

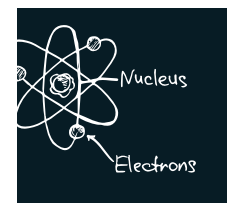
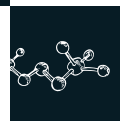
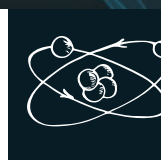
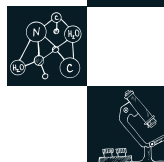
QST

調和ある多様性の創造

NEWS LETTER

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

2019
Apr.
No.08



未来を開く、量子で拓く

2019年4月、QSTはQST ver.2へと進化します。

特集 1

量子生命科学領域、始動!

特集 2

量子医学・医療部門

特集 3

3GeV 光源 次世代放射光施設

特集 4

高度被ばく医療センター

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

未来を開く、量子で拓く

2019年4月、QSTはQST ver.2へと進化します。

2016年4月1日の発足以来、QSTは「調和ある多様性の創造」を目指し、平和で心豊かな人類社会の発展に貢献するという理念の下に、世界トップクラスの量子科学技術研究開発プラットフォームを構築するという志に向かって全員の英知と力を結集して進んできました。そして、量子科学技術における日本の、延いては世界の牽引役となるべく、QSTは、2019年を量子科学研究元年と位置付け、QSTの古い上着を脱ぎ捨て、QST ver.2へと進化します。

QST ver.2を支える屋台骨

発足からの3年間で、QSTを巡る状況は急激に変化しています。これまで以上に業務運営を効率化し、研究開発成果を最大化する取り組みが一層重要となっています。このため、これまでの3部門を、1) 量子医学・医療部門、2) 量子ビーム科学部門、3) 核融合エネルギー部門とした上で、五つの柱からなる組織改革を行うこととしました。

第1の柱：「量子生命科学領域」の新設による量子科学研究の体制強化

第2の柱：「次世代放射光施設整備開発センター」による次世代放射光施設の整備・運用に関する業務の推進

第3の柱：「高度被ばく医療センター」の新設による高度な被ばく医療支援体制の強化

第4の柱：研究開発病院としての病院経営の強化を目指した新生「QST病院」

第5の柱：これら四つの柱により増加する業務量に対応するために必要不可欠な事務体制の効率化

QST ver.2で展開する6つの研究領域

新生QSTであるQST ver.2は、量子生命科学領域、量子医学・医療領域、放射線安全領域、量子材料・物質科学領域、量子光学領域、量子エネルギー理工学領域の6研究領域を、5研究所、2センター、そしてQST病院で展開します。

また、QSTは、SIP「光・量子を活用した Society5.0 実現化技術」の管理法人に指名され、レーザー加工、光・量子通信や光電子情報処理などの研究開発にも一定の関与をすることとなりました。

量子科学技術のほぼ全ての研究領域を包括する日本で唯一の国立研究開発法人、それがQST ver.2で私たちが目指す姿です。

このQST News Letter 4月号は、量子生命科学領域、量子医学・医療領域、高度被ばく医療センター、次世代放射光施設の4つのテーマについて紹介するQST ver.2の特集号として編集いたしました。

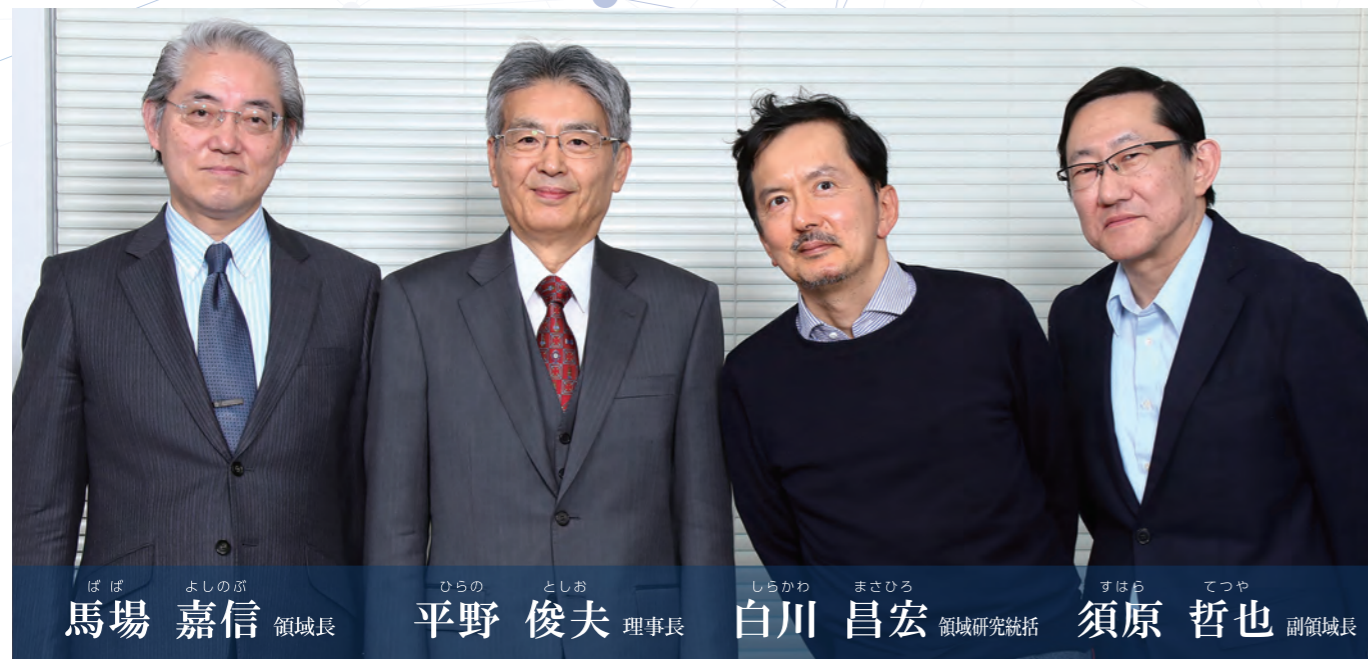
夢は叶えるためにある。私たちが新しいQSTで思い描く夢を、皆様に少しでもお伝えできれば幸いです。



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

世界トップクラスの量子生命科学研究の拠点を目指して 量子生命科学領域、始動!

2016年のQST発足時に取り組みを始めた量子生命科学研究は、この4月から「量子生命科学領域」として本格的な活動を開始しました。そこで、領域の生みの親である平野理事長が聞き手となり、領域を先導している、馬場領域長、白川領域研究統括、須原副領域長から、量子生命科学とは何か、量子生命科学研究の目指すところは、そして研究成果が何をもたらすのかについてお話を伺いました。



ばば よしのぶ
馬場 嘉信 領域長

ひらの としお
平野 俊夫 理事長

しろかわ まさひろ
白川 昌宏 領域研究統括

すはら てつや
須原 哲也 副領域長

平野 QST では量子生命科学研究を進めるために、2 年前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。これが発展的に改組され、この 4 月には「一般社団法人量子生命科学会」が発足しました。一方で、日本で初となる量子生命科学の国際シンポジウムの開催や研究組織の立ち上げ準備など、着実に研究体制の構築を進めてきました。そして、この 4 月の「QST Ver.2」で正式研究組織として量子生命科学領域を新設しました。領域長に馬場嘉信名古屋大学教授、領域研究統括には白川昌宏京都大学教授をお迎えし、副領域長として QST の須原哲也さんが加わった、強力な研究推進体制が整いました。

