



1. 第11回 ITER 理事会開催：ITER 計画の着実な進展を確認

2012年11月28, 29日に、第11回 ITER 理事会が最近完成したITER機構本部建屋で開催されました。理事会はITER計画の最高意思決定機関であり、高津英幸（日本）議長の下、中国、欧州連合、インド、日本、韓国、ロシア、及び米国の7つのITER加盟極からの代表が一堂に会しました。

理事会は、ITER 本部建屋の完成を含め、ITER サイトにおける建設が力強く継続していること、ITER のコイル製造において顕著な進展があったことを確認しました。350 トンを超えるトロイダル磁場コイル導体を使用するニオブ3 スズ素線が6 極により製造され、これはプロジェクトで必要とする全量の75パーセントに相当します。また、ニオブチタンのポロイダル磁場コイル導体の65トン（必要量の25パーセント）が、中国、欧州、ロシアにより製造されました。会合において、ITER 機構はこれまでに80件の調達取決めが署名されたことを報告しました。これは ITER 建設の全物納価額の 81.2 パーセントに相当します。

理事会は、ITER 機構と国内機関の協力を強化するため、ITER 機構によって提案された統合されたプロジェクトの運営手法を歓迎しました。本島修 ITER 機構長は、「ITER 機構及び7つの国内機関は、ITER 計画の実施のため、これまでより一層緊密に協力すべく『ユニーク ITER チーム』を設立した。これにより特に共同で協力の有効化を阻む障害の原因に立ち向かっていくことができるようになるであろう。『ユニーク ITER チーム』での更なる統合は、我々の目標を達成し、計画の総コストを最小化するための鍵だ。」と強調しました。

最後に、ITER 理事会は、主要な許認可のマイルストーンの達成（ITERを建設する許可をITER機構に与える法令にフランス政府が署名した）を賞賛しました。

ITER 理事会は、理事会及びその補助機関の議長及び副議長を再任し、テストブランケット・モジュール計画委員

会の議長として過去4年間にわたる小西教授の貢献に感謝しました。（図1, 2）

2. ITER 職員募集説明会の実施

11月7, 8日2012年度秋季低温工学・超電導学会（岩手いわて県民情報交流センター(アイーナ)）、11月10, 11日サイエンスアゴラ（東京 日本科学未来館）、11月27～29日プラズマ・核融合学会年会（福岡県 クローバープラザ）において核融合、ITER・BA などに関する資料を配布し、ITER計画について説明するとともに、ITER機構職員募集の案内を行いました。サイエンスアゴラでは、核融合についての導入として太陽専用の望遠鏡を用いて太陽の核融合を観察するなど、核融合を身近に感じて頂けるように工夫をしました（図3）。また低温工学・超電導学会においては、展示会における優良発表賞を受賞しました。

詳細については那珂 ITER ウェブサイト (<http://naka-www/jaea.go.jp>) の「ITER 機構職員募集説明会について」をご覧ください。

（日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門）



図2 日本の ITER 理事会メンバー。



図1 第11回 ITER 理事会議事風景。



図3 太陽専用の望遠鏡を用いての太陽の核融合を観察。



1. ITER用中心ソレノイドコイル用超伝導導体の高性能化に成功

プラズマ電流を誘起する変動磁場の発生を目的としたITER用中心ソレノイドコイル(CSコイル)は、ITERの運転回数と同数の繰り返し電磁力を受けます。CSコイルを構成する超伝導導体の試験を2011年に実施した際、この繰り返し電磁力に対して徐々に、見かけ上の性能が低下する現象が見られました。試験装置固有の現象ではないかとの議論もあり、その原因調査を行っているところです。一方、超伝導撚線の撚りピッチを短くする導体を用いて、今回試験したところ、繰り返し電磁力に対して性能が低下しないことを確認しました。

