

QST未来戦略

2022

～量子科学技術による調和ある多様性の創造～



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

■はじめに.....	1
■QST 未来戦略 2022 ～量子科学技術による調和ある多様性の創造～.....	3
■「QST 未来戦略 2022」10 箇条.....	5
■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への戦略.....	9
■萌芽・創成的研究戦略.....	15
■産学官連携戦略.....	16
■研究開発機関としての病院の位置付けとその戦略.....	17
■指定公共機関等の役割り遂行推進戦略.....	18
■国際連携戦略.....	19
■財務基盤強化戦略.....	21
■知財活用戦略.....	22
■組織・人事・評価戦略.....	23
■広報戦略.....	25
■安全・リスク管理・不正防止・環境保全戦略.....	26
■おわりに.....	27

「QST 未来戦略 2022」の公表にあたって



「QST 未来戦略 2022～量子科学技術による調和ある多様性の創造～」は、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（量研/QST）の今後 10 年から 20 年を見据えて目指すべき将来ビジョンとそれに至る戦略を掲げたものです。

2016 年 4 月 1 日に QST の初代理事長に就任し、新生 QST の理念、志、今後進むべき道筋を中長期的視野に立って「QST 未来戦略 2016」にまとめました。3 人の理事と私が分担して原案を作成し、QST 全職員に意見を求め、寄せられた様々な建設的な意見を総合的な判断の下で反映して完成させました。QST 発足から 6 年が経過し、第 1 期中長期計画期間も残すところ 1 年を切りました。その間、「QST 未来戦略 2016」で掲げた戦略に沿って、成り立ちが異なる二つの法人が持つ強みを効果的に融合する取り組みを実施し、世界に冠たる QST を形作ってきました。また、発足当時は想定していなかった新たな役割も担うことになりました。

そのような状況を踏まえ、第 2 期中長期計画策定を念頭に置いて、今回「QST 未来戦略 2022」を取りまとめました。同戦略を取りまとめるにあたっては、量子生命・医学部門、量子ビーム科学部門、量子エネルギー部門から、それぞれの部門が目指す未来社会像及びそれに向けた研究開発の方向性等について 3 回のヒアリングを行い、将来のビジョンについて議論しました。その後、理事長、理事、部門長、所長、本部部長などで構成される QST 未来戦略検討委員会（事務局 経営企画部）において、議論を深めてきました。いわば、未来戦略 2016 はトップダウン的に取りまとめたことに対し、未来

戦略 2022 はボトムアップ的に取りまとめました。QST が組織として成熟してきたことを示しています。

昨今の世界情勢を見ると、2019 年末から世界的に猛威を振るった新型コロナウイルス感染症もワクチンや治療薬の開発によりピークを越えつつあります。世界が協調して困難な状況に対応した結果だと思えます。一方で、2022 年 2 月にロシアによるウクライナ侵攻が勃発しました。連日のニュースを見ていると心が痛みます。QST では、ウクライナの研究者の中で、希望する人の数人を 2-3 年間受け入れるプロジェクトを実施することにしました。今こそ、「地球市民」の認識を持って多様性の壁を乗り越え、QST が掲げた「調和ある多様性の創造」を実現すべきと強く思います。

国立研究開発法人の使命は、科学技術の推進により我が国の発展に寄与することはもちろん、最終的に人類社会全体の発展に貢献することです。第 1 期中長期計画期間は「組織融合と飛躍への足場作りの時期」と捉えています。第 2 期は「基礎固めと成果創出の大変重要な時期」となります。第 2 期でどれだけ社会にインパクトを与える多くの大きな成果を出せるかが将来の QST の発展を決めることとなります。職員一人一人の英知と力を結集して、「QST 未来戦略 2022」に掲げた戦略に沿って一つ一つの施策を実行し、世界に冠たる QST として輝けるように基礎を確固たるものとしていく決意です。

皆様方におかれましては、引き続きご指導、ご支援、ご鞭撻のほどよろしくお願い致します。

2022 年 6 月 1 日

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

QST未来戦略2022

～量子科学技術による調和ある多様性の創造～
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

はじめに

第6期科学技術・イノベーション基本計画（2021年3月26日閣議決定）では、グローバル課題への対応と国内の社会構造の改革の両立が不可欠との認識の下に、我が国の未来社会像として **Society 5.0** が再提示された。それはサイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する**人間中心の社会**である。2015年の国連サミットで採択された**持続可能な開発目標（SDGs）**の提案に強く共感しながら、そこに我が国独自の価値観を重ね、「持続可能性と強靱性を備え、国民の安全と安心を確保するとともに、一人ひとりが多様な幸せ（well-being）を実現できる社会」と表現される。その実現に向けて、自然科学のみならず人文・社会科学も含めた多様な「知」を創造し、その**総合知**による社会変革と知・人への投資の好循環を構築するといった科学技術・イノベーション政策の方向性が示されている。

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（量研/QST）は、量子科学技術を基盤として（**内部視点の未来事象**：インサイド・アウト発想）、社会に内在する未来の兆しを捉え（**外部視点の未来兆し**：アウトサイド・イン発想）、両者の掛け合わせにより**未来の社会像を洞察し**、そこからの**バックキャスト**により研究開発戦略を策定していく。

人類の歴史全体を俯瞰すると、世界は限りなく統一に向かっている。今、人類は20万年の歴史上、グローバルレベルでの**第5の波**に突入している（参考1：29ページ）。それは、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**」である。18世紀の産業革命とともに始まった第4の波では、科学技術革新が急速に進み、人類社会は飛躍的な発展を遂げた。一方、環境問題、エネルギー問題、食料問題など複合的な負の遺産も背負うこととなった。第5の波では、これら負の遺産が一気に地球規模で表面化している。地球温暖化や自然災害激甚化、プラスチック廃棄ゴミ問題、生物多様性の危

機、そして、究極の次元にまで発展してきた生命科学や情報科学が内包する倫理や心の問題などが具体例として挙げられる。2019年に発生し瞬時に世界全体に拡大した新型コロナウイルス感染症も、野生動物由来であり環境問題としても捉えることができる。新型コロナウイルス感染症は、改めて地球は1つ、我々は「**地球市民**」であることを教えている。すなわち、人類が背負う負の側面を地球市民としての自覚を持って世界全体で協調して乗り越え、人類の未来を切り拓いていくことが必要である。学問や科学技術は、芸術、スポーツと同じく「**人類共通言語**」である。言語や文化、宗教が違って、人類共通言語により、多様性の壁を乗り越えて異文化を理解しお互いに尊重し合うことが可能であり、学問や科学技術が果たすべき役割はさらに大きくなる（参考2：29ページ）。

QSTは「**量子科学技術**」を介して世界の人々と連携し、量子科学技術の発展を牽引するのはもちろんのこと、人類社会に異文化理解・尊重の精神を育み、「**調和ある多様性の創造**」を推進し、人類が背負う負の遺産の解決を図り、平和で心豊かな人類社会の発展に貢献する。

2016年4月1日に発足したQSTは、同年10月に目指すべき方向性とそのための戦略を「**QST 未来戦略 2016**」としてまとめた。新生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ある。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**に関する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ある。QSTはこれらの強みを生かし、新たな**融合研究**を開拓するとともに、基礎・応用・開発研究及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**を確立することにより、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た。

発足から3年、「QST 未来戦略 2016」に沿って進めてきた**量子生命科学**が新しい研究分野として大きく発展するとともに、官民地域パートナーシップによる**次世代放射光施設の整備・運用**を進める国の主体や**基幹高度被ばく医療支援センター**への指定、**重粒子線がん治療の保険適用拡大**など、QSTを巡る状況が急激に変化してきた。この変化に対応するため、2019年4月に**QST ver.2**として大規模な組織改革を行った。量子医学・医療部門、量子ビーム科学部門、核融合エネルギー部門の3部門体制とし、理事長直轄に量子生命科学領域を新設した。量子医学・医療部門においては、高度被ばく医療センターの新設及びQST病院への改組を実施し、量子ビーム科学部門においては、次世代放射光施設整備開発センターを新設した。また、本部組織体制の効率化のため、財務部を設置した。

物理・工学系と生物・医学系を融合した「**量子生命科学**」は、国の「**量子技術イノベーション戦略**」に採り入れられ、QSTは「**量子生命科学**」の国際的な**研究開発拠点**になった。QSTの強みを活かして立ち上げた量子生命科学は、QSTの研究開発の柱の一つに発展した。QST ver.2の更なる発展のため実施した2021年4月の千葉地区における組織再編では、量子医学・医療部門と量子生命科学領域を統合して量子生命・医学部門とし、量子医科学研究所、放射線医学研究所、QST病院とともに、量子生命科学研究所を設置した。2020年から建設に着手した量子生命科学の国際的な研究開発拠点の中心となる量子生命科学研究所の新研究棟も2022年6月末に完成予定である。重粒

子線がん治療の一層の普及を目指して、水素融合（核融合）、量子ビーム、放射線医学の技術を融合して開発を進める「**量子メス**」は、企業との共同研究等により要素技術開発が大きく進展し、実証機製作に向けて検討が進んでいる。

また、国から指定を受けた国内機関及び実施機関として、ITER計画及び**幅広いアプローチ（BA）活動**といった国際協定に基づく水素融合（核融合）エネルギー研究開発を着実に推進するとともに、その先に位置付けられる原型炉の基本概念を明確化してきた。**量子ビームの「創る」「観る」「治す」機能**を総合的に活用した研究開発では、材料・物質科学、生命科学、医学等の幅広い分野における革新的成果を創出してきた。2022年5月には、国の「**量子未来社会ビジョン**」に基づき、最先端の量子マテリアルの確保を目指した「**量子機能創製拠点**」になった。医学・医療分野では、**がん死ゼロ**と認知症やうつ病などの**精神・神経疾患の早期発見や予防・治療**を究極の目標と位置付けて研究開発を進展させるとともに、**放射線影響・防護及び被ばく医療研究**を推進してきた。

さらに、**イノベーションハブ**をはじめとした産学官連携や戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の管理法人、国際協力、ダイバーシティ、広報など、**多様な連携・協働**を推進してきた。

QST発足から6年が経ち、第1期中長期計画期間（7年間）も残り1年となった今、「QST 未来戦略 2016」の進捗状況を考慮し、現在社会が抱える問題・課題も踏まえ、今後10年から20年の研究開発の方向性を明確にすることを目的に、「QST 未来戦略 2022」を策定する。

