

1. 第 25 回 ITER 理事会開催

2019年11月20日、21日に開催された第25回理事会は、最新の進捗報告とプロジェクト実績指標を評価した。ITER計画は、勢いあるペースと堅実な実績を維持し続けている。ITER機構及び各極国内機関は、プロジェクトの厳しいスケジュールや革新的な技術要求を満たすために、「One-ITER」チームとして協働している(図1)。

ITER 理事会は、以下について議論した。

- 建設と製作の進捗：2016年1月以降、理事会で承認された、42の予定されたプロジェクトマイルストーンが達成されている。前回の理事会開催後、欧州はトカマク建屋の現地土木作業を完了し、2020年春のITER機構への建屋の完全な引き渡しに向けて順調に建設が進行中である。インドは、完成したクライオスタット基部と下部円筒部をITER機構へ納入した。韓国は、最初の真空容器セクターをほぼ完成させ、サーマルシールドの最初の部品及び巨大な転回治具をITER機構に輸送した。転回治具は、真空容器セクター、サーマルシールド、トロイダル磁場(TF)コイルの組立のため、既設のサブセクター組立治具とともに2つのラインで使用される予定である。欧州と中国は、最初のポロイダル磁場(PF)コイル(PF5号機及びPF6号機)を完成し、来年早々に冷凍試験を行う準備が整った。冷凍設備及び磁石電力変換建屋において、中国、欧州、インド、韓国、ロシアから届いた機器の据付は順調に進捗し、最初の冷凍配管がトカマク建屋に据え付けられた。中心ソレノイドコイルの最初のモジュールのテストは、米国で順調に進捗している。また、日本では、TFコイルの初号機の出荷を来年初めに予定している。このように、全ての主要なITER機器、システム、構造物について顕著な進捗がみられている。

- 機器組立フェーズに向けた準備：理事会は、2020年の組立開始の準備のための全ての作業についてレビューを行った。最近実施された組立・据付戦略に対する深堀独立レビューの結果は建設的であり、いくつかの分野での改善が指摘された。組立フェーズの準備としてのITER機構の組織再編は、2020年1月の完了に向けて予定通りに進捗している。改定建設戦略を踏まえ、ITER機構は国際競争入札によりトカマク組立のための主要な2つの契約に署名した。2024年まで続くこれらの契約は、真空容器セクター、サーマルシールド、超伝導コイル、ポート、クライオスタット、計装機器及び関連する冷却・支持構造を含む、トカマクの中心機器の組立と据付を請け負わせるものである。

理事会会合に合わせ、ITER機構、フュージョン・フォー・エナジー(F4E；欧州国内機関)及び量子科学技術研究開発機構(以下、量研)は協力取決めを締結した(図2)。この取決めにより、幅広いアプローチ活動(BA活動)の



図2 ITER、量研及びF4E間の協力取決め署名式(ITER機構提供)。



図1 第25回ITER理事会出席者(ITER機構提供)。

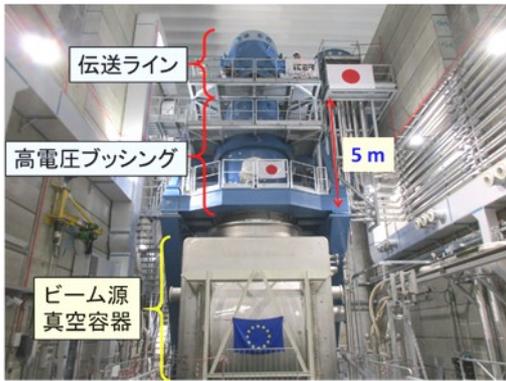


図3 NBTF用1MV高電圧電源機器の耐電圧試験が完了。

下でユーラトムと日本が得る経験、特に来年建設が完了するトカマク装置 (JT-60SA) の組立、据付、統合調整運転及び本格運転を通じて得られる経験を、来たるITERの組立・据付段階の活動の支援に生かすものである。

理事会は、2025年の初プラズマを達成するために、建設戦略の実施の成功を可能にする、各参加極の物納及び現金貢献を果たす努力を好意的に留意した。プロジェクトへの責任に一致した貢献の形による、全ての参加極からの完全かつ時宜を得た支援がなければ、初プラズマまでのスケジュールの維持の可能性は大きなリスクにさらされることが強調された。理事会は、建設戦略を成功裏に実施するために、時宜を得た物納貢献と現金貢献を全ての参加極が果たす必要性を再確認した。

隔年ごとITER機構に対する運営評価を実施すると、ITER協定の規定に基づき、2019年ITER運営評価の契約が締結された。

理事会メンバーは、核融合科学技術を発展させるITER計画の使命とビジョンの価値に対する強い信念を再確認し、ITERの成功を促進させる時宜を得た課題解決のために協働することを決意した。また、理事会は、プロジェクトを成功に導く効果的な協働にコミットする「One-ITER」チームの取組を賞賛した。理事会は、プロジェクトの実績を引き続き綿密に監視し、現在の達成ペースを維持するために必要なサポートを継続していく。

2. ITER NBTF用1MV高電圧電源の耐電圧試験が完了

ITER中性粒子入射装置 (NBI) で要求される高出力負イオンビーム加速を実証するために、現在イタリア・パドバのコンソルツィオ RFX 研究所 (以下、RFX 研) に NB 実機試験施設 (NBTF) を建設中である。量研は、ビーム加速に必要な直流1MV高電圧電源機器の製作、輸送及びNBTFサイトでの据付けを行い、2018年9月から機器の絶縁性能を確認する耐電圧試験を進め、このたび、全ての日本調達機器の耐電圧試験が完了した。

NBIはITERの主要なプラズマ加熱装置であり、エネルギー1MeV、電流40Aの負イオンビームを1時間連続で加速することが求められる。これは、既存のNBI装置と比べてエネルギー、電流が2倍、出力時間が360倍とな

る高い要求性能である。そこでITER実機に先立ち、実機と同一性能を有するNBTFをRFX研内に建設中である。

量研は、2012年にITER機構とNBTF用直流1MV高電圧電源機器の調達取決めを締結し、同年より(株)日立製作所と協力して機器製作を開始し、その後機器の輸送、据付けを行い、2018年9月には機器の絶縁性能を確認する耐電圧試験に着手した。本電源機器は、直流1MVを発生する直流発生器、直流出力からリップルを除去する直流フィルター、1MVの高電位上に設置する負イオン生成用電源に接地側から交流電力を供給するための1MV絶縁変圧器、6気圧の絶縁ガスを封入した压力容器内で高電圧を伝送する伝送ライン、絶縁ガス中の電力導体・配管を真空中に絶縁導入する高電圧ブッシング等の多数の機器で構成され、全長が100mにも及ぶ大規模設備である。そこで、耐電圧試験は領域を区切り、5回に分けて段階的に実施した。第3回試験では欧州が調達した高電位デッキ1(負イオン生成用電源を格納する高電位ステージ)を伝送ラインに接続し、また11月26日の第5回の試験では、伝送ライン端部とビーム源真空容器の間に高電圧ブッシングを組み込んだ最終形態(図3写真左)で試験を実施し、最大1.2MVを1時間保持する試験が成功裏に終了した。これにより、全3段階からなるITER機構による受入試験は2段階まで終了した(図3写真右)。

2020年第2四半期には、最終受入試験として欧州が調達した直流1MV高電圧電源の低電圧部(インバータ回路)と組み合わせて定格出力試験(1MV, 60A)を行う予定である。

3. ITER機構の遠隔保守、ブランケット担当者が那珂研を訪問

昨年12月から、日本が調達するブランケット遠隔保守機器が直面する困難な課題を解決するため、ITER機構・量研・メーカーの三者で構成するプロジェクトチーム(PT)が設立された。量研の井上ITERプロジェクト部次長をチームリーダーとして課題解決に向けて取り組んでいる。PT活動の一環として、11月25日から1週間、PTメンバーであるITER機構のH. Raphael, 村上伸(遠隔保守セクション), S. Gicquel, T. Plantin de Hugues(ブランケットセクション)の4氏が来日した(図4)。量研では、ブランケッ

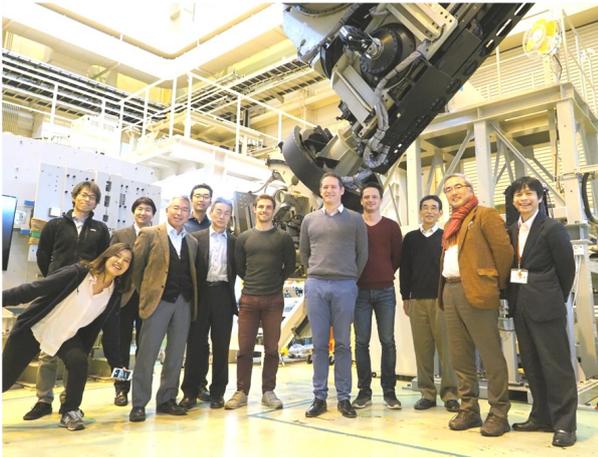


図4 ITER機構の遠隔保守，ブランケット担当者が那珂研を訪問。

トに対する遠隔保守をより確実にするための設計改善や、同機器の不具合時におけるレスキューの考え方等を議論した。ブランケットの設計変更については、対象機器の調達極が複数に亘るため、ITER機構として難しい調整となるが、担当者の一人は直後に調達極の一つである中国に渡り、早速議論を行った。このほか、それぞれメーカーの技術担当者も交えて、ブランケット冷却配管溶接時の開先位置合わせ用ツール、及びブランケット配管溶接用ファイバのコネクタの設計について、ITER機構担当者の経験、アイデアを取り入れるべく議論を行った。さらに、実規模大型マニピュレータをはじめとする那珂研で試験中の機器を視察し、量研においてITERに関連する幅広い研究が行われていることに感銘を受けた。

