゃって、そういった方たちのアドバイスを受けて、問題を解決することができました。自分の専門外の方からも気軽に意見を聞くことができる環境は、非常にありがたいですね。

伊藤部門長：お二人とも、領域長やアドバイザーだけでなく、様々な分野のスペシャリストからの助言などに支えられて、研究を推進しているということですね。

佐藤：私は、まだ4月に始まったばかりですが、事前に検討していた部分から着々と進めているといった段階です。トータル7年間のプロジェクトで非常に長い間支援いただくことになりましたが、私の研究テーマは、他にやっている人が誰もいないので、私がやらないと全く進みません。そういった意味でも成果が上がるよう、頑張っていかなければと思っています。

伊藤部門長：自発的、積極的に研究課題を推進していくことが求められるということかと思いますが、それを続けるなかで、自分で研究をマネジメントする力も養えそうですね。

石井：私も今のところ順調に進んでいるという感じです。というのは、さきがけの応募に先立って QST 内部の萌芽的研究に配分される「戦略的理事長ファンド」の支援をいただいたんですね。それによって基礎的なところ、いわゆるスタートアップはある程度できました。それを足掛かりに応用研究というかたちで、さきがけに応募し、採択につながれたという実感があるので、さらにここから研究を加速していきたいと思っています。

伊藤部門長：もちろん部門だけでなく、QST 全体でも人材育成に積極的に取り組んでいるなかで、萌芽的研究を発展させて、支援事業プログラムに採択され、戦略的理事長ファンドが目指すところをまさに実践し、さらに

研究を大きく伸ばさせていく、大変よい流れで進んでいるように感じます。

佐藤：あと、近況ということでは、少し余談にはなりますが、創発的研究支援事業はプログラムオフィサーの先生を中心に、専門分野単位で「パネル」という 30 名程度のグループを構成するのですが、4月に自分が所属するパネルのオンライン交流会があったんですね。そこで、いろいろな方の話を聞いたのですが、みなさん非常にオリジナリティがあり、少し圧倒されました(笑)。そういった方々とこれから一緒に研究をしたり、コラボレーションする機会もあるかと思っていますので、とてもワクワクしています。



SATOU SHIN-ICHIRO

大山：私も同じように、ACT-X に採択された方が集まってオンラインでそれぞれ研究発表をする、領域会議というものが 2 日間あったんですが、みんな全く違う分野のことを発表されるので、その 2 日間は情報過多になって眠れなくなりました(笑)。ただ、そうやっているんなら情報を詰め込んでみては、自分の研究に活かせることを考えつつ、新しい方向に進んでいきたいなと思いましたね。

伊藤部門長：全く知らなかった分野の研究者からの影響や刺激というのも、研究を進めるうえでは大きな原動力になりますよね。みなさん、まさにこれからといったところですが、最後に今後の展望についてもお聞かせください。

### ● 将来に向けた研究ネットワークの形成

大山：これまで研究をするなかで、視野を広げることが次の一歩につながってきたという実感がありますが、ACT-X は、さらにその視野を一気に広げるきっかけになりました。実施期間は2年半ですが、自分の研究が大きく育つかどうかを実際にチャレンジして見極めるための期間だと思って、チャレンジ精神というか、冒険心を持っているいろいろ試していきたいです。

三好：私も大山さんと同じように、ACT-X の領域長や JST の方から、2年半の研究を通して、自分の研究目標に到達する足掛かりを得てください、と言っていただきました。また、それと同時に、将来につながる研究者の

ネットワークを構築することも求められているので、そのあたりを意識しつつ、研究を進めていこうと考えています。

伊藤部門長：ネットワークは現在の研究を進めるだけでなく、将来、新たな研究を作っていくためにも大切ということですね。

佐藤：私も、自分の研究が徐々に広がっていくようなフェーズに入ってきて、個人でできることには限りがあることを最近実感しています。全部を一人でやろうとすると、知識も技術もカバーしきれないですし、時間も足りません。その点で創発的研究支援事業では、自分の研究を進めると同時に、それを進めるためのチームを編成していくことも求められているので、私自身の次のステップとして、良い研究の体制を築く、ということも目指していきたいです。そういう意味では、今日は若手研究者の座談会ですが、ようやく若手から脱却して、中堅になりつつあるんじゃないかと思っているんですが(笑)。

