

# 低騒音プロペラ開発のための 3次元旋回流相対速度計測システム

摂南大学 理工学部 機械工学科  
教授 堀江 昌朗

2025年11月13日

# 従来技術とその問題点



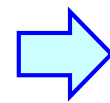
フライングカーのプロペラ※



タービンやポンプの羽根※

世界中で普及が見込まれ、新たな産業として期待されている

ユーザーが求める  
フライングカーの付加価値



低騒音、低振動  
操作性、安全性、居住性

低騒音・低振動を実現する流体機械の開発に貢献

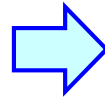
※これらの画像は生成AIによって作成されました。

## 従来技術とその問題点

タービンやポンプの高速に回転する羽根車やプロペラ  
回転に伴い騒音・振動が生じる

### 企業の声

静音性  
製品の安全性の向上  
信頼性



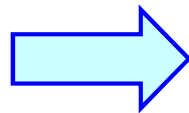
渦やキャビテーションの  
発生原因の究明と対策

渦や気泡は高速回転する羽根車による旋回流と共に流れる



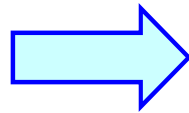
### 既往技術の課題

従来の可視化実験



羽根車の回転速度が速すぎるため  
正確な流動状態の計測が困難

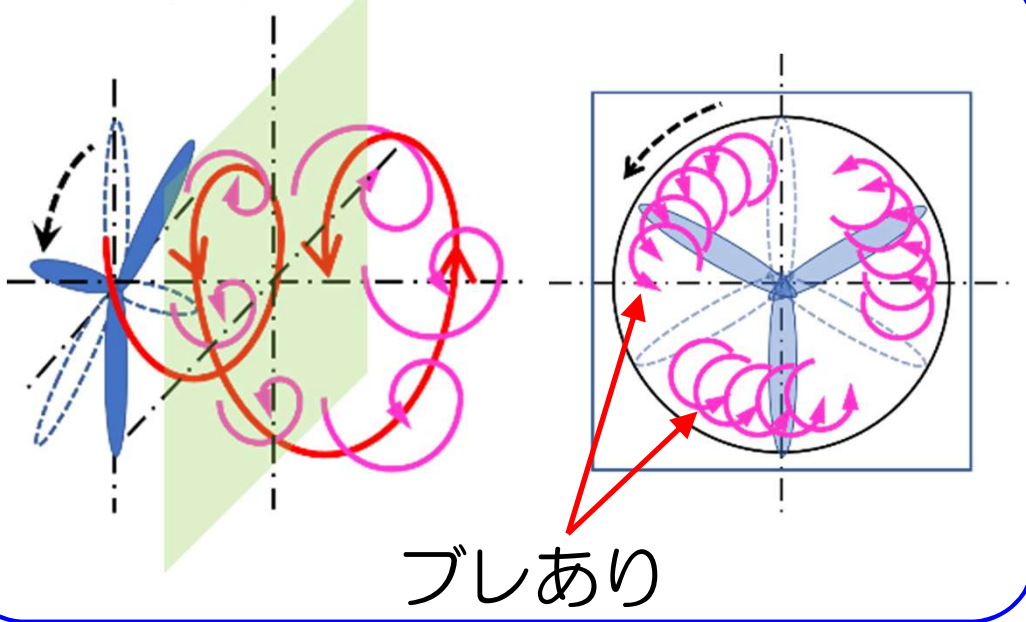
数値シミュレーション



計算結果の整合性の評価が困難

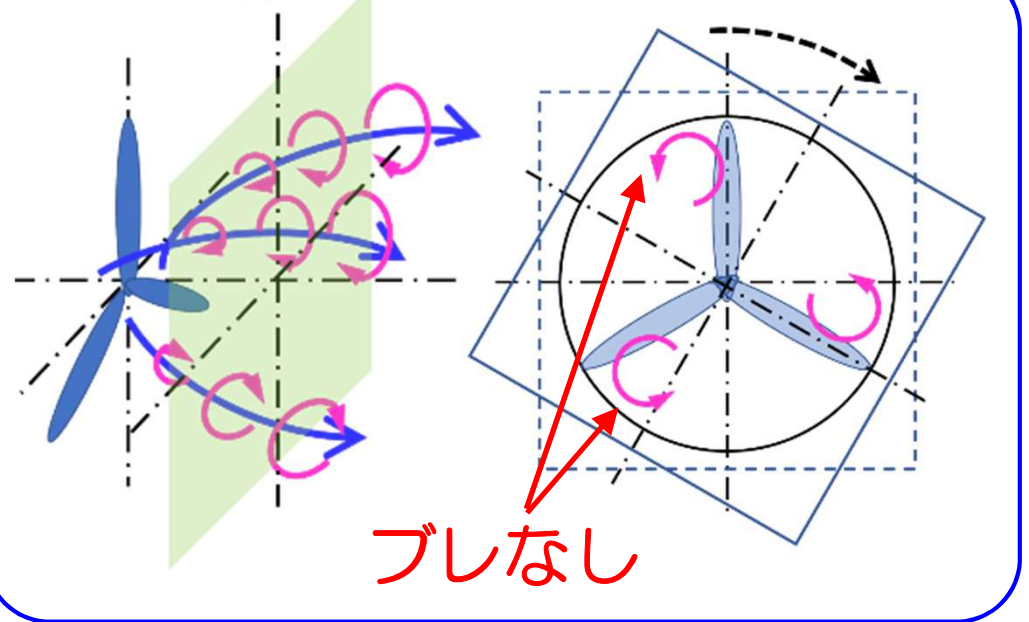
# 従来技術とその問題点

通常撮影



