



1. 第17回 ITER 理事会開催：ITER 計画の進捗を確認

2015年11月18日から19日に、ITER 機構の統治機関である ITER 理事会が、フランス、サン・ポール・レ・デュランズ市で開催された。会合には、ロバート・アイオッティ議長(米国)の下、加盟7極(中国、欧州連合、インド、日本、韓国、ロシア、米国)の全上級代表が集った(図1)。

理事会は ITER 機構と各極の国内機関が示したプロジェクトの進捗についてレビューを行い、ITER の設計と初期建設の段階から本格的な建設段階への変化期にある中、新しい機構長のリーダーシップの下で達成された成果に特に注目した。

理事会は、機構長、新しいマネジメントチーム及び各極国内機関による、過去8ヶ月のプロジェクト文化を改善するために払われた多大な努力を認識した。ITER 機構は、建設と組立、コミッショニングの完了までに行われる ITER システム、建屋、機器の製作と組立についての緻密なボトムアップレビューと解析を実施している。理事会は、この系統だった統合解析とレビューにより、ITER 計画の目的、優先順位、リスク、コストについての理解が大きく改善されたことがファーストプラズマまでの全体的なスケジュールに結実していると認識した。

理事会は2016年から2017年をカバーするスケジュールとマイルストーンを承認し、全体的なスケジュールと関連した資源の独立したレビューを実施し、スケジュールの促進とコストの減少のために可能な追加の方法の検討を決定した。2016年6月までにこれらのレビューを完了し、ファーストプラズマまでの全体的なスケジュールの合意への到達を計画している。

理事会は ITER 機構と国内機関のパフォーマンスが2016年から2017年のマイルストーンを達成するよう、緻密にモニターし、2年間に渡りこれらのマイルストーンの実施を可能とするように、必要な資金の再配分を承認した。

加えて、理事会はこの8ヶ月の間の建設と機器製作の目に見える進捗について認識し、感謝した。これは例えば、欧州国内機関による現地における建設の進捗、組み立て建

屋の骨組みとトカマク建屋の一階部分のプラットフォームの完成、マグネットの進捗、中性粒子入射装置、遠隔保守などである。

インドは、すでに現地にて建設が完了しているクライオスタット建屋にて組み立てられる、ITER クライオスタットの初期機器の製作、予備組み立て、輸送を完了すると同時に、ITER の冷却排熱システムのための最初の冷却パイプの製作を完了した。

米国調達の4つの400 kV 変圧器が現地へ輸送され据付されると同時に、米国調達の冷却システムと中性粒子入射システムのためのドレインタンクも現地に到着した。

中国は電力ネットワークのバルス電源設備の最初の一式の製作と試験が完了し、マグネットフィーダー、補正コイル、ブランケット第一壁の製作における品質保証マイルストーンを達成した。

日本はトロイダル磁場コイルの量産を開始した。ITER 用ダイバータのためのプラズマ対向機器のフルタングステン試作機を製作し、ITER に必要な性能が証明された。

ロシアは ITER 用マグネットの超伝導熱線の納入のその責務を完全に満足した。ロシアの ITER ダイバータテスト設備において、日本、欧州及びロシアからダイバータプラズマ対向機器のための高熱負荷試験も進行中である。ベリリウム製造を開始し、ジャイロトロン試作施設の受け入れ試験をパスした。

韓国において、ITER 用真空容器とサーマルシールドの製作が進行中であり、組立に必要な多くの ITER 専用ツールの設計マイルストーンが達成された。

理事会は、ITER 参加極の12カ国の研究所や企業を含む調整努力とニオブチタン材の材料科学、多国間における設計方法、生産基準、品質保証、試験方法の進展により、超伝導体の生産が完了したことに特に留意した。理事会は、この協力で ITER の全ての参加極にもたらされる重要な利益と、エネルギー産業だけでなく、医療用撮影や輸送への応用など、いくつかの他分野への分野をまたがる交流とイノベーションへポジティブな影響を与えることを認識した。

2. NBTF 用超高電圧電源の開発を完了、イタリアへ到着

ITER 中性粒子入射装置(NB)はビームエネルギー1 MeV、単機入射パワー16.5 MW という、既存システムの2倍以上の高エネルギーNB装置であり、高電圧・高出力の要求に加えて、放射線環境ゆえの1 MV 真空絶縁、加熱電流駆動装置として ITER プラント内で統合・一体化等が求められる。このため、ITER では、ITER NB と同等の性能を有するNB実機試験施設(NBTF)をイタリア・パドバの RFX 研究所に建設し、実機の製作に先駆けて試験を行う



図1 第17回 ITER 理事会出席者 (ITER 機構提供)。

計画である。

このうち日本は、1 MV 超高電圧直流電源の中核機器の調達を担当し、製作を受注した日立製作所(株)と共に機器の開発・製作を進めてきた。これまでに、対地 1 MV を絶縁しつつイオン源用電源に電力を供給する絶縁トランスの開発に成功し（平成25年3月）、また超高電圧試験電源を開発して（平成26年10月）、前号報告のとおり、超高電圧複数導体入りトランスミッションライン（TL）の開発を完了した。1 MV の直流超高電圧は、昇圧変圧器と整流器を組み合わせた直流発生器（DCG）5 台を直列に接続して発生する。この度 DCG の開発が完了し、5 台のうち低電位側の 3 台（200 kV、400 kV、600 kV 発生用）の DCG を製作して出荷前試験に合格し、約 8 割にあたる TL と共に日本が調達する NBTF 機器の初めての海外輸送として、日立港を出港した。

この NBTF 電源機器を積載した貨物船は、12月7日に霧に煙るベネチアの陸地側に位置するマルゲラ港（図2）に入港し、直ちに内陸 40 km に位置するパドバに向けて陸送され、10日に現地へ到着した（図3）。

