



1. ITER(イーター)共同実施協定締結

2006年11月21日、ITER 参加各極の閣僚級による会合がパリ・エリゼ宮(大統領府)で開催され、ITER 計画の実施主体となる ITER 国際核融合エネルギー機構(以下、ITER 機構と略記)を設立するとともに、参加各極の ITER 機構への貢献等について定める「ITER 事業共同実施のための ITER 国際核融合エネルギー機構を設立する協定」などについて署名が行われた。日本からは、岩屋毅外務副大臣(署名者)と水落敏栄文部科学大臣政務官が代表として出席し、ITER 協定、特権免除、暫定発効取り決め本協定に署名した。その結果参加 7 極による ITER の建設と運転に関する国際協定が締結されたことになる。今後、各極における批准や承認を経て、正式に発効される予定である。

なお、協定文等の詳細は、以下の外務省ホームページで参照できる。

外務省：最近署名を行った条約(国会に提出したものを除く)
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/treaty/shomei.html>

- ・イーター事業の共同による実施のためのイーター国際核融合エネルギー機構の設立に関する協定
- ・イーター事業の共同による実施のためのイーター国際核融合エネルギー機構の特権および免除に関する協定

2. 第 1 回 ITER 暫定理事会開催

大臣級代表による第 1 回暫定 ITER 理事会がヤヌス・ボ

トチュニク科学研究担当欧州委員の議長のもとで2006年11月21日にパリにおいて開催された。これは新たに設立された ITER 機構の最初の活動となる。会合の主な成果は、ITER 協定を暫定的に実施する枠組みを提供し、ITER 機構に必要な能力と資源の利用手段を与えるとともに、池田 要 ITER 機構長予定者に対し、協定の暫定適用のもとで ITER 機構の活動を開始させ、その目的を追求させる権限を与えたことである。

3. ITER 機構における職員の公募開始

ITER 機構では活動開始にあたり、必要な職員を ITER 計画の参加国から公募することとし、2006年12月に、その募集要項が ITER ホームページ (<http://www.iter.org/a/jobs.htm>) に掲載された。今後何回かの公募がなされるものと予想される。我が国は、ITER 計画の参加国であり、我が国の国籍を有する人は、ITER 機構の職員公募に対して応募することができる。

日本原子力研究開発機構が、我が国政府からの要請を受け、日本における公募の窓口として、ITER 機構による職員公募に関する我が国における応募の事務手続きと関連情報を下記ウェブサイトにおいて提供している。その他、公募開始についての情報は、プラズマ・核融合学会、核融合科学研究所、核融合関連学協会を通じても配信された。

<http://www.naka.jaea.go.jp/ITER/index.html>

(日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門)



1. カダラッシュサイトへ ITER 国際チーム員が集結

平成18年7月にCEA カダラッシュ研究センター内に ITER（イーター）国際チームの仮事務所が完成して以来、ドイツのガルヒンク共同作業サイトおよび日本の那珂共同作業サイトで設計作業に従事していた ITER 国際チーム員が本格的にカダラッシュへの移動を開始した。平成18年末には、ガルヒンクサイトおよび那珂サイトにおける活動を終了し、翌1月半ばにすべての国際チーム員がカダラッシュへ集結した。なお、平成18年11月21日に ITER 協定が正式に署名され、ITER 機構の暫定活動が開始されたが、ITER 機構が正式に発足するまでは国際チームによる移行措置活動が継続される予定である。

カダラッシュサイトにおける各極から派遣された ITER 国際チーム員は、平成19年2月末時点で約120名に達している。国際チーム員のほかにも、滞在研究者（Visiting Researcher）10数名が各極から派遣されている。また、CAD 技術者、秘書などのスタッフ50数名が国際チーム業務を支援している。これらを含めると総数約190名規模となっている。日本からは2月末時点で長期派遣者14名、短期派遣者5名を派遣し、ITER 建設開始に備えた技術的準備作業や ITER 機構の組織的準備作業を行っている。また、今後の人員増加に備えて、現在の仮事務所に隣接して第2仮事務所が建設中である。

2. ITER 建設サイトの整備作業が開始

平成19年1月末、CEA カダラッシュ研究センターに隣接する ITER 建設サイトにおいて樹木の伐採作業が開始された。作業は急ピッチで進められている。サイトの周囲に

