

# 神奈川大学工学部 機械工学科 航空宇宙構造研究室



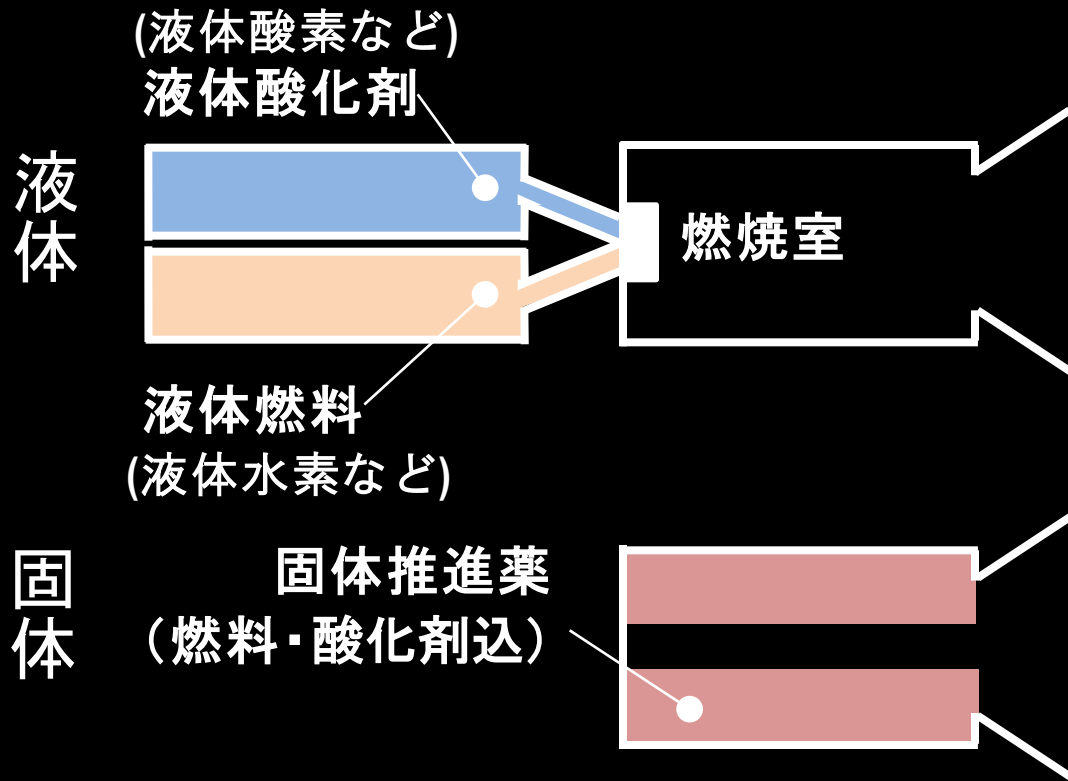
- 当研究室では、航空機・宇宙機の軽量化・高信頼性に関する研究をしています。

# 神奈川大学工学部 機械工学科 航空宇宙構造研究室

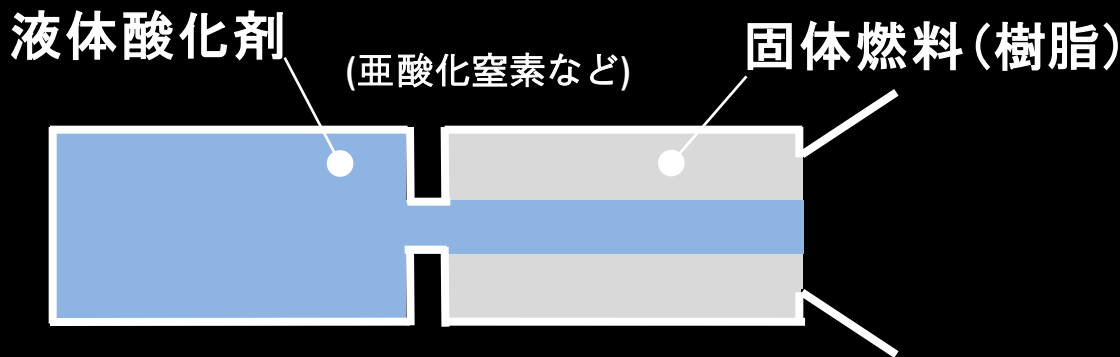
- 1. ハイブリッドロケットの設計・開発
- 2. 衛星・ロケット等の複合材料円筒殻の軽量化
- 3. フィンの設計・開発
- 4. 分離機構の設計・開発
- 5. 電装装置の設計・開発
- 6. ボルト締結体の高強度化・高信頼性化
- 7. 3Dプリンターによる宇宙構造物
- 8. 3次元面形状計測を用いた衛星搭載アンテナの性能評価
- 9. 火星を飛行探査する火星探査航空機

