

## ITERだより(67)

### 1. 第 21 回 ITER 理事会開催：第 21 回 ITER 理事会は着実に目に見えるプロジェクトの進捗を確認した

2017 年 11 月に開催された第 21 回会合において、ITER 理事会は詳細な一連の報告と、組織的、技術的実績の両方をカバーする指標についてレビューした(図 1)。建設・製作スケジュールの厳しい要求事項と、ITER トカマクと補助システムの挑戦的な技術要求にもかかわらず、ITER 計画は高い実績をあげ続けており、2025 年の初プラズマに向けスケジュールどおりに進捗している。また、ITER 理事会は、ITER 協定発効 10 周年を祝った。

ITER 理事会は、以下を結論付けた。

- ・プロジェクトマイルストーン：2016 年 1 月 1 日以降、理事会が承認し、計画された 27 のマイルストーンの全てが達成され、全体事業スケジュールとクリティカルパスを厳格に維持している。特定のマイルストーンにわずかな遅延が生じた場合、初プラズマのスケジュールを回復・維持するための緩和策が実行されており、リスク管理の経験の蓄積による成熟度の向上に信頼が増している。
- ・効率的な進捗評価：理事会は、ITER 機構による建設、製作、組立、据付の物理的な進捗を評価するための強化されたプロジェクト実績評価基準の採用に満足した。この手法を用いることにより、ITER 機構は、初プラズマまでの全機器平均の製作は 61%、ITER 機構の組立と据付作業を含む全建設作業は 49%が完了したと評価した。
- ・運営評価 2017：ITER 理事会は、プロジェクトを成功に導くための組織の整備状況に焦点を当てた、2017 年運営評価人が提出した報告書を留意した。
- ・ITER 参加国による支援：理事会は、第 19 回理事会で結論づけられたように、コストベースラインの承認を確保する事も含めて、各極の様々な挑戦を乗り越えるためになされた継続的努力を認識し、率直な議論を続けた。理事会メンバーは、プロジェクトの価値への強い信念と、ITER の使命と展望を再確認し、ITER 計画



図 1 第 21 回 ITER 理事会出席者 (ITER 機構提供)。

の成功のために時宜を得た解決策を見つけるため、共に協力することを決意した。

理事会は、退任する IC 議長、ワン・ナムクン教授のリーダーシップと献身に感謝し、翌年の議長に就任するアルンクマール・スリバスタヤ氏の任命を祝した。

高い実績が継続していることを振り返り、理事会は一つの ITER チーム - ITER 機構と 7 国内機関 - によるプロジェクトを成功へ導く効果的な協力へのコミットメントを賞賛した。理事会は、今後もプロジェクトの実績の密接な監視と達成のペースを維持するために必要な支援を続ける。

### 2. ダイバータ調達取決め改正署名式

2013 年 11 月に開催された第 13 回 ITER 理事会 (IC-13) においてダイバータの大きな設計変更、すなわち、ITER 炉内機器中最も高い熱負荷に曝されるダイバータ受熱部の表面保護材料を炭素繊維複合材から、タングステンに置き換え、運転当初からすべてタングステンとする設計変更が承認された。これを受けて、量子科学技術研究開発機構 (量研) は、ダイバータ外側ターゲットのフルタングステン化のための技術開発、タングステンと銅合金製冷却管の接合技術や、表面最高温度が 2000℃以上となる繰り返し高熱負荷に対しても割れにくいタングステン材の開発を ITER 機構や製作メーカーと協力して実施してきた。これらの技術開発により、これまでに、ITER で想定される最大熱負荷 20 MW/m<sup>2</sup>、繰り返し 300 回に対して、3 倍以上の 1000 サイクルに耐える実機長ダイバータ外側ターゲットプラズマ対向ユニットの開発に世界に先駆けて成功した。この結果を受けて、ダイバータ外側ターゲットの詳細な技術仕様改訂を含む調達取決めの改正作業を ITER 機構とともに実施してきたが、このたび、2017 年 11 月に開催された第 21 回 ITER 理事会 (IC-21) 期間中に改正された調達取決めへの署名を完了し(図 2)、日本分担分のダイバータ外側ターゲットの調達を再開す