撚線は図1に示すように直径0.83 mmの素線を5段階で撚る構造をしています。従来の撚線では、初段の撚りピッチは45 mm程度が一般的でしたが、今回の改良では半分以下の20 mmに短くし、以降の撚りピッチも最高で約半分に

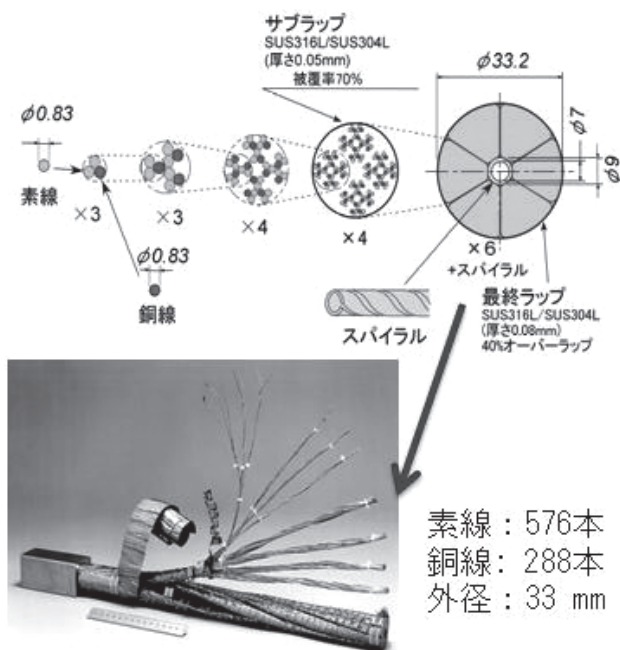


図1 CSコイル用超伝導撚線の構造。

短くして撚線を製作しました。撚りピッチを短くすることで、撚線の機械的強度を高める効果を期待しています。日本はITER用CSコイル導体を全て調達することになっています。本結果により、ITER用のCS導体の製作を本格的に開始することになります。

2. 新 ITER 本部ビル除幕式典が開催される

2012年10月にITER機構に正式に引き渡されたITER機構の新しい本部ビルにおいて、本年1月17日に除幕式典が、200人の来賓を招いて開催されました。式典では、欧州委員会のGünther H. Oettingerエネルギー担当EUコミッショナーから、“ITERが立地する欧州は、グローバルなエネルギー研究の鍵となる役割を今も、そしてこれからも果たす”と、ITER計画推進への力強いメッセージが発せられるなど、来賓の方々からITER計画推進支持のメッセージが発せられました(図2)。



図2 写真左から、Hugues Parant プロバンス＝アルプ＝コート・ダジュール知事、Geneviève Fioraso 高等教育・研究大臣、Günther H. Oettinger エネルギー担当EUコミッショナー、ITER機構本島機構長。



1. ITER ビジネスフォーラム2013の開催

2013年3月21日, 22日, フランスのトゥーロンにおいて「ITER ビジネスフォーラム2013」が開催されました。2007年から始まり今回で第3回目のITER ビジネスフォーラムには, 24か国から企業, 大学, 研究機関(計386社: 内日本からは企業3社, 研究機関1社)が参加しました。このフォーラムは, 企業が今後のITER 機器調達に参入する機会を作ることを目的としています。フォーラムでは本島ITER機構長からITERの概況説明, 各国内機関から調達状況について説明があり, 原子力機構核融合研究開発部門副部門長の多田から日本の調達状況を発表しました。また, 各機器の調達分野に分かれてワークショップが行われ, それぞれの機器製作に関連する企業が, 自社の技術紹介や現

在の製作状況についての展示や説明を行い, 活発な議論が行われました(図1)。

2. トロイダル磁場コイルの巻線の製作準備作業を開始

原子力機構は4月, トロイダル磁場(TF)コイルの製作の一環として, TFコイルの巻線試作に用いる中国製ダミー導体と3本の日本製TF導体, また, 実機TFコイルに用いる韓国製TF導体, 計5本のTF導体の受入検査を実施しました。これらの導体は受入検査に合格し, 今後TFコイルの巻線試作および実機の製作を行う予定です(図2)。