まず始めに、QST の量子生命科学領域は何を狙うのかというところからお聞きしたいと思います。

馬場 私たちが掲げた目標は「量子論や量子技術に基づく生命現象の解明と医学への展開」です。この領域には 13 の研究グループ、100 名近い QST の研究者が参加しています。さらには外部機関との連携ラボの設置等も進展しています。

理工学を中心とする量子技術や量子力学の分野とがん研究、免疫学、脳科学、放射線生物学などの生命科学研究分野の多様性の壁を乗り越えて、新しい学術分野を創成したい。新たな科学の領域を生み出そうという大変エキサイティングな状況です。このような機会は、科学者の人生において何度も巡り合えるものではありません。この千載一遇のチャンスにものすごくワクワクしています。領域長としてこの研究開発をさらに進展させ、量子生命科学研究の世界的拠点を構築することに大いにやる気を感じており、また、身の引き締まる思いです。

この目標を達成するためには、3 つポイントがあると考えています。

第一に、量子論・量子技術と生命科学を融合するための組織を構築し、国内外の優秀な研究者を結集する。QST が理念に掲げる「調和ある多様性の創造」を研究の場で実践する訳です。そして、「QST の」ではなく、「世界の」量子生命科学研究拠点へと育てていくこと。

第二に、量子生命科学という新しい概念に基づく研究の実践を通して、生命科学におけるパラダイムシフトを起こすことも

に、医学や医療におけるイノベーションを創出すること。

第三に、この領域での活動や研究成果をベースに、さらに新たな異分野融合が可能な領域を戦略的に開拓して、世界規模の研究潮流を創出することです。

「生命を理解すること」に挑む

平野 量子生命科学は、これまでの研究とは異なる視点で、未知の生命現象を見つけ、解き明かしていくことだと思います。具体的には、これまであまり注目されてこなかった、生命活動を量子論的な側面から捉えたらどうなるかという、非常にチャレンジングな試みになると思いますがいかがでしょうか？

白川 従来のマクロな系における力学、熱力学、電磁気学といった古典力学に対して、粒子・素粒子レベルのミクロな系の運動を記述する量子力学が 20 世紀の初頭に始まりました。両者を統一的、連続的に説明する理論である統計力学が、およそ 100 年前の 20 世紀前半にできています。そのアナロジーで見ると、分子生物学・ゲノムサイエンス、細胞生物学などの、遺伝子やタンパク質などの生体分子レベルと代謝、免疫、発生・分化といった個体レベルで見られるマクロな生命現象を定量的につなぐ理論・学問分野が必要になって来ているのだと思います。

平野 その理論を構築していく学問が「量子生命科学」ということですね。

白川 そうです。特に重要だと思われるのが、温度（熱）エネルギーとエントロピー、熱容量といった熱力学パラメータの細胞内のナノメートルでの分布や不均一性でしょうね、これが古典熱力学と量子力学の界面になる。従って生体内、細胞内の局所的な熱力学パラメータの計測が必要です。また、その精密な測定法の創出も不可欠になります。細胞間の情報伝達に関しては、免疫系でのシグナルの増強・制御の複雑かつ精緻な仕組みが明らかになりつつありますが、中枢神経系のシグナルの増幅、伝達経路の固定や可塑性についても爆発的に知見が蓄積しつつあります。量子力学とのアナロジーから見ても、近々の発展が期待されるところです。

馬場 生命現象は、光子・電子・原子などのミクロなレベルから、分子、細胞、組織、器官、個体、生態といったレベルへと至る階層構造を持っています。量子生命科学により、生命の階層性の統合的理解が実現され、「生命を理解する」ことにつながると期待しています。

平野 量子生命科学を通じて「生命を理解する」ことは、突き詰めると、「命あるもの」と「物」の違いは何により生じるのか、といった根源的な科学の疑問に答えていくことになる訳ですね。

馬場 はい、そう考えています。生命現象は、それぞれの階層について別々に研究するだけでは、真に理解したとは言えません。こうした階層構造をシームレスに統合したシステムの中にこそ、生命の本質があります。その、生命の本質を理解する過程で、必ず、命あるものと物の違いは何か、という大きな命題に立ち向かうことになると思います。

平野 少し具体的な研究のことについても伺いたいと思いま

す。古典力学と量子力学の界面を探り、階層構造を持つ生命現象を明らかにしていく手段について教えて頂けますか？

馬場 既に、研究ツールとしての新しい量子技術である極短パルスレーザー、放射光、中性子ビーム技術が量子レベルの計測実験を可能にしており、ナノ量子センサーや量子イメージングといった技術が細胞・器官・個体レベルにおける多様な低侵襲的観測を可能にしています。

研究を推進するための体制づくり

平野 須原さんは QST で発足時から量子イメージングを駆使して脳機能研究を展開されてきましたが、領域の副領域長という立場では、どのような組織にしたいとお考えですか？

須原 これまで、QST では縦割り、つまり組織で閉じて研究が進められることが多かったと思います。領域では、できるだけフラットな構造を作りたい。グループや、役職にとらわれることなく、QST の研究者も外部の研究者も自由な議論ができる場を形成していこうと考えています。経験や年齢、実績などにこだわらず、若い人でも、優秀で情熱がある人であれば、大学院生であっても積極的にリーダーに登用していきたいと思っています。

平野 若い力が、新しい科学を拓いていく。素晴らしいですね。馬場領域長はいかがでしょう。領域に参加するのは、専門とする分野も皆それぞれに異なり、個性あふれる研究者たちですが、どのようにリードされますか？

馬場 量子生命科学という新たな融合学術領域を開拓するために、次の 5 つのことを意識した運営をしたいと思っています。まず 1 つ目は Under one roof。従来の縦割り組織の壁を無くし、文字通り一つの屋根の下で研究が展開されるようにすること。

2 つ目は Shared Governance。QST の経営と領域執行部の役割、権限および意思決定過程を明確化した機動的な組織とすることで、研究の進展を図ること。

