

# 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。

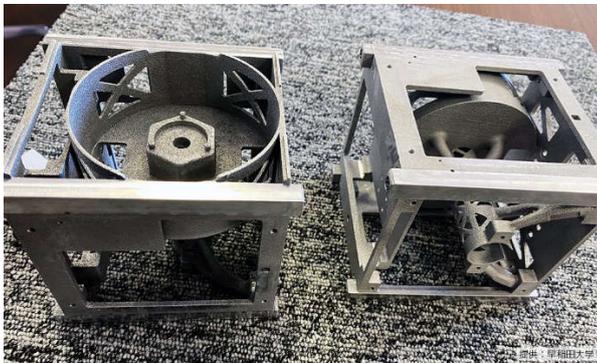
- (1) 要求領域に効率を高く収納可能であること
- (2) 伸展・展開が精度を高く動作可能であること
- (3) 組立・分解を容易とすること
- (4) 民生品部品を活用した人工衛星・探査装置・探査機のダウンサイジング

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、民生品による費用逡減・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

10cm 四方の大きさによる超小型衛星を開発し打上げを実施した。ここでは、締結部の最小化を意図し、3次元積層成型技術により衛星本体を製造した。打ち上げまでの一連の作業を実施することにより、設計知見・製造知見を整理し学会発表している。打ち上げはイプシロンロケットにより行われたが、打ち上げ作業は中止され、2023年度より新たに衛星開発を実施することとしている。



### 2.2 高精度変位計測装置の宇宙空間における稼働試験

大型の構造物を宇宙空間で運用する場合には、微小な変形が累積され、構造物の全体を勘案する

と大きな変形を生じることが多い。特に宇宙空間における熱荷重は太陽に由来する大きな熱荷重として考慮する必要がある。受動的もしくは能動的な形状補正を実現することが考えられるが、形状を詳細に把握することが必要である。本研究では、昨年引き続き形状計測装置を成層圏において運用し、稼働実績を蓄積していくことを目的として実施された。実験は北海道・大樹町において、高度約 20km にて実施され、成功裏に終了した。

### 2.3 膜面の収納技法に関する研究

宇宙空間において、大きな面積を有する構造物を収納効率良く実現することは、費用便益の側面より、強く要求されている。このため、2次元構造物である膜面を折りたたみ、宇宙空間において展開させることが考えられる。本研究では、膜面上に敷設物の厚みを考慮した部品の設置を前提とした折り目の算出方法を考案し、超小型衛星へ実装した。



## 3. 共同研究者

石村康生（理工学術院・総合機械・教授）

## 4. 研究業績

### 4.1 学術論文

- (1) Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference Volume 3-B2022 Article number V03BT03A016ASME 2022 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, IDETC-CIE 2022St. Louis14 August 2022through 17 August 2022Code 184286
- (2) Visco-Elasto-Plastic Behavior of Creased Space Membrane, Satou, Yasutaka, Furuya, Hiroshi, Kaida, Shoko, Miyashita, Tomoyuki, AIAA JournalVolume 60, Issue 8, Pages 4934 - 49422022

### 4.2 学会および社会的活動

- (1) 高精度変位計測装置の実証結果と展望 2022 年度 [10:35-10:55], 石村 康生, 河野 太郎, 宮下 朋之,他、大気球シンポジウム、JAXA, 2022/11
- (2) 高精度変位計測装置の実証実験について -2022 年度-, 石村 康生, 河野 太郎, 鳥阪 綾子, 宮下 朋之,他、宇宙科学技術連合講演会、2022
- (3) 一体成型技術を用いた締結要素削減の影響を考慮した人工衛星熱設計に関する研究, 母壁輝一、宮下朋之、宇宙科学技術連合講演会、2022
- (4) 金属積層技術を活用した衛星筐体の開発状況、加藤 圭悟, 宮下 朋之(早大), 樋口 健(室蘭工大),

小栗 知輝, 尾崎 陸斗, 川島 建人, 笹井 玲司, 奉 僚馬, 母壁 輝一(早大)

## 5. 研究活動の課題と展望

宇宙空間における探索活動の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