3. 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の一環として, これまで国内外でITER 計画の展示やITER 機構職員公募の説明会を行っています。この度, 平成25年度電気学会全国大会(3月20~22日 名古屋大学 東山キャンパス), 日本原子力学会2013年春の年会(3月26~28日 近畿大学 東大阪キャンパス)および日本原子力学会北関東支部総会(4月19日 茨城県東海村)においてブースを出展し, 来訪者の方々にITER 計画などの資料を配布し, ITER 機構職員募集および登録の案内を行いました。これらの詳細については那珂ITER ウェブサイト(<http://naka-www.jaea.go.jp/ITER/index.html>)の「ITER 機構職員募集の説明会について」をご覧ください。

(日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門)

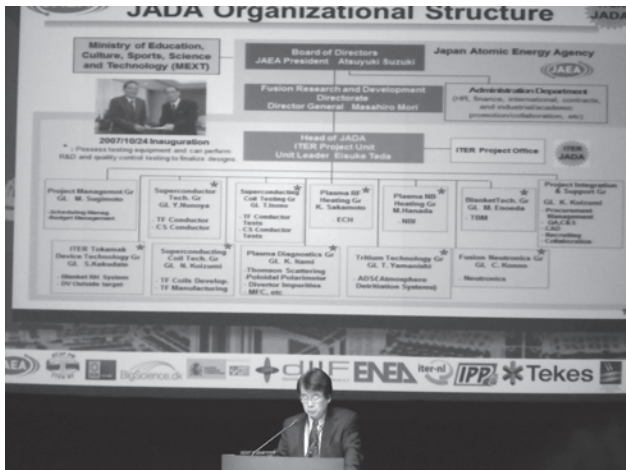


図1 ITER ビジネスフォーラム2013の様子(多田 原子力機構副部門長)。



図2 直径4 mに巻き取られた導体(左奥: 中国製ダミー導体, 右奥実機TFコイル用の韓国製TF導体, 他: 日本製TF導体)。



1. 第12回 ITER 理事会開催：ITER は完全な建設段階に移行

2013年6月19, 20日に、ITER 機構の統治組織（理事会）が日本の東京で招集されました。この2日間の会合では、7つの ITER 参加極の全て－中国、欧州連合、インド、日本、韓国、ロシア、および米国－の上級代表者が、高津英幸議長（日本）の下、一堂に会しました。

ITER 計画は完全な建設へ移行しています。理事会は、フランスのサン・ポール・レ・デュランスの ITER サイトにおける建設活動のペースが加速されていること、そして全ての ITER 参加極において現在進められているトカマク機器及び支援システムの製造がよく進展していることに留意しました。最近主要な契約が締結され、そして今や多くの一流企業がこの事業に携わっています。大型機器のサイトへの最初の搬入が2014年の第3四半期に予定されています。

理事会は、スケジュールの加速を達成することを目的として事業の遂行を改善するために作られたユニーク ITER チームの一環として、ITER 機構と国内機関間の協力の改善を歓迎しました。初プラズマに必要なシステム及び機器の製造のスケジュール状況を改善するために、密接な協力を通じて、解決策が追求されています。これには企業との

密接な協力が含まれており、既にある遅延を回復させる結果となっています。ITER 理事会は、スケジュールを遂行するための努力を持続することの重要性を再確認し、一方で ITER がこの種として初めてのものであることによる挑戦を認識しました。

ITER のコイルの製造において大きな進捗が報告されました。これまでに、トロイダル磁場コイルの導体用に420トンを超えるニオブスズ (Nb_3Sn) の素線が、6つの調達を担う参加極により製造されており、これは ITER 計画に必要な分の90%に相当します。また、トロイダル磁場コイルの導体用に133トンのニオブチタン (NbTi) の素線が、中国、欧州連合、およびロシアにより製造されました（事業に必要な分の51%に相当）。