日本からの機器の到着に合わせて、RFX 研において機器の到着と工事の開始を祝う式典が開催された。式典には、パドバ市長、ピゴ ITER 機構長、ガリバ EC-ITER 局長、ジャンニーニ伊教育大学研究大臣代理、バラバスキー欧州国内機関長等、要人が参加し、日本からも文科省の板倉審議官他の関係者が出席した。

日本からは事前に数名の現地据付工事担当、工程調整担当等数名が現地入りして準備を進めてきており、翌日から



図2 ベニス マルゲラ港での荷揚げ。



図3 RFX 研に到着した機器（トランスと電送系）。

電源機器の据付工事を開始した。また残りの日本の調達機器についても製作を順次進めており、完成次第、2016年内にイタリアへ輸送する予定である。

3. ITER トロイダル磁場（TF）コイル第1号の構造物の製作に進展

原子力機構は、ITER 機構との調達取り決めに従い、ITER 向け TF コイル用構造物（TFCS）の製作を進めている。TFCS は、超伝導体などで構成される巻線部（WP）を挿入する容器のうち ITER のインボード側（トカマク装置中心側）容器（AU）、アウトボード側（装置外側）容器（BU）、AU 用の蓋（AP）、BU 用の蓋（BP）の4個の部品で構成される（図4）。これらの部品は、ステンレス鋼製の百数十個に及ぶ材料を製作した後に、これらの材料を機械加工し、それらの部材を順次、溶接接続して製作する。この製作においては、WP の挿入及びトカマクへの TF コイルの据付観点で高い製作精度が求められており、高さが約 16.5 m、幅が約 3.4 m の AU に対しては、最も厳しい個所では ± 2 mm の精度が要求されている。このような製作精度を達成するためには、材料の高精度での機械加工のみならず、部材を溶接する際の溶接変形を抑制することが重要となる。

原子力機構では、これまでに実規模での TFCS の試作を実施し、この中で溶接変形を許容値以下とするために溶接条件や溶接手順等を最適化し、TFCS の製造計画を確立してきた。この製造計画に基づき、2014年4月から実機 TF コイル用の TFCS の製作を開始し、本年11月に TF コイル第1号機用の AU の主構造体（全長 14 m）の製作を完了した（図5）。この後、この AU にはトカマク内での他の機器と取り合うための付属品や TFCS を冷却するための配管が取り付けられ、2016年夏には本 AU が完成する予定である。また、第1号機用の AU 以外の部品や、第2号機以降の部品についても順次製作を進めている。

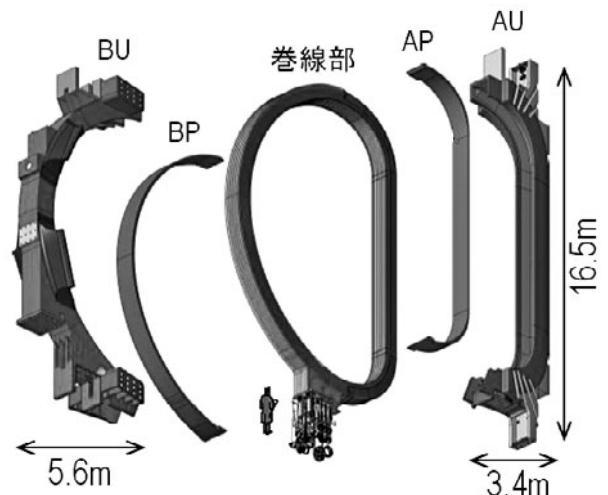


図4 TF コイルの構成部品。

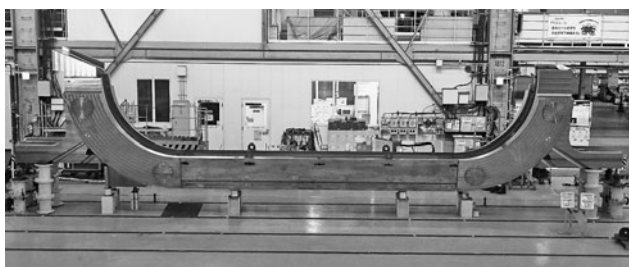


図5 主構造体の製作が完了したTFコイル第1号機用のAU.

4. ITER 計画の展示と ITER 機構職員募集説明会の実施

原子力機構では、我が国から ITER 機構への職員の応募を促進する活動を行っている。その一環として、11月のプラズマ・核融合学会第32回年会（名古屋大学 東山キャンパス）および12月の低温工学・超伝導学会（姫路商工会議所）の企業展示会に出展した。展示ブースでは、新たに制作した ITER 計画パンフレット、ITER Photo Book（ITER 機構編集の写真集）などの資料を配布し、ITER 計画について説明するとともに、ITER 機構職員募集および登録の案内を行った（図6、図7）。ブースには、ITER の職員募集を紹介したポスター、日本国内機関（JADA）と那珂核融合研究所を紹介したポスター、Newton 核融合特集号など関連資料及び ITER 模型を展示した。それぞれポスターセッションと同じフロアであったため、展示ブースには多くの学会参加者に訪問していただき、ITER の進捗状況から調達機器の技術的な部分まで多くの質問が寄せられた。参加者には学生も多く、熱心に説明を聞いたり、研究所の見学に興味をもっていたりすることができ、若い世代にも ITER をアピールすることができた。プラズマ・核融合学会と低温工学・超伝導学会で合わせて約100名が来訪し、大盛況だった。

（日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門）



図6 プラズマ・核融合学会第32回年会の展示ブース.



図7 低温工学・超伝導学会の展示ブースの様子.