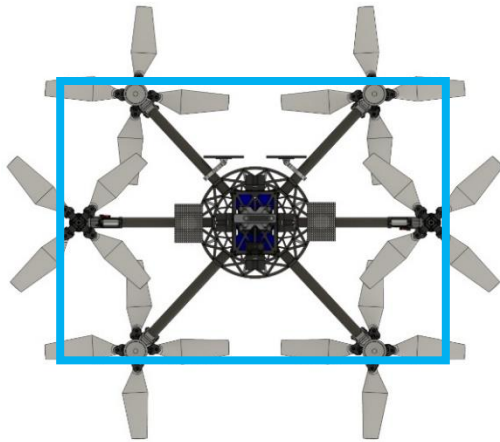


圧縮性流れにおける 火星マルチコプタロータ間の 空力干渉

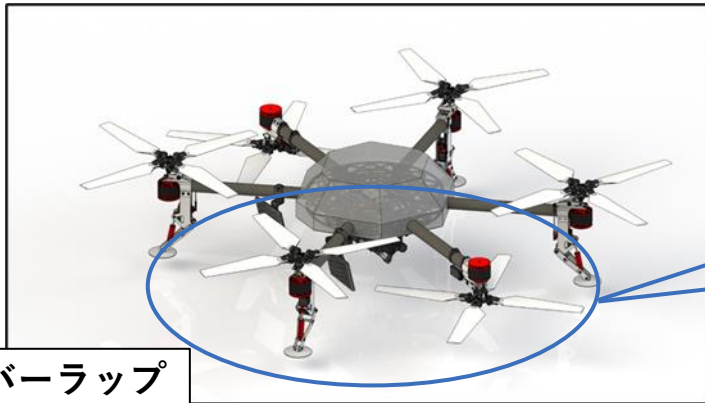
大西龍汰郎

東京大学/宇宙科学研究所 大山研究室 修士1年

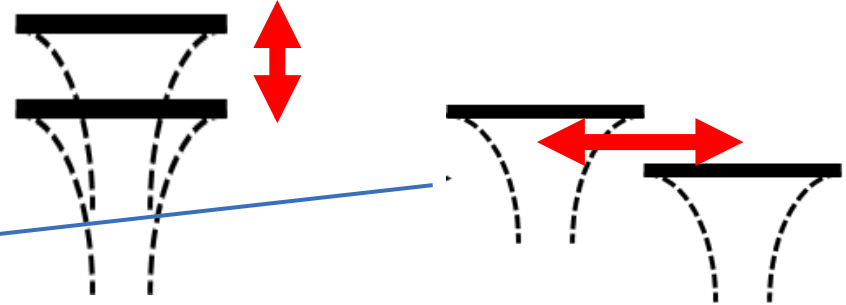
HAMILTON - 火星マルチコプタ



- ローターで運搬する必要がある。
 - **機体の大きさが制限される。**
- 飛行に十分な揚力を得る必要がある。
 - **ロータ半径を大きく、回転数を速くする必要がある。**



