

宇宙インフレーション構造の宇宙実証

東京大	青木隆平
北大	石村康生
金沢大	泉田 啓
東海大	角田博明
東工大	古谷 寛
日大	宮崎康行
JAXA	石澤淳一郎, 岸本直子, 樋口 健
サカセアドテック	酒井良次, 渡邊秋人
ウェルリサーチ	渡辺和樹

Space Inflatable Membrane structure Pioneering Long-term Experiment (SIMPLE)

Takahira Aoki
Tokyo University, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656
E-mail: aoki@aastr.t.u-tokyo.ac.jp

Kosei Ishimura
Hokkaido University

Kei Senda
Kanazawa University

Hiroaki Tsunoda
Tokai University

Hiroshi Furuya
Tokyo Institute of Technology

Yasuyuki Miyazaki
Nihon University

Jun'ichiro Ishizawa, Naoko Kishimoto, Ken Higuchi
ISAS/JAXA

Ryoji Sakai, Akihito Watanabe
SAKASE ADTECH Co. Ltd.

Kazuki Watanabe
WEL RESEARCH Co. Ltd.

Space Inflatable Membrane structure Pioneering Long-term Experiment (SIMPLE), aims to expand practical use of space inflatable structure systems. A space inflatable structure is a specific application of a membrane structure using inner pressure like a balloon. It enables to realize the packaging efficiencies and the ultra-lightweight spacecraft. We propose four expansive experiments concerning construction and characteristics of space inflatable structure systems on ISS-JEM. One dimensional extension unit: Inflatable Extension Mast (IEM), two dimensional extension unit: Inflatable Frame Structure (IFS), three dimensional extension unit: Inflatable Space Terrarium (IST), and basic material test for space inflatable structures: Inflatable Material Experimental Panel (IMP). We have completed conceptual design and are preparing for practical design for space experiments

「SIMPLE」(Space Inflatable Membrane structure Pioneering Long-term Experiments) プロジェクトは、今後の宇宙開発に必要な基盤技術である宇宙インフレーション構造について、これまでの学術的蓄積を検証する軌道上のデータを取得し、宇宙実績を積み上げるための長期宇宙実証実験である。宇宙インフレーション構造とは、膜面を内圧ガスで膨らませた空気膜構造物を基本とし、軽量、高収納率、機構部品の小ささなど、宇宙構造物を構成することに適した特徴から国内外で盛んに研究されている。しかしながら、製造方法、膜面の折りたたみ方法、確実な展開方法、有効な地上試験方法、デブリなどへの対

策など課題も多く、未だ本格的な実用化には至っていない。我々は、世界に先駆けて本技術を実用化段階まで引き上げるべく、国際宇宙ステーション・日本実験棟 (ISS-JEM) 船外プラットフォーム上での暴露実験に宇宙インフレーション構造の基本技術となる以下の4つの実験を提案している。1次元に伸展するインフレーション・伸展マスト、2次元的な膜面を展開するインフレーション・フレーム構造、3次元的な空間を構築するインフレーション・スペーステラリウム、そしていずれの構造にも必要な膜材の耐宇宙環境性を試験するインフレーション材料実験パネル。現在、宇宙実験装置の設計開発に着手している。

1. はじめに

近年、宇宙開発分野では、インフレーター構造の利点を活かし、軽量・小容積で打ち上げ軌道上で大型に膨張展開し、大型通信アンテナ、大型センサ、発電システム、熱制御システム、宇宙建材など、宇宙構造物システムの基本構造としての利用を目指し、世界中で精力的に研究開発が進められている[1]. 宇宙インフレーター構造に関する研究開発は、大きく次の4つに分類される。(1)展開制御技術に関する研究開発、(2)宇宙環境下での膜硬化技術と耐宇宙環境性に関する研究開発、(3)設計解析手法に関する研究、(4)インフレーター構造の宇宙分野への応用研究。しかし、現在主要なプロジェクトではインフレーター構造の採用が見送りになるなど、本格的な実用化には至っていない。

