

National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

 QST 環境報告書 2020



国立研究開発法人
量子科学技術研究開発機構

Contents

QST JINSHU

- 1 はじめに
- 2 QST の概要
- 3 組織体制図
- 4 QST 未来戦略 2016 / 生まれ変わった QST ~ QST ver.2 ~
- 5 第 1 期中長期計画 (前文より抜粋)
- 6 特集 1 QST 病院
- 7 特集 2 JT-60SA 完成及び ITER 超伝導トロイダル磁場コイル一号機完成
- 8 環境基本方針、環境目標、結果及び評価
- 9 環境配慮活動
- 10 ワーク・ライフ・バランス支援
- 11 スキルアップ研修
- 12 量子医学・医療部門
- 14 核融合エネルギー部門
- 16 量子ビーム科学部門
- 18 量子生命科学領域
- 19 理事長裁量プロジェクトとシンポジウム

- 20 環境パフォーマンスの全体像
- 22 省エネルギーへの取組
- 24 投入資源
- 26 大気汚染物質の測定結果・水資源投入量、排水量
- 27 化学物質等の管理
- 28 一般・産業廃棄物、放射性廃棄物の管理資源リサイクル
- 29 社会貢献への取組①
- 30 社会貢献への取組②
- 32 意見交換会

環境

社会

編集方針

QST 環境報告書 2020 は、自らの事業活動に伴う環境負荷及び環境配慮活動等の取組状況について公に報告するとともに、皆様とのコミュニケーション手段の一つと位置付けて作成しました。

なお、環境負荷やそれに係る対策の成果 (環境パフォーマンスデータ) については、経年変化を比較できるような内容としました。今回の環境報告書から、QST の各分野が関係する SDGs (Sustainable Development Goals) の目標がわかるようにページにアイコンを示しました。

報告の対象期間 2019 年度: 2019 年 4 月 1 日 ~ 2020 年 3 月 31 日

報告の対象組織 QST 全拠点

参考にした
 ・環境省「環境報告ガイドライン 2012」
 ・SDGs (Sustainable Development Goals): 持続可能な開発目標

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



持続可能な開発目標 (SDGs) とは、2001 年に策定されたミレニアム開発目標 (MDGs) の後継として、2015 年 9 月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」にて記載された 2016 年から 2030 年までの国際目標です。持続可能な世界を実現するための 17 の目標・169 のターゲットから構成されています。

目標 1 [貧困]

あらゆる場所あらゆる形態の貧困を終わらせる

目標 2 [飢餓]

飢餓を終わらせ、食糧安全保障及び栄養の改善を実現し、持続可能な農業を促進する

目標 3 [保健]

あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を促進する

目標 4 [教育]

すべての人に包摂的かつ公正な質の高い教育を確保し、生涯学習の機会を促進する

目標 5 [ジェンダー]

ジェンダー平等を達成し、すべての女性および女児のエンパワーメントを行う

目標 6 [水・衛生]

すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する

目標 7 [エネルギー]

すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的なエネルギーへのアクセスを確保する

目標 8 [経済成長と雇用]

包摂的かつ持続可能な経済成長及びすべての人々の完全かつ生産的な雇用と働きがいのある人間らしい雇用 (ディーセント・ワーク) を促進する

目標 9 [インフラ、産業化、イノベーション]

強靱 (レジリエント) なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る

目標 10 [不平等]

国内及び各国家間の不平等を是正する

目標 11 [持続可能な都市]

包摂的で安全かつ強靱 (レジリエント) で持続可能な都市及び人間居住を実現する

目標 12 [持続可能な消費と生産]

持続可能な消費生産形態を確保する

目標 13 [気候変動]

気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる

目標 14 [海洋資源]

持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する

目標 15 [陸上資源]

陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の推進、持続可能な森林の経営、砂漠化への対処ならびに土地の劣化の防止・回復及び生物多様性の損失を防止する

目標 16 [平和]

持続可能な開発のための平和で包摂的な社会を促進し、すべての人々に司法へのアクセスを提供し、あらゆるレベルにおいて効果的で説明責任のある包摂的な制度を構築する

目標 17 [実施手段]

持続可能な開発のための実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化させる

出典: 持続可能な開発目標 (SDGs) の詳細 (外務省) (https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/pdf/SDGs_pamphlet.pdf) を加工して作成

はじめに

量子科学技術研究開発機構（量研 /QST）は、生命現象の根本原理の解明に挑む量子生命科学の研究、放射線の人体への影響や医学利用及び被ばく医療などの研究、量子ビームによる物質・材料科学等の先端研究開発、高強度レーザーなどを利用した光量子科学研究、人類究極のエネルギー源である核融合の研究開発などを実施しています。

量研 /QST は、発足から4年目となる2019年4月に大規模な組織改革を実施し、「QST Ver.2」として再始動いたしました。「QST Ver.2」の中核をなす「量子生命科学」は、「量子技術イノベーション戦略」（統合イノベーション戦略推進会議）において、量子融合イノベーション領域として位置付けられており、医学をはじめ幅広い分野でイノベーションをもたらす学術領域として注目度が高まっています。量研 /QST においては、量子生命科学領域を新設し当該分野の研究を主導して加速させるとともに、国内外の研究者及び産業界の人材・技術などを集結させる拠点の形成に取り組んでまいります。また、2019年度には国際熱核融合実験炉 ITER の主要部品である超伝導トロイダル磁場コイルの初号機を世界に先駆けて完成させるとともに、日欧協力の下、先進核融合実験装置 JT-60SA を完成させ、核融合エネルギーの実現へ大きく前進したところです。

今後も量研 /QST が目指すべき指針である「QST 未来戦略 2016」に基づき、持てる力をより一層効果的に発揮して、量子科学技術を活用した世界中の人々との協働を介して新たな知の創造や異文化理解・尊重を育み「調和ある多様性の創造」を推進し、平和で心豊かな人類社会の発展に貢献していきます。

また、環境への配慮を優先事項と位置付け、環境保全に関する法令等を遵守するとともに、安全確保を図りつつ、エネルギーの節約や環境負荷の低減に取り組み、地球環境の保全に努めてまいります。さらに、新型コロナウイルス感染症拡大に伴い導入した QST 病院での電話再診及びテレワークやウェブ会議を活用した勤務体系を、収束後の大きな社会変革を見据えつつ、オンライン医療の積極的推進や働き方改革へ発展させ、環境負荷の更なる低減に努めてまいります。これら量研 /QST の活動に対する皆様のご理解とご支援を心よりお願い申し上げます。

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



QST の概要

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、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くみ、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

設立経緯 目指すもの

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構（量研/QST）は、量子科学技術を一体的、総合的に推進するため、2016年4月、放射線医学総合研究所（放医研）の名称を変更し、日本原子力研究開発機構（原子力機構）の一部を移管統合することにより発足しました。

量研/QSTは、量子科学技術に関する研究開発や放射線の人体への影響、被ばく医療並びに放射線の医学的利用に関する研究開発等の業務を総合的に行うことにより、量子科学技術と放射線医学に関する科学技術の水準の向上を図ることを使命とします。

このため、学術的・社会的・経済的インパクトの高い研究開発や国際的イノベーション等の創出による研究成果の最大化を目的として、世界トップクラスの研究開発プラットフォーム、新たな研究開発分野の開拓、放射線防護・被ばく医療の拠点等を目指してまいります。

根拠法令・ 国の方針

根拠法令：国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構法（平成11年12月22日法律第176号）

国の方針：（1）目的

量子科学技術に関する基礎研究及び量子に関する基盤的研究開発並びに放射線の人体への影響、放射線による人体の障害の予防、診断及び治療並びに放射線の医学的利用に関する研究開発等の業務を総合的に行うことにより、量子科学技術及び放射線に係る医学に関する科学技術の水準の向上を図ることを目的とする。

（国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構法第4条）

（2）業務の範囲

- 1) 量子科学技術に関する基礎研究及び量子に関する基盤的研究開発を行うこと。
- 2) 放射線の人体への影響、放射線による人体の障害の予防、診断及び治療並びに放射線の医学的利用に関する研究開発を行うこと。
- 3) 前2号に掲げる業務に係る成果を普及し、及びその活用を促進すること。
- 4) 機構の施設及び設備を科学技術に関する研究開発を行う者の共用に供すること。
- 5) 量子科学技術に関する研究者（放射線の人体への影響、放射線による人体の障害の予防、診断及び治療並びに放射線の医学的利用に関する研究者を含む。）を養成し、及びその資質の向上を図ること。
- 6) 量子科学技術に関する技術者（放射線による人体の障害の予防、診断及び治療並びに放射線の医学的利用に関する技術者を含む。）を養成し、及びその資質の向上を図ること。
- 7) 第2号に掲げる業務として行うもののほか、関係行政機関又は地方公共団体の長が必要と認めて依頼した場合に、放射線による人体の障害の予防、診断及び治療を行うこと。
- 8) 科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律（平成20年法律第63号）第34条の6第1項の規定による出資並びに人的及び技術的援助のうち政令で定めるものを行うこと。
- 9) 前各号の業務に附帯する業務を行うこと。

（国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構法第16条）

沿革

- 1957年7月 放射線医学総合研究所発足
- 2001年4月 独立行政法人放射線医学総合研究所発足
- 2015年4月 国立研究開発法人放射線医学総合研究所へ改称
- 2016年4月 国立研究開発法人放射線医学総合研究所に国立研究開発法人日本原子力研究開発機構の一部を統合し国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構発足

組織体制図



2020年4月1日現在

役職員数 (2020年4月現在)
 役員 6名
 常勤職員 1,297名
 (任期制職員含む)

予算情報 (2020年度)
 収入予算額 461億円
 ・施設整備費補助金
 ・核融合関係補助金
 ・次世代放射光関係補助金
 ・SIP 業務経費を含む
 支出予算額 461億円

QST 未来戦略 2016



QST 未来戦略 10 箇条

- 1) 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過程（エネルギー）、化学過程（生活）、生物過程（命）に関する理解や研究開発において世界トップクラスに位置していることと、量子ビーム関連研究施設・ネットワークや臨床研究病院を有しているという QST の強みをさらに強化しつつ、拠点や研究分野の壁を乗り越えて、研究開発における「調和ある多様性の創造」を QST 内に実現する。「量子エネルギー工学」、「量子材料・物質科学」、「量子生命科学」、「量子医学・医療」等の分野で世界を先導し、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構築を志す。
- 2) 量子科学技術分野の研究シーズを探索し萌芽的研究として育てる。さらに QST 未来ラボを設置し拠点や分野横断的な融合領域、例えば量子生命科学等の新たな研究分野の地平を切り拓き、世界に冠たる“QST”として先導的な役割を果たしていく。
- 3) 得られた成果を広く社会に還元するために、大学や産業界を含む研究機関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。
- 4) QST 放射線医学総合研究所病院を「臨床量子医学・医療研究開発病院」として位置付け、量子線がん治療、被ばく医療、そして将来的には、標的アイソトープ治療や精神・神経疾患の診断・治療、ビッグデータや人工知能技術を利用した治療成績予測、さらには革新的な研究成果の臨床応用を推進する。
- 5) 法律に基づく国の指定公共機関等として、これらの調査研究・事業を着実に進めるとともに、人材の枯渇が懸念されているこの分野において人材育成・研修を強化する。
- 6) 量子科学技術による世界中の人々との協同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）や IAEA（国際原子力機関）などの国際機関、海外大学や研究機関との連携を推進する。これらの活動を介して異文化理解・尊重を育み「調和ある多様性の創造」を推進し、世界のイノベーションを先導するとともに、我が国はもちろん平和で心豊かな人類社会の発展に貢献する。
- 7) 「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人材育成・確保や財源確保を図るとともに持続的な発展基盤を築く。そのため財務戦略や知財戦略を策定する。
- 8) 構成員全員が澁刺として QST の理念と志を遂行し、個々の構成員の努力が反映されるような評価制度や柔軟な人事制度を確立する。
- 9) 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社会への情報発信を強化する。また構成員全員が 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) 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、安全重視や地球環境保全に最大限の配慮を行う。

生まれ変わった QST ~ QST ver.2 ~

量子科学技術における世界の牽引役になるため、2019年4月1日付で組織改革を実施しました。以下が主な内容となります。

(1) 量子生命科学領域の新設

量子力学的な視点や量子科学技術を生命科学へ導入することにより、学術的なパラダイムシフトや革新的な医学・医療への応用を目指す新たな分野融合研究である量子生命科学を、オールジャパン体制で重点的に推進するため、理事長直轄組織として、「量子生命科学領域」を新設しました。

(2) 高度被ばく医療支援体制の強化

被ばく医療の中心的・先導的役割を担う基幹高度被ばく医療支援センターの機能を果たすことを目指すと同時に、関連研究開発を一

体的に行うため、量子医学・医療部門に、「高度被ばく医療センター」を設置しました。なお、2019年4月1日付けで基幹高度被ばく医療支援センターに指定されました。

(3) 病院経営の強化

病院に関する様々な課題に対応するため、放射線医学総合研究所に設置されていた病院を量子医学・医療部門の直轄組織とし、病院経営の強化を図りました。また、病院の名称を「QST 病院」と改称しました。

第1期中長期計画（前文より抜粋）

「国立研究開発法人放射線医学総合研究所の一部を改正する法律（平成27年法律第51号）」に基づき、平成28年4月1日より、国立研究開発法人放射線医学総合研究所（以下「放医研」という。）に、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」という。）の一部業務を移管・統合することで、新たに量子科学技術と放射線医学の推進を担う研究開発法人とするため、名称および業務の目的と範囲を変更し、機構とすることとなった。

放医研は、昭和32年の創立以来、放射線と人々の健康に関わる研究開発に多分野の学問を糾合して総合的に取り組む、国内で唯一の研究開発機関として、放射線医学に関する科学技術の水準の向上と、その成果の社会還元を目指して活動してきた。

一方、原子力機構は、我が国における原子力に関する唯一の総合的な研究開発機関として、平成17年10月に発足し、国の原子力政策や科学技術政策に基づき、事業を進めてきた。文部科学省が示した「日本原子力研究開発機構の改革の基本的方向（平成25年8月日本原子力研究開発機構改革本部）」を受け、そのうち、多様な放射線利用を通じて科学技術の新分野開拓や産業等を支えることが期待される「量子ビーム応用研究開発」の一部事業及び将来のエネルギー開発を国際共同研究プロジェクトで目指す「核融合研究開発」の事業について、放医研と統合することとなった。

さらに、放医研及び原子力機構は、平成23年3月11日の「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故」（以下「東京電力福島第一原子力発電所事故」という。）以降は、事故からの復旧対策、復興に向けた取組への貢献を積極的に行ってきた。

機構は、放医研及び原子力機構がこれまでの中期目標期間に得られた成果に基づき、「第5期科学技術基本計画（平成28年1月22日閣議決定）」にある科学技術政策や、「健康・医療戦略（平成26年7月22日閣議決定）」にある世界最高水準の医療の提

供に資する研究開発等に関する施策を踏まえて事業を行うとともに、「災害対策基本法（昭和36年法律第223号）」及び「武力攻撃事態等及び存立危機事態における我が国の平和と独立並びに国及び国民の安全の確保に関する法律（平成15年法律第79号）」に基づく指定公共機関として、関係行政機関や地方公共団体からの要請に応じた原子力災害時等における我が国全体の拠点としての貢献、あるいは、「国立研究開発法人放射線医学総合研究所見直し内容（平成27年9月2日原子力規制委員会）」により技術支援機関として原子力災害対策・放射線防護及び高度被ばく医療に係る研究等の実施を期待されている。