石井：私もみなさんと同じですが、さきがけは、もう少し分野を特定して尖った研究というか、特化した研究が多いこともあり、近い分野の研究者が周りに多いので、そういったネットワークには感謝していますが、今後も外部の研究者の方と積極的に関わって、さらにつながりを広げていければと思っています。



ISHII NOBUHISA

伊藤部門長：支援事業プログラムでの採択は、研究費だけでなく研究ネットワークを作るという意味でも非常に重要であることがよくわかります。佐藤さんが次のステップとしてあげた研究の体制を築くというのは、チーム作りであったり組織マネジメントであったり、まさしくみなさんが成長していく中で培ってほしい力です。これからの研究を担っていく若い研究者それぞれの成長が、組織全体の研究力をより一層強くしていくことを大いに期待しています。みなさん、今日は貴重なご意見をいただき、ありがとうございました。今後も、自由な新しい発想で、周りの方と連携しながら研究を進め、さらに成長していただきたいと思います。部門としても引き続きしっかりとサポートしていきますので、将来、それぞれが目指す分野で、世界をリードするような研究者になれるよう頑張ってください。



量子ビーム科学部門長  
伊藤 久義



## Summary 量子技術の未来を担う研究者の育成を目指して

世界各国がここ数年、力を注ぎ始めた比較的新しい分野である量子技術。世界的に競争が激化するこの分野で世界をリードするために必要な研究力の源泉は、やはり「研究者、であると思います。研究ネットワーク形成や研究グループマネジメント、社会ニーズに向けた研究テーマ設定といった能力を培い、これを足掛かりに各拠点を背負って立つような世界トップレベルの研究者の輩出を目指して、若手研究者の組織的な育成を推進しています。

取り組みを始めて2年ほど経ち、座談会に参加したような、実際にサポートを受けて支援事業プログラムに採択される研究者が出るなど、少しずつ結果が出始めていますが、研究者が成長するには、繰り返し挑戦することが大切だと感じています。サポートを受けた研究者が支援事業プログラムに採択された場合は、さらに研究の成果が上がるよう継続的に支援しますが、たとえ不採択となっても、審査員からのコメントを元に考え抜いた経験などは、今後、研究者が自らの研究全体をどう描くかを考える力になり、次の支援事業プログラムへ応募する機会に活かすことができます。このサイクルのなかで研究者が育ち、成果も上がっていくと思っていますし、採択された研究者が、いずれサポートする側に回れば、さらにプラスのフィードバックが加速していくと期待しています。

また、採択された研究者は、QST から離れて研究を行うわけではなく、外部の方たちと情報交換をしながら、研究自体は内部で進めていくことになるため、組織外のネットワークや新たに得た知見などを QST に持ち込むような相乗効果もあると感じています。

量子ビーム科学部門の研究開発は、材料、計測、農業、生物、医療など非常に幅広い分野にわたりますが、マインドとしてはひとつです。一歩先の社会のニーズを感じ、新しい研究テーマを作っていく意欲があり、実際に計画を立て実行していく、そういった力のある研究者を育てるためのサポートを今後も続けていきたいと思っています。

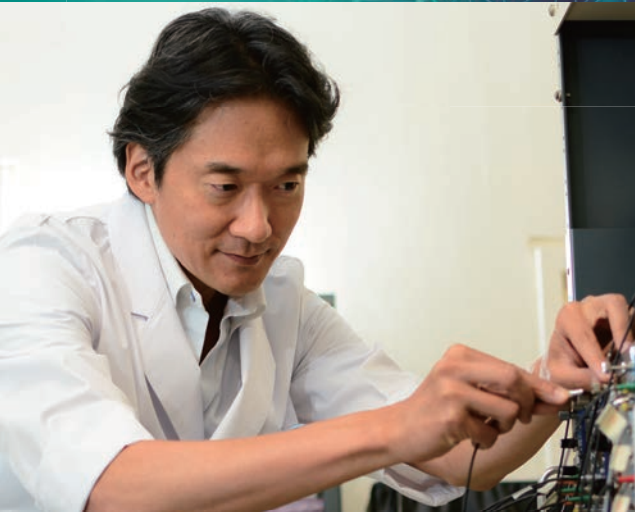




## ▶▶ Special feature.02

# 「ヘルメット型 PET」で脳の検査をもっと身近に 次世代の頭部専用 PET が実用化へカウントダウン!

これまでのあらゆる PET 装置は CT のような円筒型でした。その常識を覆す、革新的な頭部専用 PET が実用化目前となりました。脳の病気の早期発見や認知症対策への大きな一手として期待される、この装置の特長と実用化までの道のりに迫ります。