バックキャスト



（アウトサイド・イン発想）
外部視点の未来兆し

Society 5.0



内閣府 HP より

SDGs



第5の波：多様性爆発の大波
地球市民の自覚が必要

がん死ゼロ・ 認知症ゼロ健康長寿社会



まちの総合病院に超小型、高性能な量子メスが
楽らく日帰りがん治療でがん死ゼロを実現



多発転移がんは標的アイントープ治療で
からだの内側から放射線を直接照射

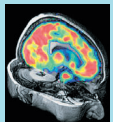


「ヘルメット型PET」がまちの病院に導入され、
認知症の早期診断が普及

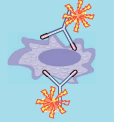
量子医学・医療



次世代重粒子線がん治療装置「量子メス」



神経・精神疾患の
診断・治療



標的
アイントープ療法

量子医学科学コンプレックス

安全・安心な社会



放射線被ばくの
予防・治療法が確立

放射線安全



被ばく医療（老化・炎症、再生医学）
基幹高度被ばく医療支援センター

「生命とは何か」の解明

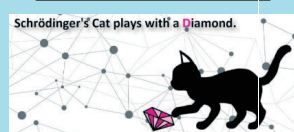


生命活動の理解に基づく究極の
健康管理「監視」と「治療」が
できる細胞が体内をパトロール



植物の「光合成」の
メカニズムを模倣して
人工光合成

量子生命科学



量子の目と手で生命の謎に挑む

超スマート社会



充電いらず！
スピンフォトニクス・スマートフォン

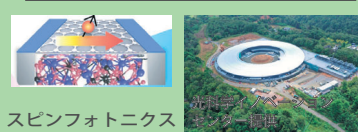


高性能磁性材料により
高性能なモーターが実現し、
空飛ぶクルマも実現



トンネル、橋梁、コンクリート製の建物
内部欠陥を無人車両で検査

量子材料・物質科学



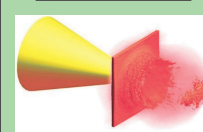
スピンフォトニクス

量子機能材料



次世代放射光施設

量子光学



レーザー加速

カーボンニュートラル



地球環境にやさしい
「水素融合（核融合）発電炉」

量子エネルギー理工学



ITER



JT-60SA

水素融合（核融合）

量子科学技術研究開発プラットフォーム構築

内部視点の未来事象（インサイド・アウト発想）

「QST 未来戦略 2022」10 箇条

- 量子科学技術を基盤として、カーボンニュートラル実現に向けた「量子エネルギー理工学」、超スマート社会実現に向けた「量子材料・物質科学」及び「量子光学」、人類究極の問い「生命とは何か」の解明に向けた「量子生命科学」、がん死ゼロ・認知症ゼロ健康長寿社会実現に向けた「量子医学・医療」、安全・安心な社会実現に向けた「放射線安全」の研究開発分野で世界を先導し、革新的・独創的な成果を創出する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の構築を目指す。
- 量子科学技術の次世代研究シーズの発掘等を目的とした研究を萌芽的研究として実施する。また、拠点横断的な研究及び大規模プロジェクト化を見据えた産学官等との協創の場の形成を目指す研究を創成的研究として推進する。これらにより、新たな研究分野の地平や大規模プロジェクトへの道を切り拓き、世界に冠たる“QST”として先導的な役割を果たしていく。
- 得られた成果を広く社会に還元するために、大学、研究機関、産業界や行政機関との人材交流や共同研究など産学官連携活動を積極的に推進し、アライアンス事業などを介してイノベーションハブとしての役割を担い、共創を誘発する場を形成する。
- QST病院を「臨床量子医学・医療研究開発病院」として位置付け、「がん死ゼロ・認知症ゼロ健康長寿社会」に向けて、重粒子線がん治療、標的アイソトープ治療や認知症をはじめとした精神・神経疾患の診断・治療、量子イメージング技術やビッグデータ・人工知能（AI）技術を活用した診断などを統合して治療と診断を同時に行うセラノスティクス構築を推進するとともに、被ばく医療等の放射線安全分野に積極的に協力する。
- 原子力規制委員会から指定された基幹高度被ばく医療支援センターとして、国内の高度被ばく医療

専門機関の中心的・先導的役割を担うとともに、法律に基づく国の指定公共機関等として、原子力災害発生時等における対応体制の整備及び専門的な技術の向上を着実に進める。また、被ばく医療分野の多職種に及び専門人材の確保を目指してオールジャパンでの人材育成・研修の強化を牽引する。

- 量子科学技術による世界中の人々との協働を介して新たな知の創造を築く。また、ITER機構、UNSCEAR（原子放射線の影響に関する国連科学委員会）、IAEA（国際原子力機関）やWHO（世界保健機関）などの国際機関、海外大学や産業界を含む研究機関との連携を、確実な安全保障輸出管理の下で推進する。
- 「基礎研究、応用研究、開発研究、社会への還元あるいはそれらのスパイラルな発展、そして基礎研究への再投資」の未来を見据えたポジティブサイクルを確立することにより幅広い人材の育成・確保や多様な財源の確保を図るとともに、持続的な発展基盤を築く。外部資金や寄附金の獲得及び効率的・効果的な予算配賦のための財務戦略とともに、知的財産のオープン・クローズ化や技術マッチング、ベンチャー支援などの知財戦略を実行する。
- 職員全員が発案として QST の理念と志を遂行できるように、意欲的で優秀な若手の登用や原則テレワークの職務設定など多様な働き方を可能とする柔軟な組織運営・人事制度及び個々の職員の努力が適切に反映される評価制度を確立する。また、ダイバーシティへの取組を推進し、多様な人材が働きやすい環境を構築する。さらに、量子科学技術分野の若手人材の育成や職員等に対する各種研修の強化など、QST 内外の人材育成・強化を図る。
- QSTの理念・志・活動や成果が広く社会に認知され、その理解が深まるように、多様な手法を積極的に取り入れて効果的・効率的に社会へ情報発信する。

また、職員全員がQSTの理念・志・運営方針を共有できるようにQST内への情報発信や関連な議論を推進する。

10) 高いコンプライアンスへの意識、安全管理やリス

ク管理なくしては QST の理念と志を実現することは不可能である。遵法意識と高いレベルの倫理観、安全重視や不正防止、地球環境保全に最大限の配慮を行う。



基本理念と行動規範

基本理念

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します

行動規範

【機構の目標】

放射線医学、量子ビームや核融合分野で培った研究開発能力を生かし、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します

【グローバルな視野】

国内外の機関との交流を深め、幅広い視野をもって職務にあたります

【多様性の尊重】

組織の枠を超えて、多様な人々との自由闊達な議論を大切にし、交流・協働を推進します

【遵法意識と倫理観】

法令を遵守し、高い倫理観を持って行動します

【安全重視】

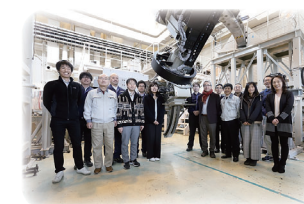
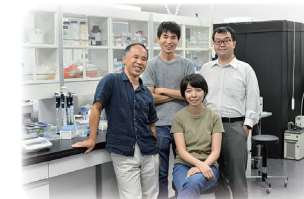
安全を最優先に、社会から信頼される研究開発機関をめざします

【地球環境保全】

エネルギーの節約や環境負荷の低減にとり組み、地球環境保全に努めます

【広聴広報】

国民の声に耳を傾け、広く情報を発信します



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への戦略

量子科学技術を基盤として、カーボンニュートラル実現に向けた「量子エネルギー理工学」、超スマート社会実現に向けた「量子材料・物質科学」及び「量子光学」、人類究極の問い「生命とは何か」の解明に向けた「量子生命科学」、がん死ゼロ・認知症ゼロ健康長寿社会実現に向けた「量子医学・医療」、安全・安心な社会実現に向けた「放射線安全」の研究開発分野で世界を先導し、革新的・独創的な成果を創出する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の構築を目指す。

○人類活動に起因した地球規模の様々な課題が浮き彫りになっている現代において、世界的にSDGsが注目を集めている。QSTが取り組んできた研究開発をSDGsの枠組みで捉え直し、これまでより一層社会貢献の意識を強く持って研究開発を推進していく。そして、民間を含めた他機関とも共創することで革新的・独創的な成果を創出する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。

○多様性の第5の波を乗り切り、SDGsの先にある持続可能な社会を実現するために、1) カーボンニュートラルに貢献する環境に優しく持続可能なエネルギー源の研究開発、2) 超スマート社会実現に貢献する量子ビットなどの量子機能を活用した革新的機能材料の研究開発、3) 量子技術・量子論を基盤として生命現象の根本原理の解明を目指すとともに、医療・健康分野や環境分野等に革新を起こす先端的生命研究、4) がん死ゼロ・認知症ゼロ健康長寿社会を実現するための医学・医療研究開発、5) 国民の安全と安心を支える放射線防護や放射線被ばく医療の研究開発は、中心的なテーマである。これらを「量子エネルギー理工学」、「量子材料・物質科学」、「量子光学」、「量子生命科学」、「量子医学・医療」、「放射線安全」の観点から推進する。

○研究開発の推進に当たっては、予算と人的資源の拡充に努める一方で、これらには限りがあることを考慮して研究開発テーマの選択と集中を不断かつ大胆に行い、研究開発成果の最大化を図る。

○具体的には以下の点を重点的に進めていく。

①カーボンニュートラルへの挑戦【量子エネルギー理工学】

学】：SDGs 7（エネルギー）や13（気候変動）へ貢献

地球温暖化に起因してカーボンニュートラルへの意識が世界的に高まっており、地球環境に優しい新エネルギー源の開発は人類にとって喫緊の課題となっている。重水素（D）と三重水素（T）の核融合反応によりCO₂を発生させずにエネルギーを取り出す水素融合（核融合）発電は、燃料資源の偏在がなく豊富に存在すること、固有の安全性を有すること、高レベルの放射性廃棄物が発生しないことから、早期実現への期待が高まっている。QSTは、2040年代の発電実証を目指して、国際協力で進めるITER計画やBA活動を中心に、原型炉建設段階への移行判断に必要な技術基盤構築に向けた研究開発を推進するとともに、移行判断に向けて国や国民、そして企業のコンセンサスを形成するための社会連携活動に傾注していく。

