

段差近傍における 2枚ロータ機の推力変動

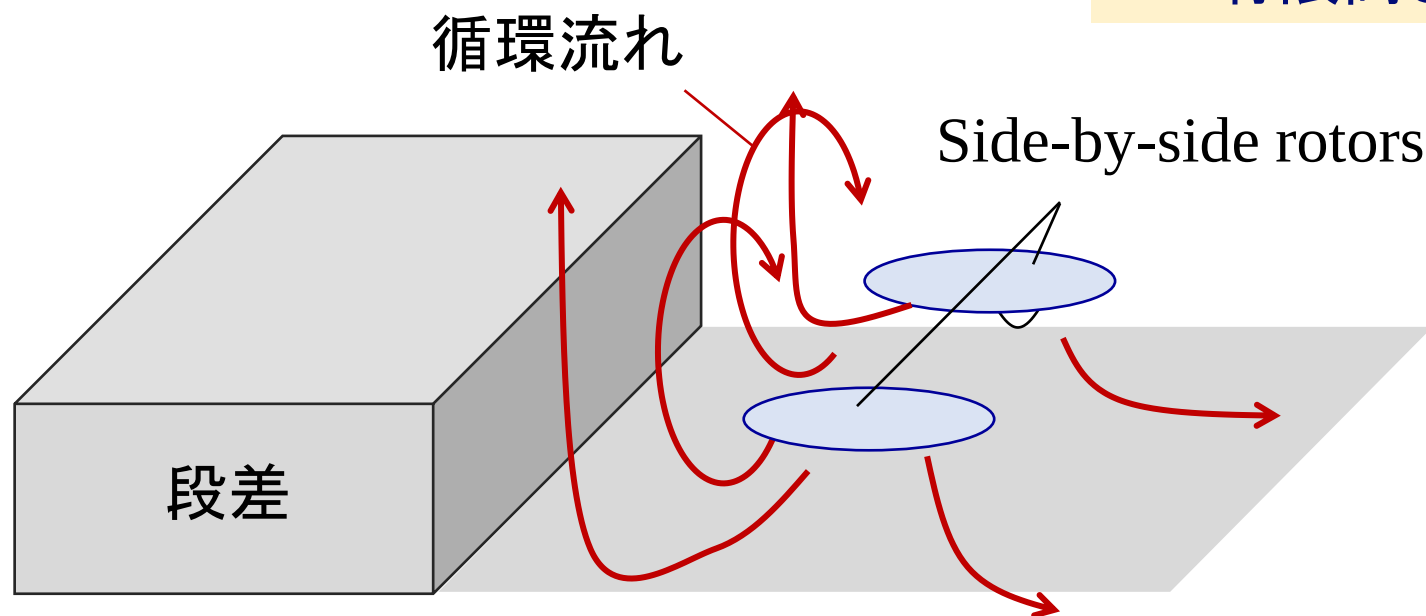
金沢大学 大塚光

※ WEB公開用の一部の内容を削除しています.

本日の紹介内容

キーワード

- コーナー効果
- 2枚ロータ
- 有限高さ



- AIAA, Scitech2025にて報告済み



<https://doi.org/10.2514/6.2025-1269>

- 続報を7月にFDC・ANSSにて報告予定

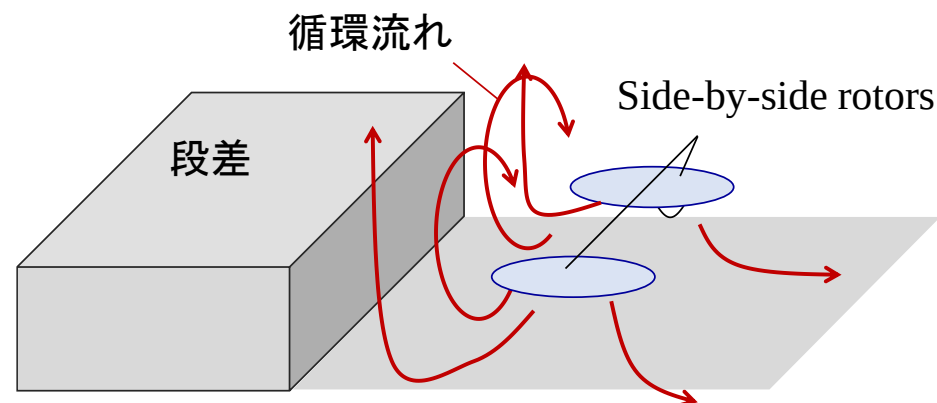
目次

1. 研究背景
2. 研究目的
3. 実験方法
4. 推力計測実験
5. レーザーシート法による可視化実験
6. 結論

研究背景

WEB公開用に削除

VOLOCOPTER HPより



- UAM用のVertiport や小型eVLOTの着陸地点周囲に段差がある場合が予想される.
- 1枚ロータより, 強い再循環を起こすと予想される.

➡ Vertiportへの着陸事故を防ぐため, 複発ロータが段差に近づいた時の推力変化を把握しておく必要がある.

