

講演発表も行われ、会議の基盤となっている。今回、プラズマ基礎(ダブルレイヤー、ラングミュアプローブ)、光源(極端子紫外/EUV光源)、原子分子衝突(低エネルギー電子と分子の衝突に関する研究の新展開/上智大・田中、ほか計7件)に関する招待講演があった。

2005年 GEC の全講演のアブストラクトは、APS の Bull.

Am. Phys. Soc. Vol. 50, No. 7 (October, 2005) に掲載されているので、関心を持たれる方はぜひ参照いただきたい。なお、次回 59th GEC は、2006年10月10日～13日に、オハイオ州・コロンバス(Columbus, 州都)で開催される予定です。(2005年12月12日原稿受付)

■会議報告

第47回アメリカ物理学会プラズマ物理分科会(APS-DPP)年会

2005年の APS プラズマ物理分科会 (DPP) 年会はコロラド州デンバーにて2005年10月24日から28日の日程で開催された。デンバーはアメリカ中西部コロラド州の州都であり、マイルハイシティー(標高が1マイル、約1600m)と呼ばれ、高い標高位置にある。街の西はロッキー山地に接しており、街から東はミシシッピ川にまで広がる大平原の始まりである。マラソンランナーの高地トレーニングの場として有名なボールダーはデンバー市中心から北西50km程にある町で、コロラド州立大学のある大学の町であり、全米で最も住みたい街のひとつに挙げられている。美しい山岳景観と澄んだ空気が人気なのであろう。コロラド州立大学は今回の学会のホスト校でもある。

本分科会では毎年広い分野の発表と討論が行われている。宇宙プラズマからプラズマ加速器、核融合、基礎プラズマ、高密度プラズマ等、非常に広い範囲をカバーした会議である。

会議の構成は4件のレビュー講演、100件の招待講演、4件のチュートリアル招待講演があり、発表件数は約1560件、参加登録人数は約1700名という大きな会議である。発表の約1/3は口頭発表、2/3がポスター発表である。今年のAPS-DPPの学会賞であるジェームズ・クラーク・マックスウェル賞には、高周波による電流駆動で有名なナタニール・フィッシュ博士が受賞され、記念講演が行われた。

本会議はITERの誘致がフランスに決まり、具体的な計画が走り出そうという時期にあたり、多くの発表がITERというベクトルに引かれ、向きが揃った観がある。全米各地の大学から多くのアイデアの実験装置が発表しているが、ITERへの傾倒は日本に於けるそれよりも強く感じられた。

日本からは多くの講演と発表が活発におこなわれた。伊藤(公)博士によりゾーナルフローのレビュー講演がおこなわれ、また招待講演として、JT-60から藤田博士、LHDからは武藤、レーザーから兒玉博士、プラズマ推進分野で安藤博士(東北大)の4氏の招待講演がおこなわれた。他にも多くの口頭、ポスター発表があり、日本の幅広い活発な研究活動とレベルの高さが示された。

なお会議のアブストラクト集は以下のWebサイトより見ることができるので、是非参照されたい。(http://meetings.aps.org/Meeting/DPP05/Content/251)

(核融合科学研究所 武藤 敬)

○トカマク実験

米国におけるトカマク研究は、DIII-D(ゼネラルアトミックス社(GA)), Alcator C-Mod(マサチューセッツ工科大学), NSTX(プリンストンプラズマ物理研究所)の三装置を中心として推進されており、本分科会でもこれらからの報告が大半を占めた。

トカマク型核融合炉が必要とされる高ベータ定常(完全非誘導電流駆動)運転に関しては、DIII-Dにおいて、弱磁気シア領域の実験で規格化ベータ値 $\beta_N \sim 3.5$ の90%非誘導電流駆動の維持時間を2秒に伸長するとともに、比較的強い負磁気シアの領域で $\beta_N \sim 4$ を2秒間維持した。後者の実験では壁安定化効果により自由境界安定性限界を50%程度超えており、ECCD等により安全係数の極小値 $q_{\min} \sim 2.5$ が維持できれば $\beta_N \sim 5$ も可能であるとの解析結果があった。JT-60Uでは自発電流割合75%を7.4秒間維持した。NSTXにおいては、コイル系の変更により高非円形度 ~ 2.75 、高三角度 ~ 0.8 の運転を行い、 $\beta_N \sim 4$ 、非誘導電流駆動割合 $\sim 70\%$ を得た。

