

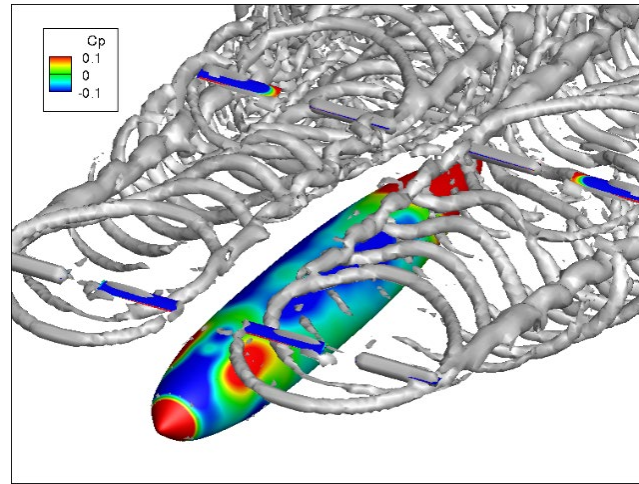
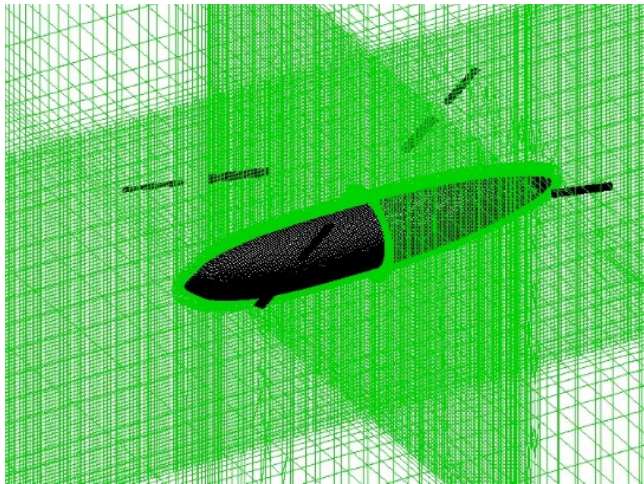
2022年春季大会

ハイブリッド開催 (パシフィコ横浜+オンライン)

2022年5月25日(水)～27日(金)