フェンスを立て、大型重機による伐採した樹木の運び出しや砂利の運搬などが行われている。このため、一般の国際チーム員や来訪者は ITER 建設サイトに立ち入ることが禁止された。今年10月までに180 ha の広さの ITER 建設サイトの準備が完了する予定である。また、このサイト整備作業では、環境への影響を最小にするよう措置がとられ、ITER 建設サイトの約半分は森として保存されることになっている（写真1、2参照）。

3. ITER 機構職員公募への応募状況

ITER 機構の暫定活動の開始を受け、平成18年12月11日に、ITER 機構職員の公募が開始され、52のポジションに対する募集が ITER ホームページ（<http://www.iter.org/a/jobs.htm>）に掲載された。日本原子力研究開発機構では、我が国政府からの要請を受け、日本における公募の窓口として、応募書類の提出方法や関連情報を当機構核融合研究開発部門のウェブサイトに掲載した。

日本国内での応募書類の受付は、平成18年12月25日より開始し、平成19年2月6日に予定どおり終了した。その結果、応募期間の短さにもかかわらず、25のポジションに対して29名の応募があった。応募書類はすべてカダラッシュの ITER 機構へ送付された。ITER 機構では、各参加極からの応募書類の受付期限を2月20日とし、その後速やかに応募者の選考に入るとしている。日本原子力研究開発機構では、ITER 機構と日本人応募者との間の連絡支援を引き続き行っていく予定である。

（日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門）



写真1 土地整備を開始した ITER 建設サイト（右下が新たに整地したエリア）（ITER 機構提供）



写真2 ITER 建設サイトの整備状況（ITER 機構提供）



1. ITER 協定が国会で承認

4月17日の衆議院本会議において、ITER 協定（「イーター事業の共同による実施のためのイーター国際核融合エネルギー機構の設立に関する協定」）が承認された。これにより30日以内の批准が確定したことになる。欧州、米国、韓国及びインドはすでに批准等の国内手続きを実質的に終えている。批准等の国内手続きが完了していないのはロシア、中国のみとなった。今後、7極がすべて国際原子力機関（IAEA）に批准書等を寄託した時点から30日後に ITER 協定が正式に発効し、暫定的な活動を実施している ITER 国際核融合エネルギー機構（ITER 機構）が正式に発足することになる。

2. EU 極内機関が設立

3月27日にブリュッセルで開催された欧州連合理事会により、核融合エネルギー開発および ITER 国際核融合エネルギー機構のための欧州共同事業体が設立された。本共同事業体は、EU の ITER への貢献を統括する欧州極内機関となる。

本共同事業体はスペインのバルセロナを拠点とし、総予算96億5300万ユーロで、35年に亘り EU における核融合研

究の主要な役割を果たす。本事業を通して欧州原子力共同体（EURATOM）は、ITER 国際核融合エネルギー機構、及び核融合エネルギーの早期実現のための日本との「幅広いアプローチ」活動に貢献する。さらに本共同事業体は、核融合実証炉や関連施設の建設へ向けた準備のための活動を調整する。

3. ITER トロイダル磁場コイルの素線の性能試験

ITER トロイダル磁場（TF）コイルの超伝導ケーブルを構成する素線は、調達開始前に ITER 運転条件で性能を確認する必要がある。スイスの CRPP 核融合研究所にある Sultan 試験設備において、EU の企業 EAS により製作された 3.5 m 長さの導体サンプルの試験が行われ、良好な結果が得られた。本サンプルに用いられた導体は、イタリアの ENEA 研究所の監督下で製作され、CRPP において熱処理および組み立てが行われた。

本試験は ITER TF コイルの代表的運転条件で実施された。試験体は、10.8 T の磁場下で、0 kA から定格電流 68 kA まで 1000 回以上繰り返し通電された。その結果、この条件下で導体サンプルは安定であり、1000 サイクル後の分流開始温度が 5.7 K 以上という合格条件を満足した。したがって EAS 製素線は ITER TF コイル導体に適用可能と考えられる。さらに、この繰り返し試験後に 11 T の磁場下で 80 kA の過負荷試験が行われたが、劣化は認められなかった。

今後数ヶ月をかけて、TF コイルの製作を分担する日本などの参加極から持ち込まれる導体サンプルに対して同様の性能確認試験が実施される予定である。

4. ITER 建設サイトの伐採作業がほぼ完了

カダラッシュにおけるホスト支援機関（Agence ITER France）の監督のもと、ITER 建設サイトの準備作業が進んでいる。その第 1 期として、仮設のフェンスがサイトの周囲に設置され、75 ha の面積に対して伐採作業が完了した。また、ITER サイトへのアクセス道路の工事も行われている。主要なアクセス道路は夏に建設され、9 月に開通する予定である。