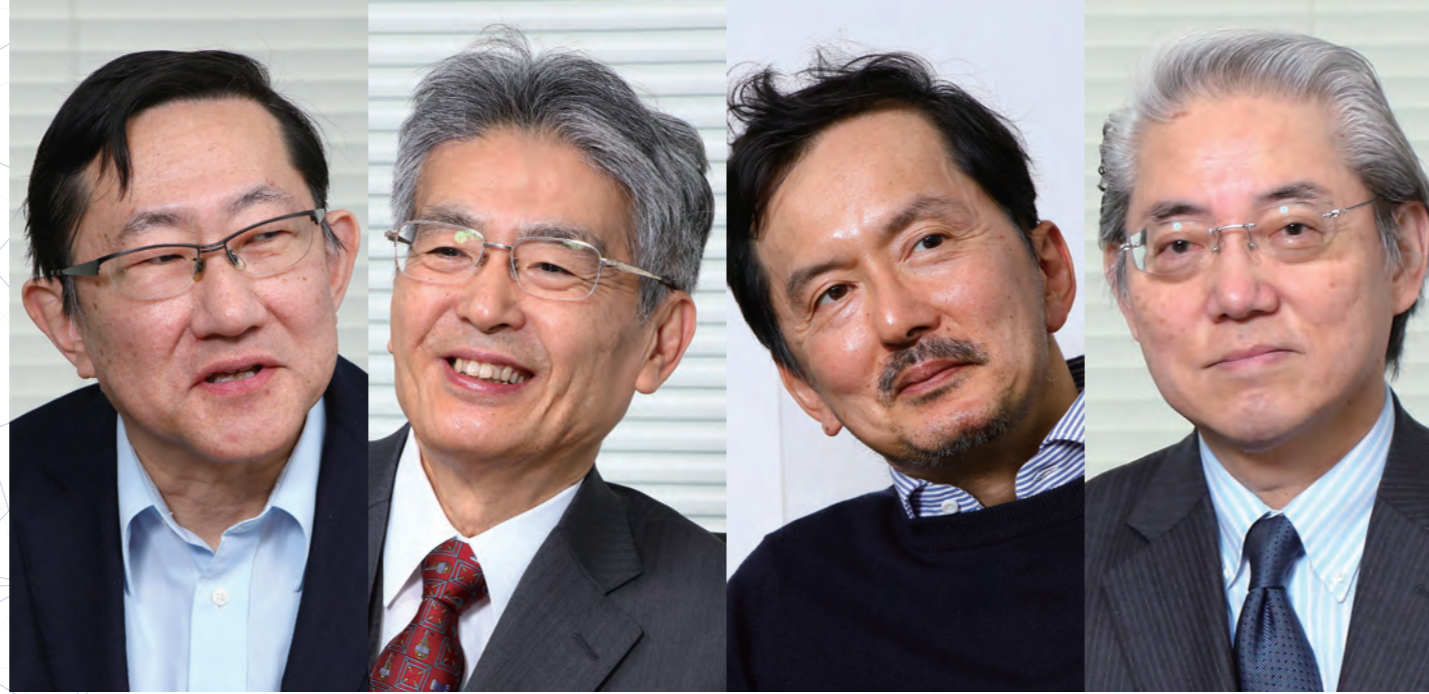
3 つ目は Open。本領域を国内外の研究者はもちろん、企業にも開かれた組織とすること。

4 つ目は Dialogue。様々な視点・経験を持つ研究者が自由に対話することで、新たなアイデアを生み出す環境を醸成したいと思っています。

そして 5 つ目は Enthusiasm。私たち執行部のみならず、領域に参加する全ての研究者が、本気になって情熱をもって、量子論からのアプローチと古典力学からのアプローチの融合を図り、既存の技術に大きなブレイクスルーとイノベーションをもたらせるよう、一丸となって取り組んでいきます。



量子生命科学領域、始動!



世界に開かれた研究組織とするために

平野 馬場領域長から「量子生命科学の世界的拠点を構築する」というお話がありました。QST が研究者同士の、あるいは、大学や研究機関、企業といった組織同士のハブとしての役割を果たしていくというお考えでしょうか。

馬場 はい。領域に所属する研究グループは、それぞれにQST の外で最先端の研究を行っている研究者と共同研究を進めていて、連携ラボも設置されています。まずは、これらの共同研究を中心に、開かれた組織として研究を進展させます。

さらに、QST が保有する最先端量子技術を実現する施設群を活用することで、国内外の研究者や企業との共同研究を加速し、世界の量子生命科学のハブとしての役割を果たしていきます。

また、同じくこの4月に設立した一般社団法人量子生命科学会を通して、異分野融合・分野横断型のグローバルネットワークを強化していきます。さらに、国際シンポジウムを開催するなど、領域の研究成果をグローバルに発信します。

白川 量子生命科学の興隆には、物理学、化学、生物学、情報科学、臨床医学、脳科学、免疫学、光化学など、多種多様な学問分野の研究者の参加が必須となります。ですので、オールジャパン体制による推進が大変重要です。学会の立ち上げは、まさにタイムリーと言えます。先程、多種多様な学問分野の研究者の参加が必須と申し上げましたが、裏を返せば、多分野の知識・経験・興味があると楽しめるということです。特に、物理学・物理化学・情報学の基礎を持っている学生、研究者の皆さんは本領域にとって大変貴重な存在となります。

量子生命科学領域の未来とは?

平野 皆さんの話を伺って、領域の未来は明るいものになると確信しました。10年後、20年後の領域の未来像は、どのようになっていると想像されますか?

白川 そもそも科学とは、物事を「定量的に」記述する、すなわち、数学で記述し、その解釈で理解をする事ではないでしょうか。そうやって初めて、工学・臨床医学・薬学などに組み込まれて、社会の一部として機能すると思います。

須原 これまでの生命の理解は遺伝子なら遺伝子、行動なら行動と縦割りの理解でした。量子生命科学では階層構造を統合的に理解しようとしています。もちろんその全てを解明することは容易ではありません。しかし、例えば分子構造解析なら、これまで結晶の解析で見られていたような静的な状態から、より生体環境に近い動的な状態での変化を測定し、階層ごとに相互に影響を与えながら変化していく姿を捉えることができるようになっていくでしょう。

研究と少し離れますが、領域は多くの若手研究者が参加することにより、今考えているものとは全く違った形になっているかもしれません。全く予想もつかないような発想を形にしていくのが、この領域の使命だと思っています。その時はQSTの研究テーマも情報科学系が主になるなど、大きく変わっているかもしれません。

白川 細胞内の微小空間におけるヘテロゲナイティー（不均一性）が明らかになると、非平衡系の熱力学パラメータの生き物特有の挙動が明らかになり、化学・情報学の分野に技術的ブレイクスルーをもたらすと期待されます。また、細胞間のシグナル伝達は、特に免疫系で解明が進み、生物観に大きなインパクトを与えつつありますが、中枢神経系の細胞ネットワークもその形成、増強、可塑性に革新的な理解が進み、デジタルな信号の統合が、概念や思想を生み出す仕組みが判明するのではないかと想像します。

須原 QST で取り組む研究は量子センサー技術から細胞内環境測定、さらには量子確率論を用いた意識の解析まで幅広い分野を扱います。それらは互いに連携して、がんや認知症を対象とした高感度な生体診断ツールや創薬支援のための効果的なシミュレーションソフトの開発、さらにはナノ量子センサーと光遺伝学を組み合わせた細胞の機能操作システムも可能になると考えられます。

馬場 国内外の優秀な研究者が、「量子生命科学を研究するならQSTの量子生命科学領域で」と言うまでに成長していると思います。

領域での研究成果として、光合成や呼吸のエネルギー輸送・電子伝達系における量子コヒーレンスの寄与の解析、酵素反応における量子トンネリングの寄与の解析、嗅覚、視覚、磁気受容等における量子もつれの寄与の解析、DNAの複製・転写・変異・修復過程の電荷（電子・ホール・プロトン・スピン）やエネルギー（仮想光子・励起状態）移動における電子物性の役割の解明など、生命科学に大きなブレイクスルーをもたらしているでしょう。また、がんの新しい診断・治療法の開発、再生医療への貢献、感染症、アレルギーや免疫病治療への貢献、脳機能解明、加齢状態の解明など医療分野でのイノベーション創出とともに、情報、エネルギー、農業、環境、宇宙分野等に大きなブレイクスルーをもたらす研究成果が得られていると想像します。QSTの挑戦に期待してください。