先行研究

WEB公開用に削除

Zagalia et al., 2018

<https://doi.org/10.1016/j.ast.2018.05.019>

Zhu et al., 2023

<https://doi.org/10.2514/1.J062093>

糸賀ら 2010

<https://doi.org/10.2322/jjsass.58.269>

- 立方体周囲での推力変化
- 有限高さ壁近傍での推力変化
- コーナー効果による推力変化

2枚ロータ以上の機体について**段差近傍**での推力変化について着目した研究は少ない。

研究目的

- 段差近傍での2枚ロータの推力変化を明らかにする.
- 推力変化が生じるメカニズムを明らかにする.

研究内容

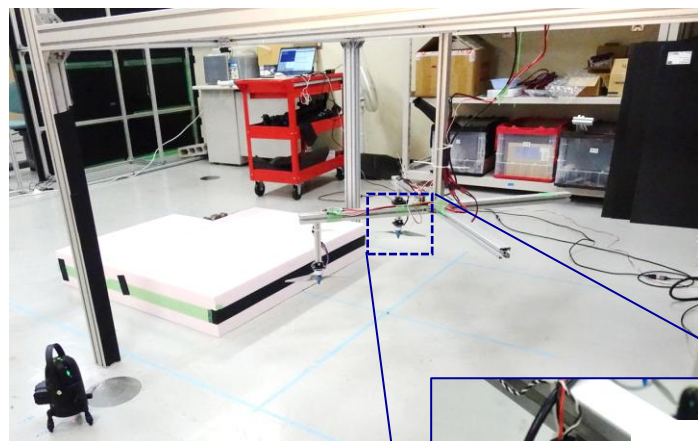
段差近傍での推力計測
レーザーシートを用いた可視化

目次

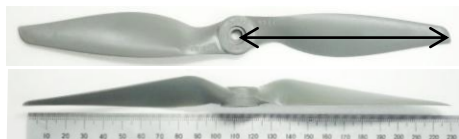
1. 研究背景
2. 研究目的
- 3. 実験方法**
4. 推力計測実験
5. レーザーシート法による可視化実験
6. 結論

