

1. 第33回 ITER 理事会が開催

2023年11月16～17日に開催された第33回会合において、ピエトロ・バラバスキ ITER 機構長は、ITER 機構及び各極国内機関が、計画を成功に導き、よりクリーンで信頼性が高く、豊富なエネルギー源を普及させるための世界的な取組において中心的な地位を強化するために行ってきた努力を反映し、ITER 計画の進捗状況について報告した(図1)。理事会参加各極は、ITER のミッションの価値を再度強調し、ITER の成功を促進するための解決策を見出すために協力することを決議した。また理事会は、2023年10月23日に JT-60SA で初プラズマを達成した欧州と日本の幅広いアプローチ活動による協力に対し、祝意を表した。

ITER 理事会では、以下についての報告・議論が行われた。

- **計画の進捗状況**：理事会は、製造、組立、据付の進捗状況に加え、主要機器である、真空容器 (VV) の開先接合部と熱遮へい板 (TS) の冷却パイプの修理状況に留意した。最後のポロイダル磁場コイルの製造は最終段階である。日本からの最後のトロイダル磁場 (TF) コイルが搬入され、ヨーロッパからの最後の TF コイルは出荷中である。中心ソレノイドの最初の2つのモジュールが積み重ねられ、位置調整を行う一方、3つ目のモジュールが ITER に到着した。トカマクピットではマグネットの給電線の設置が始まった。複数の支援システムが試運転を完了、または試運転中である。
- **ASN との対話の進展**：理事会は、機構長とフランスの原子力安全当局である Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) との継続的な対話により、ITER の人類初となる規制要求に対処する戦略が形成されていることに、

謝意を込めて留意した。理事会は機構長に対し、この建設的な対話を継続するよう促した。

- **ベースラインの更新**：ITER 機構と各極国内機関は、最適化された信頼性の高いコストとスケジュールに基づくベースライン策定に向けて協力を進めている。この更新には、新型コロナウイルス感染症のパンデミックと、世界初の機器 (真空容器セクターなど) の製作完了という技術的挑戦により発生した過去の遅延からの回復に加え、将来のリスクを相殺するための機器 (例えば TF コイル) の試験強化などが含まれる。重要な点は、ITER の核融合運転開始に向けた最短経路を達成するために、より良い組立工程を得ることである。理事会はこれらの継続的な取組に留意し、機構長に対し、2024年の ITER 加盟極による検証に向け、ベースライン更新の提案への準備を、引き続き迅速に進めるよう要請した。
- **ITER 加盟極の支持**：理事会参加各極は、ITER のミッションの価値を再度強調し、ITER の成功を促進するための解決策を見出すために協力することを決議した。また、多様性、公平性、包摂性の原則を、採用活動、職場文化、次世代の核融合人材の育成に統合するという ITER のコミットメントへの支持も表明した。理事会は、ITER 計画が直面する継続的な課題に留意し、全ての参加極が計画の成功を支援するため、現物及び現金貢献を継続的に履行していることに感謝の意を表明した。

2. ITER Award 2023 受賞—トロイダル磁場 (TF) コイルの機器調達への貢献—

2023年12月4日、ピエトロ・バラバスキ ITER 機構長



図1 第33回ITER理事会 (写真提供：ITER機構)。



図2 ITER Award 2023授賞式 (写真提供: ITER機構)。



図3 ITER Award の授賞盾。

より、欧州と共同で、量子科学技術研究開発機構(以下、量研)、三菱重工業(株)、三菱電機(株)、東芝エネルギーシステムズ(株)など多くの研究機関、企業の研究者、技術者から構成されるITER TFコイルプロジェクトチームが「トロイダル磁場(TF)コイルの機器調達への貢献」でITER Award 2023を受賞した(図2, 3)。本賞は、ITER計画に多大な貢献をしたチームを褒賞するもので、ITER機構及び各極職員によって投票により選出される。

TFコイルは、高さ16.5m×幅9.2mの310トンの巨大な超伝導コイルであるにもかかわらず、高性能なプラズマを閉じ込めるために、電流中心の精度として、数mmが要求され、高性能なNb₃Sn超伝導導体の開発、6万トンを超える巨大な電磁力を支える構造物の開発、耐放射線性電気絶縁技術の開発など数多くの技術的な困難を乗り越えて、達成したものである。

2023年、全てのTFコイルの製作を完遂し、TFコイルを製作するための調達取決めを締結してから、15年間を経て、全てのTFコイルがITER建設サイトに搬入された。これは、日本の技術力を結集し、徹底した品質管理に加えて、関係者の情熱と継続的な努力によって、無理とも言われた厳しい要求を達成して、完遂したものである。



図4 夜間に陸上輸送されるTFコイル最終号機(TF19)。



図5 ITER機構へのTFコイル最終号機(TF19)の引渡し。

3. TFコイル最終号機(TF19)がITER建設サイトに到着

既報のとおり、日本が調達責任を有するITER向け9機のトロイダル磁場(TF)コイルのうち、最終号機であるTF19は本年8月23日に三菱重工業(株)の二見工場から出荷された。その後、9月4日に神戸港からフランスまでの本船に積み込まれ、マラッカ海峡、インド洋、スエズ運河、地中海などを通る約1か月の旅路を経て10月11日に南仏のFos-sur-Mer港で陸揚げされた。11月1日に港から陸送を開始するBerreまでバージュで輸送した後、11月6日から10日にかけて5日間でITER建設サイトまで夜間に陸上輸送された(図4)。

11月10日にITER機構担当者と量研の担当者により、輸送後の外観、加速度、湿度等の確認をして、受入時のチェック後に量研からITER機構にTFコイル最終号機(TF19)を引き渡した(図5)。これにより、TFコイルの調達取決めが署名された2008年から15年間に及ぶ全ての作業が完了することとなり、ITER TFコイルの製作を完遂した。

4. ITER機構インターンシップとモナコポストドクフェローの公募

ITER機構では、ITER参加国からインターンシップとポストドクフェローを公募している。これまでに、日本か

らは約 20 名の学生がインターンシッププログラムに、2 名の研究者がポストドクプログラムに参加している。

〈ITER 機構インターンシッププログラム〉

2024 年の ITER 機構のインターンシッププログラムは、2024 年 2 月 1 日から 1 ヶ月間が公募期間で、約 70～75 のテーマで公募される予定。様々な研究分野の大学・大学院で教育を受けている学生が、国際的な科学技術と多様な文化の環境の中で実践的な仕事を通し、今までの教育経験で得た知識を活用した研究の機会を提供する。インターンシップの対象者は、学部、修士課程、博士課程の学生で、広く募集されており、対象分野は理工系および事務系にまたがる。手当の支給や旅費のサポートも提供される。応募者は最大 5 つのトピックに応募できる。英語でのコミュニケーションが必須だが、フランス語の能力は不要。

〈モナコ/ITER ポストドクフェローシップ〉

ITER 機構では、2 年に一度、モナコ/ITER ポストドクフェローシップが公募している。このプログラムは、ITER の枠組み内で核融合科学技術の研究成果を上げることを目的としている。募集は 2024 年 1 月 16 日～2 月 29 日に、書類合格者に対する面接は 2024 年 4 月に行われ、着任は 9 月から 12 月の間で、任期は 2 年。なお、ITER ポストドク研究員制度もあり、合計 10 名程度の公募が、不定期に行われている。

〈量研による応募支援〉

これらのプログラムは、国際的な研究環境での経験を得ることで、将来の研究者や技術者として貴重な経験となる。量研では情報提供や応募支援、採用後には現地での生活の支援を行っているので、応募前にお問い合わせいただきたい。

ITER 公募案内 <https://www.fusion.qst.go.jp/ITER/staff/jobs.html>

5. 第 40 回プラズマ・核融合学会年会への出展

2023 年 11 月 27 日～11 月 30 日に、岩手県盛岡市で開催された第 40 回プラズマ・核融合学会年会において、企業展示の出展及び企業ショートセミナーにて講演を行った。