ITER計画については、建設地のフランスで装置本体の組み立てが進展しており、国際的に合意したスケジュール（新型コロナウイルス感染症の影響を踏まえて見直し予定）に沿って我が国分担機器の製作を進めるとともに、JT-60SAでの経験を踏まえITER機構の組立作業を技術的に支援する。ファーストプラズマ達成後は、JT-60SAでの先行実験の結果を踏まえ、装置性能確認やプラズマ制御法確立のための実験ハオールジャパン体制で参画し、早期のDT運転実現に貢献する。また、発電の鍵となるブランケットの世界標準化を目指し、ITERでの試験に向けて我が国のコンセプト技術の研究開発を進める。

日欧協力で進めるBA活動（ホストとしての貢献含む）の一環であるJT-60SAは、2022年度ファーストプラズマ達成・プラズマ制御に関する実験開始を目指す。その後は、加熱装置等の増強を進め、原型炉に向

けたプラズマの高性能化実験を進める。JT-60SAでの実験結果をITER計画に反映するとともに、ITERにおいて国際的に活躍できる人材を育成する。また、BA活動（ホストとしての貢献含む）において、発電実証を行う原型炉の設計検討を産学連携で進めるとともに、構造材料や機能材料の研究開発を進めていく。材料開発に必要な原型炉環境を模擬した中性子源の開発を、幅広い産業利用も考慮して進めていく。

さらに、上記研究開発から派生する材料・物質科学や超伝導などの先端的研究成果をQST内の他分野の研究開発に取り入れるとともに、広くアカデミアや産業界に還元していく。燃料である三重水素の製造に必要なリチウムの海水からの安定確保を目指して開発を進めているイオン伝導体リチウム分離法（LiSMIC）については、今後電気自動車の増加等でさらに需要が増大すると考えられるリチウムイオン電池のリサイクルにも適応可能である。環境に優しいリチウム循環型社会の実現に貢献するため、産業界とも連携してプラント規模の研究開発へ発展させていく。また、三重水素の効率的な製造に必要なベリリウムの精製技術として、世界で初めて確立したマイクロ波加熱と化学処理を複合した低温処理と湿式工程を主とした革新的な精製技術は、他の鉱石や多金属団塊などの精製技術にも適用可能である。当該技術は、CO₂排出を抑制でき、経済性と安全性を飛躍的に向上させることが可能であり、工程が複雑で摂氏約2,000度での高温処理が必要など経済性に問題があった従来技術に対して、省エネ化を実現し金属製造産業界での幅広い社会実装につながる。

これまでのエネルギーの変遷を振り返ると、森林資源からはじまり、水車や風車などの自然エネルギー、家畜や人力などの代謝エネルギーなど、不安定なほばリアルタイムの太陽エネルギー利用から、数億年にわたり太陽エネルギーが蓄積した化石燃料という非常に安定したエネルギーへの大革命が起こり、それにより技術革新が爆発的に生じた。エネルギー史の大きな流れは、太陽からの離別を意味しており、太陽に依存しない安全で持続可能な水素融合（核融合）エネルギーに行き着く。すなわち太陽からの独立である。地球規模のエネルギー・環境問題の解決に向けて、そして宇宙時代を見据えて、QSTは水素融合（核融合）エネルギーの早期実現を目指していく。

②超スマート社会実現への挑戦【量子材料・物質科学、量子光学】：SDGs 9（産業と技術革新）へ貢献

SDGsは「誰一人取り残さない」を理念に掲げており、多様な価値観や生活様式を享受できる社会を構築する必要がある。それを可能とするのが、IoT（Internet of Things）、ビッグデータ、AI、ロボットなどの技術を活用した超スマート社会である。大規模データ処理には莫大な電力需要が懸念されており、量子技術による省エネ・高速・大容量のデータ処理・通信が期待される。QSTは、量子そのものの性質「量子機能」に着目し、それをフル活用するスピントロニクス技術を中心に超スマート社会の実現を目指す。

具体的には、スピントロニクスデバイス材料の開発を中核とし、量子ビーム科学を基軸とした革新的量子機能材料・デバイス等の創製に関する研究開発に取り組む。従来のエレクトロニクスでは電子の「ある」「なし」を情報処理に用いるが、スピントロニクスは電子のスピンの「上向き」「下向き」もデジタル情報として扱うスピントロニクスと光で情報操作するフォトニクスを融合した技術で、飛躍的に高い処理速度を持ち、かつ、エネルギー消費が少ないデバイスを実現することができる。膨大な情報をデータとして瞬時に記録、処理して活用する前人未踏の情報通信の世界を目指し、電子スピンを自在に操作するための新しい量子機能材料の開発を進めていく。

また、光とスピンの情報交換を実現する技術を応用して、量子情報の媒体となる量子ビットの研究開発を進めていく。量子ビットは量子センシング、量子コンピューティングや量子通信などにも用いられ、その操作・検出技術が重要となる。代表的な量子ビットが、ダイヤモンド中の窒素不純物とその隣にできた空孔で形成されるNVセンターである。炭化ケイ素（SiC）等のワイドギャップ半導体や窒化ホウ素（BN）等の二次元物質等も新たな素材として有望視されている。量子ビームを活用してこれらの素材中に量子ビットを形成し、コヒーレント時間の伸長や多量子ビットの形成・制御等、量子状態の操作・検出技術の開発・高度化を推進する。これにより、都市空間の多様な環境ノイズ下で動作する超高感度の量子センサ、室温動作で超並列計算が可能な量子コンピュータ、秘匿性の高いデータを安全に扱える量子通信の実現を目指していく。

さらに、幅広い分野で応用可能な新機能材料・デバ

イスを量子ビーム・RI技術により開発する。**量子センサ**を応用した革新的な医療・診断や健康管理に加え、**生体適合チップ**へのミニ臓器の形成によって全身をモデル化した診断デバイスを創製し、個別化医療の実現を目指す。食糧・農業分野における生産性向上のため、長期的に持続可能な生物資源を活用する**バイオエコノミー**、効率的な高品質生産を可能にする**スマート農業**とともに、次世代の交通システム、都市インフラ構築のため、**全固体金属空気電池**等の超小型発電・蓄電デバイスや**レアメタルフリー水素吸蔵材**等を用いた軽量・高性能水素エネルギー利用システムの開発等を進める。

レーザーの極短パルス性を用いると、物質に現れた量子性（波動性）が失われる前にその振る舞いを観察・制御するための有力なツールになり、材料物性や生命機能等の高度な時空間制御という新たな地平の開拓が期待できる。QSTでは、その観察・制御の対象を従来の原子・分子から物性が発現する固体や液体に拡大し、**新奇機能性材料の創製**や**生体高分子の機能発現機構の解明**等を進めるとともに、幅広い産業分野への応用を推進する。

QSTが保有する世界トップクラスの高強度レーザー技術を基に、既存加速器を大幅に小型化させる可能性を持つ「**レーザー加速**」研究を強力に推進する。加速器は学術、工業、医療、農業などの多様な分野を支える量子ビーム技術基盤であり、小型化・可搬化、低コスト化はその実用化、広範な普及のためには不可欠である。このようなレーザー加速器の実現に向けて、量子メス用イオン入射器等を開発するとともに、その先にある素粒子物理学等の高エネルギーフロンティアを目指す**未踏のTeV電子加速器**実現へ道筋をつけていく。さらに、高強度レーザーの世界的ハブ拠点の一つとして高強度場物理学を推進し、基礎から応用に至る国内外の研究者が集う「知」の集積と共創の場の形成を進めていく。

量子デバイスでは量子機能発現の源となる電子の状態やダイナミクスを、工業、医療、農業などの広範な分野に応用可能な新機能材料・デバイスでは微視的構造や組成を詳細に解析する必要がある。これを実現するのが、QST が国から指名を受けた主体機関として参画し、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、一般社団法人東北経済連合会という地域・民間のパートナー機関と連携し、東北大学青葉山新キャンパス（仙台市青葉区）に建設

整備を進めている**次世代放射光施設「ナノテラス」**である。高輝度な軟X線領域の放射光が利用できる施設で、世界最高水準の分析性能を有しており、物質の構造解析だけでなく、物質の機能に影響を与える電子状態の可視化が可能で、触媒化学や生命科学などの学術研究から、磁性・スピントロニクス材料、機能性高分子材料の開発といった産業利用まで、広範な分野での利用が期待されている。QST は 2023 年度の完成を目指して、加速器や共用ビームライン等の製作・設置を進めており、2024 年度の運転開始後には各ビームラインの性能を最大限活用するとともに、硬 X 線領域の放射光が利用できる Spring-8 の QST 専用ビームラインを複合的・相補的に利用して、革新的量子機能材料・デバイス等の創製・産業応用などを推進する。

上記の多様な量子技術を超スマート社会の実現につなげていくため、QSTは量子科学技術を推進する中核機関として、国内外の大学、研究機関、産業界との密接な連携により、量子技術の開発・応用並びに共通基盤技術の開発・高度化に関する研究を総合的に推進し、革新的成果の創出と社会実装を進めていく。

③人類究極の問い「生命とは何か」への挑戦【量子生命科学】：SDGs 3（健康と福祉）や 9（産業と技術革新）へ貢献

生命科学の分野では、1980 年代から 90 年代にかけて分子生物学が隆盛を極め、DNA に記された遺伝情報からタンパク質が作られる仕組みや役割などが明らかになった。2000 年代にポストゲノム時代が到来し、主要な生物種のゲノムが次々に解読されるようになった。しかしながら、**生命の根本的理解**には未だ至っていない。**量子生命科学**は、量子論・量子力学の視点や技術を用いて生命科学にパラダイムシフトを起こし、生命全般の根本原理を明らかにし、様々な分野において革新的応用を目指す。

QST が開拓してきた研究領域である量子生命科学については、2020 年に国の研究開発プログラム「光・量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP）」に提案した「量子生命技術の創製と医学・生命科学の革新」が採択され、さらに、国が掲げる「**量子技術イノベーション戦略**」を担う 8 拠点の一つ「**量子生命拠点**」に千葉地区が指定された。Q-LEAP や量子技術イノベーション戦略に沿った研究開発を進めるとともに、量子技術と生命

