



## 1. 多田栄介前那珂研副所長が ITER 機構の副機構長に就任

那珂核融合研究所の多田栄介前副所長（図1）が、5月1日付けで ITER 機構の副機構長に就任した。

多田前副所長は1987年旧日本原子力研究所に入所し、超伝導コイルや真空容器、遠隔保守機器の研究開発に携わった。入所10年後には、ドイツのガルヒンクで ITER 概念設計活動に参加し、1999年からは、ITER の国内誘致のために安全規制の策定を主導するなど、工学設計活動期間中には日本のプロジェクトリーダーの役割を担い、2001年に ITER 最終設計報告書を取りまとめた。その後、ITER の日本誘致を強気に推進したが、フランスへの建設決定後、2006年には現地サン・ポール・レ・デュランスにいち早く着任し、ITER 機構の「7人のパイオニア」の一人となり、2007年から2010年まで ITER 機構の中央統合・技術部門長及びプロジェクトオフィス長という戦略的な地位を勤



図1 ITER 機構副機構長多田栄介氏。

めた。2012年に帰国後は日本の国内実施機関長として、また那珂核融合研究所副所長並びに ITER プロジェクト部長として、日本国内での ITER 調達活動を主導するとともに、ITER 機構及び各極との連携強化に尽力してきた。

本年3月に機構長に就任したベルナルド・ビゴ氏は新体制の整備を精力的に進めており、その中で多田前副所長は、これまでの核融合と ITER 計画への揺るぎない信念を評価され、2人の副機構長のうちの1人として ITER 機構に迎えられたものである。多田前副所長は、ビゴ機構長と共に ITER 機構のシニアマネージメントチームを率い、ITER 参加極の国内機関長他、関係者間の意見調整担当、また計画管理、原子力安全保障と品質保証等の担当として、ITER 計画全体のプロジェクト管理を任されることとなった。

## 2. 第16回 ITER 理事会開催：ITER は目に見えて進捗しているが、解決すべき重要な課題が存在

2015年6月17日から18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・デュランス市で開催された。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2）。

各極は、幹部事業委員会を設置することにより、ITER 機構と国内機関をプロジェクト指向型組織として1つのチームに完全に統合するベルナルド・ビゴ新機構長の取組に留意した。

深刻な遅延の累積を認識しつつ、事業を前に進めるため、事業目的、コスト、スケジュールを統合した事業計画の更新を目指し、作業が進められている。この更新した事業計画は、2015年11月の次回 ITER 理事会会合で議論され



図2 第16回 ITER 理事会出席者（ITER 機構提供）。

る資源を割当てたスケジュールを含む。ITER 理事会は、この資源を割当てたスケジュールはファーストプラズマを可能な限り早期に実現するよう最適化することを要請した。これまでの遅延をできるだけ回復するために、ITER 機構は、ファーストプラズマに向けた作業を行いつつ、利用可能な時間に残りの機器を最大限据え付け、本格的な運転の開始を可能な限り早く実現する。

ITER 理事会は、ITER 機構、国内機関及び各極に対して、重要／超重要機器のスケジュール遅延を止めるために、クリティカルパスとなっている機器及び設計を固めることを最優先として、引き続き密に協力していくよう要請した。

ITER 理事会はサイトを視察し、建設現場の進捗を直接確認した。その中には、今年初めにサイトに到着した高電圧の変圧器や2つの巨大な排水タンクといった最初の重量機器も含まれる。

2015年 ITER 運営評価を実施するジャンミン・サン教授(中国)と契約に署名した。

### 3. ITER トロイダル磁場 (TF) コイル第1号巻線のトランスファ作業を完了

原子力機構は、調達を担当するITER向けTFコイルの製作にあたり、実規模試作及びTFコイル製作装置の製作をメーカーと協力して進めている。これまでに、巻線作業、冷媒入口部及びジョイント部の施工、熱処理、トランスファ、導体絶縁、カバー・プレート (CP) 溶接、ダブル・パンケーキ (DP) 絶縁の各装置の検証、及び実規模での検証試験を完了した。このうちトランスファでは、超伝導導体を

