

TST-2球状トカマクにおけるマイクロ波イメージング反射計を用いた  
電子密度揺動計測

Density fluctuation measurements on the TST-2 spherical tokamak  
using microwave imaging reflectometer

飯田勇介<sup>1</sup>, 長山好夫<sup>2</sup>, 高瀬雄一<sup>1</sup>, 江尻晶<sup>1</sup>, 辻井直人<sup>1</sup>, 土屋隼人<sup>3</sup>, 大砂真樹<sup>3</sup>, 山口聡一郎<sup>4</sup>,  
渡邊理<sup>1</sup>, 矢嶋悟<sup>1</sup>, 吉田裕亮<sup>1</sup>, 山崎響<sup>1</sup>, 岩崎光太郎<sup>1</sup>, 川又裕也<sup>1</sup>, 坂本将<sup>1</sup>, 青井優樹<sup>1</sup>,  
高竜太<sup>1</sup>, 松崎亨平<sup>1</sup>, 大石輝希<sup>1</sup>

Yusuke Iida<sup>1</sup>, Yoshio Nagayama<sup>2</sup>, Yuichi Takase<sup>1</sup>, Akira Ejiri<sup>1</sup>, Naoto Tsujii<sup>1</sup>, Hayato Tsuchiya<sup>3</sup>,  
Masaki Ohsuna<sup>3</sup>, Soichiro Yamaguchi<sup>4</sup>, Osamu Watanabe<sup>1</sup>, Satoru Yajima<sup>1</sup>, Yusuke Yoshida<sup>1</sup>,  
Hibiki Yamazaki<sup>1</sup>, Kotaro Iwasaki<sup>1</sup>, Yuya Kawamata<sup>1</sup>, Sho Sakamoto<sup>1</sup>, Yuki Aoi<sup>1</sup>, Ryuta Ko<sup>1</sup>,  
Kyohei Matsuzaki<sup>1</sup>, Teruki Oishi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学, <sup>2</sup>日本大学, <sup>3</sup>核融合科学研究所, <sup>4</sup>関西大学  
<sup>1</sup>Univ. Tokyo, <sup>2</sup>Nihon Univ., <sup>3</sup>NIFS, <sup>4</sup>Kansai Univ.

### 1. 背景・目的

当研究室では球状トカマク型装置TST-2を用いて高温プラズマの研究を進めている。しかし、内部再結合現象 (IRE) によってプラズマのエネルギーが放出されてしまうことが知られており、プラズマの安定的な閉じ込めのためにはIREの制御・抑制が必要となる。IREの構造を解き明かし、より良い閉じ込めを実現するため、我々はマイクロ波イメージング反射計 (MIR) を開発し、プラズマ計測を進めている。本研究の目的は、MIRを用いて電子密度揺動を3次元計測し、IRE前後の密度揺動の変化や、密度揺動と他の揺動との関係を明らかにすることである。

### 2. 実験装置

本研究はTST-2 ( $R_0 = 0.36$  m,  $a = 0.23$  m,  $R_0/a = 1.57$ ,  $B_{t0} < 0.3$  T,  $I_p < 120$  kA) のオーミック放電を対象とする。開発したMIRは、受信器として2次元アンテナアレイ (6×6の36チャンネル) を使用し、25 ~ 35 GHzの2種類の周波数の波を同時に照射することで、密度揺動の3次元計測を行う。

### 3. 実験結果

MIRで得られた位相信号からMHD周波数帯 (~10 kHz) の密度揺動が観測された。また干渉計 (104 GHz)、磁気プローブ、軟X線 (Alフィルター) の信号においても同様の揺動が見られた。それぞれの信号とMIR信号との間に、 $\text{coh}^2 = 0.6 \sim 0.9$  程度の相関があることが明らかになった。

次にMIRの位相信号から5 ~ 20 kHzの成分を抽出し、密度揺動の2次元イメージを作成した。以下に27.7 GHzの入射波によって得られたIRE前後のイメージを示す (図1)。IRE時に見られるプラ

ズマ電流のスパイクの立ち上がり時刻を  $t_{sp} = 0$  とし、 $t_{sp} \sim -1.08$  ms,  $t_{sp} \sim -0.08$  ms,  $t_{sp} \sim +0.92$  ms の揺動を図に示した。IRE発生時の約1 ms前 (図1(a)) に比べ、IRE発生時 (図1(b)) では密度揺動が大きくなり、IREの発生後 (図1(c)) に揺動が小さくなることわかる。同様に、IRE発生前後で磁場揺動と軟X線強度の揺動は増加・減少し、密度揺動との定性的な一致が見られた。しかしIRE前後の揺動振幅の変化を比較すると、磁場や軟X線強度と比べて密度揺動の振幅変化は小さく、IREに対する各揺動の応答が異なることが示唆された。

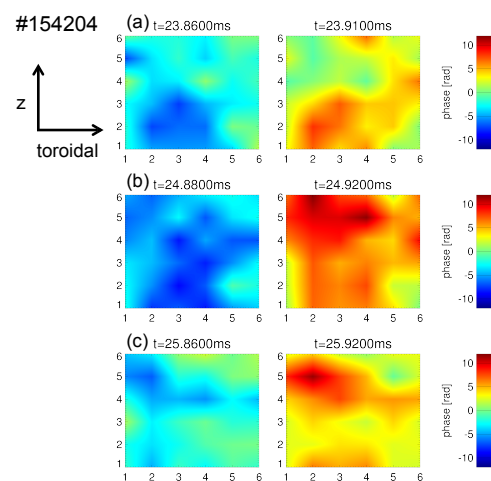


図1 位相の2次元イメージ(a)  $t_{sp} \sim -1.08$  ms、(b)  $t_{sp} \sim -0.08$  ms、(c)  $t_{sp} \sim +0.92$  ms。縦軸、横軸はチャンネル番号を示し、チャンネル間隔はおおよそ27 mm。左図は揺動の谷の時刻の、右図は揺動の山の時刻の位相を示す。

### 参考文献

- [1] A. Ejiri, et al.: Nucl. Fusion 43 (2003) 547.  
[2] Y. Takase, et al.: Nucl. Fusion 41 (2001) 1543.