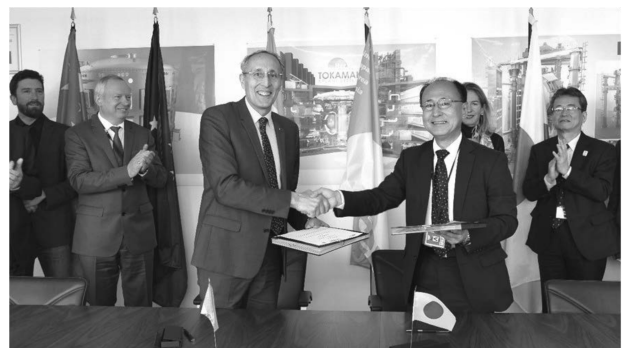


図 2 改正された調達取決めへの署名 (ITER 機構本部)  
署名日：2017 年 11 月 15 日 (水)  
前列左：B. Bigot ITER 機構 機構長  
前列右：栗原研一 量研那珂核融合研究所 所長  
(ITER 機構提供)

る運びとなった。現在、量研では、ダイバータ外側ターゲット量産を目指し、タングステンブロックの大量製造法や受熱部接合方法の更なる改善並びにタングステンブロックの溶融を防ぐために必要な受熱部表面の凹凸を減らす受熱部の設置方法などに関する技術開発・製作設計をメーカーと協力して実施している。今後、これらの成果を製作するフルタングステンダイバータ外側ターゲットのプロトタイプで確認・実証し、その後、実機用外側ターゲットの量産を開始する予定である。

### 3. NBTF 機器製作・搬入完了式典

11月20日、イタリア・パドバのコンソルツィオ RFX に建設中の ITER 用中性粒子入射装置 (NBI) 実機試験施設 (NBTF) において、日本の調達機器である 1MV 高電圧電源機器の搬入完了を祝して式典が開催され、あわせて桜の木の記念植樹が行われた (図 3)。式典には ITER 機構、日本から文科省・伊藤文科審、松浦戦略官、量研から栗原所長、草間副所長 (ITER 日本国内機関長) から関係者、機器製作メーカーである日立製作所、欧州からは欧州委員会、地元行政長、パドバ大学、レニャーロ等研究機関の代表、及び欧州側の調達担当者らが参加した。

本電源は、世界最大出力の負イオンビーム (エネルギー 1 MeV、電流 40 A、運転時間連続 1 時間) を発生させるためのものであり、従来の NBI の性能に比べ電圧・電流が倍、パルス長が 100 倍以上という高い要求となっている。そのため、直流・長時間 1 MV 絶縁技術の開発試験を実施しながら 2012 年から製作を開始し、2017 年 3 月に製作を完了したものであり、製作と並行して、2015 年 12 月に最初の機器輸送を行い、同時に現地作業を開始して、これまで計 6 便の大型機器輸送を経て、2017 年 10 月に現地への機器搬入を完了した。

