



## 伸ばして膨らませる構造が宇宙の主流になる 宇宙インフレータブル構造の宇宙実証

### SIMPLE: Space Inflatable Membranes Pioneering Long-term Experiments

#### 背景

インフレータブル構造物とは、空気などを入れて膨らませて、その空気の圧力で構造を支えて使う構造物のことです。一見難しそうですが、浮き輪やライフジャケット、ボートなどの小型舟艇を思い浮かべて下さい。これらは普段はたたんで小さくして持ち運び、使用するとき空気を入れて使用する形に膨らませます。このインフレータブル構造物が、近年宇宙開発で注目されています。

地上から宇宙空間に物を運ぶ場合、ロケットの推進力や荷物室

の寸法には限りがあるので運べる物の大きさと重さは制限されます。国際宇宙ステーションは、大きさが108.5m×72.8mとほぼサッカー場ほどで重さは約420トンもあり、この巨大な建造物をつくるためにスペースシャトルやソユーズが40回以上も打ち上げられました(図1)。もしも国際宇宙ステーションにインフレータブル構造物が使われていれば、打ち上げ回数が減っていたことは確かです。



図1 1998年11月20日から始まった国際宇宙ステーションの組み立ては、40回以上のフライトを経て完成した

#### 目的

インフレータブル構造物は、軽くて収納しやすい、さらに少量の構成部品で済むという特長を持っています。これを最大限利用することで、超軽量の大型宇宙構造物や宇宙で大面積に展開する中・小型衛星搭載機器をつくることができます。このようにとても有望なインフレータブル構造ですが、斬新な構造様式であるため、これまでは実績が豊富な従来型の展開構造が多く使われてきていて、宇宙での実績はまだ多くはありません。

しかし今後の宇宙開発に必要な不可欠な基礎技術であることは

間違いありません。そこでこのミッションでは、①宇宙インフレータブル構造の基本技術を実証すること、②その応用技術について実証すること、③その運用のためのノウハウを蓄積すること、について各種の実験を行います。人間が長期にわたって利用することからも、長期間をかけて軌道上でデータ計測を行うとともに、そのデータを予測結果と比較検討していきます。そこで得られる運用経験は今後の実用化のために蓄えられます。

## 実験内容

実験機器は3つの部分からなっています(図2)。

インフレータブル伸展マスト(IEM)は、テープ状に巻かれた複合材料の3つの帯板(ステム)が、伸びていくインフレータブルチューブによって押し出され、同時に合体して長さ130cmの剛なマストになります。マストの固有振動数を計測することにより構造の特性を調べます(図3)。

インフレータブル構造物の内部の利用を実証するのがインフレータブルスペーステラリウム(IST)です。そのために内部に生物が生育できるよう、気圧・温度ともに地上と同じ環境が保てるか調べた後、その有用性を検証するため、種子の発芽実験を行います。種子はウレタンフォームによって多孔質セラミックスに押し付けられ、実験時にはセラミックス材を通じて水分を供給することで発芽させます(図4)。

また、インフレータブル構造に活用が期待される材料に着目した実験も行われます。

インフレータブル材料実験パネル(IMP)には、加熱だけで記憶した形状に展開する形状記憶ポリマと、太陽光で硬化が可能な紫外線硬化樹脂が搭載され、これらの宇宙環境での動作実証や長期間の劣化について調べます。

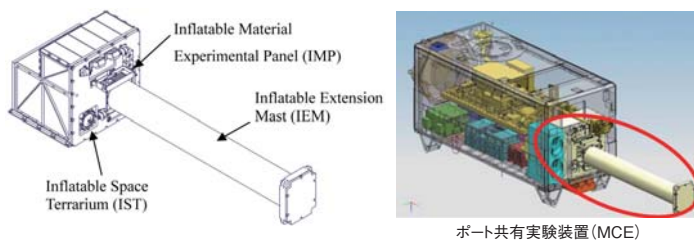
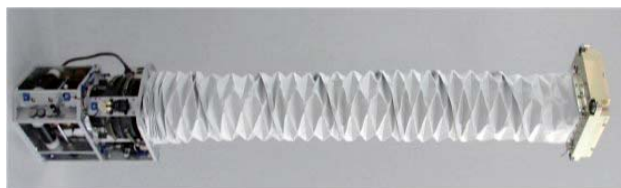


図2 実験機器の概要



図3

(左) マストがたたまれた状態  
(下) マストが伸ばされた状態  
(まわりの白いものは熱防護のためのカバー)



## ココがポイント!

宇宙に運べる限られた物資をいかに有効に使うか。そのためには、できるだけ軽いものを大きく広げて使うことが効果的です。膜状のものを膨らませて使うのはそのためです。さらに居住や実験スペースとしても使えば一石二鳥です。

この実験を通じて宇宙インフレータブル構造についてのノウハウが蓄積できれば、安全で巨大な構造物を軽量・安価に作る事ができるため、これを利用した宇宙開発にも拍車がかかるものと思われます。

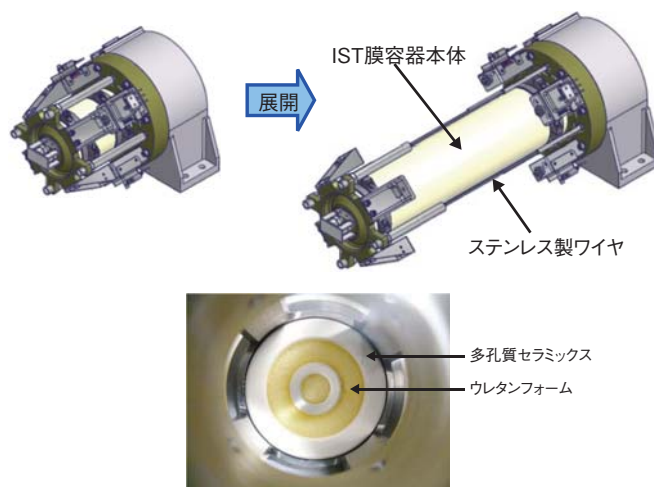


図4 IST内の環境維持試験の後、セラミック上の種から発芽させる

## プロフィール



青木 隆平

東京大学 大学院  
工学系研究科 航空宇宙工学専攻  
教授

専門：航空宇宙構造力学  
複合材料力学

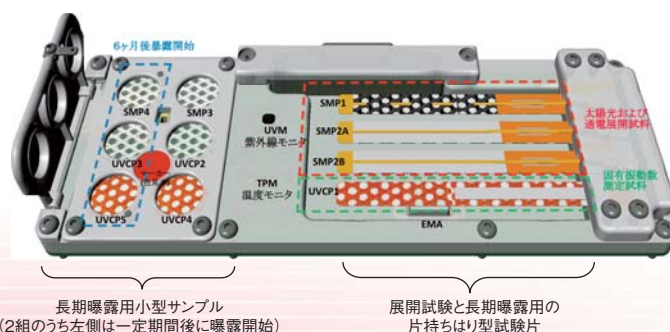


図5 IMPの試験パネル