P-___

インフレータブル部材で構成する一時利用構造物(観測ロケット用)の提案

The proposal of inflatable structure of temporal use for the sounding rockets

福島洋介 (JAXA)

(背景) インフレータブル構造物は部材自身の形状を変える(多くは長さ, 表面積, 体積を膨張させる)ことで収納状態と展開状態との2モードを実現できる.
その特徴を利用し, ロケットによる打ち上げでは収納状態をとり, 宇宙における利用時には展開状態をとれる.
このため宇宙利用を想定したインフレータブル構造物の研究は多く存在する.
そしてその多くは, 展開した表面積を幾何学的に維持すること, 伸展したブームの形状維持することに着眼している.

これが理由でこれまでの研究の主眼は,
(1)いかに展開した後の構造の形状精度を設計に近づけるのか,
(2)展開後の剛性を実現するのか,
(3)展開後の形状維持を長く保持するのか, に集約される.

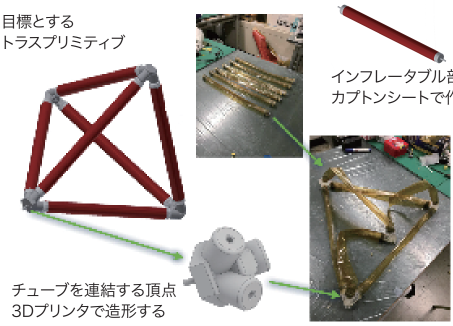
(発想) (3)の展開後の形状を長く保持するという条件を緩和させたものを考える.
つまり, 短時間あるいは一時的に利用するための構造が必要な場面に限って検討する.
利用時間が短い(分から時というスケール)ワンショット型のミッション,
「一時的に補助的に必要な構造」に着目する.

その実現方法として, 空気膨張式のインフレータブル部材によって基礎的な構造要素を作り,
その要素を複数組み合わせて用途に合わせた構造物を構成する. このような戦略案を提案する.
この方法では(1)の精度については従来よりも劣るが, 精度が必要な部分は別の方法を併用する方針をとる.

(目標) 空気膨張式のインフレターブルな部材として, 基本的で単純で簡素な実現例としてトラス構築を示す.
その例を複数で構成することで利用要求に応じたインフレータブル構造物の構築例を示す.
そしてその実例を試作し, その機能実施モデルを機能検証する.
短期間ミッションの典型例として, 観測ロケットでの使用を応用サンプルとして仮定し,
設計方法を手順化することを当面の目標とし, 実証実験ミッションを提案する.

【何を具体的に実現させるのか】
- 空気膨張式インフレターブル部材として, 基本的で単純で簡素な実現例(トラス)を示す
- その例を複数で構造化させ, 利用要求に応じたインフレータブル構造物を例示する
- 実例を試作して機能検証を実験室レベルで実施する

ポリイミドシートを巻いた棒状の風船に頂点となる要素をとりつけて立体トラスを構成



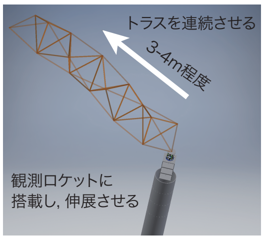
インフレータブルストラクチャ構成の例: (単純トラスを展開させる)

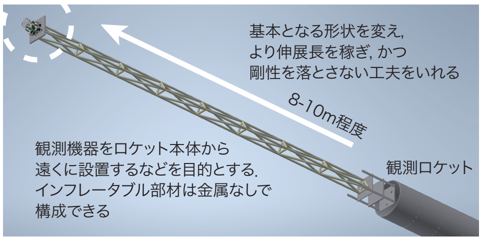
トラスの頂点から空気をいれると他の頂点を経由して全てのチューブ部材に空気が入り, 結果的に構造物が展開する