ITER機構一行はブランケット遠隔保守機器の設計・製作契約を受注している東芝エネルギーシステムズ(株)京浜事業所を訪問し、ブランケット把持機構に関する議論を行った。加えてTFコイル実機の製作等、ITERに対する幅広い貢献を目の当たりにし、同社の大規模機器製作能力を確認した。

4. ITER機構インターンシップとモナコポストドクフェローの公募開始

ITER機構では、大学生・大学院生にはインターンシッププログラムを、若手研究者にはモナコポストドクフェローシップを用意して、ITERプロジェクトへの参加を募っている。

インターンシップは、理工系だけではなく事務系のポストも用意して、国際的な科学技術と多様な文化、環境の中で実践的な仕事を通し、大学での教育経験で得た知識を活用した共同研究の機会を提供している。期間は1ヶ月から1年で、応募するカテゴリーにもよるが手当が支給される。2020年のインターンシップの公募は2019年11月から開始されており、85件のポストが公募されている(12月20日現在)。2018年には5名、2019年には6名の日本の大学生・大学院生がインターンとして活躍した。

モナコポストドクフェローは、ITER参加7極またはモナコ公国から5名の若手研究者が2年毎に任命され、ITERプロジェクトに関する研究活動を2年間行う。これまでに日本からの2名を含む30人のポストドクがITERプロジェクトに参加している。モナコポストドクフェローシップの目的は、ITERの枠組みにおいて核融合科学技術に関して卓越した研究成果を上げることである。モナコポストドクフェローは、若手研究者が21世紀の科学的技術分野で最も挑戦的なプロジェクト且つ、ユニークな国際的枠組みの中で核融合科学技術分野の先進的な専門家と密に働けるまたとない機会であり、将来の研究活動にとって有意義なものである。ポストドクフェローシッププログラムの公募は2020年1月13日から開始されており3月1日に締め切られる。

量研では、インターンシップ、ポストドクフェローについての応募支援を行っているので、下記(ITER公募案内ウェブページ)を参照し、問合せいただきたい。

<http://www.fusion.qst.go.jp/ITER/staff/jobs.html>

5. ITERトカマク複合建家の建設進捗状況

ITERトカマク複合建家の建設は順調に進展している。現在は最終段階に差し掛かっており、棟上げにはそれぞれ600トンと650トンの吊上げ能力を持つ2つの大型クローラークレーンが使用され(図5)、10月から12月に



図5 ITERトカマク複合建家の屋根構造の設置。



図6 ITERトカマク複合建家の棟上げが完了。

かけて総重量約 2000 トンの屋根構造を組み終える事に成功した(図 6)。この後外壁を取付ける作業を行い、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ると 1500 トンの天井クレーンの使用が可能となり、ITER 建設における大きなマイルストーンが達成される事になる。これは、来年春頃の完了を予定しており、サイトに納入される真空容器セクターや TF コイルの据付が本格的に稼働することになる。

6. ITER 計画及び ITER 機構職員募集説明会の実施

量研は ITER 国内機関として、核融合エネルギーと ITER 計画への理解、ITER 機構への職員募集を促進するための活動を行っており、2019 年 11 月には 3 件の広報活動を行った。

11 月 9 日、那珂市立横堀小学校において、科学教室を行い、子どもたちと一緒に核融合研究に関する実験を行った。今回は太陽望遠鏡を用いた太陽観測、液体窒素実験、放射線を測定する実験等を行ったが、子どもたちは実験の結果に驚いたり、納得したりと様々な反応を見せてくれた。この活動で、今後の核融合研究を担う子どもたちに科学のおもしろさを伝え、核融合研究も知っていただくことができた。また、11 月 16, 17 日には東京・お台場のテレコムセンタービルで開催されたサイエンスアゴラ 2019 に出展し、核融合研究の紹介とともにバーチャル・リアリティ (VR) を使用して ITER サイトの建設状況について説明を行った(図 7)。VR は中学生から大人まで幅広い世代に好評で、多くの方に ITER サイトをご覧いただくことができ、核融合エネルギー実用化に向けて、国際協力で研究が進められていることをご理解いただいた。出展した両日ともにブースには多くの方にお越しいただき、非常に有意義な広報活動を行うことができた。さらに、11 月 29 日～12 月 2 日に中部大学春日井キャンパスで開催されたプラズマ・核融合学会第 36 回年会にブースを出展し、ITER 調達機器の最新の状況や ITER 機構職員公募に関する説明を行った(図 8)。ブースには ITER 機構のインターンシップに興味を持つ学生も訪れ、資料を配布するとともに 2020 年のインターンシップの募集が開始されたことを紹介した。近年、日本からもインターンシップに参加する学生が徐々に増え、



図 7 サイエンスアゴラ 2019 における展示ブース。

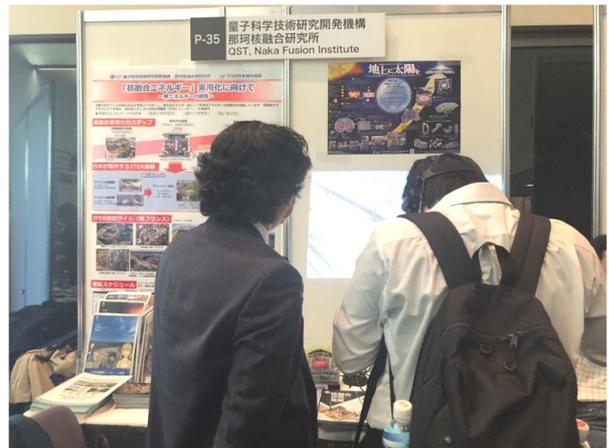


図 8 プラズマ・核融合学会第 36 回年会における展示ブース。

2020 年以降もさらに多くの学生に参加していただきたい (ITER だより (72), (73), (75), (78) にインターンシップ体験記掲載)。

今後も核融合エネルギーの理解促進を図るため、科学教室やイベント等に出展し、多角的な広報活動を行っていく。

(量子科学技術研究開発機構 核融合エネルギー部門)

1. トロイダル磁場コイル初号機の完成

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) をステンレス鋼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 TF コイルとし (全 310 トン)、最終検査を終えて完了となる。最初の 3 機は三菱重工業 (株) の二見工場で作成が進められている。2019 年 7 月には、初号機のコイル容器の封止溶接について報告したが、今般、一体化含浸、最終機械加工及び最終検査の工程を完了し、TF コイル 1 号機が完成した。

一体化含浸は、TF コイル製作の作業工程中でも補修ができない作業である。そのため、試作を重ねて作業要領を策定し、その作業要領に沿って実機 TF コイルの製作を進めることで、TF コイルの品質管理を行った。コイル容器内への樹脂の注入においては、コイル容器の下側から樹脂を注入し、隙間内に溜まった樹脂の液面上昇に伴い樹脂の注入位置を上げていくとともに、常にコイル容器内の樹脂の液面より下方から樹脂を注入することでボイドの発生を抑制した。また、コイル容器内に樹脂を充填した後は、コイル容器の上部に設置した樹脂回収タンク内の樹脂の液面に変化がなくなるまで二酸化炭素で加圧することにより、コイル容器内にボイドが残っていないことを確認した。一方、最終検査では、コイルの寸法及び電気的性能が ITER サイトでの組み立てに適したものであることを確認し、2020 年 1 月に初号機の製作を完成した (図 1)。

2019 年 2 月に開始された TF コイルの一体化作業においては、長さ約 16.5 m、幅約 9 m という前例のない規模の大型超伝導コイルに対しミリ単位の精度での寸法管理が求められたが、コイル容器の製作を担当した三菱重工業 (株) と WP の製作を担当した三菱電機 (株) の協力体制の下、約 1 年で成功させており、両社の生産技術の高さを証明している。

TF コイル初号機は、2 月末に二見工場から ITER 機構



図 1 完成後のトロイダル磁場コイル初号機。

へ向けて出荷され、海上輸送及びフランス国内での陸上輸送を経て、5 月に ITER 機構へ到着する予定である。

2. トロイダル磁場コイル初号機完成披露式典の開催

トロイダル磁場コイル初号機完成という大きなマイルストーンを達成したことを受けて、1 月 30 日に、ITER 機構のベルナルド・ビゴ機構長や文部科学省の青山周平大臣政務官、国会議員、関係経済団体の関係者、学識経験者の方々によるご列席、三菱重工業 (株) の泉澤清次社長、加藤頭彦執行役員原子力事業部長、量研の平野俊夫理事長らが出席し、「トロイダル磁場コイル初号機完成披露式典」を三菱重工業二見工場にて開催した (図 2)。式典では、ビゴ機構長はじめ来賓の方々から、人類未踏の性能を求められる ITER 大型機器の中で世界に先駆けて完成したものであり、ITER 計画における大きなマイルストーンの達成であるとして高い評価をいただいた。また、式典当日開催したプレス会見には多くの報道機関が参加し、新聞 8 紙、テレビ 5 番組の他、多くのウェブ記事で取り上げられた。

