

令和 4 年年頭挨拶

皆様、明けましておめでとうございます。

今年は、少しはお正月らしいお正月を迎えられたのではないかと思います。しかし、残念ながら新型コロナウイルス感染症の第 6 波が始まりました。昨年夏から秋にかけて集中的に行われたワクチン接種から半年が経ち、ワクチンによる感染防止効果が低下した時期に感染力の高いオミクロン株が現れたこと、そして正月休みや冬に重なったことなどにより、急激に新規感染者数が増加しています。しかし、オミクロン株による重症化率は少ないと報告されていますし、現に新規感染者数の急激な増加に比較して新規重症者数は少なく経過しています。また、ワクチン接種率が 80% に迫っていることや内服薬なども登場してきました。決して油断はしてはなりません、悲観することもないと思います。手洗いやマスク着用などの基本的な感染症対策を続けるとともに、ワクチン接種率 90% を目指していかなければなりません。また、高齢者などを中心に追加ワクチン接種を早めていく必要があると思います。その上で、社会経済活動の正常化に向けた取り組みを着実に進めていく必要があると思います。QST では、職員からの意見を取り入れつつ、新型コロナウイルス感染症対策をきっかけに導入したテレワークを引き続き有効に活用するとともに、クラウド化や事務手続きの電子化、実験装置の DX 化等をさらに進め、未来志向で働き方改革を積極的に推進していきます。

さて、今年は第 1 期中長期計画の最終年度の年です。2016 年 4 月 1 日に発足した QST は、量子生命科学の創出といった研究開発の新たな展開や次世代放射光施設整備や基幹高度被ばく医療支援センターといった新たに担うことになった役割に応じて中長期計画を変更しながら、同計画に沿って多くの成果を創出してきました。「量子」という言葉も社会に浸透してきたと思います。その状況を踏まえ、昨年 10 月には QST のブランディング戦略の一環として「量子」を前面に打ち出すために、QST の英語名を「National Institutes for Quantum Science and Technology」に変更するとともに、「核融合エネルギー部門」を「量子エネルギー部門」に名称変更しました。3 部門ともに「量子」が頭についています。2022 年度で第 1 期中長期計画期間が終了し、QST の研究開発は一区切りとなります。今年は、QST 初代理事長として、第 1 期中長

期計画 7 年間の集大成を形にするとともに、その成果を次の QST につなげていくという強い思いを持って新年を迎えました。

それでは、QST の取り組みについて、トピックスを挙げて述べたいと思います。最初 はカーボンニュートラルへの挑戦です。これは、SDGs のエネルギーや気候変動対策に 貢献するものです。

新型コロナウイルス感染症をはじめ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、カーボンニュートラルへの意識が高まっています。日本政府も 2050 年カーボンニュートラル を目標に掲げ、様々な取り組みを開始しています。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です。脱炭素社会に向けて は水素が注目されています。水素には色がついており、太陽光発電などの CO_2 を 排出しない 1 次エネルギーで水から作られる水素はグリーン、化石燃料から作られる 水素のうち、副産物の CO_2 を回収するものはブルーと呼ばれています。これらは 2 次 エネルギーとしての水素の利用であり、決して新たなエネルギーを生み出すものでは なく、いわば 1 次エネルギーを蓄える蓄電池のようなものです。一方、1 次エネルギーとして水素を利用し、エネルギーを新たに生み出すのが、重水素と三重水素の核融 合反応により CO_2 を発生させずにエネルギーを取り出す水素融合、すなわち核融合で す。色をつけるとするとオレンジでしょうか。水素融合（核融合）発電については、 昨年 11 月にイギリスで開催された COP26 で初めて議論されるとともに、閣議決定 された「コロナ克服・新時代開拓のための経済対策」に明記されるなど、早期実現への期 待が高まっています。昨年より、燃料が水素同位体であることを明示するために「水 素融合」を率先して使用しています。この「水素融合」という言葉を社会に浸透させ ていきたいと考えています。

那珂研究所において 2020 年 3 月に完成した JT-60SA は、2020 年 11 月にすべての コイルが超伝導状態になったことを確認するなど順調に統合試験運転を進めていま した。しかしながら、昨年 3 月に超伝導コイルへ電流を供給する電路に耐電圧不良箇 所が発見され、統合試験運転を中断してその対策を慎重に行ってきました。今年は統 合試験運転を再開し、ファーストプラズマ達成を目指します。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んでいます。那珂研が製作した超伝導ト