これらを踏まえて、「放射線の人体への影響、放射線による人体の障害の予防、診断及び治療並びに放射線の医学的利用に関する研究開発等」、「量子ビーム応用研究開発」及び「核融合研究開発」及びそれらに関連する業務を実施する。

研究開発の実施に当たっては、我が国全体の量子科学技術分野と放射線医学分野の研究開発成果の最大化を図るため、蓄積されてきたノウハウ・知見を基盤として、積極的に外部資金も活用し、国際的な研究開発動向や社会の要請に応える研究開発を行うとともに、機構内において融合的な研究開発も戦略的・積極的に行い最先端の研究開発領域を立ち上げ、活力と競争力の高い法人を目指す。さらに、先端的な研究施設・設備の共用を進めるとともに、国内外の機関との連携を強め、人材育成の推進や知的財産の整備等、量子科学技術や放射線医学に関する成果の発信に努め、社会の求めに応じた研究成果の還元を図る。

また、業務の実施に当たっては、内部統制を強固にし、職員にコンプライアンスの徹底を図るとともに、常にPDCAサイクルを回すことで、透明性の高い機構経営を行う。

2019年度業務実績に関する主務大臣項目別評定

2019年度評価単位		大臣評価*
総合評定		A
項目別評定	量子科学技術に関する萌芽・創成的研究開発	A
	No.1 うち量子生命科学に係る事項	(A)
	うち量子生命科学以外に係る事項	(B)
	No.2 放射線の革新的医学利用等のための研究開発	A
	No.3 放射線影響・被ばく医療研究	A
	No.4 量子ビームの応用に関する研究開発	A
	No.5 核融合に関する研究開発	A
	研究開発成果の普及活用、国際協力や産学官連携の推進及び公的研究機関として担うべき機能	B
	研究開発成果のわかりやすい普及及び成果活用の促進 国際協力や産学官の連携による研究開発の推進	(B)
	公的研究機関として担うべき機能	
	No.6 原子力災害対策・放射線防護等における中核機関としての機能	(A)
	福島復興再生への貢献	(A)
	人材育成業務	(B)
	施設及び設備等の活用促進	(B)
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等	(B)	
No.7 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき事項	B	
No.8 予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画	B	
No.9 その他業務運営に関する重要事項	B	

*括弧付の評定は補助評定を示す。[評定の詳細は右のQRよりご覧ください。]



特集Ⅱ QST 病院

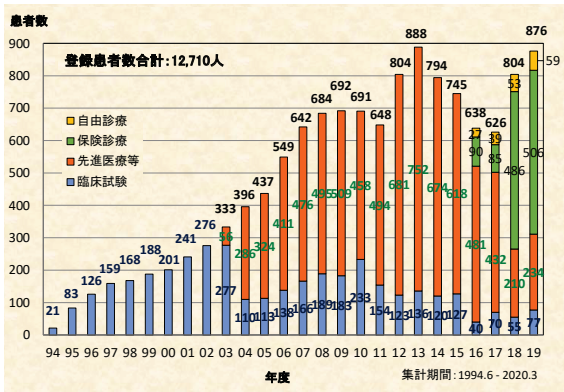
2019年4月1日の組織改革により、放射線医学総合研究所(放医研)は量子医学・医療部門となり、放医研病院は「QST 病院」と改称して新たな体制での活動を開始しています。

放医研では1994年に世界初の医療用重粒子線がん治療装置(HIMAC)を開発し、臨床試験を開始してから2019年までの25年間で登録患者数は12,000人を超えました。現在では、放医研の技術を導入した全国の重粒子線施設(QSTを含めて6カ所)により「J-CROS」を組織し、多施設共同臨床試験を推進しています。その成果として、先進医療の承認を経て、2016年に骨・軟部肉腫に対する重粒子線治療が保険収載されました。また、2018年には頭頸部がん、および前立腺がんにも保険適応が拡大され、同年にはQST病院における年間治療数の約60%が保険診療となっています。現在も、さらなる保険適応の拡大に向け臨床試験を継続しています。新しい治療方法を開発するための臨床試験も進めています。治療効果を維持しながら

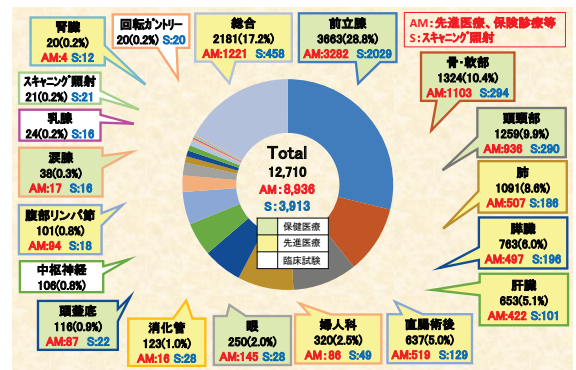
副作用を増やさずに照射する回数を減らすための試験を行って、例えば初期の肺がんでは1回照射(日帰り可)での治療が可能になっています。

また、より効果的な治療を行うためにQSTで開発された治療装置の高度化も進めており、重粒子線の細いビームで高速にがんをスキャンする手法を開発するとともに、360度任意の角度からの照射を可能にする回転ガントリーによる重粒子線治療を日本で初めて導入しました。また、QST革新プロジェクトとして進める「量子メス」と称した次世代の汎用型小型重粒子線がん治療装置の研究開発にも積極的に参加しています。

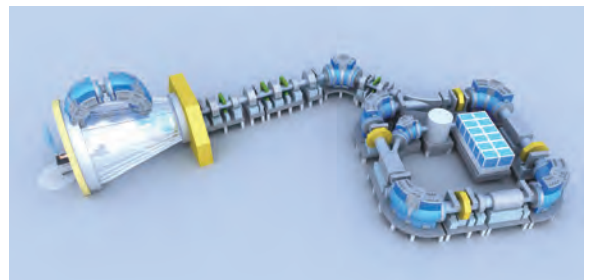
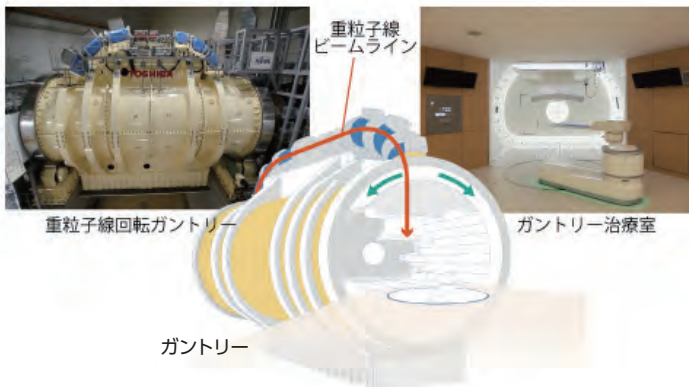
2019年6月5日には、HIMACによる治療開始から25周年を記念し、講演会を開催しました。QST病院は、今後もQOL向上に資するより安全で有効な治療法の開発を進め、「がん死ゼロ健康長寿社会」の実現を目指します。



診療区分別登録患者数の推移



QST 病院における重粒子線治療の登録患者数 1994年6月～2020年3月



記念講演会ポスター



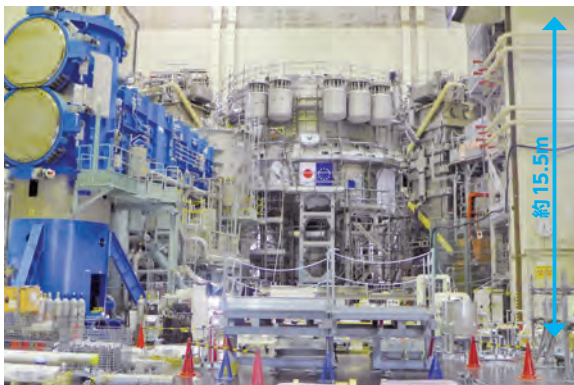
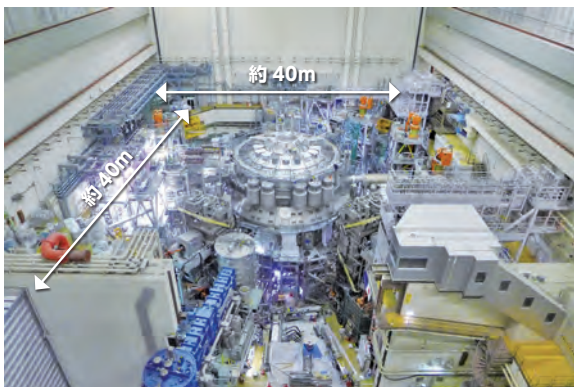
特集② JT-60SA 完成及び ITER 超伝導トロイダル磁場コイル一号機完成

核融合エネルギーは、発電の過程において地球温暖化の原因と考えられる二酸化炭素を排出しないことから、地球環境に優しいエネルギー源です。加えて、燃料が海水中に豊富にあり、原理的に高い安全性を有し、高レベル放射性廃棄物を発生しないなどの利点があり、人類社会の恒久的な持続的発展へ貢献し得るエネルギー源として期待されています。

今回は、2019 年度に完成した、「核融合プラズマの研究開発」の中核をなす JT-60SA 及び「ITER の研究開発」から超伝導トロイダル磁場 (TF) コイルを取り上げます。

■ JT-60SA 完成

先進超伝導トカマク装置 JT-60SA は、核融合エネルギーを発生させる高温プラズマを生成・保持するための研究開発を行うため、幅広いアプローチ (BA) 活動として日欧共同で実施するサテライト・トカマク計画と我が国が進めるトカマク国内重点化装置計画の合同計画として、那珂核融合研究所にて 2007 年よりその建設を開始し、2020 年 3 月末に装置が完成しました。JT-60SA は、ITER が完成するまでは、世界最大の核融合超伝

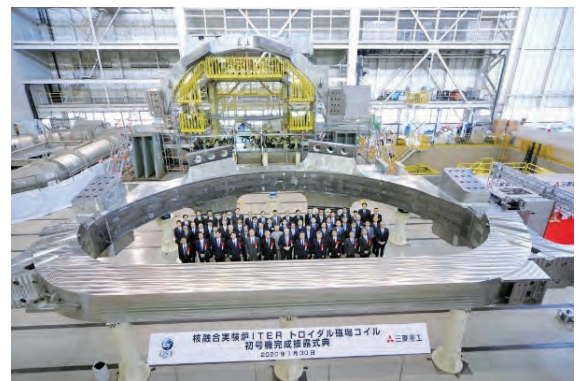


完成した JT-60SA

導トカマク装置です。JT-60SA 建設では、未踏の極限技術を多く含むため、多くの困難な課題や想定外の事象に直面しましたが、日欧が力を合わせて解決してきました。この JT-60SA で開発した組立技術や工程管理は高く評価されており、ITER の建設に大きく貢献できる成果です。

■ ITER 超伝導 TF コイル一号機完成

ITER 計画は、実験炉の建設・運転を通じて核融合エネルギーの科学的・技術的実現可能性を実証する国際協力プロジェクトです。日本、欧州、米国、ロシア、中国、韓国、インドが参加し、南フランスに建設しています。量研は ITER 計画における我が国の国内機関に指定され、我が国が分担する各種機器の製作を進めています。2007 年に超伝導導体の製作から開始した超大型の精密機器である超伝導 TF コイル (縦 16.5m、横 9m) の一号機を世界に先駆けて 2020 年 1 月末に完成させ、完成披露式典にてプレスにも公開し、その後 ITER サイトに向けて搬出しました。この成果は、他極の模範となるマイルストーンの達成として極めて高く評価されました。



完成した TF コイル一号機
完成披露式典にご参加の皆様とともに



完成した TF コイル一号機を
南フランスの ITER サイトに向け搬出

環境基本方針、環境目標、結果及び評価

QST では、理事長が定める環境基本方針のもと、理事を議長とする環境委員会において、環境目標を定めて環境配慮活動に取り組んでいます。環境委員会は、本部の部長及び各研究所の所長で構成されています。コピー用紙削減のため会議資料はタブレット型コンピュータを使用し、電子媒体としています。

■ 2019 年度環境基本方針

事業運営に当たっては環境への配慮を優先事項と位置付け、環境保全に関する法令等を遵守するとともに、安全確保を図りつつ、地球環境の保全に努める。

■ 環境目標

2019 年度エネルギー消費原単位について、QST 全体として、2015 年度を開始年度とした 5 年間の平均に対し、1%以上削減する。

または、2019 年度電気需要平準化評価原単位について、2015 年度を開始年度とした 5 年間の平均に対し、1%以上削減する。

※ QST は、2018 年 4 月に発足したが、統合以前のそれぞれの拠点での原単位を適用する。

■ 環境目標の結果及び評価

エネルギー使用量は、前年度比 1.8% 減少、エネルギー消費原単位及び電気需要平準化評価原単位についても、2015 年度を開始年度とした 5 年間の平均に対し、それぞれ 3.8% 削減、3.6% 削減となり環境目標を達成しました。環境目標を達成できたのは各研究所の省エネへの努力や取組みの成果であるとともに、気候の影響により電力のピーク使用量を抑えられたことによります。

また、経済産業省が公表している事業者クラス分け評価制度も引き続き S クラス（省エネが優良な事業者）として認定される見通しとなっているため引き続き環境配慮活動に適切に取り組んでいきます。

環境配慮活動に関する管理体制図

2020 年 4 月現在



環境配慮活動

環境に関する拠点等独自の活動

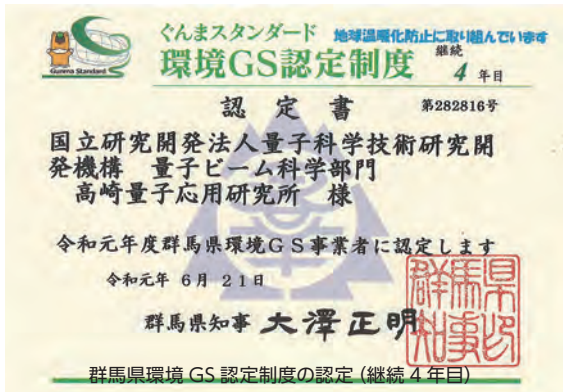
環境配慮のためのハード面の取組として、高崎研のイオン照射設備の老朽化した空調設備を高効率なモジュールチラーへ更新しました。モジュールチラーの導入には、省エネ効果以外にも安価なメンテナンス費用や空冷化による水資源の削減、同機種を複数設置することから、1台が故障しても他の危機でバックアップが可能などのメリットがあります。

また、電気機器のモーター、変圧器をトップランナー方式の高効率型へ更新しました。



高効率設備機器への更新

高崎研では他にも、群馬県内事業者が温室効果ガスを持続的に削減するための計画(Plan)を立て、実行(Do)、点検(Check)、見直し(Action)を行う体制、いわゆる「環境マネジメントシステム」を整備し、これを組織的に運用することを支援する環境GS(ぐんま・スタンダード)認定制度に4年継続して認定されています。



ソフト面の取組として、環境配慮活動講演会と環境配慮活動研修会を実施しました。

講演会では、千葉大学大学院社会科学研究院 倉阪秀史教授をお招きし、本部・放医研及び全拠点を中継でつなぎ『人口減少社会において持続可能性を確保するためには』との題目でご講演頂きました。参加人数も100名を超えたことや講演後の質疑応答も活況であったことから環境配慮への関心の高さがうかがえました。

研修会は、環境配慮活動に実務で携わる方々を対象に本部・放医研と関西研播磨地区で開催し、千葉大学環境ISO学生委員会より千葉大学の環境マネジメントシステムの運用や取組み、学生主体のEMS、EnMSの成果などについてお話を頂きました。



