



## インフォメーション

### ■会議報告

#### 第39回 European Physical Society Conference on Plasma Physics (EPS) および第16回 International Congress on Plasma Physics (ICPP)

稲垣 滋(九州大学)

神吉隆司(海上保安大学校)

コーガ ジェームス(日本原子力研究開発機構)

石原 修(横浜国立大学)

#### 1. 概要

2012年7月2日～6日にストックホルム（スウェーデン）において、標記会議が合同で開催された。7月1日の午後にはEPS・ICPP合同の組織委員会も開催された。会場となったウォーターフロントコングレスセンターは、ストックホルム中心地の海辺に建てられた最新のコングレスセンターで、その美しい景観が印象的であった。初日のreceptionは、ノーベル賞受賞記念バンケットで有名なシティーホールで行われた。舞踏会が行われる2階の黄金の間を見ることもできたので、各国の写真愛好家はその腕を競っていた。

今回は、総参加登録者752名に対して、プレナリー講演12件、招待講演72件、口頭発表数64件、ポスター発表数779件であった。日本からは61名が参加登録しており（ドイツ、スウェーデン、アメリカ、フランスに次ぐ5位）、プレナリー講演2件、招待講演5件、口頭発表4件があった。

プログラムのトピックスは、例年どおり、基礎・天体プラズマ、磁場閉じ込め核融合プラズマ、低温・ダストプラズマ、慣性核融合・ビームプラズマの4つのカテゴリーに分けられていた。午前の初めに基調講演が行われた後、パラレルセッションで各分野の招待講演または一般の口頭発表が行われた。午後からは、ポスターセッションが行われ、その後再び口頭発表のパラレルセッションとなった。



Conference Opening Ceremony, Stockholm, Sweden

ポスター発表の半数が磁場閉じ込め核融合プラズマに関連したものであったが、基調講演は広いプラズマ分野の研究者らが興味を持つ話題が用意されていた。プラズマ科学の多様性と連携を意識したものと思われる。この多様性と連携は、磁場閉じ込め核融合プラズマと基礎・天体プラズマとの合同セッションが設けられる等、随所に見られた。また、昨年同様ITERセッションが特別セッションとして用意されており、ICPP会議でのハイライトであるround tableイベントも行われた。今回の合同開催において象徴的な"round table"でも、プラズマ科学分野での連携およびその将来像に対する活発な議論を期待していたが、議論の時間が十分には確保されていなかったのが残念であった。

会議では、2000年に設立されたハンス・アルフヴェン賞を受賞したE.N.Parker氏(シカゴ大, "Astrophysical plasmas and solar corona"), 今回新たに設立されたランダウ・スピッツァー賞を受賞したS.I. Anisimov氏(ランダウ研究所, "Two-temperature warm dense matter produced by ultra-short extreme vacuum ultraviolet free electron laser"), 2008年より始まったイノベーション賞を受賞したE. Stamatou氏(デンマーク工科大, "Discrete and modal focusing effects - principles and applications")らによる受賞記念講演も行われた。更に、IUPAP若手研究者賞がChapman氏(EURATOM)に贈られた。優秀博士論文賞3件の表彰も行われた。また、学生を対象とした、ポスター賞とプラズマ乱流研究を対象とした伊藤プロジェクト賞が設けられている。これらの賞は会議での発表によって審査される。伊藤賞はIlya Shesterikov氏(エコルロイヤルミリテール)が受賞した。EPSは来年エスポー(ヘルシンキ郊外, フィンランド, <http://eps2013.aalto.fi>)で開催され、ICPPは2年後にリスボン(ポルトガル)で開催される。(稲垣)

#### 2. 磁場閉じ込め核融合プラズマ

磁場閉じ込め核融合分野の発表内容は実験から理論・シミュレーションまで幅広い研究分野が含まれているが、そのキーワードはL-H遷移、乱流輸送、非局所輸送、フィードバック制御、ディスラプション回避で特徴づけられるであろう。以下にいくつかの印象に残った講演の紹介をしたい。

