



研究テーマ： 柔軟な構造物の異分野との連成問題に関する研究

研究者： 室園昌彦

MUROZONO Masahiko

(航空宇宙工学科 教授)

【研究・開発の目的】

大規模な宇宙構造物のように柔軟で剛性の低い構造物では、熱負荷によって容易に変形や振動を生じる。この種の現象を温度場と構造との連成を考慮した連成動熱弾性論の立場から検討し、発生機構の解明と有効な対策を見出すことを目的としている。

【始めたきっかけ】

宇宙開発初期の小規模な人工衛星に搭載された細長いアンテナから、ハッブル宇宙望遠鏡 (HST) の太陽電池アレイなどの比較的大規模な構造まで、宇宙空間で主として太陽からのふく射加熱を受けて変形や振動などの問題を生じた例が多く報告されている。これらの現象について、その発生メカニズムを明らかにし、防止策を検討することから研究を開始した。

【研究・技術の概要】

これまでに、薄肉開断面ブームの熱誘起ねじり振動、薄肉閉断面ブームの熱誘起曲げ振動、HST solar array の熱構造応答解析と損傷機構の検討などの連成熱弾性問題を研究対象として来た。また、空力弾性問題では、弾性変形を効果的に利用した共振型弾性羽ばたき翼の曲げ剛性とねじり剛性に注目した最適設計についても研究を進めている。さらに、現在ISSへの輸送手段として運用されているHTVの発展形の一つとして、再突入カプセルの地球への帰還を考えたときの回収カプセル着水時の衝撃について、構造と流体との連成を考慮したモデル化による解析と、小規模なスケールモデルによる実験を行っている。

【研究の特色】

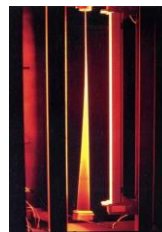
人工衛星搭載物や宇宙構造物は、現状では地上からの輸送の制約上、また自重を支持する必要がないことから、一般に低剛性で柔軟な構造となっている。固有振動数の低い大規模柔軟構造物が外部から急なふく射加熱を受けると、振動が発生することもある。振動自体も問題であるが、この熱誘起振動は条件によっては自励振動となり衛星本体や構造に不具合を生じさせる。本研究では、現象の本質を説明できるような解析モデルを構築し、理論解析と数値計算および実験による検証により、熱誘起振動の発生機構・条件等を明らかにして来た。さらに熱誘起自励振動のメカニズムを説明するに際して、航空機の翼のフラッターなどの空力弾性問題を参考にすることが考えられる。

【今後の展開】【今後の課題】

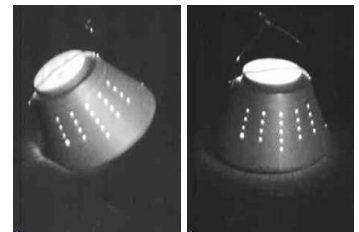
構造の弾性問題と温度場との連成を考慮した熱弾性連成問題における不安定現象を、空力弾性問題との相似性を利用して解釈することで、新たな相似性が見いだされ、実験研究における動熱弾性問題の相似則を整理することが期待される。また、航空宇宙分野に限らず、広く産業界や自然界に目を向け、構造と熱との連成問題とみると解決できる事象に対応していきたいと考えている。

【その他の情報】

Hiroto Nagai, Shunsuke Nakamura, Masahiko Murozono,
Kosei Ono, Nobuhide Uda,
Structural Design of Aeroelastic Flapping Wing,
First International Symposium on Flutter and its Application,
Tokyo, JAPAN, 平成28年5月16日
Proceedings, 10ページ, 査読付き。



柔軟な薄肉断面ブームが外部からのふく射加熱を受けて振動を生じている様子



再突入カプセル模型の着水時における姿勢角による相違

【地域・企業へのメッセージ】

本研究室では、材料力学、弾性力学、構造力学、振動工学などを基礎として、構造物の動的な変形や応力解析を行うとともに、温度場や空力との連成問題として現れる特異な問題の発生機構や特徴を明らかにすることを目指しています。ものを造る過程あるいは運用する過程において生じた様々な問題の解決、また新しいアイデアの着想に寄与できればと願っています。