旋回流中の渦は高速で移動  
正確な測定は困難

回転体相対静止撮影



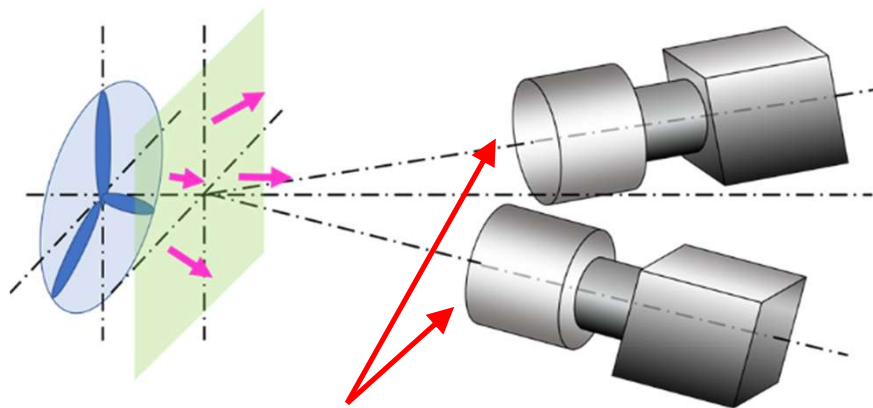
周速度が引かれた映像を取得可能

旋回流中の渦やキャビテーション  
が相対的に静止して見える

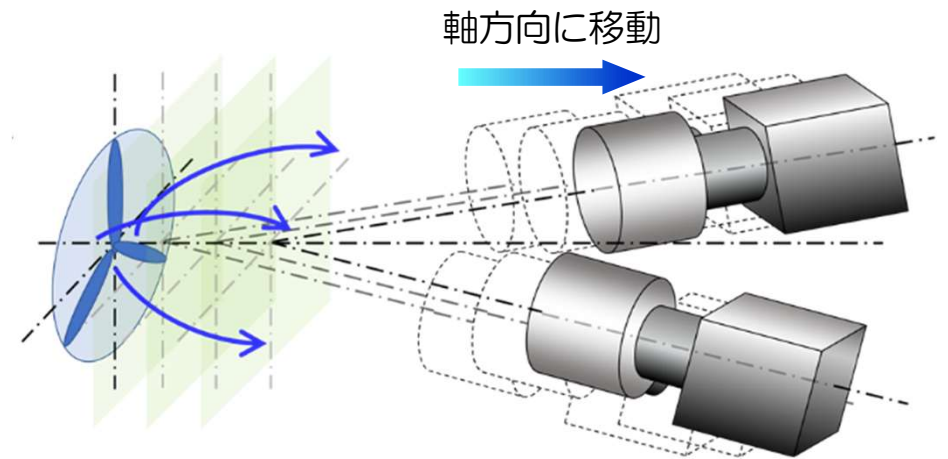
# 新技術の特徴・従来技術との比較

2台の回転体相対静止撮影装置を用いたステレオ撮影による  
**3次元**旋回流相対速度分布計測システムの実現

2次元3成分相対速度分布計測システム    3次元相対速度分布計測システム



回転体相対静止ステレオ撮影装置



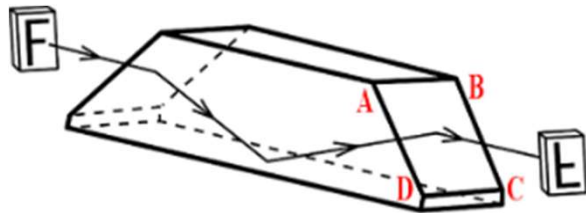
騒音・振動の原因の解明と対策




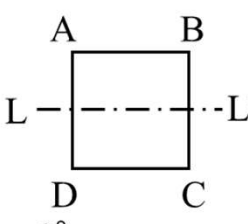
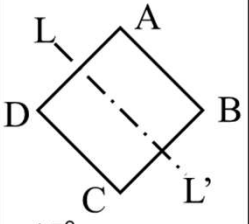
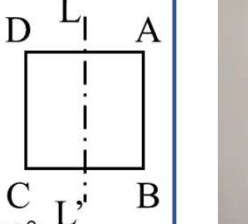



低騒音・低振動を実現する流体機械の開発に貢献



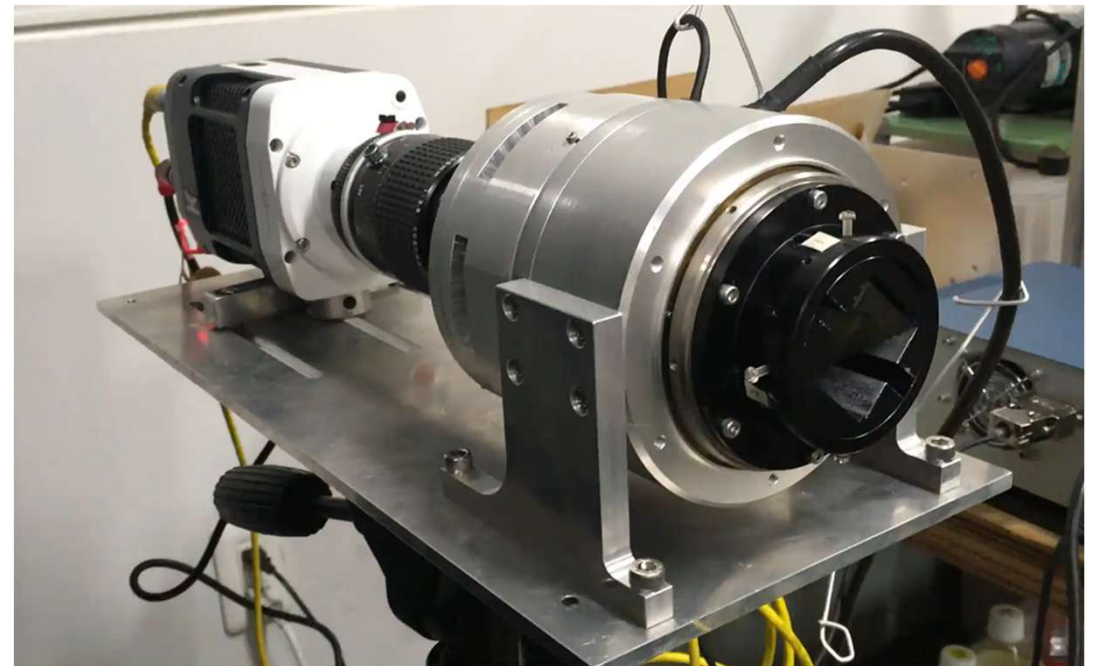
# 新技術の特徴・従来技術との比較

## 回転体相対静止撮影装置（特願2021-021909）



回転体の 角度	0° 	90° 	180° 
ダブプリズム の角度	 0°	 45°	 90°
プリズムを通し て見た回転体			

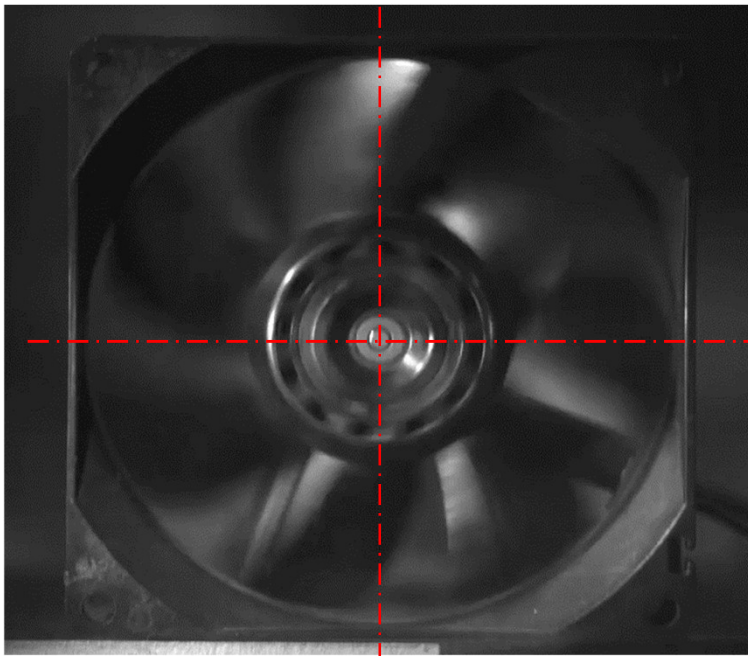
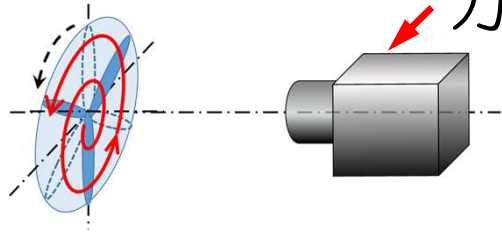
ダブプリズムの原理



