

次世代宇宙構造物開発に関する研究

研究代表者 宮下 朋之
(創造理工学部 総合機械工学科 教授)

1. 研究課題

宇宙構造物は、宇宙空間での活動を支える基盤として必要不可欠なものである。より軽量で大型な構造物が、宇宙空間での無重力・放射線暴露・太陽輻射環境を考慮して開発する必要がある。大型な宇宙構造物は、太陽光からの発電量を増大させることが可能となることを見込まれ、また、伝送波を効率よく受信できるため、電波観測や情報通信への高効率化を実現するためにも必要となる。宇宙空間へ構造物を輸送するためには、ロケットなどの推進機構が必要となる。一般には、搭載容積の制限を制約条件として、収納・展開機能が構造物には求められる。このような状況より、将来において以下の特性を備える構造物の開発が必要と考えられる。

- (1) 要求領域に効率を高く収納可能であること
- (2) 伸展・展開が精度を高く動作可能であること
- (3) 組立・分解を容易とすること
- (4) 民生品部品を活用した人工衛星・探査装置・探査機のダウンサイジング

これらのため、しわや折り目が平面・鏡面精度に影響が少ない折り畳み方法、摺動要素の管理技術や構造様式の多様性の管理した設計技法が必要であり、民生品による費用逓減・打ち上げ機会を活用した費用便益の高い各種の実証研究の実施が必要である。

2. 主な研究成果

2.1 超小型人工衛星の開発及び打上

将来の超大型宇宙構造物に必要不可欠である超軽量宇宙構造技術の基盤技術を確立すると共に、その成果を一般の人々に理解しやすい形で還元していくことである。その基盤技術として、注目を集めている一体成型技術を活用した衛星筐体の製造技術の確立を試みる。衛星筐体の一体化には、締結部の最小化（ネジゼロ化）を可能とするとともに、設計段階の早い時期より、熱伝達経路の設計を同時に取り組むことが可能となり、締結作業の最小化、締結部に措置する振動対策フィルム作業の省力化し熱伝達の側面の影響の除去を可能とすることとなる。このため、革新3号機による打上機会を獲得し、超小型衛星による実証を試みるものである。

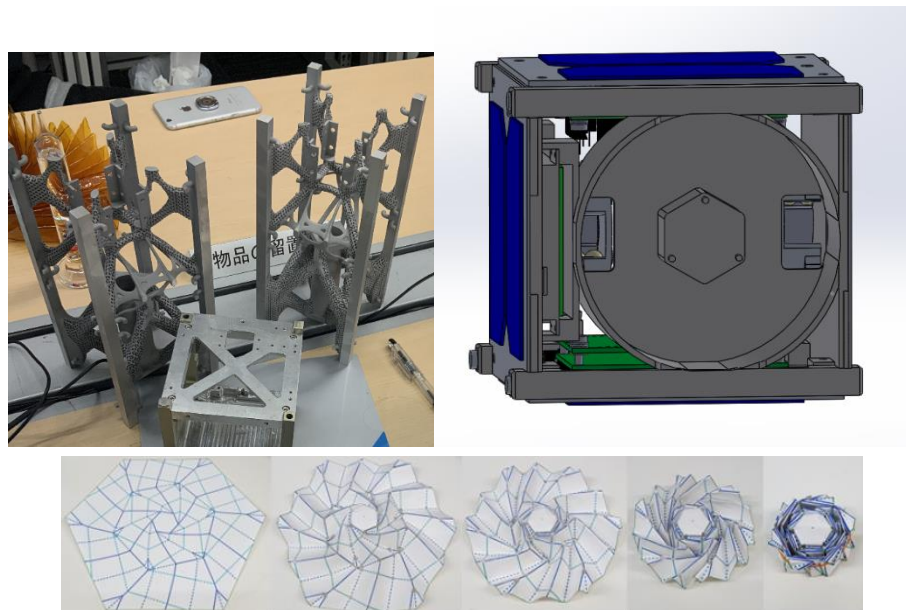


Fig.1 WASEDA-SAT-ZERO の設計図

2.2 収納架台の伸展技術

架台への設計要求として、両端に対する寸法精度を条件とした、長大化があげられる。望遠鏡としての宇宙構造物においては不可欠な構造であり、宇宙科学への要求にこたえるために、これらの要求にこたえる必要がある。一般に大型の宇宙構造物はロケットに搭載可能な寸法へ収納するために、折りたたむことが必要となる。このように、収納を可能とするために、一定の隙間を機械要素間に定義することが必要である一方、摺動面には、摩擦が生じ、摩擦特性に応じた挙動が構造物に現れる。これらの特性を宇宙空間における管理を可能とすることが、重要である。架台の摺動面における摩擦特性を実験により計測し、解析モデルを構築した。

