## キャビティ内のマイクロ波放電によるプラズマ生成シミュレーション

Simulation of Plasma Generation by Resonant-Cavity Microwave Discharge

## ○佟 立柱 (計測エンジニアリングシステム)

<sup>°</sup>Lizhu Tong (Keisoku Eng. Sys.)

E-mail: tong@kesco.co.jp

電気推進機の一種であるマイクロ波加熱型プラズマジェットは,空洞共振器(キャビティ)を 用いたマイクロ波放電により推進剤気体を加熱し,生成される高エンタルピープラズマを固体ノ ズルで膨張させ,そのエネルギーを推進エネルギーに変換するロケットである。また,キャビテ ィによって生成されたマイクロ波プラズマは材料プロセスにも応用されている。キャビティにお けるマイクロ波電場やパワー照射についての数値解析は既に掲載されたが,マイクロ波放電メカ ニズムを十分に理解するため,プラズマ生成シミュレーションが必要となる。

本研究はマルチフィジックス解析ツールCOMSOL Multiphysics<sup>®</sup>を用いて、キャビティ内のマイ クロ波プラズマのシミュレーションを行った。Ar/O2混合ガスの14種の化学種および34種の化学反 応を考慮した。図1はキャビティ内のマイクロ波電場の電界強度および電子密度分布である。キャ ビティモードはTM011、Ar/1%O2ガスの圧力は40 Torr、マイクロ波の周波数は2.45 GHz、プラズマ に照射されたパワーは100 Wである。放電初期にキャビティ先端に高い電場が示されたが、安定 放電の後にマイクロ波がプラズマにより反射されることで、プラズマ領域にて電界強度が減少し たことが明らかになった。また、マイクロ波のプラズマへの浸透深さは衝突の影響も示された。



Figure 1. Electric field and electron density in a resonant-cavity microwave discharge.

## 参考文献

- [1] M. M. Micci, S. G. Bilén, and D. E. Clemens, History and Current Status of the Microwave Electrothermal Thruster, *in Progress in Propulsion Physics, EUCASS Proceedings Series 1*, 2009: 425-438.
- [2] H. Tahara, K. Minami, T. Yasui, K. Onoe, Y. Tsubakishita and T. Yoshikawa, Jpn. J. Appl. Phys. 32, 1993: 1822-1828.
- [3] M. S. Yildiz and M. Celik, AIP Advances 7, 2017: 045021.
- [4] N. Balcon, G. J. M. Hagelaar, and J. P. Boeuf, IEEE Trans. Plasma Sci. 36 (5), 2008: 2782-2787.
- [5] A. Meiners, Development, characterization and applications of non-thermal air plasma jets, *Dissertation*, Georg-August-Universität Göttingen, 2011.