

ITERだより (81)

1. トロイダル磁場コイル日本初号機の出荷・TFコイル EU1 号機の完成

量子科学技術研究開発機構（以下、量研）は、日本が調達責任を有する、ITER 向けの 9 機のトロイダル磁場（TF）コイルの製作を進めている。TF コイルの製作は 110 トンの巻線部（WP）をステンレス製のコイル容器内に収め、隙間を樹脂で含浸することで WP とコイル容器を一体化して一つの TF コイル（総重量 300 トン）とし、最終検査を終えて完了となる。そのうち 4 機は三菱重工業（株）の二見工場で製作が進められており、今回、日本初号機の全ての製作工程を完了し、ITER 機構に向けて出荷となった（図 1）。

二見工場における TF コイル製作は、WP は三菱電機（株）が製作を担当し、コイル容器については三菱重工業（株）が製作を担当している。この 2 社の協力体制のもと、日本初号機の WP とコイル容器との一体化作業は 2019 年 2 月に開始された。TF コイルは真空容器内にプラズマを閉じ込めるための磁場を発生する役割を果たすため、長さ約 16.5 m、幅約 9 m という巨大な大きさであるのに対し、ミリ単位の WP 位置合わせ及び外形精度を求められた。この要求を達成するため、事前の評価や試作による検証を綿密に重ねて要領を確立した結果、問題となる逸脱もなく丁度 1 年で一体化作業を完了し、世界初の ITER 向け TF コイル完成となった。

2013 年の初号機製作の契約から 7 年かけて完成させた TF コイルを無事に ITER 機構へ届けるため、40 日間の海上輸送と 10 日間の陸上輸送に耐えうる梱包と衝撃対策を施し、2020 年 2 月に工場を出荷した日本初号機は、3 月初めに神戸港を出港し、4 月下旬に ITER 機構へ到着する。ITER TF コイルの残り 10 機は欧州（EU）が製作を担当している。その 1 号機も 3 月に製作を完了し、4 月中旬に ITER 機構へ到着する予定である。



図 1 トロイダル磁場コイル初号機の本船積み込み。

2. ジャイロトロン 3 号機に対する性能確認試験（FAT）項目の実証を開始

量研は、ITER 電子サイロトロン加熱・電流駆動装置の基幹である 170 GHz - 1 MW ジャイロトロンを 8 機調達する。2018 年に 1 号機、2019 年に 2 号機の性能確認試験（Factory Acceptance Test : FAT）を完了し、現在 3 号機に対する FAT を進めている。1 号機及び 2 号機の試験では、以前の仕様であった内径 63.5 mm の導波管伝送路および準光学整合器（MOU）の試作機を使用したが、今回からは仕様変更された内径 50 mm 導波管を用いた伝送路を構築し、ITER で使用する MOU 実機を用いて FAT を行っている（図 2）。FAT 項目として、導波管への高周波結合試験（ HE_{11} モード純度 $\geq 95\%$ ）、高出力試験（出力 1 MW / 効率 50 %）、出力変調試験（1 kHz / 3 kHz / 5 kHz ; ≥ 0.8 MW）などがある。高周波結合試験では、ジャイロトロンから出力された高周波ビームを内径 50 mm 導波管に HE_{11} モード純度 95.6% で結合することを実証した。高出力試験では、パルス幅 1 秒 / 10 秒 / 50 秒 / 100 秒の各々に対して 1 MW 出力を達成した。60 秒間の 1 kHz / 3 kHz / 5 kHz の出力変調試験では、各々 0.90 MW / 0.88 MW / 0.85 MW を達成した。現在、パルス幅 300 秒間の高出力運転および 300 秒間での 20 ショット繰り返し運転を実証するための運転調整を行っている。

3. 第 26 回 ITER 企業説明会の開催

2020 年 2 月 17 日、16 団体から 21 名の参加者を迎えて、量研東京事務所において第 26 回 ITER 企業説明会を開催した。今回はまず、文部科学省新井研究開発戦略官より、核融合研究開発の政策及び進捗状況、ITER 計画、ITER