ロイダル磁場コイルと韓国の真空容器セクターを組み合わせたサブアセンブリが完成し、装置基礎部分に設置する作業が進んでいます。那珂研では引き続き残りの超伝導トロイダル磁場コイルの製作を進めるとともに、ITER のファーストプラズマ達成後に必要となるダイバータ等の製作を本格的に開始します。ダイバータの中核部品であるタングステンモノブロックの量産ラインも、QST が委託した日本企業により昨年 10 月に山形県酒田市に整備され量産がスタートしました。六ヶ所研究所では、発電の鍵となるブランケットを開発するためのブランケット工学試験棟が昨年完成しました。今後、ITER での試験に向けてブランケットの研究開発を加速していきます。

水素融合エネルギー開発は最終的に発電という社会実装をして初めて評価されるという側面を持っています。その観点からは、JT-60SA や ITER の成果を、発電実証を行う次段階の原型炉開発につなげていくことが極めて重要です。昨年 10 月には、原型炉開発を戦略的に実施するための司令塔の役割を担う原型炉推進戦略室を部門の下に設置しました。同室を司令塔として、那珂研と六ヶ所研が有機的に連携し、部門一体となってオールジャパンで原型炉開発を推進する体制を構築し、第 2 期中長期計画につなげていきます。

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、不安定なほぼ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された化石燃料という非常に安定した太陽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ました。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エネルギーに行き着きます。すなわち太陽からの独立です。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 は水素融合エネルギーの早期実現を目指していきます。

次は、がん死ゼロ健康長寿社会実現への挑戦に関してです。これは、SDGs の健康と福祉に貢献するものです。

昨年4月に、第2期中長期計画を見据えて千葉地区をさらに発展すべく、組織改編を実施しました。「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、その下に量子生命科学研究所、量子医科学研究所、放射線医学研究所、QST病院の4つの組織を設置しました。千葉地区が一体となって、効果的・効率的に研究開発を進める体制を構築しました。

今や人生100年時代と言われています。しかし、平均寿命は現在84歳ですが、健康寿命は73歳であり、この差は約10年あります。これからは、命を救いつつ、QOL（生活の質）を損なわない治療がますます重要となります。量子医科学研究所では、「がん死ゼロ健康長寿社会」を目指して、QOLを高く維持できる小型・高性能な次世代重粒子線がん治療装置「量子メス」の研究開発を進めてきました。昨年は、民間企業との要素技術開発のフェーズから、それを実証するフェーズへ移行し、第4世代量子メスの詳細設計を進めました。また、HIMACを用いたマルチオンによる臨床試験も開始しました。今年は2026年からの治療開始を目指して、民間企業と連携して第4世代量子メス実証機の整備に着手します。量子メスを設置するための建屋「量子メス棟」の建設工事也开始します。レーザー加速も取り入れた第5世代量子メスも2026年以降、早期の実現を目指します。一日も早く量子メスを世界中に普及させ、「がん死ゼロ健康長寿社会」が実現できるよう研究開発を進めていきます。

重粒子線がん治療と同時に、転移したがんにも有効な標的アイソトープ治療（TRT）の研究も進めています。TRTはがんに集まりやすい物質に放射性同位元素を結合させた化合物を投与して、体内からがん細胞を殺す方法です。体外からは重粒子線がん治療で、体内からはTRTにより、原発がんのみならず転移がんも治療してがん死ゼロを目指しています。国内初の国産TRT製剤としてCu64 ATSMを開発し、国立がん研究センターで臨床試験を進めています。今年は、試験を継続するとともに、社会実装を意識して製剤製造に関するQST発ベンチャーの立ち上げ準備支援を進めていきます。殺傷能力が高い α 線核種に関しても、昨年整備したトレーラーハウス型の移動式TRT施設の機能評価を進めるとともに、Ac標識TRT製剤やAt MABGの臨床試験に向けた取り組みを進めていきます。

健康長寿社会に向けては、がんとともに認知症を克服する必要があります。量医研では、PETやMRIをはじめとする量子イメージング技術を用いて、認知症などの精神・神経疾患の脳病態を明らかにし、診断・治療法の開発につなげる研究に取り組んでいます。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、PETを用いて7種の脳移行性アミノ酸からなる組成物による神経炎症抑制効果の評価を進めていきます。また、認知症の早期発見を目指して、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（マブ）を立ち上げました。この拠点が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していき

ます。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「DREADD（ドレッド）」技術の開発も継続して行っています。

「がん死ゼロ健康長寿社会」に向けて、これらの研究開発を統合して治療と診断を同時に行うセラノスティクスを構築し、QST病院で社会実装することを目指し、第2期中長期計画につなげていきます。