プレスリリース

核融合実験炉イーターのトロイダル磁場コイル初号機完成披露式典を開催

～世界最大級の超伝導コイルの完成により、核融合炉建設が大きく前進～

<https://www.qst.go.jp/site/press/37838.html>

3. ビゴ機構長 那珂研視察

1 月 31 日 (金)、ベルナルド・ビゴ ITER 機構長が量研那珂研を訪問され、建設中の JT-60SA 並びに ITER 関連の研究施設を視察した。田島量研理事をはじめとして、核融合エネルギー部門の幹部らが出迎えた。

まず JT-60SA 中央制御室では運転シーケンスを、同本



図 2 トロイダル磁場コイル初号機完成披露式典 (写真: 三菱重工業 (株) 提供)。



図3 JT-60SA 本体室にて。



図5 ITER ブランケット遠隔保守装置の操縦室にて。



図4 NB 電源室にて。



図6 ITER サイトへの輸送を待つ ITER ジャイロトロンの前で。

体室では建設作業の現場（図3）をご覧いただいた。ビゴ機構長からは、JT-60SA 組立作業の進展に称賛のお言葉をいただいた。また、量研・Fusion for Energy・ITER 機構の3者で、昨年末に締結した研究協力枠組みに基づいた、今後のJT-60SAとITERとの協力の実施は、双方の利益となり、ITERの運転への貢献に大きな期待を持っていることを強調された。さらに、この研究協力が、両者の研究を一層加速するだけでなく、核融合エネルギーの実現に向け大きく貢献するものであるとも発言された。

次にJT-60SA 関連施設では、負イオン中性粒子入射装置(N-NBI)の直流500kV高電圧電源設備をご覧いただいた(図4)。本電源は、イタリアパドバで建設中のITER NBI 実規模試験施設(NBTF)において日本が調達する直流1MV高電圧電源の設計のベースとなったものであり、

日本に対するNBTF協力への感謝、及びJT-60SAの経験に基づいたITERへの貢献に期待しているとの言葉をいただいた。

その後ITER工学設計段階(EDA)にて開発を行ったITERブランケット遠隔保守装置をご覧いただくとともに、実際に装置の運転を体験いただいた(図5)。本装置開発における量研および日本の産業界のEDAからの貢献を活かし、引き続きビゴ機構長が提唱し設立したブランケット遠隔保守システム事業チームを通じた活動の推進に、日本国内機関として貢献を続ける様、ビゴ機構長から強い期待が寄せられた。

最後にITER日本国内機関として調達を行っているジャイロトロンをご覧いただいた。これまで、全6基のジャイロトロンの製造を実施しており、そのうち2基は出荷前検査を終え、ITERサイトへのお荷が可能状況になっており、この保管状況を確認いただいた(図6)。更に、現在最終検査を行っている3基目のジャイロトロンの試験状況をご覧いただいた。ビゴ機構長からは、ITERサイトでのRF建屋の準備が整うまで量研にて保管を続けるように要請があり、量研側はこれを受け入れた。

今回の那珂研訪問について、ビゴ機構長からは、JT-60SAの建設の進展ならびに日本の調達機器の進展を確認する大変よい機会であったとお言葉を頂いた。

4. ITER 計画及び ITER 機構職員募集説明会の実施

量研は ITER 国内機関として、核融合エネルギーと ITER 計画への理解、ITER 機構への職員募集を促進するための活動を行っている。さらに ITER 機構職員公募の一層の周知を図るため、2月1日にベルサール新宿セントラルパークで開催された「PAI 原子力産業セミナー 2021」に出展し、ITER 調達機器の最新の状況や ITER 機構職員公募に関する説明（図 7）とともにバーチャル・リアリティ（VR）を使用して ITER サイトの建設状況について説明を行った。ブースには ITER 模型、ITER 計画紹介マンガ、パンフレット、ポスター、ITER 建設サイト写真集などを展示した。会場には約 140 人が来訪し、ブース来訪者からは、ITER 計画についての質問や ITER 機構職員として採用されるために必要なスキル・経験などについての質問があった。今回の出展を通して、核融



図 7 PAI 原子力産業セミナー 2021 展示ブース。

合を学ぶ学生以外にはまだまだ量研と ITER 計画の認知度が低いことを実感したため、今後は認知度向上のための広報活動に今以上に力を入れていきたい。

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

5. ITER 計画紹介マンガ Vol.3 の発行

量研は ITER 日本国内機関として、核融合や ITER 計画について、科学や工学に関する専門知識の有無に関係なく、幅広い年代の方々に知ってもらいたいという思いから、ITER 計画紹介マンガ“地上につくる小さな太陽「ITER（イーター）」”Vol.1（出会い編）、Vol.2（インターンシップ編）を制作し、ITER Japan ウェブサイトに公開している。1月30日のトロイダル磁場コイル初号機完成披露式典に合わせて、待望の Vol.3～ものづくり・出港編～（日本語版・英語版・フランス語版）を発行した（図 8）。来日したソレイユに再会した太陽が、ソレイユと共にトロイダル磁場コイル製作現場を訪れ、日本のものづくりの精神に触れ大きな感銘を受ける。今回の出来事が、太陽の今後の人生にとって重要なターニングポイントとなっていく。

（ITER 計画紹介マンガ：http://www.fusion.qst.go.jp/ITER/comic/page1_1.html）

（量子科学技術研究開発機構 核融合エネルギー部門）



図 8 ITER 計画紹介漫画 Vol.3（日本語版・英語版・フランス語版）。

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 電子サイクロトロン加熱・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

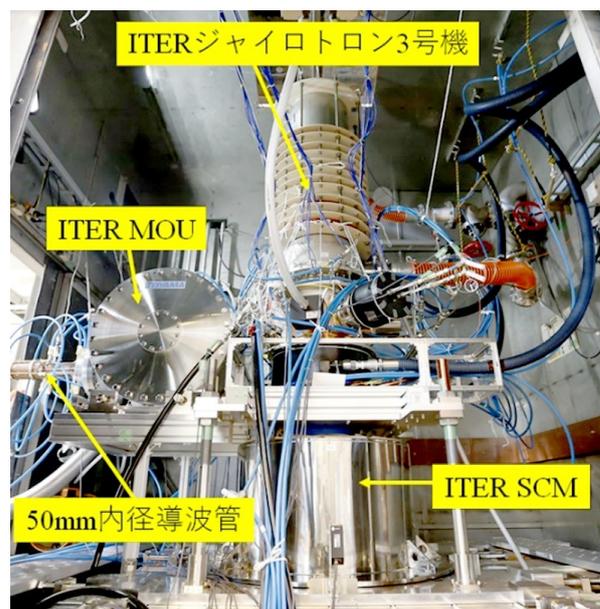


図 2 ITER ジャイロトロン 3 号機 FAT 時のセットアップ。



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。

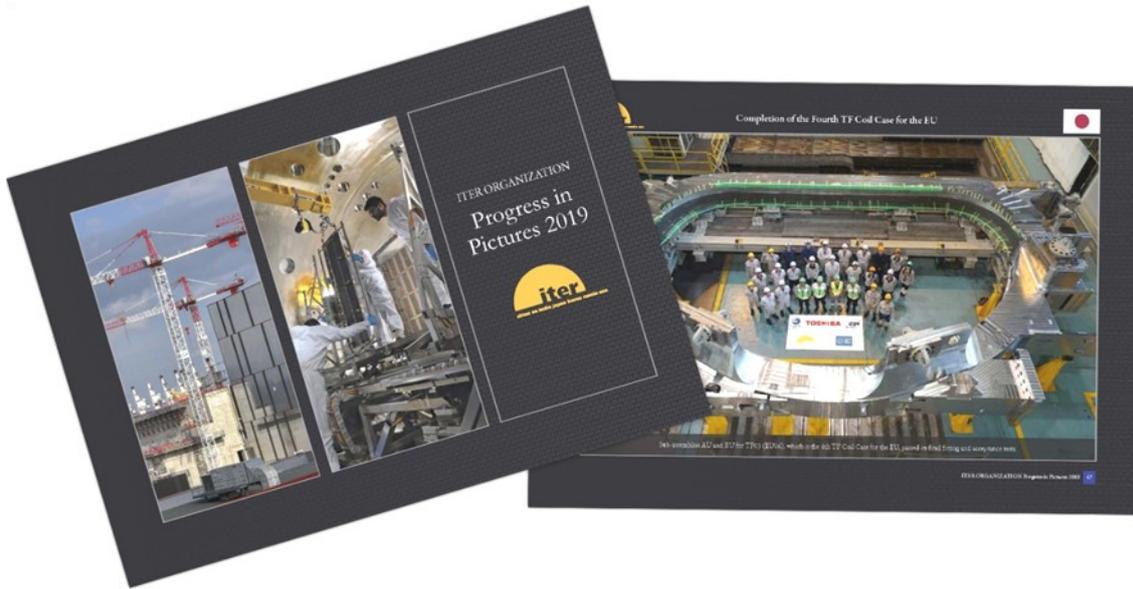


図 6 発行された日本版フォトブック.