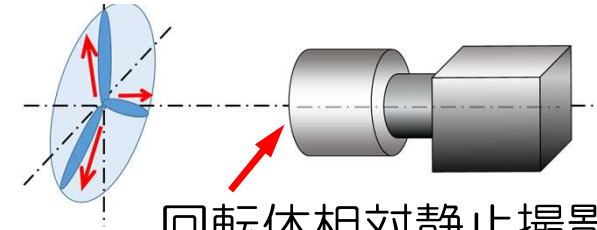
回転体相対静止撮影装置

# 新技術の特徴・従来技術との比較

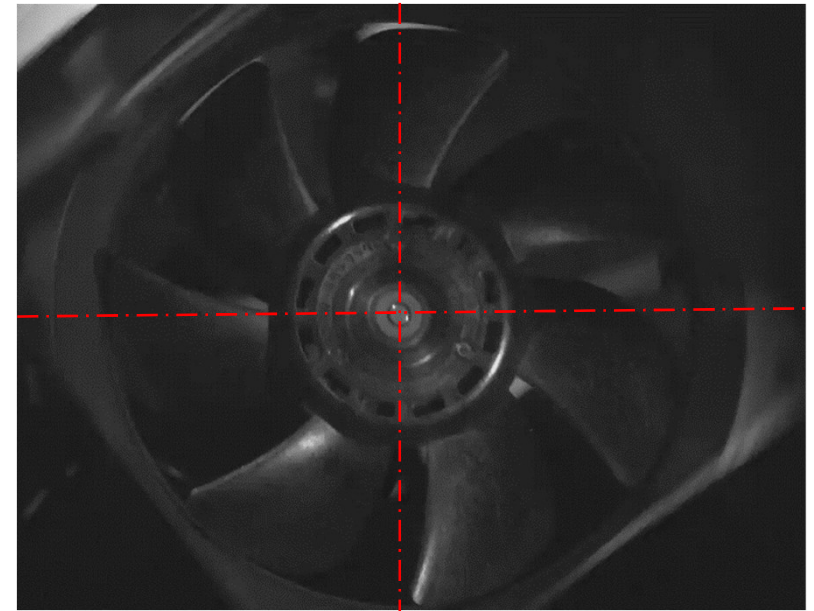
## 通常撮影



## 回転体相対静止撮影



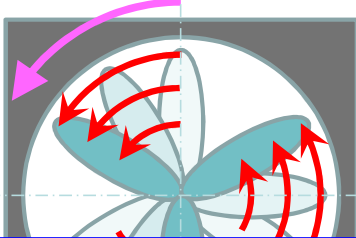
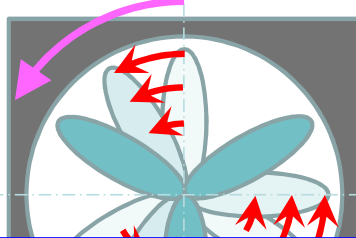
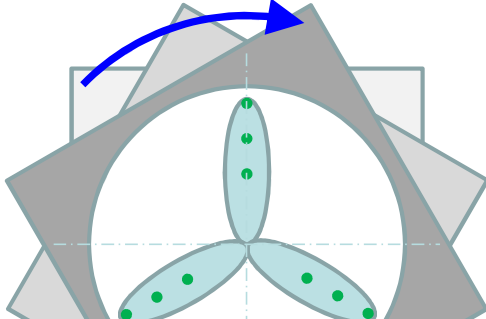
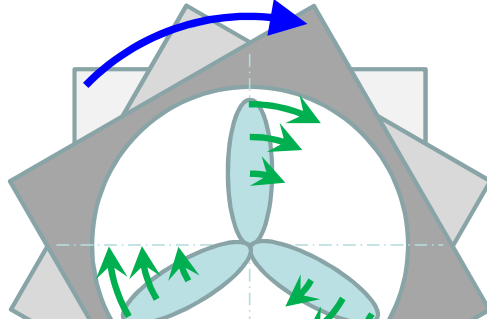
回転体相対静止撮影装置