企業展示では ITER 計画の進捗状況、ITER 機構職員・インターンシップ・ポストドクの公募に関する紹介を行った(図 6)。ブースにはインターンシップに興味のある学生など約 80 名がお越しになり、インターンシップの応募



図 6 第 40 回プラズマ・核融合学会年会 展示ブース様子。

に向けて熱心に質問をする学生もいらっしやった。また、以前インターンシップに参加された学生や大学の先生方と意見交換も行った。

企業ショートセミナーでは、昨年に続き今回も機会をいただき、インターンシップの公募情報をメインに講演した。インターンシップの概要やこれまでの実績、2024 年の公募開始時期などを説明し、ITER 機構でインターンシップが実施されていることを広く周知することができた。セミナーの最後には、現地の生活状況など実際に参加を想定した質問があり、インターンシップへの関心の高さがうかがえた。今回インターンシップに興味・関心をお持ちになった方は、応募をぜひご検討いただきたい。

ITER 日本国内機関では多くの日本人が ITER 計画にご参加いただけるよう広報活動ならびに応募者への支援を行っていく。

(量子科学技術研究開発機構 量子エネルギー部門)

1. ITER/BA 成果報告会 2023

ITER/BA成果報告会2023「フュージョンエネルギーが拓く持続可能な未来」が、核融合エネルギーフォーラムの主催により、量子科学技術研究開発機構（量研）及び自然科学研究機構核融合科学研究所の共催、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、文部科学省及び外務省の後援のもと、東京都千代田区内幸町のイイノホールを会場として、2024年1月15日に開催された（図1）。ここでは、ITER計画とBA活動に関して、来賓挨拶、基調報告、特別講演及び技術報告、並びにパネル展示などをとおして、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が紹介された。

佐和隆光核融合エネルギーフォーラム議長による開会の辞に続き、今枝宗一郎文部科学省文部科学副大臣、森英介自由民主党核融合エネルギー推進議員連盟会長、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会委員長、見學信一郎経済同友会エネルギー委員会委員長により、来賓挨拶が述べられた。

基調報告では、ITER機構のピエトロ・バラバスキ機構長及び鎌田裕副機構長による「ITERの建設状況」（ライブ中継）、馬場大輔文部科学省研究開発局研究開発戦略官（核融合・原子力国際協力担当）による「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略について」、東島智量研那珂研究所副所長による「ITER計画及びJT-60SA統合試験運転の進展」、林巧量研六ヶ所研究所副所長による「BA活動の進展と原型炉に向けた核融合技術の社会実装」について、それぞれ報告が行われた。

特別講演では、國中均宇宙航空研究開発機構（JAXA）理事・宇宙科学研究所長による「はやぶさ／はやぶさ2小惑星探査～イオンエンジンによる宇宙航行の実現～」と題する話題が提供された。

技術報告では、平井正明株式会社有沢製作所イノベーション推進本部成形材料開発部技術主査、羽田賢輔京セラSOC株式会社第二技術部エキスパート、本多秀隆株

式会社クリハラントコンストラクション本部プラント事業部大阪プラント部JT-60SAプロジェクトグループリーダー、遠山喜克昌立工業株式会社代表取締役、渡邊亮栄DOWAエコシステム株式会社環境技術研究所長、廣瀬清慈古河電気工業株式会社研究開発本部超伝導製品部部長により、それぞれ報告が行われた。

最後に、江尻晶 ITER/BA 成果報告会・全体会合組織委員会委員長により、閉会挨拶が行われた。

パネル展示では、以下の24社より展示が行われるとともに、ITER計画及び幅広いアプローチ活動について量研より展示が行われた。株式会社アライドマテリアル、株式会社WELCON、株式会社化研、木村化工機株式会社、キヤノン電子管デバイス株式会社、京都フュージョンアリング株式会社、金属技研株式会社、サエス・ゲッターズ・エス・ピー・エー、ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー株式会社、助川電気工業株式会社、田中貴金属工業株式会社、帝国イオン株式会社、東芝エネルギーシステムズ株式会社、東洋炭素株式会社、日揮グローバル株式会社、日本ガイシ株式会社、日本電信電話株式会社、株式会社日立製作所、株式会社 Helical Fusion、宝栄工業株式会社、マイクロ波化学株式会社、三菱重工業株式会社、三菱電機株式会社、大和合金株式会社（五十音順）

会場では380名の来場者を得るとともに、日本語及び英語の2チャンネルで実施されたYouTubeライブ配信ではあわせて約670回の視聴があり、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、理解増進が行われた。

なお、下記に示すとおり、YouTubeライブ配信の動画はアーカイブとして継続して視聴できるので、ぜひご覧いただきたい。

＜アーカイブ動画＞

日本語チャンネル：

<https://www.youtube.com/watch?v=2UX7iOidjp8>

英語チャンネル：

<https://www.youtube.com/watch?v=eSJ7QyTuFJl>

2. ITER 計画紹介マンガ Vol.6 の発行

量研はITER日本国内機関として、核融合やITER計画について、科学や工学に関する専門知識の有無に関係なく、幅広い年代の方々に知ってもらいたいという思いから、ITER計画紹介マンガ“地上につくる小さな太陽「ITER（イーター）」”Vol.1（出会い編）、Vol.2（インターシッピング編）、Vol.3（ものづくり・出港編）、Vol.4（旅立ち編）、Vol.5（ものづくり・日本の調達機器 ジャイロトロン）を制作している。

2024年1月、待望のVol.6～ものづくり・日本の調達機器 ダイバータ～（日本語版）を発行した（図2）。今回のストーリーは、学生時代にソレイユと知り合いITER



図1 ITER機構からのライブ中継の様子。ピエトロ・バラバスキ機構長（中央）、鎌田裕副機構長（右）、大前敬祥首席戦略官（左）。

に魅了された主人公 太陽が量研の事務職員となり, 新入職員研修の見学ツアーに参加し, 那珂研究所で研究開発が行われている ITER の装置について学んでいく. 前号 Vol.5 では, ITER のプラズマを加熱する装置「ジャイロトロン」について学んだ. 今回は, プラズマ状態の維持に必要な不可欠な装置「ダイバータ」の研究開発施設を見学する.

ITER Japan Web サイトにて Vol.1 ~ 3, 5 の日本語版・英語版・フランス語版・プロヴァンス語版, Vol.4, 6 の日本語版を公開している. 今後は Vol.6 英語版の公開も予定しているので, ぜひご覧いただきたい.

(ITER 計画紹介マンガ: http://www.fusion.qst.go.jp/ITER/comic/page1_1.html)

(量子科学技術研究開発機構 量子エネルギー部門)

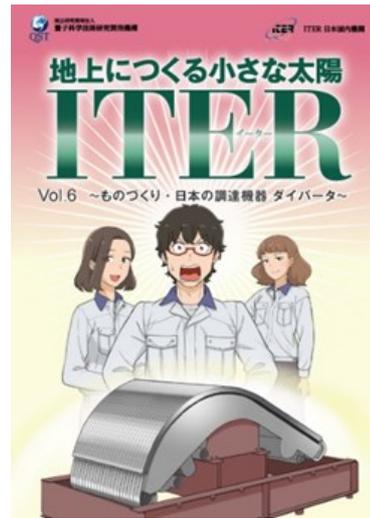


図 2 ITER 計画紹介マンガ Vol.6 (日本語版).