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)

1. ITER TF コイル日本初号機が ITER サイトに到着

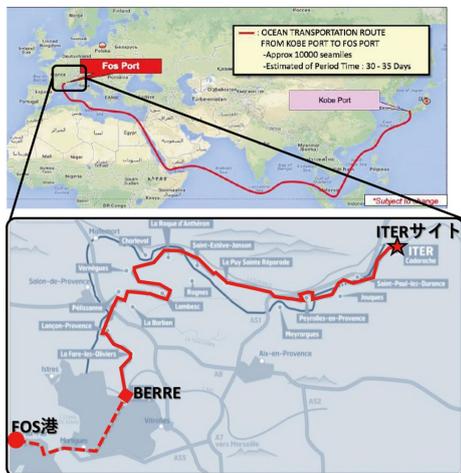
量子科学技術研究開発機構（以下、量研）は、日本が調達責任を有する ITER 向けの 9 機のトロイダル磁場（TF）コイルの製作を進めている。日本初号機は世界初の ITER 向け TF コイルとして三菱重工業（株）の二見工場で製作が完了しており、2020 年 3 月初めに神戸港を出港し、4 月 25 日に ITER 機構に到着した。

図 1 の 1 に TF コイル日本初号機の陸送ルートを示す。この初号機は 3 月初旬に神戸港を出港し、4 月 7 日に南フランスにある FOS 港に到着した（図 1 の 2）。FOS 港はマルセイユ港から西に約 50 km に位置する港である。FOS 港で荷揚げされた初号機は、船に載って ITER サイトへ向かう陸送ルートの入口である BERRE まで水上輸送された（図 1 の 1 破線部）。陸送準備を整えたのち、4 月 21 日夜から大型トレーラーでの ITER サイトに向けた陸送が開始された（図 1 の 1 実線部）。陸送は夜間しか認められていないため、104 km の道のりを 4 日間かけて移動し（図 1 の 3）、4 月 25 日に無事 ITER サイトに到着した（図 1 の 4）。COVID-19 対策の為、到着を祝う盛大なイベントは控え、ビデオを介して ITER 機構長から祝辞を賜った。なお、ITER サイト到着時の状況は、YouTube の以下の ITER のチャンネルにアップロードされているので、興味のある方はご覧ください。（<https://youtu.be/LUPHRGKJE7E>）

2. ITER TF コイル 2 号機の出荷

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、最終検査を終えて完了となる。三菱重工業（株）の二見工場における 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。今回、この 2 社の協力体制のもと、日本 2 号機の全ての製作工程を完了し、ITER 機構に向けて出荷した（図 2）。

二見工場は日本初号機の製作も担当しており、2 号機の WP とコイル容器との一体化作業は初号機作業開始から 3 ヶ月後の 2019 年 5 月に開始された。一体化含浸作業では樹脂の注入圧力によりコイル容器内の圧力が高くなり、WP とコイル容器の隙間をシールする構造に圧力がかかる。初号機ではシール構造部に許容値以上の圧力がかかることを防ぐために、シール構造の外部圧力を内部圧力とバランスさせるよう、樹脂の注入速度を制御する方法を採用した。一方、2 号機の一体化含浸では、樹脂の注入速度を上げてもコイル容器内の圧力の変動が緩やかとなるように、樹脂注入装置とコイル容器の間に中継タンクを設置した。この結果、シール構造部の圧力のバランスを制御することが容易になり、初号機よりも樹脂



1 TF コイルの輸送ルート



3 BERRE から ITER サイトへの移動



2 FOS 港での荷揚げ作業



4 ITER サイト到着

図 1 TF コイル初号機の輸送道程。



図2 出荷時のTFコイル2号機。

注入工程を加速することが可能となった。また溶接においては、初号機で確立した方法を適用することで、良好な品質の製品として完成させることができた。このように、作業の合理化を図りつつ、初号機で確立した方法を着実に適用することで、一体化組立作業が加速し、初号機と比較して1ヶ月の短縮を実現した。輸送梱包についても初号機の経験を反映し、合理的かつ堅牢なものとなるよう改善を施し、2020年4月に三菱重工業(株)を離れ、5月に神戸港から出港した。その後海上及びフランス内輸送を経て、7月初旬にITER機構へ到着する予定である。

3. コロナ禍における日本国内機関の体制

量研では、2月25日に新型コロナウイルス感染症対策本部が設置されるとともに、那珂核融合研究所(那珂研)を含めた各研究所に現地対策本部が設定され、地域の状況に応じた対策が取られている。感染拡大により、国内出張及びITER機構を含めた外国出張、外国からの来訪者の受入が禁止された。また、リモートアクセス、ウェブ会議システムなどの在宅勤務のための情報システムが整備された。先に緊急事態宣言が出された東京事務所と千葉地区から在宅勤務体制に移行した。日本国内機関(JADA)がある茨城県では4月13日に県から外出自粛要請が出され、4月16日には緊急事態宣言が全国に拡大し茨城県は特定警戒地域に指定された。これにより、JADAは在宅勤務体制に移行した。その約1ヶ月前から在宅勤務体制となっていたITER機構及び各極の国内機関とは、それぞれの自宅からウェブ会議にて打合せを行うこととなった。担当者間の技術打合わせ、ITER機構との協議、ITER運営諮問会議など、ウェブ会議を使ってほぼ従来どおりのコミュニケーションを継続し、ITER計画の遂行を着実に維持している。海外との時差の関係で、従来は深夜まで研究所に残ってテレビ会議システムで参加していたが、自宅からウェブ会議システムで参加できるようになったことは今回の収穫である。

在宅勤務期間中の5月15日に、ITER職員募集説明会をオンラインにて開催した。この説明会では、ITER機構、参加者、那珂研をウェブ会議システムで繋ぎ、ITER機構



図3 ITER職員募集オンライン説明会の様子(那珂核融合研究所)。

の広報室、人事部及び機構長室の各担当者から、ITERプロジェクトの概要、ITER職員採用・選考、ITERで働くことの意義等を説明した(図3)。今回はやむを得ずオンライン開催としたが、日本全国ならびに海外から約50名の参加があり、従来、会場近辺に限られていた参加者の地理的制約がなくなり、参加地域が大きく拡大するという思わぬ収穫が得られた。今後もオンライン説明会の機会を設けていきたい。

5月18日に茨城県の対策緩和が、5月25日に全国で緊急事態宣言が解除され、JADAでは県の段階的対策緩和に従って、在宅勤務体制から出勤比率を上げた体制に移行している(6月18日現在)。

4. ITER機構職員が伝えるテレワーク12ヶ条の紹介

突如、世界的大流行となった新型コロナウイルス感染症に対して、世界中で感染防止対策が行われている。ヨーロッパでは感染が急速に広がり、ITER建設地であるフランスでも感染者が増え、街が封鎖されるなどの措置が講じられた。ITER機構では900名以上の職員たちの健康・安全を守るため、大幅な在宅勤務が導入されたが、在宅勤務となってもこれまで通りの高い集中力や生産性を保つために12ヶ条の心得が機構内部で共有された。

日本においても徐々に感染が広がり、感染拡大防止対策のひとつとして在宅勤務の導入が推奨された。そこで量研では、ITER機構内で共有された12ヶ条の心得に日本独自のイラストを添え紹介した(図4)。心得には、出勤時と変わらない普段通りの生活を送るためのルールや在宅勤務を行う際の工夫がまとめられている。在宅勤務時は、これまで無意識に行っていた気分転換や上司・同僚とのコミュニケーションなどが不足することが考えられている。そのため、これらを意識的に行うことにより、充実した在宅勤務を続けることが可能であると紹介している。

コロナウイルスを収束させるためにはひとりひとりの行動や心掛けが大切となる。収束まで長丁場も予想されるため、社会全体で感染拡大を防止する新しい生活様式への移行も検討しなければならない。今回を機に在宅勤務を行っている方、今後在宅勤務に移行する方にはこの心得をぜひ参考にさせていただきたい。心得の詳細は、ITER Japan ウェブサイトで閲覧及びポスターのダウンロードが可



図4 テレワーク12ヶ条日本語版ポスター.

能である.

(<http://www.fusion.qst.go.jp/ITER/iter/telwork.html>)

5. ITER 多数のマイルストーンを達成

新型コロナウイルス感染拡大の中, ITER 建設サイト及び各DAの産業界では感染拡大に最新の注意を払いながら調達活動が続けられ, ITERでは多数のマイルストーンが達成された.

日本が調達するTFコイルについては上記で述べたが, 他極の調達に関しては, まず, EUが調達するTFコイル初号機(TFC # 9)の工場試験が2月14日に完了し, 4月17日にサイトに到着した. また, 9つのプレコンプレッションリングについては6つが製造され, 5つがサイトに納入された. 韓国では初の真空容器(セクター6)が完成し, 4月20日に現代重工業にて完成式典が開催された. 中国ではポロイダル磁場(PF)コイル初号機(PFC # 6)が3月に工場受入れ試験に合格した後出荷され, 6月末頃サイトに到着予定である. 米国では, 中心ソレノイド(CS)コイルモジュール1について, 最大40kAの電力試験を正常に完了した. インドが調達するクライオスタットは上部円筒形胴部が3月6日に完成し, 3月末には洗浄が完了した.