量子医科学研究所 先進核医学基盤研究部  
イメージング物理研究グループ

グループリーダー  
**山谷 泰賀**

### 高まる脳PET検査へのニーズへの思い

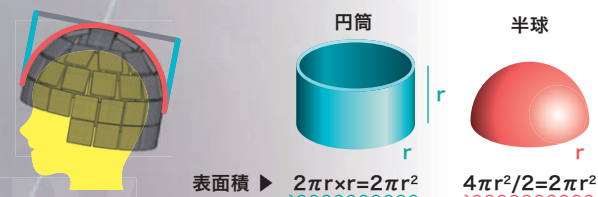
現在、日本に認知症の患者は、がん患者の4倍以上いると言われています。その一方で、国内にある PET は、がんの診断でほぼ手一杯の状態にあります。近年、認知症の原因となるタンパク質を検出する PET 診断薬が実用化されましたが、治療薬が登場すれば、脳の PET 検査のニーズはさらに高まることが予想されます。このニーズに応えるために、病院が導入しやすい大きさと価格で、脳の診断に特化した PET を生み出すことで、患者さんと病院、双方にとって、脳 PET 検査が身近で利用しやすくなれば、という思いを抱いたことがヘルメット PET 開発の原点です。

一般的な PET 装置は、がんの発見に威力を発揮する診断装置として認められていますが、大型で、非常に高額なことが、病院への普及が進まない一因となっています。PET の心臓部は 5cm 角くらいの大きさの検出器を直径 80cm くらいの円筒状に並べたもので、検出器が装置価格のかなりの割合を占めます。このため、診断部位を頭部に限定して検出器を配置することで数を減らし、小型化と低価格化を図る PET の発想自体は世界の PET 開発の中でもありましたが、画像解像度が劣化するなど PET 計測ならではの特性のために、実現は難しいとされてきました。

### 高解像度を実現した「半球型」という発想

円筒と半球で、もし半径と高さが同じだとすると表面積は同じとなるため、装置に使用する検出器の数は同じ。コロンブスの卵ですが、これに気づいたことが始まりでした。開発した高い解像度が得られる新型検出器を測定対象に近い距離に来るよう、ヘルメットのように「半球型」に並べるという QST 独自の発想で、「PET は円筒型」とされてきた PET 開発の常識を破り、検査画像の解像度を高めることができました。さらに、検出感度は、より頭部に近づけることのできる半球型のほうが円筒型よりも 1.5 倍ほど優れていることがわかりました。診断画像の画質向上は、従来の PET 検査では見つけることが出来なかった脳機能の異常の早期発見につながるはずでした。

半球のほうが、同じ検出器数でガンマ線検出感度 1.5 倍



### 人に寄り添う装置設計で 患者さんの負担を軽減



一般的な全身用の PET では、患者さんは、狭いトンネルのような装置の中で仰向けの姿勢で我慢しなければなりません。一方、ヘルメット型 PET は、患者さんに寄り添う発想で、座ったままリラックスした姿勢で脳の検査を受けられるよう装置を設計しました。さら

にヘルメット型 PET は、検出器が頭の形に沿ってごく間近に来ることで、検出感度が高くなる分、検査の時間を短くすることができますし、使う検査薬の量を減らして被ばく量をさらに軽減することもできるかもしれません。

### 民間企業との共創により製品化へ

実用化に向けては、株式会社アトックスと出会えたことが、大きな転機となりました。新たに医療機器分野に進出したいという勇気ある会社で、このヘルメット型 PET のために医療機器製造販売業の資格を取得されたのです。最初は一緒に勉強会をして知識を共有するところ

から始め、我々が「基本設計」「検出器開発」などの基礎部分を、アトックスが「筐体開発」などの実用化パートと、それぞれの得意分野を持ち寄り、非常に良いチームで開発をすることができました。約7年にわたる共同開発の末、現在、アトックスより医療機器認可の申請中で、その審査結果次第にはなりますが、早ければ来年早々には、製品化できると期待しています。価格は従来の PET 装置の 1/3 程度を目指しています。

PET 装置の小型化・低価格化により、これまでスペースや装置価格を理由に設置できなかった病院への導入が可能になったり、1台しか設置できなかった病院は、2台、3台と増やすことができるかもしれません。検査費用も安くなり、経済的負担を減らせるかもしれません。この装置の製品化によってより多くの方にとって脳の PET 検査がもっと身近になり、必要とする全ての方が検査を受けられる世の中になることを期待しています。