1. ITER ブランケット遠隔保守システムのための配管溶接ツール及び複合ケーブル送給制御技術の開発

2023年12月14日～16日に新潟県にて開催された第24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(SI2023)において、ITERプロジェクト部遠隔保守機器開発グループはITERブランケット遠隔保守システムの構成要素の一部である配管溶接ツール及び複合ケーブル送給制御技術の開発の2分野において優秀講演賞を受賞した。

ITERが将来、核融合反応を達成すると、真空容器内部は発生する中性子により高い放射線環境になるため、人が中に入って作業することができなくなる。人の代わりに、巨大なロボットアームである大型マニピレータなどの装置が真空容器内のブランケット(第一壁及び遮蔽ブロックから構成)の保守交換作業を遠隔操作にて行うことになる(図1)。今回受賞したどちらの技術も、この遠隔装置の運転を支える重要な技術である。

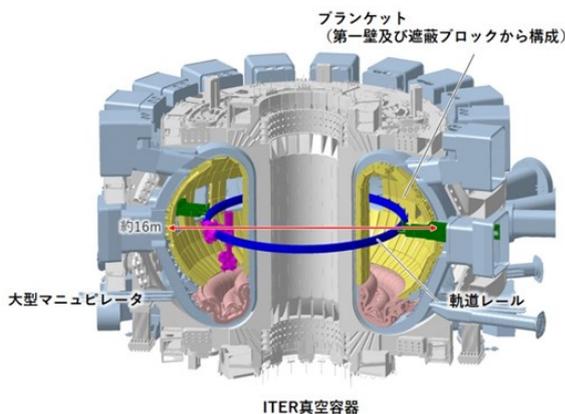


図1 ITER ブランケット遠隔保守システムの概要。

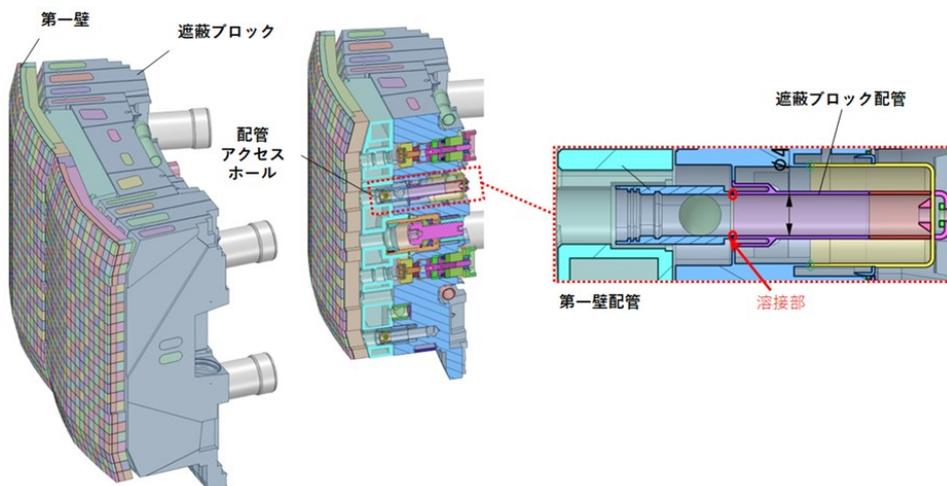


図2 ブランケットモジュール構造。

配管溶接ツールは、真空容器内のブランケットの保守交換の際、第一壁と遮蔽ブロックの間を通る冷却水用配管の溶接に使用する。本ツールを用いて、ブランケット内(図2)の奥まった狭い部分に配置された冷却水用配管同士を精度よく位置合わせし、配管全周を均等に溶接することで、核融合反応時の高熱、衝撃や冷却水通過時の水圧を受けても破損や漏水しない溶接強度が確保できる。一連の開発では、試作機にてこれら配管の位置合わせや溶接技術の有効性を確認するとともに、溶接品質に影響を及ぼすパラメータを明確にした。

一方、複合ケーブルは、真空容器内の大型マニピレータに外部から電源を供給し、遠隔操作の信号を伝達する役割を担う。このため、約600芯からなる直径75mmの大径複合ケーブルは滞りなく送給される必要がある。一連の開発では、実機相当の模擬試験装置を製作し(図3)、ケーブル送給手順を調整した上で、システム全体を通じたケーブル張力の軽減により断線や乱巻を防止し、スムーズな送給を実現した。

遠隔保守機器開発グループは今後、配管溶接ツールの更なる開発に加え、配管切断ツール等、その他の遠隔保守ツールの開発を進める。一方、ケーブル送給制御技術については自動化に取り組み、操作労力軽減と作業効率向上を図る。これらを通じてブランケット遠隔保守システムを円滑に調達し、ITERプロジェクトへの貢献を目指す。

2. ITER ダイバータ垂直ターゲット受熱部プロトタイプがITER機構による認証試験に合格し、実機製作を開始

量子科学技術研究開発機構(以下、量研)は、日本が調達責任を有するITER向けのダイバータ外側垂直ターゲット(以下、OVT)の実規模大プロトタイプ及び実機の製作を進めている。この度、三菱重工業(株)とともに

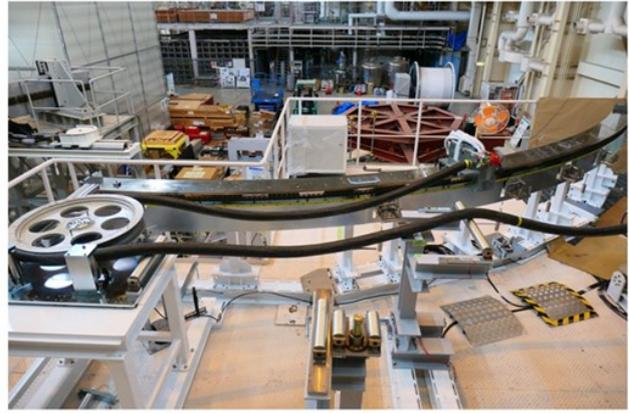
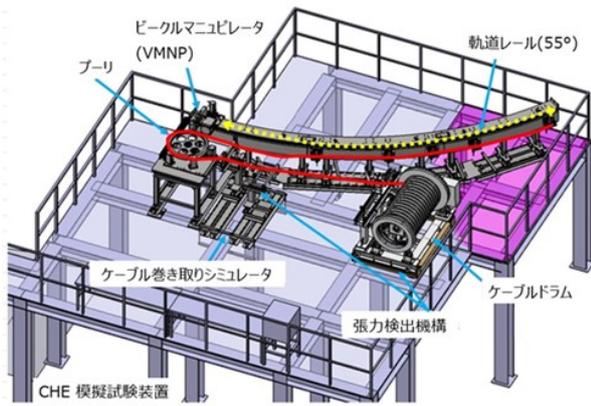


図3 実機相当の複合ケーブル送給制御の模擬試験装置.

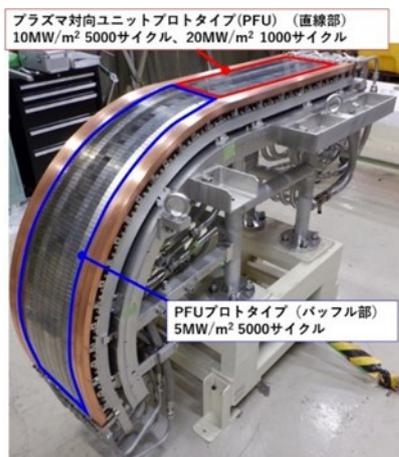


図4 高熱負荷試験用PFUプロトタイプの外観.



図5 ITER機構による国外での高熱負荷試験装置へのセッティングの様子.

製作したITERダイバータの受熱部であるプラズマ対向ユニット(以下、PFU)プロトタイプがITER機構による繰り返し高熱負荷試験に2023年6月に合格し、PFU実機の製作を開始した。

本試験は実機と同じ材料、製造・検査工程で製作したPFUプロトタイプに対して高熱負荷試験を実施し、ITERダイバータ条件と同等の繰り返し熱負荷に対する異材接合や冷却管の耐久性等、除熱性能を実証するITER機構によるPFU製作に対する最終認証試験の位置付けである。

PFU1本当たり140枚のタングステン・ブロックと冷却管の異材間接合技術開発やタングステン間ギャップ要求公差の達成等の様々な問題解決の末、量研は三菱重工とともに2020年2月から3年かけてPFUプロトタイプ8本を製作した(図4)。

高熱負荷試験はITER機構が委託した国外の高熱負荷試験装置において行われ(図5)、ITERダイバータの運転条件に合わせて、最も熱負荷が厳しい部分である直線(ターゲット)部に対して、10 MW/m²を5000サイクル及び20 MW/m²を300サイクル照射する。また、湾曲(バップル)部に対して、5 MW/m²を5000サイクル照射する。さらに、接合部や冷却管の耐久性が十分であることを確認するために、直線部に対して20 MW/m²を700サイク



図6 PFU直線部における高熱負荷試験10 MW/m² 5000 サイクル及び20 MW/m² 300 サイクル後の写真.

