

## 1. 直流 1 MV 超高電圧電源機器の製作完了

ITER用中性粒子入射装置(NB)で求められている、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)の実現に向けて、ITER実機に先駆け、実機と同一性能である実機試験施設(NBTF)をイタリアに建設中である。このたび量研は、このNBTFで 1 MeVビーム加速に必要な直流 1 MV超高電圧電源機器(電圧 1 MV、電流 60 A、運転時間連続 1 時間)の製作を完了した。

図 1 に本機器の全体像を示す。まず欧州側から供給される 6.5 kV の低電圧を昇圧変圧器で 0.2 MV に昇圧し、ダイオード整流器を通じて整流し、これを 5 台繋ぐことでイオンを加速するための 1 MV 高電圧を発生させる。次に、リップルを除去する直流フィルター、全長約 100 メートルに及ぶ伝送ライン、さらに、1 MV のイオン加速電圧に加えて、その 1 MV 高電位上に設置されるイオン生成電源に電力を供給する 1 MV 絶縁変圧器、組立てた後に耐電圧性能を確認するための試験用電源 (1.3 MV、10 mA)、短絡ギャップ装置、及び模擬負荷抵抗から構成される。2012 年 2 月に ITER と調達取決めを締結し、設計期間を経て約 5 年かけて 2017 年 3 月までにこれらすべての電源機器の製作を完了した。

この機器の実現に向けては、変圧器の油絶縁、伝送ラインのガス絶縁、HV ブッシングの真空絶縁などの多様な 1 MV 直流高電圧の絶縁技術の開発、これら油・ガス・真空の境界を構成するブッシングの開発、さらに大電源システム全体で整合性のとれた耐震性・熱伸び吸収構造の確立などの技術課題があった。油絶縁構造では、直流電圧印加時間と共に、内部の油絶縁構造物上での電界強度が上昇して絶縁破壊に至ることが問題であった。そこで、この電界集中を抑制するよう、絶縁体の厚みや形状を工夫した絶縁構造を考案した。伝送ラインは、6 気圧の絶縁ガスを保持する圧力容器内に各種導体が配置されてい



図1 直流 1 MV 超高電圧電源機器の全体像。

るため、対流も含めた熱解析、耐震解析、電界解析を通じ、熱伸びや耐震時の変位を許容しつつ電圧を維持できる構造を見出した。ブッシングについては開発試験で性能を確立してきた。これら開発・設計を経て、各機器は ITER の要求値である 1.2 MV、1 時間の耐電圧試験に合格し、順次、NBTF サイトに輸送され、2015 年 12 月から現地工事を開始した。現在、全体の約 8 割の機器の組立てを完了し、残りは欧州が作る機器の工事期間と調整を図りながら、2017 年度内には据付完了、2018 年に現地での統合試験を終了する計画である。

## 2. ITER ビジネスフォーラム (IBF2017) の開催

3 月 28 日～30 日にフランスのアヴィニョンにて 2017 年 ITER ビジネスフォーラム (IBF2017) が開催された。ITER ビジネスフォーラムは ITER プロジェクトを通じた関係各国 (日本、中国、韓国、米国、インド、ロシア) の産業界と核融合研究との共通理解とパートナーシップを強化促進し、産業界を対象に ITER 計画の最新状況、調達手順、今後予定される製作機器の情報開示を目的として毎年開催されており、本年は 436 社、1008 名を集めてアヴィニョン旧教皇庁内の会議場で開催された。各国内機関や ITER 機構からの基調講演を含む約 90 件の講演、企業、各国内機関及び ITER 機構のブース展示、そして多数の個別ビジネス会合で構成されている。ITER 日本国内機関である量研からもブース展示を行い、ポスター掲示や写真集の配布により量研が担当する機器の紹介をし、特に製作フェーズにあるトロイダル磁場 (TF) コイルや中性粒子入射加熱装置 (NBI)、ジャイロトロンの製作状況等と製作計画、さらに今後の現地作業計画等の説明を行った (図 2)。配布した写真集は調達機器の状況を見ることができ、多くの来訪者から好評を得た。また参加企

