



1. 第 24 回 ITER 科学技術諮問委員会 (STAC-24) の開催

10/10-11 の 2 日間、第 24 回 ITER 科学技術諮問委員会 (STAC-24) が開催された。今回は初の試みとして、ITER 機構 (IO) 本部と各極 STAC 委員・専門家を仮時間 12:00 ~ 17:00 (日本時間 19:00 ~ 24:00) の間、ビデオ会議システムで結んで開催された。日本からは 2 名の委員 (山田弘司 (NIFS), 鎌田裕 (QST)) 及び 3 名の専門家 (寺井隆幸 (東大), 井上多加志及び林巧 (QST)) が、QST 那珂研の会議室から出席した (図 1)。1 日目は、主に前回の ITER 理事会 (2018 年 6 月) で求められたチャージ (i) ITER 機構のテストプランケットモジュール (TBM) に関する提案のレビュー、ii) 以下を含む ITER 研究計画改良の進展の評価: a. 核融合出力前運転 (PFPO) におけるプラズマ運転に関する未解決の課題 (1.8 T プラズマでの ECRH 及び ICRF 加熱, ELM 制御コイルの初期電源構成), b. 低域混成波電流駆動を用いない場合の定常 DT プラズマの到達可能な核融合性能の評価の完結.) について IO からの報告を聴取した。2 日目には事前に微収したインプット文書に加え、必要に応じて IO 担当者から追加の説明を聴取して参加者全員で協議し、ITER 理事会への報告書を作成した。その結果、TBM 専用ポートの数を 3 から 2 に減らすこと、2 つのポートで 6 つの TBM を配備するための最適化戦略の評価を継続すること、IO がベースラインのスコープとスケジュールを守りながら PFPO-1 での H モード運転のためのオプションを探求すること、及び PFPO-1 フェーズ中の使用に間に合うように少なくとも 9 台の容器内 ELM 制御コイル用電源の調達を進めることを推奨した。また、定常状態を達成する目的が阻害されないため、LHCD を増強オプションから除外するという判断を再確認する等の提言を取りまとめて ITER 理事会に報告した。



図 1 第 24 回 ITER 科学技術諮問委員会 (STAC-24) の日本側の様子。

2. ITER 用 170 GHz - 1 MW ジャイロトロンの 1 機目の完成検査を終了

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 170 GHz - 1 MW ジャイロトロンを 24 機製作する計画で、日本を筆頭に、欧州、露がそのジャイロトロン開発に鎧を削ってきた。その結果、日本国内機関である QST は、ITER 機構との間で ITER 用 170 GHz - 1 MW ジャイロトロン実機 (8 機分) の調達取り決め (PA) を 2013 年 9 月に交し、2015 年 6 月に最終設計レビューの完了を受けて製作を開始、そして 2017 年 2 月までに 8 機中、2 機分の製作を完了させた (図 2)。本ジャイロトロンについては、PA に規定されている完成検査として ITER 機構が要求する以下の性能を確認することが求められている。

- 1 MW - 300 秒、電力効率 50%
- 1 MW - 300 秒、電力効率 50% のショット成功率 95% (20 ショット 18 ショット以上の成功)
- 0.8 MW 及び 60 秒以上で、1 ~ 5 kHz の変調運転
このために、ITER ジャイロトロン実機及び付属機器の据付や性能確認のための準備試験を進めてきた。この度、9 月 27 日 ~ 10 月 3 日の期間に ITER 機構のジャイロトロン技術担当者の立会いの下でジャイロトロン 1 機目の完成検査を実施した。1 MW 出力/300 秒間/電力効率 50% の運転を繰り返し Duty 比 25% で 20 回トライし、要求条件以上となる 95% の運転成功率を実証した。加えて、15 分間隔で 1 MW 出力/60 秒発振の 5 回トライでは 100% の