オーバーラップ



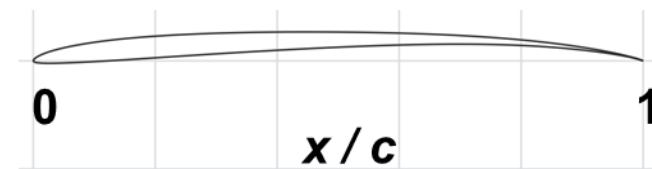
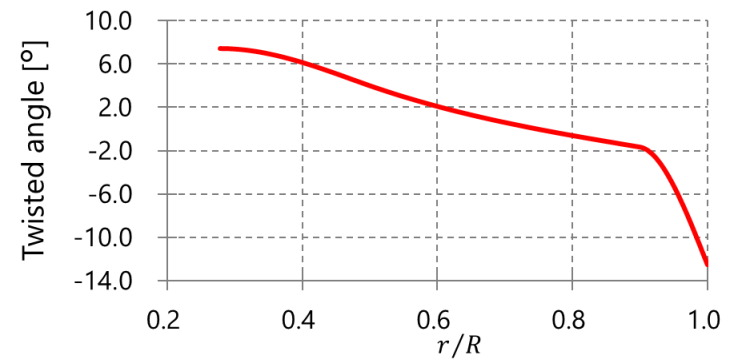
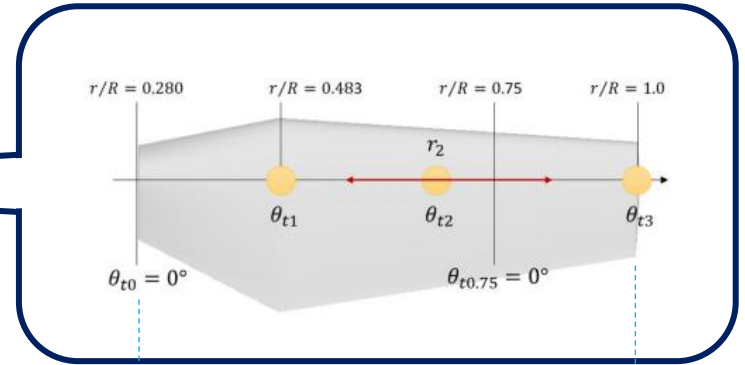
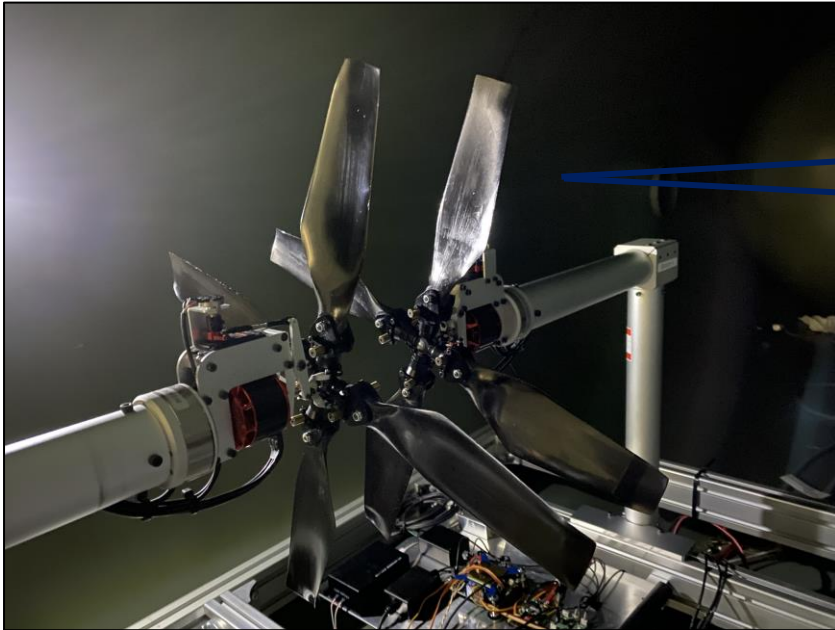
Sugiura *et al.* VFS, 2022

低レイノルズ数かつ高マッハ数におけるロータ間の空力干渉について明らかにする必要がある。

1. rFlow3Dを用いた数値解析の結果（圧縮性が無視できないような高回転数におけるロータ間の空力干渉について）
2. 将来的に行う予定の計測実験に関して、現在起こっている問題

rFlow3Dを用いた 数値解析

Sugiura et al., 2019

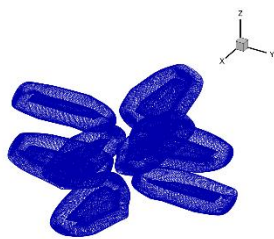
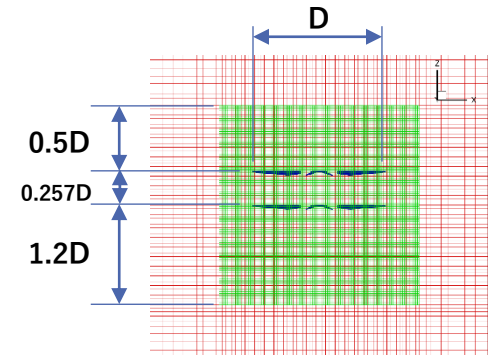


ブレードの数	4
ロータ直径 [m]	0.46
翼型	CLF5605

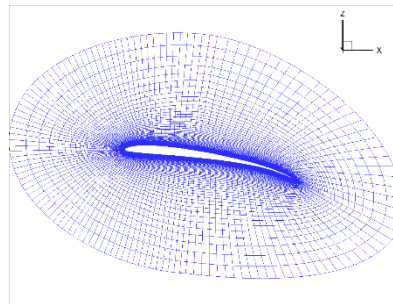
Koning et al., 2019

数値解析のセットアップ

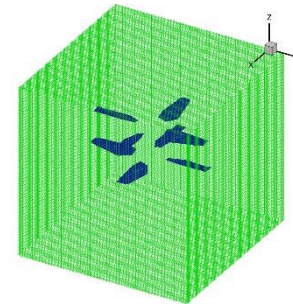
支配方程式	3D compressible Navier- Stokes equation
ソルバー	rFlow3D
空間精度	4 th Order Compact MUSCL TVD
数値流束関数	m-SLAU
時間精度	LU-SGS (blade), 4 th Runge-Kutta (background)
乱流モデル	SST-2003



