

2025 年度 核融合科学研究所 第 14 回 ITER 国際スクール参加支援
実施報告書

IIS2025 参加支援			
参加者	所属機関： [REDACTED] エネルギー科学研究科	職名・学年： 博士後期課程 1 年	氏名： 山戸瞭雅
参加者連絡先	電話： [REDACTED]	E-mail： [REDACTED]	
派遣期間	2025 年 6 月 30 日 ～ 2025 年 7 月 4 日 (5 日間)		
得られた成果等 (行数は適宜増やしてください)	<p>1. 本スクールでの印象に残った講義やイベント等 本スクールの講義のトピックは, “Integrated Modeling” であった. 核融合実験装置における複数のシミュレーションコードを統合し, 包括的なプラズマシミュレーションを構築するだけでなく, 計測誤差や検出効率といった実験上の要素も取り入れたモデルの構築を目指すといった講義内容だった. また, 構築されたシミュレーションと計測結果の比較, 入力値への相互寄与を通してシミュレーションの妥当性の診断, 新たな実験の提案へとつなげることができるといった意義も強調されていた.</p> <p>全 15 の講義があり, その中で特に印象に残ったのは, 核融合実験装置のフライトシミュレータに関する講義である. 既知の実験の再現および新たな条件での実験を含めたフライトシミュレータが実現すれば, 実験装置への負荷抑制や意図しない過剰な放射線の抑制といった利点を得ることができる. この実現には従来のシミュレーションで扱われてきた “Plasma model” に加えて “Machine model” の導入が必要になる. より計算モデルが複雑になり, 困難な課題であることは間違いないが, 実現すれば未知の条件における実験の確認が容易になり, 核融合装置やプラズマに対する理解, より良い装置, 条件の開発が一層進むことが期待できる.</p> <p>また, シミュレーションと計測の相互比較を行う “Synthetic diagnostics” の話題も興味深かった. 計測値は, 実際のプラズマパラメータとは異なるということが強調されており, その差を埋める手段としてシミュレーションの活用が考えられる. このように計測とシミュレーションを組み合わせた解析, あるいは計測を考慮したシミュレーション解析というものが, 今後重要になってくるのではないかと感じた.</p> <p>2. 本スクールに参加して新たに得られた知見や技能等 ITER サイトの見学を通して, 開発規模の大きさや職員の方々の熱意などを感じることができた. 圧倒的スケール感で開発が進んでいる様子には感動を覚えた一方で, ITER, ひいては核融合発電の実現には, まだ多くの課題があり道のりは長いという現実も正直なところ実感した.</p> <p>現在, ITER 計画は部品納品の遅れや組み立て後のリーク発覚などの問題により当初の予定より大幅に遅れた計画で建設, 運転を予定している. 装置の本格的な組み立てとしては 2020 年ごろから始まっているのだが, 5 年経った現在においても本体のコイル, 真空容器ですら十分に設置されておらず, 周辺機器も含めてあと 10 年で運転開始できるかどうか少し疑問に感じた.</p> <p>講義においても, ITER 建設においてコイルや真空容器の巨大なサイズによる熱膨張や電磁力による装置の振動, そしてそれに伴う閉じ込め磁場の誤差のシミュレーションの話が紹介された. また, コイルや真空容器の重量によって, コイルや真空容器そのものや建屋全体がひずみを生じるため, 常に計測を行いながら組み立てを進める必要があるという話も印象的であった. 小規模な装置では誤差で済ませられていたような要素 1 つ 1 つも ITER のような大規模装置では無視できないレベルの問題となり, これが大規模核融合装置開発の困難さを象徴しているように感じた.</p> <p>また, 今回のスクールを通じて, 自身の英語での会話能力, プレゼン能力を見つめ直すいい機会になったと感じる. 英語でのコミュニケーション能力の向上は, ITER school</p>		

参加のモチベーションの 1 つでもあったのだが、実際に英語によるコミュニケーションを行うきっかけを作ることができた。一週間程度の短期間の滞在では、英語能力が飛躍的に伸びるようなことはないが、瞬発的な英語コミュニケーションへの意識やその重要性を改めて認識する貴重な経験となった。

3. 他国の参加者との交流状況について

本スクールでは、ヨーロッパを中心に、アメリカ、日本、中国、インド、タイ、韓国といった世界各国から集まった学生や若手研究者と直接交流する貴重な機会を得ることができた。特にコーヒブレーイクや昼食時、バンケットといったカジュアルな場では、自然と交流することができた。修士課程や博士課程の学生が多く、各自の研究テーマや研究室の環境のほかにも、将来の進路についても話を行った。例えば、将来ポスドクとして国際的な研究機関に所属したいという人や、ITER への就職に関心を持っている人など、それぞれのキャリアに対する考え方を知ることができ、自身の進路を考えるうえでも刺激を受けた。

また、ポスター発表の際にはより専門的な研究に関する意見交換を行えた。参加者の多くは、トカマク型装置に関する研究を行っていたため、自身のヘリカル系装置と比較した質問や意見交換をすることができた。また、自身のポスター発表に対しては、同じ計測装置(シンチレータおよびMPPC)を使用している人からの質問や本スクールのトピック“Integrated Modelling”を踏まえた、計測とシミュレーションをどのように結び付けて解析しているのか、計測精度の比較は可能かといった質問も受けた。こういった質疑応答を通して第 3 者からの視点で自身の研究を見つめ直す機会となり、より広い視野で研究の考察を行いたいと感じた。

4. 自分自身の今後の研究・職務等への効果について

本スクールに参加することで、今後の自身の研究に対して改善点や示唆を複数得ることができた。自身の研究と関連性が強く印象に残ったのは、“Synthetic Diagnostics”に関する講義である。ここでは、計測データとシミュレーション結果をどのように連携させ、相互に補完し合いながらプラズマ現象の理解を深めていくかという点が詳細に議論されていた。私自身の研究では、X線計測に合わせて、電子の軌道計算とX線の輸送計算を組み合わせた解析を行っているが、本講義を通じて、その組み合わせ方について見直すきっかけとなった。例えば、シミュレーションが単に計測結果を再現するためのものなのか、それとも双方向にフィードバックを行うような解析を行っているかどうかといった計測とシミュレーションの関係について検討する重要性を確認した。また、この講義においては、計測値はプラズマ本体のパラメータとは異なるということを繰り返し強調されていたことも印象的だった。プラズマそのものではなく、プラズマからの放射や反射波といった二次的な値を、計測誤差を含んだ形で計測結果が得られるため、計測値と実際のパラメータのギャップを埋める必要がある。こういったギャップを埋めることにも理論やシミュレーションは利用できるということで、自身の研究においてもシミュレーションの適用法や意義について再考するきっかけとなった。

さらに、国際的な場において、英語での議論・プレゼンテーション力の必要性を再認識した。本スクールでの発表や交流を通じて、研究内容を簡潔かつ的確に英語で伝える難しさと同時に、相手に理解してもらえ喜びを経験することができた。この経験は、今後の国際学会発表や共同研究におけるコミュニケーション能力の向上、研究者としての成長に繋がると感じている。

5. その他、特筆すべき事項、重要な課題、スクールの感想、事業への要望等

フランスを熱波が襲っており、日中は 35 度以上の暑さだったが、宿泊した寮にエアコンがなく熱中症の危険を感じた。あまりの暑さに急遽ホテルに泊まった人もいたらしく、身の安全の確保には気をつけねばと感じた。

備考