ブルーの  
映像を取得

回転している物体を相対的に静止させて撮影可能

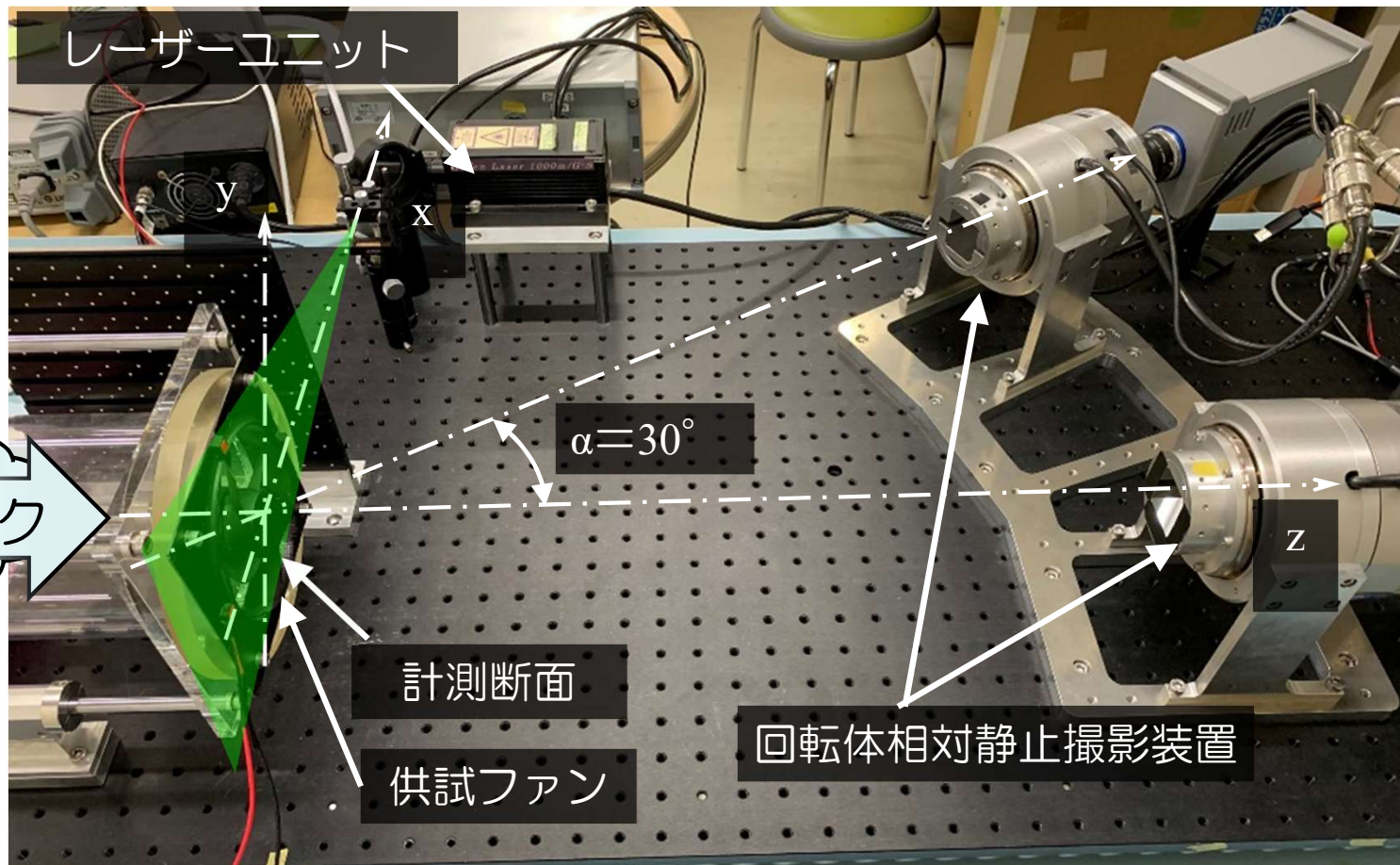
# 新技術の特徴・従来技術との比較

撮影方法	流体の旋回速度	
	羽根車と同じ場合	羽根車より遅い場合
通常撮影	 <p>流体は羽根車と同じ速度で回転して見える</p>	 <p>流体は羽根車より遅い速度で回転して見える</p>
回転体相対静止撮影 ※周速度が減算されて撮影される	 <p>流体は止まって見える</p>	 <p>流体は逆回転して見える</p>



# 新技術の特徴・従来技術との比較

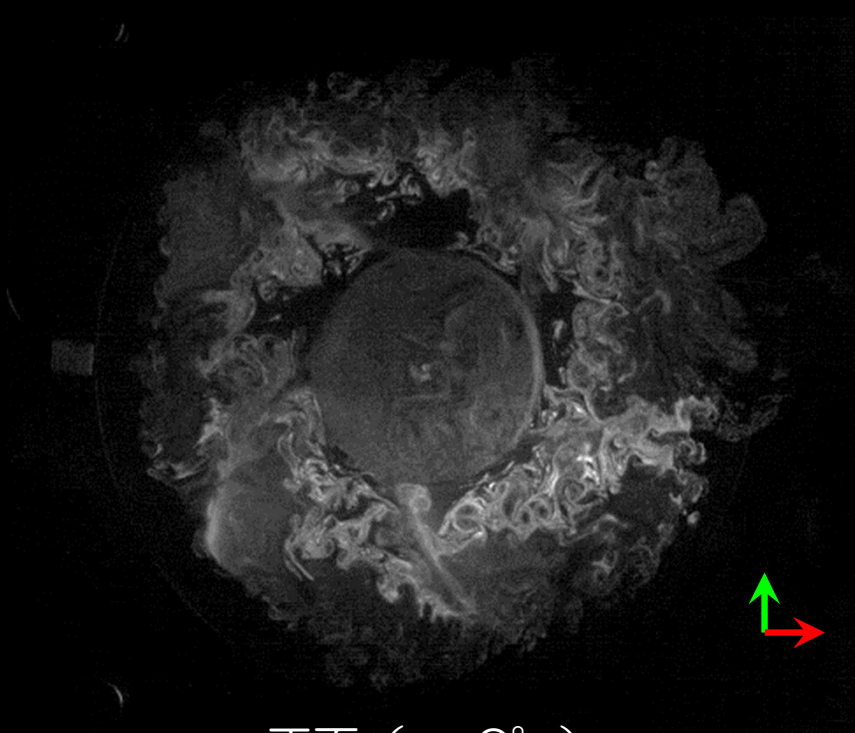
## 回転体相対静止ステレオ撮影実験装置



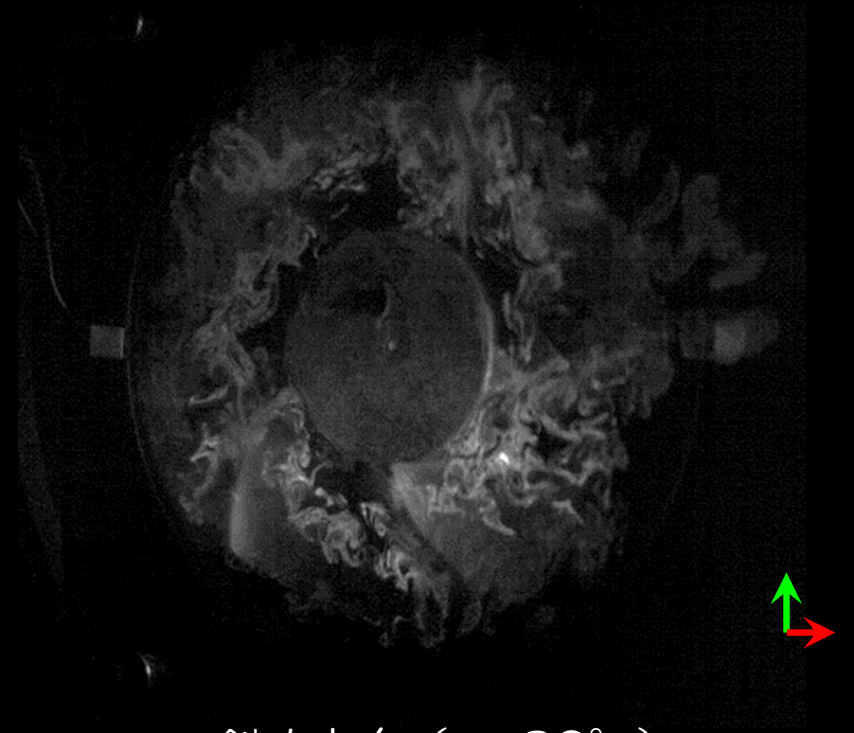
# 新技術の特徴・従来技術との比較

通常のステレオ撮影による映像

8,000 fps



正面 ( $\alpha=0^\circ$ )



斜め方向 ( $\alpha=30^\circ$ )