# eVTOLのロータ位置が機体空力特性に及ぼす影響の数値解析

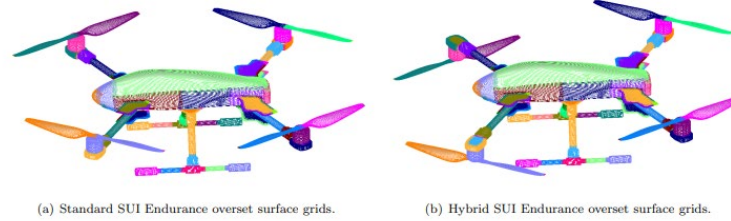


横浜国立大学大学院  
理工学府 機械・材料・海洋系  
博士前期1年 鈴木恵太

# 背景・目的

## eVTOL (electric Vertical Take-Off and Landing) 電動の垂直離着陸機

課題：航続距離



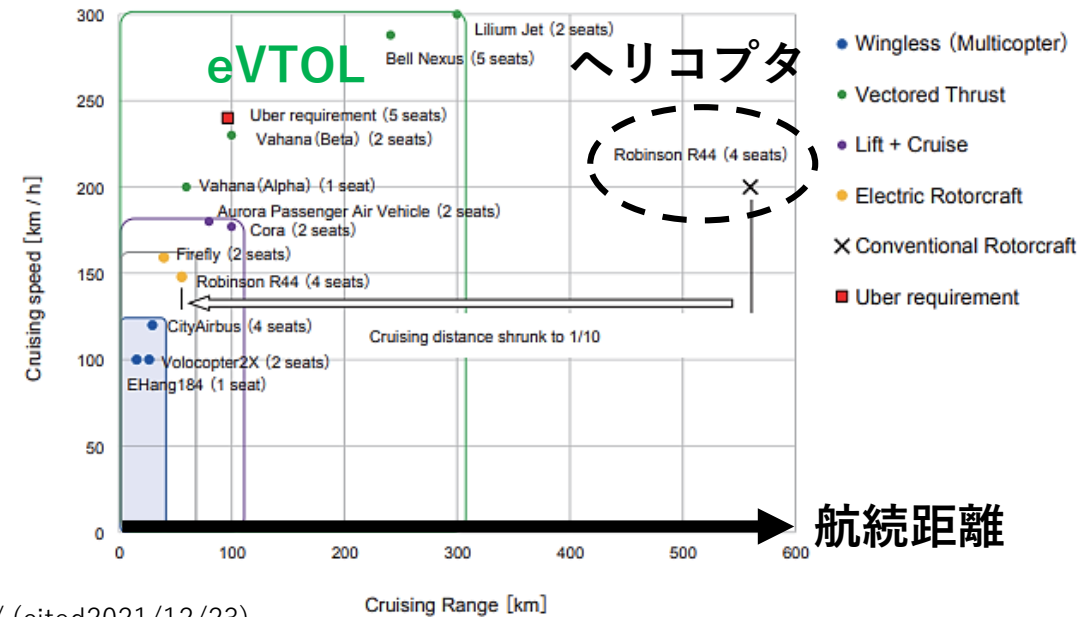
