

JT-60Uで観測されたNTMによるSawtooth抑制とNTVトルク Suppression of Sawtooth and NTV torque induced by NTM in JT-60U

坂東隆宏¹⁾, 井上静雄²⁾, 篠原孝司³⁾, 本多充⁴⁾, 諫山明彦²⁾
BANDO Takahiro¹⁾, INOUE Shizuo²⁾, SHINOHARA Kouji³⁾, HONDA Mitsuru⁴⁾,
and ISAYAMA Akihiko²⁾

(1) 豊橋技術科学大学, (2) QST, (3) 東大, (4) 京大
(1) TUT, (2) QST, (3) Univ. of Tokyo, (4) Kyoto Univ.

本発表では, $m/n = 2/1$ NTM による Helical Core (HC) の励起, 励起された $n = 1$ HC の駆動を介した Sawtooth コラプスの抑制[1], そして NTM 自身が作り出した磁場に起因した Neoclassical toroidal viscous (NTV) torque によるモードロッキング (Locked mode) [2] に関する成果を詳述する。

JT-60U において, $m/n = 2/1$ NTM の ECCD での安定化の有無が異なる 2 放電で, $q_{\min} \sim 1$ であるにも関わらず, $m/n = 2/1$ NTM が安定化されていない放電でのみ Sawtooth コラプスの抑制が観測された。両放電にて, Sawtooth コラプスの安定性に寄与する各種分布を詳細に比較することで, $m/n = 2/1$ NTM の存在の有無が確かに Sawtooth コラプスの抑制に寄与していることを示した。また, Sawtooth コラプスは, ECCD による $m/n = 2/1$ NTM の安定化の過程で励起することを示した (図1)。以上に加え, $m/n = 2/1$ NTM 由来の HC による非軸対称速度分布の観測から, $m/n = 2/1$ NTM に起因する Dynamo loop voltage が Sawtooth 抑制に寄与している可能性を世界で初めて指摘した。

JT-60U における $m/n = 2/1$ NTM の観測では, NBI により Co 方向へのトルクが印加されているにも関わらず, 低周波数 (~ 20 Hz) では Ctr 方向にのみ回転する様子が報告されている。外部摂動磁場が存在しない系での一般的なモデル[3]では, 抵抗壁に流れる渦電流によるトルク (T_{wall}) と NBI によるトルクを評価して回転周波数を説明するが, 本観測はこれらのトルクだけでは説明できずこれまでに考慮されていない Ctr 方向にのみ駆動するトルクの存在が示唆された。本研究では, Ctr 方向へのトルクとして, 他のトルクの可能性を排除した上で, NTM 自身の摂動磁場による NTV トルク (T_{NTV}) を検討した。 T_{NTV} の駆動方向を決定する Offset velocity や T_{wall} の定量的な評価を通し (図2), NTM 自身の摂動磁場による T_{NTV} が Ctr 方向へのトルクの源

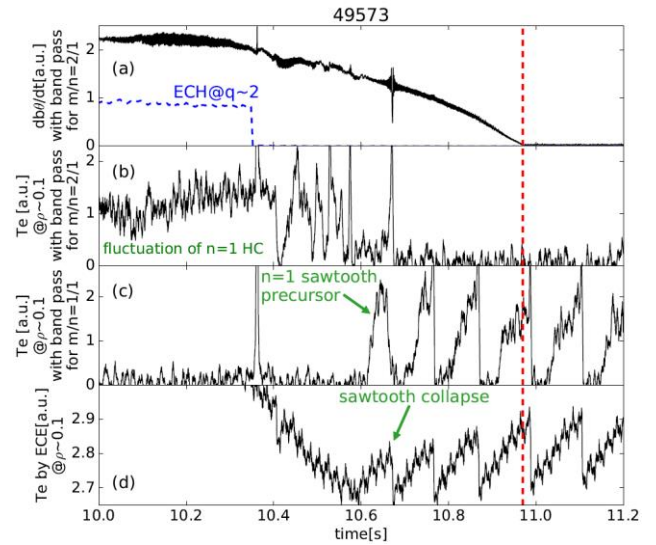


図1 ECCD により $m/n = 2/1$ NTM が安定化される途中で観測された Sawtooth コラプスの様子。

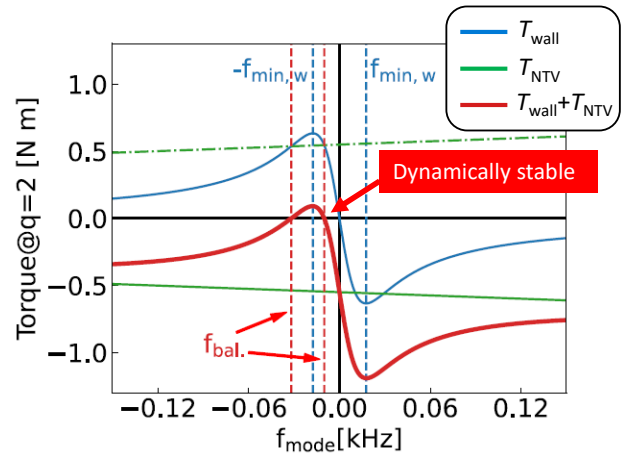


図2 $T_{\text{wall}} + T_{\text{NTV}} = 0$ を満たし力学的に安定な平衡点が存在する様子。

であり, Locked mode のモデリングにおいて考慮する必要性を世界で初めて指摘した。

[1] T. Bando et al., *Plasma Phys. Control. Fusion*, **63** 085009 (2021).

[2] T. Bando et al., *Plasma Phys. Control. Fusion*, **63** 115005 (2021).

[3] D.A. Gates and T.C. Hender, *Nucl. Fusion*, **36** 273 (1996).