次に、人類究極の問い「生命とは何か」への挑戦です。これは、SDGs の健康と福祉や産業と技術革新に貢献するものです。

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ました。拠点形成推進のために昨年 2 月に量子生命科学研究拠点センターを設置しました。同センターでは、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ます。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ます。今年 6 月には、研究開発の中心となる「量子生命棟」が完成予定です。量子生命科学研究は量子技術と生命科学の融合により新たな価値を創造する「量子生命科学研究」の発展と国際的なハブ形成に向けて取り組んでいきます。最終的には、量子論・量子力学を基盤とした視点から生命全般の根本原理を解明し、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、量子技術による計測技術の高度化及び生体内の量子効果や生物機能の作用機序の解明に関する研究開発などを進展させ、第 2 期中長期計画につなげていきます。

さらに、安全・安心社会の実現へも挑戦していきます。これは、SDGs の住み続けられるまちづくりに貢献するものです。

放射線医学研究所では、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・防護研究を推進し、人々の安全・安心な生活を支えています。

放医研は、原子力規制委員会より国内5つ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、平常時の備えや人材育成、緊急被ばく医療支援チーム REMAT の編成、緊急時の専門家派遣と患者受け入れなど、被ばく医療に係る機能を維持しています。東京オリンピック・パラリンピック開催時も国や東京都への技術支援を行いました。昨年、内部被ばく線量評価分野をさらに強化するべく、世界最高水準の機器を備える高度被ばく医療線量評価棟が完成しました。また、多職種の若手人材を新規に採用し、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開始しました。さらに、昨年は QST 国際シンポジウムとして「緊急時放射線モニタリング及び原子力災害医療」を開催し、東日本大震災より 10 年を迎え、各国の放射線事故・原子力災害に備えた緊急時対応体制と準備に関する最新情報、知見を交換し、関連する問題についての議論を国際的に深めました。今後も、長期的視点に立ち、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」などに備えていきます。

放医研では、放射線影響研究や被ばくした場合の治療法についても、研究を進展させています。幹細胞の治療応用に向けて、ヒト臍帯血由来赤芽球を用いた iPS 細胞樹立法を発見し、従来と比べてゲノム変異を劇的に減らすことに世界で初めて成功しました。今後は、障害組織のレドックスに注目した診断治療や局所放射線障害を対象にした細胞・動物モデルによる再生医療等の放射線影響研究を防護研究と統合的に進め、第2期中長期計画につなげていきます。

次は、Society 5.0 の具現化への挑戦です。これは、SDGs の産業と技術革新に貢献するものです。

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 Society 5.0 の具現化には、大容量・高速・低電力のデバイスが必要です。高崎量子応用研究所では、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を進めています。その中核が、スピノフォトニクスデバイス材料の開発です。従来のエレクトロニクスでは電子の「ある」「なし」を情報処理に用いますが、スピノフォト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えるようにするとともに、光で情報操作すること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します。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

ことを可能とし、私たちがこれまでに経験したことがない情報通信の世界の扉を開くことを目指して、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きます。さらに、光とスピンの情報交換を実現する技術を応用して、量子ビットの研究開発を進めていきます。量子ビットは量子コンピューターや量子通信などにも用いられ、多量子ビット化技術が重要となります。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センターです。NVセンターの作製では、窒素を含む有機化合物をイオン化してダイヤモンドに打ち込むことで3量子ビット形成を実現しました。この技術はさらなる多量子ビット化の可能性を秘めており、作製技術の高度化を進め、室温で使える超並列計算が可能な量子コンピューターや量子通信の実現に貢献していきます。

関西光科学研究所では、世界最高性能の高強度レーザーを開発し、それを用いることで初めて可能となる超高強度場科学の研究に取り組んでいます。超高強度場科学とは、高強度レーザーでしか創り出すことのできない超高強度場における相対論的現象の解明や、極短パルスのレーザーを使った超高速現象の観察、物質の制御などの極限状態における最先端科学であり、関西研では当該研究を通して科学の未踏分野を開拓していきます。さらに、この極限の科学から生まれた高強度レーザー技術を医療や産業に役立てていきます。その具体例が、量子メスの主要技術であるレーザーイオン加速技術です。第5世代量子メスの実現に向けて、このような技術の進歩を積み重ねていきます。

QST 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、一般社団法人東北経済連合会という地域や産業界のパートナーと連携して次世代放射光施設の整備を進めています。次世代放射光施設とは、従来施設よりも高い光源性能を持つコンパクトな加速器が作り出す強力な光を使った、世界最高水準の分析機能を持つ巨大な顕微鏡のようなものです。2020 年 4 月にパートナー側による基本建屋の建設が東北大学青葉山新キャンパス（仙台市青葉区）にて始まりました。昨年 7 月には、次世代放射光施設整備開発センターを仙台地区に移設し、12 月には QST が製作した機器の設置を開始しました。次世代放射光施設の特徴は、軽元素を感度良く観察できる高輝度な軟 X 線領域の放射光を使用する点です。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ます。2023 年度の完成を目指して、加速

