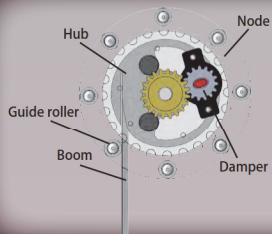


自己展開構造とは？

自己展開構造とは、自己伸展性を有するブームを用いることで、アクチュエータ等の動力を必要とせずに展開することが可能な構造です。私たちの研究チームでは、自己展開構造をトラス状に構成し、膜面を取り付けた自己展開膜面トラスの研究・開発を行ってきました。大型宇宙構造物実現のために様々な展開構造物が提案されている中で、自己展開構造は多くの利点を持っています。

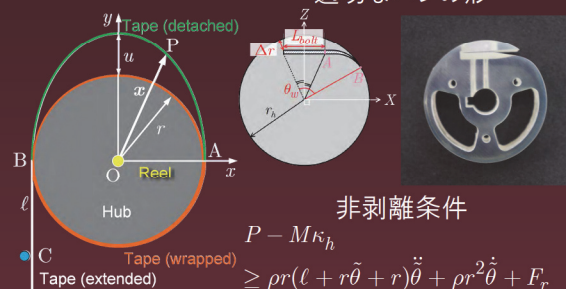
自己展開構造の利点

- ① 収納性の高さ
- ② 軽量性の高さ
- ③ 展開後の剛性の高さ
- ④ 構造様式の簡素さ
- ⑤ モジュール化が可能な点



左に示す自己展開構造は、中心に軸の通った円筒状のハブにコンベックステープ等の自己伸展ブームを取り付け、収納部であるノードに軸を固定することで構成されます。ノードには伸展方向を定めるためのガイドローラーを取り付けており、ハブを保持状態から解放することで、巻き付けた際に蓄えられる歪エネルギーを運動エネルギーに変換し、任意の方向に直線状に自己展開、あるいは伸展をします。

適切なハブの形

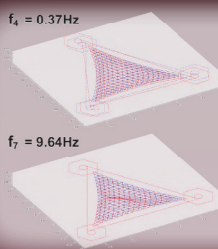


非剥離条件

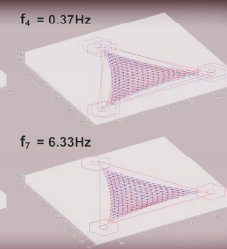
$$P - M\ddot{\theta}_h \geq \rho r(\ell + r\ddot{\theta} + r)\ddot{\theta} + \rho r^2\ddot{\theta} + F_r$$

【設計手法の提案】

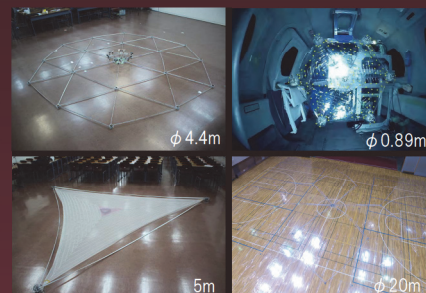
Latched hub



Moment-free hub



【振動解析】



【地上展開実験】

設計理論の構築

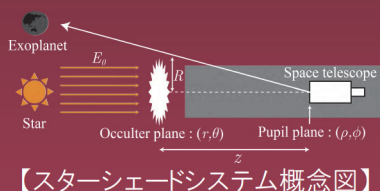
数値解析

地上実験

これまでにも自己展開構造物に関する研究はされてきたものの、その設計法は確立されていませんでした。私たちはTry&errorによる設計を一新し、設計理論・手法を明らかにし、自己展開構造物の設計法を提案することを目指しています。これらの研究により、**確実に、かつシンプルに展開する自己展開構造物の設計法を確立し、未だ実現できていない大型宇宙構造物の実現性を示したい**と考えています。

スターシェード (オカルタ)

スターシェードシステムは、太陽系外惑星を直接観測するための手法の1つです。惑星を観測する際に妨げとなる恒星の光をオカルタと呼ばれる遮蔽物で遮断することで、望遠鏡による観測が可能になります。私たちは、このオカルタを自己展開膜面トラスで実現させるために、**革新的な新しいオカルタ形状の提案や、性能評価、小型モデルの展開実験等**を行っています。



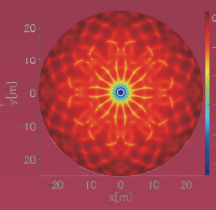
【スターシェードシステム概念図】



【オカルタ構想図】



【新しいオカルタ形状】



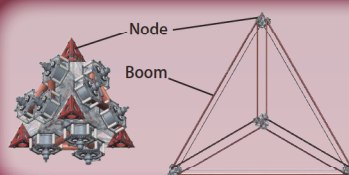
【性能評価】



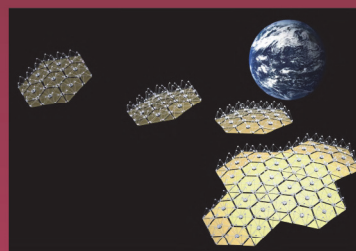
【小型モデル展開実験】

三次元自己展開トラス

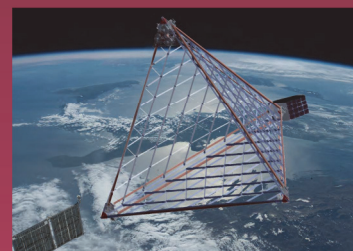
二次元の自己展開トラスの応用として、より剛性の高い三次元自己展開トラスの検討もしています。**二次元構造では実現が困難である曲面を有する構造に適しています。**また1つのアプリケーション例として、展開後、構造内部に空間ができる特性を活かし、近年問題となっているスペースデブリの捕獲機として用いることを考えています。



二次元の3Nodes3Booms(以下、3N3B)モデルを組み合わせた正四面体モデル。組み合わせを変えることで、様々な形状に対応することが可能となっています。



【モジュール型アンテナ】



【デブリキャッチャー】

<本研究に関する受賞歴>

- [1] ○設楽翔一, 宮崎康行, 中村壮児, 福永桃子, 高坂大樹, 自己展開膜面トラスを用いたスターシェードの形状, 第62回宇宙科学技術連合講演会, **最優秀発表賞受賞**, 2018年10月25日。
- [2] ○Daiki Kousaka, Daishi Kawarabayashi, Momoko Fukunaga, Membrane Deployment De-orbit Device Composed of Self-Deployable Truss Structure, 2nd Debris Mitigation Competition, **First Place**, December 4, 2017.
- [3] ○福永桃子, 宮崎康行, 自己展開トラスの展開性向上, 第61回宇宙科学技術連合講演会, **優秀発表賞受賞**, 2017年10月26日。
- [4] ○Noboru Tada, Shota Inoue, Membrane Deployment de-orbit System by convex tapes, Deorbit Device Competition, **First Place**, October 20, 2016.
- [5] Shota Inoue, ○Akihiro Tamura, Daishi Kawarabayashi, Dan Hyodo, Yasuyuki Miyazaki, Report on Microgravity Experiments of Self-Deployable Truss Structure Consisting of BCON Booms, **Paper Award**, August 10, 2016.