ITERにおいては新古典テアリングモードNTMとELMの制御が重要な課題とされている。La Haye博士(GA)によるNTMに関するレビュー講演では、スケーリング則によるとITERにおいてNTMが起きやすくなることが予想されるが、ECCDを用いた安定化が可能であるとされた。ITERのいわゆるハイブリッド運転に適しているとされる高ベータのHモードにおいて、ポロイダルモード数=3/トロイダルモード数=2のNTMが消失(4/3のNTMが出現)し、閉じ込めが3割改善する運転がDIII-Dで見出された。DIII-Dにおける非軸対称磁場の印加による低衝突領域でのELMの安定化が報告され、エルゴディックな領域を周辺部に有するヘリカル系との類似点が議論された。

輸送に関する物理研究では、詳細な計測を活用した以下の報告があった。NSTXにおいて250kHzの高速カメラを用いてHモード遷移時にプラズマ周辺部での揺動の低減を観測した。DIII-Dにおいて、密度信号に見られるアルフベン不安定性により q_{\min} が整数となる時刻を正確に同定し、その5-20ms前に内部輸送障壁が形成されることを観測した。DIII-Dにおいて、荷電交換再結合分光(CXRS)によるポロイダル回転速度の正確な評価を行い、新古典理論による計算値と異なることを明らかにした。

ITERでは、トリチウムの吸蔵を避けるためプラズマ対向材は金属が主体とされている。JETにおいて、ITERと同様の第一壁(主プラズマ対向壁:ベリリウム、ダイバータ部:タングステン(ストライク点近傍はカーボンの可能性有り))とし、加熱入力を増強してITERと同程度のペデスタル圧力を得て、Giant ELMやディスラプションに対する

第一壁の健全性を試験する計画の発表があり、ITERに向けてのEUの意気込みが感じられた。Alcator C-Modは、金属（モリブデン）壁実験によるITERへの貢献を強調している。ECRF放電によるボロン化処理を行うことで、モリブデンの混入量を10分の1に低減するとともに閉じ込め時間を倍増し、世界最高のプラズマ圧力1.8気圧を得て、金属壁装置におけるボロン化処理の重要性を示した。ただし8時間のボロン化の効果は10-100ショットに留まっている。一方、DIII-Dにおいて、カーボン材やモリブデンミラーの温度を高く保つ（それぞれ、200°C、80-140°C）ことで、カーボンの再堆積や重水素の吸蔵が一桁程度減少することが報告された。これは、150°C以上の壁温で運転しているJT-60Uにおいて重水素の吸蔵が少なく壁飽和が観測されることと関係していると思われる。カーボンの再堆積や水素の吸蔵において運転温度が重要な要素であることを示している。

（日本原子力研究開発機構 藤田隆明）

○ヘリカル系他

ヘリカル系全体の話としては、輸送に関して、ステラレーターの輸送の最適化についてPPPLのミニック博士のチュートリアル講演があり、新古典と異常輸送の抑制に対する理解の進展と最近の装置設計についてまとめた発表があった。LHDの内寄せと標準配位、CHS, W7-AS, HSX, Heliotron-J, TJ-II装置等、今までの装置の結果と建設中もしくは計画中のNCSX, QPS装置の設計の位置づけが理論の概要と共に説明された。

本APS会議では、米国内からのヘリカル系の発表は少なく、HSXの実験関係10数件と数件の最適化の理論解析、NCSX, QPSの設計と解析が数件発表された。他は主に日本から10件、W7ASから2件、TJ-IIから2件程の発表があった。