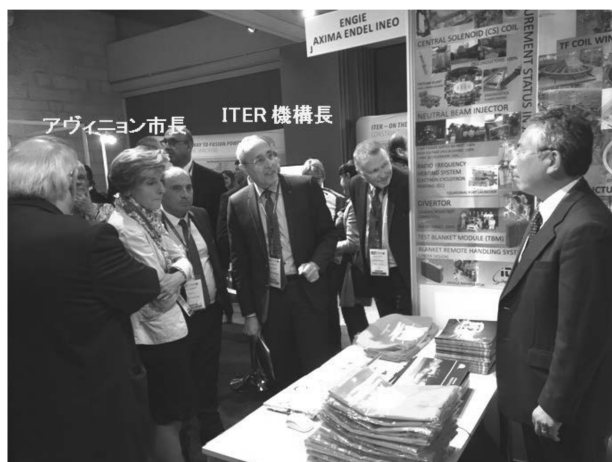


図2 量研展示ブースを訪問したアヴィニョン市長とITER機構長。

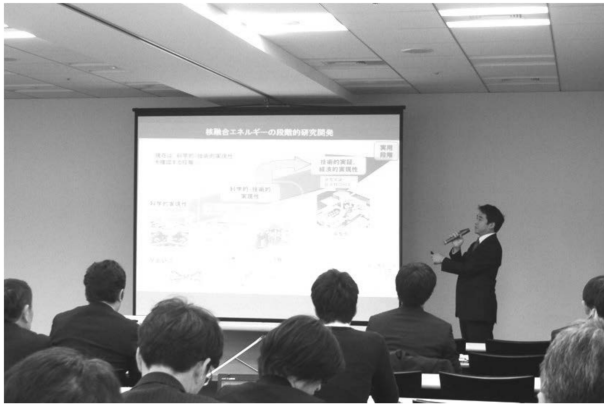


図3 第23回ITER企業説明会にて講演される松浦文科省研究開発戦略官。

業は本フォーラムの個別会合を通じた情報交換が新たなビジネスの契機となり、これにより、ITERプロジェクトの機器製作活動の円滑化に大きく貢献するものであった。

### 3. 第23回ITER企業説明会を開催

3月10日、34団体から55名の参加者を迎えて、東京八重洲において第23回ITER企業説明会が開催された。まず、文部科学省 松浦研究開発戦略官より、核融合エネルギー研究開発の展望、ITERを含めた各プロジェクトの進捗状況等を説明いただいた(図3)。さらに、今回はITER機構 小野塚中央統合本部長より、ITERサイトの建設状況、真空容器等の各機器の現地据付・組立に対する基本方針及びスケジュール、ITER機構が新たに設立した人材派遣プログラムであるITER Project Associate (IPA) について説明いただいた。

また量研那珂核融合研究所 草間副所長より、日本が分担する機器の調達状況やITER機構への日本人派遣の状況について説明された。日本が分担する機器については、約90%の調達取り決めに締結し、その中でも超伝導コイル関係やジャイロトロンの製作が進んでいることを示した。加えて、ITERダイバータ、ジャイロトロン、計測装置のひとつであるマイクロフィッションチェンバーの各概要、現在の調達状況や製作スケジュールなどを各機器の担当者が詳説した。説明後には参加された企業の方より、ITER機構への日本人職員の派遣に関するご質問をいただき、それに対し、今後はIPAを通して、各極から計150名の人材の募集を行っていくが、その中で日本人職員の増員を図っていく旨、回答した。

本企業説明会の詳細については、ITER Japan ウェブサイトの「ITER企業説明会の開催について」をご覧ください。(http://www.fusion.qst.go.jp/ITER/index.html)

### 4. ITER計画及びITER機構職員募集説明会の実施

量研はITER日本国内機関として、核融合エネルギーとITER計画への理解、ITER機構への職員応募を促進するための活動を行っている。

3月15日～17日、富山大学で開催された平成29年電



図4 三菱みなとみらい技術館(横浜市)でのITER説明会。

気学会全国大会にブースを出展し、ITER機構職員募集の説明を行った。来訪者にITERの最新の建設状況や職員応募の資料を配布するとともに、動画を用いて日本の調達機器製作の紹介や3Dバーチャル・リアリティシステムを用いてITERサイトの建設現場の様子をご覧いただいた。

また3月20日には、三菱みなとみらい技術館にて、「地上につくるミニ太陽・イーターってなに？」と題して核融合やITERの解説及び実験を行った(図4)。参加された方々には、ITERに使われる技術である超伝導や人工ダイヤモンドを利用した実験を体験していただき、この実験を通してITERの技術を知っていただいた。また、今回は太陽望遠鏡を使用して太陽の観察を行い、核融合反応によって太陽は輝いていることを説明した。実験の最後には、小学生を中心とした参加者との質疑応答を行い、液体窒素や超伝導に関する質問を受け、核融合エネルギー及びITERについて、より一層ご理解をいただけた。