図 2 ジャイロトロン実機：8 機中、2 機分の製作を完了。

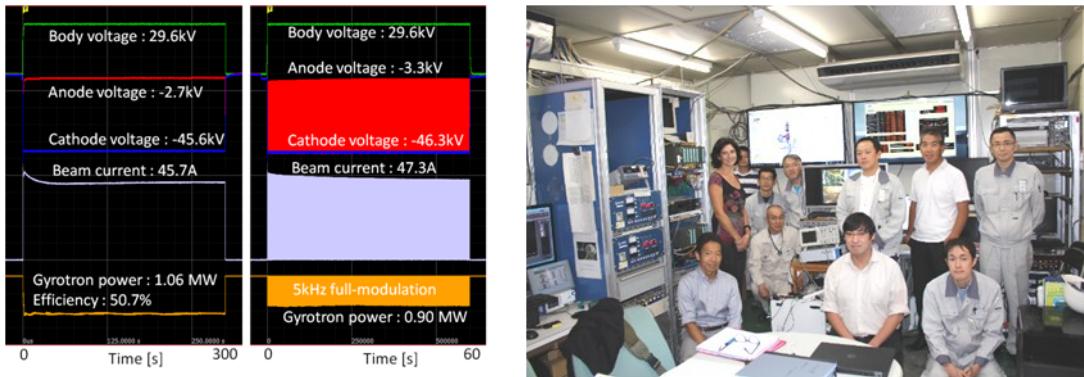


図3 (左) 1 MW出力/300秒波形, (中) 5 kHz出力変調/60秒波形, (右) FAT実施時の制御室内風景。

運転成功率を示した。また、1秒、10秒、50秒、100秒の各パルス幅においても1MW出力/電力効率50%を達成した。さらに、パルス幅60秒/出力0.8MWで1kHz/3kHz/5kHzの出力変調運転を達成した。ITER機構より要求された全ての試験項目に合格し、ITERジャイロトロン1機目の完成検査を終了した(図3)。

3. ITER建設サイト見学：平子雅啓

私は現在東京大学の学部2年生であり、将来的に核融合の研究に関わって行きたいと考えている。この夏、幸運にもITER建設サイトを見学する機会を得た。この始まりは東京大学の夏季休暇期間の講義として、寺井隆幸先生が毎年行っている東海村見学ツアーに参加したことであった。このツアーでは様々な原子力関係の研究機関を訪問、見学したのだが、那珂核融合研究所を見学した際、栗原研一所長にITERを見学することができないかとお願いをしたところ、仲介を快く引き受けさせていただいた。また、那珂研究所の神田健志さんと現地支援グループの嶋田義清さんには見学に必要な手続きや現地へのアクセス等、ITER見学を支えていただいた。

そして来たる9月7日、早朝にマルセイユ空港に到着した私と父は、車でITER建設サイトへと向かった。空港から1時間弱、南フランスの地形と温暖な気候を楽しみながら、幾年ぶりかわからない親子でのドライブであった。



図4 ITERサイト見学の様子(PFコイル巻線棟)。

なんとか迷うことなくITER建設サイトに到着した。そこで佐藤和義現地支援グループリーダーにご挨拶いただき、その後見学という流れとなった。見学ツアーはVisitors Centre – PF coils – Tour on the worksite by carというもので、PFコイルの見学をメインに、ITER建設サイト内を車で見学するというものであった。ITER機構のカトリーナさんの解説の下、一度に5人という少人数での見学で、途中いつでも自由に質問することもできるもので、大変有意義な時間を過ごすことができた。

最初にVisitor Centreにて模型を用いて簡単に仕組みと特徴を解説していただいた。非常に良くできた模型で、また解説や質問への解答も平易な英語でしていただき勉強になった。

その後PFコイルを見学した(図4)。ここでは現在中国より到着したコイルの巻きつけを行なっている最中であり、コイルを巻きつけているところや、運搬用クレーン、超伝導コイルのサンプル等を見学した。ITERのスケールの大きさに圧倒された。

最後に、車で建設サイト内をぐるりと一周しながら、コイル運搬経路、ヘリウム冷凍機建屋、組み立て建屋、トカマク建屋を見学した。建設サイトに並んだ国旗、巨大な国際プロジェクトに胸が躍った。

エネルギー問題は喫緊の課題である。核融合エネルギーの実現に向けて、今後原型炉、実証炉へと進んでいくために、ITERの重要性は今更言うまでもない。今後も学習を続け、核融合研究に貢献できるように一層の努力を続けていきたい。

4. ITER機構インターンシップ体験記： 矢本昌平(量子科学技術研究開発機構)

2015年9月から2016年3月にかけて、博士課程在学時にITER機構(IO)に半年間のインターンとして現地に滞在し、研究を行った。当時の体験について、研究面・生活面から報告する。

インターンシップの応募に際しては、IOホームページに掲載されているインターンの公募テーマから、自分のやってみたいテーマを選択し、IO人事にコンタクトを取った。私の場合は「ITER周辺・ダイバータプラズマにおけるタンクステン輸送のモデリング」というテーマを選択