また, 建屋建設に関しては, トカマク建屋が4月3日に建設完了の宣言がなされ, 建設を行ったEUからITER機構への引渡し証明書に署名がなされた. これに先立つ3月28日, 組立建屋からトカマク建屋へのクレーンのアクセス(RFE 1Bステージ2)が達成され, クライオスタットベースの運搬準備が5月18日に完了して10mの試運

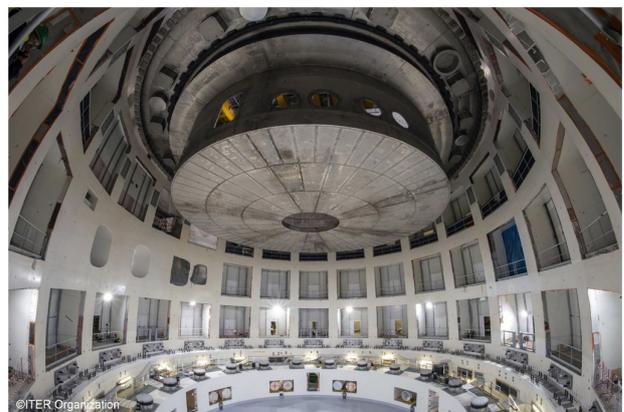


図5 クライオスタットのトカマクピットへの設置作業の様子. 上部に見えているのが, クライオスタットの底.

転に成功した. これを受けて5月27日にはクライオスタットベース(重量1,250トン)がトカマク建屋のピットに吊り降ろされ, 据付が完了した. こうしてクライオスタットベースはトカマクピットに収まった初めての機器となり(図5), いよいよ本格的なトカマクの組立・据付が始まる事になる. なお, ファーストプラズマに向けた建設進捗率は現在70%を達成している.

(量子科学技術研究開発機構 核融合エネルギー部門)

1. 第 26 回 ITER 理事会開催

2020年6月17日、18日に開催された第26回会合は、現在進行中のCOVID-19感染拡大を受け、歴史上初めて遠隔ビデオ会議形式で行われた(図1)。理事会は、感染拡大がプロジェクトの進捗に与える影響の予備的評価を含め、最新の事業の進捗状況と実績指標を評価した。このような影響下にあるにもかかわらず、これまでのところ、ITERサイト及び参加極では、重要な活動に関して、力強いペースと堅調な実績を維持している。

ITER理事会は、以下について議論した。

- 1) COVID-19 下での継続計画：理事会は、COVID-19 下で、作業継続計画を迅速に策定、実施した ITER 機構 (IO) 及び国内機関 (DA) を称賛した。この計画の主な柱は、職員等の健康と安全を確保し、衛生対策を厳格に遵守しつつ、ITERの緊密に統合されたプロジェクトスケジュールの全体的な整合性を維持するために必要となる重要な活動を優先的に実施することであった。理事会は、現時点においてITERサイトでCOVID-19の感染が発生していないことに留意した。
- 2) 世界初の機器の進捗と組立フェーズへの準備：理事会は、製作に5年以上を要した複数の世界初の機器を含む、前回の理事会以降のプロジェクトの成果を評価するとともに留意した。
 - ・欧州国内機関であるフュージョン・フォー・エナジーは、組立建屋とトカマク建屋の統合を3月に完了し、750トンの天井クレーンで機器をトカマクピットに搬送することを可能にした。
 - ・日本及び欧州からの最初のトロイダル磁場 (TF) コイル2基は、4月にITERサイトに到着した。3基目のTFコイルも日本からフランスに到着したところである。
 - ・最初のポロイダル磁場コイル (PF6) は、中国と共同で欧州が調達し、フランスに到着したところである。PF5についても、ITERサイトにおいて完成に近づいている。
 - ・韓国で製作され、ロシアがポートスタブを供給した



図1 史上初の遠隔ビデオ会議形式で行われた第26回ITER理事会 (ITER機構提供)。

最初の真空容器セクターは4月に完成し、8月、ITERサイトに到着予定である。

- ・韓国は、サーマルシールドの最後の部品を5月に完成させた。
 - ・クライオスタットの上部シリンダーは4月に完成し、保管されている。今月末には、クライオスタットの全ての部品の完成をインドが祝う予定である。
 - ・5月に1,250トンのクライオスタットベースが組立建屋からトカマク建屋に運ばれて、規定のとおり3ミリの精度でトカマクピットに成功裏に設置された。
- 3) COVID-19の影響：理事会は、感染拡大が設計・製作・建設・組立・管理など、様々な作業工程に与える影響に関するIOの予備的評価に留意した。IO及びDAは、前述の重要な活動を維持しながら、管理及び設計の生産性を保っている。しかし、感染拡大の影響を受けている国でいくつかの主要機器の製作現場の操業停止が長期化したことや、一部の組立活動の減速はスケジュールに影響を及ぼす可能性がある。理事会は、次回の11月の理事会で追加の報告をレビューする予定である。
 - 4) ITER参加極による支援：理事会は、感染拡大による影響があるにもかかわらず、建設戦略をスケジュールどおりに成功裏に実施することができるよう、全ての参加極が物納貢献と現金貢献を果たすために努力を行っていることに留意した。理事会はまた、財政的コミットメントに懸念のある参加極が迅速な処置を講じることの必要性を強調した。
 - 5) 2019年運営評価：理事会は、2019年ITER運営評価人の報告書をレビューし、この評価の全体的に肯定的な結果に留意して、IO及びDAに、ITER計画が新しい組立フェーズにおいて、国際的なプロジェクト管理の最高水準に沿って確実に機能するための勧告を考慮するよう要請した。理事会は、次回の会合で、この報告の勧告に対処するための行動計画をレビューする予定である。

理事会メンバーは、核融合科学技術を発展させるITER計画の使命とビジョンの価値に対する強い信念を再確認し、ITERの成功を促進させる時宜を得た課題解決のために協働することを決意した。また、理事会は、プロジェクトを成功に導く効果的な協働にコミットする「One-ITER」チームの取組を賞賛した。理事会は、プロジェクトの実績を引き続き綿密に監視し、現在の達成ペースを維持するために必要なサポートを継続していく。

2. ITER TF コイル 2 号機が ITER サイトに到着

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。前号で製作完了を報告した 2 号機は、2020 年 5 月初めに神戸港を出港し、6



図2 TFコイル2号機, FOS港での荷揚げ作業.

月13日に南フランスにあるFOS港に到着した(図2)。FOS港で荷揚げされた2号機は、舢舨に載ってITERサイトへ向かう陸送ルートの入口であるBERREまで水上輸送され、陸送準備を整えたのち、6月29日夜から大型トレーラーでITERサイトに向けた陸送が開始された。陸送は夜間しか認められていないため、104kmの道のりを4日間かけて移動し、7月3日に無事ITERサイトに到着した。サイト到着後、開梱作業、外観検査、加速度計及びマノメーターの数値確認を行い、これに合格した事から引渡し書類に署名を行った。今後IOにて、寸法検査、リーク試験、高電圧試験等のサイト受入試験を実施する。

3. 核融合実験炉 ITER の組立開始式典の開催

核融合実験炉 ITER の建設サイトに、日本が担当する「トロイダル磁場コイル」の第1号機と第2号機や欧州が中国の協力を得て完成した第6番ポロイダル磁場コイルなどが到着した。さらに韓国が担当する真空容器(図3)がフランスのフォス港に到着するなど、ITER参加各極が分担する重要機器が続々と南仏に集結している。ITER本体の組立て準備が整い、組立て作業が開始されることを記念して、ITER機構は7月28日、組立開始式典を開催し、その様子をライブ中継で世界に向けて発信した。ベルナル・ビゴ機構長が建設サイトをライブで案



図3 2020年8月, 韓国製作の最初のセクター VVS#6 がITER機構に到着.



図4 ITER組立開始式典の様子(写真: ITER機構提供).

内した後、ホスト国であるフランスのエマニュエル・マクロン大統領をはじめ参加各極の首脳や閣僚らのメッセージが流された。日本からは萩生田光一文部科学大臣が安倍晋三首相のメッセージとあわせて祝辞を送り、「ITER計画が実験炉の組立・据付開始という新たなステージに入ること心から祝意を表します。気候変動という地球規模課題に立ち向かい、脱炭素社会を実現するには、革新的なイノベーションの創出が必要です。新型コロナウイルス感染症の世界的な広がりの中にあっても、強固な国際的連帯により引き続き本計画が力強く進展していくよう祈念いたします。」と述べた(図4)。

量研では、量研東京事務所にて、プレス向けにITER計画の進捗に関する説明会とライブ配信された組立開始式典の上映会を開催した。説明会では、ITER機構の多田栄介副機構長がITER計画の概要と進捗について、文部科学省研究開発局の新井知彦研究開発戦略官(核融合・原子力国際協力担当)が日本の核融合研究開発政策について、量研核融合エネルギー部門の栗原研一部門長が、ITERとJT-60SAについて説明した。この説明会には、報道機関9社から14名が参加し、翌日には新聞各社やNHKにて式典の様子やITER計画の意義について報道された。

なお、式典の動画は、YouTube(<https://youtu.be/2-7GyVLKE6A>)で公開されており、これまでに18万5千回と多くの再生があった(8月17日現在)。

4. ITERサイトでのITER組立が本格スタート

岡山克己, Head of Office, Construction Management Office, ITER Organization

7月28日にITER組立開始式典がトカマク組立棟にて開催され、各極の首脳レベルの方から激励と祝福のメッセージを多数頂いた。これまでの苦労を思い起こして胸が詰まるとともに、今後待ち受けている多くの課題のことを思い身が引き締まった。筆者は2017年にプロジェクト管理室から建設部門へ異動し、今は建設管理室でプロジェクト管理、横串機能の統括を担っている。組立の最前線が疲弊しないよう、安全衛生、物流、保管、施設管理、連携調整、検収、品管などの機能を途切れないよう提供するのがミッションである。「我々はサービス組織で



