

## 1. 第 25 回 ITER 理事会開催

2019年11月20日、21日に開催された第25回理事会は、最新の進捗報告とプロジェクト実績指標を評価した。ITER計画は、勢いあるペースと堅実な実績を維持し続けている。ITER機構及び各極国内機関は、プロジェクトの厳しいスケジュールや革新的な技術要求を満たすために、「One-ITER」チームとして協働している（図1）。

ITER 理事会は、以下について議論した。

- 建設と製作の進捗：2016年1月以降、理事会で承認された、42の予定されたプロジェクトマイルストーンが達成されている。前回の理事会開催後、欧州はトカマク建屋の現地土木作業を完了し、2020年春のITER機構への建屋の完全な引き渡しに向けて順調に建設が進行中である。インドは、完成したクライオスタット基部と下部円筒部をITER機構へ納入した。韓国は、最初の真空容器セクターをほぼ完成させ、サーマルシールドの最初の部品及び巨大な転回治具をITER機構に輸送した。転回治具は、真空容器セクター、サーマルシールド、トロイダル磁場（TF）コイルの組立てのため、既設のサブセクター組立治具とともに2つのラインで使用される予定である。欧州と中国は、最初のポロイダル磁場（PF）コイル（PF5号機及びPF6号機）を完成し、来年早々に冷凍試験を行う準備が整った。冷凍設備及び磁石電力変換建屋において、中国、欧州、インド、韓国、ロシアから届いた機器の据付は順調に進捗し、最初の冷凍配管がトカマク建屋に据え付けられた。中心ソレノイドコイルの最初のモジュールのテストは、米国で順調に進捗している。また、日本では、TFコイルの初号機の出荷を来年初めに予定している。このように、全ての主要なITER機器、システム、構造物について顕著な進捗がみられている。

- 機器組立フェーズに向けた準備：理事会は、2020年の組立開始の準備のための全ての作業についてレビューを行った。最近実施された組立・据付戦略に対する深堀独立レビューの結果は建設的であり、いくつかの分野での改善が指摘された。組立フェーズの準備としてのITER機構の組織再編は、2020年1月の完了に向けて予定通りに進捗している。改定建設戦略を踏まえ、ITER機構は国際競争入札によりトカマク組立てのための主要な2つの契約に署名した。2024年まで続くこれらの契約は、真空容器セクター、サーマルシールド、超伝導コイル、ポート、クライオスタット、計装機器及び関連する冷却・支持構造を含む、トカマクの中心機器の組立と据付を請け負わせるものである。

理事会会合に合わせ、ITER機構、フュージョン・フォー・エナジー（F4E；欧州国内機関）及び量子科学技術研究開発機構（以下、量研）は協力取決めを締結した（図2）。この取決めにより、幅広いアプローチ活動（BA活動）の



図2 ITER、量研及びF4E間の協力取決め署名式（ITER機構提供）。



図1 第25回ITER理事会出席者（ITER機構提供）。

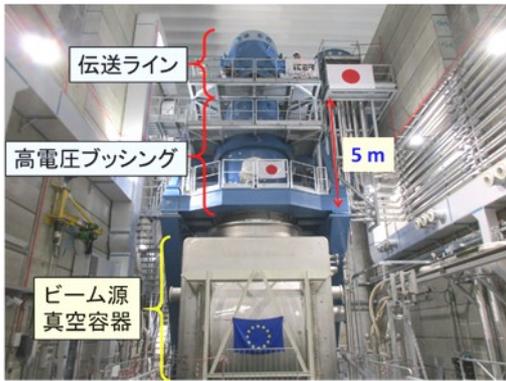


図3 NBTF用1MV高電圧電源機器の耐電圧試験が完了。

下でユーラトムと日本が得る経験、特に来年建設が完了するトカマク装置 (JT-60SA) の組立、据付、統合調整運転及び本格運転を通じて得られる経験を、来たる ITER の組立・据付段階の活動の支援に生かすものである。

理事会は、2025年の初プラズマを達成するために、建設戦略の実施の成功を可能にする、各参加極の物納及び現金貢献を果たす努力を好意的に留意した。プロジェクトへの責任に一致した貢献の形による、全ての参加極からの完全かつ時宜を得た支援がなければ、初プラズマまでのスケジュールの維持の可能性は大きなリスクにさらされることが強調された。理事会は、建設戦略を成功裏に実施するために、時宜を得た物納貢献と現金貢献を全ての参加極が果たす必要性を再確認した。