Joby Aviation [1]

風洞試験・CFDによる検証  
ロータ・胴体の流れの干渉が性能に影響[2]

ロータ位置が性能に影響

### 目的

- ・ 空力干渉のメカニズムを明らかにする
- ・ ロータ位置の空力干渉への影響を調査



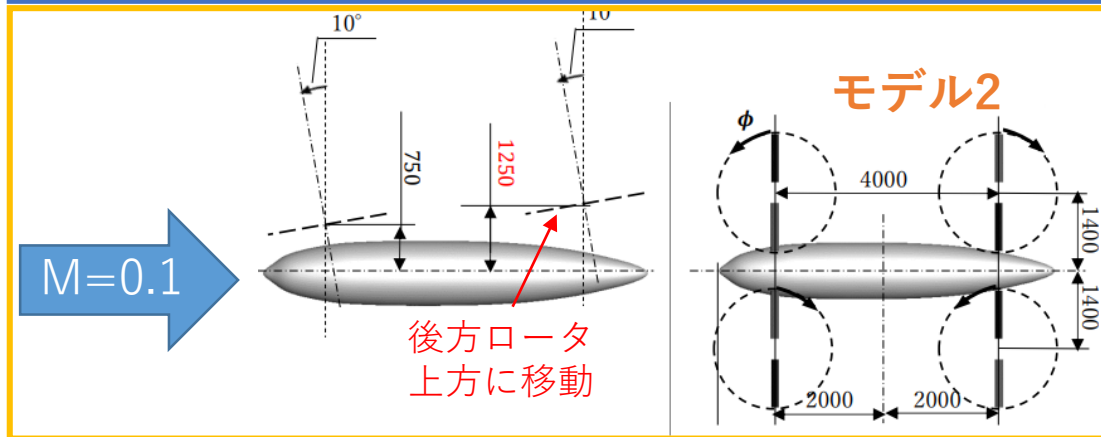
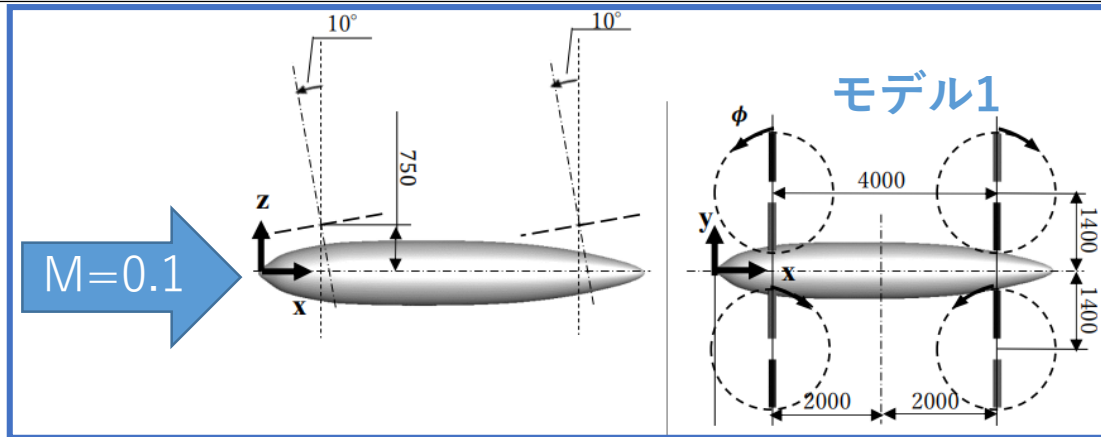
各機体の航続距離 (横軸) [3]

