



宇宙用高精度大型構造物の研究開発

メタデータ	言語: jpn 出版者: 日本航空宇宙学会 公開日: 2016-09-14 キーワード (Ja): キーワード (En): Space Structure, High accuracy, Structural analysis 作成者: 後藤, 健, 石村, 康生, 田中, 宏明, 樋口, 健, 池田, 忠繁, 坂本, 啓, 小木曾, 望, 高精度宇宙構造物研究グループ メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009001

2B9 宇宙用高精度大型構造物の研究開発

○後藤健, 石村康生 (宇宙科学研究所・JAXA), 田中宏明 (防衛大), 樋口健 (室蘭工大), 池田忠繁 (名古屋大), 坂本啓 (東工大), 小木曾望 (大阪府立大), 高精度宇宙構造物研究グループ (宇宙科学研究所・JAXA)

Research activities on high accuracy space structures at ISAS/JAXA

Ken Goto, Kosei Ishimura (ISAS/JAXA), Hiroaki Tanaka (National Defense Academy), Ken Higuchi (Muroran Institute of Technology), Tadashige Ikeda (Nagoya University), Hiraku Sakamoto (Tokyo Institute of Technology), Nozomu Kogiso (Osaka Prefecture University) and High accuracy space structures research group (ISAS/JAXA)

Key Words : Space Structure, High accuracy, Structural analysis,

Abstract

This is the over view of the research activities related to the high accuracy space structure at Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration agency. The research area includes from the material development and investigation to the smart structure development and system demonstration of a real structures. About material development, thermal and mechanical property change in the order of 10^{-7} 1/K. Low CTE honeycomb core made by low moisture absorption CFRP were examined to realize lightweight accurate structures. About structure development activity, an extendible truss with active pointing control mechanism was underdevelopment. Other structural research about active controlled mirror and highly accurate assembly of back structure for VLBI (Very long Baseline interferometry) assisted by scientific balloon is also in progress at system level demonstration as an antenna system. In the presentation, brief introductions of each research and the goal image of the research project will be addressed in detail.

1. はじめに

今後の天文衛星では要求する観測精度を実現するために、これまで以上に大型で高精度の観測システムが要求されている。つい先日打ち上げられたX線天文衛星「ひとみ」では全長11 mに及ぶ大きな光学システムを使用する。また、次期赤外天文衛星であるSPICA計画では「あかり」衛星の0.7 mの主鏡を2.5 mにまで大型化する。このように大型の高精度望遠鏡の要求は今後さらに厳しくなることが予想でき、現在各国で技術開発が急がれている。これらの光学架台/支持構造に要求される形状精度/サイズ比は、10年前は 10^{-3} オーダーであったものが、2016年に打ち上げられた「ひとみ」では、 10^{-4} のオーダーになり、次世代の要求は更に一桁下の 10^{-5} のオーダーとなっている。このような要求に応えるためには、優れた形状安定性を有する材料開発に加え、構造システムの精緻なモデル化とその形状制御技術の開発が不可欠である。本研究は、高精度大型構造システムの実現に対する汎用的な基盤技術/将来技術の開発研究と、高精度大型光学架台/アンテナを対象とした将来的なフライトまでを視野に入れた活動の2つからなる。ターゲットとして、固定式光学架台、伸展式光学架台、スマート構造システムの3つとし、これらを融合することにより新しいミッションの創出を可能とする

ものである。

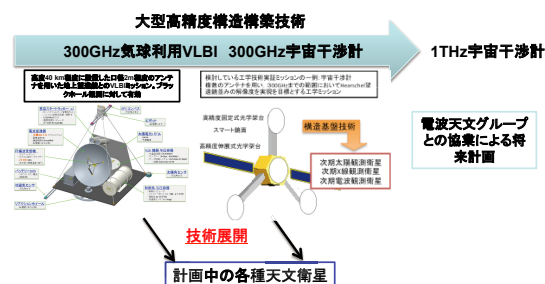


図1 本研究開発のイメージ図

2. 研究開発のねらい

本研究開発は、平成23~25年の3年間にわたる“高精度大型宇宙構造システムの研究開発”の戦略的研究開発の活動成果を元にしつつ、フライト品として利用可能なレベルまで技術完成度を引き上げることが一つの目的である。固定式光学架台については、今後の大型化を見据えて、構成部材の熱変形、膨潤変形を抑え、経年劣化による特性変化の少ない高精度複合材の開発を通して温度コントロール制約を緩和した架台の開発を実施する。伸展式光学架台については、伸展機構に特有な非線形特性のモデル化と光学架台のポインティング制御機構の開発の2つを主眼に活動する。前者は10mクラスの高精度伸展式光