### 独自のアイデアを チームワークで実用化する

まだまだ物理学が患者さんに役立てることは多い、つまり、医療に届いていない技術がたくさんあると感じています。現在研究中の装置や新しいアイデアが他にもあります。今回の製品化がゴールではなく、ここで得た経験を活かして、素晴らしいグループメンバーと力を合わせて、今後もあっと驚くような装置を世に送り出していきたいと思っています。

### 医師の経験から実感する 患者さんの気持ちも含めた技術開発の大切さ

量子医科学研究所 先進核医学基盤研究部イメージング物理研究グループ主幹研究員 **高橋美和子**

QST に在籍する前の 16 年間は、医師として主に大学病院での診療業務に携わってきました。認知症などの疾患で、ご自身では症状をうまく伝えることが出来ない患者さんも多く診てきましたが、PET を使うと、どういったことに理解を深めることができます。患者さんご自身を代弁するまではいきませんが、少なくとも、背景にある病態を浮かびあがらせることができます。その一方で、PET 検査は仰向けで閉鎖的な装置に入らなければならない、お子様や高齢の患者さんの中には抵抗感を感じる方も多くおられました。医師として、最高の医療技術を提供するというのは当たり前のことなのですが、それを受ける患者さんに我慢を強いることは非常に辛く、この点を解消しなければいけないとずっと感じていました。

「ヘルメット型 PET」では、そうした抵抗感が軽減されます。ご家族が隣に座って、目を合わせ、リラックスした状態で検査を受けていただくこともできるかもしれません。この開発のベースには、山谷リーダーの「患者さんの気持ちも含めた技術開発」という発想があり、私もグループの一員としてその考えをとても誇りに思っています。







TANIGAWA HIROYASU

ブランケット  
研究開発部 次長  
谷川 博康

核融合エネルギー利用の  
カギを握るブランケット

核融合エネルギーでの発電は、核融合反応で発生した中性子が、勢いを持って核融合炉内のブランケットにぶつかり熱に変わり、ブランケットの熱を熱交換で取り出してタービンを回して発電につなげるという仕組みで行います。

「ブランケット」は、日本の核融合原型炉の設計では小型冷蔵庫ほどの大きさのもので、核融合炉内で生成されるプラズマを取り囲む壁に約1000個がピシッリ設置されます。プラズマを包み込む毛布のように配置されることから、ブランケット (blanket) と呼ばれるようになりました。ブランケットには、(1) 核融合反応で生じる中性子の遮蔽、(2) 中性子エネルギーの熱エネルギーへの変換と取り出し、加えて (3) 核融合に必要な燃料(トリチウム)の自己製造、の3つの機能があります。

建設中の ITER は、燃焼プラズマ実証実験が主目的で、ブランケットの機能は、中性子の遮蔽に限定されます。一方、ITERの次のステップとなる原型炉では、核融合反応で生じるエネルギーを使った発電の実証を行うため、ブランケットには、熱エネルギーの取り出しや燃料の自己製造の機能も求められます。

QST では、ITER の建設、実証試験と並行して原型炉に設置するブランケットの研究開発を進めています。

国際競争で進む  
原型炉開発

原型炉は ITER に参加する極ごとに建設し、設計も各極がそれぞれに

進めます。原型炉の実証試験でカギを握るブランケットの設計では、核融合のエネルギーをどうやって熱エネルギーとして取り出すか、特に「ブランケットをどう冷やすか」、つまり冷媒に何をを用いるかがポイントで、極により考え方が異なるため、ブランケットとその周辺システムの違いとなって現れます。他極はエネルギーの高効率変換を目指してヘリウムガスを冷却材として選択しています。私たちは核融合炉プラント自体が人類初のプラントとなることから、さまざまな装置の冷却にも使用されている水冷却技術の堅牢性が開発の成功に必要なと判断し、あえてこれを用いようと考えました。

原型炉用ブランケットの開発は各極がそれぞれに行っていますが、原型炉の建設開始まで3つの機能を有するブランケットが完成していなければ、原型炉の建設、発電実証は足踏みしてしまいます。そこで、各極の開発を効率的に推進する「ITER テストブランケットモジュール (ITER-TBM) 計画」が ITER 計画の一部として進められており、現在、各極はそれぞれの設計に基づいて、ITER で試験を行うためのブランケット、ITER-TBM の開発に取り組んでいます。