LHD実験ではダイバータの熱負荷分散をプラズマ大半径をわずかにシフトさせて効率よくおこなう技術の開発が紹介され、その結果実現した2 keV以上の高温プラズマの30分以上の長時間放電の結果が報告された。世界の主なトカマク実験の中でヘリカル系の定常運転への適性の高さを示したと思われる（武藤）。LHDでは高 β プラズマのMHD振動（大館）、ベレット入射実験（坂本）の他、各種の測定法開発の報告がおこなわれた。理論ではヘリカル系でのゾナルフローの解析（洲鎌）が報告されている。

トカマクとヘリカル以外の磁場閉じ込めでは磁気浮上のダイポール装置（LDX）の高 β への遷移実験の結果が報告されている。またLLNRのSSPXスフェロマックのデータも300 eVを超える電子温度で良好の閉じ込め特性が得られたと報告されている。

この会議全体に言えることでもあるが、測定も理論も結果の表現にイメージングの手法が積極的に取り入れられ、米国では特に進んでいるように思われた。

（核融合科学研究所 武藤 敬）

○基礎プラズマ

APS-DPPの基礎プラズマ分野は、宇宙・惑星系プラズマ関連（Space & Astrophysical Plasma, Magnetic Reconnec-

tion）の発表が非常に多いという特徴がある。講演は、招待講演（30分/1件）、口頭発表（12分/1件）、ミニコンファレンス（30分/1件）という3つの分類があり、招待講演は2セッション（全5セッション）、口頭発表は1セッション（全7セッション）が宇宙・惑星系プラズマ分野であるが、ミニコンファレンスに関しては、7セッションすべてが宇宙・惑星系プラズマ分野（Astrophysical Explosions: 3, Reconnection & Turbulence in Fluids and Plasmas: 2, Dynamics of Flux Tubes in Space and Laboratory Plasmas）であった。 γ 線バースト、スーパーノバのMHD不安定性、超新星爆発の無衝突衝撃波など、日本では天文学会でしか聞けないような講演も多数あった。それらの中で磁気リコネクションに関する発表が多く、太陽フレアのシミュレーションが特にめだった。

一方、その他の講演では、波動・粒子相互作用を中心とした基礎プラズマ、レーザー冷却・ビーム物理、その他の応用（加速器・光源・電気推進・半導体）など、非常に幅広い内容の講演やポスター発表があった。宇宙・惑星系プラズマ関連に偏っているという気もしないわけではないが、「基礎プラズマと言えば、ダストプラズマ」となっているEPS（ヨーロッパ物理学会）と比べると研究分野の幅広さがAPSの特徴と感じた。また、Columbia大学の非中性トラスプラズマやLos Alamos National Laboratoryの極低温プラズマといった“新しいプラズマ”に関する発表もあり、今後の研究の進展が楽しみである。

プレゼンテーションという点ではAuburn大学のEdward Thomas氏による「Stereoscopic particle image velocimetry studies of transport in dusty plasmas」という招待講演が興味深かった。これまで行われてきた2次元的な計測に対し、2台のCCDカメラを用いて3次元粒子輸送を観測し、ダスト音波を構成する粒子運動を詳細に調べるといった発表だったが、講演の前に赤青のセロファンが付いたメガネが配られ実験装置やプラズマ中に浮遊するダスト雲が立体的に見られるようになっていた。最近ではPower Pointを用いたアニメーション付きの発表が主流になっているが、さらにimpressiveな方法としてなかなか面白い試みではないだろうか。費用対効果という観点からはどうなのかと思ったが、楽しく講演を聴くことができた。

（核融合科学研究所 永岡賢一、吉村信次）

○慣性核融合

慣性核融合関連では、レーザープラズマ相互作用、特に昨年Nature誌に3本同時に掲載されセンセーションを巻き起こした、レーザー航跡場による単色電子ビーム発生を含むプラズマベースの粒子加速に関する発表が数多く見受けられた。初日の基調講演はPhysical Review Letter誌にも掲載された米スタンフォード大SLACを用いた航跡場電子加速実験の話であり、粒子加速のセッションがポスターを入れて3つもあったことからその盛況ぶりが伺える。