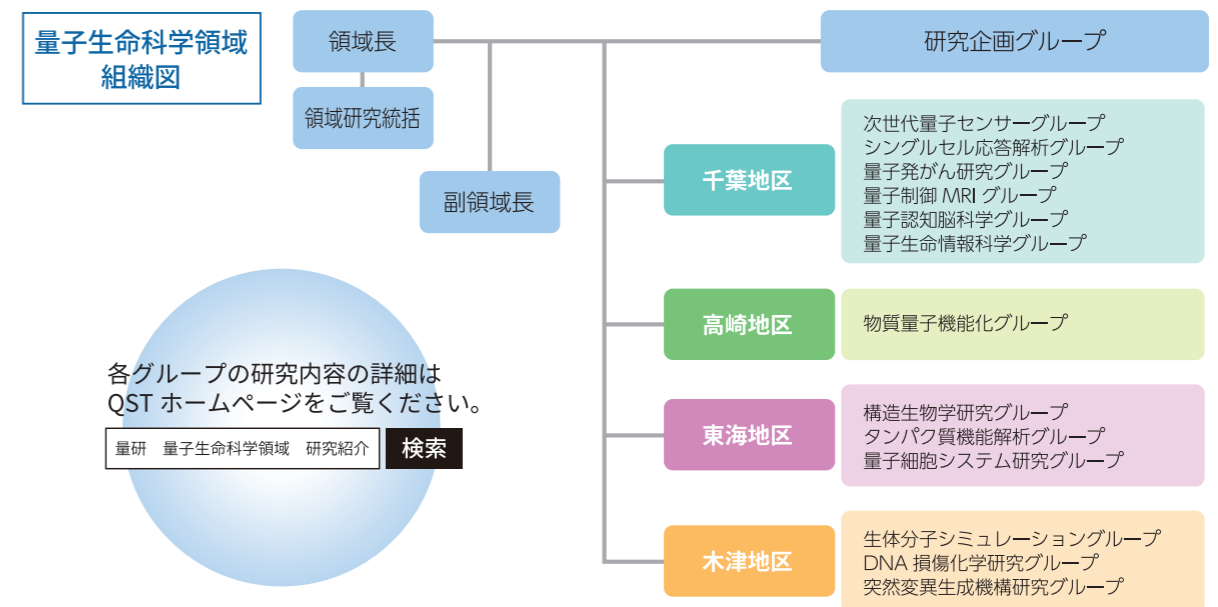
平野 量子生命科学領域の立ち上げは、「世界トップクラスの量子科学技術研究開発プラットフォームを構築する」、延いては、QSTの理念である「量子科学技術による『調和ある多様性の創造』により、平和で心豊かな人類社会の発展に貢献する」を実現するための第一歩となります。

領域に参加する研究者の専門分野は、応用物理学、計算科学、構造生物学、量子センサー、MRI、マイクロビーム、放射線生物学、発がん、認知脳科学などさまざまです。これは、多様性の融合により新しいものが生まれる源泉となります。

一人でも多くの若い人に、生命科学におけるパラダイムシフトを引き起こして欲しい。そして、生命科学のみならず情報、エネルギー、環境分野などを巻き込み第二次量子革命を先導して欲しい。私やここにいる領域執行陣は全力で、皆さんをバックアップします。

最後に、未来を切り拓くのは皆さんの志と勇気ある一歩です。「夢は叶えるためにある」

志ある研究者が奮って量子生命科学の推進に参加されることを期待しています。



量子医学・医療部門

QSTでは、放射線医学総合研究所(放医研)を発展的に改組して、放医研、QST病院、高度被ばく医療センターの3つの組織からなる量子医学・医療部門を新設しました。「がん死ゼロ健康長寿社会」を実現するための切り札として次世代重粒子線がん治療装置である「量子メス: Quantum Scalpel」などの研究開発を進めています。また、我が国における放射線被ばく医療の中核としての役割を担うことを目指しています。本部門の研究内容の特長と、放医研、QST病院、高度被ばく医療センターが一体となって研究開発を進める意義などについてご紹介します。



ひらの としお
平野 俊夫 理事長

量子医学 医療部門
なかの たかし
中野 隆史 部門長

◆ 量子医学・医療部門

放医研は、第5福竜丸事件を受けて、放射線の人体への影響や予防に対する研究を行う組織として1957年に発足しました。

その後、放射線影響研究を進めると同時に、放射線の効果を医学や医療に応用するための研究も展開し、重粒子線がん治療やPETによるがん診断といった先端的な放射線医療の開発・普及にも取り組んできました。

特に、1993年に重粒子線がん治療装置 HIMAC が世界で初めて完成した翌年より臨床研究を開始し、これまでに約1万例に及ぶがん治療を行ってきました。また国内外への普及推進にも大きく貢献してきました。

QST発足後は、「がん死ゼロ健康長寿社会」の実現を目標に掲げ、放医研と核融合エネルギー部門や量子ビーム科学部門などQST全組織の英知を結集して次世代重粒子線がん治療装置として、高性能で小型の「量子メス: Quantum Scalpel」の研究開発を推進しています。また、標的アイソトープがん治療や、認知症などの克服を目指して脳機能イメージング研究も並行して進めています。

一方、社会的な関心が今なお高い低線量放射線の影響に関する研究では、IAEA、WHO、ICRPといった国際機関への貢献もしています。

このように、我が国において、放射線影響研究や重粒子線がん治療の中核として研究開発を推進してきた放医研を発展的に改組して、放射線医学総合研究所、QST病院、高度被ばく医療センターの3本柱からなる量子医学・医療部門が4月1日に発足しました。

また、新設した高度被ばく医療センターは、専門家の人材育成や、内部被ばくに関する線量評価等の役割を担うために、国が指定する5つのセンターの一角として活動するだけでなく、その中心的な役割を果たす「基幹高度被ばく医療支援センター」としての重要な役割を担っています。

この量子医学・医療部門は、新生放医研を中心に先端的な医学や医療に関する研究開発を進めるだけでなく、QSTが持つ重要な側面である社会貢献も中核となって進めて行く、非常に大きな使命・役割をもつ部門となります。

一層高まる放医研の重要性

平野 中野部門長は、かつて放医研での勤務を経て群馬大学に移り、重粒子線医学研究センターを立ち上げ、国内はもちろん、国際的な視野で群馬大学重粒子線医学研究センターを発展させてこられました。量子医学・医療部門を統括する部門長として久しぶりに放医研に戻られていかがですか？

中野 実は、米国のローレンスパークレイ研究所が1970年から80年代にかけて物理実験用の加速器 BEVARAC を利用して、ネオンとヘリウムイオンで試験的な重粒子線治療を約500名程度行って中止した状況で、放医研は1984年からがん治療専用の重粒子線治療装置 HIMAC の開発を開始しました。そして、1994年から重粒子線がん治療の臨床試験を一から立ち上げ、一つの大きな有力ながん治療方法にまで成熟させ、今なお、トップリーダーとして世界の重粒子線治療を牽引しています。これは放医研の研究者、技術者の情熱と不断の努力の賜です。そして、その先に示された「量子メス: Quantum Scalpel」への野心的とも言えるチャレンジも大変魅力的です。

また、JCOの放射線被ばく事故や福島原発事故以来、放射線被ばく医療の重要性が認識され、国内の中核医療機関としての放医研の重要性は一層高まっております。

今後は、さらに放射線核医学診断やがんの放射線効果の研究と共に、放射線の人体影響についての基礎研究から放射線被ばく医療までシームレスな研究診療体制の充実を図る必要があると思います。

次世代重粒子線治療装置「量子メス: Quantum Scalpel」へのチャレンジ

平野 重粒子線がん治療の歴史を大きく分けると、1984年から10年間の開発段階、そして1994年から25年間の臨床研究段階を経て、頭頸部がんや骨軟部肉腫や前立腺がんなどで保険収載が認められ、その効果が世の中に認められるに至ったわけです。しかし、毎年100万人が新たに発症する日本において、わずか0.2%、世界では0.02%のがん患者さんしか重粒子線治療の恩恵を受けていない実情があります。