環境配慮活動講演会(本部・放医研)



環境配慮活動研修会(本部・放医研)



環境配慮活動研修会(関西研・播磨)

EMS、EnMSとは…環境保全、エネルギー効率改善に配慮した組織運営を続けるとともに、その継続的改善を図る仕組みのこと。

ワーク・ライフ・バランス支援

■ 次世代育成支援行動計画

ダイバーシティ推進室では、引き続きライフイベントに直面する女性職員が働きやすい環境作りや、男性職員が育児休業を取得しやすい環境作り、ワーク・ライフ・バランスに対する意識を機構内に啓発する等、様々な取組を行ってまいります。次世代育成支援対策推進法に基づき策定した行動計画の最終年度でもあるため、目標や具体的対策を再度見直し、「くるみん」の認定取得を目指します。



次世代行動計画をわかりやすく伝えるために作成したポスター。周知のため各課室に貼っています。

■ イクボス宣言

2019年11月に平野理事長が「イクボス宣言」をし、千葉市の「ちばイクボス同盟」に加入しました。職員の育成、業務効率の向上やワーク・ライフ・バランスの実現を目指しながら、自らも仕事と私生活の両方を楽しむことができるイクボスとして「イクボス異業種交流会」等の連携事業等にも積極的に参加し、量研がよりいっそう働きやすい職場になるよう努めてまいります。



署名したイクボス宣言書を持つ平野理事長(中央)と板倉理事(当時・左)、柿沼ダイバーシティ推進室長(右)

■ ライフイベント支援

ダイバーシティ推進室ではライフイベント支援として以下の支援を実施しています。

【イベント保育】

放医研一般公開日、休日動物飼育日、休日病院診療日に所内に仮設の託児所を設置し、ベビーシッターに保育を依頼しました。2019年度は10名の利用者がありました。

【保育施設の提供】

企業主導型保育施設2か所と協定を締結。量研職員が優先的に入園できる枠を確保し、育休から早い復帰を目指す職員が安心して働ける環境を整えました。

【育児支援サービス利用料の一部補助制度】

内閣府の「ベビーシッター利用補助制度」に基づき全国保育サービス協会が発行するベビーシッター派遣事業割引券を交付するとともに、量研と提携している「ママMATE」を利用した場合も利用料の補助を行います。

【研究支援要員配置制度】

育児・介護負担のある研究者に対して、申請・審査により該当する場合は研究支援要員を配置し、仕事との両立の不安を軽減する支援をしています。



放医研一般公開日のイベント保育の様子

【『育児・介護サポートのしおり』の作成・配付】

人事部職員課の協力を得て、育児と介護について量研で利用できる制度等を紹介する『育児・介護サポートのしおり』を作成し、機構全職員へ配布しました。



育児・介護サポートのしおり



スキルアップ研修

■ ハラスメント防止

QST では、全ての職員等が個人として尊重され、ハラスメントによる人格権の侵害のない快適な環境において、仕事をする権利が保障されるように努めています。

ハラスメント行為の防止及びハラスメント行為に起因する問題に対処するため、ハラスメント防止に係る各種規程類を定めるとともに、本部及び各研究所にハラスメント相談員を配置し、ハラスメント行為に悩む相談者への支援体制を構築しています。ハラスメント相談員は、苦情相談に係る事実関係の確認や指導・助言等、問題解決に向けた支援を行います。

また、個々の職員が職場におけるハラスメントについての問題を認識し、ハラスメント行為を防止するための取り組みとして、ハラスメント相談員の相談スキル向上を目的とした研修、管理職となる職員のハラスメント防止に関する知識習得を目的とした研修を隔年で実施しています。

なお、2019 年度は本部及び各研究所のハラスメント相談員及びサービス担当者計 28 名を対象としたスキルアップのための研修を行い、ハラスメントの防止、良好な職場環境の向上に努めております。



■ ヒヤリハット教育

労働災害防止を考えるうえでよく使われているハインリッヒの法則によると、1 件の重篤災害の背後には、29 件の軽微な災害が隠れており、さらにその背後には無傷な災害 (ヒヤリハット) が 300 件隠れていると言われています。

そのため、重篤災害や軽微な災害を未然に防止するためには、ヒヤリハットを発生させないことが重要です。

QST では、毎年全拠点をテレビ会議システムで接続し「ヒヤリハット講演会」を開催しています。

2019 年度のヒヤリハット講演会は、外部の講師を招き、全労働者を対象としたものと安全管理担当部署を対象としたものの 2 部構成でご講演頂きました。

社会から信頼される機関となるために、安全文化の向上を目指しています。



ヒヤリハット講演会 会場の様子



研究活動概要

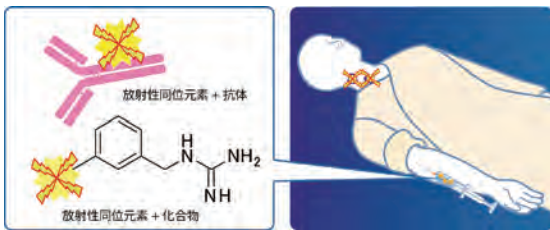
放射線は、さまざまな量子が高エネルギー・高速で飛んでいるもので、物質を通り抜けたり、物質に作用したりすることができます。こうした性質は現代医療においてレントゲン、CT、PETなどの画像診断やがん治療に利用されています。

量子医学・医療部門では、放射線の革新的医学利用等のための研究開発として、がん病巣への線量集中性に優れ、治療効果も高い重粒子線を用いたがん治療に関する研究や、生体内で起こる様々な生命現象を分子レベルで捉え、身体を傷つけることなく画像化する分子イメージング技術を用いた、がんや精神神経疾患等の診断・治療に関する研究を推進しています。

また、放射線影響・被ばく研究として、どれほどの放射線が

体にどれほどの影響をおよぼすのかを定量的に評価し、その仕組みを解明する放射線影響研究や、放射線被ばくによる影響や障害の分子レベルでの理解と治療法の開発を目指す被ばく医療研究も実施しています。

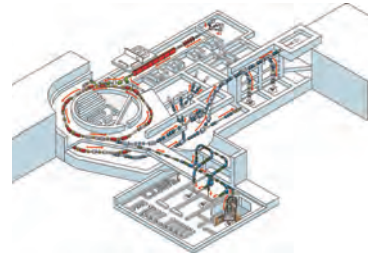
さらに、原子力災害対策・放射線防護等における中核機関として、高度かつ専門的な研修の開催や、放射線の影響・被ばく医療や線量評価等に関するデータの収集整理・解析、国際機関等への情報提供を行うとともに、人と環境に対する低線量被ばくの影響について正確な情報を国民に広く発信する活動も行っていきます。



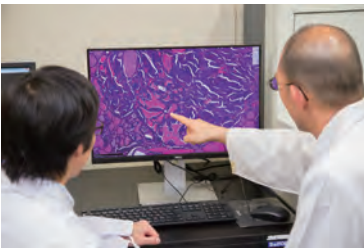
放射性薬剤を用いた次世代がん治療研究



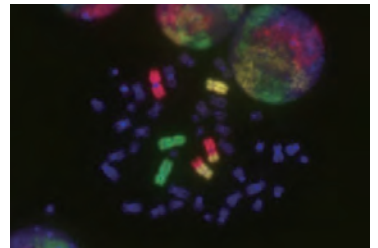
脳機能イメージング研究



重粒子線がん治療研究



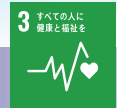
放射線影響研究



被ばく医療研究



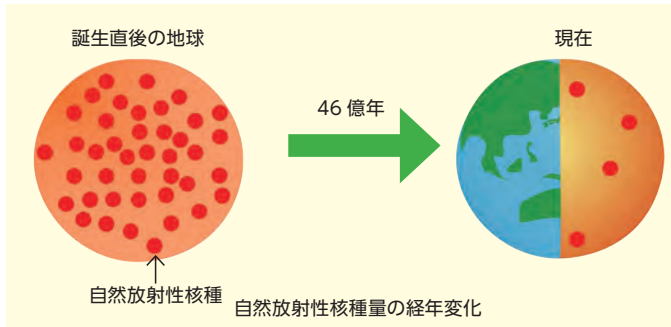
原子力災害対策・放射線防護等における中核機関としての活動



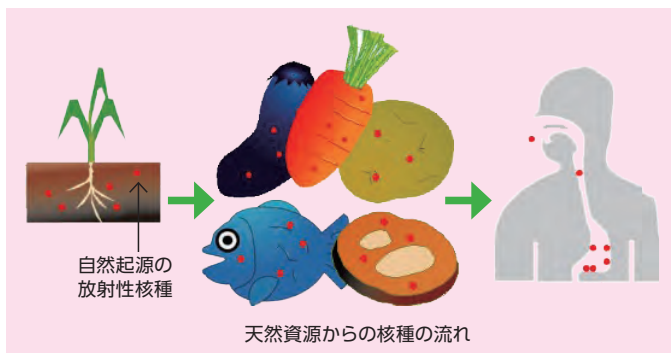
放射線医学総合研究所の研究紹介

自然起源の放射性核種を含む物質を自然起源放射性物質 (NORM: Naturally Occurring Radioactive Materials) といいます。

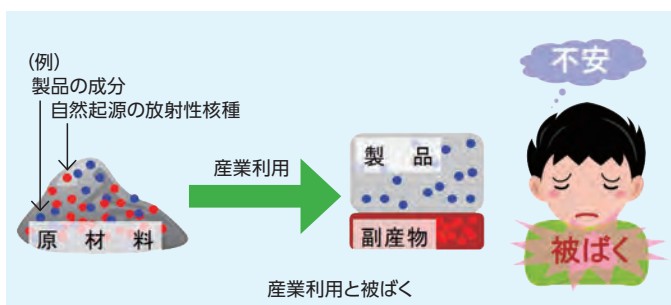
誕生時、地球には自然起源の放射性核種が多く存在していました。それらは様々な放射線を出して壊変し、最後には放射線を出さない安定した核種になります。



しかし、放射性核種ごとに安定な核種になる速さが違うため、速度が遅いものは地球誕生から 46 億年過ぎた現在でも残っています。そのため、現在、地球を構成するすべての天然資源には、地域や物質で差はありますが、自然起源の放射性核種が含まれています。通常の土壌や岩石などに含まれる自然起源の放射性核種は、野菜や家畜など食物を介して人体に取り込まれるため、人体にも自然起源の放射性核種は少なからず含まれています。



現在のところ、どのような物質がどの程度の放射能濃度を有していて、それを利用したときにどの程度の量の放射線を受けるのかについては全容が明らかになっていません。もし産業用で使用されている物質が高い放射能濃度を有していた場合、その作業者が知らずに多量の放射線を受ける場合があります。また、低い放射能濃度の物質であっても生産工程で製品、副産物、廃棄物などに自然起源の放射性核種が濃縮されてしまい、多量の放射線を受ける恐れがあります。



そのようなことを背景に、国際放射線防護委員会 (ICRP) 1990 年勧告において、自然起源放射性物質の産業利用によって受ける放射線を、職業被ばくとして管理する必要性が示され、自然起源放射性物質の規制に関する国際的な規準が整備されつつあります。我が国においても自然起源放射性物質の利用に関する規制方針が検討されています。

QST では、「国民に正しい情報を提供すること」と「わが国および各国の研究・規制機関に規制管理に必要な学術情報を提供すること」を目的として、自然起源放射性物質の放射能濃度や被ばく線量の実測データや文献データをデータベース化して公開しています。また、自然起源放射性物質の利用によって高いレベルで被ばくするようなケースに対応するために、自然起源放射性物質による被ばくを低減させるような方法を研究しています。

自然起源放射性物質 (NORM) データベース

鉱石・岩石・石炭・石油などの天然資源には、自然起源の放射性核種が多く含まれている場合があります。それらを利用する一般の人々は知らずにたくさんの量の放射線を浴びてしまう場合があります。一般の人々がそれらの物質を安心して安全に取り扱えるように、利用によって浴びる放射線の量などの情報を公開しています。

<p>線量計算</p> <p>浴びる放射線の量を計算することができます。</p>	<p>自然起源放射性物質について</p> <p>自然起源放射性物質の問題点などをご覧いただけます。</p>	<p>規制の情報</p> <p>自然起源放射性物質に関する法令をご覧いただけます。</p>
<p>詳細なデータ</p> <p>様々な物質の放射能濃度、輸入量、用途などの情報をご覧いただけます。</p>	<p>用語集</p> <p>自然起源放射性物質に関する用語をご覧いただけます。</p>	<p>専門家向けの情報</p> <p>個々のデータを詳しくご覧いただけます。</p>



自然起源放射性物質 (NORM) データベース Q



研究活動概要

核融合エネルギー部門では、核融合エネルギーを早期に実現するため、国際協力により核融合エネルギーの科学的・技術的実現可能性を実証する「ITER (国際熱核融合実験炉) の研究開発」、高温プラズマ内で核融合反応を持続させるための「核融合プラズマの研究開発」及び核融合プラズマの実現を支える「核融合工学の研究開発」を3つの柱として総合的に研究開発を推進し、世界をリードする著しい成果と進展を遂げています。

■ 六ヶ所核融合研究所の研究紹介

六ヶ所核融合研究所では、産学が連携し総勢 113 名の専門家で構成される原型炉設計合同特別チーム(特別チーム)によって、核融合原型炉の概念設計活動をオールジャパン体制で進めています。

特別チームでは、21 世紀中ごろに核融合エネルギーによる発電実証を目的とする核融合原型炉の概念設計の基本設計を構築するため、ITER の燃焼プラズマや JT-60SA の高圧力定常プラズマと同じプラズマ物理基盤及び炉工学技術基盤に基づいた設計を進めるとともに、産業界がこれまで培ってきた発電プラント技術や運転経験を取り込みながら原型炉の運転に必要な設備の設計を行うことで、原型炉プラントの全体像(図 1)及び炉本体(図 2)を明確にしました。また、原型炉の発電システムを設計し(図 3)、約 64 万キロワットの電気出力を発生します。核融合エネルギーの燃料である三重水素の生産のため炉心を囲むように配置する増殖ブランケットの設計では、発電のために熱を

取り出す冷却管から仮に漏水した場合にも増殖ブランケットの堅牢性を確保し、燃料生産性を向上できる概念を考案しました(図 4)。増殖ブランケット等の炉内機器を定期的に交換するため、遠隔保守の作業動線に留意した関連設備の配置検討を進めた上で(図 5)、配管の切断・溶接など定期交換に要する時間を産業界の知見に基づいて算出した結果、並行作業を行うことで約 70% の稼働率に見通しを得ました。

2015 年に採択された地球温暖化対策の国際的枠組みであるパリ協定では、21 世紀後半に温室効果ガスの実質ゼロ排出を目指しており、核融合エネルギーは、このパリ協定の実現に対し大きなポテンシャルを持つものと考えられています(図 6)。特別チームでは、産学連携のオールジャパン体制による設計活動を推進するため、毎年 30 回程度の技術会合(図 7)を開催しています。今後、2025 年頃までに日本の原型炉概念設計の完了を目指します。



