

■ ITPA (国際トカマク物理活動) 会合報告 (54)

分野: スクレイブオフ層とダイバータ物理

開催日: 2016年1月25日-28日

場所: フラスカティ (イタリア)

担当委員:

朝倉伸幸 (原子力機構), 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 (原子力機構), 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
スクレイブオフ層 とダイバータ物理	2016年10月24日-27日	那珂 (日本)

第22回目となる本会合はフラスカティの新技术・エネルギー・持続的経済開発機構 (ENEA) で開催された。本会合への参加者は73名で, このうち日本人は10名とこれまでで最多であった。今回の会合では, 国際装置間比較実験の成果のまとめに重点を置き, 進行中の課題と新規提案の課題について最新の研究成果が報告された。他に周辺プラズマシミュレーション, ダスト, W材への繰り返し高熱負荷照射, Be材などについて議論が行われた。

前回の会合で DIII-D から報告された ELM 熱負荷の内・外ダイバータ非対称性について, 注意深く再解析した結果が報告された。依然として外側ダイバータへの熱負荷は内側へのそれより高いという結果であった。これまでの JET と ASDEX-Upgrade からの結果と反対の結果である。その理由は不明であるが, JET と ASDEX-Upgrade ではいくつもの ELM を平均したのに対して DIII-D では個々の ELM のデータを大量に示しその傾向から評価したなど, 解析手法の違いに議論が集中した。JET と ASDEX-Upgrade でも個々の ELM に対して解析するように担当者らが協力していくことになった。

時谷 (核融合研) は LHD における W-fuzz 構造の形成実験の結果を報告した。大型実機装置では観測例がほとんどない, 30 nm の He バブルを含む W-fuzz 構造の形成を確認した。ASDEX-Upgrade では, タングステンにあらかじめ W-fuzz 構造を形成させ, それをダイバータプラズマに曝露する実験が行われた。その結果, W-fuzz 表面にアーキングが発生し材料の深部までアーキングによる損傷が確認されたとの報告があった。

N₂ および Ne のダイバータ熱負荷低減効果の比較実験の結果, ASDEX-Upgrade, Alcator C-Mod, GAMMA10/PDX では Ne に比べて N₂ のほうがダイバータ熱流束の低減に効果的であると報告された。さらに市村 (筑波大) は GAMMA10/PDX では Xe がより効果的であることを報告した。田中 (核融合研) は LHD では N₂ 入射を行うと, トロイダル方向に局所的にダイバータへの粒子束が減少したことを報告した。

モノブロックの端への熱負荷集中による溶融を抑制

する目的で断面形状の最適化が進められている。KSTAR, COMPASS および JET では, PIC シミュレーションに加えて, 赤外カメラによる表面温度計測と有限要素法による計算を組み合わせた解析で, モノブロック端の表面・側面に対する熱負荷が単純な光学モデルと整合することが示された。一方, 表面を斜めにした場合には熱負荷の集中や段差部分への堆積物の集中など, 課題も指摘された。

3次元磁場構造がダイバータに及ぼす影響について, ASDEX-Upgrade および DIII-D から共鳴磁場摂動印加時のダイバータ板上の磁力線接続長分布に対する赤外カメラと数値シミュレーションによる熱負荷分布の比較が報告された。小林 (核融合研) は LHD におけるダイバータ熱負荷の実験と計算との比較の他, 分光計測による不純物発光分布, デタッチメント時の放射損失分布, プラズマの流れ分布などについて計算との比較結果を報告した。

ドリフト (E×B および grad B) の効果を考慮した周辺プラズマ輸送コード SOLPS-ITER により, ASDEX-Upgrade では X 点付近に複雑なプラズマの流れが形成されること, Alcator C-Mod では SOL でのポロイダル方向のプラズマの流れがある程度再現されることが報告された。矢本 (慶応大) は IMPGYRO コードを用いて, W など高 Z 不純物のラーマ運動の軌道を直接解くことによりドリフトも自己無撞着に考慮して, JT-60U におけるダイバータへの W の堆積分布を計算し, 測定との比較について報告した。

JET-ILW ダストの分析結果について, 芦川 (核融合研) は, W と Be が主成分であったことに加えて, Be ダスト表面の酸化ベリリウムの状態, その他の不純物 (C, Mo, Ni, Cr) の混合状態, T 含有量に関する新たな成果を報告した。

ITER 仕様の W モノブロックへの GLADIS 装置による繰り返し高熱負荷 (10 MW/m² × 10 s を 100 サイクル) の照射に対して, W 表面が健全であったことが示された。また, W 表面の亀裂をレーザー溶融により修復可能であることが報告された。ASDEX-Upgrade では W ダイバータ板に亀裂が発生しても正常にトカマク放電が得られたことが報告された。菊池 (兵庫県立大) はプラズマガン装置を用いた ELM 様パルスプラズマと A1 蒸気層の動的挙動について報告した。伊庭野 (大阪大) は PISCES-B 装置においてレーザー照射により生じた蒸気層 (W, Be) と定常プラズマの相互作用の実験結果および蒸気シールドの PIC シミュレーション結果について報告した。Pilot-PSI からは定常プラズマが Sn 蒸気層により非接触プラズマ化することでターゲットへの熱負荷が低下することが報告された。

ベリリウムに対するパルス熱負荷印加実験により, 亀裂や溶融が発生する熱負荷条件が示されたほか, ダイバータ板上に形成されたベリリウム再堆積層の剥離条件を調べる研究の報告があった。

(原稿受付日: 2016年3月23日)