理事会は、2013年の運営評価人としてビル・マディア氏の任命を承認しました。サン・ポール・レ・デュランスの ITER サイトにおいて、9月5, 6日に関係級の代表を伴う特別会合が開催される予定で、核融合のための巨大な国際協力の建設の進捗を直接目にする事ができます。

2. インド国内機関との低温循環装置試験に関する取り決め締結

インド国内機関と原子力機構は、インド国内機関が調達する極低温循環装置を原子力機構で試験する取り決めに6月19日に調印しました。極低温循環装置は、ITER プロジェクトの極低温システムを構成する装置の一つで、マグネットシステムと極低温真空ポンプに超臨界圧ヘリウムを送る装置です。インド国内機関は、リスク緩和のため実機調達開始前に運転条件における低温循環装置の性能を確認することを決定し、原子力機構が保有する極低温試験設備がその試験に適切と判断して、本取決めを締結することになりました。



図1 第12回 ITER 理事会議事風景。



図2 取り決め調印の様子(左:森部門長, 右:Dr. S. Deshpande氏)。

3. 直流120万ボルト1時間、直流106万ボルト5時間保持に成功

ITER の中性粒子入射装置 (NB) 電源は、40A の重水素負イオンビームを 1 MeV まで加速するための直流100万ボルトの超高圧電源システムであり、負イオン生成電源と加速電源から構成されます。このうち、負イオン生成電源は、負イオンを100万ボルトの電位上で生成し接地電位（大地の電位）に向けて加速することから、大地に対して100万ボルトの絶縁を確保する必要があり、そのために直流100万ボルトの絶縁変圧器が必要です。しかしながらこのような絶縁変圧器はこれまで開発されたことがないため、絶縁変圧器のモデルを試作し絶縁の実証試験を行いました。原子力機構は、絶縁変圧器モデルの設計製作において直流長時間絶縁特性を考慮した絶縁構造や複合構造の引出しブッシングを開発・適用し、直流120万ボルトで1時間及び直流106万ボルトで5時間の保持を達成し、ITER の要求性能を満足することができました。なお、本研究成果は、2013（平成25）年3月22日に名古屋大学で開催された電気学会全国大会で発表しました。

（日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門）



図3 開発した絶縁変圧器(高さ 16 m).



1. プラズマ計測装置調達取決めの締結

ITER 機構と原子力機構は、日本が調達責任を有するプラズマ計測装置のうち、4つの計測装置（ポロイダル偏光計、周辺トムソン散乱計測装置、ダイバータ赤外サーモグラフィ、ダイバータ不純物モニター）についての調達取決めに締結しました。（ITER 機構は7月30日、原子力機構は8月7日に署名）。これは、昨年4月に締結したマイクロ・フィッションチェンバーの調達取決めに引き続き、日本が担当する計測装置の2番目の調達取決めになります。

ポロイダル偏光計は、多視線の遠赤外レーザーをプラズマに入射し、プラズマを通過したレーザー光の偏光状態の変化から、プラズマの電流分布を計測します。周辺トムソン散乱計測装置は、YAG レーザーをプラズマに入射し、ペDESTAL領域を含む周辺プラズマの電子温度と電子密度を高空間分解能で計測します。ダイバータ赤外サーモグラフィは、内側ダイバータ板および外側ダイバータ板においてELMなどによる熱流束を高空間・高時間分解能で計測します。ダイバータ不純物モニターは、ダイバータプラズマからの紫外～可視光の発光分布から、ダイバータに流