ル追加し、合計で1000サイクル照射した。本試験の結果、PFUプロトタイプにおいて、冷却管からの水漏れや徐熱性能の劣化が生じなかった(図6)として、ITER機構からPFU製作認証に関して合格と判定された[1]。

本PFUプロトタイプ及び実規模大OVTプロトタイプ[2]の製作で得た経験や知見を生かし、量研と三菱重工はITERダイバータ外側垂直ターゲット実機製作の製作工程

を確立し、PFU 実機製作を開始した。

- [1] 関 洋治, 「特集 核融合実験炉 ITER 建設最前線: ダイバータの開発と調達の現状」, 日本機械学会誌 2024/3 Vol.127 (<https://www.jsme.or.jp/kaisi/1264-26/>).
- [2] ITER だより 100 号, 「最終受入試験を迎えた ITER ダイバータ垂直ターゲット (OVT) プロトタイプ」.

3. 第 30 回 ITER 企業説明会を開催

2024年3月5日に第30回ITER企業説明会をオンラインで開催した(図7)。本説明会は核融合研究の動向, ITER 調達機器の概要や今後の調達予定を紹介し, 産業界の皆様に参加を検討していただくために年1度開催している。今回は, 例年ご講演いただいている文部科学省に加え, ITER 機構, JT-60SA, 核融合原型炉の各担当者にもご講演いただいた。

まず, 犬塚恵美内閣府科学技術・イノベーション推進事務局参事官(統合戦略担当)付主査(核融合担当) / 文部科学省研究開発局研究開発戦略官(核融合・原子力国際協力担当)付係長から, フュージョンエネルギー・イノベーション戦略~我が国における核融合研究開発の展望~と題してご講演いただいた。フュージョンエネルギーの早期実現を目指した今後の方針として, ITER や JT-60SA の研究開発で培った技術や育成された人材, 国際連携を最大限に活用し, 原型炉に必要な基盤整備を進めていくと述べられた。また, 令和6年度中に設立を目指している核融合産業協議会とも連携し, 固有の安全性等を踏まえた安全確保の基本的な考え方の策定や関連産業の発展に向けて取り組みを加速させていくと説明された。

続いて, 量研 杉本 ITER 日本国内機関長は, 日本が分担する調達機器の進捗・主な成果, ITER 機構の調達活動に関する量研の支援内容などを説明した。さらに, 量研からダイバータ, 中性粒子入射加熱装置, 計測機器, テストブランケットモジュール, トリチウム除去系, JT-60SA, 核融合原型炉の各担当者が今後の調達及び研究活動を説明した。このほか, ITER 建設サイト内



図7 第30回ITER企業説明会開催の様子。

に設置しているリエゾンオフィスからもITERの建設状況を紹介した。

また, ITER 機構の調達担当者は, 調達プロセス並びに2024年の調達予定案件を紹介され, ITER 機構の調達にもぜひ参加をご検討いただきたいと述べられた。

今回のITER企業説明会は, ITER の調達機器の説明だけでなく, JT-60SA, 核融合原型炉の研究開発, ITER 機構による調達に関する説明を行ったことで, 多くの方にご参加いただいた。引き続き核融合研究及びITERの建設に対して, 産業界の皆様からご理解・ご支援が得られるよう量研では参画推進活動を実施していく。

4. 東芝未来科学館イベント『科学実験工房』でのアウトリーチ活動

2024年3月30日, 日本が調達責任を有するTFコイル製作を始め, ブランケット遠隔保守装置の開発や中性子計測システムの開発に参画をしている株式会社東芝が運営する東芝未来科学館(川崎市)にて, 小学生(3年生~6年生)を対象にITER計画及び核融合に関するアウトリーチ活動を行った(図8, 9)。

今回は, 核融合エネルギーの原理やITERプロジェクトの紹介, 将来核融合発電で電力を供給するために研究開発を進めていることを説明した後, ITERに使われている技術に関連した2つの実験工作を行った。

核融合炉にも必要不可欠な磁石の力を実際に体験し



図8 東芝未来科学館でのイベント「核融合でエネルギーを作り出すイーターを学ぼう!」の様子。



図9 磁石の力を利用した実験。

てもらうためにモーターの仕組みを学ぶ工作を行い、コイルが作る「磁界」やITERでは磁界でプラズマを閉じ込めることなどを学んでもらった(図8)。次に、偏光板を使った実験工作を行い、身の回りにある光の性質を体験し、この性質を利用して核融合のプラズマを計測する機器を開発していることなどを学んでもらった。

イベントには児童37名、保護者30名、計67名の参加があり、質疑応答の時間では、ITERは現在何%が完成していて、いつ頃完成するのか等ITERに関する質問だけではなく、核融合反応に興味を持った参加児童から太陽に関する質問やイベント終了後にも質問をする児童の姿も見られ、核融合エネルギーへの関心の高さを感じることができた。

今回の説明会では、小学生のみなさんに科学のおもしろさや奥深さを感じていただき、さらには核融合研究にも興味を持っていただけるイベントとなった。核融合エネルギーの実現には、将来研究を担ってくれる若い世代の人材が必要となるため、研究者を目指すきっかけや核融合研究の未来につながるような広報活動を続けていきたい。

5. ITER 機構 鎌田副機構長執筆の核融合特集記事の紹介

ITER 機構 鎌田副機構長監修(執筆 福田伊佐央氏)の核融合特集記事が、月刊科学雑誌 Newton2024年4月号の第2特集「実用化への段階を確実に進む 核融合アップデート」と題し10ページにわたり掲載された(図10)。那珂フュージョン科学技術研究所の核融合実験装置JT-60SA、日本が調達を担当するITER装置の部品(ジャイロトロン、中心ソレノイド、トロイダル磁場コイル)、

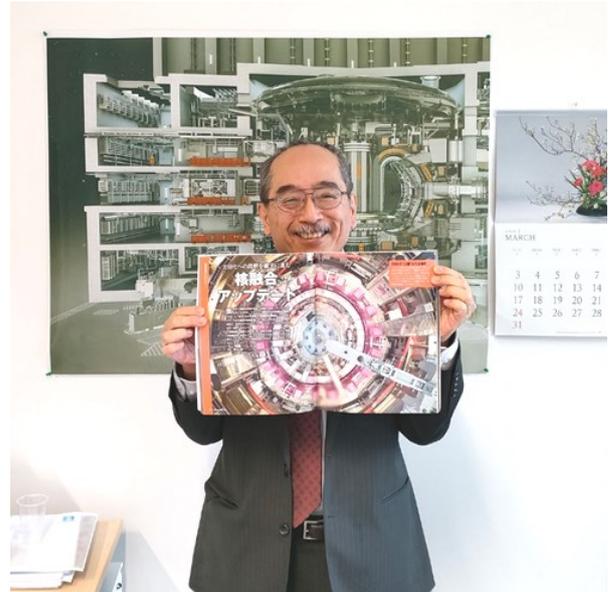


図10 記事を監修したITER機構 鎌田副機構長。

核融合実験炉ITERの建設の進捗状況、日本や世界の核融合研究の歩み、核融合発電の実用化を見据えた動きについて説明されている。核融合エネルギーについて興味がある方はぜひご一読いただきたい。

科学雑誌 Newton 2024年4月号(バックナンバー)

https://www.newtonpress.co.jp/newton/back/bk_2024/bk_202404.html

(量子科学技術研究開発機構 量子エネルギー分野)



図3 ジャイロトロン架台の据え付け準備作業。

3. ITER日本国内機関（JADA）長の交代

2024年5月1日付で、杉本誠 前JADA長の後任として、量研のフュージョンエネルギー推進戦略室の松本太郎が新JADA長に任命された(図4)。杉本誠は那珂フュージョン科学技術研究所副所長として引き続き ITER 計画に貢献する。