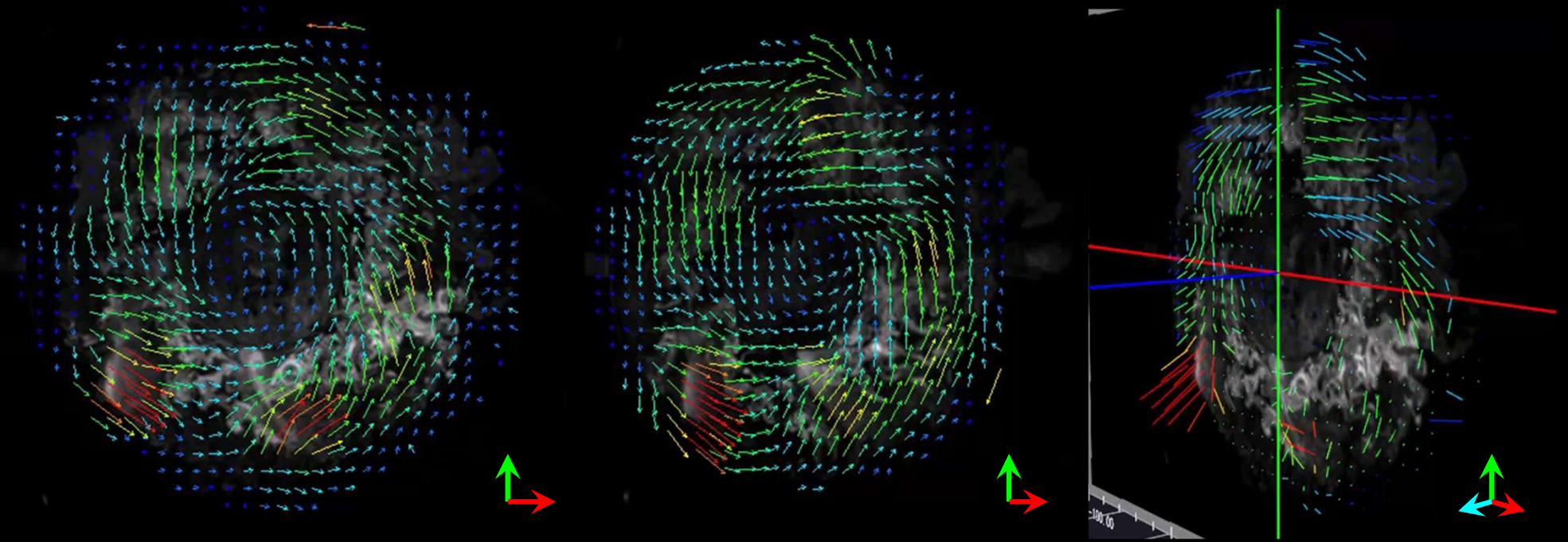
- 羽根とスモークは回転した状態で撮影される



# 新技術の特徴・従来技術との比較

通常撮影によるステレオPIV解析結果

8,000 fps



正面 ( $\alpha=0^\circ$ )

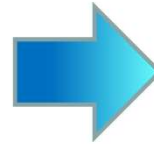
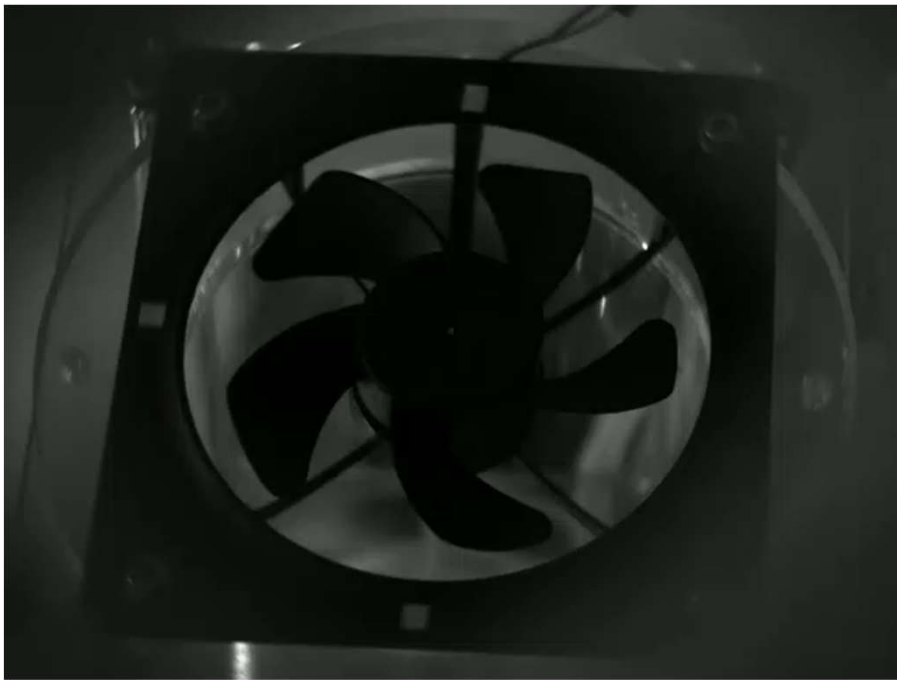
斜め方向 ( $\alpha=30^\circ$ )