図1 核融合原型炉プラントの全体像

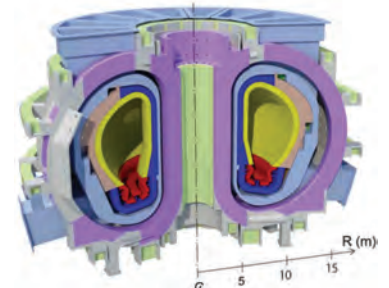


図2 核融合原型炉の炉本体

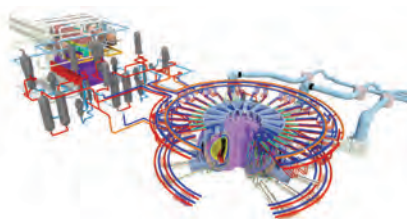


図3 核融合原型炉の発電システム

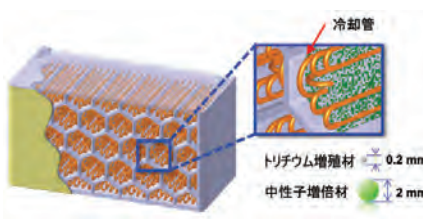


図4 増殖ブランケット概念

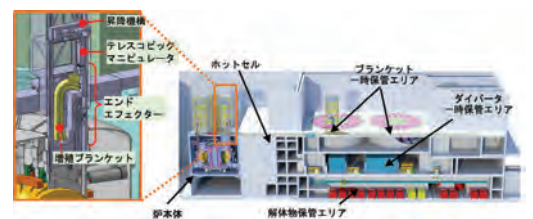


図5 炉内機器の遠隔保守方式

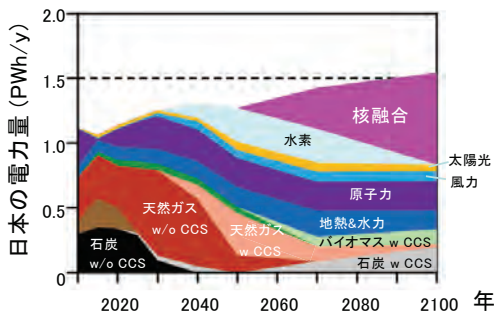


図6 核融合エネルギーの導入シナリオ評価(例)
(提供:公益財団法人地球環境産業技術研究機構)



図7 第11回原型炉設計合同特別チーム全体会合の参加者



那珂核融合研究所の研究紹介

ITER 運転に向けたプラズマ計測装置の開発

那珂核融合研究所 ITER プロジェクト部計測開発グループでは、ITER 計画で日本が調達を担当している5つの計測装置の開発を行っています。ITERは、500 MWの核融合出力を発生する世界で初めての施設です。計測装置を設置する環境(放射線、アクセス性、長時間測定)は、従来のそれとは著しく異なり、既存の計測装置の焼き直しでは全く役に立ちません。そこで、計測開発グループでは、新しい計測手法や較正手法だけでなく、放射線環境下で使用可能な光学システムの開発、フランスの規制基準に準拠した機械設計などを行っています。ここでは、日本が調達する計測装置の一つである、ポロイダル偏光計の開発について紹介します。

プラズマにレーザーを入射すると、レーザーとプラズマとの相互作用によってその偏光状態が変化します(図1)。ポロイダル偏光計では、複数のレーザーの偏光状態の変化を測定し、コンピュータトモグラフィ処理を行って、“安全係数”と呼ばれるプラズマの安定性に関するパラメータを推定します。当グループの今澤主幹研究員は、この計測装置のソフトウェア・ハードウェアの両面から研究開発を行っています。これまでに、高精度な安全係数評価手法の開発や(図2)、外乱に強いこれまでにない実時間計測システム、放射線環境下で実施可能な全自動レーザー光軸調整手法、難削材のタングステンを使用した炉内用回帰反射鏡の製作方法などを完成させました(図3)。従来の偏光計は安全係数(電流密度分布の関数)が電子密度分布のどちらか一方

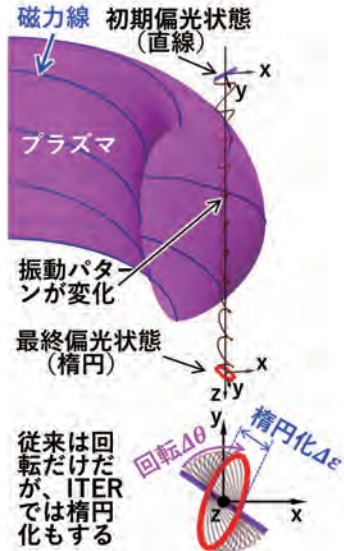


図1: プラズマ中の偏光状態の変化

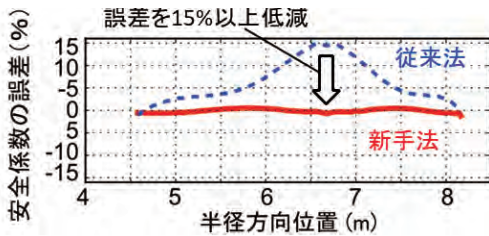
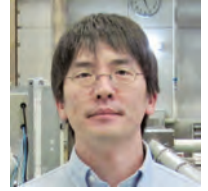


図2: 高精度な安全係数評価手法の開発

しか測ることができませんでしたが、安全係数に加えて電子密度及び電子温度の分布も同時に測定可能となる画期的な評価手法を新たに考案しました。この手法は、設置できる計測装置の数に限りのある将来の核融合炉にとって重要な手法として国内外で高く評価されています(図4)。



今澤良太 主幹研究員

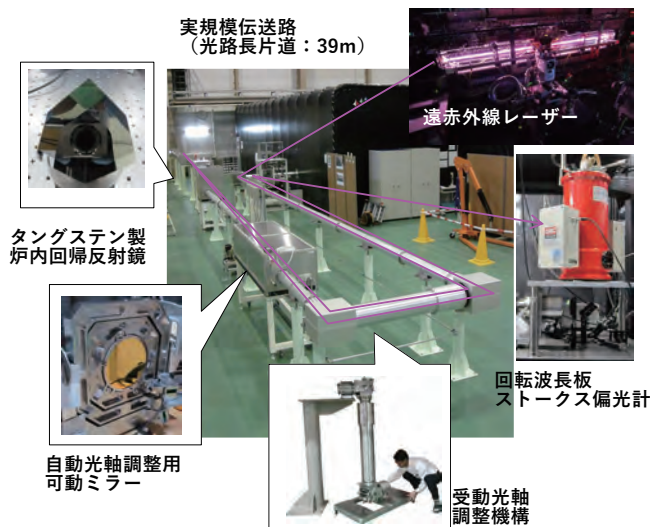


図3: ITER ポロイダル偏光計のために開発した機器の一部

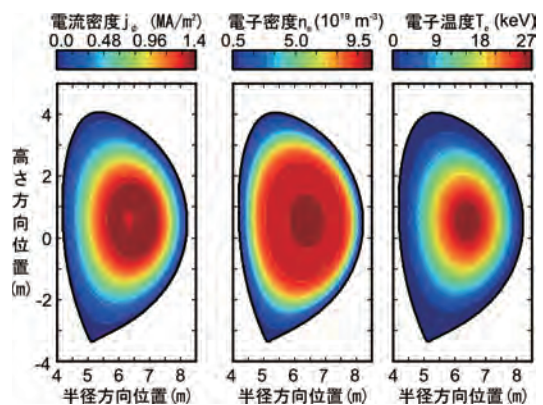


図4: 電流密度・電子密度・電子温度の同時再構成



量子ビーム科学部門

研究活動概要

量子ビーム科学部門には、高崎量子応用研究所（高崎研）と関西光科学研究所（関西研）の2つの研究所及び次世代放射光施設整備開発センター（次世代センター）があり、イオン、電子線、ガンマ線、レーザー、放射光などの世界に類のない多様な量子ビームを有する研究プラットフォームを活用し、最先端の量子ビーム技術開発と、その材料科学や生命科学への応用によるユニークな研究を推進しています。

高崎研にはイオン照射研究施設（TIARA）（図1）、コバルト60ガンマ線照射施設、電子線照射施設（図2）の3つの照射施設があります。TIARAはサイクロトロンに加え、タンデム加速器、シングルエンド加速器、イオン注入装置の3種類の静電加速器を備えており、タンデム加速器及びシングルエンド加速器のイオンマイクロビームを用いた単一光子源形成等の量子機能材料創製研究、サイクロトロンで製造したアルファ線放出核種²¹¹At（アスタチン-211）を標識したがん治療薬の研究、及びイオンビームを用いた植物等の品種改良の研究開発等を実施しています。また、電子線照射施設やコバルト60ガンマ線照射施設では、窒素を含有するダイヤモンドに電子線を照射することで得られる固体量子センサーの研究開発、放射線グラフト重合技術による高性能燃料電池膜、レアメタル捕集材等の開発、医療応用を目指した細胞培養足場材料、ナノゲル造影剤等の研究開発を進めています。

関西研は京都府の木津地区と兵庫県播磨地区に研究拠点ががあります。木津地区では、最先端のレーザー技術開発とそれを基盤とした学術の最先端を目指した研究やイノベーションの創出を目指すレーザーの産業・医療応用に関する研究を行っています。中でも、世界トップクラスの高強度レーザーである

J-KARENレーザー（図3）は、30Jのレーザーエネルギーを30フェムト秒（33兆分の1秒）の時間に閉じ込めることにより1000兆ワットの超高強度を実現でき、それを約1マイクロメートルの極小領域に集光することによる高強度場科学の研究を進めています。この成果により、小型重粒子線がん治療装置（量子メス）の実現への寄与が期待されます。また、高強度レーザー開発から派生したレーザー技術の応用により、トンネルのコンクリート壁のレーザー欠陥検出法の開発やレーザー非侵襲血糖値センサーの開発なども行っています。播磨地区では、大型放射光施設SPring-8において2本のQST専用のビームライン（図3）を活用し、スピントロニクスデバイスなど先端機能性材料の機能の核心を観る研究を行っています。

次世代センターでは「官民地域パートナーシップ」の枠組みのもとQSTが国の主体として整備・運用を進める軟X線向け高輝度3GeV級放射光源（次世代放射光施設）を、一般財団法人光科学イノベーションセンター（PhoSIC）を代表機関とする、同財団、宮城県、仙台市、国立大学法人東北大学及び一般社団法人東北経済連合会から構成される地域及び産業界のパートナーと連携して、その整備・開発を進めており、東北大学青葉山新キャンパスでの建設が開始されています（図4）。次世代放射光施設が生み出す軟X線領域の高輝度放射光では、「電子状態」や「ダイナミクス」等の詳細な解析が可能になることから、物質の機能解析にも利用され、タンパク質の電子状態の詳細解析による創薬研究、磁性・スピンの解析による高性能磁石やスピントロニクス素子等の量子機能材料研究等の進展が期待されます。



サイクロトロン



タンデム加速器



シングルエンド加速器



イオン注入装置

図1 サイクロトロン及びシングルエンド加速器、タンデム加速器、イオン注入装置から成るTIARA

コバルト60ガンマ線照射施設



電子線照射施設



図2 コバルト60ガンマ線照射施設及び電子線照射施設



図3 世界トップクラスの高強度レーザーであるJ-KARENレーザー（左）及び、大型放射光施設SPring-8におけるQST専用ビームライン（右）

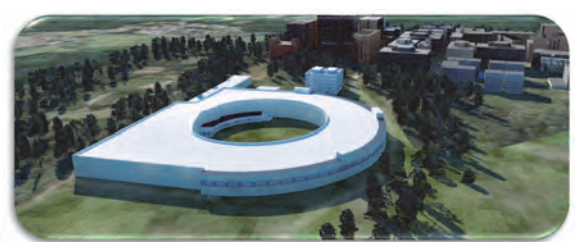


図4 次世代放射光施設のイメージ図

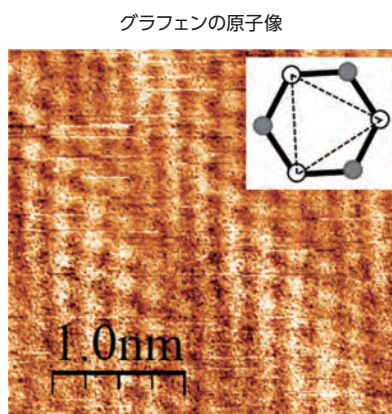
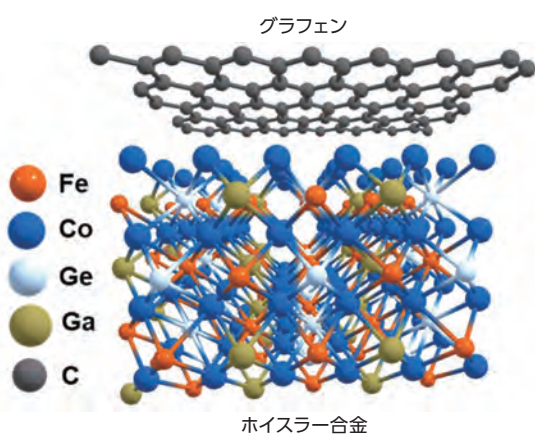


高崎量子応用研究所の研究紹介

■ 超省エネ磁気メモリ用積層材料の開発

近年、次世代の情報技術として電子のスピンという量子状態（向き）を利用した技術（スピントロニクス）が注目を集めています。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、スピントロニクスでは、さらに電子スピンの向きをデジタル情報として扱うことで、飛躍的に省エネルギーで高速なデバイスを実現できます。スピントロニクスデバイスは、電子スピンの向きを制御した電流を生み出す磁性体とそのような電流を伝える非磁性体を組み合わせることで、電子スピンの向きを操作して情報処理を行うため、そのようなデバイスには磁性体と非磁性体を積層した材料が用いられます。今回、研究

チームは、スピントロニクスデバイス用の新しい積層材料として、磁性体の中でスピンの向きを揃える性質に最も優れるホイスラー合金と、非磁性体の中でスピンの向きを保つ性質に最も優れるグラフェンからなる材料の開発に世界で初めて成功しました。この新しい積層材料により電子スピンの自在な操作が可能となり、スピントロニクスによる情報技術の発展に新たな道筋が開かれました。これにより、今後、超省エネで高記録密度な磁気メモリの開発・普及が進展し、超スマート社会の早期実現に結びつくものと期待されます。



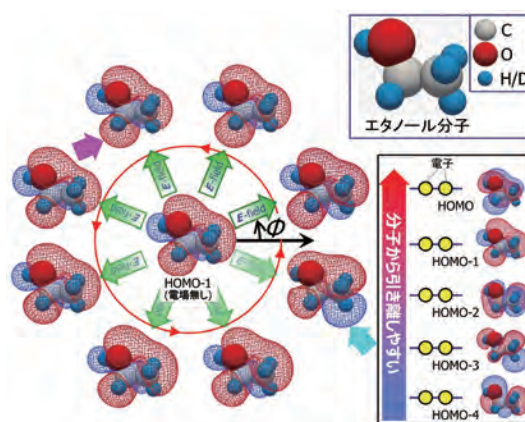
グラフェン/ホイスラー（CFGG）合金積層材料（左）と材料表面のグラフェンの原子像（右）。電子スピンの効率的な操作が可能で、高スピン偏極率の電流を低い電気抵抗で流すことができる積層材料を実現するための新しいアプローチとして、磁性体の中で最もスピン偏極率が高いホイスラー合金と非磁性体の中でスピンの伝達能力に最も優れるグラフェンの積層材料の開発に成功。

関西光科学研究所の研究紹介

■ 化学反応の「オンデマンド制御」へ向けた研究開発

分子の中では、原子どうしをつなぐ役割を電子が果たしています。分子の中で電子がどのような分布をしているかを意味する分子軌道の形によって、分子の状態や化学反応の起こりやすさが決まります。レーザー光は電磁波であり、その電場によって分子内の電子の状態、すなわち分子軌道に直接働きかけることが可能です。本研究チームは、レーザー光に晒された分子から放出される電子とイオンの方向と速度を精密に計測する装置を開発し、分子の各場所から電子が飛び出す確率を、非常に高い精度で求めることに成功しました。実験で得られたデータを、量子力学に基づく理論計算で検証することで、振動するレーザー光の電場に応答して分子軌道の形が変化していることを世界で初めて実証しました。