隔年ごと ITER 機構に対する運営評価を実施すると ITER 協定の規定に基づき、2019年 ITER 運営評価の契約が締結された。

理事会メンバーは、核融合科学技術を発展させる ITER 計画の使命とビジョンの価値に対する強い信念を再確認し、ITERの成功を促進させる時宜を得た課題解決のために協働することを決意した。また、理事会は、プロジェクトを成功に導く効果的な協働にコミットする「One-ITER」チームの取組を賞賛した。理事会は、プロジェクトの実績を引き続き綿密に監視し、現在の達成ペースを維持するために必要なサポートを継続していく。

## 2. ITER NBTF 用 1 MV 高電圧電源の耐電圧試験が完了

ITER 中性粒子入射装置 (NBI) で要求される高出力負イオンビーム加速を実証するために、現在イタリア・パドバのコンソルツィオ RFX 研究所 (以下、RFX 研) に NB 実機試験施設 (NBTF) を建設中である。量研は、ビーム加速に必要な直流 1 MV 高電圧電源機器の製作、輸送及び NBTF サイトでの据付けを行い、2018年9月から機器の絶縁性能を確認する耐電圧試験を進め、このたび、全ての日本調達機器の耐電圧試験が完了した。

NBIはITERの主要なプラズマ加熱装置であり、エネルギー 1 MeV、電流 40 A の負イオンビームを 1 時間連続で加速することが求められる。これは、既存の NBI 装置と比べてエネルギー、電流が 2 倍、出力時間が 360 倍とな

る高い要求性能である。そこで ITER 実機に先立ち、実機と同一性能を有する NBTF を RFX 研内に建設中である。

量研は、2012年に ITER 機構と NBTF 用直流 1 MV 高電圧電源機器の調達取決めを締結し、同年より (株) 日立製作所と協力して機器製作を開始し、その後機器の輸送、据付けを行い、2018年9月には機器の絶縁性能を確認する耐電圧試験に着手した。本電源機器は、直流 1 MV を発生する直流発生器、直流出力からリップルを除去する直流フィルター、1 MV の高電位上に設置する負イオン生成用電源に接地側から交流電力を供給するための 1 MV 絶縁変圧器、6 気圧の絶縁ガスを封入した压力容器内で高電圧を伝送する伝送ライン、絶縁ガス中の電力導体・配管を真空中に絶縁導入する高電圧ブッシング等の多数の機器で構成され、全長が 100 m にも及ぶ大規模設備である。そこで、耐電圧試験は領域を区切り、5 回に分けて段階的に実施した。第 3 回試験では欧州が調達した高電位デッキ 1 (負イオン生成用電源を格納する高電位ステージ) を伝送ラインに接続し、また 11 月 26 日の第 5 回の試験では、伝送ライン端部とビーム源真空容器の間に高電圧ブッシングを組み込んだ最終形態 (図 3 写真左) で試験を実施し、最大 1.2 MV を 1 時間保持する試験が成功裏に終了した。これにより、全 3 段階からなる ITER 機構による受入試験は 2 段階まで終了した (図 3 写真右)。

2020 年第 2 四半期には、最終受入試験として欧州が調達した直流 1 MV 高電圧電源の低電圧部 (インバータ回路) と組み合わせて定格出力試験 (1 MV, 60 A) を行う予定である。

## 3. ITER 機構の遠隔保守、ブランケット担当者が那珂研を訪問

昨年 12 月から、日本が調達するブランケット遠隔保守機器が直面する困難な課題を解決するため、ITER 機構・量研・メーカーの三者で構成するプロジェクトチーム (PT) が設立された。量研の井上 ITER プロジェクト部次長をチームリーダーとして課題解決に向けて取り組んでいる。PT 活動の一環として、11 月 25 日から 1 週間、PT メンバーである ITER 機構の H. Raphael, 村上伸 (遠隔保守セクション), S. Gicquel, T. Plantin de Hugues (ブランケットセクション) の 4 氏が来日した (図 4)。量研では、ブランケッ

