



■第37回プラズマ物理に関する欧州物理学会年会

井戸 毅(核融合科学研究所),
宮戸直亮(日本原子力研究開発機構),
坂上仁志(核融合科学研究所), 松隈 啓(京都大学)

2010年6月21日から6月25日まで、アイルランドのダブリン市にあるダブリンシティ大学で開催された。

会議参加者は716名であり、ヨーロッパ諸国以外からの参加者は、米国73名、日本33名、中国12名、韓国11名、その他17名であった。例年どおり「磁場閉じ込め核融合」, 「ビームプラズマ・慣性核融合」, 「ダスト・低温プラズマ」, 「基礎・天体プラズマ」の4つの分野が設定されており、発表件数は835件に上った。会議では、午前中の前半に各分野からの基調講演が行われ、その後各分野に分かれて発表、議論が行われた。

会議初日には、プラズマ物理学の分野において著しい功績を残された方を称えるハンス・アルヴェン賞の授賞式があり、今年度はA. Boozer教授(コロンビア大学)とJ. Nührenberg教授(マックスプランク・プラズマ物理研究所)に贈られた。“Boozer座標系”として今日広く知られている磁気座標系を導入し、三次元磁場配位の最適化の可能性を示し、さらにそれを外部導体により実現可能であることを実証したことが高く評価されたものである。また、プラズマ物理イノベーション賞は、RFプラズマを用いたプラズマ・プロセスにおいて重要なイオンのエネルギーとフラックスを独立に制御する手法を開発し、太陽電池セルの加工など実際の産業分野での応用を進めた功績を称え、U. Czarnetzki教授(ルール大学ボーフム)に贈られた。本会議では、上記以外にもPhD研究賞、PPCFポスター賞、プラズマ乱流研究を対象とした伊藤プロジェクト賞が贈呈された。

来年は6月27日から7月1日まで、フランスのストラスブールにて行われる予定である。(井戸)

1. 磁場閉じ込め核融合

口頭発表では、中小規模装置における研究から、ITERおよびDEMOの検討、理論・シミュレーション研究に渡る幅広い話題がバランス良く取り上げられた。

既存装置からの発表では、特に計測器開発とそれにより進展した研究の報告が目立った。MASTのトムソン散乱計測において8本のYAGレーザーを短い時間間隔で動作させることにより、電子温度・密度分布を高時間空間分解能で計測できるシステムを導入した。L-H遷移時のペDESTAL形成の時間発展や新古典ティアリングモードの磁気島の計測結果と理論モデルとの比較が報告された(K. Gibson)。MASTにおいてはHIBP導入の検討も開始されている

(A. Melnikov)。マイクロ波を用いた2次元イメージング計測も進展しており、ASDEXにおいて反転磁気シア誘起Alfvén固有モードのモード構造の計測結果が報告され、同様の手法で高磁場側と低磁場側と同時に測定できるシステムがKSTAR用に開発中であることが報告された(H.K. Park)。LHDからはHIBPによる電位計測の結果に基づき、電場と不純物輸送の関係や、高速イオンに誘起されたと考えられるGeodesic Acoustic Modeの特性が招待講演として報告された(T. Ido)。

ITERに関しては、加熱機器を主に電流駆動の観点からの検討(F. Wagner)、JETで進められているディスラプション時の電磁力と熱負荷の詳細計測と逃走電子の低減手法の研究(V. Riccardo)、Heビームによるアルファ粒子計測手法の開発(M. Sasao)などが報告された。また、JT-60SAに関しては、ITERやDEMOへの外挿性という観点を含めた物理的側面からの実験計画の検討結果が報告された(S. Ide)。

理論・シミュレーション関係では、有限ベータでの電磁的乱流シミュレーションや、磁気島などの複雑な磁場構造が存在する場合のドリフト波の解析・乱流シミュレーションについての発表が目立った。より複雑な、より現実的な方向へと向かっているようである。有限ベータのITG乱流のシミュレーションでは、線形解析から予測されるよりも乱流輸送がベータにより抑制されるとの報告があった(M.J. Pueschel)。また、磁気島がある場合の解析によると、ITGモードが、磁気島がない場合に比べると弱まり、それが輸送障壁の形成に繋がるのではないかと報告(H. Wilson)や、磁気島生成におけるITG乱流の役割について電磁的ジャイロ流体シミュレーションによる研究が進行中であるとの報告(E. Poli)があった。(井戸、宮戸)

2. ビームプラズマ・慣性核融合

ビームプラズマ・慣性核融合セッションでは、プレナリー3件、オーラル37件、ポスター約70件の発表があった。それ以外に、レーザー核融合の特別セッションが設けられ、日欧米における研究計画が紹介された。

