

# ハイブリッドロケットの解析

都市大ロケット研究会（東京都市大学）

木内麻稀、野原勉



## 1 ハイブリッドロケット開発でのMATLABの活用

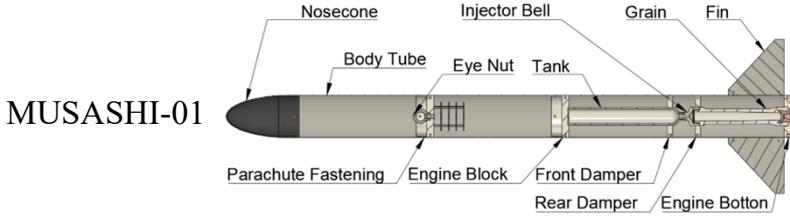
### I. ハイブリッドロケットとは？

- 酸化剤と燃料で相が異なる混合型エンジンを使用
- 特長：安全性、管理の容易さ、低コスト性

### II. MATLABの活用方法

- 安全な運用の為 → 打上前の飛行解析 × FEM解析
- 幅広く豊富な機能 & 高い数値処理能力を活用

### III. 開発中のハイブリッドロケット



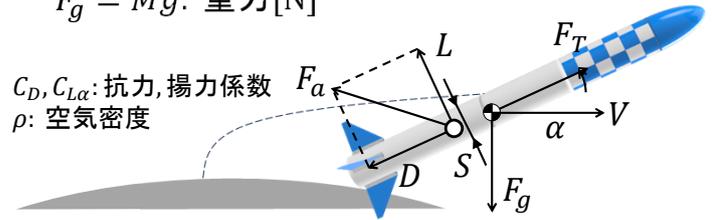
### IV. ロケットの運動方程式

$$M \frac{dV}{dt} = F_T + F_a + F_g$$

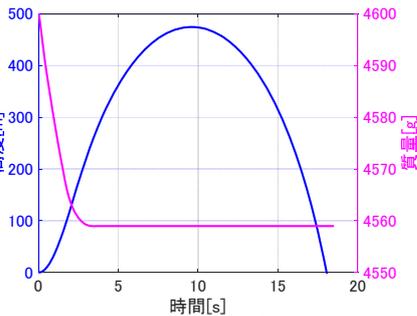
$F_T$ : 推力 [N] (燃焼試験の推力履歴)

$$F_a: \text{空気力 [N]} \begin{cases} D = \frac{1}{2} C_D \rho V^2 S: \text{抗力 [N]} \\ L = \frac{1}{2} C_{L\alpha} \rho V^2 S: \text{揚力 [N]} \end{cases}$$

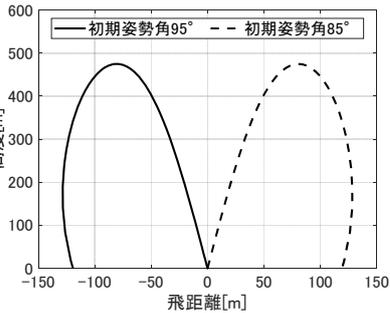
$F_g = Mg$ : 重力 [N]



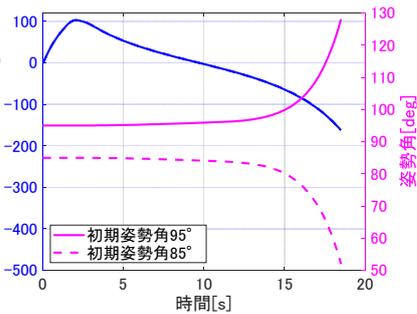
## 2 飛行解析



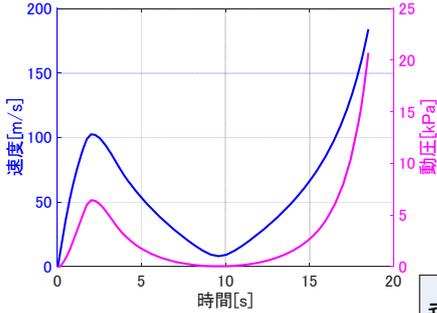
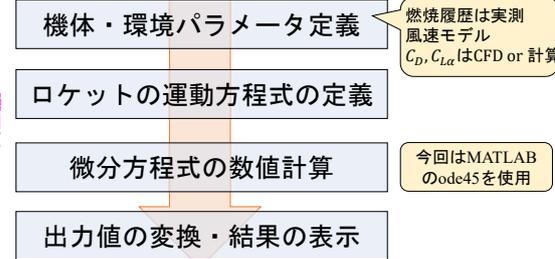
高度と質量変化のプロファイル



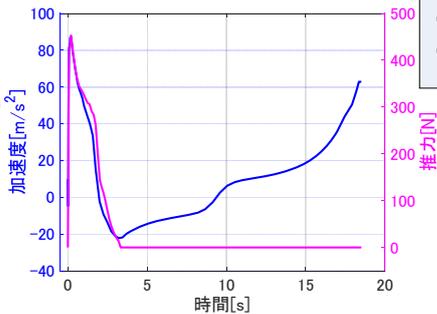
飛行経路シミュレーション



軸方向速度と姿勢角のプロファイル



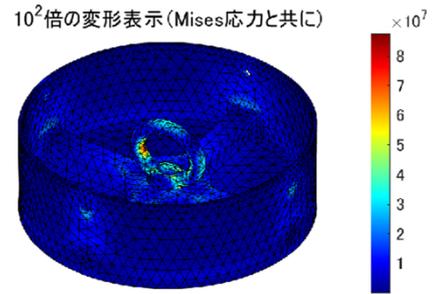
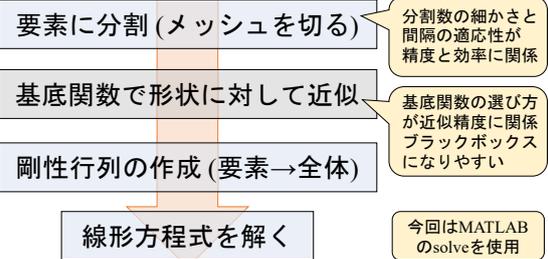
速度と動圧のプロファイル



加速度と推力のプロファイル

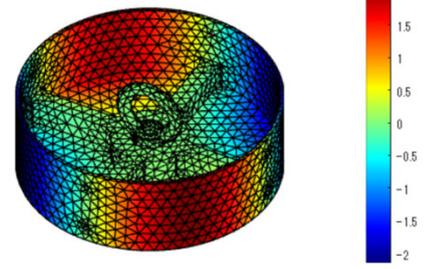
飛行解析に基づくFEM解析を行う  
・機軸方向荷重  
・横方向荷重

## 3 FEM解析



ロケットノズルの応力解析

基本モード=約1.26[kHz];z方向、スケールは相対値



ロケットノズルの固有値解析

## 参考文献

- [1] 田辺英二：「ロケットシステム」, 森北出版, (2024).
- [2] 野原勉：「エンジニアのための有限要素法入門」, 培風館, (2016).