本成果により、化学結合の出来やすさを決める分子軌道の形を、レーザー光を使って直接操作できることが示されました。将来、「分子内のこの結合を切りたい」「ここに化学結合を作りたい」などの要望に合わせて化学反応を起こす「オンデマンド制御」による、革新的な物質創製技術につながると期待されます。



エタノール分子（右上図）の分子軌道の1つ（HOMO-1）に対する数値シミュレーション結果。中央はレーザー電場が無い時の分子軌道、その周辺にレーザー電場下における分子軌道が、電場方向ごとに描かれている。中央の軌道と比較すると、左上のピンク矢印が付いた軌道は、矢印の差す赤い部分が右下にずれている、また、右下の水色矢印が付いた軌道は、矢印が差す青い部分が大きくなるなど、明確な変化が表れている。右下の枠内は、エタノール分子の分子軌道を示す（電場が無い時）。電子を分子から引き離すのに必要なエネルギーが小さい順に上から並んでいる。

量子生命科学領域

量子生命科学領域
詳細はこちら



研究活動概要

量子生命科学領域では、国内外の優秀な研究者や若手研究者を結集することで、QST で進められてきた量子科学技術の研究をさらに発展させ、量子論・量子技術と生命科学を融合した研究開発を推進しています。4つの主要テーマ、「ナノ量子センサによる生命科学の革新」、「量子技術を用いた超高感度 MRI/NMR の実現」、「量子論的生命現象の解明・模倣」、「量子から個体に至る放射線生物応答の解明」を掲げ、15 研究グループにより世界の量子生命科学のハブを目指して戦略的・機動的に進めています。(図1) 量子生命科学領域の研究により生命科学にパラダイムシフトをもたらすとともに医学医療分野のみならず様々な分野におけるイノベーション創出を目指します。

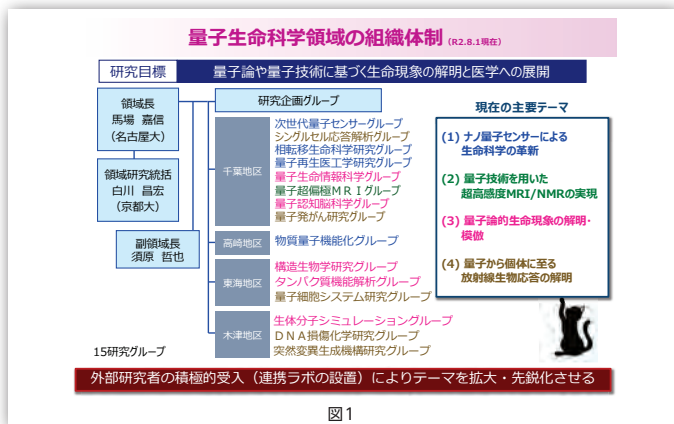


図1

量子生命科学領域では、ナノ量子センサによる生命科学の革新をめざしています。量子センサは、スピン等の量子状態を計測することで、周辺の分子状態や温度、磁場などの様々な情報を引き出す技術です。ダイヤモンド結晶等に閉じ込められた、外部環境を鋭敏に感じ取る「量子」(NV センター) を使って、生きた細胞内部の局所の温度、電場、pH などの多様なパラメータを高感度・リアルタイムで計測し、がん、脳と神経、免疫や再生などの複雑な生命現象を解明していきます。(図2, 3)



図2 ダイヤモンド NV センター
ダイヤモンド結晶（炭素の格子）中の、不純物の窒素 (N) とその隣の穴（格子欠陥、V）のペアを NV センターといいます。NV センター内のスピン量子は、外部を鋭敏に感じ取る量子センサとして利用できます。

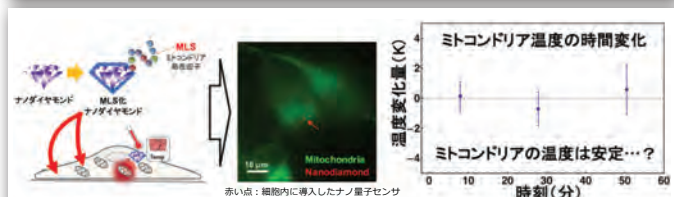


図3 ミトコンドリアへの効率的なナノダイヤモンド導入を実現
量子センサを使って、生きた細胞内部の詳細な情報を取得することができるようになります。例えば、異常型タンパク質がもたらす認知症の研究、変性タンパク質による細胞老化のメカニズムの解明、発がんプロセスの解明などです。

また、量子技術を用いた超高感度 MRI/NMR の実現も重要な研究テーマです。MRI は、脳や体の中を見るために病院でも使われる技術です。しかし原理的に感度が低いために、目的の分子が体内でどのように分布し、代謝されていくかなどを可視化するのは困難でした。量子技術により信号を飛躍的に大きくし、感度を高めることにより関心物質の体内での代謝と分布を追跡可能にする「超偏極技術」を実現し生命研究や医療への応用を目指します。(図4)

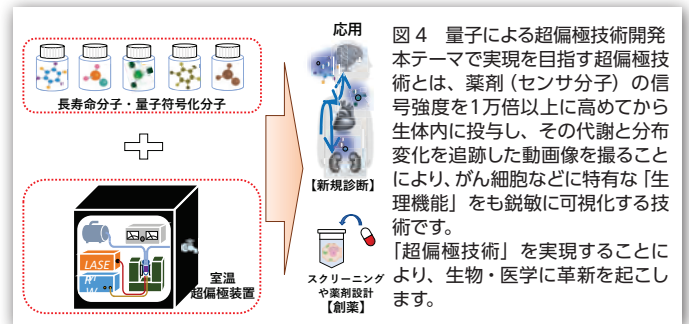


図4 量子による超偏極技術開発
本テーマで実現を目指す超偏極技術とは、薬剤（センサ分子）の信号強度を1万倍以上に高めてから生体内に投与し、その代謝と分布変化を追跡した動画像を撮ることにより、がん細胞などに特有な「生理機能」をも鋭敏に可視化する技術です。「超偏極技術」を実現することにより、生物・医学に革新を起こします。

量子論的生命現象の解明・模倣をめざした研究も実施しています。光合成や磁気受容など、生体分子における量子効果が重要な鍵を握ると考えられている生命現象・生命機能を模倣し量子科学を用いて解明する技術開発を行い、生体分子の構造を、量子レベルから高精度に理解し、シミュレーションや量子確率論の数値モデルを用いてその働きを解き明かします。さらに、量子レベルの現象が個体レベルの生物機能に階層を超えて波及するしくみを、情報科学によって統合的に理解します。(図5, 6)

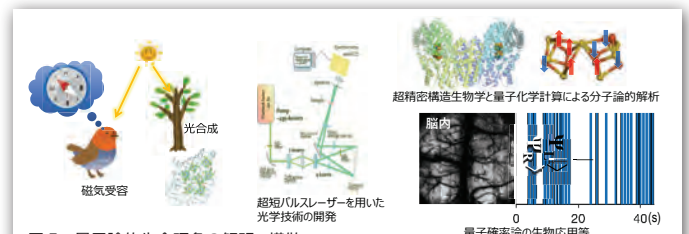


図5 量子論的生命現象の解明・模倣
生体分子の構造を、量子レベルから高精度に理解し、シミュレーションによってその働きを解き明かします。量子確率論の数値モデルを用いて、ここから脳から生じる仕組みを解明します。量子レベルの現象が個体レベルの生物機能に階層を超えて波及する仕組みを、情報科学によって統合的に理解します。

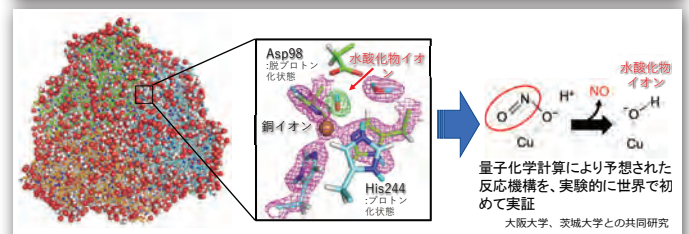


図6 生命現象の本質を探索する量子構造生物学の挑戦
地球の窒素循環において、土壌や水域中の窒素化合物は微生物の働きによって窒素分子へと段階的に変換されます（脱窒）。脱窒過程の鍵酵素と呼ばれている亜硝酸還元酵素 (CuNIR) の反応機構を、高分解能中性子結晶構造解析手法により高解像度で全原子構造決定することで解明しました。化学反応機構過程を量子論的に解明したことは「原子」から「量子」レベルの生命現象の理解に一步近づいた成果であると言えます。

さらには、量子から個体に至る放射線生物応答の解明にも取り組んでいます。放射線エネルギーが生命に影響する仕組みを、量子技術を用いて解明します。放射線エネルギーはまず量子レベルの変化として水分子や DNA 分子に与えられ、DNA の損傷、突然変異等の細胞の応答、組織のがん化という、生命の階層を超えた現象を引き起こします。量子レベルから個体レベルまでの一連の現象を、量子技術を使って解明します。



理事長裁量プロジェクトとシンポジウム

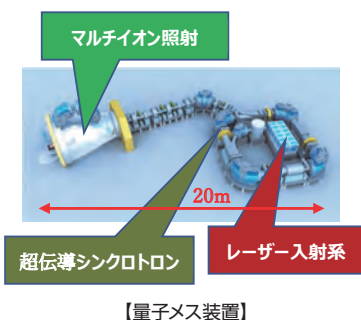
■ QST 未来ラボ

本研究制度は、理事長の主導により、QSTの未来を切り拓く、斬新かつチャレンジングな研究を拠点横断的でバーチャルな組織体制により機動的に実施することを目的として、2016年度に開始されました。継続中の課題も含め、6つの研究グループにより、特色のある研究が実施され、そのうち2グループは、2019年度に発足した量子生命科学領域の中核研究に位置付けられ、1グループについては、後述のQST革新プロジェクトの最初の研究プロジェクトに指定されるなど、QSTの研究の発展に大きく貢献しています。



■ QST 革新プロジェクト

QSTが目指す「がん死ゼロ健康長寿社会」を確立するための中核事業である「量子メス」技術開発について、QST未来ラボを発展させ、2019年7月に「量子メス研究プロジェクト」がQST革新プロジェクトの最初のプロジェクトとして発足しました。本制度は、これまでの年度評価方式ではなく、理事長をはじめとする経営層に随時、技術開発の状況を報告することにより、細かな軌道修正やPDCAの迅速性を上げ、開発ロードマップを策定し、参画企業と連携しつつ、実機製作に向けた技術開発を加速しています。



■ SIP「光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術」公開シンポジウム

名称／SIP「光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術」公開シンポジウム 2019

日時／2019年11月1日(金) 13:30～16:40

場所／東京大学 伊藤国際学術研究センター 伊藤謝恩ホール (〒113-0033 東京都文京区本郷7丁目3-1)

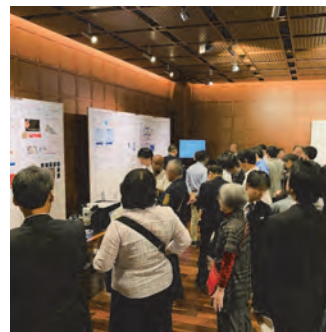
本シンポジウムは「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」の第2期課題「光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術(以下、SIP光・量子課題)」の広報活動の一環として、内閣府とQSTが共催したものです。

シンポジウムでは、平野理事長、須藤亮プログラム統括(内閣府)の開会挨拶に続き、ご来賓の富岡勉衆議院議員のご挨拶と、奥篤史量子研究推進室長(文部科学省、当時)から量子技術イノベーション戦略のご紹介を頂きました。引き続き西田直人

プログラムディレクター(PD)及び各研究責任者の講演が行われ、パネルディスカッションでは西田PDがファシリテーター、サブPDがパネラーとして参加し、ゲストパネラーに学術界の有識者、メディアの編集長らを迎えて「光・量子の技術で加速するサイバーフィジカルシステム(CPS)の可能性」をテーマに最新の話を取り入れながら活発な議論が交わされました。なお、参加者は開催スタッフを含め350名でした。



平野理事長による開会挨拶



展示とネットワーキング



光・量子シンポジウム

■ 第3回 QST 国際シンポジウム

「量子生命科学」をテーマとして2019年12月4日、5日の2日間にわたり、奈良春日野国際フォーラム「菫」にて、第3回QST国際シンポジウム「Quantum Life Science」を開催しました。プログラム委員長は、英国サリー大学のJohn Joe McFadden博士とQST量子生命科学領域の馬場嘉信領域長が務め、米国UCバークレーのLuke Lee博士と米国NIHのMurali Krishna Cherukuri博士による基調講演の他、生物系から物理工学系まで幅広いテーマで14題の招待講演、58題のポスター発表が行われました。参加者208名による活発な議論が交わされ、量子生命科学分野への注目度の高まりを感じるシンポジウムとなりました。

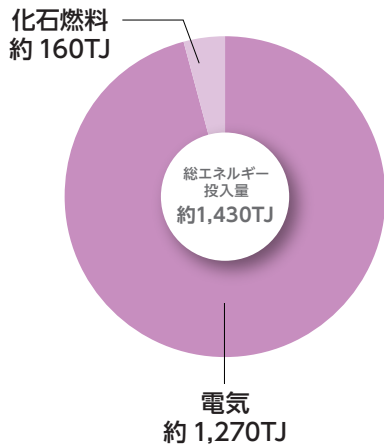


環境パフォーマンスの全体像

INPUT

投入エネルギー資源 P.22

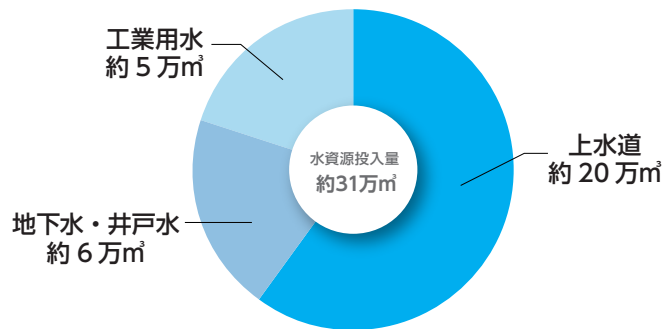
総エネルギー投入量
……約 1,430 TJ ※



※テラジュール。テラは 10¹² を表す。

水資源投入 P.26

水資源投入量……約 31 万 m³



PRTR 法対象物質 (取扱量) P.27

メチルナフタレン …………… 約 8t

投入資源 P.24

グリーン購入

- 紙類 …………… 約 39 t
- OA 機器類 (含：リース・レンタル) …………… 約 622 台
- 什器類 …………… 約 470 件

グリーン調達

- 再生骨材等 …………… 約 90 m³
- 排水・通気用再生硬質ポリ塩化ビニル管 …………… 約 20 m

主な実績

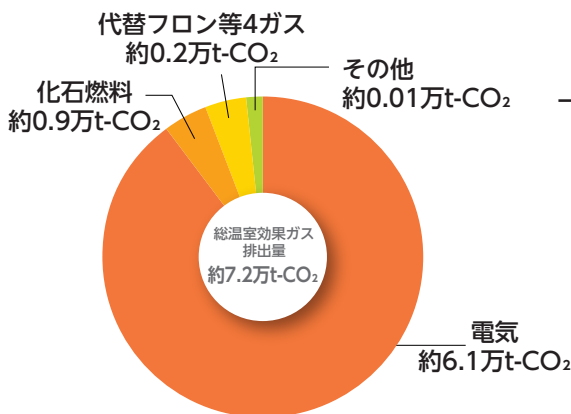
研究開発報告書……………	11 件	文部科学大臣表彰 (科学技術分野) ……………	0 人
論文発表数 (査読付) ……………	760 件	(※その他 文部科学大臣表彰 創意工夫功労者賞 1 人)	
新規特許出願数……………	115 件	各種学協会等の賞……………	18 人
(国内 48 件/海外 67 件)		その他外部表彰……………	12 人