ITER は国際協力でありながら、そこで行われる原型炉用ブランケットの開発は国際競争、という2つの面を持っています。各極でしごを削り合いながらも、未知の領域に踏み込まなければならないという共通

のリスクに対しては国際的な議論を重ねるなど、競争と協力それぞれの関係から生まれるいい効果をしっかり開発に役立てていきます。

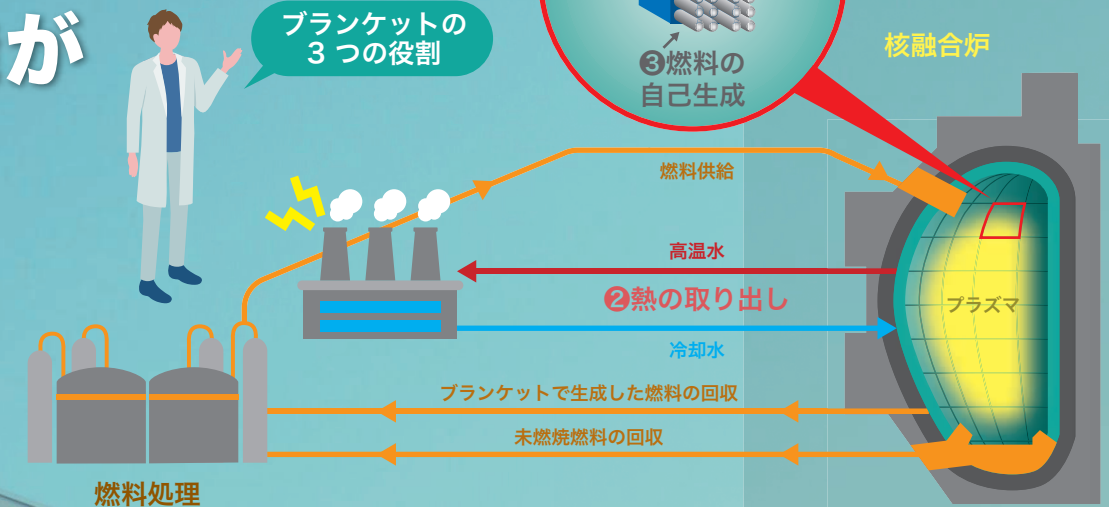
国際標準となる  
ブランケットを目指して

ITER 計画で定められたブランケット開発の達成目標は、熱エネルギーの取り出しと、燃料の自己製造の見通しを得ることですが、最終的にどれかひとつのブランケット方式を国際標準規格として決定することではありません。ですが、ITER-TBM の最終設計承認に向けて各極の開発が進むにつれ、優れた性能を発揮するブランケット方式があぶり出されてくることになるでしょう。これまで概念設計が中心だった私たちのブランケット開発は、六ヶ所研に完成したブランケット工学試験棟で、設計した ITER-TBM が装置として安全に動作するかの実証試験を行う段階に入っていきます。将来、日本のブランケットが、国際標準として世界に認められることを目指して、開発を進めていきたいと思っています。

# 原型炉実現のカギを握るブランケットの開発が 新たなフェーズに突入!

## 新たに完成したブランケット工学試験棟での安全実証試験へ

すばらしいエンジンを搭載した車が、タイヤが無ければ走ることができないように、莫大な核融合エネルギーを生み出す核融合炉も、そこから熱を取り出す「ブランケット」が無ければ、そのエネルギーで電力を作ることはできません。核融合エネルギーを生み出すプラズマの生成、制御を目指す核融合実験炉 ITER の建設が、世界7極の協力で進むなか、既に次のステップとなる核融合エネルギーでの発電に向けた研究開発が着々と進められています。今回は、6月に六ヶ所研に完成したブランケット工学試験棟での安全実証試験に移行する日本のブランケット開発に迫ります。



## ブランケット工学試験棟で 設計の安全性を実証する

### 実現性の高さが評価された 日本のブランケット

昨年2020年11月のITER理事会で、日本の「水冷却固体増殖方式」のブランケットが、実現性が最も高い冷却方式である点が評価され、ITERで試験を実施するブランケットの方式として承認されました。文字通り「水」を使ってブランケットを冷却する方式で、安全面の研究も十分に行われ、実働する火力発電や原子力発電などで使われている実績があります。