実験方法

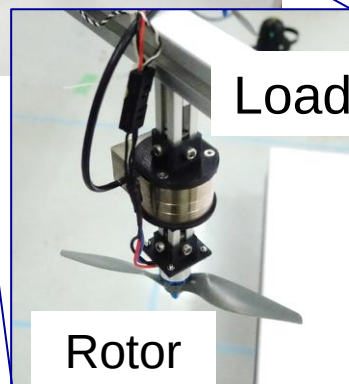
推力計測



APC 9×6E

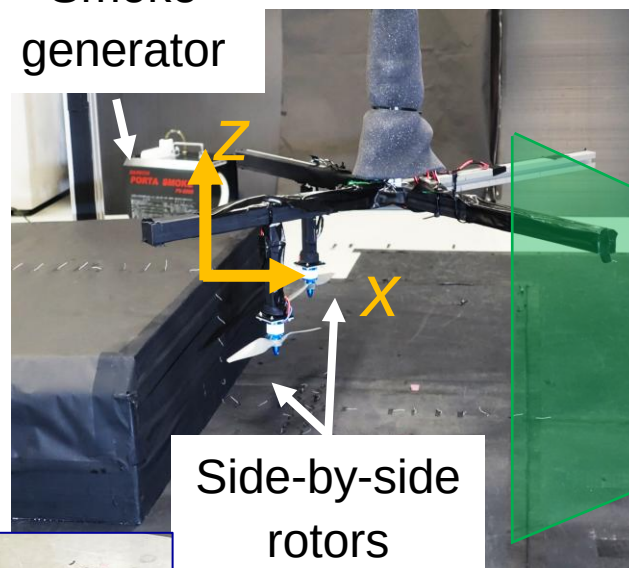


ロータ半径
 $R = 114.3\text{mm}$



レーザーシートを用いた 可視化実験

Smoke
generator



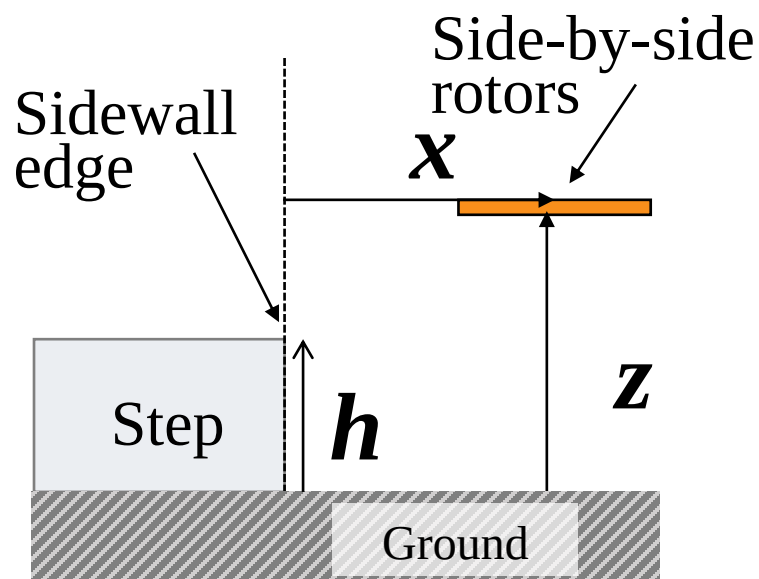
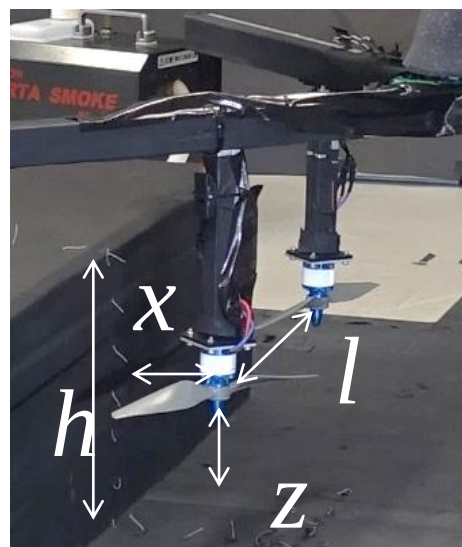
Laser
light
sheet