JADAは、これまで杉本誠 前JADA長のリーダーシップの下、調達責任を有するTFコイル全9基のITER機構への搬入を昨年完了し、そしてジャイロトロン全8基の性能試験を完了して順次ITER機構への搬入を行っているなど物納貢献を着実に進めてきた。今後は、中性粒子入射加熱装置、ブランケット遠隔保守機器、ダイバータ外側垂直ターゲット、トリチウム除去装置、各種計測装置などの調達活動が佳境を迎える。

今後は、上記の物納貢献に加えて、短期的にはITER機構の組立・据付活動、中長期的には運転・実験活動に参画し、日本のテストブランケットモジュール(TBM)も時宜を得て据付・実験を行い、それらの知見を国内の将来計画に反映させる必要がある。

さらに、現在ITER機構が各国内機関と協力して事業ベースラインの更新を行っているが、今後それと整合するように、そして昨年制定された政府のフュージョンエネルギー・イノベーション戦略に基づいて、日本のフュー



図4 新旧のJADA長(左:松本太郎 新JADA長, 右:杉本誠 前JADA長)。

ジョンエネルギーロードマップを更新していく必要がある。

上述の目標を達成するためには、J-Fusionを始めとした日本の産業界の皆様と協力し、そして国内の大学及び研究機関の皆様のご指導、ご鞭撻を仰ぎつつ、我が国の戦略の下、ITER計画及び日本の国内計画等を同時並行的に進めて行く必要があると考える。

4. ITER機構邦人職員の声: ITER機構 井口将秀

2024年4月に、ITER機構 真空容器サーマルシールドおよびクライオスタットプロジェクトにメカニカルエンジニアとして着任した立場から、ITER着任の経緯と業務を紹介する。

2010年に量子科学技術研究開発機構(以下、量研)の前身の日本原子力研究開発機構に入所し、以来、ITERトロイダル磁場(TF)コイル構造物(TFCS)の製作技術開発・製作プロジェクトやTFコイル・構造物の輸送プロジェクトに従事してきた。また、2021年から2年間、文部科学省へ派遣され、日本及び世界のフュージョンエネルギー研究開発に関する実情を知る機会を得た。このような経験を踏まえ、フュージョンエネルギー実用化に向けて以下のように貢献していくべきと考えた。

- 1: TFCSに関する経験を真空容器サーマルシールド(VVTS)補修・再製作に活かすこと。
- 2: ITERでトカマク装置の組立・据付に従事することで、フュージョンエネルギー実用化における重要なマイルストーンであるITERプロジェクトの推進に貢献すること。
- 3: 将来的にはこれらの経験を日本の原型炉開発に活用すること。

VVTSを扱うセクションから公募されていたITERプロジェクトアソシエイト(IPA)に応募し、2023年の11月からIPAとしてITER機構での勤務を開始した。その後、ITER機構職員として現在のポジションに応募し、無事合格することができた。

現在の主な職務内容は次の通り。

- 1: 応力腐食割れを原因とするVVTS(図5)の補修プロジェクト(図6)の一員としてのプロジェクト推進業務

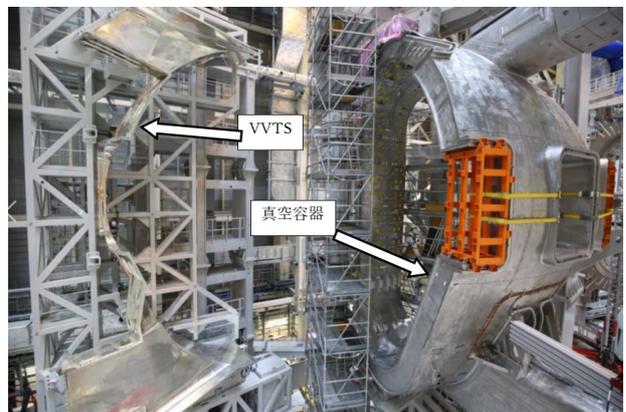


図5 組立中のVVTS(写真左側がVVTSの一部。右側は真空容器)(ITER機構提供)。



図6 補修作業メーカー（インド）への VVTS 引渡し前外観検査，左側が著者（ITER 機構提供）。

2：補修・再製作後のサーマルシールドの組立・据付に関する検討業務

VVTS補修プロジェクトでは、これまでの経験を活かし、技術図書のレビュー、計測結果等の評価、工程管理、補修作業メーカー（インド）への品質管理・技術指導を担当している。インドへの出張では、慣れない環境で体調を崩して体重を4kg減らしたが、現場との直接のコミュニケーションの重要性を改めて実感した（図7）。また、サーマルシールドの組立・据付作業検討では、作業を行う企業に提供する技術図書作成の取りまとめを担当し、技術的に成熟した図書を作成できるように関係者と議論を重ねつつ、期限通りに完成させるよう心掛けている。

ITER機構での業務は始まったばかりだが、フュージョンエネルギー実現に向けて少しでも貢献できるよう日々努力を続けていく所存である。



図7 インドの工場から初めて出荷される補修完了後の VVTS パネル（ITER 機構提供）。

（量子科学技術研究開発機構 量子エネルギー分野）



1. 第34回ITER理事会が開催

2024年6月19-20日に開催された第34回理事会(図1)において、ピエトロ・バラバスキITER機構長は、ITER機構(IO)及び国内機関(DA)がITER計画を成功に導き、よりクリーンで信頼性が高く、豊富なエネルギー源を普及させる世界的な取組の中で中心的な地位を強化するためにやってきた努力を反映し、ITER計画の進捗状況について報告した。

理事会は、ITERが追求する核融合運転は、世界的な核融合研究開発及びITER加盟各極の国家核融合プログラムにとって、引き続き強い意義があることを再確認した。

ITER理事会では、以下についての報告・議論が行われた。

- ベースラインの更新：2022年、バラバスキ機構長は、各国内機関の支援と理事会の監督の下、計画の改革プログラムを開始した。改革には、プロジェクト管理の合理化、品質管理への一層の注目、報告の強化などが含まれた。さらに、新型コロナウイルス感染症のパンデミックや多くの機器が世界初であることに伴う技術的課題に起因する遅延のため、ベースラインを更新する必要性にも対処した。今回の会合で、ITER機構は、国内機関の支援を得て、理事会で検討するためにベースラインの更新案を提出した。
- 提案された新しいベースラインは、実質的な研究運転をできるだけ早く開始することを優先している。これは、トカマクの組立段階を統合し、組立前試験を強化し、装置の組立及び試験運転のリスクを低減することによって達成される。この組立段階を通じ、ITER計画は、世界的な核融合イノベーションプログラムに関連して必須となる技術的マイルストーンを通じて継続的に進展する。提案されたベースラインは、この新しいアプローチによるコスト増とスケ

ジュールへの影響を含め、更に評価・検証され、その勧告は、ITER理事会で検討されるために共有される予定である。

- 計画の進捗：理事会は、製造、組立、据付の進捗状況に加え、主要機器である真空容器(VV)と熱遮へい板(TS)の修理の進展に留意した。7月1日には、長年ITER機器の中で最も技術的に難しいとされてきたトロイダル磁場(TF)コイルの製造が全て完了したことを祝う式典が予定されている。また、全てのポロイダル磁場(PF)コイルの製造も完了した。これらは、ITER計画が組立段階で達成する重要なマイルストーンの一例である。最初の3つの中心ソレノイド・モジュールを積み上げ、位置合わせを行っている一方で、4つ目の中心ソレノイド・モジュールがITERに到着した。トカマクピットではマグネットフィーダーの設置が進行中である。複数の支援システムが試運転を完了するか、試運転の過程にある。
- 民間部門への関与：民間の核融合イニシアチブとの関与を求める、2023年11月のITER理事会の要請を受けて、5月にワークショップが開催された。このワークショップには、世界の核融合スタートアップ、サプライヤー企業、研究機関、国立研究所、大学、NGO、政府機関から積極的な参加があった。300人を超える出席者は、民間部門の核融合研究開発を補完するものとして、ITERのミッションと研究活動の重要性を再確認した。理事会は民間部門への関与を歓迎し、加盟極に対して、自国の機関(例。政府機関、研究機関、民間核融合関連企業)が関連する世界的な核融合への取組を引き続き支援することを奨励するよう要請した。
- 新しい幹部チームのメンバー：理事会は、機構長の推薦を踏まえ、デリア・ロックリッジ氏をエンジニアリング・サービス部門長に任命した。理事会はまた、機構長がエンジニアリング・サービス部門の組織を改善し、2025年の完全マトリックス化組織の発足に備えるため、国内機関の支援を受けながら継続的に取り組んでいることにも留意した。
- ITER加盟極の支持：理事会加盟各極は、ITERのミッションの価値を改めて強調し、ITERの成功を促進するための解決策を見出すために協力することを決議した。また、多様性・公平性・包摂性の原則を、採用活動、職場文化、次世代核融合人材の育成に統合するというITERのコミットメントへの支持も表明した。理事会は、ITER計画が直面する継続的な課題に留意し、全ての加盟極が計画の成功を支援するため、現物及び現金貢献を継続的に履行していることに感謝の意を表明した。



