

## 逆磁場ピンチのヘリカル状態における3次元圧力構造 Three-Dimensional Structure of Pressure in Helical States of Reversed-Field Pinch

○水口直紀<sup>1)</sup>, 三瓶明希夫<sup>2)</sup>, 岡本崇之<sup>2)</sup>, 政宗貞男<sup>2)</sup>  
○N. Mizuguchi<sup>1)</sup>, A. Sanpei<sup>2)</sup>, T. Okamoto<sup>2)</sup>, S. Masamune<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>核融合研, <sup>2)</sup>京都工繊大

<sup>1)</sup>NIFS, <sup>2)</sup>Kyoto Inst. Tech.

### 背景・目的

比較的弱い磁場と大きな内部電流により、自律性の高い高ベータプラズマを閉じ込める逆磁場ピンチ (RFP) では、常時揺動が観測されるが、しばしば過渡的に単一の主モードに揺動成分が集中し、トーラス全体がヘリカル状に変形した状態が現れる[1,2]。準単一ヘリシティ状態 (QSH) とも呼ばれる、このヘリカル状態の発生機構解明のため、著者等によるシミュレーション解析の初期結果[3]では、様々な条件の下でヘリカル構造の形成過程を再現した。構造形成に多様性を示す一方で、構造形成の際にホローなそら豆型のポロイダル圧力分布が普遍的に現れることを予測した。その後の実験でも、似た構造が観測されるに至り、この特徴的な圧力構造の形成機構をより詳細に明らかにすることが、本研究の目的となる。

### 方法

主としてRELAX装置(アスペクト比: A~2)の実験パラメータを大まかに模擬した数値平衡解を初期値とし、装置を模擬した全トーラス体系を設定し、陽解法・有限差分法に基づく汎用3次元圧縮性非線形MHDソルバーであるMIPSコード[4]を用いて、Alfvén時間の数百倍にわたって擾乱成分の時間発展を解く。計算の全域にわたり一様の抵抗および粘性による散逸項を仮定し、Hartmann数および磁気Reynolds数は $10^4 \sim 10^6$ 程度を設定した。また比較のため、RFX装置 (A~4) についても計算を行った。実際のRFP装置と同じように、プラズマに近接して円環状の金属壁境界を置いた。

### 結果概要

既知のごとく[5]、トロイダルモード数 $n \sim 2A$ 程度の主モードを中心に、複数の電流駆動モードが成長し、トーラス全体をヘリカル状に変形させる。これらはポロイダルモード数 $m$ は1で、

ポロイダル断面内でのシフトを引き起こす。従って、複数のモードの同時成長により流れの集中する箇所が生じるが、その近くにいくつか存在する有理面の近傍には有限の幅を持って乱れた磁気面が存在し、その領域を介して磁気再結合が起きる。その結果、コア領域の高い圧力が有理面に沿ってそら豆状に流出し、上述の特徴的な圧力分布を生じることが判った(下図)。その際の圧力分布が、実験観測結果ともよく一致した。

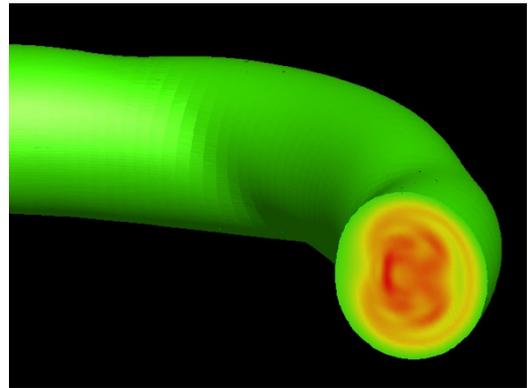


図 ヘリカル構造形成時に見られる特徴的な圧力分布

### 謝辞

本研究は、核融合科学研究所の共同研究 (NIFS18KNTT048、NIFS18KNST128) として行われ、計算はPlasma Simulatorが用いられた。

### 参考文献

- [1] K. Oki, et al., PFR 7, 1402028 (2012).
- [2] A. Sanpei, et al., J. Phys. Soc. Jpn. 86, 063501 (2017).
- [3] N. Mizuguchi, et al., PFR 7, 2403117 (2012).
- [4] Y. Todo, et al., PFR 5, S2062 (2010).
- [5] P. Matrin, et al., Nucl. Fusion 43, 1855 (2003).