

シンポジウム3：核融合原型炉における燃焼プラズマの 理論・シミュレーション研究の進展

Progress in theory and simulation research of burning plasma in fusion DEMO

趣旨説明 Introduction

相羽信行
Nobuyuki AIBA

量子科学技術研究開発機構 那珂研究所
QST-Naka

現在、原型炉設計合同特別チーム[1]ではトカマク型核融合原型炉の概念設計を進めているが、この実現において、燃焼による自己加熱と燃料以外の粒子（不純物）などを用いた冷却、ダイバータ装置を介した除熱が適切な条件でバランスした運転シナリオを有することは必要不可欠である。これまでの既存装置での実験研究や理論・シミュレーション研究により、炉心プラズマの閉じ込め性能は乱流輸送によって支配されていることが知られている。しかし、燃焼プラズマ中の同輸送を知るには実験的にはITERを待つしかなく、理論・シミュレーションによる理解の進展が重要である。特に、核融合反応は燃料イオンにより起こされる一方で、核燃焼による加熱および放射による冷却はいずれも主に電子に作用するため、イオン・電子の影響が相互作用したマルチスケール乱流輸送の理解が求められる。さらに、核燃焼により生じる高エネルギーアルファ粒子の閉じ込め性能は、同粒子による加熱効率や燃料希釈などの複雑な影響を与えるため、同性能の定量予測の実現は重要な課題である。加えて、原型炉では炉心領域に能動的に不純物を導入してプラズマを冷却し、ダイバータ装置に到達する熱量を同装置の冷却性能以下に抑えることが必要と考えられている。そのため、原型炉における炉心からダイバータ装置までの不純物輸送の理解、およびダイバータに到達する熱量などの定量評価の実現は運転シナリオ検討において不可欠な課題である。

本シンポジウムでは、上記の核融合原型炉運転シナリオ構築の観点から重要と言える研究課題について、量子科学技術研究開発機構および核融合科学研究所が公募して進めている原型炉研究開発共同研究を利用して進められた研究の進展について報告する。講演プログラムは以下のとおりである。

シンポジウム講演

1. 趣旨説明
相羽信行（量研那珂）
2. 熱輸送解析を含む原型炉燃焼プラズマ運転シナリオ検討
本多 充（京都大）
3. 原型炉級プラズマにおけるマルチスケール乱流輸送シミュレーション
前山伸也（名古屋大）
4. 運動論的輸送シミュレーションによる原型炉級プラズマにおける電磁乱流中のイオン輸送解析
村上定義（京都大）
5. 原型炉級プラズマにおける不純物輸送シミュレーション
糟谷直宏（九州大）
6. 原型炉ダイバータシミュレーションとモデル・コード開発
星野一生（慶應大）
7. 総合討論（司会：相羽信行）

本シンポジウムを通して、原型炉燃焼プラズマの実現に向けて、理論・シミュレーション研究に求められる課題について国内の研究機関が協力して進めていることを改めて周知する。また、未着手の課題も含めて燃焼プラズマに関する物理理解の進展や原型炉運転シナリオの検討などをさらに促進するために有効な方策などについて、総合討論において参加者も含めた議論を行えばと考えている。

[1] 原型炉設計合同特別チームホームページ
<https://www.fusion.qst.go.jp/rokkasyo/ddjst/>