図1 第34回ITER理事会(写真提供:ITER機構)。

2. ITERダイバータ垂直ターゲット受熱部PFUの実機製作が開始

量子科学技術研究開発機構（以下、量研）は、日本が調達責任を有するITER向けのダイバータ外側垂直ターゲット（以下、OVT）実規模大プロトタイプ及び実機の製作を進めている。昨年、「外側垂直ターゲットの高熱負荷試験体」が、ITER機構による認証試験に合格し[1]、今回、三菱重工業（株）とともに製作したOVT実規模プロトタイプを完成させ、ITER機構へ無事、納入した。

ダイバータは、トカマク型装置の中で唯一プラズマを直接受け止める機器であり、プラズマからの熱負荷や粒子負荷などにさらされる厳しい環境下で使用される。ダイバータの熱負荷は、最大で20 MW/m²に達し、これは、小惑星探査機が大気圏突入の際に受ける表面熱負荷に匹敵するとともに、ダイバータは繰り返しこの高熱負荷を受け、耐久する必要がある。このため、表面材料には高融点であるものの難削材であるタンゲステンを使用し、冷却管には高熱伝導で高機械強度の銅合金管を使用するなどの特殊な材料が必要とされ、その構造体は非常に複雑な形状をしていることから、高精度の製作・加工技術が求められる。量研はITER計画当初からこれらダイバータ用材料や異種材料接合に関する研究開発に注力し、OVT実機製作においてもこれらの材料を自身で調達、品質管理を行っている。三菱重工は卓越した製造能力を活かして、ITERの炉内機器の中で最も製造が困難とされるダイバータの構成要素であるOVTプロトタイプの製作に成功した（図2）。

完成したOVTプロトタイプは量研が実施した高温ヘリウムリーク試験[2]に合格した後、ITER建設サイトへ輸送され、ITER機構による受入検査に合格した（図3）。

これまでのプロトタイプ製作で得た経験や知見を生かし、量研と三菱重工はOVT実機製作の製作工程を確立し、実機製作を進めている。

3. ITER TF コイル完成式典の開催

ITER TFコイルの完成記念式典が、2024年7月1日にITERサイトにて開催された（図4、5、6）。ITER TFコイルは、予備1機を含めた9機を日本、10機を欧州が



図2 完成したITER外側垂直ターゲット（OVT）実規模プロトタイプ。

調達分担し、全19機を製作した。この度これら19機全ての製作、輸送を終え、ITERサイトに納入されたことを記念して、ITER機構（IO）が主催となって式典が開催されたものである。日本からは盛山文部科学大臣、小安量研理事長、北川マルセイユ総領事、コイル製作者の代表（三菱重工(MHI)岸本副原子力セグメント長、東芝エネルギーシステムズ(ESS)藤塚取締役ら、計8社、18名）が参加した。また、欧州からは、フラティン伊環境エネルギー安全保障大臣、シムソン欧州委員（ビデオレター）、ラシェーズF4E（欧州のITER極内機関）所長ら、多数が参



図3 ITER機構へ納入した外側垂直ターゲットプロトタイプ。



図4 ITER TF コイル完成式典の様子。



図5 TFコイル製作への貢献での表彰（右から藤塚東芝常務、松下三菱電機原子力統括室長、盛山文部科学大臣、岸本MHI原子力副セグメント長、小安量研理事長、小泉前次長（現IOトカマクプロジェクト）、有沢製作所社長）。



図6 式典に集ったOBたちと(右からユゲ前那珂共同設計サイト所長, 奥野前超伝導モデルコイル・プロジェクトリーダー, デブレ前超伝導コイルセクションリーダー, 杉本前日本国内機関長)。

加した。

バラバスキITER機構長(DG)からは「このTFコイルはまるでSFのよう。超伝導電磁石技術における大きな前進を意味し、ITERプロジェクトの魂そのもの」であると式典冒頭に紹介。それを受け、盛山大臣から超伝導TFコイルの全数納入は「費やされた統合努力」, 「技術的ブレークスルー」と称賛を受けた。またシムソン欧州委員は、この日(7月1日)を「世界にとって良い日」と称賛した。量研からは小安理事長が祝辞を述べ、歴代のITER機構長と、ITERに貢献するすべての人々に感謝の意を表された。

DGよりTFコイル製作に貢献した企業の代表や個人(日本からはMHI, 三菱電機, 東芝ESS, 有澤製作所, 小泉前次長(現IOトカマクプロジェクト)など)を紹介し、その貢献をたたえ、日本の産業界のITERでのプレゼンスを世界に示した。またコイル製造に担当した量研職員(小泉前次長, 布谷上席, 中本主幹, 中平次長ら)の解説付きTFコイル紹介ビデオが紹介され、場を大いに盛り上げた。

TFコイルの基本設計はITER工学設計活動期(EDA)になされたが、この時期にその活動を指揮したユゲ氏(当時那珂共同設計サイト所長), 奥野氏(同超伝導モデルコイル・プロジェクトリーダー), ミッチェル氏(同超伝導超伝導体プロジェクトリーダー)が出席しており、特別に紹介されその功績がたたえられた。

日本から出席したTFコイル製作者, TFコイル調達に関わった量研およびIOの日本人職員が、その夜エクサンプロバンスにてワインとプロバンス料理を堪能し、互いの労をねぎらったことは言うまでもない。

- ・式典記事：<https://www.iter.org/newsline/-/4055>
- ・TFコイル紹介ビデオ：https://youtu.be/GCJN7CP_DVQ?si=z9uEbv0unZGDaPB7

4. 第9回ITER協力に関する日韓中・国内機関ワークショップが開催

2024年7月25～26日にITER日本国内機関が主催し、

水戸市民会館において第9回ITER協力に関する日韓中・国内機関ワークショップが開催された(図7)。このワークショップは前回会合(第8回会合2024年1月中国・合肥市で開催)より対面での開催が再開されると共に、前回会合からのインターバルが6ヶ月と短くなるが従来通り夏季の開催に戻った。中国国内機関から10名, 韓国国内機関から5名, 日本国内機関から10名の合計25名(各国政府関係者及びオンライン参加者を含む)の参加があった。ワークショップでは各国政府代表から自国の核融合開発戦略に関する最新の状況が報告され、続いて各国内機関長からITERの物納機器の製作に関する各国の進捗が述べられた。また、中国国内機関, 韓国国内機関, 日本国内機関に共通する話題として、テストブランケットシステム(TBS)に関するセッションが設けられ、水冷TBS及びヘリウムガス冷却TBSに向けた機能材や構造材の開発状況について活発な議論が交わされた。ワークショップ2日目の第一壁・遮へいブランケット及びブランケット遠隔保守機器に関するセッションでは、6月のITER理事会においてITER機構から提案された新ベースラインにおける主要な設計変更の一つである真空容器内機器の表面材をすべてタングステンとする案に伴い、タングステンアーマを備えた第一壁製作のための接合技術開発や遠隔保守ツールを真空容器内機器の初期組立へ利活用する計画が示された。また、2日目の午後には量子科学技術研究開発機構那珂フュージョン科学技術研究所のJT-60SA装置及びITER R&D施設(高周波加熱装置, ブランケット遠隔保守試験装置)への視察を行った。

