

「周辺およびペデスタルの物理」 トピカル物理グループ第 22 回会合

開催日時：2012 年 4 月 2 日-4 日（3 日間）

開催場所：等離子体物理研究所（中国，合肥）

出席者数：39 名

日本出席者：大山直幸（JAEA）、神谷健作（JAEA）、鈴木康浩（NIFS）、東井和夫（NIFS）

会合の全体概要

本会合では、ITER 物理課題となっている、ペデスタル構造形成、ELM の物理とモデリング、ELM 間におけるペデスタルの時間発展特性、RMP やペレットを用いた ELM 制御、LH 遷移物理等のセッションにおいて、各装置での最新の実験結果と国際装置間比較実験に関する討議が行われた。

主な発表・議論

高時間・空間分解の計測器を用いた ELM 間 (inter-ELM フェイズ) におけるペデスタル部の密度、温度、電流、電場等の主要パラメータの時間発展の詳細について、JT-60U を始め 8 装置から報告があった。JT-60U からは、ELM により失われた周辺ペデスタル部の密度・温度のうち、10ms 程度という短時間にペデスタル部の密度は回復してほぼ一定になるが、ペデスタル部の温度は次の ELM が発生するまで上昇を続けること、ペデスタル部の密度が一定でもプラズマ中心部の密度は上昇し続けること、これらの特徴は ELM の大きさに依存しないこと、を大山（原子力機構）が報告した。ペデスタル部の密度の回復が温度の回復よりも早い点については ASDEX Upgrade における回復過程と似ているが、ペデスタル部の温度の回復の仕方には相違点もあり、周辺揺動の抑制・成長とペデスタル成長の関係を調べるのが重要であることを指摘した結果、次回会合で各装置の状況を報告することで合意した。

L-H 遷移に関するセッションでは、JET における ITER-like wall（タングステンダイバータおよびベリリウム第一壁）実験の初期解析結果として、L-H 遷移閾値パワーが炭素壁より減少するとともに、低密度領域で L-H 遷移閾値パワーが上昇する（L-H 遷移閾値パワーが最低になる密度が存在する）ことが報告されたことに注目が集まった。

ITER の最重要課題である ELM 低減・制御手法確立に向けた議論では、外部から摂動磁場を加えることによる ELM 安定化、ペレット入射による ELM ペースメーカー、プラズマ周辺部への局所電子加熱に関して議論した。外部摂動磁場による安定化については、ASDEX Upgrade 装置の内部コイルが 16 個に増強されトロイダルモード数 (n) が 4 の摂動磁場での実験が可能になったが ELM 低減はまだ成功していないこと、 $n=1$ と 2 であれば ELM 低減が可能であることが報告された。MAST 装置もコイルを増強し、上側 6 個、下側 12 個のコイルを複数の組み合わせで実験を行い、 $n=3, 4, 6$ で ELM 低減が可能であること、 $n=6$ であれば改善閉じ込めモードへ遷移するために必要な外部加熱パワーへの影響がないことが報告された。また、HINT2 コードを用いた RMP コイル印加時の DIII-D プラズマの 3 次元 MHD 平衡解析の状況について鈴木（核融合研）から、 $n=1$ コイルによって閉じ込め性能を劣化することなく ELM が低減できた LHD 実験結果が東井（核融合研）から報告され、今後の進展が期待された。ペレット入射による ELM ペースメーカーでは、DIII-D に設置された新しいペレット入射装置によって、自然に発生する ELM 周波数の 10 倍程度である 60Hz のペレット入射によって ELM 熱負荷を大幅に低減できることが報告された。プラズマ周辺部への局所電子加熱では、TCV において加熱パワーを変調した電子サイクロトロン加熱 (ECH) 実験の結果が報告され、ECH パワーのオンオフに同期して ELM を発生させることが可能であるものの、自然に発生する ELM 周波数以上に変調周波数を上げることができないことが確認された。この結果から、JT-60U と同様に連続発振の ECH による ELM 低減の最適化が必要との認識を得た。一連の実験結果を基にした理論・

モデリングの開発も進んでおり、ELM 発生時の非線形発展をシミュレートするコードと実験結果のベンチマーク活動を始めることで合意した。

本グループにおける日本からの貢献は原子力機構における研究成果が中心であったが、3次元磁場によるプラズマの影響や ELM 制御が注目されて以降、ヘリカル装置からの貢献にも期待が集まっている。実際、DIII-D と LHD における装置間比較実験も昨年度から始まっており、実験結果の報告が待たれている。このような状況を鑑み、今回の会合から日本側正式委員となった鈴木氏を始め、核融合科学研究所の正式委員の継続的な参加が望まれる。