一方、我々は小さく収納して安全確実に展開するための折畳み技術、展開後必要な強度と剛性を得るための効果技術、高度機能部材を活かした利用技術など、宇宙インフレーター構造の実用化に不可欠な技術を開発してきた。2007年9月2日に打ち上げられた JAXA 宇宙科学研究本部の観測ロケット S-520-23 号機においては、宇宙インフレーター方式を利用した伸展アンテナ(SPINAR)での電離観測に成功した[2]。これは短時間のミッションではあったが、わが国初のインフレーター構造物の宇宙実証であり、宇宙インフレーター方式による伸展アンテナの実利用では世界初であった。このような技術的背景のもとに、我々は2008年から組立が始まる国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」船外プラットフォーム実験に宇宙インフレーター構造の宇宙実証実験を提案している。

2. 宇宙インフレーター構造の宇宙実証

提案ミッション「SIMPLE」の目的は、前項で示した宇宙インフレーター構造の研究開発の4つの分類を含む、①宇宙インフレーター構造の基本技術実証、②宇宙インフレーター構造のアプリケーションの提示およびその技術実証、③宇宙インフレーター構造システムの運用のためのノウハウの蓄積、である。基本技術としては、展開制御、耐宇宙環境性、設計解析手法が挙げられるが、こうした技術についてはこれまでの学術的な蓄積を検証するために軌道上でデータを取得する。我々の提案では、1次元的に伸展するインフレーター・伸展マスト(IEM)、2次元的な膜面を展開するインフレーター・フレーム構造(IFS)、3次元的な空間を構成するインフレーター・スペーステラリウム(IST)、膜材の耐宇宙環境性を試験するインフレーター・材料実験パネル(IMP)の4つの実験によって基本技術を網羅する。Fig.1に実験の概要を示す。

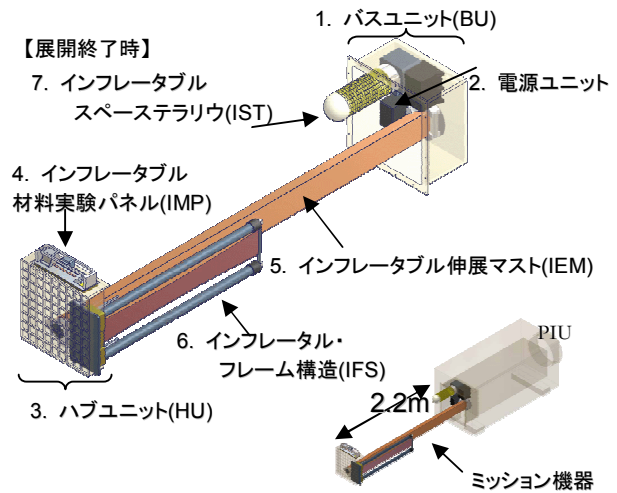


Fig.1 Concept Design of Experiments

3. インフレーター・スペーステラリウム

提案ミッション「SIMPLE」では、アプリケーションの提示と技術検証も重視している。そのひとつがインフレーター・スペーステラリウムであり、1気圧に近い内圧を長期的に維持するとともに内部のガスの構成を適切な酸素濃度にし、また適切な温度

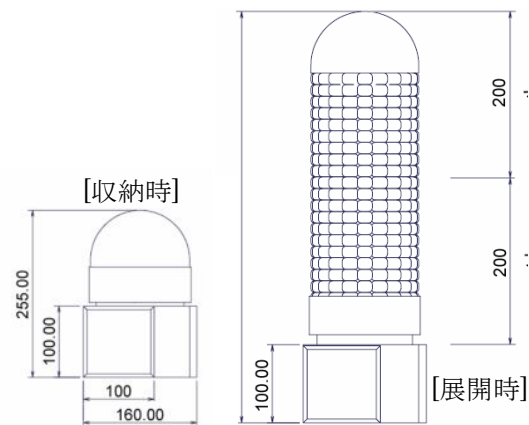


Fig.2 Inflatable Space Terrarium (IST)

管理をすることで生態維持空間を構築する実験である(Fig.2)。最近、宇宙における居住空間をインフレーター構造で実現することを目指した研究も具体的に進められている[3]が、このISTは小型かつ簡便なシステムによる小型衛星や月・惑星上の生物実験への適用や、将来的には惑星上の宇宙農業施設や居住空間構築への拡張を考えている。

引用文献

- [1]H.M.Jenkins(ed.), "Gossamer Spacecraft Membrane and Inflatable Structures Technology for Space Applications," Progress in Astronautics and Aeronautics Vol.191, 2000.
- [2]<http://aerospacebiz.jaxa.jp/topics/2007/topics20071001.j.pdf>
- [3]<http://bigelowaerospace.com>