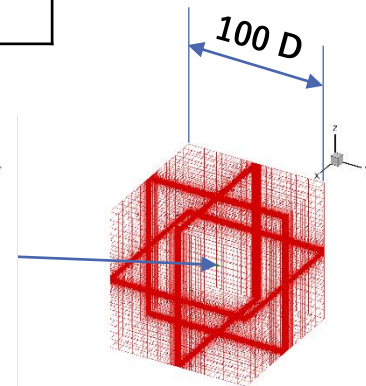
ブレード



ブレード格子断面



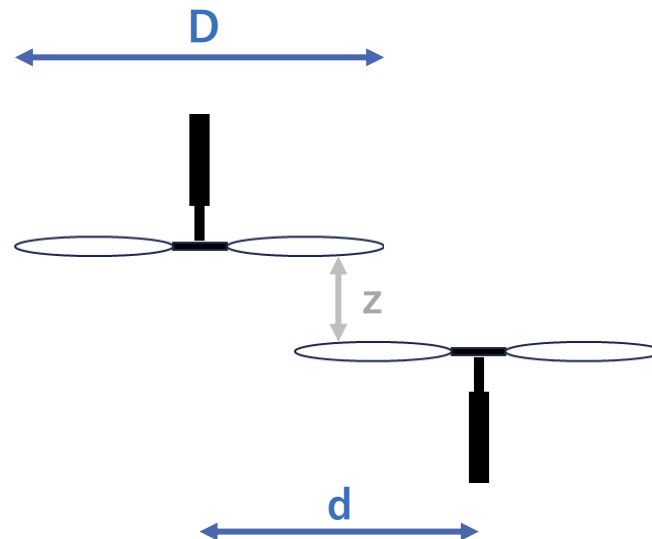
内側背景格子



外側背景格子

ブレード格子	内側背景格子	外側背景格子	合計
0.9 million × 8	1.86 million	3.95 million	13.01 million

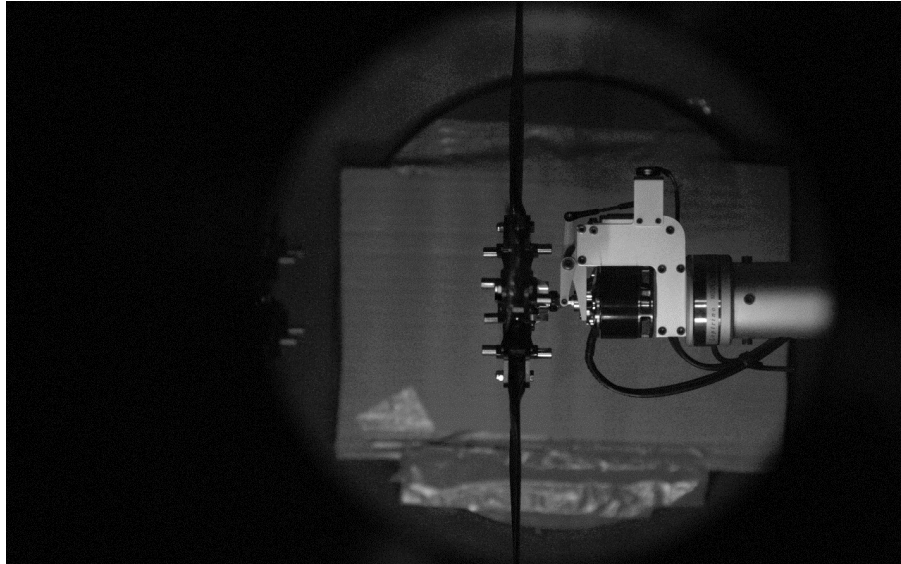
レイノルズ数	10,000
翼端マッハ数	0.21, 0.78
ロータ軸間距離 (d/D)	0.0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0
ロータ回転面間距離 (z/D)	0.257
トリム条件	$\frac{C_{T_{upper}} + C_{T_{lower}}}{2} = 0.02$ $C_{Q_{upper}} + C_{Q_{lower}} = 0$



