



Title	準定常MPDアーク推進機の作動特性とその放電・加速機構
Author(s)	田原, 弘一
Citation	大阪大学, 1988, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/1186">https://hdl.handle.net/11094/1186</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	田	原	弘	一
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	8190	号	
学位授与の日付	昭和	63年	3月	25日
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系専攻			
	学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	準定常MPDアーケ推進機の作動特性とその放電・加速機構			
論文審査委員	(主査) 教 授 吉川 孝雄			
	(副査) 教 授 吉信 宏夫 教 授 角谷 典彦			

### 論文内容の要旨

電気ロケットの一種である準定常MPD推進機は宇宙基地の位置制御及び深宇宙探査の近き将来の推進機として有望視されている。本論文はその基本推進性能と放電・加速機構の関係を解明し、さらにNear-Earth-Missionのための外部磁場印加型ハイブリッド推進機の最適作動モードを明らかにしたものである。

総論では、MPD推進機の研究・開発の経緯と本研究の目的及びその内容についての概要を述べる。

第1章では、MPD推進機の加速原理を説明し、作動限界を定める上限電流及びAlfvénの臨界速度に基づく理論電流を定義する。

第2章では、放電電流3～20kAで0.6msecの準定常作動を行う実験装置と諸量の測定方法を説明する。

第3、4章では、まず推進性能に及ぼすガス種・電極形状効果を明らかにする。作動条件は臨界作動を越える条件をもカバーする。次に、各種プラズマ診断法により放電室内部の物理量分布を求め、アーケ構造を解明する。そして、それらの物理特性と先の特性実験の結果を比較検討し関連づける。

第5、6章では、まず一次元MHD方程式系に基づく数値解析により、電気伝導特性に及ぼすガス種の影響を明らかにする。希ガスと分子ガスの放電電流分布の相違が説明される。次に、その一次元解析モデルを軸対称三次元流れ場に拡張し、実際のMPD推進機の内部流れ場を解析する。放電室の加熱・反応過程及び加速・膨張過程が解明される。また推力も予測され、それは実験結果と比較検討される。

第7、8章では、Near-Earth-Missionのための高性能ハイブリッド推進機の開発を目指す。実用性を考慮した独自の方法で軸方向外部磁場の印加を行い、その作動特性を調べる。そして、放電電圧の

上昇を防ぎ推力のみを増加させ、推進効率を飛躍的に高めることができる作動モードが存在することを明らかにする。またその時、著しい電極損耗の減少がもたらされることが明らかにされる。

結論では、本研究成果を総括する。

### 論文の審査結果の要旨

本論文は近年、宇宙構造物の大型化・大電力化に伴い開発要求が高まってきた準定常MPD推進機の性能と放電・加速機構に関する研究をまとめたものである。

著者はまず、将来の多種多様なミッションへの適応を想定して、種々の推進剤と電極形状が推進性能に及ぼす影響を調べている。そして、その推進特性とプラズマ診断測定による電気伝導特性、加熱・電力吸収機構、加速・膨張機構の関係を明らかにしている。作動条件は理論臨界電流を越える条件をもカバーし広範囲である。その結果、放電特性は希ガス、 $H_2$ 及び $H_3$ 以外の分子ガスに区分することができ、水素原子を含む軽いガス、ノズル型アノードは電磁気的及び空気力学的加速に優れていることを明らかにしている。さらに、MPD推進機の作動限界がAnode Starvation Theoryで説明できることを示している。

次に、熱平衡、実在気体効果を含むMHD方程式系に基づく数値解析より、理論臨界電流以下の作動の場合、分子ガスと希ガスの電気伝導特性は解離反応の有無によって異なることを解明している。さらに、軸対称放電室の内部流れ場の数値解析を試み、カソードジェット内のエネルギー変換機構、加速・膨張過程を明らかにしている。また、その計算結果を実験結果と比較検討し、本解析モデルの限界をも指摘している。

Near-Earth-Missionのための外部磁場印加型ハイブリッドMPD推進機に関する研究では、印加用コイルを放電回路と直列に組み込み、種々の軸方向磁場に対する推進性能を調べている。その結果、放電電圧の上昇を防ぎ推力のみを上昇させる良好な外部磁場が $H_2$ と $NH_3$ の場合にそれぞれ存在することを示している。さらに、探針測定により、最適作動モードを実現する軸方向外部磁場の形状、強さ及びその効果を明らかにしている。

以上のように、本論文は将来の高性能・準定常MPD推進機の設計指針を与え、またその放電・加速機構に関し、多くの基礎的知見を与えており、宇宙推進工学の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は学位論文として価値あるものと認める。