OUTPUT

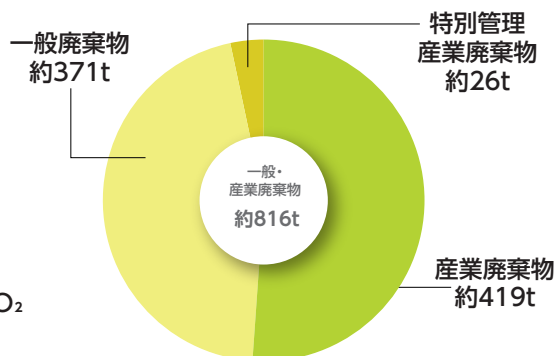
温室効果ガス P.23

総温室効果ガス排出量
……約**7.2万** t-CO₂



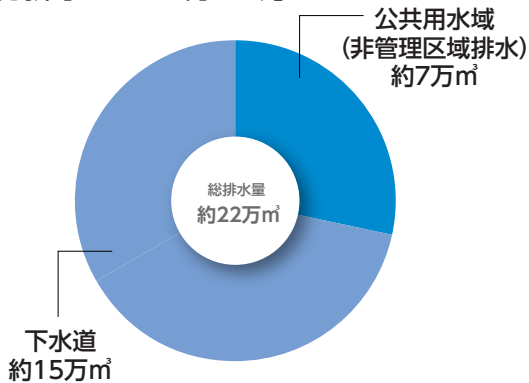
一般・産業廃棄物 P.28

総廃棄物量……約**816** t



排水 (雨水、湧水含む) P.26

総排水量……約**22万** m³



主な再生資源量 P.28

総再生資源量 ……………約**48** t
古紙 ……………約37 t
その他 (金属類、プラスチック類) ……約11 t

放射性廃棄物 P.28

放射性固体廃棄物発生量 約**86**本
保管量 (2020年3月末) …………… 約3,561本
※200ℓドラム缶換算値

大気汚染物質 (大気、ダイオキシン) P.26

排出水の管理 P.26

PRTR 法対象物質 (排出量、移動量) P.27

PCB P.27

騒音、振動、悪臭 P.27

Q
S
T
I
T
U
T
E

環
境

社
会

省エネルギーへの取組

エネルギー投入量

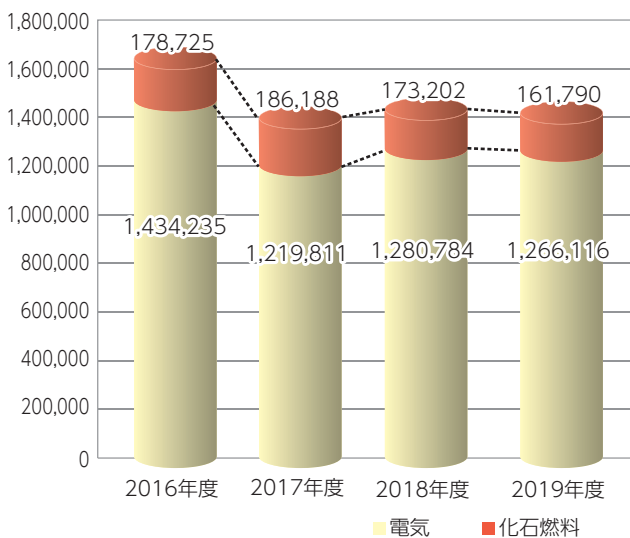
2019年度の総エネルギー投入量は、前年度比1.8%減少しました。

QSTは、研究開発機関のため実験によってエネルギーの投入量が大きく左右されます。また、省エネルギーのための取組や気象条件により空調機の運転時間が減少したことなども要因の一つと考えられます。総エネルギー投入量約1,420TJに対し、電気の使用量は約1270TJ(約131Gwh)のため、総エネルギー投入量の約88%を占めています。

総エネルギー投入量

単位：GJ

	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度
電気	1,434,235	1,219,811	1,280,784	1,266,116
化石燃料	178,725	186,188	173,202	161,790
合計	1,612,961	1,405,999	1,453,985	1,427,906



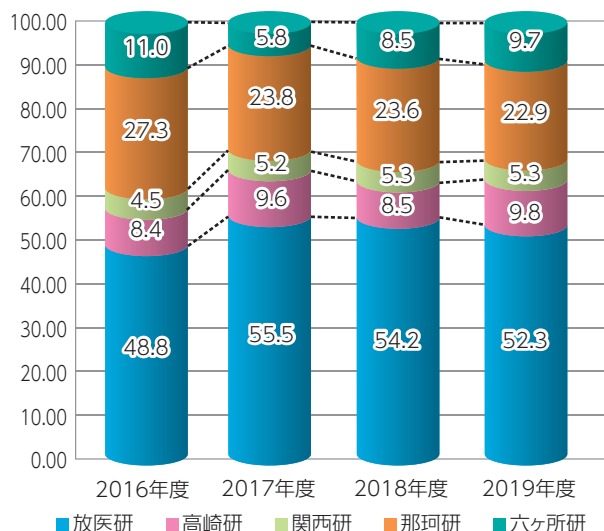
※各エネルギーの使用量は、換算係数を用いた熱量換算値

総エネルギー投入量拠点別割合

単位：%

	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度
放医研	48.8	55.5	54.2	52.3
高崎研	8.4	9.6	8.5	9.8
関西研	4.5	5.2	5.3	5.3
那珂研	27.3	23.8	23.6	22.9
六ヶ所研	11.0	5.8	8.5	9.7
合計	100	100	100	100

構成比は小数点以下第2位を四捨五入しているため、合計が必ずしも100とはなりません

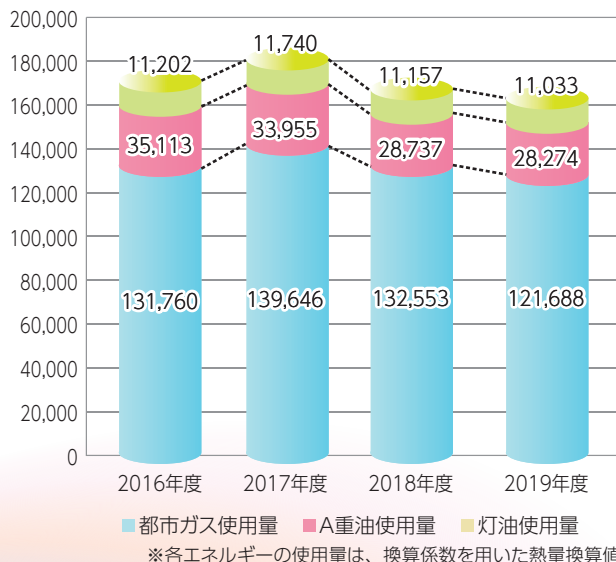


都市ガス、A重油、灯油に関しては、前年度と比較し全て減少しています。気象条件の影響を受けることもありますが、ハード面の取組として、設備の更新の際に最適な容量かつ高効率な機器を導入しています。また、老朽化した設備の運用を停止したり、空調温度の適正化を推進しています。今後も、減少傾向を維持できるよう努めます。

都市ガス・A重油・灯油使用量

単位：GJ

	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度
都市ガス使用量	131,760	139,646	132,553	121,688
A重油使用量	35,113	33,955	28,737	28,274
灯油使用量	11,202	11,740	11,157	11,033
合計	178,075	185,341	172,447	160,995



※各エネルギーの使用量は、換算係数を用いた熱量換算値



温室効果ガスの排出量

QSTの総温室効果ガス排出量は、CO₂換算で約71,000tです。総温室効果ガス排出量の約85%が電気の使用によるものです。QST全体のフロン類算定漏えい量はCO₂換算で約398tとなっており総温室効果ガス排出量の1%以下です。1000tを超えると特定漏えい者として国へ報告することが義務付けられますので、老朽化した機器は更新し、漏えいを低減しています。

フロン類算定漏えい量

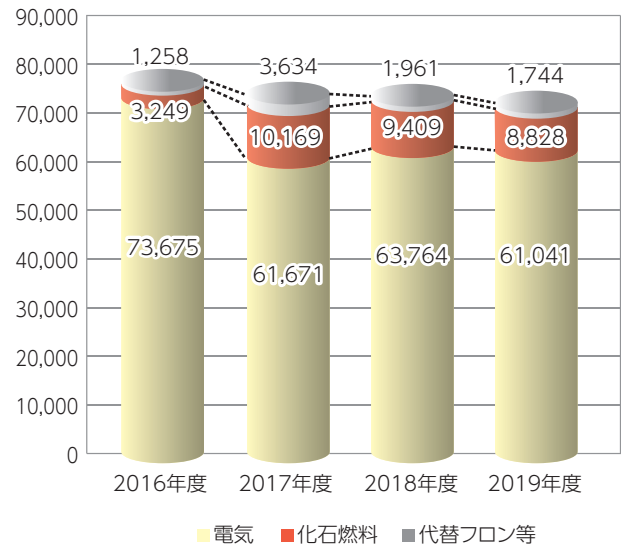
単位：t-CO₂

2016年度	2017年度	2018年度	2019年度
498	392	650	398

温室効果ガス

単位：t-CO₂

	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度
電気	73,675	61,671	63,764	61,041
化石燃料	3,249	10,169	9,409	8,828
代替フロン等	1,258	3,634	1,961	1,744
合計	78,182	75,474	75,133	71,613



電気使用量増減の理由及び取組内容

拠点名	増減の理由	省エネの取組内容
放医研	前年度に比べ7月の気温が低かったこと、及び冬季が暖冬だったためピークの使用量が抑えられたことにより減少	<ul style="list-style-type: none"> 夏季の省エネルギー対策として、節電行動計画を策定し、職員等の節電を促進 冬季の省エネルギー対策として、暖房中の温度設定管理や年末年始の待機電力カット等、職員等へ協力を依頼
高崎研	イオン照射研究施設 (TIARA) のサイクロトロン改修後の運転再開 (H31.4 ~ R2.3) による需要増により使用量が増加	<ul style="list-style-type: none"> 機器の更新にあたっては、機器の容量について適正化を図り、省エネ性能の高い高効率の機器を導入 (モジュールチラー冷凍機の導入、建屋照明のLED化、変圧器・モーターのトップランナー化を実施) 空調温度の適正化を推進
関西木津	科学館の来場者数の増加により、施設環境維持のため空調機の電気使用量が増加	<ul style="list-style-type: none"> 夏季、年末年始の長期休暇に併せて実験棟小実験室の空調機を計画停止 省エネポスターの掲示
関西播磨	空冷式熱源機導入により電気使用量が減少	<ul style="list-style-type: none"> 夏季、年末年始の長期休暇に併せて空調機を計画停止 省エネポスターの掲示
那珂研	超伝導装置の稼働日数が減少したため電気使用量が減少	<ul style="list-style-type: none"> 照明機器を環境配慮型に更新 昼休みを含む不要な照明消灯の実施 空調機、ボイラ、冷凍機の運転管理 長期休暇に合わせた連続運転機器の停止
六ヶ所研	前年度は6月からスーパーコンピューターが稼働したが、今年度は4月から稼働したことにより電気使用量が増加	<ul style="list-style-type: none"> 通路照明の間引きの実施 コピー機の集約 冷暖房時の室温管理 (暖房: 28℃、冷房: 20℃) の実施 休憩時間及び無人居室の消灯及び空調停止の徹底

化石燃料使用量増減の理由及び取組内容

拠点名	増減の理由	省エネの取組内容
放医研	夏季 (特に7月) の気温が例年に比べ低かったこと及び冬季の暖冬の影響による熱源の燃料消費減少	<ul style="list-style-type: none"> 被ばく医療共同研究施設の焼却炉の運用を必要最低限に調整 硫黄分の少ない白灯油、LSA重油の調達を徹底
高崎研	イオン照射研究施設 (TIARA) のサイクロトロン改修後の運転再開 (H31.4 ~ R2.3) による需要増により使用量増加	<ul style="list-style-type: none"> 機器の更新にあたっては、機器の容量について適正化を図り、高効率な機器を導入 空調温湿度の適正化を推進
関西木津	気象条件や業務等による自然減	—
那珂研	—	<ul style="list-style-type: none"> 高温水製造において、ボイラー燃焼度を適宜調整
六ヶ所研	—	<ul style="list-style-type: none"> 就業時の空調一括停止の徹底

投入資源

研究開発や施設の運転に際しては、紙などの資源を使用することになりますが、量研は資源投入量をできるだけ抑制しつつ、省資源に取り組んでいます。

量研は、グリーン購入法¹⁾に基づき、商品購入やサービスを受ける際に、環境への負荷ができるだけ小さいものを優先的に購入する「グリーン購入」と、環境に配慮した資材・機器類を優先的に調達する「グリーン調達」を進めています。グリーン購入法は、循環型社会の形成のためには、「再生品等の供給面の取組」に加え、「需要面からの取組が重要である」という観点から、循環型社会形成推進基本法の個別法の一つとして制定されました。同法は、国等の公的機関が率先して環境物品等（環境負荷低減に資する製品・サービス）の調達を推進するとともに、環境物品等に関する適切な環境提供を促進することにより、需要の転換を図り、持続的発展が可能な社会の構築を推進することを目指しています。

また、量研は、環境配慮契約法²⁾（グリーン契約法）に基づき、契約に際し価格だけではなく環境への負荷を考慮した総合評価により契約先を決定する「グリーン契約」についても実施しています。環境配慮契約法（グリーン契約法）は、契約を結ぶ際に、価格に加えて環境性能を含めて総合的に評価し、最も優れた製品やサービス等を提供する者と契約する仕組みを作ること、環境保全の努力が経済的にも報われ、新しい経済社会の構築を目指しています。

1) グリーン購入法：「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」（2000年5月31日法律第100号）

2) 環境配慮契約法：「国等における温室効果ガス等の排出の削減に配慮した契約の推進に関する法律」（2007年5月23日法律第56号）（グリーン契約法）

① グリーン購入

量研は、グリーン購入法第7条第1項の規定に基づき、環境物品等の調達の推進を図るための方針を策定し、可能な限り環境への負荷の少ない物品等の調達に努めています。2019年度は主要物品について目標達成のための意識の改善に努め、100%の購入率を達成しました。

主要物品のグリーン購入実績（2019年度）

分野	品名	グリーン購入量		
		2017年度	2018年度	2019年度
紙類	コピー用紙	35,374kg	29,368kg	32,648kg
	トイレットペーパー	2,004kg	2,115kg	5,497.5kg
	ティッシュペーパー	618kg	344kg	634.4kg
文房具	ファイル	10,057冊	9,942冊	10,796冊
	事務用封筒	54,276枚	32,478枚	50,091枚
	ノート	1,142冊	591冊	916冊
オフィス家具等	いす、机、棚、収納用什器類	459件	327件	474件
OA機器類	コピー機・プリンター（含：リース・レンタル）	56台	42台	46台
	電子計算機（含：リース・レンタル）	303台	218台	363台
	ディスプレイ（含：リース・レンタル）	145台	172台	213台
家電製品	電気冷蔵庫・冷凍庫・冷凍冷蔵庫、TV	10台	22台	19台
	エアコン等	1台	11台	11台
照明	LEDランプ及びLED照明器具	175個	248個	0個