当研究室では、航空機・宇宙機の軽量化・高信頼性化に関する研究をしています。

# 1. ハイブリッドロケットの設計・開発



ハイブリッド



- 爆発物不使用であり  
安全性に優れる
- 運用コストの大幅削減
- 推力特性の向上など  
技術的な課題

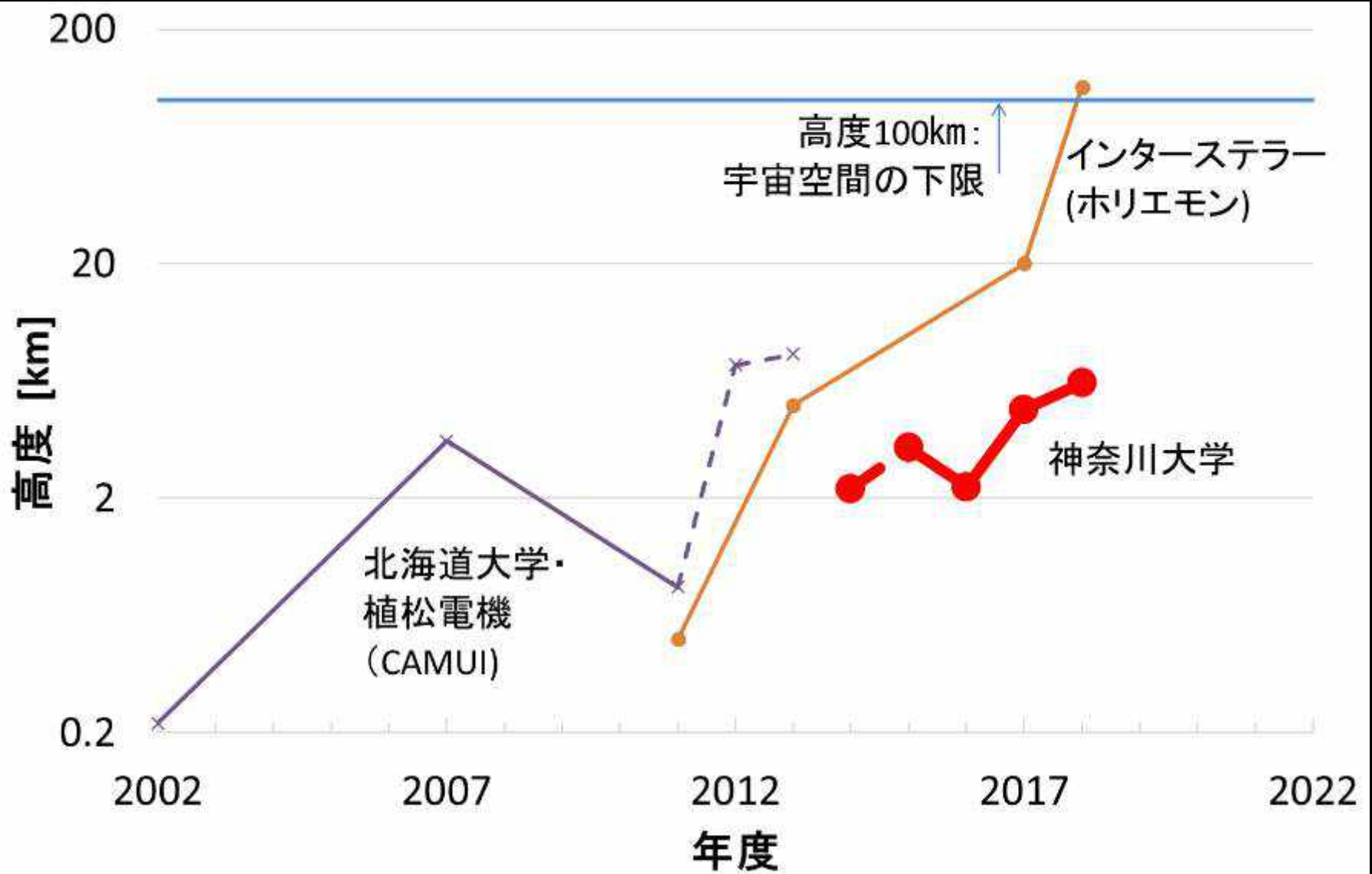
# 1. ハイブリッドロケットの設計・開発

- ・ 2014年航空宇宙構造研究室設立
  - ・ 同時にハイブリッドロケット開発に着手
  - ・ 2014年11月伊豆大島にて高度2km達成
  - ・ 2015年8月秋田県能代市にて高度3.3km（推定）
  - ・ 2017年9月伊豆大島にて独自開発エンジンを用いて高度4.7km達成
  - ・ 2018年10月秋田県能代市にて独自開発エンジン用いて高度6.2km達成。国内団体2位。
  - ・ 全長3メートル、重さ39kg
  - ・ 材料・加工費は百数十万円
  - ・ 一部の加工を除きすべて大学内で設計・製作
    - ・ 試験を実施
- 2022年に高度100kmを目指す
- ・ 将来は超小型衛星の軌道投入を目指す



2018年打ち上げの福島丸

# 1. ハイブリッドロケットの設計・開発



# 1. ハイブリッドロケットの設計・開発

## CFRP製ねじを有するエンジン用

### モーターケース

✓ 試験片の作成

#### <めねじの製作>

- ・ ねじ部の積層間に帯状プリプレグ(h)を巻き付けることで型にプリプレグを密着させる  
→丸ねじ形状を採用することで積層可能となった
- ・ 熱収縮テープにより熱硬化中に圧力をかける

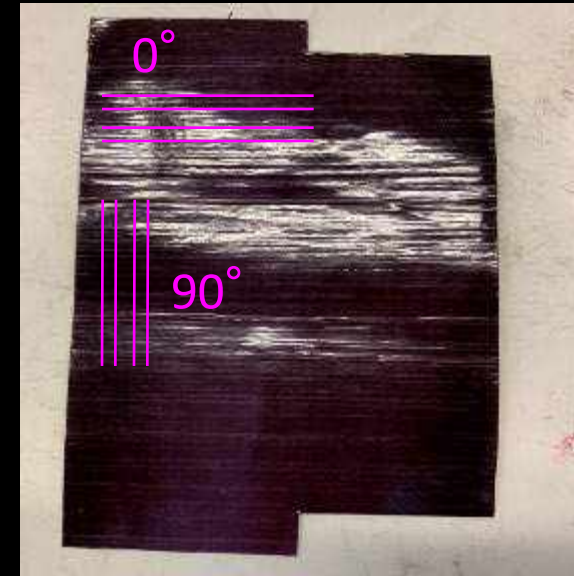


図1 プリプレグ



図2 帯状プリプレグ(h)の巻き付け



図3 熱硬化後（熱収縮テープ付き）



# 1. ハイブリッドロケットの設計・開発

## CFRP製ねじを有するモーターケース

### ✓ 燃焼試験

- ・ 製作したCFRP製モーターケースを用いて燃焼試験を行った
- ・ CFRP製モーターケースに穴は開かず、最後まで正常燃焼した。
- ・ ねじ部・胴部共損傷はなく、燃焼圧力に耐えることが出来た。