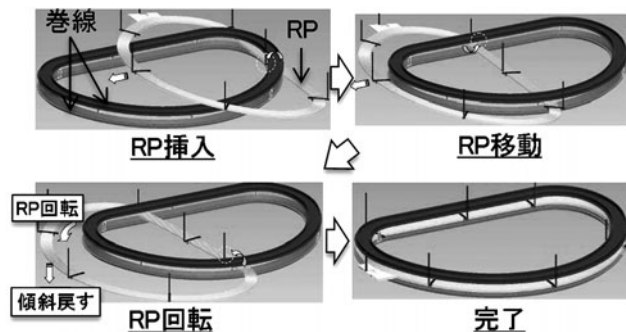


図3 トランスファ作業の流れ。



図4 トランスファ及び導体絶縁作業を完了したTFコイル第1号機用の巻線。

D形状に成型し超伝導生成熱処理を終えた巻線をラジアル・プレート (RP) の溝に挿入する。具体的には、2層の巻線間に隙間を設けて、この隙間に斜めに傾けたRPを挿入し、2層の巻線間を繋ぐ箇所を通過した後にRPを水平とし、RPを回転させて巻線とRPのD形状を合わせる作業を実施する(図3)。この作業においては、超伝導導体に0.1%以上の歪が加わるとその性能が劣化することから、超伝導導体に0.1%以上の歪が加わらないように、パンケーキ間の距離を約400mm以下の距離に保持する必要がある。これまでに、実規模の巻線を用いた検証試験において、トランスファ作業中に超伝導導体に加わる歪の量を測定し、歪量が0.1%以下であることを確認してきた。

上記の実規模検証試験の結果を踏まえて、本年5月に実機TFコイル第1号機の1本目の巻線についてトランスファ作業を実施し、成功裏に超伝導導体のRP溝への挿入を完了した。また、次工程の導体絶縁の作業についても無事完了した(図4)。今後、第1号巻線の完成に向けて、CP溶接以降の作業を実施する予定である。

### 4. KSTARでの共同実験の完遂によりYAGレーザーが帰国

原子力機構がトカマク環境での確認試験を行うために、韓国国立核融合研究所 (NFRI) に貸与していたITER周辺トムソン散乱計測用原型YAGレーザー装置が、NFRIから返却された。このレーザー装置は、2015年5月8日にNFRIのKSTARトカマク実験棟を出発し、5月9日に成田空港に到着、5月13日に通関手続き後、5月14日に那珂核融合研究所内先進計測開発棟へ搬入された(図5)。

原子力機構とNFRIは、ITER周辺トムソン散乱計測用原型YAGレーザー装置を用いた共同実験のための取決めを2011年11月に締結した。この取決めに基づき、原型YAGレーザー装置 (ITER だより33参照) は、2012年4月からNFRIのKSTARトカマク実験棟へ移設され、2012~2014年のプラズマ実験において、トムソン散乱計測用のレーザー装置として運転された。この3年間に原子力機構は、レーザー装置の信頼性に係るデータを取得し、このレー



図5 先進計測開発棟内に搬入されたITER原型YAGレーザー装置。木箱12箱に分けて輸送された。手前左端の木箱にレーザー光学系が搭載された光学テーブルが格納されている。

ザー装置がトムソン散乱計測に問題なく使用できることを実証できた。KSTAR トカマク実験装置は、このレーザー装置を用いたトムソン散乱計測により、電子温度・密度分布の時間変化を 10 ms 毎に計測できるようになり、H モードペダスタルの急峻な分布形状などを計測し、物理研究を進展させた。以上の成果を得て、本共同実験は昨年度終了した。

YAG レーザー装置は、12箱の木箱（総重量 7,336 kg）に分けて空輸され、陸上輸送は10トントラック 2 台で輸送された。一番大きな木箱には、レーザー光学系が搭載された光学テーブルが格納されており、木箱サイズは縦 450×横 178×高さ 153 cm、重量は 2,295 kg であった。ITER プロジェクトでは調達機器をフランスの ITER 建設地へ輸送しなければならないが、今回レーザー装置のような精密機器の輸送を経験することにより、今後の精密機械輸送のための知見も得た。

