

## トカマクプラズマにおけるGrassy ELM発生要因に関する数値解析 Numerical analysis for identifying the trigger of Grassy ELM in tokamaks

相羽信行, 大山直幸  
N. Aiba and N. Oyama

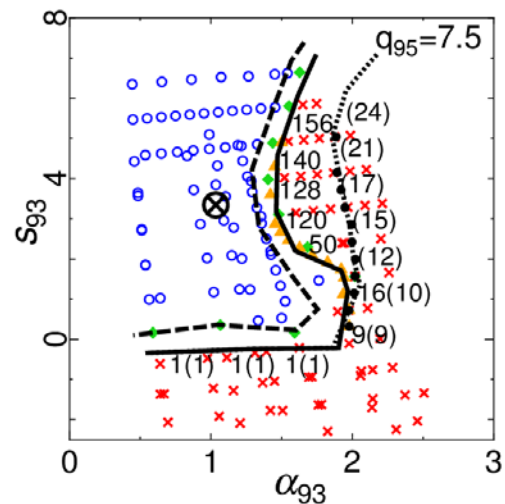
原子力機構  
JAEA

ITER などの大型トカマク炉の実現には、大振幅 (type-I) エッジローカライズモード (ELM) の安定化・小振幅化が必須である。小振幅された ELM の一つである grassy ELM については、JT-60U 実験装置において精力的に研究がなされ、プラズマ形状の高三角度化、高ポロイダルベータ化、高安全係数 ( $q_{95}$ )、磁場と逆方向のトロイダル回転などが grassy ELM 実現による ELM 小振幅化に重要なパラメータであることが確認されている。しかしながら、grassy ELM の物理に関する理解は十分とはいえず、この小振幅 ELM の原因となる不安定性さえ断定できていない。

JT-60U 実験最終期における周辺ペDESTAL 領域の計測の大きな進展、また近年の周辺 MHD 安定性に関する理論・数値研究の進展により、grassy ELM プラズマは理想バルーニングモードの安定限界に近いことがこれまでの実験結果の数値解析により確認された。しかし、従来の理想バルーニングモードに関する理解では、ペDESTAL のような強い圧力勾配が存在する領域ではイオン反磁性ドリフト効果により同モードが強く安定化され、理想バルーニングモードの安定限界は参考にならないとされてきた。

このような数値実験解析結果と理論による定性的な理解の矛盾の原因を明らかにするために、本研究では理想 MHD 安定性解析コード MINERVA の安定性解析結果を用いて、近年の理論研究により導出された上記の安定化効果を無効化する電子ドリフト音波の効果を考慮した分散関係式を解くことにより、イオン反磁性ドリフト・電子ドリフト音波双方を簡易的に考慮した小振幅 ELM (grassy ELM) の定量解析を行った。その結果、イオン反磁性ドリフト・電子ドリフト音波を考慮して同定した安定限界は、不安定モードの波長が短い領域ではイオン反磁性ドリフトのみを考慮して求めた安定限界に比べてはるかに不安定化され、理想バルーニングモードの安定限界に近いことを明らかにした。この結果は、これまでのバルーニングモードの安定性に対する定性的な理解 (イオン反磁性ドリフト効果のみを

考慮) が不十分であるために、数値実験解析結果との間に矛盾が生じていたことを示すものであり、今回の数値解析で対象とした“イオン反磁性ドリフト・電子ドリフト音波の効果を考慮しても不安定化するバルーニングモード”が grassy ELM の有力な候補であることが確認された。これらの結果から、grassy ELM の解析はイオン反磁性ドリフト効果および電子ドリフト音波の双方を考慮した安定限界を評価して行うことが望ましいが、同安定限界は理想バルーニングモードの安定限界に近い場合、簡易的には理想バルーニングモードの安定限界を評価して行うことが可能であるといえる。詳細は講演にて発表する。



Grassy ELMプラズマの安定性図

(s: 磁気シア,  $\alpha$ : 規格化圧力勾配)。実線がイオン反磁性ドリフト・電子ドリフト音波を考慮した、破線が理想MHDモデル、点線がイオン反磁性ドリフトのみを考慮した場合の安定限界。⊗は実験を模擬したプラズマパラメータの位置。イオン反磁性ドリフトだけでなく電子ドリフト音波を考慮することで短波長側で安定限界が理想MHDモデルに近づいていることがわかる。