科学の融合によるイノベーションが生まれる場（ハブ）として、国内外から研究者・技術者を結集し、企業とも連携して成果の産業化・事業化を推進していく。**量子ナノセンサ**や**超高感度 MRI**などの技術を活用して、次世代の診断・治療技術の開発、新規薬剤の効率的開発、再生医療の向上、生物機能を模倣した高機能材料の創出など、医療や環境分野での技術革新につなげ、様々な社会課題の解決と健康長寿社会の実現を目指していく。**生命活動における量子効果**として、光合成における高効率なエネルギー伝達や渡り鳥の磁気検知、放射線による DNA 突然変異やその修復機構などが示唆されている。この仕組みを解明して、高効率な太陽電池や人工衛星に頼らないナビゲーションシステム、爆発物・薬物の超高感度センサ、放射線障害治療薬などの開発への可能性を探索する。さらに、意識生成メカニズムなどの生命の謎に迫り、最終的には人類究極の問い「生命とは何か」の答えにたどり着けるように、量子技術による生体情報計測方法の開発と高度化及び生体内の量子効果の計測と量子情報科学の研究を進展させていく。

④がん死ゼロ・認知症ゼロ健康長寿社会実現への挑戦【量子医学・医療】：SDGs 3（健康と福祉）へ貢献

今や人生100年時代と言われている。しかし、平均寿命と健康寿命には約10年の差がある。人生100年を謳歌するためには、命を救うだけでなく、QOL（生活の質）を損なわない治療がますます重要となる。QSTは、「**がん死ゼロ**（がん及びその治療の影響が直接の死因とならない）」と「**認知症ゼロ**（認知症をはじめとする精神・神経疾患の早期発見・予防・治療による制圧）」を究極の目標に掲げ、健康長寿社会の実現に向けて研究開発を推進していく。

QOL を高く維持できるがん治療として、腫瘍塊を死滅させる**重粒子線治療**、転移がん細胞に対する**標的アイソトープ療法（TRT）**、さらにヒトが本来有する**がん免疫**の増強療法などを組み合わせたものを総合的に開発する。QST は世界で初めて**重粒子線治療装置の開発**に成功し、さらに普及型治療装置の開発を主導した。現在、国内 7 施設、国外 7 施設が稼働しており、6 施設で新たに建設中である。このうち 5 施設は QST が開発した普及型治療装置を導入予定である。この先

行性を生かし、今後の重粒子線治療の世界的な普及のために、国内外の重粒子線治療装置保有施設と連携し、治療のグローバルスタンダード化や適応疾患の拡大、新たな治療法の開発を目指す。さらに、重粒子線治療のさらなる普及のため、**小型・高性能な次世代治療装置「量子メス」**の開発とともに、**最適なマルチイオン照射法**の確立を進める。**重粒子線治療装置として第 4 世代となる超伝導シンクロトロンとマルチイオン照射を組み込んだ量子メス実証機**による治療を 2026 年に開始することを目指すとともに、**第 5 世代となるレーザー加速も取り入れた量子メス**の実現に取り組む。また、婦人科腫瘍等について、光子線、RI 小線源治療に加え、重粒子線治療、薬物療法も含めた併用治療の高度化を推進し、最適の集学的治療法を開発する。

Drug Delivery Systemを用いて標的となるがん病巣に放射性同位元素を送り込み、体内からがん細胞を殺すTRTについては、国内初の国産TRT製剤として開発した**Cu-64 ATSM**の臨床試験を連携病院等で継続して進め、QSTベンチャーの設立支援、薬事承認、社会実装、海外展開等を目指す。殺傷能力が高いα線核種に関しても、**トレーラーハウス型RI施設**の機能評価を進めるとともに、複数の**Ac-225**や**At-211**標識製剤で臨床試験を継続的にを行い、複数の薬剤で薬事承認を獲得する。

認知症やうつ病などの精神・神経疾患については、PETやMRIをはじめとする**量子イメージング技術**を用いて脳病態を明らかにし、診断・治療法の開発につなげていく。認知症において脳内に蓄積するタウタンパク質を高精度に可視化するPET検査薬の臨床試験を継続して進めるとともに、その他の疾患を引き起こすタンパクについてもPET検査薬の開発を進める。また、PETを用いて新規薬剤や食品成分等による神経炎症抑制効果・神経変性抑制効果の評価を進め、治療法の開発につなげていく。認知症の早期発見を目指して立ち上げた、血液とPET画像の相互参照によるバイオマーカー開発の拠点**MABB（マップ）**において、国内に多数存在する臨床施設、PET施設と緊密に連携することにより、血液検体や画像データをいち早く収集し、今後の認知症超早期診断法の確立や治療薬の臨床試験で日本の基幹ネットワークになることを目指す。さらに、疾患で障害を受けた脳の神経回路を正常化するための**化学遺伝学技術**の開発、脳疾患の芽となる炎症、神経機能異常

などの微小病巣の検出と発症に至るメカニズムの解明と、予防や早期治療に役立つ技術の開発を進める。

また、イメージング機器の多くを輸入に頼る我が国において、がん死ゼロ・認知症ゼロの実現には、革新的量子医学イメージング技術の開発が必須である。頭部専用のヘルメットPET装置の高解像度化やPETとコンプトンカメラを融合したWGI (Whole Gamma Imaging) の具現化など、新規コンセプトの実用化を進め、量子医学イメージングの研究基盤の確立を目指す。

⑤安全・安心な社会の実現への挑戦【放射線安全】: SDGs 11 (住み続けられるまちづくり) やSDGs 3 (健康と福祉) へ貢献

我々は、安全な生活を維持しながら、医療やエネルギー、工業、農業等幅広い分野において放射線を有効に活用していく必要がある。これは、放射線を利用するQSTの研究開発成果の社会実装においても、大きな挑戦である。放射線への被ばくの影響やリスクを科学的に評価するとともに、その基盤となる放射線影響・防護研究、被ばく医療研究を推進し、安全・安心な社会の実現に貢献する。

QSTは、原子力規制委員会より国内の高度被ばく医療専門機関の中心的・先導的役割を担う「基幹高度被ばく医療支援センター」に指定されており、平常時の備えや研究開発及び人材育成、緊急時の専門家派遣と患者受け入れなど、被ばく医療に係る総合的な役割と機能を引き続き維持していく。線量評価棟を活用して内部被ばく線量評価分野を強化するとともに、多職種の若手人材の実地での業務を通じて、原子力災害医療の将来を担う専門家の育成を実施する。さらに、長期的視点に立ち、IAEAやUNSCEAR、WHOなどの国際機関への協力を継続し、外部機関とも連携してオールジャパンで、放射線事故や原子力災害などに備えていく。

放射線防護体系は自然科学のみならず人文・社会科学も含めた多様な「総合知」をベースに国際協力によって作られ、科学と社会の変化に対応してより強固にしていくことが求められる。我が国では医療での放射線利用が特に多いことから、独自に開発したシステム等を用いて、患者や医療従事者等の被ばくの線量収集の社会実装を進める。得られた情報は疫学に利用して放射

線リスクの解明に資するとともに、被ばくの低減に活用する。疫学的知見が足りない情報については、QST病院と連携した臨床検体解析や疫学データとの統合解析等を通して、これまで蓄積した動物実験データをヒトに外挿する。また、被ばく後の組織における老化、炎症等に関連した影響メカニズムを解明し、被ばくしても影響が現れないような予防法の開発につなげる。さらに、放射性物質の環境放出事象等に備えるため、人の生活に関連した環境に焦点を絞って、マルチレンジ・多核種を網羅した環境試料分析技術・環境挙動予測技術を開発する。また、エネルギーシフトを見据えて、水素融合(核融合)や高速炉、さらには普及が進展した場合に顕在化する可能性のある地熱、太陽光の利用等で廃棄される放射性核種の分析及び環境挙動予測技術を開発していく。

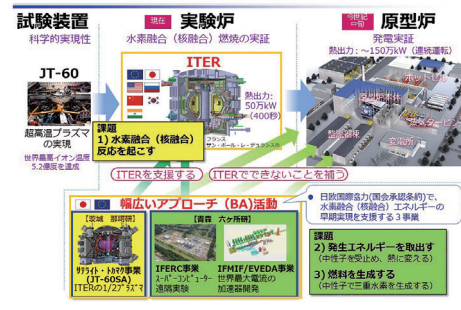
被ばく医療研究については、ゲノム変異の劇的な減少がみられることを世界で初めて示したヒト臍帯血由来赤芽球iPS細胞などを用いることで、再生医学を進めていくとともに、生体内での細胞リプログラミングによる治療を目指した研究にも取り組む。加えて、放射線障害組織のレドックス診断治療や、放射性核種の体内除染剤、放射線障害組織に対する高硫酸化ヒアルロン酸を用いた治療など、QSTのこれまでの研究成果を臨床に応用する道筋を示すための橋渡し研究を行う。さらに、細胞製剤・外用薬等を用い、QST病院との連携による医師主導型治験を進めることで、臨床レベルでの被ばく医療研究を行う。また、被ばく医療と、それに必要となる線量評価に関する最新知見を踏まえた我が国の標準的被ばく医療ガイドラインの策定を主導していく。

③④⑤は、量子科学技術によって医療や国民の安全・安心に貢献するという共通の研究背景を持ち、これらの研究開発を有機的に統合し、さらにQST病院を最大限に活用する量子医科学コンプレックスを構築する。そこでは、分野横断的プロジェクトも立ち上げて進めていく。それにより、研究の高度化を図るとともに、未来につながる新たな研究分野を開拓する。プロジェクトとしては、1) がんや認知症の治療、放射線被ばく医療への量子生命技術の展開 2) がんや認知症の治療、放射線被ばく医療を高度化する炎症・免疫研究 3) 老化及び加齢性疾患の予防、治療、さらには

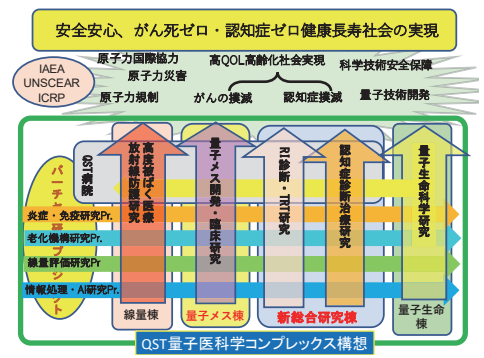
若返りを目指す老化機構研究
4) 安全・安心な人類の宇宙進出に必要となる宇宙放射線被ばくとその防護研究
5) AI技術の診断・治療への活用など、DXによる研究基盤強化のためのAI技術研究

などが挙げられる。さらに、量子医科学コンプレックスに産学連携の拠点を形成し、これらの研究成果の社会実装を積極的に進めることによって、「がん死ゼロ・認知症ゼロ健康長寿社会」及び「安全・安心な社会」の実現を目指す。