（日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門）



写真 1 Sultan 試験設備での性能試験に供された ITER トロイダル磁場コイル用導体サンプルの断面（直径約 40 mm）（ITER 機構提供）。



1. ITER トロイダル磁場コイル用導体の性能試験が進展

本誌5月号のITERだより(3)で報告したように、ITER参加極が試作したトロイダル磁場(TF)コイル用の導体について、スイスのSultan試験設備を使用した性能試験を実施している。ITERのTFコイル用導体は、Nb₃Sn素線900本を522本の銅線とともに中心スパイラル管のまわりに撚り線し、ステンレス製のジャケットに挿入した構造である。ITER用のNb₃Sn素線として、ブロンズ法および内部拡散法で製造された素線が既に開発され、導体化されている。Sultan試験設備では、これまでにEUの導体2種類(ブロンズ法、内部拡散法)、日本の導体2種類(ブロンズ法、内部拡散法)、および韓国の導体1種類(内部拡散法)の試験が終了している。

性能試験ではTFコイルの運転条件を模擬して10.8Tの外部磁場下で68kAを通電し、超伝導状態を維持できる最高の温度(分流開始温度、 T_{cs})を測定した。この値が高いほど性能が良いことになる。 T_{cs} に関するITERの要求値は5.7K(0.7Kの裕度を含む)で、これまでの総合評価として、ブロンズ法素線を使った導体の分流開始温度は6.3~6.8K(暫定値)となり、優れた値が得られている。また内部拡散法素線を使った導体では、 T_{cs} は5.8~6.0K(暫定値)となり、要求値を満足している。日本はさらに別の線材メーカーによるブロンズ法素線2種類を開発しており、これらを使用した導体の性能試験を本年末に予定している。

2. ITER用170GHzジャイロトロンの開発目標値を達成

ITERにおける電子サイクロトロン加熱・電流駆動(ECH/ECCD)及びプラズマの不安定制御に不可欠な170GHzジャイロトロンが開発が、日本をはじめ、EU、ロシアで積極的に進められている。その中で、2006年末には日本原子力研究開発機構において、開発目標値(周波数170GHz、出力1MW以上、パルス幅500秒以上、効率50%以

上)を上回る、出力1MW、動作時間800秒(連続対応)、効率55%の大出力発振に成功し[1]、ITERに必要な連続ミリ波源を世界で初めて実証した。

これまでも、ITER用ジャイロトロンについて、日本は世界最高の効率の達成、人工ダイヤモンド窓の開発、1MW級高周波の発振などを世界に先駆けて成し遂げ、着実な性能向上を行ってきたが、ジャイロトロン内部での発熱や発振出力の低下等により、出力時間は100秒程度にとどまっていた。

その後、①ジャイロトロン内部で散乱する不要な高周波損失を約2%まで低減することに成功し、内部機器の温度上昇を抑えたこと、②長パルス動作時に起こるビーム電流の減少を、カソードヒーターのプレプログラム制御によって抑制したこと、③カソード形状の工夫により発振用電子ビームの質を向上させて発振効率を高めたこと、などにより、2006年夏には0.6MWの実用出力レベルで1時間の定常動作を実証した。さらに、エネルギー源となる回転電子ビームの回転周波数とピッチファクターを発振中に制御することにより、高効率発振モード(難発振領域)での安定発振に成功し、その結果、出力、効率ともに大きく上昇し、ITER用ジャイロトロンの性能目標値を上回る結果を得ることができた。ロシアでも、5月に0.95MWで100秒の発振に成功し、ITER用ジャイロトロンの調達に向けて着実に進展している。

(日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門)

参考文献

- [1] K.Sakamoto, A.Kasugai, K.Takahashi *et al.*, "Achievement of robust high-efficiency 1MW oscillation in the hard-self-excitation region by a 170GHz continuous-wave gyrotron" *Nature Physics* 3, 411-414(2007).