Side-by-side
rotors

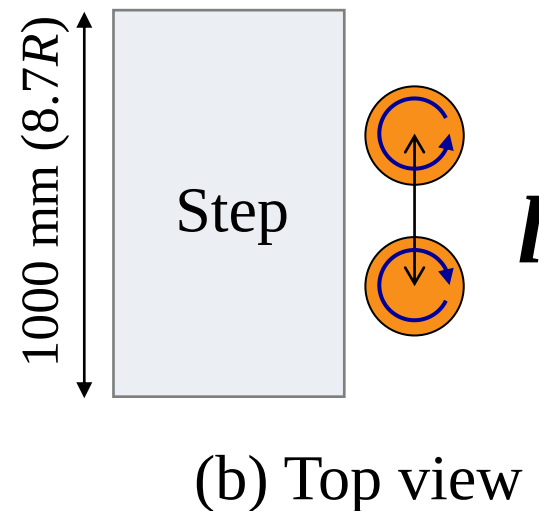


Video
camera

実験方法



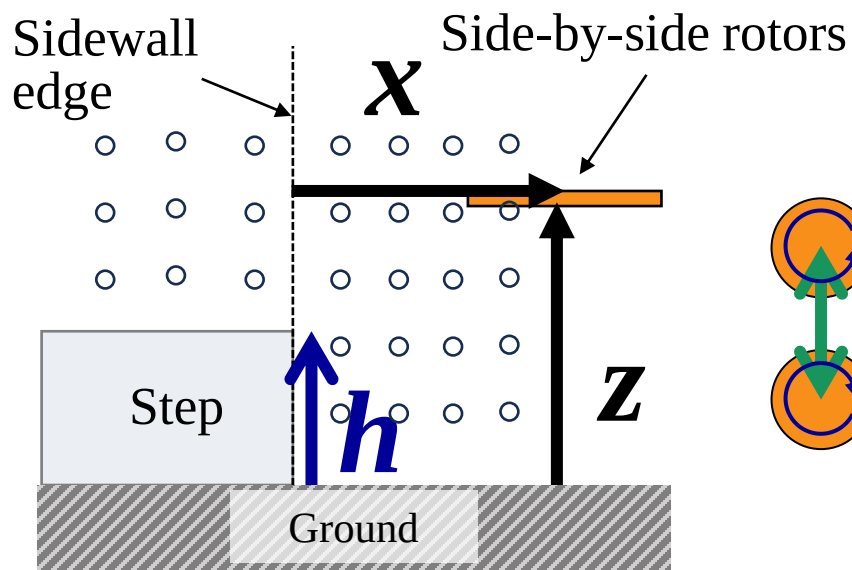
(a) Side view



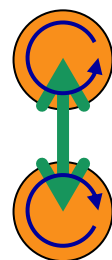
(b) Top view

x/R	: -1.0 – 3.0
z/R	: 0.5 – 4.0
l/R	: 2.4, 3.0
h/R	: 1.0, 2.0, 3.0

実験方法



(a) Side view



(b) Top view

$C_T/C_{T,OGE}$ マップの作成

推力係数/地面効果外推力係数

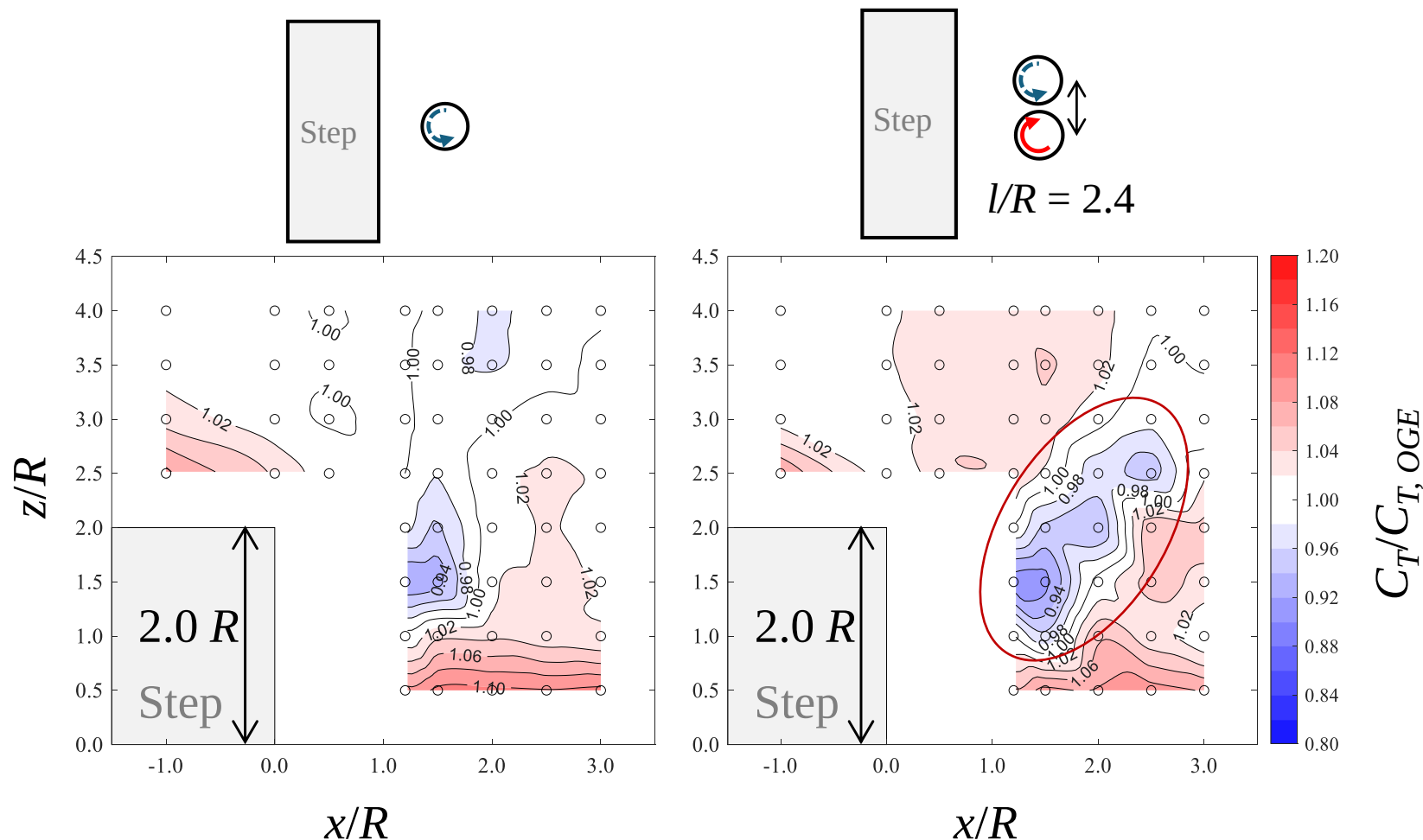
比較対象

1. 単独ロータ と 2枚ロータ
2. 段差高さ, h/R
3. ロータ軸間距離, l/R

目次

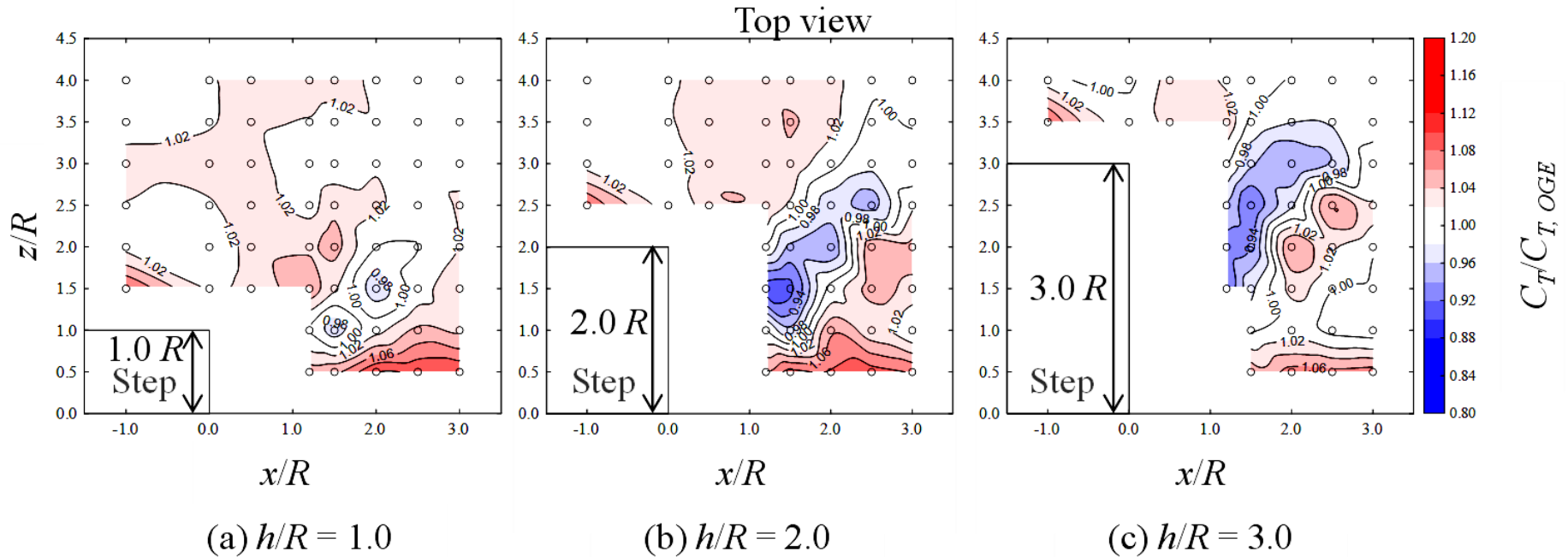
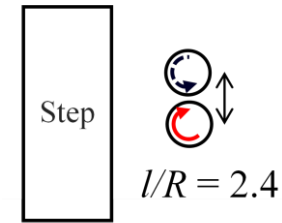
1. 研究背景
2. 研究目的
3. 実験方法
- 4. 推力計測実験**
5. レーザーシート法による可視化実験
6. 結論