他極の提案では、ITERでのテストを認めるブランケットの方式として3つが承認されました。このうち「ヘリウムガス」を使った冷却方式は、ヘリウムガスを流すこと自体に大電力が必要なことから、近年、欧州では試験を予定する二つのブランケットのうち、一方の方式をヘリウムガス冷却から水冷却に方式を切り替えるなど、世界の潮流として、最

も実現性が高い水冷却への関心が高まっています。

今回の承認は、ITERを活用した試験を行うためのハードルを越えただけでなく、日本が現在の考え方にに基づきブランケット開発を進めていく方針を採る、とても重要な結果ですが、ブランケットをITERに持ち込み、核融合環境下で試験するためには、越えなければならないハードルがいくつもあります。

### ブランケット設計において 最も重要なのは安全性

私たちが次に目指すのは、ITER-TBMの製作に入るための最終設計承認を2025年12月までにITER機構から得ることです。このための最も重要なポイントは、ITER-TBMの安全性を実証することです。この新たな目標に向け、私たちQSTの六ヶ所研を中心とした日本のブランケット開発は安全実証試験へ移っていきます。

具体的な試験内容は各極に委ねられていますが、安全性の観点から、どのように壊れる可能性があり、それを防ぐためにどのように設計し、そのうえで万が一、壊れてしまったときにはどのように探知して、止め、さらなる拡大を防ぐか、ということを徹底的に考え抜き、実証しなければいけません。また、当然ながらITER建設地であるフランスの安全規

制に対応していることや、ITER計画の最優先目標とされる、プラズマ核融合反応の実証実験を妨げないことが保証できなければ、承認を得ることはできません。

### 長年携わってきたブランケット研究の 集大成となる挑戦

六ヶ所研に新たに完成した「ブランケット工学試験棟」では、日本のブランケットが最終設計承認を得るうえで、開発に必要なデータを取るための安全実証試験を進めています。日本が提案する「水冷却固体増殖方式」のブランケットで、安全性に最も影響を与えるのは、高温高圧水の取り扱いで、このハードルを乗り越えるためにいくつもの試験を行います。ブランケットをきちんと冷却することでプラズマからの熱負荷に耐えられるかを試験する「熱負荷試験」。万が一、事故などでブランケットの中で高温高圧水が吹いてしまったときに、それを感じて安全機構が作動する「噴出漏えい試験」。ブランケット内にある中性子増倍材のベリリウムに水が掛かったときの温度上昇や水素の発生を評価する「水-ベリリウム反応試験」。高温高圧の水が流れることによるブランケット冷却構造やパイプの腐食を評価する「流れ加速腐食試験」などです。

これらの試験を行う装置をブランケット工学試験棟に導入し、正しく設計するための基本情報データを取り、それをもとに設計したうえで、設計の承認、実機の製作、プラントとしての総合機能の実証へとステップを進めていきます。ITER-TBM計画では核融合炉開発の長い歴史の中で、初めてトリチウム増殖ブランケットの実機を作ることになります。原型炉へ前進する一歩を、しっかりと踏みしめてブランケット設計の最終化を進め、次の段階へ歩みを進めていきます。



KAWAMURA YOSHINORI

ブランケット研究開発部  
ブランケット工学研究グループ  
グループリーダー

河村 繕範



## “監事”の目で見える QST

幅広い領域で研究開発を進めている QST。多様な研究開発を推進していくためには、研究活動だけでなく、それを支えるスタッフを含めた組織全体での取り組みが不可欠です。QST が研究開発をより一層推進していくためには、研究組織としてどのような視点や取り組みが必要なのか、適正な組織運営のために QST の活動を監査する監事に話を伺いました。

## ▶ Special Interview



KAMIYO HIROSHI

監事  
神代 浩

優れた取り組みを発掘して  
QST全体に普及するよう  
お手伝いする

監事の仕事は、QST の業務や会計などが法令等に従って適正に遂行されているかを定期的に点検・評価し、改善点などを理事長始め職員のみなさんに提供することです。

監事の視点、すなわちみなさんから少し離れた視点に立って QST の研究開発業務を見てみると、私たちの生活を飛躍的に向上させるような技術や世界規模の課題解決に貢献するような知見が育まれていることをしばしば実感します。しかし、そのような成果の多くはまだ国民に知られていません。