現在、先進計測開発棟内（ITER だより51参照）にレーザーの開発を行うためのクリーンルームを組み立て中であり、8 月頃完成の予定である。クリーンルーム完成後に、このレーザー装置は、クリーンルーム内へ据え付け調整され、その後、本格的な開発が行われる予定である。

## 5. ITER・TF コイル構造物の製作技術で荻田記念賞受賞

2015年5月29日に、日本鑄鍛鋼(株)と原子力機構は、[ITER（核融合実験炉）用高窒素ステンレス極厚鍛鋼品の製造技術の開発]の研究成果により、火力原子力発電の発達改善に顕著な貢献をした技術者に授与される火力原子力発電技術協会「荻田記念賞」を受賞した。受賞対象は、ITER の TF コイル構造物で使用されている極厚鍛鋼品の製造技術開発で、複雑形状、極厚、かつ、液体ヘリウム温度で均質な内部品質（機械的性質および超音波検査での透過性）を有する鍛鋼品の大量生産に成功したことが評価された。

ITER TF コイルは超伝導導体等で構成される巻線部と巻線部を収納するコイルケースからなる。コイルケースは、液体ヘリウム温度（4 K）で 900 MPa 以上の 0.2% 耐力を実現するため、高窒素を含有する極厚の高窒素オーステナイト系ステンレス鋼（316LN）鍛鋼品が必要であり、さらに、信頼性向上のための溶接部の低減、機械加工コストの削減のため、最終形状に近い極厚鍛鋼品が必要とされ、

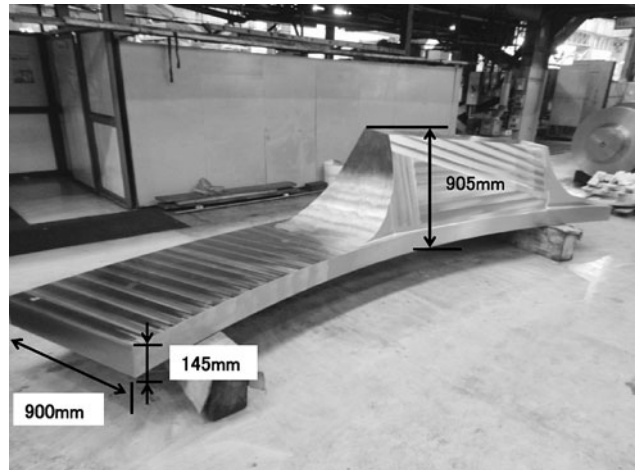


図6 TF コイル構造物部材の最終製品(例)。

複雑形状で最大約 1,000 mm 厚さの極厚高窒素 316LN 鍛鋼品の開発が必要であった。しかし、このようなステンレス鋼極厚鍛鋼品の製作実績はなく、内部品質を確保し、かつ最終製品形状により近い形状で鍛造成形を行うことは難しいと考えられていた。

そこで、これらの課題を解決するために、原子力機構と日本鑄鍛鋼(株)は、2004年に 0.2% 以上の窒素を含有する 400 mm 厚さの 316LN 鋼の試作を実施し、液体ヘリウム温度での機械的性質を含めた内部品質を確認し、ITER 要求値を満足することを確認した。極厚かつ複雑形状への鍛造成形技術については、実験室規模での実験による検討を進めるとともに、2012年に、最終設計形状の部材を対象とした検討を行い、内部品質を確保し、かつ、最終製品により近い形状で成形する鍛造技術を開発した。さらに開発した鍛造技術の妥当性、及び液体ヘリウム温度での機械特性を含めた内部品質を、2012年に実物大の試作により確認した（図6）。これらの結果を基に、2013年以降、実機向け鍛鋼品を日本の ITER 計画への貢献の一部として製造している。

上記研究開発により、鍛造後重量及び鋼塊重量を従来技術である一般的な鍛造方法に比べ、大幅に削減することができただけでなく、製造時の機械加工の低減も実現し、ITER の要求を満足する TF 構造物の製作が可能となった。本受賞は、原子力機構の液体ヘリウム温度という特殊環境下での材料特性評価技術と日本鑄鍛鋼(株)の製造技術が融合することで成し得た成果である。

（日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門）