



1. ITER/BA 成果報告会 2025

ITER/BA 成果報告会 2025「フュージョンエネルギーが拓くサステナブルな未来」を、量子科学技術研究開発機構 (QST) の主催により、自然科学研究機構核融合科学研究所、フュージョンエネルギー産業協議会、電気事業連合会、日本原子力産業協会、日本電機工業会、プラズマ・核融合学会及び日本原子力学会の協賛、文部科学省、外務省、内閣府及び経済産業省の後援のもと、東京都千代田区内幸町のイイノホールを会場として、2026年1月19日(月)に開催した(図1)。ここでは、ITER計画とBA活動に関して、講演会(基調報告(4件)、特別講演(1件)、企業報告(4件)、ITER機構職員と若者の意見交換)及びパネル展示などにより、フュージョンエネルギーの実現に向けた最新の成果と進捗の紹介を行った。また、前回に続き、フュージョンエネルギー産業協議会(J-Fusion)主催の「企業展示」及び「産業界と若者の意見交換会2025」が同時開催された。

QST理事長の小安重夫氏による開会の辞に続き、来賓挨拶では、森英介自由民主党核融合エネルギー推進議員連盟会長、柿田恭良文部科学省文部科学審議官、泉澤清次日本経済団体連合会副会長むつ小川原開発推進委員長、北野嘉久経済同友会サステナブル・エネルギー委員会委員長より、それぞれ来賓挨拶をいただいた。

基調報告では、はじめに、QSTの中平昌隆氏をコーディネーターとして、ITER機構長のピエトロ・バラバスキ氏より「ITER建設状況」について報告(ライブ中継)が行われるとともに、あらためてITERの位置付けが強調された。バラバスキ氏と会場の赤松健参議院議員、泉澤清次氏及び親富祖元希氏(東京大学大学院新領域創成科学研究科(修士1年))との間で、ITERの建設が順調に進むように実施した対策や、技術の開示等に関して意見交換が行われた。続いて、文部科学省研究開発局研究開発戦略官(フュージョン・原子力国際協力担当)／内閣府科学技術・イノベーション推進事務局参事官の澤田和宏氏より「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略～国家戦略を踏まえた

最近の取組と国内外の動向～」について報告が行われた。QSTの柏木美恵子氏から「JT-60SAプラズマ加熱実験に向けた増強、及びITER計画の進捗」について報告するとともに、JT-60SAからのライブ中継では、QSTの高橋幸司氏、三菱電機株式会社の岡田泰之氏及び助川電気工業株式会社の笹嶋慎吾氏より、真空容器の中から増強作業について説明を行った。QSTの坂本宜照氏からは「2030年代発電実証を目指す原型炉に向けた取組」について、ITERサイズ原型炉の検討状況及びQST六ヶ所研で進めているBA活動に関する報告を行った。

特別講演では、宇宙航空研究開発機構(JAXA)理事の松浦真弓氏により、「人類を再び月へ～アルテミス計画について～」と題して、国際宇宙ステーションから、月面探索とその後の火星有人着陸を見据えたアルテミス計画、さらには持続的な月面社会活動といった興味深い話題が提供された(ライブ中継)。

技術報告では、エムアイエス株式会社の宇野功一氏より「プラズマ制御用積分器システムの開発」について、株式会社スギノマシンの及川志郎氏より「FW遠隔保守実現に向けたスギノマシンの取り組み」について、大同特殊鋼株式会社の榎本亮治氏より「大同特殊鋼の核融合炉部品」について、日本電気株式会社の上山根慎氏より「新スーパーコンピュータ Plasma SimulatorとNECの取り組み」について、幅広い技術に関する報告が行われた。

今回の新しい企画であるITER機構職員と若者の意見交換では、中平昌隆氏をコーディネーターとして、次の参加者により意見交換を行った。若者からは、海外で働くきっかけや言葉の壁などについて質問があり、ITER機構職員からは、とにかく飛び込んでみるのが重要といった意見があった。