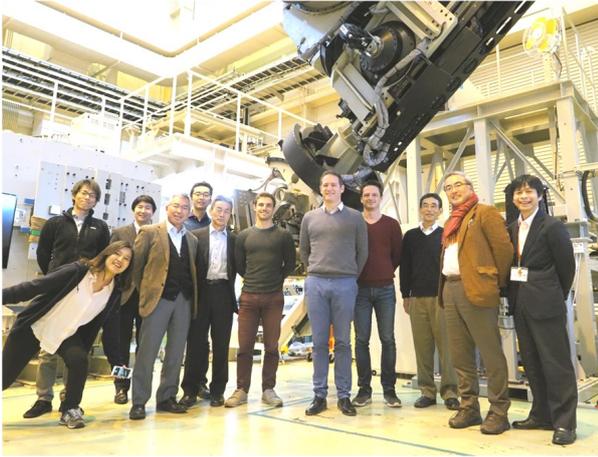


図4 ITER機構の遠隔保守，ブランケット担当者が那珂研を訪問。

トに対する遠隔保守をより確実にするための設計改善や、同機器の不具合時におけるレスキューの考え方等を議論した。ブランケットの設計変更については、対象機器の調達極が複数に亘るため、ITER機構として難しい調整となるが、担当者の一人は直後に調達極の一つである中国に渡り、早速議論を行った。このほか、それぞれメーカーの技術担当者も交えて、ブランケット冷却配管溶接時の開先位置合わせ用ツール、及びブランケット配管溶接用ファイバのコネクタの設計について、ITER機構担当者の経験、アイデアを取り入れるべく議論を行った。さらに、実規模大型コンピュータをはじめとする那珂研で試験中の機器を視察し、量研においてITERに関連する幅広い研究が行われていることに感銘を受けた。

ITER機構一行はブランケット遠隔保守機器の設計・製作契約を受注している東芝エネルギーシステムズ(株)京浜事業所を訪問し、ブランケット把持機構に関する議論を行った。加えてTFコイル実機の製作等、ITERに対する幅広い貢献を目の当たりにし、同社の大規模機器製作能力を確認した。

#### 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開始

ITER機構では、大学生・大学院生にはインターンシッププログラムを、若手研究者にはモナコポストドクフェローシップを用意して、ITERプロジェクトへの参加を募っている。

インターンシップは、理工系だけではなく事務系のポストも用意して、国際的な科学技術と多様な文化、環境の中で実践的な仕事を通し、大学での教育経験で得た知識を活用した共同研究の機会を提供している。期間は1ヶ月から1年で、応募するカテゴリーにもよるが手当が支給される。2020年のインターンシップの公募は2019年11月から開始されており、85件のポストが公募されている(12月20日現在)。2018年には5名、2019年には6名の日本の大学生・大学院生がインターンとして活躍した。

モナコポストドクフェローは、ITER参加7極またはモナコ公国から5名の若手研究者が2年毎に任命され、ITERプロジェクトに関する研究活動を2年間行う。これまでに日本からの2名を含む30人のポストドクがITERプロジェクトに参加している。モナコポストドクフェローシップの目的は、ITERの枠組みにおいて核融合科学技術に関して卓越した研究成果を上げることである。モナコポストドクフェローは、若手研究者が21世紀の科学的技術分野で最も挑戦的なプロジェクト且つ、ユニークな国際的枠組みの中で核融合科学技術分野の先進的な専門家と密に働けるまたとない機会であり、将来の研究活動にとって有意義なものである。ポストドクフェローシッププログラムの公募は2020年1月13日から開始されており3月1日に締め切られる。

量研では、インターンシップ、ポストドクフェローについての応募支援を行っているので、下記(ITER公募案内ウェブページ)を参照し、問合せいただきたい。

<http://www.fusion.qst.go.jp/ITER/staff/jobs.html>

#### 5. ITERトカマク複合建家の建設進捗状況

ITERトカマク複合建家の建設は順調に進展している。現在は最終段階に差し掛かっており、棟上げにはそれぞれ600トンと650トンの吊上げ能力を持つ2つの大型クローラークレーンが使用され(図5)、10月から12月に