[1] Joby Aviation, "Joby Begins Journey to Becoming First eVTOL Airline", <https://www.jobyaviation.com/news/> (cited2021/12/23)

[2] Daniel P. Raymer, "AIRCRAFT DESIGN: A CONCEPTUAL APPROACH FOURTH EDITION", AIAA, 2006

[3] 西沢 啓, "電動航空機における電池の役割", GS Yuasa Technical Report, 2021, 第18巻, 第1号

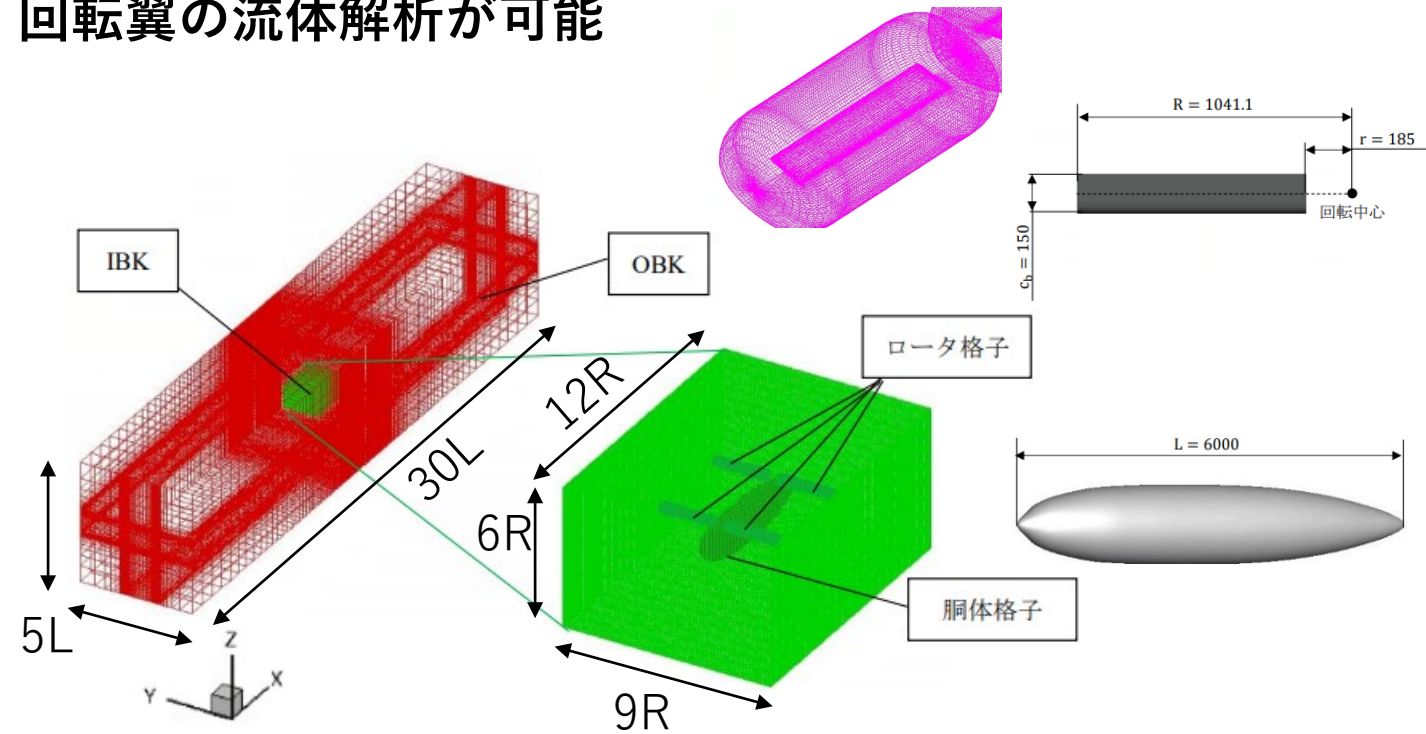
# 研究方法



胴体 飛行船 Akron の胴体[4]  
 ロータ ブレード枚数：2枚  
 迎角（取付角）：11°  
 回転面：前方に10° 傾斜

## ソルバ：rFlow3D

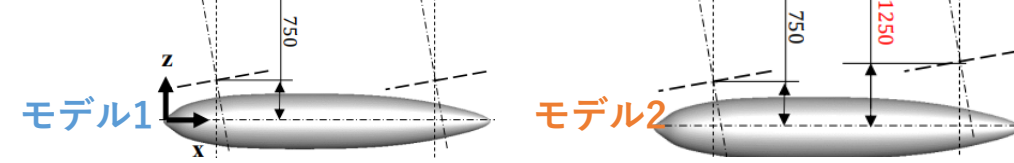
背景格子(BK)と物体格子(IG)の集合格子系を扱うことで、  
 回転翼の流体解析が可能



| OBK 格子 | IBK 格子 | 胴体格子  | ロータ格子  | 合計格子点数 | IBK の格子幅          |
|--------|--------|-------|--------|--------|-------------------|
| 497 万  | 2400 万 | 225 万 | 91 万×4 | 3484 万 | 0.2c <sub>b</sub> |

