

インフォメーション

■会議報告

第 49 回 European Physics Society Conference on Plasma Physics (EPS2023)

杉本 馨 (大阪大学レーザー科学研究所)
徳沢 季彦 (核融合科学研究所)

第 49 回プラズマ物理学に関する欧州物理学会 (EPS2019) は、2023 年 7 月 3 日から 7 日まで、ボルドー市 (フランス) において開催されました (図 1)。今回の会議は、ボルドー市中心から少し北に位置するボルドーコンベンションセンターを会場とし、フランス原子力・代替エネルギー庁 (CEA) CESTA 研究所, CELIA (Centre Lasers Intenses et Applications) 研究所, およびボルドー大学の共催で開催されました。欧州物理学会 (EPS) プラズマ物理部会が主催するこの年次会議は、磁場閉じ込め核融合、慣性核融合、低温プラズマ、基礎プラズマ、天体・宇宙物理学、に至る広い分野のプラズマ物理学関係者が参加する会議となっています。今年の会議では、30 を超える国々から 885 人が参加したとアナウンスがありました。口頭発表が 100 件、ポスター発表が 650 件超となっており、COVID-19 発生以降の久々の対面での開催となり多くの参加がありました。

会議開催関係者によるオープニングセレモニーの後、Alfvén 賞の受賞者発表と受賞者の講演で、実質的な会議が始まりました。今年の受賞者は、ビーム駆動による航跡場加速の研究に貢献した台湾大学の P. Chen 氏, UCLA の J.B. Rosenzweig 氏と C.J. Joshi 氏の三氏に贈られました。2019 年に同賞を受賞した Tajima 氏らのレーザー航跡場加速の研究から展開して高エネルギービームの開発、加速物理理論の構築、プラズマレンズによる強集束など、新たな高エネルギープラズマ物理の分野を開拓したことが評価されました。

プログラムは、基調講演、口頭発表、ポスター発表で構成されており、基調講演のみ 1 会場で開催され、口頭発表は磁場閉じ込め核融合プラズマ、ビームプラズマ・レーザー核融合、低温・不純物プラズマ、基礎・宇宙・天文プラズマの 4 つのトピックスに分かれパレルセッ

ションで発表が行われました。今回は特に 2 つのジョイントセッションが設けられ (磁場核融合と低温プラズマ、磁場核融合と基礎プラズマの各セッション)、学際化の流れが欧州でも広がりつつあることが感じられました。また、一般市民にも向けた講演会 (town hall meeting) が ITER 機構の他、トカマクフュージョン社など欧州の核融合ベンチャーも参加して開催されていました。

次回、第 50 回となるプラズマ物理学に関する欧州物理学会は、スペイン北西部 Salamanca で 2024 年 7 月 8 日からの開催予定となっています。

磁場閉じ込め核融合プラズマ分野

最初の基調講演では、P. Schneider 氏により JET の ITER like wall (ITER-ILW) 実験における水素同位体効果についてコア部の熱輸送特性やコア-エッジカップリングの影響などが紹介されました。トリチウムの方が高い到達温度や低い edge localized mode (ELM) 発現頻度が達成されるなど好ましい状況が観測されていること、加熱入力の増大に伴い温度等の勾配に限界が生じるいわゆる “critical gradient” が発生し乱流の影響が検討されていること、ペデスタル幅には同位体効果は見られない一方でコア部の蓄積エネルギーのペデスタル幅依存性が観測され、閉じ込め時間はトリチウムの方が長くジャイロボーム則予測から逸脱した現象が観測されていることなどが報告された。他の基調講演では、TCV 装置において Super-X ダイバータ配位を用いた際にさらに排気性能を向上させる方策として、“colder and denser divertor” というコンセプトが H. Reimerdes 氏より紹介されました。これは可動型バップルによりダイバータ領域を狭小化し中性粒子の高圧化を図って排気性能を高めようというコンセプトかと理解しました。また、ステラレータ装置はその自由な配位設計において何を最適化するかという点で差別化が行われてきていますが、これまでの様々な装置の特性、特にイオンの閉じ込め特性に着目して、乱流 (抑制) 最適化というコンセプトが重要であり、quasi iso-dynamics が一つの方向性では無いかとの指摘が G.T. Roberg-Clark 氏からなされました。

招待講演としては、MAST から J. Harrison 氏により EU-DEMO 炉開発における重要な要素であるダイバータ排気に関しての発表があり、Super-X ダイバータにすることで、ヒートフラックスを 10% 削減できたことなどが報告されました。もう一つの課題である長時間放電維持に関しては、EAST から J. Qian 氏により 403 秒の間 H-mode の維持に成功したこと、完全金属ダイバータにおいて 1056 秒間の放電維持に成功したこと、などの報告がありました。これにはプラズマのリアルタイム位置制御などの制御用機器の増強が効果的であったことなどが説明され、関連報告として 14 件の発表が EAST からなされており、中国研究機関の活発な活動が印象的でした。また、高度化したシミュレーションコードを用いてステラレー