図5 ITERトカマク複合建家の屋根構造の設置。



図6 ITERトカマク複合建家の棟上げが完了。

かけて総重量約 2000 トンの屋根構造を組み終える事に成功した(図 6)。この後外壁を取付ける作業を行い、後方に見える組立建家との間の一時的な壁が取り払われると 1500 トンの天井クレーンの使用が可能となり、ITER 建設における大きなマイルストーンが達成される事になる。これは、来年春頃の完了を予定しており、サイトに納入される真空容器セクターや TF コイルの据付けが本格的に稼働することになる。

## 6. ITER 計画及び ITER 機構職員募集説明会の実施

量研は ITER 国内機関として、核融合エネルギーと ITER 計画への理解、ITER 機構への職員募集を促進するための活動を行っており、2019 年 11 月には 3 件の広報活動を行った。

11 月 9 日、那珂市立横堀小学校において、科学教室を行い、子どもたちと一緒に核融合研究に関する実験を行った。今回は太陽望遠鏡を用いた太陽観察、液体窒素実験、放射線を測定する実験等を行ったが、子どもたちは実験の結果に驚いたり、納得したりと様々な反応を見せてくれた。この活動で、今後の核融合研究を担う子どもたちに科学のおもしろさを伝え、核融合研究も知っていただくことができた。また、11 月 16, 17 日には東京・お台場のテレコムセンタービルで開催されたサイエンスアゴラ 2019 に出展し、核融合研究の紹介とともにバーチャル・リアリティ (VR) を使用して ITER サイトの建設状況について説明を行った(図 7)。VR は中学生から大人まで幅広い世代に好評で、多くの方に ITER サイトをご覧いただくことができ、核融合エネルギー実用化に向けて、国際協力で研究が進められていることをご理解いただいた。出展した両日ともにブースには多くの方にお越しいただき、非常に有意義な広報活動を行うことができた。さらに、11 月 29 日～12 月 2 日に中部大学春日井キャンパスで開催されたプラズマ・核融合学会第 36 回年会にブースを出展し、ITER 調達機器の最新の状況や ITER 機構職員公募に関する説明を行った(図 8)。ブースには ITER 機構のインターンシップに興味を持つ学生も訪れ、資料を配布するとともに 2020 年のインターンシップの募集が開始されたことを紹介した。近年、日本からもインターンシップに参加する学生が徐々に増え、

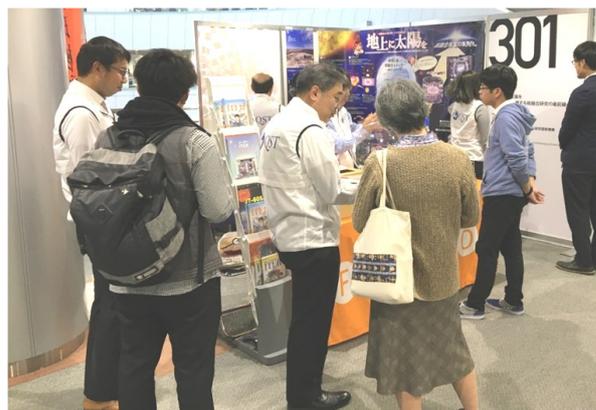


図 7 サイエンスアゴラ 2019 における展示ブース。

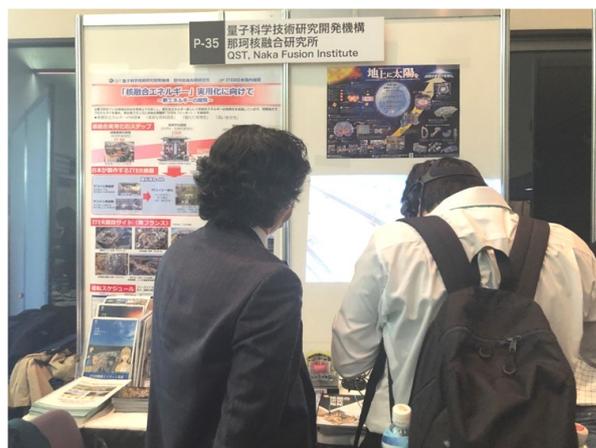


図 8 プラズマ・核融合学会第 36 回年会における展示ブース。

2020 年以降もさらに多くの学生に参加していただきたい (ITER だより (72), (73), (75), (78) にインターンシップ体験記掲載)。

今後も核融合エネルギーの理解促進を図るため、科学教室やイベント等に出展し、多角的な広報活動を行っていく。

(量子科学技術研究開発機構 核融合エネルギー部門)