水素融合(核融合)炉発電(原型炉)への開発の道筋



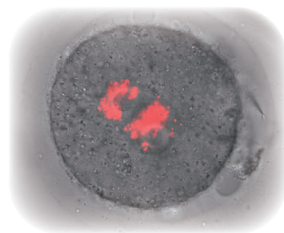
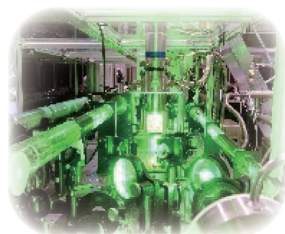
量子ビーム科学を基軸とした研究戦略



萌芽・創成的研究戦略

量子科学技術の次世代研究シーズの発掘等を目的とした研究を**萌芽的研究**として実施する。また、拠点横断的な研究及び大規模プロジェクト化を見据えた産学官等との協創の場の形成を目指す研究を**創成的研究**として推進する。これらにより、新たな研究分野の地平や大規模プロジェクトへの道を切り拓き、世界に冠たる“QST”として先導的な役割を果たしていく。

- 量子科学技術は、物理学、化学、工学、生物学、農学、薬学、医学など広範囲の研究分野を包含する。多様な研究分野をリードする研究者を有するQSTは、この強みを活かして新たな視点からの若手研究者による挑戦的な研究、並びに新たな研究分野の創出及び次世代研究シーズの発掘等を目的とした研究を**萌芽的研究**として実施し新たな分野の研究を開拓する。
- 具体的には以下の点を重点的に進めていく。
 - ①分野横断的に研究会を催し、知や技術、研究者の交流を進め、**戦略的理事長ファンド**により**萌芽的研究**や**創成的研究**を推進し、新たな分野を開拓する研究や大規模プロジェクトにつながる拠点形成型の研究開発を推進する。
 - ②拠点形成型の研究開発を進める上で、QST内はもちろん、外部研究者（クロスアポイントメント制度などを活用）や連携大学院生を参画させ、研究者人口を広げるとともに人材の流動性を高める。
 - ③運営費交付金のみならず、積極的に科学研究費補助金などの外部資金を利用して、量子科学技術を新たな学術分野として確立することを目指す。
- 拠点横断的でQSTの未来を切り拓く、斬新かつチャレンジングな研究及び将来の大規模プロジェクト化を見据えた産学官等との協創の場（拠点化）の形成を目指す研究を**創成的研究**として推進し、世界に冠たる“QST”として先導的な役割を果たしていく。

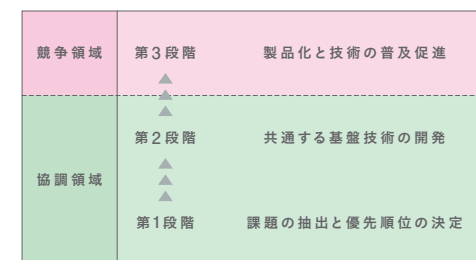


産学官連携戦略

得られた成果を広く社会に還元するために、大学、研究機関、産業界や行政機関との人材交流や共同研究など**産学官連携活動**を積極的に推進し、アライアンス事業などを介して**イノベーションハブ**としての役割を担い、共創を誘発する場を形成する。

- 中長期的視野に立ち、**産学官連携**に戦略的かつ組織的に取り組む。企業との共創を介してイノベーションを創出する。産学官連携を質・量ともに深化することを通じて自らの研究開発基盤や実用化への橋渡しとなる取組を強化する。また、**人材育成**という観点からも産業界との連携を推進していく。
- 社会・経済の状況を適時・的確に把握・分析し、現在から将来にわたる社会的・技術的課題を想定した研究開発事業の方向性を見出す組織的努力を払う。
- 創成的研究のうち、社会実装に向けて更なる発展を期するテーマについては、**QST革新プロジェクト**として、産学官連携による社会実装を強く意識した研究開発を推進する。
- 従来の企業等との共同研究、特許許諾、技術指導に加え、特定領域に照準を当てた企業群の参加を前提とした連携枠組みである**アライアンス事業**（イノベーションハブ）を推進する。
- 大学等アカデミア**との協力関係は、特に**基礎的研究**や**人材育成**の観点から強化していく。協力先の専門領域における位置関係、研究開発体制の相違、研究環境・施設の状況等を勘案して、可及的速やかに包括的協力体制の樹立を図るとともに、情報交換、人員の相互派遣・交換、共同実験、共同プロジェクトの立案・実施を通じた連携強化を進める。
- 目標の明確な水素融合（核融合）エネルギー研究開発に関しては、大学等や産業界との一体的協働をさらに強化し、原型炉建設を名実ともにナショナルプロジェクト化するための連携体制の構築に努めるとともに、各種派生技術のポテンシャルを最大限活かした産業技術のイノベーション例を積み重ねることで、水素融合（核融合）の社会による認知、受容を図る「**水素融合（核融合）の社会化**」を目指す。その際には、社会に浸透しやすい呼称についても検討する。
- QSTベンチャー**はQSTの研究開発成果を用いた社会への貢献という観点と、未来を見据えた**ポジティブサイクル**を確立するための**人材育成・確保**や**財源確保**という観点から推進していく。そのための**ベンチャー支援ポリシー**、財務戦略や知財戦略については、ベンチャー企業の状況を把握しながら適宜見直しを行う。

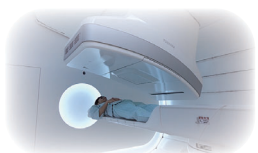
アライアンス事業のおおまかな流れ



研究開発機関としての病院の位置付けとその戦略

QST病院を「**臨床量子医学・医療研究開発病院**」として位置付け、「がん死ゼロ・認知症ゼロ健康長寿社会」に向けて、重粒子線がん治療、標的アイソトープ治療や認知症をはじめとした精神・神経疾患の診断・治療、量子イメージング技術やビッグデータ・人工知能（AI）技術を活用した診断などを統合して治療と診断を同時に行う**セラノスティック**の構築を推進するとともに、被ばく医療等の放射線安全分野に積極的に協力をする。

- 重粒子線治療の普及・発展を目指して、対象疾患の適応拡大や治療高度化を目的とする臨床研究を着実に進める。**マルチイオン照射**や**マイクロサージェリー照射**技術を軸とする照射技術の高度化、集学的治療による治療戦略の高度化及び非がん疾患を含む適応拡大などについて、J-CROS（重粒子線がん治療の標準化を進めるための多施設共同研究グループ）の活動を主導し、JASTRO（日本放射線腫瘍学会）や日本量子医科学会等と連携して推進する。多施設共同研究の推進に当たっては、重粒子線治療のデータベースを整備し、収集したデータの有効な活用として **AI 技術**も利用した解析を行い、**予後予測に基づく治療方法の最適化研究**を進める。
- 次世代重粒子線がん治療装置である**量子メス**の開発と国内外展開を考え、**マルチイオン照射**を確立する。また、量子イメージングを応用した位置照合技術及び**標的アイソトープ治療**や**免疫療法**を併用した重粒子線がん治療法を開発し、従来の根治療法としての重粒子線治療成績の向上と同時に、周術期あるいは緩和治療など**集学治療としての重粒子線がん治療**を確立するための臨床量子医学・医療研究を推進する。さらに、脳機能イメージング、次世代PET技術と微小病変に対する超高精度照射技術の融合による脳機能性疾患や循環器疾患などのがん以外の疾患に対する定位的重粒子線照射技術



（**マイクロサージェリー**）の開発を行う臨床研究を開始する。

- 標的アイソトープ治療**の実践の場として QST 病院を活用し、分子イメージング研究の成果として開発された薬剤やリアルタイム画像化技術を用いた画像診断を用いた**セラノスティクス臨床試験**を実践する。適用する標的アイソトープ治療の線量評価により線量と効果の関係を解析して、重粒子線治療と併用する上での放射線腫瘍学的理論構築を推進する。
- 認知症やうつ病などの**精神・神経疾患の早期診断、予防・治療研究**を、精神科や神経内科を有する施設との共同研究のもと、QST 病院を活用した臨床研究として推進する。
- 原子力規制委員会の**基幹高度被ばく医療支援センター**として、QST 病院に被ばく医療体制のプラットフォームとなる機能を整備し、高度被ばく医療専門機関の中心的・先導的役割を担う。また、放射線治療後の二次がんに関する解析、放射線障害に対する各種多能性幹細胞（間葉系幹細胞等）や QST 開発の薬剤を用いた治療の臨床研究など、**被ばく医療や放射線影響・防護に関わる研究開発**に積極的に協力する。
- 臨床研究成果の**世界への情報発信**をさらに強化していく。
- 病院収入の増を図るとともに、病院運営の収支を考慮して、**国立研究開発法人附属病院としての適切な規模**を模索し、効率化を進める。

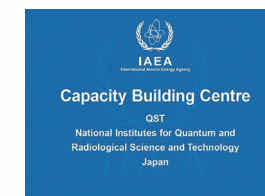
指定公共機関等の役割り遂行推進戦略

原子力規制委員会から指定された**基幹高度被ばく医療支援センター**として、国内の高度被ばく医療専門機関の中心的・先導的役割を担うとともに、法律に基づく国の**指定公共機関**等として、原子力災害発生時等における対応体制の整備及び専門的な技術の向上を着実に進める。また、被ばく医療分野の多職種に及ぶ専門人材の確保を目指してオールジャパンでの**人材育成・研修の強化**を牽引する。

- 法律により指定されている**指定公共機関**等として、緊急被ばく医療支援チームREMATの活動、その他の原子力災害・放射線事故発生時の対応をはじめとする社会的役割を確実に果たしていく。
- 基幹高度被ばく医療支援センター**として、国内の高度被ばく医療専門機関の中心的・先導的役割を担い、平常時の備えや人材育成、事故・災害時の国の要請による専門家派遣や患者受入を実施する。
- 特に人材育成に関しては、被ばく医療分野の多職種に及ぶ専門人材の確保を目指して**オールジャパンでの教育・研修・訓練等の強化**を牽引する。
- 放射線防護に関する情報の国内外のハブの役割を務めるとともに、これを通してQSTの放射線影響・防護、被ばく医療に関する研究開発成果を発信し、出口につなげる。
- 東京電力福島第一原子力発電所事故における住民の線量評価や、低線量・低線量率放射線の影響