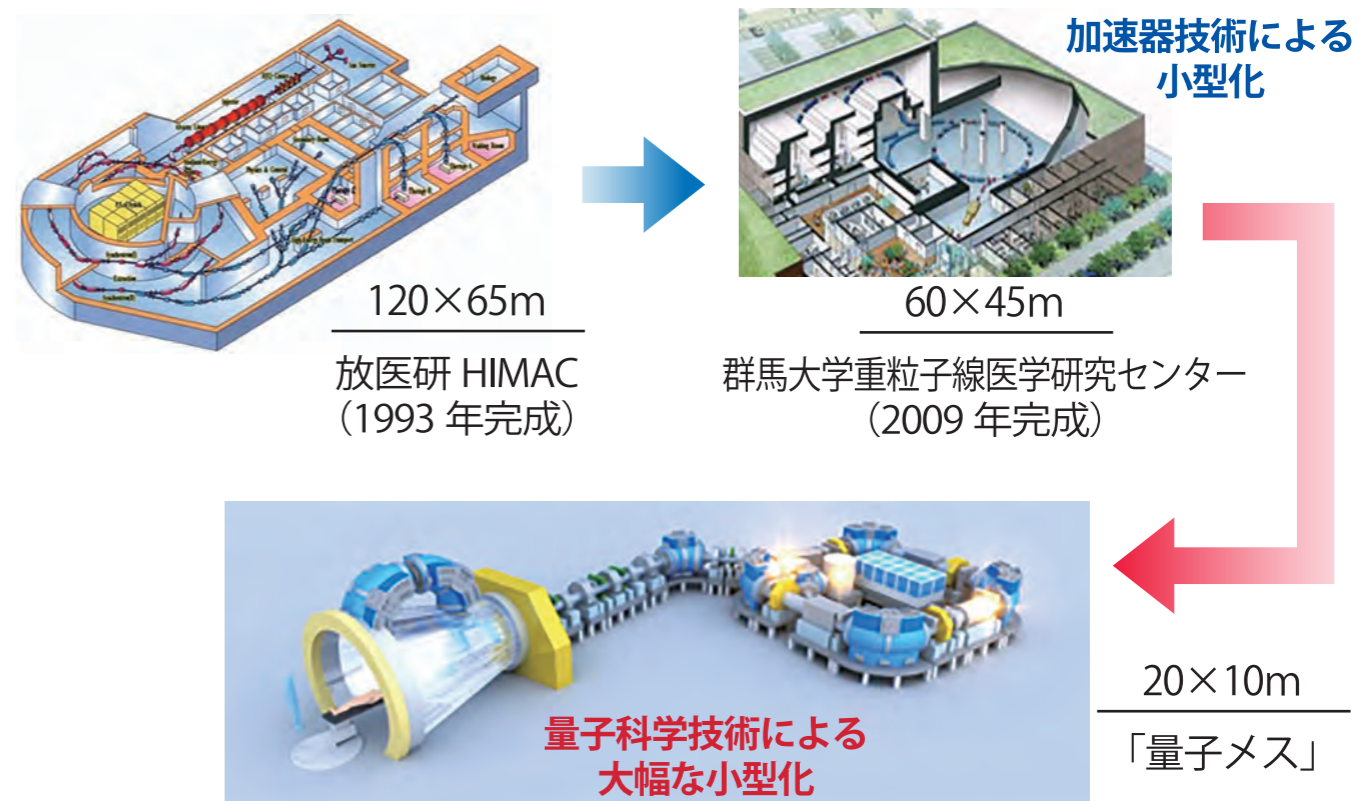
第三段階では、装置が高額で巨大であるという課題を克服し、世界中の人々が働きながん治療を受けることが出来るようにしなければなりません。そのためには、1日も早く高性能で小型化した次世代重粒子線がん治療装置「量子メス: Quantum Scalpel」を完成させ世界中に普及させなければなりません。

中野 重粒子線がん治療は、高度先進医療として広く一般の方にも知られるようになってきています。骨軟部腫瘍、前立腺がん、頭頸部腫瘍などへの重粒子線の治療は保険収載されましたので、これからも他の多くのがん保険適応を拡大できるような一層の努力をしていきたいと思っています。

しかし、同時に、理事長がおっしゃるような課題もあり、より多くの患者さんが重粒子線治療を受けることができる環境を作るためには、全国への治療装置の普及が不可欠であり、治療装置の小型化、費用の低減が重要です。

「量子メス: Quantum Scalpel」はまさにそのための中核プロジェクトであり、今後の重粒子線治療普及の鍵を握っていると言っても過言ではないと思います。

重粒子線がん治療装置の変遷



量子医学・医療部門

研究開発病院としてのQST病院

平野 放医研病院は、研究開発病院としての役割を強化する目的で、放医研から独立した組織として、この4月からQST病院として新たに出発しました。病院長には辻比呂志先生にご就任いただくとともに、病院事務組織も経験豊富な外部人材に参加していただき、さらに病院担当の副部門長を新たに設けて病院運営を強化しました。

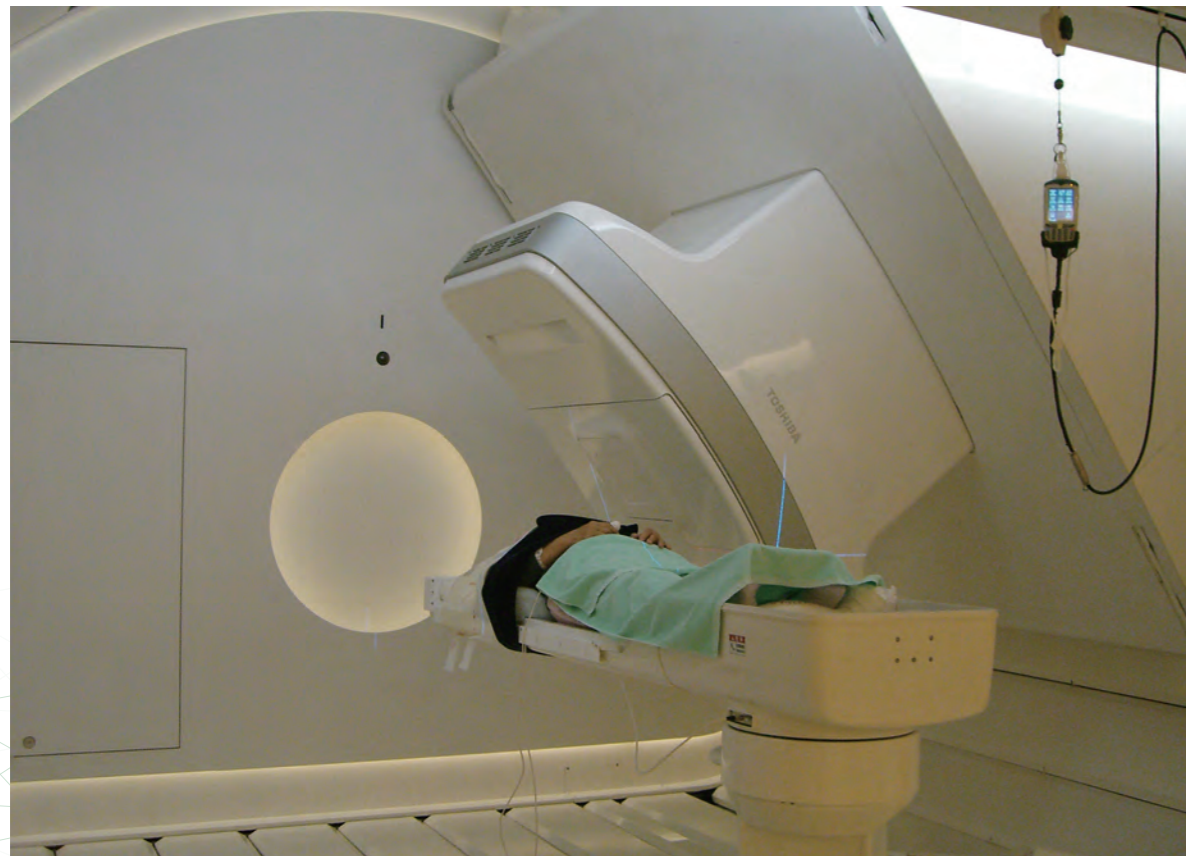
また、国際治療研究センターを新設して、センター長には放医研OBの辻井博彦先生にご就任いただきました。QSTの大きな使命の1つである「量子メス」などの研究開発財源の一部に充てるために、国際治療研究センターを中心に自由診療による重粒子線がん治療も開始しています。