図 燃焼の様子

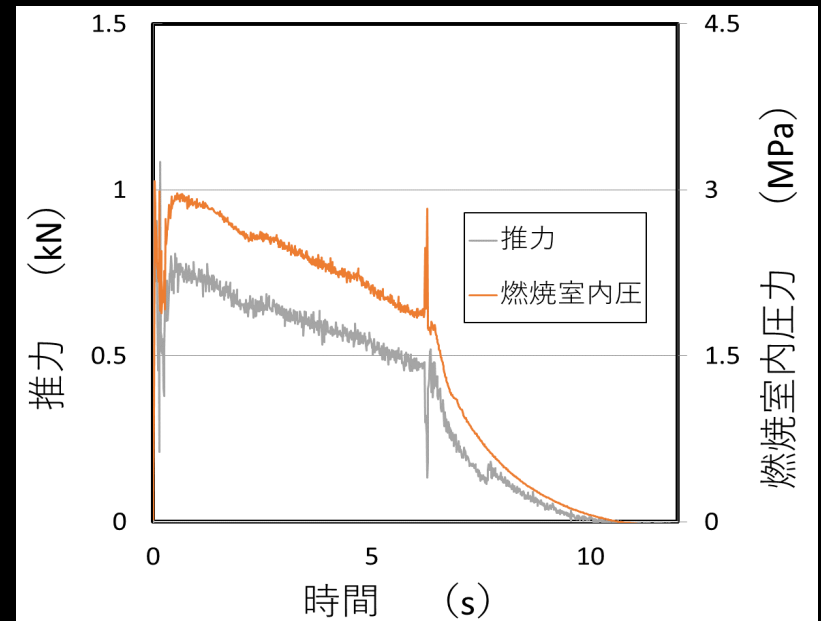
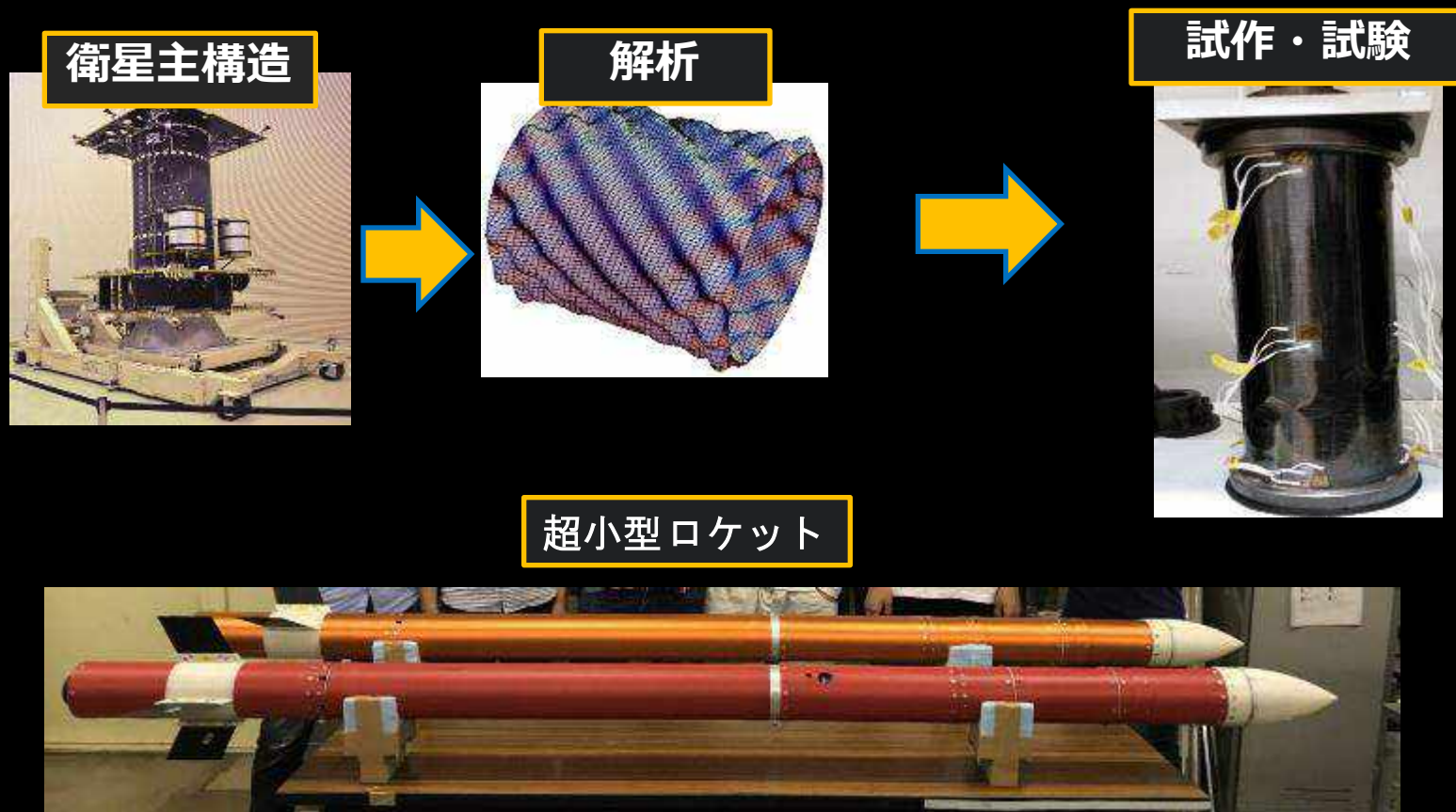


図 推力及び燃焼室内圧の時間履歴

## 2. 衛星・ロケット等の複合材料 円筒殻の軽量化

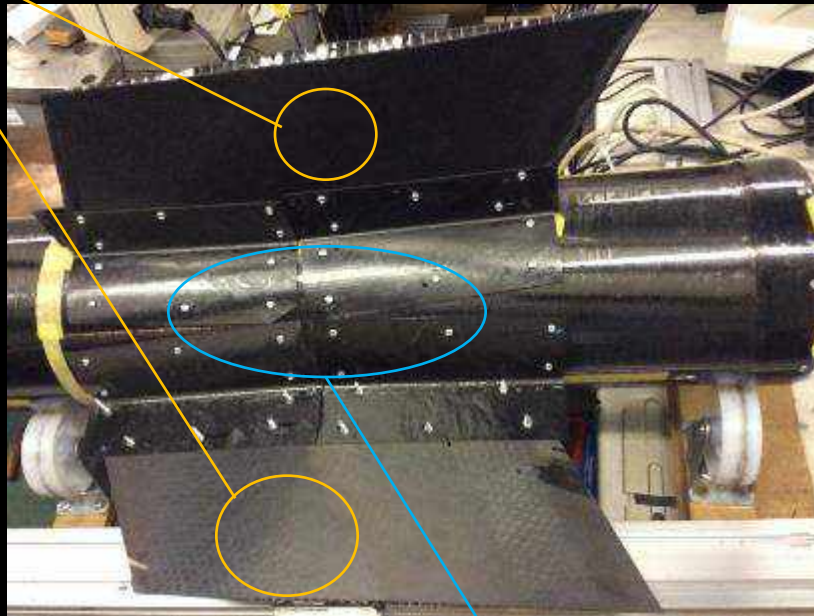


- 超小型ロケットを主な題材としてCFRP円筒殻を試作・試験し、航空機・宇宙機の軽量化・高信頼性化に適用できる研究を行っています。



### 3. フィンの設計・開発

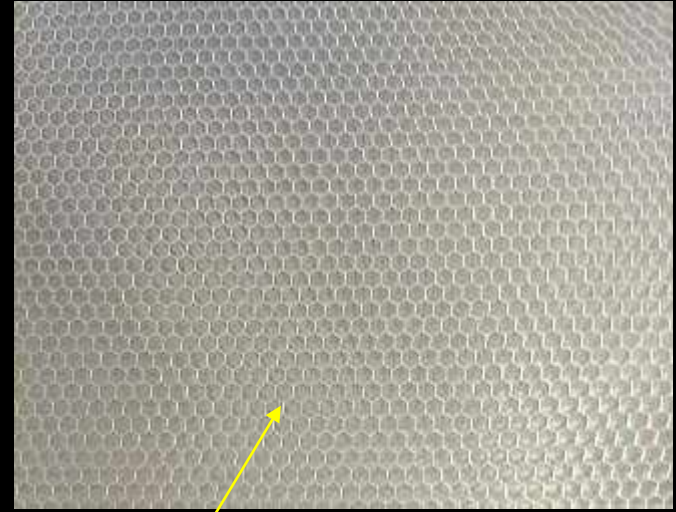
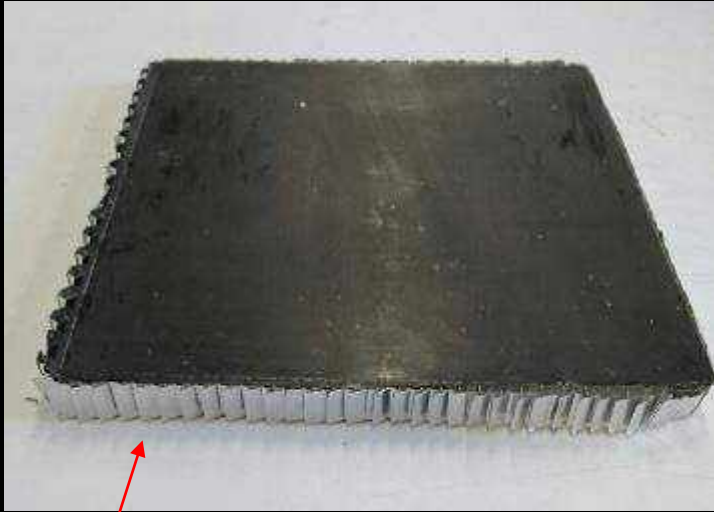
フィン