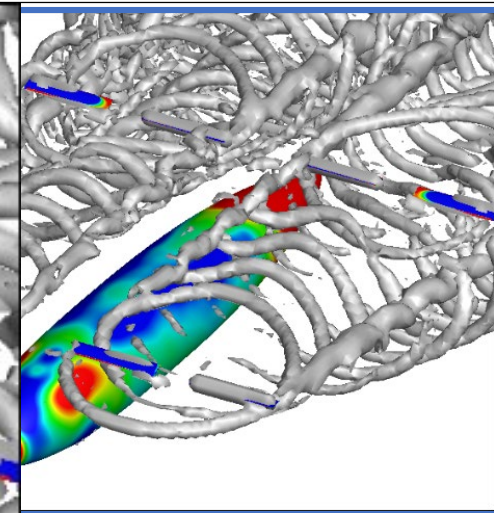
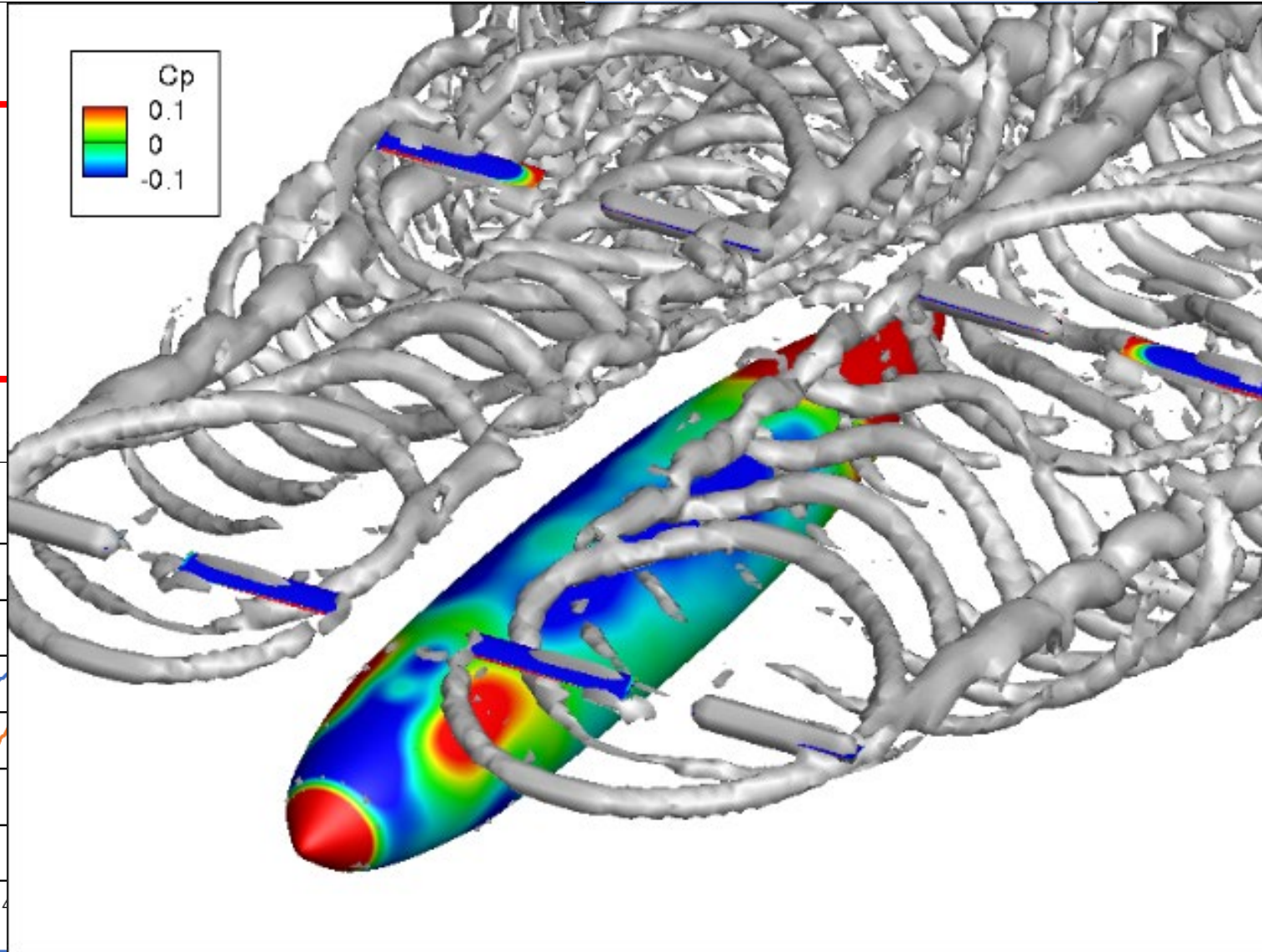
[4] Freeman, Hugh B., "FORCE MEASUREMENTS ON A 1/40-SCALE MODEL OF THE U.S. AIRSHIP "AKRON" ", NACA Technical report No.432