なお、今回のワークショップは来年7月を目処に韓国国内機関が主催して開催される予定である。

5. ITER機構職員公募への応募状況

量研は、我が国政府からの要請を受け、ITER機構職員公募における日本国内の窓口として応募支援を行っており、ITERプロジェクトへの日本人の積極的な参加を促進するための取り組みを行っている。2024年8月1日時点で、日本人職員数は47名と過去最多を記録している。さらに、今後2名の赴任が予定されており、日本のプレゼンスがますます高まっている。今年に入ってから、日本人女性3名が新たに合格し、ジェンダー多様性の面でも大きな進



図7 第9回ITER協力に関する日韓中・国内機関ワークショップ参加者。

展を見せている。

今年5月より、若手育成のために新しい採用アプローチが導入された。このアプローチにより、一部のポジションについては新卒者や職務経験の浅い者も応募可能となった。これは、将来の核融合研究を担う若い世代の参入を促進し、長期的な人材育成を図るための重要な取り組みである。この新しいアプローチは、若手研究者が早期に国際的なプロジェクトに参加し、貴重な経験を積む機会を提供している。学会の若手会員にも、ITERインターンシップ、ITERポスドク、そしてITER職員という連続したキャリアパスが整備された。このキャリアパスにより、核融合研究に興味を持つ若手研究者が、初期の段階から国際的なプロジェクトに参画し、経験を積む機会が広がっている。今年には日本から3名のインターンと1名のポスドクが予定されており、彼らの成果が期待される。

ITER Japanでは、インターン、ポスドク、職員への応募支援を行っている。応募支援の一環として、職員公募案内のWebページを用意しており、その中でITER職員や合格者へのインタビュー記事も紹介している(図8)。これらのインタビュー記事は、実際に働いている職員の声を聞くことができる情報源であり、応募を考えている者にとって参考になるだろう。若い研究者たちが積極的に挑戦し、新たな知見を得ることで、未来のエネルギー問題解決に貢献することが期待されている。今後も、より多くの日本人研究者が国際舞台で活躍できるよう支援していく。

ITER職員/合格者インタビュー

<https://www.fusion.qst.go.jp/ITER/staff/japanesestaff.html>

6. 科学雑誌Newton別冊「核融合 最前線」の紹介

2024年7月3日に発売された、科学雑誌Newton別冊「核融合 最前線」(オールカラー/144ページ)では、1冊丸ごと核融合の特集となっており、核融合の基礎から研究開発の現在地、未来展望までが解説されている(図9)。

プロローグでは、核融合実験炉ITER建設の進捗状況が

ITER職員/合格者インタビュー一覧

ITER Japanでは、ITER機構で活躍中の日本人職員・ITER機構職員に合格された方の声を紹介しています。職員を目指した思い、やりがい、業務内容、仕事の喜び/苦労、これから職員を目指すみなさまへのアドバイスやメッセージなど、様々なトピックがありますので是非ご覧ください。



図8 ITER Japan ウェブサイト「ITER職員/合格者インタビュー」。



図9 本誌にインタビュー協力した鎌田裕 ITER 機構副機構長。

紹介され、ITER計画については、大前敬祥ITER機構首席戦略官がインタビューの中で説明されている。

続く第1章「核融合発電のしくみ」では、核分裂との違い、プラズマとは何か、トカマク方式、原子力発電のとの違い等について解説されている。

次の第2章「核融合 最前線」では、ITERの概要、各国の製作分担、ITER調達機器(ジャイロトロン、中心ソレノイド、トロイダル磁場コイル、ダイバータ等)の解説、製作に携わった企業の紹介、那珂フュージョン科学技術研究所にあるJT-60SAの紹介が掲載されている。

第3章「加速する開発競争」では、核融合発電のロードマップ、各国の状況が解説されており、京都フュージョンリングCEO小西哲之氏がインタビューで「核融合技術におけるスタートアップ企業の役割」について解説され、また、鎌田裕ITER機構副機構長のインタビューでは「実用化に向けた技術競争」について解説されている。

核融合エネルギーについて興味がある方はもちろん、全ページにルビが振ってあるので、幅広い世代の方にご一読いただきたい。

科学雑誌Newton別冊「核融合 最前線」

https://www.newtonpress.co.jp/separate/back_engineering/mook_240703_1.html

(量子科学技術研究開発機構 量子エネルギー分野)

参考文献

- [1] 関, 「特集 核融合実験炉ITER建設最前線: ダイバータの開発と調達の現状」日本機械学会誌 2024/3 Vol.137 (<https://www.jsme.or.jp/kaisi/1264-26/>)
- [2] ITERだより100号「4. 最終受入試験を迎えたITERダイバータ垂直ターゲット(OVT)プロトタイプ」(https://www.jspf.or.jp/Journal/PDF_JSPF/jspf2023_07/jspf2023_07-367.pdf)



1. バラバスキITER機構長 那珂研視察

2024年10月1日(火)にピエトロ・バラバスキITER機構長は量子科学研究開発機構(以下、量研)那珂フュージョン科学技術研究所(以下、那珂研)を訪問し、小安重夫理事長他量研核融合関係者と意見交換を行うとともに、JT-60SA関連施設を視察した(図1, 2)。

最初にバラバスキ機構長から、真空容器(VV)セクター#7の修理が完了し、ITER本体の組立据付活動の再開されたこと、他のVVセクターや熱遮蔽(TS)の修理の進捗、欧州及び韓国のVVの輸送状況など、最近のITER建設活動の進展状況が報告された。また、現在新ベースライン案策定に伴ってITERの組立据付戦略を変更していることに鑑み、JT-60SAの組立据付などの知見をITERに少しでも多く反映することに大きな期待を寄せた。

JT-60SAの視察では、クライオスタット容器内、そして真空容器内にも入り、TFコイルを始めとする様々な機器の組立据付の手法及び手順を確認しつつ、当時の作業に関する問題点や対処法を量研専門家と議論した。また制御室において、実験シーケンスの手順を確認するとともに、昨年10月に達成された初プラズマの映像とそこに映る専門家の歓喜の表情を見て顔を綻ばせた。

その後、JT-60SAの進捗状況に関する意見交換やJT-60SAに従事する欧州スタッフとの懇談も行い、僅か3時



図1 JT-60SA 真空容器内を視察するバラバスキ機構長(後列左から2人目)。



図2 JT-60SA 制御室を視察するバラバスキ機構長(左から3人目)。

間余りであったが、バラバスキ機構長と量研側の双方にとって実りある訪問となった。

2. 訃報：ロベール・エマール前ITER中央チーム所長

ITER中央チーム前所長ロベール・エマール氏が2024年9月に逝去された。享年88歳。心より哀悼の意を表します。現在建設が進められているITERの基本的な設計は、彼が中央チーム所長時になされたもので、いわばITERの生みの親の一人と云える。

仏エコール・ポリテクニックを卒業後、1959年にフランス原子力庁(CEA)に入庁。以後、核融合研究開発に従事。トール・スーブラ(当時世界最大の超伝導トカマク装置)の建設と運転(1988年開始)を指揮した。1985年ITERが始まり、1993年から2003年までの10年間、那珂、サン・ディエゴ(米国)、ガルヒンク(ドイツ)で活動するITER中央チームの2代目の所長に任命された(図3, 4)。その後CERN所長に転じた。



図3 2002年当時のITER理事会参加者写真(於カダラッシュ) エマール氏(左から7人目)、エフゲニー・ヴェリホフ氏(ITER理事会議長、エマール氏の右隣)と下村安夫氏(ITER中央チーム所長、右から4人目)。バラバスキ氏(現ITER機構長、右から5人目)、松田慎三郎氏(右から2人目)、常松俊秀氏(右から6人目)、森雅博氏(最右)らと。