量子の世界は目に見えない上、その特性は私たちのこれまでの常識では理解しがたいものがあります。この厄介ながら生命や宇宙の根源にある存在について、どうすれば身近に感じてもらえるか。量子の特性を活かすことで、どんなすばらしいことが可能になるのか。具体的かつ継続的な情報発信が不可欠です。

また、大学や民間企業と異なり、国立研究開発法人としての QST には、自由な発想に基づく研究開発だけでなく、放射線事故への対応や ITER に代表される国際プロジェクトへの参画のように、国家として責務を果たすことも求められます。そこでは高度な研究開発能力に加え、外交と同等のしたたかさも必要です。

幸い QST は「調和ある多様性の創造」という、国の機関としては文学的とすら言える崇高な理念を有しています。平野理事長のリーダーシップの下、全ての職員がこの理念を自分のものとして咀嚼し、日々の研究開発業務に活かしていけば、QST はさらに発展していくはずだと思います。

そのためには、監事として改善点だけでなく、優れた取り組みを発掘して QST 全体に普及するようお手伝いすることも重要と考えています。



TAKIHARA KEIKO

監事  
瀧原 圭子

QSTはまさに  
“diversity” 溢れる  
研究組織

2020 年 9 月に監事に就任し、ようやく 10 ヶ月が経ちました。毎月さまざまな委員会に陪席させていただき、コンプライアンス遵守や情報共有、さらには財政基盤に関して確認させていただいています。これまでの監事監査では各拠点にお伺いし、現場を確認しながら半年間の課題と研究成果を共有させていただいていたのですが、コロナ禍で web 監査となったため直接に職員のみなさんとお会いできないことがとても残念です。

大学でも学部横断的な研究領域が新たに構築されている現在、QST では大きく 3 つの異なる研究領域から成る部門が連携・協働し、新しい研究分野を創造しています。これまでの研究実績をもとに、新しい展開を模索し、優れた研究成果を発出する基盤ができていくように思います。QST はまさに “diversity” 溢れる研究組織であるとともに、高い将来性を備えた我が国における “only one” の組織だと思います。研究領域の “diversity” に加え、研究組織の “diversity” を推進することにより、これまでない研究成果が期待されていると思います。

ただ、これまでの研究基盤や文化が異なるため、組織移行・改革を推進するには困難な点も多いと思います。また同時に、QST としての制度・システムの標準化も必要だと思います。もちろん、それぞれの拠点の状況を鑑みた柔軟な制度運用も必要です。

多領域・多分野の連携効果が最大限発揮されるような先進的な取り組みを推進するとともに、QST 組織内での情報共有・人的交流をさらに一層推進いただきたくお願い致します。

## 第 5 回 QST 国際シンポジウムを開催します

第 5 回 QST 国際シンポジウム “Radiation Emergency Monitoring and Medicine in Nuclear Disaster -Current Status of Each Country and Future Prospects-” を、9 月 21 日(火)～22 日(水)の 2 日間にわたって、幕張メッセ国際会議場にて、感染症防止策を取りながら一部オンラインのもと開催します。QST 国際シンポジウムは、2017 年の第 1 回以降、毎年開催しています。第 5 回となる本年は東京電力福島第一原発事故から 10 年目に当たり、緊急被ばく医療をテーマとする初の開催となります。

QST は、前身の一つである放射線医学総合研究所(1957 年設立)から引き継いだ緊急被ばく医療を主たる使命の一つとし、2019 年には原子力規制委員会から、国内 4 つの高度被ばく医療支援センターを主導する日本の中心的な役割を担う基幹支援センターとして指定されています。

そこで QST では、原子力災害における世界の緊急時モニタリングと被ばく医療の現状や将来展望にフォーカスを当て、各国の放射線/核(RN)事故への対応の最新情

報を共有し、国内外の原子力災害医療対応の改革を俯瞰するとともに、課題解決に向け必要な国内外の連携方を提案するシンポジウムを企画しました。

本シンポジウムでは、「各国の原子力災害対応の現状把握」、「緊急時放射線モニタリング」、「被ばく医療-効果的な健康リスク管理」及び「原子力災害時の国際連携」の 4 つのセッションを設け、IAEA 緊急事態対応センターをはじめとする国内外の著名な研究者・専門家による講演を約 20 件予定しています。

本シンポジウムにより、今後の RN 緊急事態に備え、国内外での被ばく医療のグローバルネットワーク形成を加速するとともに、国際的な行動規範づくりに貢献することを期待しています。