本分野ではやはりITERプラズマの予測と制御に大きな努力が払われていると感じた。L-H遷移に関しては、W. FundamenskiはトカマクにおけるL-H遷移の新しいモデルを提案した。このモデルではプラズマ乱流とシア・アルフヴェン波が最外殻磁気面付近で競合したときに遷移が起こるとしており、実験のスケーリングとよく一致していることを示していた。E. WolfrumはASDEX Upgradeで磁気摂動印加の有無によるL-H遷移前後の密度と温度分布の役割について報告した。磁気摂動印加は高密度でのみL-H遷移とELMの振る舞いに影響を与えることを示した。

T. Estrada は TJ-II において L-H 遷移での乱流とフローの相互作用の時空間ダイナミクスを計測し、L-H 遷移の物理機構を説明した。ITER での壁、ダイバータ板の材料選択は喫緊の課題であり、ILW (ITER Like Wall; Be の第一壁, W のダイバータ) や関連したディスラプションの研究も多く報告されていた。S. Brezinsek は JET で ILW でのダイバータ運転を初めて行い、その有効性について報告した。S. Putvinski は ITER におけるディスラプションとそれを回避するための大量高 Z ガス入射システムについて紹介した。D.D. Ryutov は スノー・フレーク・ダイバータの概念を提案し、従来のダイバータと比べて熱流束を10分の1に軽減できることから ELM の制御に効果的であることを報告した。プラズマの制御に関連して、P. Zanca の報告した RFX-mod での MHD 不安定性のフィードバック制御の結果が印象に残った。従来の生データに基づくモード制御 (Raw Mode Control) とインテリジェント・シェルを改良した径方向磁場センサーによる制御 (Clean Mode Control) を比較し、Clean Mode Control の有効性が示された。基礎物理の解明による ITER プラズマの予測基盤を確立する取り組みにも進展があった。P. Helander は ステラレータのプラズマ物理における特性について紹介し、トカマクと何が違うのかなど基本的なわかりやすい話があった。非局所輸送に関しては2件の招待講演があり、S. Inagaki は非局所的輸送機構としてマクロスケール揺動とミクロスケール揺動との非線形結合を通じた乱流の長距離相関を考え、LHD においてそのようなマクロスケール揺動を発見し、マクロスケール揺動とミクロスケール揺動との非線形結合の同定を行ったことを報告した。M. Nagata は HIST におけるフロー分布やダイナモ電場の計測から、ヘリシティ駆動球状トーラスの電流駆動機構について報告した。直線磁場プラズマによる詳細計測の路線にも進展がみられた。Y. Nagashima は磁化プラズマにおける揺動によるレイノルズ応力の統計的性質を詳細に観測し、K. Terasaka は デタッチメント領域のイオンフロー構造の詳細計測を行った。ITER の特別セッションでは、O. Motojima による ITER 計画の現在の状況と今後の動向について報告があり、ITER 計画が核融合コミュニティだけでなく、プラズマ物理コミュニティ全体から注目されていることから、活発な質疑応答がなされていた。(神吉)

### 3. 慣性核融合・ビームプラズマ

本カテゴリーで特に印象に残ったものに関して報告する。基調講演では O. Landen (ローレンスリバモア国立研究所, 米) が NIF におけるレーザーによる核融合点火への進展について報告した。 $\rho R$  値で当初目標の80%, 点火を狙ったポイントデザインでは85%まで達成したが、自己加熱に必要なパラメータより5-6倍小さいとのことであった。F. Fiuza (インスティテュート・スベリオール・テクニコ, ポルトガル) は理論・シミュレーション研究の結果として二つのスラブ(一つは一定密度, もう一つは裏に指数的に減衰する密度勾配が付いたもの)を用いて単色イオンビームを得ることが可能であるとの結果について発表した。この