# 研究結果

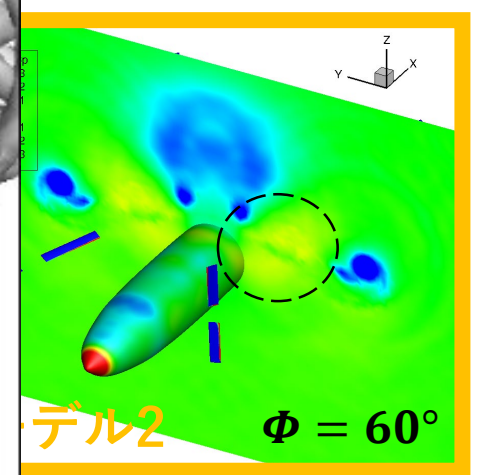
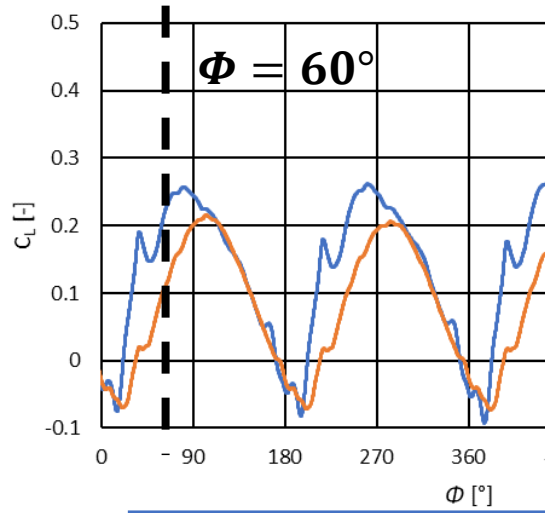


## メカニズム

- ダウンウォッシュ影響は瞬時的
- 翼端渦影響が持続的



揚力係数  $C_L$  モデル1: 0.128,

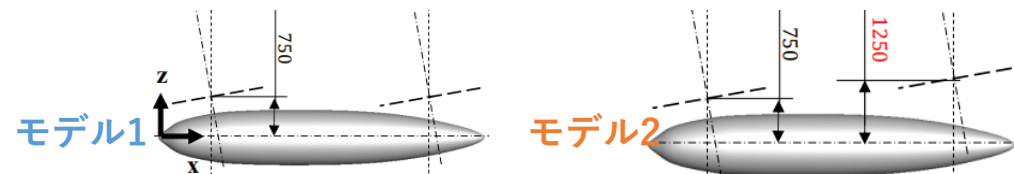


モデル2  $\phi = 60^\circ$

圧力分布も変化

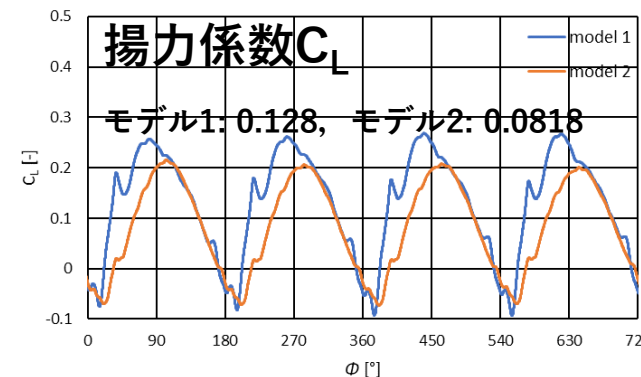
# まとめ

回転翼の数値計算により，以下の知見を得た。



1. ロータ・胴体空力干渉の要因は以下の3つである

- ・ ダウンウォッシュ：揚力**減少**，影響は**瞬間的**→振動の原因に
- ・ 翼端渦：揚力**増加**，影響は**持続的**→時間平均値に与える影響**大**
- ・ ロータ後流の圧力分布：ロータ位置の影響を強く受ける



2. **モデル1**から後方ロータの位置を変えた**モデル2**では，胴体の揚力が**36%減少**  
→ロータ位置の航続距離への影響は大きく，工夫が求められる

## 今後の展望

本研究では胴体+ロータの機体を扱ったが，最近開発されたeVTOLは+固定翼が主流  
→胴体・固定翼・ロータの三者空力干渉の解明