2D3C 絶対速度ベクトル

スモークは羽根と共に回転するため、正確な流れの状態を計測するには更に高速度のビデオカメラによる撮影が必要である。

## 新技術の特徴・従来技術との比較

斜め方向から撮影されたファンの回転体相対静止撮影事例

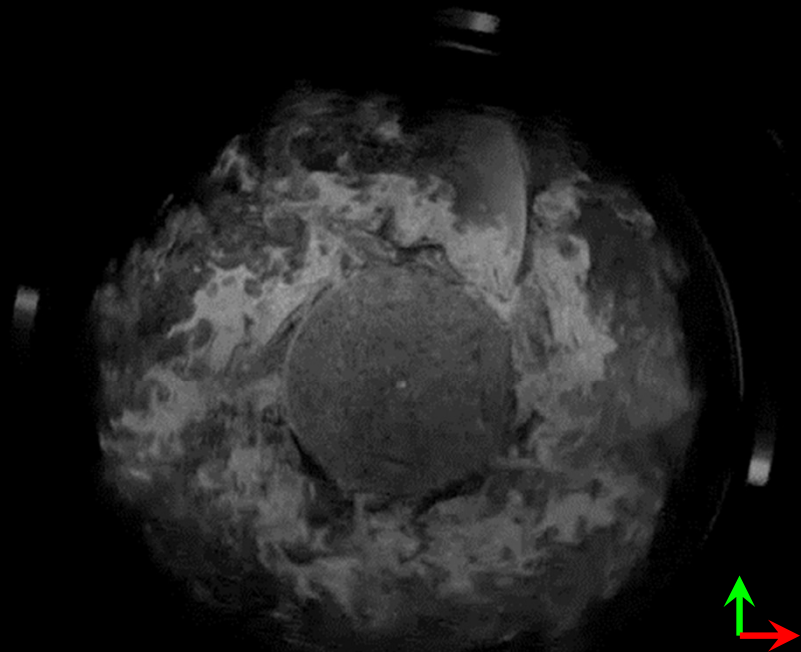


羽根車は静止しているが、  
回転揺動運動しているように見える

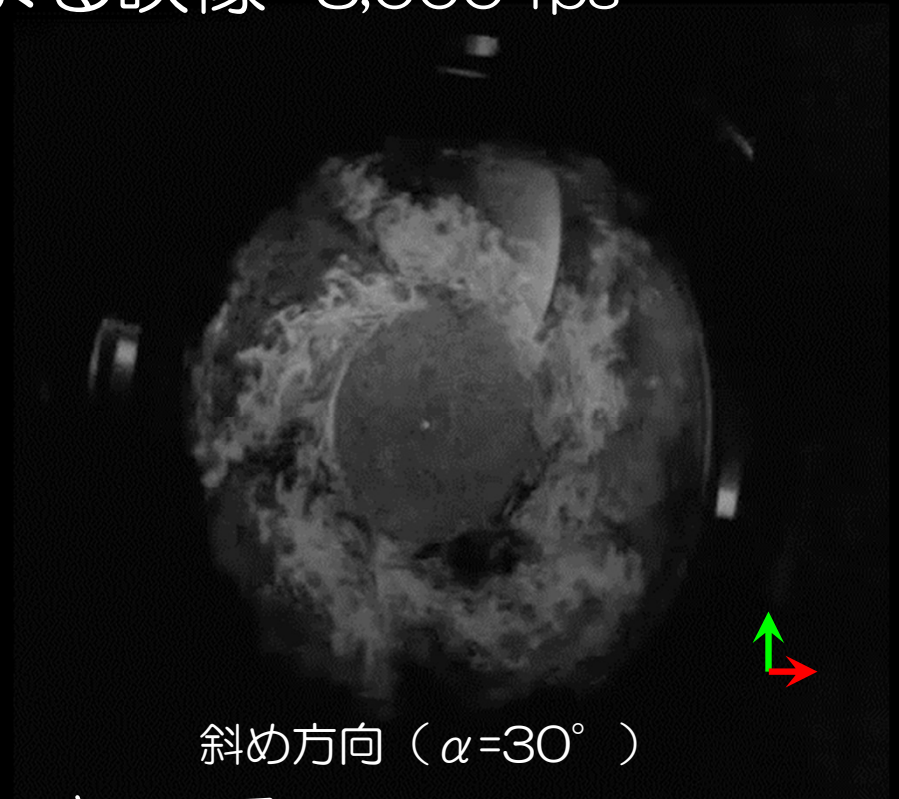
座標変換処理後  
揺動運動は解消された

## 新技術の特徴・従来技術との比較

回転体相対静止ステレオ撮影による映像 8,000 fps



正面 ( $\alpha=0^\circ$ )



斜め方向 ( $\alpha=30^\circ$ )

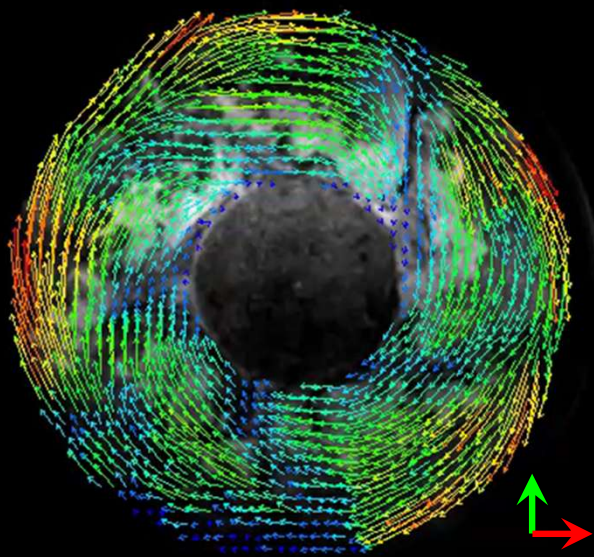
- 正面・斜め方向共に相対静止撮影が実施できている。
- 斜め方向のスモークの流動状態の歪みも補正されている。
- 相対静止技術を応用したステレオPIV解析の準備が整った



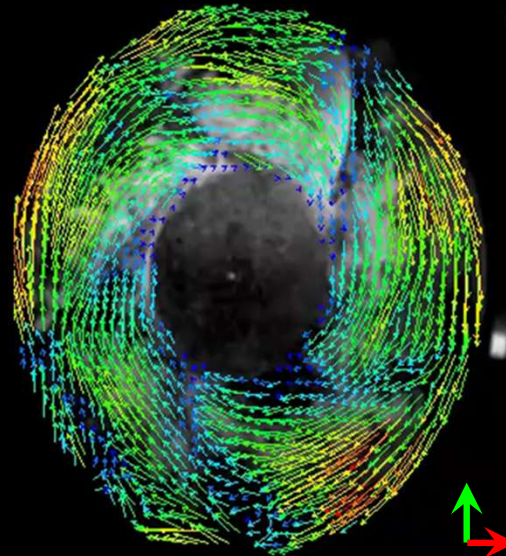
# 新技術の特徴・従来技術との比較

## 相対静止ステレオPIV解析結果

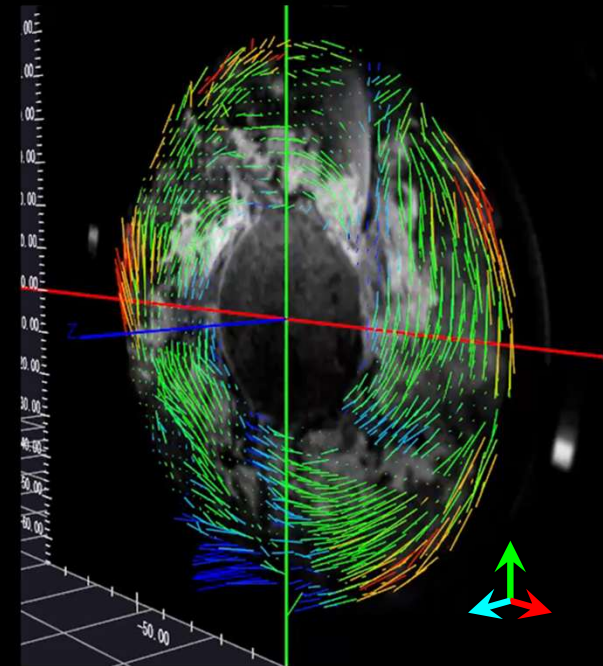
8,000 fps



正面 ( $\alpha=0^\circ$ )