図5 ITER機構 建設管理本部長 岡山克己氏。

ある。顧客満足度向上のため、あらゆる努力をせよ」という方針を掲げ、ともすれば個別最適に陥りがちなスタッフを叱咤激励しながらチームワークでここまでやってきた。ITERでは、スコープごとに業者と契約を結び、据付をしていく。このため、一つのエリアで複数業者が据付作業を行うことになり、業者間の連携調整が極めて重要である。我々がうまく機能しないと、例えばクレーンの吊下げ作業をしている下で別工程が組まれるといった安全上の問題が発生したり、ある会社が据付しようと現場に向かってみたものの、既に別会社が据付した機器が邪魔していて作業できないなどという事態が発生する。これまでは同時並行で行われる据付作業数も片手で足りるほどであったが、本格スタートにあたり益々多くの会社が一つのエリアで作業するような状況が予想され、我々の責任は一層重要になってきている。「起こりうる事象を可能な限り想定し、それに基づき行動する」を周知徹底し、今後の組立期間を乗り越えたいと思う。

当地でもCOVID-19の影響を受け、外出時のマスク着用など生活習慣に変化がみられる。図書関連業務は在宅勤務の導入が進んだが、組立現場では監督者も含め複数人での狭所作業が多く、対応に苦慮している。組立の本格スタートとCOVID対策、試練の秋となりそうである(図5)。

5. ITER機構インターンシップ体験記 (東京外国語大学 横山友泉)

ITER機構で広報部インターン生として過ごした10か月間は、私にとってかけがえのない非常に貴重な経験となった。

私は、ITER広報部において2019年10月から2020年7月までインターンシップを行った。以前から国際機関で働いてみたいという思いがあったこと、さらには大学での専攻であるフランス語を活かせるのではと思ひ応募した。

現地に赴いて、まさに多国籍の方々当たり前のように協力して働いている環境に最初大いに戸惑った。課題を与えられるわけではなく、初日から自主性が試される状況であった。事前にITER機構のウェブを見て、社会



図6 インターン生とのクリスマスパーティーの様子(中央がビゴ機構長、左が私)。

に向けた情報発信や機構内での情報共有に弱い点があるように思っていたので、思い切って、その点を広報部ミーティングで発言した。学生からの視点は職員の皆さんには新鮮だったようで、自分が考えていることを実行してみても、とサポートしていただいた。ITER機構公式インスタグラムの運用を任せていただいたり、アメリカ人の広報部インターン生とともにITER NOWというシリーズ(<https://youtu.be/yzQMT7LhR5A>など)をYouTubeアカウントで配信したりしていく中で、部署内外の方から評価をいただき、着実に自分への自信へと繋がった。さらには、南フランスで開催された工業イベントに参加し、現地の方々とは英語とフランス語を交えながら交流し、ITERについて説明したり、世界中からのITER見学者らのガイドとしてツアーに同行したりするなど、多国籍な人々と交流することで自らの知見を広げることができた。

2020年3月からは、COVID-19の影響もあり、日本からのテレワークという形でインターンシップを継続した。日本とフランスの時差(7時間)の中で業務を行うことは簡単ではなかったが、広報部の週例ミーティングの時間をずらして、私とフランスにいる同僚双方の業務時間内にミーティングを行えるようにするなどの配慮をいただいた。テレビ会議システムを通して近況報告をしあったり、業務の確認をしたりすることで、場所をはるか遠く離れていても、円滑に業務を遂行することができた。

ITER機構での業務はもちろんだが、ITERで出会ったインターン生との思い出もたくさんある。昼食を毎日一緒に食べたり、仕事の後や週末にエクサンプロヴァンスを共に散策したりした。最初のうちは、英語を話すことにあまり自信がなく会話に入れなかったこともあったが、徐々に自分の意見をすんなりと言えるようになり、進んでみんなの輪に入ることができた。ITER機構でのインターンシップを通して様々な国籍の友達ができただけでなく、自分にとってかけがえのない財産だと思う。

ITER機構でのインターンシップという素晴らしい経験を励みに、将来、国際的な舞台で活躍できるように様々なことに挑戦し成長していきたい(図6)。

(量子科学技術研究開発機構 核融合エネルギー部門)

1. 第26回 ITER 科学技術諮問委員会 (STAC-26) が開催

第26回 ITER 科学技術諮問委員会 (STAC-26) が2020年9月14～17日の4日間、HWANG Yong-Seok 議長(韓・ソウル大学)のもと ITER 参加7極から33名の委員及び専門家を集めて開催された。今回は COVID-19 の影響を考慮し、第26回 ITER 理事会と同様、遠隔ビデオ会議形式で行われた。日本からは小野靖委員(東大)、鎌田裕委員(量子科学技術研究開発機構(以下、量研))、上田良夫専門家(阪大)、井上多加志専門家(量研)、武田信和専門家(量研)が参加した。

ITER 理事会から STAC に求められた今回の任務(チャージ)は、

- (1) ディスラプション緩和システム(DMS)の開発において ITER 機構(IO)が達成した進展
- (2) ITER 研究計画を踏まえた計測システムに関する評価基準と設計過程における進展
- (3) イオンサイクロトロン加熱(ICH)アンテナの最終設計化における IO の進展
- (4) 第一核出力前運転期(PFPO-I)に運転可能となる電子サイクロトロン加熱(ECH)の10MW増力可能性のための技術的解決/実現可能性に関する IO による評価の進展

の4つの項目に対して、IOの報告を聴取して ITER 理事会への勧告を取りまとめることである。STAC 委員と専門家はこれらのチャージに対して4つのサブグループに分かれて IO の報告内容を検討した。その結果、DMS に関しては、PFPO-I までに稼働させる現開発スケジュールの維持に IO が全力を傾けるよう勧告した。また、計測システムに関しては、冗長な機器の合理化や、機器の劣化・陳腐化リスクを考慮することなどを評価基準に盛り込む改定を提案するとともに、改定した評価基準に基づいて機器のスケジュールと技術課題を評価することを勧告した。更に、ICH アンテナに関しては、11月に予定されている設計レビューについて、十分な技術情報が得られる

かどうか再検討するよう勧告した。一方で、ECH に関しては、ベースラインに対する10MWの追加についての現実的な戦略策定を歓迎し、ITER 理事会がこのオプションを実施することを勧告した。

2. ITER 建設が本格化

ITER 建設においては、2020年4月、EU及び日本から TF コイルが相次いで ITER 建設サイトに納入されたことを皮切りに、2020年9月末までに、TF コイルが4機(日本分2機、EU分2機)、真空容器1機(韓国1機)の合計5機の超大型精密機器が、ITER 建設サイトに到着した。本輸送は超大型であるがゆえに困難を極めたものの、無事予定通りかつ品質に影響させることなく成功裏に実施され、これに伴って ITER 建設サイトでは組立作業がより本格化している。

現在、ITER 建設サイトではピットとよばれる主要機器が組み込まれる建屋内での基礎部分の組立てが進んでおり、2020年5月にはプロジェクトの大きなマイルストーンであったクライオスタットベースがピットに設置された(図1左)。本機器は ITER 主要機器組立の基礎となる最も重要な機器の一つであり、重量1,250トン、直径30mとステンレス製の巨大構造物である。前例のない超大型重量級機器の高精度設置が要求されるため、そのハンドリング自体も経験のないものとなった。結果、その設置精度は3mm以下と、設置においても高精度で組み込むことに成功している。8月には、上下に2分割されたクライオスタット胴部の下側円筒胴部(直径30m、高さ10m、重さ375トン)が、クライオスタットベース上に設置され(図1右)、真空容器や TF コイルなどの主要機器の組立準備が着々と進められている。

このような状況の中、量研では、日本の調達貢献である TF コイルのセクタへの組付けを支援する目的で、2019年11月に ITER 連携戦略グループを立ち上げ、ITER 建設サイト(サンポール・レ・デュランス/フランス)に本グループを設置した。量研は、日本産業界の協力のもと、

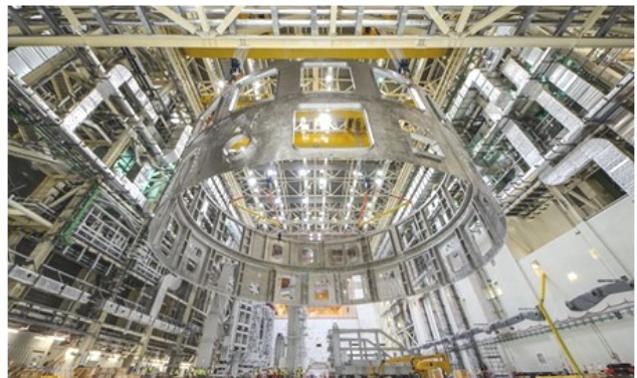


図1 クライオスタットベース(左)、クライオスタット下円筒部(右)の吊り込み(ITER 機構提供)。



図2 ITER NBTF における遠隔試験.