図4 1996年頃、ITER中央チームの写真。中央にエマール氏。

ITER中央チームでの10年間、ITERの推進に尽力され、ITER最終設計報告書をまとめあげた。これが現在のITERの設計の基礎になっている。御冥福をお祈りいたします。

3. 独・IPPの負イオン源専門家、ファンツ教授が那珂研を訪問

2024年10月7日の週に、独のマックス・プランク物理学研究所(IPP)のウルセル・ファンツ教授が量研那珂研に来所され、核融合プラズマを加熱電流駆動する中性粒子入射装置NBIで使用する負イオン源の研究協力について打合せした(図5)。ファンツ教授は、NBI用負イオン源の専門家で、特にITER用負イオン源の半分サイズの高周波負イオン源ELISE(定格60 kV, 35 A)を用い、大電流・長時間の負イオン生成研究の指揮を執っている。2024年4月には、ITER定格電流330 A/m²で10秒、300 A/m²で600秒の負イオン連続引出しを達成し、ITERの負イオン源開発に貢献する成果のプレス発表を行っている。それに対し、那珂研では、JT-60SA用の大電流負イオン源(定格500 kV, 22 A)、ITER用加速器開発試験(定格1 MV, 0.5 A)を用い、ELISEではできない、高エネルギー負イオンビーム開発を進めている。このように、IPPでは高周波負イオン源の大電流化、量研では高密度負イオンビームの高エネルギー化の開発試験を実施する素地があるため、互いに協力することで、より効果的にITERやDEMO用のNBI開発を推進したいと考え、折に触れてテーマを持ち寄り打合せを行ってきた。今回は、JT-60SA用NBIの運転再開に関連し、ITER向け負イオンビームの開発に貢献する、重水素ビーム運転時の電子電流低減に関わる協力について議論した。

4. 第15回ITER計測に関する日韓ワークショップを開催

量研と韓国核融合エネルギー研究院(ITER韓国国内機関)との間の「イーター調達取決めに関連したイーター機器の製作における協力活動に関する取決め」に基づき、「第15回ITER計測に関する日韓ワークショップ」をITER韓国国内機関(KODA)がホストとして韓国・釜山市海雲



図5 左より、Fusion EnergyのJT-60SA加熱担当のマリオ・カピナト氏、IPPのファンツ教授、量研のNBグループの柏木リーダー、及び平塚研究員。

台において2024年9月3日、4日に開催した(図6)。

参加者は、日本から4名、KODAから10名参加した。本ワークショップは全体概要、光学計測機器、ポート統合機器、機器認証、4つのセクションで構成されており、各セクションにおいて両極の代表者が進捗についてプレゼンテーションを行い、その内容に関する議論や今後の課題の抽出を行った。全体概要のセクションでは、韓国のゼンリーダーおよび日本の布谷リーダーからそれぞれの計測機器調達状況の説明がなされた。日本が調達する周辺トムソン散乱計測装置や韓国が調達するVUV分光装置の進捗状況等の説明があり、光学ミラーの反射率などの共通の課題とその解決方法に関する議論が行われた。ポート統合機器に関して、日本から2番下部ポート機器統合、韓国から18番上部ポート機器統合に関する報告がなされ、韓国が実施した解析手法の適用性等についての議論が行われた。機器認証のセクションでは、日本から中性子照射試験及びガンマ線照射試験の現状報告や量研の施設の紹介、韓国から中性子照射試験計画に関する報告がなされた。韓国から、量研の放射光施設でVUV分光装置の波長校正を実施できるなら共同研究として実施したい等の提案がなされ、詳細を検討することとなった。

本ワークショップでは、両極が調達する計測機器の最新の情報や実施している認証手法を共有することができた。また、各計測機器における課題を抽出したが、これらは両極の協力によって解決が見込まれる。今後も、日韓は協力してITER計測の開発を進める。

5. ITER機構邦人職員50名到達：日本のプレゼンスのさらなる強化

2024年10月1日、新たに2名の専門職員がITER機構に着任し、日本人職員数は50名に達した。この達成は、日本がITER機構で重要な役割を果たし続けていることを示すものであり、日本の核融合研究コミュニティにとって大きな節目となる。ITERプロジェクトにおける日本人職員数は、過去数年間で着実に増加しており、日本人研究者が国際的なプロジェクトにおいてますます重要な役割を担っていることがわかる(図7)。

ITER日より107号で報告したように、今年5月には新卒者や職務経験の浅い方も応募可能とする公募が行われた。このアプローチは、次世代の核融合研究を担う若手



図6 第15回日韓ITER計測ワークショップ(9月3-4日)。

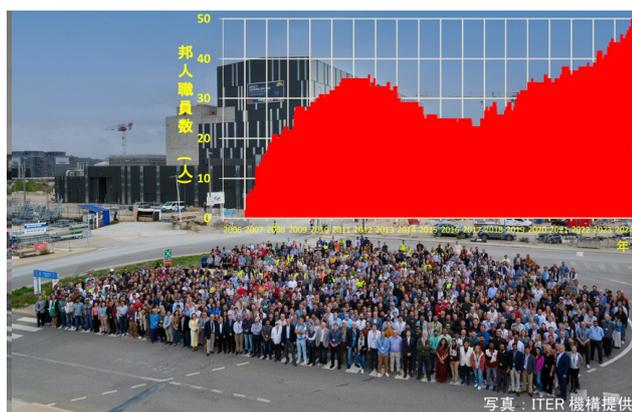


図7 ITER 機構職員（2024年9月撮影）と邦人職員数の推移。

研究者の参画を促す重要な取り組みであった。しかし、ITER 機構からの最新の連絡によると、今後このような公募は行われない方針となった。若手研究者に対しても、高い専門性や経験が求められることになる。

今後の採用方針として、ITER 機構は、経験が求められるものの従来よりも若手に焦点を当てた積極的な採用方針を打ち出している。ただし、職員数が定員に達したため、これまでのような多数の公募は行われない見通しである。

さらに、12月頃からインターンの公募が予定されている。核融合研究に関心を持つ学生にとって、国際プロジェクトに参加し実践的な経験を積む貴重な機会となるだろう。インターンシップの詳細は、ITER 機構のウェブサイトを通じて案内される予定だ。

今後も、核融合研究に携わる日本人研究者が国際プロジェクトで活躍する機会が拡大していくと期待される。ITER 機構への公募支援を通じて、日本の次世代エネルギー問題に貢献するための活動を引き続き支援していく。

6. グローバルフェスタ JAPAN2024 への出展

2024年9月28日～9月29日に、新宿住友ビル三角広場（東京都新宿区）で開催されたグローバルフェスタ JAPAN2024において、ITER 日本国内機関のブースを出展し、一般の方に向けて ITER 計画、ITER 機構職員公募に関する紹介を行った（図8）。

本イベントは、外務省、国際協力機構（JICA）及び特定非営利活動法人国際協力 NGO センター（JANIC）の共催で、対面形式とオンライン形式で開催され、国際協力に



図8 グローバルフェスタ JAPAN2024 展示ブースの様子。

携わる様々な団体や在京大使館など約200団体がブースを出展した。対面形式の会場は屋内・屋外に分かれており、2日間で約49,000人が来場した。屋内会場は各団体のブースの他にも、ステージでのイベント、体験ワークショップ、フォトコンテスト展示ブースなどが企画されており、会場内は終始熱気に包まれ、大変賑わっていた。

ITER 日本国内機関の展示ブースには、2日間で約200名の方にお越しいただいた。訪れた方のほとんどは ITER を初めて聞くという方だったが、その中で ITER 機構職員に興味をお持ちになった方や海外で働きたいと考えていた方々が熱心に話を聞いてくださった。また、ブースで展示していた ITER パーパークラフト（1/300モデル）は大勢の方の目に留まり、パーパークラフトを通して ITER について理解を深めていただくきっかけをつくることができた。

グローバルフェスタ JAPAN への出展は今回が初めてだったが、子どもから大人まで幅広い世代が集まるイベントであったため、普段交流ができない方々に ITER や核融合エネルギー、ITER 日本国内機関の活動を直接お話しする貴重な機会となった。

（量子科学技術研究開発機構 量子エネルギー分野）