

## 沿面アーク推進機の性能向上に向けたノズル径の検討

宇宙システム工学科 181A3061 真如友洋（指導教員：豊田和弘教授）

九州工業大学では超小型衛星用推進機として沿面アーク推進機の開発を進めている。沿面アーク推進機は電熱加速型の電気推進機である。推力発生原理がパルスプラズマスタと類似しているが、放電電流が数 A 程度の低定電流であるという点で異なる。

先行研究では、電源回路や使用推進剤の検討に関する研究が行われてきたが、ノズル径に関する研究は、一部を除いて、行われていない。本研究では、沿面アーク推進機の性能向上に向けて、ノズル径のサイズを変更しながら試験を行った。また、各ノズル径における沿面アーク推進機の性能評価を行い、沿面アーク推進機に最適なノズル径の選定を行った。性能評価としては、インパルスビット(推力)と推進剤流量の測定を行い、各ノズル径におけるインパルスビット(推力)と比推力を推定した。

## Study of Nozzle Diameter for Improvement of Performance of Surface Arc Thruster

Space Systems Engineering, 181A3061, Tomohiro Shinnyo  
(Supervisor : Prof Kazuhiro Toyoda)

Surface Arc Thruster (SAT) is a type of electric thruster for CubeSat attitude control. The principle of thrust generation is similar to Pulsed Plasma Thrusters, but the difference is that the discharge current is low and constant at a few amperes.

In previous studies, studies on the power circuit and the propellant used have been carried out, but no studies on the nozzle diameter have been carried out, except for a few. In this study, tests were conducted with different nozzle diameters in order to improve the performance of SAT. In addition, the performance of SAT was evaluated for each nozzle diameter, and the optimum nozzle diameter for SAT was determined. The impulse bit (thrust) and propellant flow rate were measured to estimate the impulse bit (thrust) and specific impulse for each nozzle diameter.

# 目次

第1章	序論	3
1.1	研究背景	3
1.2	宇宙機用推進機	5
1.3	電気推進機	8
1.4	超小型衛星・CubeSat用推進機	11
1.4.1	パルス型プラズマスラスタ(Pulsed Plasma Thruster, PPT)	11
1.4.2	真空アーク推進機(Vacuum Arc Thruster, VAT)	13
1.5	沿面アーク推進機(Surface Arc Thruster, SAT)	14
1.5.1	推進機概要	14
1.5.2	推力発生原理	15
1.5.3	使用推進剤	16
1.5.4	推進剤形状	18
1.6	推進機の評価方法	22
1.7	研究室の先行研究	22
1.8	研究目的	25
第2章	研究手法	26
2.1	実験装置	26
2.1.1	汎用チャンバー	26
2.1.2	電源装置	26
2.1.3	測定装置	27
2.1.4	イグナイタ(高圧着火装置)	32
2.2	ノズル径による推進性能の比較	32
2.2.1	ノズルと推力の関係	32
2.2.2	最適なノズル径の検討	34
2.3	実験手法	35
2.3.1	真空チャンバー内圧力測定実験	35
2.3.2	ターゲット推力測定実験	37
2.3.3	推進剤流量測定実験	40
第3章	実験結果	42
3.1	真空チャンバー内圧力測定実験	42
3.1.1	真空チャンバー内圧力変化	42

3.1.2	アーク電圧・アーク電流・アーク抵抗・コンデンサ電圧・放電時間.....	44
3.2	ターゲット推力測定実験 .....	53
3.3	推進剤流量測定実験 .....	57
3.4	実験後のノズルカバー .....	58
第4章	考察.....	59
4.1	真空チャンバー内圧力測定実験.....	59
4.1.1	真空チャンバー内圧力変化 .....	59
4.1.2	アーク電圧・アーク電流・アーク抵抗・コンデンサ電圧・放電時間.....	59
4.2	ターゲット推力測定実験 .....	60
4.3	推進剤流量測定実験.....	62
4.4	実験後のノズルカバー .....	62
4.5	最適なノズルカバーの決定.....	62
第5章	結論.....	64
第6章	今後の課題.....	64
参考文献	.....	65
謝辞	.....	67