〈ITER機構職員(ライブ中継にて参加)〉大前敬祥氏(建設部門副部門長)、菌利希氏(トリチウムプラント課)、堀江愛子氏(予算計画課)、中本美緒氏(マグネット冷却試験装置係)

〈若者(会場にて参加)〉石橋尚也氏(九州大学工学部融合基礎工学科/久留米高専(学部4年))、山木颯人氏(広島大学大学院先進理工系科学研究科(修士2年))、東希氏(広島大学大学院先進理工系科学研究科(博士1年))、靳海林氏(東京大学大学院工学系研究科(博士1年))、瀬戸拓実氏(筑波大学理工情報生命学院数理物質科学研究群(博士3年))

最後に、ITER/BA成果報告会2025組織委員会委員長の竹永秀信氏(QST副理事)より、閉会挨拶を行った。司会は、QSTの秋光萌氏が務めた。パネル展示については、来場者に円滑にご覧いただけるよう、成果報告会のパネル展示とJ-Fusionの企業展示を一体化しつつ実施した(全43ブース)。



図1 ITER/BA 成果報告会2025の様子。

会場参加者数は、約480名であり、YouTubeライブ配信における延べ視聴回数は、日本語配信では約1,060回、英語配信では約180回であった。いずれも昨年度を大きく上回っている。

本成果報告会を通して、フュージョンエネルギー開発の進展について幅広い周知、理解増進を行うことができた。

なお、YouTubeライブ配信の動画はアーカイブとして視聴できるので、下記URLを参照されたい。

〈アーカイブ動画〉

ITER/BA成果報告会2025（日本語）

<https://www.youtube.com/live/G1ubDW92Evw?si=45kwGsSo7Tug7TUv>

The Annual Symposium 2025 on the ITER/BA Activities（英語）<https://www.youtube.com/live/abSkJVTol1Qc?si=5XTLAG1Q3e6kDSfq>

また、講演資料等はQSTのホームページに掲載されているので参照されたい。

ITER/BA成果報告会2025 開催案内 - 量子科学技術研究開発機構

<https://www.qst.go.jp/site/quantenergy/seika2025.html>

2. 現地ITER機構高周波建屋にてジャイロトロン2号機の据付が完了

2026年2月7日にイーター電子サイクロトロン加熱・電流駆動用高周波源であるジャイロトロン2号機のITERサイトにおける据付が完了した。今年の7月にはジャイロトロン1号機の据付が行われており、その時の経験を活かして作業は行われ、今回の据付はITER機構職員が中心となって行われた。今回は保管状態である横倒しの木箱のままジャイロトロンを据付する高周波建屋3階までクレーンで吊り上げたのち、木箱を3階にて縦向きに設置、ジャイロトロンを取り出し、輸送治具を取り外す、という手順で作業を実施したが、今回高周波建屋3階は、全24機のジャイロトロンの設置に向けて、ファルスフロア（二重床）が超伝導コイルの高さに、設置が完了しており、ジャイロトロンを3階で縦向きにすることが難しかった。このため、1階にて木箱を縦向きにし、3階まで吊り上げたのち、輸送治具を取り外し、そのまま設置済みの1号機の横のジャイロトロン架台まで輸送、無事据付することに成功した（図2）。

また、前回同様、据付前には超伝導コイルの軸出し作業が行われたが、これも現地のITER機構職員とリモートで通話しながら作業を実施、ジャイロトロン架台の中心軸と超伝導コイルが作る磁場の磁気軸を所定の精度まで合わせることに成功した。据付後には、コレクターコイルを設置し、作業は完了した。

現在は1号機の試運転に向けて準備を進めているが、並行して2号機の冷却ホースの取り付けなどを実施する予定。

3. 日本が導体を製作した中心ソレノイド（CS）全数の納品が完了

2026年1月、ITERの重要な構成要素の一つである中心ソレノイド（Central Solenoid：CS）のスペアモジュールがITER機構に納品された。これで7モジュール全ての納品が完了した（図3）。

