

BA原型炉設計活動におけるSONICコードによるEU原型炉ダイバータ・シミュレーション結果とSOLPSコードによる評価との比較

Simulation results of EU DEMO divertor by SONIC code and comparison with SOLPS code results in BA DEMO Design Activity

朝倉伸幸¹, 星野一生², 山本龍人¹, SUBBA Fabio³, WIESEN Sven⁴, 本間裕貴¹, 坂本宜照¹, 原型炉設計合同特別チーム

ASAKURA Nobuyuki¹, HOSHINO Kazuo², YAMAMOTO Tatsuto¹, SUBBA Fabio³, WIESEN Sven⁴, HOMMA Yuki¹, SAKAMOTO Yoshiteru¹ and Joint Special Design Team for Fusion DEMO

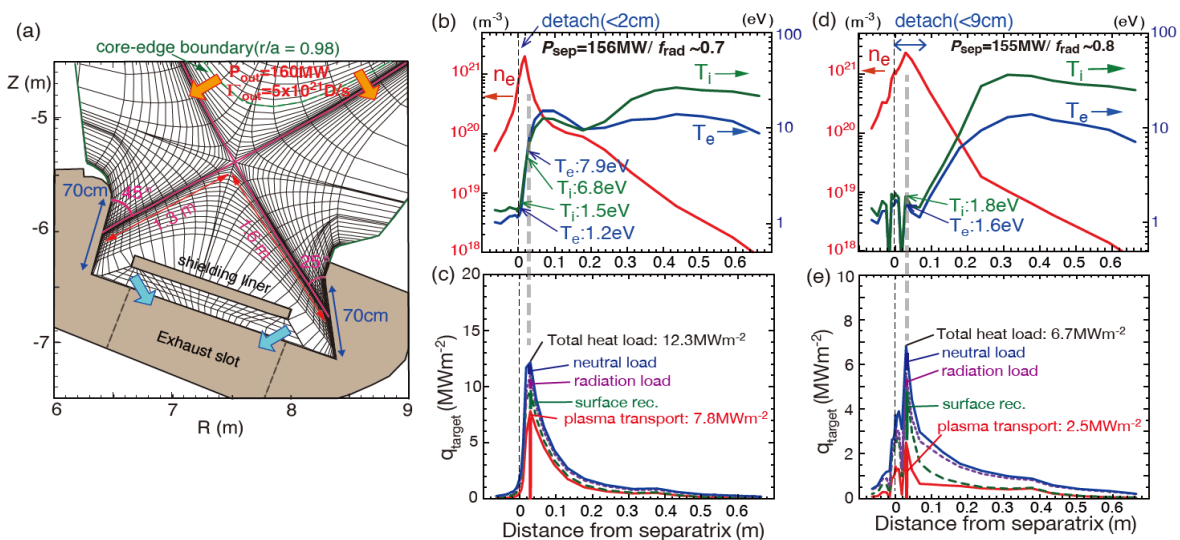
¹QST, ²慶應義塾大学, ³Politecnico di Torino (Italy), ⁴Forschungszentrum Jülich (Germany)

¹QST, ²Keio University, ³Politecnico di Torino (Italy), ⁴Forschungszentrum Jülich (Germany)

現在、原型炉ダイバータでの非接触プラズマや熱負荷の評価は、異なるシミュレーションコード（日本ではSONIC、欧州ではSOLPS-ITER）で行われている。BA原型炉設計活動（DDA）では、相互間のモデル比較と計算結果を確認するため、先に欧州原型炉で実施されたSOLPS-ITER計算結果に対応する条件（EU原型炉のプラズマ平衡配位とダイバータ形状（図a）、主プラズマ境界からの熱排出 P_{out} ：160 MW、アルゴン不純物入射による放射損失量 P_{rad}^{div} ：96-120 MW、ITERよりも大量の重水素ガスパフおよび排気）を使用してSONICによる計算を行った。SOLおよびダイバータでの放射損失割合（ $f_{rad} = P_{rad}^{div}/P_{sep}$ ）を70%に高めると外側ダイバータのストライク点近くで非接触プラズマが発生した（図b, c）。熱負荷ピークは、ストライク点近くの接触プラズマ境界領域に現れ、プラズマ熱流成分が顕著なため12 MW/m²と定常運転の許容値（約10 MW/m²）を越える。

さらに f_{rad} を80%まで増加すると部分非接触プラズマ領域が広がり（約9cm）、プラズマ温度は1-2eVに低下し、プラズマ熱流成分も低減する（図d, e）。一方、部分非接触領域でプラズマ密度は高く、表面再結合や中性粒子による熱負荷ピークが現れるが、10 MW/m²以下に低減でき、欧州によるSOLPS-ITERでの結果に近づく。また、SOLでの磁力線に沿う熱流束分布もセパトリクス付近では電子熱伝導成分が主であるが、外側SOLではイオン熱流束が大きく、外側ダイバータでの接触プラズマ領域と相関する。

今回は、主要なパラメータ（ガスパフ量や主プラズマからの排出粒子束、放射損失、熱・粒子拡散係数）のスキャンを行った結果から、非接触ダイバータプラズマの発生状況およびプラズマ温度・密度や熱負荷分布の変化をまとめ、上記の入力パラメータの影響について報告する。



図(a) SONIC で使用した EU-DEMO ダイバータ付近の計算メッシュ。 SOL およびダイバータでの放射損失が P_{sep} (~155MW) の70% (中央) および80% (右) での外側ダイバータ板での(b)(d)プラズマ温度および電子密度分布, (c)(e)熱負荷成分 (プラズマ輸送, 表面再結合, 放射パワー, 中性粒子) を加算した分布。