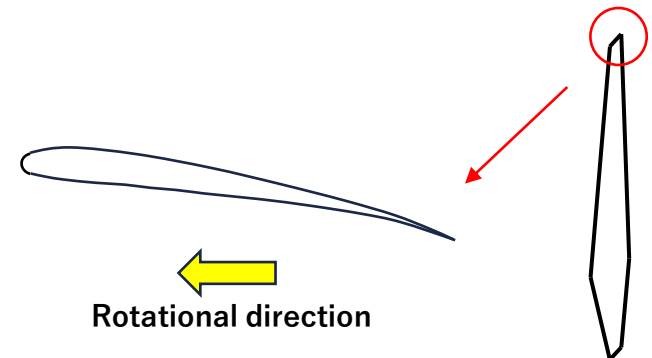
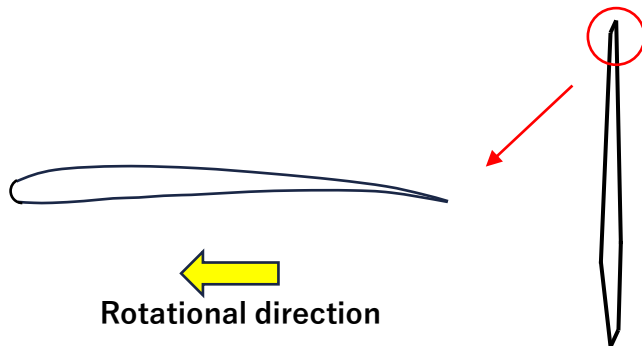
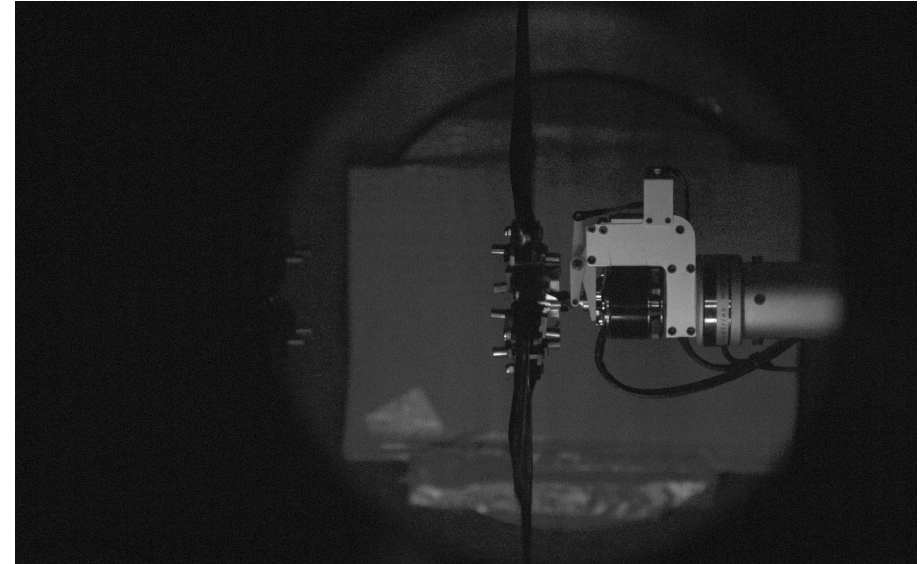
計測実験に関して 現在生じている問題