学架台の実現を目指すものであり、後者は、光学架台の1秒角以下のポインティング制御の実現を目標とする。また、光学架台の高精度化の有力な技術であるスマート構造を用いた形状補正技術の確立を目指す。これまでに開発した形状可変副鏡システムで認識された問題点の解決を行うとともに、更なる高精度化に必要な技術開発を実施する。

本研究のゴールは、長さ10m、直径3mクラスの大型な光学架台の高精度化を達成するものである。熱膨張計数換算で 10^{-6} のオーダーでの能動制御を、材料レベルでは 10^{-7} オーダーの変化を詳細に解析に取り込めるような設計・製造手法を確立する。本研究開発の具体的なターゲットは、次期太陽観測衛星、次期X線天文衛星さらに現在、電波天文Gで検討が開始されている気球利用VLBI、 O_2 観測の干渉計ミッションなどのコア技術としての活用である。それ以外にも、次世代の大型天文衛星や20m超の合成開口レーダーなどの鏡面部材、展開・支持構造としての利用が見込まれる。

3. 各研究開発の詳細

3-1 固定式架台（高精度材料）の開発

本研究では各種複合材を用いた軽量構造体を高精度化するために、様々な炭素繊維、樹脂による複合材およびサンドイッチパネルの高精度に関連する特性の変化を調べるとともに、これらの特性変化機構を解明し複合材設計手法を確立する。高精度構造の基本構成部材となるA11低吸湿樹脂使用CFRPによるサンドイッチパネルの開発を実施している。これまでにない無吸湿性や高耐熱性の熱可塑性樹脂使用CFRPの開発をすすめている。高精度構造への適用に向けて各種基礎特性の取得を実施した。さらに、熱サイクル、ガンマ線などの環境負荷によるCFRPの特性変化について明らかにし、変化する機構を解明しつつある。

3-2 伸展トラスの高精度化

10m超の高精度伸展式光学架台の実現にむけ、特に以下の2つの課題に取り組む。(1)非線形特性のモデル化と設計へのフィードバックによる高精度化、(2)光学架台の高精度ポインティング制御機構の開発にとりくんでいる。

(1)非線形特性のモデル化と設計へのフィードバックによる高精度化

伸展機構には一般的に摺動部があり、そのためガタや摩擦といった非線形性を内在している。これらの非線形性が展開再現性、荷重に対するヒステリシス振動特性などに与える影響評価と精緻なモデル化を実施している。

(2)光学架台の高精度ポインティング制御機構の開発

熱膨張によるトラスのポインティング制御の技術を元に、衛星搭載技術としての改良を行う。具体的には、温度の一様性と放熱特性の改善のために、ヒートパイプとラジエータパネルを用いたポインティング制御機構の開発を実施している。

3-3 スマート鏡面の開発

大型反射鏡システムを対象とし、その高精度化に向け、高精度スマート鏡面架台の開発を行う。高精度スマート鏡面架台によって、光学系の行路誤差を軌道上で補正する。

(1)スマート形状可変構造の開発

スマート構造を組み込んだ形状可変構造により、ミッション機器の性能向上が期待できる。例えば、スマート構造を用いた形状可変鏡をアンテナ光学系に組み込み、行路誤差を修正することで高い精度のアンテナ光学系が得られる。本研究では、さらなる高精度化を目指し、目的変形の補正に適した鏡面構造やアクチュエータおよびその配置を設計する技術の構築を目指している。構造システムの変形を軌道上で適切に計測・推定することが必要であるため、それらについても検討を行う。

(2)大型高精度構造構築法の開発

大型構造物においては、製造サイズの限界および運搬時（地上、打上げ）のサイズの限界によって、必ず組み立て調整過程が必要になる。この大型構造物の高精度化には、補正可能な領域にまで構造自身を高精度に組み立て・調整することが重要な技術課題である。本研究では高精度展開ラッチ技術をもとに、将来の大型構造システムを用いたミッションにおける重要技術である大型かつ高精度な構造構築技術の確立を目指している。

4. さいごに

本開発研究は大型で高精度な光学架台の開発を通して、将来の高精度観測ミッションを創出する高精度化技術の確立を宇宙航空研究開発機構内外の構造および材料の研究者の協働体制により組織された研究グループで行うものである。研究項目は材料開発からシステムレベルでの能動的制御機構の実証まで非常に幅広くなっているが、融合したゴール設定を行うことにより全体の開発の方向性を統一した開発とすることができている。今後は開発されるそれぞれのコア技術を研究グループ内で共有し、高精度構造の実証をねらったミッション提案にまで持つてゆくことをめざした活動に注力する予定である。