図 1 会場となったボルドーコンベンションセンター。中心部からはトラムで 20 分。

タの粒子輸送における乱流の効果や、トカマクの垂直移動現象 (VDE) のモデル化などの発表もなされました。乱流と輸送のセクションでは、プラズマ電流の変化に伴ってポロイダル流や乱流に異なる応答が観測されたことがWESTの実験から報告され、電場シアの効果か電場強度が影響を及ぼしているのか等の議論がなされました。また、位相空間の乱流をシミュレーション計算することで密度限界現象発現時におけるエッジ部のクーリングとの関係などをAUGの実験結果やITERのモデル結果と比較し乱流の役割についてモデル検証した研究や、非線形ジャイロシミュレーションコードによる核燃焼プラズマ予測研究活動などについての報告もなされました。また、高エネルギー粒子のセッションでは、JETのDT実験において α 粒子によって励起されたトロイダルアルベン固有モードは周辺部ではブロードな周波数スペクトル形状を持つことが観測され、deeply trap 粒子の存在領域を考慮したコード予測と良い一致を示すことや、ITERでの高エネルギー粒子の閉じ込めやアルベンモードと乱流とのカップリング現象の予測など興味深い報告が多くなされました。日本の参加者としては、釧持尚輝氏 (核融合研) が乱流の高速伝搬現象について講演を行うなど、最新の研究成果を発表し、会議に貢献していました。

(徳沢)

Beam Plasmas & Inertial Fusion (BPIF)

会期中に設けられたパラレルセッションの1つである Beam Plasmas & Inertial Fusion (BPIF) にて発表された研究内容について記します。

間接照射の分野からは、やはり最近の National Ignition Facility (NIF) での 3 MJ のエネルギーの取り出しに成功した点火実験に関する話題が多く、これまでの燃焼効率の推移・実験アライメントの変化・計測技術を中心とした発表がありました。直接照射の分野では、Bose 氏から OMEGA レーザーを使った爆縮ターゲットに 100 kG 級の外部磁場を印加することで磁軸に垂直な方向へのエネルギーの拡散を抑制する実験の発表があり、高強度磁場を使った研究がブームになるように感じました。

また、報告者の研究対象である高強度短パルスレーザーと物質の相互作用の分野からは、Brum 氏が PETAL レーザーを鉛などの重金属ターゲットに照射したシミュレーション結果について発表しました。ターゲット中では加速された電子が制動輻射を介してガンマ線を放射します。生成されたガンマ線は輻射源としての応用が可能であり、発生した光子同士を衝突させることで線形 Breit-Wheeler (LBW) 過程を実験的に引き起こす計画が示唆されました。LBW 過程は光子衝突により電子・陽電子対が生成される現象ですが、実光子を用いた対生成は未だ実験的に確認されていません。この手法については以前から動向を注目していましたが、現状では Bethe-Heitler 過程 (イオンのクーロン場と光子の相互作用) で生成されるペアの数が LBW 過程由来のペアの数を 5-6 桁上回るため、今後の検証の工夫が必要となるようです。

会期中毎日、口頭発表の会場およびポスター会場 (図



図2 ポスター発表会場。

2) ではあちこちに人だかりができて活発な議論が交わされていました。昨今のオンライン学会は場所の制約が小さく便利である一方、今回の EPS 会議では他の研究者たちの議論の輪に混ざったり、身振り手振りを交えた議論を行えるなど対面形式の利点を再認識できました。(杉本)

ボルドーを旅して感じたこと

報告者の 1 人 (杉本) にとって今回の出張は初の EPS 会議であり、初めてのフランス (そもそもヨーロッパも初めて) でした。ここでは、フランス初心者目線で EPS 参加に係る感想を述べたいと思います。本節がこれからフランス・ボルドーでの研究会に参加、あるいは留学を予定している方々にとって参考になれば幸いです。

7 月上旬の現地の気候について日差しは強いが湿度が低く、風が吹くと涼しいため日本の夏の様に熱風が吹くということはありませんでした。ボルドー市内ではトラム、バス、そして水上バスの公共交通機関が普及しており、どこへ行くにもアクセスが便利です。時期的なことでもあると思いますが、ダウンタウンを中心に観光者らしき人が多かったです。町全体の雰囲気としてはヨーロッパらしい石造りの建造物が多く、トラムの車両中からも景色を眺めることができました。中には映画のセットの様な石造りの建造物もあり、会議中の自由時間にリフレッシュを兼ねた観光もできました。レストランではフランス郷土料理のエスカルゴのバター焼きを食べました。食感は鮑に似ており、非常に美味です。

パリでは英語がほぼ通じるようですが、ボルドーでどのくらい英語が通じるのかということも重要でした。報告者の経験上、ホテルなどの観光客に対する接客業関連の職種の人々に対しては英語は通じましたが、一般のスーパーマーケットのレジやレストランで英語が通じる可能性は半々でした。加えて、街の中の文字の表記はほぼフランス語です。報告者は到着初日にバスの行き先を勘違いしてしまい、石畳の街中で約 1 週間分の荷物を詰め込んだスーツケースを 10 分以上引きずる羽目になりました。また、表記をよく読まず、ミネラルウォーターと勘違いして炭酸水を購入してしまうこともありました。以上から、ボルドーを訪れる際には、日常で使う簡単なフランス語だけでも覚えておくことをお勧めします。

(杉本)

(原稿受付: 2023 年 8 月 4 日)