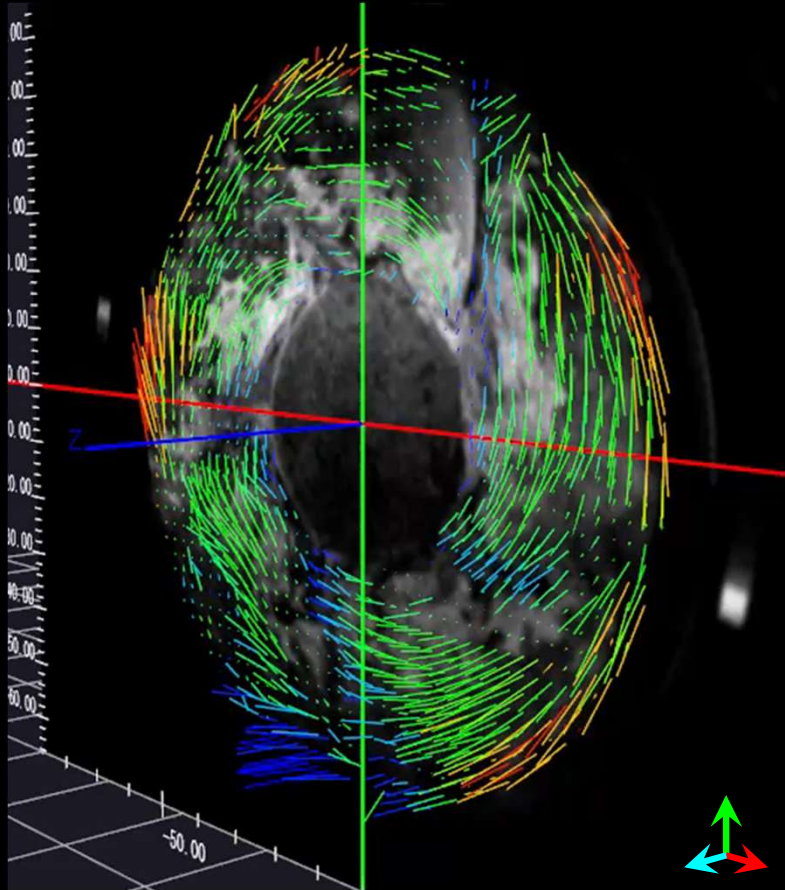
斜め方向 ( $\alpha=30^\circ$ )



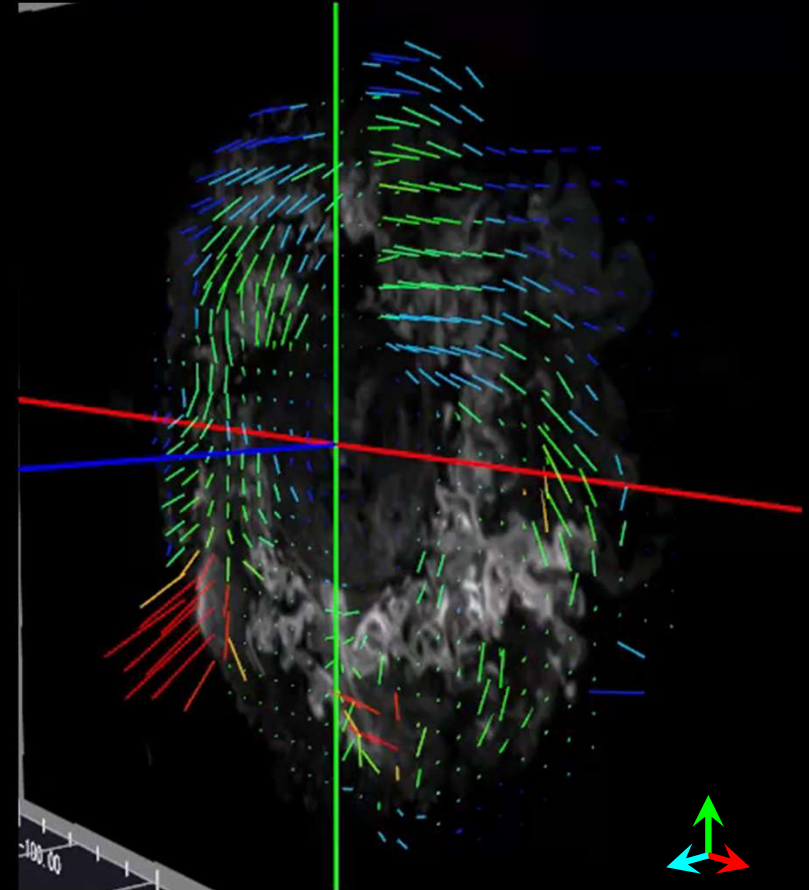
2D3C 速度ベクトル

- 回転体相対静止ステレオ撮影方法の基礎技術が確立された。
- 羽根後縁付近の速度ベクトルを精査することにより渦の状態を正確に計測可能。
- 羽根から離れた位置では羽根よりも遅い速度で旋回していることが示唆された。