1. 単独ロータと2枚ロータ



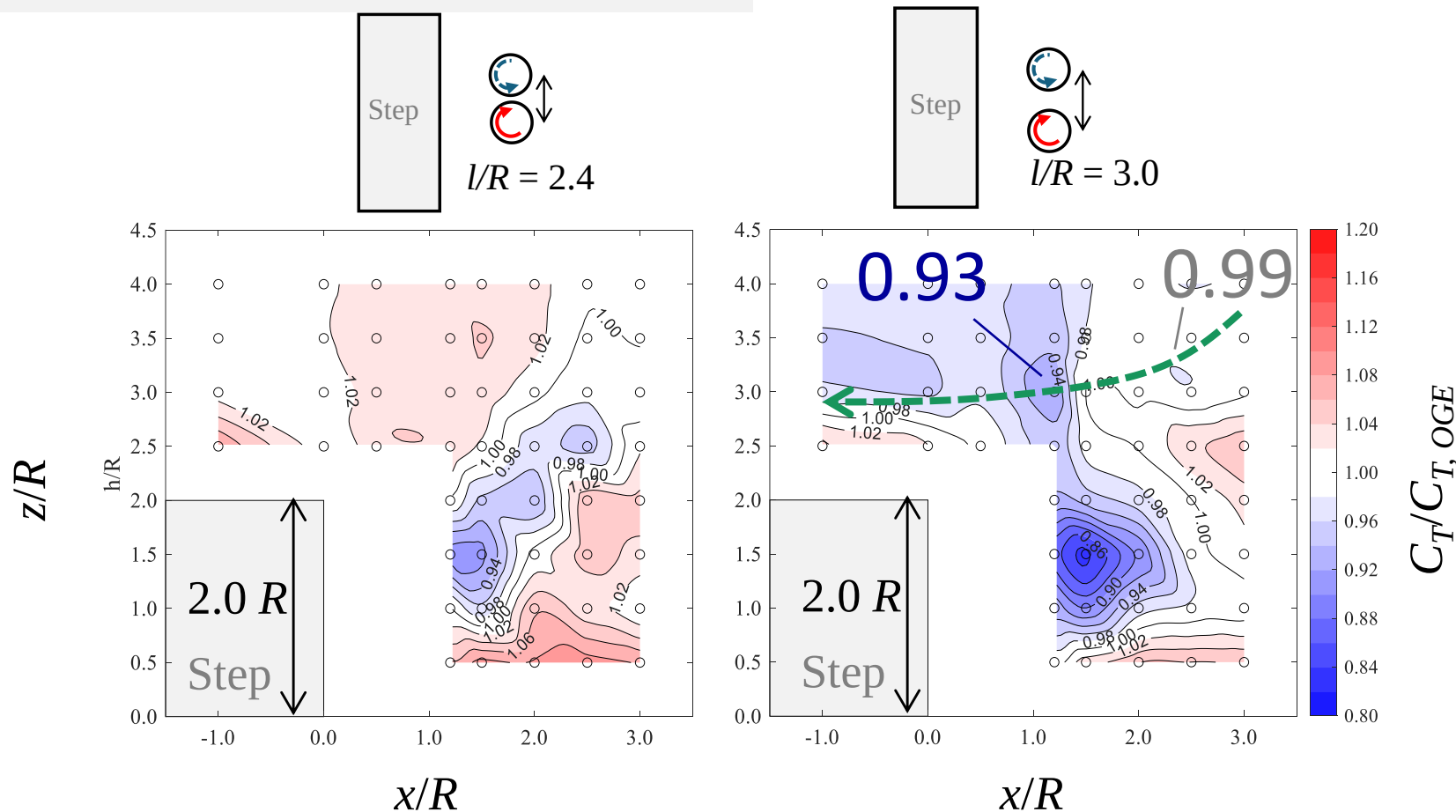
- 段差の右上に推力低下領域が広がる.

