

## ■ ITPA(国際トカマク物理活動)会合報告(64)

分野:「スクレイプオフ層とダイバータ物理」

開催日: 2018年1月29日-2月2日

場所: 成都 (中国)

担当委員:

朝倉伸幸(量研機構), 芦川直子(核融合研), 上田良夫(阪大), 大野哲靖(名大), 坂本瑞樹(筑波大), 仲野友英(量研機構), 増崎貴(核融合研)  
(下線は会合への出席者を示す)

次回会合の予定(開催日程, 開催場所)を以下に示す.

会合名	開催日程	開催場所
スクレイプオフ層とダイバータ物理	2018年12月11日-14日	ウィスコンシン大学 (米国)

第25回目となる本会合は中国の西南物理研究所で開催された. 今回から議長にK. Krieger (独マックスプランクプラズマ物理研究所) が, 副議長に仲野 (量研機構) が就任した. ITER機構からの副議長R. Pittsは留任した. 参加者はこれまでで最多の127名(日本から8名)で, 総講演数は39件(日本から5件)であった. 国際装置間比較実験(継続6件, 新規1件)の他, トリチウムの透過・蓄積についてセッションが設けられた. また, ITER Physics Basisの改訂について議論が行われた.

Effects of 3-D fields on divertor conditions and PWI: AUG, KSTARおよびEASTでは, RMP印加磁場を回転させることにより, ダイバータ熱流束のポロイダル分布計測から, そのトロイダル方向分布, すなわち二次元分布を構築した. 得られた熱流束の二次元分布はプラズマ応答を無視した磁力線追跡のみで概ね予測されるが, 詳細な分布の予測にはプラズマ応答を考慮する必要があるが指摘された. AUGでは熱流束分布について, 実験とEMC3-EIRENEによるシミュレーションの比較から, RMPのプラズマによる遮蔽効果が示唆された. DIII-DからRMP印加により実効的なヘリウム閉じ込め時間が短くなることが報告された.

Tritium permeation and retention: リ (阪大) は, タングステン (W) 中の水素同位体透過量が, 質量の平方根に応じてスケールリングできることを報告した. また, 不純物を含んだW中の水素同位体の透過データから, 不純物による水素同位体蓄積変化を予測し得ることを報告した. 大矢 (静岡大) は, 照射損傷とHeバブル形成により, Wの水素同位体透過率と拡散係数が低下することを報告した. この他, DFT計算と熱力学モデルを組み合わせたW中の水素同位体挙動モデル, ベリリウム中の水素同位体蓄積および同位体交換に関する実験結果, EUROFER97とSUS316Lの重水素透過量比較,  $Y_2O_3$ 膜による重水素透過量への影響などが報告された.

Detachment physics and control: 不純物入射によるデタッチメント運転領域に関する国際装置間比較実験が開始された. 目的は様々なデタッチメント状態におけるコアとダイバータの不純物 (主に窒素を想定) 密度比のデータベースを国際装置間比較により構築することである.

Far-SOL fluxes and link to detachment: Far-SOL (second SOL) の形成について, AUG, JET, TCVやリミタ配位の

COMPASSなどの実験結果から, フィラメント状プラズマ塊の吐き出しに伴う輸送の増大, およびSOL密度の上昇による水素原子の電離位置の径方向外側への移動が要因として考えられることが報告された. 各装置間での比較のため, 密度の平坦化の程度を衝突頻度などのパラメータで整理することが試みられている.

Consequences of W damage on PFC lifetime and plasma operation: 直線型プラズマ装置でELM模擬熱パルスを与えて亀裂ネットワークを形成したWダイバータ板, 中性粒子ビーム装置で荒れた表面構造をもつ溶融部を形成してその上にWを被覆したTZM製ダイバータ板を, AUGのType-I ELMを伴うH-mode放電に曝露した結果, 亀裂の進展はなかったこと, 表面の構造に依存した被覆Wの損耗・堆積が観測されたこと, 新たな溶融はなかったことが報告された. 直線型プラズマ装置 (PSI-2, STEP) の実験で, 予め重水素やHeのプラズマをW試料に照射することにより, 再結晶化が抑制される場合があることが報告された. 福田 (量研機構) は, ITER用Wモノブロックの小型試験体に対して  $20 \text{ MW/m}^2$  で300~1000回の熱負荷を与え, そのサンプルの結晶組織を解析し, 亀裂の発生は再結晶後の粒径には依存しないとの見解を報告した. リ (阪大) は, レーザー誘起超音波法を用いたWモノブロックの亀裂発生検出・亀裂の深さなどの特性評価の手法を紹介した.

ELM power loads at toroidal gap edges: KSTAR, DIII-D, およびAUGで, Wタイル間の段差や幅を意図的に増加して, ELMによる高熱負荷により溶融させてもプラズマには大きな影響を与えないこと, タイルのトロイダル側エッジを段差により保護しても高温イオンがポロイダル側面の隙間に進入して, その熱・粒子負荷によりタイルの溶融を起こす可能性があることなどが報告された. AUGでは, トロイダル側のWタイル端の溶融実験が続けられ, タイル端においてMEMOSコードで計算を行い, 溶融層の挙動の実験結果をよく再現したことや溶融層の $J \times B$ 運動が熱電子放出電流の増加により加速されるモデル計算が報告された. DIII-Dから, 外側ダイバータの一部をトロイダル全周でWタイルとしたLモード実験とシミュレーションの結果から, Wイオンは主プラズマに侵入した後プラズマ頭頂部のSOLへ排出され, 弱磁場側SOLに沿ってダイバータ方向へ輸送されるとの報告があった.

Damage processes under multi-species bombardment of tungsten: 直線型プラズマ装置における多種イオン同時照射によるW損傷実験の結果が報告された. PSI-2からは, 水素/He混合プラズマに窒素添加した場合にWの表面粗さが上昇するが, Heバブルの低減には影響はないとの報告があった. MAGNUM-PSIからは, Heを添加した水素プラズマを照射するとHeバブル形成に起因して材料中の応力が大きくなるとの報告があった. 坂本 (核融合研) は, Fuzz形成閾温度以下の低温領域でのHe照射によるWの損傷組織形成や損耗挙動を報告した. He照射によって波状表面構造が形成され, その表面は<100>面になる傾向があること, また<100>面で最も損耗速度が速く, <100>面からの傾きに比例して損耗速度は低下したことを報告した.

(原稿受付日: 2018年3月14日)