

負透磁率空間におけるマイクロ波プラズマ生成の分岐現象

Bifurcation phenomena of microwave plasma generation in negative permeability space

京都大工¹, °中村 嘉浩¹, 酒井 道¹Kyoto Univ.¹, °Yoshihiro Nakamura¹, Osamu Sakai¹

E-mail: y_nakamura@plasma1.kuee.kyoto-u.ac.jp

1.はじめに

高密度プラズマ生成はプラズマプロセスの高速化などで必要とされるが、高密度化するとプラズマの誘電率は負となり、通常マイクロ波の伝搬を妨げてしまうことから、マイクロ波プラズマ生成の密度には理論的な限界が存在する。しかし、二重分割リング(DSRR)共振器アレイなどの構造を用いて透磁率を負とし^[1]屈折率が負の実数となることで、高密度なプラズマ中にマイクロ波が伝搬することが可能となることを、我々は理論的に予測した^[2]。これまでの発表で、負の透磁率空間上に十分大きな電力を持ったマイクロ波を入射すると、負誘電率プラズマが生成されることを報告している^[3]。本発表では、先の理論検討^[2]に引き続き、負透磁率空間において伝搬するマイクロ波により、プラズマ生成が自己無撞着に発生する現象を報告する。この理論解析によると、自己無撞着性が非線形な分岐現象を引き起こすと予測される。

2.理論解析及び考察

マイクロ波伝搬とプラズマ生成現象を自己無撞着に解析する。Fig. 1 のような解析モデルにおいてプラズマの密度を一様とした場合のマイクロ波の伝搬の様子を解析し、Fig. 1 中のプラズマが維持されるために必要なマイクロ波条件をプラズマの密度保存則を用いて解析することで、各入射電力 P_0 に対するプラズマの密度を求めた。解析結果より、比透磁率 μ_r が正と負の場合において入射電力に対する非線形な分岐現象(Fig. 2)を導出した。ただし、縦軸は Fig. 1 におけるプラズマの電子密度 n_e 、横軸は $z=0$ からの入射電力 P_0 である。Fig. 2 より、負の透磁率空間において比較的少ない電力で、高密度なプラズマ生成が可能であることがわかる。本講演では実験的な検証と合わせて詳細に報告する。

参考文献

- [1] J. B. Pendry, A. J. Holden, D. J. Robbins, and W. J. Stewart, IEEE Trans. Microw. Theory Tech. **47** (1999) 2075.
 [2] O. Sakai, J. Appl. Phys. **109** (2011) 084914.
 [3] 飯尾聡, 中村嘉浩, 酒井道, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17a-A7-19 (2012)

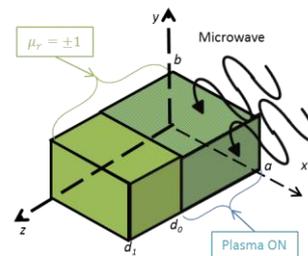
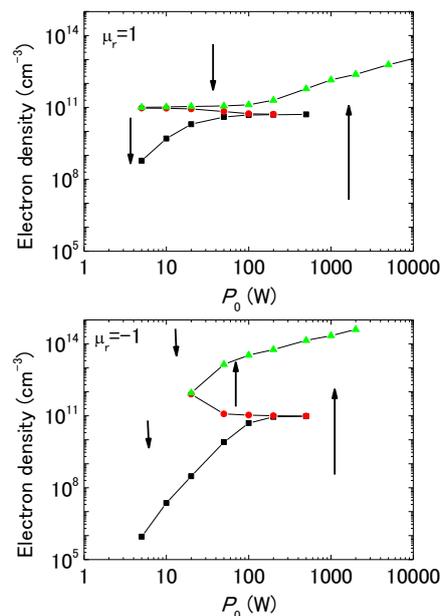


Fig. 1: Numerical calculation model.

Fig. 2: Phase diagram on $n_e - P_0$ plane.