ITER 関連機器の製作に限らず小中規模のトカマク装置建設の経験を有する人材を配し、これらの知見を活かすことで円滑な ITER 建設活動に貢献する。同時に、本格化する複雑かつ前例のない大規模な ITER 主要機器の組立てに立合い、支援することは、日本にとっても DEMO 炉に向けて非常に有益かつ重要な機会であり、しっかりとトカマク組立技術を習得し持ち帰りたいと考えている。

3. イタリアの ITER NB 実機試験施設において、遠隔試験が開始

ITER 中性粒子入射装置 (NBI) で要求される高出力負イオンビーム加速を実証するために、現在イタリア・パドバのコンサルツィオ RFX 研究所に NB 実機試験施設 (NBTF) を建設中である。量研は、負イオンビーム加速用直流 1 MV 高電圧電源機器の製作、輸送及び NBTF サイトでの据付けを進めてきた。昨年 11 月までに全機器の絶縁性能を確認する耐電圧試験が完了し、欧州調達のインバータ電源、制御系と接続し、定格の 1 MV, 60 A を出力する最終受入試験 (統合試験) を残すのみとなった。本年 3 月より、統合試験として日本調達機器と制御系の信号取合い及びインターロック試験を開始したが、イタリア国内の新型コロナウイルス感染拡大のため NBTF サイトが閉鎖され、試験が中断していた。イタリアの回復状況に合わせて順次作業が再開され、日本調達機器の試験は 9 月から再開することとなった。

本高電圧電源は、直流 1 MV を絶縁ガスから真空中に引き込む HV ブッシング、1 次-2 次巻線間で直流 1 MV を絶縁する絶縁変圧器など世界初の機器を含む挑戦的な電源システムであり、これまで量研や製作メーカーの日立製作所の人員が NBTF サイトに赴き技術管理を行ってきた。今回、海外渡航が困難な状況にあったが、技術管理

を継続するために日本から遠隔で統合試験に参加することとした。そこで、遠隔試験を確実にを行うため、量研内の試験装置を NBTF サイトの高電圧電源に見立てて、リアルタイム映像を確認しながら作業を行う模擬試験を行い、的確な遠隔指示に必要な要領書の項目と精度、複数のカメラ映像から作業状況を確認するためのカメラ配置を明らかにし、統合試験の要領書を整備した。また、日本からの遠隔指示を理解し、円滑に現場作業員に指示を出す日本チームの代理人 (リエゾン) を NBTF サイトに置くこととし、これまで日本調達機器の据付工事を担当し機器に精通したシネコム社が担当することとなり、量研とリエゾン、日立製作所、シネコム社及び RFX 研からなる国境を越えた NBTF 遠隔チームが結成された。そして 9 月中旬より、遠隔指示により統合試験に使用する短絡ギャップ装置の据付調整に着手した。マルチカメラ映像で結果を確認しながら試験準備を進め、2021 年初頭の定格出力試験完了を目指して試験が継続される予定である (図 2)。

4. オンラインセミナー「ITER バーチャルツアー・1 万キロかなたの声」を開催

2020 (令和 2) 年 9 月 4 日 (金) に、核融合を研究しようとしている学生、核融合若手研究者、ITER 機構職員を目指している方を対象にしたオンラインセミナー「ITER バーチャルツアー・1 万キロかなたの声」を量研、ITER 機構、核融合若手インフォーマルミーティングが共同で開催した (図 3)。

従来は、ITER 機構職員を目指している方を対象に、学会の展示会や量研東京事務所などで説明会を行ってきたが、今回は Webex Events を用いたオンラインでの開催とし、さらに参加対象を学生や若手研究者にも拡大し、



図3 オンラインセミナーの様子。

中学生、高校生を含めて合計 195 名の参加があった。

プログラムの第 1 部では、主に中高生、大学生に向けて、インターンシップなどの ITER プロジェクトへの参加方法の説明と、ITER 機構ウェブサイトの“VIRTUAL TOUR”を利用した ITER 建設サイトのバーチャルツアーを行った。第 2 部では、主に ITER 機構職員を目標としている方に向けて、ITER 機構の広報部、人事部、日本人職員の大前首席戦略官および ITER 日本国内機関窓口からそれぞれプレゼンテーションを行い、Q&A 機能を利用した質疑応答を行った。第 2 部の後は対話コーナーを設け、主に学生と若手研究者を対象に ITER 日本人職員の

大前首席戦略官と活発な対話を行った。

オンラインセミナーは、コロナ禍により従来の説明会を開催できないためにやむを得ず行ったものであったが、参加者が日本各地に加え海外に居住する邦人に広がるなど、想定以上にオンラインの有効性が確認できた。今後も ITER プロジェクトの理解を深めていただけるよう活動を続ける。

(量子科学技術研究開発機構 核融合エネルギー部門)

1. 第27回 ITER 理事会が開催

2020年11月18日、19日に開催されたITER理事会の第27回会合は、現在もCOVID-19の感染拡大が継続していることから、前回と同様に遠隔ビデオ会議形式で開催された。理事会は、ITER計画の進捗に対するCOVID-19の影響を含む、最新の進捗状況と実績指標を評価した。ITER計画は、参加極による世界初の機器の調達と、サイトでの設置及び組立作業の両方に関して、堅調な実績を継続することに成功している。2025年に初プラズマを達成するというスケジュールへの影響は存在するものの、対策を検討した上で継続してCOVID-19の影響評価が行われる。

ITER理事会では、以下についての報告・議論が行われた。

- 1) 理事会は、ITER機構と国内機関がCOVID-19の状況下で機知に富む対応と事業継続のための計画を堅実に実施したことを賞賛した。衛生対策を厳格に遵守しつつ、重要な活動の優先順位付けとITER機構での「新しい日常」が開始されたことにより、生産性は確保されている。これにより、プロジェクトに関わるスタッフ等の関係者の健康と安全へのリスクと影響を最小限に抑えながら、統合されたプロジェクトスケジュールは総合的に維持されている。
- 2) 理事会は、世界初の機器が順調にサイトに到着しており、組立フェーズの公式な開始を含め、前回の理事会から継続するプロジェクトの成果を感謝しつつ留意した。
 - ・日本及び欧州からこれまでに4機の超伝導トロイダル磁場(TF)コイルが到着した。
 - ・欧州が中国と共同で調達した超伝導トロイダル磁場コイル(PF)6番は、ITERサイトにおいて冷却テストを実施中であり、ITERサイトにおいて製作中のPF5番は間もなく完成予定である。
 - ・韓国で製作され、ロシアがポートスタブを供給した最初の真空容器セクターは8月にITERサイトに到着し、最初のセクターの一部組立について準備作業を開始できる状況である。
 - ・インドが供給したクライオスタットの下部シリンダーが設置され、クライオスタットベースに溶接中である。
 - ・熱遮蔽とTFコイル及び真空容器セクターの組立に用いられる反転作業ツールの品質評価試験が実施中である。
 - ・パルス出力電力網、磁石電力変換システム、冷凍機プラント、冷却水システム及びトカマク複合施設のクライオラインとブスバーの設置に関して、ITERサイトで大きな進捗が見られる。
- 3) 理事会は、ベースライン2016を維持することを決定した。理事会は、2021年6月の次回理事会において、対策を考慮したCOVID-19感染拡大の影響とその他の潜在的な遅延要因について、更なる評価を行う。
- 4) 理事会は、2020年7月28日の組立開始式典において、

全てのITER参加極メンバーから表明された閣僚及び/又は首脳レベルによる素晴らしい支持の声明を歓迎した。理事会は、COVID-19の感染拡大の影響にもかかわらず、建設戦略をスケジュールどおり成功させるために、ITER参加極メンバーが物納貢献及び現金貢献のコミットメントを果たすために実施している継続的な努力に留意した。

2. TFコイル4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)をステンレス鋼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、最終検査を終えて完了となる。2020年3月号では初号機の、7月号では2号機の完成について報告しており、TFコイル製作は既に量産に入っている。2020年12月頭の時点で、4号機についても一体化作業を終えて最終検査を合格し、製作作業を完了した。

TFコイル4号機の製作では、これまでの号機に無かったログスキーコイルの組み込み作業が行われた。ログスキーコイルは、計測対象を環状に囲むことで囲みの中を流れる電流値を計測する装置である。ITERでは、真空容器内のプラズマ電流を計測する目的で、合計3個のログスキーコイルがトロイダル方向に等間隔に配置される設計になっている。そのため、合計18機のTFコイルの内、3個のTFコイルと1個のスペアコイルに対し、コイルの外周側にログスキーコイルのケーブルを組み込むが、その初めての号機がこの4号機であった。一体化含浸前にログスキーコイルの接続作業を行い、含浸後には接続部が樹脂で固定されていること、また、電気性能についても仕様どおりであることを確認した。その後、初号機同様、最終機械加工及び最終検査を終えて、2020年12月に4号機が完成した(図1)。

TFコイル4号機は、1月に神戸港からITER機構へ向けて出荷され、海上輸送及びフランス国内での陸上輸送を経て、3月にITER機構へ到着する予定である。



図1 完成後のTFコイル4号機。



図2 海上輸送のルート。

3. EU 向け TF コイル構造物第 9 号機の出荷

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) コイル及び欧州向けの 10 機の TF コイル用構造物 (TFCS) の製作を進めている。TFCS は ITER のトカマク装置中心側のインボード側の容器 (AU) 及びその蓋 (AP), 装置外側のアウトボード側の容器 (BU) 及びその蓋 (BP) の 4 個の部品で構成される。

今回、製作を完了した TFCS は、欧州国内機関向け 7 機目である。BU 及び BP は東芝エネルギーシステムズ (株), AU 及び AP は三菱重工業 (株) において製作された。その後、東芝エネルギーシステムズで最終検査を行い、巻線部との一体化作業を実施するイタリアの工場に向けて、2020 年 9 月に横浜港を後にした。アフリカ大陸の最南端である喜望峰を経由するルート (図 2) を経て、2020 年 12 月にイタリアの工場に到着した。