方法では、比較的低いレーザー強度で200 MeV の陽子を得ることができるとのことで興味を持たれた。また、昨年に炭酸ガスレーザーを用いてエネルギー広がり1%での約20 MeV までの陽子ビームを実験的に観測しており、その結果を説明する加速機構であると指摘していた。Z. Najmudin (Blackett 研究所, 英) は200 TW の Astra-Gemini レーザー(ラザフォード・アップルトン研究所, 英)を用い、相対論的電子から発生するベータトロン放射の観測結果について報告した。1.3 GeV 以上の高エネルギー電子と共に35 keV までのX線の観測に成功していた。J. Vieira (インスティテュート・スベリオール・テクニコ, ポルトガル) は Astra-Gemini レーザーを使った構造化ガスセルによるレーザー航跡場電子加速の実験結果について発表した。中性ガスセルを用いた場合400-700 MeV のエネルギー範囲の準単色電子ビームが得られたが、ガスセルをイオン化させプラズマチャンネルを用いた場合には、単色ではないが最高2 GeV までのエネルギーを持つ電子加速に成功していた。M. Burza (ルンド大学, スウェーデン) はワイヤーを使い衝撃波を生成することでレーザー電子加速におけるインジェクションの制御をめざした実験およびシミュレーション結果について報告した。ワイヤーにより二つのピークを持つ電子分布を作ることで2段階加速を実現し、ビーム広がり減少、電荷および輝度の増加、そして1%以下のエネルギー幅といったビーム品質の向上に成功していた。C. Ridgers (オックスフォード大学, 英) は薄膜固体ターゲットと超高強度レーザー( $4 \times 10^{23}$  W/cm<sup>2</sup>)の相互作用シミュレーション結果について発表した。比較的高密度の電子・陽電子プラズマと35%変換効率でガンマ線が発生することを示していた。放射反作用に関しては、二つの口頭発表と複数のポスター発表が行われた。近い将来に放射反作用が支配的となる領域のレーザー強度が実現する可能性があることから、大変ホットなトピックであると感じた。(コーガ)

### 4. 基礎・天体プラズマおよび低温・ダストプラズマ

基調講演として、ロシアの V. Fortov による "Strongly coupled dusty plasmas on ISS: theory and experiments in space and in laboratory" と題して、宇宙ステーションでの無重力下でのダストプラズマ実験が紹介された。さらにアメリカの R. Merlino が "Experiments on shocks and dust structures in dusty plasmas" と題して、ダストプラズマ中のダスト音波の衝撃波についての実験を報告した。ダストプラズマに関連して、コンプレックスプラズマに関して日本の O. Ishihara が "Low-dimensional structures in a complex cryogenic plasma" と題した招待講演を行った。日本やアメリカでは比較的少ないコンプレックスプラズマ(ダストプラズマ)についての発表が多数みられたのが印象に残った。同じく基調講演に磁気リコネクションが取り上げられていた。アメリカの W. Gekelman, が "Dynamics of Magnetic Flux Ropes" と題して、磁気フラックスロープの3次元相互作用としての磁気リコネクションについて紹介した。また、日本の Y. Ono が "Ion and Electron Heating

Characteristics of Magnetic Reconnection in Tokamak Plasma Merging Experiments" と題して、プラズマ合体実験におけるリコネクション時のイオンと電子の加熱現象について紹介した。関連した結果を T. Yamada がポスターで報告しており、MAST, TS-3, TS-4 等複数の装置を相補的に用いているのが印象に残った。プラズマの応用に関して、ハンガリーの Z. Donko が "Fundamental investigation of RF plasmas: simulations and experiments" と題した基調講演を行い、産業応用に使われる RF プラズマの基礎特性をシミュレーションと実験の観点から紹介した。プラズマ

応用に関しては日本の T. Kaneko による "Control of nanoparticle synthesis using physical and chemical dynamics of gas-liquid interfacial non-equilibrium plasma" と題した招待講演でプラズマによるナノ粒子生成の制御実験も報告された。プラズマ科学が非常に多分野に波及することを再認識した。水曜日を除く午後の1時間半はポスターセッションが行われ、大きなポスター会場は活気にあふれていた。

(石原)

(原稿受付；2012年7月20日)