入するプラズマ粒子束やダイバータ領域での不純物の挙動を計測します。今後、本調達取決めにに基づき、これら4つの計測装置の詳細設計を開始します（図1）。

2. ITER トロイダル磁場 (TF) コイルおよび構造物の実機製作の契約締結

原子力機構は、2012年度に、日本が調達を担当するITER トロイダル磁場 (TF) コイル、および欧州が調達を担当する TF コイルに用いる構造物について、各々の初号機製作および実規模試作の契約を締結しました。これに引続いて、4機分の TF コイル、および3機分の欧州分 TF コイル用構造物を製作する契約の締結に向けて契約の手続を進めてきました。この度、TFコイル第2号機および第4号機を製作する契約を三菱重工株式会社と、TFコイルの第3号機と第5号機を製作する契約を株式会社東芝と、第2号機から第4号機の欧州分 TF コイル用構造物を製作する契約をイーエナジー株式会社と締結しました。これにより実機の TF コイルおよび構造物の製作を着実に進めます。

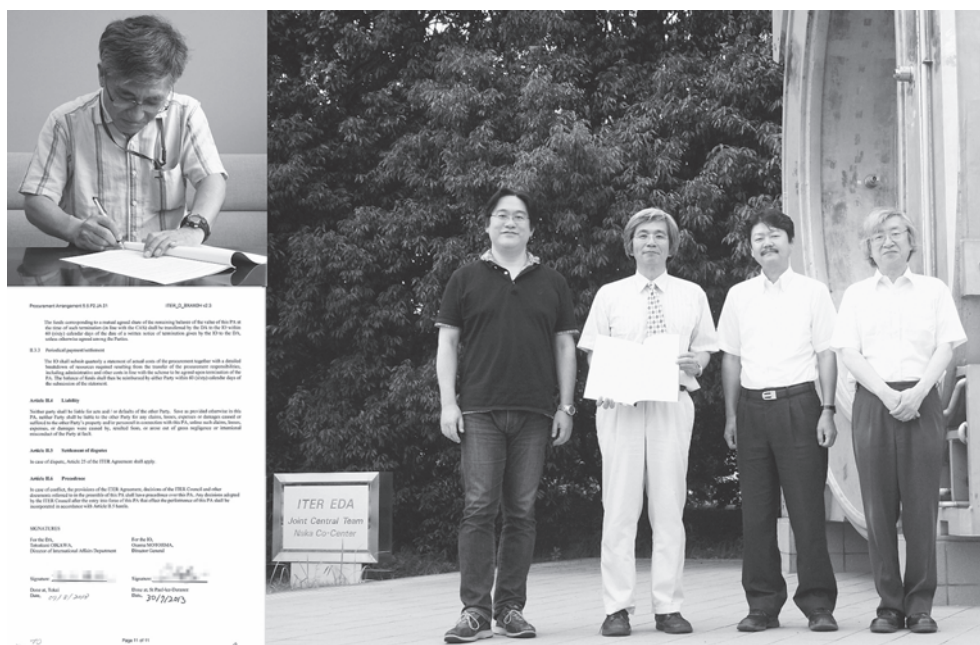


図1 調達取決め文書と署名の様子。



1. 閣僚級 ITER 理事会開催：各極閣僚が世界の将来のエネルギー需要に応える ITER の重要性を再確認

閣僚級の代表は、世界の未来のエネルギー源としての核融合の重要性を再確認し、事実上無尽蔵で、環境への負荷も少ない核融合エネルギー開発の道において、不可欠なステップと位置づけられる ITER 実験装置の重要性を強調しました。また、参加者は ITER での国際協力体制が、将来の世界規模の科学協力の新しいモデルとなることを強調しました。

会合は、欧州委員会エネルギー担当委員、欧州原子力共同体代表であるギュンター・エッティンガー氏の呼びかけで 9 月 6 日に ITER 機構本部にて開催されました。

ITER 加盟 7 極（中国、欧州、インド、日本、韓国、ロシア、米国）の閣僚級代表が会するのは、プロジェクトの歴史の中で 2 回目です。今回は、建設作業がハイスピードで進展していることを背景に、閣僚級の代表が計画実施の進捗を議論し、このような初めての計画ならではの挑戦、特に、スケジュールやコスト抑制などについて認識し、ITER の成功に向け共に努力することを再確認しました。