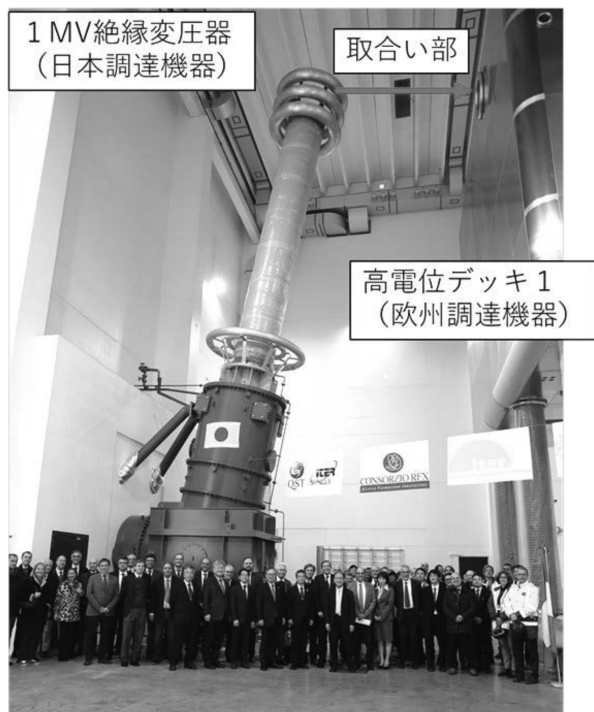


図3 NBTF機器製作・搬入完了式典でのサイトツアー。

現在、全体の約 9 割の機器の組立てを完了し、今回輸送した機器は、欧州が調達する機器の工事期間と調整を図りながら据付を行い、2018 年度に現地での統合試験を開始する計画である。

### 4. ITER 中心ソレノイド用超伝導導体の製作を完了

ITER の中心ソレノイド (CS) には 49 本の超伝導導体を使用される。ITER 参加極間で合意された調達分担に基づき、日本が 49 本全ての CS 導体を製作し、米国はこの CS 導体を用いて CS を製作する。CS 導体は、576 本の Nb<sub>3</sub>Sn 超伝導素線、288 本の銅線とステンレス鋼製中心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ある。導体の長さは最長で約 920 m である。

一方、ITER の運転時には CS に対して約 30,000 回の繰り返し通電を行う予定であるため、CS 導体の繰り返し通電特性を調べる必要がある。そのため、実機 CS 導体の製作に先立ち、2010 年に短尺の CS 導体を試作し、スイスプラズマセンター所有の SULTAN 試験装置を用いてその性能評価試験を実施した。その結果、繰り返し通電による予想外の超伝導性能の劣化が確認されたため、性能評価試験後の CS 導体に対して内部状態の調査を行い、繰り返し通電により超伝導素線に加わった大きな曲げが超伝導性能の劣化の原因であることを特定した。これに対して、燃線の撓りピッチを短くして超伝導性能の劣化を防ぐ手法を ITER 機構や製作メーカーと協力して確立し、撓りピッチを短くした改良導体の性能評価試験を行い、超伝導性能に劣化がないことを確認した。これにより、2013 年から実機用 CS 導体の製作を開始するとともに、製作した CS 導体の 29% にあたる 14 本の CS 導体に対して性能評価試験を行い、良好な超伝導性能を保持していることを確認した。2017 年 9 月には最後の CS 導体の製作を完了し、約 8 年の製作期間を経て全ての CS 導体の製作を完了した (図 4)。この成果は、ITER 計画における重要なマイルストーンの達成である。また、製作した CS 導体の総重量は約 700 トンとなり、前例のない長尺ケーブルインコンジット導体の量産を達成することができた。



図4 製作が完了した最後の中心ソレノイド用導体。

製作したCS導体のうち45本は2017年11月末までに米国へ出荷し,2018年2月までに全てのCS導体の出荷が完了する予定である。

## 5. 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いる。その一環として,11月には第18回核融合炉材料国際会議(ICFRM-18:於青森市・リンクステーションホール青森)と,Plasma Conference 2017(於姫路市・姫路商工会議所)においてそれぞれ展示ブースを出展した(図5)。展示ブースでは,ITER 模型を展示し,来訪者に ITER 計画のパンフレットやフォトブック,ペーパークラフト等を配布するとともに,ITER 計画についての説明や動画を用いた日本の調達機器製作の紹介を行い,また,ITER 機構職員募集の資料配布,及び関連情報を提供するための登録制度の案内も行った。来訪者からは ITER 建設及び日本の調達機器の進捗状況についての他,ITER 機構職員の待遇や実状に関して等,様々な質問が寄せられた。

今後もこのような広報活動を通して,核融合エネルギーの重要性や ITER 計画への理解を深めていただけるよう活動を続けていく。

(量子科学技術研究開発機構  
核融合エネルギー研究開発部門)



図5 Plasma Conference2017における展示ブースの様子。