研究、人及び環境の放射線防護研究を着実に進め、国民及び規制当局に**放射線リスクに関する正しい情報**を提供する。

- 放射線防護に関する我が国の中心的専門機関として、QSTの研究開発等によって得られた知見や国内から収集した情報を集約し、UNSCEAR、IAEA、WHO、ICRP（国際放射線防護委員会）等の国際機関に速やかに提供していくとともに、これら国際機関から得られた重要な情報を速やかに国内に発信する。これらの活動は、原子力規制委員会の技術支援機関としての役割及びIAEAの協働センターやWHOの協力センターとしてのタスクでもあり、被ばく医療については、IAEA-RANET（緊急時対応ネットワーク）、IAEA-CBC（緊急時対応能力研修センター）、WHO-REMPAN（緊急被ばく医療ネットワーク）、WHO-BioDoseNet（大規模な放射線による災害時等に関係機関の協力により生体試料による線量評価を多数行うためにWHOにおいて構築された世界的なネットワーク）に係る機関として活動を継続する。



国際連携戦略

量子科学技術による世界中の人々との協働を介して新たな知の創造を築く。また、ITER機構、UNSCEAR（原子放射線の影響に関する国連科学委員会）、IAEA（国際原子力機関）やWHO（世界保健機関）などの**国際機関、海外大学や産業界を含む研究機関との連携を、確実な安全保障輸出管理の下で推進する。**

○国際戦略は「**調和ある多様性の創造**」により、量子科学技術の発展と平和で心豊かな人類社会の発展に貢献することを基盤として推進する。中でも水素融合（核融合）研究開発推進のための国際的枠組である**ITER計画やBA活動は、QSTの理念「量子科学技術を介して調和ある多様性を創造し平和で心豊かな人類社会の発展に貢献する」具現化の象徴的プロジェクト**でもある。

○ITER計画は日本、EU（ヨーロッパ連合）、ロシア、アメリカ、中国、韓国、インドの7極の国際協定の枠組で、**BA活動**は日本とEUとの国際協定に基づき推進されている。QSTは日本における国内機関及び実施機関の役割を付託され、その責務を果たしている。これらの2つの計画は人類究極のエネルギー源である水素融合（核融合）による発電を実現するという共通目的で推進されており、QSTの国際戦略を進める上での大きな柱である。水素融合（核融合）研究開発においては、絶えずQSTが世界を先導するとともに、水素融合（核融合）以外も含め今後の国際展開に必要な人材育成を推進していく。さらに、**水素融合（核融合）エネルギー研究開発**という「**量子エネルギー理工学**」を介する人々のコミュニケーションにより、異文化理解・尊重を深める。このことにより、国家の壁を乗り越えて、「**調和ある多様性の創造**」を推進する。

○QSTが先導する研究開発の国際標準化や量子ビーム応用研究の成果の最大化を図るためには、時宜に合った相手方を選定しつつ、**国際協力**を強力に推進する。

① GSI（ドイツ重イオン科学研究所）、FZU（チエコ科学アカデミー物理研究所）、DOE（アメリカ合衆国エネルギー省）等の**欧米諸国**との協力関

係の継続・強化

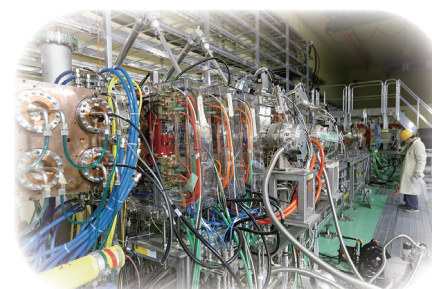
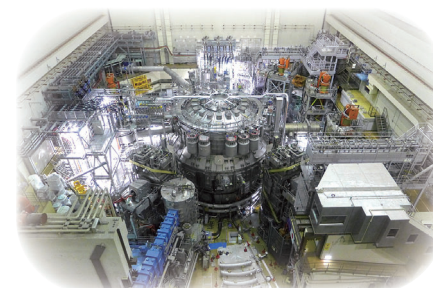
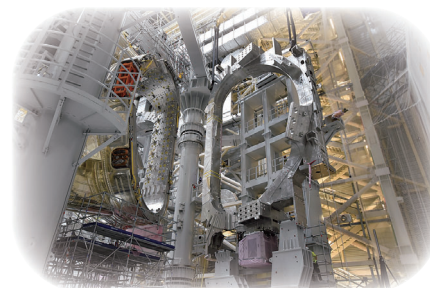
- ② CoReLS（韓国基礎科学院相対論的レーザー科学センター）等の**アジア諸国**との具体的な研究協力協定の締結
- ③ **海外大学**との包括協定締結や共同研究等の積極的推進
- ④ 世界における放射線利用分野・量子ビーム応用研究開発の推進と成果の普及・拡大のため、従来から結びつきの強いIAEAやFNCA（アジア原子力協力フォーラム）との連携を継続・発展
- ⑤ IAEA-RCA（アジア・太平洋地域協力協定）やFNCAの活動を通して、アジア地域における放射線治療の普及に貢献

○QSTは放射線医学や放射線防護、被ばく医療研究の中核機関として、UNSCEAR、WHO、ICRPやICRU（国際放射線単位測定委員会）等の専門家会議に役職員を派遣し、国際的な放射線防護基準の策定などの活動に今後も積極的に貢献する。また、IAEA、OECD/NEA（経済協力開発機構原子力機関）、IAEA-RCA、IAEA-iNET（災害事故対応に関する研修教育のネットワーク）、FNCA、ISO（国際標準化機構）にも専門家を派遣し、主導的な役割を果たす。これらの活動でQSTはIAEAの協働センターやWHOの協力センターに指定されており、今後はEUの包括的放射線防護プログラムであるMEENAS、米国の全米アカデミーズが戦略立案を行っている低線量放射線研究プログラム等とも連携を強化し、国際貢献を進めていく。

○重粒子線がん治療や量子イメージング、放射線安全研究や被ばく医療研究などの**量子医学・医療分野**や**放射線安全分野**で、アメリカにおいてはUTSW（テキサス大学サウスウェスタンメディカルセンター）や

コロンビア大学、メイヨークリニック、ヨーロッパにおいてもBFS（ドイツ連邦放射線防護庁）やCEA（フランス原子力・代替エネルギー庁ライフサイエンス局）、アジアにおいてもNIRP（中国放射線防護研究所）やKIRAMS（韓国原子力医学院）などと協定や覚

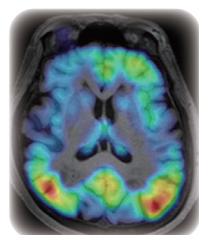
書を結んでおり、さらに共同研究を推進する。特に、**重粒子線がん治療装置**については海外機関や国内企業と連携して積極的に**海外展開**を推進し、その技術やノウハウの海外移転を進める。



財務基盤強化戦略

「基礎研究、応用研究、開発研究、社会への還元あるいはそれらのスパイラルな発展、そして基礎研究への再投資」の未来を見据えた**ポジティブサイクル**を確立することにより**幅広い人材の育成・確保**や**多様な財源の確保**を図るとともに、持続的な発展基盤を築く。外部資金や寄附金の獲得及び効率的・効果的な予算配賦のための財務戦略とともに、知的財産のオープン・クローズ化や技術マッチング、ベンチャー支援などの知財戦略を実行する。

- 未来を見据えた**ポジティブサイクル**を確立し、QST 未来戦略を実現するために、**戦略的理事長ファンドを強化**し、QST としての戦略的分野や萌芽的・創成的研究に再配分する。また、評価の高い拠点・研究グループや QST の研究環境整備などに配分する。
- 戦略的理事長ファンドの強化**のために、特許等による知的財産収入等の QST と発明者との配分を適正に設定するとともに、共同研究・病院事業等による収入及び寄附金収入も含め、QST 未来戦略実現のために一元的に管理し、効果的な活用を図る。戦略的理事長ファンドを活用した**理事長裁量プロジェクト**の強化として、QST の戦略的分野・萌芽的分野・創成的分野等の研究の実施、ヒアリングを通じた各拠点や研究グループへの戦略的配分、QST の研究環境整備、若手研究者の育成や学生への支援などを行い、QST 及び量子科学技術の未来につながる研



- 究開発、人材育成・確保などを促進する。
- 運営費交付金や国等からの補助金等によらない収入を増加させる。このため、**外部資金の獲得**、企業等との共同研究の深化、研究成果物の有償提供、特許等による知的財産収入の増加などに向けて積極的に取り組む。また、**QST 未来基金**の拡大のための取組を、クラウドファンディング等も活用しつつ推進する。
- QST 未来戦略実現のための**業務改革**等を推進し事業の効率化を図る。このため、業務改善に関し継続的にフォローアップを行うとともに、固定的経費の見直しを含む財政基盤の検証を不断に行う。また、予算の執行状況の確認を四半期ごとに行い、**計画的な事業遂行**に努める。

知財活用戦略

「基礎研究、応用研究、開発研究、社会への還元あるいはそれらのスパイラルな発展、そして基礎研究への再投資」の未来を見据えた**ポジティブサイクル**を確立することにより**幅広い人材の育成・確保**や**多様な財源の確保**を図るとともに、持続的な発展基盤を築く。外部資金や寄附金の獲得及び効率的・効果的な予算配賦のための財務戦略とともに、知的財産のオープン・クローズ化や技術マッチング、ベンチャー支援などの知財戦略を実行する。

- 研究開発成果は、学術論文などによるアカデミアへの情報発信に留まらず、知的財産権（知財）の獲得を介して、成果の社会への還元やQSTの未来を見据えた財務基盤の強化・研究費の確保等を組織的かつ戦略的に推進する。
- 未来を見据えた**ポジティブサイクル**を確立することにより人材育成や財源確保を図るとともに、QST 未来戦略実現のための持続的な発展基盤を確立する。そのための財務戦略の一環としても知財戦略を確立する。
- 知財取得に当たっては、オープン・クローズ化戦略を考慮して幅広く積極的に推進する。また、一定期間を経過した後の権利維持は費用対効果やQSTの使命等を考慮し**定期的に見直す**。
- 知財は特許に限らず、技術指導、ノウハウの有料開示などを併用しつつ立体的にこれを捉えて管理し活用する。
- QSTとの共同開発など、特定の契約関係が設定されている場合においては、実施料の減免も可能とする。また、職員の執務時間中の開発研究等への関与を明確な基準を設けて許容する。
- 知財収入は、QSTの環境整備、戦略的研究開発分野や新規研究開発分野など**QST 未来戦略の推進**に配分することを原則とするが、発明者の所属部署等への戦略的配分など、必要に応じて発明者の**インセンティブ確保**等に配慮する。
- QST 発の**ベンチャーへの支援**を効果的に実施し、QST の研究開発成果の社会実装を促進する。