ITER は南仏、サン・ポール・レ・デュランスにおいて 2010 年より建設中です。会合において、フィオラゾ仏高等教育・研究大臣は「ITER は重要な社会的関心に応え、科学への熱意を育むものであると同時に、未来に希望を抱かせる困難な技術的挑戦である。」と述べました。

ITER サイトで建設が進むと同時に、トカマク型核融合炉のハイテク機器が ITER 加盟極の企業にて製作されつつあります。現在、ほとんどの契約が産業界を先導する企業との間で締結され、一部の機器は ITER サイトに到着し始めました。2014 年 6 月の組立て開始に合わせて最初の大規模機器が到着する予定です。

閣僚級の代表は、建設サイトを訪問し、今日までの ITER の進捗を賞賛しました。本島修 ITER 機構長は、「この良好な進捗状況は、我々がユニーク ITER チームと呼んでいる ITER 機構と 7 極国内機関の強いパートナーシップによる多大な協力のたまものである。ITER 参加極による我々への信任に感謝する。」と述べました。

エッティンガー委員は、「ITER 計画は歴史的事業であり、不断の努力と革新的な方法で様々な困難、特に、コストを抑えつつタイトだが現実的なスケジュールを維持するという困難に挑戦することが必要である。」と述べました。

これに関連して、閣僚級代表は、各国内機関と密接に協力して ITER 建設に向けたマネジメントの改善計画を提案するよう ITER 機構に対し要請しました（図 1、2）。

2. ITER 韓国国内機関(KODA)の新オフィスビルの開所式開催

ITER 韓国国内機関（KODA）の新たなオフィスとなる韓国国立核融合研究所（NFRI）のオフィスビルの竣工式（開所式）が 9 月 30 日に開催されました。オフィスビルは、NFRI の所有するトカマク実験装置 KSTAR の実験棟の隣に建設されました。地下 2 階、地上 6 階からなり、4 階と 5 階の一部が KODA のオフィスとなります。ビルの 5 階には日本をはじめとした各極国内機関、ITER 機構（IO）のためのオフィスも用意されています。

式典には、韓国政府代表、NFRI 所長、本島 ITER 機構長、韓国基礎科学研究所（KBSI）所長、多田原子力機構副部門長らが臨席しました（図 3、4）。

3. ITER サイトへの輸送試験の実施

ITER 機構は、欧州国内機関と仏原子力庁の協力のもと、地中海近くの町ペール・レタンから ITER サイトま



図1 トカマクピットに集合した閣僚級 ITER 理事会各極代表者。



図2 閣僚級 ITER 理事会議事風景。



図3 韓国国内機関オフィスビル全景.



図4 韓国国内機関オフィスビル開所式での記念写真.

での大型の物納機器の輸送を実施するため輸送試験を行いました. 長さ 46 m, 幅 9 m, 総重量約 800 トン (コンクリートブロック 360 個のダミー荷重 600 トン, トレーラー 185 トン) の物納機器を模した荷物は, ベール・レタンの海岸を 9 月 16 日の夜 9 時 45 分に出発し, 9 月 20 日 朝 4 時 45 分 ITER サイトに到着しました. 車列は, 100 m 以上にわたり, 5–15 km のスピードで一般道を走行し, 途中で 4 箇所の高速道路を横断し, 4 晩かけて 104 km の道のりを旅しました. この道路は, 2008 年から 2011 年にかけて道幅の拡張, 橋梁の強化等が行われました. ITER を構成する機器の輸送は, 2014 年半ば頃から始まり, 2014 年から 2019 年にかけて 230 回の輸送が行われる予定です (図 5). これらの詳細については ITER 機構ウェブサイト (下記) のプレス・リリースをご覧ください.

http://www.iter.org/doc/www/content/com/Lists/list_items/Attachments/527/2013_09_Convoy.pdf



図5 輸送試験の様子.