器やビームライン等の製作を進めていきます。運転開始後に実施する研究開発についても議論を深めていきます。

多様な量子ビーム科学を基軸として、Society 5.0 具現化に必要な革新的量子機能材料等の開発を進め、第2期中長期計画につなげていきます。

新型コロナウイルスからのプレゼントの1つとして「働き方改革」があると思います。コロナ禍で在宅勤務を余儀なくされて始まったテレワークですが、テレワークを実行している間にそのメリットやデメリットを我々は学習することができたと思います。そしてテレワークのデメリットを最小化し、メリットを最大化することができれば、働き方改革に繋がることは疑いのないことであると思います。また、地震などの災害時にもテレワークは大きな力を発揮します。

出社が原則の働き方から、在宅が原則の働き方を取り入れることにより、様々な事情で働くことが叶わなかった有能な人材の採用が可能となります。また出張や会議のための移動などの時間が不要となり、旅費や時間の節約と有効利用が可能となります。テレワークを使いこなすことにより、テレワークのデメリットとされるコミュニケーションの欠如ですら、逆に向上する可能性があります。トップダウンからボトムアップ型へとチームリーダーの意識のみならず職員全員の意識改革につながる可能性を秘めています。全員参加型の組織に変容し、研究開発が飛躍的に進展する可能性すらあると思います。

令和4年はQSTテレワーク改革元年としたいと思います。この2年間で情報基盤の改善やオフィス365の導入などテレワークの本格的稼働にむけて準備をしてきました。引き続き整備していく計画です。テレワークの基盤が整備されても、それを使いこなすのは皆様方QST職員一人一人です。皆様方一人一人の意識改革、テレワークを積極的に取り入れた事務作業や研究開発の進め方改革により、研究開発成果の飛躍的進展につなげていこうという姿勢が重要だと思います。

せっかく新型コロナが私たちにくれたプレゼントであるテレワークを使いこなし、QSTの研究開発が飛躍的に進むことを期待しています。

これまで述べた挑戦を行っていくに当たり、安全が優先であることは言うまでもありません。昨年は那珂地区と千葉地区で火災が発生しました。事故後の適切な復旧と再発防止策の実行が重要です。事故が発生するのは、不安全な状態と不安全な行動のどちらか、もしくは両方が起こった時と言われています。施設の老朽化はQSTのみならず、多くの国研が抱える共通の問題です。全ての不安全な状態をすぐに解消できるものではありませんが、リスクアセスメントをしっかりと行い、優先度に応じて対策を行っていく必要があります。不安全な行動をとらないためには、知識と意識が重要と言われます。ルールに関する知識を得て、そのルールを遵守するという意識を持つといった基本をしっかりと再確認するようお願いします。

また、社会からの信頼を引き続き得るためには、安全とともにコンプライアンスや研究及び研究費不正防止に取り組む必要があります。これらに関しても、制度やルール、防止計画の策定による違反や不正が起こりやすい状態の解消と、それらに関する知識を得て、遵守するという意識を持った行動が重要であり、その基本をしっかりと再確認するようお願いします。

我々国立研究開発法人の使命は、専門分野の探求のみにとどまらず、地球規模の社会課題の解決に向けたソリューションを示すことです。そのためには、人文・社会科学系の専門家などとの連携を図るなど、より広い視点で社会が抱える具体的課題を捉え、それを解決するための取り組みを推進する必要があります。先日のCOP26の様子を見て、様々な考えの国がある中で、世界規模の問題を解決する難しさをあらためて認識しました。新型コロナウイルスは私たちに「地球市民の自覚」を求めています。QSTの理念である、「量子科学技術により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」ことの重要性を、新型コロナは人類に呼びかけています。今こそ、世界が協調して問題解決に取り組むためには、多様性の壁を乗り越え、対立を融和に変えるとともに、異文化理解や尊重を醸し出すことができる「人類共通言語」である科学技術の役割はますます大きくなっていくと思います。まさにQSTの理念である「調和ある多様性の創造」を体現していく必要があると思います。そのための挑戦をQSTは続けます。

「夢は叶えるためにある」

この言葉を胸に、職員の一人一人が目の前の目標に向かって挑戦して欲しいと思います。

新しい年がQSTにとって集大成の年となり、次へのステージにつながるように成果を創出していきたいと思います。皆様にとっても素晴らしい年でありますよう祈念しまして、私からの挨拶とさせていただきます。