中野部門長には部門長という立場から病院長や副部門長とともに、研究開発病院としてますます重要になるQST病院の運営にご尽力いただくことになります。そのあたりの抱負をお聞かせいただけますか。

中野 QST病院が、QST全体の病院として、その機能を果たす方向へ舵を切ったことは重要だと思います。

QST病院は量子医学・医療における「研究開発病院」としての位置づけをより明確にして機能強化し、QSTの研究成果を日常の医療へ、実際に役に立つ医療技術にまで展開させるという、量子医学の研究と医療を有機的に連関させる重要な役割を担うことになります。

また、放射線がん治療のみでなく、社会問題化しているアルツハイマー病の早期診断技術に有効なPET核医学検査や先端放射線診断技術などの研究開発を行う組織と、QST病院が緊密な協力体制を確立し、いち早く、より患者さんに優しく、より効果的な放射線医療を提供できるQST病院という場を持つことは、重粒子線がん治療を世界に先駆け進めてきた放医研が、さらに一歩先に進むためにも非常に重要です。



回転ガントリー治療室
(姿勢を変えることなく、治療台に横になったままで重粒子線を照射できるので、患者さんに優しい治療が可能です。)

基幹高度被ばく医療支援センターとしてのQSTの取り組み

平野 国が指定する5つの高度被ばく医療支援センターの基幹センターとして、重要な役割を担うQSTの高度被ばく医療センターには山下俊一先生にセンター長にご就任いただきました。中野部門長には部門長としての立場から、山下先生と協力して、国レベルの高度被ばく医療を推進していただくとともに、次世代の人材育成という大変重要なミッションを進めていただくこととなります。

中野 QSTの高度被ばく医療センターが、我が国に5つあるセンターの中心的な役割を担う基幹高度被ばく医療支援センターとしての指定を受けたことで、これまで培ってきた放射線の経験と知見が、放射線被ばく医療と人材育成の大きな推進力となります。

福島第一原子力発電所の燃料デブリの取り出しなども始まりますから、早急にかつ着実に進める覚悟で取り組みたいと思っています。



UTSWとの覚書の調印

量子医学・医療部門

量子医学・医療部門の方向性

平野 放医研、QST病院、高度被ばく医療センターという、QSTの量子医学・医療部門の柱となる3つの組織それぞれについてお話を伺いましたが、ここで改めて、これまでの放医研から進化した、量子医学・医療部門について、部門長として中野部門長が今後目指すことはどのようなことでしょうか。

中野 量子医学・医療部門の統括の下に、今までお話してきたように、それぞれがそれぞれの役割を相互協力しながら果たすことで、三位一体の取り組みができればいいと思っています。

また、国内だけでなく、海外との連携も一層図って、先に述べた国際機関との連携を強めていきたいと思っています。また、研究の面でも、ひとつには米国テキサス大学サウスウェスタン・メディカル・センター（UTSW）と膵臓がんの重粒子線治療国際ランダムイズ比較試験の国際共同プロジェクトを推進するなど、充実させていきたいと思っています。

こうした取り組みを通して、QSTが掲げる「がん死ゼロ 健康長寿社会の実現」を先導していきたいと思っています。

平野 今日は、量子医学・医療部門の部門長に就任された中野隆史部門長から、いろいろ具体的なお話を伺うことができ、「がん死ゼロ健康長寿社会」は必ず実現するとの思いがますます強くなりました。中野部門長の活躍を大いに期待しています。



学術・産業界から一刻も早い完成が望まれる

3GeV 光源 次世代放射光施設

高性能の放射光施設は、今や学術はもちろん産業界の発展には欠かせない存在です。昨年度、物質の動きをナノレベルで分析・可視化できる新しい放射光施設が、仙台市の東北大学青葉山新キャンパス内に設置されることが決まりました。QSTがパートナーである一般財団法人光科学イノベーションセンターとともに2023年の完成をめざしている次世代放射光施設プロジェクトが、いよいよ今年度から動き出しました。



田島 保英 理事



光科学イノベーションセンター
高田 昌樹 理事長



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
内海 渉 センター長

モノの機能を可視化

田島 放射光といえば、日本では播磨のSPring-8や、つくばのフォトンファクトリーなどの施設が有名です。そこから、学術、産業界の様々な成果が出ています。

現在、宮城県仙台市に新たに次世代放射光施設を建設するプロジェクトが進められています。これまでの放射光施設と比べて何が違うのか、その特長を伺いたいです。

内海 世界最大の大型放射光施設であるSPring-8が、主に硬エックス線と呼ばれる波長の短いX線で高い性能を発揮する施設であるのに対して、この次世代放射光施設は軟エックス線と言われる波長が長くエネルギーが低いエックス線で、これまでの100倍の明るさを有することが特徴です。

硬エックス線はモノを透過する能力が高く様々な構造を観察することができます。一方軟エックス線は、エネルギーが低いのでモノを透過する能力は低いです。モノの表面や界面を観察したり、イオンや酸素、窒素、リチウムなどSPring-8では観察することが難しかった軽い元素の電子の振る舞いを直接観察することができるので、物質や生命の機能の謎を解く研究に威力を発揮します。また、最新の加速器技術により、光の波の山と山、谷と谷を揃えることで干渉しやすくなる“コヒーレンス”と呼ばれる光の性質が、従来施設に比べて100倍優れているとも言われていることも大きな特徴

です。これによって、ナノレベルの高い解像度で物質のイメージを得ることが可能になります。

高田 我が国が進めてきた放射光の産業利用は、海外での放射光施設の建設ラッシュの大きな理由となっています。産業利用の先進国である日本では、SPring-8やフォトンファクトリーを利用して、しなやかで壊れないポリマーを創り出して車の軽量化に成功したり、燃費の格段に向上するエコタイヤ、消費電力の少ないフラットパネルディスプレイなどが開発されるようになり、私たちの身近なところで、目にすることができるようになりました。これらの成果は、学術と産業界の研究開発の連携が大きく貢献しています。次世代放射光は、内海センター長が言われたように、モノの性質や機能を司る物質中を動き回っている電子を見るための軟エックス線の輝度（明るさ）が100倍高くなると言われています。そうすると電子のスピンの振る舞いも明瞭に見えるようになり、未来のIoT、AI時代を支えるスピントロニクスの研究開発の強力なツールになると言われています。次世代放射光施設は、構造や形を見る硬エックス線向きのSPring-8と車の両輪となって、日本の先端科学技術を支えていく重要な施設となっていくことが期待されています。