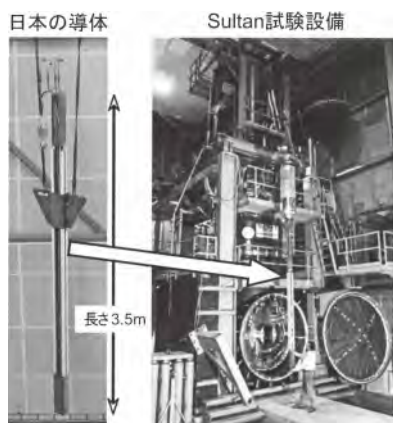


写真1 日本の導体サンプルと Sultan 試験設備

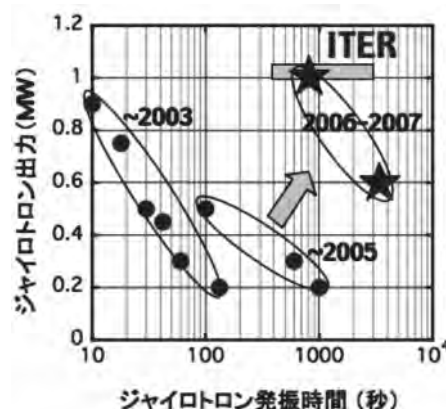


図1 日本原子力研究開発機構で開発している170GHzジャイロトロンの性能の進展。



1. 第2回暫定 ITER 理事会が開催

第2回暫定 ITER 理事会が、サー・クリストファー・ルウェリン＝スミス（欧州原子力共同体核融合計画諮問委員会 (CCE-EU) 議長）の議長のもとで、7月11日及び12日に東京において開催された（写真1参照）。本会議は、ITER の共同実施のための協定の署名の直後に開催された第1回暫定理事会（2006年11月21日、パリ）から約半年後の開催となった。

会議の開始に際して、ITER 協定の批准に関する進捗状況報告があり、ロシアでは下院および上院で承認されたこと、中国では8月末の全国人民代表大会で審議されることが報告された（その後ロシアでは7月23日にプーチン大統領が署名した）。近々中国において批准されれば、すべての署名国における批准プロセスは完了し、ITER 協定が発効することになる。

池田要 ITER 機構長予定者とノルベルト・ホルトカンブ首席副機構長予定者により、ITER 協定の暫定的適用下での事業活動の立上げについて報告があった。具体的には、カダラッシュサイトにおけるプロジェクトチームの組織作り、ITER 施設の設計レビュー、ITER プロジェクトに相応しい管理手法の開発、ITER 機器を調達するための詳細な仕様、および建設サイトにおける技術活動の開始などが報告された。

今回の ITER 暫定理事会では、ITER 事業活動の進展が認識されるとともに、以下の事項を含む多くの案件について方向性が示された。

- ・建設段階における計画、詳細な人員計画および費用見積り
- ・管理システムに関する具体的事項
- ・フランス当局や IAEA、CERN といった国際機関との間の協定に関する提案

また、モナコ公国とのパートナーシップ取極めに関する提案が支持された。

最後に、サー・クリストファー・ルウェリン＝スミス議長は、次のように総括した。「報告された進展と会議における建設的な議論は将来に向けて良い前兆である。重要

な、そして前例のない ITER 国際協力は、今、実現への第一歩を踏み出している。」

2. ITER 機構職員公募などの状況

ITER 機構の暫定活動の開始を受け、昨年12月から今年2月にかけて、52の専門職員 (Professional Staff) ポジションの公募が行われた。その結果、49のポジションに対して職員の採用が決定した。この新規採用者がカダラッシュサイトに着任すると、ITER 機構の専門職員は合計172名となる。参加極別でみると、EU101名、インド4名、日本15名、中国12名、韓国13名、ロシア14名、米国13名となっている。

今年5月から9月にかけて、2回の追加募集があり、合計39の新たな専門職員ポジションの公募が行われた。これと並行して、メンバーの離任により空席となったポストなど、合計22の専門職員ポジションの緊急公募も行われた。これらの追加募集で空席ポジションが充足されれば、ITER 機構の専門職員は約210名に達する見込みである。

また、CAD デザイナーや秘書、技術支援スタッフなどの支援職員 (Support Staff) についても、今年5月から8月にかけて2回にわたり、合計58ポジションの公募が行われた。これらのポジションが充足されれば、支援職員は合計約90名に達する見込みである。

ITER 機構の人員計画では、最終的には専門職員を約260名、支援職員を約320名にすることになっており、2008年以降も引き続き職員の公募が行われる予定である。

さらに、ITER 機構では、情報技術システムの整備・運用やウェブ対応のソフトウェア開発、工程管理支援、物納調達管理支援に関する業務を外委託するとしており、今年7月から9月にかけて、これらの業務に関心ある企業を募集した。

日本原子力研究開発機構では、我が国政府からの要請を受け、日本における ITER 機構職員および外部委託業務の公募の窓口として、応募方法や関連情報を当機構核融合研究開発部門のウェブサイトに掲載している。今後も ITER 機構との間の連絡支援を引き続き行っていく予定である。

