

## ビーム推進機の飛行性能改善に向けた電離構造及び衝撃波伝搬の数値的研究

報告書番号：R17JACA17

利用分野：JSS2大学共同利用

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2017/4283/>

### ● 責任者

高橋聖幸 東北大学

### ● 問い合わせ先

高橋聖幸 mtakahashi@rhd.mech.tohoku.ac.jp

### ● メンバ

高橋聖幸

### ● 事業概要

ビーム推進機ノズル内部で生ずる放電現象及び衝撃波伝搬を数値的に再現し、ビーム推進機の推進性能を改善する。

### ● JSS2 利用の理由

ビーム推進機ノズル内部での多次元的な放電現象及び衝撃波伝搬を数値的に解く場合、計算コストが増大し、研究室内での計算機を用いた研究が困難となる為。

### ● 今年度の成果

外部磁場をノズル内部へと印加した場合の多次元電離構造を数値的に再現する事が出来、分極ドリフトによって非対称な電離構造が形成される事を世界で初めて見出した。また、ノズル前縁にバタフライ弁を装着するオープンフロントアプローチと呼ばれる手法を世界で初めて提案し、ノズル内部を伝搬する膨張波を排除する事でビーム推進機の推進性能及び吸気性能を改善した。

### ● 成果の公表

#### ● 査読付論文

- 1) M. Takahashi and N. Ohnishi, "Joule-Heating-Supported Plasma Filamentation and Branching During Subcritical Microwave Irradiation," AIP Advances, Vol. 7, 055206, 2017.
- 2) 高橋聖幸, "ミリ波放電の物理とマイクロ波ロケットへの応用," Journal of Plasma Fusion Research, Vol. 93, No. 10, pp. 478-483, 2017.
- 3) M. Takahashi and K. Komurasaki, "Discharge from a High-Intensity Millimeter Wave Beam and Its Application to Propulsion," Advances in Physics: X, Vol. 3, Issue 1, 1417744, 2018.

- 4) M. Takahashi and N. Ohnishi, "Open-Front Approach a Microwave Rocket Sustained by a Resonant Magnetic Field," *Journal of Propulsion and Power* (accepted).
- 5) M. Takahashi and N. Ohnishi, "Postural Control for Beam-Riding Flight of a Microwave Rocket Using an External Magnetic Field," *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan* (accepted).
- 6) M. Takahashi and N. Ohnishi, "Thrust-Performance Maximization of Microwave Rocket Sustained by Resonant Magnetic Field," *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan* (accepted).
- 7) M. Takahashi and N. Ohnishi, "Gas-Species-Dependence of Microwave Plasma Propagating under External Magnetic Field," *Journal of Applied Physics* (under review).

● 査読なし論文

- 1) M. Takahashi and N. Ohnishi, "Numerical Modeling for Microwave Breakdown on a Beaming Rocket Supported by an External Magnetic Field," *Proceedings of 10th International Workshop of Strong Microwaves and Terahertz Waves: Sources and Applications, A3.3, 2017.*
- 2) M. Takahashi and N. Ohnishi, "Numerical Study for Interactions between Separation on Supersonic Flow and Laser-Induced Blast Wave," *Proceedings of the 31st International Symposium on Shock Waves, SBM000130, 2017.*
- 3) M. Takahashi and N. Ohnishi, "Two-Fluid Model Development for Magnetized Plasma Driven by an Intense Microwave Irradiation," *Proceedings of Plasma Conference 2017, 21P-98, 2017.*
- 4) 高橋聖幸, 小串貴年, 大西直文, "レーザー推進機の安定飛行維持に向けた流体軌道連成計算," 第3回宇宙太陽光発電シンポジウム講演論文集, 2017.
- 5) M. Takahashi and N. Ohnishi, "Separation Control on an Airfoil Using Repetitive Laser Pulses," *AIAA Paper 2018-1430, 2018.*
- 6) 高橋聖幸, 明官学, Francesca Gnani, Henny Bottini, 岩川輝, 大西直文, 佐宗章弘, "繰り返しレーザーパルス照射による剥離制御," 平成29年度航空宇宙空力シンポジウム講演論文集, 2L4, 2018.
- 7) 高橋聖幸, 明官学, Francesca Gnani, Henny Bottini, 岩川輝, 大西直文, 佐宗章弘, "繰り返しパルス照射によるブラスト波伝搬を利用した剥離流制御," 平成29年度衝撃波シンポジウム講演論文集, 080, 2018.

● 口頭発表

- 1) M. Takahashi and N. Ohnishi, "Numerical Modeling for Microwave Breakdown on a Beaming Rocket Supported by an External Magnetic Field," *10th International Workshop of Strong Microwaves and Terahertz Waves: Sources and Applications, Nizhnij Novgorod, Russia, 2017.*
- 2) 高橋聖幸, "Microwave-Driven In-Tube Accelerator (MITA) の検討," 第3回「高エネルギー電磁ビームに誘起される放電とその工学的応用」研究会/第5回マイクロ波ロケット研究会, 六ヶ所村, 2017.
- 3) 高橋聖幸, 小串貴年, 大西直文, "レーザー推進機の安定飛行維持に向けた流体軌道連成計算," 第3回宇宙太陽光発電シンポジウム, 東北大学, 2017.

- 4) M. Takahashi and N. Ohnishi, "Separation Control on an Airfoil Using Repetitive Laser Pulses," 2018 AIAA Aerospace Sciences Meeting, Kissimmee, Florida, 2018.
- 5) 高橋聖幸, 明官学, Francesca Gnani, Henny Bottini, 岩川輝, 大西直文, 佐宗章弘, "繰り返しレーザーパルス照射による剥離制御," 平成 29 年度航空宇宙空力シンポジウム, 天童, 2018.
- 6) 高橋聖幸, 明官学, Francesca Gnani, Henny Bottini, 岩川輝, 大西直文, 佐宗章弘, "繰り返しパルス照射によるブラスト波伝搬を利用した剥離流制御," 平成 29 年度衝撃波シンポジウム, 東北大学, 2018.

## ● JSS2 利用状況

### ● 計算情報

プロセス並列手法	MPI
スレッド並列手法	OpenMP
プロセス並列数	2 - 100
1 ケースあたりの経過時間	50.00 時間

### ● 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.11

内訳

計算資源		
計算システム名	コア時間(コア・h)	資源の利用割合※2 (%)
SORA-MA	869,058.46	0.12
SORA-PP	0.00	0.00
SORA-LM	0.00	0.00
SORA-TPP	0.00	0.00

ファイルシステム資源		
ファイルシステム名	ストレージ割当量(GiB)	資源の利用割合※2 (%)
/home	476.84	0.33
/data	9,765.63	0.18
/ltmp	1,953.13	0.15

アーカイバ資源		
アーカイバシステム名	利用量(TiB)	資源の利用割合※2 (%)
J-SPACE	0.00	0.00

※1 総資源に占める利用割合 : 3つの資源(計算, ファイルシステム, アーカイバ)の利用割合の加重平均

※2 資源の利用割合 : 対象資源一年間の総利用量に対する利用割合