

第10回若手科学者によるプラズマ研究会
「ITERに向けたプラズマ科学の新展開」

平成19年3月14日(水)～16日(金)

日本原子力研究開発機構 那珂核融合研究所

オーバービュー講演

(1) ITER計画の状況(森)

ITER計画の概要とITER建設に向けての準備について報告された。ITERは、プラント規模の熱出力で長時間の核融合燃焼を国際共同で初めて実証する実験炉。国際チームは、各極チームと協力して、建設サイト、ITER機構の組織立ち上げ、許認可及び調達仕様の確定のための技術活動を急ピッチで実施しているところ。日本国内チームにおいても、協定発効の下に始まる調達のための準備を着々と進めている。

(2) JT-60U(大山)

CTR回転を利用してELMを低減化した(type-I, grassy)。高ベータプラズマの長時間維持に関する報告があり、粒子制御性能とCO回転がITB性能維持のために重要であると指摘。 $m/n=2/1$ NTMの安定化に関する報告があった。自発電流の半分のEC駆動電流で完全安定化を実証し、磁気島中心を狙ってECCDすることが効率の良い安定化に重要であることがわかった。

オーバービュー講演

(3) LHD(田中)

トカマクとヘリカルのスケーリングの ρ^* に対する依存性はほぼ同じであるという報告があった。イオンのラーモア半径程度の波長の乱流に支配されている拡散現象はトカマクとヘリカルで共通しているようだが、密度分布形状は明確な違いがある。トカマクは乱流のみで密度分布が決まると考えられているがヘリカルは乱流輸送と新古典輸送のバランスで密度分布が決まる。

(4) レーザー核融合の現状(大谷)

PWレーザーで高速点火レーザー核融合の原理を実証した。非対称圧縮でも高密度は達成できることを示し、追加熱のタイミングを決定できるようになった。また、高密度圧縮を阻害する流体不安定性を抑制出来るようになり、同じく高密度圧縮を阻害する先行加熱の計測を開始した。

核融合炉に向けたプラズマ計測とプラズマ構造

CHSではトリプルプローブ型の静電プローブを用いて、3次元的なETB構造を調べた(竹内)。異なるトロイダル断面では電子密度分布、電子密度揺動ともに異なる振る舞いが見られた。また、小型トカマクを用いてディスラプション時のプラズマ内部構造を調べた(岡本征)。電流クエンチの発生原因として $m/n = 3/2$ のテアリングモードと $m/n = 1/1$ の内部キंकモードの相互作用による閉じ込め磁場の破壊が考えられ、電流消滅時間と電子温度との関係を実験的に示した。

理論研究からのアプローチ

プラズマの回転及び流れに着目した理論シミュレーション研究が多く発表された。磁気島によるポロイダル流の生成機構が示される(西村)とともに、Hall効果及びトロイダル回転等を考慮した拡張MHD平衡の存在が明らかにされた(白石・古川)。さらに、抵抗性壁モードの非線形発展によるプラズマ崩壊(佐藤)、乱流輸送を支配し得る帯状流とGAMの相互作用(宮戸)等、ITERプラズマでも重要になると予想される物理課題について、若手のシミュレーション研究が、ITER時代に向けて着実に進展しているとの印象を得た。

プラズマの制御手法の確立

LHDにおいて外部摂動磁場を印加することにより磁気島を生成し、周辺MHDモードの影響を調べた(渡辺文)。Hモード時には磁気島がない場合と比べて、MHDモードによる磁場揺動の振幅は小さくなった。高速流プラズマ実験を行う超伝導浮上コイルを用いた内部導体装置RT-1において浮上コイルの制御を行った(矢野)。ステップ応答を測定し、コイルの応答が伝達関数モデルによる計算結果と一致した。また誤差磁場、質量偏差によるコイルの傾きの補正を行った。

プラズマの挙動とその計測

LHDではNBIにより駆動されるトロイダル回転は中心付近に局在し、ポロイダル回転の分布が負から正に変化するとき、ヘリカルリップルによってCTRトロイダル流が強くなった(吉沼)。TU-Heliacでは水素吸蔵金属を用いた粒子注入型電極によるバイアス実験を行い、特にパラジウム製電極に金をコーティングした場合、高密度プラズマをガス放出・電極電圧の高い制御性の下で生成した(宇藤・岡本)。JT-60ではRWMが発生したプラズマ回転が $q=2$ 面でアルヴェン周波数の0.3%程度という実験結果を示し、低回転でのRWM安定化の可能性を示した(松永)。

球状トカマクTST-2では高次高調速波によるパラメトリック不安定性をRFピックアッププローブで計測し、イオンサイクロトロン準モードでプラズマ周辺部の密度に依存して増大することが分かった(鳥居・大迫)。また高速光ダイオードによるRF放射光揺動の計測に初めて成功した。超高強度レーザーをターゲットに照射した場合、高エネルギー電子が誘発する磁場不安定性が高速電子を集束する様子をX線結像素子位相型ゾーンプレートを用いて、高空間分解のターゲットの発光計測によって観測した(武田・大谷)。

プラズマ診断法の新規開発

GAMMA10では不純物診断のために広い波長域で計測可能な多チャンネル分光器を用いた分光計測システムを新たに構築した(小林・真珠)。紫外・可視領域を一度に計測可能で、多数の線スペクトルを同時計測できるため、定常的に不純物密度の評価が可能となった。ホローカソードグロー放電プラズマを用いて水素・重水素混合プラズマ中でのFulcher帯の計測を行った(四竈)。発光強度に対してBoltzmannプロット法を適用することで振動回転温度には分子種に応じた違いが観測された。

若手科学者によるプラズマ研究会参加者の推移