② グリーン調達

量研は、工事に際して建設資材のグリーン調達³⁾を進めています。また、排出ガス対策型建設機械、低騒音型建設機械の使用、低品質土有効利用工法の採用など、環境配慮に努めています。排出ガス対策型建設機械等の品目については100%の調達率を達成しました。

主なグリーン調達の実績(2019年度)

品 目 名	特定調達物品等数量	類似品等*数量	特定調達物品等調達率(%)
排出ガス対策型建設機械	4 工事	0 工事	100
低騒音型建設機械	6 工事	0 工事	100
再生加熱アスファルト混合物	14 t	0 t	100
排水・通気用再生硬質ポリ塩化ビニル管	20 m	0 m	100
再生骨材等	85 m ³	0 m ³	100

*特定調達品目のうち判断の基準を満足しない資機材及び使用目的において当該特定調達品目の代替品となり得る資機材のことです。

3) グリーン調達：市場に提供される製品・サービスの中から環境への負荷が少ないものを優先的に調達することです。

③ グリーン契約

量研は、温室効果ガス等の排出の削減に配慮した契約の推進を図るために必要な措置を講ずるよう努め、2019年度は電力入札において省CO₂化の要素を考慮した方式を取り入れた入札を実施する等、環境配慮契約に基づく取組を推進しています。

大気汚染物質の測定結果・水資源投入量、排水量

大気汚染物質の定期的な測定

QST では、ボイラー等を有しており、これらの運転に伴い発生する排気ガスについて大気汚染防止法、県の公害防止条例等に基づいて定期的な測定を行っています。

全設備の測定結果はすべて規制値以下でした。

水資源投入量

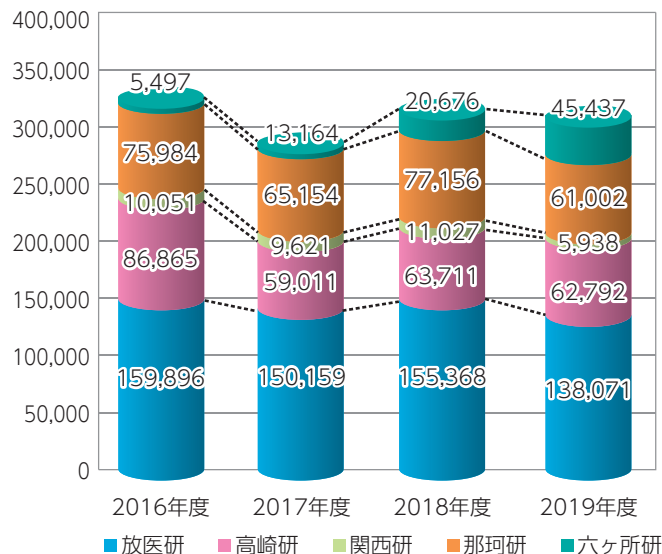
上水道、工業用水、地下水・井戸水に関する水資源の総投入量は、約 313 千 m^3 です。

上水道、工業用水として地元自治体等から購入している量は、水資源投入量全体の約 80%となっています。

水資源投入量

単位： m^3

	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度
放医研	159,896	150,159	155,368	138,071
高崎研	86,865	59,011	63,711	62,792
関西研	10,051	9,621	11,027	5,938
那珂研	75,984	65,154	77,156	61,002
六ヶ所研	5,497	13,164	20,676	45,437
合計	338,293	297,109	327,938	313,240



排水水の管理

研究開発や施設の運転に伴う排水は、下水道法、水質汚濁防止法、県条例等に基づいて、定期的なサンプリングにより水質測定を実施し、規制基準を遵守するよう管理しています。

測定結果は、水素イオン濃度、生物化学的酸素要求量、カドミウム、シアン化合物等で基準値以下でした。また、以前にノルマルヘキサン抽出物質含有量（動植物油脂類）が基準値を超え検出されましたが、改善措置後も定期的に排水水の採取・分析を継続し、下水排除基準を超えていないことを確認しています。

拠点名 項目	2016 年度 排水量			2017 年度 排水量			2018 年度 排水量			2019 年度 排水量		
	下水道	公共用水域 (非管理区域水域)	排水量	下水道	公共用水域 (非管理区域水域)	排水量	下水道	公共用水域 (非管理区域水域)	排水量	下水道	公共用水域 (非管理区域水域)	排水量
放医研	91,483.0	0.0	91,483.0	83,722.0	0.0	83,722.0	87,486.0	0.0	87,486.0	77,120.0	0.0	77,120.0
高崎研	0.0	258,331.0	258,331.0	0.0	303,276.0	303,276.0	0.0	55,949.0	55,949.0	0.0	63,412.0	63,412.0
関西研	6,038.0	0.0	6,038.0	6,156.0	0.0	6,156.0	7,087.0	0.0	7,087.0	5,023.0	0.0	5,023.0
那珂研	57,196.0	0.0	57,196.0	55,300.0	0.0	55,300.0	57,049.0	0.0	57,049.0	67,657.0	0.0	67,657.0
六ヶ所研	0.0	3,894.0	3,894.0	0.0	3,507.0	3,507.0	0.0	3,960.0	3,960.0	0.0	4,134.0	4,134.0
合計	154,717.0	262,225.0	416,942.0	145,178.0	306,783.0	451,961.0	151,622.0	59,909.0	211,531.0	149,800.0	67,546.0	217,346.0

化学物質等の管理

PRTR 法対象化学物質の管理

QST では、PRTR 法に基づき対象化学物質の環境への排出量の削減に努めるとともに、排出・移動量を把握し、安全かつ適正に管理しています。

QST における、2019 年度の PRTR 法による届出対象物質は以下のとおりでした。

単位：取扱量 t, 排出量 kg (ダイオキシンは mg-TEQ)

拠点名	物質名	排出量・移動量	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度	主な使用、発生用途
放医研	ダイオキシン類 ■	排出量	0.07	0.01	0	0	廃棄物の燃焼
高崎研	メチルナフタレン ●	取扱量	1.8	2.3	1.6	2.06	構内ボイラー他用の A 重油燃料にメチルナフタレンが含有されているため、燃焼に伴い大気へ放出される
		排出量	9.0	11.4	8.2	10.3	
那珂研	メチルナフタレン ●	取扱量	7.01	6.4	6.23	5.83	構内ボイラー他用の A 重油燃料にメチルナフタレンが含有されているため、燃焼に伴い大気へ放出される
		排出量	35.06	31.98	31.15	29.17	

注 1) ■：ダイオキシン類対策特別措置法上の特定施設

●：第 1 種指定化学物質の年間取扱量 1t 以上 (特定第 1 種指定化学物質の場合は年間取扱量 0.5t 以上)

注 2) 排出量は大気のみ該当

PRTR (Pollutant Release and Transfer Register : 化学物質排出移動量届出制度) とは、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」(化管法) により制度化され、有害性のある化学物質が、どのような発生源から、どれくらい環境中に排出されたか、あるいは廃棄物に含まれて事業所の外に運び出されたかというデータを把握し、集計し、公表する仕組みです。該当する第一種指定化学物質を年間取扱量 1t 以上 (特定第一種指定化学物質は 0.5t 以上) 取扱う事業者は、報告の義務があります。

PCB 廃棄物の保管・管理

QST では、PCB 特別措置法 (ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する法律) に基づき、PCB 廃棄物の量の把握と適正な保管・管理とともに法令で定められた期限までに処分が完了するよう進めています。



PCB 廃棄物の保管建屋



PCB 廃棄物の保管・管理状況



PCB 廃棄物の搬出作業

その他の規制に対する管理

騒音・振動・悪臭に対する管理について、研究所のある地域の条例等に基づき定期的に測定を実施しています。2019 年度は、いずれも規制基準値以下でした。

一般・産業廃棄物、放射性廃棄物の管理 資源リサイクル

一般・産業廃棄物の管理

QST で発生した一般・産業廃棄物の量は、約 816t で、一般廃棄物が約 371t、産業廃棄物が約 445t（特別管理産業廃棄物約 26t 含む）でした。そのうち再生利用量として古紙約 37t、金属類約 5t、プラスチック類その他約 6t を搬出しました。

一般廃棄物

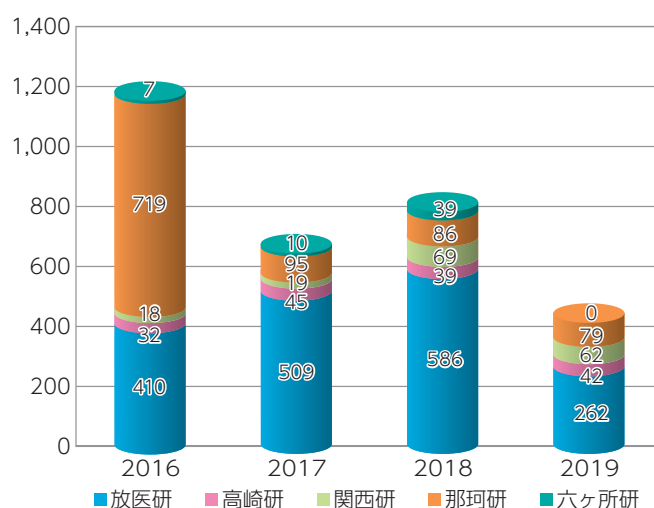
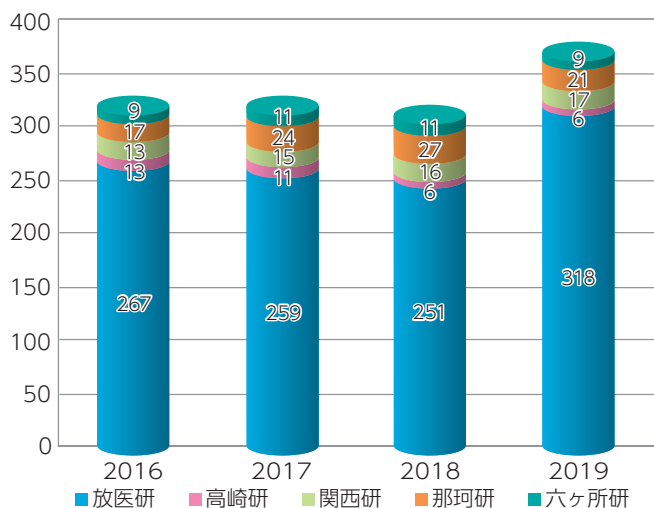
単位：t

	2016年	2017年	2018年	2019年
放医研	267	259	251	318
高崎研	13	11	6	6
関西研	13	15	16	17
那珂研	17	24	27	21
六ヶ所研	9	11	11	9
合計	319	320	311	371

産業廃棄物

単位：t

	2016年	2017年	2018年	2019年
放医研	410	509	586	262
高崎研	32	45	39	42
関西研	18	19	69	62
那珂研	719	95	86	79
六ヶ所研	7	10	39	0
合計	1,186	678	819	445



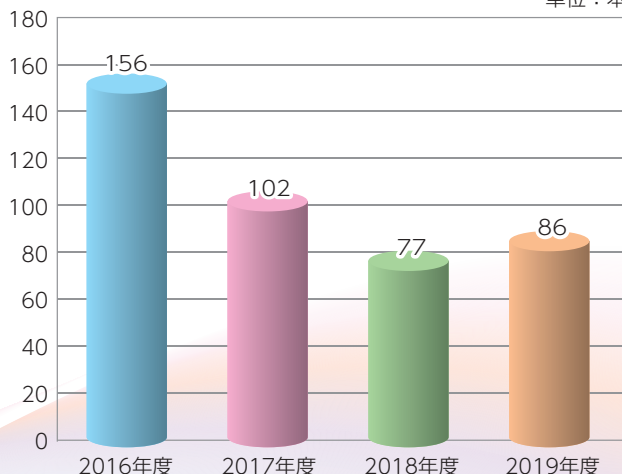
廃棄物は一般廃棄物と産業廃棄物に大きく分けられます。法律上は産業廃棄物が定義された後、それ以外の廃棄物のことを一般廃棄物としています。

また、産業廃棄物の中でも、爆発性、毒性、感染性その他の人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有するものを特別管理産業廃棄物として区分しています。

放射性廃棄物の管理

放射性固体廃棄物発生量は、200ℓドラム缶換算で約 86 本となり前年度比 11.6%増加しました。この増加は RI 施設やイオン照射研究施設での研究の進展や施設維持の必要性によるものです。

単位：本



社会貢献への取組①



地域主催の行事、フェア等への参加・貢献

拠点名	タイトル	実施時期	場所	概要
千葉	穴川神社秋祭りへの貢献	2019年 10月6日	穴川神社	穴川町会主催の祭事への祝品の奉納を行い、地域との共生を深めた。
	穴川神社節分祭への貢献	2020年 2月3日	穴川神社	穴川町会主催の祭事への祝品の奉納を行い、地域との共生を深めた。
	稲毛区民まつりのPRブースの出演	2019年 10月20日	穴川中央公園	同日にて放医研公開講座を行い、区民まつり会場にて公開講座の案内、また放医研の紹介を行った。
高崎	環境フェア	2019年 6月9日	もてなし広場	高崎市主催の「環境フェア」にブース出展し、パネル展示での研究紹介、イオンビーム育種植物展示、形状記憶樹脂・消臭スプレー等の展示を行った。また、ジェルプロテクターを配布し理解促進に努めた。当該フェアの一環として周囲の清掃活動を実施した。
	群馬ちびっこ大学	2019年 8月10、11日	高崎駅東口 ヤマダ電機 LAB11	群馬大学主催の「群馬ちびっこ大学」においてパネル展示を用いて、研究活動について写真を中心に研究者主体で分かりやすく説明を行った。実験・実演では生分解性放射線実験樹脂、線源探しゲームを行い、研究の理解を促進した。



高崎研 環境フェア 2019



高崎研 群馬ちびっこ大学

拠点名	タイトル	実施時期	場所	概要
関西 (木津)	京都スマートシティエキスポ 2019 出展	2019年 10月3日、4日	けいはんなオープン イノベーション センター	地域で開催されるエキスポにおいて、ブースの出展及びラボトリップの提供を実施した。けいはんな地区に最先端のレーザー施設があることをアピールした。
	けいはんな情報通信フェア 2019 出展	2019年 10月31日～ 11月2日	けいはんなオープン イノベーション センター	地域で開催されるフェアにブース出展を行った。関西研で行う最先端の光・量子ビーム研究等についてのパネル展示・紹介を行った。
	木津川市 ヒカリ☆街道	2019年 12月9日～ 12月13日	関西光科学研究所	地域で開催される街道沿いをライトアップするイベントに参加した。