田島 モノの機能を定める電子の動きを見ることができるといのが、次世代放射光の大きな特長の一つですね。

高田 それだけではありません。先ほどお話に出た優れたコヒーレ

ンスにより、結晶の中の規則的な原子配列だけでなく、機能を発揮している元素の不規則な分布をナノレベルで可視化することもできるようになります。ダイナミクスと呼ばれる物質中の分子の動きを捉えることで、モノが破壊されていく仕組みも知ることができ、壊れにくい材料の開発を助けてくれるようになります。今回、QSTが中心になってパートナーと共に整備する次世代放射光施設は、学術利用において、SPring-8やフォトンファクトリーとは異次元のものとなり、我が国の産業技術の研究開発にゲームチェンジをもたらすかもしれません。

コンパクトで高性能の放射光施設

田島 実際にこれから施設を作っていくわけですが、施設建設で特長となることはありますか。今までの放射光施設と比べていかがでしょうか。

内海 今回の次世代放射光施設は、加速器やビームラインに最先端の技術を積極的に取り入れることで、コンパクトでありながら、安定して高性能な光を供給できることが特徴です。まさに21世紀の科学技術の発展を切り拓いて行くエンジンとなる施設を目指しています。一方で、建設費も、これまでの放射光施設に比べると約3分の1と、大幅なコストダウンをします。新しい施設は、効率性の高さを追求しつつ高性能の放射光をユーザーの方々に供給できる特長を持つものになります。

高田 これまで、このような大型施設は、学術主導で施設を建設し、それを企業が利用するという形がほとんどでした。今回の次世代放射光施設は、学術・産業ともに高い利用ニーズとリターンがあることから、国だけでなく、地元の自治体や産業界も費用を負担し、関係者がオーナーシップを持って、一緒に活用していくこととなります。そうすることで産業界が放射光を用いて企業のコアな課題に取り組むことも容易になってきます。

田島 こうした先端性のある放射光施設を利用する場合、学術界からの協力というのは不可欠だと思うのですが、そうしたサポートについては何か考えられているのでしょうか。

高田 この新しい施設で産業界のコアな問題に取り組む場合、非常に専門性の高い学術の協力を必要とする場面が多くなります。既に参画を決めている企業の多くが、先端性の高いレベルでの利用を望んでいますから、技術的、科学的なアドバイスが得られるような仕組みが必要不可欠です。次世代放射光施設の整備・運用に積極的に関わる地域及び産業界のパートナーには学術機関の代表として東北大学が参加しています。東北大学をはじめとする日本中の大学に産学連携や人材育成で施設を支えてくださるものと期待しています。

QSTの果たす役割

田島 これから建設が始まり、利用が開始されたとき、学術や産業界の利用成果がどの様に挙がってくるかが重要になってきます。そう

した中でQSTはどのように関わっていくのでしょうか。

内海 この施設でQSTは共用促進法という法律の下で、一般の産業界、国内外のあらゆるユーザーに開放された利用を促進する中心的な役割を果たします。同時に、我々QSTの研究者がこの次世代放射光施設の特長を活かし先導的な量子科学技術の研究開発を推進していきます。QSTの量子ビーム科学部門には、磁性材料やスピントロニクスなどの物質科学研究を行っている研究者が多数います。新たな軟エックス線を手に入れることでQSTはこれらの研究分野の飛躍的な発展に大きく貢献すると期待されます。また、量子生命科学や医学関係の研究にも新たな分析ツールが加わることで革新的な展開もたらされることでしょうか。QSTの大きな特徴である様々な分野の間で展開される、異分野融合を加速するツールとなることでしょうか。次世代放射光施設の整備は、我が国の科学技術の発展にとって重要な事業です。QSTは、その一翼を担う重要な役割を果たしていきます。

官民地域パートナーという新しい形のプロジェクト

田島 官民地域パートナーシップという、新しいかたちでのプロジェクトに対する反響はいかがでしょう。

高田 仙台市では、公設機関が中心になり、次世代放射光の活用を、サイエンスカフェなどを開催して地域の産業界に広める活動を展開しています。放射光による機能の可視化は実験結果がイメージで得られるため、専門家ではない中小企業と放射光施設との距離を格段に縮めてくれます。地域の取り組みは、あまり馴染みのなかった農業、漁業、林業、畜産業などにまで放射光の利用分野を広げつつあります。また、立地が東北大学青葉山新キャンパスに決定したことで、東京から2時間圏内という利便性の高さが、産業界にも歓迎されていることもあり、リサーチコンプレックスの形成に地域の期待も大きく膨らんでいます。

田島 立地が東北地方の大都市である仙台市というのも、産業界にとって非常に有益なことですね。次世代放射光施設の完成、持続性こそが、サイエンスにとっても産業界にとっても様々なシナジー効果をもたらすものと期待できます。これからも、官民地域パートナーシップでスクラムを組んで前進させていきたいと思っています。

次世代放射光施設の
完成予想動画が
ご覧になれます。



東北大学青葉山新キャンパス（仙台市青葉区）に建設予定の「次世代放射光施設」のイメージ



万が一の事故への備えと、原子力防災のために 高度被ばく医療センター

東日本大震災による福島第一原子力発電所(福島1F)事故のあと、国の原子力事故への対応が様々な点で強化されました。QST、弘前大学、福島県立医科大学、広島大学、長崎大学の5つのセンターが連携した高度被ばく医療支援センターの新設もそのひとつです。この4月に、QSTは5つのセンターの中心的な役割を担う「基幹高度被ばく医療支援センター」に指定され、山下俊一センター長のもと今年度からいよいよ本格的にスタートを切りました。



高度被ばく医療センター

やました しゅんいち

山下 俊一 センター長

いたくら やすひろ

板倉 康洋 理事

基幹センターとしてのQSTの役割

板倉 本年4月1日にQSTが基幹高度被ばく医療支援センターとして指定され、今年度からいよいよ本格的に活動が開始されました。

QSTの高度被ばく医療センターは、もちろん起こってはならないことですが、万が一の原子力災害時に、被ばくした患者さんの高度専門的な治療を行う重要な使命があります。それだけでなく拠点病院などへの支援、人材育成など、予防を目的とした様々な活動がミッションとしてあります。

その基幹センターとしてQSTの果たす役割は、特にこれまで放医研が培ってきた経験と知見を活かしながら、4つのセンターの中核を担うということで、非常に責任の重さを感じます。

山下 そうですね。私も初代センター長を拝命したわけですが、まずはこれまで長い間放射線被ばく医療に関わってこられた方々の実績に敬意をもって評価するところからスタートしたいと思っています。

原子力事故により被ばくされた患者さんといっても、被ばくの形態、内部被ばくか外部被ばくかその判断には難しい問題があります。

一番重要なのは線量評価ですが、正確な線量評価を行うマニュアルの統一化や治療ガイドラインの策定などが必要です。

こうした基本的なところから構築していかなければならないわけですが、基幹としてQSTが明確に位置づけられたことによって、今まで取りまとめることが難しかったこうした事柄の整備に取り組めることは非常にありがたいと思います。