中心ソレノイドは、プラズマ電流を駆動・制御するITERの中核機器であり、世界最大級の超伝導パルス磁石である。ITER中心に配置され、6モジュールを積み重ねた高さは18mになる。スペアモジュールは技術的及びスケジュール的リスク低減のために製作された。

CSの製作分担は、日本が電流を流す部品である超伝導導体を100%製作担当し、それを米国に送り、米国が巻線しコイルとして完成させてITER機構に納入する。CS超伝導導体は、13Tの高磁場環境下で40kAの大電流を流せるNb₃Snを用いた導体である。576本のNb₃Sn超伝導線、288本の銅線、ステンレス鋼製スパイラルで構成される燃線を高マンガンステンレス鋼（JK2LB）製ジャケットに挿入したケーブルインコンジット導体で、約920m×42本及び約610m×7本の計49本、重量は計700トンになる。日本は、ITER運転に予定される約30,000回の繰り返し電磁力に対する性能劣化を回避する構造を開発し、多くの技術

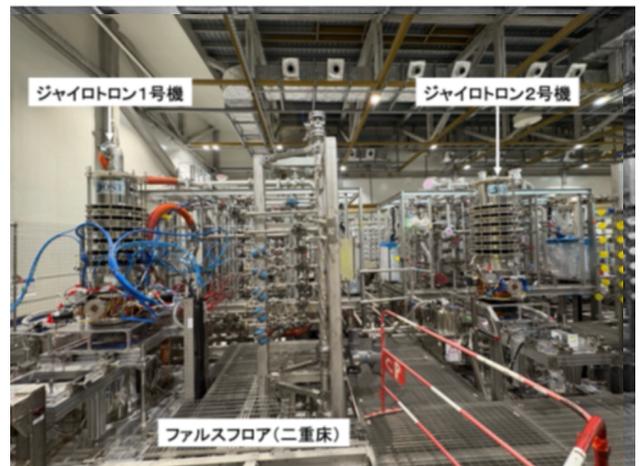


図2 ジャイロトロン2号機据付完了後の写真。



図3 ITER機構に到着した最後のCSモジュール（写真：ITER機構提供）。

的課題をその製造途中で克服し、量産に成功した。超伝導導体を2012年から製作開始し、2018年までに全数を米国に輸送した。今回のCS全モジュール納品完了により、日本が担った役割が、実機としてITERに結実した形となった。

4. ITERブランケット遮蔽ブロック初期組立用配管ツールの開発

2025年12月10~12日、広島国際会議場にて開催されたSI2025 第25回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会において、ITERプロジェクト部遠隔保守機器開発グループ 田中雄幸主幹技術員他6名が「ITERブランケット遮蔽ブロック初期組立用配管ツールの開発」で優秀講演表彰を受賞した。

今回の受賞は、フランスで建設が進められているITERにおいて、ブランケット初期組立ツールの一部である、遮蔽ブロック用配管溶接ツール及び配管切断ツールに関する開発の成果が評価されたものである。これらのツールは真空容器に設置されるブランケット内を通る冷却水配管組立に使用される。

ブランケットは第一壁と遮蔽ブロックで構成されており、初期組立時は人が傍に立会い作業を行う。プラズマ運転時の真空容器内の気密性を確保し、冷却水通過時の水圧やプラズマ運転時の衝撃にも耐える配管溶接を実現する必要がある。そのために、ブランケット内(図4)の奥まった狭い部分に配置されている冷却水回路を構成する部品同士を精度よく位置合わせし、開先部全周を均等に溶接することが求められる。また、溶接失敗時に再溶接を実施するための配管切断を行う。その際、真空容器内の清浄環境を確保するために、切粉発生を最小限に抑え、かつ発生する切粉を真空容器内に落下させないことが求められる。

