

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）