審 査 の 結 果 の 要 旨

論文提出者氏名　　小 泉　　宏 之

修士（工学）小泉宏之提出の論文は「STUDY ON MICRO SPACE PROPULSION（マイクロ宇宙推進機に関する研究）」と題し英文で書かれ，五章および付録からなっている．

近年の宇宙開発の流れのひとつとして，マイクロスペースクラフトと呼ばれる小型衛星が大きい注目を集めている．小型化による部品コストおよび開発コストの削減，そして最も大きい効果となる打ち上げコストの削減が期待されている．また，小型衛星群を用いて一つのミッションを遂行することによって冗長性が確保される．この小型衛星開発の要となるのが推進系の小型化である．ここ十年の間，小型衛星の開発が大学をはじめとした各研究機関で行われているが，いまだミッションは試験的なものにとどまっている．実用的なミッションを遂行するためには，小型衛星に適した推進系が不可欠なのである．

マイクロ宇宙推進機に対する要求は，衛星のサイズ，用途，ミッションによって大きく変化してくる．衛星重量が 10kg 以下である超小型衛星においては，推進系に割り当てることができる重量は数 100g と厳しく，推進系に最も必要なものは小型･軽量といった特徴となる．一方，衛星重量が 10kg を超えてくると，推進系およびその他のハードに課せられる制限も緩やかになり，大きな比推力を要する長期的かつ高度なミッションを行える可能性も出てくる．

本研究では 100 kg 以下の小型衛星に搭載可能なマイクロ推進機を実現することを目的に，10kg 以下の超小型衛星には小型化に最も有利であるレーザーマイクロスラスタを，10kg を超える小型衛星に小型で高比推力の特徴を併せ持つ液体パルス型プラズマスラスタを選択し，両スラスタに関する研究を行った．また，これと並行して，マイクロスラスタの性能評価に不可欠となる微小推力測定装置の開発を行っている．

第一章は緒言であり，近年の小型衛星およびマイクロ推進機に対する研究開発の現状と課題を概観している。なかでも小型衛星に適したマイクロ推進機の開発が進んでおらず，実用に向けた開発が早急に必要であることを指摘し，本研究の役割・意義を明確にすると共に，複数種類のマイクロ推進機の作動実験を通じて，衛星サイズ・ミッションに応じて最適な推進機の提案を行っている．

第二章は，マイクロ推進機の研究開発に不可欠である微小推力測定装置について述べている．開発された微小推力用スラストスタンドは水平式のねじりバネ振子であり，推進機の搭載に関する制限が少なく汎用的な使用が可能である。また，軸に接触摩擦がなく信頼性が高いフレキシャルピボットを用いることにより，微小推力の高精度測定を可能としている。実際に複数種類のマイクロ推進機の推力測定結果が示されている．小型ながらも高い分解能および精度をも

ち汎用性の高い本スタンドはマイクロ推進機の研究開発にかかせないものといえる．

第三章は，10kg 以下の超小型衛星に適したデュアル推進モードのレーザーマイクロスラスタを提案し動作実証および基礎性能の把握を行っている．単一の半導体レーザーを用いた両モードの成立性，超小型衛星に適した１W 以下の小電力動作，および１μNから１ Nまでの幅広い推力発生性能が実証されている．また，排気プルームの質量分析および内部の熱解析により半導体レーザーによるポリマーのアブレーション機構および，熱反応を含めた数値解析により推進薬のレーザー着火過程の解明を行っている。

第四章は，10kg を超える小型衛星に対し小型で高比推力の特徴を併せ持つ液体パルス型プラズマスラスタを選択し研究を行っている．従来の固体推進剤を用いたスラスタでは，推進剤の流量制御ができず過剰な推進剤消費による性能低下が現れていた．これに対して本研究では液体を用いることによって，高比推力が得られ，また推力電力比についても，液体への導電性物質のシーディングおよびマイクロヒータによる液体の蒸発促進を試み，一定の向上があったことを確認している．

第五章は，結論であり本研究において得られた結果と知見を要約している．

以上要するに，近年，注目をあつめている小型衛星に搭載可能な推進系として，サイズ・ミッションに応じた複数のマイクロ推進機を提案し，それぞれの動作確認，物理現象の解明，性能向上の実証を行っており，その成果は宇宙推進工学上貢献するところが大きい．よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる．