

花田和明

九大応力研

Kazuaki Hanada

Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

機器、装置、プラントの定常化には、制御の安定性、構成要素の経時変化の把握、外部要因との関連等の工学的要素を把握し、統括することが必要である。この観点からすると現在議論されている核融合分野での定常化は主要ではあるが構成要素の一つに過ぎないプラズマの定常化に関する研究にとどまっているように思える。高ベータ状態の定常維持は、将来の核融合炉の発電コストを社会的に受容してもらえるレベルにするためには必要不可欠であり重要な研究ではあるが、低ベータのプラズマでも現在の研究実績で定常維持ができるかと言うとはなはだ疑問である。各要素技術の向上は目を見張るものがあり、個々の構成要素としての定常化は現在のレベルから展望することができるようになりつつある。しかしプラズマを含めた総合装置として定常化を考える場合、不足もしくは欠落していると考えられる研究分野が残されているように思う。本公演ではこれらの研究分野の重要性の理解と定常化研究の必要性について議論する。

プラズマは、自動車でいえばエンジン内部の炎に相当する。エンジンは燃焼過程を通じて化学エネルギーをピストンの運動エネルギーに変換する。核融合でも炉心部は燃料の核エネルギーを熱エネルギーに変換する役割を担っている。エンジンを定常運転するためには、燃料の成分、燃料の補給方法、ピストン運動と着火のタイミング、酸素の供給、残留ガスの廃棄、等々の様々な構成要素の組み合わせが全て確実に行われることが必要である。現在の核融合の定常化研究は炎の性能を上げることに注意が集中しすぎて周りの構成要素との組み合わせを軽視しているのではと思える。このことは核融合の研究では炉心プラズマの経済的、技術的成立性の確認が重視され、それが現在でも達成されていないことに原因がある。しかし、核燃焼実験を実施できるレベルにある現在、少なくとも定常化研究においては総合的視点に立った研究計画を立案・推進しなくてはならない。

その第一歩としてコアプラズマと第一壁の相互作用の研究の統合が必要であろう。エネルギー閉じ込め時間や電流拡散時間はあくまでプラズマ側から見た時間尺度であり、第一壁やさらに別の構成要素から見た時間尺度とは当然異なっている。定常化の研究は、この時間尺度の異なった構成要素を含めた総合的定常化の研究が最終目標であり、このような視点での研究を今から進めておく必要がある。TRIAM 1Mのプラズマのベータ値は低い、それでも5時間後にはプラズマが突然に消滅する。これはプラズマ・壁相互作用に関連した現象と考えられるが、その時間尺度は1時間を超える。また、壁材料物性に依りて時間尺度や温度領域、吸着やスパッタリングなどの物理過程が大きく変化する。これらの組み合わせを考えた総合的定常化研究を進めるためには現在断片的に収集されている知識を集約する努力が必要であり、また定期的な情報交換と祖補的実験が不可欠であると考えている。国際的な知識の集約を計るべく活動しているITPA (International Tokamak physics activity) でも定常化のグループは高ベータ定常化に偏っており、その状況が危惧される。