本シンポジウムは被ばく医療に係わる専門家・関係者を対象とし英語のみで行います。参加者は QST のウェブサイト(<https://www.qst.go.jp/site/qms/event210921.html> 近日公開)からの登録(無料)が必要となります。多数のご参加をお待ちしております。

## PRESS RELEASE

### CO<sub>2</sub> 排出を抑制する革新的な金属精製技術を開発

～ベリリウム鉱石精製が従来技術の 1/1,000 のエネルギー、常圧・低温で可能に～

六ヶ所核融合研究所の増殖機能材料開発グループの中道勝グループリーダーらは、ベリリウム鉱石を塩基試薬と混ぜ合わせた粉末にマイクロ波を照射して加熱した後、酸溶解を行うことで、世界で初めて、常圧下、220°C の条件でベリリウム鉱石を全溶解することに成功しました。

核融合炉での発電に不可欠なベリリウムは、鉱石から精製する工程が複雑で、鉱石は、2,000°C の高温に加熱しないと溶解しないため、製造工程で大量のエネルギーを消費し、CO<sub>2</sub> の排出もともなう課題がありました。

これらの課題を解決するため、中道勝グループリーダーらは、マイクロ波加熱と化学処理を複合し、加熱温度を 250°C と極めて低く抑える技術を 2019 年に実現しています。ですが、液体中で鉱石を加熱することから、250°C の加熱による圧力を封じるための耐圧設備の整備が避けられません。

そこで、今回、耐圧設備が不要な、常圧での低温溶解を実現するため、ベリリウム鉱石を塩基試薬(アルカリ性の

融剤)と混ぜ合わせた粉末とし、これにマイクロ波を照射することで、通常アルカリ性溶剤を用いる溶融法の 500°C より遙かに低い 220°C でベリリウム鉱石を溶解できることを見出しました。さらに、この溶融に続けて酸による溶解を行うことで、これまで誰も実現できていなかった、常圧下で熱源も不要な、極めて安全な条件下でのベリリウム鉱石の全溶解を実現しました。

今回開発した技術は、溶融・溶解に必要なエネルギーが、従来法のわずか 1/1,000 と極めて少なくすむことから、ベリリウム製造コストの大幅な削減が可能となります。精製設備は閉構造で良いことから安全性が高まるだけでなく、溶融・溶解で発生する CO<sub>2</sub> も抑制できる、省エネでカーボンニュートラルな革新的な金属精製技術です。

さらに、この技術は、ベリリウム鉱石だけでなくレアメタルを含む様々な金属鉱石の溶融精錬にも適用できることから、金属製造産業での幅広い活用が期待されます。





## ▶ Pick Up Technology

QSTの理念である「調和ある多様性の創造」。その思いが創りあげた未来を想像し、イラストにしてみました。そんな未来のテクノロジーを実現する為に研究を進めているQSTの技術の一部をご紹介します。

### 日帰りがん治療を実現する 量子メス

超小型・高性能な量子メスがまちの総合病院に普及した未来では、日帰りでのがん治療が当たり前になっています。入院せずに働きながら治療を受けられることで、治療期間中であっても自分らしい生き方(QOL)を損なわずに生活をおくることができます。

#### Technology.02

##### 高強度レーザー技術

レーザー駆動イオン加速技術を用いて、長さが15m程度ある既存の線形加速器を、5m程度に小型化します。

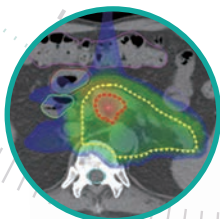


現在、普及している重粒子線治療装置は60m×50mと非常に大きく、専用の建物も必要です。「量子メス」は既存の病院建物内に設置できる20m×10mのサイズを実現します。サイズと費用を抑えた「量子メス」の普及によって、より多くの病院で安心してがん治療を受けられる社会を目指します。

#### ▶ Technology.01

##### マルチイオン照射技術

重粒子線照射技術を高度化し、炭素、酸素、ヘリウムを組み合わせ、より効果的な照射を実現し、副作用を軽減し、照射回数の減少につなげます。



#### 01 マルチイオン照射

#### 03 超伝導回転ガントリー

装置全体が  
バレーボールコート  
1面分とほぼ同サイズ



#### ▶ Technology.03

##### 超伝導技術

核融合実験装置の超伝導コイルにも使用される超伝導磁石技術により、既存の重粒子線回転ガントリーと円形加速器を小型化します。

#### 03 超伝導シンクロトロン

※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)

