

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 豊田和弘

修士（工学）豊田和弘提出の論文は「CW レーザー推進に関する実験的研究」と題し、7章より成っている。

宇宙ロケット用レーザー推進の構想は、1970年代に米国カントロヴィッツ博士によって提案され、人工衛星の打ち上げ、軌道遷移等の地球近傍の宇宙輸送手段を根本的に変える画期的な宇宙推進であるとして大いに期待され理論研究が行われてきた。特にCW(continuous wave)レーザー推進では、ロケットや宇宙機等の飛翔体の外部よりエネルギー源としてのレーザー光を連続的に導入して、高温のプラズマを生成し、推進剤がプラズマによって加熱され、ノズルを通して排出される。この過程で推力が発生するわけであるが、電気推進ロケットと同様に通常の化学推進ロケットに比べて極めて高い排気ガス速度が得られる。特に、地上からの打ち上げロケットに適用した場合、推進剤として周囲の空気を利用できるため、推進剤は極めて少量ですみ、画期的な宇宙輸送コストの低減が可能になる。しかしながら、このようにレーザー推進が宇宙輸送システムに大きな変革をもたらす推進技術であると期待されながら、現在まで研究開発が進んでおらず、レーザープラズマの特性やエネルギーの輸送過程等の内部現象について明らかにされていない。

著者は本論文で、最初にレーザー推進機内のレーザープラズマの生成および安定保持に関する作動実験を行い、その作動範囲やその作動特性について調べ、推進機出力発生的前提となる現象を実験的に明らかにしている。

第1章は序論である。本研究の背景、すなわち宇宙推進にとってCWレーザー推進の必要性、有効性を論じ、本研究の目的と意義を述べている。

第2章においては、レーザー推進機の作動原理について説明している。すなわち推進機内へ連続的に導入されたレーザー光エネルギーによってレーザープラズマが発生し、その周辺を流れる推進剤ガスを加熱する。推進剤ガスの熱エネルギーは超音速ノズルによって運動エネルギーに変換され、推力を生み出す。さらに、そのエネルギー輸送に至る過程での効率や損失を求め、推進性能を高めるためにはどのような推進機の形状や構造が必要かを述べている。

第3章では、実験装置および測定方法が説明されている。レーザープラズマ観測、推力測定を中心とする推進性能の導出、推進性能の向上といった目的の異なった3種類のレーザー推進機を設計試作した。また計測に必要な実験装置やその方法について、

詳細に説明している。

第4章においては、レーザープラズマの特性について述べている。この実験では、レーザープラズマの生成および維持に関する条件が調べられている。また、レーザープラズマはレーザー焦点よりも上流で維持されることを示し、レーザー焦点位置を移動することによりプラズマの位置の制御と最適化が可能であると述べている。

第5章では推進機基本性能の測定結果について述べている。推力の測定は大気環境下および真空環境下で行った。その結果、レーザー推進機の推力は概ね、チェンバー圧力、スロート面積、推力係数の積で表わされることがわかった。また、推力測定に加えて、熱損失の測定等によりレーザー光入力から推力発生に至る過程でのエネルギー配分についても明らかにしている。

第6章では、推進性能の改善の方法について述べている。ここではノズル上流に狭い空間を設けてレーザープラズマをその空間内に閉じ込めて、プラズマから推進剤ガスへのエネルギー伝達を高めることにより推進性能を改善できることを示した。

第7章は結論であり、本研究で得られた結果を要約している。

以上要するに、本論文ではレーザープラズマの生成およびそれによる推進剤の加熱、推力の発生を実験的に行い、推進性能の導出と改善への指針を得たものであり、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。