組織・人事・評価戦略

職員全員が発刺として QST の理念と志を遂行できるように、意欲的で優秀な若手の登用や原則テレワークの職務設定など多様な働き方を可能とする柔軟な**組織運営・人事制度**及び個々の職員の努力が適切に反映される**評価制度**を確立する。また、**ダイバーシティ**への取組を推進し、多様な人材が働きやすい環境を構築する。さらに、量子科学技術分野の若手人材の育成や職員等に対する各種研修の強化など、QST 内外の人材育成・強化を図る。

- 今後の定年引上げも考慮しつつ**人事雇用制度の柔軟化**を図り、限られた採用枠を有効に使うことで優秀な人材の獲得に努める。このため、キャリア採用の積極的な活用、職員のうち特に研究業績が顕著な者であって 60 歳を超えて引き続き QST の業務に多大な貢献が期待される研究者への**上席研究フェローの付与**、公募制度の積極的な活用、外部資金から給与に充てる金額及び対象の拡大による**インセンティブ**の向上、若手研究者を対象とした**テニュアトラック**による戦略的な採用、**クロスアポイントメント制度**の活用による人事交流の活性化など、人事雇用制度の弾力化を図る。
- 量子科学技術の調和ある多様性の創造のためには、この分野の**若手人材の育成**が重要である。このため、留学機会促進のための支援、連携大学院制度の活用、実習生の受入、リサーチアシスタント制度などによる学生への支援などに積極的に取り組む。
- 被ばく医療分野の人材育成に関しては、多職種に及ぶ専門人材の確保を目指して**オールジャパンでの教育・研修・訓練等の強化**を牽引する。
- 高い専門能力を持つ職員の採用及び育成のため、国の資格を必要とする職務や知的財産の取扱や広報を含む研究支援、情報システム管理、研究装置管理・運転など専門的な能力を必要とする職務に対応し、**計画的に職員の採用・育成**を行う。さらに、必要な資格取得を奨励する。また、階層別研修や海外研修を通じて職員的能力向上を図る。
- 補助金事業など特定の事業に主務で従事する者については、補助金等を財源とした任期の定めのない

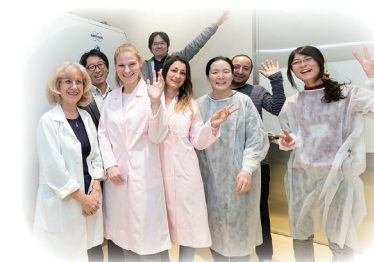
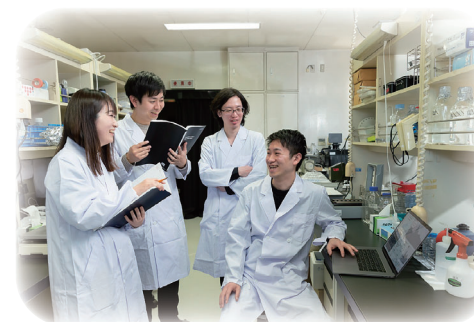
特定年俸制を積極的に活用し、効率的かつ効果的な業務運営に資する。

- ダイバーシティへの取組を推進することで多様な職員の活躍の場を創造し、女性、外国人、若手、障がい者、定年退職者など、**多様な人材の活用**を図る。
- 社会の変化を的確に捉えて、**業務の電子化やクラウド化**を含めた**業務基盤の DX**を推進することで、テレワークや web 会議等を積極的に取り入れ、原則テレワークの職務を設定するなど多様な働き方を可能とし、ワークライフバランスへの配慮や転勤・単身赴任に伴う負担の軽減に組織全体で取り組み、魅力的な組織・職場づくりに努める。
- 細やかな人事評価**を行う。このため、研究職、技術職、事務職、医療職それぞれの職種に応じた**多面的な評価**を実施する。特に、研究職に関しては、研究業績審査制度において、アカデミックな成果による評価を主軸とし、その他研究マネジメントへの貢献等も考慮した評価を実施する。職員一人ひとりの特性に応じて、適切な人員配置と必要な職種転換を進めるとともに、人事評価結果は、**理事長表彰**や人事上の処遇に反映する。また、極めて顕著な研究業績を上げた研究者や QST の業務に多大な功績を果たした者には**名誉フェロー**等の称号を付与し、その能力や実績を称える。
- QST 内評価制度**である理事長表彰により、職員意識の高揚及び資質の向上を図るとともに、**外部表彰受賞**につながるよう効果的に運用する。
- 個人の適性や能力の活用と新たな経験機会の提供

とのバランスを考慮しつつ、QST 未来戦略推進に資する**戦略的人事配置**を行う。職務に応じた役職給の趣旨を明確化することにより、ライン職とスタッフ職間の人事異動を円滑にする。

- 各拠点間の**戦略的人事交流**を進め、QST の一体感を醸成する。

○採用に当たって理事長調整枠を設ける、退職人員を単純に補てんするのではなく必要人員を調整した採用計画とするなどにより、若手を中心に**QST として重点的に取り組むべき分野に人材を振り向ける**。さらに、今後人員増が見込まれる再雇用職員も効果的に採用する。また、QST 未来戦略実現のための研究職、技術職、事務職、医療職の職員数の戦略的なバランスを探る。



広報戦略

QSTの理念・志・活動や成果が広く社会に認知され、その理解が深まるように、多様な手法を積極的に取り入れて効果的・効率的に**社会へ情報発信**する。また、職員全員がQSTの理念・志・運営方針を共有できるように**QST内への情報発信**や関連な議論を推進する。

- QSTの基本理念、研究開発成果や今後進むべき方向について、**職員自らが広報活動実施者の一人**であることを自覚しつつ、SNSを含む様々な広報媒体を通して、社会や地域、産業界、アカデミアに時機を失することなく正確かつ積極的に発信する。
- QSTの基本理念「**量子科学技術による調和ある多様性の創造**」を目指し、QSTの研究開発成果、アウトリーチやダイバーシティの推進活動を、アカデミアのみならず、社会や産業界にわかりやすく発信する。
- QST内全拠点と有機的な連携を取り、戦略的・継続的に情報収集・分析を行い、タイムリーに情報を収集する。
- QST内に対しても、QSTの理念、志、そのための施策などについて、職員の意識共有を高めるための広報戦略を推進する。研究成果や外部評価、経営状況、外部資金獲得情報や産学連携、表彰などQST全体の活動状況を共有できる**QST内広報**を効果的に行う。また、研究部や個々の職員の紹介も積極的に行い、QSTの職員の顔が見えるようにする。
- 特に優れた成果やQSTの改革などの取組に関する情報をメディアやニュースレター（QSTニュースレター）などを通して、広範囲に発信する。メディアに対しては、**タイムリーな記者会見や定期的な記者懇談会**を行う。各拠点においては地元（各地方自治体、地域住民の皆様）に密着した広報や**施設公開**を行う。なお、重大な事件についても、時機を失することなく**説明責任**を果たす。
- 「**きつづ光科学館ふおとん**」を光・量子科学技術の一般への啓蒙、理科系人材の育成、QSTの認知度を上げる戦略的拠点と位置付け、QSTの研究開発領域全てをカバーできるように整備する。当該科学館を最適な規模で運営するとともに、**大学、行政や企業との連携**を強化していく。また、全国の科学館等とも連携して、効果的な広報活動を展開する。
- QSTの所有する大型実験施設（HIMAC（重粒子加速施設）、TIARA（イオン照射研究施設）、SPRING-8（大型放射光施設）専用ビームライン、J-KAREN（極短パルス超高強度レーザー）など）や臨床量子医学・医療研究開発病院を国際的共同研究プラットフォームとして広報する。



安全・リスク管理・不正防止・環境保全戦略

高いコンプライアンスへの意識、安全管理やリスク管理なくしてはQSTの理念と志を実現することは不可能である。**遵法意識**と高いレベルの**倫理観、安全重視や不正防止、地球環境保全**に最大限の配慮を行う。

- 社会から信頼される研究開発機関であるために、QST職員すべての**安全意識**の向上と安全文化の醸成に努める。安全管理の取組を継続的に行うとともに見直しを不断に行う。特に、研究施設の運転・管理・維持の重要性を踏まえ、部門長、所長等による施設の安全巡視の強化などその安全管理に重点的に取り組む。
- 施設の老朽化対策については、リスクアセスメントをしっかり行い、優先度に応じて対策を行っていく。そのため予算確保に努める。
- 安全に係るメッセージを理事長、理事、部門長、研究所長等のトップが定期的かつメリハリをつけて効果的に発信する。安全に関し関連かつ**建設的な意見交換が行える職場環境**を醸成する。実効性のある建設的な**ヒヤリハット運動**等の強化、安全に係る定期的な各種訓練、講演会を実施などの活動を推進する。
- リスク管理（リスクの洗い出しと対応策の策定など）、緊急時（事故・災害時）対応、倫理コンプライアンス遵守、契約監視、研究不正防止、研究費不正防止、情報セキュリティ対策、ハラスメント防止などに関する取組を行うとともに、全体を統制するために**内部統制会議**を設置し、内部統制の強化によりリスクの低減を図る。これらの取組により、職員すべてがルールに関する知識とそのルールを遵守する意識を持つよう努める。
- 環境に関する基本方針の下、省エネルギー・高効率設備機器活用の促進、緑化対策や美化活動による**環境整備**、大気汚染物質・水質汚濁物質の排出管理、放射性物質や**有害物質の適正な管理及び廃棄物の低減**に取り組む。また、電気の使用等に関し環境に配慮した契約を締結するとともに、グリーン購入（事務用品等に関し、環境に配慮した調達）の促進を行う。



QST未来戦略2022

～量子科学技術による調和ある多様性の創造～

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

おわりに

今後 10 年から 20 年の研究開発の方向性を明確にすることを目的とした「QST 未来戦略 2022」を終わるに当たり、「QST 未来戦略 2016」に沿って実施してきた第 1 期中長期計画期間のこれまでの総括と今後「QST 未来戦略 2022」に沿って実施することになる第 2 期で取り組むべき事項、さらには第 3 期の位置付けの考えについて触れておく。

第 1 期：組織融合と飛躍への足場作りの時期

2016 年 4 月の放射線医学総合研究所と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の統合再編により新設された QST が、**真に融合し、統合再編の相乗効果により大きく飛躍するために、QST の理念策定をはじめ、具体的に飛躍への足場となる基盤をしっかりと築いた時期**。主な取組は以下のとおりである。

- 異なる組織の融合に不可欠な QST の理念を策定。「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」という理念の下、量子科学技術により多様性の壁を乗り越えて量子科学技術そのものの推進を図るとともに、異文化理解と尊重の心を育み、世界に「調和ある多様性」を創造することを志す。
- 「がん死ゼロ健康長寿社会」実現への貢献を掲げ、融合の目に見えるシンボルとして次世代重粒子線がん治療装置である「量子メス」研究開発プロジェクトを立ち上げた（放射線医学総合研究所の重粒子線がん治療研究の知見とマルチイオン照射技術、核融合部門の超伝導技術、量子ビーム部門のレーザー加速技術、これらを融合）。
- 理工学系の量子科学技術と生物・医学系の放射

線生物学・医学を融合した「量子生命科学領域」を、大学などから研究者を招聘しゼロから立ち上げた。量子生命科学研究所の設立と新研究棟の完成、量子生命科学会の創設に発展するとともに、国の量子技術イノベーション戦略拠点の 1 つや Q-LEAP の量子生命科学分野を担当するに至った。

- 旧放射線医学総合研究所を抜本的に改組。千葉地区は量子生命・医学部門として、その下に量子医科学研究所、量子生命科学研究所、放射線医学研究所、QST 病院を設置し、それぞれが独自に活動できる基盤を作った。
- 次世代放射線施設の整備・運用を進める国の主体として、地域・民間パートナーと共同で施設を建設中である。
- ITER 計画や BA 活動といった国の戦略により進められている水素融合（核融合）国際共同研究開発を着実に推進した。このプロジェクトは多様性の壁を乗り越える国際共同プロジェクトであり、QST の理念である「調和ある多様性の創造」のシンボリックプロジェクトと位置付ける。
- 原子力規制委員会より「**基幹高度被ばく医療支援センター**」の指定を受け、国内の高度被ばく医療専門機関の中心的・先導的役割を担う。
- 事務組織など、運営形態の一体化を図る作業を継続中である。
- 競争的資金を中心とした外部資金の獲得額は、2016 年度の 11 億円から 2021 年度には 31 億円と約 2.8 倍に増加した。

以上、融合の象徴的存在として「量子メス」研究開発プロジェクトを立ち上げ、次世代重粒子線がん治療の基盤構築を図るとともに、「量子生命科学研究所」を創設し、日本のハブとして新しい研究開発領域を推進

する基盤を築いた。ただし、まだ磐石とはいえず、引き続き基盤固めが必要である。

第 2 期：基盤固めと成果創出の時期

QST の理念を少しでも具現化するために、第 1 期の基盤固めを引き続き確実に進めながら、結果を出す時期。同時に第 3 期における新たな飛躍を模索する時期。実施すべき主な取組は以下のとおりである。

- 「量子メス（第 4 世代重粒子線治療装置）」の確実な完成と、第 5 世代に向けた「レーザー加速技術」開発の推進
- 「量子生命科学研究所」の着実な推進体制の整備と成果創出
- 「がん死ゼロ健康長寿社会」実現に向け、重粒子線治療、標的アイソトープ療法（TRT）とがん免疫の増強療法などを組み合わせた治療法の確立を目指した研究を総合的に推進
- 「認知症ゼロ健康長寿社会」実現に向け、量子科学技術を取り入れた認知症診断・治療研究開発の更なる推進
- 「次世代放射線施設」の完成と着実な運営体制の整備及び成果創出
- 新たな量子科学技術の柱として「量子機能創製研究センター」の整備と成果創出
- レーザー科学の推進と幅広い分野でのレーザー応用による成果創出
- 「ITER 計画と BA 活動」を中心とした水素融合

（核融合）研究開発の確実な推進

- 水素融合（核融合）原型炉建設に向けて国や産業界と連携して社会の合意形成を図る活動を推進
- 放射線被ばく・防護研究と放射線事故対応の国の責任機関として放射線医学研究所の更なる整備と基盤強化
- 運営財源の確保、研究開発を支える事務系及び技術系職員の確保や最適配置のため、スクラップ&ビルドを計画的かつ継続的に実施

第 3 期：第 2 の創生期

QST の理念の下、第 2 期の基盤固めと研究成果に基づき新たな飛躍を図るために、再度ゼロからの発想で新たな将来展望を策定し、時代にあった研究開発領域などの見直しや新規研究開発領域を開拓する時期。

まとめ

以上の観点から、第 2 期においては QST の地盤を固めることが最重要課題である。すなわち、新たな将来展望を掲げて大幅な組織再編をするのではなく、第 1 期の延長線上で運営し、基盤を固めることが重要である。そのためには、様々な問題点を把握し、具体的に解決策を見出し、それを確実に実行することが重要である。その上で、成果を創出する重要な時期と考えられる。

『参考 1』人類の歴史における 5 回のグローバルな大波

第 1 の波：グローバル化第 1 弾。20 万年前にアフリカで誕生したホモサピエンスが、非常に長い時間をかけて 1 万年前までに地球上の全大陸に拡散し、他のホモ属を滅亡させて地球を支配した。

第 2 の波：多様性の勃発。グローバル化は地球規模での単一化というベクトルを有するが、程度の問題は別にして多様性の発生や、多様性と単一化の対立という問題を内包している。第 2 の波は、単一化よりも多様性の発生がグローバルな次元で色濃く出た時代。紀元前 1 万年前から 12 世紀にかけての約 1 万年の間に、各地でさまざまな文明が生じた結果、言語、人、慣習、宗教など、文化の多様性の基本が確立した。さらに、各地でマalaria、天然痘、麻疹や梅毒などの感染症が発生し、伝統的感染症の多様性の基本も確立された。

第 3 の波：グローバル化第 2 弾。13 世紀から 17 世紀の 400 年間。13 世紀に中央アジアそして一部ヨーロッパを含むユーラシア大陸に及び世界帝国を築いたモンゴル帝国の出現により広域圏での陸上交通のみならず、アジアからアフリカ東海岸に至る大航海時代が始まり、最終的にはスペイン、ポルトガルなどにより、世界が 7 つの海で繋がった。地域的な感染症がグローバルに拡散するとともに、感染症の相互交換が生じた。

第 4 の波：グローバル化第 3 弾。18 世紀にイギリスでの産業革命とともに始まった。技術革新が加速的に進み、大英帝国が世界を制覇したことに象徴されるように政治的・軍事的・経済的覇権競争が世界規模で展開された。第 4 の波は 18 世紀から 20 世紀末までの 200 年間続き、この間に人類は 2 回の世界大戦を経験した。その後、冷戦を経て 1989 年に起こったベルリンの壁崩壊により、この第 4 の波は終わった。科学技術としてはニュートン力学、熱力学や電磁気学などの古典力学が支配。ワクチンや抗生物質などの発明による感染症との戦いがまじまった。

第 5 の波：多様性爆発の大波。情報伝達手段、移動手段の飛躍的な進歩により相対的に狭くなった地球上に多様性が凝縮された。グローバルな次元で多様性の対立が人類史上もともと際立つ大波。各地で多様性の負の側面である対立や紛争が勃発。第 5 の波に起こる多様性の対立や紛争は予測不能で、連鎖反応を伴い各地で同時多発、連鎖反応が連鎖反応を呼び喚く間にグローバルに波及する可能性を有している。政治や軍力では解決困難であるという人類が経験したことがない問題を抱えている。さらに第 4 の波の負の遺産である環境問題が顕在化し、エネルギー問題、食料問題、地球温暖化などの深刻な問題を抱えている。新型コロナウイルス感染症などの新興感染症やロシアによるウクライナ侵襲はこの大波の中で起きた現象。科学技術としては量子力学や生命科学が支配。

『参考 2』学問・科学技術による「調和ある多様性の創造」

人類は言語、人、慣習、宗教等さまざまな文化の多様性を持っている。多様性ゆえに人類は心豊かな生活を享受することができ、多様性の共創により革新的なイノベーションが起こり、人類はここまで発展してきた。しかし、多様性の負の側面として壁の形成がある。多様性は様々な障壁や対立の要因ともなり、紛争や戦争を起す。人類の歩みは、多様性による発展と対立の歴史であったと言える。

第 5 の波の「多様性の爆発」の時代を人類が生き抜くためには、多様性がもたらす壁、障壁を乗り越える必要があり、重要になるのが人類共通言語。学問や科学技術は、スポーツや芸術・芸能、あるいは経済活動等と並んで、人類共通言語である。人類共通言語により、宗教が異なっても、言葉や民族が違っても、我々はコミュニケーションができる。人類共通言語は多様性がもたらす壁を乗り越える大きな力を有している。この人類共通言語による異文化とのコミュニケーション、それを介する異文化理解と尊重は、この多様性爆発の大波を乗り越えるために非常に重要になる。この人類共通言語によって多様性の壁を乗り越え、多様性を有する人々とコミュニケーションし、異文化の理解・尊重により「調和ある多様性の創造」をすることが出来る。人類の共通の起源を知り（己を知り）、己を磨き、「地球市民」としての自覚と誇り（己を誇る）が必要。



量子科学技術でつくる私たちの未来

QSTで生み出された研究成果は将来、私たちの暮らしを変えるかもしれません。右にある4つの絵がどこにあるかがしてみましょう。



水素融合（核融合）

地球環境にやさしい水素融合（核融合）エネルギーで、まちの電気を支えているよ。



量子メス

まちの総合病院に超小型、高性能な量子メスが。楽らく日帰りがん治療を実現。



充電いらずの端末

スピンフォニクス技術で充電不要の端末が常識に。充電ってなんだっけ？



量子スマートセル

「監視」と「治療」ができる細胞が体内をパトロール。ウェアラブルデバイスが状態を知らせてくれるからいつでも安心だ。



ほかにもあるよ！
つづきはHPで確認しよう！





「QST 未来基金」は、QST が目指す人類の未来を拓く活動にご理解とご賛同をいただき、皆様からのご支援を研究開発などに活用させていただきたく取り組みです。

寄付金は次のような目的のために使用します。

がん診断・ 治療の研究	認知症診断・ 治療の研究	量子 センサーや 新奇材料の 開発
新たな エネルギーの 開発	研究環境の 整備	成果普及と 成果活用

■ ご寄附のお申込・お問合せ先

QST寄附	Q
量研寄附	Q



〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川 4-9-1 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「QST未来基金」係
TEL ■ 043-206-3023 FAX ■ 043-206-4061 E-mail ■ kifu@qst.go.jp
<https://www.qst.go.jp/site/about-qst/1311.html>



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) Mail: info@qst.go.jp <https://www.qst.go.jp>