



小特集 タングステンダイバータを用いて熱核融合実験を行う

4. おわりに

4. Final Remark

上田 良夫

UEDA Yoshio

大阪大学 大学院工学研究科

(原稿受付：2015年1月19日)

ITERでは軽水素／ヘリウムを用いた初期運転期からフルタングステンダイバータを用いて実験が行われることになり、これまでの章で詳しく示されたように、現在までに得られているトカマク実験の研究成果の整理や、今後の課題の検討、及び具体的な解決策の模索が精力的に行われている。ITERの初期からフルタングステンダイバータを使用することについては、国内では評価が分かれているものの、この導入過程で検討された課題は、ITERのみならず核融合炉の実現に向けて非常に重要であることは論を待たず、真剣に向き合っていかななくてはならない。最終章ではこのような課題に対しての日本の取り組み方について、2013(平成25)年にプラズマ・核融合学会第30回年会で行われたシンポジウム (ITERのダイバータ戦略と原型炉に向けた課題) の質疑などを通して考えてみたい。

まず現在の日本の状況を概観すると、国内で稼働している大型のトロイダル磁場閉じ込め装置は核融合科学研究所の大型ヘリカル装置LHDのみであり、JET装置やASDEX-U装置などのフルタングステンダイバータを有する大型トカマク装置で新たな実験研究を進めるEUなどと比べると、大型装置実験環境ではやや見劣りすることは否めない。しかしながら、別の視点から見ると国内には線型高密度プラズマ装置やパルスプラズマ装置など特色のある装置も多く、LHDやこれらの装置を最大限に活用して実験研究を進めていけば、大きなインパクトを与えうる基礎研究を行うことが可能である。たとえば、タングステンのヘリウムプラズマ照射影響について、多くの基礎的なデータは名古屋大学のグループから発表されており[1]、タングステンダイバータのHeプラズマ影響を評価するための標準的データとなっている。

さて、プラズマ・核融合学会のシンポジウムで、特に意見が多かったのは、非接触プラズマに関する研究の重要性についてである。非接触プラズマによるダイバータへの熱負荷低減は、ダイバータ材料がタングステンか否かにかかわらず重要なテーマであり、ダイバータの成立性に深く関わる。しかしながら、未だ解明されていない点が多い。例

を挙げれば、エネルギーバランス、動的応答 (ELM 熱負荷への応答など)、非拡散的輸送、安定性、制御手法、先進ダイバータへの適用性などについての理解は、大きな課題として残る。さらに非接触プラズマの安定制御は、炉心プラズマの高い燃焼度を維持したまま行う必要があり、炉心プラズマからエッジプラズマに至る大域的な観点から、現象の理解と運転条件の最適化を行わなければならない。

もちろん非接触プラズマの研究は、熱核融合研究のごく一部であるが、このトピックがシンポジウムの議論の対象となったのは、単にそれが重要な課題であるという以上の理由があると思われる。それは、この課題には基礎プラズマ実験研究、大型装置実験研究、計測法の開発、原子・分子過程研究、理論・シミュレーション研究、等多くの研究者がかかわることができるということである。今後の核融合研究の発展のためには、このように多数の研究者の貢献が何より不可欠である。国内での大型トカマク装置実験は、JT-60SA装置の稼働まで待たなければならないが、現時点でも、様々な装置による実験研究と理論・シミュレーション研究が連携して、フルタングステンダイバータを念頭に置いた研究基盤を充実させ、優れた成果を発信していくことは可能と思う。そのため、多くの研究者の意識を重要テーマに向かわせ、さらにその力を連携させるための枠組み作りが大変に重要であると考えられる。

また、第3章でITPA[2]の議論に基づいたフルタングステンダイバータの課題と対策が述べられたが、ITPA会合の内容は、ITERに対して何らかの貢献を考えている研究者には、きわめて重要な情報である。核融合エネルギーフォーラムの会合などを通じてその情報を広く周知すると共に、多くの研究者の方にITPAへ参加してもらうことが必要であろう。

参考文献

- [1] 例えば, S. Kajita *et al.*, Nucl. Fusion 49, 095005 (2009).
- [2] <https://www.iter.org/org/team/fst/itpa>

小特集執筆者紹介



かま だ ゆたか
鎌田 裕

日本原子力研究開発機構・核融合研究開発部門・那珂核融合研究所・先進プラズマ研究部長，サテライトトカマク計画日本側プロジェクトマネージャ。専門は高ベータ・先進トカマク運転開発と周辺ペDESTAL研究等。大事な言葉はフォア・ザ・チーム。妻と2人の息子あり。趣味はサボテン栽培(50年目!)，水彩画(これで結婚)，料理(和洋中)，サッカー(すっかり無沙汰)，大工仕事(益々熱中)。



うら の はじめ
浦野 創

日本原子力研究開発機構核融合研究開発部門那珂核融合研究所研究主幹。工学博士。2002年北海道大学大学院工学研究科量子エネルギー工学専攻博士課程修了後，独国 Max Planck 研究所において ASDEX Upgrade 実験に従事。2004年より日本原子力研究開発機構において JT-60 実験に従事。専門分野は周辺プラズマ物理，熱拡散，閉じ込め物理等。2011年国際原子力機関より Nuclear Fusion Award 受賞。2014年より国際トカマク物理活動(ITPA)周辺ペDESTAL物理トピカルグループ副議長。



なか の とも ひで
仲野 友英

日本原子力研究開発機構研究副主幹。1998年京都大学工学研究科修士課程修了。京都大学博士(工学)。主な研究分野は核融合プラズマ中の原子分子過程と不純物放射に関する研究。英国武者修行から帰ってきました。ヨーロッパ人の物事に対する姿勢など少しわかったような気がします。以来，照らしあわせて内を省みています。



うえ だ よし お
上田 良夫

大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻教授，東京大学大学院博士課程修了，理学博士大阪大学助手，助教授を経て2006年より現職。プラズマ対向材料の研究を行っており，最近はタングステンの研究が主。man of tungsten，と言われることもある。趣味は，下手の横好きのゴルフ。ただ，最近ほとんどプレーの時間がとれないのが悩み。