

トカマクプラズマにおける内部キンクモードと分岐MHD平衡 The Internal Kink Mode and Bifurcated MHD Equilibrium in Tokamak Plasma

濱中幸太¹⁾, 鈴木康浩²⁾, 石澤明宏¹⁾, 中村祐司¹⁾
Kota Hamanaka¹⁾, Yasuhiro Suzuki²⁾, Akihiro Ishizawa¹⁾, Yuji Nakamura¹⁾

1) 京都大学エネルギー科学研究科, 2) 核融合科学研究所
1) Graduated School of Energy Science, Kyoto University, 2) NIFS

近年, トカマクプラズマにおいても非軸対称性の重要性が注目されており, 三次元MHD平衡コードVMECを用いた解析が多く行われている. その中でも特に注目されているのが, 軸対称な境界条件の下であっても, プラズマ内部でヘリカルな磁気面形状を持つ分岐平衡という現象である. 分岐平衡は, プラズマ中心付近で安全係数 q が逆シア, もしくは平坦となるような分布を持ち, その極小値 q_{\min} が1付近であるという条件の下で得られる. 図1にVMECによる計算で求めた分岐平衡時の磁気面を示す. プラズマ半径に対し微小ではあるが磁気軸がヘリカル変位している(図1). 図1と同じ条件のプラズマに対し q 分布の q_{\min} の値のみを変化させた際の, 磁気軸のヘリカル変位をそれぞれ示したものが図2である. q_{\min} が1付近で大きく変位していることが分かる. 以上のように文献[1]で示された分岐平衡解を得た. 三次元MHD非線形シミュレーションによれば, 分岐平衡が存在する軸対称解は内部キンクモードが不安定になり, この不安定性と分岐平衡との関係が示唆されている[1]. しかしながら, 図2に示すように, 安全係数の極小値が一定値を下回るようなプラズマでは分岐平衡による磁気軸のヘリカル変位がほとんど見られない. これは, VMECが磁気島の形成を許さないことにより, q_{\min} が一定値を下回るような不安定性の強いプラズマの平衡計算に不向きであることが原因だと考えられる.

本研究では, 分岐平衡の形成機構を明らかにすることを目的として, 抵抗性MHDシミュレーションによりキンクモードの時間発展の計算を行う. その第一段階として, 簡約化MHDシミュレーション[2]で求めた, 内部キンクモードの時間発展による磁気面の変化を図3に示す. 発表ではキンクモードによる分岐平衡形成過程のシミュレーションとしてVMECによる計算

で分岐平衡が確認されたプラズマに対しその時間発展を計算し, その結果を発表する予定である.

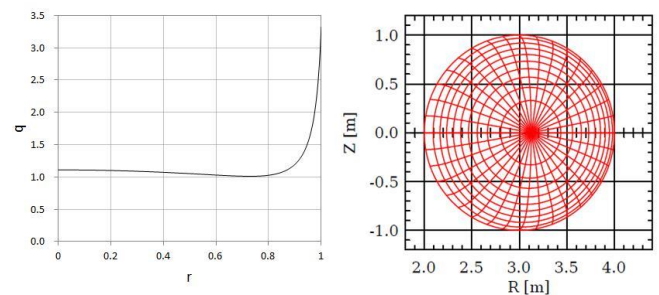


図1 分岐平衡時の q 分布と磁気面

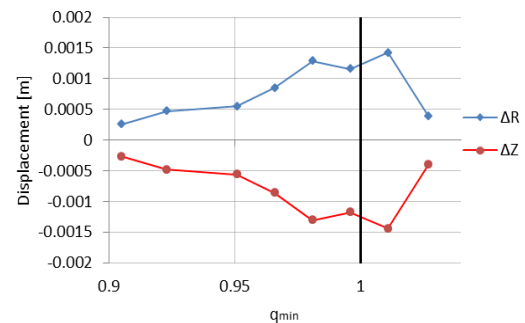


図2 分岐平衡時の q_{\min} と磁気軸のヘリカル変位. ΔR , ΔZ はそれぞれ図1の R , Z 方向の変位

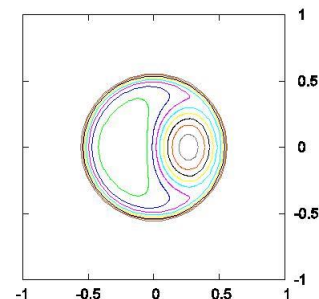


図3 内部キンクモードの磁気面

参考文献

- [1] W.A. Cooper et al., Plasma Phys. Control. Fusion, 124005 (2011).
[2] A. Ishizawa and N. Nakajima, Physics of Plasmas, 040702 (2007).