フィンステー

- ロケットがより高高度に打ち上げるために、軽量化・抵抗低減を目指しフィンの
- 設計・開発をしています。

### 3. フィンの設計・開発 ハニカムサンドイッチパネル



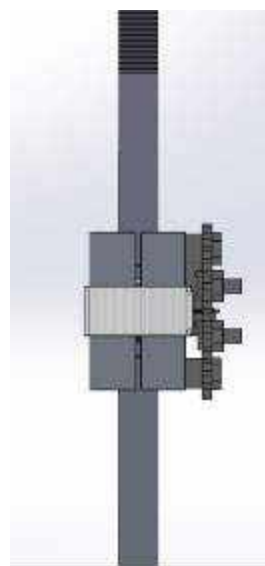
アルミハニカムコア

製作したハニカムサンドイッチパネル

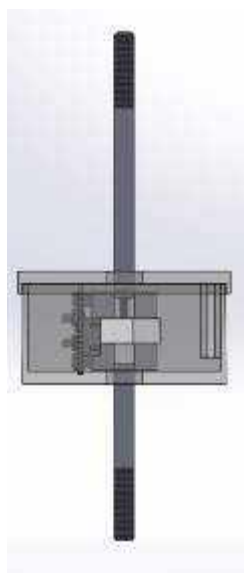
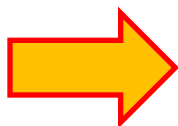
- ロケットの大型化に伴い、フィンの芯材としてハニカムサンドイッチパネルの研究・検討をしています。

# 4. 分離機構の設計・開発

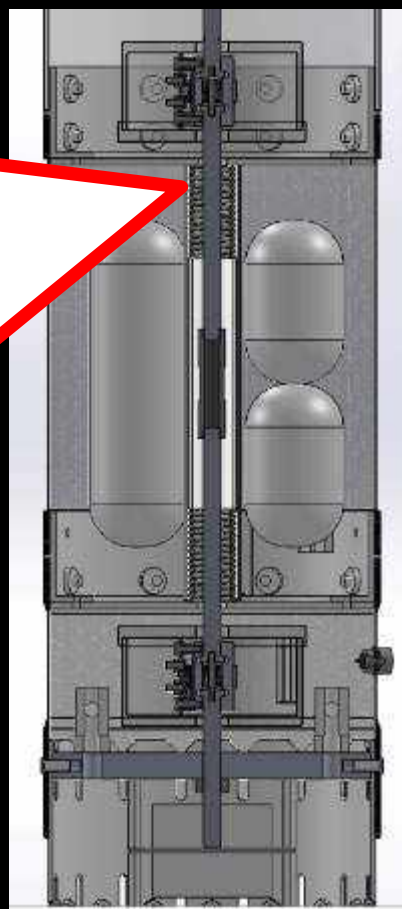
セパレーションナット分離



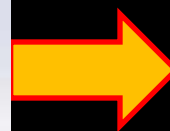
分離前



分離後



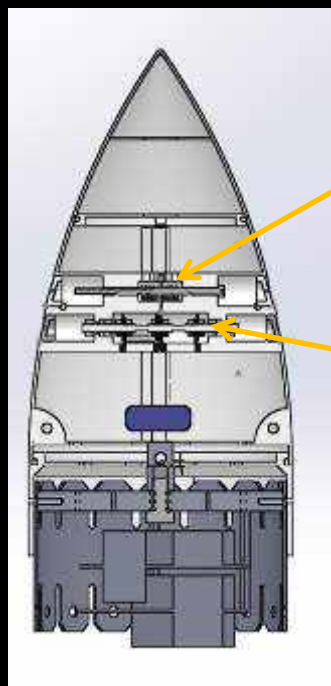
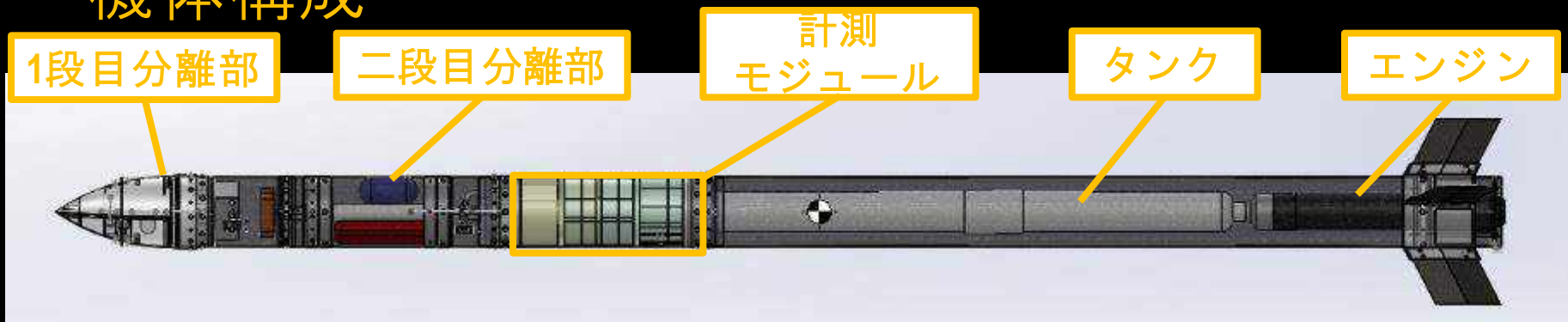
分離前