スタンフォードからは、SLACの28.5 GeV電子ビームを、30 cmのリチウムパイプをジュール加熱し生成したプラズマ中に入射し、航跡場加速により最大エネルギー42 GeV (50 GV/m) が得られた実験に関する詳細な報告があっ

た。さらにある条件（現在詳細を調べているとのこと）では40 GeV付近に単色に加速された電子を観測したことを発表し、注目を集めていた。ガスジェットを用いた単色電子加速に関してはUCLAのMoriのチームが精力的に理論計算・シミュレーションを行っており、Nature論文との比較を含め3DPICによる単色1.6 GeV電子生成のためのパラメータを報告していた。イオンに関しても、ロスアラモスのチームが単色High Zイオン加速を報告した。Pd平板ターゲット裏面を強い電流で加熱すると、プロトンのコンタミネーションが取れるだけでなく、カーボンのコンタミネーションがグラファイト化しカーボン薄膜となる。そこに表面から高強度レーザーを照射すると、高速電子が裏面から抜けるときに形成する電場によってカーボンが一様に加速し、単色Cイオンの加速が実現される。実験ではエネルギー36 MeV、エネルギー広がり約15%の C^{5+} イオンが観測されていた。

NIFに関しては昨年度同様な4 beamを用いた基礎実験や、米ロチェスター大のOMEGAで行われたNIFターゲット実験、特にHigh ZプラズマによるSBS/SRSの減少や、そのシミュレーションについての発表が多く見受けられた。またHEDP (High Energy Density Plasma) 領域では、ショック加熱されたCH平板の裏側からZn-He α 線を透過

し、側面より計測したトムソン散乱レイリーピークとコンプトンピークの形状および比から、温度と電離度を求めたという報告があった。これによりフェルミ縮退や強結合など、燃料プラズマ状態を知ることができうるとして、強く期待されている。

高速点火に関しては会議期間中に2日間、ミニコンファレンスが行われ、常時100人程度の聴衆を集め好評を博した。印象に残ったのはネバダ大の千徳博士によるフルスケールPICを用いた阪大の金コーン付きシェル高速点火実験のシミュレーションで、コアの加熱には磁場の影響による異常stoppingよりも、コアの周りに $\nabla n \times \nabla T$ で生成する磁場にトラップされた高速電子によるcollisional heatingが支配的であるという結果である。これによりコアはレーザー照射から1~2 ps後に数百eVまで達することを示していた。またロスアラモスのMasonはimplicit PIC/ハイブリッドコードを使い、同様の結果を報告していた。また金コーン内に小さいプラスチックのコーンを入れ子に作ることを提案し、これにより高速電子の空間的均一性が向上し、より効率よくコアを加熱することをシミュレーションにより示していた。

(大阪大 羽原英明)

(2005年12月5日原稿受付)

■人事公募

大阪大学大学院工学研究科教員

1. 公募職種及び人員：教授 1名
2. 所属：
 - 電気電子情報工学専攻・電気電子システム工学部門・
 - 先進電磁エネルギー工学講座・プラズマ生成制御工学
 - 領域
3. 専門分野：
 - 核融合プラズマ、あるいは、機能性プラズマ等の生成
 - 制御及びそれらの応用、または、プラズマと物質・材
 - 料との相互作用の解明を専門とする広いプラズマ分
 - 野。応用分野として核融合炉の開発、または、機能性
 - 新材料の開発等。これからのプラズマ理工学とその応
 - 用研究を意欲的に行う方を募ります。
4. 就任時期：平成18年7月1日
5. 応募締切：平成18年2月28日(火)必着
6. 応募書類提出先：
 - 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1
 - 大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻
 - 専攻長 森田清三
7. 問合せ先：
 - 先進電磁エネルギー工学コース 飯田敏行まで
 - Tel：06-6879-7909
 - E-mail: iida@eie.eng.osaka-u.ac.jp
 - 詳細は http://www.eng.osaka-u.ac.jp/ja/general_public_offering/index.html をご覧下さい。