

ゼロ磁気シア領域を持つトカマクプラズマにおける MHD 不安定性の
大域的ジャイロ運動論解析

Global gyrokinetic analysis of MHD instabilities in tokamak plasmas
with zero magnetic shear region

石田祐太郎, 石澤明宏, 中村祐司, 今寺賢志, 岸本泰明¹

Yutaro Ishida, Akihiro Ishizawa, Yuji Nakamura, Kenji Imadera, Yasuaki Kishimoto¹

京大エネ科¹

Graduate School of Energy Science, Kyoto University¹

ITER 等の次世代核融合デバイスにおいては、定常的な燃焼プラズマを達成するため、自発電流割合を高めた先進トカマク配位が検討されている。先進トカマク配位では、コア部の高い自発電流割合により安全係数は平坦または反転した分布を持ち、磁気シアがゼロとなる領域が現れる。このようなゼロ磁気シア領域を持つプラズマの MHD 不安定性および乱流輸送の理解は重要である。特に、圧力駆動型の不安定性は、高波数のモードに対してより不安定となり、ドリフト周波数および有限ラーマー半径効果といった運動論効果によって強く影響を受けるため、運動論シミュレーションを行う必要がある。そこで、従来の局所解析に比べて、ゼロ磁気シア領域の解析に有利な、大域的ジャイロ運動論シミュレーションコード GKNET[1] を用いて、圧力駆動型不安定性の解析を行う。

同じ圧力分布で異なる磁気シアを持つプラズマを対象として計算を行った。その正磁気シア配位と負磁気シア配位の q 分布を図 1 に示す。イオンベータ値 $\beta_i = 2\%$ 、トロイダルモード数 $n = 10$ に対して、負磁気シア配位の方が成長率が高く、不安定であった。これは、負磁気シア配位の方が磁気シアによる安定化効果が小さいことに起因すると考えられる。図 2 に不安定性の静電ポテンシャル揺動のモード構造を示す。正磁気シア配位の場合、高ベータで発生する運動論的バルーニングモード (KBM) はトーラスの外側に局在する一方、負磁気シア配位では、トーラスの内側でも成長するインターチェンジ型のモードが現れることが示された。また、図 2 における青線は安全係数の最小値 q_{min} の位置を示しており、モードは q_{min} 面よりも内側の磁気シアが極めて小さい領域に現れていることが分かる。講演では、負磁気シア及び弱磁気シアが MHD 不安定性および電磁的ドリフト波不安定性に与える影響を系統的に調べた結果を報告する。

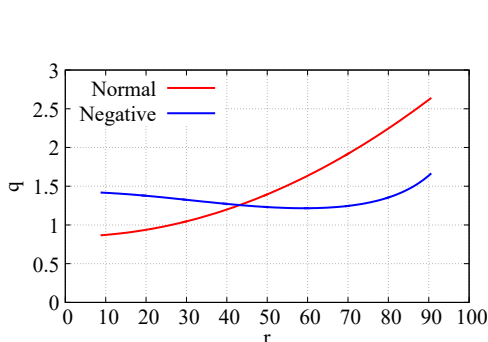


図 1: 安全係数分布

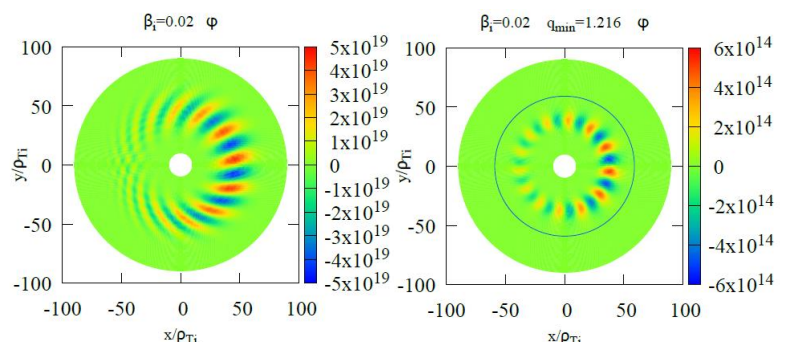


図 2: (左) 正磁気シア配位, (右) 負磁気シア配位における静電ポテンシャル分布. 青線は q_{min} 面を表す.