2. 段差高さ, h/R



- $h/R=2$ 以上では段差の右上に低推力領域が広がる.
- $h/R=1$ では推力低下量は3%以内である.

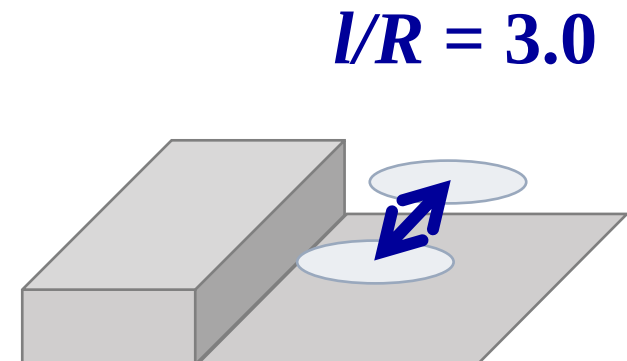
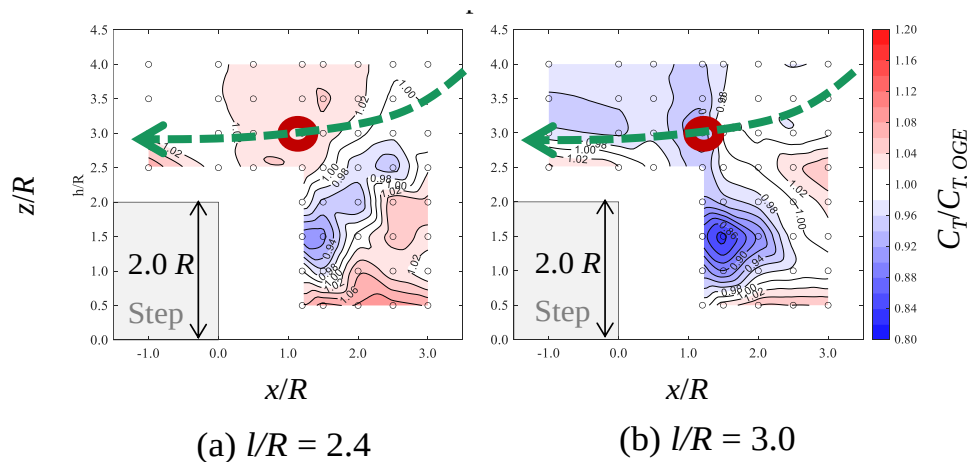
3. ロータ軸間距離, l/R



- ロータ軸間距離を広げると, 台座の上側に推力低下領域が広がる.
- 仮に水平にアプローチすると6%推力が低下する.

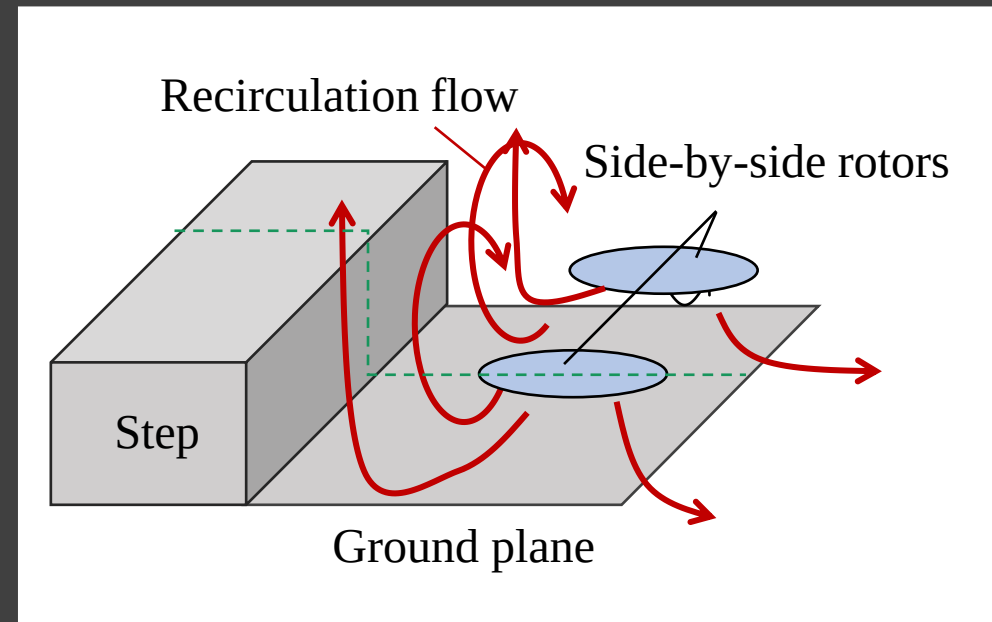
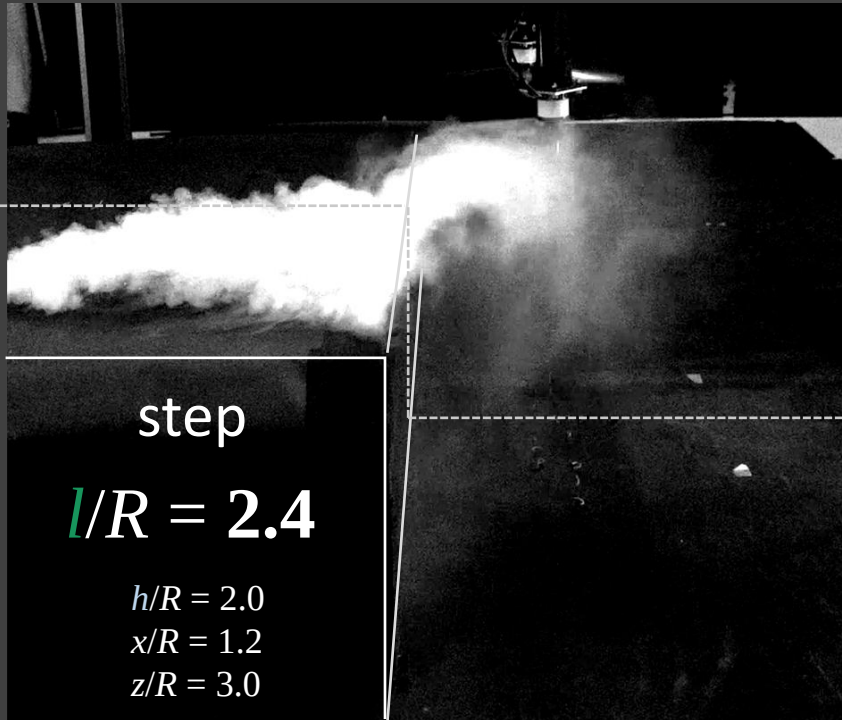
推力計測のまとめ