これまでに、遠隔保守システムの一部として、遮蔽ブロック遠隔保守用溶接ツール及び切断ツールの概念設計を実施してきた。上記初期組立用溶接及び切断ツールの開発

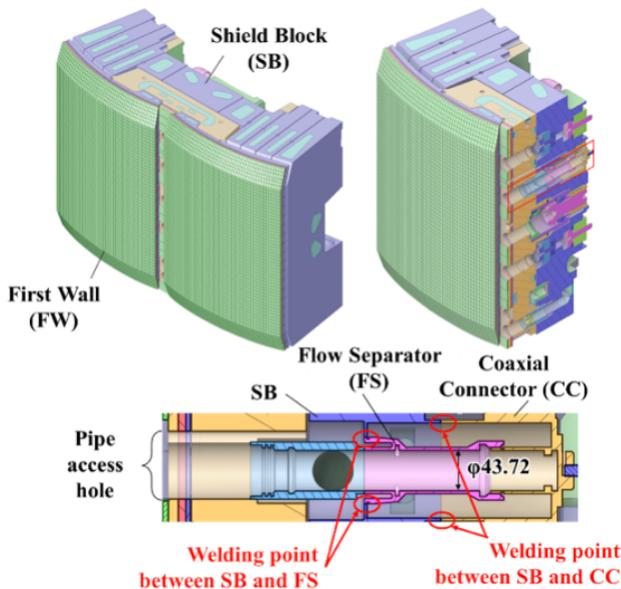


図4 ブランケットモジュール構造。

にあたっては、これまでの遠隔保守用ツールの開発知見を活用するだけでなく、遠隔保守用ツールへの将来的な適用性を見据えたうえで、耐放射線性能や遠隔駆動など一部仕様を簡略化する形で開発を進めている。

受賞の対象となった一連の開発では、限られたスペース制約の中で、溶接ツール、切断ツールそれぞれ以下の機能を織込み、予備設計を完了させた。

◆溶接ツール(図5):

- ・部品同士の開先合わせを行うと共に溶接前に開先精度を評価可能な構造
- ・溶接トーチ位置を開先位置に対し精度よく位置合わせを行うことが可能な構造
- ・溶接時に溶接ツールの振れを抑制するためのセンタリング構造

◆切断ツール(図6):

- ・切断方法にホールソーを選定したツール:切断時に発生する切粉を5mm以下とするためのホールソーカッター形状及び発生する切粉を回収する為の切粉回収回路の具備
- ・切断方法にスウェッジカッターを選定したツール:スウェッジカッターを対角に配置することにより、切断時の反力を相殺しツール振れを抑制することが可能な構造
- ・切断時に切断ツールの振れを抑制するためのセンタリング構造