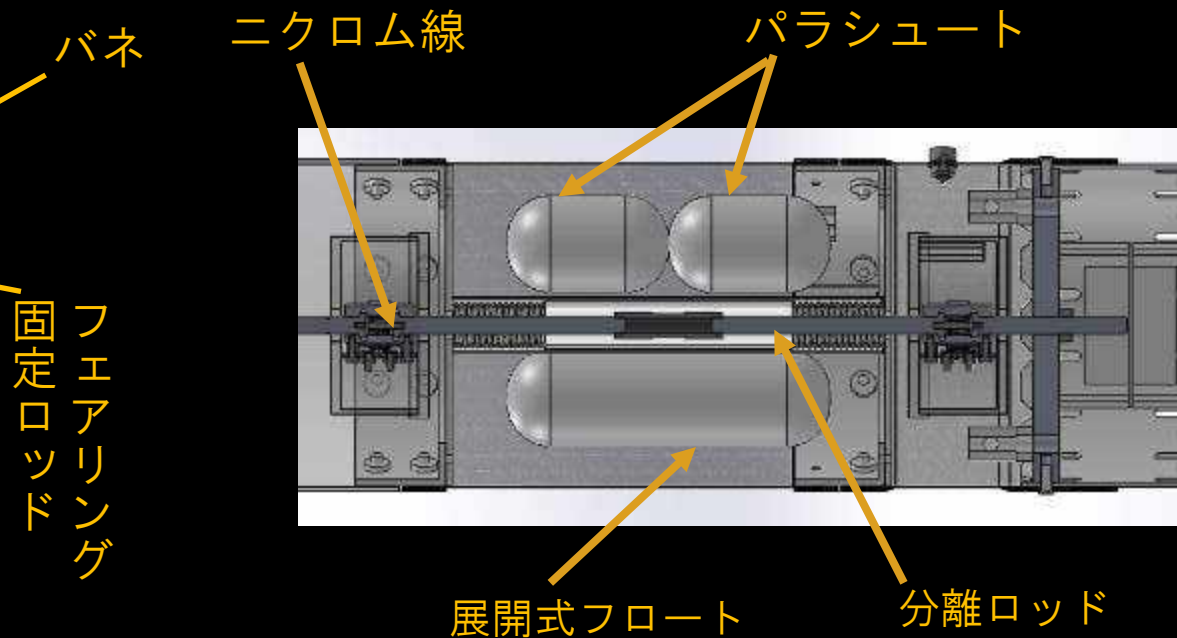
分離後

ロケットが安全に着陸、及び着水するためにパラシュートを展開する  
分離機構を設計・開発しています。

# 機体構成



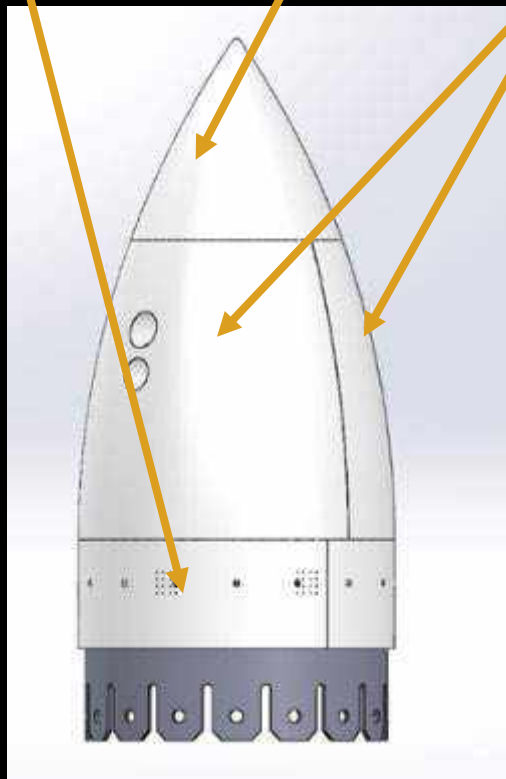
一段目分離機構



二段階目分離機構

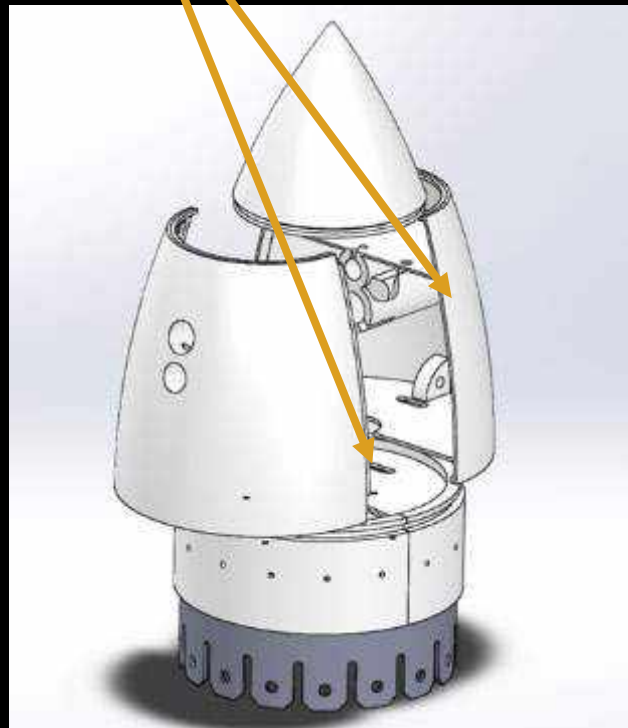
# 1段目分離機構

ノーズキャップ  
ノーズコーン  
つめ①



分離前

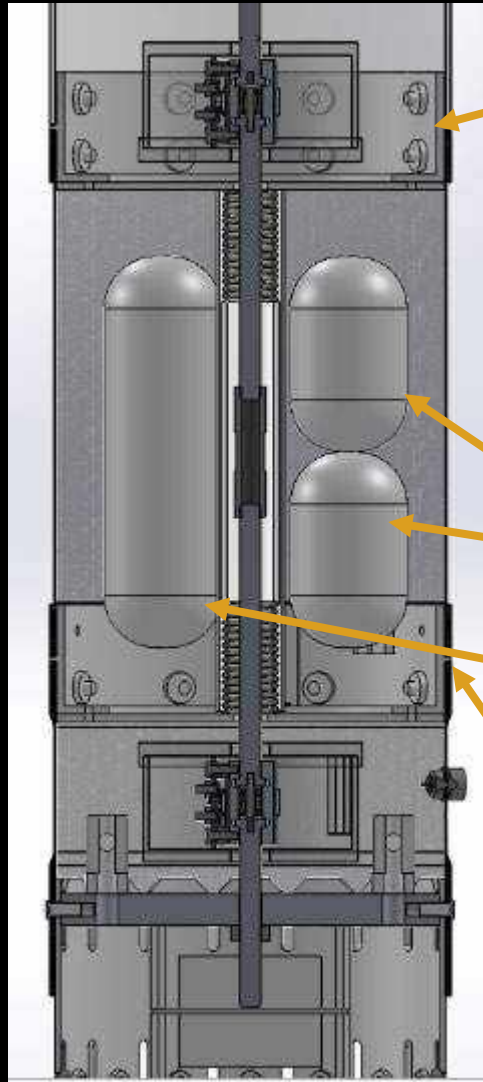
隔壁



分離後



# 2段目分離機構



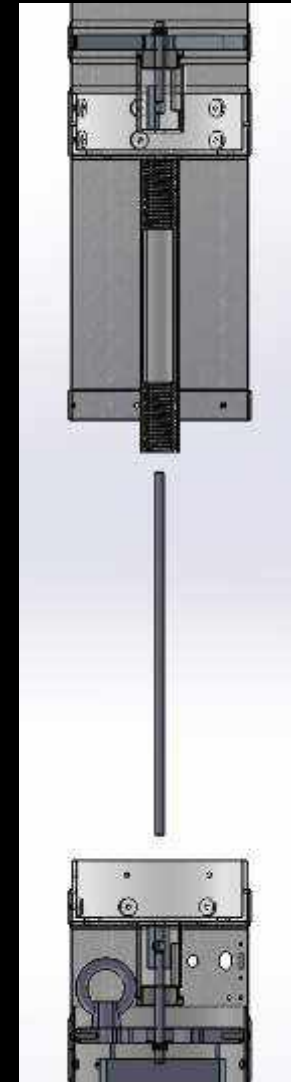
つめ②

