

[別紙 2]

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 山本高行

修士（工学） 山本高行 提出の論文は「空気吸い込み式推進機関を利用する上昇径路における誘導方法に関する研究」と題し、本文6章と、付録4項よりなる。

宇宙開発を推進していく上で、輸送コストの低減は欠かせない要素である。現在の主たる輸送手段はロケットを用いるものであり、燃料と酸化剤を輸送して使用することからその輸送性能には限界があるうえ、基本的に使い捨てのシステムであるため、輸送コストは低減の限界に近づいている。これに対し、揚力と空気吸い込み式推進機関を積極的に使用するスペースプレーンのような将来型の輸送機にあっては、大気中の酸素を酸化剤として利用するため、ペイロード重量の大幅な増加が可能であり、また機体の再使用により、大きな輸送コストの低減も期待できる。このように、スペースプレーンのような輸送機関の重要性は、将来の宇宙開発を推進していく上で、格段に高まっていくものと考えられる。

このスペースプレーンを特徴づけている、揚力および空気吸い込み式推進機関を用いる飛行方法、すなわち経路の決定とそれに沿って得られる性能については、これまでに多くの研究があるが、多くは非実時間での経路の最適化に終始してきた。しかし実際の飛翔への応用を考えた場合には、より柔軟かつ逐次的に誤差を修正する、実時間での処理・誘導手法の開発が必須とされているところである。しかるに、この分野の研究は未だ実用的な手法が確立しておらず、ほとんど手つかずの状況にある。ここでの上昇径路における誘導問題は、揚力および推力がともに動圧などに依存して大きく変化するという点において、従来のロケットによる打ち上げ経路での場合とは本質的に異なるため、全く新たな手法を必要としており、スペースプレーンなどの将来型輸送機の開発における主要な技術的課題の1つとなっている。

本論文が扱っている主題は、揚力と空気吸い込み式推進機関を利用する輸送機の、大気中の上昇径路における誘導方法の提案とその性能評価にある。本論文は、その主な結果として、新たな操舵則である独自の線形対数則の提案を行っており、またこの操舵則を用いて実時間で境界条件を満たす誘導法を提案し、評価・検証をおこなっている。

第1章は序論で、本研究の背景を概観し、従来のロケットにおける誘導法を、揚力や空気吸い込み推進機関を用いる輸送機に適用することが本質的に不可能

であることを述べ、このような輸送機の誘導に関わる研究手法と要求条件をまとめていく。

第2章は、本論文で扱う機体のモデルと直接数値最適化の結果を述べており、最適解に現れる操舵履歴の振動的な様相を解析し、よくその説明を与えている。

第3章は、第2章での議論に基づき、第4章で提案される主たる誘導法に関する議論に向けて、予備的に三角関数表現の誘導則を導出し、最適解との比較および数値評価を行っている。

第4章は、本論文の主たる議論の展開となっており、操舵則として独自の線形対数則を導出している。この操舵則を組み込むことで終端境界条件を実時間で求解できる誘導法を構築し、実際的な機体モデルにおいて実用上考慮することが不可欠な動圧拘束を含む径路拘束のある場合の誘導則の提案に成功している。さらに線形対数則の有効性を検証するために、直接数値最適解との比較を行っている。

第5章は第4章の実用性を数値的に検証しており、終端時刻を可変として、誘導範囲が拡大されることを示している。また実際的な機体モデルにおいて動圧拘束を陽に導入して誘導性能の評価を行っているほか、突風などの外乱を含めたシミュレーションを実施して、その有効性を確認している。

第6章は結論で、本研究の成果を要約している。

以上要するに、本論文は、初めて大気中の上昇径路における最適操舵則の解構造に関する数学的な議論を行い、独自の操舵則である線形対数則を提案するとともに、それを組み込んで実時間で境界条件を求解できる誘導則を構築し、その誘導性能を実際的な機体モデルに対して評価・検討を行っている。これら得られた成果は、揚力および空気吸い込み式推進機関を利用した径路を採り上昇する輸送機の誘導方法として、特定の機体に依存することなく広範囲に適用できるものであり、航空宇宙工学上寄与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。