



■会議報告

第 48 回 European Physical Society Conference on Plasma Physics (EPS)

若月 琢馬 (量子科学技術研究開発機構)

2022 年 6 月 27 日から 7 月 1 日までの日程で、第 48 回 European Physical Society Conference on Plasma Physics (EPS) が開催された。会議のローカルオーガナイザーはオランダの大学及び研究所(アイントホーフェン工科大、マーストリヒト大学、オランダ基礎エネルギー研究所)であるが、新型コロナウイルス感染症の影響により全面的にリモート会議として開催された。ローカルオーガナイザーからは、15 件の基調講演、61 件の招待講演、100 件の口頭発表、363 件のポスター発表があったと報告された。例年通り 1) Magnetic confinement fusion, 2) Beam plasmas and inertial fusion, 3) Low temperature- and dusty plasmas, 4) Basic- and astrophysical plasmas の 4 つの分野に分かれ、基本的には 4 つの分野のセッションが並行して進行した。リモート開催であったため、報告者を含め日本からの参加者の多くは夕方から深夜 2 時までの時間を一週間確保するという難題を課せられていたと思われるが、全口頭セッションの講演録画及び全ポスターが後日確認可能となっていたのがせめてもの救いであった。これにより、リモートでなければ見ることのできなかった並行したスロットの発表もゆっくりと確認することができるなどの利点もあったものの、やはり現地での参加に比べてディスカッションのための時間をとるのが難しかったというのが正直な感想である。タイムゾーンの問題は参加者の割合にも影を落としており、正確な割合は不明であるが、例年に比べアジア圏及び米国からの参加登録者が非常に少なかった。

会議初日はオープニングセレモニーの後、Alfvén Prize の受賞記念講演が行われた。新型コロナウイルス感染症の影響でここ数年受賞記念講演の機会がなかった関係で、2020 年、2021 年、2022 年の受賞記念講演が続けてスケジュールされていた。しかし、2021 年の受賞者である Sergei Krashenninikov 氏の講演が接続トラブルのため、会議 3 日目の後半にリスケジュールされ、このセッションでは 2020 年の受賞者である Annick Pouquet 氏、2022 年の受賞者である Xavier Garbet の公演が行われた。前者は主に宇宙プラズマ、後者は磁場閉じ込め核融合プラズマを対象とした研究ではあるものの、そのどちらもが乱流現象の解明を目指した研究に対する受賞であり、プラズマ中の乱流現象の研究対象としての豊かさ、魅力を存分に感じることもできるセッションであった。

その後は 2 件の基調講演があった。1 件目は英国 JET の DTE2 (1997 年に行われた実験に続く、第 2 回目の重水素-三重水素実験キャンペーン) に関する講演、2 件目は米国 NIF における核融合出力の大幅な増加に関する公演であった。そのどちらもが過去の核融合出力の記録を

大きく塗り替える結果であり、核融合研究が新たなフェーズに入ったことを強く印象付けるセッションであった。

以下、磁場閉じ込め核融合分野のポスター発表及び口頭発表の中から、特に着目された発表について紹介する。J. Garcia 氏による発表では、高速イオンの閉じ込め改善効果について、JET の実験結果と GENE によるシミュレーション結果を解析した結果が報告された。JET では ITER の DT 実験で生じる α 粒子の効果の評価するため、ICRF を用いた MeV オーダーの高速イオン生成実験が行われ、そこでは Alfvén wave が存在するときにイオン熱輸送が減少する結果が得られていることが示された。GENE によるシミュレーションでも同様に、Alfvén wave を介して Zonal Flow が強まり、乱流が抑制されることが示され、ITER の燃焼プラズマにおいて閉じ込めを改善する新たな方法となりうると報告された。同じく JET の実験結果について、C. Giroud 氏による発表では、加熱パワー増加によってネオン不純物入射でも新たに閉じ込めが改善する結果が得られるようになった実験について、詳細な解析を行った結果が報告された。JINTRAC-QualiKiz によるモデリング結果との比較から、閉じ込め改善は主に、ペデスタルにおけるイオン温度の上昇とトロイダル回転の増加による効果が大いことが確認された。また、このペデスタルの変化は SOLPS-ITER によるシミュレーションでもよく再現されることが示された。以前より ASDEX Upgrade においては、窒素不純物入射では閉じ込め改善が起きるものの、ネオン不純物では起きない、という結果が得られていたことについて、その傾向は SOLPS-ITER でも再現されることが示された。さらに、ネオン、窒素のどちらでも閉じ込めが改善されるという JET の結果も同様に SOLPS-ITER で再現されていた。この結果から、ITER でもネオン不純物入射が有効であると期待できると報告された。A. Perek 氏の発表では、TCV のダイバータ領域において波長分解した可視光二次元イメージング計測を用いて、中性粒子、電子温度、電子密度の 2 次元分布を推定した結果について報告された。推定結果は SOLPS-ITER によるシミュレーションと比較され、高磁場領域では定性的な一致をみるものの、プライベート領域ではシミュレーションより電子密度がかなり高く計測されることが示され、現在のシミュレーションでは考慮できていないプライベート領域への輸送の効果があることが示唆されていた。その他、英国 STEP 装置、伊国 DTT 装置、米国 SPARC 装置など、特色ある新たな装置の検討、建設が精力的に進められていることが多数報告されており、ITER のファーストプラズマや JT-60SA の本格的な加熱実験開始とあわせて、2025 年頃は磁場閉じ込め核融合分野にとって非常に面白い時期になると予感させられた。

なお、最後に余談ではあるが、最初のモーニングブレイクの時間に行われた、PPPL の R. Goldston 氏と CEA の J. Jacquinot 氏によるある“歴史的な賭け”についての対談について紹介したい。時は 1988 年の EPS conference に

さかのぼり、当時 TFTR, JET の両装置が初めての DT 実験を控えていた。学会のバンケットにて両氏は、核融合による初めてのエネルギー生成を実証するのがどちらの装置となるかについて議論となったそうである。そこで、“10 MW の核融合出力を 1 秒間維持する”ことを条件として、TFTR が勝った場合には TFTR のチーム全員にフレンチのディナーを、JET が勝った場合には JET のチーム全員にマクドナルドのハンバーガー (JET チームの人数の方がかなり多かったため) をプレゼントする、という賭けが持ち掛けられ、多くの参加者の立会のもとバンケットのナプキンに署名されたそうである。JET, TFTR は共にその後、DT 実験により核融合によるエネルギー生成を確認したわけであるが、“10 MW 出力を 1 秒間”という条件の達成は結局、2021 年の JET DTE2 キャンペーンを待つこととなった。Goldston 氏は JET DTE2 における 59 MJ 生成を祝い、核融合出力波形に 10 MW 出力の

1 秒間の波形をオーバープロットした図を描いた記念の盾を JET のチームに送り、正式に JET チームの勝利を認めたとのことである。ただし賭けの支払いについては、JET のチーム全員にマクドナルドのハンバーガーを送ることが本当に喜ばれるかは疑わしいと考え、その分の金額に当たる一万ドルを、ウクライナの難民支援を行う国際救済委員会に寄付することで両氏は合意した、とのことである。JET DTE2 がまさに歴史的な成果を達成したことを強く感じるとともに、健全な競争が核融合研究の発展にとって重要であることを改めて実感させるエピソードであった。

来年の EPS はフランスのボルドーで 7 月 3 日から 7 日の日程で開催される予定である。

(原稿受付：2022 年 7 月 20 日)