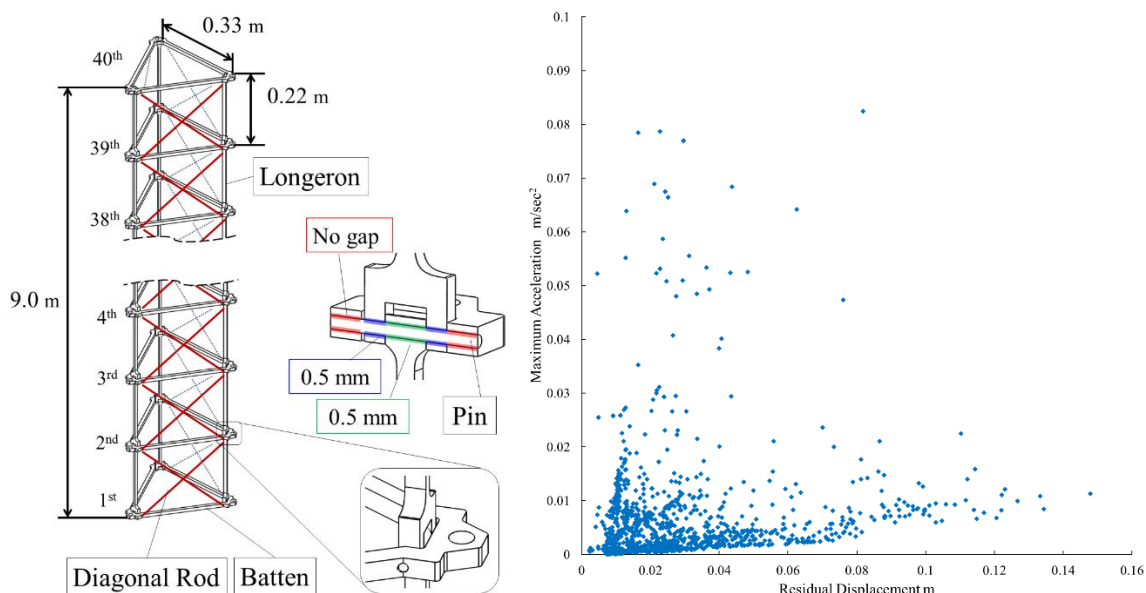


Fig.2 伸展式架台の軌道上の挙動に関する多目的最適化結果

2.3 高精度変位計測装置の開発

天体・地上の観測対象に関わらず、観測要求の高度化から、観測機器を支持している構造物の高精度化の傾向は、ますます高まっている。要求の代表例をあげると、10m オーダーのサイズで 100

μm オーダーの精度要求などがある。従来の製造・組立の高精度化、形状安定性に優れた材料の採用による対応だけでは、これらの要求に応じることは困難になってきており、運用時における形状制御技術の確立が渴望されている。本研究では、1次元構造物の両端の相対変位計測を対象とする。面内変位、傾斜角、ねじり角(1dof)を計測可能な装置の開発を行う。成層圏における気球実験により宇宙空間での利用法についての実証機会を得ている。

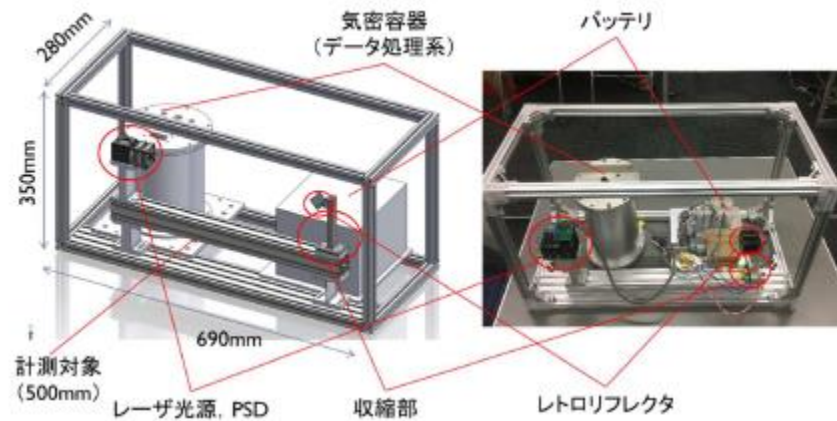


Fig.3 高精度変位計測装置

3. 共同研究者

石村康生（理工学術院・総合機械・教授）

三浦 智（理工学術院・総合機械・助教）

斎藤宏文（研究院・上級研究員）

4. 研究業績

1. Design optimization of long-scale deployable mast structure considering thermally induced disturbance、Tomoyuki Miyashita、 S. Shimizu、 K. Ishimura、 ECSSMET 2021
2. 高精度変位計測装置の実証計画について、大気球シンポジウム: 2020 年度

5. 研究活動の課題と展望

調査頻度を向上させるため、限られた輸送能力を最大限に生かし、信頼性を確保した探査技術の提供が必要である。火星や月における探査への要求が高まっており、これらに対する要求にこたえていくことが重要である。