- $l/R = 3.0$ で、水平にアプローチすると6%推力が低下する.
- $h/R = 1.0$ では推力低下は無視できる.

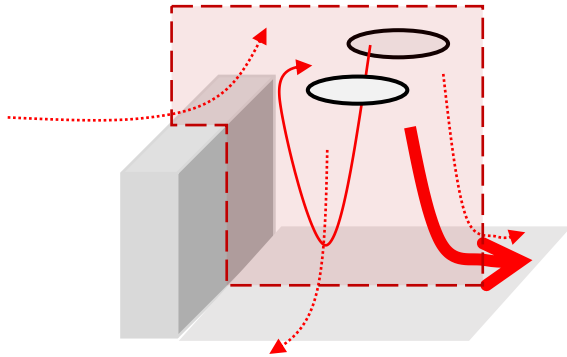


目次

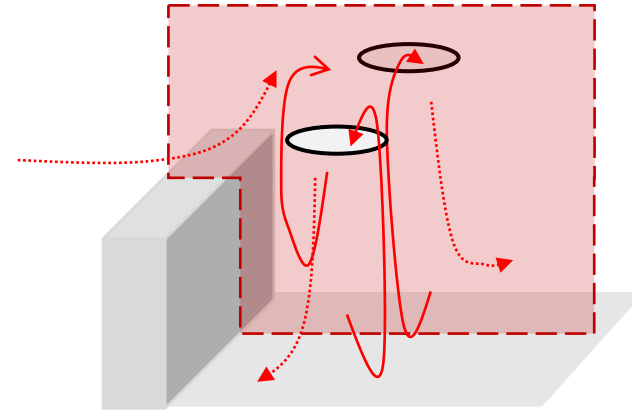
1. 研究背景
2. 研究目的
3. 実験方法
4. 推力計測実験
5. レーザーシート法による可視化実験
6. 結論