（日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門）



写真1 平成19年7月11、12日に第2回暫定 ITER 理事会が東京で開催。



1. ITER 国際核融合エネルギー機構が正式発足

昨年11月に ITER 計画参加国により調印された「イーター (ITER) 協定」*)は、その批准手続き等、参加各国の国内手続きが全て完了して本年10月24日に発効した。このことにより、ITER協定の下にITER計画を実施する国際機関「ITER 国際核融合エネルギー機構 (ITER 機構)」が正式に発足した。同日、ITER 機構は、ITER カダラッシュサイトと ITER 計画参加各極の拠点とをビデオネットワークで接続し、ITER 機構発足の祝賀会を行った。祝賀会は、和やかな雰囲気の中、池田要 ITER 機構長のスピーチで始まり、引き続いて参加各極の代表の祝辞、祝杯、ケーキカットが執り行われた。

また、ITER 協定の発効を受け、文部科学省は同日、ITER 協定に基づく活動を行う我が国の国内機関に日本原子力研究開発機構を指定した。

*) 正式名称：ITER 事業の共同による実施のためのイーター国際核融合エネルギー機構の設立に関する協定

2. ITER 科学技術諮問委員会がスタート

本年7月の暫定 ITER 理事会により暫定理事会の諮問委員会として、ITER 運営諮問委員会 (Management Advisory Committee: MAC) とともに、ITER 科学技術諮問委員会 (Science and Technology Advisory Committee: STAC) の設置とその最初の任務が決定された。STAC は、暫定理事会の要請の下、ITER 計画の実施に関係する科学技術的事項について評価し、暫定理事会に助言を与えるものである。暫定理事会は、各極の推薦に基づいて1極当たり2名の STAC 委員及び委員の中から1名の調整役 (議長) を指名する。各極は、委員会会合に委員以外に3名までの専門家を参加させることができる。調整役も委員ではない複数の専門家を会合に招聘することができる。STAC は、通常年2回程度の会合を持つものと想定されており、会合毎にその議論と暫定理事会への助言に関する報告書を作成する。この STAC に対する最初の任務として、2006/2007年に暫定 ITER 機構により行われた設計レビューの成果としての新たな "Project Baseline Documents", すなわち "Project Specification", "Overall Project Schedule", "ITER Pro-

ject Plan and Cost Estimates" を評価することが要請された。この暫定理事会の要請を受け、第1回 STAC 会合が9月5、6日の2日間カダラッシュにおいて開催され、ITER 機構より "Project Baseline Documents" の準備状況が紹介された。第2回会合は11月5～7日にカダラッシュで開催される予定である。現在、日本の STAC 委員には、関昌弘高度情報科学技術研究機構理事長と伊藤公孝核融合科学研究所教授が指名されている。

(2007年10月記)

(日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門)

3. 核融合エネルギーフォーラムの発足

2007年7月に核融合エネルギーフォーラムが発足した。核融合エネルギーフォーラムは、ITER 建設や幅広いアプローチの本格的な実施を踏まえ2002年5月に設立された核融合フォーラムの発展継承となるもので、従来からのクラスター活動を引き続き充実させるだけでなく、大学や研究機関、産業界などの意見の集約や協力の調整などの役割などをより拡充させるものである。佐藤文隆先生 (湯川記念財団理事長) が運営会議の議長を引き続いて務められ、10月現在、会員数も500名を超えた。

新しいフォーラムでは、運営会議の下に調整委員会の他に ITER・BA 技術推進委員会が新設された。ITER・BA 技術推進委員会は、特に国から議長宛に出される ITER 計画や幅広いアプローチ (BA) に関する技術的諸課題の検討などの依頼事項について、議長の付託を受けて機動的に対応する役割を担っている。10月に開催された運営会議で、ITER 設計書の評価について国から正式な依頼があり、間もなく ITER・BA 技術推進委員会でその評価検討が開始される予定である。

一方、調整委員会では平成20年度の核融合エネルギー奨励賞について検討が始まった。また、調整委員会の下で、BA のデモ炉設計に向けた活動 (社会と核融合クラスター)、ITPA や BA の計算機シミュレーションセンターに向けた活動 (プラズマ物理クラスター)、及び ITER 用テストブランケットや BA の IFMIF-EVEDA に向けた活動 (炉工学クラスター) などのクラスター活動が活発に展開されている。

(2007年10月記)

(核融合エネルギーフォーラム事務局)