した。その後、人事との日程調整を経て TV 会議システムによる面接を行った。面接はおよそ 60 分で、面接官は、人事部の職員、テーマ担当のセクションリーダー、テーマの指導役の職員の 3 人であった。志望理由等一般的な面接で聞かれることは一切聞かれず、周辺プラズマ物理の知識を問う口頭試間に近い形であった。

テーマの概要について簡単に紹介する。IO では周辺・ダイバータプラズマ輸送シミュレーションコード SOLPS-ITER を用いダイバータへの熱負荷計算、炉心への不純物侵入量の見積もり等、ITER 運転に向けた予測計算が行われてきた。しかしながら、ダイバータ板から叩き出されるタンゲステン(W)不純物については、大きなラーマ旋回半径等、SOLPS-ITER の流体モデルで必ずしも扱えるとは限らず、より詳細なモデリングの必要性が指摘されていた。そこで、ITER 運転における W 不純物輸送の詳細な理解を進めるため、SOLPS-ITER で W 以外のプラズマ・不純物粒子種を扱い、W 不純物輸送については不純物輸送コード IMPGYRO にて扱う SOLPS-ITER IMPGYRO カップリングコードの開発を進めるというテーマである。

インターンシップを通じ、IO の研究者との議論を重ねながら、SOLPS-ITER IMPGYRO カップリングコードの開発に成功し、W 不純物輸送過程の解明に向けた基盤を整えることができた。また、インターン期間中は、コード開発だけでなく、各種会合への積極的な参加を促していただき、周辺・ダイバータプラズマトピカルグループ会合での成果報告の機会もいただいた。インターンシップ終了時には、60 分間の成果報告発表と、20 ページ程度の報告書の提出が全てのインターン生に義務づけられており、インターンシップの最後の 1 ヶ月はほとんどその発表準備・報告書作成に充てた。成果報告会終了時に、Science Division の皆からの寄せ書きをサプライズプレゼントとしていただき(図 5)、温かく送り出してもらった。コード開発・妥当性検討、対外発表や最終報告書、最終報告発表と休む暇のない密度の濃い半年間を過ごすことができた。

インターンシップ期間中の研究以外の生活面についても体験を紹介する。IO への通勤に便利なのは、IO への直通バスが朝・夕方と出ているエクス=アン=プロヴァンス市(エクス市)とマノスク市である。特にエクス市は、半年間程度でも入居可の物件が比較的豊富にあったた

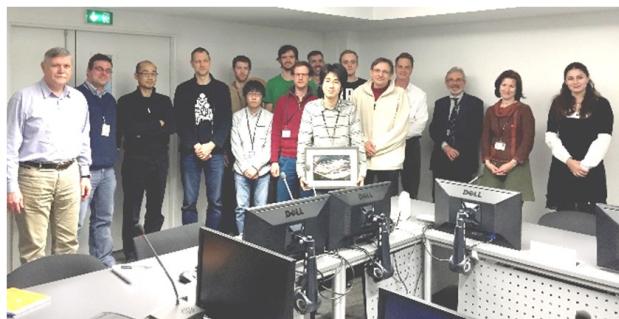


図 5 最終発表後の集合写真。ITER 建設サイトの空撮写真入りの寄せ書きをいただいた。

め、IO のインターネットで気に入った物件を見つけ、契約をした。入居まではスムーズで、インターンシップを開始して 1 週間後には入居できた。エクス市は歴史ある古都であり、とても美しい街並みに毎日心を癒していた。休日には旧市街で朝市も開かれ、多くの人にぎわっている。私以外にもインターン生が数人おり、皆エクス市在住であったため、休日は集まってレストランで食事やバーでスポーツ観戦をするなど、インターン生同士の交流も盛んであった。生活面で一番苦労したのは、フランス語である。エクス市は観光地であるため、ある程度英語が通じる店員のいる店はあるのだが、郵便局やスーパー・マーケットでは英語は殆ど通じない。お店で買い物ができる程度のフランス語は習得してからインターンシップに臨むべきだったと、ひどく後悔した。幸いなことに、IO では週 2 回程度の頻度で、受講者のレベルに応じたフランス語の授業が行われていたため、なるべく参加することで 2 ヶ月目以降はなんなくフランス語がわかるようになった。

既に帰国してからおよそ 3 年が経ったが、IO での体験は刺激に満ちており、その後の研究へのモチベーションを大きくあげてくれた。ITER 機構での経験は、キャリア形成を含めその後の研究に大いに活かすことができたと考えている。学生の皆様には、是非 ITER 機構でのインターンシップを体験してみてほしい。

(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)