パラシュート

展開式フロート

つめ③

分離前



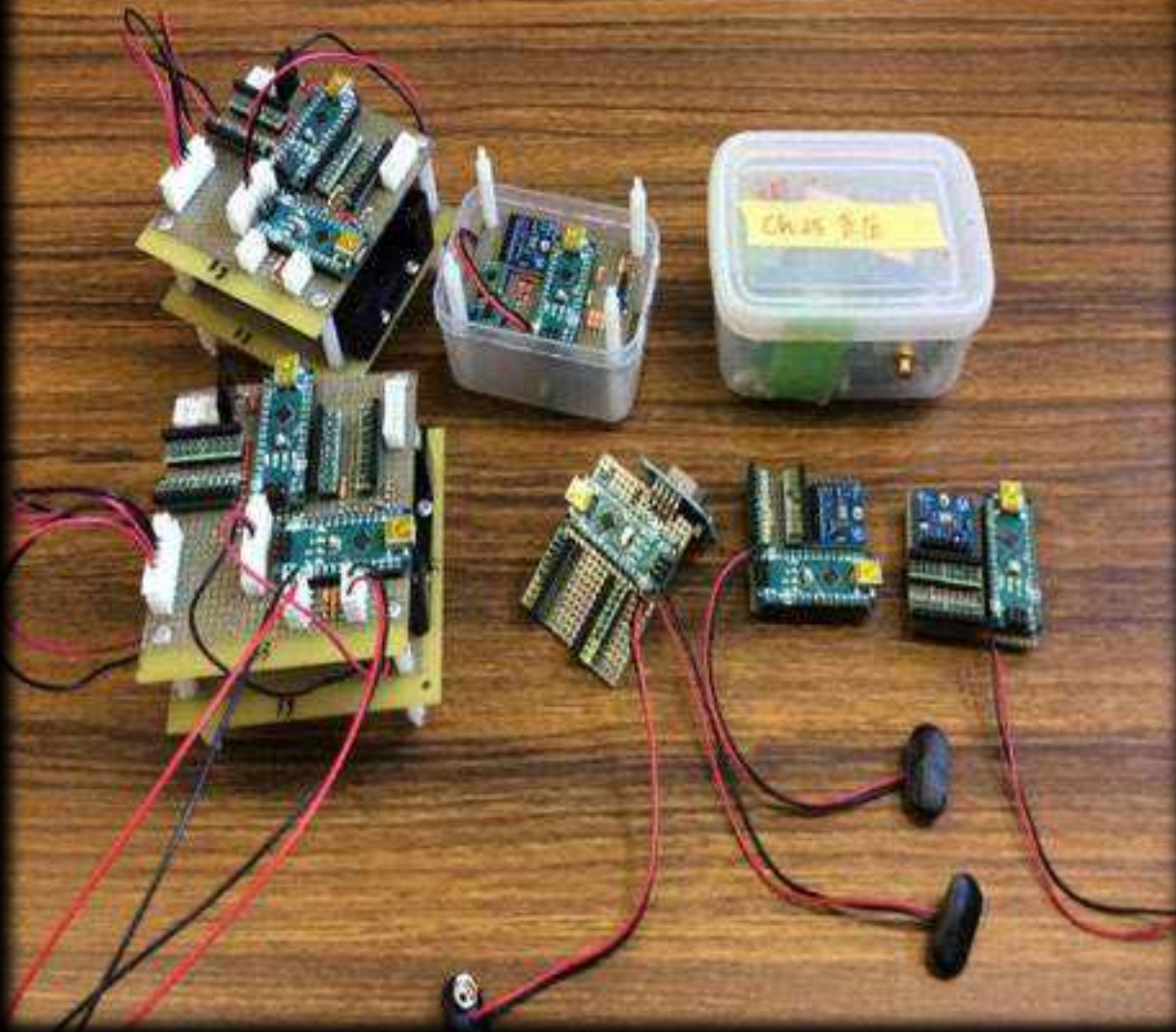
分離後

# 5.電装装置の設計、開発

## ロケットに搭載する電装装置の開発

- ・ ロガー ...記録装置
- ・ テレメトリ ...無線通信機
- ・ 強制分離機構 ...コマンド送信
- ・ 分離モニタ ...分離の確認

## 開発した装置やカメラの搭載設計



# 6. ボルト締結体の高強度化・高信頼性化

引張試験



治具



めねじ



ボルト



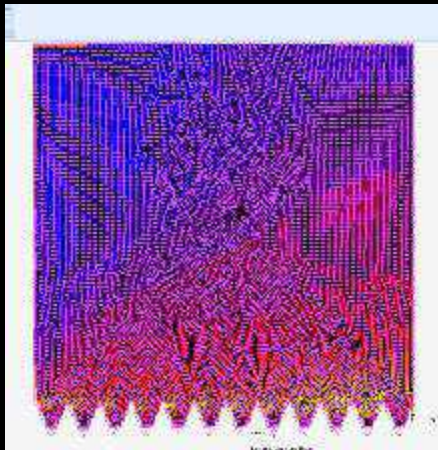
- ボルト締結体の強度を向上させるにはどうしたらよいか、
- 力を加えた後のゆるみの低減について研究しています。