ピッチ角0度におけるブレードの様子

$M_{tip} = 0.21$

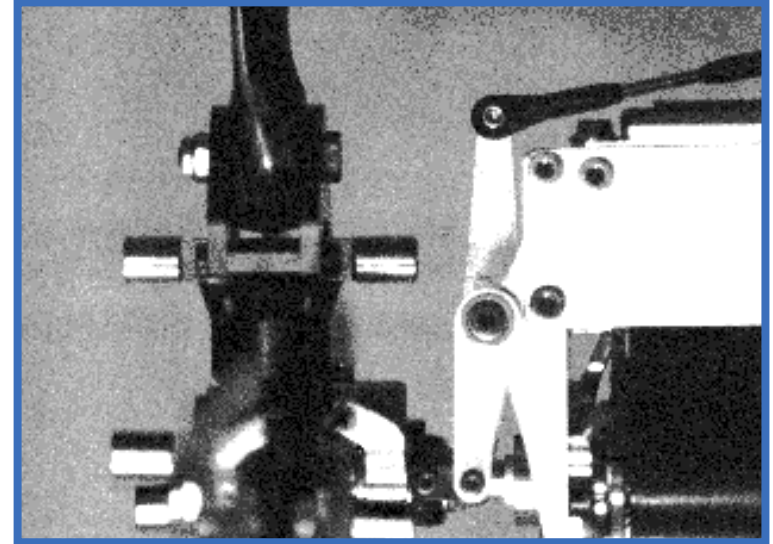
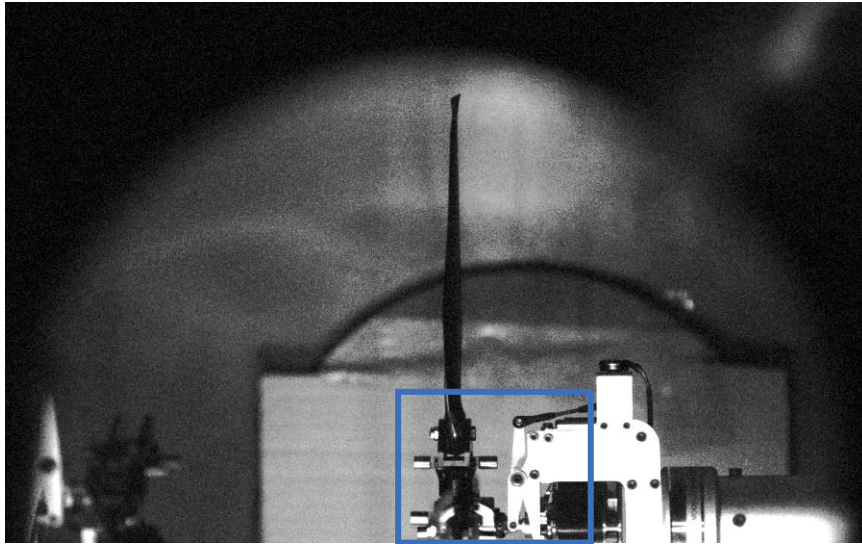


$M_{tip} = 0.77$



高回転数だと狙ったようにピッチ角が振れない！

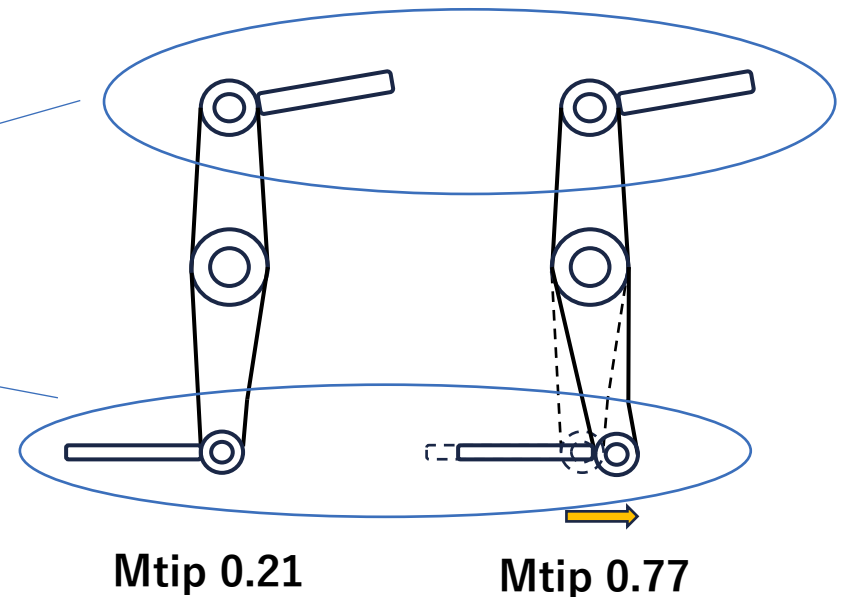
サーボ部分の変形



計測機器はピッチ角が変化していない
(0度のままである)と認識している.

実際にはピッチ角が変化
している

高回転数による負荷にサーボ部分が
耐えきれしていない



目的

低レイノルズ数環境下において、ロータ間の空力干渉に圧縮性がどのような影響を及ぼすか調査する。

結論

- 翼端マッハ数が0.77の時、ロータ全体のFMは翼端マッハ数が0.21の時よりも小さくなる。
- ロータ軸間距離が近いとき、シングルロータに対するFM低下の割合は、翼端マッハ数が0.21のときより0.77の時の方が大きい。
- ロータ軸間距離が離れているとき、シングルロータに対するFM低下の割合は、翼端マッハ数によらず変わらない。
- 以上二つの結果は、ピッチ角の変化に起因する可能性がある。
- 実験に関して、高回転数による負荷によりピッチ角を変化させる機構に変形が生じてしまっている。

今後の展望

- 流れ場や表面圧力分布などから詳細に空力干渉について議論する
- 目標推力係数を0.04として追加の解析を行う
- サーボ部分の剛性強化の後、実験結果との比較を行う