- 可視化実験により右図の模式図のような循環流れを確認した.
- WEB公開用に一部の内容を削除しています



$$l/R = 2.4$$



$$l/R = 3.0$$

- 軸間距離が広いほうが、より循環する流れが多い。

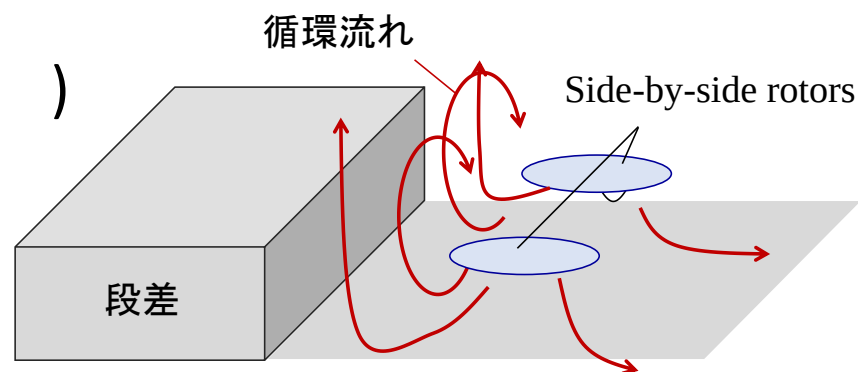
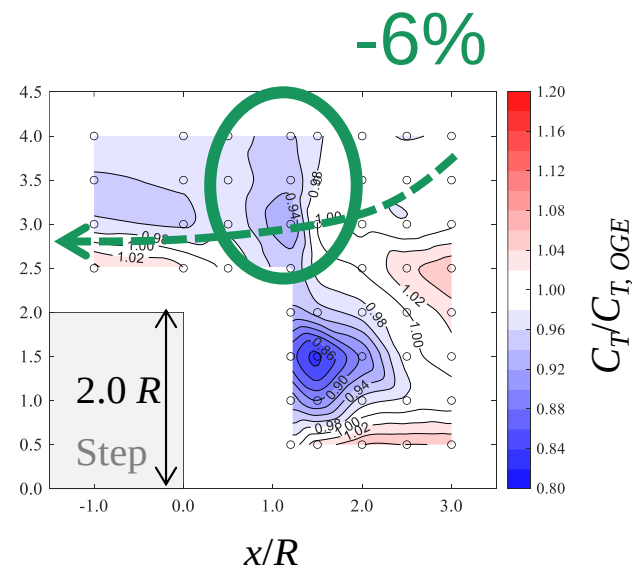
軸間を広げたことで、壁とロータの間に隙間ができ、循環が起こりやすくなったと考えられる。

目次

1. 研究背景
2. 研究目的
3. 実験方法
4. 推力計測実験
5. レーザーシート法による可視化実験
6. 結論

結論

- 水平に台座にアプローチすると**推力が低下**する.
- 後流が段差側壁に沿って上昇し、ロータとの間で再循環する.
(特に、軸間距離が大きい場合)



➡ 2枚ロータ(side-by-side rotors)が段差に近づくと、推力が低下することを示した.

今後の予定

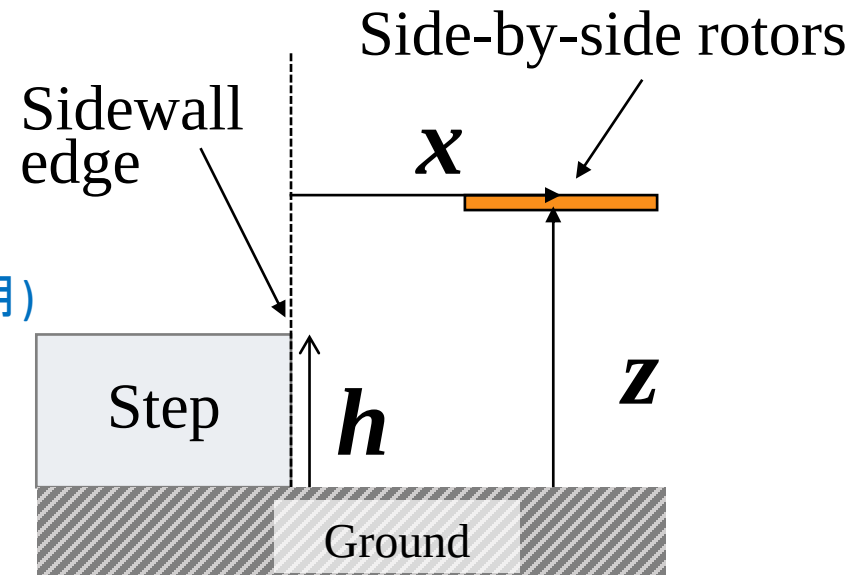
- 着陸時の推力変化を抑制する台座形状の検討

FDC/ANSSにて報告予定(7月)

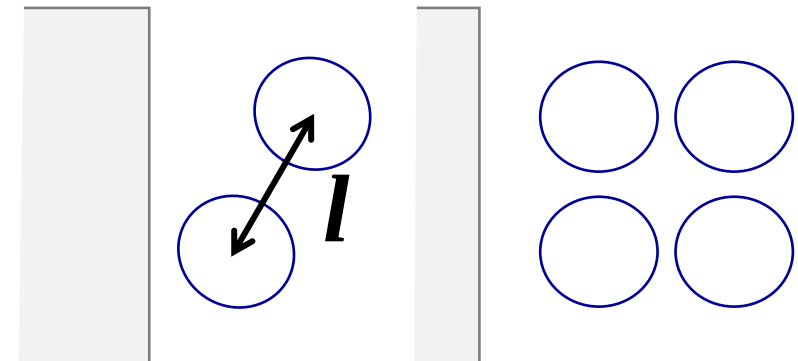
- パラメータによる推力低下の有無評価
台座高さ $h/R > 3.0$
軸間距離 $l/R > 3.0$

- 追加パラメータに関する評価
水平面内の機体姿勢角度
ロータ枚数

- 熱線流速計による平均流れ場の把握



Side view



➡ 2枚ロータ機接近時の推力低下を防止を目指す.

Q and A

ご質問, ご助言をいただければ幸いです.
会議に限らずご連絡をお待ちしています.