

授賞者の研究業績の紹介

2016年度 第9回宇宙科学奨励賞授賞者

宇宙工学分野

九州大学大学院総合理工学研究院・助教

安養寺 正之（あんようじ まさゆき；1983年生）

業績の題目：火星大気風洞および関連計測技術の開発と低レイノルズ数領域における圧縮性効果の解明

火星探査は従来、周回衛星あるいはローバーなどの着陸機による探査に限定されてきた。火星大気を利用して高範囲に高解像度な探査を行う飛行探査については各国で研究がなされてきたが、未だ実現されていない。JAXA 宇宙科学研究所宇宙工学委員会のもとに火星探査航空機ワーキンググループが立ち上がり、火星大気中を飛行しながら探査を行う探査機（火星航空機）の研究開発が進められている。その中で、安養寺氏は火星の飛行環境における翼の流体力学的な研究を行い、その研究成果をもとに火星航空機的设计開発に主導的な貢献を果たしている。顕著な業績を以下にまとめる。

1. 火星大気風洞の開発

火星の飛行環境は地球とは大きく異なる。火星の大気密度は地球上の約1/100と小さいため、翼幅数メートル以下の小型の探査機のレイノルズ数は10の4乗程度の大きさになると考えられる。同時に音速も地球上の約2/3になるため飛行マッハ数が高くなりやすい。すなわち、火星航空機の開発には、低レイノルズ数・高マッハ数の飛行環境での翼の空力特性の解明が必要になる。

しかし世界的に見ても、低レイノルズ数・高マッハ数領域での翼の空力特性を取得することはできていなかった。安養寺氏は減圧環境下で高速気流を発生できる火星大気風洞を開発した。この風洞は、大型の減圧チャンバー内部に吸い込み式風洞を設置しており、内部の密度を下げることによって低レイノルズ数領域の流れを実現し、エジェクター駆動方式を採用することによって減圧環境下でマッハ数0.8までの高速気流領域での試験をすることができる。特に、チャンバー内部の密度を下げた状態で流速を上げることによって低レイノルズ数でも高い動圧を確保することが可能になり、低レイノルズ数領域における計測精度・信頼性の向上が図られている（論文1）。

2. 低レイノルズ数・高マッハ数領域での翼の空力特性の解明

安養寺氏は上記火星大気風洞を用いて、各種の翼の低レイノルズ数・高マッハ数領域での空力特性を世界で初めて取得することに成功した。特に、安養寺

氏が開発した減圧環境下で適用可能な感圧塗料を用いた翼表面圧力分布計測技術を駆使して、翼表面の圧力分布を計測し迎角変化に伴う圧力分布の特徴から、剥離・剥離泡の形成・崩壊といった空力変化の要因となる流体特性を明らかにした。この圧力分布の特徴から、低レイノルズ数領域で生じやすい剥離剪断層は圧縮性効果によって安定化され、再付着点が後縁側に移動することで剥離泡が伸展すること、さらに剥離泡の崩壊が早期に発生することによって高迎角で揚力低下が生じやすく失速特性が悪化する傾向にあることなど、火星航空機を始めとする低レイノルズ数・高マッハ数領域で飛行する航空機的设计上極めて重要な空力特性を明らかにしている（論文1）。

3. 火星探査航空機の開発

安養寺氏は、火星飛行探査用の火星探査航空機の主翼候補模型について、巡航状態を模擬した環境（レイノルズ数 23,000、マッハ数 0.2）のもとで、火星大気風洞を用いた試験を行うとともに、高精度数値流体シミュレーション(LES)を行った。その結果を整理して、低レイノルズ数・高マッハ数領域で高い揚力抗力比を実現する翼の主要パラメーターの抽出を行っている。又これらの検討結果をもとに火星探査航空機的设计基準を確立している（論文2）。

火星探査航空機ワーキンググループは、火星と同じ低大気密度環境で火星航空機の飛行実証を行うため、2016年6月にJAXAの大気球を利用して高度約36kmにおける高高度飛行試験を実施した。安養寺氏は、空力設計班の中核メンバーとして主翼形状・尾翼形状・舵面サイズなど機体の空力設計を担当するとともに、高高度飛行試験の主要メンバーとして試験に参加した。現在、飛行試験により得られた各種データを分析し、将来の火星探査用飛行機的设计に活用するための検討が進められている。

安養寺氏は、低レイノルズ数・高マッハ数領域の流体力学、翼理論の研究とともに、その成果をもとに火星探査用航空機の研究開発を牽引し、今後も当該分野を中心に我国の宇宙工学の発展にリーダーシップを持って貢献していく研究者となることが期待され、宇宙科学奨励賞を授与することとなった。

関連する論文リスト

1. M. Anyoji, D. Numata, H. Nagai, K. Asai, “Effects of Mach Number and Specific Heat Ratio on Low-Reynolds-Number Airfoil Flows”, AIAA Journal, Vol. 53, Issue 6, pp. 1640-1654, doi: 10.2514/1.J053468, 2015.
2. M. Anyoji, T. Nonomura, H. Aono, A. Oyama, K. Fujii, H. Nagai, K. Asai, “Computational and Experimental Analysis of a High Performance Airfoil under Low-Reynolds Number Flow Condition”, Journal of Aircraft, Vol. 51, No. 6, pp. 1864-1872, doi: 10.2514/1.C032553, 2014.