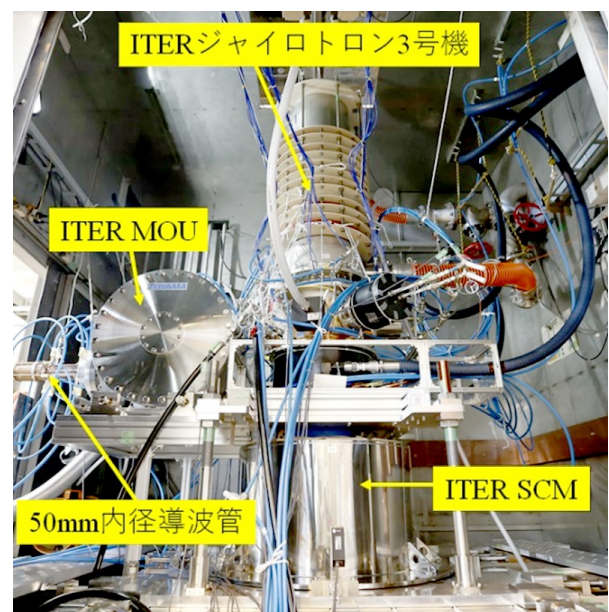


図 2 ITER ジャイロトロン 3 号機 FAT 時のセットアップ。



図3 第26回ITER企業説明会にて講演された新井文部科学省研究開発戦略官。

建設サイトの進捗状況、今後の原型炉研究開発、核融合の人材育成などが説明された（図3）。

具体的には、核融合エネルギーの研究開発は、21世紀中葉に実用化の目途を得ることを目指し、長期的な研究を進めていくことが重要であり、核融合はエネルギー問題・環境問題の解決策として考えられているほか、核融合技術は幅広い分野での波及効果が期待されるため、産業界の積極的な参画を望む。ITER建設サイトでは、ファーストプラズマに向けた建設が約67%まで完了し、各国の調達機器が搬入されている状況であると説明された。

また、量研 杉本 ITERプロジェクト部長は、ITER計画における日本分担機器の調達状況、ITER国内機関の組織構成及び活動内容について説明した。さらに、ITERテスト・ブランケット・モジュールの調達とその安全実証試験、ITERダイバータの調達、ITER計測装置の調達、ITER機構への邦人派遣者について、量研の各発表者から様々な分野の活動を説明した。講演後には参加された企業の方から多くの質問があり、活発な意見交換が行われた。

今後も日本の調達機器の製作を着実に進めるとともに、多くの方にITER計画を知っていただくために広報活動の強化に努めていく。

なお、本企業説明会の詳細については、ITER Japan ウェブサイト「ITER企業説明会の開催について」を参照されたい。

(http://www.fusion.qst.go.jp/ITER/jada/page2_7.html)

4. ITER トカマク建屋の機器受入準備に関するマイルストーンの達成

ITER トカマク複合建家の建設は順調に進展している。2020年2月には外壁の取付作業が完了した（図4）。トカマク複合建屋の後方に見える組立建家との間の一時的な壁が取り払われ、2つの建屋内で1,500トンの天井クレーンが往来可能となった。これにより、クライオスタット基部（1,250トン）をはじめとするトカマク主要部品を組立建屋からトカマク建屋に移動・設置するために、クレーンの大規模な荷重試験も実施され、合格した。また、トカマク建屋内においても、トカマクピットの蓋の撤去作業にクレーンが使用された（図5）。



図4 ITER トカマク複合建家の屋根と壁の設置が完了。



図5 蓋が取り外され、深さ30mのトカマクピット内部が見える。

トカマク建屋の機器受入準備は最終段階まで進み、また一つ、ITER建設における大きなマイルストーンが達成された。今後、ITER建設サイトに納入される真空容器セクターやTFコイルの組立・据付が本格的に稼働することになる。

5. 日本版 ITER フォトブック 2019 の発行

量研では、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、ITER Japan ウェブサイトにて公開している（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制作しているものである。

今回発行した2019年版は、全78ページで構成され、日本は中性粒子入射加熱装置、高周波加熱装置、ブランケット遠隔保守装置、トロイダル磁場（TF）コイル、TFコイル構造物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。

また、配布用に冊子も制作しており、こちらには2020年1月のTFコイル完成披露式典やビゴITER機構長の那珂研視察、TFコイルの出荷の写真も追加掲載を予定している。



図 6 発行された日本版フォトブック.

日本版フォトブック 2019 (ITER Japan ウェブサイト)
(http://www.fusion.qst.go.jp/ITER/images/page/337/ITER_PHOTOBOK_2019_JA.pdf)

(量子科学技術研究開発機構 核融合エネルギー部門)