今後も、各溶接、切断ツールの試作を行い、実機検証を

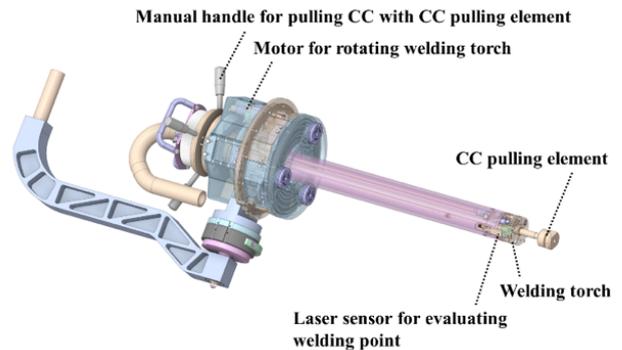


図5 溶接ツール。

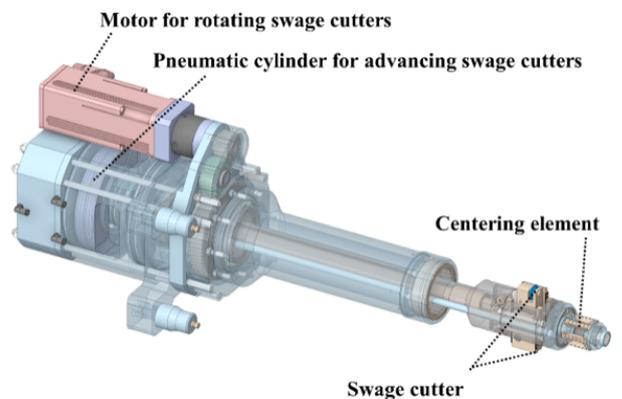


図6 切断ツール。

通じてこの度設計した各要素の機能性検証を実施していく。ブランケット初期組立に使用可能なツールに改良していく。今後もブランケット初期組立に必要なツール開発を遂行し、ITERプロジェクトへの貢献を目指す。

5. MIケーブルを電子サイクロトロン加熱(ECH)用マイクロ波による過熱から守るための均一薄膜めっき技術

この度、QSTがITERにおいて調達を進めている中性子計測システムであるマイクロフィッションチェンバー(MFC)のMI(Mineral Insulated:無機絶縁)ケーブル等に対して開発した均一薄膜めっき技術が、一般社団法人機械振興協会主催の第60回機械振興賞『機械振興協会会長賞』を受賞した(図7)。受賞業績名は『硬質線材に対する均一薄膜めっきを可能にした技術(装置及び方法)の開発』である。

MFCはITER運転時の中性子発生量を測定し、プラズマ出力を評価する重要な計測装置である。真空容器内に設置されるMIケーブルは、プラズマに吸収されず真空容器内を伝搬する電子サイクロトロン加熱(ECH)用マイクロ波による過熱を受け一方、ディスラプションに伴う誘導電流に起因する強い電磁力を受ける。これらの影響を同時に低減し機器の健全性を維持するためには、MIケーブルのステンレス皮膜上に、膜厚 $5\pm 1\mu\text{m}$ の高精度で均一な銅めっきを施すことが求められた。しかし、MIケーブルのような硬質線材に対して、この膜厚精度を満たすめっき技術は存在していなかった。

この課題に対し、QSTは帝国イオン株式会社(東大阪市)及び株式会社岡崎製作所(神戸市)と共同で開発を進め、MIケーブルを仕上げ形状(直径約1mの輪巻き状態)に近い螺旋状に成形した後、円筒状容器内で回転させながらめっき処理を行うことで、均一な銅めっきを施す技術を確認した。さらに、本技術に加え、ITERの設計の進展により部分的に膜を厚くし熱伝導を向上させ局所的な過剰な熱を逃す必要が生じ、任意の箇所に任意の厚さの高精度めっきを施す技術も初めて確立するとともに、めっき装置を組立式とすることで、遠隔地においても同精度の均一薄膜めっきを実施可能とした。本技術は核融合分野にと

どまらず、高精度めっきが求められる幅広い分野への波及が期待されており、日本特許第6893001号及び米国特許No.12410536を取得している。

今回の機械振興賞の受賞は、ITERにおける困難な技術課題を克服するために開発された本技術が、日本の機械産業技術の進歩・発展に大きく貢献するものであることが認められたものであり、併せてQSTと中小企業が連携して創出した産学連携の成果が高く評価されたものである。

6. ITER建設現場における組立作業・試験準備の着実な進展

前回の報告(ITERだより113号)に引き続き、2025年の秋以降もITERサイトでの組立・試験準備が着実に進展した。

2025年11月25日セクターモジュール(SM) #5(重量1,350t)のトカマクピットへの設置が完了し、着地時の隣接モジュールや周辺構造と干渉しないよう設置時のオフセットを約10 mmまで縮小したうえで、真空容器グラビティサポートに対する初回仮合わせに成功した。これはモジュールとグラビティサポートの合い面・合い角度の整合と現地手順の妥当性を確認した段階であり、最終固定・荷重移行はこの後段階的に進められた(図8)。本SM#5は、韓国製真空容器セクター、日本製及び欧州製トロイダル磁場(TF)コイル、サーマルシールドから成る複雑なトカマク本体サブセクターである。