ポリイミドシートで60cm長のチューブに2気圧入れると立体構造のプリミティブがインフレータブル構造物として容易に実現できる

この方式で構造物を展開させるには, 伸展型と展開型の2方向がある

伸展型

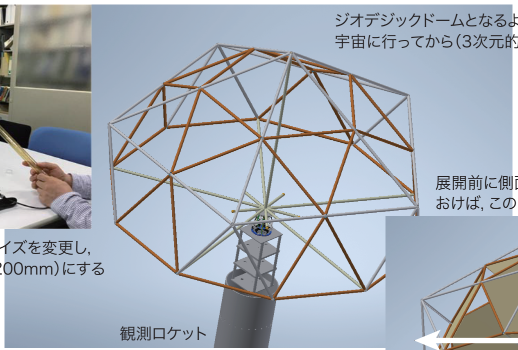




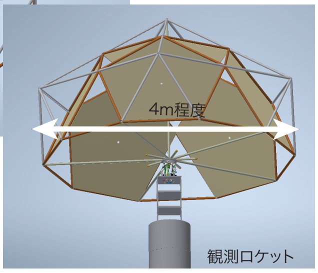
トラス要素を線状に配置してゆけば, 2D的に展開する(伸展する)構造物を構成することができる.
トラス数を増やせばそれだけ長いものが実現できるが, 実際は長いものにするにつれ歪みや振動の影響が大きくなる.
伸展マストが要望されるミッションは過去いくつか存在していたので, 標準オプション品として検討してみたい.

展開型

チューブ部材のサイズを変更し,
より長い(900-1200mm)にする



展開前に側面にシートなどを結合して
おけば, このような構造体も可能である



トラスを三次元的に配置することで3D的な構造物を構築することができる.
限られたトラス要素でより広い領域を囲うためには球面状に配置する.
ジオデジックドームで観測ロケットを囲うには直径4m程度は必要で,
それに必要なインフレータブルの要素である「辺」のサイズと個数を
見積もったが, 十分実現できるものだった.
構造の利用によって使い方を変えることができる.
面を広げたりドームを形成したりして反射や集光に使うなどの用途にプラットフォームとしてのサービスを提供できる.

観測ロケットでの実証実験の提案

観測ロケットの(相乗り)ミッションとして, 2D伸展型インフラストラクチャーの
原理検証実験を提案したい.

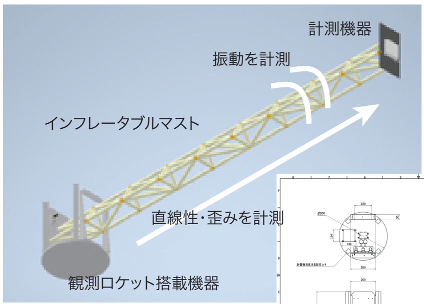
側面方向に伸展型インフレータブル構造物を伸ばし, 伸展後の幾何学的精度,
その保持力, 動的特性(固有振動数や減衰率)の測定を行う実験を提案する.
構造物の先端にこれらの計測機器を搭載することで, 定量的な測定を行う.

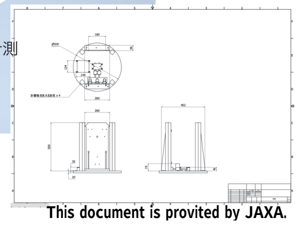
(1)4m以上の伸展構造物をインフレターブル方式で行う
(2)伸展後の直線性を計測する(レーザ計測)
(3)伸展後の先端位置での動的特性を計測する(ジャイロ想定や画像測定)

伸展後の動的特性を改善させるための機構を挿入したいが, S-310-45で
実証した慣性プラットフォーム機構を搭載したいが場所的に難しい.
2Dに限定した機構を搭載できるか検討したい(設置場所の問題).

実際は数十本のインフレータブル・チューブ(構造にける「辺」)が必要となる.
これらを整然と収める方法を確立する必要がある.
収められたとしても, 問題なく展開できるのかを地上モデルで繰り返し条件を
変えて実験により確認する必要がある.
伸展後の直線性はレーザ測距計用いる.

インフレータブルようの機体は, CO2ボンベを使う方法とサイドジェットスラスタの
N2ガスを使う方法の2通りが考えられる. 低圧なので, どちらでも対応できる.





S-520シリーズのロケットに搭載し,
横方向にマストを展開する
実証実験機器案

This document is provited by JAXA.