米国NIFに関するプレナリーでは、まず、昨年度に行われた実験の結果について報告された。レーザーに関係する14種のパラメータ、ターゲットに関係する3種のパラメータの合計17種のパラメータを最適化することにより、コア ρR として0.4 g/cm²、コア温度として2.8 keVが達成できたことであった。次に、今年度開始される実験プロジェクトにおいては、点火・燃焼達成のためコア ρR として1.6 g/cm²、コア温度として5 keVを目標値として設定しており、統計学的手法を用いた分析により、実験の成功確率は70%程度であると予想しているそうで、自信の程が伺えた。この実験スケジュールによれば、2011年9月にも、

人類史上初めての制御された核融合点火・燃焼が実現できる見込みである。一方、我が国のプレナリーでは、大阪大学の FIREX-I 高速点火実証実験について、昨年の実験結果が報告され、その結果の解析から得られた予想外に低い加熱効率は、LFEX のプレパルスにより生成されたプリプラズマが原因であろうとのことであった。そして、今年9月から開始される LFEX の2ビームを用いた CD シェルによる統合実験では、加熱エネルギーを増加させ、プレパルスレベルを低減させる工夫をする旨が報告された。そして、欧州 HiPER についてのプレナリーでは、高速電子による高速点火だけではなく、代替として衝撃波による点火スキームについても、検討しているとの報告があった。なお、HiPER のディレクターであった M. Dunne 氏は、米国リバモア研に移って、レーザー核融合の実証炉である LIFE プロジェクトを推進するそうである。HiPER の今後に一抔の不安を残すと共に、米国のレーザー核融合に対する傾斜が、さらに強まると考えられる。

レーザー核融合の特別セッションでは、米国 NIF による核融合点火・燃焼の成功後の情勢を睨んで、欧州でもレーザー核融合研究の重要性をアピールする動きが加速したことを感じさせた。

レーザー核融合以外では、産業応用をめざした電子/イオン加速についての研究が、依然盛況であった。厚さが 0.01 μm という極薄の Diamond-Like-Carbon ターゲットを用いた輻射圧力加速と呼ばれる加速機構について、シミュレーションおよびイオン加速の実験が進められており、実際に 5 GeV 程度のエネルギーを持つ陽子が得られている模様である。また、X 線領域に達する高調波を効率的に生成する方法についても、シミュレーションによる解析および基礎的な実験が開始されており、今後の応用が期待されている。(坂上)

3. 基礎・天体プラズマおよびダスト・低温のプラズマ

基礎・天体プラズマ (Basic Plasmas & Space & Astrophysical Plasmas; BAP) およびダスト・低温プラズマ (Dusty & Low Temperature Plasmas; LTP) の2つの Topics として扱われた講演およびポスターについて報告す

る。BAP に関しては招待講演14件、オーラル16件、ポスター約50件の発表が、LTP に関しては招待講演14件、オーラル20件、ポスター約120件の発表が為された。各々の賑わいの程はポスター発表の件数を見れば大方察しがつく通り、BAP 分野に関してはやや活気がないように感じられた。

以下、2つの Topics に跨った報告を行う。

2つの Topics に関連して1日目の午前に I. Mann 氏 (近畿大学) による基調講演 "Dust in planetary system" がなされた。内部太陽圏 (<1 AU) の太陽風中で生成されるナノダストの運動モデルと軌跡計算および STEREO ミッションで得られたデータとの比較が為されたのち、今後計画されている NASA の Solar Orbiter および Solar probe の観測データを用いたダスト密度が高い領域での研究を Future plan として示した。

BAP セッションの講演では基本的には宇宙プラズマに関する研究が主であった。当然話題は幅広く、MHD 関連、原子・分子過程、観測 (および観測・解析技術の開発) と多岐に亘っていた。またポスター発表では実験的には小規模~中規模の実験装置を用いた放電を対象としたものが多かった。講演では見られなかったプローブによる診断、またはプローブの開発に関する発表も見られた。

LTP セッションにおいてはマイクロプラズマ、大気圧放電、ダストプラズマを話題の中心とし、A. Melzer 氏 (Ernst-Moritz-Arndt-University Greifswald, Germany)、A. von Keudell 氏 (Ruhr-University Bochum, Bochum, Germany) のそれぞれダストプラズマ、マイクロプラズマに関する基調講演をはじめ、1日目の午後、Bill Graham 氏 (Queen's University Belfast, UK) のオーラル発表でマイクロプラズマの種々のトピックがチュートリアル的に取り上げられ、その後の日程で Graham 氏の共同研究者による発表が多く為されたことが印象的であった。またこのセッション全体に亘り、マイクロプラズマ・大気圧放電に関する発表では素過程が現象論的な扱いをされていることが多く、まだまだ未開拓な分野であると認識した。(松隈)

(原稿受付: 2010年7月5日)