これまで欧州向け TFCS の出荷は全 10 機の内 7 機までを完了しており、残り 3 機の出荷は 2021 年内に実施する予定である。それを以て EU 向け TFCS の全ての調達完了する計画である。

4. ITER 機構の新型コロナウイルス対策

12 月上旬において、フランスは二回目のロックダウン中であるが、今回は職場への外出は認められている。ITER 機構では、新型コロナウイルス (以下コロナと呼ぶ) 対策及び新しい日常 (New Normal) の指針を定め、ITER 建設を継続している。

ITER 機構のコロナ対策として、以下の事が求められ、実施されている。1 m 以上のソーシャルディスタンス、手洗い、マスクを着用する (オフィスに一人である場合や食事時を除く)。通勤では、車 (一人の場合を除く) やバスの中でマスクを着用する。ITER 機構内の手で触る部分は毎日清掃され、床も週に一度は清掃される。廊下や階段は、床等に示される矢印に従い一方通行を順守する (図 3)。エレベータは 2 人までに制限する。引く扉には、手を使わずに足で引くための金具が取り付けられた。会議は遠隔を基本とする。食堂に入る前に手を洗い、席の



図3 一方通行ドアの上に貼られたコロナ対策ポスター。

印に従って正面や隣には座らない。訪問者について、グループ人数は 15 人以下に制限され、マスク着用と、コロナの症状や感染者との接触が無いことが求められる。

症状が出た場合の行動について、現地にいる場合はその場所に留まって ITER 機構の非常番号に連絡し、自宅にいる場合は家に留まって掛かりつけ医に連絡する (緊急の場合は救急車を呼ぶ)。また、上司及び ITER COVID Points of Contact に連絡し、その指示に従う。検査陽性者、感染者又はその疑いのある者との接触者も、彼らに連絡し、指示を受ける。逆に、彼らから濃厚接触者として連絡および指示されることもある。

ITER 機構のサイトにおけるコロナ感染の疑いのある者及び感染者の発生に関する情報は、毎週メール配信される ITER Bulletin で周知される。また、ITER 機構のイントラの Covid19 のサイトにコロナ関連の情報が示される。

新しい日常として、テレワークが導入されている。以前から、職員等にはノート PC が支給され、電話もこの PC を使うシステムであるため、テレワークへ移行しやすい環境であった。出勤日は上司が定め、週二日は現地に出勤することになっている。また、電子サインの活用も進められている。

5. ITER ポスドクフェロー体験記「なんで、私が南仏に!？」

(筑波大学プラズマ研究センター 東郷 訓)

文化の違いの点でも英語力の点でも海外に苦手意識があった私が、二年間もフランスに滞在し、ITER 機構で研究したなんて、帰国した今でも嘘のようである。2018 年 12 月からモナコ公国/ITER ポスドクフェロー (以下モナコポストク) として勤務した二年間の体験を綴る。



図3 モナコポストドクとインターン生での potluck パーティ (2019年8月, 右から2番目が筆者).

モナコポストドクの枠組みでは、二年毎に ITER 参加 7 極とモナコ公国から 5 名の若手研究者が選出される。応募に当たって必要となる CV の作成は初めてであったが、日本国内機関窓口 (量研) による「CV の書き方」のページや添削が大いに参考になった。英語での面接も初めてだったので、面接当日までに ITER インターン経験者や過去のモナコポストドクから助言をもらい、さらに量研の面接トレーニングを二度受けた。面接官は Luce 科学運転部門長を筆頭に 5 名であった。面接は事前に通知された流れや予想された質問の内容と大きく異なっていたために混乱し、拙い受け答えになってしまったが、合格することができた。

着任直前まで、とにかく英語力に不安があったため英会話教室に通い詰めた。フランスでの住居は量研の現地支援グループのサポートを受け、着任前に Aix-en-Provence (以下エクス) のアパートを契約できた。しかしエクスに着いて早々、アパートの鍵の引き渡しで出鼻を挫かれた。管理人がフランス語しか話せなかったのだ。Google 翻訳を介してのコミュニケーションで、時間はかかったが何とか事なきを得た。

ITER 機構での研究テーマはジャイロ運動論コード XGC を用いた周辺プラズマの乱流解析であった。着任してすぐに XGC の開発元の PPPL に出張し、初期のトレーニングを受けた。これまで実空間一次元の流体コードしか経験してこなかったところに急に実空間・速度空間合わせて五次元のジャイロ運動論コードを使うことになり、しかも当然ながら英語での議論なので、とにかく付いていくのが大変だった (現在進行形で大変である)。何とか基本的なコードの使い方を身に着けたところで研究テーマの詳細を改めて打合せ、ペレット入射時の径方向輸送に着目することになった。科学部門の細川哲成さんからのサポートや PPPL スタッフとの「密な」打合せ (オンライン) のお陰でペレットモデリングの開発・実装を進め、国際会議での発表や、論文の投稿もできた。

ITER 機構の科学部門は皆で一緒に食堂でお昼を食べ

たり、クリスマスや誰かの最終勤務日には近くのレストランに行ったりと、非常に仲の良いグループだと感じた。またモナコポストドクの同期やインターン生も全員エクスに住んでおり、しばしば楽しい時間を共有した (図 4)。仕事でもプライベートでも色んな訛り方の英語の聞き取りにかなり手を焼いたが、皆嫌な顔一つせず丁寧に話してくれ、とてもありがたかった。日本人職員の皆さんも非常に親切に接して下さり、近所のレストランや観光にもよく誘って下さったので、孤独感を感じることもなかった。

日常生活で苦労したのが散髪だ。半年程度のインターンでは全く切らずに帰国する人もいたのだが、二年間となるとそうはいかない。まず近所の 10 ユーロで切ってくれる理髪店に行ったのだが、仕事が雑で首を痛めたのでそれきりにし、以降少し高くなるが丁寧に切ってくれるサロンに行った (それでも予約確認の電話がフランス語なので苦労したが)。

二年目以降は COVID-19 の影響でロックダウンに二度巻き込まれるという、ある種貴重な経験ができた (特に誰も歩いていないエクスのミラボー通りを見ることはなかっただろう)。2020 年 5 月にはモナコポストドク同期と共に、Bigot 機構長と Luce 部門長が同席する中、モナコ公 Albert II とオンライン面談し、個々の研究の報告するという大変貴重な経験をさせていただいたが、これもロックダウンの良い側面だったのかもしれない。

単身で海外に住むのは必ずしも安全ではないが、二年間無事に楽しく過ごせたのはフランスと日本の大勢の人達に支えられたお陰だ。この記事を執筆する機会をいただけたことも含め、この場を借りて深く感謝申し上げたい。

6. ITER 職員募集オンラインセミナー欧米編を開催

量研では、日本における ITER 職員公募の窓口として応募支援を行うとともに、ITER 職員公募情報を広く発

信し、ITER職員公募会員として登録していただいている。今年9月以降、海外在住邦人の会員増加を目的として、主に海外で活躍しているエンジニアや国際機関に勤務している邦人に向けて、Google 広告、YouTube 広告により、ITER機構職員公募情報を発信した。その結果、9月以降、欧州から91名、米国から52名など合計189名の海外に在住する邦人に新たに職員公募会員になっていただいた。同時期の国内の新規会員を含めて287名の会員増となり、12月14日現在、合計952名の会員数になった。

主に新たに会員になっていただいた海外在住のITER機構職員を目指す邦人に向けて、11月11日と27日の2回に分けて、オンラインセミナー「ITER機構で働こう～日本人職員の声～」を開催した。前者は主として欧州に在住する邦人に向けてフランスの休日の午前、後者は米国に在住する邦人に向けて、米国の休日の夜に設定した。セミナーの内容は、ITER機構の大前敬祥首席戦略官に、ITERプロジェクトの概要と現状、人事、ITER機構でのやりがいなどについて説明していただき、量研からは応募支援について説明を行った。2回のセミナーを通して、海外から31名、国内から17名の参加者との活発な質疑応答が行われ、ITER機構への関心の高さが伺えた。

これまでは建設に関するエンジニアが多く求められていたが、今後はITERの運転に向けて、徐々にプラズマ・核融合の研究者が求められる時期に移行する。オンライ

ンセミナーなどを通して、ITERプロジェクトの理解を深めていただけるよう活動を続ける予定である。

7. ITER 機構インターンシップの公募開始

2021年ITER機構インターンシップの公募が開始された。12月14日現在116件のテーマが示されており、2月末に公募は一旦締め切られる予定。プラズマ・核融合関連のテーマはもちろん、広く理工系や事務系のポストも用意して、国際的な科学技術と多様な文化、環境の中で実践的な仕事を通し、大学での教育経験で得た知識を活用した共同研究の機会を提供している。期間にも依るが5ヶ月以上の場合には、修士の学生には月1,300ユーロ、学部の学生には月650ユーロの手当が支給される。2018年には5名、2019年には6名、2020年にはコロナの影響があったものの、2名の日本の大学生・大学院生がインターンとして活躍した。量研では、インターンシップの応募支援を行っているので、下記（ITER機構インターンシップ・プログラムのご案内ページ）を参照し、お問合せいただきたい。なお、この案内ページには、ITERだよりに執筆していただいた、5名のインターンシップ体験談のリンクを記載してあるので、ご覧いただきたい。
https://www.fusion.qst.go.jp/ITER/staff/internship_program.html

（量子科学技術研究開発機構 核融合エネルギー部門）