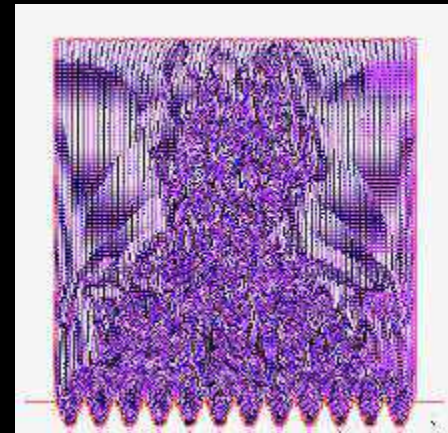
# 6. ボルト締結体の高強度化・高信頼性化

## 有限要素法によるめねじの破壊解析

- 有限要素解析ソフトMarc上でめねじ、おねじのモデルを作り破壊まで解析。試験結果によらず予測できることを目指す。

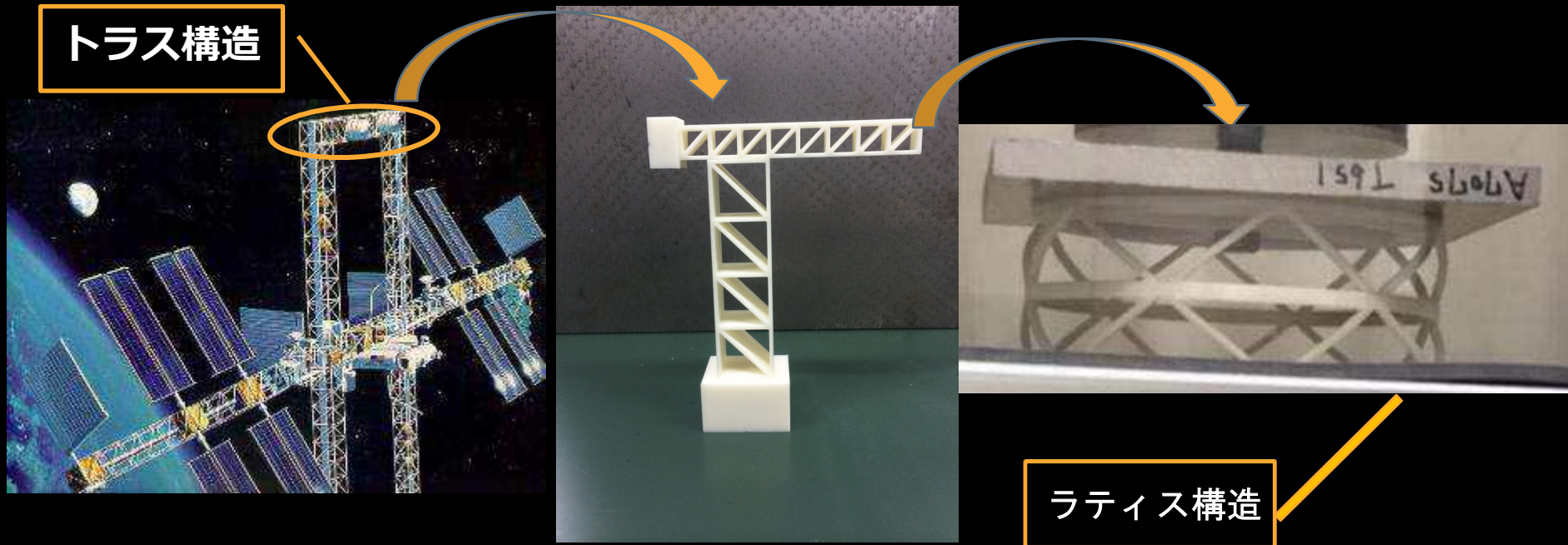


解析後のモデル



解析前のモデル

# 7. 3Dプリンターによる宇宙構造物



- 近年目覚ましく発展している3Dプリンターを用いた骨組み構造物の最適化設計を行っています。



## 7. 3Dプリンターによる宇宙構造物

安価で様々な材料を使用できる3Dプリンターを選定した結果、ninjabot社のNJB-200HTを導入した。

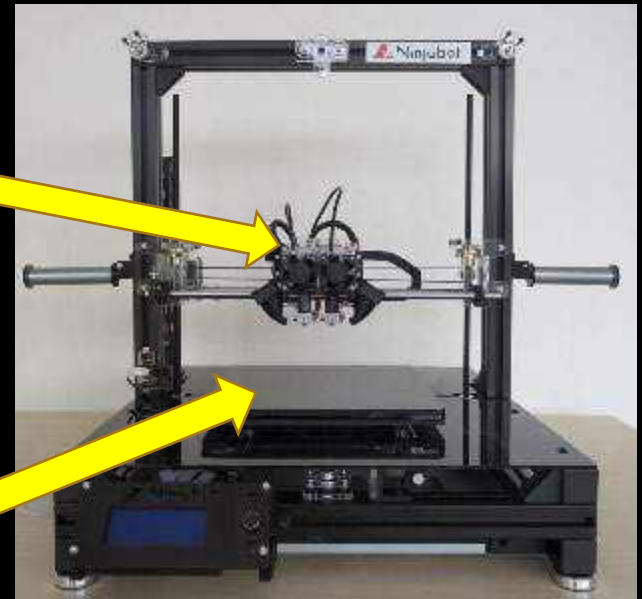
80~400℃で溶解するフィラメントを扱える。

ABSの材料費を¥100,000/kg から  
¥3,542/kgまで削減

CFRPを含んだPLA樹脂を使用できる

ノズル

ヒートベット  
(造形台)