人材育成の必要性

板倉 そういったガイドラインやマニュアルを作っていく基盤整備においては、放医研の存在は非常に大きいですね。

高度被ばく医療センターの使命としては、人材育成や4つのセンターへの支援がありますが、これにも放医研の実績が活かされます。

放医研の強みは何かというと、被ばくした患者さんを受け入れ、線量評価をし、治療を行ったことがあるという経験です。

山下 本当にその通りで、大学に与えられたミッションとQSTに与えられたミッションは明らかに違います。原子力事故に全

面的に向き合ってきた放医研の経験と知見は大きな財産です。そういう意味でもQSTが基幹センターとして高度被ばく医療のリーダーシップを取っていく必要があります。

放射線や被ばくについて、ほとんどのみなさんが事故が起きて初めて考えるのですが、私がセンター長として取り組みたいのが、事故が起きる前の教育です。

特に事故が起きた時に最前線に立たなければならない消防士や警察官、公務員の方々をはじめ、多くの医療関係者には、正しい知識や情報を知っていただきたいです。

板倉 そういった方々に正しい知識を伝えていくためには、やはり人材育成は重要なミッションです。4つのセンターだけでなく、拠点病院の人材も含めて、研修や人的交流などに積極的に取り組んでいきたいですね。研修と言っても、座学だけではなく実際に業務を体験するという体験型の研修が大事だと思います。

山下 やるべきことが山積みですが、最優先で行うことは、教育の標準化といろいろなガイドラインの標準化です。場所や人によって、教えられることが違ってしまっは問題です。現状がそれに近い状態ですから、これは早急に進めなければならないと思っています。

オールジャパン All Jpnの体制づくり

板倉 確かにそうした基盤整備が重要ですね。

今後は、被ばく医療についてオールジャパンで体制を構築していくことが急務です。

これから福島1Fの燃料デブリの取り出しや福島1Fの環境回復などを考えると、こうした体制作りにはしっかりと取り組んでいかなければなりません。

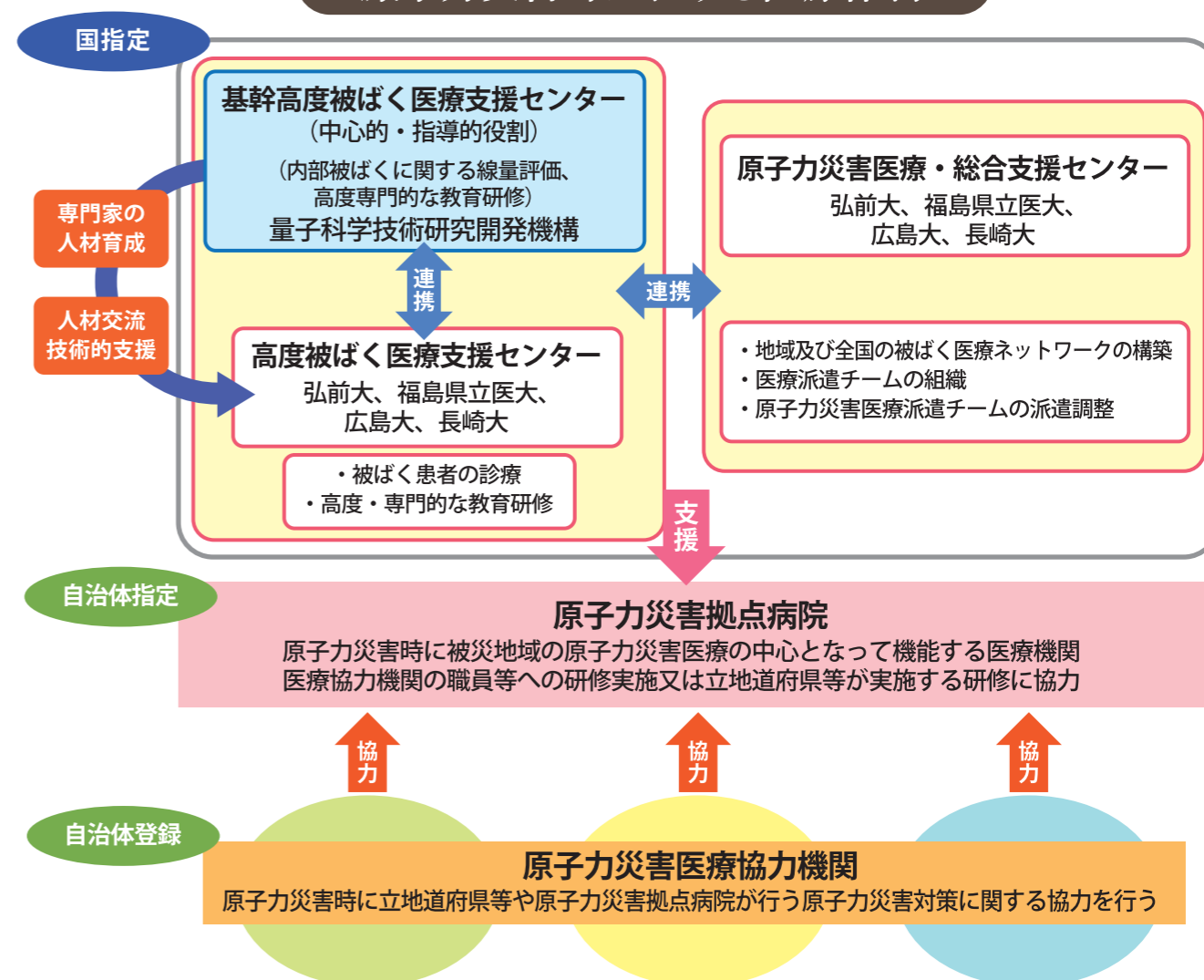
また、アジアの方々が放医研に研修に来られていますが、こうした海外とのネットワークづくりをする上でも、まずは国内の教育の基盤づくりは必須です。

山下 放医研は世界的にも非常に評価が高いので、今後もこうした研修は続けていくことにはなりますが、まずは国内で4つのセンターとしっかりと連携を取った上で、国内外の人的な交流を制度設計していけたらと思っています。

さらに高度被ばく医療センターの持っている情報を整理し、国内外に向けて情報発信することも必要だと思っています。

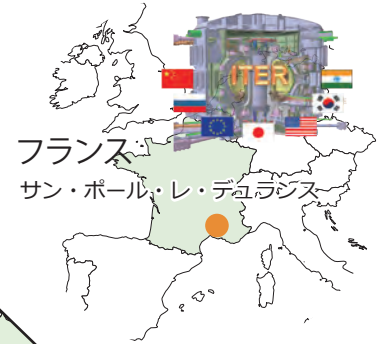
板倉 いずれにしても、基幹センターとして指名されたことで、QSTの役割はこれまでと大きく変わりました。高度被ばく医療に対する教育体制をしっかりと作って、人材を育て、すそ野を広げていくことに取り組んでいくことが重要ですね。

原子力災害時における医療体制



■ 本部・研究開発拠点・科学館の所在

● ITER現地支援グループ



フランス
サン・ポール・レ・デュランス

量子生命科学領域

高崎量子応用研究所

関西光科学研究所

次世代放射光施設整備
開発センター

六ヶ所核融合研究所

那珂核融合研究所

本部

放射線医学総合研究所

高度被ばく医療センター

QST病院

きつづ光科学館ふおとん

* QST ver.2 の組織図は、QST の HP で！



HIMAC25 周年記念講演会開催

重粒子線がん治療

～がん死ゼロ健康長寿社会を目指して～

日時 2019年6月5日(水) 13:00～17:00

会場 東京国際フォーラム ホールB7

定員 1000名 入場無料



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

QST NEWSLETTER 2019 No.8 平成31年4月
発行 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構
企画・構成 経営企画部広報課
〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川4-9-1(本部)
TEL 043-206-3026(広報課直通) Email:info@qst.go.jp
〒100-0011 東京都千代田区内幸町2-2-2 富国生命ビル22F(東京事務所)
URL <http://www.qst.go.jp/>
制作 有限会社オズクリエイティブルーム