続いて2026年1月28~29日にはSM#8がピット上に運搬された。作業は上部支持梁との隙間が最小0.4mmに逼迫する局面でも、精密位置計測に基づく誘導と手順の厳格化、事前ブリーフィングでの確認、12時間交代の二系統チーム、安全要員の独立監視と相互確認により、極小クリアランス下で確実な着地が達成された(図9)。据付後の本位置合わせでは、ラジアルシフト(最終位置から外側へ約140mm意図的に離して安全に着地し、その後段階的に内側へ戻す方法)を起点に、TIPI多軸油圧テーブル(TFコイルを左右・上下・前後に微動させる多自由度油圧ステージ)と真空容器上部の油圧ジャッキを併用し、最短5日で



図7 2026年2月20日に行われた授賞式の様子。

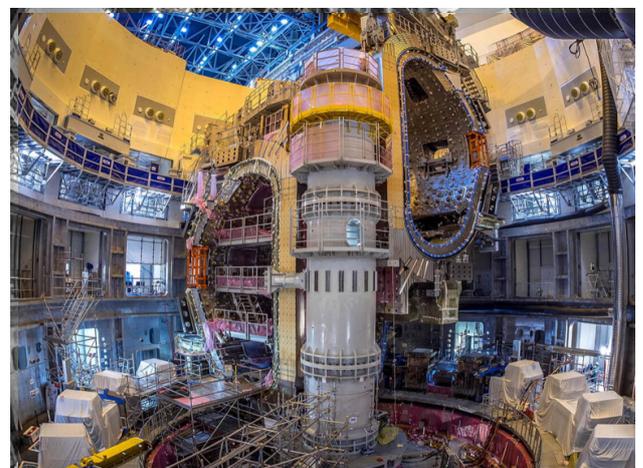


図8 セクターモジュール #5: 組み上がった SM#5をトカマクピット上に降ろしている様子(写真: ITER 機構供)。



図9 セクターモジュール#8の設置：最小0.4 mmの極小クリアランスに対応して位置計測と独立監視に基づく運用により設置された(写真：ITER 機構提供)。

設計基準位置に到達した。これにより9つのサブセクターモジュールのうち4体がトカマクピットに揃った。

SMの組立建屋からトカマク建屋への移送に先立ち、真空容器モジュールの組立に使用する巨大な治具SSAT(サブセクターモジュールアッセンブリツール)を約18か月ほぼ連続稼働させ、ダウンタイム最小化のため次工程部材(例：次セクター)を前倒してSSAT前に待機させる段取りに移行した。経験に基づく作業最適化(治具改良・手順短縮)を継続し、2026年半ばまでのモジュール完成に向け「止めない計画」で運用された。これらの最適化により、2026年は4体のSM設置を計画している。

MCTF(磁石極低温試験施設)では2025年12月にTF07を取めてクライオスタットを閉鎖し、2026年1月15日から68-70kA級電源の高電圧コミショニングを開始した。施設の本格運用は2月末～3月初めを見込む段階に入った。本装置を用いたTFコイル試験は対地絶縁(パッシェン条件)・接続抵抗・機械変形などの性能確認、ならびに冷却・給電・クエンチ保護を含む統合コミショニングにより、据付前リスクの低減と工程影響の最小化を図ることを主目的としている。今後4-5体の試験が計画され



図10 TF07がクライオスタット内(写真中央の真空容器)に据付られ、高電圧コミショニングが開始された。本格運転は2月末～3月初めを見込む段階に入った(写真：ITER 機構提供)。

ている(図10)。

このほか、超伝導磁石システムに極低温ヘリウム(冷却用)、電力、計測信号をクライオスタット外側から供給するフィーダー貫通部全62個のうち、最後の一つの据付が完了、トカマク装置を取り囲む厚さ3メートルの巨大なコンクリート壁であるバイOSHールドのトカマク冷却水システム貫通部の前倒し完了、一つ目のポートプラグ試験施設の主要部品がITERサイトに納入され、2026年中の上部ポートプラグ#4の試験開始の見通しなど、ITER本体を支える進展が相次いだ。