〔2〕 ninjabot取扱説明書より

図2 〔2〕 ninjabot本体

# 7. 3Dプリンターによる宇宙構造物

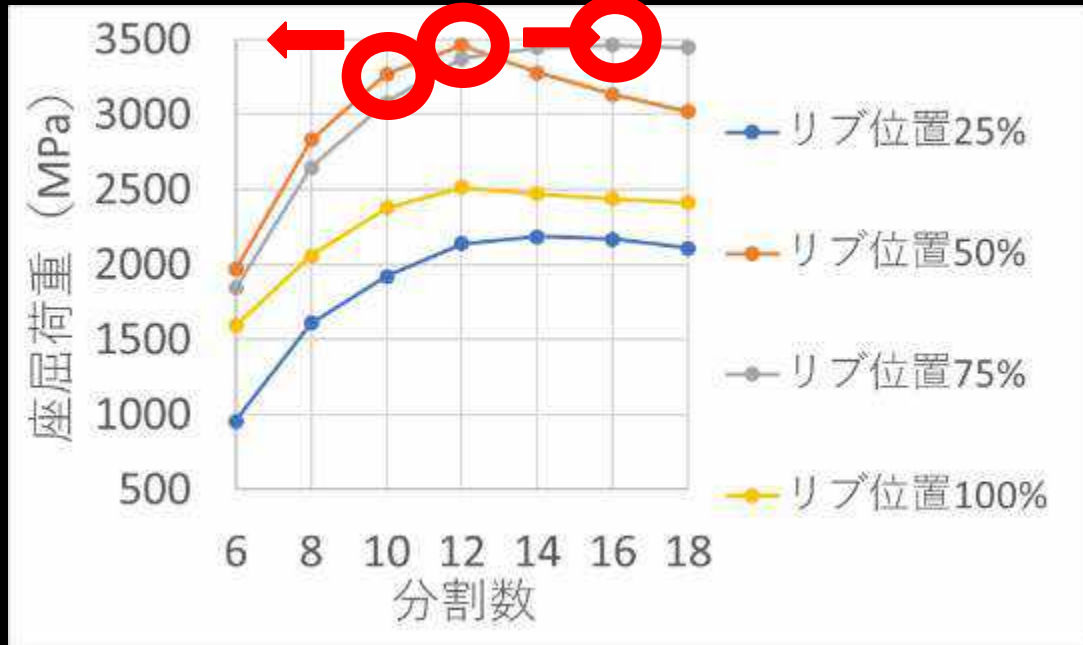


図15 解析結果

最適ラティス円筒は  
16分割リブ位置75%であった。

座屈モードの変化が座屈荷重の低下を  
起こしていると考えられる。

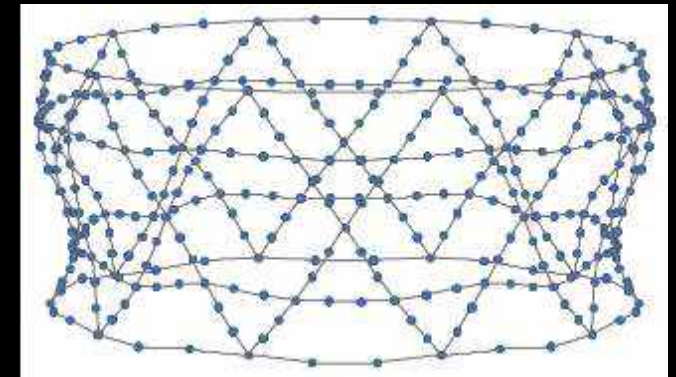


図16 75%10分割の波形

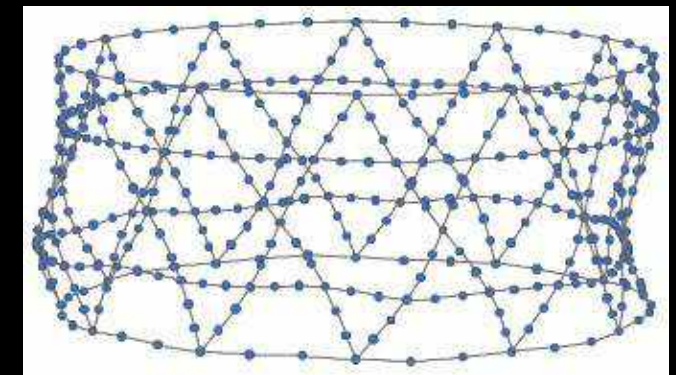
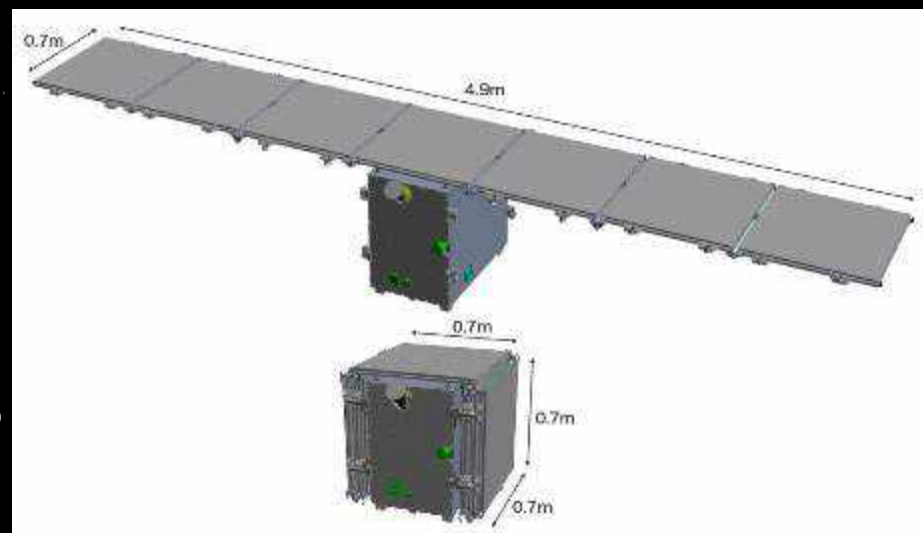


図17 75%12分割の波形

# 8. 3次元面形状計測を用いた 衛星搭載アンテナの性能評価

## 展開式レーダーアンテナ

- 温度環境
  - 真空環境
  - 無重力環境
  - …etc
- 高い精度が要求される
- 展開再現性  
展開平面精度  
熱歪特性

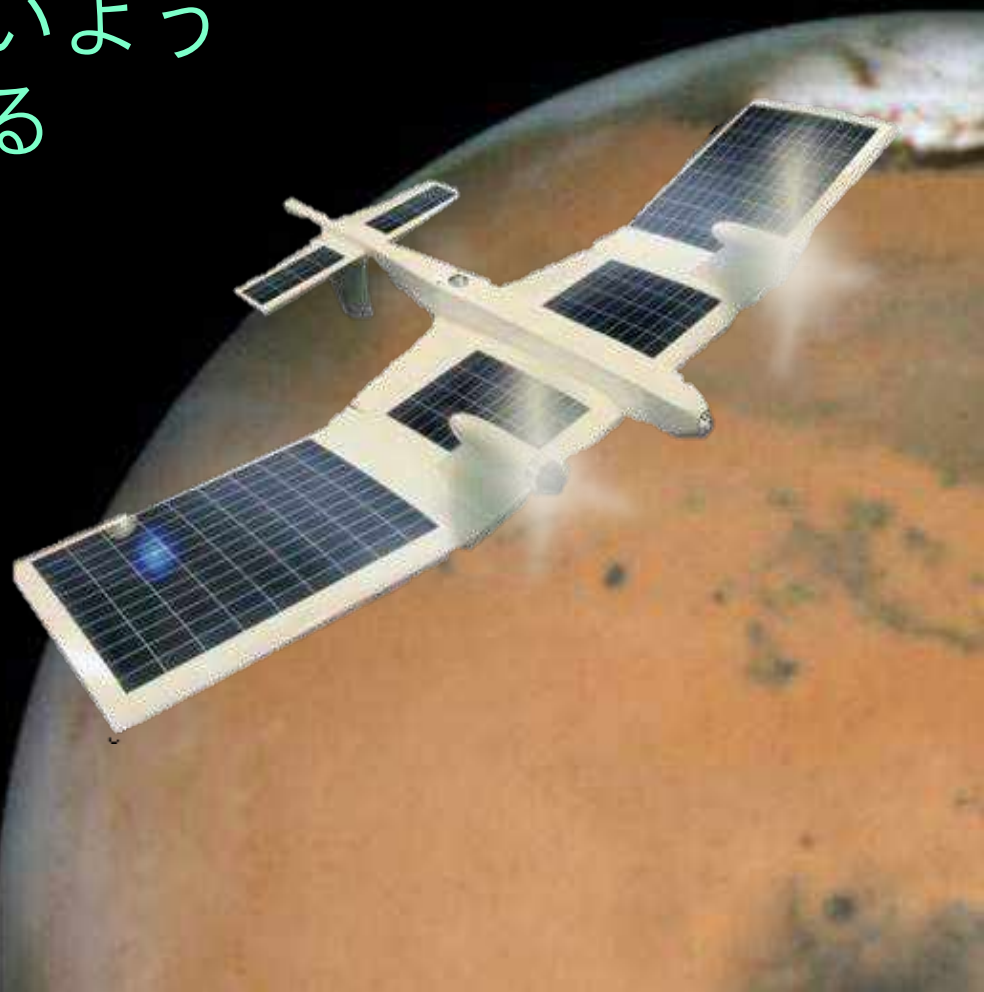


厳しい環境下でも高い精度を  
実現する必要がある

様々な試験の中で3次元面形  
状計測を行い、性能を評価

# 9. 火星を飛行探査する火星探査航空機

探査車が進出できない地点や  
探査衛星で観測できないよう  
な地形での探査を行える



火星探査衛星    火星探査車



# 神奈川大学工学部 機械工学科 航空宇宙構造研究室



- ご清聴ありがとうございました。