# 新技術の特徴・従来技術との比較



2D3C 相対速度分布

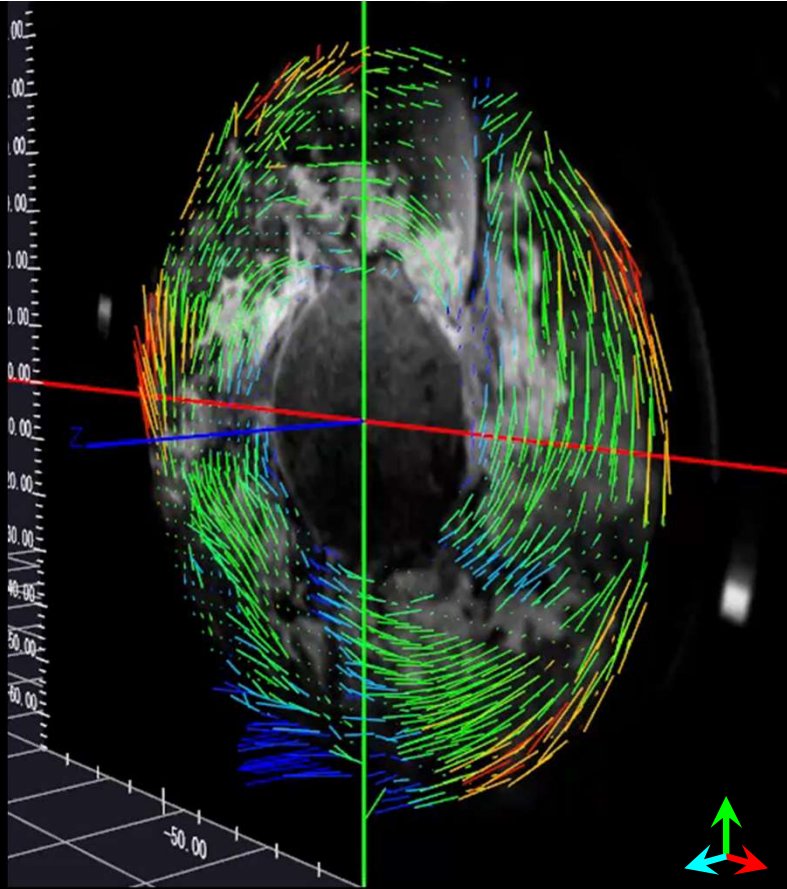


2D3C 絶対速度分布

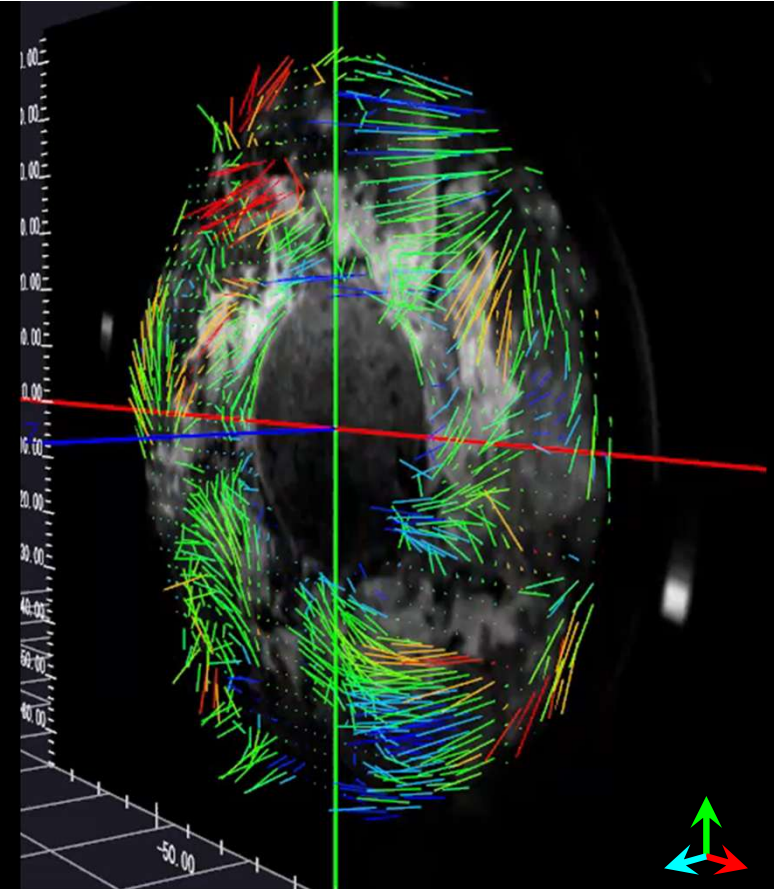
- 相対速度ベクトルを解析することにより渦の軸方向の移動状態を算出可能



# 新技術の特徴・従来技術との比較



2D3C 相対速度分布

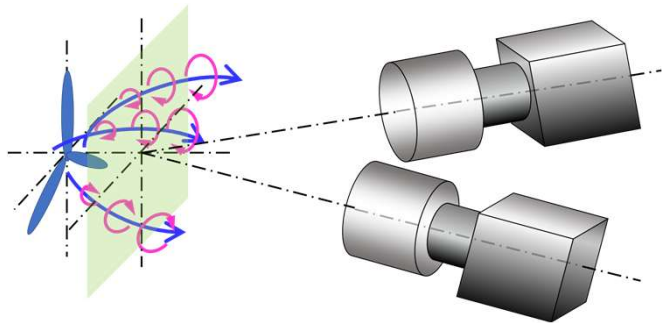


2D3C 相対速度+ $V_\theta$ 分布

- 周速度 ( $V_\theta$ ) を加算すると、羽根が止まった状態の絶対速度を算出可能。

# 新技術の特徴・従来技術との比較

項目	従来技術	本技術シーズ	性能・コスト倍率
速度変換	必要	不要	-
フレームレート	1,000,000 fps	10,000 fps	約1/100
画像のブレ	約 0.01°	無し	-
画像の解像度	640 x 480 pixel	1,920 x 1,080 pixel	約10倍
撮影領域	狭い	広い	-
レーザー光源	20W以上	1W	約1/20以下
トータルコスト	約1億	約1千万	約1/10



- ①相対速度変換処理が不要
- ②高解像度の映像を取得可能
- ③導入コストが1/10以下が見込まれる

従来技術と比較して、  
本技術シーズの方が高性能かつ低コスト

## 想定される用途

低騒音、低振動を実現するプロペラや羽根車を持つ  
流体機械の開発に貢献する新しい実験装置

静粛性、安定性、安全性の向上

フライングカーの市場規模  
(自動車、航空機、電気・機械分野)

自動車に並び日本の基幹産業へ

低騒音・低振動・高性能  
流体機械へ発展  
(換気扇、冷却用ファン、ポンプ、タービン)

高速旋回流中の渦や気泡を含む旋回流  
3次元相対速度分布計測装置

ターボ機械の設計理論の新しい知見

エネルギーロスを極限まで抑えた  
新しい流体機械の研究開発  
(マイクロマシン、惑星探査ロケット、深海潜水艇)



# 実用化に向けた課題と社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装へ取り組み
基礎研究	・回転体相対静止撮影技術の確立	2023～2025年度 JST A-STEP産学共同(育成型)により研究資金獲得
現在	・ステレオ撮影による2次元3成分相対速度分布計測システムの基礎技術の確立 ・計測精度向上のために問題の洗い出し	
1年後	・製品化を目指した詳細設計	JST A-STEP産学共同ステージⅡ(本格フェーズ)へ応募し研究資金獲得を目指す
2年後	・プロトタイプによる性能評価	性能向上を目的とした実証実験の実施
3年後	・製品化	

## 企業への期待と貢献

- 本技術の基礎研究は実施済みであり、基礎技術は確立されている。
- 本装置はこれまで不可能であった様々な流体機械の性能評価を行うことができる計測器であるため、市場のニーズは非常に高い。  
※2024イノベーションジャパンにて要望多数あり！
- 製品化を目指した本格導入にあたっての技術指導等ができる。

本計測装置の製品化を実現する企業を探索

## 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：3次元流動状態撮影システム
  - 出願番号：特願2025-43089
  - 出願人：学校法人常翔学園
  - 発明者：堀江 昌朗
- 他2件本技術に関する出願あり

## 産学連携の経歴

- 2020年-2021年 JST A-STEP トライアウトに採択
- 2023年-2026年 JST A-STEP 産学共同（育成型）に採択
- 2025年度 4社と共同研究を実施

## お問い合わせ先

摂南大学  
研究支援・社会連携センター

TEL : 072-800 - 1160

FAX : 072-800 - 1161

e-mail : SETSUNAN.Kenkyu.Shakai@josho.ac.jp