

シアフローを含むLHDプラズマの三次元MHD数値解析

Three-dimensional numerical analysis of LHD plasmas including shear flow

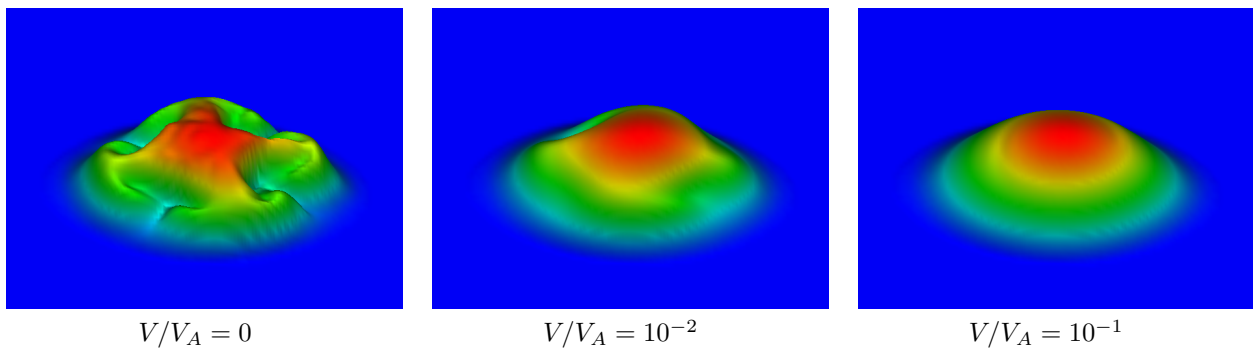
市口勝治^{1,2}, 鈴木康浩^{1,2}, 佐藤雅彦¹, 藤堂泰^{1,2}, Timothee NICOLAS¹, Benjamin A. Carreras³,
 榊原悟^{1,2}, 武村勇輝¹, 大館暁^{1,2}, 成嶋吉朗^{1,2}

Katsuji ICHIGUCHI^{1,2}, Yasuhiro SUZUKI^{1,2}, Masahiko SATO¹, Yasushi TODO^{1,2}, Timothee
 NICOLAS¹, Benjamin A. Carreras³, Satoru SAKAKIBARA^{1,2}, Yuki TAKEMURA¹, Satoshi
 OHDACHI^{1,2}, Yoshiro NARUSHIMA^{1,2}

核融合研¹, 総研大², カルロス三世大³
 NIFS¹, SOKENDA², Univ.Carlos III¹

大型ヘリカル装置 (LHD) の実験では、多くのMHD現象がプラズマの回転とともに観測されている。特に、近年では、ロックモードのように、プラズマ回転の停止とモードの成長が関連付けられるような観測も行われてきている [1]。従って、MHD現象を理解する上で、プラズマ回転の効果が重要になってきた。しかし、LHDに対するこれまでの理論及びシミュレーション研究では、プラズマの回転を生じさせるフローを取り入れた解析は系統的になされてこなかった。そこで、本研究では、LHDプラズマにおける圧力駆動型モードに対するシアフローの効果を、三次元数値シミュレーションを用いて解析を行っている。

本来、安定性に対するフローの効果を調べるためには、フローを含む平衡状態を求め、その平衡に対して摂動の成長を調べなければならない。しかし、ヘリオトロン配位では、有限のシアフローを含む三次元平衡を求める手法は確立されていない。そこで、解析の第一段階として、まず、静止平衡を仮定し、安定性解析の段階でシアフローの効果を導入することにした。平衡計算には、HINT2コード [2] を用い、安定性計算には、MIPSコード [3] を用いる。どちらのコードにおいても、円柱座標 (R, ϕ, Z) が採用されている。シアフローとして、 $\mathbf{v} \nabla \Psi = 0$ を満たす \mathbf{v} を用いる。ここで、 Ψ は平衡での磁気面のラベルである。また、シアフローのプロファイルとしては、実験で得られているものに近いものを採用する。シミュレーションの結果、下図に示すように、ポロイダルフローが大きくなるにつれて、交換型モードの成長及びそれに伴う圧力分布の崩壊が抑制されるという結果が得られた。



図：交換型モードの非線型発展による圧力分布の変形。

- [1] Y. Takemura, et al, Nucl. Fusion **51** (2011) 094021.
 [2] Y. Suzuki, et al, Nucl. Fusion **46** (2006) L19.
 [3] Y. Todo, et al, Plasma and Fusion Res. **5** (2010) S2062.