7. ASMEとJSME、トカマク型核融合発電施設の国際規格策定における協力協定を締結

ニューヨーク(2026年1月7日)ーアメリカ機械学会(ASME)は、日本機械学会(JSME)と、トカマク型核融合発電施設の建設に関する規格案を共同で策定するための協定を締結した。これは、核融合エネルギー技術の国際標準化に向けた重要な一歩である(図11)。

また、日本のQST、ANRIC Enterprises、及びASME ST-LLCの間で、トカマク規格草案の策定を支援するための別途の契約も締結された。ITERで豊富な経験を持つ日本の国立研究開発法人であるQSTは、超伝導磁石を含むトカマクの主要機器に関する研究開発を行っている。この研究開発の成果を、トカマク型核融合発電設備規格に組み込み、原型炉の設計・建設の指針とする計画である。この原型炉は、2030年代にトカマク炉からの発電を実証することを目指している。

ASMEの規格・エンジニアリングサービス担当シニアマネージングディレクターであるクリストファー・カントレル氏は、「この協力は、核融合エネルギーの発展に向けた世界的な取り組みにおける重要なマイルストーンである。日本の同僚と協力することで、世界中のトカマク核融合発電所の安全で信頼性が高く、標準化された建設の基盤を築いている。ASMEはこの機会を大変嬉しく思ってお



図11 ASME、JSME、QST、ANRIC Enterprisesのスタッフは、2025年11月にダラスで開催されたASMEボイラー・圧力容器規格週間に会合した。写真左から：デール・マッシューズ氏(ASMEボランティア、Framatome Inc.)、多田栄介氏(QST、JSME)、リチャード・バーンズ氏(ASMEボランティア、ANRIC Enterprises)、キャスリン・ハイナム氏(ASMEスタッフ)、中平昌隆氏(QST、JSME)、マイケル・マッケナ氏(ASMEスタッフ)。写真提供：米国機械学会(ASME)。

り、人類の利益のためにクリーンエネルギーの発展に貢献する規格や標準を策定するために、他の核融合技術開発者と協力することを歓迎する」と述べた。

これらの合意は、ASME、QST、及びJSMEの長年にわたる信頼関係を基盤としている。ASMEはJSMEから公開済み研究成果を背景とした規格案を受け取り、関係するASME規格委員会に提出する。目標は、ASME版とJSME版のトカマク規格の緊密な整合性を確保し、世界的な普及と実装を促進することである。

JSMEは、発電施設規格委員会内に、トカマク施設向けの新しい規格策定のための専門作業会を立ち上げた。この取り組みを支援するため、QSTはトカマク開発における豊富な経験に基づき、重要な研究知見と技術要件の草案を提供し、規格が実証済みの科学的根拠に基づいて構築されるよう活動する。

長年ASMEにボランティアとして参加しているリチャード・バーンズ氏が率いる専門エンジニアリングサービスプロバイダーであるANRIC Enterprisesは、アドバ

イザリーグループを率いて、草案の文言をレビュー・修正し、ASME組織との整合性を図るための変更や、追加調査を提案する。

このプロジェクトでは、2028年3月までにトカマク規格の初期草案を提出し、2035年末までに最終版を完成させる予定である。この規格は、現在最も研究され、支持されているトカマク設計に焦点を当てているが、その要素はステラレータやレーザー核融合炉など、他の核融合炉設計にも適用できる可能性がある。

この取り組みは、内閣府のBRIDGE (Bridging the gap between R&D and the IDEal society and Generating Economic and social value) プログラムのうち、核融合エネルギーの国際標準化により、支援されている。

参考：ASME | プレスリリース (Date Published: Jan 7, 2026)
ASME and JSME Announce Collaboration on Global Tokamak Fusion Power Plant Code

(量子科学技術研究開発機構 量子エネルギー分野)