関西研(木津)
京都スマートシティエキスポ 2019 出展

社会貢献への取組②

拠点名	タイトル	実施時期	場所	概要
那珂	八重桜まつりへの参加	2019年4月20日	那珂市静峰ふるさと公園	地域の祭りに出展し、太陽望遠鏡や人工ダイヤモンドを用いたミニ理科実験教室を行い、地域との共生を深めた。
	ガヤガヤ☆カミスガへの参加	2019年6月2日	JR水郡線上菅谷駅前通り	地域の祭りに出展し、簡単な分光器を自作し、いろいろな光を観察し、光の性質を調べるなどをし、地域との共生を深めた。
	那珂市図書館への出展	2019年8月21日	那珂市図書館	地域の図書館に出展し、偏光板万華鏡づくりや紫外線観察、氷切りなどの体験活動を通じて地域との共生を深めた。
	なかひまわりフェスティバルへの参加	2019年8月24日	那珂総合公園	地域の祭りに出展し、簡単な分光器を自作し、いろいろな光を観察し、光の性質を調べるなどをし、地域との共生を深めた。
	核融合施設見学会の開催	2019年10月20日	那珂核融合研究所	那珂研の施設公開を行い、地域の方が多数来所され、地域との共生を深めた。
	那珂市産業祭への参加	2019年10月27日	那珂市公民館	地域の祭りに出展し、万華鏡工作教室や核融合に関するポスター展示・説明を行い、地域との共生を深めた。
	横堀小学校かんざきまつり(出張イベント)への参加	2019年11月9日	横堀小学校	地域の祭りに出展し、太陽望遠鏡や氷切りを用いたミニ理科実験教室を行い、地域との共生を深めた。
	木崎芳野小への出張授業	2019年12月13日	木崎芳野小学校	地域の小学校に出張授業に行き、人工ダイヤモンドや液体窒素を用いたミニ理科実験教室を行い、地域との共生を深めた。
	菅谷小への出張授業	2019年12月16日	菅谷小学校	地域の小学校に出張授業に行き、人工ダイヤモンドや液体窒素を用いたミニ理科実験教室を行い、地域との共生を深めた。



那珂研
横堀小学校かんざきまつりへの参加



那珂研
なかひまわりフェスティバルへの参加



那珂研
核融合施設見学会の開催



那珂研
那珂市図書館への出展



那珂研
木崎芳野小への出張授業



拠点名	タイトル	実施時期	場所	概要
六ヶ所	2019 たのしむべ! フェスティバルへの参加	2019年 5月25日、26日	大石総合運動公園	六ヶ所村及び六ヶ所村観光協会が主催する祭りの会場にブースを出展し、科学実験やポスター展示、缶バッチの配布等を行うことで、六ヶ所研のPRを行うとともに、地域との共生を深めた。
	第36回 ろっかしよ産業まつり への参加	2019年 11月2日、3日	尾駈漁港特設会場	六ヶ所村及び六ヶ所村観光協会が主催する祭りの会場にブースを出展し、科学実験やポスター展示、缶バッチの配布等を行うことで、六ヶ所研のPRを行うとともに、地域との共生を深めた。



六ヶ所研
2019 たのしむべ! フェスティバルへの参加



六ヶ所研
第36回ろっかしよ産業まつりへの参加

清掃活動等への参加・貢献

拠点名	タイトル	実施時期	場所	概要
放医研	平成31年度第1回クリーンキャンペーン	2019年4月16日	事業所周辺 (バス停、道路を含む)	構内及び事業所周辺の清掃
高崎研	第4回ハルヒルTT 応援清掃	2019年5月18日	ハルヒル タイムトライアルレース 会場周辺 (榛名湖畔)	榛名湖畔周辺の清掃
関西研 (木津)	施設周辺美化運動	2019年6月12日	事業所周辺・歩道・公園	施設周辺の清掃
	施設周辺美化運動	2019年10月23日	事業所周辺・歩道・公園	施設周辺の清掃
六ヶ所研	第15回太平洋沿岸クリーンアップ作戦	2019年7月27日	尾駈港付近海岸・ 老部川河口海岸	六ヶ所核融合研究所が準会員となっている六ヶ所村産業協議会が地域貢献の一環として六ヶ所村と協力して毎年夏に実施している六ヶ所村内海岸清掃活動に参加し、地元海岸の美化に貢献した。



放医研
クリーンキャンペーン



関西研(木津)
施設周辺美化運動



六ヶ所研
第15回太平洋沿岸クリーンアップ作戦

緑化・植林・植樹・花壇の整備等

拠点名	タイトル	実施時期	概要
六ヶ所研	BAサイト内緑地整備作業	2019年 7月15日~9月19日	六ヶ所核融合研究所の構内外美観維持のため、除草等の作業を行った。

意見交換会

2020年10月6日(火)にQST環境報告書に関する意見交換会を行いました。

今回は、写真左より特定非営利活動法人環境経営学会会長の後藤敏彦様、千葉大学国際未来教育基幹特任助教の岡山咲子様、特定非営利活動法人千葉大学環境ISO学生委員会の磯野啄己様、宇野悠希様にご参加頂き、「QST環境報告書2020全体について」や「改善すべきポイント・アドバイスなど」について議論が行われました。

ご参加頂いた皆さま、貴重なご意見をありがとうございました。



主なご意見は以下の通りです。

■「QST環境報告書2020全体について」

- 環境報告書の大きなトレンドとしては、過去情報だけでなく、将来情報を掲載するということがあります。ゼロカーボンに向けた2050年までの中期・長期ビジョンを盛り込んでいく必要があります。また、専門用語などについての、用語集や脚注をつけるなどの配慮や環境報告書とウェブサイト連携させ、うまく活用していくとよいと思いました。ストーリー性がある環境報告書となっていますので、環境報告書ガイドラインと比較し、長期ビジョンなど情報が不足している箇所を確認するとよいと思います。(後藤)



後藤敏彦様



岡山咲子様

- 2017年から環境ISO学生委員会が第三者意見を執筆しており、毎年その内容を採用して改善してくださっていることにうれしく思っています。今回の報告書で追加されたワークライフバランス支援やスキルアップ研修についての社会的な側面の紹介を研究紹介の前に入れることで、全体が読み進めやすくなったと感じました。ステークホルダーだけでなく、内部の職員にも読んで頂きたいとお考えとのことですので、ますます社会的側面について充実させて頂きたいと思いました。また、エネルギー使用に関して、増減の理由や省エネの取組みなどについてわかりやすく掲載されていて責任をもって取組まれていることが伝わってきました。その一方で、水資源と廃棄物に関しても同様に掲載して頂けるとよいと思いました。(岡山)

- 研究の内容について、図や写真を多く使っているため、わかりやすく説明されていると思いました。QST未来戦略の中にSociety5.0の記載がありますが、用語の説明があるとわかりやすいと思いました。また、脱炭素社会に向けての長期ビジョンを掲載する必要があるのではと感じました。(磯野)



磯野啄己様



宇野悠希様

- 今年度からSDGsの17の目標のアイコンがページごとに示されており、SDGsと事業との関連性がとてもわかりやすくて良いと思いました。また、SDGsに詳しくない方向けに、各目標についての解説を掲載するとよいと思いました。(宇野)

■ 「改善すべきポイント・アドバイスなど」

- 環境目標に、本業をいれるということは極めて重要と考えています。企業では、抜本的に環境負荷を減らす方法を模索しています。QST ではそれらの研究を行っていますので、研究が世の中にどのように役に立つのかアピールしてはいかがでしょうか。また、環境報告書ガイドラインを参考にすべきですが、ストーリー性のある報告書を作成するよう心がけることが大切です。SDGs のタグづけは、ファーストステップです。SDGs は、Transforming our world (我々の世界を変革する) が表題ですので、QST の研究が変革にどのように寄与していくのか記載するとよいと思います。環境配慮促進法の告示に対する対照表を報告書内かウェブ上で公開することで法律の内容もカバーしていることがアピールできると思います。(後藤)
- 環境目標が、エネルギー消費に限定されているため、エネルギー以外の目標を掲げても良いのではないのでしょうか。千葉大学では、環境負荷の削減目標だけでなく有益な環境影響(研究・教育)を伸ばす目標も設定しています。QST の場合ですと、環境に寄与する研究を通じた社会貢献や研究ではない社会活動について目標に掲げるとよいと思います。また、QST としての新型コロナウイルスへの対応について、特集を組むと世間の関心とマッチするのではないのでしょうか。(岡山)
- 社会の理解を得ていくために、QST の研究についての到達点も記載するとよりよくなると思います。(磯野)
- ワークライフバランスなど社会的な側面についての掲載を充実させていくことで親しみやすい報告書になると思います。QST の社会目標に対する貢献なども掲載してはいかがでしょうか。(宇野)

■ ご意見を頂き QST の対応

- ご意見を踏まえ、今年度の環境報告書において以下の対応を行いました。
 - ・SDGs の各目標の解説を追加
 - ・環境配慮促進法の告示に対する対照表を web 公開
- 来年度の環境報告書を作成する際には、以下の改善を試みる予定です。
 - ・用語集や脚注の作成
 - ・中期・長期ビジョンや研究の到達点、社会的側面、水資源や廃棄物及び QST の研究と SDGs の関連性などの掲載
 - ・新型コロナウイルスの対応など、時事問題への取組み状況の掲載

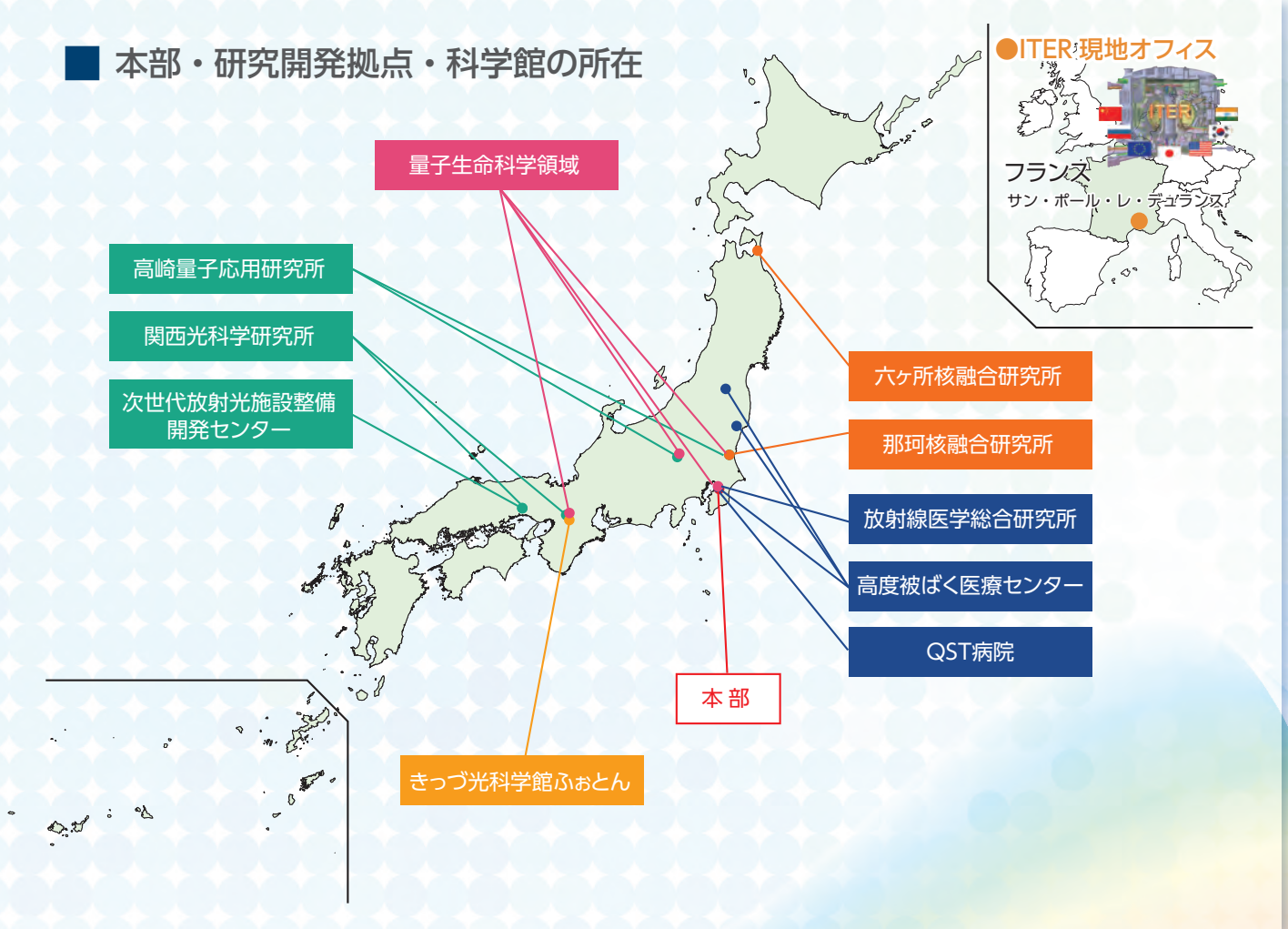
量子科学技術研究開発機構 視察レポート

千葉大学環境 ISO 学生委員会の宇野悠希様と磯野啄己様が、2020 年 8 月 25 日に、千葉市稲毛区の当機構緊急被ばく医療施設を視察されました。

- 今回は、主に被ばく医療に関わる施設設備と線量評価のための放射線計測に関わる設備を視察しました。被ばく者を施設に搬送してからの一連の計測や身体洗浄の流れの一つ一つに徹底された二次被ばく対策が施されていました。さらなる拡散を抑えつつ被ばく者の治療にあたる高度被ばく医療センターの活動を直接視察できたのは非常に有意義でした。(宇野)
- 視察では、実際の手術台や緊急車両を見学させていただきました。3.11 時の対応を交えて紹介をしていただき、施設の重要性が伝わって来ました。常に医療面で対応可能な体制を整えていらっしゃるのことがわかりました。また、測定器の客観性について、厳格に管理されていて、信憑性を高める努力がなされているのを感じることができました。(磯野)



■ 本部・研究開発拠点・科学館の所在



国立研究開発法人
量子科学技術研究開発機構

安全管理部 建設・環境課
〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川四丁目9番1号
TEL 043-382-8001 (代表)
URL: <https://www.qst.go.jp/>



R100
古紙パルプ配合率100%再生紙を使用



環境報告書記載事項等対応表

記載事項等に関する告示	対象箇所見出し	該当ページ
1. 事業活動に係る環境配慮の方針等	<ul style="list-style-type: none"> ・はじめに（経営責任者の緒言） ・QSTの概要 ・環境基本方針、環境目標、結果及び評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1 ・ 2 ・ 8
2. 主要な事業内容、対象とする事業年度等	<ul style="list-style-type: none"> ・ Contents ・ QSTの概要 ・ 各研究活動概要 	<ul style="list-style-type: none"> ・ Contents ・ 2-5 ・ 12-18
3. 事業活動に係る環境配慮の計画	<ul style="list-style-type: none"> ・ QST未来戦略2016 ・ 生まれ変わったQST～QSTver.2 ・ 第1期中長期計画 ・ 環境基本方針、環境目標、結果及び評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 4-5 ・ 8
4. 事業活動に係る環境配慮の取組の体制等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 組織体制図 ・ 環境基本方針、環境目標、結果及び評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3 ・ 8
5. 事業活動に係る環境配慮の取組の状況等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境パフォーマンスの全体像 ・ 省エネルギーへの取組 ・ 投入資源 ・ 大気汚染物質の測定結果・水資源投入量、排水量 ・ 化学物質等の管理 ・ 一般・産業廃棄物、放射性廃棄物の管理、資源リサイクル 	<ul style="list-style-type: none"> 20-28
6. 製品等に係る環境配慮の情報	<ul style="list-style-type: none"> ・ 投入資源 ・ 化学物質等の管理 ・ 一般・産業廃棄物、放射性廃棄物の管理、資源リサイクル 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 24-25 ・ 27-28
7. その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 社会貢献への取組 ・ 意見交換会 	<ul style="list-style-type: none"> 29-33