

低次の有理面におけるペレット溶発プラズモイドドリフトの減衰機構

Damping of pellet plasmoid drift at low-order rational surface

SAKAMOTO Ryuichi¹, PÉGOURIÉ Bernard², CLAIRET Frederic²,
GÉRAUD Alain², GIL Christophe², HACQUIN Sebastien², Florian Köchl³

¹National Institute for Fusion Science, ²CEA Cadarache, ³Technische Universität Wien

ペレット溶発プラズモイドドリフトの減衰機構を考慮したペレット溶発理論モデルと、Tore Supraにおいて q 分布スキャンを行ったペレット入射実験を比較することによって、低次の有理面におけるペレット溶発プラズモイドドリフトの減衰機構を検証した。この減衰機構は、燃焼プラズマにおいて、粒子供給特性を支配する重要な要因となる。

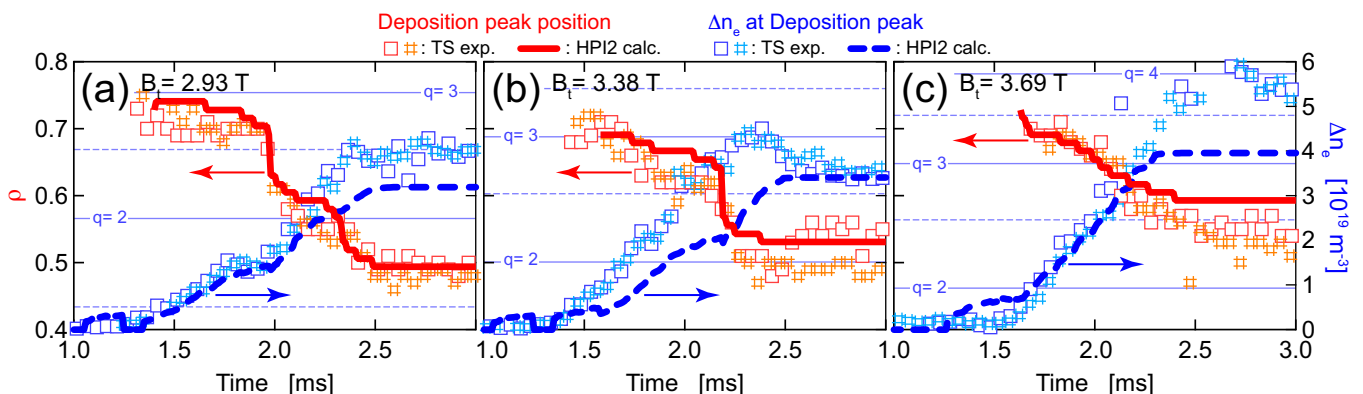
固体水素ペレットによる粒子供給特性は、ペレットの溶発過程と溶発プラズモイドの均質化（ドリフト）過程の複合効果によって決定される。燃焼プラズマでは、相対的なペレットの侵入長が非常に短くなるため、溶発プラズモイドのドリフトによって浅い侵入長を補う必要がある。しかしながら、このような燃焼プラズマにおける粒子供給条件は、既存の装置におけるペレット入射条件とは大きく異なるため、現在得られる実験結果から単純に外挿することはできない。燃焼プラズマにおける粒子供給特性を予測するためには、信頼性の高い物理モデルに基づく予測が不可欠である。ペレット粒子供給の全過程（ペレットの溶発とプラズモイドの均質化）を記述しているHPI2コード[1, 2]では、溶発プラズモイドのドリフト変位をより正確に予測するために、様々なドリフト減衰機構を考慮しているが、トカマク装置では、溶発プラズモイドに接続する磁力線に沿って流れる電流（外部電流）による、プラズモイド内の荷電分離キャンセルの効果が重要であることを予測している。本研究では、HPI2コードで考慮している物理モデルの妥当性を検証することを目的とし、Tore Supra実験との比較を行った。

ペレット粒子供給は、固体水素の溶発過程と溶発プラズモイドの均質化（ドリフト）過程の複合効果によって決定されるので、ペレット入射後のデポジション分布を比較するだけでは、大きな曖昧さを取り除くことが出来ない。より詳細な比較を行うために、反射計と干渉計を相補的に用いて、粒子供給過程の密度分布を高時間分解能で計測し、ペレット溶発とプラズモイドの均質化過程の過渡的な密度分布変化の q 分布依存性（磁場強度依存性）をHPI2コードによるシミュレーション結果と比較した。

図にペレット粒子供給中の密度分布ピークの位置（赤）およびその値（青）の時間変化をプロットした。ペレットがプラズマ中に侵入するに従って、ピーク位置がステップ状に変化している。また、磁場強度が高くなるに従い、ステップ数が減少している。これらの挙動は、磁力線に沿って流れる外部電流に伴うプラズモイド内の分極の制限によって、プラズモイドのドリフトが減衰することに起因するものであり、磁力線の接続長が短くなる有理面をプラズモイドが横切るとき、プラズモイドのドリフトが大きく減衰するために、デポジションピーク位置がステップ状に変化していると解釈され、HPI2コードによるシミュレーション計算（点線および実線）によって良く再現することができている。このドリフトの減衰現象は、ドリフトによる中心粒子供給の障害として作用し、粒子供給特性を左右する要因となる。

[1] B. Pégourié, Nucl. Fusion 47 (2007) 44.

[2] F. Köchl, PhD Thesis (2008), TU Wien.



Tore Supra 実験と HPI2 シミュレーションで得られた、デポジションピークの位置（赤）と密度値（青）の時間変化。