今後もこのような広報活動を通して、核融合エネルギーやITERを幅広い分野の方々にアピールをして、理解を深めていただけるよう活動を続けていく。

### 5. ITER Japan新体制が発足

新年度となりITER Japanの体制を強化している。TFコイル・構造物の初号機の完成に向け、超伝導コイル、導体の調達を担当するグループを一つとし、超伝導磁石開発グループを設置した(図5)。今後のITERサイトでの建設作業の本格化を見据え、ITER機構へ産業界からの人材を送るためにITER連携推進グループを設置すると共に、ITER現地支援グループをITER機構本部ビル内に移転した。引き続き、ITER日本国内機関として、ITER計画を推進していく。

### 6. 日本版ITER フォトブック 2016の発行

この度、ITER調達機器やITERサイトの建屋などを紹介するITER フォトブックの日本版を発行した(図6)。このフォトブックは各極が分担する機器の製作状況やITERサイトの進捗状況の写真を掲載し、ITER計画全体の進捗

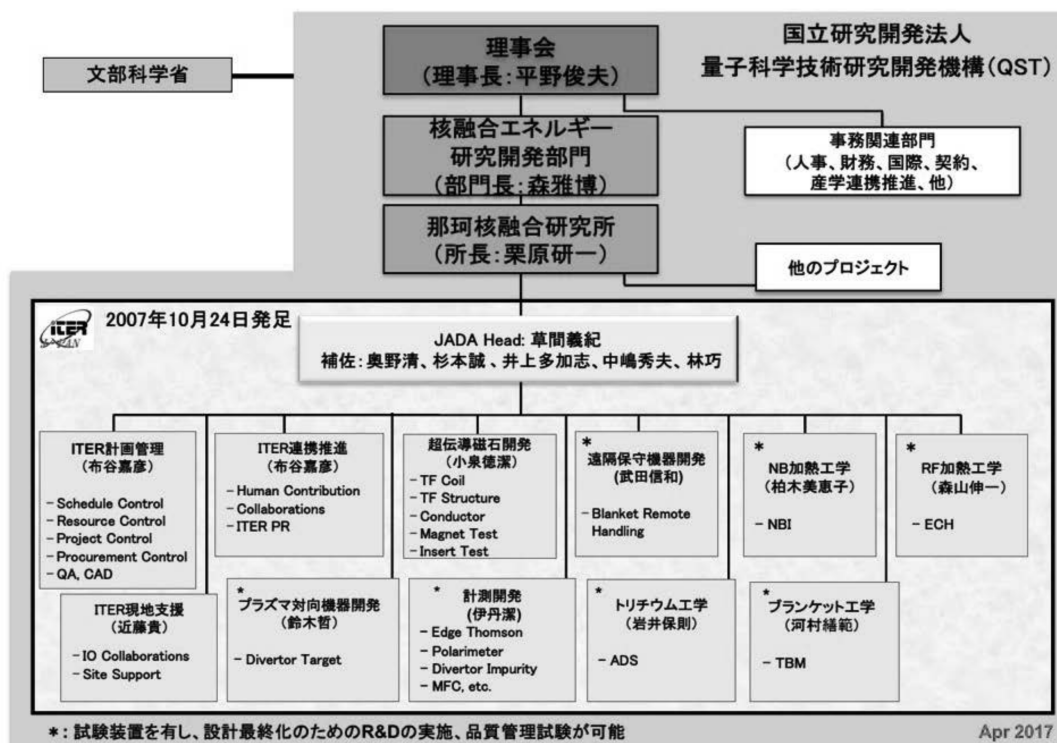


図5 ITER Japan体制.



図6 発行された日本版ITERフォトブック2016.

状況やITERに使われる技術などを多くの方に知っていただくことを目的として作成している。今回発行した2016年版は、全66ページで構成され、日本は中性粒子入射装置の輸送及び現地据付、トロイダル磁場(TF)コイルの製作などの写真を掲載し、各機器の製作が順調に進んでいることを紹介している。

日本版フォトブック2016のアクセス先(ITER Japan ウ

ェブサイト)

([http://www.fusion.qst.go.jp/ITER/images/page/247/170407\\_ITER\\_PHOTOBOK\\_2016\\_JA.pdf](http://www.fusion.qst.go.jp/ITER/images/page/247/170407_ITER_PHOTOBOK_2016_JA.pdf))

(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)